



覆盖物理大地测量学及地球重力场基本原理、
主要方法与全部公式，以改善高等教育环境

重力场逼近与大地水准面计算系统

PAGravf4.5计算程序案例

- 多源异质空天地海数据混叠
- 全要素重力场全空间解析建模
- 多种异构精细重力勘探建模
- 全空间全要素多种地形影响
- 外部场元循环闭合解析运算
- 精度指标测定与算法性能控制

课堂教学 独立自学 工程计算 科学研究

空间点正常重力场参数计算

地球椭球常数与 W_G 计算分析

实际测点扰动重力场元计算

区域重力大地水准面误差估计

重力大地水准面系统偏差影响

参考面支持的观测量粗差探测

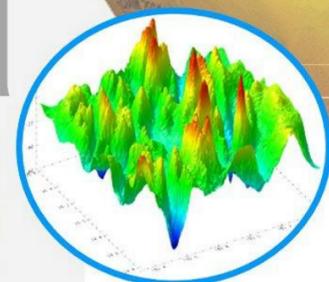
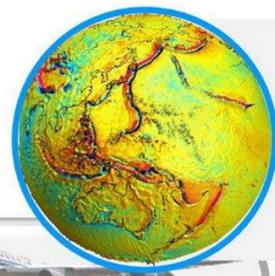
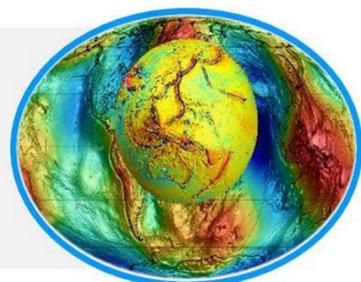
指定参考属性的观测量定权

异质数据基函数插值格网化

正常重力场、地球椭球常数及 W_G 分析计算

测点扰动场元计算与大地水准面误差分析

扰动重力场元粗差探测与基函数格网化



地球重力场数据分析与预处理计算

重力场位系数模型及其频谱特征分析计算

非等位面上扰动场元边值问题校正

离散扰动场元多阶径向梯度法解析延拓

地球重力场各种场元模型值计算

剩余地形(完全布格)影响模型值计算

全球地球重力场模型计算器

地球重力场频谱特征分析计算

球面/椭球面Stokes边值问题校正计算

任意形状边界面Molodensky边值校正

空间点正常重力场参数计算

打开计算点文件

设置参数输入

计算结果保存

开始计算

椭球常数及Wg计算

查看样例

高精度重力场逼近与
大地水准面计算系统

PAGravf4.5

空间点正常重力场参数计算公式

中国测绘科学研究院
二〇二四年九月

计算信息保存

空间点正常重力场参数计算

地球椭球常数与Wg计算分析

打开空间计算点文件

设置点值文件格式

头文件占住的行数

大地高属性列序号

选择计算场元类型

- 正常重力位(m²/s²)
- 正常重力(mGal)
- 正常重力梯度(E)
- 正常重力方向(分)
- 正常梯度方向(分)

计算结果保存为

参数设置结果输入

开始计算

>> 计算过程 ** 操作提示

>> [目标]按严密的球谐级数和解析算法，计算地球空间点的正常重力参数、正常地球椭球的几何物理常数和重力大地水准面的重力位Wg。

>> 从界面左上方两个控件按钮中选择功能模块...

>> [功能]采用严密的球谐级数公式，计算地球空间点的正常重力位(m²/s²)、正常重力(mGal)、正常重力梯度(E)、正常重力线方向('，用其相对于地心的北偏角表示)或正常重力梯度方向('，用其相对于地心的北偏角表示)。

** 点击[打开空间计算点文件]控件按钮，或[打开计算点文件]工具按钮...

>> 打开空间计算点文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/PrNormalgravfdcalc/calcpnt.txt。

** 观察下方窗口文件信息，设置输入文件格式，选择计算场元类型后，点击[参数设置结果输入]按钮，将参数输入系统...

>> 计算结果文件保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/PrNormalgravfdcalc/result.txt。

** 在空间计算点值文件记录的基础上增加一列或若干列正常重力场参数计算值，保留4位有效数字。

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮，或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间: 2024-08-31 14:52:22

>> 完成正常重力场参数计算!

>> 计算结束时间: 2024-08-31 14:52:23

输入输出数据显示

框口数据保存

| no | lon (deg) | lat (deg) | ellipheight (m) | | | | | | |
|------|------------|-----------|-----------------|---------------|-------------|-----------|----------|--------|--|
| 3248 | 103.671939 | 31.938051 | 2743.9394 | 62609994.0026 | 978633.0022 | 3074.9063 | -10.3533 | 5.1183 | |
| 3249 | 103.696944 | 31.864721 | 2501.2449 | 62612369.3305 | 978701.8741 | 3075.2510 | -10.3399 | 5.1446 | |
| 3250 | 103.718330 | 31.831114 | 2435.4206 | 62613013.6271 | 978719.4456 | 3075.3432 | -10.3339 | 5.1567 | |
| 3251 | 103.735559 | 31.795280 | 2366.5700 | 62613687.5573 | 978737.7722 | 3075.4395 | -10.3273 | 5.1696 | |
| 3252 | 103.777216 | 31.776390 | 2294.0304 | 62614397.5729 | 978758.6092 | 3075.5429 | -10.3239 | 5.1764 | |
| 3253 | 103.822773 | 31.758333 | 2233.2317 | 62614992.6837 | 978775.8948 | 3075.6293 | -10.3206 | 5.1828 | |
| 3254 | 103.849717 | 31.724168 | 2215.6606 | 62615164.7271 | 978778.5505 | 3075.5515 | -10.3144 | 5.1951 | |
| 3255 | 103.816666 | 31.650003 | 2242.9951 | 62614897.3184 | 978764.1322 | 3075.6047 | -10.3009 | 5.2217 | |
| 3256 | 103.783335 | 31.616667 | 2297.3654 | 62614365.2277 | 978744.6783 | 3075.5227 | -10.2949 | 5.2337 | |
| 3257 | 103.740556 | 31.581110 | 2218.6104 | 62615136.1113 | 978766.0935 | 3075.6335 | -10.2883 | 5.2464 | |
| 3258 | 103.703884 | 31.560833 | 2207.1173 | 62615248.6381 | 978768.0029 | 3075.6482 | -10.2846 | 5.2537 | |
| 3259 | 103.682782 | 31.531391 | 2245.2634 | 62614875.3318 | 978753.8691 | 3075.5901 | -10.2793 | 5.2643 | |
| 3260 | 103.651939 | 31.510554 | 2219.9076 | 62615123.5409 | 978760.0091 | 3075.6248 | -10.2754 | 5.2717 | |
| 3261 | 103.613883 | 31.491662 | 2080.5161 | 62616487.9108 | 978801.4694 | 3075.8251 | -10.2718 | 5.2784 | |

按地球重力场边值问题确定的大地水准面，其重力位Wg恒等于正常椭球面的正常重力位U₀。PAGravf4.5推荐以Wg=U₀为全球大地位W₀=Wg（全球高程基准），代替IERS协议中由地球重力位系数模型与海平面观测数据，按大地水准面Gauss经验定义计算的W₀。

地球椭球常数与W_G计算分析

设置地球椭球四个基本参数

地心引力常数GM(10¹⁴m²/s³) 3.986004415 自转平均角速度ω(10⁻⁵/s)

设置第四个基本参数[C₂₀(10⁻³)、J₂(10⁻³)、1/f和U₀,四选一] 地球重力场位系数C₂₀

输入地球椭球四个基本参数

几何导出常数计算结果

椭球扁率倒数1/f 298.02676402
短半轴b(m) 6356735.7778
等体积球半径R(m) 6370995.2655
线性偏心距E(m) 522055.4013
第一偏心率平方e² 0.0066995479524048
第二偏心率平方e'² 0.0067445828787547
赤道曲率半径M(m) 6335406.3653
极曲率半径c(m) 6399610.2737

物理导出常数计算结果

动力学形状因子J₂ 1.0826300 正常重力位U₀=W_G(m²/s²) 62636
大地测量参数m 0.0034497865085 赤道正常重力g_a(m/s²) 9.780325

>> 计算过程 ** 操作提示

>> [功能]输入地球椭球四个基本参数，计算地球椭球主要的几何导出常数和物理导出常数。
** 第四个基本参数可从地球重力场位系数C₂₀、地球动力学形状因子J₂、地球扁率倒数1/f和正常重力位U₀中四选一。
>> 当前选择EGM2008地球重力场位系数C₂₀为第四个基本参数。
>> 地球椭球四个基本参数已输入系统!
** 点击[地球椭球几何物理导出常数计算]控制按钮，或[椭球常数计算]工具按钮。

PAGravf4.5推荐将参考重力场位系数模型的尺度参数(GM、a)、C₂₀和自转平均角速度ω作为正常椭球基本参数。这样，扰动地球重力场的2阶带谐项为零，以利于提高重力场逼近性能。

地球椭球参数及W_G计算分析

设置地球椭球四个基本参数

地心引力常数GM(10¹⁴m²/s³) 3.986004415 自转平均角速度ω(10⁻⁵/s) 7.292115 长半轴a(m) 6378136.3

设置第四个基本参数[C₂₀(10⁻³)、J₂(10⁻³)、1/f和U₀,四选一] 地球重力场位系数C₂₀(10⁻³) -0.4841651437908

输入地球椭球四个基本参数

地球椭球几何物理导出常数计算

几何导出常数计算结果

椭球扁率倒数1/f 298.2577612334
短半轴b(m) 6356751.6551
等体积球半径R(m) 6371000.1037
线性偏心距E(m) 521853.4816
第一偏心率平方e² 0.006694367942422894
第二偏心率平方e'² 0.006739333137719190
赤道曲率半径M(m) 6335438.7088
极曲率半径c(m) 6399592.8846

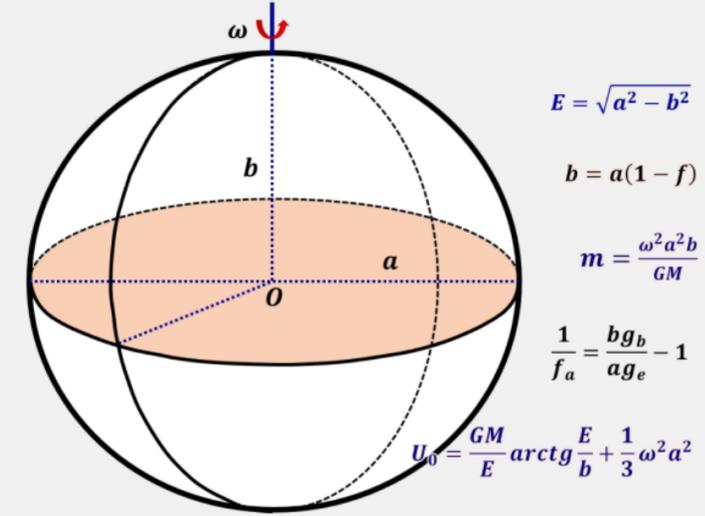
物理导出常数计算结果

动力学形状因子J₂ 1.0826261739 正常重力位U₀=W_G(m²/s²) 62636858.3919 重力扁率倒数1/f_a 517.6353224813
大地测量参数m 0.0034497853945 赤道正常重力g_a(m/s²) 9.7803274325 两极正常重力g_p(m/s²) 9.8321870775

>> 计算过程 ** 操作提示

>> 完成地球椭球主要几何物理导出常数计算!
>> 地球椭球常数计算结果汇总(单位见界面):

地心引力常数(含大气)GM = 3.986004415
椭球长半轴a = 6378136.3000
地球动力学形状因子J₂ = 1.0826261739
地球自转平均角速度ω = 7.292115
椭球扁率倒数1/f = 298.2577612334
椭球短半轴 b= 6356751.6551
等体积球半径R = 6371000.1037
线性偏心距E = 521853.4816
第一偏心率平方e² = 0.006694367942422894
第二偏心率平方e'² = 0.006739333137719190
赤道曲率半径M = 6335438.7088
极曲率半径c = 6399592.8846
正常重力位U₀ = 62636858.3919
重力扁率倒数1/f_a = 517.6353224813
大地测量参数m = 0.0034497853945
赤道正常重力g_a = 9.7803274325
两极正常重力g_p = 9.8321870775



正常椭球的潮汐系统与C₂₀或J₂一致

PAGravf4.5推荐将参考重力场位系数模型的尺度参数(GM、a)、C₂₀和自转平均角速度ω作为正常椭球基本参数。这样，扰动地球重力场的2阶带谐项为零，以利于提高重力场逼近性能。

地球椭球常数与Wg计算分析

设置地球椭球四个基本参数

地心引力常数GM($10^{14}m^2/s^3$) 自转平均角速度 $\omega(10^{-5}/s)$

设置第四个基本参数[$\bar{C}_{20}(10^{-3})$ 、 $J_2(10^{-3})$ 、 $1/f$ 和 U_0 ,四选一]

输入地球椭球四个基本参数

几何导出常数计算结果

椭球扁率倒数1/f

短半轴b(m)

等体积球半径R(m)

线性偏心距E(m)

第一偏心率平方 e^2

第二偏心率平方 e'^2

赤道曲率半径M(m)

极曲率半径c(m)

物理导出常数计算结果

动力学形状因子 J_2 正常重力位 $U_0=Wg(m^2/s^2)$

大地测量参数m 赤道正常重力 $g_a(m/s^2)$

>> 计算过程 ** 操作提示

大地测量参数m = 0.0034497853945
赤道正常重力 $g_a = 9.7803274325$
两极正常重力 $g_p = 9.8321870775$

>> 选择地球椭球面正常重力位 U_0 为第四个基本参数。
>> 地球椭球四个基本参数已输入系统!
** 点击[地球椭球几何物理导出常数计算]控制按钮, 或[椭球常数计算]工具按钮
>> 地球椭球四个基本参数已输入系统!
** 点击[地球椭球几何物理导出常数计算]控制按钮, 或[椭球常数计算]工具按钮
>> 完成地球椭球主要几何物理导出常数计算!
>> 地球椭球常数计算结果汇总(单位见界面):
地心引力常数(含大气)GM = 3.986004415
椭球长半轴a = 6378136.3000
地球动力学形状因子 $J_2 = 1.0826362774$
地球自转平均角速度 $\omega = 7.292115$
椭球扁率倒数1/f = 298.2564115287
椭球短半轴 b= 6356751.5584
等体积球半径R = 6371000.0713
线性偏心距E = 521854.6604
第一偏心率平方 $e^2 = 0.006694398185685759$

PAGravf4.5推荐将参考重力场系数模型的尺度参数(GM、a)、 \bar{C}_{20} 和自转平均角速度 ω 作为正常椭球基本参数。这样, 扰动地球重力场的2阶带谐项为零, 以利于提高重力场逼近性能。

地球椭球参数及Wg计算分析

设置地球椭球四个基本参数

地心引力常数GM($10^{14}m^2/s^3$) 自转平均角速度 $\omega(10^{-5}/s)$ 长半轴a(m)

设置第四个基本参数[$\bar{C}_{20}(10^{-3})$ 、 $J_2(10^{-3})$ 、 $1/f$ 和 U_0 ,四选一]

输入地球椭球四个基本参数

地球椭球几何物理导出常数计算

几何导出常数计算结果

椭球扁率倒数1/f

短半轴b(m)

等体积球半径R(m)

线性偏心距E(m)

第一偏心率平方 e^2

第二偏心率平方 e'^2

赤道曲率半径M(m)

极曲率半径c(m)

物理导出常数计算结果

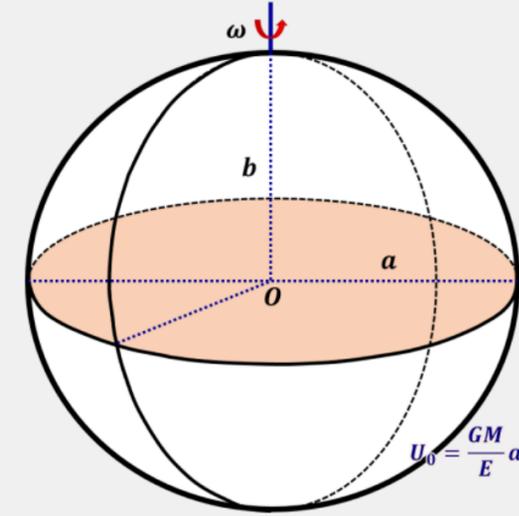
动力学形状因子 J_2 正常重力位 $U_0=Wg(m^2/s^2)$ 重力扁率倒数1/ f_a

大地测量参数m 赤道正常重力 $g_a(m/s^2)$ 两极正常重力 $g_p(m/s^2)$

>> 计算过程 ** 操作提示

两极正常重力 $g_p = 9.8321870774$

>> 选择地球椭球扁率倒数1/f为第四个基本参数。
>> 地球椭球四个基本参数已输入系统!
** 点击[地球椭球几何物理导出常数计算]控制按钮, 或[椭球常数计算]工具按钮...
>> 完成地球椭球主要几何物理导出常数计算!
>> 地球椭球常数计算结果汇总(单位见界面):
地心引力常数(含大气)GM = 3.986004415
椭球长半轴a = 6378136.3000
地球动力学形状因子 $J_2 = 1.0826362774$
地球自转平均角速度 $\omega = 7.292115$
椭球扁率倒数1/f = 298.2564115300
椭球短半轴 b= 6356751.5584
等体积球半径R = 6371000.0713
线性偏心距E = 521854.6604
第一偏心率平方 $e^2 = 0.006694398185656630$
第二偏心率平方 $e'^2 = 0.006739363787916934$
赤道曲率半径M = 6335438.5159
极曲率半径c = 6399592.9820
正常重力位 $U_0 = 62636858.7088$



$$E = \sqrt{a^2 - b^2}$$

$$b = a(1 - f)$$

$$m = \frac{\omega^2 a^2 b}{GM}$$

$$\frac{1}{f_a} = \frac{b g_b}{a g_e} - 1$$

$$U_0 = \frac{GM}{E} \arctg \frac{E}{b} + \frac{1}{3} \omega^2 a^2$$

正常椭球的潮汐系统与 \bar{C}_{20} 或 J_2 一致

PAGravf4.5推荐将参考重力场系数模型的尺度参数(GM、a)、 \bar{C}_{20} 和自转平均角速度 ω 作为正常椭球基本参数。这样, 扰动地球重力场的2阶带谐项为零, 以利于提高重力场逼近性能。

地球重力场各种场元模型值计算

地球重力场各种场元模型值计算

剩余地形(完全布格)影响模型值计算

全球地球重力场模型计算器

地球重力场频谱特征计算

打开全球地球重力场位系数模型文件

选择计算点文件格式

离散计算点文件

打开空间计算点文件

设置点值文件格式

头文件占住的行数 1

大地高属性列序号 4

选择计算场元类型

- 高程异常(m)
- 空间异常(mGal)
- 扰动重力(mGal)
- 垂线偏差(")
- 扰动重力梯度(E)
- 水平重力梯度(E)
- Laplace算子(E)

最小计算阶数 2

最大计算阶数 360

提取场元模型值

图形绘制

计算信息保存

>> 打开全球地球重力场位系数模型文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/data/EGM2008.gfc.
 ** 下方窗口只显示了其中不超过2000行的位系数模型数据!

>> 打开计算点空间位置文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/PrModelgravfdcalc/calcpnt.txt.
 ** 观察下方窗口文件信息, 设置点值文件格式...

>> 计算结果文件保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/PrModelgravfdcalc/result.txt.
 ** 在空间计算点值文件记录的基础上增加一列或若干列模型扰动场元计算值, 保留4位有效数字。

>> 参数设置结果已输入系统!
 ** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....
 ** 计算过程需要等待, 期间可打开输出文件查看计算进度...

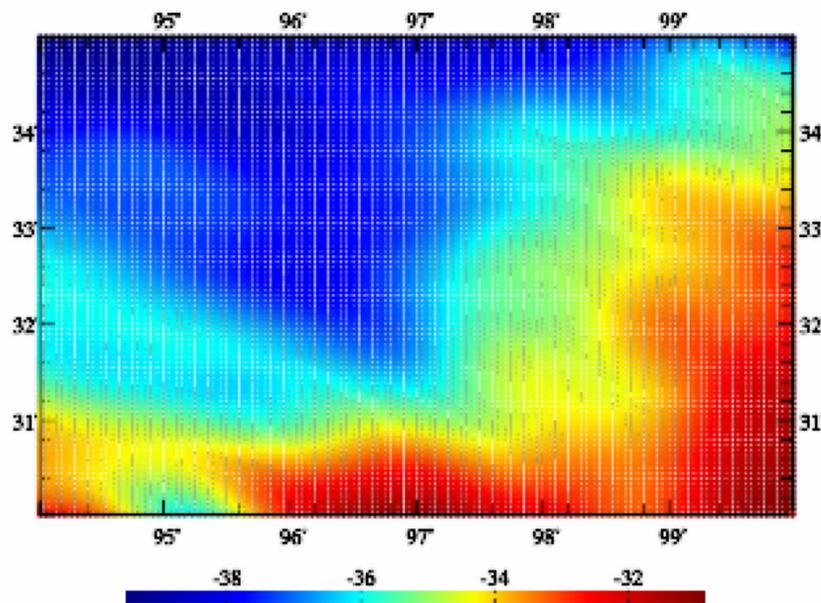
>> 计算开始时间: 2024-08-31 17:43:01
 >> 完成地球重力场(剩余)模型值计算!
 >> 计算结束时间: 2024-08-31 17:44:34

计算结果保存为

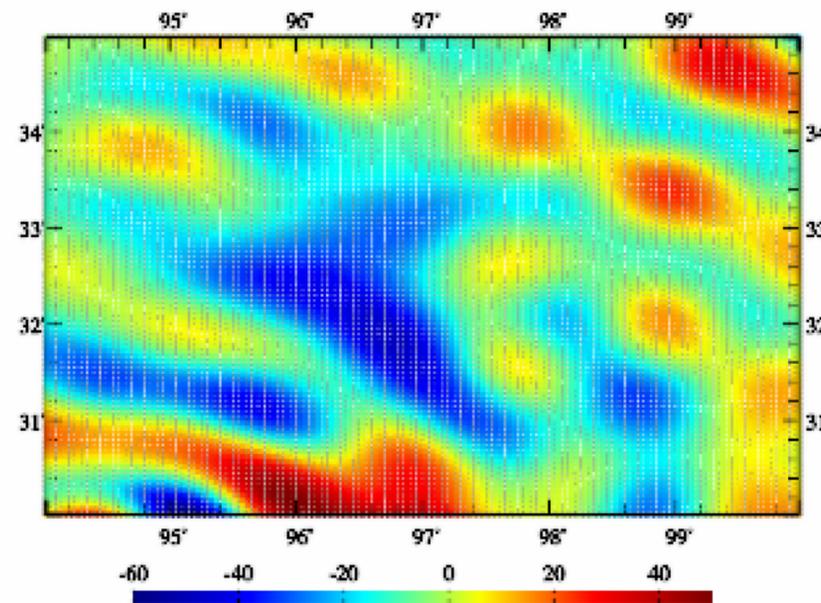
参数设置结果输入

开始计算

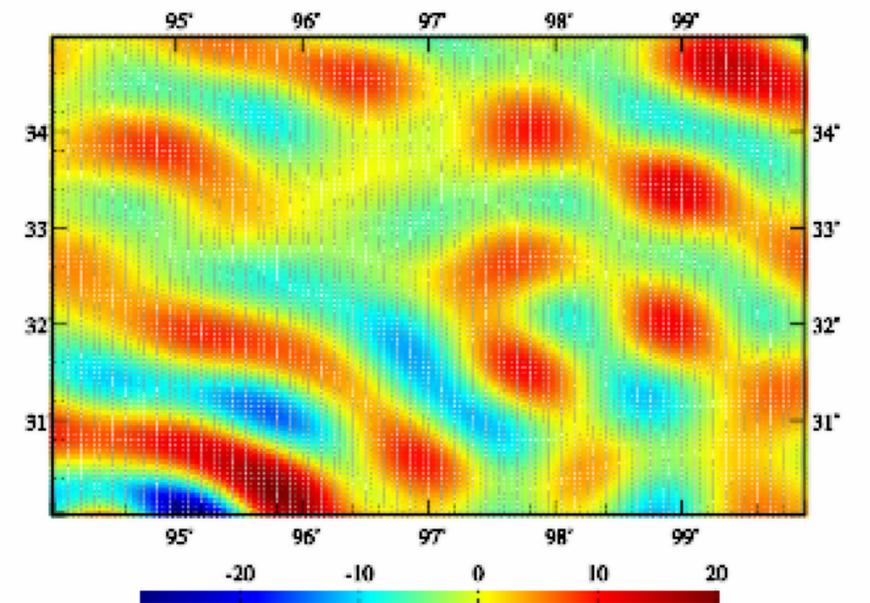
| no | lon(deg) | lat(deg) | ellipheight(m) | | | |
|----|-----------|-----------|----------------|----------|---------|---------|
| 1 | 94.025000 | 30.025000 | 3984.353 | -32.5696 | 9.9303 | -7.0197 |
| 2 | 94.075000 | 30.025000 | 4226.989 | -32.5825 | 13.2926 | -5.1102 |
| 3 | 94.125000 | 30.025000 | 4461.719 | -32.6027 | 16.5996 | -3.1215 |
| 4 | 94.175000 | 30.025000 | 4422.914 | -32.6266 | 19.5823 | -1.2269 |
| 5 | 94.225000 | 30.025000 | 4335.893 | -32.6637 | 22.1364 | 0.5431 |
| 6 | 94.275000 | 30.025000 | 4463.689 | -32.7271 | 23.9898 | 2.0700 |
| 7 | 94.325000 | 30.025000 | 4514.028 | -32.8106 | 24.9376 | 3.2059 |
| 8 | 94.375000 | 30.025000 | 4470.323 | -32.9163 | 24.8396 | 3.8684 |
| 9 | 94.425000 | 30.025000 | 4486.380 | -33.0511 | 23.5152 | 3.9663 |



高程异常(m)



扰动重力(mGal)



扰动重力梯度(径向E)



地球重力场各种场元模型值计算

打开位系数模型 打开计算点文件 设置参数输入 计算结果保存

开始计算

查看样例



地球重力场各种场元模型值计算

剩余地形(完全布格)影响模型值计算

全球地球重力场模型计算器

地球重力场频谱特征计算

打开全球地球重力场位系数模型文件

选择计算点文件格式

大地高格网文件

打开计算面大地高格网文件

选择计算场元类型

- 高程异常(m)
- 空间异常(mGal)
- 扰动重力(mGal)
- 垂线偏差(")
- 扰动重力梯度(E)
- 水平重力梯度(E)
- Laplace算子(E)

最小计算阶数 2

最大计算阶数 360

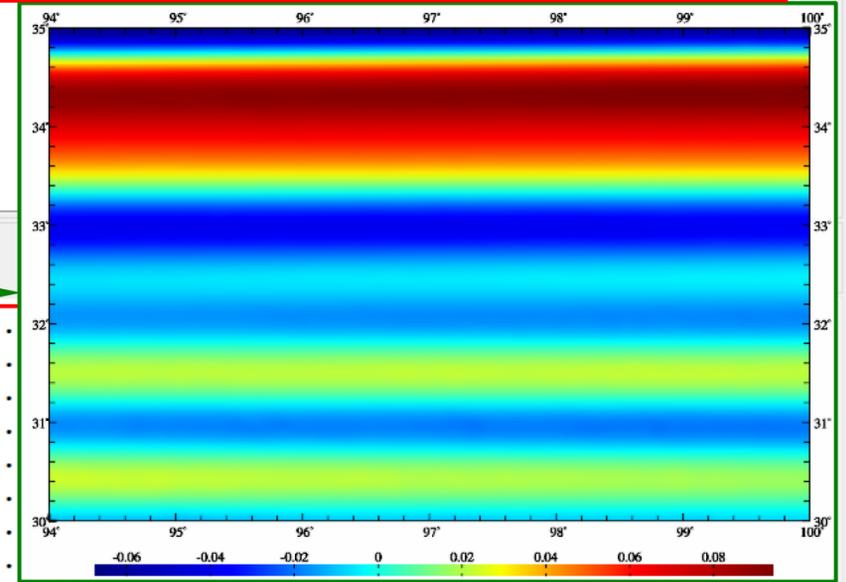
计算信息保存 ↓

```
>> 计算结束时间: 2024-08-31 17:44:34
>> 打开计算面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/PrModelgravfdcalc/surfhgt.dat.
>> 计算结果文件保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/PrModelgravfdcalc/Gravfd360.txt.
** 记录格式: 点号, 经度, 纬度, 大地高, 若干列指定场元类型(剩余)模型值。
** 程序同时当前目录下, 输出(剩余)高程异常(*.ksi)、空间异常(*.gra)、扰动重力(*.rga)、垂线偏差向量(*.dft)、扰动重力梯度(*.grr)、水平梯度向量(*.hgd)或Laplace算子(*.lps)模型值格网文件。*为界面输入的结果文件名, 程序按选择的场元类型输出相应的(剩余)模型值格网文件。
>> 参数设置结果已输入系统!
** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....
** 计算过程需要等待, 期间可打开输出文件查看计算进度...
>> 计算开始时间: 2024-08-31 17:51:56
>> 完成地球重力场(剩余)模型值计算!
>> 计算结束时间: 2024-08-31 17:53:16
```

计算结果保存为

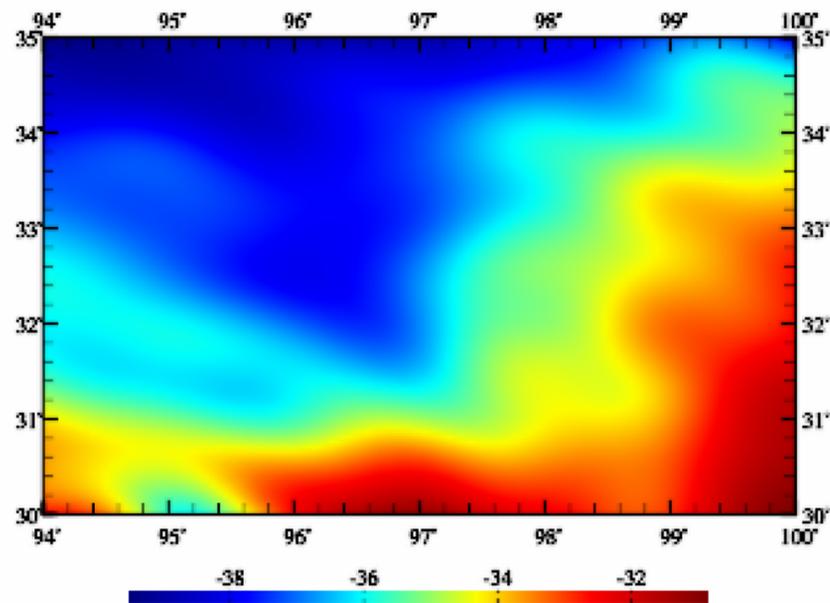
参数设置结果输入

| | | | | | | |
|---|----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 1 | 94.02500 | 30.02500 | 3984.353 | -32.5696 | 19.9216 | 9. |
| 2 | 94.07500 | 30.02500 | 4226.989 | -32.5825 | 23.2867 | 13. |
| 3 | 94.12500 | 30.02500 | 4461.719 | -32.6027 | 26.5988 | 16. |
| 4 | 94.17500 | 30.02500 | 4422.914 | -32.6266 | 29.5890 | 19. |
| 5 | 94.22500 | 30.02500 | 4335.893 | -32.6637 | 32.1549 | 22. |
| 6 | 94.27500 | 30.02500 | 4463.689 | -32.7271 | 34.0272 | 23. |
| 7 | 94.32500 | 30.02500 | 4514.028 | -32.8106 | 35.0004 | 24. |
| 8 | 94.37500 | 30.02500 | 4470.323 | -32.9163 | 34.9350 | 24. |
| 9 | 94.42500 | 30.02500 | 4486.380 | -33.0511 | 33.6518 | 23.5152 |

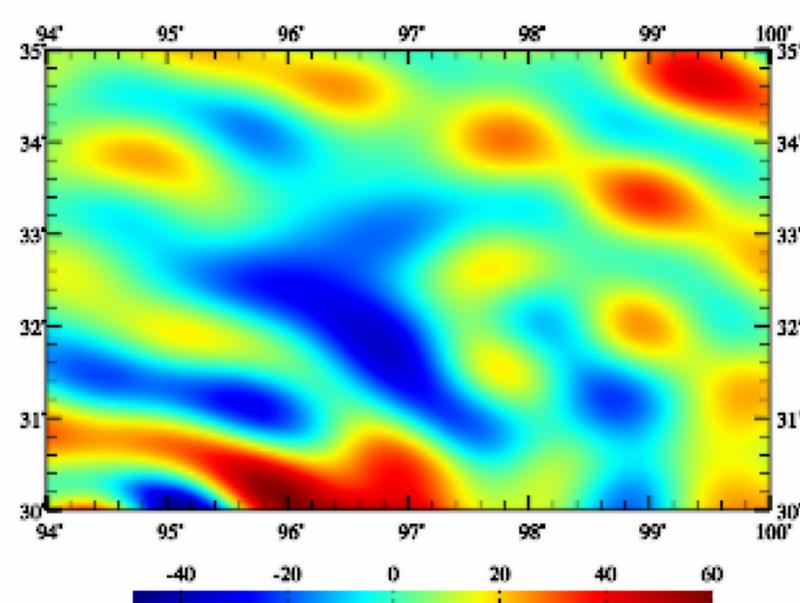


提取场元模型值

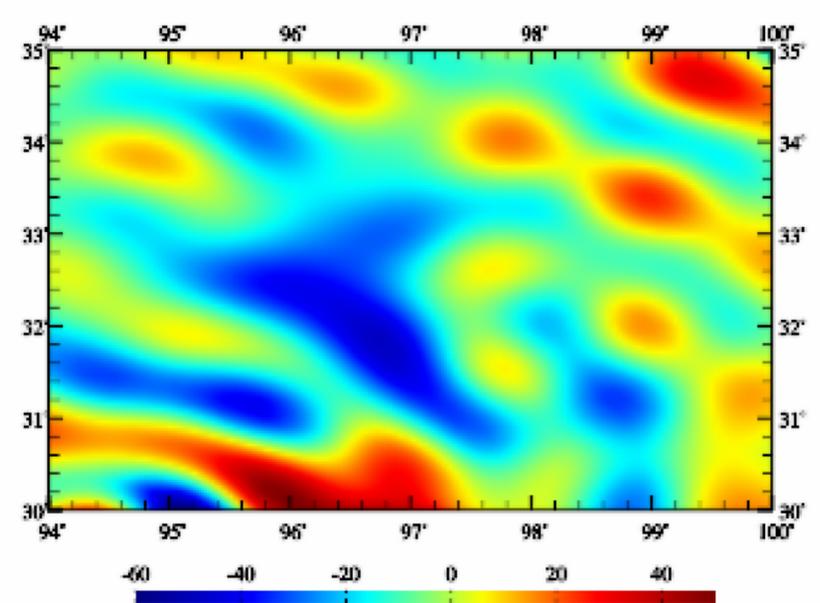
图形绘制 ↓



高程异常(m)



空间异常(mGal)



扰动重力(mGal)

当设置相等的位系数模型最小、最大计算阶数n时, 程序计算第n阶位系数对扰动重力场元的贡献。可用于分析评价位系数模型的谱域空域性质。

剩余地形(完全布格)影响模型值计算

开始计算 查看样例



地球重力场各种场元模型值计算

剩余地形(完全布格)影响模型值计算

全球地球重力场模型计算器

地球重力场频谱特征计算

打开全球陆海地形位系数模型文件

选择计算点文件格式

大地高格网文件

打开计算面大地高格网文件

选择计算场元类型

- 高程异常(m)
- 空间异常(mGal)
- 扰动重力(mGal)
- 垂线偏差(")
- 扰动重力梯度(E)
- 水平重力梯度(E)
- Laplace算子(E)

最小计算阶数 361

最大计算阶数 720

计算信息保存 ↓

>> 打开计算面大地高格网文件 C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/PrModelgravfdcalc/surfhgt.dat.

>> 计算结果文件保存为 C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/PrModelgravfdcalc/RTM361_720.txt.

** 记录格式: 点号, 经度, 纬度, 大地高, 若干列指定场元类型完全布格(剩余地形)影响模型值。

** 程序同时当前目录下, 输出高程异常(*.ksi)、空间异常(*.gra)、扰动重力(*.rga)、垂线偏差向量(*.dft)、扰动重力梯度(*.grr)、水平梯度向量(*.hgd)或Laplace算子(*.lps)完全布格(剩余地形)影响模型值格网文件。*为界面输入的结果文件名, 程序按选择的场元类型输出相应的模型值格网文件。

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....

** 计算过程需要等待, 期间可打开输出文件查看计算进度...

>> 计算开始时间: 2024-08-31 18:15:53

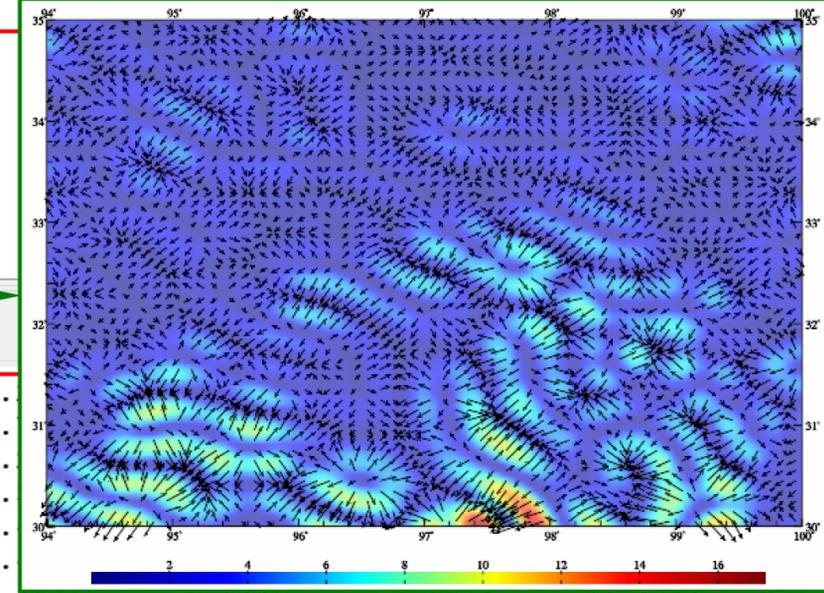
>> 完成完全布格(剩余地形)影响模型值计算!

>> 计算结束时间: 2024-08-31 18:20:26

计算结果保存为

参数设置结果输入

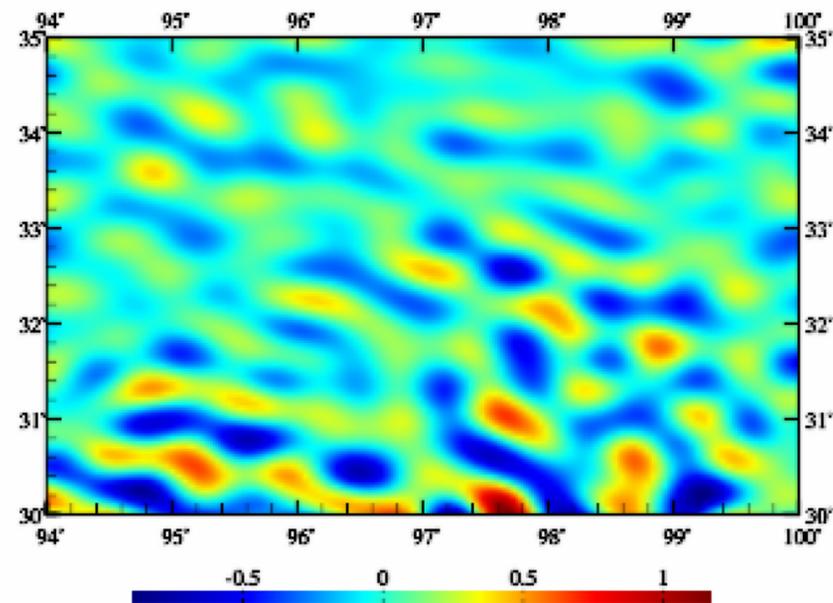
| | | | | | | | |
|---|----------|----------|----------|--------|---------|---------|---------|
| 1 | 94.02500 | 30.02500 | 3984.353 | 0.1440 | 11.2464 | 11.1440 | 11.2464 |
| 2 | 94.07500 | 30.02500 | 4226.989 | 0.1739 | 13.6484 | 13.1739 | 13.6484 |
| 3 | 94.12500 | 30.02500 | 4461.719 | 0.2040 | 16.1838 | 16.2040 | 16.1838 |
| 4 | 94.17500 | 30.02500 | 4422.914 | 0.2411 | 19.4635 | 19.2411 | 19.4635 |
| 5 | 94.22500 | 30.02500 | 4335.893 | 0.2829 | 23.3980 | 23.2829 | 23.3980 |
| 6 | 94.27500 | 30.02500 | 4463.689 | 0.3210 | 27.3683 | 27.3210 | 27.3683 |
| 7 | 94.32500 | 30.02500 | 4514.028 | 0.3585 | 31.5374 | 31.3585 | 31.5374 |
| 8 | 94.37500 | 30.02500 | 4470.323 | 0.3918 | 35.5105 | 35.6307 | 35.5105 |
| 9 | 94.42500 | 30.02500 | 4486.380 | 0.4098 | 38.1978 | 38.3234 | 38.1978 |



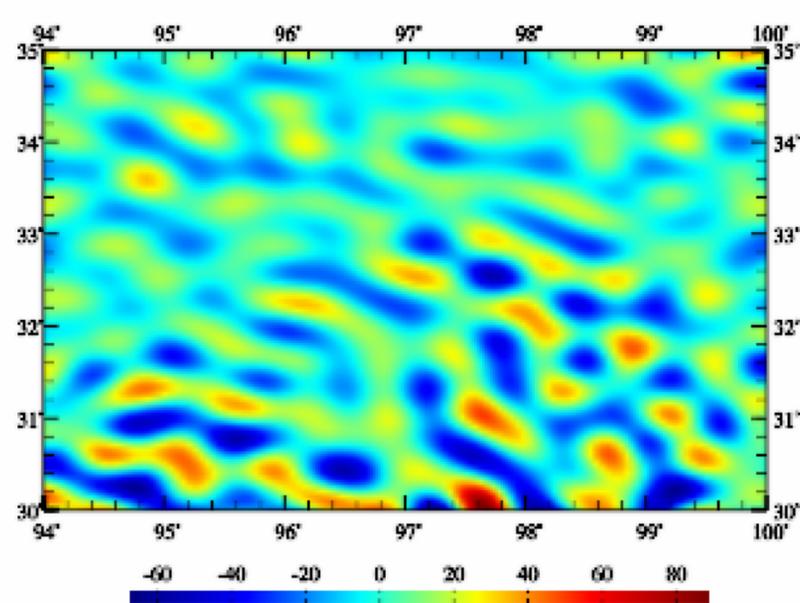
注意考察不同阶数情况下各类场元大小及其相互之间数值变化关系。

提取场元模型值

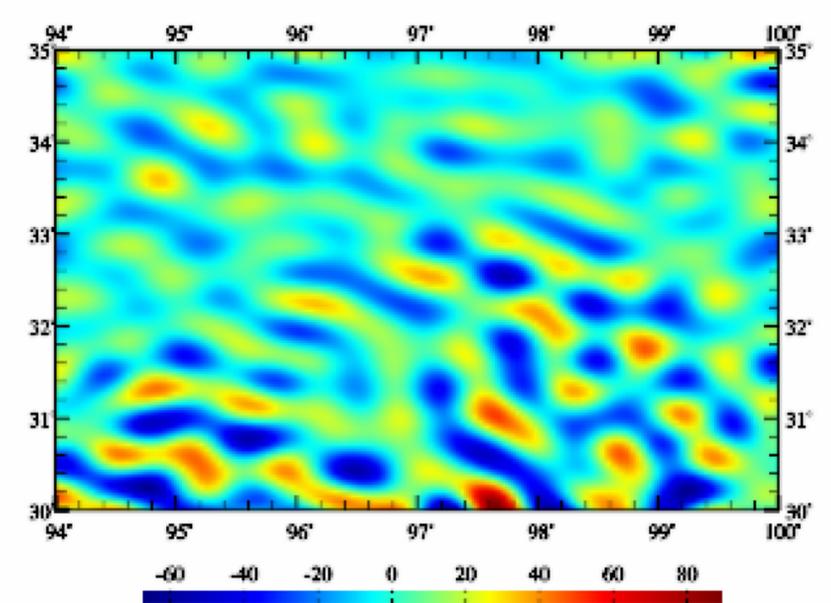
图形绘制 ↓



高程异常(m)



空间异常(mGal)



扰动重力(mGal)

全球地球重力场模型计算器

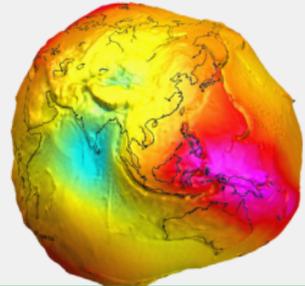
地球重力场系数模型计算器

输入计算点大地坐标

大地经度 121.240000° 大地纬度 29.428100° 大地高 17.8300 m

打开地球重力场位系数模型文件

首次打开超高阶地球重力场位系数文件时，程序需要时间读取和初始化，请等待...



通过计算大地水准面重力位 W_G ，可以验证 W_G 等于正常椭球面的正常重力位 U_0 ：随意给定经纬度，第一次输入大地高为零，计算得到该点高程异常，第二次将高程异常作为大地高输入，再次计算，当计算得到的高程异常与输入大地高相等时，得到的重力位就是 W_G 。

容易验证，全球任意点处大地水准面上的重力位恒等于 W_G 。改变计算点的经纬度，并根据高程异常计算值调整计算点的大地高，你会发现，在全球任意点处，大地水准面的重力位不变。

设置模型最大计算阶数 1800

开始计算

模型地球重力场计算结果

| | | | | | |
|---------------|---------|-----------|-----------|------------------------------------|--------------|
| 高程异常(大地水准面高m) | 13.0099 | 空间异常mGal | 32.6014 | 重力值m/s ² | 9.793115777 |
| 扰动重力mGal | 36.5996 | 垂线偏差南向分量" | 2.3487 | 垂线偏差西向分量" | -3.5341 |
| 扰动重力梯度E | 42.9662 | 水平重力梯度北向E | -7.8402 | 水平重力梯度西向E | -35.1869 |
| Laplace算子E | -0.0610 | 重力梯度值E | 3121.5910 | 重力位值m ² /s ² | 62636811.507 |

地球重力位系数模型文件

```

3.986004415d0 6378136.3d0 tide_free
2 0 -4.841651437908E-04 0.000000000000E+00 5.2900E-12 0.0000E+00
2 1 -2.066155090742E-10 1.384413891380E-09 4.9948E-12 5.1961E-12
2 2 2.439383573283E-06 -1.400273703859E-06 5.1125E-12 5.2508E-12
3 0 9.571612070935E-07 0.000000000000E+00 4.0527E-12 0.0000E+00
3 1 2.030462010479E-06 2.482004158569E-07 4.0493E-12 4.2262E-12
3 2 9.047878948095E-07 -6.190054751776E-07 4.5076E-12 4.5268E-12
3 3 7.213217571216E-07 0.000000000000E+00 4.2627E-12 4.2627E-12
4 0 5.399658666390E-07 0.000000000000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00
4 1 -5.361573893889E-07 -1.730300000000E-07 3.3121E-12 3.3121E-12
4 2 3.505016239626E-07 1.532E-12 3.6671E-12 3.6671E-12
4 3 9.908567666723E-07 -2.009567235675E-07 3.9741E-12 3.9741E-12
4 4 -1.885196330230E-07 3.088038821492E-07 3.7992E-12 3.8065E-12
5 0 6.867029137367E-08 0.000000000000E+00 2.0578E-12 0.0000E+00
5 1 -6.292119230425E-08 -9.436980733958E-08 2.1136E-12 2.2227E-12
5 2 6.520780431762E-07 -3.233531925405E-07 2.7031E-12 2.5758E-12
5 3 -4.518471523288E-07 -2.149554083060E-07 3.3417E-12 3.3156E-12
    
```

位系数模型尺度因子 GM, a ，面谐函数定义在半径等于地球长半轴 a 的球面上。

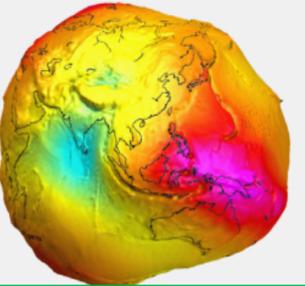
地球重力场系数模型计算器

输入计算点大地坐标

大地经度 121.240000° 大地纬度 29.428100° 大地高 5421.8300 m

打开地球重力场位系数模型文件

首次打开超高阶地球重力场位系数文件时，程序需要时间读取和初始化，请等待...



通过计算大地水准面重力位 W_G ，可以验证 W_G 等于正常椭球面的正常重力位 U_0 ：随意给定经纬度，第一次输入大地高为零，计算得到该点高程异常，第二次将高程异常作为大地高输入，再次计算，当计算得到的高程异常与输入大地高相等时，得到的重力位就是 W_G 。

容易验证，全球任意点处大地水准面上的重力位恒等于 W_G 。改变计算点的经纬度，并根据高程异常计算值调整计算点的大地高，你会发现，在全球任意点处，大地水准面的重力位不变。

设置模型最大计算阶数 1800

开始计算

模型地球重力场计算结果

| | | | | | |
|---------------|---------|-----------|-----------|------------------------------------|--------------|
| 高程异常(大地水准面高m) | 12.8771 | 空间异常mGal | 17.7496 | 重力值m/s ² | 9.776307337 |
| 扰动重力mGal | 21.6969 | 垂线偏差南向分量" | 2.5268 | 垂线偏差西向分量" | -4.0137 |
| 扰动重力梯度E | 16.9100 | 水平重力梯度北向E | -2.7738 | 水平重力梯度西向E | -14.1571 |
| Laplace算子E | -0.0209 | 重力梯度值E | 3087.7016 | 重力位值m ² /s ² | 62583935.005 |

地球重力位系数模型文件

```

3.986004415d0 6378136.3d0 tide_free
2 0 -4.841651437908E-04 0.000000000000E+00 5.2900E-12 0.0000E+00
2 1 -2.066155090742E-10 1.384413891380E-09 4.9948E-12 5.1961E-12
2 2 2.439383573283E-06 -1.400273703859E-06 5.1125E-12 5.2508E-12
3 0 9.571612070935E-07 0.000000000000E+00 4.0527E-12 0.0000E+00
3 1 2.030462010479E-06 2.482004158569E-07 4.0493E-12 4.2262E-12
3 2 9.047878948095E-07 -6.190054751776E-07 4.5076E-12 4.5268E-12
3 3 7.213217571216E-07 0.000000000000E+00 4.2627E-12 4.2627E-12
4 0 5.399658666390E-07 0.000000000000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00
4 1 -5.361573893889E-07 -1.730300000000E-07 3.3121E-12 3.3121E-12
4 2 3.505016239626E-07 1.532E-12 3.6671E-12 3.6671E-12
4 3 9.908567666723E-07 -2.009567235675E-07 3.9741E-12 3.9741E-12
4 4 -1.885196330230E-07 3.088038821492E-07 3.7992E-12 3.8065E-12
5 0 6.867029137367E-08 0.000000000000E+00 2.0578E-12 0.0000E+00
5 1 -6.292119230425E-08 -9.436980733958E-08 2.1136E-12 2.2227E-12
5 2 6.520780431762E-07 -3.233531925405E-07 2.7031E-12 2.5758E-12
5 3 -4.518471523288E-07 -2.149554083060E-07 3.3417E-12 3.3156E-12
    
```

位系数模型尺度因子 GM, a ，面谐函数定义在半径等于地球长半轴 a 的球面上。

打开第1个地球重力场模型位系数文件

打开第2个地球重力场模型位系数文件

计算结果保存为

开始计算

当前输入的重力场位系数模型个数 0

程序一次最多可以绘制10个全球重力场位系数模型的频谱曲线。

```

3.986004415d0 6378136.46d0 tide_free
2 0 -4.84165217061e-04 0.000000000000e+00 1.1081e-13 0.0000e+00
3 0 9.57173592933e-07 0.000000000000e+00 6.5264e-14 0.0000e+00
4 0 5.39998754738e-07 0.000000000000e+00 2.9945e-14 0.0000e+00
5 0 6.86465403533e-08 0.000000000000e+00 2.2918e-14 0.0000e+00
6 0 -1.49975580611e-07 0.000000000000e+00 1.8644e-14 0.0000e+00
7 0 9.04993977725e-08 0.000000000000e+00 1.6557e-14 0.0000e+00
8 0 4.94771152555e-08 0.000000000000e+00 1.5132e-14 0.0000e+00
9 0 2.80189081183e-08 0.000000000000e+00 1.4193e-14 0.0000e+00
10 0 5.33423116338e-08 0.000000000000e+00 1.3564e-14 0.0000e+00
11 0 -5.07611016973e-08 0.000000000000e+00 1.3111e-14 0.0000e+00
12 0 3.64435592465e-08 0.000000000000e+00 1.2843e-14 0.0000e+00
13 0 4.17311135442e-08 0.000000000000e+00 1.2662e-14 0.0000e+00
14 0 -2.26655295722e-08 0.000000000000e+00 1.2607e-14 0.0000e+00
15 0 2.19010432009e-09 0.000000000000e+00 1.2630e-14 0.0000e+00
16 0 -4.70985009674e-09 0.000000000000e+00 1.2737e-14 0.0000e+00
17 0 1.91847648376e-08 0.000000000000e+00 1.2939e-14 0.0000e+00
18 0 6.09757439321e-09 0.000000000000e+00 1.3203e-14 0.0000e+00
19 0 -3.30316918400e-09 0.000000000000e+00 1.3499e-14 0.0000e+00
    
```



显示起止行号 30 720

曲线类型 重力位系数阶方差

重力位系数阶方差曲线

点击[开始计算]后需要等待，直到[图形绘制]点亮。

地球重力场频谱特征分析计算

打开第3个重力场模型位系数文件

程序一次最多可以绘制10个全球重力场位系数模型的频谱曲线。

计算结果保存为

开始计算

当前输入的重力场位系数模型个数 2

```

2 3.125000E-01 7.911381E-02 1.336401E-12 1.132710E-05 7.373306E-05 7.911290E-02 5.731866E-01
3 8.641975E-02 8.823035E-02 1.278378E-12 1.584411E-05 1.031363E-04 8.823024E-02 5.131244E-01
4 3.515625E-02 2.289217E-02 1.193316E-12 1.912071E-05 1.244651E-04 2.289248E-02 5.254499E-01
5 1.760000E-02 1.366044E-02 1.028261E-12 2.154812E-05 1.402662E-04 1.365972E-02 5.222732E-01
6 1.003086E-02 8.191773E-03 9.314054E-13 2.353173E-05 1.531784E-04 8.191840E-03 4.644308E-01
7 6.247397E-03 5.675256E-03 8.969146E-13 2.529529E-05 1.646582E-04 5.675040E-03 6.082856E-01
8 4.150391E-03 2.379274E-03 8.857627E-13 2.692380E-05 1.752588E-04 2.379201E-03 4.174704E-01
9 2.895900E-03 1.819157E-03 8.972851E-13 2.847869E-05 1.853803E-04 1.819042E-03 6.654980E-01
10 2.100000E-03 1.264171E-03 9.295262E-13 3.000461E-05 1.953132E-04 1.264069E-03 4.887846E-01
11 1.570931E-03 6.892058E-04 9.267179E-13 3.145230E-05 2.047369E-04 6.891495E-04 6.338628E-01
12 1.205633E-03 2.284380E-04 9.893414E-13 3.292766E-05 2.143406E-04 2.284436E-04 6.345372E-01
13 9.453451E-04 5.736342E-04 1.073660E-12 3.445735E-05 2.242980E-04 5.736203E-04 5.800448E-01
14 7.548938E-04 2.158315E-04 1.157452E-12 3.603376E-05 2.345596E-04 2.158393E-04 5.329348E-01
15 6.123457E-04 1.950448E-04 1.323097E-12 3.775523E-05 2.457654E-04 1.950386E-04 4.733587E-01
16 5.035400E-04 1.898962E-04 1.398471E-12 3.949329E-05 2.570792E-04 1.898916E-04 4.536440E-01
17 4.190563E-04 1.308700E-04 1.562868E-12 4.134931E-05 2.691608E-04 1.308675E-04 6.034785E-01
18 3.524615E-04 1.393244E-04 1.715295E-12 4.329485E-05 2.818252E-04 1.393118E-04 8.730083E-01
19 2.992611E-04 1.033262E-04 1.923900E-12 4.537787E-05 2.953845E-04 1.033288E-04 9.143077E-01
    
```

显示起止行号 60 210

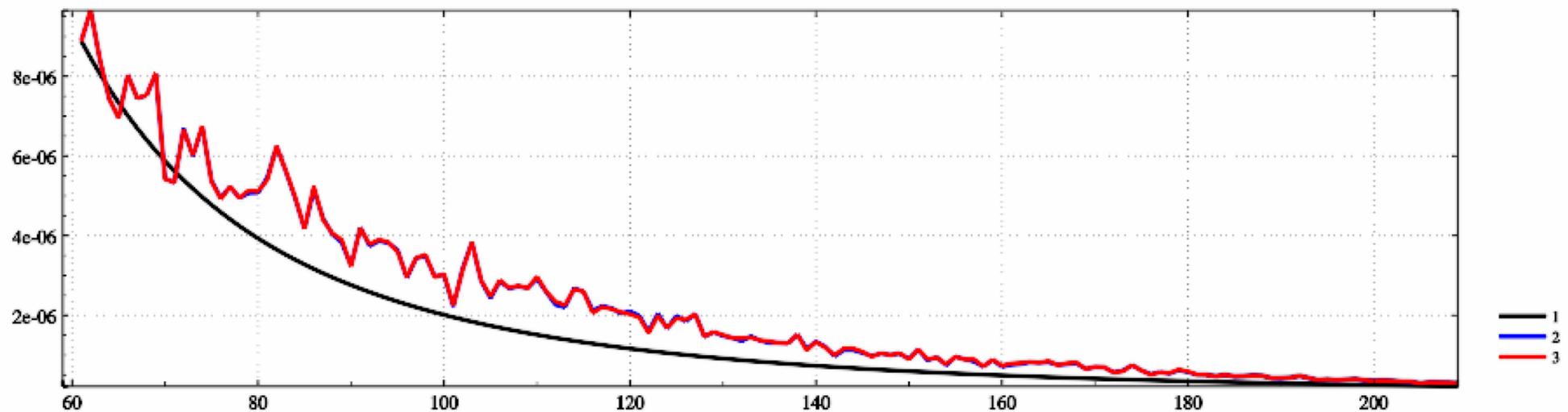
曲线类型 重力位系数阶方差

设置线粗 3

图形绘制

当前框口图形保存为

重力位系数阶方差曲线



地球重力场频谱特征分析计算

打开第4个重力场模型系数文件

程序一次最多可以绘制10个全球重力场系数模型的频谱曲线。

| | | | | | | | |
|----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 2 | 3.125000E-01 | 7.911381E-02 | 1.336401E-12 | 1.132710E-05 | 7.373306E-05 | 7.911290E-02 | 5.731866E-05 |
| 3 | 8.641975E-02 | 8.823035E-02 | 1.278378E-12 | 1.584411E-05 | 1.031363E-04 | 8.823024E-02 | 5.131244E-05 |
| 4 | 3.515625E-02 | 2.289217E-02 | 1.193316E-12 | 1.912071E-05 | 1.244651E-04 | 2.289248E-02 | 5.254499E-05 |
| 5 | 1.760000E-02 | 1.366044E-02 | 1.028261E-12 | 2.154812E-05 | 1.402662E-04 | 1.365972E-02 | 5.222732E-05 |
| 6 | 1.003086E-02 | 8.191773E-03 | 9.314054E-13 | 2.353173E-05 | 1.531784E-04 | 8.191840E-03 | 4.644308E-05 |
| 7 | 6.247397E-03 | 5.675256E-03 | 8.969146E-13 | 2.529529E-05 | 1.646582E-04 | 5.675040E-03 | 6.082856E-05 |
| 8 | 4.150391E-03 | 2.379274E-03 | 8.857627E-13 | 2.692380E-05 | 1.752588E-04 | 2.379201E-03 | 4.174704E-05 |
| 9 | 2.895900E-03 | 1.819157E-03 | 8.972851E-13 | 2.847869E-05 | 1.853803E-04 | 1.819042E-03 | 6.654980E-05 |
| 10 | 2.100000E-03 | 1.264171E-03 | 9.295262E-13 | 3.000461E-05 | 1.953132E-04 | 1.264069E-03 | 4.887846E-05 |
| 11 | 1.570931E-03 | 6.892058E-04 | 9.267179E-13 | 3.145230E-05 | 2.047369E-04 | 6.891495E-04 | 6.338628E-05 |
| 12 | 1.205633E-03 | 2.284380E-04 | 9.893414E-13 | 3.292766E-05 | 2.143406E-04 | 2.284436E-04 | 6.345372E-05 |
| 13 | 9.453451E-04 | 5.736342E-04 | 1.073660E-12 | 3.445735E-05 | 2.242980E-04 | 5.736203E-04 | 5.800448E-05 |
| 14 | 7.548938E-04 | 2.158315E-04 | 1.157452E-12 | 3.603376E-05 | 2.345596E-04 | 2.158393E-04 | 5.329348E-05 |
| 15 | 6.123457E-04 | 1.950448E-04 | 1.323097E-12 | 3.775523E-05 | 2.457654E-04 | 1.950386E-04 | 4.733587E-05 |
| 16 | 5.035400E-04 | 1.898962E-04 | 1.398471E-12 | 3.949329E-05 | 2.570792E-04 | 1.898916E-04 | 4.536440E-05 |
| 17 | 4.190563E-04 | 1.308700E-04 | 1.562868E-12 | 4.134931E-05 | 2.691608E-04 | 1.308675E-04 | 6.034785E-05 |
| 18 | 3.524615E-04 | 1.393244E-04 | 1.715295E-12 | 4.329485E-05 | 2.818252E-04 | 1.393118E-04 | 8.730083E-05 |
| 19 | 2.992611E-04 | 1.033262E-04 | 1.923900E-12 | 4.537787E-05 | 2.953845E-04 | 1.033288E-04 | 9.143077E-05 |

计算结果保存为

开始计算

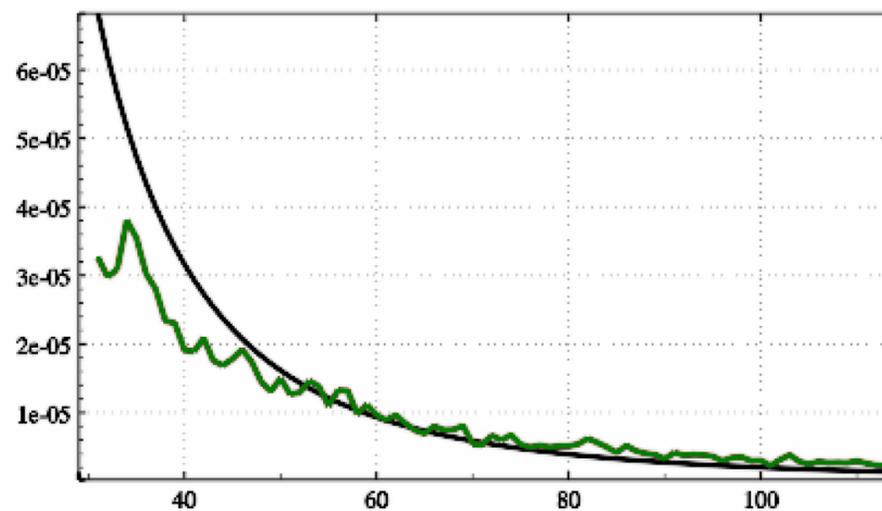
当前输入的重力场系数模型个数 3



显示起止行号 30 210

曲线类型 重力位系数阶方差

重力位系数阶方差曲线



地球重力场频谱特征分析计算

打开第4个重力场模型系数文件

程序一次最多可以绘制10个全球重力场系数模型的频谱曲线。

| | | | | | | | |
|----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 2 | 3.125000E-01 | 7.911381E-02 | 1.336401E-12 | 1.132710E-05 | 7.373306E-05 | 7.911290E-02 | 5.731866E-05 |
| 3 | 8.641975E-02 | 8.823035E-02 | 1.278378E-12 | 1.584411E-05 | 1.031363E-04 | 8.823024E-02 | 5.131244E-05 |
| 4 | 3.515625E-02 | 2.289217E-02 | 1.193316E-12 | 1.912071E-05 | 1.244651E-04 | 2.289248E-02 | 5.254499E-05 |
| 5 | 1.760000E-02 | 1.366044E-02 | 1.028261E-12 | 2.154812E-05 | 1.402662E-04 | 1.365972E-02 | 5.222732E-05 |
| 6 | 1.003086E-02 | 8.191773E-03 | 9.314054E-13 | 2.353173E-05 | 1.531784E-04 | 8.191840E-03 | 4.644308E-05 |
| 7 | 6.247397E-03 | 5.675256E-03 | 8.969146E-13 | 2.529529E-05 | 1.646582E-04 | 5.675040E-03 | 6.082856E-05 |
| 8 | 4.150391E-03 | 2.379274E-03 | 8.857627E-13 | 2.692380E-05 | 1.752588E-04 | 2.379201E-03 | 4.174704E-05 |
| 9 | 2.895900E-03 | 1.819157E-03 | 8.972851E-13 | 2.847869E-05 | 1.853803E-04 | 1.819042E-03 | 6.654980E-05 |
| 10 | 2.100000E-03 | 1.264171E-03 | 9.295262E-13 | 3.000461E-05 | 1.953132E-04 | 1.264069E-03 | 4.887846E-05 |
| 11 | 1.570931E-03 | 6.892058E-04 | 9.267179E-13 | 3.145230E-05 | 2.047369E-04 | 6.891495E-04 | 6.338628E-05 |
| 12 | 1.205633E-03 | 2.284380E-04 | 9.893414E-13 | 3.292766E-05 | 2.143406E-04 | 2.284436E-04 | 6.345372E-05 |
| 13 | 9.453451E-04 | 5.736342E-04 | 1.073660E-12 | 3.445735E-05 | 2.242980E-04 | 5.736203E-04 | 5.800448E-05 |
| 14 | 7.548938E-04 | 2.158315E-04 | 1.157452E-12 | 3.603376E-05 | 2.345596E-04 | 2.158393E-04 | 5.329348E-05 |
| 15 | 6.123457E-04 | 1.950448E-04 | 1.323097E-12 | 3.775523E-05 | 2.457654E-04 | 1.950386E-04 | 4.733587E-05 |
| 16 | 5.035400E-04 | 1.898962E-04 | 1.398471E-12 | 3.949329E-05 | 2.570792E-04 | 1.898916E-04 | 4.536440E-05 |
| 17 | 4.190563E-04 | 1.308700E-04 | 1.562868E-12 | 4.134931E-05 | 2.691608E-04 | 1.308675E-04 | 6.034785E-05 |
| 18 | 3.524615E-04 | 1.393244E-04 | 1.715295E-12 | 4.329485E-05 | 2.818252E-04 | 1.393118E-04 | 8.730083E-05 |
| 19 | 2.992611E-04 | 1.033262E-04 | 1.923900E-12 | 4.537787E-05 | 2.953845E-04 | 1.033288E-04 | 9.143077E-05 |

计算结果保存为

开始计算

当前输入的重力场系数模型个数 3

显示起止行号 30 720

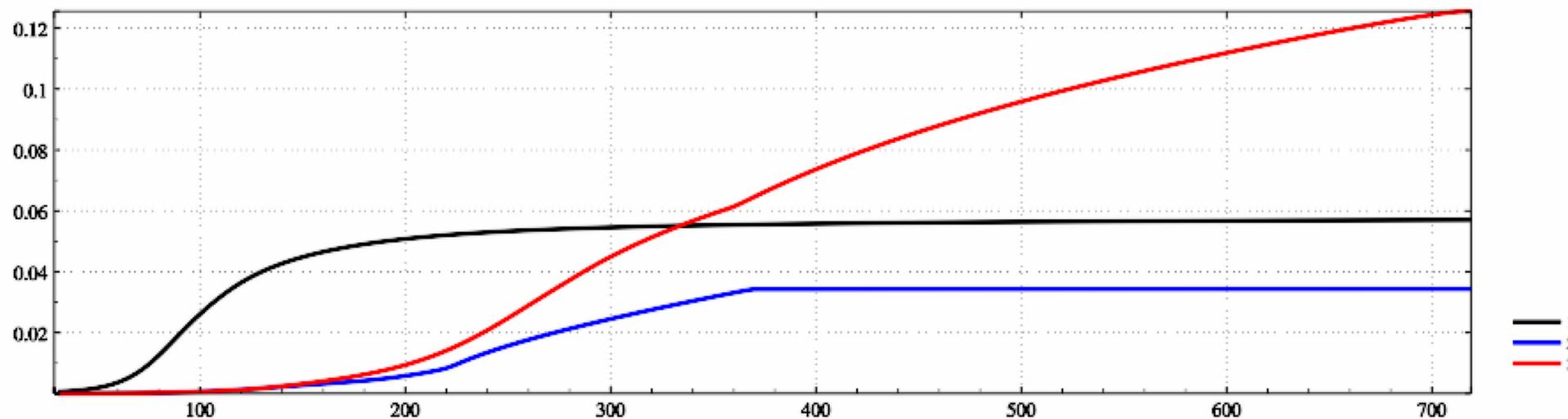
曲线类型 大地水准面累积误差

设置线粗 3

图形绘制

当前框口图形保存为

大地水准面累积误差曲线



地球重力场频谱特征分析计算

实际测点扰动重力场元计算

打开观测文件

计算结果保存

设置参数输入

开始计算

计算信息保存

查看样例



实际测点扰动重力场元计算

区域重力大地水准面误差估计

重力大地水准面系统偏差影响

中国测绘科学研究院
二〇二四年九月

打开重力观测点文件

>> 计算过程 ** 操作提示

计算信息保存

设置点值文件格式

头文件占住的行数

高度属性的列序号

观测量属性列序号

选择计算场元类型

扰动重力 (mGal)

计算结果保存为

参数设置结果输入

开始计算

>> [功能]采用严密的球谐级数公式，计算正常重力场参数值，进而由测点的重力(mGal)或重力梯度(E)观测值，计算其空间异常(mGal)、扰动重力(mGal)或扰动重力梯度(E)值。

** 点击[打开计算观测点文件]控件按钮，或[打开观测文件]工具按钮...

>> 打开计算重力点文件C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/ProbsAnomousgrav/obsgrav.txt。

** 观察下方窗口文件信息，设置输入文件格式，选择计算场元类型后，点击[参数设置结果输入]按钮，将参数输入系统...

** 当高度是正(常)高时，程序计算测点的空间异常值；当高度是大地高时，程序计算测点的扰动重力或扰动重力梯度值。

>> 计算结果文件保存为C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/ProbsAnomousgrav/result.txt。

** 测点空间异常、扰动重力或扰动重力梯度计算结果存放于文件记录的最后一列，保留4位有效数字。

>> 由测点重力与大地高，计算测点扰动重力...

>> 参数设置结果已输入系统!

** 准备计算扰动重力(mGal)...

** 点击[开始计算]控件按钮，或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间: 2024-08-31 20:26:35

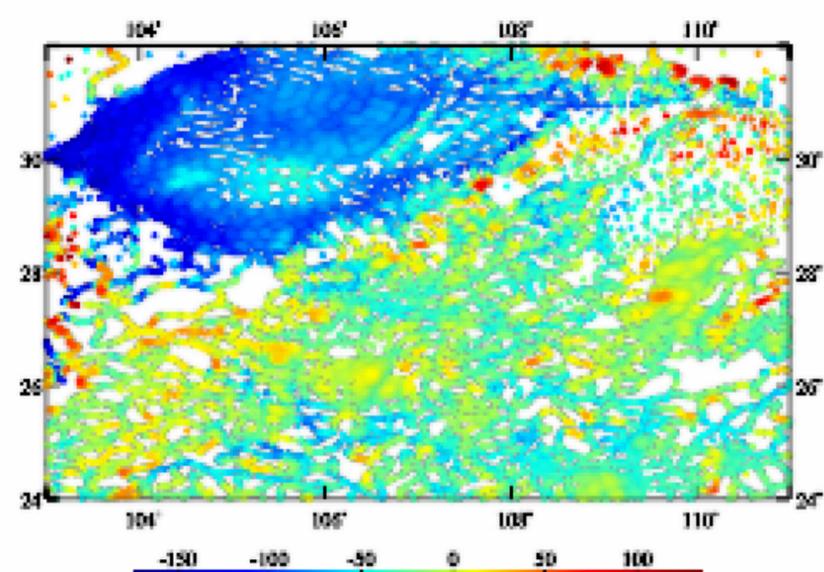
>> 完成测点扰动重力场元计算!

>> 计算结束时间: 2024-08-31 20:26:37

| no | lon(degree/decimal) | lat | ellipHeight(m) | normalHeight(m) | obsGrav(mGal) |
|------|---------------------|-----------|----------------|-----------------|---------------|
| 3248 | 103.671939 | 31.938051 | 2743.9394 | 2774.9485 | 978685.3537 |
| 3249 | 103.696944 | 31.864721 | 2501.2449 | 2532.6723 | 978711.5370 |
| 3250 | 103.718330 | 31.831114 | 2435.4206 | 2467.0248 | 978720.1941 |
| 3251 | 103.735559 | 31.795280 | 2366.5700 | 2398.2238 | 978757.9613 |
| 3252 | 103.777216 | 31.776390 | 2294.0304 | 2325.9778 | 978784.3962 |
| 3253 | 103.822773 | 31.758333 | 2233.2317 | 2265.6064 | 978787.9523 |
| 3254 | 103.849717 | 31.724168 | 2215.6606 | 2248.2924 | 978780.1624 |
| 3255 | 103.816666 | 31.650003 | 2242.9951 | 2275.1975 | 978785.6408 |
| 3256 | 103.783335 | 31.616667 | 2297.3654 | 2329.3256 | 978762.6285 |
| 3257 | 103.740556 | 31.581110 | 2218.6104 | 2250.3209 | 978787.4579 |
| 3258 | 103.703884 | 31.560833 | 2207.1173 | 2238.6600 | 978797.9046 |
| 3259 | 103.682782 | 31.531391 | 2245.2634 | 2276.8015 | 978786.2913 |
| 3260 | 103.651939 | 31.510554 | 2219.9076 | 2251.4497 | 978780.8011 |
| 3261 | 103.613883 | 31.491662 | 2080.5161 | 2112.0781 | 978799.7103 |
| 3262 | 103.545003 | 31.444998 | 2051.8797 | 2083.3689 | 978803.4042 |
| 3263 | 103.516664 | 31.386384 | 2187.5689 | 2219.2172 | 978769.9887 |

提取扰动场元

图形绘制 ↓



扰动重力(mGal)

区域重力大地水准面误差估计



区域重力大地水准面误差估计

格网平均重力代表性误差 4.0 mGal

格网平均重力空间分辨率 5 km

重力大地水准面误差估计 3.09 cm

区域重力大地水准面误差估计

格网平均重力代表性误差 3.0 mGal

格网平均重力空间分辨率 2 km

重力大地水准面误差估计 0.93 cm

重力大地水准面系统偏差影响

区域重力大地水准面系统偏差影响

空间异常/扰动重力系统偏差 80.0 μ Gal

局部Stokes/Hotine积分半径 120 km

重力大地水准面系统偏差计算 0.98 cm

区域重力大地水准面系统偏差影响

空间异常/扰动重力系统偏差 150.0 μ Gal

局部Stokes/Hotine积分半径 800 km

重力大地水准面系统偏差计算 12.24 cm

球面/椭球面Stokes边值问题校正计算

打开计算点文件

设置参数输入

计算结果保存

开始计算

计算信息保存

查看样例



球面/椭球面Stokes边值问题校正计算

任意形状边界面Molodensky边值校正

椭球与球边界面边值校正公式

打开重力场位系数模型文件

>> 计算过程 ** 操作提示

计算信息保存

打开边界面计算点文件

** 输入地球重力场位系数模型文件和边界面计算点文件...

>> 打开重力场位系数模型文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/data/EGM2008.gfc。

** 下方窗口只显示了其中不超过2000行的重力场模型位系数数据!

>> 打开边界面计算点文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/PrBoundaryvalueAdj/calcpnt.txt。

** 观察下方窗口文件信息, 设置输入文件格式, 选择计算场元和边界面类型, 输入结果保存文件名后, 点击[参数设置结果输入]按钮, 将参数输入系统...

>> 计算结果文件保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/PrBoundaryvalueAdj/result.txt。

** 边界面为椭球面, 程序在源计算点值文件记录的基础上, 增加1列重力的垂线偏差校正值。

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....

** 计算过程需要等待... 期间可打开结果文件C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/PrBoundaryvalueAdj/result.txt, 查看计算进度!

>> 计算开始时间: 2024-08-31 21:45:46

>> 完成扰动场元边值校正计算!

>> 计算结束时间: 2024-08-31 21:47:12

设置点值文件格式

头文件占住的行数 1

大地高属性列序号 4

选择扰动场元类型

扰动重力(mGal)

选择边界面类型

椭球面

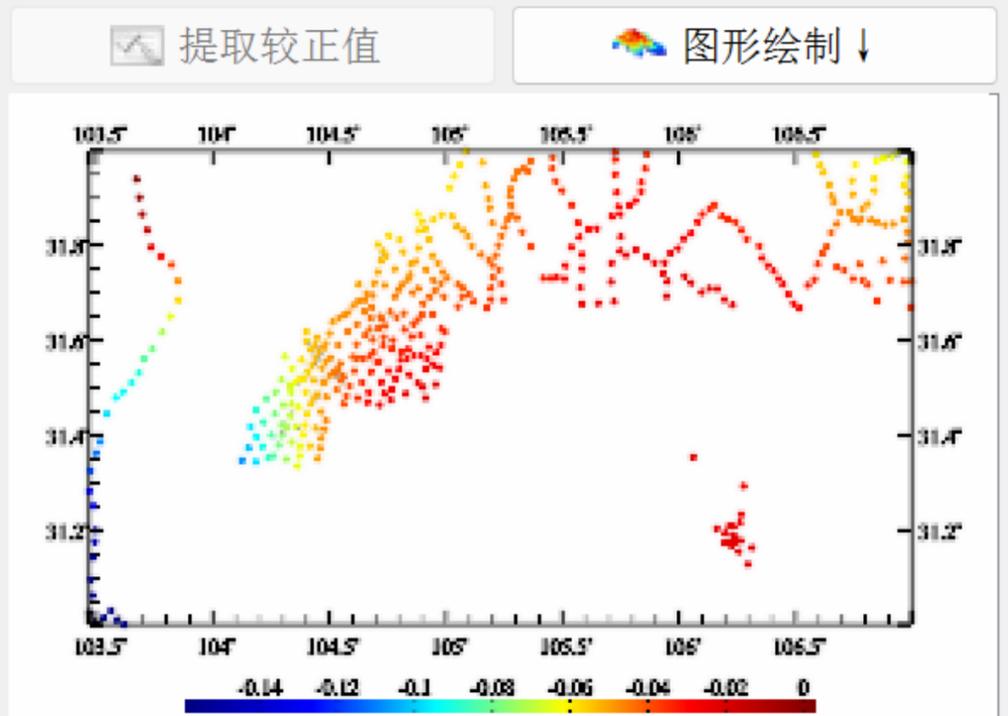
设置重力场模型最大计算阶数 360

计算结果保存为

参数设置结果输入

开始计算

| number (vulue or str) | long (degree/decimal) | lat (degree/decimal) | ellipHeig | |
|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------|---------|
| 3248 | 103.671939 | 31.938051 | 2743.9394 | 0.0035 |
| 3249 | 103.696944 | 31.864721 | 2501.2449 | -0.0075 |
| 3250 | 103.718330 | 31.831114 | 2435.4206 | -0.0149 |
| 3251 | 103.735559 | 31.795280 | 2366.5700 | -0.0233 |
| 3252 | 103.777216 | 31.776390 | 2294.0304 | -0.0307 |
| 3253 | 103.822773 | 31.758333 | 2233.2317 | -0.0380 |
| 3254 | 103.849717 | 31.724168 | 2215.6606 | -0.0476 |
| 3255 | 103.816666 | 31.650003 | 2242.9951 | -0.0645 |
| 3256 | 103.783335 | 31.616667 | 2297.3654 | -0.0718 |
| 3257 | 103.740556 | 31.581110 | 2218.6104 | -0.0794 |
| 3258 | 103.703884 | 31.560833 | 2207.1173 | -0.0825 |
| 3259 | 103.682782 | 31.531391 | 2245.2634 | -0.0892 |
| 3260 | 103.651939 | 31.510554 | 2219.9076 | -0.0924 |
| 3261 | 103.613883 | 31.491662 | 2080.5161 | -0.0940 |



球面/椭球面Stokes边值问题校正计算

打开计算点文件

设置参数输入

计算结果保存

开始计算

计算信息保存

查看样例



球面/椭球面Stokes边值问题校正计算

任意形状边界面Molodensky边值校正

椭球与球边界面边值校正公式

打开重力场位系数模型文件

>> 计算过程 ** 操作提示

计算信息保存

打开边界面计算点文件

** 下方窗口只显示了其中不超过2000行的重力场模型位系数数据!

>> 打开边界面计算点文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/PrBoundaryvalueAdj/calcpnt.txt.

** 观察下方窗口文件信息, 设置输入文件格式, 选择计算场元和边界面类型, 输入结果保存文件名后, 点击[参数设置结果输入]按钮, 将参数输入系统...

>> 计算结果文件保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/PrBoundaryvalueAdj/result2.txt.

** 边界面为球面, 程序在源计算点值文件记录的基础上, 增加4列校正值。第1~3列分别是重力的垂线偏差校正, 重力由正常重力方向到地心方向的校正值, 以及正常重力由正常重力方向到地心方向的校正值, 第4列为3项改正数之和。

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....

** 计算过程需要等待... 期间可打开结果文件C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/PrBoundaryvalueAdj/result2.txt, 查看计算进度!

>> 计算开始时间: 2024-08-31 21:50:19

>> 完成扰动场元边值校正计算!

>> 计算结束时间: 2024-08-31 21:50:38

设置点值文件格式

头文件占住的行数 1

大地高属性列序号 4

选择扰动场元类型

扰动重力 (mGal)

选择边界面类型

球面

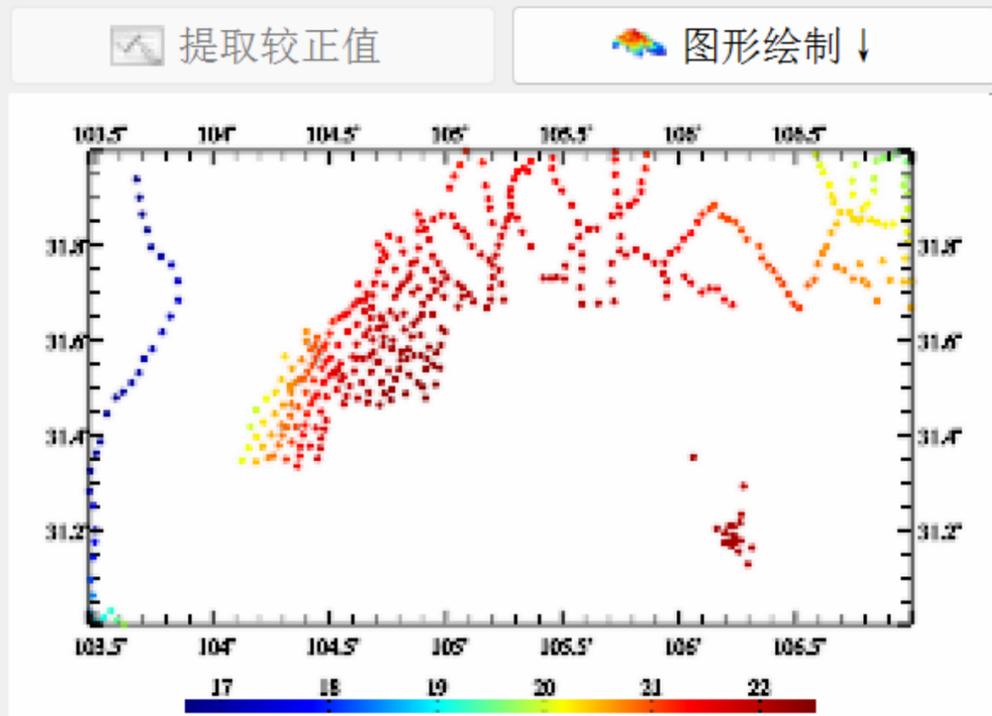
设置重力场模型最大计算阶数 360

计算结果保存为

参数设置结果输入

开始计算

| str) | long (degree/decimal) | lat (degree/decimal) | ellipHeight (m) | | | |
|------|-----------------------|----------------------|-----------------|---------|---------|---------|
| 939 | 31.938051 | 2743.9394 | 0.0045 | 0.0092 | 16.6391 | 16.6528 |
| 944 | 31.864721 | 2501.2449 | -0.0034 | -0.0070 | 16.7216 | 16.7113 |
| 330 | 31.831114 | 2435.4206 | -0.0096 | -0.0197 | 16.8064 | 16.7771 |
| 559 | 31.795280 | 2366.5700 | -0.0168 | -0.0346 | 16.8945 | 16.8431 |
| 216 | 31.776390 | 2294.0304 | -0.0239 | -0.0492 | 17.0685 | 16.9954 |
| 773 | 31.758333 | 2233.2317 | -0.0312 | -0.0642 | 17.2802 | 17.1848 |
| 717 | 31.724168 | 2215.6606 | -0.0404 | -0.0832 | 17.4638 | 17.3402 |
| 666 | 31.650003 | 2242.9951 | -0.0561 | -0.1156 | 17.4915 | 17.3198 |
| 335 | 31.616667 | 2297.3654 | -0.0627 | -0.1292 | 17.4388 | 17.2469 |
| 556 | 31.581110 | 2218.6104 | -0.0695 | -0.1432 | 17.3588 | 17.1461 |
| 884 | 31.560833 | 2207.1173 | -0.0721 | -0.1485 | 17.2681 | 17.0475 |
| 782 | 31.531391 | 2245.2634 | -0.0787 | -0.1621 | 17.2845 | 17.0436 |
| 939 | 31.510554 | 2219.9076 | -0.0816 | -0.1681 | 17.2296 | 16.9799 |
| 883 | 31.491662 | 2080.5161 | -0.0828 | -0.1705 | 17.1337 | 16.8804 |



打开非等位边界面计算点文件

点值文件格式设置

头文件占住的行数 1

大地高属性列序号 4

输入非等位边界面格网数据

打开边界面大地高格网文件

打开边界面扰动场元格网文件

打开边界面高程异常格网文件

打开等位面大地高格网文件

选择扰动场元类型

扰动重力(mGal)

Molodensky I积分半径 120 km

计算结果保存为

参数设置结果输入

开始计算

| number | lon(degree/decimal) | ellipHeight(m) | disturbGrav(mGal) | | |
|--------|---------------------|----------------|-------------------|----------|----------|
| 11569 | 106.020833 | 27.020833 | 1217.221 | -31.0162 | -12.3972 |
| 11570 | 106.062500 | 27.020833 | 1201.227 | -33.8392 | -13.1861 |
| 11571 | 106.104167 | 27.020833 | 1185.247 | -33.9853 | -15.2362 |
| 11572 | 106.145833 | 27.020833 | 1210.287 | -30.7623 | -3.0684 |
| 11573 | 106.187500 | 27.020833 | 1228.340 | -25.5689 | 3.5451 |
| 11574 | 106.229167 | 27.020833 | 1247.396 | -21.2304 | 9.0750 |
| 11575 | 106.270833 | 27.020833 | 1244.440 | -20.7500 | 10.4302 |
| 11576 | 106.312500 | 27.020833 | 1199.469 | -25.2967 | 3.1198 |
| 11577 | 106.354167 | 27.020833 | 1183.494 | -32.6787 | 8.8636 |
| 11578 | 106.395833 | 27.020833 | 1109.535 | -37.6863 | -10.3428 |
| 11579 | 106.437500 | 27.020833 | 1000.613 | -35.4965 | -55.1332 |
| 11580 | 106.479167 | 27.020833 | 1135.735 | -25.6242 | -8.7070 |
| 11581 | 106.520833 | 27.020833 | 1249.869 | -14.5582 | 11.1296 |
| 11582 | 106.562500 | 27.020833 | 1251.986 | -8.4721 | 4.7083 |
| 11583 | 106.604167 | 27.020833 | 1289.077 | -9.8491 | 7.5174 |
| 11584 | 106.645833 | 27.020833 | 1292.154 | -14.3500 | 8.7262 |
| 11585 | 106.687500 | 27.020833 | 1228.242 | -15.3480 | -0.9306 |
| 11586 | 106.729167 | 27.020833 | 1211.352 | -9.6375 | -3.4317 |
| 11587 | 106.770833 | 27.020833 | 1339.471 | -1.0725 | 3.1964 |
| 11588 | 106.812500 | 27.020833 | 1366.572 | 4.1638 | -0.4547 |

任意形状边界面Molodensky边值校正

>> 边界面可以位于大地水准面或其外部任意高度, 容许边界面具有任意不规则形状。

** 点击[打开非等位边界面计算点文件]控件按钮, 并输入四种格网数据...

>> 打开边界面计算点文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/PrBoundaryvalueAdj/dbmrga.txt。

** 观察下方窗口文件信息, 设置输入文件格式...

>> 打开边界面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/PrBoundaryvalueAdj/dbmhgt150s.dat。

>> 打开边界面扰动场元格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/PrBoundaryvalueAdj/dbmGM1800150srga.dat。

>> 打开边界面高程异常格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/PrBoundaryvalueAdj/dbmGM1800150sksi.dat。

>> 打开等位面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/PrBoundaryvalueAdj/dwmhgt150s.dat。

>> 计算结果文件保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/PrBoundaryvalueAdj/result3.txt。

** 在源计算点值文件记录的基础上增加一列该点的Molodensky一阶项边值改正数, 保留4位有效数字。

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间: 2024-08-31 21:56:24

>> 完成地球外部Molodensky一阶项边值校正计算!

>> 计算结束时间: 2024-08-31 22:03:52

计算信息保存

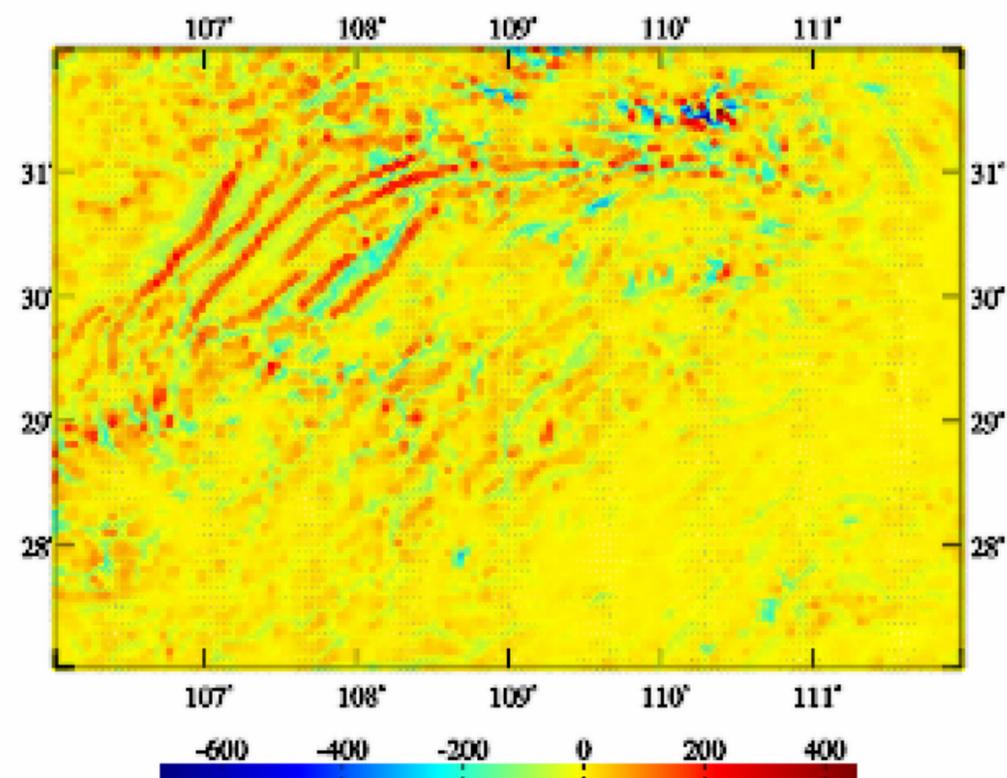
高精度重力场逼近与
大地水准面计算系统

PAGravf4.5

中国测绘科学研究院
二〇二四年九月

提取较正值

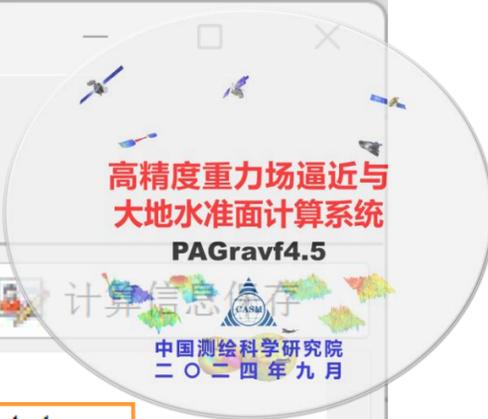
图形绘制 ↓



离散扰动场元多阶径向梯度法解析延拓

计算信息保存

查看样例



打开场元空间位置点值文件

点值文件格式设置

点值头文件占住的行数: 1

当前场元大地高列序号: 4

目标场元大地高列序号: 5

打开当前高度面扰动场元格网文件

打开当前高度面大地高格网文件

径向梯度延拓阶次: 1

径向梯度积分半径: 30 km

>> 计算过程 ** 操作提示

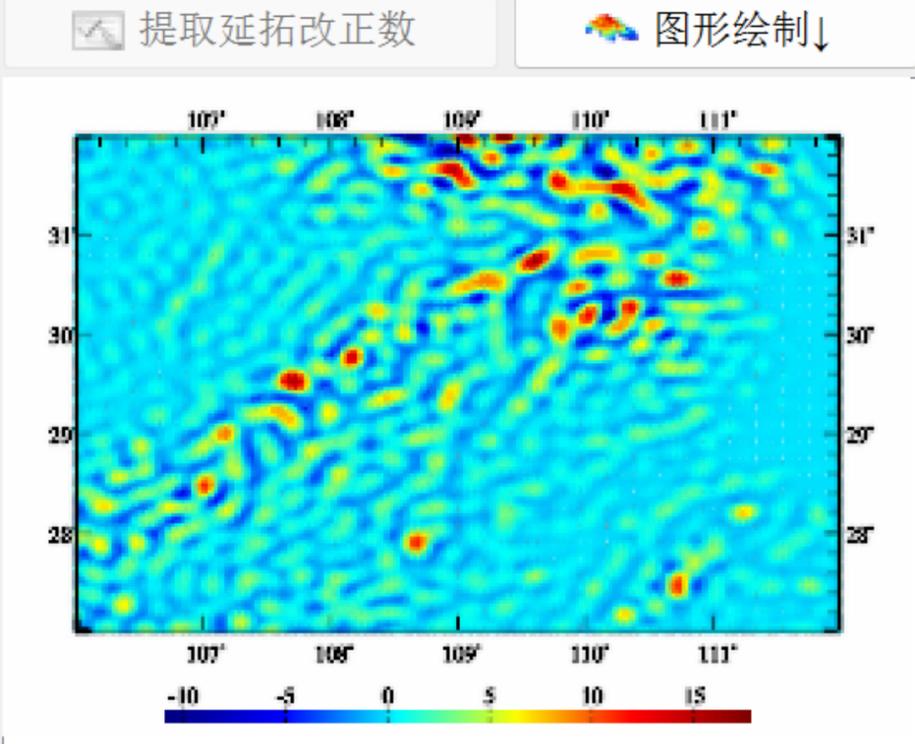
- ** 点击[打开场元空间位置点值文件]控件按钮, 并输入等位面大地高及其场元格网数据...
- >> 打开场元空间位置点值文件 C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/PrGradicontinuation/dbmgra.txt.
- ** 观察下方窗口文件信息, 设置点值文件格式...
- >> 打开当前高度面场元格网文件 C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/PrGradicontinuation/dbmchgra.dat.
- >> 打开当前高度面大地高格网文件 C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/PrGradicontinuation/dbmhgt150s.dat.
- >> 计算结果文件保存为 C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/PrGradicontinuation/result.txt.
- ** 在源点值文件记录的基础上增加1至3列场元梯度延拓改正数(单位与场元相同), 保留4位有效数字.
- >> 参数设置结果已输入系统!
- ** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....
- >> 计算开始时间: 2024-08-31 22:59:43
- >> 完成场元径向梯度法解析延拓改正数计算!
- >> 计算结束时间: 2024-08-31 22:59:46

计算结果保存为

参数设置结果输入

开始计算

| no | lon(degree/decimal) | lat | ellipHeight(m) | geoidheight(m) | disturbGrav(mGal) | |
|-------|---------------------|-----------|----------------|----------------|-------------------|---------|
| 11569 | 106.020833 | 27.020833 | 1217.221 | -30.8082 | -14.8212 | -1.6832 |
| 11570 | 106.062500 | 27.020833 | 1201.227 | -30.8052 | -16.1491 | -1.9187 |
| 11571 | 106.104167 | 27.020833 | 1185.247 | -30.7849 | -14.8039 | -1.6058 |
| 11572 | 106.145833 | 27.020833 | 1210.287 | -30.7411 | -10.1454 | -0.6859 |
| 11573 | 106.187500 | 27.020833 | 1228.340 | -30.6802 | -3.6100 | 0.6175 |
| 11574 | 106.229167 | 27.020833 | 1247.396 | -30.6183 | 1.9480 | 1.7425 |
| 11575 | 106.270833 | 27.020833 | 1244.440 | -30.5729 | 3.5017 | 2.0024 |
| 11576 | 106.312500 | 27.020833 | 1199.469 | -30.5503 | -0.1382 | 1.0932 |
| 11577 | 106.354167 | 27.020833 | 1183.494 | -30.5360 | -6.8208 | -0.4436 |
| 11578 | 106.395833 | 27.020833 | 1109.535 | -30.4998 | -11.3515 | -1.4961 |
| 11579 | 106.437500 | 27.020833 | 1000.613 | -30.4157 | -8.9350 | -1.1580 |
| 11580 | 106.479167 | 27.020833 | 1135.735 | -30.2841 | 0.8626 | 0.4426 |
| 11581 | 106.520833 | 27.020833 | 1249.869 | -30.1357 | 11.6378 | 2.4377 |
| 11582 | 106.562500 | 27.020833 | 1251.986 | -30.0096 | 17.2750 | 3.1842 |
| 11583 | 106.604167 | 27.020833 | 1289.077 | -29.9216 | 15.2947 | 2.2168 |



- 径向梯度法, 采用实际扰动重力场元梯度, 对扰动重力场元进行解析延拓, 适合航空、地面及近距离(10km)向上向下解析延拓。
- 扰动场元径向梯度短波、超短波占优, 计算所需的积分半径一般无需很大, 径向梯度法延拓有利于重力场观测资源的高效利用。

离散扰动场元多阶径向梯度法解析延拓

计算信息保存

查看样例



打开场元空间位置点值文件

点值文件格式设置

点值头文件占住的行数: 1

当前场元大地高列序号: 4

目标场元大地高列序号: 5

打开当前高度面扰动场元格网文件

打开当前高度面大地高格网文件

径向梯度延拓阶次: 3

径向梯度积分半径: 30 km

>> 计算过程 ** 操作提示

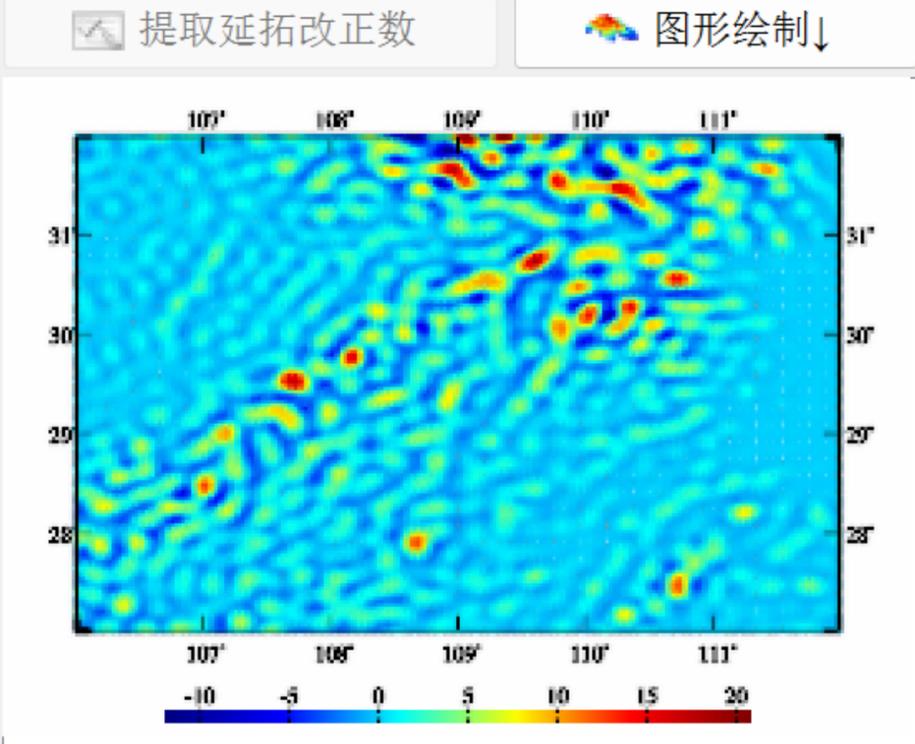
>> 参数设置结果已输入系统!
 ** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....
 >> 计算开始时间: 2024-08-31 22:59:43
 >> 完成场元径向梯度法解析延拓改正数计算!
 >> 计算结束时间: 2024-08-31 22:59:46
 >> 计算结果文件保存为 C:/PAGrav4.5 win64cn/examples/PrGradcontinuation/result1.txt.
 ** 在源点值文件记录的基础上增加1至3列场元梯度延拓改正数(单位与场元相同), 保留4位有效数字。
 >> 参数设置结果已输入系统!
 ** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....
 >> 计算开始时间: 2024-08-31 23:02:11
 >> 完成场元径向梯度法解析延拓改正数计算!
 >> 计算结束时间: 2024-08-31 23:02:25

计算结果保存为

参数设置结果输入

开始计算

| ellipHeight (m) | geoidheight (m) | disturbGrav (mGal) | | | | |
|-----------------|-----------------|--------------------|----------|---------|---------|---------|
| .020833 | 1217.221 | -30.8082 | -14.8212 | -1.6832 | -1.8275 | -1.8371 |
| .020833 | 1201.227 | -30.8052 | -16.1491 | -1.9187 | -2.0872 | -2.0984 |
| .020833 | 1185.247 | -30.7849 | -14.8039 | -1.6058 | -1.7436 | -1.7530 |
| .020833 | 1210.287 | -30.7411 | -10.1454 | -0.6859 | -0.7341 | -0.7377 |
| .020833 | 1228.340 | -30.6802 | -3.6100 | 0.6175 | 0.7001 | 0.7051 |
| .020833 | 1247.396 | -30.6183 | 1.9480 | 1.7425 | 1.9451 | 1.9587 |
| .020833 | 1244.440 | -30.5729 | 3.5017 | 2.0024 | 2.2364 | 2.2527 |
| .020833 | 1199.469 | -30.5503 | -0.1382 | 1.0932 | 1.2296 | 1.2392 |
| .020833 | 1183.494 | -30.5360 | -6.8208 | -0.4436 | -0.4670 | -0.4683 |
| .020833 | 1109.535 | -30.4998 | -11.3515 | -1.4961 | -1.6243 | -1.6323 |
| .020833 | 1000.613 | -30.4157 | -8.9350 | -1.1580 | -1.2536 | -1.2597 |
| .020833 | 1135.735 | -30.2841 | 0.8626 | 0.4426 | 0.5050 | 0.5103 |
| .020833 | 1249.869 | -30.1357 | 11.6378 | 2.4377 | 2.7100 | 2.7302 |
| .020833 | 1251.986 | -30.0096 | 17.2750 | 3.1842 | 3.5191 | 3.5437 |
| .020833 | 1289.077 | -29.9216 | 15.2947 | 2.2168 | 2.4126 | 2.4251 |



- 径向梯度法, 采用实际扰动重力场元梯度, 对扰动重力场元进行解析延拓, 适合航空、地面及近距离(10km)向上向下解析延拓。
- 扰动场元径向梯度短波、超短波占优, 计算所需的积分半径一般无需很大, 径向梯度法延拓有利于重力场观测资源的高效利用。

参考面支持的观测量粗差探测

打开点值文件 结果保存 设置参数输入 开始计算

计算信息保存

查看样例



参考面支持的观测量粗差探测

指定参考属性的观测量定权

异质数据基函数插值格网化

打开观测量点值文件

头文件占住行数 1

待探测属性列序号 5

超出标准差的倍数 3.0

打开参考面格网文件

无粗差结果保存为

粗差结果保存为

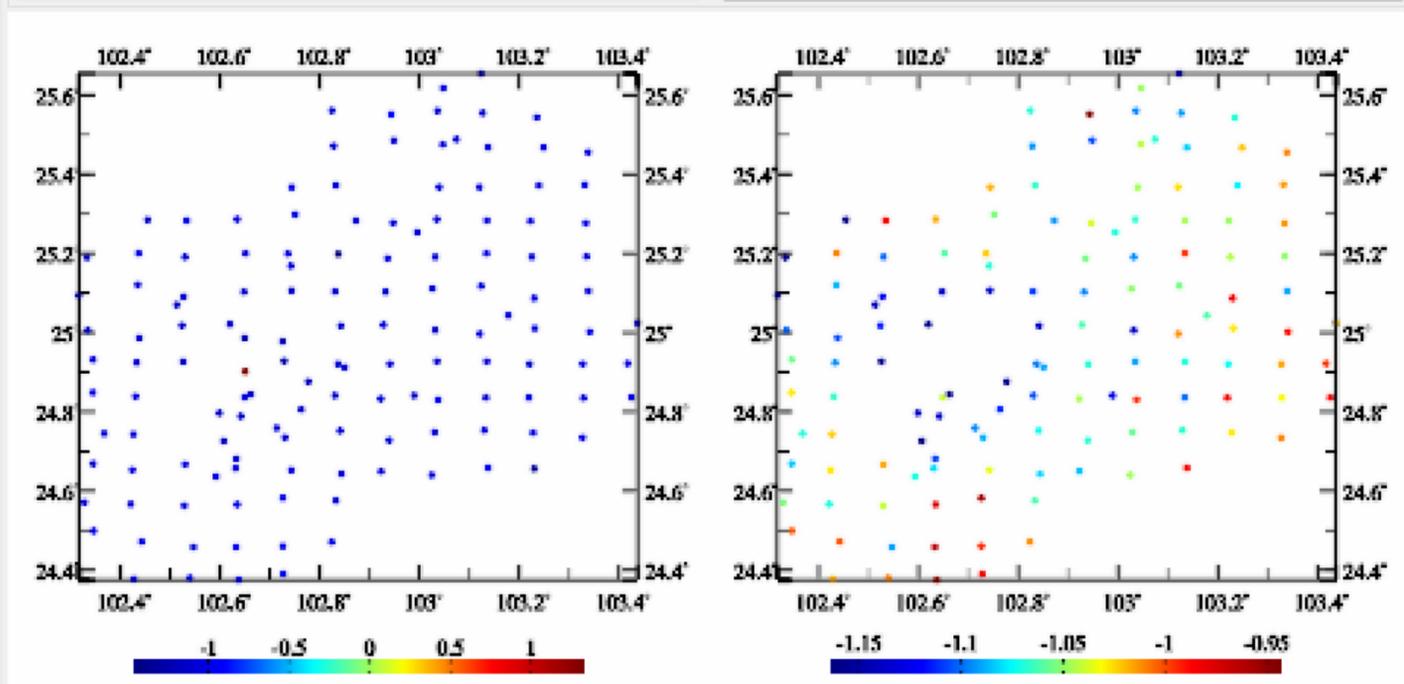
参数设置结果输入

开始计算

- >> 从界面上方三个控件按钮中选择功能模块...
- >> [功能]选择低通格网作为参考面，内插离散点处指定属性的参考值，由残差属性值的统计性质，探测并分离离散点值粗差记录。
** 参考面可采用观测量简单格网化后，再进行低通滤波的方式构造。当采用测点覆盖区域的零值格网作为参考面，即无参考面支持，程序进行简单的粗差探测。
- >> 打开观测量点值文件C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/PrGerrweighgridate/pntdata.txt.
** 观察下方窗口文件信息，设置点值文件格式...
- >> 打开参考面格网文件C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/PrGerrweighgridate/lowpass.dat.
- >> 无粗差结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/PrGerrweighgridate/pntdatanoerr.txt.
- >> 分离出的粗差保存为C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/PrGerrweighgridate/pntdataerror.txt.
- >> 参数设置结果已输入系统!
** 点击[开始计算]控件按钮，或[开始计算]工具按钮.....
- >> 计算开始时间：2024-09-01 09:38:46
- >> 完成计算!
- >> 计算结束时间：2024-09-01 09:38:46

| | | | | | | |
|------|------------|-----------|-----------|---------|---------|--|
| | -0.9976 | 0.0517 | -1.1347 | -0.8754 | | |
| 38 | 102.650330 | 24.901415 | 1906.8332 | 1.3251 | -2.4011 | |
| 39 | 102.728540 | 24.928290 | 1854.5060 | -1.2841 | -0.5680 | |
| 51 | 102.725170 | 24.977718 | 1855.6502 | -1.2383 | -0.6228 | |
| 70 | 102.837115 | 25.198024 | 1936.8741 | -1.4671 | -2.1049 | |
| 112 | 103.229955 | 24.655854 | 1609.7162 | -1.3869 | -1.8896 | |
| 2001 | 102.648977 | 24.986605 | 1856.7693 | -1.2340 | -1.4254 | |

提取绘图数据 图形绘制



输入观测量

无粗差观测量

指定参考属性的观测测量定权

打开点值文件

结果保存

设置参数输入

开始计算

计算信息保存

查看样例

高精度重力场逼近与
大地水准面计算系统

PAGravf4.5

异质数据基函数插值格网化

中国科学院
2024年9月

参考面支持的观测测量粗差探测

指定参考属性的观测测量定权

打开观测测量点值文件

头文件占住行数 1

参考属性列序号 6

权函数平滑因子a 2.0

权函数 $w(x,a) = 10\sigma/\sqrt{\sigma^2 + (ax)^2}$. x 为指定参考属性值, a 为给定的权函数参数, σ 为模块计算的 x 标准差。

- >> 打开参考面格网文件C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/PrGerrweighgridate/lowpass.dat.
- >> 无粗差结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/PrGerrweighgridate/pntdatanoerr.txt.
- >> 分离出的粗差保存为C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/PrGerrweighgridate/pntdataerror.txt.
- >> 参数设置结果已输入系统!
- ** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....
- >> 计算开始时间: 2024-09-01 09:38:46
- >> 完成计算!
- >> 计算结束时间: 2024-09-01 09:38:46
- >> [功能]利用离散点值文件中指定属性场元及其统计性质, 由用户指定参数, 按系统设计的权函数形式, 估计场元的权值。
- >> 打开观测测量点值文件C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/PrGerrweighgridate/pntdatanoerr.txt.
- ** 观察下方窗口文件信息, 设置点值文件格式...
- >> 定权结果保存为C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/PrGerrweighgridate/pntwghrst.txt.
- >> 参数设置结果已输入系统!
- ** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....
- >> 计算开始时间: 2024-09-01 09:41:34
- >> 完成计算!
- >> 计算结束时间: 2024-09-01 09:41:34

定权结果保存为

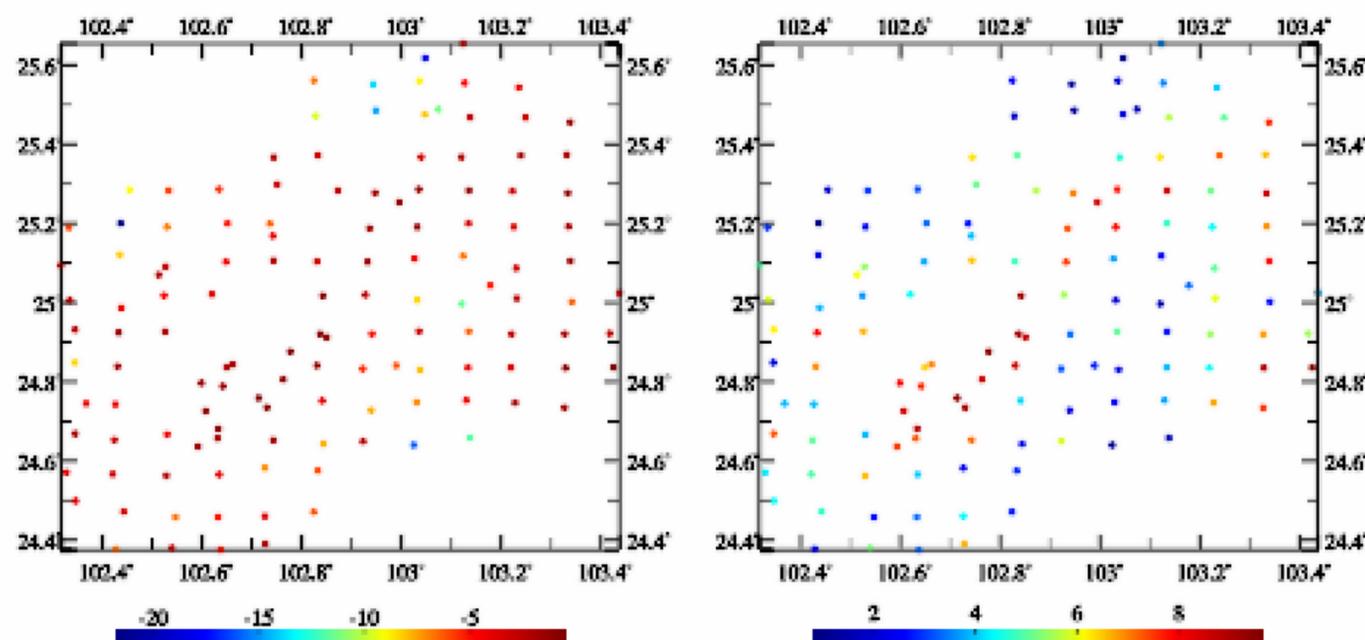
参数设置结果输入

开始计算

| number | lon(deg/decimal) | lat | ellipHeight(m) | rntKsi(m) | TerEff(mGal) | |
|--------|------------------|-----------|----------------|-----------|--------------|---|
| 1 | 102.442457 | 24.471769 | 1972.7703 | -1.0013 | -3.3508 | 4 |
| 2 | 102.546777 | 24.458002 | 1659.0410 | -1.0916 | -6.6124 | 2 |
| 3 | 102.632412 | 24.458211 | 2120.2558 | -0.9639 | -5.0422 | 3 |
| 4 | 102.725921 | 24.460578 | 2111.3872 | -0.9936 | -3.6867 | 4 |
| 5 | 102.420803 | 24.566357 | 1990.6386 | -1.0706 | -3.1489 | 4 |
| 6 | 102.528697 | 24.562786 | 1936.4260 | -1.0402 | -2.0473 | 6 |
| 7 | 102.634437 | 24.565660 | 2192.9271 | -0.9743 | -4.0534 | 4 |
| 8 | 102.725888 | 24.581970 | 2303.7797 | -0.9566 | -7.1388 | 2 |
| 9 | 102.832641 | 24.575505 | 1977.4949 | -1.0619 | -5.9858 | 2 |
| 10 | 102.345532 | 24.668953 | 1919.7825 | -1.0840 | -1.6645 | 7 |
| 11 | 102.423972 | 24.652933 | 1959.3369 | -1.0281 | -3.0476 | 5 |
| 12 | 102.529771 | 24.667079 | 2157.7877 | -1.0165 | -4.2396 | 3 |
| 13 | 102.631063 | 24.657055 | 1906.3415 | -1.0806 | -1.6637 | 7 |
| 14 | 102.742718 | 24.652871 | 1935.7882 | -1.0343 | -1.7419 | 7 |
| 15 | 102.843573 | 24.642787 | 1880.7707 | -1.0819 | -7.7294 | 2 |
| 16 | 103.137778 | 24.658224 | 1838.4387 | -0.9843 | -11.7862 | 1 |
| 17 | 102.426305 | 24.743284 | 1929.0475 | -1.0229 | -4.1779 | 3 |
| 20 | 102.729945 | 24.734909 | 1856.2213 | -1.0884 | -0.8096 | 9 |
| 21 | 102.840819 | 24.752018 | 2117.8582 | -1.0735 | -3.9704 | 4 |

提取绘图数据

图形绘制



参考属性值

观测测量权值

异质数据基函数插值格网化

打开点值文件

结果保存

设置参数输入

开始计算

计算信息保存

查看样例

参考面支持的观测量粗差探测

指定参考属性的观测量定权

异质数据基函数插值格网化

打开观测量点值文件

头文件占住行数 1

格网化属性列序号 5

设置基函数

高斯函数 观测量等权

计算信息保存

** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间: 2024-09-01 09:41:34

>> 完成计算!

>> 计算结束时间: 2024-09-01 09:41:34

>> [功能]按输入的格网规格和选定的基函数形式及参数值, 采用加权基函数插值方法, 对离散点值数据进行格网化。

>> [功能]按输入的格网规格和选定的基函数形式及参数值, 采用加权基函数插值方法, 对离散点值数据进行格网化。

>> 打开观测量点值文件C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/PrGerrweighgridate/pntwghrst.txt。

** 观察下方窗口文件信息, 设置点值文件格式...

>> 格网化结果保存为C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/PrGerrweighgridate/pntgrid.dat。

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间: 2024-09-01 09:44:42

>> 完成计算!

>> 计算结束时间: 2024-09-01 09:44:50

基函数参数

权属性列序号 7

插值邻近点数 50

基函数峰度[1, 20] 2

格网参数

最大纬度 25.500°

最小经度 分辨率 最大经度 102.400° 1.000' 103.400°

最小纬度 24.400°

```

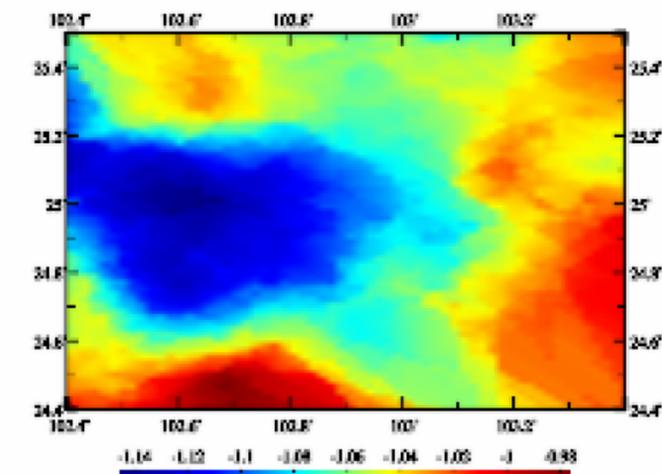
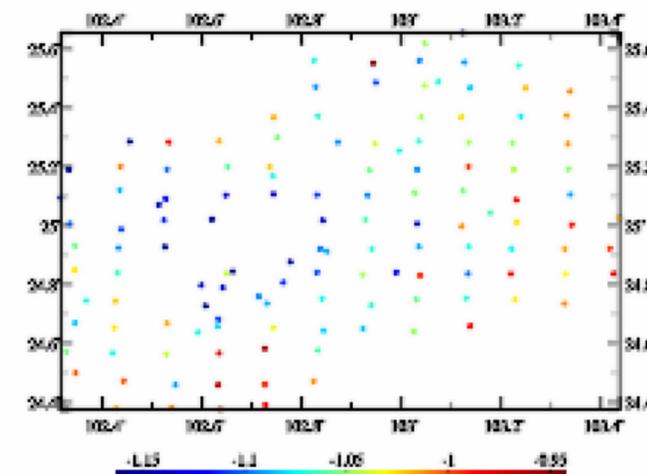
102.400000 103.400000 24.400000 25.500000 0.01666667 0.016
-1.0130 -1.0144 -1.0170 -1.0187 -1.0178
-0.9801 -0.9793 -0.9791 -0.9796 -0.9804
-1.0086 -1.0237 -1.0254 -1.0255 -1.0307
-1.0523 -1.0514 -1.0417 -1.0409 -1.0390
-1.0151 -1.0150 -1.0183 -1.0201 -1.0201
-0.9853 -0.9846 -0.9791 -0.9807 -0.9817

```

| number | lon(deg/decimal) | lat | ellipHeight (m) | pntKsi (m) | TerEff (mGal) |
|--------|------------------|-----------|-----------------|------------|---------------|
| 1 | 102.442457 | 24.471769 | 1972.7703 | -1.0013 | -3.3508 |
| 2 | 102.546777 | 24.458002 | 1659.0410 | -1.0916 | -6.6124 |
| 3 | 102.632412 | 24.458211 | 2120.2558 | -0.9639 | -5.0422 |
| 4 | 102.725921 | 24.460578 | 2111.3872 | -0.9936 | -3.6867 |
| 5 | 102.420803 | 24.566357 | 1990.6386 | -1.0706 | -3.1489 |
| 6 | 102.528697 | 24.562786 | 1936.4260 | -1.0402 | -2.0473 |
| 7 | 102.634437 | 24.565660 | 2192.9271 | -0.9743 | -4.0534 |
| 8 | 102.725888 | 24.581970 | 2303.7797 | -0.9566 | -7.1388 |
| 9 | 102.832641 | 24.575505 | 1977.4949 | -1.0619 | -5.9858 |

提取绘图数据

图形绘制





外部各种重力场元局部地形影响数值积分

查看样例

外部各种场元局部地形影响数值积分计算 | 外部场元局部地形影响积分快速FFT计算 | 外部重力场元局部地形影响计算器 | 计算公式



打开地面数字高程模型文件

打开地面大地高格网文件

选择计算点文件格式

离散计算点文件

打开计算点空间位置文件

设置点值文件格式

头文件占住的行数: 1

大地高属性列序号: 4

选择场元类型

高程异常(m)

重力(mGal)

垂线偏差(")

重力梯度(E)

>> 计算过程 ** 操作提示

>> [功能]由地面数字高程模型和地面大地高格网,按严密数值积分方法,计算大地水准面及其外部高程异常(m)、重力(mGal)、垂线偏差("),或重力梯度(E,径向)的局部地形影响。

** 输入格网规格相同的地面数字高程模型与地面大地高格网文件...

>> 打开地面数字高程模型文件 C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/TerLocalterraininfl/landtmlm.dat.

>> 打开地面大地高格网文件 C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/TerLocalterraininfl/landbmsurfhgt.dat.

>> 打开计算点空间位置文件 C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/TerLocalterraininfl/surfhgt.txt.

** 观察下方窗口文件信息,设置点值文件格式...

>> 计算结果保存为 C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/TerLocalterraininfl/surfnintg.txt.

** 记录格式:在空间计算点值文件记录的基础上,增加若干列指定类型场元的局部地形影响计算值,保留4位有效数字。

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮,或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间:2024-09-02 10:08:00

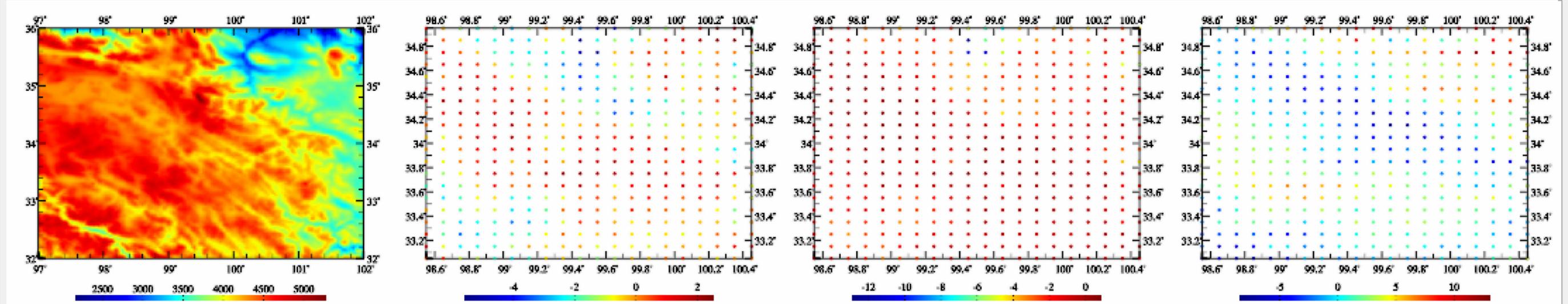
>> 完成大地水准面及其外部场元的局部地形影响积分计算!

>> 计算结束时间:2024-09-02 10:08:02

设置积分半径: 90 km

计算结果保存为 | 参数设置结果输入 | 开始积分计算

| number | long(deg/decimal) | lat | ellipHeight (m) | | | | | |
|--------|-------------------|-----------|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 98.550000 | 33.050000 | 4372.431 | 0.4748 | -0.6543 | -4.3693 | 0.2496 | 1.4964 |
| 2 | 98.650000 | 33.050000 | 4372.834 | 0.6019 | -0.3868 | -5.4945 | -3.2741 | 0.2816 |
| 3 | 98.750000 | 33.050000 | 4530.959 | -1.0367 | -2.0958 | -6.5741 | -4.6892 | -1.4646 |
| 4 | 98.850000 | 33.050000 | 4567.407 | -1.0858 | -2.0675 | -6.9916 | -1.1745 | 22.7751 |
| 5 | 98.950000 | 33.050000 | 4646.551 | -2.1223 | -3.3753 | -7.5768 | -2.4547 | 7.9308 |
| 6 | 99.050000 | 33.050000 | 4672.380 | -2.4157 | -2.7630 | -4.5712 | 1.0716 | 11.8263 |
| 7 | 99.150000 | 33.050000 | 4611.765 | -2.0435 | -2.6243 | -0.6258 | 2.7601 | -6.5803 |
| 8 | 99.250000 | 33.050000 | 4475.199 | -0.5338 | -1.0328 | -0.5357 | 3.5542 | 7.0332 |



地面高程模型 (m) | 高程异常 (m) | 重力 (mGal) | 垂线偏差南向 (")

● 计算点位置适合大地水准面及其外部近地空间,即大地水准面至航空高度。由于正常重力场保持不变,地形影响的对象是重力位、重力和重力梯度,因此,任意计算点处扰动重力、空间异常的地形影响都严格等于其重力的地形影响。

● 地面数字高程模型格网边缘积分半径范围内,存在积分的边缘效应。高海拔地区,重力的局部地形影响有正有负,重力局部地形影响近似等于线性Molodensky一阶项。近岸海域存在局部地形影响影响,大洋深处局部地形影响等于零。

外部各种重力场元局部地形影响数值积分

查看样例

外部各种场元局部地形影响数值积分计算

外部场元局部地形影响积分快速FFT计算

外部重力场元局部地形影响计算器

计算公式



打开地面数字高程模型文件

打开地面大地高格网文件

选择计算点文件格式

大地高格网文件

打开计算面大地高格网文件

选择场元类型

高程异常(m)

重力(mGal)

垂线偏差(")

重力梯度(E)

>> 计算过程 ** 操作提示

>> [功能]由地面数字高程模型和地面大地高格网，按严密数值积分方法，计算大地水准面及其外部高程异常(m)、重力(mGal)、垂线偏差("，南或重力梯度(E，径向)的局部地形影响。
** 输入格网规格相同的地面数字高程模型与地面大地高格网文件...

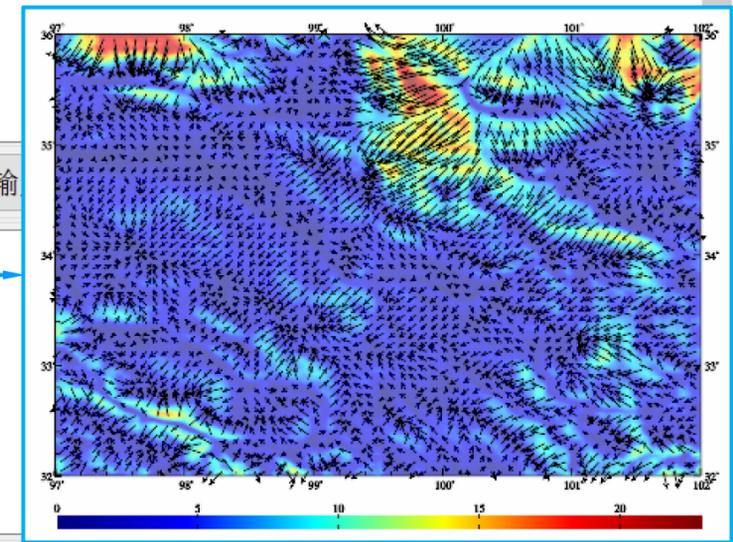
>> 打开地面数字高程模型文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerLocalterraininfl/landtmlm.dat。
>> 打开地面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerLocalterraininfl/landbmsurfhgt.dat。
>> 打开计算面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerLocalterraininfl/landgeoidhgt.dat。
>> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerLocalterraininfl/landgeoidhgt.txt。
** 程序同时在当前目录下，输出高程异常(*.ksi)、重力(*.gra)、垂线偏差向量(*.dft)或重力梯度(*.grr)的局部地形影响格网文件。*为界面输入的结果文件名，程序输出指定类型场元的局部地形影响格网文件。
>> 参数设置结果已输入系统!
** 点击[开始计算]控件按钮，或[开始计算]工具按钮.....
>> 计算开始时间: 2024-09-02 10:46:18
>> 完成大地水准面及其外部场元的局部地形影响积分计算!
>> 计算结束时间: 2024-09-02 10:52:35

设置积分半径 90 km

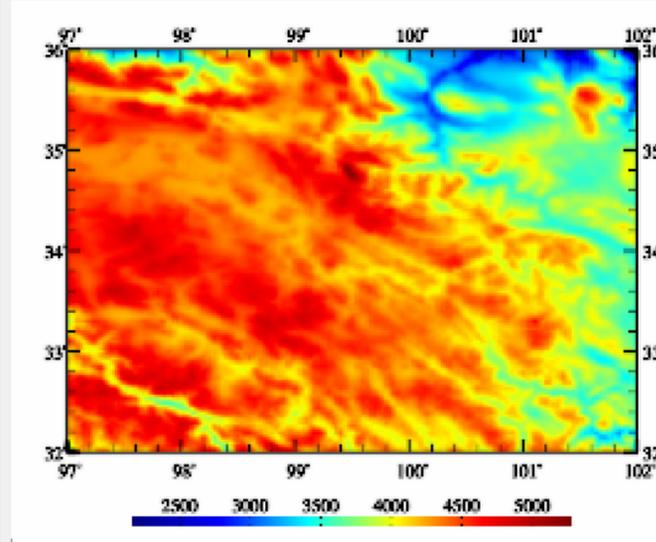
计算结果保存为

参数设置结果输

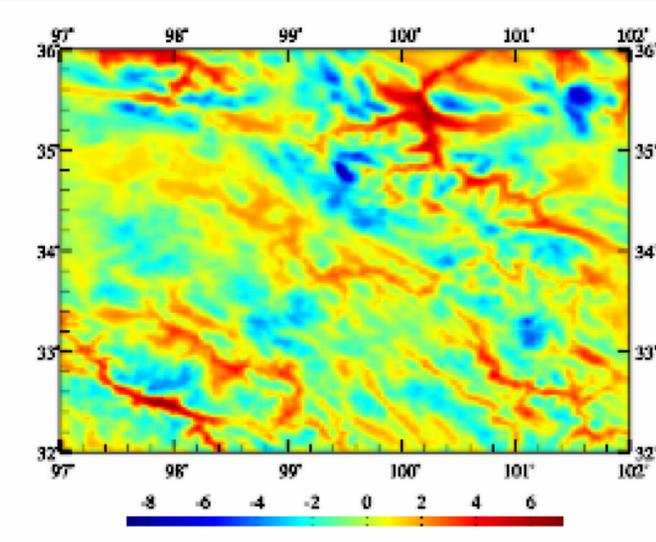
C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerLocalterraininfl/landgeoidhgt.ksi
C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerLocalterraininfl/landgeoidhgt.dft
C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerLocalterraininfl/landgeoidhgt.grr



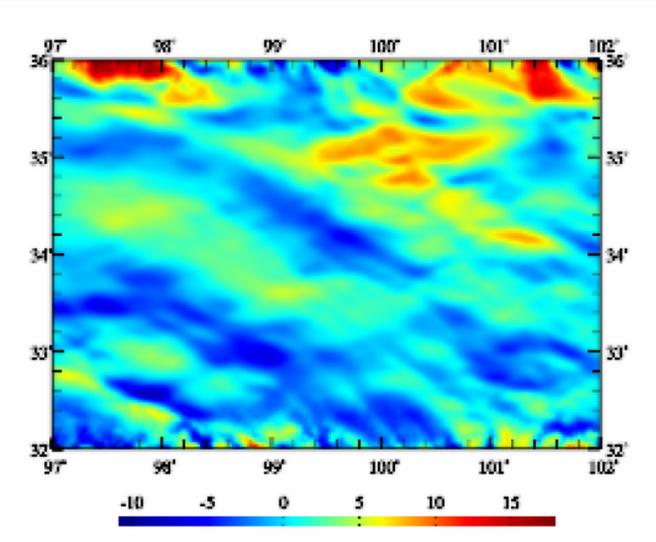
提取局部地形影响 图形绘制



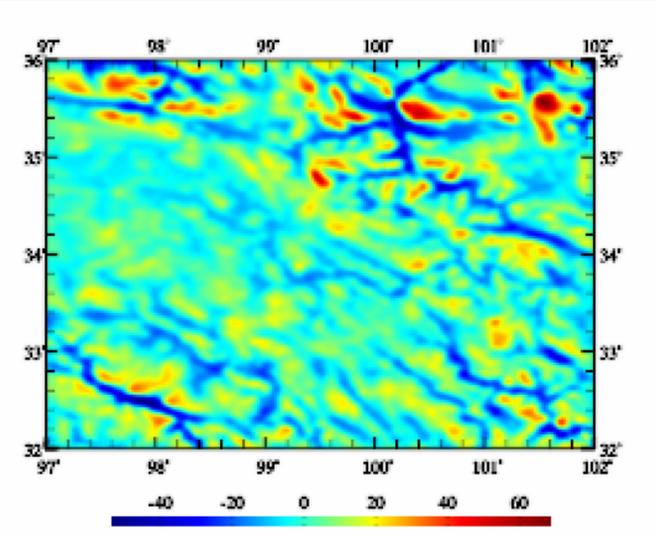
地面高程模型(m)



高程异常(m)



垂线偏差南向(")



重力梯度(径向E)

● 计算点位置适合大地水准面及其外部近地空间，即大地水准面至航空高度。由于正常重力场保持不变，地形影响的对象是重力位、重力和重力梯度，因此，任意计算点处扰动重力、空间异常的地形影响都严格等于其重力的地形影响。

● 地面数字高程模型格网边缘积分半径范围内，存在积分的边缘效应。高海拔地区，重力的局部地形影响有正有负，重力局部地形影响近似等于线性Molodensky一阶项。近岸海域存在局部地形影响影响，大洋深处局部地形影响等于零。

外部各种场元局部地形影响快速FFT计算



- 外部各种场元局部地形影响数值积分计算
- 外部场元局部地形影响积分快速FFT计算**
- 外部重力场元局部地形影响计算器
- 计算公式

打开地面数字高程模型文件

打开地面大地高格网文件

打开计算面大地高格网文件

选择场元类型

高程异常(m)

重力(mGal)

垂线偏差(")

重力梯度(E)

选择快速算法 二维FFT算法

>> 计算过程 ** 操作提示

>> [功能]由地面数字高程模型和地面大地高格网，按二维或一维FFT快速积分算法，计算大地水准面及其外部高程异常(m)、重力(mGal)、垂线偏差(南向、西向)或重力梯度(E, 径向)的局部地形影响。

** 输入格网规格相同的地面数字高程模型、地面大地高格网文件与计算面大地高格网文件...

>> 打开地面数字高程模型文件 C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/TerLocalterraininfl/landtmlm.dat.

>> 打开地面大地高格网文件 C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/TerLocalterraininfl/landbmsurfhgt.dat.

>> 打开计算面大地高格网文件 C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/TerLocalterraininfl/landgeoidhgt.dat.

>> 计算结果保存为 C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/TerLocalterraininfl/surfFFT2.txt.

** 程序同时当前目录下，输出高程异常(*.ksi)、重力(*.gra)、垂线偏差向量(*.dft)或重力梯度(*.grr)的局部地形影响格网文件。*为界面输入的结果文件名，程序输出指定类型场元的局部地形影响格网文件。

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮，或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间: 2024-09-02 10:55:58

>> 完成大地水准面及其外部场元的局部地形影响积分计算!

>> 计算结束时间: 2024-09-02 10:56:00

设置积分半径 90 km

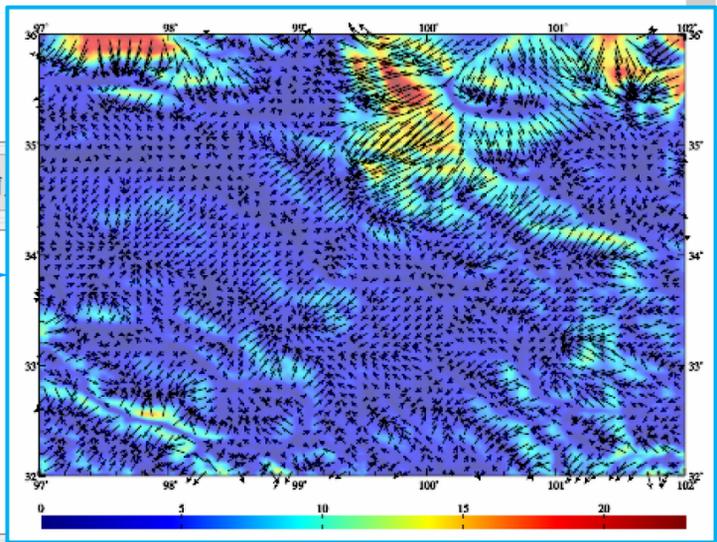
计算结果保存为

参数设置结果输

C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/TerLocalterraininfl/surfFFT2.ksi

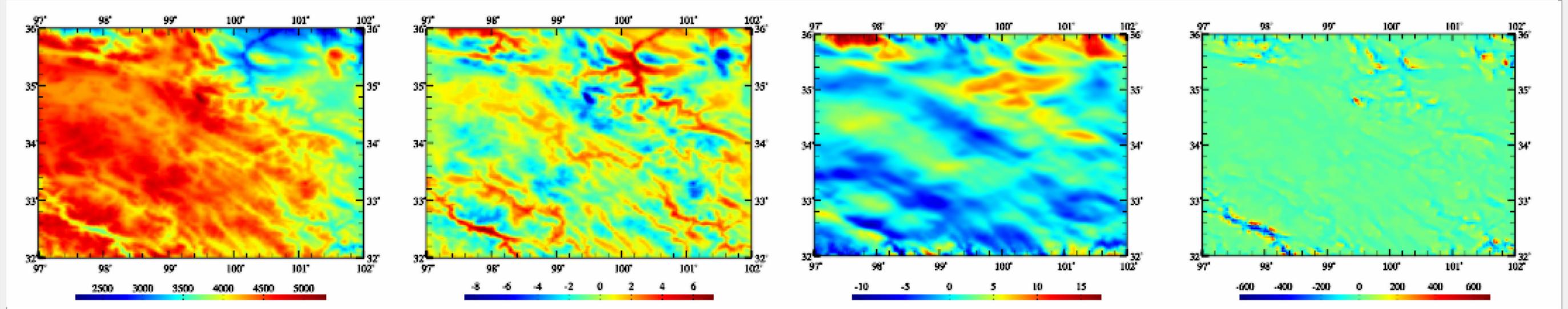
C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/TerLocalterraininfl/surfFFT2.dft

C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/TerLocalterraininfl/surfFFT2.grr



提取局部地形影响

图形绘制 ↓



地面高程模型(m) 高程异常(m) 垂线偏差南向(") 重力梯度(径向E)

- 计算点位置适合大地水准面及其外部近地空间，即大地水准面至航空高度。由于正常重力场保持不变，地形影响的对象是重力位、重力和重力梯度，因此，任意计算点处扰动重力、空间异常的地形影响都严格等于其重力的地形影响。
- 地面数字高程模型格网边缘积分半径范围内，存在积分的边缘效应。高海拔地区，重力的局部地形影响有正有负，重力局部地形影响近似等于线性Molodensky一阶项。近岸海域存在局部地形影响影响，大洋深处局部地形影响等于零。

外部各种场元局部地形影响快速FFT计算



- 外部各种场元局部地形影响数值积分计算
- 外部场元局部地形影响积分快速FFT计算**
- 外部重力场元局部地形影响计算器
- 计算公式

选择场元类型

高程异常(m)
 重力(mGal)
 垂线偏差(")
 重力梯度(E)

选择快速算法 一维FFT算法

>> 计算过程 ** 操作提示

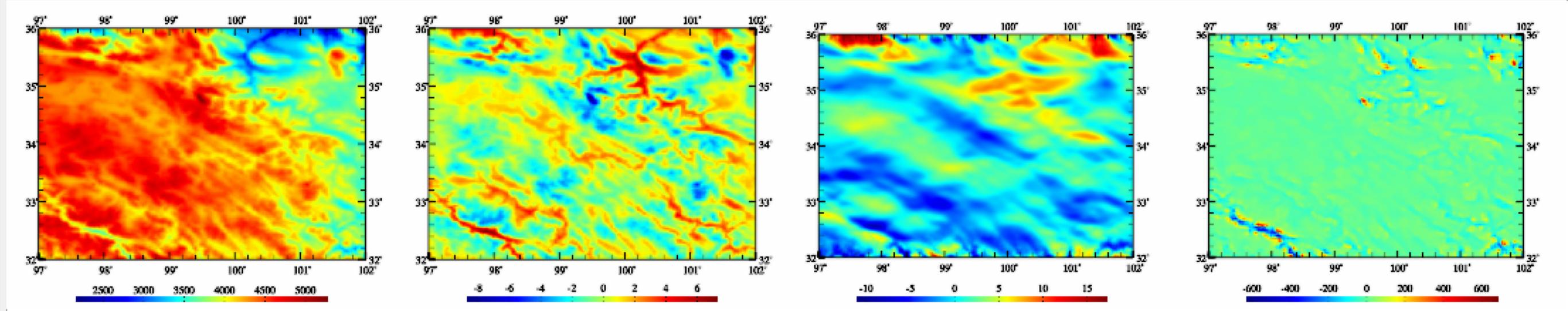
>> [功能]由地面数字高程模型和地面大地高格网，按二维或一维FFT快速积分算法，计算大地水准面及其外部高程异常(m)、重力(mGal)、垂线偏差(向、西向)或重力梯度(E, 径向)的局部地形影响。
 ** 输入格网规格相同的地面数字高程模型、地面大地高格网文件与计算面大地高格网文件...

>> 打开地面数字高程模型文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerLocalterraininfl/landtmlm.dat。
 >> 打开地面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerLocalterraininfl/landbmsurfhgt.dat。
 >> 打开计算面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerLocalterraininfl/landgeoidhgt.dat。
 >> 按一维FFT算法计算大地水准面外部局部地形影响...

>> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerLocalterraininfl/surfFFT1.txt。
 ** 程序同时当前目录下，输出高程异常(*.ksi)、重力(*.gra)、垂线偏差向量(*.dft)或重力梯度(*.grr)的局部地形影响格网文件。*为界面输入的结果文件名，程序输出指定类型场元的局部地形影响格网文件。
 >> 参数设置结果已输入系统!
 ** 点击[开始计算]控件按钮，或[开始计算]工具按钮.....
 >> 计算开始时间: 2024-09-02 10:57:32
 >> 完成大地水准面及其外部场元的局部地形影响积分计算!

设置积分半径 90 km

C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerLocalterraininfl/surfFFT1.ksi
 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerLocalterraininfl/surfFFT1.gra
 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerLocalterraininfl/surfFFT1.grr



地面高程模型(m) 高程异常(m) 重力(mGal) 重力梯度(径向E)

- 计算点位置适合大地水准面及其外部近地空间，即大地水准面至航空高度。由于正常重力场保持不变，地形影响的对象是重力位、重力和重力梯度，因此，任意计算点处扰动重力、空间异常的地形影响都严格等于其重力的地形影响。
- 地面数字高程模型格网边缘积分半径范围内，存在积分的边缘效应。高海拔地区，重力的局部地形影响有正有负，重力局部地形影响近似等于线性Molodensky一阶项。近岸海域存在局部地形影响影响，大洋深处局部地形影响等于零。

 打开地面数字高程模型文件

 打开地面大地高格网文件

输入计算点大地坐标

大地经度 98.240000°

大地纬度 32.428000°

大地高 2017.830m

设置积分半径 90 km

 开始计算

地面数字高程模型

| | | | | | |
|-----------|------------|-----------|-----------|------------|----------|
| 97.000000 | 102.000000 | 32.000000 | 36.000000 | 0.01666667 | 0.016666 |
| 3988.0003 | 4048.9987 | 4129.9921 | 4151.9956 | 4155.9995 | 4177.99 |
| 4277.9980 | 4373.9953 | 4466.9865 | 4479.9931 | 4520.9918 | 4547.98 |
| 4242.0005 | 4229.0008 | 4211.0001 | 4255.0054 | 4150.0047 | 4157.00 |
| 4429.0008 | 4511.9959 | 4529.9999 | 4555.0014 | 4539.9993 | 4531.99 |
| 4273.0028 | 4221.0055 | 4196.0093 | 4251.0050 | 4251.0050 | 4337.99 |
| 4643.9962 | 4607.0000 | 4607.0000 | 4457.0003 | 4379.98 | 4379.98 |
| 4500.0065 | 4593.9962 | 4593.9962 | 4585.9976 | 4473.01 | 4473.01 |
| 4272.0146 | 4409.9962 | 4409.9962 | 4477.0046 | 4729.00 | 4729.00 |
| 4530.9966 | 4456.9975 | 4456.9975 | 4400.0042 | 4071.01 | 4071.01 |
| 4371.0006 | 4429.9974 | 4429.9974 | 4395.9994 | 4520.99 | 4520.99 |
| 3868.0107 | 3964.9992 | 4011.9982 | 4066.0037 | 4124.00 | 4124.00 |
| 4243.0076 | 4270.0056 | 4350.9961 | 4347.9996 | 4347.99 | 4347.99 |
| 4161.9980 | 4189.9937 | 4163.9963 | 4159.9938 | 4143.9926 | 4040.00 |
| 4050.9965 | 4023.0017 | 4012.0022 | 4019.0105 | 4071.9934 | 4235.00 |
| 4051.0030 | 4022.0027 | 3977.0121 | 4029.9996 | 4032.9988 | 3996.00 |
| 4299.0025 | 4415.9991 | 4516.9921 | 4514.9967 | 4458.0037 | 4431.99 |

各种重力场元局部地形影响

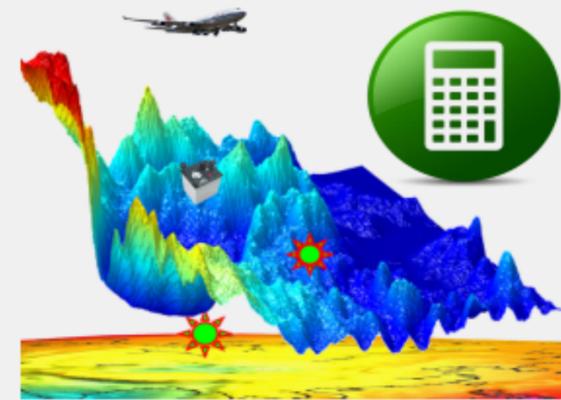
高程异常m -0.1400

重力mGal -0.8197

垂线偏差南向" -7.0751

垂线偏差西向" -0.6231

重力梯度E 17.4820



首先输入格网规格完全相同的地面数字高程模型（表示地形起伏）与地面大地高格网（表示地面位置的大地坐标）文件，点亮[开始计算]按钮。之后，可反复输入计算点的大地坐标，及时计算并显示计算点处各种场元的局部地形影响。

计算点位置适合大地水准面及其外部近地空间，即大地水准面至航空高度。

程序容许随时从界面更换地面数字高程模型与地面大地高格网文件，或改变积分半径，用户输入会立即生效。

地面数字高程模型格网边缘积分半径范围内，存在积分的边缘效应。重力局部地形影响近似等于线性Molodensky一阶项。近岸海域存在局部地形影响影响，大洋深处局部地形影响等于零。

 打开地面数字高程模型文件

 打开地面大地高格网文件

输入计算点大地坐标

大地经度 100.240000°

大地纬度 34.428000°

大地高 201.830m

设置积分半径 90 km

 开始计算

地面数字高程模型

| | | | | | |
|-----------|------------|-----------|-----------|------------|----------|
| 97.000000 | 102.000000 | 32.000000 | 36.000000 | 0.01666667 | 0.016666 |
| 3988.0003 | 4048.9987 | 4129.9921 | 4151.9956 | 4155.9995 | 4177.99 |
| 4277.9980 | 4373.9953 | 4466.9865 | 4479.9931 | 4520.9918 | 4547.98 |
| 4242.0005 | 4229.0008 | 4211.0001 | 4165.0054 | 4150.0047 | 4157.00 |
| 4429.0008 | 4511.9959 | 4529.9991 | 4531.0014 | 4539.9993 | 4531.99 |
| 4273.0028 | 4221.0056 | 4196.0075 | 4196.0093 | 4251.0050 | 4337.99 |
| 4643.9962 | 4607.0004 | 4605.9961 | 4597.9886 | 4457.0003 | 4379.98 |
| 4500.0065 | 4593.9997 | 4592.9989 | 4585.9976 | 4585.9976 | 4473.01 |
| 4272.0146 | 4409.9997 | 4409.9997 | 4409.9997 | 4647.0046 | 4729.00 |
| 4530.9966 | 4449.9997 | 4449.9997 | 4449.9997 | 4160.0042 | 4071.01 |
| 4371.0006 | 4449.9997 | 4449.9997 | 4449.9997 | 4493.9994 | 4520.99 |
| 3868.0107 | 3964.9997 | 3964.9997 | 3964.9997 | 4066.0037 | 4124.00 |
| 4243.0076 | 4270.0000 | 4270.0000 | 4270.0000 | 4347.9996 | 4347.99 |
| 4161.9980 | 4189.9933 | 4189.9933 | 4189.9933 | 4143.9926 | 4040.00 |
| 4050.9965 | 4023.0017 | 4023.0017 | 4023.0017 | 4171.9934 | 4235.00 |
| 4051.0030 | 4022.0027 | 4022.0027 | 4022.0027 | 4032.9988 | 3996.00 |
| 4299.0025 | 4415.9991 | 4515.9921 | 4514.9967 | 4458.0037 | 4431.99 |

各种重力场元局部地形影响

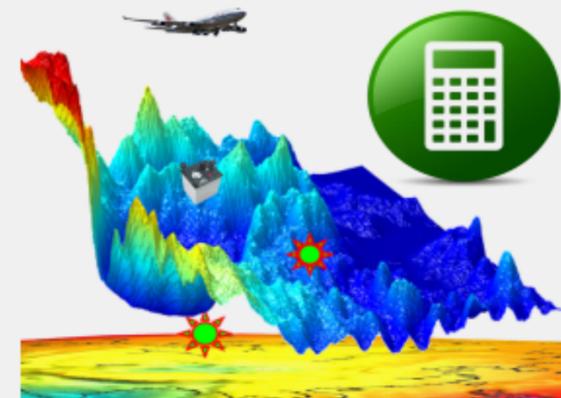
高程异常m 2.3837

重力mGal -12.3434

垂线偏差南向" 3.5957

垂线偏差西向" 5.5401

重力梯度E -23.6988



首先输入格网规格完全相同的地面数字高程模型（表示地形起伏）与地面大地高格网（表示地面位置的大地坐标）文件，点亮[开始计算]按钮。之后，可反复输入计算点的大地坐标，及时计算并显示计算点处各种场元的局部地形影响。

计算点位置适合大地水准面及其外部近地空间，即大地水准面至航空高度。

程序容许随时从界面更换地面数字高程模型与地面大地高格网文件，或改变积分半径，用户输入会立即生效。

地面数字高程模型格网边缘积分半径范围内，存在积分的边缘效应。重力局部地形影响近似等于线性Molodensky一阶项。近岸海域存在局部地形影响影响，大洋深处局部地形影响等于零。

外部重力陆海统一完全布格影响积分-数值积分

打开陆海地形模型 设置参数输入 计算结果保存 开始计算 计算信息保存 查看样例



外部重力陆海统一完全布格影响积分

江河湖库水体完全布格影响积分计算

打开陆海地形数字模型格网文件

打开地面/海面大地高格网文件

选择计算点文件格式
离散计算点文件

打开计算点空间位置文件

设置点值文件格式
头文件占住的行数: 1
大地高属性列序号: 4

>> 计算过程 ** 操作提示

>> 重力场元的完全布格影响有时远大于相应扰动场元自身量级，在地质勘探与地球物理学中通常用于探测重力场的几何结构(定性为主)；物理大地测量学关注定量精度要求，一般不能直接应用，而主要用于计算剩余地形影响。

>> [功能]由陆海地形数字模型和地面/海面大地高格网，按严密数值积分或FFT算法，计算大地水准面及其外部重力陆海统一的完全布格影响。由于正常重力场不变，因此，扰动重力、空间异常的完全布格影响等于重力的完全布格影响。

** 输入格网规格相同的陆海地形数字模型与地面/海面大地高格网文件...

>> 打开陆海地形模型格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerCompleteBougure/dtm5m.dat。

>> 打开地面/海面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerCompleteBougure/dbmhgt5m.dat。

>> 打开计算点空间位置文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerCompleteBougure/surfhgt.txt。

** 观察下方窗口文件信息，设置点值文件格式...

>> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerCompleteBougure/bgpnt.txt。

>> 在计算点记录的基础上，增加局部地形、陆地球壳布格、海水完全布格与陆海完全布格影响值，保留4位有效数字。

>> 参数设置结果已输入系统！

** 点击[开始计算]控件按钮，或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间：2024-09-02 15:01:07

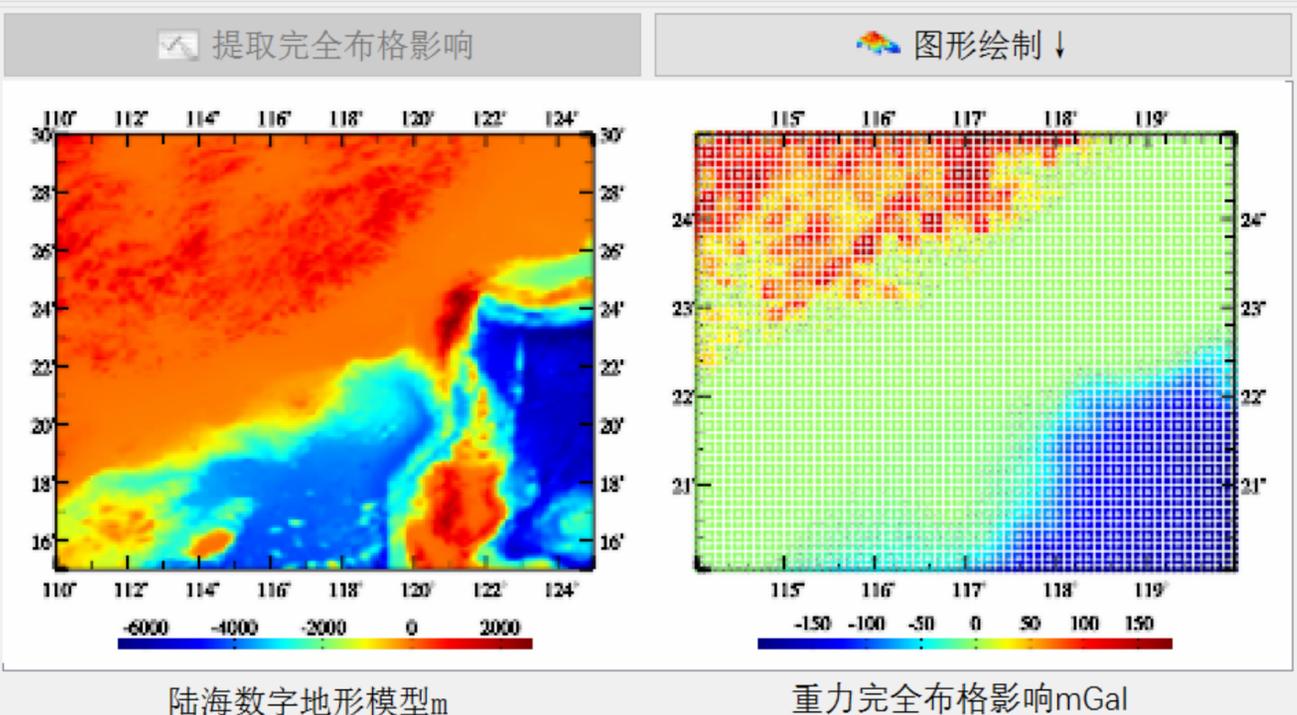
>> 完成大地水准面及其外部陆海统一的完全布格影响计算！

>> 计算结束时间：2024-09-02 15:01:18

陆地积分半径 90 km 海洋积分半径 300 km

计算结果保存为 参数设置结果输入 开始计算

| lat | hgt | | | | |
|------------|-----------|--------|--------|--------|----------|
| 114.041667 | 20.041667 | 2.5061 | 0.0000 | 0.0000 | -4.9874 |
| 114.125000 | 20.041667 | 2.8389 | 0.0000 | 0.0000 | -5.7603 |
| 114.208333 | 20.041667 | 3.1673 | 0.0000 | 0.0000 | -6.1912 |
| 114.291667 | 20.041667 | 3.4899 | 0.0000 | 0.0000 | -5.7768 |
| 114.375000 | 20.041667 | 3.8056 | 0.0000 | 0.0000 | -5.3795 |
| 114.458333 | 20.041667 | 4.1136 | 0.0000 | 0.0000 | -5.3887 |
| 114.541667 | 20.041667 | 4.4137 | 0.0000 | 0.0000 | -5.7310 |
| 114.625000 | 20.041667 | 4.7058 | 0.0000 | 0.0000 | -6.4732 |
| 114.708333 | 20.041667 | 4.9907 | 0.0000 | 0.0000 | -7.4594 |
| 114.791667 | 20.041667 | 5.2696 | 0.0000 | 0.0000 | -10.2158 |
| 114.875000 | 20.041667 | 5.5440 | 0.0000 | 0.0000 | -14.0367 |
| 114.958333 | 20.041667 | 5.8158 | 0.0000 | 0.0000 | -17.8961 |
| 115.041667 | 20.041667 | 6.0875 | 0.0000 | 0.0000 | -26.1346 |
| 115.125000 | 20.041667 | 6.3615 | 0.0000 | 0.0000 | -31.5650 |
| 115.208333 | 20.041667 | 6.6404 | 0.0000 | 0.0000 | -33.8370 |
| 115.291667 | 20.041667 | 6.9265 | 0.0000 | 0.0000 | -33.5514 |
| 115.375000 | 20.041667 | 7.2221 | 0.0000 | 0.0000 | -33.4861 |
| 115.458333 | 20.041667 | 7.5290 | 0.0000 | 0.0000 | -38.1504 |



- 程序适合陆地、陆海交界、海域无缝的重力、空间异常和扰动重力完全布格影响统一计算。计算点位置适合大地水准面及外部近地空间，即大地水准面至航空高度。
- 若将陆海地形模型中的海洋水深置零，程序自动计算近地空间陆地完全布格影响；若将陆海地形模型中的地面高程置零，程序自动计算近地空间海水完全布格影响。
- 近海陆地受海水布格影响，近岸海域受陆地局部地形影响。海岸带陆域或海域，同时受海水布格和陆地局部地形影响。

外部重力陆海统一完全布格影响积分-数值积分

打开陆海地形模型 设置参数输入 计算结果保存 开始计算 计算信息保存 查看样例



外部重力陆海统一完全布格影响积分

江河湖库水体完全布格影响积分计算

打开陆海地形数字模型格网文件

打开地面/海面大地高格网文件

选择计算点文件格式

大地高格网文件

打开计算面大地高格网文件

选择积分算法

严密数值积分

>> 计算过程 ** 操作提示

** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间: 2024-09-02 12:11:11

>> 完成大地水准面及其外部陆海统一的完全布格影响计算!

>> 计算结束时间: 2024-09-02 12:11:22

>> [功能]由陆海地形数字模型和地面/海面大地高格网, 按严密数值积分或FFT算法, 计算大地水准面及其外部重力陆海统一的完全布格影响。由于正常重力场不变, 因此, 扰动重力、空间异常的完全布格影响等于重力的完全布格影响。

** 输入格网规格相同的陆海地形数字模型与地面/海面大地高格网文件...

>> 打开陆海地形模型格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerCompleteBougure/dtm5m.dat.

>> 打开地面/海面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerCompleteBougure/dbmhgt5m.dat.

>> 打开计算面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerCompleteBougure/dbmhgt5m.dat.

>> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerCompleteBougure/lnmseanintg.txt.

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间: 2024-09-02 12:13:46

>> 完成大地水准面及其外部陆海统一的完全布格影响计算!

>> 计算结束时间: 2024-09-02 12:14:52

陆地积分半径 90 km

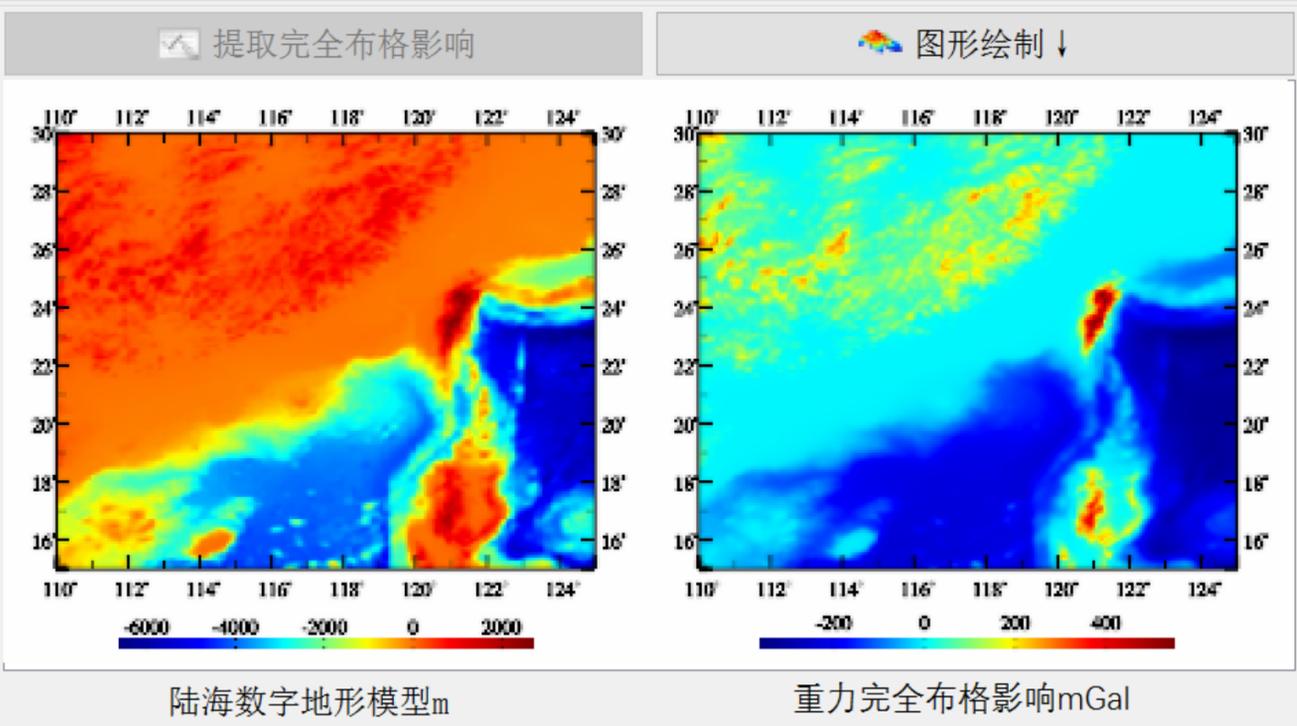
海洋积分半径 300 km

计算结果保存为

参数设置结果输入

开始计算

| | | | | | | |
|------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|---------|
| 110.000000 | 125.000000 | 15.000000 | 30.000000 | 0.08333333 | 0.08333333 | |
| -7.8971 | -7.8766 | -9.1329 | -13.9564 | -17.1850 | -18.6294 | -20.84 |
| -44.6578 | -46.2931 | -47.8725 | -49.2206 | -49.7490 | -52.1642 | -58.20 |
| -122.3702 | -130.1366 | -140.1488 | -153.4317 | -160.9914 | -163.4580 | -162.37 |
| -191.4158 | -194.5725 | -195.9800 | -197.2639 | -198.6141 | -200.3888 | -202.62 |
| -200.4928 | -205.5214 | -206.6093 | -205.9741 | -204.5037 | -202.9258 | -202.58 |
| -178.2261 | -149.0168 | -128.2677 | -123.2072 | -148.5989 | -171.0931 | -190.96 |
| -171.9145 | -151.3418 | -131.5769 | -117.4720 | -134.9318 | -155.1051 | -177.00 |
| -205.7689 | -213.4690 | -219.2022 | -222.2357 | -217.2625 | -201.2612 | -170.74 |
| -2.2319 | 37.0377 | 49.9421 | 103.4139 | 109.8637 | 67.4917 | 9.95 |
| 107.4283 | 80.5898 | 76.5395 | -2.8018 | -3.8227 | -5.0755 | -5.03 |
| -55.8005 | -60.4478 | -68.3144 | -80.9337 | -82.7537 | -79.9747 | -69.30 |
| -80.1272 | -109.2082 | -131.7292 | -159.3266 | -177.3378 | -194.1377 | -219.85 |
| -9.7228 | -9.3627 | -9.8369 | -13.9679 | -17.8883 | -19.5395 | -21.49 |
| -44.6752 | -46.2503 | -47.7995 | -50.0060 | -49.1645 | -50.0281 | -49.00 |
| -134.8074 | -139.8302 | -146.6228 | -160.3309 | -172.5591 | -178.2125 | -178.03 |
| -193.4552 | -198.5444 | -202.4213 | -206.8460 | -210.7303 | -213.6701 | -216.09 |
| -222.1076 | -225.8486 | -226.2187 | -224.2652 | -222.6408 | -222.4899 | -223.72 |
| -206.0051 | -182.1501 | -159.5642 | -142.1099 | -155.6680 | -176.7680 | -201.98 |



- 程序适合陆地、陆海交界、海域无缝的重力、空间异常和扰动重力完全布格影响统一计算。计算点位置适合大地水准面及外部近地空间, 即大地水准面至航空高度。
- 若将陆海地形模型中的海洋水深置零, 程序自动计算近地空间陆地完全布格影响; 若将陆海地形模型中的地面高程置零, 程序自动计算近地空间海水完全布格影响。
- 近海陆地受海水布格影响, 近岸海域受陆地局部地形影响。海岸带陆域或海域, 同时受海水布格和陆地局部地形影响。

外部重力陆海统一完全布格影响积分——维FFT

打开陆海地形模型 设置参数输入 计算结果保存 开始计算 计算信息保存 查看样例



外部重力陆海统一完全布格影响积分

江河湖库水体完全布格影响积分计算

打开陆海地形数字模型格网文件

>> 计算过程 ** 操作提示

打开地面/海面大地高格网文件

>> 计算开始时间: 2024-09-02 12:13:46
 >> 完成大地水准面及其外部陆海统一的完全布格影响计算!
 >> 计算结束时间: 2024-09-02 12:14:52
 >> [功能]由陆海地形数字模型和地面/海面大地高格网,按严密数值积分或FFT算法,计算大地水准面及其外部重力陆海统一的完全布格影响。由于正常重力场不变,因此,扰动重力、空间异常的完全布格影响等于重力的完全布格影响。
 ** 输入格网规格相同的陆海地形数字模型与地面/海面大地高格网文件...
 >> 打开陆海地形模型格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerCompleteBougure/dtm5m.dat.
 >> 打开地面/海面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerCompleteBougure/dbmght5m.dat.
 >> 按一维FFT算法计算大地水准面外部陆海完全布格影响...
 >> 打开计算面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerCompleteBougure/dbmght5m.dat.
 >> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerCompleteBougure/lnseaFFT1.dat.
 >> 参数设置结果已输入系统!
 ** 点击[开始计算]控件按钮,或[开始计算]工具按钮.....
 >> 计算开始时间: 2024-09-02 12:48:09
 >> 完成大地水准面及其外部陆海统一的完全布格影响计算!
 >> 计算结束时间: 2024-09-02 12:48:31

选择计算点文件格式

大地高格网文件

打开计算面大地高格网文件

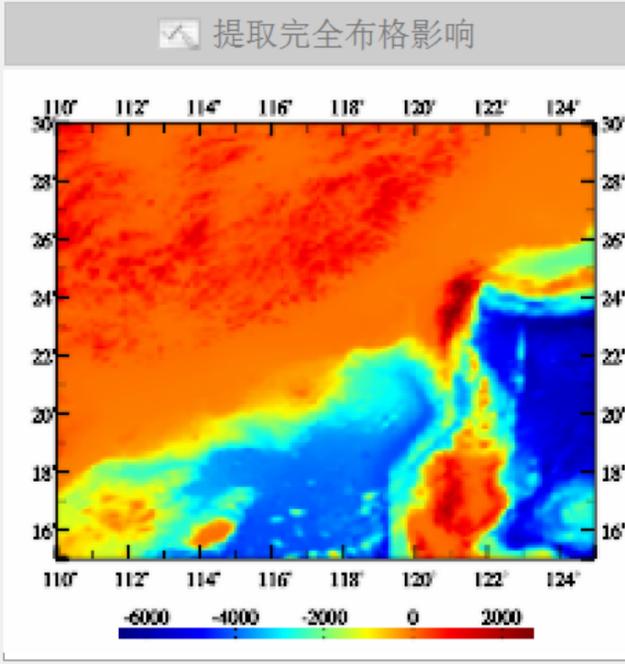
选择积分算法

一维FFT算法

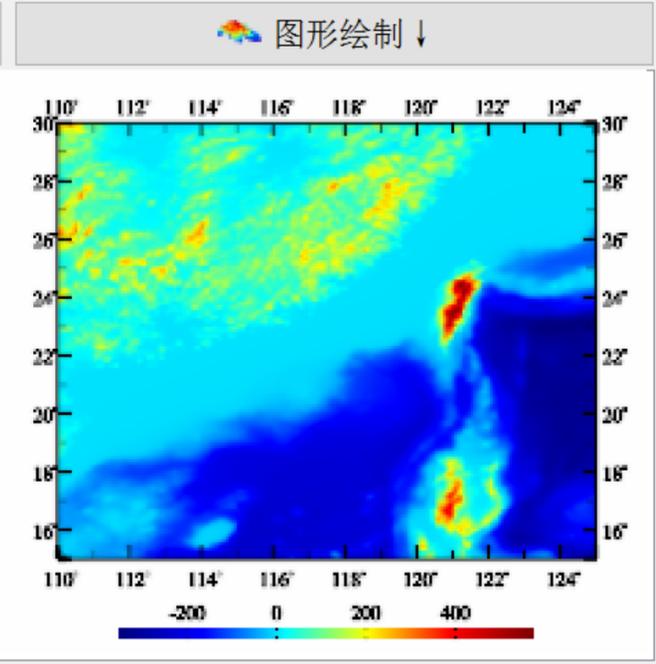
陆地积分半径 90 km 海洋积分半径 300 km

计算结果保存为 参数设置结果输入 开始计算

| | | | | | | |
|------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|---------|
| 110.000000 | 125.000000 | 15.000000 | 30.000000 | 0.08333333 | 0.08333333 | |
| -8.2859 | -8.2979 | -9.5859 | -14.4386 | -17.6973 | -19.1729 | -21.41 |
| -45.5102 | -47.1726 | -48.7790 | -50.1541 | -50.7128 | -53.1583 | -59.22 |
| -123.6301 | -131.4323 | -141.4338 | -154.6832 | -162.1845 | -164.6695 | -163.64 |
| -192.5911 | -195.6108 | -197.0458 | -198.3330 | -199.6909 | -201.4540 | -203.70 |
| -202.1460 | -207.0358 | -208.1123 | -207.5622 | -206.1675 | -204.6629 | -204.30 |
| -180.3762 | -151.5508 | -130.9900 | -125.9695 | -151.2787 | -173.5002 | -193.11 |
| -174.2465 | -153.8247 | -134.2208 | -120.1139 | -137.5049 | -157.4718 | -179.06 |
| -206.9287 | -214.2794 | -219.6096 | -222.4735 | -217.4892 | -202.0047 | -172.01 |
| -3.4159 | 36.5032 | 49.6341 | 103.8896 | 110.4780 | 67.5950 | 9.22 |
| 108.0989 | 80.8370 | 77.2701 | -3.7790 | -5.1007 | -6.4139 | -6.41 |
| -57.4799 | -62.1677 | -70.0703 | -82.7109 | -84.5577 | -81.8098 | -71.18 |
| -82.0921 | -111.1265 | -133.5695 | -161.0260 | -178.8618 | -195.2426 | -219.88 |
| -10.1361 | -9.8124 | -10.3213 | -14.4839 | -18.4358 | -20.1202 | -22.10 |
| -45.5731 | -47.1780 | -48.7561 | -50.9909 | -50.1816 | -51.0756 | -50.08 |
| -136.0776 | -141.1197 | -147.9200 | -161.5592 | -173.7014 | -179.3393 | -179.19 |
| -194.5959 | -199.6421 | -203.4520 | -207.8225 | -211.6475 | -214.5354 | -216.95 |
| -223.4237 | -227.0499 | -227.4504 | -225.6176 | -224.1094 | -224.0079 | -225.21 |
| -208.0021 | -184.4952 | -162.2201 | -144.8768 | -158.3793 | -179.1948 | -204.04 |



陆海数字地形模型m



重力完全布格影响mGal

- 程序适合陆地、陆海交界、海域无缝的重力、空间异常和扰动重力完全布格影响统一计算。计算点位置适合大地水准面及外部近地空间,即大地水准面至航空高度。
- 若将陆海地形模型中的海洋水深置零,程序自动计算近地空间陆地完全布格影响;若将陆海地形模型中的地面高程置零,程序自动计算近地空间海水完全布格影响。
- 近海陆地受海水布格影响,近岸海域受陆地局部地形影响。海岸带陆域或海域,同时受海水布格和陆地局部地形影响。

外部重力陆海统一完全布格影响积分-二维FFT

打开陆海地形模型 设置参数输入 计算结果保存 计算信息保存 查看样例



外部重力陆海统一完全布格影响积分

江河湖库水体完全布格影响积分计算

打开陆海地形数字模型格网文件

打开地面/海面大地高格网文件

选择计算点文件格式

大地高格网文件

打开计算面大地高格网文件

选择积分算法

二维FFT算法

>> 计算过程 ** 操作提示

>> 计算开始时间: 2024-09-02 12:48:09

>> 完成大地水准面及其外部陆海统一的完全布格影响计算!

>> 计算结束时间: 2024-09-02 12:48:31

>> [功能]由陆海地形数字模型和地面/海面大地高格网,按严密数值积分或FFT算法,计算大地水准面及其外部重力陆海统一的完全布格影响。由于正常重力场不变,因此,扰动重力、空间异常的完全布格影响等于重力的完全布格影响。

** 输入格网规格相同的陆海地形数字模型与地面/海面大地高格网文件...

>> 打开陆海地形模型格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerCompleteBougure/dtm5m.dat。

>> 打开地面/海面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerCompleteBougure/dbmght5m.dat。

>> 打开计算面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerCompleteBougure/dbmght5m.dat。

>> 按二维FFT算法计算大地水准面外部陆海完全布格影响...

>> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerCompleteBougure/lnseaFFT2.dat。

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮,或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间: 2024-09-02 12:50:21

>> 完成大地水准面及其外部陆海统一的完全布格影响计算!

>> 计算结束时间: 2024-09-02 12:50:28

陆地积分半径 90 km

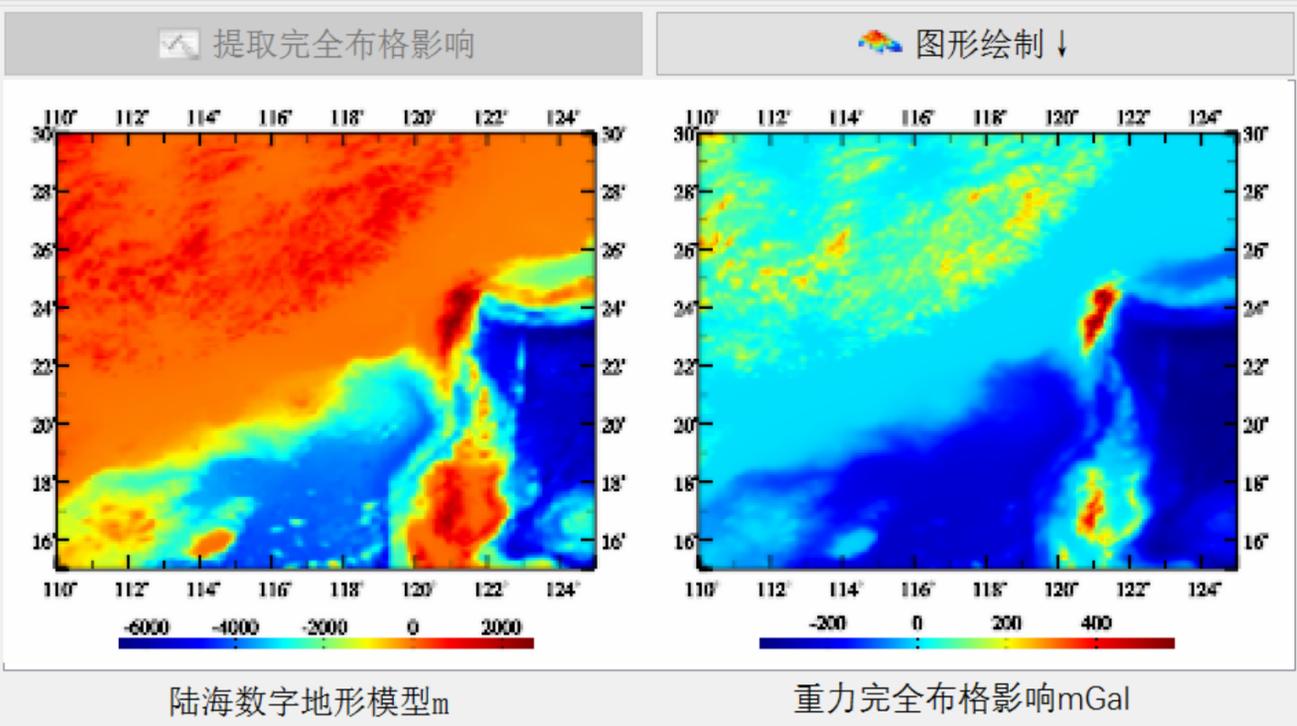
海洋积分半径 300 km

计算结果保存为

参数设置结果输入

开始计算

| | | | | | | |
|------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|---------|
| 110.000000 | 125.000000 | 15.000000 | 30.000000 | 0.08333333 | 0.08333333 | |
| -8.3840 | -8.4310 | -9.7492 | -14.6251 | -17.9147 | -19.4227 | -21.67 |
| -46.0804 | -47.7576 | -49.3916 | -50.7882 | -51.3851 | -53.8891 | -59.99 |
| -125.7561 | -133.7616 | -144.0685 | -157.5015 | -165.2193 | -167.7783 | -166.83 |
| -196.6335 | -199.8166 | -201.3186 | -202.6456 | -204.0432 | -205.8578 | -208.12 |
| -206.3994 | -211.4598 | -212.6164 | -212.0782 | -210.6699 | -209.1409 | -208.81 |
| -183.9449 | -154.6824 | -133.6509 | -128.7657 | -154.2202 | -177.0351 | -196.90 |
| -177.6384 | -157.0008 | -136.9625 | -122.9076 | -140.2510 | -160.7115 | -182.61 |
| -211.3937 | -218.8423 | -224.2816 | -227.0769 | -221.9265 | -205.9211 | -175.60 |
| -3.9094 | 36.0852 | 49.2404 | 103.5004 | 110.1038 | 67.2428 | 8.88 |
| 107.7201 | 80.4641 | 76.8699 | -4.1631 | -5.4744 | -6.7966 | -6.80 |
| -58.3003 | -63.0309 | -71.0464 | -83.7201 | -85.6414 | -82.8324 | -72.17 |
| -83.4268 | -112.8950 | -135.9738 | -163.8406 | -182.2737 | -199.3464 | -224.39 |
| -10.2471 | -9.9652 | -10.5049 | -14.6940 | -18.6774 | -20.3997 | -22.39 |
| -46.1861 | -47.8194 | -49.4312 | -51.6749 | -50.9006 | -51.7915 | -50.78 |
| -138.4751 | -143.8311 | -150.9153 | -164.7942 | -177.1894 | -182.9933 | -182.95 |
| -198.9392 | -204.1574 | -208.1467 | -212.6239 | -216.5529 | -219.5346 | -221.98 |
| -228.5733 | -232.2644 | -232.7040 | -230.8908 | -229.3755 | -229.2764 | -230.50 |
| -212.5249 | -188.6328 | -165.7381 | -148.3033 | -161.7440 | -183.1240 | -208.22 |



程序适合陆地、陆海交界、海域无缝的重力、空间异常和扰动重力完全布格影响统一计算。计算点位置适合大地水准面及外部近地空间,即大地水准面至航空高度。

若将陆海地形模型中的海洋水深置零,程序自动计算近地空间陆地完全布格影响;若将陆海地形模型中的地面高程置零,程序自动计算近地空间海水完全布格影响。

近海陆地受海水布格影响,近岸海域受陆地局部地形影响。海岸带陆域或海域,同时受海水布格和陆地局部地形影响。

江河湖库水体完全布格影响积分计算

计算信息保存 查看样例



外部重力陆海统一完全布格影响积分

江河湖库水体完全布格影响积分计算

打开湖库水深格网文件

打开湖面大地高格网文件

打开计算点空间位置文件

设置点值文件格式

头文件占住的行数 1

大地高属性列序号 4

>> 计算过程 ** 操作提示

>> 计算开始时间: 2024-09-02 12:50:21
 >> 完成大地水准面及其外部陆海统一的完全布格影响计算!
 >> 计算结束时间: 2024-09-02 12:50:28
 >> [功能]由江河湖库水深格网(陆地为零)和水面大地高格网数字模型, 按严密积分公式, 计算大地水准面外部重力(扰动重力/空间异常, mGal)的水体完全布格影响。
 >> 打开湖库水深格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerCompleteBougure/TerLakeseabouginflu/lakedepth.dat.
 >> 打开湖面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerCompleteBougure/TerLakeseabouginflu/lakehgt.dat.
 >> 打开计算点空间位置文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerCompleteBougure/TerLakeseabouginflu/calcpnt.txt.
 ** 观察下方窗口文件信息, 设置点值文件格式...
 >> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerCompleteBougure/TerLakeseabouginflu/rstlake.txt.
 >> 在计算点记录的基础上, 增加内陆水体完全布格影响值, 保留4位有效数字。
 >> 参数设置结果已输入系统!
 ** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....
 >> 计算开始时间: 2024-09-02 12:52:16
 >> 完成大地水准面及其外部内陆水体完全布格影响计算!
 >> 计算结束时间: 2024-09-02 12:52:27

陆地积分半径 60 km

计算结果保存为

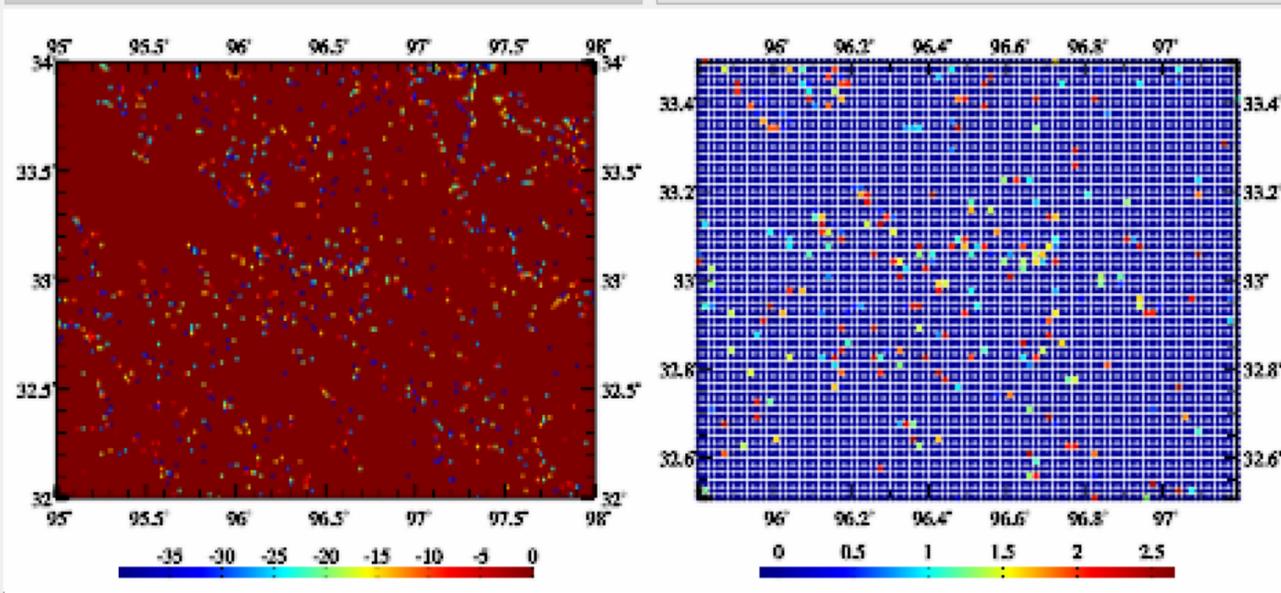
参数设置结果输入

开始计算

| no | lon | lat | hgt | | |
|----|-----------|-----------|----------|---------|--|
| 1 | 95.808333 | 32.508333 | 4287.928 | 0.0084 | |
| 2 | 95.825000 | 32.508333 | 4393.299 | 0.0082 | |
| 3 | 95.841667 | 32.508333 | 4472.533 | -0.0019 | |
| 4 | 95.858333 | 32.508333 | 4455.904 | -0.0005 | |
| 5 | 95.875000 | 32.508333 | 4449.265 | -0.0012 | |
| 6 | 95.891667 | 32.508333 | 4381.011 | 0.0001 | |
| 7 | 95.908333 | 32.508333 | 4330.999 | 0.0004 | |
| 8 | 95.925000 | 32.508333 | 4388.620 | -0.0012 | |
| 9 | 95.941667 | 32.508333 | 4361.609 | -0.0008 | |
| 10 | 95.958333 | 32.508333 | 4261.231 | 0.0008 | |
| 11 | 95.975000 | 32.508333 | 4152.346 | 0.0024 | |
| 12 | 95.991667 | 32.508333 | 4138.344 | 0.0019 | |
| 13 | 96.008333 | 32.508333 | 4174.044 | 0.0007 | |
| 14 | 96.025000 | 32.508333 | 4193.084 | -0.0001 | |
| 15 | 96.041667 | 32.508333 | 4078.828 | 0.0003 | |
| 16 | 96.058333 | 32.508333 | 3984.327 | 0.0004 | |
| 17 | 96.075000 | 32.508333 | 4052.948 | -0.0003 | |
| 18 | 96.091667 | 32.508333 | 4094.322 | -0.0007 | |
| 19 | 96.108333 | 32.508333 | 4073.320 | -0.0007 | |

提取完全布格影响

图形绘制



湖库水深格网模型m

重力完全布格影响mGal

- 程序适合陆地、陆海交界、海域无缝的重力、空间异常和扰动重力完全布格影响统一计算。计算点位置适合大地水准面及外部近地空间, 即大地水准面至航空高度。
- 若将陆海地形模型中的海洋水深置零, 程序自动计算近地空间陆地完全布格影响; 若将陆海地形模型中的地面高程置零, 程序自动计算近地空间海水完全布格影响。
- 近海陆地受海水布格影响, 近岸海域受陆地局部地形影响。海岸带陆域或海域, 同时受海水布格和陆地局部地形影响。

大地水准面外部地形Helmert凝聚数值积分



外部各种场元地形Helmert凝聚数值积分

外部各种场元地形Helmert凝聚快速FFT计算

外部重力场元地形Helmert凝聚影响计算器

计算公式

打开地面数字高程模型文件

打开地面大地高格网文件

选择计算点文件格式

离散计算点文件

打开计算点空间位置文件

设置点值文件格式

头文件占住的行数 1

大地高属性列序号 4

选择场元类型

高程异常(m)

重力(mGal)

垂线偏差(")

重力梯度(E)

设置积分半径 90 km

提取地形Helmert凝聚

图形绘制

>> 计算过程 ** 操作提示

>> [功能]由地面数字高程模型和地面大地高格网，按严密数值积分方法，计算大地水准面及其外部高程异常(m)、重力(mGal)、垂线偏差(南向、西向)或重力梯度(径向，E)的地形Helmert凝聚。

** 输入格网规格相同的地面数字高程模型与地面大地高格网文件...

>> 打开地面数字高程模型文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerHelmertcondensat/landtmlm.dat.

>> 打开地面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerHelmertcondensat/landbmsurfhgt.dat.

>> 打开计算点空间位置文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerHelmertcondensat/surfhgt.txt.

** 观察下方窗口文件信息，设置点值文件格式...

>> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerHelmertcondensat/result.txt.

** 记录格式：在空间计算点值文件记录的基础上，增加若干列指定类型场元地形Helmert凝聚影响计算值，保留4位有效数字。

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮，或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间：2024-09-03 08:18:39

>> 完成大地水准面及其外部场元的地形Helmert凝聚积分计算!

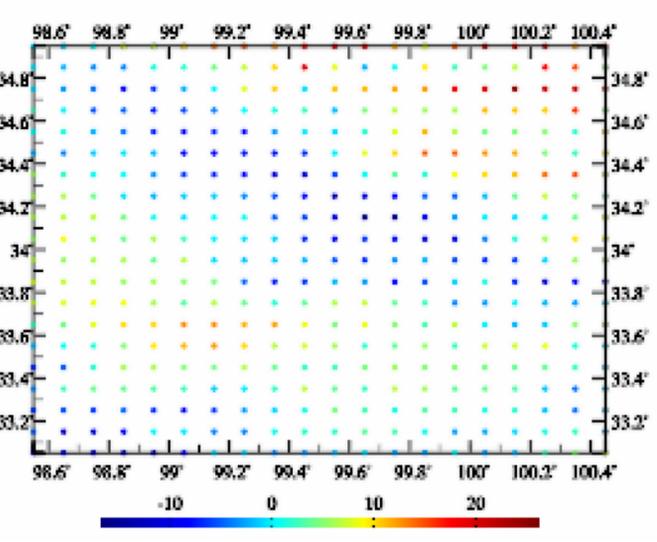
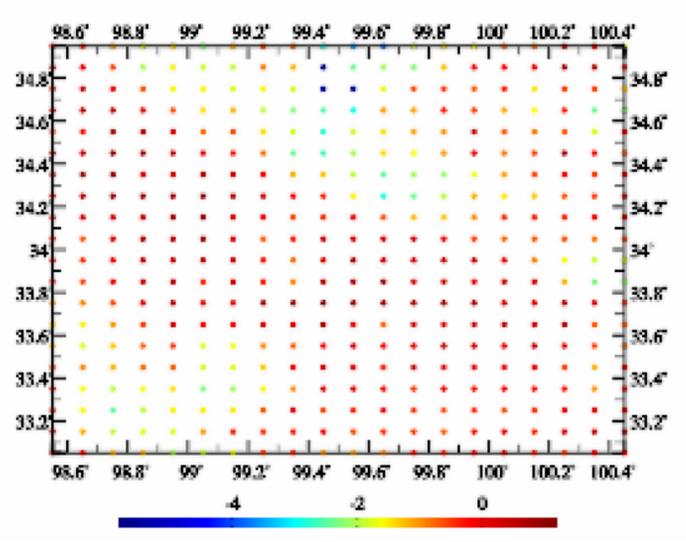
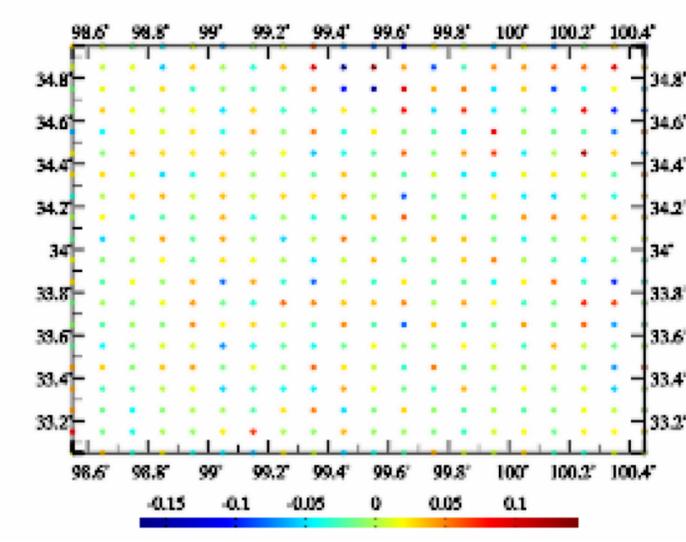
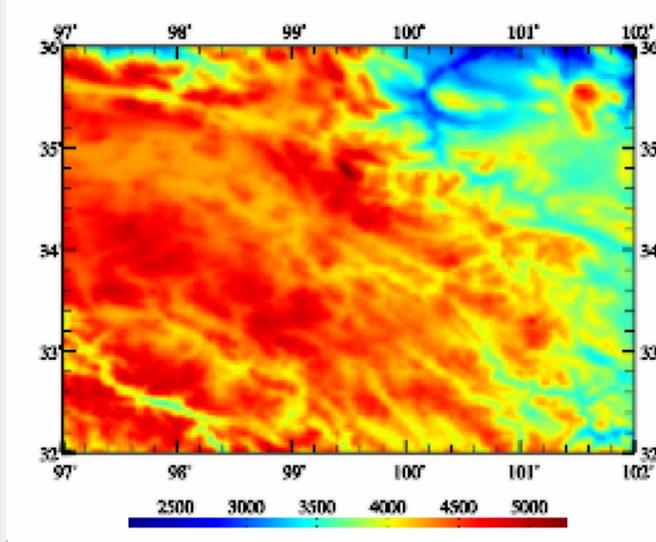
>> 计算结束时间：2024-09-03 08:18:44

计算结果保存为

参数设置结果输入

开始积分计算

| no | lon(deg/decimal) | lat | ellipHeight(m) | | | | | | |
|----|------------------|-----------|----------------|---------|---------|----------|---------|---------|--|
| 1 | 98.550000 | 33.050000 | 4372.431 | 0.0056 | -0.0969 | -8.7481 | 0.5033 | -1.2229 | |
| 2 | 98.650000 | 33.050000 | 4372.834 | 0.0347 | 0.0307 | -10.9996 | -6.5552 | -5.9075 | |
| 3 | 98.750000 | 33.050000 | 4530.959 | -0.0336 | -1.1852 | -13.1633 | -9.3919 | 5.9238 | |
| 4 | 98.850000 | 33.050000 | 4567.407 | 0.0234 | -1.1791 | -14.0034 | -2.3475 | -4.6099 | |
| 5 | 98.950000 | 33.050000 | 4646.551 | -0.0401 | -2.0462 | -15.1799 | -4.9229 | 7.2632 | |
| 6 | 99.050000 | 33.050000 | 4672.380 | -0.0463 | -1.9176 | -9.1527 | 2.1447 | 8.2814 | |
| 7 | 99.150000 | 33.050000 | 4611.765 | -0.0611 | -1.6366 | -1.2470 | 5.5278 | 11.4664 | |
| 8 | 99.250000 | 33.050000 | 4475.199 | 0.0232 | -0.5479 | -1.0704 | 7.1169 | -3.7881 | |



● 计算点位置适合大地水准面及其外部近地空间，即大地水准面至航空高度。由于正常重力场保持不变，地形Helmert凝聚影响对象是重力位和重力，因此，任意计算点处扰动重力、空间异常的地形Helmert凝聚影响严格等于重力地形Helmert凝聚影响。

● 与局部地形影响相比，地形Helmert凝聚影响的超短波成分更为丰富。受大陆地形影响，近岸海域存在地形Helmert凝聚影响；大洋深处地形Helmert凝聚影响等于零。

大地水准面外部地形Helmert凝聚数值积分

外部各种场元地形Helmert凝聚数值积分

外部各种场元地形Helmert凝聚快速FFT计算

外部重力场元地形Helmert凝聚影响计算器

计算公式 PAGravf4.5

打开地面数字高程模型文件

打开地面大地高格网文件

选择计算点文件格式

大地高格网文件

打开计算面大地高格网文件

选择场元类型

- 高程异常(m)
- 重力(mGal)
- 垂线偏差(")
- 重力梯度(E)

设置积分半径 90 km

>> 计算过程 ** 操作提示

>> [功能]由地面数字高程模型和地面大地高格网，按严密数值积分方法，计算大地水准面及其外部高程异常(m)、重力(mGal)、垂线偏差(南向、西向)或重力梯度(径向，E)的地形Helmert凝聚。

** 输入格网规格相同的地面数字高程模型与地面大地高格网文件...

>> 打开地面数字高程模型文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerHelmertcondensat/landtmlm.dat.

>> 打开地面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerHelmertcondensat/landbmsurfhgt.dat.

>> 打开计算面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerHelmertcondensat/landgeoidhgt.dat.

>> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerHelmertcondensat/geoidhgt.txt.

** 程序同时当前目录下，输出高程异常(*.ksi)、重力(*.gra)、垂线偏差向量(*.dft)或重力梯度(*.grr)的地形Helmert凝聚影响格网文件。*为界面输入的结果文件名，程序输出指定类型场元的地形Helmert凝聚影响格网文件。

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮，或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间：2024-09-03 08:19:43

>> 完成大地水准面及其外部场元的地形Helmert凝聚积分计算!

>> 计算结束时间：2024-09-03 08:30:11

计算结果保存为

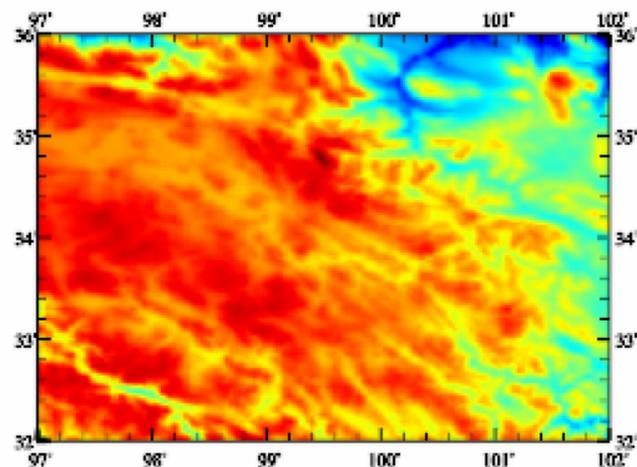
参数设置结果输入

开始积分计算

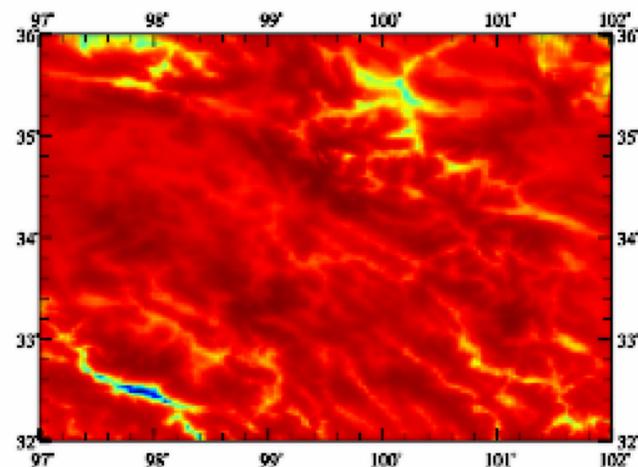
C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerHelmertcondensat/geoidhgt.ksi
 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerHelmertcondensat/geoidhgt.gra
 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerHelmertcondensat/geoidhgt.dft
 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerHelmertcondensat/geoidhgt.grr

提取地形Helmert凝聚

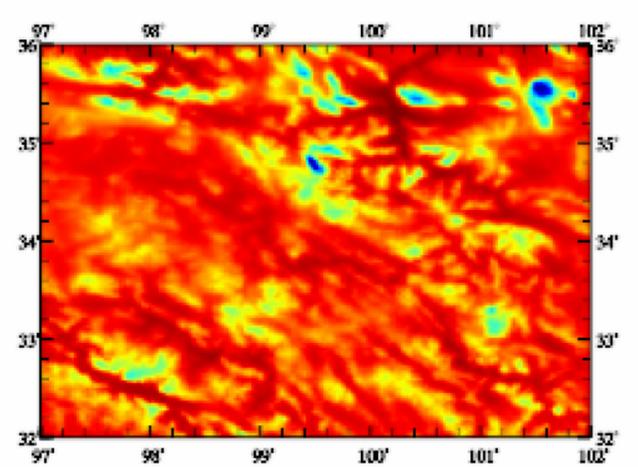
图形绘制 ↓



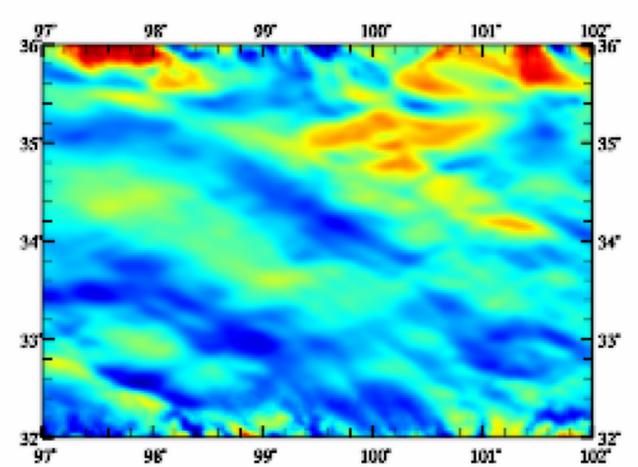
地面高程模型(m)



高程异常(m)



重力(mGal)



垂线偏差南向(")

● 计算点位置适合大地水准面及其外部近地空间，即大地水准面至航空高度。由于正常重力场保持不变，地形Helmert凝聚影响对象是重力位和重力，因此，任意计算点处扰动重力、空间异常的地形Helmert凝聚影响严格等于重力地形Helmert凝聚影响。

● 与局部地形影响相比，地形Helmert凝聚影响的超短波成分更为丰富。受大陆地形影响，近岸海域存在地形Helmert凝聚影响；大洋深处地形Helmert凝聚影响等于零。



外部场元地形Helmert凝聚影响FFT计算

查看样例

外部各种场元地形Helmert凝聚数值积分

外部各种场元地形Helmert凝聚快速FFT计算

外部重力场元地形Helmert凝聚影响计算器

计算公式 PAGravf4.5

打开地面数字高程模型文件

打开地面大地高格网文件

打开计算面大地高格网文件

选择场元类型

- 高程异常(m)
- 重力(mGal)
- 垂线偏差(")
- 重力梯度(E)

设置积分半径 90 km

>> 计算过程 ** 操作提示

>> [功能]由地面数字高程模型和地面大地高格网，按二维或一维FFT快速积分算法，计算大地水准面及其外部高程异常(m)、重力(mGal)、垂线偏差(“)或重力梯度(径向, E)的地形Helmert凝聚影响。
 ** 输入格网规格相同的地面数字高程模型、地面大地高格网与计算面大地高格网文件....

>> 打开地面数字高程模型文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerHelmertcondensat/landtmlm.dat.
 >> 打开地面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerHelmertcondensat/landbmsurfhgt.dat.
 >> 打开计算面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerHelmertcondensat/landgeoidhgt.dat.
 >> 按二维FFT算法计算大地水准面外部地形Helmert凝聚影响...

>> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerHelmertcondensat/surfFFT2.txt.
 ** 程序同时当前目录下，输出高程异常(*.ksi)、重力(*.gra)、垂线偏差向量(*.dft)或重力梯度(*.grr)的地形Helmert凝聚影响格网文件。*为界面输入的结果文件名，程序输出指定类型场元的地形Helmert凝聚影响格网文件。

>> 参数设置结果已输入系统!
 ** 点击[开始计算]控件按钮，或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间: 2024-09-03 08:32:11
 >> 完成大地水准面及其外部场元的地形Helmert凝聚积分计算!
 >> 计算结束时间: 2024-09-03 08:32:15

选择快速算法 二维FFT算法

计算结果保存为

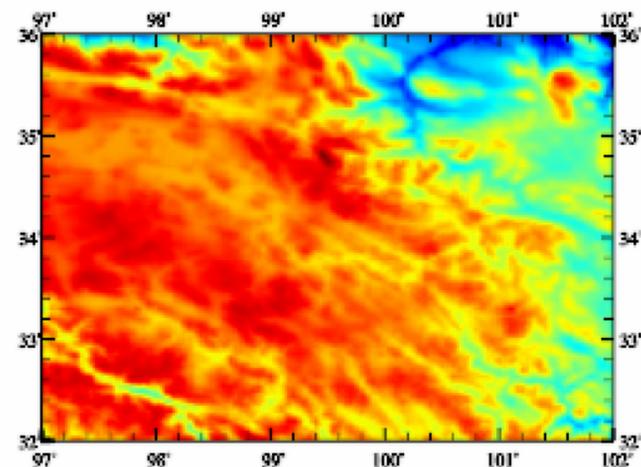
参数设置结果输入

开始积分计算

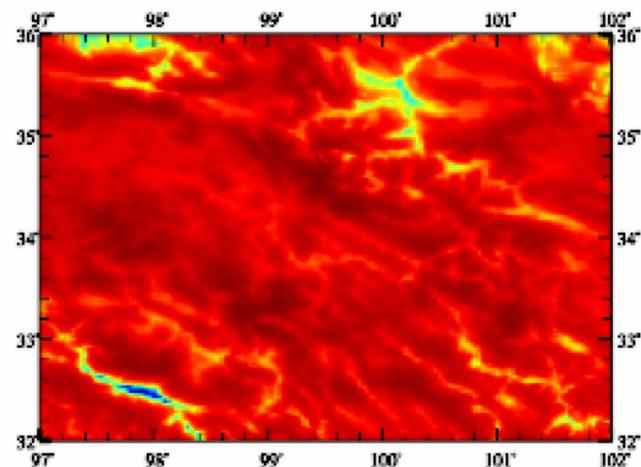
C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerHelmertcondensat/surfFFT2.ksi
 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerHelmertcondensat/surfFFT2.dft
 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerHelmertcondensat/surfFFT2.grr

提取地形Helmert凝聚

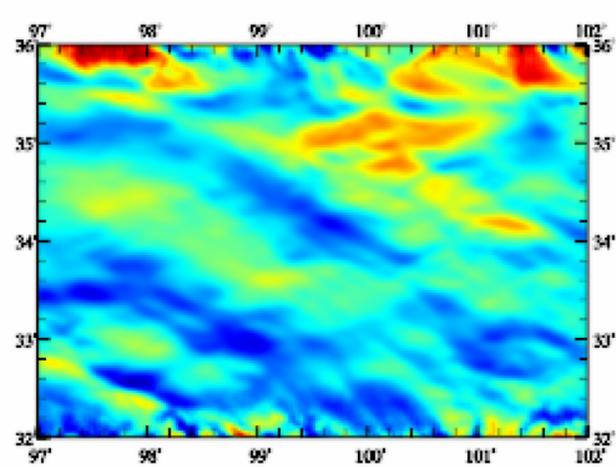
图形绘制



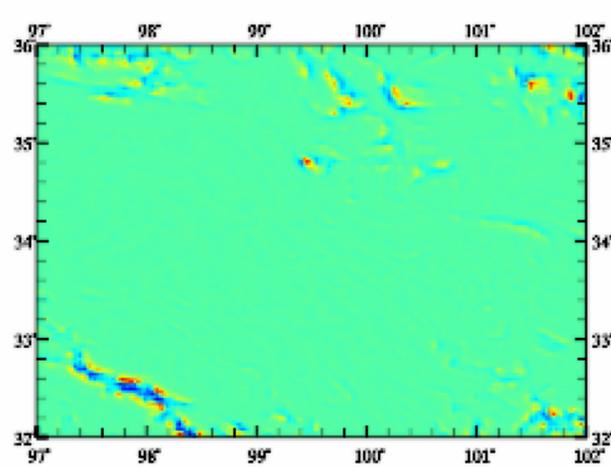
地面高程模型(m)



高程异常(m)



垂线偏差南向(“)



重力梯度(径向E)

● 计算点位置适合大地水准面及其外部近地空间，即大地水准面至航空高度。由于正常重力场保持不变，地形Helmert凝聚影响对象是重力位和重力，因此，任意计算点处扰动重力、空间异常的地形Helmert凝聚影响严格等于重力地形Helmert凝聚影响。

● 与局部地形影响相比，地形Helmert凝聚影响的超短波成分更为丰富。受大陆地形影响，近岸海域存在地形Helmert凝聚影响；大洋深处地形Helmert凝聚影响等于零。



外部场元地形Helmert凝聚影响FFT计算

查看样例

外部各种场元地形Helmert凝聚数值积分

外部各种场元地形Helmert凝聚快速FFT计算

外部重力场元地形Helmert凝聚影响计算器

高精度重力场逼近与大地水准面计算系统
PAGrav4.5

打开地面数字高程模型文件

打开地面大地高格网文件

打开计算面大地高格网文件

选择场元类型

- 高程异常(m)
- 重力(mGal)
- 垂线偏差(")
- 重力梯度(E)

设置积分半径 90 km

>> 计算过程 ** 操作提示

>> [功能]由地面数字高程模型和地面大地高格网，按二维或一维FFT快速积分算法，计算大地水准面及其外部高程异常(m)、重力(mGal)、垂线偏差(“)或重力梯度(径向，E)的地形Helmert凝聚影响。
 ** 输入格网规格相同的地面数字高程模型、地面大地高格网与计算面大地高格网文件....

>> 打开地面数字高程模型文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerHelmertcondensat/landtmlm.dat.
 >> 打开地面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerHelmertcondensat/landbmsurfhgt.dat.
 >> 打开计算面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerHelmertcondensat/landgeoidhgt.dat.
 >> 按一维FFT算法计算大地水准面外部地形Helmert凝聚影响...

>> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerHelmertcondensat/surfFFT1.txt.
 ** 程序同时当前目录下，输出高程异常(*.ksi)、重力(*.gra)、垂线偏差向量(*.dft)或重力梯度(*.grr)的地形Helmert凝聚影响格网文件。*为界面输入的结果文件名，程序输出指定类型场元的地形Helmert凝聚影响格网文件。

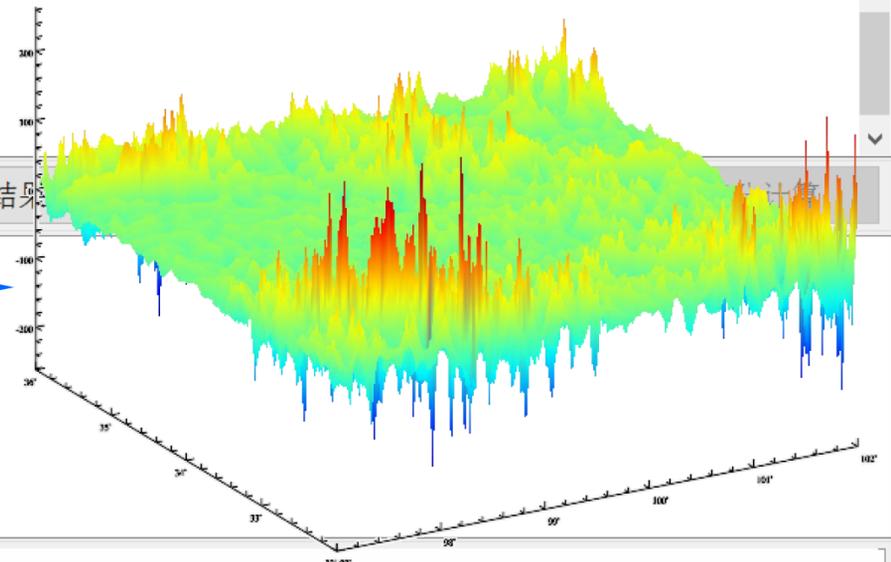
>> 参数设置结果已输入系统!
 ** 点击[开始计算]控件按钮，或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间：2024-09-03 08:33:55
 >> 完成大地水准面及其外部场元的地形Helmert凝聚积分计算!
 >> 计算结束时间：2024-09-03 08:37:19

选择快速算法 一维FFT算法

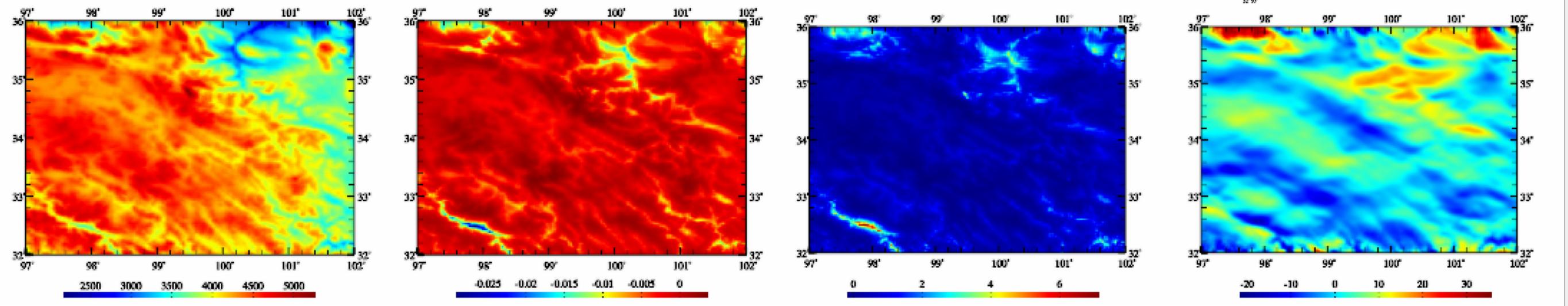
C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerHelmertcondensat/surfFFT1.ksi
 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerHelmertcondensat/surfFFT1.gra
 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerHelmertcondensat/surfFFT1.dft
 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerHelmertcondensat/surfFFT1.grr

计算结果



提取地形Helmert凝聚

图形绘制



地面高程模型(m)

高程异常(m)

重力(mGal)

垂线偏差南向(")

● 计算点位置适合大地水准面及其外部近地空间，即大地水准面至航空高度。由于正常重力场保持不变，地形Helmert凝聚影响对象是重力位和重力，因此，任意计算点处扰动重力、空间异常的地形Helmert凝聚影响严格等于重力地形Helmert凝聚影响。

● 与局部地形影响相比，地形Helmert凝聚影响的超短波成分更为丰富。受大陆地形影响，近岸海域存在地形Helmert凝聚影响；大洋深处地形Helmert凝聚影响等于零。

打开地面数字高程模型文件

打开地面大地高格值文件

输入计算点大地坐标

大地经度 98.240000°

大地纬度 32.428000°

大地高 2017.830m

设置积分半径 90 km

开始计算

地面数字高程模型

| | | | | | |
|-----------|------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 97.000000 | 102.000000 | 32.000000 | 36.000000 | 0.01666667 | 0.01666667 |
| 3988.0003 | 4048.9987 | 4129.9921 | 4151.9956 | 4155.9995 | 4177.9961 |
| 4277.9980 | 4373.9953 | 4466.9865 | 4479.9931 | 4520.9918 | 4547.9825 |
| 4242.0005 | 4229.0008 | 4211.0001 | 4165.0054 | 4150.0047 | 4157.0059 |
| 4429.0008 | 4511.9959 | 4529.9991 | 4531.0014 | 4539.9993 | 4531.9988 |
| 4273.0028 | 4221.0056 | 4196.0075 | 4196.0093 | 4251.0050 | 4337.9987 |
| 4643.9962 | 4607.0004 | 4605.9961 | 4605.9986 | 4457.0003 | 4379.9835 |
| 4500.0065 | 4593.9997 | 4650.9951 | 4650.9989 | 4585.9976 | 4473.0101 |
| 4272.0146 | 4409.0057 | 4543.9981 | 4543.9981 | 4647.0046 | 4729.0038 |
| 4530.9966 | 4456.9997 | 4321.9997 | 4321.9997 | 4160.0042 | 4071.0117 |
| 4371.0006 | 4421.9997 | 4421.9997 | 4421.9997 | 4493.9994 | 4520.9942 |
| 3868.0107 | 3957.9997 | 4066.0037 | 4066.0037 | 4066.0037 | 4124.0006 |
| 4243.0076 | 4243.0076 | 4347.9996 | 4347.9996 | 4347.9996 | 4347.9933 |
| 4161.9980 | 4189.9996 | 4226.9996 | 4226.9996 | 4226.9996 | 4040.0077 |
| 4050.9965 | 4023.9996 | 4150.9934 | 4150.9934 | 4150.9934 | 4235.0039 |
| 4051.0030 | 4022.0027 | 4092.9988 | 4092.9988 | 4092.9988 | 3996.0025 |
| 4299.0025 | 4415.9991 | 4458.0037 | 4458.0037 | 4458.0037 | 4431.9971 |
| 3672.0205 | 3912.9978 | 4150.0051 | 4150.0051 | 4313.9938 | 4374.9940 |
| 4389.9975 | 4386.9989 | 4385.9985 | 4382.9967 | 4358.9980 | 4337.9925 |
| 4185.9964 | 4135.0004 | 4099.9998 | 4073.9998 | 4073.9986 | 4110.9920 |

各种重力场元地形Helmert凝聚影响

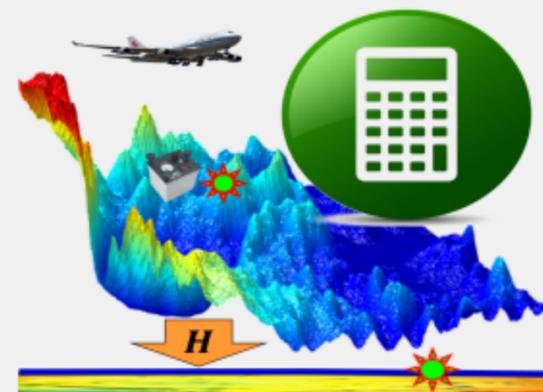
高程异常m -0.0207

重力mGal -0.6315

垂线偏差南向" -14.1486

垂线偏差西向" -1.2267

重力梯度E 9.7229



首先输入规格完全相同的地面数字高程模型（表示地形起伏）与地面大地高格网（表示地面位置的大地坐标）文件，点亮[开始计算]按钮。之后，可反复输入计算点的大地坐标，及时计算并显示计算点处各种类型场元的地形Helmert凝聚影响。

计算点位置适合大地水准面及其外部近地空间，即大地水准面至航空高度。

程序容许随时从界面更换地面数字高程模型与地面大地高格网文件，或改变积分半径，用户输入会立即生效。

打开地面数字高程模型文件

打开地面大地高格值文件

输入计算点大地坐标

大地经度 98.240000°

大地纬度 32.428000°

大地高 0.830m

设置积分半径 90 km

开始计算

地面数字高程模型

| | | | | | |
|-----------|------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 97.000000 | 102.000000 | 32.000000 | 36.000000 | 0.01666667 | 0.01666667 |
| 3988.0003 | 4048.9987 | 4129.9921 | 4151.9956 | 4155.9995 | 4177.9961 |
| 4277.9980 | 4373.9953 | 4466.9865 | 4479.9931 | 4520.9918 | 4547.9825 |
| 4242.0005 | 4229.0008 | 4211.0001 | 4165.0054 | 4150.0047 | 4157.0059 |
| 4429.0008 | 4511.9959 | 4529.9991 | 4531.0014 | 4539.9993 | 4531.9988 |
| 4273.0028 | 4221.0056 | 4196.0071 | 4196.0093 | 4251.0050 | 4337.9987 |
| 4643.9962 | 4637.0004 | 4605.9995 | 4605.9995 | 4457.0003 | 4379.9835 |
| 4500.0065 | 4593.9991 | 4616.9991 | 4616.9991 | 4585.9976 | 4473.0101 |
| 4272.0146 | 4419.9991 | 4419.9991 | 4419.9991 | 4447.0046 | 4729.0038 |
| 4530.9966 | 4419.9991 | 4419.9991 | 4419.9991 | 4419.9991 | 4071.0117 |
| 4371.0006 | 4420.0000 | 4420.0000 | 4420.0000 | 4420.0000 | 4520.9942 |
| 3868.0107 | 3964.9991 | 3964.9991 | 3964.9991 | 3964.9991 | 4124.0006 |
| 4243.0076 | 4270.0000 | 4270.0000 | 4270.0000 | 4270.0000 | 4347.9933 |
| 4161.9980 | 4139.9937 | 4139.9937 | 4139.9937 | 4139.9937 | 4040.0077 |
| 4050.9965 | 4023.0017 | 4023.0017 | 4023.0017 | 4023.0017 | 4235.0039 |
| 4051.0030 | 4022.0027 | 3996.0025 | 3996.0025 | 4032.9988 | 3996.0025 |
| 4299.0025 | 4415.9991 | 4510.9991 | 4514.9967 | 4458.0037 | 4431.9971 |
| 3672.0205 | 3912.9978 | 4073.9952 | 4159.0051 | 4313.9938 | 4374.9940 |
| 4389.9975 | 4386.9989 | 4385.9985 | 4382.9967 | 4358.9980 | 4337.9925 |
| 4185.9964 | 4135.0004 | 4099.9998 | 4073.9998 | 4073.9986 | 4110.9920 |

各种重力场元地形Helmert凝聚影响

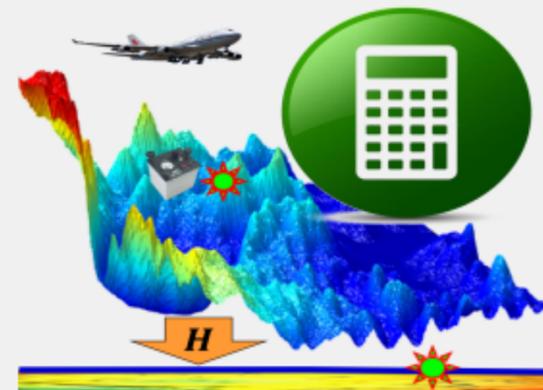
高程异常m -0.0214

重力mGal -0.2604

垂线偏差南向" -10.6603

垂线偏差西向" -0.1586

重力梯度E 1.0723



首先输入规格完全相同的地面数字高程模型（表示地形起伏）与地面大地高格网（表示地面位置的大地坐标）文件，点亮[开始计算]按钮。之后，可反复输入计算点的大地坐标，及时计算并显示计算点处各种类型场元的地形Helmert凝聚影响。

计算点位置适合大地水准面及其外部近地空间，即大地水准面至航空高度。

程序容许随时从界面更换地面数字高程模型与地面大地高格网文件，或改变积分半径，用户输入会立即生效。

近地空间场元陆海剩余地形影响数值积分

查看样例

高精度重力场逼近与大地水准面计算系统

PAGrav4.5

中国科学院测绘科学研究院
二〇二四年九月

近地空间场元陆海剩余地形影响数值积分

近地各种场元陆海剩余地形影响FFT计算

近地空间场元陆海剩余地形影响计算

打开高分陆海地形模型格网文件

打开低通陆海地形模型格网文件

打开地面/海面大地高格网文件

选择计算点文件格式

离散计算点文件

打开计算点空间位置文件

设置点值文件格式

头文件占住的行数

1

大地高属性列序号

4

选择场元类型

- 高程异常(m)
- 重力(mGal)
- 垂线偏差(")
- 重力梯度(E)

设置积分半径 90 km

提取剩余地形影响

图形绘制

>> 计算过程 ** 操作提示

>> [功能]由陆海高分地形模型、低通陆海地形模型和地面/海面大地高格网，按严密数值积分，计算大地水准面及其外部高程异常(m)、重力(mGal)、垂线偏差(")或重力梯度(E, 径向)的陆海剩余地形影响。

** 输入格网规格相同的陆海高分地形模型、低通陆海地形模型和地面/海面大地高格网文件...

>> 打开陆海高分地形模型格网文件 C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/Renterrianeffect/landtmlm.dat.

>> 打开低通陆海地形模型格网文件 C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/Renterrianeffect/landtmlmlvb.dat.

>> 打开地面/海面大地高格网文件 C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/Renterrianeffect/landbmsurfhgt.dat.

>> 打开计算点空间位置文件 C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/Renterrianeffect/surfhgt.txt.

** 观察下方窗口文件信息，设置点值文件格式...

>> 计算结果保存为 C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/Renterrianeffect/result.txt.

** 记录格式：在空间计算点值文件记录的基础上，增加若干列指定类型场元的剩余地形影响计算值，保留4位有效数字。

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮，或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间：2024-09-03 11:02:28

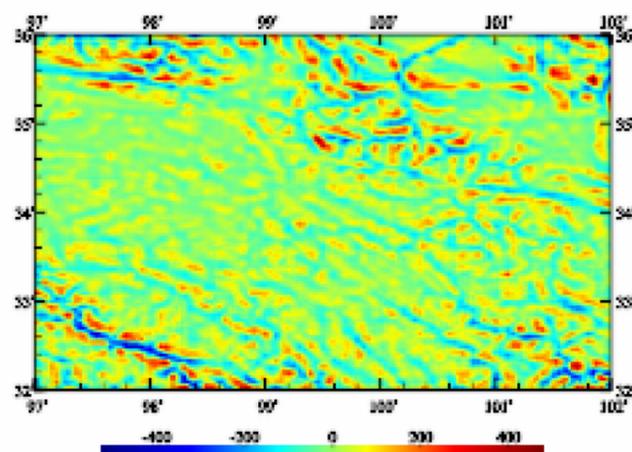
>> 完成大地水准面及其外部场元的剩余地形影响积分计算!

计算结果保存为

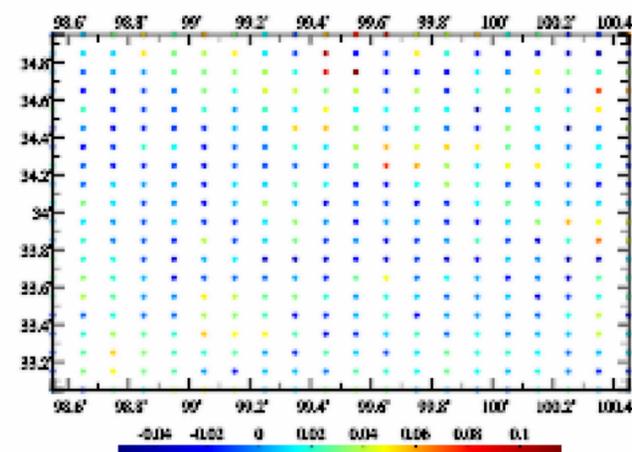
参数设置结果输入

开始积分计算

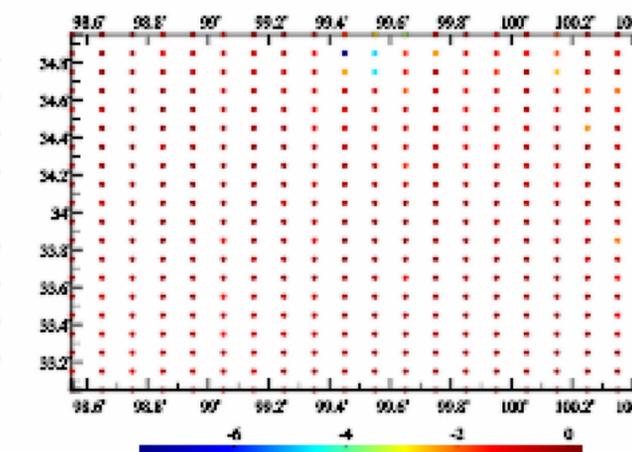
| number | long(deg/decimal) | lat | ellipHeight(m) | | | | | |
|--------|-------------------|-----------|----------------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 1 | 98.550000 | 33.050000 | 4372.431 | -0.0064 | -0.0821 | -0.4948 | 1.6642 | 9.6285 |
| 2 | 98.650000 | 33.050000 | 4372.834 | -0.0128 | -0.0748 | -0.1234 | 0.1747 | 53.4893 |
| 3 | 98.750000 | 33.050000 | 4530.959 | 0.0292 | -0.3837 | -0.3162 | -1.3952 | -50.7005 |
| 4 | 98.850000 | 33.050000 | 4567.407 | 0.0166 | -0.5441 | -0.6622 | 0.5086 | 66.8856 |
| 5 | 98.950000 | 33.050000 | 4646.551 | 0.0452 | -0.7076 | -1.6590 | -1.6979 | -60.9009 |
| 6 | 99.050000 | 33.050000 | 4672.380 | 0.0490 | -0.6732 | -0.4186 | 0.3348 | -75.5007 |



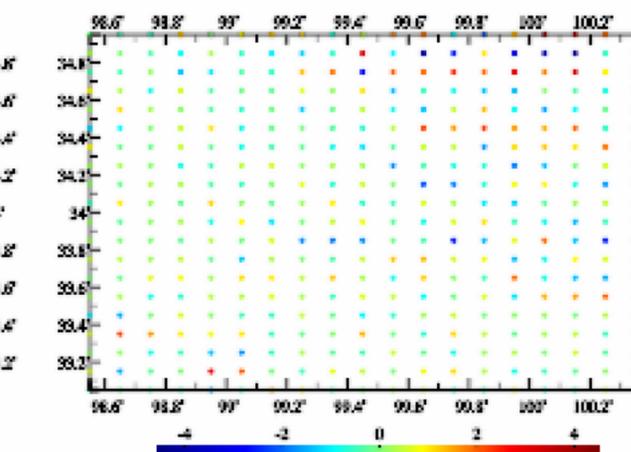
剩余地形模型(m)



高程异常(m)



重力(mGal)



垂线偏差南向(")

计算点位置适合大地水准面及其外部近地空间，即大地水准面至航空高度。由于正常重力场保持不变，地形影响的对象是重力位、重力和重力梯度，因此，任意计算点处扰动重力、空间异常的剩余地形影响都严格等于其重力的剩余地形影响。

程序将陆海高分地形模型与陆海低通地形模型相减，生成陆海剩余地形模型格网。高分陆海地形模型同时用于辨识陆域海域。有限半径积分方法不具备处理地形零阶低阶项的能力，积分前，程序因此自动移去剩余地形模型的统计平均值。



近地空间场元陆海剩余地形影响数值积分

近地各种场元陆海剩余地形影响FFT计算

近地空间场元陆海剩余地形影响计算 PAGrav4.5

选择计算点文件格式

大地高格网文件

选择场元类型

高程异常(m)
 重力(mGal)
 垂线偏差(")
 重力梯度(E)

设置积分半径 90 km

>> 计算过程 ** 操作提示

** 输入格网规格相同的陆海高分地形模型、低通陆海地形模型和地面/海面大地高格网文件...

>> 打开陆海高分地形模型格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Renterrianeffect/landtmlm.dat.

>> 打开低通陆海地形模型格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Renterrianeffect/landtmlmlvb.dat.

>> 打开地面/海面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Renterrianeffect/landbmsurfhgt.dat.

>> 打开计算面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Renterrianeffect/landgeoidhgt.dat.

>> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Renterrianeffect/geoidhgt.txt.

** 程序同时当前目录下, 输出高程异常(*.ksi)、重力(*.gra)、垂线偏差向量(*.dft)或重力梯度(*.grr)的剩余地形影响格网。*为界面输入的结果文件名, 程序输出指定类型场元的剩余地形影响格网文件。

>> 参数设置结果已输入系统!

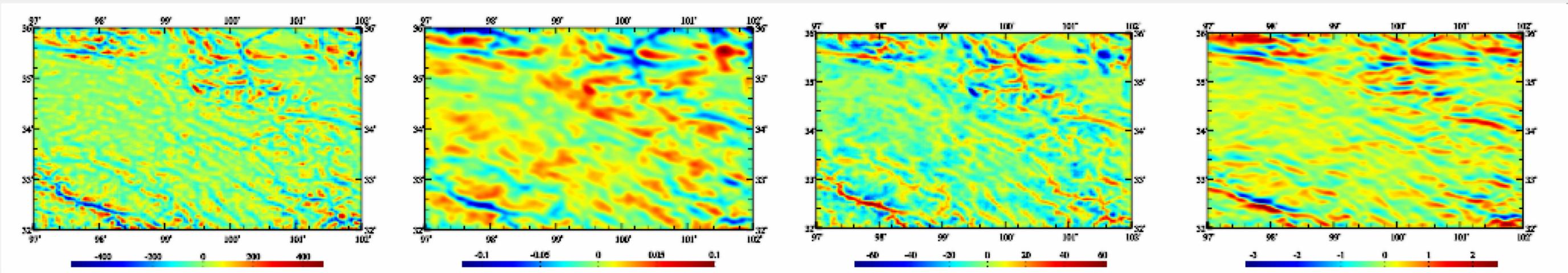
** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间: 2024-09-03 11:04:32

>> 完成大地水准面及其外部场元的剩余地形影响积分计算!

>> 计算结束时间: 2024-09-03 11:11:03

C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Renterrianeffect/geoidhgt.ksi
 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Renterrianeffect/geoidhgt.gra
 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Renterrianeffect/geoidhgt.dft
 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Renterrianeffect/geoidhgt.grr



剩余地形模型 (m)
高程异常(m)
重力(mGal)
垂线偏差南向(")

● 计算点位置适合大地水准面及其外部近地空间, 即大地水准面至航空高度。由于正常重力场保持不变, 地形影响的对象是重力位、重力和重力梯度, 因此, 任意计算点处扰动重力、空间异常的剩余地形影响都严格等于其重力的剩余地形影响。

● 程序将陆海高分地形模型与陆海低通地形模型相减, 生成陆海剩余地形模型格网。高分陆海地形模型同时用于辨识陆域海域。有限半径积分方法不具备处理地形零阶低阶项的能力, 积分前, 程序因此自动移去剩余地形模型的统计平均值。

近地各种场元陆海剩余地形影响FFT计算

查看样例

高精度重力场逼近与大地水准面计算系统

PAGravf4.5

中国科学院测绘研究所
二〇二四年九月

近地空间场元陆海剩余地形影响数值积分

近地各种场元陆海剩余地形影响FFT计算

近地空间场元陆海剩余地形影响计算

打开高分陆海地形模型格网文件

打开低通陆海地形模型格网文件

打开地面/海面大地高格值文件

打开计算面大地高格网文件

选择场元类型

- 高程异常(m)
- 重力(mGal)
- 垂线偏差(")
- 重力梯度(E)

设置积分半径 90 km

>> 计算过程 ** 操作提示

>> [功能]由陆海高分地形模型、陆海低通地形模型和地面/海面大地高格网，按快速FFT算法，计算大地水准面及其外部高程异常(m)、重力(mGal)、垂线偏差向量("，南向S/西向W)和重力梯度(E，径向)的陆海剩余地形影响。

** 输入格网规格相同的陆海高分地形模型、低通陆海地形模型、地面/海面大地高格网和计算面大地高格网文件...

>> 打开陆海高分地形模型格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Renterrianeffect/landtmlm.dat。

>> 打开低通陆海地形模型格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Renterrianeffect/landtmlmlvb.dat。

>> 打开地面/海面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Renterrianeffect/landbmsurfhgt.dat。

>> 按二维FFT算法计算大地水准面外部陆海剩余地形影响...

>> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Renterrianeffect/surfFFT2.txt。

** 程序同时当前目录下，输出高程异常(*.ksi)、重力(*.gra)、垂线偏差向量(*.dft)或重力梯度(*.grr)的剩余地形影响格网。*为界面输入的结果文件名，程序输出指定类型场元的剩余地形影响格网文件。

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮，或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间: 2024-09-03 11:13:36

>> 完成大地水准面及其外部场元的剩余地形影响积分计算!

选择快速算法 二维FFT算法

计算结果保存为

参数设置结果输入

开始积分计算

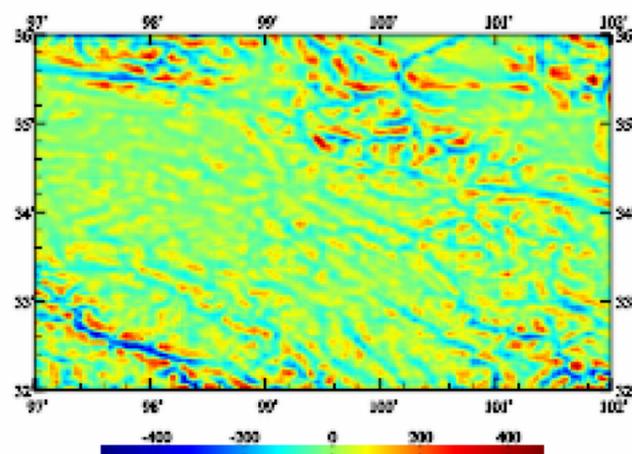
```

C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Renterrianeffect/surfFFT2.ksi
C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Renterrianeffect/surfFFT2.gra
C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Renterrianeffect/surfFFT2.dft
C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Renterrianeffect/surfFFT2.grr

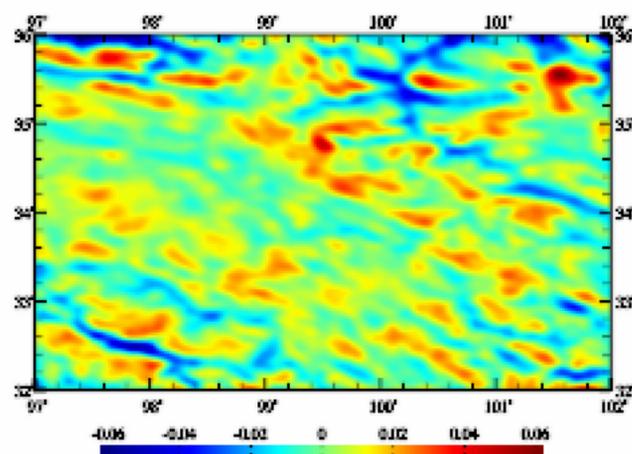
```

提取剩余地形影响

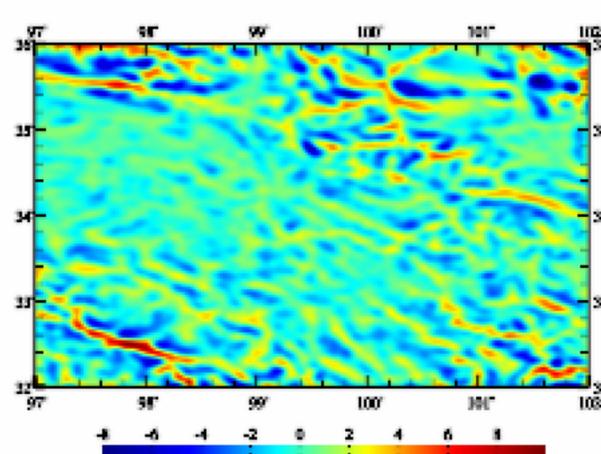
图形绘制



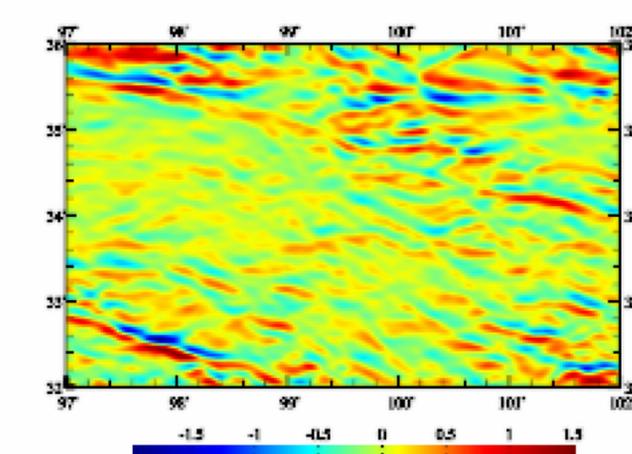
剩余地形模型(m)



高程异常(m)



重力(mGal)



垂线偏差南向(")

计算点位置适合大地水准面及其外部近地空间，即大地水准面至航空高度。由于正常重力场保持不变，地形影响的对象是重力位、重力和重力梯度，因此，任意计算点处扰动重力、空间异常的剩余地形影响都严格等于其重力的剩余地形影响。

程序将陆海高分地形模型与陆海低通地形模型相减，生成陆海剩余地形模型格网。高分陆海地形模型同时用于辨识陆域海域。有限半径积分方法不具备处理地形零阶低阶项的能力，积分前，程序因此自动移去剩余地形模型的统计平均值。

近地各种场元陆海剩余地形影响FFT计算

查看样例

近地空间场元陆海剩余地形影响数值积分

近地各种场元陆海剩余地形影响FFT计算

近地空间场元陆海剩余地形影响计算 PAGravf4.5

打开高分陆海地形模型格网文件

打开低通陆海地形模型格网文件

打开地面/海面大地高格值文件

打开计算面大地高格网文件

选择场元类型

- 高程异常(m)
- 重力(mGal)
- 垂线偏差(")
- 重力梯度(E)

设置积分半径 90 km

>> 计算过程 ** 操作提示

>> [功能]由陆海高分地形模型、陆海低通地形模型和地面/海面大地高格网，按快速FFT算法，计算大地水准面及其外部高程异常(m)、重力(mGal)、垂线偏差向量("，南向S/西向W)和重力梯度(E，径向)的陆海剩余地形影响。

** 输入格网规格相同的陆海高分地形模型、低通陆海地形模型、地面/海面大地高格网和计算面大地高格网文件...

>> 打开陆海高分地形模型格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Renterrianeffect/landtmlm.dat。

>> 打开低通陆海地形模型格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Renterrianeffect/landtmlmlvb.dat。

>> 打开地面/海面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Renterrianeffect/landbmsurfhgt.dat。

>> 打开计算面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Renterrianeffect/landgeoidhgt.dat。

>> 按一维FFT算法计算大地水准面外部陆海剩余地形影响...

>> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Renterrianeffect/surfFFT1.txt。

** 程序同时当前目录下，输出高程异常(*.ksi)、重力(*.gra)、垂线偏差向量(*.dft)或重力梯度(*.grr)的剩余地形影响格网。*为界面输入的结果文件名，程序输出指定类型场元的剩余地形影响格网文件。

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮，或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间：2024-09-03 11:15:47

选择快速算法 一维FFT算法

计算结果保存为

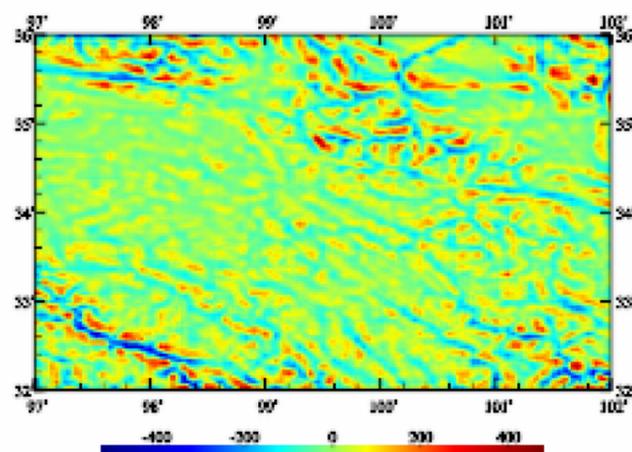
参数设置结果输入

开始积分计算

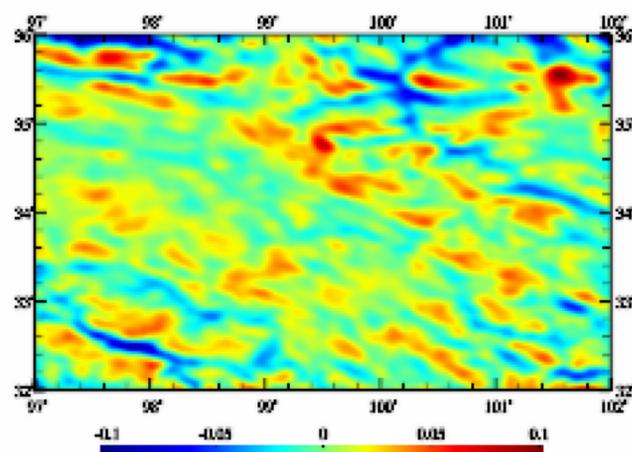
C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Renterrianeffect/surfFFT1.ksi
 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Renterrianeffect/surfFFT1.gra
 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Renterrianeffect/surfFFT1.dft
 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Renterrianeffect/surfFFT1.grr

提取剩余地形影响

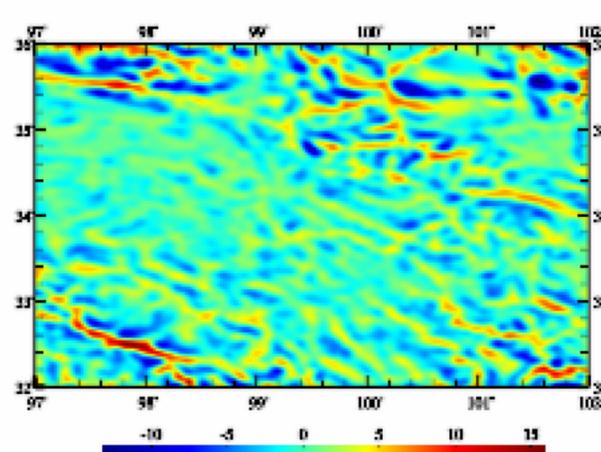
图形绘制



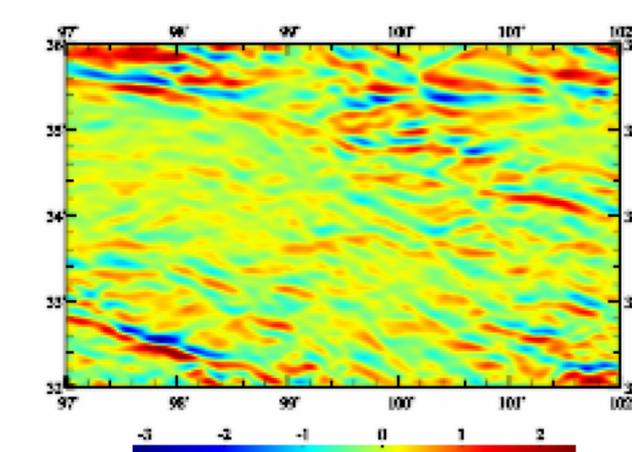
剩余地形模型(m)



高程异常(m)



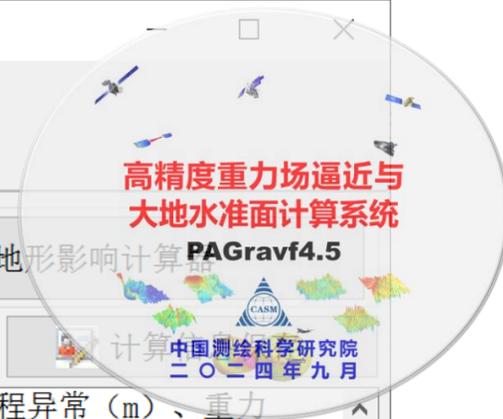
重力(mGal)



垂线偏差南向(")

计算点位置适合大地水准面及其外部近地空间，即大地水准面至航空高度。由于正常重力场保持不变，地形影响的对象是重力位、重力和重力梯度，因此，任意计算点处扰动重力、空间异常的剩余地形影响都严格等于其重力的剩余地形影响。

程序将陆海高分地形模型与陆海低通地形模型相减，生成陆海剩余地形模型格网。高分陆海地形模型同时用于辨识陆域海域。有限半径积分方法不具备处理地形零阶低阶项的能力，积分前，程序因此自动移去剩余地形模型的统计平均值。



打开高分陆海地形模型格网文件

打开低通陆海地形模型格网文件

打开地面/海面大地高格值文件

输入计算点大地坐标

大地经度 98.240000°

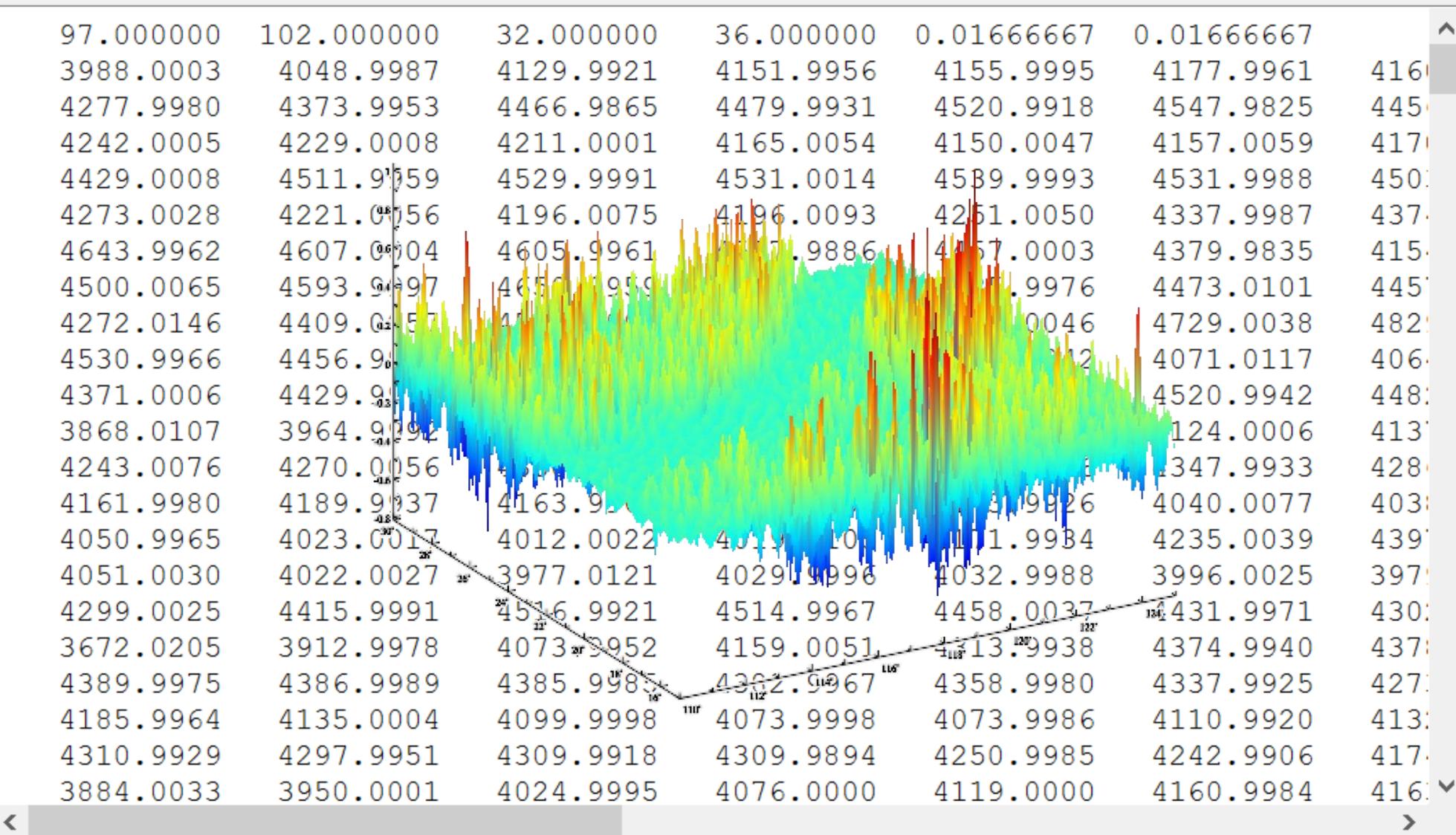
大地纬度 32.428000°

大地高 2017.830m

设置积分半径 90 km

开始计算

高分陆海地形模型



各种扰动场元陆海剩余地形影响/完全布格影响

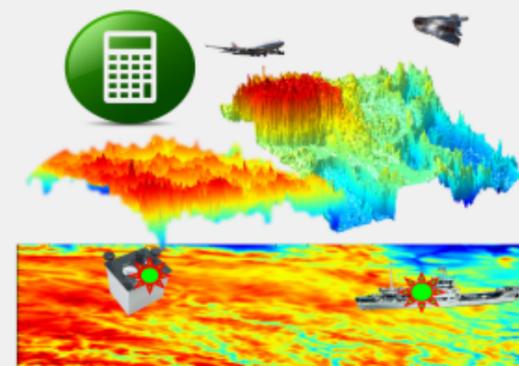
高程异常m 0.0094

重力mGal -7.1398

垂线偏差南向" -2.3612

垂线偏差西向" -0.9987

重力梯度E 13.2737



- 首先输入格网规格完全相同的高分陆海地形模型（区分陆域海域）、低通陆海地形模型与地面/海面大地高格网（表示剩余地形质量流动点所在位置）文件，点亮[开始计算]按钮。之后，可反复输入计算点大地坐标，及时计算并显示计算点处各种类型场元的剩余地形影响。
- 计算点位置适合陆域、海域的大地水准面及其外部近地空间，即大地水准面至航空高度。
- 程序容许随时从界面更换高分、低通陆海地形模型与地面/海面大地高格网文件，或改变积分半径，用户输入会立即生效。

打开高分陆海地形模型格网文件

打开低通陆海地形模型格网文件

打开地面/海面大地高格值文件

输入计算点大地坐标

大地经度 100.450000°

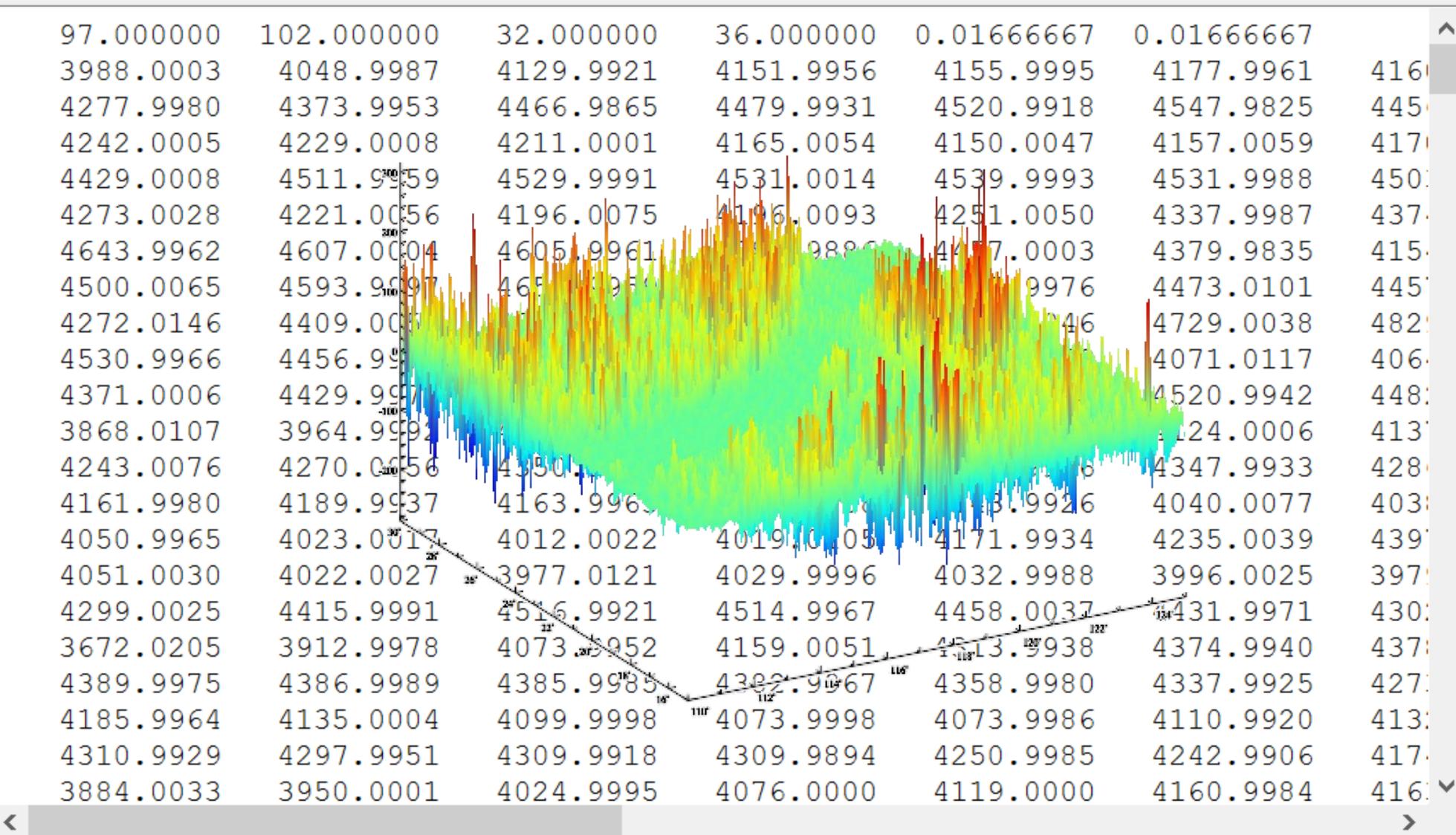
大地纬度 32.428000°

大地高 417.830m

设置积分半径 90 km

开始计算

高分陆海地形模型



各种扰动场元陆海剩余地形影响/完全布格影响

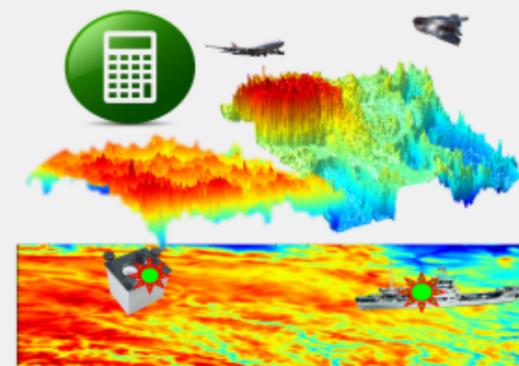
高程异常m 0.0321

重力mGal -13.5424

垂线偏差南向" 0.0383

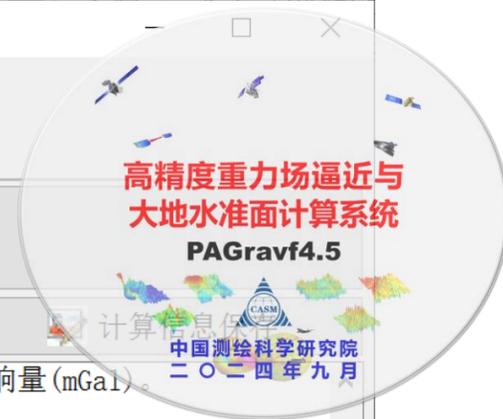
垂线偏差西向" -0.0682

重力梯度E 3.5447



- 首先输入格网规格完全相同的高分陆海地形模型（区分陆域海域）、低通陆海地形模型与地面/海面大地高格网（表示剩余地形质量流动点所在位置）文件，点亮[开始计算]按钮。之后，可反复输入计算点大地坐标，及时计算并显示计算点处各种类型场元的剩余地形影响。
- 计算点位置适合陆域、海域的大地水准面及其外部近地空间，即大地水准面至航空高度。
- 程序容许随时从界面更换高分、低通陆海地形模型与地面/海面大地高格网文件，或改变积分半径，用户输入会立即生效。

地面/海面重力点经典布格均衡影响计算



地面/海面重力点经典布格/均衡影响积分计算 | 陆海重力点经典布格/均衡影响计算器 | 陆海统一的经典布格/均衡影响算法

打开陆海地形数字模型格值文件

打开地面/海面大地高格值文件

选择计算点文件格式
离散计算点文件

打开地面/海面计算点位置文件

计算点头文件占住行数: 1

局部地形影响积分半径: 90 km

均衡/海水布格积分半径: 300 km

均衡补偿深度: 30 km

>> 计算过程 ** 操作提示

>> [功能]由陆海地形数字模型和地面/海面大地高格网, 计算地面/海面重力点陆海统一的经典布格影响/均衡影响及其各种地形影响量 (mGal).

** 输入格网规格相同的陆海地形数字模型和地面/海面大地高格网...

>> 打开陆海地形数字模型格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerSurfacegravinfl/dtm5m.dat.

>> 打开地面/海面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerSurfacegravinfl/dbmhgt5m.dat.

>> 打开地面/海面计算点位置文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerSurfacegravinfl/dbmhgt.txt.

** 观察下方窗口文件信息, 设置点值文件格式...

>> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerSurfacegravinfl/rstpnt.txt.

** 在计算点记录的基础上, 增加高度/水深 (m), 局部地形影响、陆地平面层间影响、海水完全布格影响、陆地均衡影响、海洋均衡影响, 布格影响量与均衡影响量共8个属性值, 保留4位有效数字.

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间: 2024-09-03 12:06:34

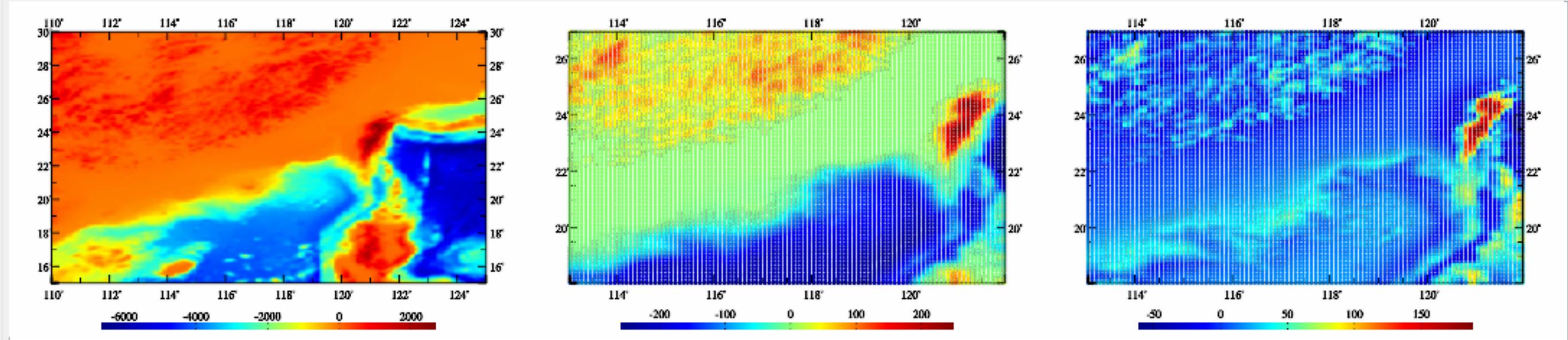
>> 完成经典布格/均衡影响计算!

计算结果保存为 | 参数设置结果输入 | 开始计算

```
cal terrian, plane layer, sea-water Bouguer, land equilibrium...
```

| | | | | | | | | | | |
|----|-----------|--------|-----------|--------|--------|-----------|---------|----------|-----------|---------|
| 57 | 18.041667 | 1.4605 | -2191.889 | 0.0000 | 0.0000 | -109.5704 | -0.0009 | 122.0600 | -109.5704 | 12.4887 |
| 00 | 18.041667 | 1.7831 | -2072.111 | 0.0000 | 0.0000 | -103.9803 | -0.0003 | 122.3674 | -103.9803 | 18.3868 |
| 33 | 18.041667 | 2.1041 | -1926.889 | 0.0000 | 0.0000 | -97.4649 | -0.0000 | 122.9345 | -97.4649 | 25.4695 |
| 57 | 18.041667 | 2.4240 | -1638.222 | 0.0000 | 0.0000 | -89.4900 | 0.0000 | 124.4235 | -89.4900 | 34.9336 |
| 00 | 18.041667 | 2.7435 | -1914.444 | 0.0000 | 0.0000 | -96.2755 | 0.0000 | 126.2211 | -96.2755 | 29.9456 |
| 33 | 18.041667 | 3.0633 | -2010.222 | 0.0000 | 0.0000 | -100.8150 | 0.0000 | 129.3603 | -100.8150 | 28.5453 |

提取布格/均衡影响 | 图形绘制



陆海地形数字模型 (m) | 陆海布格影响量 (mGal) | 陆海均衡影响量 (mGal)

● 经典布格重力异常 = 空间异常 - 布格影响量 - 空间异常由地面到大地水准面的解析延拓量; 经典布格扰动重力 = 扰动重力 - 布格影响量 - 扰动重力解析延拓量。

● 经典均衡重力异常 = 空间异常 - 均衡影响量 - 空间异常解析延拓量; 经典均衡扰动重力 = 扰动重力 - 均衡影响量 - 扰动重力由地面到大地水准面的解析延拓量。

● 程序适合陆地、陆海交界、海域无缝的地面/海面重力布格/均衡影响统一计算。重力数据点可以是大地水准面外部近地空间。解析延拓量需调用[地球重力场数据分析与预处理计算]程序计算, 推荐采用超高阶重力场模型移去恢复法, 或在此基础上增加残差径向梯度法解析延拓。

地面/海面重力点经典布格均衡影响计算



地面/海面重力点经典布格/均衡影响积分计算
陆海重力点经典布格/均衡影响计算器
陆海统一的经典布格/均衡影响算法

选择计算点文件格式

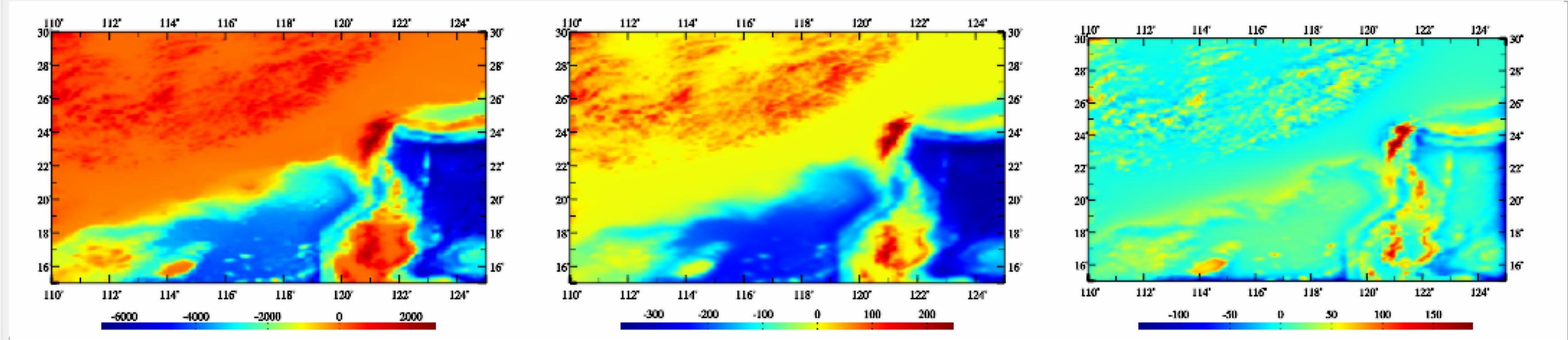
大地高格网文件

局部地形影响积分半径: 90 km
 均衡/海水布格积分半径: 300 km
 均衡补偿深度: 30 km

>> 计算过程 ** 操作提示

>> 打开陆海地形数字模型格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerSurfacegravinfl/dtm5m.dat.
 >> 打开地面/海面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerSurfacegravinfl/dbmhgt5m.dat.
 >> 打开计算范围地面/海面大地高格网 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerSurfacegravinfl/dbmhgt5m.dat.
 >> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerSurfacegravinfl/result.txt.
 ** 记录格式: 点号, 经度, 纬度, 高度/水深, 局部地形影响, 陆地平面层间影响, 海水完全布格影响, 陆地均衡影响, 海洋均衡影响, 布格影响量与均衡影响量。
 ** 程序同时当前目录下, 输出陆海布格影响量(*.bgr)和陆海均衡影响量(*.ist)格网。*为界面输入的结果文件名。
 >> 参数设置结果已输入系统!
 ** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....
 >> 计算开始时间: 2024-09-03 12:11:07
 >> 完成经典布格/均衡影响计算!
 >> 计算结束时间: 2024-09-03 12:12:54

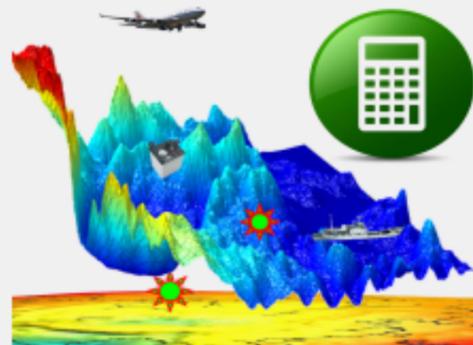
| no | lon(deg/decimal) | lat | height/depth | local | terrian, | plane | layer, | sea-water | Bouguer | effect, | ... |
|----|------------------|----------|--------------|--------|----------|--------|----------|-----------|---------|----------|--------|
| 1 | 110.04167 | 15.04167 | -456.500 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | -7.8971 | 0.0000 | 12.2480 | -7.8971 | 4.3510 |
| 2 | 110.12500 | 15.04167 | -434.667 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | -7.8766 | 0.0000 | 14.7200 | -7.8766 | 6.8435 |
| 3 | 110.20833 | 15.04167 | -465.667 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | -9.1329 | 0.0000 | 17.0115 | -9.1329 | 7.8787 |
| 4 | 110.29167 | 15.04167 | -638.167 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | -13.9564 | 0.0000 | 19.0292 | -13.9564 | 5.0728 |
| 5 | 110.37500 | 15.04167 | -723.167 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | -17.1850 | 0.0000 | 21.0073 | -17.1850 | 3.8223 |
| 6 | 110.45833 | 15.04167 | -742.833 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | -18.6294 | 0.0000 | 22.8917 | -18.6294 | 4.2624 |



经典布格重力异常 = 空间异常 - 布格影响量 - 空间异常由地面到大地水准面的解析延拓量; 经典布格扰动重力 = 扰动重力 - 布格影响量 - 扰动重力解析延拓量。
经典均衡重力异常 = 空间异常 - 均衡影响量 - 空间异常解析延拓量; 经典均衡扰动重力 = 扰动重力 - 均衡影响量 - 扰动重力由地面到大地水准面的解析延拓量。
程序适合陆地、陆海交界、海域无缝的地面/海面重力布格/均衡影响统一计算。重力数据点可以是大地水准面外部近地空间。解析延拓量需调用[地球重力场数据分析与预处理计算]程序计算, 推荐采用超高阶重力场模型移去恢复法, 或在此基础上增加残差径向梯度法解析延拓。

打开陆海地形数字模型格值文件

打开地面/海面大地高格值文件



局部地形影响积分半径 90 km

均衡/海水布格积分半径 300 km

设置地壳均衡补偿深度 30 km

输入地面/海面计算点大地坐标

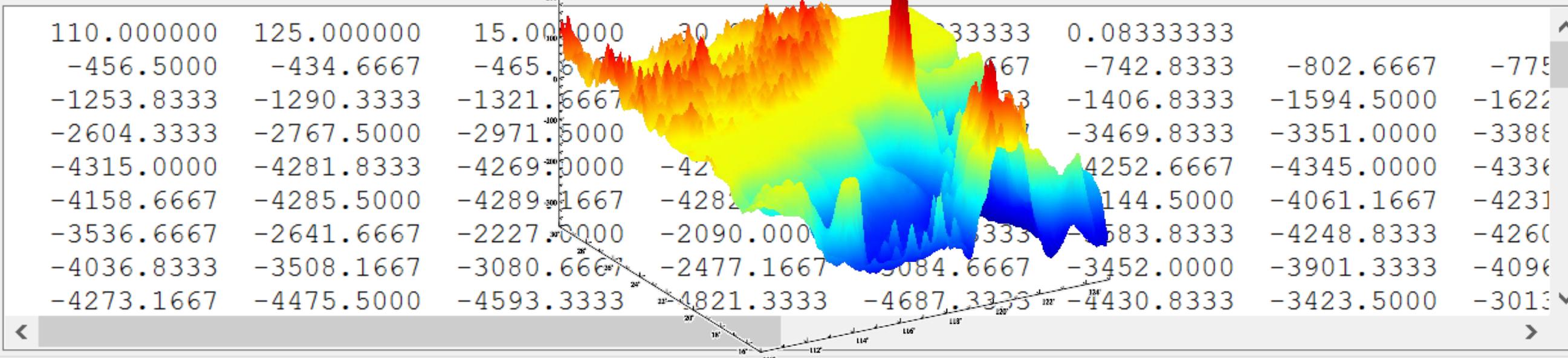
经度 116.24000° 纬度 26.428100°

开始计算

地面/海面计算点地形影响(mGal)

| | | | |
|---------|------------|---------|---------|
| 海拔高或水深 | 400.3811 m | 局部地形影响 | -0.4405 |
| 平面层间影响 | 44.8300 | 海水布格影响 | -0.0000 |
| 陆地均衡影响 | -39.2525 | 海洋均衡影响 | 0.0000 |
| 经典布格影响量 | 44.3896 | 经典均衡影响量 | 5.1370 |

陆海地形数字模型

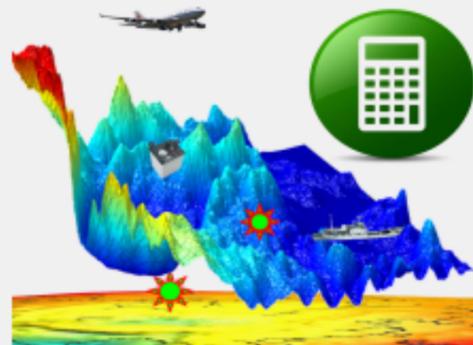


用+表示大于零，-表示小于零，则有：平面层间影响 (+)，海水布格影响 (-)，陆地均衡影响 (-)，海洋均衡影响 (+)。

近岸海域受局部地形影响和陆地均衡影响，不等于零；近海陆地受海水布格影响和海洋均衡影响也不为零。

打开陆海地形数字模型格值文件

打开地面/海面大地高格值文件



局部地形影响积分半径 90 km

均衡/海水布格积分半径 300 km

设置地壳均衡补偿深度 30 km

输入地面/海面计算点大地坐标

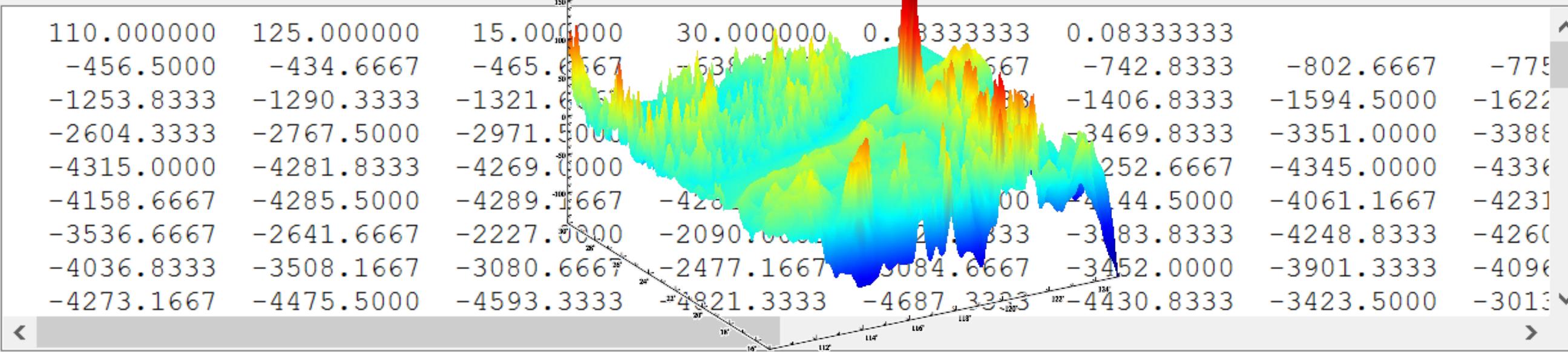
经度 122.24000° 纬度 21.428100°

开始计算

地面/海面计算点地形影响(mGal)

| | | | |
|---------|--------------|---------|-----------|
| 海拔高或水深 | -4157.2996 m | 局部地形影响 | 0.0000 |
| 平面层间影响 | 0.0000 | 海水布格影响 | -161.4502 |
| 陆地均衡影响 | -0.6314 | 海洋均衡影响 | 243.1904 |
| 经典布格影响量 | -161.4502 | 经典均衡影响量 | 81.1088 |

陆海地形数字模型



用+表示大于零，-表示小于零，则有：平面层间影响 (+)，海水布格影响 (-)，陆地均衡影响 (-)，海洋均衡影响 (+)。

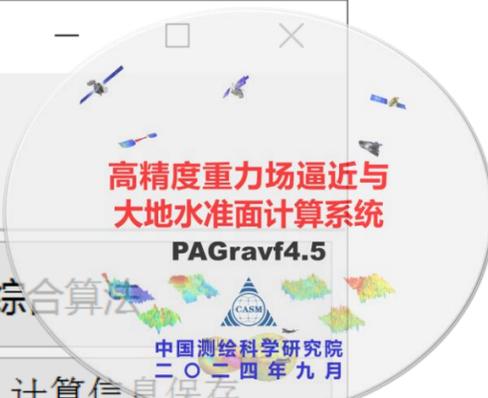
近岸海域受局部地形影响和陆地均衡影响，不等于零；近海陆地受海水布格影响和海洋均衡影响也不为零。

超高阶全球陆海地形球谐分析

打开陆海地形 结果保存 设置参数输入 球谐分析

计算信息保存

查看样例



全球陆海地形数据球坐标格网化

超高阶全球陆海地形球谐分析

全球陆海地形球谐分析与综合算法

打开陆海地形模型球坐标格网文件

>> 计算过程 ** 操作提示

计算信息保存

设置迭代控制条件

残差标准差阈值a

迭代增量终止条件b

同时输出地形位系数模型

** 第14第迭代, 残差标准差 = 7.66e+04
 ** 第15第迭代, 残差标准差 = 7.561e+04
 ** 第16第迭代, 残差标准差 = 7.479e+04
 ** 第17第迭代, 残差标准差 = 7.406e+04
 ** 第18第迭代, 残差标准差 = 7.343e+04
 ** 第19第迭代, 残差标准差 = 7.286e+04
 ** 第20第迭代, 残差标准差 = 7.235e+04
 ** 第21第迭代, 残差标准差 = 7.19e+04
 ** 全球陆海地形残差标准差 = 41.76m.

>> 球谐系数模型头文件: 地心引力常数 ($GM \times 10^{14}$), 椭球长半轴 (a), 零阶项 (kg/m^2), 相对误差 (%).

>> 程序在当前目录下同时输出全球陆海地形规格化位系数文件*geop.dat。*为全球陆海地形面密度球谐系数文件名。

>> 完成球坐标系中陆海地形面密度规格化球谐分析

>> 计算结束时间: 2024-09-03 15:15:06

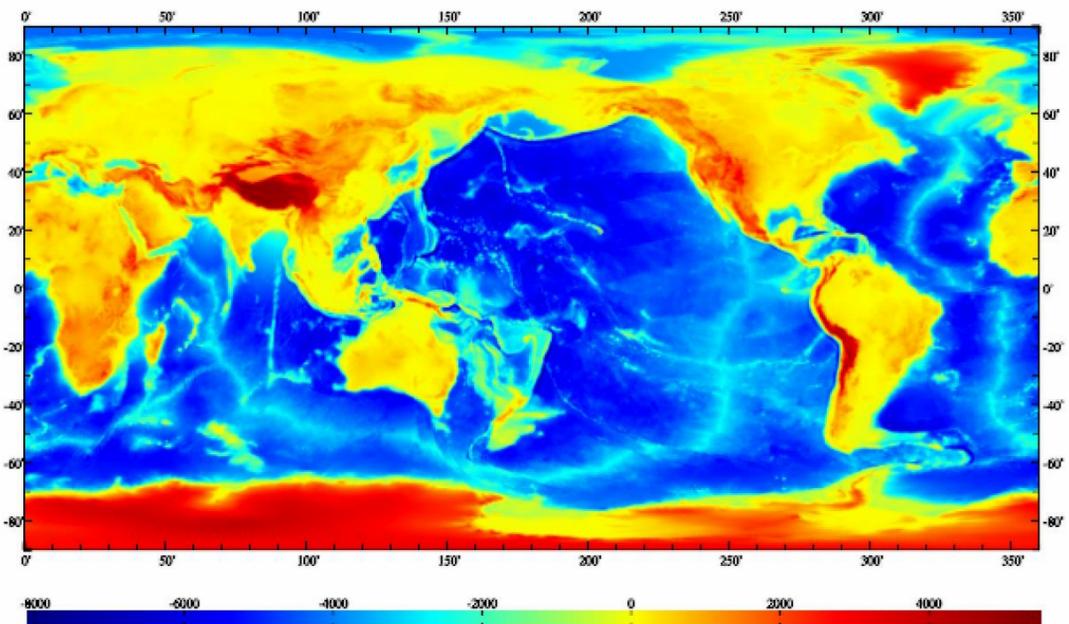
球谐系数模型保存为

残差地形格网保存为

参数设置结果输入

输入输出数据显示

| | | | |
|-------------|------------|-------------------------|-------------------------|
| 3.986004415 | 6378136.30 | -3667855.469 | 2.610 |
| 1 | 0 | 1.7136622041989014E-01 | 0.0000000000000000E+00 |
| 1 | 1 | 1.6662830435045770E-01 | 1.1455495759997025E-01 |
| 2 | 0 | 1.6336321585390826E-01 | 0.0000000000000000E+00 |
| 2 | 1 | 8.4790437441031666E-02 | 9.1248955794424574E-02 |
| 2 | 2 | -1.1820159432747770E-01 | -1.6730453760131058E-02 |
| 3 | 0 | -6.4915217548611903E-02 | 0.0000000000000000E+00 |
| 3 | 1 | -4.4601488606263985E-02 | 4.0150215896509155E-02 |
| 3 | 2 | -1.3058410613118987E-01 | 1.2619038828975734E-01 |
| 3 | 3 | 3.7363651282929691E-02 | 1.5252641909794915E-01 |
| 4 | 0 | 1.0060932875109302E-01 | 0.0000000000000000E+00 |
| 4 | 1 | -5.9865764618243791E-02 | -8.3251300050875360E-02 |



| | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|------------|------------|
| 0.0 | 360.0 | -90.0 | 90.0 | 0.50000000 | 0.50000000 |
| 2734.91 | 2735.40 | 2735.93 | 2736.53 | 2737.08 | 2737.61 |
| 2743.65 | 2744.20 | 2744.92 | 2745.57 | 2746.21 | 2746.86 |
| 2753.34 | 2754.16 | 2754.80 | 2755.49 | 2756.19 | 2756.79 |
| 2764.09 | 2764.85 | 2765.68 | 2766.57 | 2767.32 | 2768.02 |
| 2776.18 | 2776.96 | 2777.86 | 2778.81 | 2779.69 | 2780.46 |
| 2789.14 | 2790.07 | 2791.04 | 2791.81 | 2792.59 | 2793.41 |
| 2801.59 | 2802.21 | 2802.88 | 2803.60 | 2804.26 | 2804.90 |
| 2811.06 | 2811.66 | 2812.18 | 2812.57 | 2813.07 | 2813.50 |
| 2817.19 | 2817.38 | 2817.57 | 2817.83 | 2818.18 | 2818.39 |
| 2819.57 | 2819.61 | 2819.63 | 2819.63 | 2819.68 | 2819.74 |
| 2819.26 | 2819.25 | 2819.13 | 2819.09 | 2819.18 | 2819.03 |

- 球谐系数阶数n等于陆海地形格网在纬度方向格网数。如0.25°分辨率陆海地形模型对应n=720。
- 陆地地形面密度等于地形高度与地形密度之积，表示单位面积地形质量，恒大于零。
- 海洋地形面密度等于水深乘以海水密度与地形密度之差，表示单位面积海洋水体补偿质量，恒

场元完全布格(剩余地形)影响陆海地形球谐综合



场元完全布格(剩余地形)影响陆海地形球谐综合 各种场元完全布格(剩余地形)影响模型值计算器 陆海地形位系数模型频谱性质分析

打开地形质量球谐系数模型文件

选择计算点文件格式
离散计算点文件

打开计算点空间位置文件

设置点值文件格式
头文件占住的行数: 1
高度属性列序号: 4

选择计算场元类型
 陆地地形高程/海洋水深 (m)
 高程异常 (m)
 (扰动)重力/空间异常 (mGal)
 垂线偏差 (")
 径向重力梯度 (E)
 水平重力梯度 (E)
 扰动位/重力位 (m²/s²)

最小计算阶数: 361
最大计算阶数: 720

提取地形影响 图形绘制 ↓

>> 计算过程 ** 操作提示

>> [功能]输入地形质量规格化球谐系数模型 (kg/m²), 计算陆地地形高程/海洋水深模型值, 以及大地水准面及其外部空间任意点处高程异常 (m)、重力/空间异常 (mGal)、垂线偏差 (s, "/秒, 南向、西向)、径向重力梯度 (E)、水平重力梯度 (E, 北向、西向)或扰动位 (m²/s²)的剩余地形(完全布格)影响模型值。
 ** 点击[打开地形质量球谐系数模型文件]控件按钮...

>> 打开地形质量球谐系数模型文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/data/ETOP0cs1800.dat.
 ** 下方窗口只显示了其中不超过2000行的球谐系数模型数据!

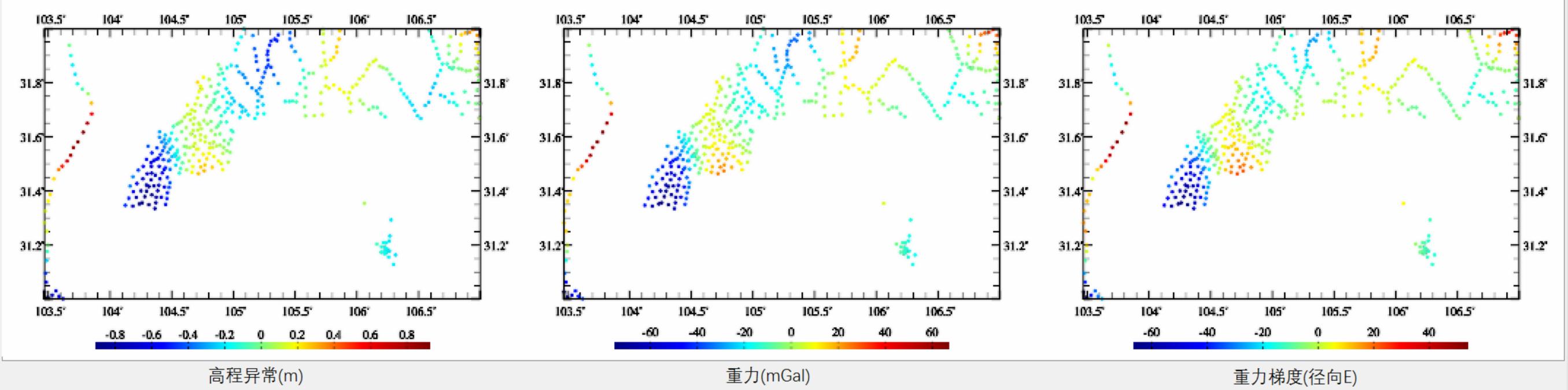
>> 打开计算点空间位置文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerHarmrntinfluence/calcpnt.txt.
 ** 观察下方窗口文件信息, 设置点值文件格式...

>> 计算结果文件保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerHarmrntinfluence/rstpnt.txt.
 ** 记录格式: 在空间计算点值文件记录的基础上增加一列或若干列指定类型场元的剩余地形(或完全布格)影响值, 保留4位有效数字。

>> 参数设置结果已输入系统!
 ** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....
 ** 计算过程需要等待, 期间可打开输出文件查看计算进度...

计算结果保存为 参数设置结果输入 开始计算

| number | value or str | long (degree/decimal) | lat (degree/decimal) | ellipHeight (m) |
|--------|--------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------|
| 3248 | 103.671939 | 31.938051 | 2743.9394 | -0.0132 -1.0149 0.2600 |
| 3249 | 103.696944 | 31.864721 | 2501.2449 | -0.1990 -19.0949 -17.2622 |
| 3250 | 103.718330 | 31.831114 | 2435.4206 | -0.2122 -21.6505 -20.5211 |
| 3251 | 103.735559 | 31.795280 | 2366.5700 | -0.1467 -17.3694 -17.5808 |
| 3252 | 103.777216 | 31.776390 | 2294.0304 | -0.0607 -10.6096 -11.9607 |
| 3253 | 103.822773 | 31.758333 | 2233.2317 | 0.0476 -1.3528 -3.7106 |
| 3254 | 103.849717 | 31.724168 | 2215.6606 | 0.2826 18.7685 14.3603 |
| 3255 | 103.816666 | 31.650003 | 2242.9951 | 0.7795 58.9068 48.4952 |



● 程序适合陆地、陆海交界、海域无缝的多种类型重力场元完全布格影响和剩余地形影响统一计算。场元所处位置可以是整个地球外部空间, 如大地水准面至地球卫星高度。
 ● 设置相等的最小、最大阶数n, 程序计算第n阶陆海地形位系数对重力场元的贡献。可用于分析评价陆海地形球谐系数模型的频谱特性。

场元完全布格(剩余地形)影响陆海地形球谐综合

场元完全布格(剩余地形)影响陆海地形球谐综合

各种场元完全布格(剩余地形)影响模型值计算器

打开地形质量球谐系数模型文件

选择计算点文件格式

大地高格网文件

打开计算面大地高格网文件

选择计算场元类型

陆地地形高程/海洋水深(m)

高程异常(m)

(扰动)重力/空间异常(mGal)

垂线偏差(")

径向重力梯度(E)

水平重力梯度(E)

扰动位/重力位(m^2/s^2)

最小计算阶数 361

最大计算阶数 720

>> 计算过程 ** 操作提示

>> [功能]输入地形质量规格化球谐系数模型(kg/m^2), 计算陆地地形高程/海洋水深模型值, 以及大地水准面及其(扰动)重力/空间异常(mGal)、垂线偏差(s, "/秒, 南向、西向)、径向重力梯度(E)、水平重力梯度(E, "北向、西向)或扰动位(完全布格)影响模型值。

** 点击[打开地形质量球谐系数模型文件]控件按钮...

>> 打开地形质量球谐系数模型文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/data/ETOP0cs1800.dat.

** 下方窗口只显示了其中不超过2000行的球谐系数模型数据!

>> 打开计算面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerHarmrntinfluence/dbmhgt5m.dat.

>> 计算结果文件保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/TerHarmrntinfluence/result.txt.

** 程序运行过程中的记录格式: 点号, 经度, 纬度, 大地高, 若干列指定类型场元的剩余地形(或完全布格)影响模型值。程序运行结束后保存输出的指定类型模型值格网文件名。

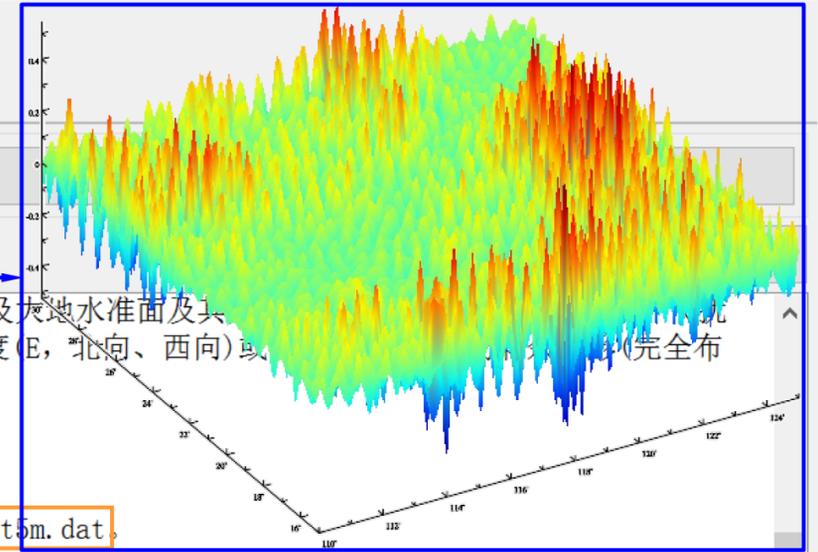
** 程序同时当前目录下, 输出陆海地形模型值(*.dtm), 高程异常(*.ksi)、(扰动)重力/空间异常(*.gra)、垂线偏差向量(*.dft)、径向重力梯度(*.grr)、水平梯度向量(*.hgd)或扰动位(*.get)剩余地形(完全布格)影响模型值格网文件。*为界面输入的结果文件名, 程序按选择的场元类型输出相应类型格网文件。

计算结果保存为

参数设置结果输入

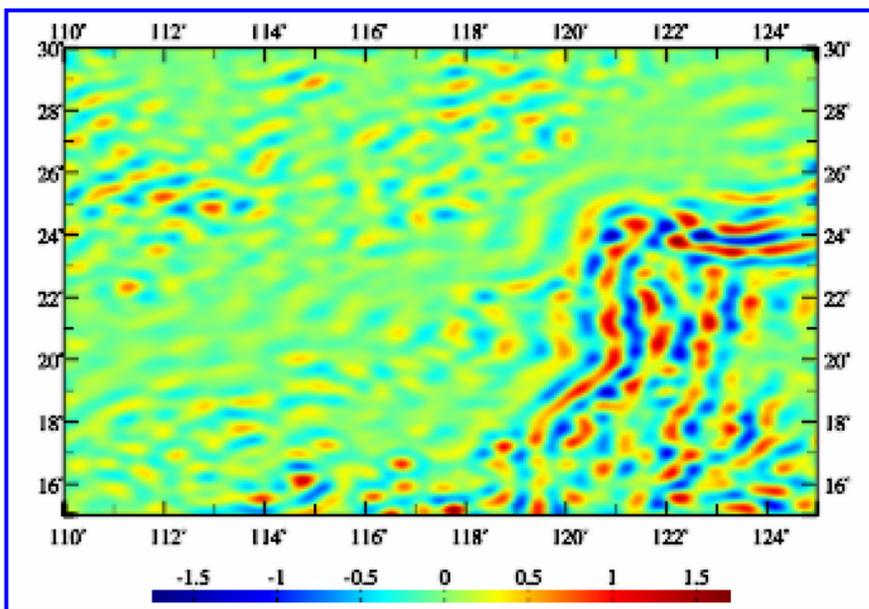
开始计算

| | | | | | | |
|---|-----------|----------|--------|---------|---------|---------|
| 1 | 110.04167 | 15.04167 | -1.947 | 0.1195 | 7.4827 | 5.1856 |
| 2 | 110.12500 | 15.04167 | -1.724 | 0.1476 | 8.8020 | 5.7343 |
| 3 | 110.20833 | 15.04167 | -1.484 | 0.1315 | 7.1302 | 4.1054 |
| 4 | 110.29167 | 15.04167 | -1.222 | 0.0825 | 3.5905 | 1.3713 |
| 5 | 110.37500 | 15.04167 | -0.937 | 0.0231 | -0.0144 | -0.9673 |
| 6 | 110.45833 | 15.04167 | -0.628 | -0.0245 | -2.1472 | -1.7752 |
| 7 | 110.54167 | 15.04167 | -0.295 | -0.0484 | -2.2535 | -0.8341 |
| 8 | 110.62500 | 15.04167 | 0.061 | -0.0499 | -0.8811 | 1.1396 |
| 9 | 110.70833 | 15.04167 | 0.440 | -0.0389 | 0.8243 | 3.0091 |

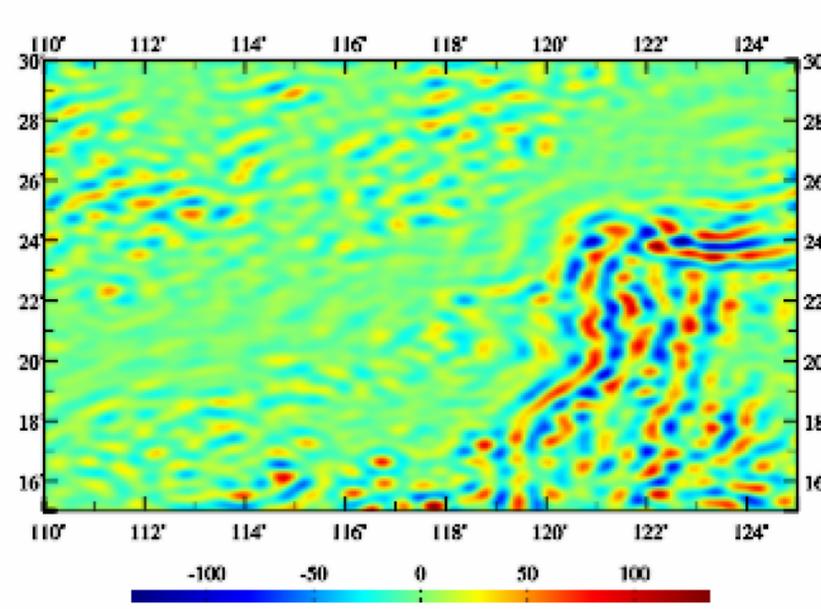


提取地形影响

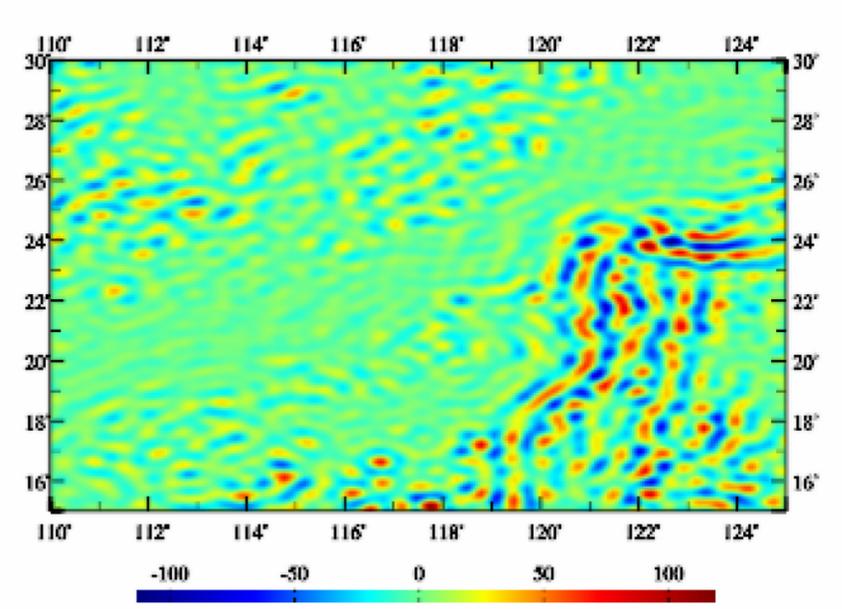
图形绘制 ↓



高程异常(m)



重力(mGal)



重力梯度(径向E)

- 程序适合陆地、陆海交界、海域无缝的多种类型重力场元完全布格影响和剩余地形影响统一计算。场元所处位置可以是整个地球外部空间, 如大地水准面至地球卫星高度。
- 设置相等的最小、最大阶数n, 程序计算第n阶陆海地形位系数对重力场元的贡献。可用于分析评价陆海地形球谐系数模型的频谱特性。

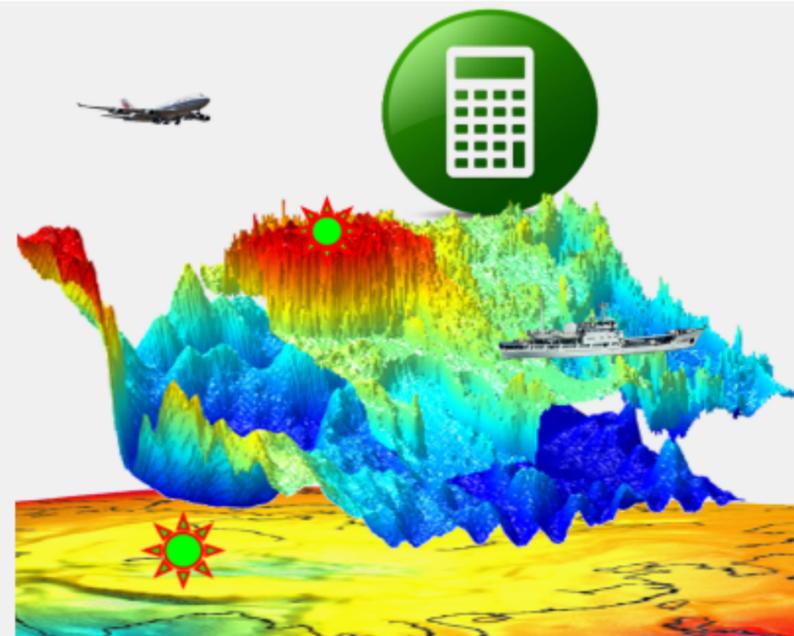
打开陆海地形质量球谐系数模型文件

首次打开超高阶陆海地形质量球谐系数文件时，需要时间读取和初始化，请等待...

| | |
|----------|------|
| 设置最小计算阶数 | 361 |
| 模型最大计算阶数 | 1800 |

输入计算点大地坐标

| | |
|------|-------------|
| 大地经度 | 121.240000° |
| 大地纬度 | 29.428100° |
| 大地高 | 17.830m |



开始计算

外部场元完全布格 (剩余地形) 影响模型值

| | | | |
|---|---------|------------------|----------|
| 陆地地形高程/海洋水深m | 520.04 | (扰动) 重力/空间异常mGal | 57.9119 |
| 高程异常m | 0.4661 | 垂线偏差南向分量" | 0.2286 |
| | | 垂线偏差西向分量" | 1.3582 |
| 径向重力梯度E | 94.2959 | 水平重力梯度北向E | -16.2491 |
| | | 水平重力梯度西向E | -77.8878 |
| 扰动位/重力位/引力位m ² /s ² | 4.5643 | | |

全球陆海地形质量球谐系数模型

| | | | |
|-------------|------------|-------------------------|-------------------------|
| 3.986004415 | 6378136.30 | -3666611.637 | 1.478 |
| 1 | 0 | 1.7073567878991658E-01 | 0.0000000000000000E+00 |
| 1 | 1 | 1.6633036628733813E-01 | 1.1479210613310797E-01 |
| 2 | 0 | 1.6429313329998932E-01 | 0.0000000000000000E+00 |
| 2 | 1 | 8.5035152210278894E-02 | 9.1333502848550255E-02 |
| 2 | 2 | -1.1793912586067470E-01 | -1.7411465069800628E-02 |
| 3 | 0 | -6.5349154204352972E-02 | 0.0000000000000000E+00 |
| 3 | 1 | -4.4184211923815692E-02 | 4.0618031845130055E-02 |
| 3 | 2 | -1.3069109856940694E-01 | 1.2578589265181686E-01 |
| 3 | 3 | 3.6582125575328230E-02 | 1.5294533153047263E-01 |
| 4 | 0 | 1.0192376884714217E-01 | 0.0000000000000000E+00 |

模型相对误差%

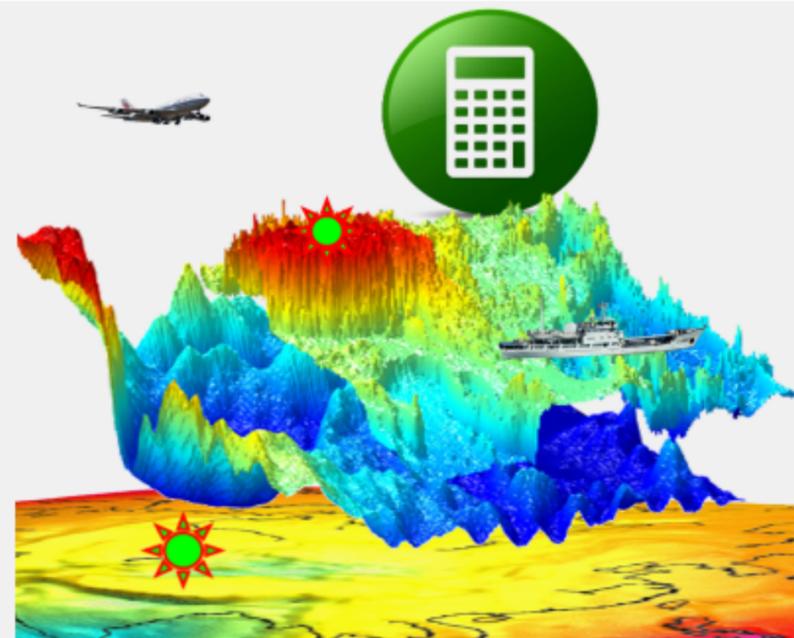
打开陆海地形质量球谐系数模型文件

首次打开超高阶陆海地形质量球谐系数文件时，需要时间读取和初始化，请等待...

| | |
|----------|------|
| 设置最小计算阶数 | 361 |
| 模型最大计算阶数 | 1800 |

输入计算点大地坐标

| | |
|------|-------------|
| 大地经度 | 132.240000° |
| 大地纬度 | 27.428100° |
| 大地高 | 3.830m |



开始计算

外部场元完全布格 (剩余地形) 影响模型值

| | | | |
|---|----------|------------------|----------|
| 陆地地形高程/海洋水深m | -5326.67 | (扰动) 重力/空间异常mGal | -17.1255 |
| 高程异常m | -0.0361 | 垂线偏差南向分量" | -5.9697 |
| | | 垂线偏差西向分量" | -4.7688 |
| 径向重力梯度E | -9.4298 | 水平重力梯度北向E | 23.8969 |
| | | 水平重力梯度西向E | -14.5773 |
| 扰动位/重力位/引力位m ² /s ² | -0.3537 | | |

全球陆海地形质量球谐系数模型

| | | | |
|-------------|------------|-------------------------|-------------------------|
| 3.986004415 | 6378136.30 | -3666611.637 | 1.478 |
| 1 | 0 | 1.7073567878991658E-01 | 0.0000000000000000E+00 |
| 1 | 1 | 1.6633036628733813E-01 | 1.1479210613310797E-01 |
| 2 | 0 | 1.6429313329998932E-01 | 0.0000000000000000E+00 |
| 2 | 1 | 8.5035152210278894E-02 | 9.1333502848550255E-02 |
| 2 | 2 | -1.1793912586067470E-01 | -1.7411465069800628E-02 |
| 3 | 0 | -6.5349154204352972E-02 | 0.0000000000000000E+00 |
| 3 | 1 | -4.4184211923815692E-02 | 4.0618031845130055E-02 |
| 3 | 2 | -1.3069109856940694E-01 | 1.2578589265181686E-01 |
| 3 | 3 | 3.6582125575328230E-02 | 1.5294533153047263E-01 |
| 4 | 0 | 1.0192376884714217E-01 | 0.0000000000000000E+00 |

模型相对误差%

陆海地形位系数模型频谱性质分析

打开陆海地形质量球谐系数模型文件

打开高阶地球重力场位系数模型文件

计算结果保存为

开始计算

输入输出文件显示

| | | | |
|----|--------------|--------------|--------------|
| 2 | 3.125000E-01 | 6.715451E+00 | 7.911381E-02 |
| 3 | 8.641975E-02 | 3.952913E+00 | 8.823035E-02 |
| 4 | 3.515625E-02 | 2.312997E+00 | 2.289217E-02 |
| 5 | 1.760000E-02 | 1.416801E+00 | 1.366044E-02 |
| 6 | 1.003086E-02 | 4.389914E-01 | 8.191773E-03 |
| 7 | 6.247397E-03 | 2.654210E-01 | 5.675256E-03 |
| 8 | 4.150391E-03 | 9.823847E-02 | 2.379274E-03 |
| 9 | 2.895900E-03 | 1.038844E-01 | 1.819157E-03 |
| 10 | 2.100000E-03 | 7.850419E-02 | 1.264171E-03 |
| 11 | 1.570931E-03 | 3.775911E-02 | 6.892058E-04 |
| 12 | 1.205633E-03 | 2.646725E-02 | 2.284380E-04 |
| 13 | 9.453451E-04 | 2.874715E-02 | 5.736342E-04 |
| 14 | 7.548938E-04 | 2.222554E-02 | 2.158315E-04 |
| 15 | 6.123457E-04 | 1.544843E-02 | 1.950448E-04 |
| 16 | 5.035400E-04 | 1.479913E-02 | 1.898962E-04 |
| 17 | 4.190563E-04 | 1.517999E-02 | 1.308700E-04 |

高精度重力场逼近与
大地水准面计算系统

PAGrav4.5

中国测绘科学研究院
二〇二四年九月

显示起止行号 150

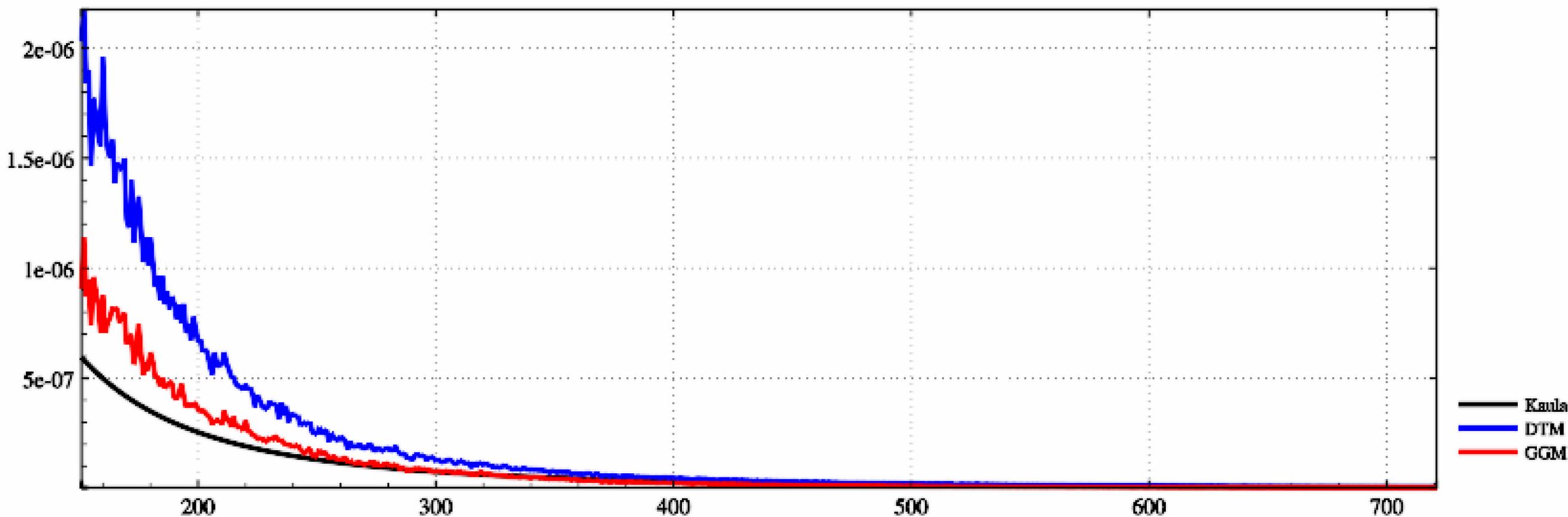
720

设置线粗 3

图形绘制 ↓

当前框口图形保存为

阶方差曲线



广义Stokes积分外部
高程异常计算

广义Hotine积分外部
高程异常计算

Stokes 逆运算积
分计算空间异常

Hotine 逆运算积
分计算扰动重力

Vening Meinesz
逆运算积分

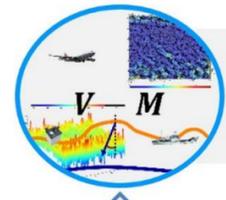
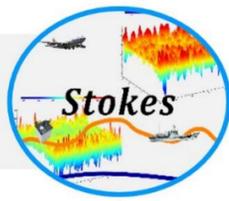
高程异常计算外部
多种扰动场元

球面径向基函
数谱域空域性
能分析

给定等级的
Reuter 球面格
网构造

谱域SRBF重力场逼近及性能指标测评

Stokes/Hotine积分
外部高程异常计算

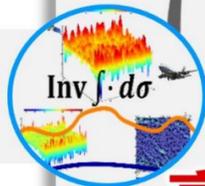


Vening-Meinesz 积
分外部垂线偏差计算

空间异常 Vening-
Meinesz积分计算

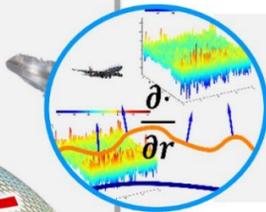
扰动重力 Vening-
Meinesz积分计算

多种扰动重力场元
反算与逆运算积分



高精度重力场逼近
与全要素建模

外部场元梯度
与 Poisson 数
值积分计算



扰动场元径向梯
度积分运算

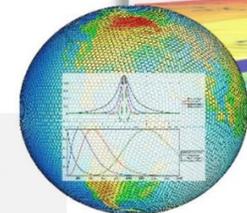
扰动重力梯度积
分运算

扰动重力逆运算
积分

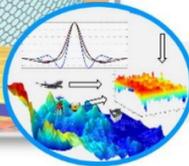
扰动重力计算外
部扰动重力梯度

外部扰动场元
Poisson积分

球面径向基函
数性能特征与
参数分析



多源异质数据SRBF重力场全要素建模

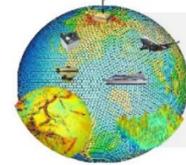


空域边值理论积分法重力
场全要素建模练习流程

正高系统谱域SRBF法重力
场全要素建模快捷流程

正常高系统谱域SRBF重力
场全要素建模快捷流程

重力场及大地水准
面建模练习流程



多源异质空天地海数据混叠

全要素重力场全空间解析建模

外部场元循环闭合解析运算

精度指标测定与算法性能控制

广义Stokes积分外部高程异常计算-数值积分



选择计算点文件格式

离散计算点文件

设置点值文件格式

头文件占住的行数: 1

大地高属性列序号: 4

>> 计算过程 ** 操作提示

>> [目标]由等位面大地高格网(m)及其面上的残差空间异常/扰动重力格网(mGal),按广义Stokes/Hotine严密数值积分或快速FFT算法,计算大地水准面及其外部空间的残差高程异常(m)。

>> 大地水准面上的高程异常,即为大地水准面差距或大地水准面(大地)高。
** 输入格网规格相同的等位面大地高及其残差空间异常/扰动重力格网文件...

>> [功能]由等位面残差空间格网按Stokes积分计算外部残差高程异常。

>> 打开等位边界面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenStokesHotine/landgeoidhgt.dat。

>> 打开等位面上空间异常格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenStokesHotine/resGMIgeoid541_1800.gra。

>> 打开空间计算点位置文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenStokesHotine/calcpnt.txt。

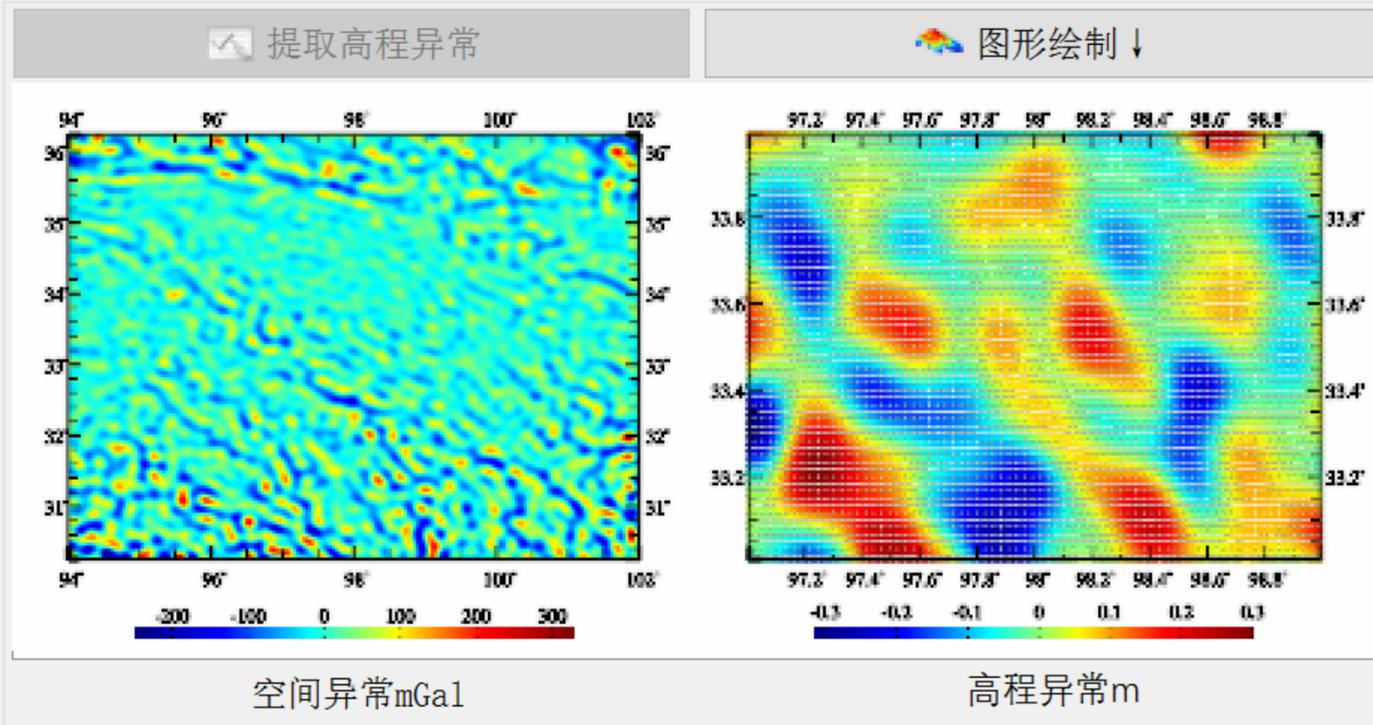
** 观察下方窗口文件信息,设置点值文件格式...

>> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenStokesHotine/rstpnt.txt。
** 记录格式:在计算点记录的基础上,增加1列残差高程异常计算值,保留4位有效数字。

>> 参数设置结果已输入系统!
** 点击[开始计算]控件按钮,或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间:2024-09-04 13:58:10

| no | lon(degree/decimal) | lat | ellipHeight(m) | |
|----|---------------------|-----------|----------------|---------|
| 1 | 97.008333 | 33.008333 | 3942.764 | -0.0294 |
| 2 | 97.025000 | 33.008333 | 3989.787 | -0.0340 |
| 3 | 97.041667 | 33.008333 | 4034.817 | -0.0404 |
| 4 | 97.058333 | 33.008333 | 4070.847 | -0.0485 |
| 5 | 97.075000 | 33.008333 | 4106.877 | -0.0582 |
| 6 | 97.091667 | 33.008333 | 4119.913 | -0.0693 |
| 7 | 97.108333 | 33.008333 | 4115.946 | -0.0817 |
| 8 | 97.125000 | 33.008333 | 4090.977 | -0.0952 |
| 9 | 97.141667 | 33.008333 | 4070.007 | -0.1090 |
| 10 | 97.158333 | 33.008333 | 3991.047 | -0.1235 |
| 11 | 97.175000 | 33.008333 | 3985.070 | -0.1362 |
| 12 | 97.191667 | 33.008333 | 3956.107 | -0.1475 |
| 13 | 97.208333 | 33.008333 | 3965.137 | -0.1552 |
| 14 | 97.225000 | 33.008333 | 3964.173 | -0.1592 |
| 15 | 97.241667 | 33.008333 | 3983.205 | -0.1581 |
| 16 | 97.258333 | 33.008333 | 3953.251 | -0.1526 |
| 17 | 97.275000 | 33.008333 | 4016.279 | -0.1389 |



- Stokes边值问题要求,边界面必须是重力等位面,即空间异常/扰动重力必须位于等位面上。
- 为实现有限半径积分,通常需采用参考重力场移去恢复法,先移去边界面模型空间异常/扰动重力,再积分得到计算点残差高程异常,最后恢复计算点模型高程异常。
- 等位面可采用参考重力场模型(不大于360阶)构造,在高度不大于10千米的近地空间,可用等正(常)高面大地高格网代替。

广义Stokes积分外部高程异常计算-数值积分

设置参数输入 计算结果保存 开始计算 计算信息保存 查看样例



选择计算点文件格式

大地高格网文件

选择积分算法

严密数值积分

>> 计算过程 ** 操作提示

** 记录格式: 在计算点记录的基础上, 增加1列残差高程异常计算值, 保留4位有效数字。

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间: 2024-09-04 13:58:10

>> 完成大地水准面及其外部残差高程异常计算!

>> 计算结束时间: 2024-09-04 13:59:49

>> 打开等位边界面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenStokesHotine/landgeoidhgt.dat.

>> 打开等位面上空间异常格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenStokesHotine/resGMIgeoid541_1800.gra.

>> 打开计算面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenStokesHotine/landbmsurfhgt.dat.

>> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenStokesHotine/stokesnintg.dat.

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....

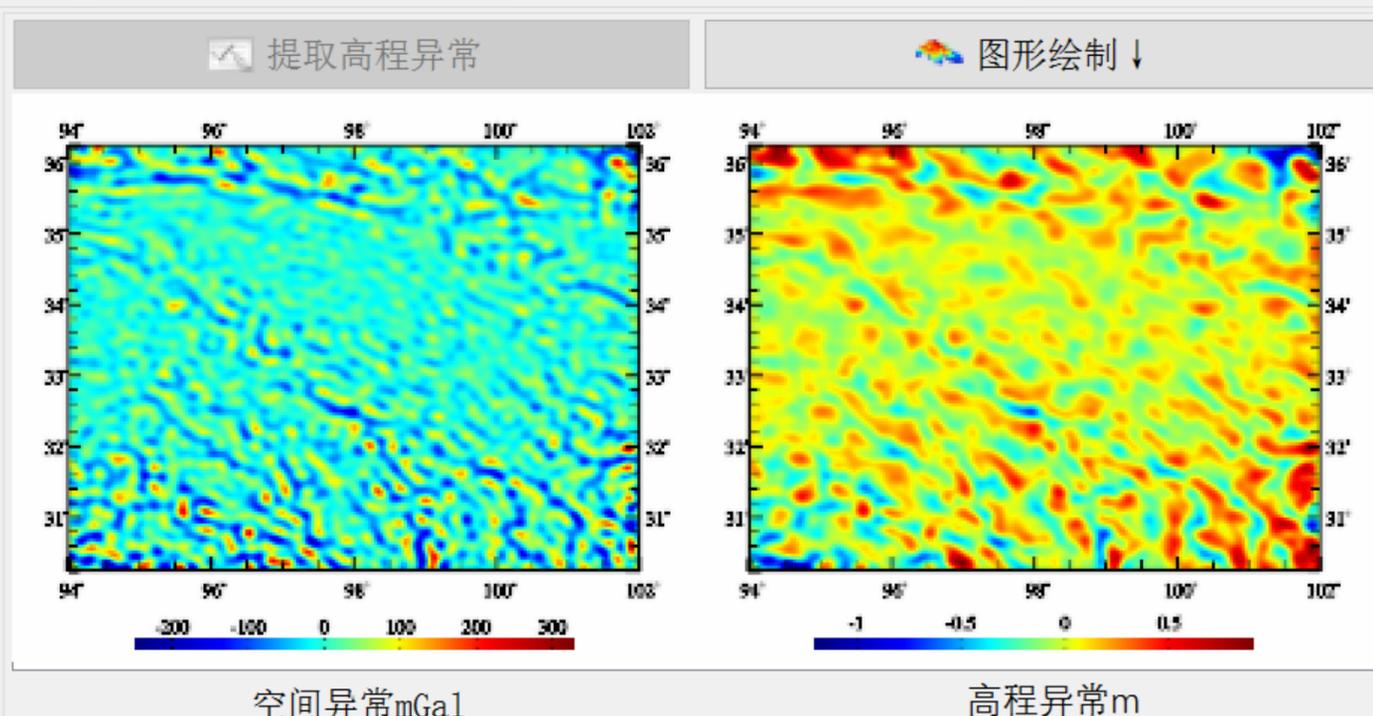
>> 计算开始时间: 2024-09-04 14:07:15

>> 完成大地水准面及其外部残差高程异常计算!

>> 计算结束时间: 2024-09-04 14:27:19

设置积分半径 180 km

| | | | | | |
|-----------|------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 94.000000 | 102.000000 | 30.250000 | 36.250000 | 0.01666667 | 0.01666667 |
| -0.0985 | -0.0918 | -0.0929 | -0.1025 | -0.1184 | -0.1025 |
| -0.3691 | -0.3790 | -0.3864 | -0.3924 | -0.3988 | -0.3924 |
| -0.7265 | -0.7631 | -0.8020 | -0.8354 | -0.8626 | -0.8020 |
| -1.0120 | -1.0246 | -1.0271 | -1.0019 | -0.9528 | -1.0019 |
| 0.1001 | 0.1635 | 0.2066 | 0.2352 | 0.2495 | 0.2066 |
| -0.2854 | -0.3400 | -0.3918 | -0.4330 | -0.4706 | -0.3918 |
| 0.1690 | 0.2420 | 0.2994 | 0.3331 | 0.3416 | 0.2994 |
| -0.2588 | -0.2453 | -0.2122 | -0.1673 | -0.1158 | -0.2122 |
| -0.0422 | -0.0655 | -0.0880 | -0.1094 | -0.1292 | -0.0880 |
| -0.2292 | -0.2297 | -0.2287 | -0.2252 | -0.2187 | -0.2287 |
| 0.0855 | 0.0932 | 0.0876 | 0.0708 | 0.0422 | 0.0876 |
| -0.2274 | -0.1866 | -0.1405 | -0.0918 | -0.0407 | -0.1405 |
| 0.4118 | 0.4248 | 0.4271 | 0.4192 | 0.3997 | 0.4271 |
| 0.0589 | 0.0536 | 0.0500 | 0.0468 | 0.0435 | 0.0500 |
| 0.1401 | 0.1539 | 0.1599 | 0.1580 | 0.1466 | 0.1599 |
| -0.2962 | -0.3232 | -0.3420 | -0.3543 | -0.3673 | -0.3420 |



- Stokes边值问题要求, 边界面必须是重力等位面, 即空间异常/扰动重力必须位于等位面上。
- 为实现有限半径积分, 通常需采用参考重力场移去恢复法, 先移去边界面模型空间异常/扰动重力, 再积分得到计算点残差高程异常, 最后恢复计算点模型高程异常。
- 等位面可采用参考重力场模型(不大于360阶)构造, 在高度不大于10千米的近地空间, 可用等正(常)高面大地高格网代替。

广义Stokes积分外部高程异常计算-二维FFT

设置参数输入 计算结果保存 开始计算 计算信息保存 查看样例



广义Stokes/Hotine积分算法

选择计算点文件格式

大地高格网文件

选择积分算法

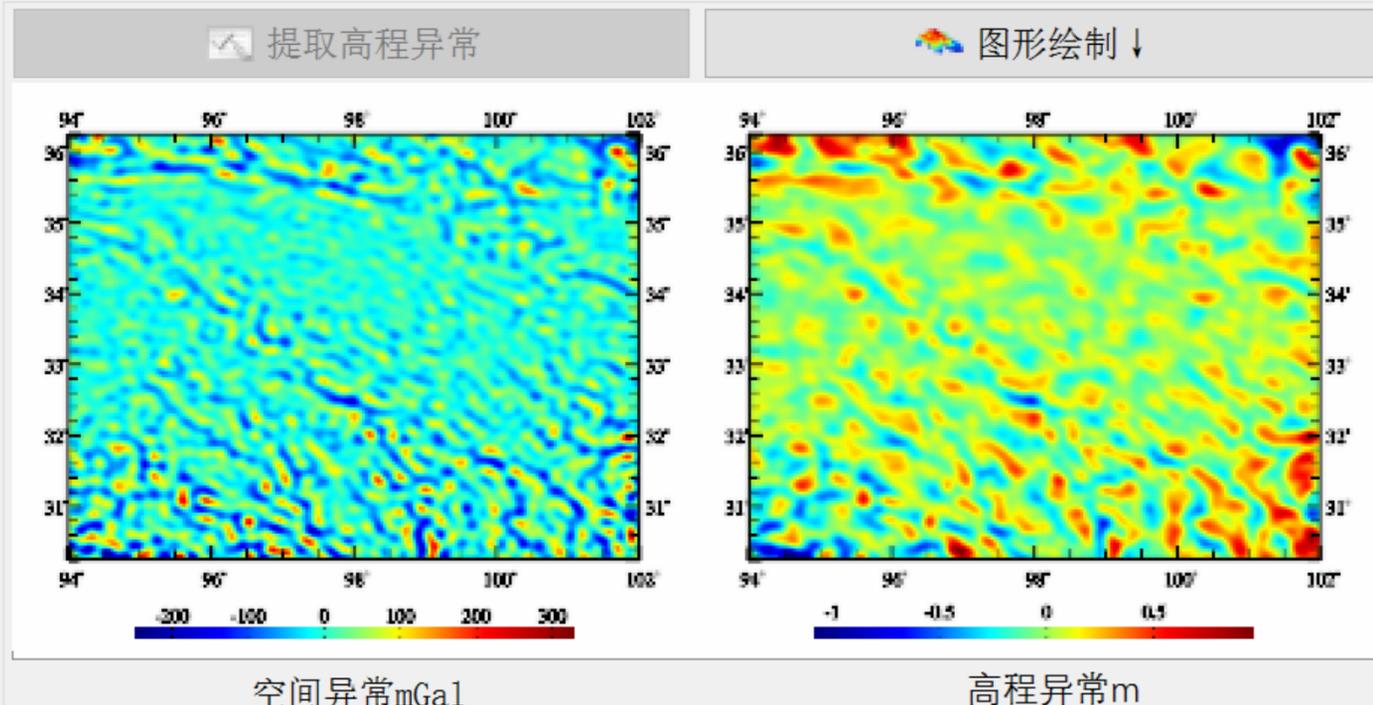
二维FFT算法

>> 计算过程 ** 操作提示

>> 计算开始时间: 2024-09-04 14:07:15
 >> 完成大地水准面及其外部残差高程异常计算!
 >> 计算结束时间: 2024-09-04 14:37:18
 >> [功能]由等位面残差空间格网按Stokes积分计算外部残差高程异常。
 >> 打开等位边界面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenStokesHotine/landgeoidhgt.dat。
 >> 打开等位面上空间异常格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenStokesHotine/resGMlgeoid541_1800.gra。
 >> 打开计算面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenStokesHotine/landbmsurfhgt.dat。
 >> 按二维FFT算法计算外部残差高程异常...
 >> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenStokesHotine/stokesFFT2.dat。
 >> 参数设置结果已输入系统!
 ** 点击[开始计算]控件按钮,或[开始计算]工具按钮.....
 >> 计算开始时间: 2024-09-04 14:47:42
 >> 完成大地水准面及其外部残差高程异常计算!
 >> 计算结束时间: 2024-09-04 14:47:43

设置积分半径 180 km

| | | | | | |
|-----------|------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 94.000000 | 102.000000 | 30.250000 | 36.250000 | 0.01666667 | 0.01666667 |
| -0.0801 | -0.0775 | -0.0825 | -0.0952 | -0.1146 | -0.1146 |
| -0.3914 | -0.4036 | -0.4126 | -0.4191 | -0.4241 | -0.4241 |
| -0.7545 | -0.7992 | -0.8366 | -0.8651 | -0.8842 | -0.8842 |
| -0.8988 | -0.8960 | -0.8837 | -0.8596 | -0.8213 | -0.8213 |
| 0.0897 | 0.1378 | 0.1713 | 0.1904 | 0.1958 | 0.1958 |
| -0.2694 | -0.3182 | -0.3601 | -0.3932 | -0.4158 | -0.4158 |
| 0.1558 | 0.2243 | 0.2769 | 0.3098 | 0.3208 | 0.3208 |
| -0.2183 | -0.2149 | -0.1962 | -0.1656 | -0.1276 | -0.1276 |
| -0.0505 | -0.0730 | -0.0945 | -0.1144 | -0.1326 | -0.1326 |
| -0.2305 | -0.2288 | -0.2252 | -0.2196 | -0.2115 | -0.2115 |
| 0.0563 | 0.0686 | 0.0703 | 0.0607 | 0.0397 | 0.0397 |
| -0.2157 | -0.1802 | -0.1347 | -0.0816 | -0.0234 | -0.0234 |
| 0.3944 | 0.3889 | 0.3769 | 0.3592 | 0.3374 | 0.3374 |
| 0.0878 | 0.0701 | 0.0532 | 0.0379 | 0.0251 | 0.0251 |
| 0.1639 | 0.1731 | 0.1734 | 0.1640 | 0.1448 | 0.1448 |
| -0.2805 | -0.3042 | -0.3240 | -0.3399 | -0.3518 | -0.3518 |



- Stokes边值问题要求,边界面必须是重力等位面,即空间异常/扰动重力必须位于等位面上。
- 为实现有限半径积分,通常需采用参考重力场移去恢复法,先移去边界面模型空间异常/扰动重力,再积分得到计算点残差高程异常,最后恢复计算点模型高程异常。
- 等位面可采用参考重力场模型(不大于360阶)构造,在高度不大于10千米的近地空间,可用等正(常)高面大地高格网代替。

广义Stokes积分外部高程异常计算-一维FFT

设置参数输入 计算结果保存 开始计算 计算信息保存 查看样例



选择计算点文件格式

大地高格网文件

选择积分算法

一维FFT算法

>> 计算过程 ** 操作提示

>> 计算开始时间: 2024-09-04 14:47:42

>> 完成大地水准面及其外部残差高程异常计算!

>> 计算结束时间: 2024-09-04 14:47:43

>> [功能]由等位面残差空间格网按Stokes积分计算外部残差高程异常。

>> 打开等位边界面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenStokesHotine/landgeoidhgt.dat.

>> 打开等位面上空间异常格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenStokesHotine/resGMlgeoid541_1800.gra.

>> 打开计算面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenStokesHotine/landbmsurfhgt.dat.

>> 按一维FFT算法计算外部残差高程异常...

>> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenStokesHotine/stokesFFT1.dat.

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....

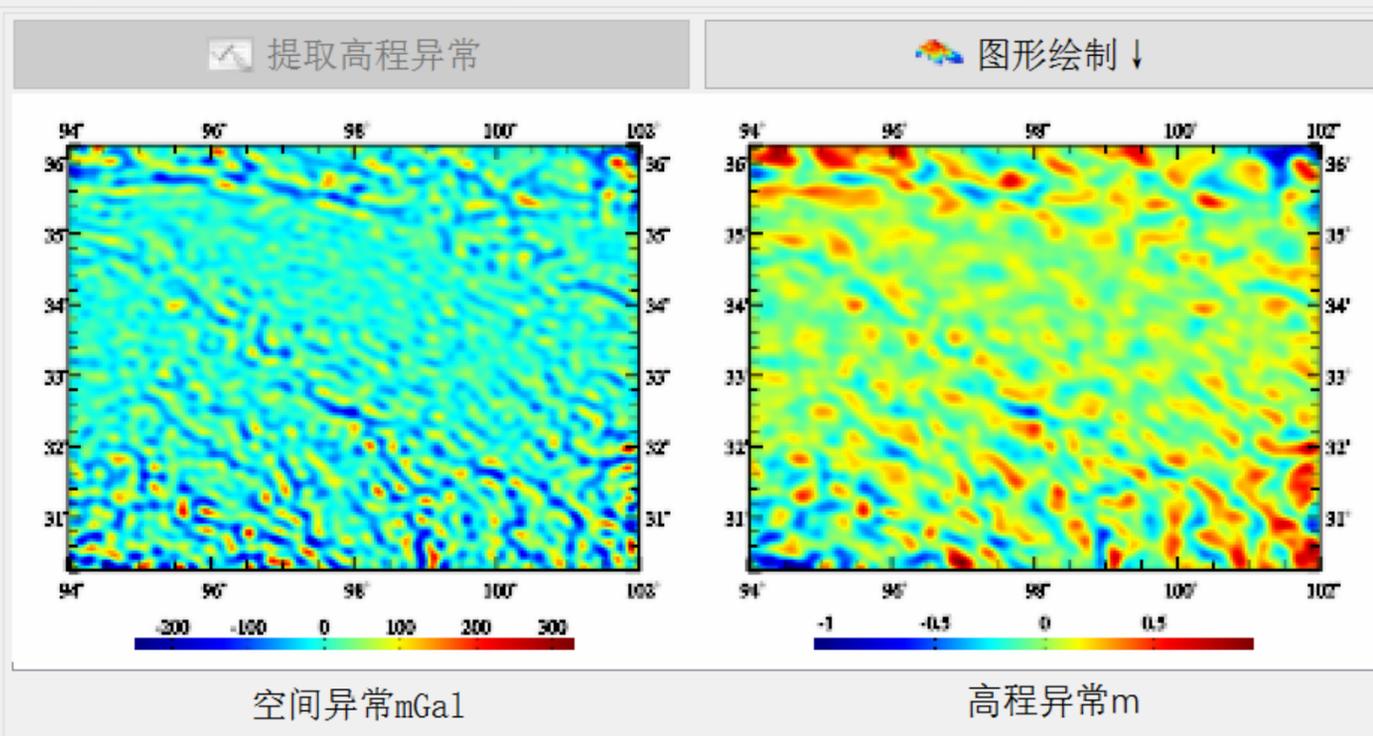
>> 计算开始时间: 2024-09-04 14:48:45

>> 完成大地水准面及其外部残差高程异常计算!

>> 计算结束时间: 2024-09-04 14:49:12

设置积分半径 180 km

| | | | | | |
|-----------|------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 94.000000 | 102.000000 | 30.250000 | 36.250000 | 0.01666667 | 0.01666667 |
| -0.0952 | -0.0880 | -0.0882 | -0.0965 | -0.1123 | -0.1123 |
| -0.3732 | -0.3838 | -0.3920 | -0.3989 | -0.4053 | -0.4053 |
| -0.7210 | -0.7623 | -0.7987 | -0.8291 | -0.8527 | -0.8527 |
| -0.8921 | -0.8822 | -0.8643 | -0.8363 | -0.7968 | -0.7968 |
| 0.0945 | 0.1479 | 0.1862 | 0.2089 | 0.2161 | 0.2161 |
| -0.2825 | -0.3320 | -0.3751 | -0.4100 | -0.4351 | -0.4351 |
| 0.1639 | 0.2432 | 0.3053 | 0.3456 | 0.3612 | 0.3612 |
| -0.2177 | -0.2100 | -0.1866 | -0.1515 | -0.1100 | -0.1100 |
| -0.0415 | -0.0652 | -0.0882 | -0.1099 | -0.1299 | -0.1299 |
| -0.2320 | -0.2323 | -0.2309 | -0.2270 | -0.2199 | -0.2199 |
| 0.0941 | 0.1026 | 0.0979 | 0.0796 | 0.0488 | 0.0488 |
| -0.2009 | -0.1641 | -0.1212 | -0.0745 | -0.0260 | -0.0260 |
| 0.4179 | 0.4290 | 0.4295 | 0.4189 | 0.3977 | 0.3977 |
| 0.0566 | 0.0509 | 0.0472 | 0.0443 | 0.0414 | 0.0414 |
| 0.1418 | 0.1571 | 0.1655 | 0.1650 | 0.1543 | 0.1543 |
| -0.2970 | -0.3191 | -0.3349 | -0.3452 | -0.3505 | -0.3505 |



- Stokes边值问题要求, 边界面必须是重力等位面, 即空间异常/扰动重力必须位于等位面上。
- 为实现有限半径积分, 通常需采用参考重力场移去恢复法, 先移去边界面模型空间异常/扰动重力, 再积分得到计算点残差高程异常, 最后恢复计算点模型高程异常。
- 等位面可采用参考重力场模型(不大于360阶)构造, 在高度不大于10千米的近地空间, 可用等正(常)高面大地高格网代替。

广义Hotine积分外部高程异常计算-数值积分



广义Stokes积分外部高程异常计算

广义Hotine积分外部高程异常计算

广义Stokes/Hotine积分算法

打开等位边界面大地高格网文件

打开等位面上扰动重力格网文件

选择计算点文件格式
离散计算点文件

打开计算点空间位置文件

设置点值文件格式
头文件占住的行数: 1
大地高属性列序号: 4

>> 计算过程 ** 操作提示

>> 完成大地水准面及其外部残差高程异常计算!
 >> 计算结束时间: 2024-09-04 14:49:12
 >> [功能]由等位面残差扰动重力格网按Hotine积分计算外部残差高程异常。
 >> 打开等位边界面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenStokesHotine/landgeoidhgt.dat.
 >> 打开等位面上扰动重力格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenStokesHotine/resGMIgeoid541_1800.rga.
 >> 打开空间计算点位置文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenStokesHotine/calcpnt.txt.

** 观察下方窗口文件信息, 设置点值文件格式...
 >> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenStokesHotine/rshtn.txt.
 ** 记录格式: 在计算点记录的基础上, 增加1列残差高程异常计算值, 保留4位有效数字。

>> 参数设置结果已输入系统!
 ** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....
 >> 计算开始时间: 2024-09-04 14:52:41
 >> 完成大地水准面及其外部残差高程异常计算!
 >> 计算结束时间: 2024-09-04 14:54:22

设置积分半径 180 km

计算结果保存为

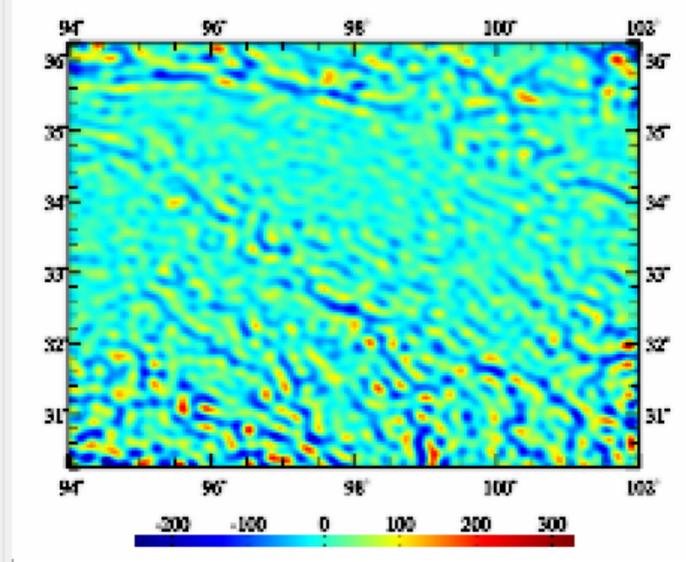
参数设置结果输入

开始积分计算

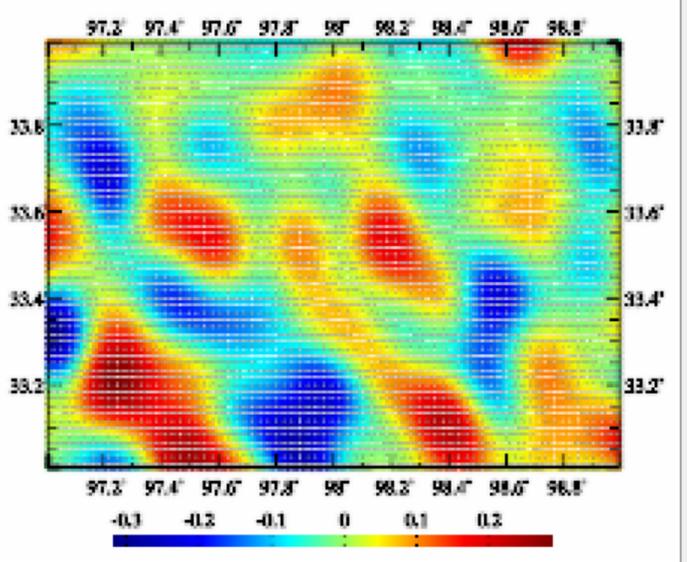
| no | lon(degree/decimal) | lat | ellipHeight(m) | |
|----|---------------------|-----------|----------------|---------|
| 1 | 97.008333 | 33.008333 | 3942.764 | -0.0292 |
| 2 | 97.025000 | 33.008333 | 3989.787 | -0.0339 |
| 3 | 97.041667 | 33.008333 | 4034.817 | -0.0402 |
| 4 | 97.058333 | 33.008333 | 4070.847 | -0.0482 |
| 5 | 97.075000 | 33.008333 | 4106.877 | -0.0579 |
| 6 | 97.091667 | 33.008333 | 4119.913 | -0.0689 |
| 7 | 97.108333 | 33.008333 | 4115.946 | -0.0811 |
| 8 | 97.125000 | 33.008333 | 4090.977 | -0.0943 |
| 9 | 97.141667 | 33.008333 | 4070.007 | -0.1078 |
| 10 | 97.158333 | 33.008333 | 3991.047 | -0.1219 |
| 11 | 97.175000 | 33.008333 | 3985.070 | -0.1340 |
| 12 | 97.191667 | 33.008333 | 3956.107 | -0.1446 |
| 13 | 97.208333 | 33.008333 | 3965.137 | -0.1516 |
| 14 | 97.225000 | 33.008333 | 3964.173 | -0.1548 |
| 15 | 97.241667 | 33.008333 | 3983.205 | -0.1528 |
| 16 | 97.258333 | 33.008333 | 3953.251 | -0.1463 |
| 17 | 97.275000 | 33.008333 | 4016.279 | -0.1317 |

提取高程异常

图形绘制



扰动重力mGal



高程异常m

- Stokes边值问题要求, 边界面必须是重力等位面, 即空间异常/扰动重力必须位于等位面上。
- 为实现有限半径积分, 通常需采用参考重力场移去恢复法, 先移去边界面模型空间异常/扰动重力, 再积分得到计算点残差高程异常, 最后恢复计算点模型高程异常。
- 等位面可采用参考重力场模型(不大于360阶)构造, 在高度不大于10千米的近地空间, 可用等正(常)高面大地高格网代替。

广义Hotine积分外部高程异常计算-数值积分

设置参数输入 计算结果保存 开始计算 计算信息保存 查看样例



广义Stokes积分外部高程异常计算

广义Hotine积分外部高程异常计算

广义Stokes/Hotine积分算法

打开等位边界面大地高格网文件

打开等位面上扰动重力格网文件

选择计算点文件格式

大地高格网文件

打开计算面大地高格网文件

选择积分算法

二维FFT算法

>> 计算过程 ** 操作提示

>> 计算开始时间: 2024-09-04 14:52:41
 >> 完成大地水准面及其外部残差高程异常计算!
 >> 计算结束时间: 2024-09-04 14:54:22
 >> [功能]由等位面残差扰动重力格网按Hotine积分计算外部残差高程异常。
 >> 打开等位边界面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenStokesHotine/landgeoidhgt.dat.
 >> 打开等位面上扰动重力格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenStokesHotine/resGMlgeoid541_1800.rga.
 >> 打开计算面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenStokesHotine/landbmsurfhgt.dat.
 >> 按二维FFT算法计算外部残差高程异常...
 >> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenStokesHotine/HotineFFT2.dat.
 >> 参数设置结果已输入系统!
 ** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....
 >> 计算开始时间: 2024-09-04 15:00:46
 >> 完成大地水准面及其外部残差高程异常计算!
 >> 计算结束时间: 2024-09-04 15:00:48

设置积分半径 180 km

计算结果保存为

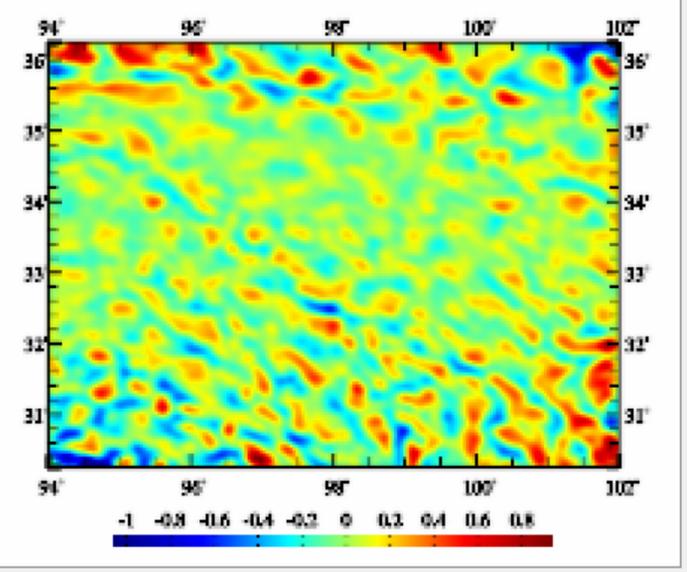
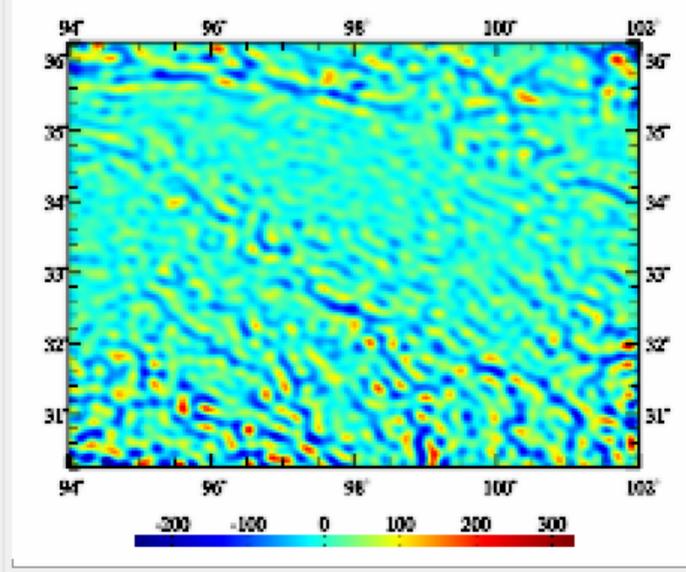
参数设置结果输入

开始积分计算

| | | | | | |
|-----------|------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 94.000000 | 102.000000 | 30.250000 | 36.250000 | 0.01666667 | 0.01666667 |
| -0.0683 | -0.0660 | -0.0710 | -0.0837 | -0.1029 | -0.1029 |
| -0.3746 | -0.3860 | -0.3943 | -0.4003 | -0.4050 | -0.4050 |
| -0.7323 | -0.7758 | -0.8122 | -0.8401 | -0.8589 | -0.8589 |
| -0.8836 | -0.8799 | -0.8667 | -0.8415 | -0.8023 | -0.8023 |
| 0.1055 | 0.1540 | 0.1880 | 0.2077 | 0.2136 | 0.2136 |
| -0.2567 | -0.3063 | -0.3493 | -0.3835 | -0.4073 | -0.4073 |
| 0.1591 | 0.2296 | 0.2843 | 0.3194 | 0.3324 | 0.3324 |
| -0.2064 | -0.2034 | -0.1852 | -0.1551 | -0.1177 | -0.1177 |
| -0.0475 | -0.0704 | -0.0921 | -0.1122 | -0.1303 | -0.1303 |
| -0.2207 | -0.2187 | -0.2151 | -0.2095 | -0.2015 | -0.2015 |
| 0.0711 | 0.0841 | 0.0864 | 0.0770 | 0.0560 | 0.0560 |
| -0.2121 | -0.1786 | -0.1355 | -0.0852 | -0.0303 | -0.0303 |
| 0.3793 | 0.3785 | 0.3712 | 0.3580 | 0.3399 | 0.3399 |
| 0.0858 | 0.0680 | 0.0514 | 0.0365 | 0.0241 | 0.0241 |
| 0.1550 | 0.1652 | 0.1670 | 0.1592 | 0.1416 | 0.1416 |
| -0.2849 | -0.3079 | -0.3265 | -0.3407 | -0.3507 | -0.3507 |

提取高程异常

图形绘制



- Stokes边值问题要求, 边界面必须是重力等位面, 即空间异常/扰动重力必须位于等位面上。
- 为实现有限半径积分, 通常需采用参考重力场移去恢复法, 先移去边界面模型空间异常/扰动重力, 再积分得到计算点残差高程异常, 最后恢复计算点模型高程异常。
- 等位面可采用参考重力场模型(不大于360阶)构造, 在高度不大于10千米的近地空间, 可用等正(常)高面大地高格网代替。

广义Hotine积分外部高程异常计算-一维FFT

设置参数输入 计算结果保存 开始计算 计算信息保存 查看样例



广义Stokes积分外部高程异常计算

广义Hotine积分外部高程异常计算

广义Stokes/Hotine积分算法

打开等位边界面大地高格网文件

打开等位面上扰动重力格网文件

选择计算点文件格式
大地高格网文件

打开计算面大地高格网文件

选择积分算法
一维FFT算法

>> 计算过程 ** 操作提示

>> 计算开始时间: 2024-09-04 15:00:46
 >> 完成大地水准面及其外部残差高程异常计算!
 >> 计算结束时间: 2024-09-04 15:00:48
 >> [功能]由等位面残差扰动重力格网按Hotine积分计算外部残差高程异常。
 >> 打开等位边界面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenStokesHotine/landgeoidhgt.dat.
 >> 打开等位面上扰动重力格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenStokesHotine/resGMlgeoid541_1800.rga.
 >> 打开计算面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenStokesHotine/landbmsurfhgt.dat.
 >> 按一维FFT算法计算外部残差高程异常...
 >> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenStokesHotine/HotineFFT1.dat.
 >> 参数设置结果已输入系统!
 ** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....
 >> 计算开始时间: 2024-09-04 15:02:05
 >> 完成大地水准面及其外部残差高程异常计算!
 >> 计算结束时间: 2024-09-04 15:02:32

设置积分半径 180 km

计算结果保存为

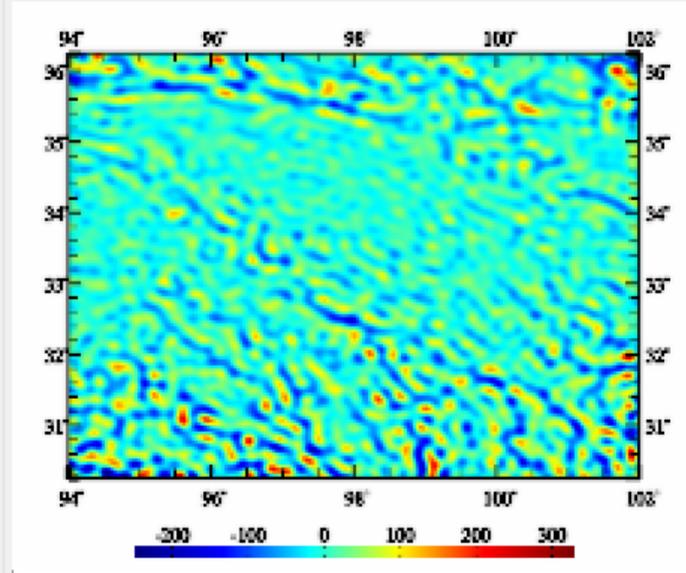
参数设置结果输入

开始积分计算

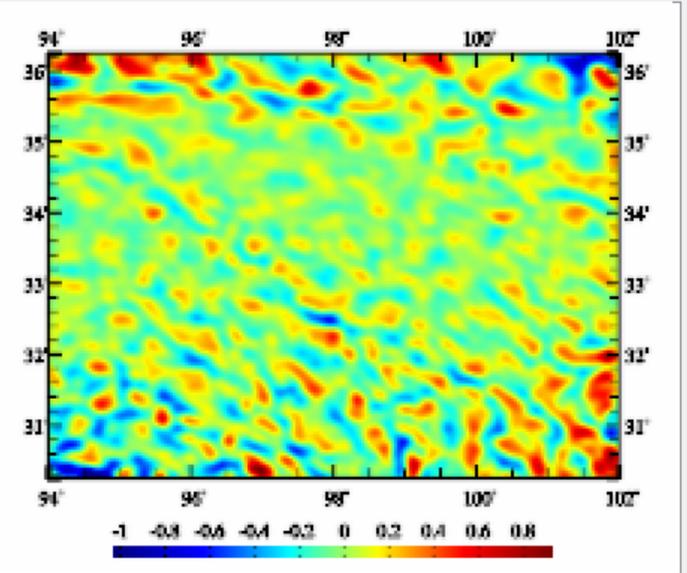
| | | | | | |
|-----------|------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 94.000000 | 102.000000 | 30.250000 | 36.250000 | 0.01666667 | 0.01666667 |
| -0.0792 | -0.0733 | -0.0746 | -0.0838 | -0.1002 | -0.1002 |
| -0.3595 | -0.3695 | -0.3770 | -0.3830 | -0.3886 | -0.3886 |
| -0.7031 | -0.7439 | -0.7794 | -0.8086 | -0.8309 | -0.8309 |
| -0.8753 | -0.8664 | -0.8489 | -0.8209 | -0.7809 | -0.7809 |
| 0.1110 | 0.1636 | 0.2014 | 0.2239 | 0.2312 | 0.2312 |
| -0.2667 | -0.3171 | -0.3611 | -0.3969 | -0.4228 | -0.4228 |
| 0.1659 | 0.2452 | 0.3077 | 0.3487 | 0.3654 | 0.3654 |
| -0.2059 | -0.1995 | -0.1773 | -0.1435 | -0.1032 | -0.1032 |
| -0.0399 | -0.0638 | -0.0867 | -0.1082 | -0.1277 | -0.1277 |
| -0.2217 | -0.2214 | -0.2195 | -0.2154 | -0.2083 | -0.2083 |
| 0.1010 | 0.1113 | 0.1086 | 0.0924 | 0.0634 | 0.0634 |
| -0.2006 | -0.1659 | -0.1246 | -0.0792 | -0.0318 | -0.0318 |
| 0.3982 | 0.4105 | 0.4131 | 0.4055 | 0.3879 | 0.3879 |
| 0.0603 | 0.0520 | 0.0459 | 0.0408 | 0.0363 | 0.0363 |
| 0.1378 | 0.1528 | 0.1609 | 0.1602 | 0.1492 | 0.1492 |
| -0.2980 | -0.3195 | -0.3348 | -0.3444 | -0.3490 | -0.3490 |

提取高程异常

图形绘制



扰动重力mGal



高程异常m

- Stokes边值问题要求, 边界面必须是重力等位面, 即空间异常/扰动重力必须位于等位面上。
- 为实现有限半径积分, 通常需采用参考重力场移去恢复法, 先移去边界面模型空间异常/扰动重力, 再积分得到计算点残差高程异常, 最后恢复计算点模型高程异常。
- 等位面可采用参考重力场模型(不大于360阶)构造, 在高度不大于10千米的近地空间, 可用等正(常)高面大地高格网代替。

空间异常Vening-Meinesz积分计算-数值积分



空间异常Vening-Meinesz积分外部垂线偏差计算

扰动重力Vening-Meinesz积分外部垂线偏差计算

广义Vening-Meinesz积分算法

打开等位边界面大地高格网文件

打开等位面上空间异常格网文件

选择计算点文件格式

离散计算点文件

打开空间计算点位置文件

设置点值文件格式

头文件占住的行数: 1

大地高属性列序号: 4

设置积分半径: 180 km

>> 计算过程 ** 操作提示

** 输入格网规格相同的等位面大地高及其空间异常/扰动重力格网文件...

>> [功能]由等位面残差空间异常格网计算外部残差垂线偏差。

>> 打开等位边界面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenVeningMeinesz/landgeoidhgt.dat.

>> 打开等位面上空间异常格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenVeningMeinesz/resGMLgeoid541_1800.gra.

>> 打开空间计算点位置文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenVeningMeinesz/calcpnt.txt.

** 观察下方窗口文件信息, 设置点值文件格式...

>> 垂线偏差(S, W)结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenVeningMeinesz/rstpnt.txt.

** 记录格式: 在计算点记录的基础上, 增加残差垂线偏差向量(S, W) " 计算值(2列), 保留4位有效数字。

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....

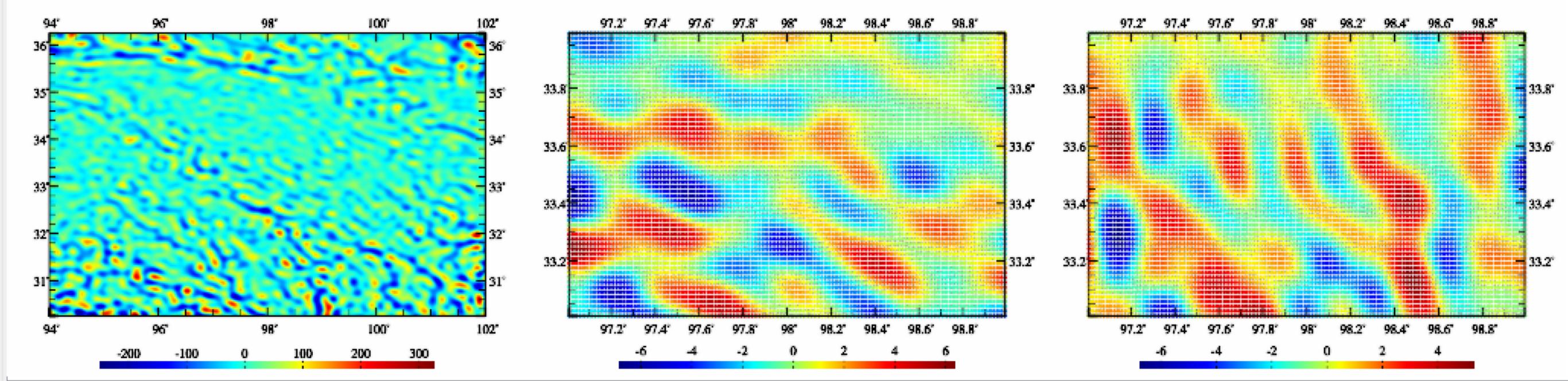
>> 计算开始时间: 2024-09-04 15:27:37

>> 完成大地水准面及其外部垂线偏差向量(S, W)计算!

垂线偏差向量(S, W)结果保存为 参数设置结果输入 开始积分计算

| no | lon (degree/decimal) | lat | ellipHeight (m) | S | W |
|----|----------------------|-----------|-----------------|---------|--------|
| 1 | 97.008333 | 33.008333 | 3942.764 | -2.4975 | 0.4726 |
| 2 | 97.025000 | 33.008333 | 3989.787 | -2.4200 | 0.6841 |
| 3 | 97.041667 | 33.008333 | 4034.817 | -2.3012 | 0.9131 |
| 4 | 97.058333 | 33.008333 | 4070.847 | -2.1495 | 1.1375 |
| 5 | 97.075000 | 33.008333 | 4106.877 | -1.9758 | 1.3348 |

提取垂线偏差 图形绘制



空间异常mGal

垂线偏差南向"

垂线偏差西向"

- 广义Vening-Meinesz公式由广义Stokes/Hotine公式导出, 属Stokes边值问题。要求被积空间异常/扰动重力位于等位面。
- 为实现有限半径积分, 通常需采用参考重力场移去恢复法, 先移去边界面模型空间异常/扰动重力, 再积分得到计算点残差垂线偏差(S, W), 最后恢复计算点模型垂线偏差(S, W)。
- 等位面可采用参考重力场模型(不大于360阶)构造, 在高度不大于10千米的近地空间, 可用等正(常)高面大地高格网代替。

空间异常Vening-Meinesz积分计算-二维FFT



空间异常Vening-Meinesz积分外部垂线偏差计算 | 扰动重力Vening-Meinesz积分外部垂线偏差计算 | 广义Vening-Meinesz积分算法

打开等位边界面大地高格网文件

打开等位面上空间异常格网文件

选择计算点文件格式

大地高格网文件

打开计算面大地高格网文件

选择积分算法

二维FFT算法

设置积分半径 180 km

提取垂线偏差 | 图形绘制

>> 计算过程 ** 操作提示

>> 计算结束时间: 2024-09-04 15:29:44

>> [功能]由等位面残差空间异常格网计算外部残差垂线偏差。

>> 打开等位边界面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenVeningMeinesz/landgeoidhgt.dat.

>> 打开等位面上空间异常格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenVeningMeinesz/resGMLgeoid541_1800.gra.

>> 打开计算面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenVeningMeinesz/landbmsurfhgt.dat.

>> 按二维FFT算法计算外部残差垂线偏差...

>> 垂线偏差(S, W)结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenVeningMeinesz/gratovmFFT2.dat.

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....

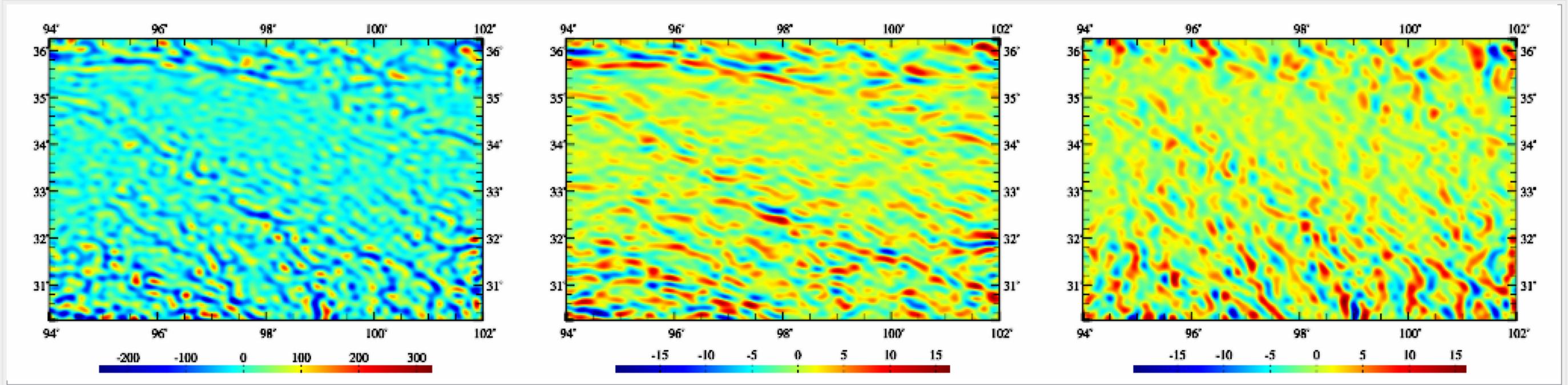
>> 计算开始时间: 2024-09-04 15:32:15

>> 完成大地水准面及其外部垂线偏差向量(S, W)计算!

>> 计算结束时间: 2024-09-04 15:32:18

垂线偏差向量(S, W)结果保存为 | 参数设置结果输入 | 开始积分计算

| | | | | | | | | | |
|-----------|------------|-----------|-----------|------------|------------|---------|--------|--------|-----|
| 94.000000 | 102.000000 | 30.250000 | 36.250000 | 0.01666667 | 0.01666667 | | | | |
| -2.2955 | -2.5663 | -2.5312 | -2.2038 | -1.6530 | -0.9588 | -0.1916 | 0.5943 | 1.3597 | 2.0 |
| 4.4045 | 4.3352 | 4.1336 | 3.8281 | 3.4637 | 3.0993 | 2.8020 | 2.6392 | 2.6689 | 2.9 |
| 8.1418 | 8.9666 | 9.5719 | 9.9219 | 10.0144 | 9.8802 | 9.5792 | 9.1888 | 8.7932 | 8.4 |
| 9.2908 | 9.5062 | 9.5374 | 9.3162 | 8.7965 | 7.9607 | 6.8206 | 5.4140 | 3.7999 | 2.0 |



空间异常mGal

垂线偏差南向"

垂线偏差西向"

- 广义Vening-Meinesz公式由广义Stokes/Hotine公式导出, 属Stokes边值问题。要求被积空间异常/扰动重力位于等位面。
- 为实现有限半径积分, 通常需采用参考重力场移去恢复法, 先移去边界面模型空间异常/扰动重力, 再积分得到计算点残差垂线偏差(S, W), 最后恢复计算点模型垂线偏差(S, W)。
- 等位面可采用参考重力场模型(不大于360阶)构造, 在高度不大于10千米的近地空间, 可用等正(常)高面大地高格网代替。

空间异常Vening-Meinesz积分计算-一维FFT



空间异常Vening-Meinesz积分外部垂线偏差计算 | 扰动重力Vening-Meinesz积分外部垂线偏差计算 | 广义Vening-Meinesz积分算法

打开等位边界面大地高格网文件

打开等位面上空间异常格网文件

选择计算点文件格式

大地高格网文件

打开计算面大地高格网文件

选择积分算法

一维FFT算法

设置积分半径 180 km

提取垂线偏差 | 图形绘制

>> 计算过程 ** 操作提示

>> 计算结束时间: 2024-09-04 15:32:18

>> [功能]由等位面残差空间异常格网计算外部残差垂线偏差。

>> 打开等位边界面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenVeningMeinesz/landgeoidhgt.dat.

>> 打开等位面上空间异常格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenVeningMeinesz/resGMIgeoid541_1800.gra.

>> 打开计算面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenVeningMeinesz/landbmsurfhgt.dat.

>> 按一维FFT算法计算外部残差垂线偏差...

>> 垂线偏差(S, W)结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenVeningMeinesz/gratovmFFT1.dat.

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....

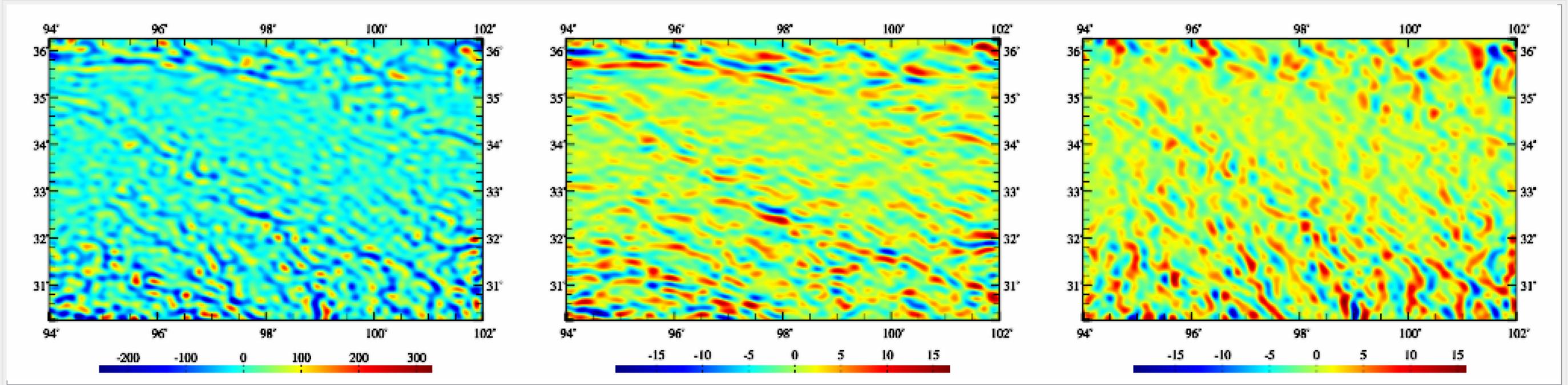
>> 计算开始时间: 2024-09-04 15:33:40

>> 完成大地水准面及其外部垂线偏差向量(S, W)计算!

>> 计算结束时间: 2024-09-04 15:34:24

垂线偏差向量(S, W)结果保存为 | 参数设置结果输入 | 开始积分计算

| | | | | | | | | | |
|-----------|------------|-----------|-----------|------------|------------|---------|--------|--------|-----|
| 94.000000 | 102.000000 | 30.250000 | 36.250000 | 0.01666667 | 0.01666667 | | | | |
| -2.2866 | -2.5693 | -2.5365 | -2.2060 | -1.6513 | -0.9553 | -0.1892 | 0.5928 | 1.3523 | 2.0 |
| 4.3578 | 4.2812 | 4.0701 | 3.7522 | 3.3727 | 2.9908 | 2.6747 | 2.4928 | 2.5043 | 2.7 |
| 7.9132 | 8.7324 | 9.3302 | 9.6709 | 9.7517 | 9.6042 | 9.2891 | 8.8855 | 8.4788 | 8.1 |
| 9.0235 | 9.2631 | 9.3211 | 9.1282 | 8.6380 | 7.8323 | 6.7225 | 5.3462 | 3.7619 | 2.0 |



空间异常mGal | 垂线偏差南向 | 垂线偏差西向

- 广义Vening-Meinesz公式由广义Stokes/Hotine公式导出, 属Stokes边值问题。要求被积空间异常/扰动重力位于等位面。
- 为实现有限半径积分, 通常需采用参考重力场移去恢复法, 先移去边界面模型空间异常/扰动重力, 再积分得到计算点残差垂线偏差(S, W), 最后恢复计算点模型垂线偏差(S, W)。
- 等位面可采用参考重力场模型(不大于360阶)构造, 在高度不大于10千米的近地空间, 可用等正(常)高面大地高格网代替。

扰动重力Vening-Meinesz积分计算-数值积分



空间异常Vening-Meinesz积分外部垂线偏差计算

扰动重力Vening-Meinesz积分外部垂线偏差计算

广义Vening-Meinesz积分算法

打开等位边界面大地高格网文件
打开等位面上扰动重力格网文件

选择计算点文件格式
离散计算点文件

打开计算点空间位置文件

设置点值文件格式
头文件占住的行数: 1
大地高属性列序号: 4

设置积分半径: 180 km

>> 计算过程 ** 操作提示

>> [功能]由等位面残差扰动重力格网计算外部残差垂线偏差。
>> 打开等位边界面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenVeningMeinesz/landgeoidhgt.dat。
>> 打开等位面上扰动重力格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenVeningMeinesz/resGMIgeoid541_1800.rga。
>> 打开空间计算点位置文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenVeningMeinesz/calcpnt.txt。
** 观察下方窗口文件信息, 设置点值文件格式...

>> 垂线偏差(S, W)结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenVeningMeinesz/rgapnt.txt。
** 记录格式: 在计算点记录的基础上, 增加残差垂线偏差向量(S, W) 计算值(2列), 保留4位有效数字。

>> 参数设置结果已输入系统!
** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....

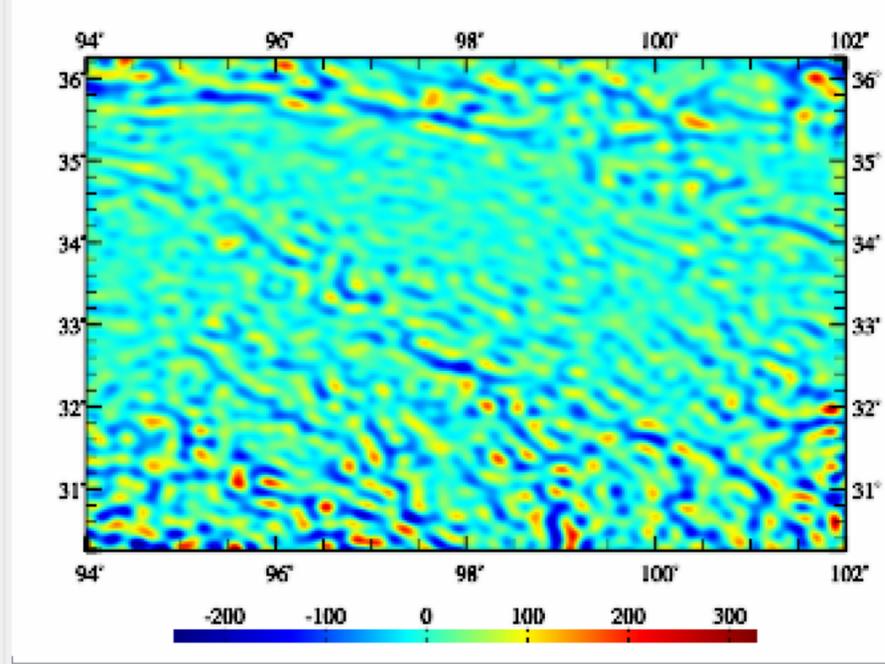
>> 计算开始时间: 2024-09-04 15:35:57
>> 完成大地水准面及其外部垂线偏差向量(S, W)计算!
>> 计算结束时间: 2024-09-04 15:38:00

垂线偏差向量(S, W)结果保存为 参数设置结果输入

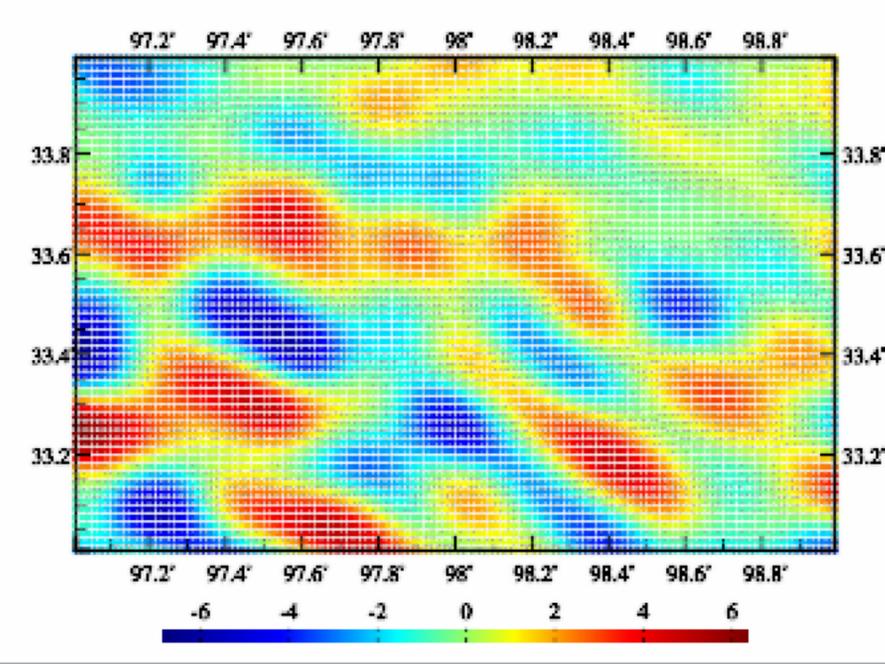
开始积分计算

| no | lon (degree/decimal) | lat | ellipHeight (m) | S | W |
|----|----------------------|-----------|-----------------|---------|--------|
| 1 | 97.008333 | 33.008333 | 3942.764 | -2.4923 | 0.4718 |
| 2 | 97.025000 | 33.008333 | 3989.787 | -2.4149 | 0.6833 |
| 3 | 97.041667 | 33.008333 | 4034.817 | -2.2964 | 0.9122 |
| 4 | 97.058333 | 33.008333 | 4070.847 | -2.1450 | 1.1367 |
| 5 | 97.075000 | 33.008333 | 4106.877 | -1.9717 | 1.3340 |

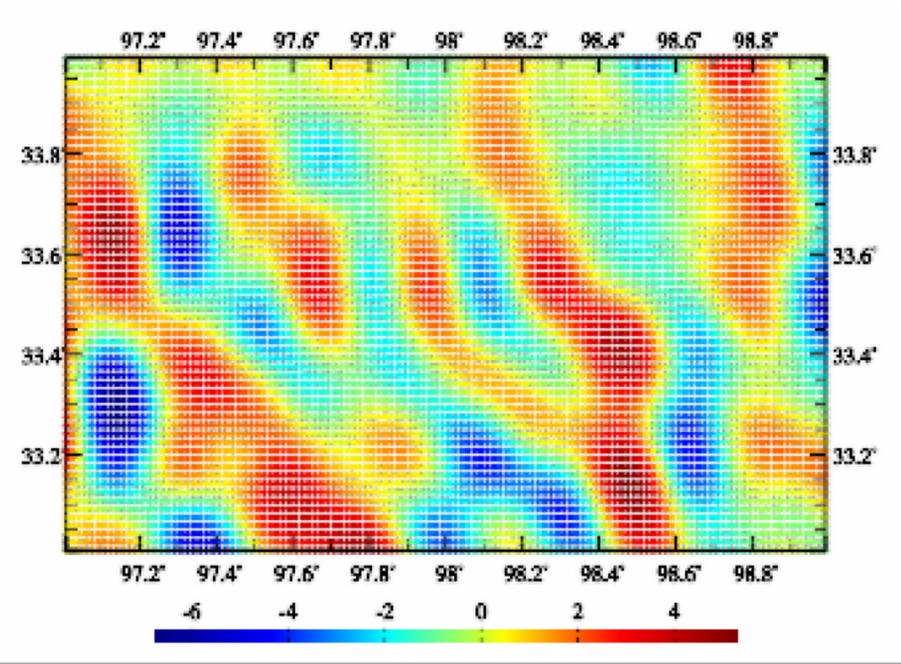
提取垂线偏差 图形绘制



扰动重力mGal



垂线偏差南向"



垂线偏差西向"

- 广义Vening-Meinesz公式由广义Stokes/Hotine公式导出, 属Stokes边值问题。要求被积空间异常/扰动重力位于等位面。
- 为实现有限半径积分, 通常需采用参考重力场移去恢复法, 先移去边界面模型空间异常/扰动重力, 再积分得到计算点残差垂线偏差(S, W), 最后恢复计算点模型垂线偏差(S, W)。
- 等位面可采用参考重力场模型(不大于360阶)构造, 在高度不大于10千米的近地空间, 可用等正(常)高面大地高格网代替。

扰动重力Vening-Meinesz积分计算-二维FFT



空间异常Vening-Meinesz积分外部垂线偏差计算 | **扰动重力Vening-Meinesz积分外部垂线偏差计算** | 广义Vening-Meinesz积分算法

打开等位边界面大地高格网文件

打开等位面上扰动重力格网文件

选择计算点文件格式

大地高格网文件

打开计算面大地高格网文件

选择积分算法

二维FFT算法

设置积分半径 180 km

提取垂线偏差 | 图形绘制

>> 计算过程 ** 操作提示

>> 计算结束时间: 2024-09-04 15:38:00

>> [功能]由等位面残差扰动重力格网计算外部残差垂线偏差。

>> 打开等位边界面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenVeningMeinesz/landgeoidhgt.dat.

>> 打开等位面上扰动重力格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenVeningMeinesz/resGMLgeoid541_1800.rga.

>> 按二维FFT算法计算外部残差垂线偏差...

>> 打开计算面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenVeningMeinesz/landbmsurfhgt.dat.

>> 垂线偏差(S, W)结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenVeningMeinesz/rgatovmFFT2.dat.

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....

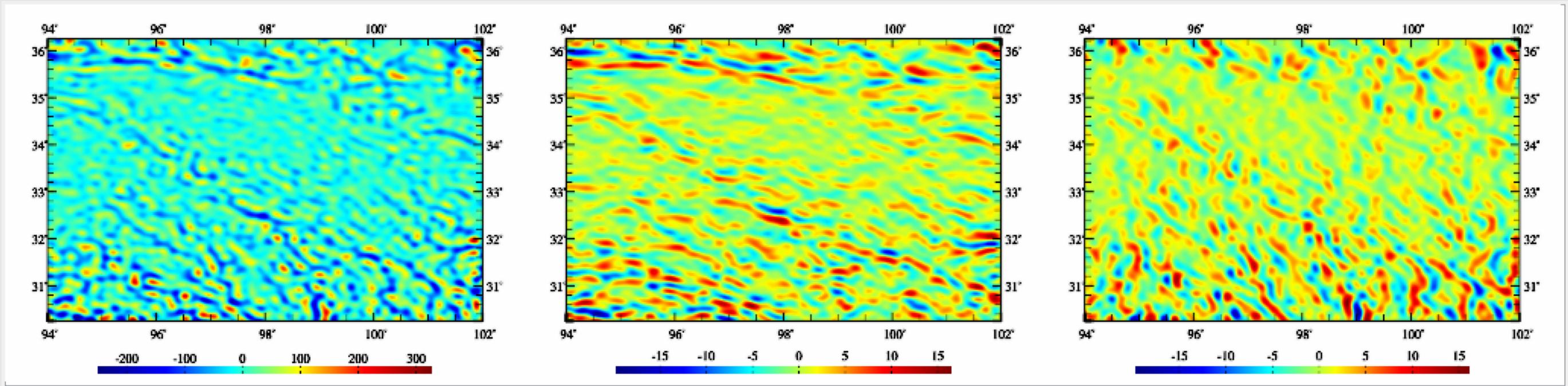
>> 计算开始时间: 2024-09-04 15:40:00

>> 完成大地水准面及其外部垂线偏差向量(S, W)计算!

>> 计算结束时间: 2024-09-04 15:40:02

垂线偏差向量(S, W)结果保存为 | 参数设置结果输入 | 开始积分计算

| | | | | | | | | | |
|-----------|------------|-----------|-----------|------------|------------|---------|--------|--------|-----|
| 94.000000 | 102.000000 | 30.250000 | 36.250000 | 0.01666667 | 0.01666667 | | | | |
| -2.2983 | -2.5692 | -2.5347 | -2.2082 | -1.6585 | -0.9656 | -0.1997 | 0.5849 | 1.3491 | 2.0 |
| 4.3900 | 4.3211 | 4.1201 | 3.8155 | 3.4521 | 3.0887 | 2.7923 | 2.6303 | 2.6604 | 2.9 |
| 8.1264 | 8.9502 | 9.5548 | 9.9047 | 9.9975 | 9.8642 | 9.5643 | 9.1752 | 8.7810 | 8.4 |
| 9.2803 | 9.4953 | 9.5263 | 9.3052 | 8.7862 | 7.9515 | 6.8129 | 5.4083 | 3.7964 | 2.0 |



扰动重力mGal | 垂线偏差南向'' | 垂线偏差西向''

- 广义Vening-Meinesz公式由广义Stokes/Hotine公式导出, 属Stokes边值问题。要求被积空间异常/扰动重力位于等位面。
- 为实现有限半径积分, 通常需采用参考重力场移去恢复法, 先移去边界面模型空间异常/扰动重力, 再积分得到计算点残差垂线偏差(S, W), 最后恢复计算点模型垂线偏差(S, W)。
- 等位面可采用参考重力场模型(不大于360阶)构造, 在高度不大于10千米的近地空间, 可用等正(常)高面大地高格网代替。

扰动重力Vening-Meinesz积分计算-一维FFT



空间异常Vening-Meinesz积分外部垂线偏差计算 | **扰动重力Vening-Meinesz积分外部垂线偏差计算** | 广义Vening-Meinesz积分算法

打开等位边界面大地高格网文件

打开等位面上扰动重力格网文件

选择计算点文件格式

大地高格网文件

打开计算面大地高格网文件

选择积分算法

一维FFT算法

设置积分半径 180 km

提取垂线偏差 | 图形绘制

>> 计算过程 ** 操作提示

>> 计算结束时间: 2024-09-04 15:40:02

>> [功能]由等位面残差扰动重力格网计算外部残差垂线偏差。

>> 打开等位边界面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenVeningMeinesz/landgeoidhgt.dat.

>> 打开等位面上扰动重力格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenVeningMeinesz/resGMLgeoid541_1800.rga.

>> 打开计算面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenVeningMeinesz/landbmsurfhgt.dat.

>> 按一维FFT算法计算外部残差垂线偏差...

>> 垂线偏差(S, W)结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/IntgenVeningMeinesz/rgatovmFFT1.dat.

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....

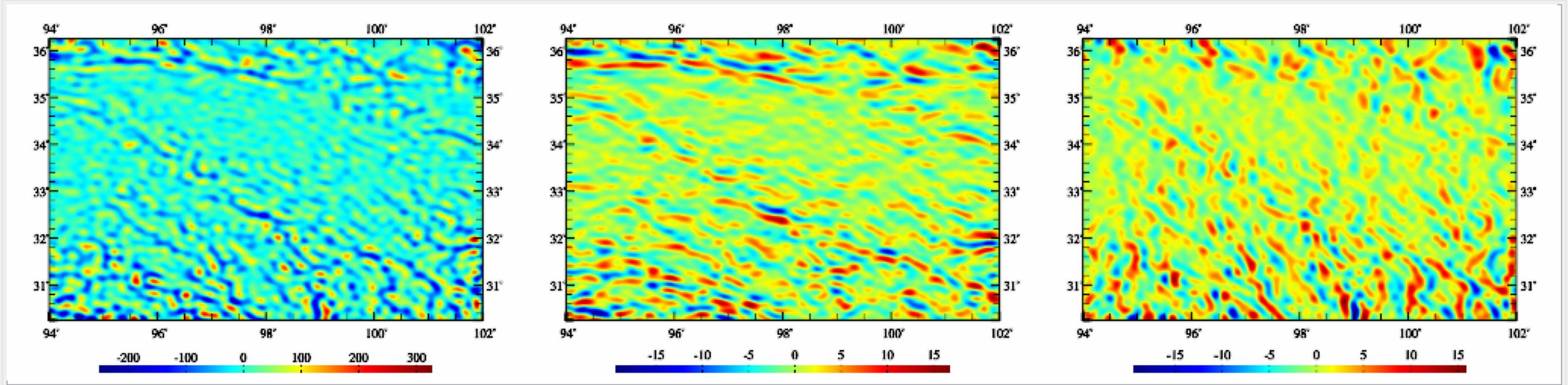
>> 计算开始时间: 2024-09-04 15:41:05

>> 完成大地水准面及其外部垂线偏差向量(S, W)计算!

>> 计算结束时间: 2024-09-04 15:41:47

垂线偏差向量(S, W)结果保存为 | 参数设置结果输入 | 开始积分计算

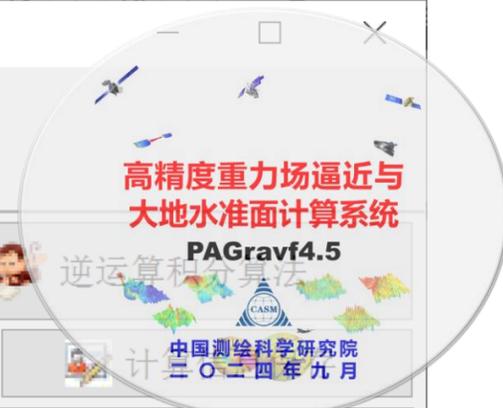
| | | | | | | | | | |
|-----------|------------|-----------|-----------|------------|------------|---------|--------|--------|-----|
| 94.000000 | 102.000000 | 30.250000 | 36.250000 | 0.01666667 | 0.01666667 | | | | |
| -2.2902 | -2.5728 | -2.5404 | -2.2106 | -1.6569 | -0.9620 | -0.1970 | 0.5837 | 1.3422 | 2.0 |
| 4.3438 | 4.2677 | 4.0572 | 3.7402 | 3.3616 | 2.9808 | 2.6656 | 2.4845 | 2.4963 | 2.7 |
| 7.8987 | 8.7168 | 9.3140 | 9.6544 | 9.7356 | 9.5887 | 9.2746 | 8.8722 | 8.4667 | 8.1 |
| 9.0128 | 9.2522 | 9.3100 | 9.1173 | 8.6277 | 7.8231 | 6.7148 | 5.3404 | 3.7583 | 2.0 |



扰动重力mGal | 垂线偏差南向'' | 垂线偏差西向''

- 广义Vening-Meinesz公式由广义Stokes/Hotine公式导出, 属Stokes边值问题。要求被积空间异常/扰动重力位于等位面。
- 为实现有限半径积分, 通常需采用参考重力场移去恢复法, 先移去边界面模型空间异常/扰动重力, 再积分得到计算点残差垂线偏差(S, W), 最后恢复计算点模型垂线偏差(S, W)。
- 等位面可采用参考重力场模型(不大于360阶)构造, 在高度不大于10千米的近地空间, 可用等正(常)高面大地高格网代替。

Stokes逆运算积分计算空间异常-数值积分



- Stokes逆运算积分
- Hotine逆运算积分
- Vening Meinesz逆运算积分
- 高程异常计算外部扰动场元

打开等位边界面大地高格网文件

打开等位面上高程异常格值文件

选择计算点文件格式

离散计算点文件

打开等位面上计算点位置文件

设置点值文件格式

头文件占住的行数 1

>> 计算过程 ** 操作提示

>> 从界面上方四个控件按钮中选择功能模块...

>> [功能]由等位边界面大地高格网(m)及其面上残差高程异常(m)格网,按Stokes逆运算积分严密公式或FFT算法,计算该等位面上残差空间异常。

** 输入格网规格相同的等位边界面大地高及其高程异常(m)格网文件...

>> 打开等位边界面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/landgeoidhgt.dat.

>> 打开等位面高程异常格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/resGMIgeoid541_1800.ksi.

>> 打开等位面上计算点位置文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/calcpnt.txt.

** 观察下方窗口文件信息,设置点值文件格式...

>> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/invstokes.txt.

>> 在源计算点值文件记录的基础上,增加一列由等位面大地高格网内插得到的计算点大地高,和一系列该点的残差空间异常积分值。

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮,或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间:2024-09-04 16:32:18

>> 完成扰动场元逆运算积分计算!

>> 计算结束时间:2024-09-04 16:33:25

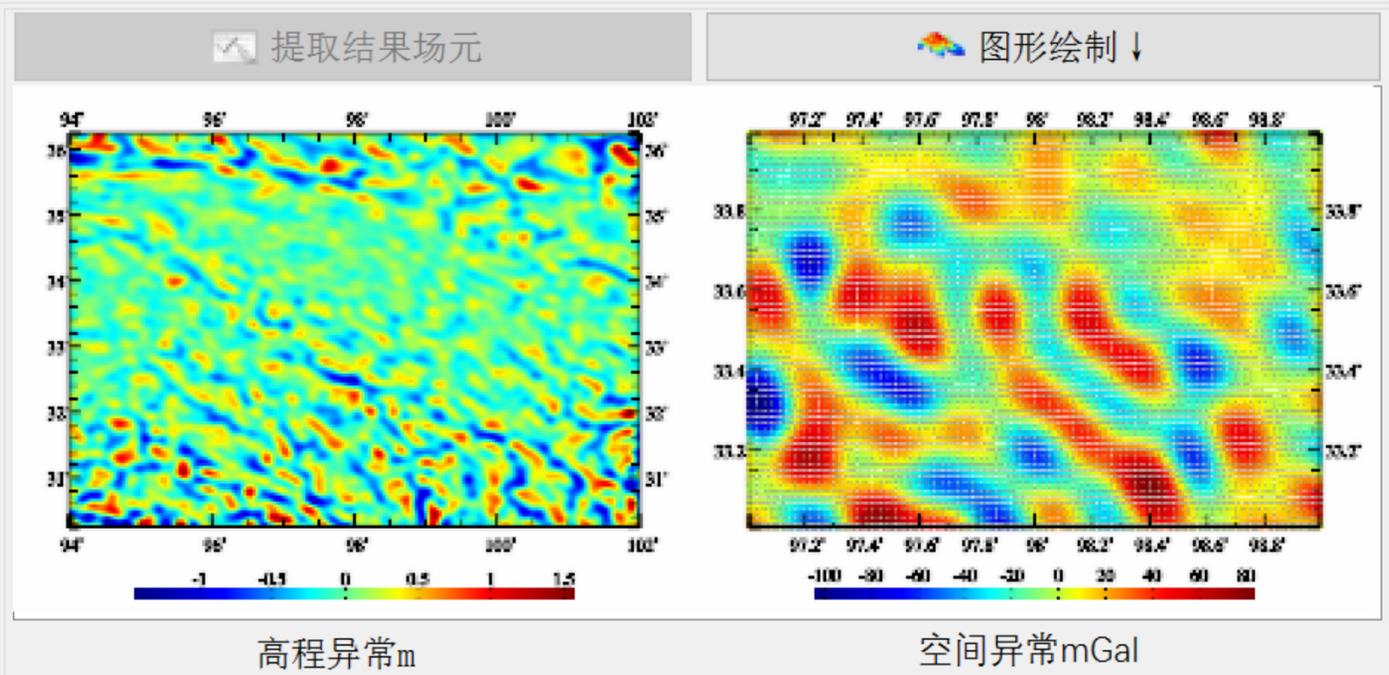
设置积分半径 150 km

计算结果保存为

参数设置结果输入

开始积分计算

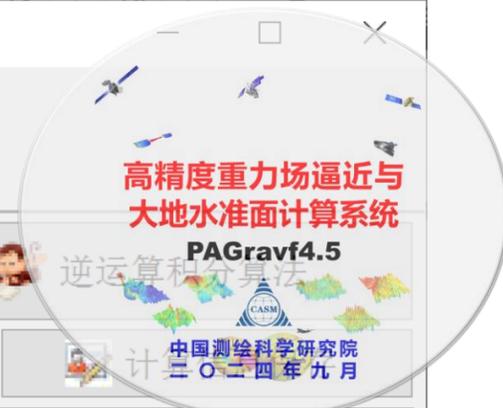
| no | lon(degree/decimal) | lat | ellipHeight(m) | | |
|----|---------------------|-----------|----------------|----------|----------|
| 1 | 97.008333 | 33.008333 | 3942.764 | -37.2501 | 24.7224 |
| 2 | 97.025000 | 33.008333 | 3989.787 | -37.2203 | 24.6842 |
| 3 | 97.041667 | 33.008333 | 4034.817 | -37.1899 | 22.9058 |
| 4 | 97.058333 | 33.008333 | 4070.847 | -37.1590 | 19.2598 |
| 5 | 97.075000 | 33.008333 | 4106.877 | -37.1276 | 13.9076 |
| 6 | 97.091667 | 33.008333 | 4119.913 | -37.0959 | 7.1243 |
| 7 | 97.108333 | 33.008333 | 4115.946 | -37.0640 | -0.9416 |
| 8 | 97.125000 | 33.008333 | 4090.977 | -37.0318 | -9.7023 |
| 9 | 97.141667 | 33.008333 | 4070.007 | -36.9990 | -18.9075 |
| 10 | 97.158333 | 33.008333 | 3991.047 | -36.9665 | -27.8771 |
| 11 | 97.175000 | 33.008333 | 3985.070 | -36.9327 | -36.2732 |
| 12 | 97.191667 | 33.008333 | 3956.107 | -36.8988 | -43.4193 |
| 13 | 97.208333 | 33.008333 | 3965.137 | -36.8642 | -49.0686 |
| 14 | 97.225000 | 33.008333 | 3964.173 | -36.8295 | -52.4761 |
| 15 | 97.241667 | 33.008333 | 3983.205 | -36.7943 | -53.5072 |
| 16 | 97.258333 | 33.008333 | 3953.251 | -36.7595 | -51.6556 |



- 扰动场元逆运算积分属Stokes边值问题,要求被积高程异常或垂线偏差向量(S, W)位于等位面;扰动重力反算采用Poisson积分与场元微分组合算法,不要求边界面是等位面。
- 为实现有限半径积分,通常需采用参考重力场移去恢复法,先移去边界面源扰动场元的模型值,再采用逆运算或反算方法计算目标扰动场元点的残差值,最后恢复计算点处目标扰动场元的模型值。
- 等位面可采用参考重力场模型(不大于360阶)构造,在高度不大于10千米的近地空间,可用等正(常)高面大地高格网代替。

Stokes逆运算积分计算空间异常-二维FFT

计算结果保存 设置参数输入 开始计算 计算信息保存 查看样例



- Stokes逆运算积分
- Hotine逆运算积分
- Vening Meinesz逆运算积分
- 高程异常计算外部扰动场元

打开等位边界面大地高格网文件

打开等位面上高程异常格值文件

选择计算点文件格式

大地高格网文件

选择积分算法

二维FFT算法

>> 计算过程 ** 操作提示

>> 完成扰动场元逆运算积分计算!

>> 计算结束时间: 2024-09-04 16:33:25

>> [功能]由等位边界面大地高格网(m)及其面上残差高程异常(m)格网,按Stokes逆运算积分严密公式或FFT算法,计算该等位面上残差空间异常。

** 输入格网规格相同的等位边界面大地高及其高程异常(m)格网文件...

>> 打开等位边界面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/landgeoidhgt.dat.

>> 打开等位面高程异常格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/resGMIgeoid541_1800.ksi.

>> 按二维FFT算法计算...

>> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/invstokesFFT2.dat.

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮,或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间: 2024-09-04 16:35:50

>> 完成扰动场元逆运算积分计算!

>> 计算结束时间: 2024-09-04 16:35:51

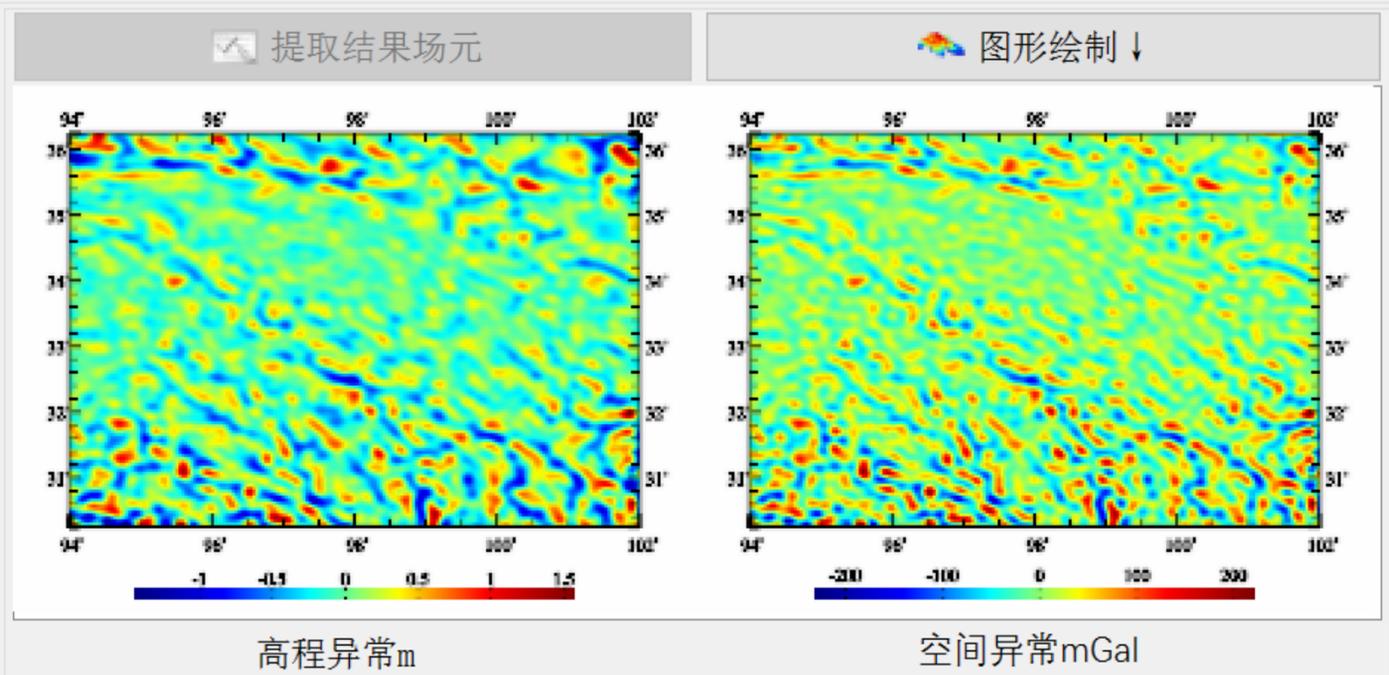
设置积分半径 150 km

计算结果保存为

参数设置结果输入

开始积分计算

| | | | | | |
|-----------|------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 94.000000 | 102.000000 | 30.250000 | 36.250000 | 0.01666667 | 0.01666667 |
| -39.6477 | -31.7555 | -23.0010 | -13.3460 | -3.1905 | 7.3758 |
| 68.7137 | 66.2175 | 63.6459 | 61.8294 | 61.1919 | 61.9060 |
| 85.4454 | 88.5755 | 92.8940 | 98.3290 | 104.2779 | 109.8428 |
| -20.5549 | -42.5148 | -60.3258 | -73.0308 | -80.1262 | -81.5883 |
| 1.5651 | 3.2947 | 3.7253 | 3.2002 | 2.3803 | 1.7674 |
| 50.4526 | 51.4144 | 47.9648 | 39.6026 | 26.4345 | 9.2700 |
| 41.7132 | 78.7630 | 112.9903 | 140.3739 | 157.4710 | 161.9463 |
| -116.6430 | -108.3396 | -89.6918 | -63.5529 | -33.3099 | -2.4602 |
| 34.2004 | 25.2184 | 18.4197 | 13.7955 | 11.4404 | 10.9439 |
| 58.3004 | 57.9660 | 54.0121 | 46.0891 | 34.5079 | 20.1147 |
| 12.7681 | 30.0333 | 44.9480 | 55.6834 | 61.1593 | 60.9163 |
| -35.4209 | -39.1119 | -43.6884 | -50.2486 | -59.2394 | -70.9157 |
| -141.6149 | -133.2776 | -123.9171 | -114.2731 | -104.7800 | -95.4982 |
| 36.9525 | 44.8229 | 47.4242 | 44.3201 | 35.6144 | 22.1620 |
| -16.0591 | 5.5549 | 28.0217 | 49.7083 | 68.9606 | 84.7837 |



- 扰动场元逆运算积分属Stokes边值问题,要求被积高程异常或垂线偏差向量(S, W)位于等位面;扰动重力反算采用Poisson积分与场元微分组合算法,不要求边界面是等位面。
- 为实现有限半径积分,通常需采用参考重力场移去恢复法,先移去边界面源扰动场元的模型值,再采用逆运算或反算方法计算目标扰动场元点的残差值,最后恢复计算点处目标扰动场元的模型值。
- 等位面可采用参考重力场模型(不大于360阶)构造,在高度不大于10千米的近地空间,可用等正(常)高面大地高格网代替。

Stokes逆运算积分计算空间异常-一维FFT

计算结果保存 设置参数输入 开始计算 计算信息保存 查看样例

Stokes逆运算积分

Hotine逆运算积分

Vening Meinesz逆运算积分

高程异常计算外部扰动场元

逆运算积分算法

打开等位边界面大地高格网文件

打开等位面上高程异常格值文件

选择计算点文件格式

大地高格网文件

选择积分算法

一维FFT算法

>> 计算过程 ** 操作提示

>> 完成扰动场元逆运算积分计算!

>> 计算结束时间: 2024-09-04 16:35:51

>> [功能]由等位边界面大地高格网(m)及其面上残差高程异常(m)格网,按Stokes逆运算积分严密公式或FFT算法,计算该等位面上残差空间异常。

** 输入格网规格相同的等位边界面大地高及其高程异常(m)格网文件...

>> 打开等位边界面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/landgeoidhgt.dat。

>> 打开等位面上高程异常格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/resGMlgeoid541_1800.ksi。

>> 按一维FFT算法计算...

>> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/invstokesFFT1.dat。

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮,或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间: 2024-09-04 16:37:11

>> 完成扰动场元逆运算积分计算!

>> 计算结束时间: 2024-09-04 16:37:39

设置积分半径 150 km

计算结果保存为

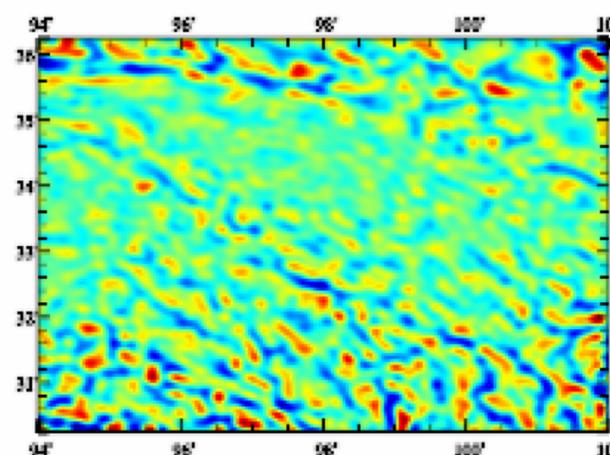
参数设置结果输入

开始积分计算

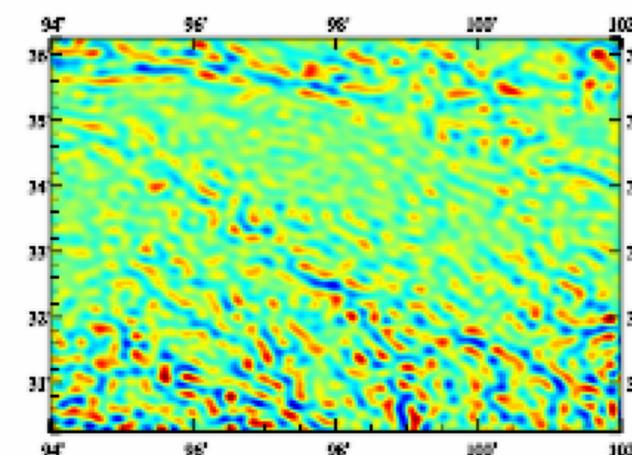
| | | | | | |
|-----------|------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 94.000000 | 102.000000 | 30.250000 | 36.250000 | 0.01666667 | 0.01666667 |
| -38.8436 | -31.6669 | -23.1151 | -13.5783 | -3.5313 | 6.8983 |
| 67.0584 | 64.6259 | 62.0594 | 60.1520 | 59.3231 | 59.7623 |
| 83.3528 | 86.6034 | 90.8779 | 96.0863 | 101.6546 | 106.7426 |
| -18.5990 | -39.3488 | -56.1960 | -68.2546 | -75.0628 | -76.6044 |
| -0.4045 | 1.1473 | 1.5172 | 1.0340 | 0.3231 | -0.1369 |
| 49.1110 | 50.2744 | 47.2085 | 39.4367 | 27.0601 | 10.8463 |
| 39.0631 | 73.8112 | 105.9681 | 131.7520 | 147.9208 | 152.2701 |
| -109.3804 | -101.8005 | -84.4823 | -60.0815 | -31.7596 | -2.7911 |
| 33.1716 | 24.7000 | 18.2457 | 13.8216 | 11.5360 | 11.0218 |
| 56.3368 | 56.0106 | 52.2388 | 44.6968 | 33.6809 | 19.9907 |
| 11.0672 | 27.2974 | 41.4079 | 51.6809 | 57.0925 | 57.1928 |
| -32.8821 | -36.8786 | -41.7506 | -48.4961 | -57.5067 | -68.9966 |
| -137.5939 | -129.7212 | -120.8182 | -111.5682 | -102.3731 | -93.2874 |
| 35.8661 | 43.3681 | 45.8191 | 42.8191 | 34.4810 | 21.6239 |
| -16.0694 | 4.4015 | 25.7657 | 46.4817 | 64.9832 | 80.3144 |

提取结果场元

图形绘制 ↓



高程异常m



空间异常mGal

- 扰动场元逆运算积分属Stokes边值问题,要求被积高程异常或垂线偏差向量(S, W)位于等位面;扰动重力反算采用Poisson积分与场元微分组合算法,不要求边界面是等位面。
- 为实现有限半径积分,通常需采用参考重力场移去恢复法,先移去边界面源扰动场元的模型值,再采用逆运算或反算方法计算目标扰动场元点的残差值,最后恢复计算点处目标扰动场元的模型值。
- 等位面可采用参考重力场模型(不大于360阶)构造,在高度不大于10千米的近地空间,可用等正(常)高面大地高格网代替。

Hotine逆运算积分计算扰动重力-数值积分



- Stokes逆运算积分
- Hotine逆运算积分**
- Vening Meinesz逆运算积分
- 高程异常计算外部扰动场元

打开等位边界面大地高格网文件

打开等位面上高程异常格值文件

选择计算点文件格式

离散计算点文件

打开等位面上计算点位置文件

设置点值文件格式

头文件占住的行数 1

>> 计算过程 ** 操作提示

>> 计算结束时间: 2024-09-04 16:37:39

>> [功能]由等位边界面大地高格网(m)及其面上残差高程异常(m)格网,按Hotine逆运算积分严密公式或FFT算法,计算该等位面上残差扰动重力。

** 输入格网规格相同的等位边界面大地高及其高程异常(m)格网文件...

>> 打开等位边界面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/landgeoidhgt.dat.

>> 打开等位面上高程异常格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/resGMIgeoid541_1800.ksi.

>> 打开等位面上计算点位置文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/calcpnt.txt.

** 观察下方窗口文件信息,设置点值文件格式...

>> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/invhotine.txt.

>> 在源计算点值文件记录的基础上,增加一列由等位面大地高格网内插得到的计算点大地高,和一系列该点的残差扰动重力积分值。

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮,或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间: 2024-09-04 16:39:07

>> 完成扰动场元逆运算积分计算!

>> 计算结束时间: 2024-09-04 16:40:14

设置积分半径 150 km

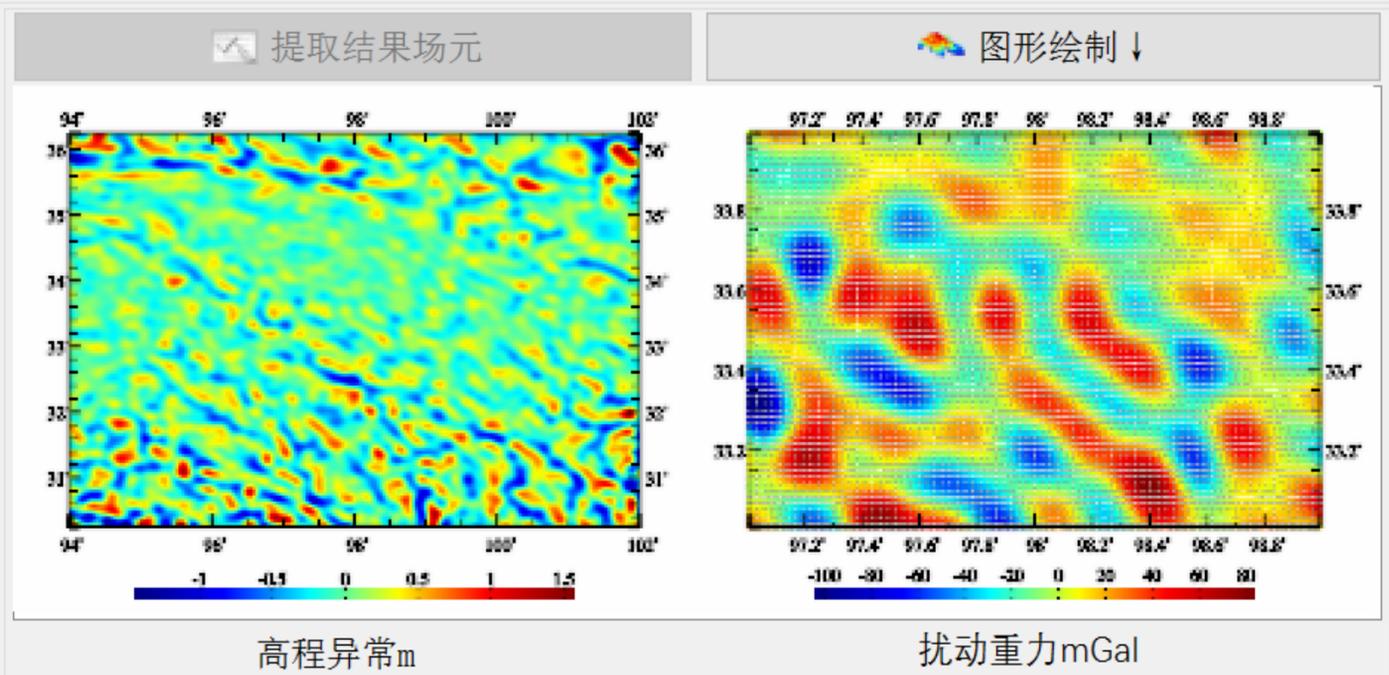
计算结果保存为

参数设置结果输入

开始积分计算

| no | lon(degree/decimal) | lat | ellipHeight(m) | | |
|----|---------------------|-----------|----------------|----------|----------|
| 1 | 97.008333 | 33.008333 | 3942.764 | -37.2501 | 24.7198 |
| 2 | 97.025000 | 33.008333 | 3989.787 | -37.2203 | 24.6819 |
| 3 | 97.041667 | 33.008333 | 4034.817 | -37.1899 | 22.9044 |
| 4 | 97.058333 | 33.008333 | 4070.847 | -37.1590 | 19.2598 |
| 5 | 97.075000 | 33.008333 | 4106.877 | -37.1276 | 13.9095 |
| 6 | 97.091667 | 33.008333 | 4119.913 | -37.0959 | 7.1286 |
| 7 | 97.108333 | 33.008333 | 4115.946 | -37.0640 | -0.9347 |
| 8 | 97.125000 | 33.008333 | 4090.977 | -37.0318 | -9.6925 |
| 9 | 97.141667 | 33.008333 | 4070.007 | -36.9990 | -18.8947 |
| 10 | 97.158333 | 33.008333 | 3991.047 | -36.9665 | -27.8614 |
| 11 | 97.175000 | 33.008333 | 3985.070 | -36.9327 | -36.2549 |
| 12 | 97.191667 | 33.008333 | 3956.107 | -36.8988 | -43.3989 |
| 13 | 97.208333 | 33.008333 | 3965.137 | -36.8642 | -49.0467 |
| 14 | 97.225000 | 33.008333 | 3964.173 | -36.8295 | -52.4534 |
| 15 | 97.241667 | 33.008333 | 3983.205 | -36.7943 | -53.4848 |
| 16 | 97.258333 | 33.008333 | 3953.251 | -36.7595 | -51.6344 |

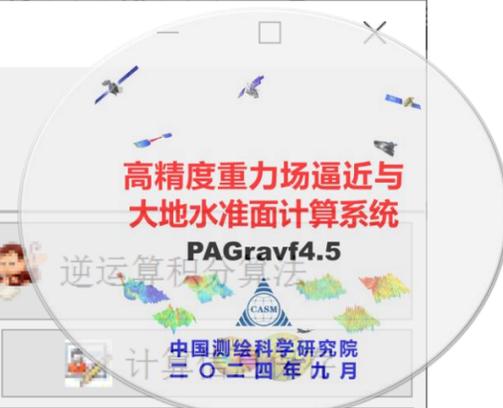
忽略大地高属性



- 扰动场元逆运算积分属Stokes边值问题,要求被积高程异常或垂线偏差向量(S,W)位于等位面;扰动重力反算采用Poisson积分与场元微分组合算法,不要求边界面是等位面。
- 为实现有限半径积分,通常需采用参考重力场移去恢复法,先移去边界面源扰动场元的模型值,再采用逆运算或反算方法计算目标扰动场元点的残差值,最后恢复计算点处目标扰动场元的模型值。
- 等位面可采用参考重力场模型(不大于360阶)构造,在高度不大于10千米的近地空间,可用等正(常)高面大地高格网代替。

Hotine逆运算积分计算扰动重力-二维FFT

计算结果保存 设置参数输入 开始计算 计算信息保存 查看样例



- Stokes逆运算积分
- Hotine逆运算积分**
- Vening Meinesz逆运算积分
- 高程异常计算外部扰动场元

打开等位边界面大地高格网文件

打开等位面上高程异常格网文件

选择计算点文件格式

大地高格网文件

选择积分算法

二维FFT算法

>> 计算过程 ** 操作提示

>> 完成扰动场元逆运算积分计算!

>> 计算结束时间: 2024-09-04 16:40:14

>> [功能]由等位边界面大地高格网(m)及其面上残差高程异常(m)格网,按Hotine逆运算积分严密公式或FFT算法,计算该等位面上残差扰动重力。

** 输入格网规格相同的等位边界面大地高及其高程异常(m)格网文件...

>> 打开等位边界面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/landgeoidhgt.dat.

>> 打开等位面上高程异常格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/resGMLgeoid541_1800.ksi.

>> 按二维FFT算法计算...

>> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/invhotineFFT2.dat.

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮,或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间: 2024-09-04 16:45:22

>> 完成扰动场元逆运算积分计算!

>> 计算结束时间: 2024-09-04 16:45:23

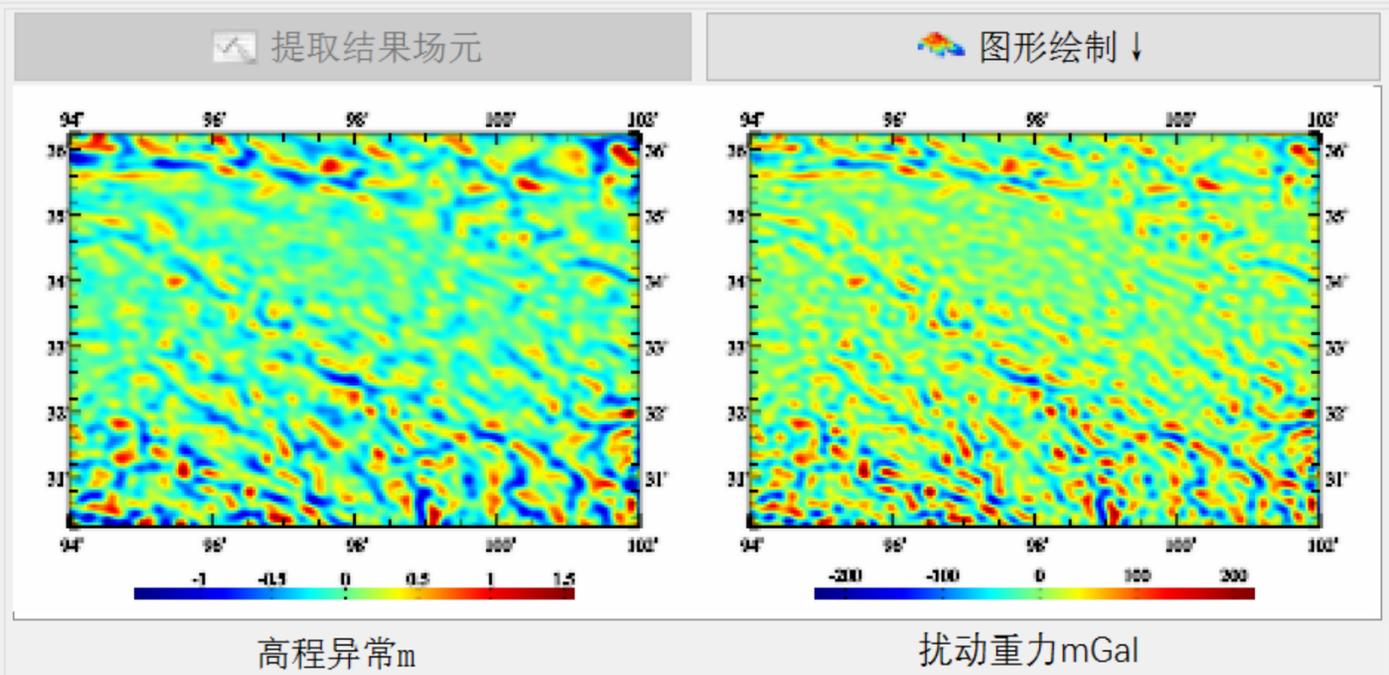
设置积分半径 150 km

计算结果保存为

参数设置结果输入

开始积分计算

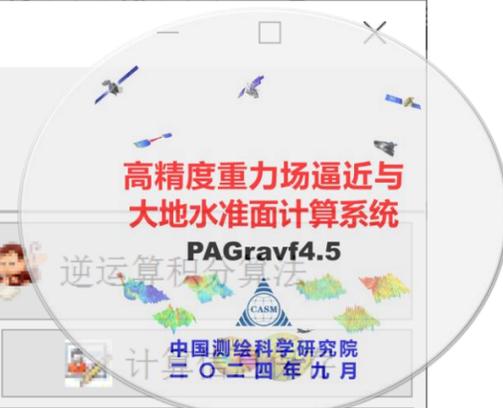
| | | | | | |
|-----------|------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 94.000000 | 102.000000 | 30.250000 | 36.250000 | 0.01666667 | 0.01666667 |
| -39.6723 | -31.7828 | -23.0297 | -13.3751 | -3.2193 | 7.3476 |
| 68.6958 | 66.2006 | 63.6293 | 61.8125 | 61.1742 | 61.8872 |
| 85.4591 | 88.5938 | 92.9155 | 98.3523 | 104.3015 | 109.8659 |
| -20.4677 | -42.4183 | -60.2231 | -72.9255 | -80.0225 | -81.4903 |
| 1.5178 | 3.2397 | 3.6650 | 3.1371 | 2.3165 | 1.7048 |
| 50.4502 | 51.4207 | 47.9804 | 39.6280 | 26.4697 | 9.3148 |
| 41.6604 | 78.6860 | 112.8925 | 140.2611 | 157.3504 | 161.8263 |
| -116.5733 | -108.2735 | -89.6355 | -63.5110 | -33.2851 | -2.4532 |
| 34.1834 | 25.2076 | 18.4141 | 13.7940 | 11.4418 | 10.9473 |
| 58.2936 | 57.9596 | 54.0072 | 46.0869 | 34.5094 | 20.1203 |
| 12.7326 | 29.9892 | 44.8982 | 55.6314 | 61.1093 | 60.8720 |
| -35.3719 | -39.0639 | -43.6423 | -50.2046 | -59.1971 | -70.8742 |
| -141.5860 | -133.2540 | -123.8984 | -114.2587 | -104.7690 | -95.4896 |
| 36.9439 | 44.8132 | 47.4147 | 44.3125 | 35.6102 | 22.1623 |
| -16.0796 | 5.5231 | 27.9794 | 49.6573 | 68.9034 | 84.7234 |



- 扰动场元逆运算积分属Stokes边值问题,要求被积高程异常或垂线偏差向量(S,W)位于等位面;扰动重力反算采用Poisson积分与场元微分组合算法,不要求边界面是等位面。
- 为实现有限半径积分,通常需采用参考重力场移去恢复法,先移去边界面源扰动场元的模型值,再采用逆运算或反算方法计算目标扰动场元点的残差值,最后恢复计算点处目标扰动场元的模型值。
- 等位面可采用参考重力场模型(不大于360阶)构造,在高度不大于10千米的近地空间,可用等正(常)高面大地高格网代替。

Hotine逆运算积分计算扰动重力-一维FFT

计算结果保存 设置参数输入 开始计算 计算信息保存 查看样例



- Stokes逆运算积分
- Hotine逆运算积分**
- Vening Meinesz逆运算积分
- 高程异常计算外部扰动场元

打开等位边界面大地高格网文件

打开等位面上高程异常格网文件

选择计算点文件格式

大地高格网文件

选择积分算法

一维FFT算法

>> 计算过程 ** 操作提示

>> 完成扰动场元逆运算积分计算!

>> 计算结束时间: 2024-09-04 16:45:23

>> [功能]由等位边界面大地高格网(m)及其面上残差高程异常(m)格网,按Hotine逆运算积分严密公式或FFT算法,计算该等位面上残差扰动重力。

** 输入格网规格相同的等位边界面大地高及其高程异常(m)格网文件...

>> 打开等位边界面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/landgeoidhgt.dat.

>> 打开等位面上高程异常格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/resGMIgeoid541_1800.ksi.

>> 按一维FFT算法计算...

>> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/invhotineFFT1.dat.

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮,或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间: 2024-09-04 16:46:21

>> 完成扰动场元逆运算积分计算!

>> 计算结束时间: 2024-09-04 16:46:51

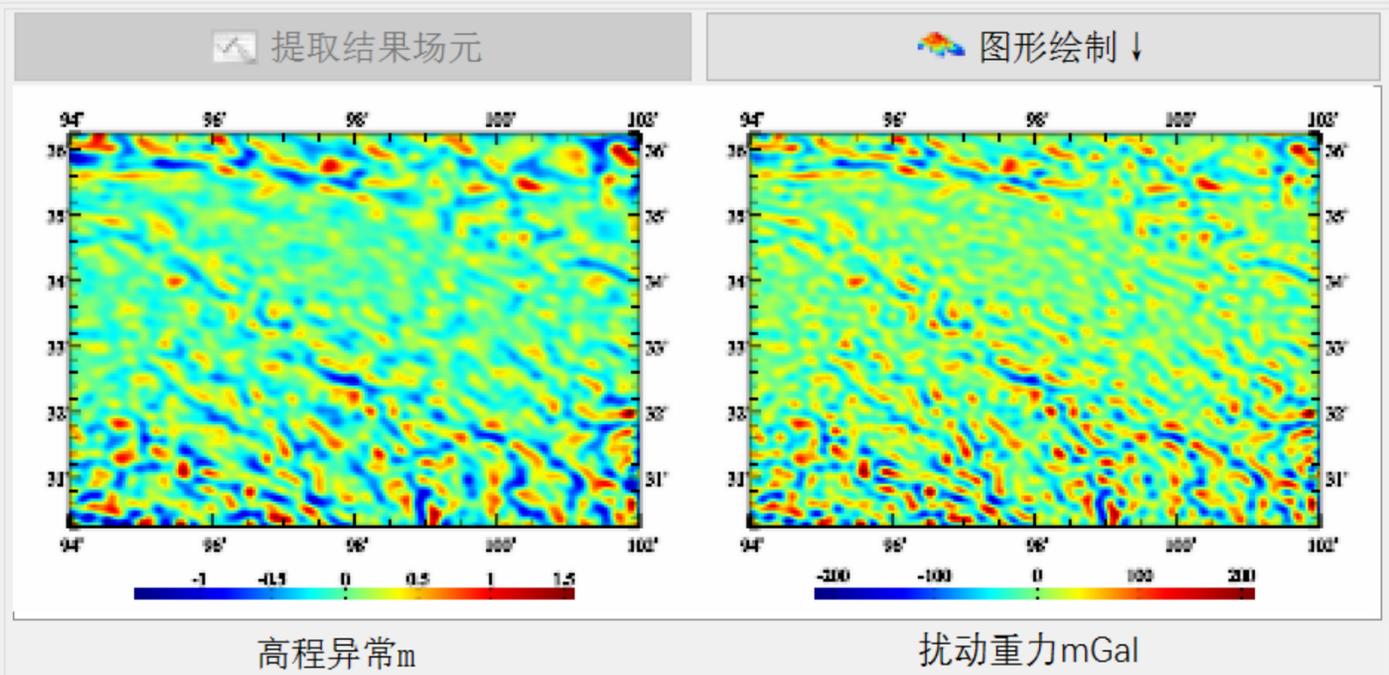
设置积分半径 150 km

计算结果保存为

参数设置结果输入

开始积分计算

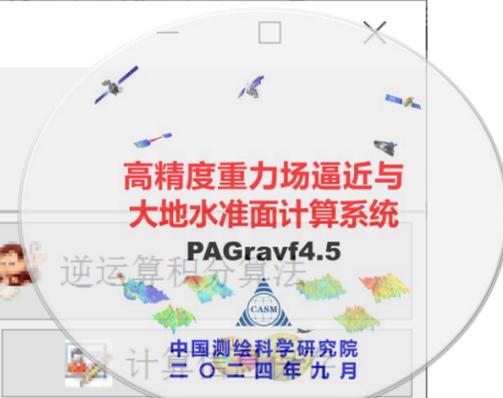
| | | | | | |
|-----------|------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 94.000000 | 102.000000 | 30.250000 | 36.250000 | 0.01666667 | 0.01666667 |
| -38.8682 | -31.6941 | -23.1438 | -13.6073 | -3.5601 | 6.8701 |
| 67.0406 | 64.6090 | 62.0428 | 60.1351 | 59.3054 | 59.7434 |
| 83.3665 | 86.6217 | 90.8994 | 96.1095 | 101.6782 | 106.7658 |
| -18.5118 | -39.2524 | -56.0933 | -68.1493 | -74.9591 | -76.5069 |
| -0.4518 | 1.0922 | 1.4569 | 0.9709 | 0.2593 | -0.1994 |
| 49.1086 | 50.2807 | 47.2241 | 39.4621 | 27.0953 | 10.8908 |
| 39.0104 | 73.7341 | 105.8704 | 131.6391 | 147.8002 | 152.1501 |
| -109.3107 | -101.7344 | -84.4260 | -60.0396 | -31.7348 | -2.7841 |
| 33.1546 | 24.6893 | 18.2401 | 13.8202 | 11.5374 | 11.0251 |
| 56.3300 | 56.0042 | 52.2339 | 44.6946 | 33.6823 | 19.9961 |
| 11.0317 | 27.2532 | 41.3580 | 51.6289 | 57.0424 | 57.1487 |
| -32.8331 | -36.8306 | -41.7045 | -48.4521 | -57.4644 | -68.9551 |
| -137.5650 | -129.6975 | -120.7996 | -111.5539 | -102.3621 | -93.2787 |
| 35.8576 | 43.3584 | 45.8096 | 42.8115 | 34.4767 | 21.6241 |
| -16.0898 | 4.3696 | 25.7234 | 46.4307 | 64.9261 | 80.2541 |



- 扰动场元逆运算积分属Stokes边值问题,要求被积高程异常或垂线偏差向量(S,W)位于等位面;扰动重力反算采用Poisson积分与场元微分组合算法,不要求边界面是等位面。
- 为实现有限半径积分,通常需采用参考重力场移去恢复法,先移去边界面源扰动场元的模型值,再采用逆运算或反算方法计算目标扰动场元点的残差值,最后恢复计算点处目标扰动场元的模型值。
- 等位面可采用参考重力场模型(不大于360阶)构造,在高度不大于10千米的近地空间,可用等正(常)高面大地高格网代替。

Vening-Meinesz逆运算积分-数值积分

计算结果保存 设置参数输入 开始计算 计算信息保存 查看样例



- Stokes逆运算积分
- Hotine逆运算积分
- Vening Meinesz逆运算积分**
- 高程异常计算外部扰动场元

打开等位边界面大地高格网文件

打开垂线偏差向量(S, W)格值文件

选择计算点文件格式

离散计算点文件

打开等位面上计算点位置文件

设置点值文件格式

头文件占住的行数 1

>> 计算过程 ** 操作提示

>> [功能]由等位边界面大地高格网(m)及其面上残差垂线偏差向量(S, W)格网,按Vening Meinesz逆运算积分严密公式或FFT算法,计算该等位面上残差高程异常、残差扰动重力和残差空间异常。

** 输入格网规格相同的等位边界面大地高及其垂线偏差向量(S, W)格网...

>> 打开等位边界面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/landgeoidhgt.dat.

>> 打开垂线偏差向量(S, W)格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/resGMIgeoid541_1800.dft.

>> 打开等位面上计算点位置文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/calcpnt.txt.

** 观察下方窗口文件信息,设置点值文件格式...

>> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/invVM.txt.

>> 在源计算点值文件记录的基础上,增加一列由等位面大地高格网内插得到的计算点大地高,和3列该点的残差高程异常、残差扰动重力和残差空间异常积分值。

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮,或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间:2024-09-04 16:48:38

>> 完成扰动场元逆运算积分计算!

>> 计算结束时间:2024-09-04 16:50:01

设置积分半径 150 km

计算结果保存为

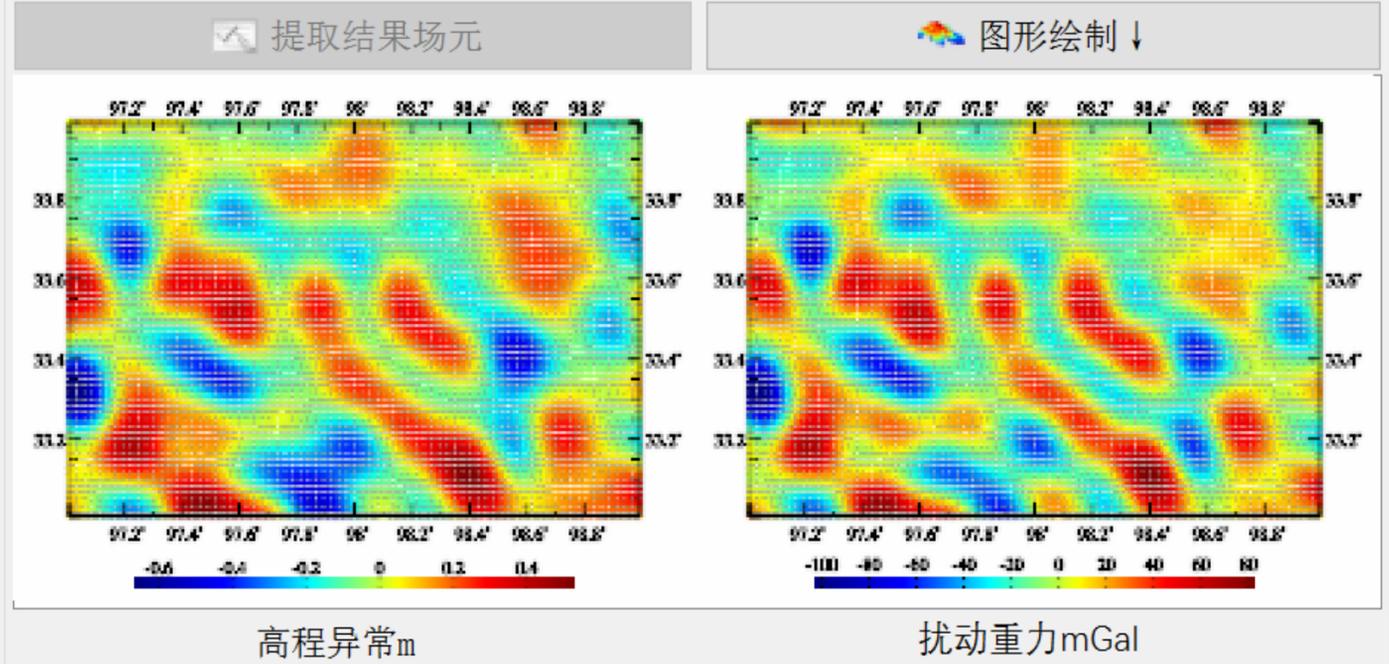
参数设置结果输入

开始积分计算

```

l) lat ellipHeight(m)
33.008333 3942.764 -37.2501 0.0986 23.0001 22.9698
33.008333 3989.787 -37.2203 0.0846 22.9339 22.9078
33.008333 4034.817 -37.1899 0.0639 21.1547 21.1350
33.008333 4070.847 -37.1590 0.0366 17.6405 17.6293
33.008333 4106.877 -37.1276 0.0033 12.4966 12.4956
33.008333 4119.913 -37.0959 -0.0351 5.9362 5.9470
33.008333 4115.946 -37.0640 -0.0772 -1.7394 -1.7156
33.008333 4090.977 -37.0318 -0.1213 -10.1584 -10.1211
33.008333 4070.007 -36.9990 -0.1655 -18.9011 -18.8502
33.008333 3991.047 -36.9665 -0.2077 -27.5122 -27.4484
33.008333 3985.070 -36.9327 -0.2458 -35.5120 -35.4365
33.008333 3956.107 -36.8988 -0.2773 -42.4147 -42.3294
33.008333 3965.137 -36.8642 -0.2999 -47.7421 -47.6499
33.008333 3964.173 -36.8295 -0.3115 -51.0471 -50.9514
33.008333 3983.205 -36.7943 -0.3100 -51.9444 -51.8491

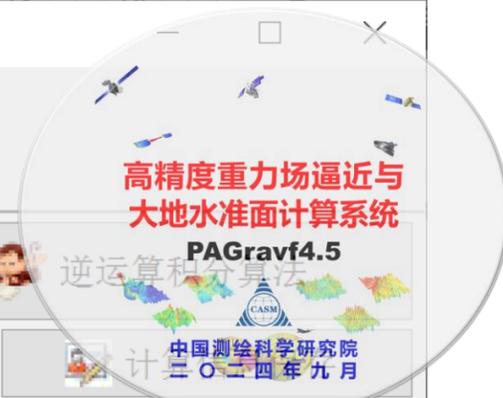
```



- 扰动场元逆运算积分属Stokes边值问题,要求被积高程异常或垂线偏差向量(S, W)位于等位面;扰动重力反算采用Poisson积分与场元微分组合算法,不要求边界面是等位面。
- 为实现有限半径积分,通常需采用参考重力场移去恢复法,先移去边界面源扰动场元的模型值,再采用逆运算或反算方法计算目标扰动场元点的残差值,最后恢复计算点处目标扰动场元的模型值。
- 等位面可采用参考重力场模型(不大于360阶)构造,在高度不大于10千米的近地空间,可用等正(常)高面大地高格网代替。

Vening-Meinesz逆运算积分-二维FFT

计算结果保存 设置参数输入 开始计算 计算信息保存 查看样例



- Stokes逆运算积分
- Hotine逆运算积分
- Vening Meinesz逆运算积分**
- 高程异常计算外部扰动场元

打开等位边界面大地高格网文件

打开垂线偏差向量(S, W)格值文件

选择计算点文件格式

大地高格网文件

选择积分算法

二维FFT算法

>> 计算过程 ** 操作提示

>> [功能]由等位边界面大地高格网(m)及其面上残差垂线偏差向量(S, W)格网,按Vening Meinesz逆运算积分严密公式或FFT算法,计算该等位面上残差高程异常、残差扰动重力和残差空间异常。

** 输入格网规格相同的等位边界面大地高及其垂线偏差向量(S, W)格网...

>> 打开等位边界面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/landgeoidhgt.dat.

>> 打开垂线偏差向量(S, W)格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/resGMIgeoid541_1800.dft.

>> 按二维FFT算法计算...

>> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/invVMFFT2.txt.

>> 残差高程异常格网计算结果保存为C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/invVMFFT2.ksi.

>> 残差扰动重力格网计算结果保存为C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/invVMFFT2.rga.

>> 残差空间异常格网计算结果保存为C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/invVMFFT2.gra.

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮,或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间:2024-09-04 16:54:03

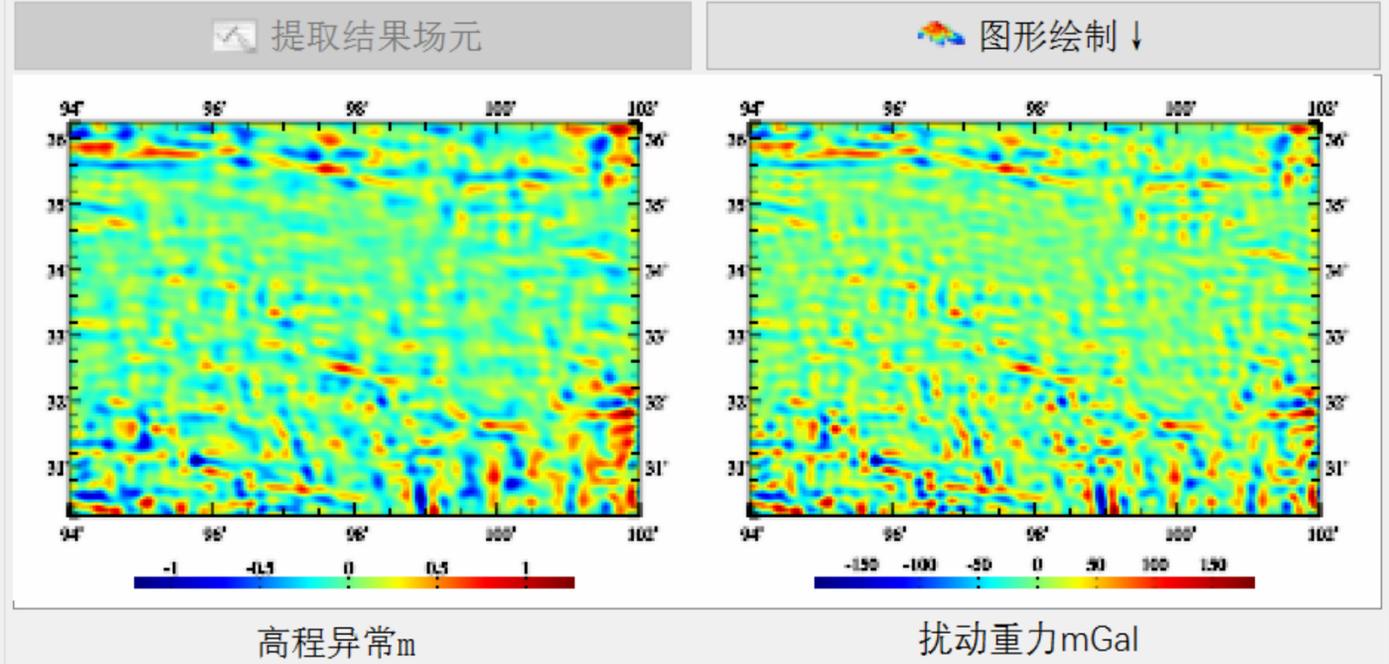
>> 完成扰动场元逆运算积分计算!

>> 计算结束时间:2024-09-04 16:54:07

设置积分半径 150 km

- 计算结果保存为
- 参数设置结果输入
- 开始积分计算

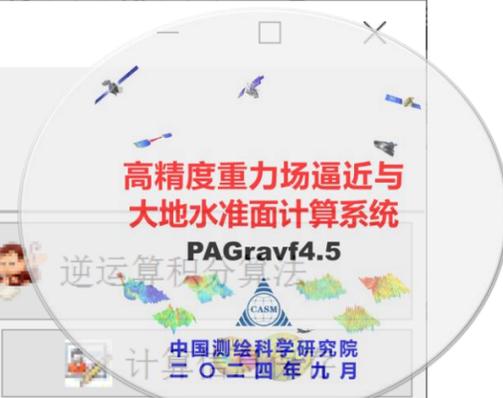
| | | | | | |
|-----------|------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 94.000000 | 102.000000 | 30.250000 | 36.250000 | 0.01666667 | 0.01666667 |
| 0.1280 | 0.1327 | 0.0986 | 0.0433 | -0.0224 | -0.0910 |
| -0.4254 | -0.3999 | -0.3598 | -0.3066 | -0.2436 | -0.1756 |
| -0.1179 | -0.1453 | -0.1565 | -0.1483 | -0.1207 | -0.0768 |
| -0.0151 | -0.0785 | -0.1354 | -0.1797 | -0.2064 | -0.2132 |
| 0.3349 | 0.3741 | 0.4003 | 0.4122 | 0.4089 | 0.3904 |
| -0.3038 | -0.3751 | -0.4408 | -0.5001 | -0.5515 | -0.5929 |
| 0.0786 | 0.2103 | 0.3196 | 0.3958 | 0.4316 | 0.4239 |
| -0.2695 | -0.2007 | -0.1085 | -0.0047 | 0.0984 | 0.1893 |
| 0.0264 | -0.0020 | -0.0203 | -0.0307 | -0.0365 | -0.0410 |
| -0.2177 | -0.2401 | -0.2634 | -0.2873 | -0.3108 | -0.3316 |
| 0.0467 | 0.0913 | 0.1121 | 0.1052 | 0.0701 | 0.0100 |
| -0.1209 | 0.0013 | 0.1284 | 0.2511 | 0.3614 | 0.4538 |
| 0.6658 | 0.6550 | 0.6320 | 0.5938 | 0.5387 | 0.4673 |
| -0.1721 | -0.1628 | -0.1465 | -0.1274 | -0.1089 | -0.0926 |
| 0.1315 | 0.1496 | 0.1536 | 0.1402 | 0.1083 | 0.0588 |



- 扰动场元逆运算积分属Stokes边值问题,要求被积高程异常或垂线偏差向量(S, W)位于等位面;扰动重力反算采用Poisson积分与场元微分组合算法,不要求边界面是等位面。
- 为实现有限半径积分,通常需采用参考重力场移去恢复法,先移去边界面源扰动场元的模型值,再采用逆运算或反算方法计算目标扰动场元点的残差值,最后恢复计算点处目标扰动场元的模型值。
- 等位面可采用参考重力场模型(不大于360阶)构造,在高度不大于10千米的近地空间,可用等正(常)高面大地高格网代替。

Vening-Meinesz逆运算积分-一维FFT

计算结果保存 设置参数输入 开始计算 计算信息保存 查看样例



- Stokes逆运算积分
- Hotine逆运算积分
- Vening Meinesz逆运算积分**
- 高程异常计算外部扰动场元

打开等位边界面大地高格网文件

打开垂线偏差向量(S, W)格值文件

选择计算点文件格式

大地高格网文件

选择积分算法

一维FFT算法

>> 计算过程 ** 操作提示

>> [功能]由等位边界面大地高格网(m)及其面上残差垂线偏差向量(S, W)格网, 按Vening Meinesz逆运算积分严密公式或FFT算法, 计算该等位面上残差高程异常、残差扰动重力和残差空间异常。

** 输入格网规格相同的等位边界面大地高及其垂线偏差向量(S, W)格网...

>> 打开等位边界面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/landgeoidhgt.dat.

>> 打开垂线偏差向量(S, W)格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/resGMIgeoid541_1800.dft.

>> 按一维FFT算法计算...

>> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/invVMFFT1.txt.

>> 残差高程异常格网计算结果保存为C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/invVMFFT1.ksi.

>> 残差扰动重力格网计算结果保存为C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/invVMFFT1.rga.

>> 残差空间异常格网计算结果保存为C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/invVMFFT1.gra.

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间: 2024-09-04 17:09:13

>> 完成扰动场元逆运算积分计算!

>> 计算结束时间: 2024-09-04 17:11:05

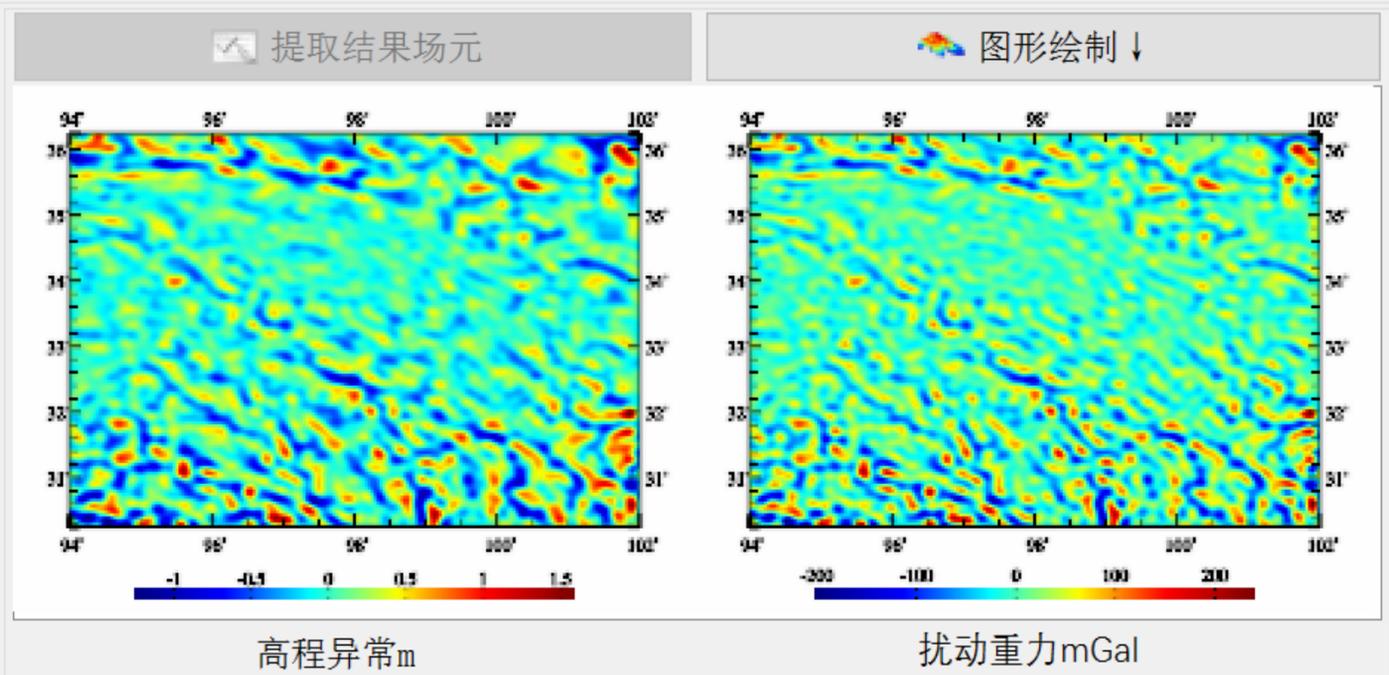
设置积分半径 150 km

计算结果保存为

参数设置结果输入

开始积分计算

| | | | | | |
|-----------|------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 94.000000 | 102.000000 | 30.250000 | 36.250000 | 0.01666667 | 0.01666667 |
| 0.0580 | 0.0564 | 0.0585 | 0.0612 | 0.0638 | 0.0668 |
| 0.0288 | 0.0192 | 0.0142 | 0.0145 | 0.0196 | 0.0275 |
| -0.2325 | -0.2663 | -0.2868 | -0.2930 | -0.2868 | -0.2721 |
| -0.6373 | -0.6958 | -0.7310 | -0.7377 | -0.7127 | -0.6569 |
| 0.4076 | 0.4529 | 0.4809 | 0.4930 | 0.4911 | 0.4768 |
| -0.0231 | -0.0915 | -0.1622 | -0.2336 | -0.3027 | -0.3653 |
| 0.4099 | 0.5883 | 0.7397 | 0.8481 | 0.9025 | 0.8942 |
| -0.5901 | -0.5632 | -0.4873 | -0.3747 | -0.2404 | -0.1003 |
| 0.1089 | 0.0615 | 0.0211 | -0.0111 | -0.0350 | -0.0519 |
| 0.0047 | 0.0079 | 0.0040 | -0.0074 | -0.0250 | -0.0462 |
| 0.2976 | 0.3571 | 0.3940 | 0.4020 | 0.3780 | 0.3228 |
| -0.3702 | -0.3424 | -0.3057 | -0.2670 | -0.2321 | -0.2049 |
| -0.0947 | -0.0690 | -0.0468 | -0.0309 | -0.0231 | -0.0239 |
| -0.0131 | 0.0018 | 0.0096 | 0.0082 | -0.0031 | -0.0230 |
| 0.1404 | 0.2157 | 0.2854 | 0.3430 | 0.3836 | 0.4036 |



- 扰动场元逆运算积分属Stokes边值问题, 要求被积高程异常或垂线偏差向量(S, W)位于等位面; 扰动重力反算采用Poisson积分与场元微分组合算法, 不要求边界面是等位面。
- 为实现有限半径积分, 通常需采用参考重力场移去恢复法, 先移去边界面源扰动场元的模型值, 再采用逆运算或反算方法计算目标扰动场元点的残差值, 最后恢复计算点处目标扰动场元的模型值。
- 等位面可采用参考重力场模型(不大于360阶)构造, 在高度不大于10千米的近地空间, 可用等正(常)高面大地高格网代替。

高程异常计算外部扰动场元

计算结果保存

设置参数输入

开始计算

计算信息保存

查看样例

Stokes逆运算积分

Hotine逆运算积分

Vening Meinesz逆运算积分

高程异常计算外部扰动场元

高精度重力场逼近与大地水准面计算系统

PAGravf4.5

逆运算积分算法

CASM

中国测绘科学研究院

二〇二四年九月

打开边界面大地高格网文件

打开边界面上高程异常格网文件

选择计算点文件格式

离散计算点文件

打开外部空间计算点位置文件

设置点值文件格式

头文件占住的行数

1

>> 计算过程 ** 操作提示

>> [功能]由边界面大地高格网 (m) 及其面上残差高程异常 (m) 格网, 计算大地水准面或地球外部残差空间异常 (mGal)、残差扰动重力 (mGal) 与残差垂线偏差向量 (")。程序采用Poisson积分与场元微分组合算法, 实现高程异常反运算, 不要求边界面是重力等位面。

** 输入格网规格相同的边界面大地高及其高程异常格网...

>> 打开边界面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/landgeoidhgt.dat。

>> 打开边界面高程异常格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/resGMlgeoid541_1800.ksi。

>> 打开外部空间计算点位置文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/calcpnt.txt。

** 观察下方窗口文件信息, 设置点值文件格式...

>> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/invksi.txt。

>> 在源计算点值文件记录的基础上, 增加残差空间异常、残差扰动重力、残差垂线偏差南向和西向共4列属性计算值。

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间: 2024-09-04 17:15:42

>> 完成扰动场元逆运算积分计算!

>> 计算结束时间: 2024-09-04 17:23:28

设置积分半径 150 km

计算结果保存为

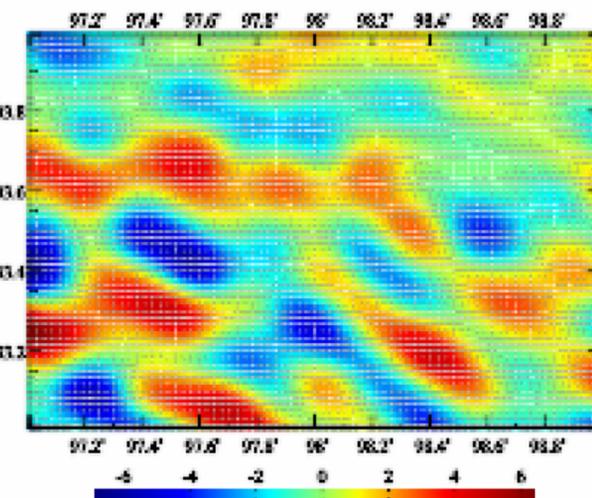
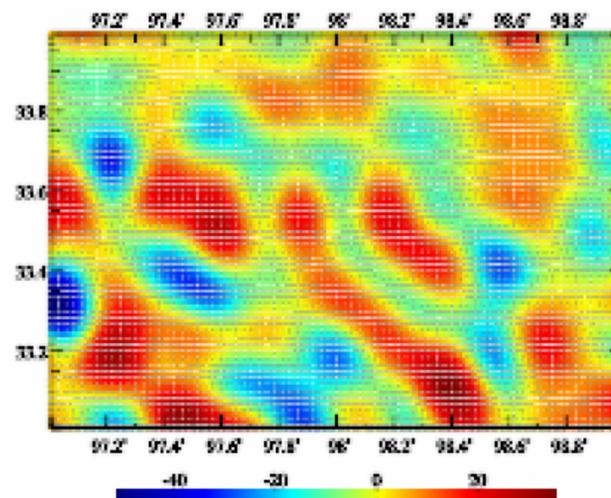
参数设置结果输入

开始积分计算

| no | lon (degree/decimal) | lat | ellipHeight (m) | | |
|----|----------------------|-----------|-----------------|----------|----------|
| 1 | 97.008333 | 33.008333 | 3942.764 | 6.2612 | 6.2592 |
| 2 | 97.025000 | 33.008333 | 3989.787 | 6.0388 | 6.0365 |
| 3 | 97.041667 | 33.008333 | 4034.817 | 5.2179 | 5.2151 |
| 4 | 97.058333 | 33.008333 | 4070.847 | 3.8190 | 3.8156 |
| 5 | 97.075000 | 33.008333 | 4106.877 | 1.8631 | 1.8588 |
| 6 | 97.091667 | 33.008333 | 4119.913 | -0.5421 | -0.5472 |
| 7 | 97.108333 | 33.008333 | 4115.946 | -3.3350 | -3.3411 |
| 8 | 97.125000 | 33.008333 | 4090.977 | -6.4301 | -6.4372 |
| 9 | 97.141667 | 33.008333 | 4070.007 | -9.6925 | -9.7007 |
| 10 | 97.158333 | 33.008333 | 3991.047 | -13.0955 | -13.1048 |
| 11 | 97.175000 | 33.008333 | 3985.070 | -16.1623 | -16.1724 |
| 12 | 97.191667 | 33.008333 | 3956.107 | -18.9050 | -18.9158 |
| 13 | 97.208333 | 33.008333 | 3965.137 | -20.8767 | -20.8879 |
| 14 | 97.225000 | 33.008333 | 3964.173 | -22.0755 | -22.0867 |
| 15 | 97.241667 | 33.008333 | 3983.205 | -22.1895 | -22.2002 |

提取结果场元

图形绘制



- 扰动场元逆运算积分属Stokes边值问题, 要求被积高程异常或垂线偏差向量(S, W)位于等位面; 扰动重力反算采用Poisson积分与场元微分组合算法, 不要求边界面是等位面。
- 为实现有限半径积分, 通常需采用参考重力场移去恢复法, 先移去边界面源扰动场元的模型值, 再采用逆运算或反算方法计算目标扰动场元点的残差值, 最后恢复计算点处目标扰动场元的模型值。
- 等位面可采用参考重力场模型(不大于360阶)构造, 在高度不大于10千米的近地空间, 可用等正(常)高面大地高格网代替。

高程异常计算外部扰动场元

计算结果保存

设置参数输入

开始计算

计算信息保存

查看样例



Stokes逆运算积分

Hotine逆运算积分

Vening Meinesz逆运算积分

高程异常计算外部扰动场元

打开边界面大地高格值文件

打开边界面上高程异常格网文件

选择计算点文件格式

大地高格网文件

打开计算面大地高格网文件

>> 计算过程 ** 操作提示

>> [功能]由边界面大地高格网 (m) 及其面上残差高程异常 (m) 格网, 计算大地水准面或地球外部残差空间异常 (mGal)、残差扰动重力 (mGal) 与残差垂线偏差向量 (")。程序采用Poisson积分与场元微分组合算法, 实现高程异常反运算, 不要求边界面是重力等位面。

** 输入格网规格相同的边界面大地高及其高程异常格网...

>> 打开边界面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/landgeoidhgt.dat.

>> 打开边界面高程异常格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/resGMIgeoid541_1800.ksi.

>> 打开计算面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/landbmsurfhgt.dat.

>> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/surfgravfd.txt.

>> 残差空间异常格网计算结果保存为C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/surfgravfd.gra.

>> 残差扰动重力格网计算结果保存为C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/surfgravfd.rga.

>> 残差垂线偏差向量格网结果保存为C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Integralgrainverse/surfgravfd.dft.

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间: 2024-09-04 17:26:44

>> 完成扰动场元逆运算积分计算!

设置积分半径 150 km

计算结果保存为

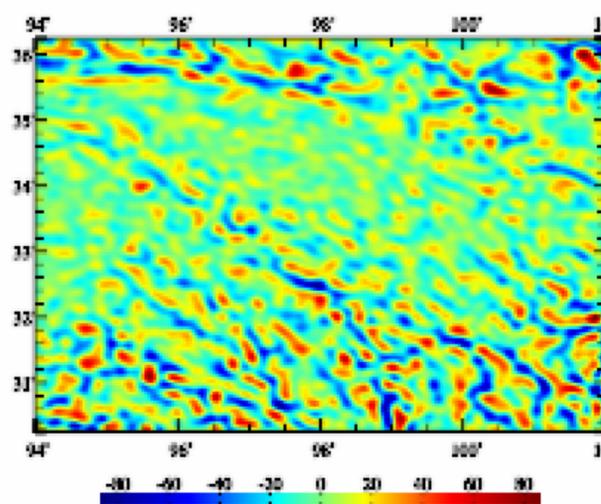
参数设置结果输入

开始积分计算

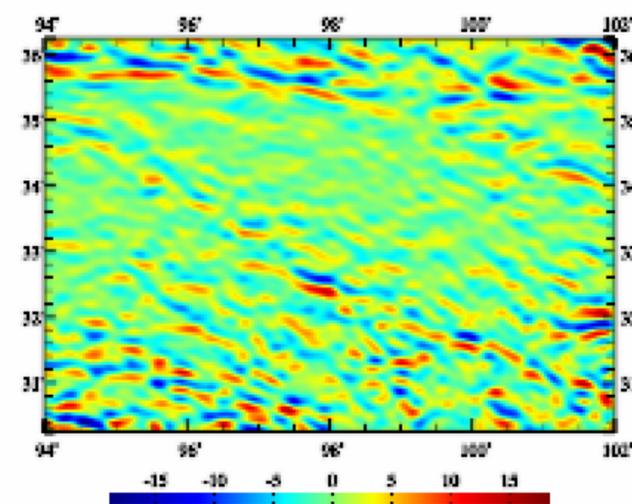
| | | | | | |
|-----------|------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 94.000000 | 102.000000 | 30.250000 | 36.250000 | 0.01666667 | 0.01666667 |
| 11.4128 | 13.0112 | 13.5037 | 13.3752 | 12.9300 | 12.3297 |
| 12.2286 | 12.9126 | 13.7712 | 14.4755 | 14.8649 | 15.6350 |
| -0.5715 | -4.2236 | -6.0262 | -6.7989 | -6.5922 | -4.3400 |
| -37.2156 | -44.7613 | -51.0366 | -54.3760 | -54.4024 | -52.2270 |
| 27.4578 | 31.0473 | 33.1427 | 34.1140 | 34.0444 | 32.8437 |
| -0.8411 | -5.0104 | -9.3308 | -14.1952 | -19.0398 | -23.9456 |
| 28.3579 | 38.0082 | 45.8366 | 50.5764 | 51.8258 | 51.0678 |
| -41.3629 | -38.2614 | -31.7155 | -23.1777 | -13.4434 | -4.5920 |
| 7.0217 | 4.5954 | 2.5959 | 1.1491 | 0.2233 | -0.2659 |
| 5.2099 | 5.1750 | 4.9190 | 4.0159 | 2.8697 | 1.6782 |
| 23.9381 | 27.0111 | 28.5656 | 28.6058 | 26.8087 | 23.3214 |
| -30.2443 | -29.8047 | -28.8801 | -27.9116 | -26.9503 | -26.7764 |
| -14.4973 | -12.8509 | -10.7049 | -9.1703 | -7.6347 | -6.3730 |
| -0.6123 | -0.1993 | -0.4046 | -1.2941 | -2.8020 | -4.6820 |
| 10.4837 | 15.6332 | 19.9038 | 23.1644 | 25.2077 | 26.0062 |

提取结果场元

图形绘制



扰动重力mGal



垂线偏差南向"

- 扰动场元逆运算积分属Stokes边值问题, 要求被积高程异常或垂线偏差向量(S, W)位于等位面; 扰动重力反算采用Poisson积分与场元微分组合算法, 不要求边界面是等位面。
- 为实现有限半径积分, 通常需采用参考重力场移去恢复法, 先移去边界面源扰动场元的模型值, 再采用逆运算或反算方法计算目标扰动场元点的残差值, 最后恢复计算点处目标扰动场元的模型值。
- 等位面可采用参考重力场模型(不大于360阶)构造, 在高度不大于10千米的近地空间, 可用等正(常)高面大地高格网代替。

扰动场元径向梯度积分运算

开始计算

计算信息保存

查看样例

扰动场元径向梯度积分运算

扰动重力梯度积分运算

扰动重力逆运算积分计算

扰动重力计算外部扰动重力梯度

外部场元Poisson积分运算

打开等位边界面大地高格网文件

打开等位面上扰动场元格网文件

选择计算点文件格式

离散计算点文件

打开等位面上计算点位置文件

设置点值文件格式

头文件占住的行数 1

>> 计算过程 ** 操作提示

计算信息保存

>> 从界面上方五个控件按钮中选择功能模块...

>> [功能]由等位面大地高格网及其面上残差扰动场元格网,按严密径向梯度积分公式,计算该等位面上计算点的残差场元径向梯度值(/km)。

** 输入格网规格相同的等位边界面大地高及其扰动场元格网文件...

>> 打开等位边界面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Intgendistgradient/landgeoidhgt.dat.

>> 打开等位面扰动场元格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Intgendistgradient/resGMlgeoid541_1800.ksi.

>> 打开等位面上计算点位置文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Intgendistgradient/calcpnt.txt.

** 观察下方窗口文件信息,设置点值文件格式...

>> 残差场元径向梯度结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Intgendistgradient/rgradient.txt.

>> 在源计算点值文件记录的基础上,增加一列由等位面大地高格网内插得到的计算点大地高,和一列该点残差场元径向梯度积分值(/km),保留4位有效数字。

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮,或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间:2024-09-05 09:03:51

>> 完成扰动场元径向梯度积分运算!

>> 计算结束时间:2024-09-05 09:04:33

设置积分半径 120 km

计算结果保存为

参数设置结果输入

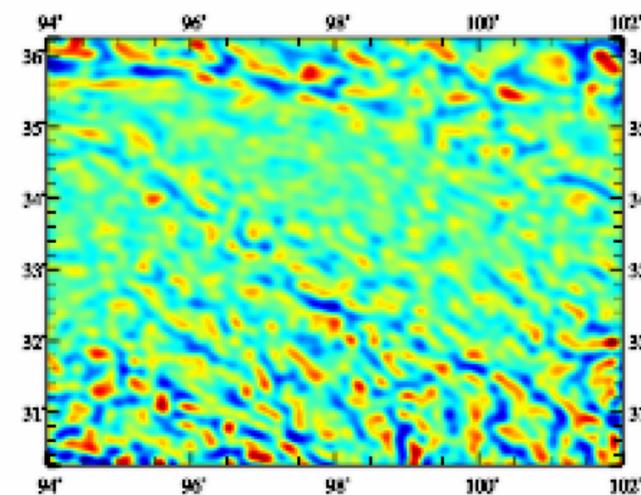
开始积分计算

| no | lon(degree/decimal) | lat | ellipHeight (m) | | |
|----|---------------------|-----------|-----------------|----------|---------|
| 1 | 97.008333 | 33.008333 | 3942.764 | -37.2501 | -0.0252 |
| 2 | 97.025000 | 33.008333 | 3989.787 | -37.2203 | -0.0252 |
| 3 | 97.041667 | 33.008333 | 4034.817 | -37.1899 | -0.0234 |
| 4 | 97.058333 | 33.008333 | 4070.847 | -37.1590 | -0.0197 |
| 5 | 97.075000 | 33.008333 | 4106.877 | -37.1276 | -0.0142 |
| 6 | 97.091667 | 33.008333 | 4119.913 | -37.0959 | -0.0074 |
| 7 | 97.108333 | 33.008333 | 4115.946 | -37.0640 | 0.0008 |
| 8 | 97.125000 | 33.008333 | 4090.977 | -37.0318 | 0.0097 |
| 9 | 97.141667 | 33.008333 | 4070.007 | -36.9990 | 0.0190 |
| 10 | 97.158333 | 33.008333 | 3991.047 | -36.9665 | 0.0281 |
| 11 | 97.175000 | 33.008333 | 3985.070 | -36.9327 | 0.0366 |
| 12 | 97.191667 | 33.008333 | 3956.107 | -36.8988 | 0.0439 |
| 13 | 97.208333 | 33.008333 | 3965.137 | -36.8642 | 0.0496 |
| 14 | 97.225000 | 33.008333 | 3964.173 | -36.8295 | 0.0531 |
| 15 | 97.241667 | 33.008333 | 3983.205 | -36.7943 | 0.0541 |
| 16 | 97.258333 | 33.008333 | 3953.251 | -36.7595 | 0.0523 |
| 17 | 97.275000 | 33.008333 | 4016.279 | -36.7238 | 0.0474 |
| 18 | 97.291667 | 33.008333 | 4054.318 | -36.6883 | 0.0396 |

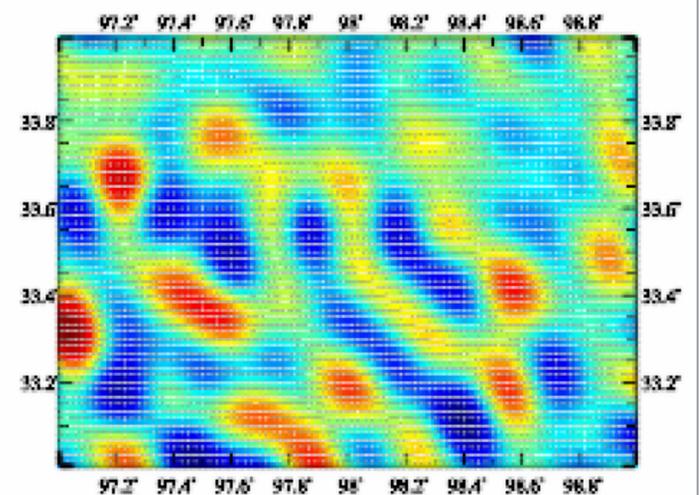
忽略大地高属性

提取场元径向梯度

图形绘制↓



等位面扰动场元



场元径向梯度/km

- 扰动场元梯度积分由Stokes边值问题解导出,要求被积扰动场元位于等位面。而Poisson积分是第一边值问题解,只要求界面连续可微,不要求界面是重力等位面。
- 为实现有限半径积分,通常需采用参考重力场移去恢复法,先移去界面源场元的模型值,再调用本程序计算目标场元的残差值,最后恢复计算点处目标场元的模型值。
- 等位面可采用参考重力场模型(不大于360阶)构造,在高度不大于10千米的近地空间,可用等正(常)高面大地高代替。

扰动重力梯度积分运算

打开计算点文件

计算结果保存

设置参数输入

开始计算

计算信息保存

查看样例

扰动场元径向梯度积分运算

扰动重力梯度积分运算

扰动重力逆运算积分计算

扰动重力计算外部扰动重力梯度

外部场元Poisson积分运算

打开等位边界面大地高格网文件

打开等位面上扰动重力梯度格网文件

选择计算点文件格式

离散计算点文件

打开空间计算点位置文件

设置点值文件格式

头文件占住的行数 1

>> 计算过程 ** 操作提示

计算信息保存

>> 完成扰动场元径向梯度积分运算!

>> 计算结束时间: 2024-09-05 09:04:33

>> [功能]由等位面大地高格网及其面上残差扰动重力梯度(E)格网,按严密积分方法,计算大地水准面或地球外部空间点的残差扰动重力(mGal)。

** 输入格网规格相同的等位边界面大地高及其扰动重力梯度(E)格网文件...

>> 打开等位边界面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Intgendistgradient/landgeoidhgt.dat。

>> 打开等位面上扰动重力梯度格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Intgendistgradient/resGMIgeoid541_1800.grr。

>> 打开外部空间计算点位置文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Intgendistgradient/calcpnt.txt。

** 观察下方窗口文件信息,设置点值文件格式...

>> 残差扰动重力计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Intgendistgradient/grrtorgadbm.txt。

>> 在源计算点值文件记录的基础上,增加一列该点的残差扰动重力积分值,保留4位有效数字。

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮,或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间: 2024-09-05 09:07:28

>> 完成扰动重力梯度积分运算!

>> 计算结束时间: 2024-09-05 09:08:14

设置积分半径 120 km

计算结果保存为

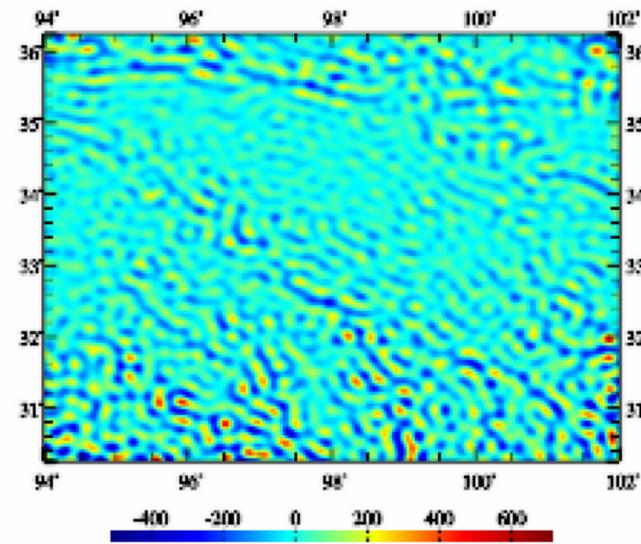
参数设置结果输入

开始积分计算

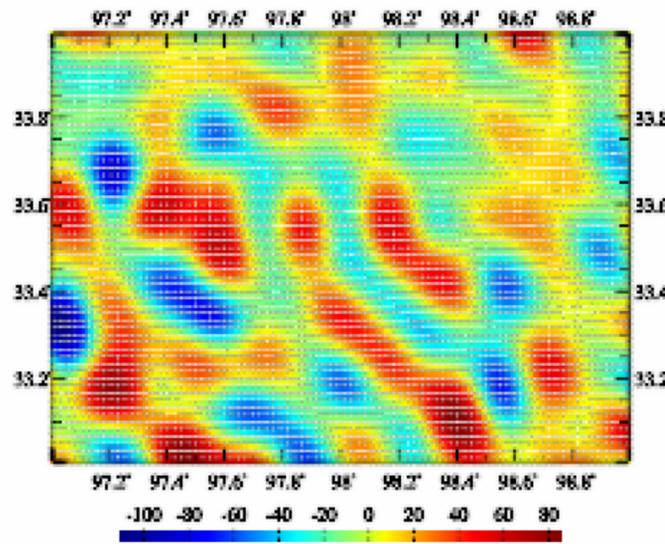
| no | lon(degree/decimal) | lat | ellipHeight (m) | |
|----|---------------------|-----------|-----------------|----------|
| 1 | 97.008333 | 33.008333 | 3942.764 | 22.6149 |
| 2 | 97.025000 | 33.008333 | 3989.787 | 22.6235 |
| 3 | 97.041667 | 33.008333 | 4034.817 | 20.9473 |
| 4 | 97.058333 | 33.008333 | 4070.847 | 17.5408 |
| 5 | 97.075000 | 33.008333 | 4106.877 | 12.4745 |
| 6 | 97.091667 | 33.008333 | 4119.913 | 5.9244 |
| 7 | 97.108333 | 33.008333 | 4115.946 | -1.8431 |
| 8 | 97.125000 | 33.008333 | 4090.977 | -10.4866 |
| 9 | 97.141667 | 33.008333 | 4070.007 | -19.5993 |
| 10 | 97.158333 | 33.008333 | 3991.047 | -28.7201 |
| 11 | 97.175000 | 33.008333 | 3985.070 | -37.3472 |
| 12 | 97.191667 | 33.008333 | 3956.107 | -44.9479 |
| 13 | 97.208333 | 33.008333 | 3965.137 | -50.9812 |
| 14 | 97.225000 | 33.008333 | 3964.173 | -54.9269 |
| 15 | 97.241667 | 33.008333 | 3983.205 | -56.3203 |
| 16 | 97.258333 | 33.008333 | 3953.251 | -54.7987 |
| 17 | 97.275000 | 33.008333 | 4016.279 | -50.1460 |
| 18 | 97.291667 | 33.008333 | 4054.318 | -42.3364 |

提取外部扰动重力

图形绘制 ↓



扰动重力梯度E



外部扰动重力mGal

- 扰动场元梯度积分由Stokes边值问题解导出,要求被积扰动场元位于等位面。而Poisson积分是第一边值问题解,只要求边界连续可微,不要求边界是重力等位面。
- 为实现有限半径积分,通常需采用参考重力场移去恢复法,先移去边界源场元的模型值,再调用本程序计算目标场元的残差值,最后恢复计算点处目标场元的模型值。
- 等位面可采用参考重力场模型(不大于360阶)构造,在高度不大于10千米的近地空间,可用等正(常)高面大地高代替。

扰动重力逆运算积分计算

开始计算

计算信息保存

查看样例

扰动场元径向梯度积分运算

扰动重力梯度积分运算

扰动重力逆运算积分计算

扰动重力计算外部扰动重力梯度

外部场元Poisson积分运算

打开等位边界面大地高格网文件

打开等位面上扰动重力格网文件

选择计算点文件格式

离散计算点文件

打开等位面上计算点位置文件

设置点值文件格式

头文件占住的行数 1

>> 计算过程 ** 操作提示

计算信息保存

>> 计算结束时间: 2024-09-05 09:21:44

>> [功能]由等位面大地高格网及其面上残差扰动重力(mGal)格网,按逆运算严密积分公式,计算等位面上残差扰动重力梯度(E)。

** 输入格网规格相同的等位边界面大地高及其扰动重力格网...

>> 打开等位边界面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Intgendistgradient/landgeoidhgt.dat。

>> 打开等位面扰动重力格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Intgendistgradient/resGMlgeoid541_1800.rga。

>> 打开等位面上计算点位置文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Intgendistgradient/calcpnt.txt。

** 观察下方窗口文件信息,设置点值文件格式...

>> 残差扰动重力梯度结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Intgendistgradient/rgainvtogrr.txt。

>> 在源计算点值文件记录的基础上,增加一列由等位面大地高格网内插得到的计算点大地高,和一列该点的残差扰动重力梯度积分值(E),保留4位有效数字。

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮,或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间: 2024-09-05 09:25:23

>> 完成扰动重力逆运算积分计算!

>> 计算结束时间: 2024-09-05 09:26:05

设置积分半径 120 km

计算结果保存为

参数设置结果输入

开始积分计算

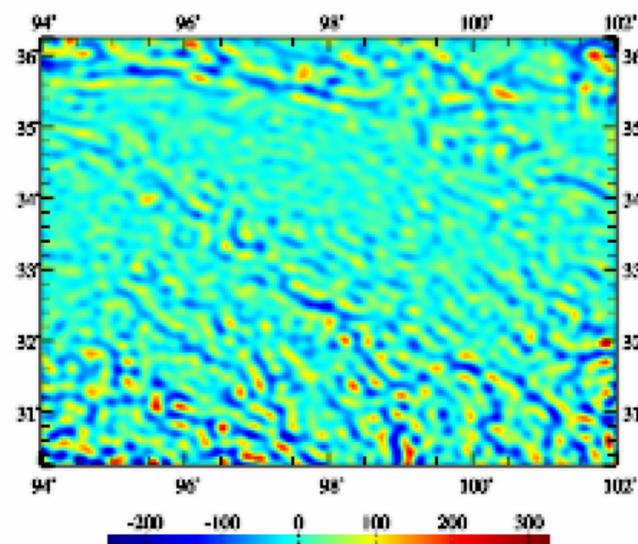
no lon(degree/decimal) lat ellipHeight(m)

| no | lon(degree/decimal) | lat | ellipHeight(m) | | |
|----|---------------------|-----------|----------------|----------|-----------|
| 1 | 97.008333 | 33.008333 | 3942.764 | -37.2501 | 78.0127 |
| 2 | 97.025000 | 33.008333 | 3989.787 | -37.2203 | 78.1982 |
| 3 | 97.041667 | 33.008333 | 4034.817 | -37.1899 | 73.5460 |
| 4 | 97.058333 | 33.008333 | 4070.847 | -37.1590 | 64.0699 |
| 5 | 97.075000 | 33.008333 | 4106.877 | -37.1276 | 50.1369 |
| 6 | 97.091667 | 33.008333 | 4119.913 | -37.0959 | 32.3982 |
| 7 | 97.108333 | 33.008333 | 4115.946 | -37.0640 | 11.7263 |
| 8 | 97.125000 | 33.008333 | 4090.977 | -37.0318 | -10.8216 |
| 9 | 97.141667 | 33.008333 | 4070.007 | -36.9990 | -34.0982 |
| 10 | 97.158333 | 33.008333 | 3991.047 | -36.9665 | -56.8946 |
| 11 | 97.175000 | 33.008333 | 3985.070 | -36.9327 | -77.9552 |
| 12 | 97.191667 | 33.008333 | 3956.107 | -36.8988 | -96.0585 |
| 13 | 97.208333 | 33.008333 | 3965.137 | -36.8642 | -110.0355 |
| 14 | 97.225000 | 33.008333 | 3964.173 | -36.8295 | -118.8129 |
| 15 | 97.241667 | 33.008333 | 3983.205 | -36.7943 | -121.5105 |
| 16 | 97.258333 | 33.008333 | 3953.251 | -36.7595 | -117.5025 |
| 17 | 97.275000 | 33.008333 | 4016.279 | -36.7238 | -106.5158 |
| 18 | 97.291667 | 33.008333 | 4054.318 | -36.6883 | -88.7022 |

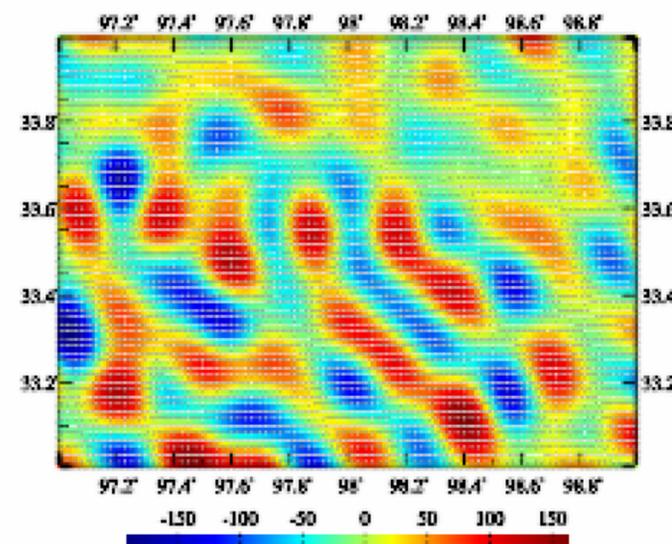
忽略大地高属性

提取扰动重力梯度

图形绘制↓



等位面扰动重力mGal



扰动重力梯度E

- 扰动场元梯度积分由Stokes边值问题解导出,要求被积扰动场元位于等位面。而Poisson积分是第一边值问题解,只要求边界连续可微,不要求边界是重力等位面。
- 为实现有限半径积分,通常需采用参考重力场移去恢复法,先移去边界源场元的模型值,再调用本程序计算目标场元的残差值,最后恢复计算点处目标场元的模型值。
- 等位面可采用参考重力场模型(不大于360阶)构造,在高度不大于10千米的近地空间,可用等正(常)高面大地高代替。

扰动重力计算外部重力梯度

开始计算

计算信息保存

查看样例

扰动场元径向梯度积分运算

扰动重力梯度积分运算

扰动重力逆运算积分计算

扰动重力计算外部扰动重力梯度

外部场元Poisson积分运算

打开边界面大地高格值文件

打开边界面上扰动重力格网文件

选择计算点文件格式

离散计算点文件

打开外部空间计算点位置文件

设置点值文件格式

头文件占住的行数 1

>> 计算过程 ** 操作提示

计算信息保存

>> 完成扰动重力逆运算积分计算!

>> 计算结束时间: 2024-09-05 09:12:38

>> [功能]由边界面大地高格网 (m) 及其面上残差扰动重力 (mGal) 格网, 计算大地水准面或地球外部残差扰动重力梯度 (E)。程序采用Poisson积分与场元微分组合算法, 实现扰动重力梯度反运算, 不要求边界面是重力等位面。

** 输入格网规格相同的边界面大地高及其扰动重力格网...

>> 打开等位边界面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Intgendistgradient/landgeoidhgt.dat.

>> 打开边界面扰动重力格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Intgendistgradient/resGMIgeoid541_1800.rga.

>> 打开外部空间计算点位置文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Intgendistgradient/calcpnt.txt.

** 观察下方窗口文件信息, 设置点值文件格式...

>> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Intgendistgradient/rgatogrrdbml.txt.

>> 在源计算点值文件记录的基础上, 增加一列该点的残差扰动重力梯度计算值。

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间: 2024-09-05 09:16:58

>> 完成外部扰动重力梯度积分计算!

>> 计算结束时间: 2024-09-05 09:18:24

设置积分半径 120 km

计算结果保存为

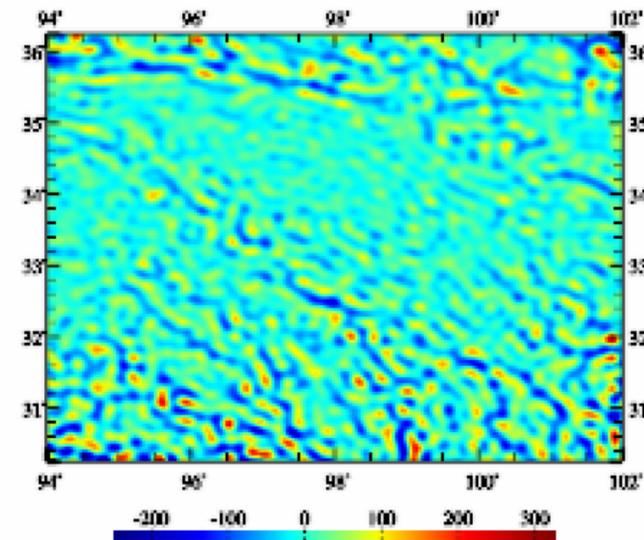
参数设置结果输入

开始积分计算

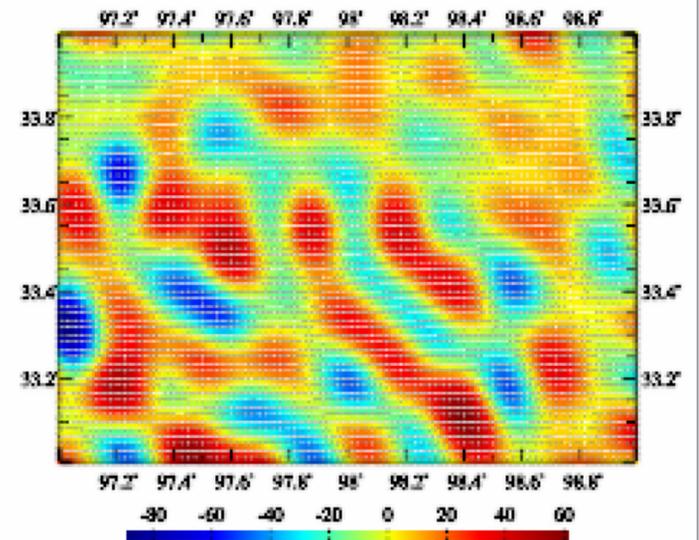
| no | lon (degree/decimal) | lat | ellipHeight (m) | |
|----|----------------------|-----------|-----------------|----------|
| 1 | 97.008333 | 33.008333 | 3942.764 | 25.9295 |
| 2 | 97.025000 | 33.008333 | 3989.787 | 25.7579 |
| 3 | 97.041667 | 33.008333 | 4034.817 | 23.9132 |
| 4 | 97.058333 | 33.008333 | 4070.847 | 20.4859 |
| 5 | 97.075000 | 33.008333 | 4106.877 | 15.5549 |
| 6 | 97.091667 | 33.008333 | 4119.913 | 9.4470 |
| 7 | 97.108333 | 33.008333 | 4115.946 | 2.3353 |
| 8 | 97.125000 | 33.008333 | 4090.977 | -5.5390 |
| 9 | 97.141667 | 33.008333 | 4070.007 | -13.8461 |
| 10 | 97.158333 | 33.008333 | 3991.047 | -22.4698 |
| 11 | 97.175000 | 33.008333 | 3985.070 | -30.3218 |
| 12 | 97.191667 | 33.008333 | 3956.107 | -37.3873 |
| 13 | 97.208333 | 33.008333 | 3965.137 | -42.6330 |
| 14 | 97.225000 | 33.008333 | 3964.173 | -46.0654 |
| 15 | 97.241667 | 33.008333 | 3983.205 | -46.9850 |
| 16 | 97.258333 | 33.008333 | 3953.251 | -45.9626 |
| 17 | 97.275000 | 33.008333 | 4016.279 | -41.2274 |
| 18 | 97.291667 | 33.008333 | 4054.318 | -34.2891 |

提取外部扰动梯度

图形绘制 ↓



边界面扰动重力mGal



外部扰动重力梯度E

- 扰动场元梯度积分由Stokes边值问题解导出, 要求被积扰动场元位于等位面。而Poisson积分是第一边值问题解, 只要求边界面连续可微, 不要求边界面是重力等位面。
- 为实现有限半径积分, 通常需采用参考重力场移去恢复法, 先移去边界面源场元的模型值, 再调用本程序计算目标场元的残差值, 最后恢复计算点处目标场元的模型值。
- 等位面可采用参考重力场模型(不大于360阶)构造, 在高度不大于10千米的近地空间, 可用等正(常)高面大地高代替。

外部场元Poisson积分运算

开始计算

计算信息保存

查看样例

扰动场元径向梯度积分运算

扰动重力梯度积分运算

扰动重力逆运算积分计算

扰动重力计算外部扰动重力梯度

外部场元Poisson积分运算

打开边界面大地高格网文件

打开边界面上扰动场元格网文件

选择计算点文件格式

离散计算点文件

打开外部空间计算点位置文件

设置点值文件格式

头文件占住的行数

1

>> 计算过程 ** 操作提示

计算信息保存

>> 计算结束时间: 2024-09-05 09:18:24

>> [功能]由边界面大地高格网(m)及其面上残差扰动场元格网,按Poisson严密数值积分算法,计算大地水准面及其外部空间的残差扰动场元。

** 输入格网规格相同的边界面大地高及其扰动场元格网文件...

>> 打开边界面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Intgendistgradient/landgeoidhgt.dat.

>> 打开边界面扰动场元格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Intgendistgradient/resGMlgeoid541_1800.rga.

>> 打开外部空间计算点位置文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Intgendistgradient/calcpnt.txt.

** 观察下方窗口文件信息,设置点值文件格式...

>> 残差场元Poisson积分结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Intgendistgradient/poissonrga.txt.

>> 在源计算点值文件记录的基础上,增加一列该点的残差场元Poisson积分值,保留4位有效数字。

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮,或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间: 2024-09-05 09:21:01

>> 完成外部场元Poisson积分运算!

>> 计算结束时间: 2024-09-05 09:21:44

设置积分半径

120 km

计算结果保存为

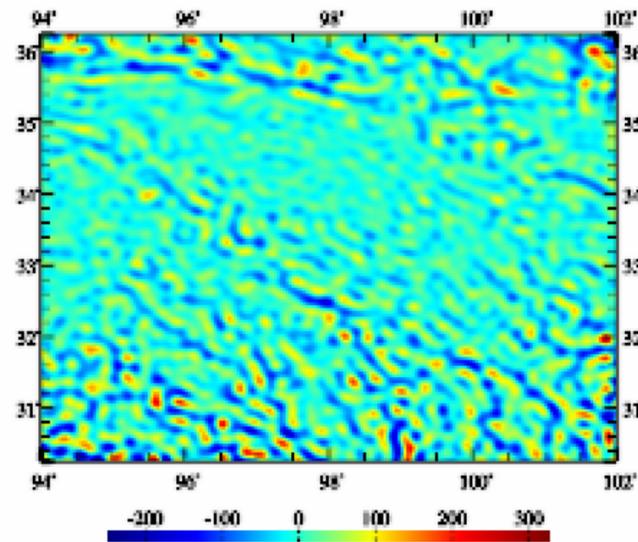
参数设置结果输入

开始积分计算

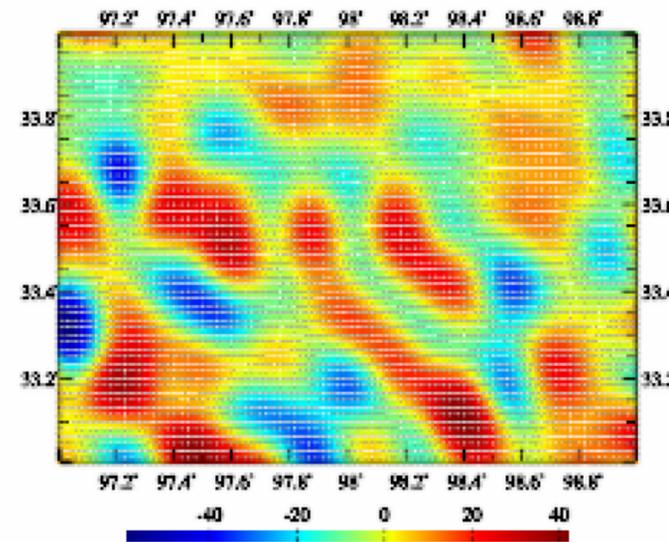
| no | lon(degree/decimal) | lat | ellipHeight(m) | |
|----|---------------------|-----------|----------------|----------|
| 1 | 97.008333 | 33.008333 | 3942.764 | 7.3569 |
| 2 | 97.025000 | 33.008333 | 3989.787 | 7.1106 |
| 3 | 97.041667 | 33.008333 | 4034.817 | 6.1598 |
| 4 | 97.058333 | 33.008333 | 4070.847 | 4.5194 |
| 5 | 97.075000 | 33.008333 | 4106.877 | 2.2173 |
| 6 | 97.091667 | 33.008333 | 4119.913 | -0.6277 |
| 7 | 97.108333 | 33.008333 | 4115.946 | -3.9317 |
| 8 | 97.125000 | 33.008333 | 4090.977 | -7.5796 |
| 9 | 97.141667 | 33.008333 | 4070.007 | -11.4084 |
| 10 | 97.158333 | 33.008333 | 3991.047 | -15.3450 |
| 11 | 97.175000 | 33.008333 | 3985.070 | -18.9119 |
| 12 | 97.191667 | 33.008333 | 3956.107 | -22.0661 |
| 13 | 97.208333 | 33.008333 | 3965.137 | -24.3539 |
| 14 | 97.225000 | 33.008333 | 3964.173 | -25.7245 |
| 15 | 97.241667 | 33.008333 | 3983.205 | -25.8555 |
| 16 | 97.258333 | 33.008333 | 3953.251 | -24.9234 |
| 17 | 97.275000 | 33.008333 | 4016.279 | -22.2078 |
| 18 | 97.291667 | 33.008333 | 4054.318 | -18.2787 |

提取外部扰动场元

图形绘制↓



边界面扰动场元



外部扰动场元

- 扰动场元梯度积分由Stokes边值问题解导出,要求被积扰动场元位于等位面。而Poisson积分是第一边值问题解,只要求边界面连续可微,不要求边界面是重力等位面。
- 为实现有限半径积分,通常需采用参考重力场移去恢复法,先移去边界面源场元的模型值,再调用本程序计算目标场元的残差值,最后恢复计算点处目标场元的模型值。
- 等位面可采用参考重力场模型(不大于360阶)构造,在高度不大于10千米的近地空间,可用等正(常)高面大地高代替。

球面径向基函数谱域空域性能分析

球面径向基函数性能分析计算
给定等级Reuter球面格网构造
选择扰动重力场元类型 **扰动重力**
主要算法公式

>> 计算过程 ** 操作提示

>> [目标] 计算分析各种类型扰动重力场元四种球面径向基函数空域谱域特征曲线，按指定区域构造等面积球面格网，为设计球面径向基函数网格和重力场逼近算法提供依据。程序可用于课堂教学演示。

>> 从界面左上方两个控件按钮中选择功能模块...

>> [功能] 输入球面径向基函数作用距离（影响半径）和采样间隔，计算并显示扰动重力、扰动位/高程异常、总垂线偏差或扰动重力梯度的球面径向基函数空域和谱域曲线。通过不断调节勒让德函数最小、最大阶数，基函数系数参考面埋藏深度，多极基函数次数，考察、分析和揭示各种类型扰动重力场元四种典型球面径向基函数的空域、谱域性能及特点。

** 请先选择扰动重力场元类型，设置球面径向基函数参数...

>> 计算结果文件保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/SRBFperformance/rgaSRBF.txt。

>> 程序输出给定类型重力场元四种球面径向基函数空域曲线计算结果。记录格式：球面角距（自变量），点质量核函数值，Poisson核函数值，径向多极子核函数，m次Poisson小波核函数。

** 程序同时当前目录下输出给定类型重力场元四种球面径向基函数谱域曲线文件*.dgr，*为输出文件名。记录格式：阶数（自变量），点质量核阶方差，Poisson核阶方差，径向多极子阶方差，m次Poisson小波核阶方差。

计算信息保存 ↓

【径向基函数类型】 点质量核函数; Poisson核函数; m次径向多极子核; m次Poisson小波核。

设置径向基函数参数

最小阶数 30

最大阶数 1440

Bjerhammar 球埋藏深度 5km

多极次数m 5

基函数中心作用距离 1.5°

采样间隔 0.20'

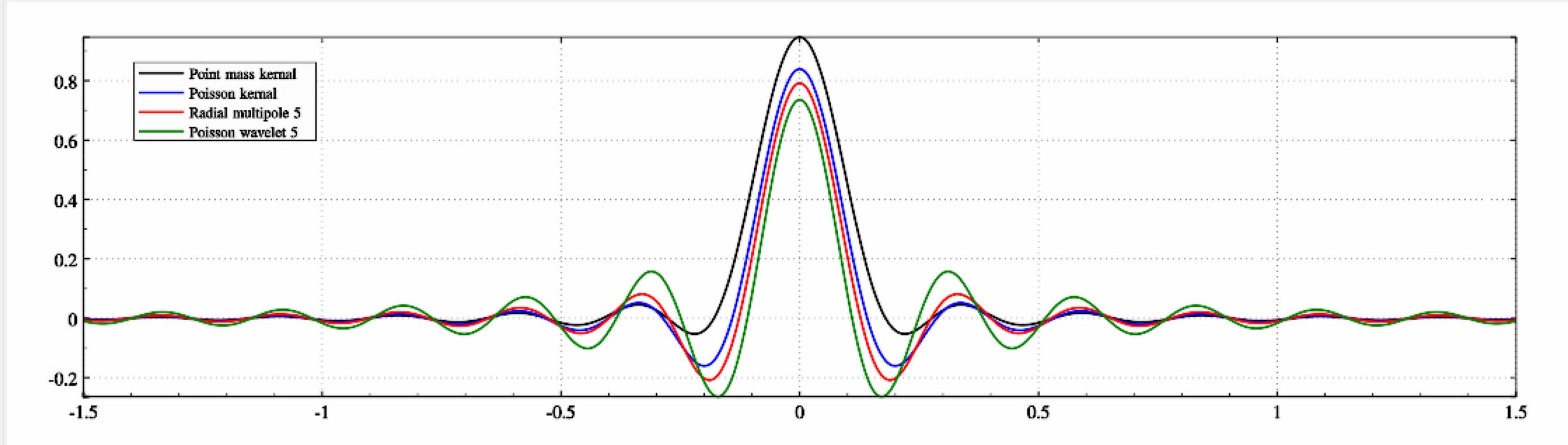
输入输出文件显示

| | | | | |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1.440000 | -0.004262 | -0.005467 | -0.007305 | -0.016210 |
| 1.443333 | -0.004483 | -0.005779 | -0.007705 | -0.016884 |
| 1.446667 | -0.004675 | -0.006049 | -0.008050 | -0.017435 |
| 1.450000 | -0.004839 | -0.006275 | -0.008335 | -0.017861 |
| 1.453333 | -0.004972 | -0.006457 | -0.008560 | -0.018159 |
| 1.456667 | -0.005075 | -0.006593 | -0.008723 | -0.018330 |
| 1.460000 | -0.005147 | -0.006683 | -0.008825 | -0.018372 |
| 1.463333 | -0.005188 | -0.006726 | -0.008864 | -0.018285 |
| 1.466667 | -0.005197 | -0.006723 | -0.008840 | -0.018072 |
| 1.470000 | -0.005174 | -0.006674 | -0.008755 | -0.017735 |
| 1.473333 | -0.005120 | -0.006579 | -0.008609 | -0.017276 |
| 1.476667 | -0.005037 | -0.006440 | -0.008404 | -0.016700 |
| 1.480000 | -0.004923 | -0.006257 | -0.008142 | -0.016012 |
| 1.483333 | -0.004781 | -0.006032 | -0.007824 | -0.015217 |
| 1.486667 | -0.004611 | -0.005768 | -0.007454 | -0.014321 |
| 1.490000 | -0.004416 | -0.005466 | -0.007034 | -0.013332 |
| 1.493333 | -0.004195 | -0.005128 | -0.006567 | -0.012256 |
| 1.496667 | -0.003952 | -0.004758 | -0.006058 | -0.011102 |
| 1.500000 | -0.003689 | -0.004357 | -0.005509 | -0.009878 |

分析计算与保存

显示图形要素 径向基函数空域曲线
设置线粗 2
显示起止行号 1 3600
提取绘图数据
图形绘制 ↓

球面径向基函数空域谱域特征曲线 当前图形保存为



球面径向基函数谱域空域性能分析

球面径向基函数性能分析计算

给定等级Reuter球面格网构造

选择扰动重力场元类型 扰动重力

主要算法公式

>> 计算过程 ** 操作提示

计算信息保存 ↓

>> [目标] 计算分析各种类型扰动重力场元四种球面径向基函数空域谱域特征曲线，按指定区域构造等面积球面格网，为设计球面径向基函数网格和重力场逼近算法提供依据。程序可用于课堂教学演示。

>> 从界面左上方两个控件按钮中选择功能模块...

>> [功能] 输入球面径向基函数作用距离（影响半径）和采样间隔，计算并显示扰动重力、扰动位/高程异常、总垂线偏差或扰动重力梯度的球面径向基函数空域和谱域曲线。通过不断调节勒让德函数最小、最大阶数，基函数系数参考面埋藏深度，多极基函数次数，考察、分析和揭示各种类型扰动重力场元四种典型球面径向基函数的空域、谱域性能及特点。

** 请先选择扰动重力场元类型，设置球面径向基函数参数...

>> 计算结果文件保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/SRBFperformance/rgaSRBF.txt。

>> 程序输出给定类型重力场元四种球面径向基函数空域曲线计算结果。记录格式：球面角距（自变量），点质量核函数值，Poisson核函数值，径向多极子核函数，m次Poisson小波核函数。

** 程序同时当前目录下输出给定类型重力场元四种球面径向基函数谱域曲线文件*.dgr，*为输出文件名。记录格式：阶数（自变量），点质量核阶方差，Poisson核阶方差，径向多极子阶方差，m次Poisson小波核阶方差。

【径向基函数类型】 点质量核函数; Poisson核函数; m次径向多极子核; m次Poisson小波核。

设置径向基函数参数

| | |
|---------------------|-------|
| 最小阶数 | 30 |
| 最大阶数 | 1440 |
| Bjerhammar 球埋藏深度 | 5km |
| 多极次数m | 5 |
| 基函数中心 作用距离 | 1.5° |
| 采样间隔 | 0.20' |

输入输出文件显示

| | | | | |
|------|----------|----------|----------|----------|
| 1422 | 0.991712 | 0.978187 | 0.953858 | 0.862566 |
| 1423 | 0.991550 | 0.979403 | 0.956389 | 0.869730 |
| 1424 | 0.991387 | 0.980618 | 0.958923 | 0.876948 |
| 1425 | 0.991223 | 0.981833 | 0.961462 | 0.884220 |
| 1426 | 0.991058 | 0.983047 | 0.964004 | 0.891546 |
| 1427 | 0.990892 | 0.984261 | 0.966550 | 0.898927 |
| 1428 | 0.990725 | 0.985475 | 0.969100 | 0.906362 |
| 1429 | 0.990557 | 0.986688 | 0.971653 | 0.913853 |
| 1430 | 0.990388 | 0.987900 | 0.974211 | 0.921399 |
| 1431 | 0.990219 | 0.989112 | 0.976773 | 0.929001 |
| 1432 | 0.990048 | 0.990324 | 0.979338 | 0.936660 |
| 1433 | 0.989876 | 0.991536 | 0.981907 | 0.944375 |
| 1434 | 0.989704 | 0.992746 | 0.984480 | 0.952147 |
| 1435 | 0.989531 | 0.993957 | 0.987057 | 0.959977 |
| 1436 | 0.989356 | 0.995167 | 0.989638 | 0.967864 |
| 1437 | 0.989181 | 0.996376 | 0.992223 | 0.975810 |
| 1438 | 0.989005 | 0.997585 | 0.994811 | 0.983814 |
| 1439 | 0.988828 | 0.998794 | 0.997404 | 0.991877 |
| 1440 | 0.988650 | 1.000002 | 1.000000 | 1.000000 |

分析计算与保存

显示图形要素 径向基函数谱域特征

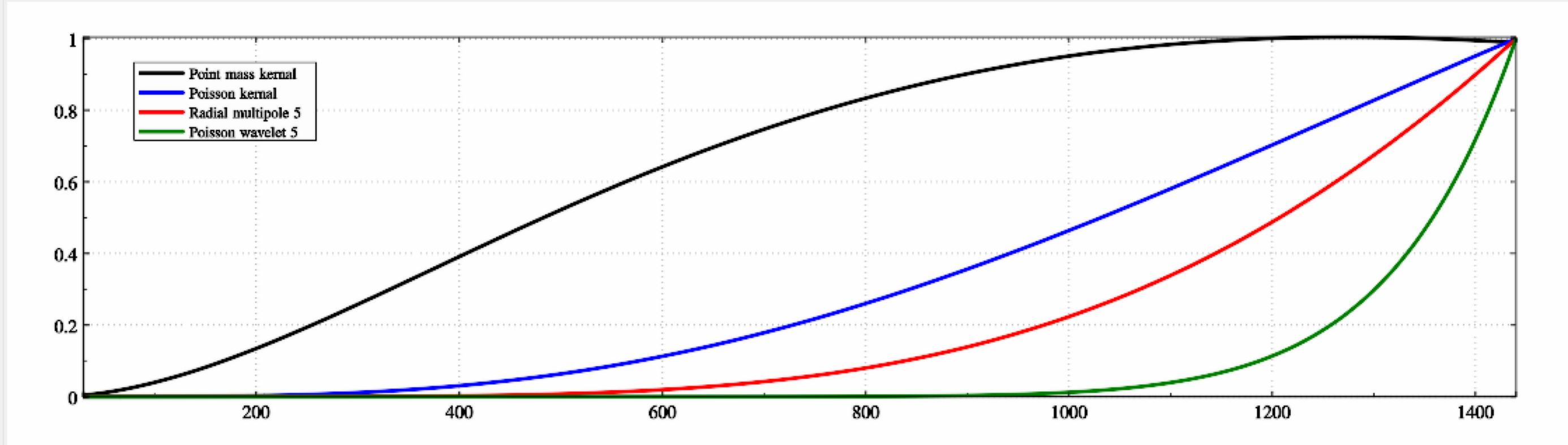
设置线粗 3 显示起止行号 1 3600

提取绘图数据

图形绘制 ↓

球面径向基函数空域谱域特征曲线

当前图形保存为



球面径向基函数谱域空域性能分析

球面径向基函数性能分析计算
给定等级Reuter球面格网构造
选择扰动重力场元类型 扰动位/高程异常
主要算法公式

>> 计算过程 ** 操作提示

场元四种典型球面径向基函数的空域、谱域性能及特点。
 ** 请先选择扰动重力场元类型，设置球面径向基函数参数...
 >> 计算结果文件保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/SRBFperformance/rgaSRBF.txt.
 >> 程序输出给定类型重力场元四种球面径向基函数空域曲线计算结果。记录格式：球面角距（自变量），点质量核函数值，Poisson核函数值，径向多极子核函数，m次Poisson小波核函数。
 ** 程序同时当前目录下输出给定类型重力场元四种球面径向基函数谱域曲线文件*.dgr, *为输出文件名。记录格式：阶数（自变量），点质量核阶方差，Poisson核阶方差，径向多极子阶方差，m次Poisson小波核阶方差。
 >> [功能]输入球面径向基函数作用距离（影响半径）和采样间隔，计算并显示扰动重力、扰动位/高程异常、总垂线偏差或扰动重力梯度的球面径向基函数空域和谱域曲线。通过不断调节勒让德函数最小、最大阶数，基函数系数参考面埋藏深度，多极基函数次数，考察、分析和揭示各种类型扰动重力场元四种典型球面径向基函数的空域、谱域性能及特点。
 ** 请先选择扰动重力场元类型，设置球面径向基函数参数...
 >> 计算结果文件保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/SRBFperformance/ksiSRBF.txt.
 >> 程序输出给定类型重力场元四种球面径向基函数空域曲线计算结果。记录格式：球面角距（自变量），点质量核函数值，Poisson核函数值，径向多极子核函数，m次Poisson小波核函数。
 ** 程序同时当前目录下输出给定类型重力场元四种球面径向基函数谱域曲线文件*.dgr, *为输出文件名。记录格式：阶数（自变量），点质量核阶方差，Poisson核阶方差，径向多极子阶方差，m次Poisson小波核阶方差。

【径向基函数类型】 点质量核函数; Poisson核函数; m次径向多极子核; m次Poisson小波核。

设置径向基函数参数

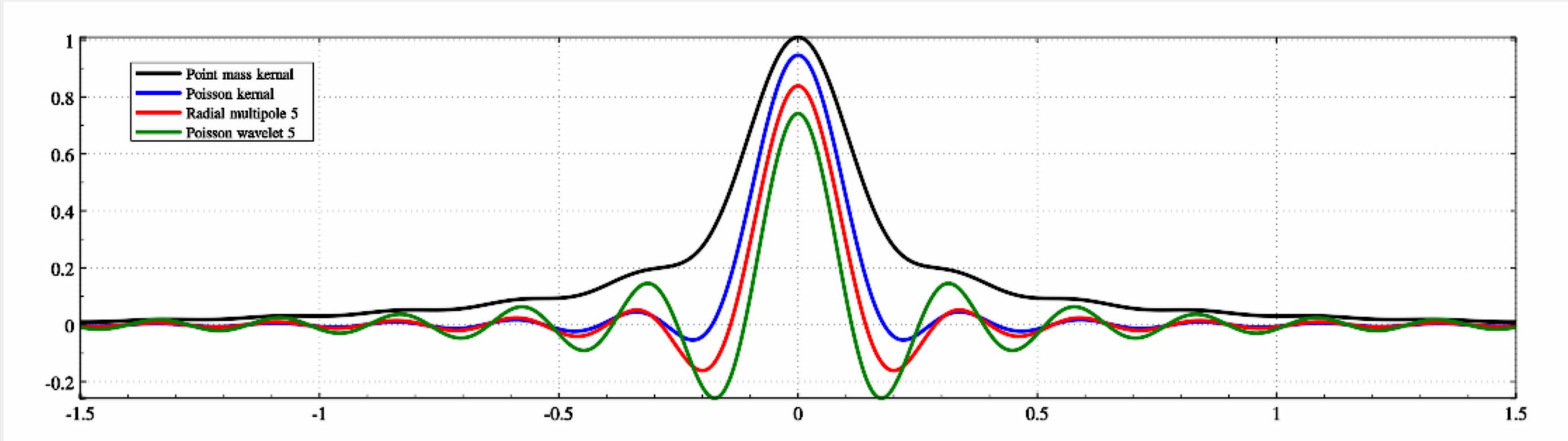
最小阶数 30
 最大阶数 1440
 Bjerhammar 球埋藏深度 5km
 多极次数m 5
 基函数中心作用距离 1.5°
 采样间隔 0.20'

输入输出文件显示

| | | | | |
|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| 1.440000 | 0.011360 | -0.004273 | -0.005470 | -0.013874 |
| 1.443333 | 0.011154 | -0.004494 | -0.005782 | -0.014493 |
| 1.446667 | 0.010961 | -0.004686 | -0.006052 | -0.015008 |
| 1.450000 | 0.010781 | -0.004850 | -0.006278 | -0.015414 |
| 1.453333 | 0.010616 | -0.004984 | -0.006460 | -0.015710 |
| 1.456667 | 0.010464 | -0.005087 | -0.006597 | -0.015894 |
| 1.460000 | 0.010327 | -0.005158 | -0.006687 | -0.015967 |
| 1.463333 | 0.010204 | -0.005199 | -0.006730 | -0.015928 |
| 1.466667 | 0.010097 | -0.005207 | -0.006727 | -0.015778 |
| 1.470000 | 0.010004 | -0.005185 | -0.006678 | -0.015519 |
| 1.473333 | 0.009925 | -0.005131 | -0.006583 | -0.015153 |
| 1.476667 | 0.009860 | -0.005047 | -0.006443 | -0.014685 |
| 1.480000 | 0.009810 | -0.004933 | -0.006260 | -0.014117 |
| 1.483333 | 0.009773 | -0.004791 | -0.006035 | -0.013455 |
| 1.486667 | 0.009749 | -0.004622 | -0.005771 | -0.012703 |
| 1.490000 | 0.009738 | -0.004426 | -0.005468 | -0.011868 |
| 1.493333 | 0.009738 | -0.004205 | -0.005130 | -0.010955 |
| 1.496667 | 0.009749 | -0.003962 | -0.004759 | -0.009972 |
| 1.500000 | 0.009770 | -0.003698 | -0.004359 | -0.008927 |

显示图形要素 径向基函数空域曲线
设置线粗 3
显示起止行号 1 3600
提取绘图数据
图形绘制

球面径向基函数空域谱域特征曲线 当前图形保存为



球面径向基函数谱域空域性能分析

球面径向基函数性能分析计算

给定等级Reuter球面格网构造

选择扰动重力场元类型 扰动位/高程异常

主要算法公式

>> 计算过程 ** 操作提示

计算信息保存 ↓

场元四种典型球面径向基函数的空域、谱域性能及特点。
 ** 请先选择扰动重力场元类型，设置球面径向基函数参数...
 >> 计算结果文件保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/SRBFperformance/rgaSRBF.txt.
 >> 程序输出给定类型重力场元四种球面径向基函数空域曲线计算结果。记录格式：球面角距（自变量），点质量核函数值，Poisson核函数值，径向多极子核函数，m次Poisson小波核函数。
 ** 程序同时当前目录下输出给定类型重力场元四种球面径向基函数谱域曲线文件*.dgr, *为输出文件名。记录格式：阶数（自变量），点质量核阶方差，Poisson核阶方差，径向多极子阶方差，m次Poisson小波核阶方差。
 >> [功能]输入球面径向基函数作用距离（影响半径）和采样间隔，计算并显示扰动重力、扰动位/高程异常、总垂线偏差或扰动重力梯度的球面径向基函数空域和谱域曲线。通过不断调节勒让德函数最小、最大阶数，基函数系数参考面埋藏深度，多极基函数次数，考察、分析和揭示各种类型扰动重力场元四种典型球面径向基函数的空域、谱域性能及特点。
 ** 请先选择扰动重力场元类型，设置球面径向基函数参数...
 >> 计算结果文件保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/SRBFperformance/ksiSRBF.txt.
 >> 程序输出给定类型重力场元四种球面径向基函数空域曲线计算结果。记录格式：球面角距（自变量），点质量核函数值，Poisson核函数值，径向多极子核函数，m次Poisson小波核函数。
 ** 程序同时当前目录下输出给定类型重力场元四种球面径向基函数谱域曲线文件*.dgr, *为输出文件名。记录格式：阶数（自变量），点质量核阶方差，Poisson核阶方差，径向多极子阶方差，m次Poisson小波核阶方差。

【径向基函数类型】 点质量核函数; Poisson核函数; m次径向多极子核; m次Poisson小波核。

设置径向基函数参数

最小阶数 30

最大阶数 1440

Bjerhammar 球埋藏深度 5km

多极次数m 5

基函数中心作用距离 1.5°

采样间隔 0.20'

输入输出文件显示

| | | | | |
|------|----------|----------|----------|----------|
| 1422 | 0.126526 | 0.991663 | 0.978144 | 0.884525 |
| 1423 | 0.126328 | 0.991502 | 0.979362 | 0.890620 |
| 1424 | 0.126130 | 0.991339 | 0.980579 | 0.896752 |
| 1425 | 0.125932 | 0.991175 | 0.981797 | 0.902920 |
| 1426 | 0.125735 | 0.991011 | 0.983013 | 0.909126 |
| 1427 | 0.125538 | 0.990846 | 0.984230 | 0.915368 |
| 1428 | 0.125341 | 0.990679 | 0.985446 | 0.921648 |
| 1429 | 0.125145 | 0.990512 | 0.986661 | 0.927966 |
| 1430 | 0.124949 | 0.990344 | 0.987876 | 0.934322 |
| 1431 | 0.124753 | 0.990174 | 0.989091 | 0.940715 |
| 1432 | 0.124557 | 0.990004 | 0.990305 | 0.947147 |
| 1433 | 0.124362 | 0.989833 | 0.991518 | 0.953617 |
| 1434 | 0.124167 | 0.989661 | 0.992732 | 0.960126 |
| 1435 | 0.123973 | 0.989488 | 0.993944 | 0.966674 |
| 1436 | 0.123778 | 0.989315 | 0.995157 | 0.973260 |
| 1437 | 0.123584 | 0.989140 | 0.996369 | 0.979886 |
| 1438 | 0.123391 | 0.988964 | 0.997580 | 0.986551 |
| 1439 | 0.123197 | 0.988787 | 0.998791 | 0.993256 |
| 1440 | 0.123004 | 0.988610 | 1.000002 | 1.000000 |

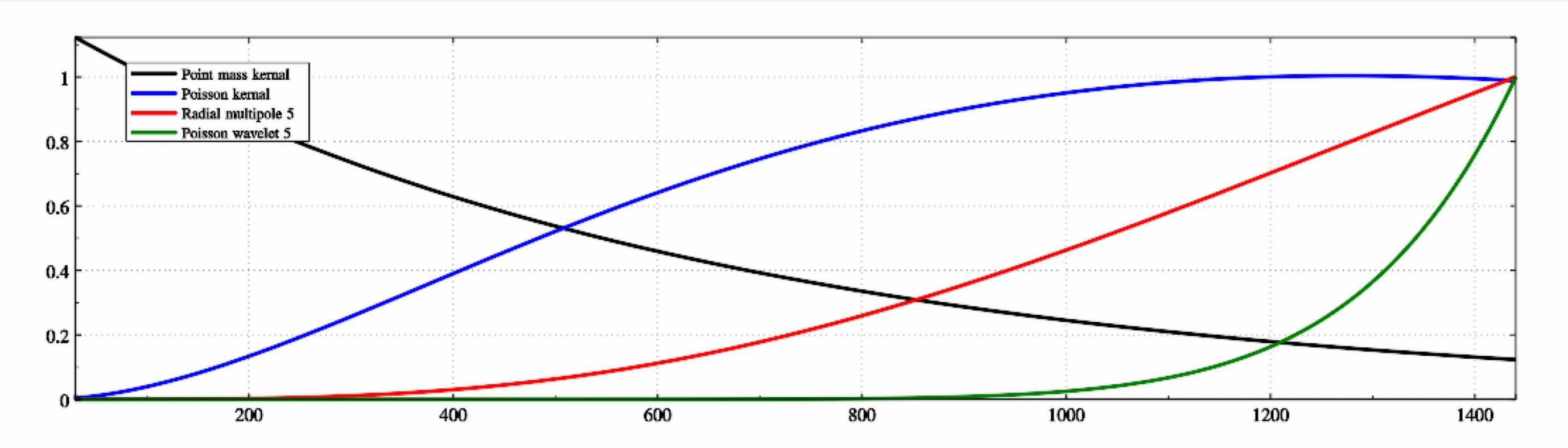
分析计算与保存

显示图形要素 径向基函数谱域特征

设置线粗 3 显示起止行号 1 3600

提取绘图数据 图形绘制 ↓

球面径向基函数空域谱域特征曲线 当前图形保存为



给定等级的Reuter球面格网构造

最小最大地心纬度

最小最大经度

设置Reuter格网等级K

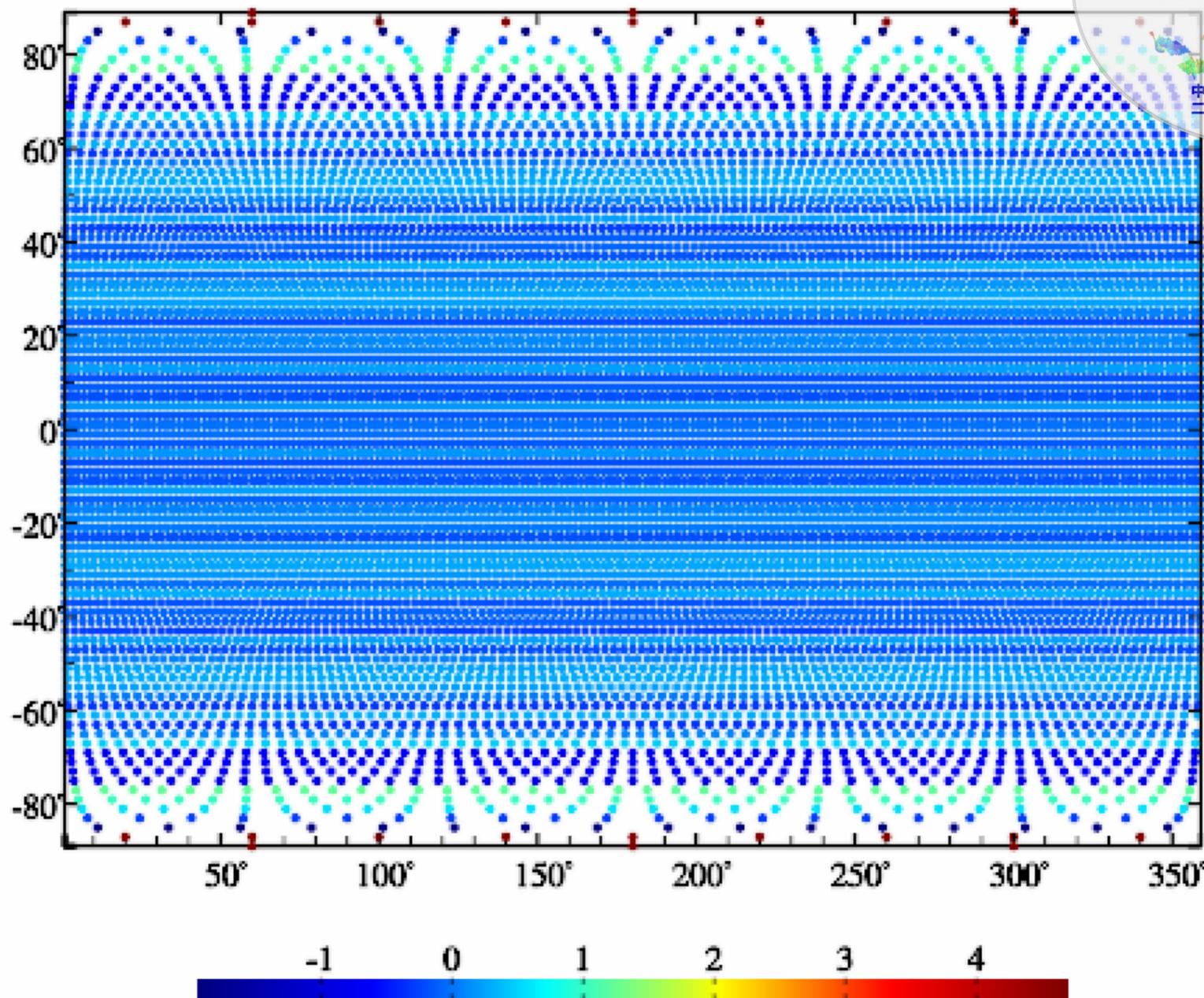
图形显示

格网计算与保存

提取绘图数据

格网图形绘制→

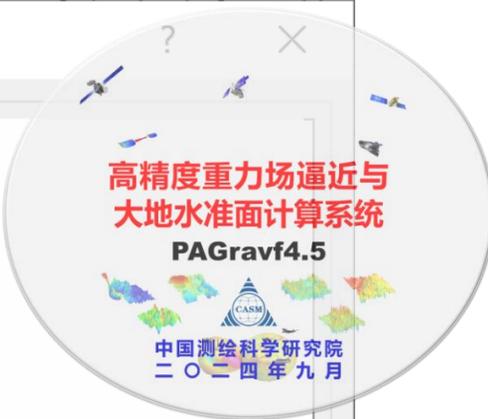
当前图形保存为



格网计算结果文件

| | | | | | | |
|-------|------------|-----------|------|-----------|-----------|----------|
| 10303 | 180.000000 | 87.000000 | 4.67 | -0.052336 | 0.000000 | 0.998630 |
| 10304 | 220.000000 | 87.000000 | 4.67 | -0.040092 | -0.033641 | 0.998630 |
| 10305 | 260.000000 | 87.000000 | 4.67 | -0.009088 | -0.051541 | 0.998630 |
| 10306 | 300.000000 | 87.000000 | 4.67 | 0.026168 | -0.045324 | 0.998630 |
| 10307 | 340.000000 | 87.000000 | 4.67 | 0.049180 | -0.017900 | 0.998630 |
| 10308 | 60.000000 | 89.000000 | 4.71 | 0.008726 | 0.015114 | 0.999848 |
| 10309 | 180.000000 | 89.000000 | 4.71 | -0.017452 | 0.000000 | 0.999848 |
| 10310 | 300.000000 | 89.000000 | 4.71 | 0.008726 | -0.015114 | 0.999848 |

给定等级的Reuter球面格网构造



最小最大地心纬度
-90.0° 90.0°

最小最大经度
0.0° 360°

设置Reuter格网等级K 90

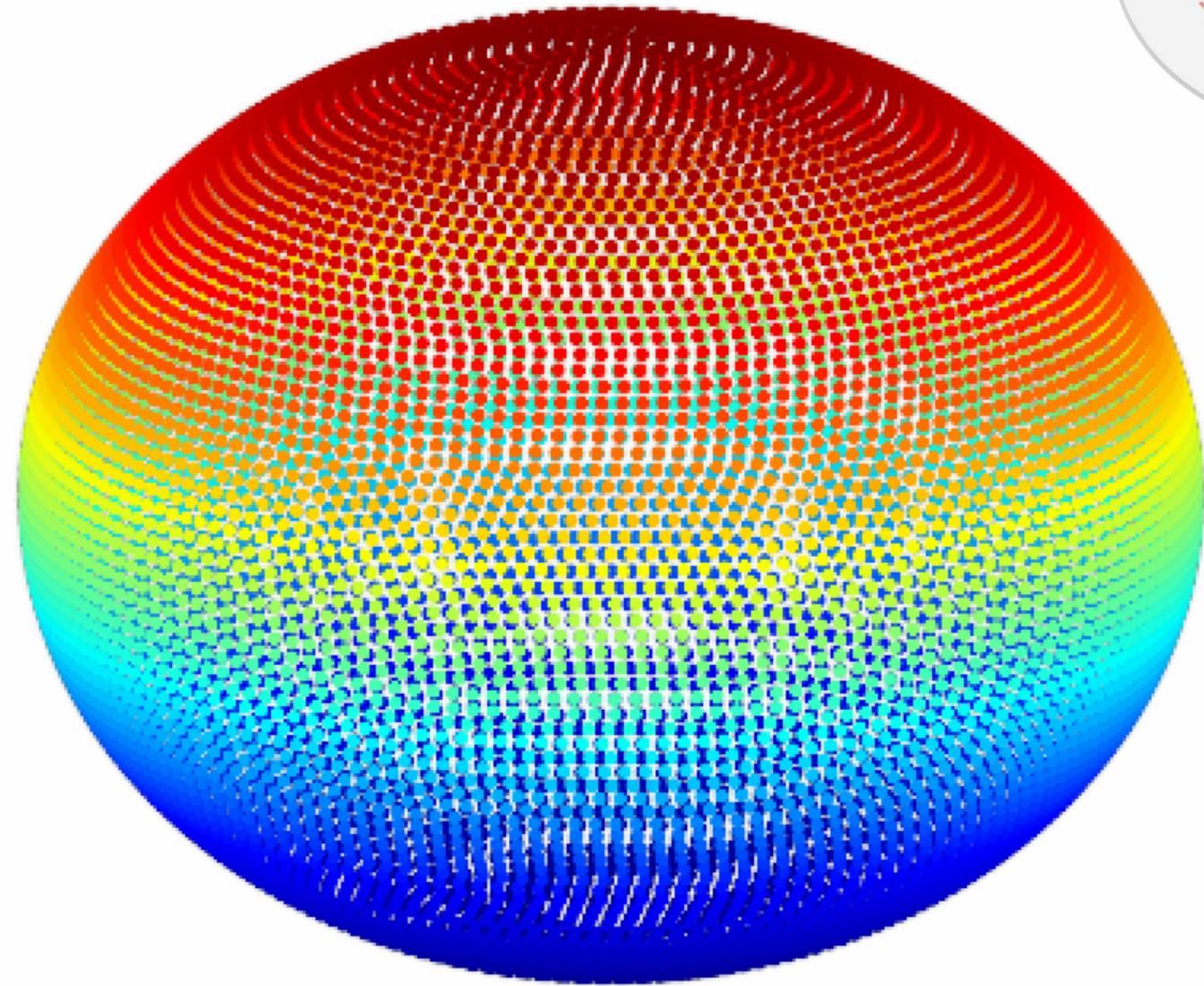
图形显示 单元格网中心空间直角坐标

格网计算与保存

提取绘图数据

格网图形绘制→

当前图形保存为



格网计算结果文件

| | | | | | | |
|-------|------------|-----------|------|-----------|-----------|----------|
| 10303 | 180.000000 | 87.000000 | 4.67 | -0.052336 | 0.000000 | 0.998630 |
| 10304 | 220.000000 | 87.000000 | 4.67 | -0.040092 | -0.033641 | 0.998630 |
| 10305 | 260.000000 | 87.000000 | 4.67 | -0.009088 | -0.051541 | 0.998630 |
| 10306 | 300.000000 | 87.000000 | 4.67 | 0.026168 | -0.045324 | 0.998630 |
| 10307 | 340.000000 | 87.000000 | 4.67 | 0.049180 | -0.017900 | 0.998630 |
| 10308 | 60.000000 | 89.000000 | 4.71 | 0.008726 | 0.015114 | 0.999848 |
| 10309 | 180.000000 | 89.000000 | 4.71 | -0.017452 | 0.000000 | 0.999848 |
| 10310 | 300.000000 | 89.000000 | 4.71 | 0.008726 | -0.015114 | 0.999848 |

给定等级的Reuter球面格网构造

最小最大地心纬度

最小最大经度

设置Reuter格网等级K

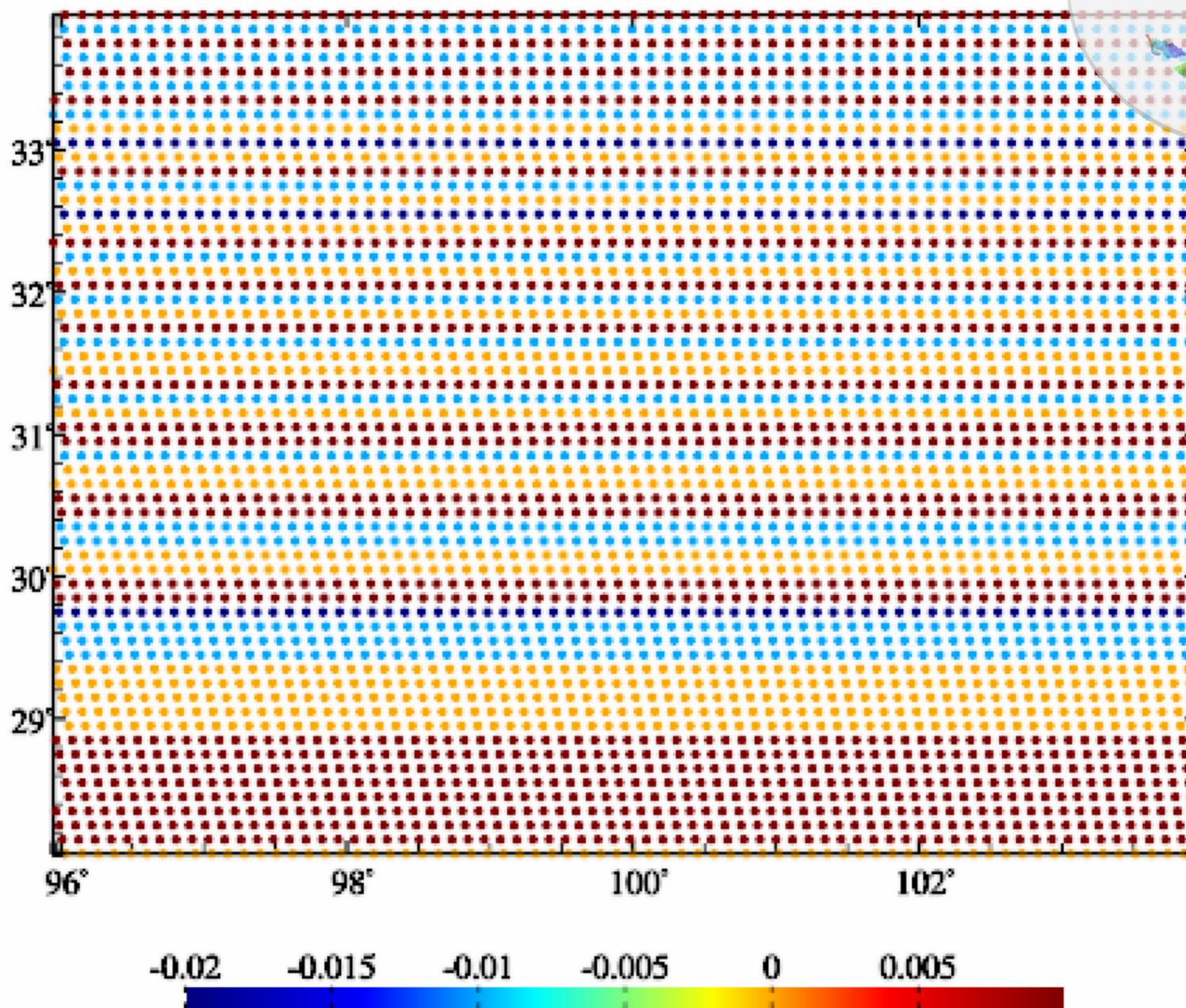
图形显示

格网计算与保存

提取绘图数据

格网图形绘制→

当前图形保存为



高精度重力场逼近与大地水准面计算系统
 PAGrav4.5
 中国测绘科学研究院
 二〇二四年九月

格网计算结果文件

| | | | | | | |
|------|------------|-----------|------|-----------|----------|----------|
| 4100 | 103.020764 | 33.950000 | 0.01 | -0.186895 | 0.808197 | 0.558469 |
| 4101 | 103.141326 | 33.950000 | 0.01 | -0.188596 | 0.807802 | 0.558469 |
| 4102 | 103.261889 | 33.950000 | 0.01 | -0.190295 | 0.807403 | 0.558469 |
| 4103 | 103.382451 | 33.950000 | 0.01 | -0.191994 | 0.807001 | 0.558469 |
| 4104 | 103.503014 | 33.950000 | 0.01 | -0.193691 | 0.806595 | 0.558469 |
| 4105 | 103.623577 | 33.950000 | 0.01 | -0.195388 | 0.806186 | 0.558469 |
| 4106 | 103.744139 | 33.950000 | 0.01 | -0.197084 | 0.805773 | 0.558469 |
| 4107 | 103.864702 | 33.950000 | 0.01 | -0.198779 | 0.805356 | 0.558469 |

SRBF逼近及性能指标测评 ○ 扰动重力 → 高程异常



打开离散残差观测场元文件

选择观测场元类型 扰动重力mGal

设置观测文件格式

头文件占住的行数 1

大地高属性列序号 4

权值属性所在列序号 0

扰动重力所在列序号 7

选择径向基函数 径向多极子核函数

设置径向基函数参数

多极次数m 1

最小阶数 360

最大阶数 1800

Bjerhammar球面埋藏深度D 10.0km

SRBF中心作用距离 100km

Reuter格网等级K 1800

待估目标场元类型 高程异常(m)

法方程参数估计方法 LU三角分解法

打开计算面大地高格网文件

同步计算空间点目标类型场元

以待评估观测场元的测点为计算点，可利用本程序的输入场元观测，探测待评估场元的粗差，准确测定其外部精度指标。

提取绘图数据 图形绘制 →

谱域球面径向基函数重力场逼近算法

在)。*为输出文件名。*.chs可进一步用于原观测量粗差探测。

>> 参数设置结果已输入系统！

** 点击[开始计算]控件按钮，或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间：2023-03-09 11:03:35

>> 完成计算！

>> 计算结束时间：2023-03-09 11:03:53

>> 程序还在当前目录下输出多种场元球面径向基函数空域曲线文件*spc.rbf，多种场元球面径向基函数谱域曲线文件*dgr.rbf和球面径向基函数中心文件*center.txt。

** *spc.rbf头文件格式：球面径向基函数类型（0-径向多级子核函数，1-Possion小波核函数），次数，最小阶数，最大阶数，补偿深度(km)。记录格式：球面距离(km)，扰动重力、高程异常、扰动重力梯度和总垂线偏差归一化径向基函数值。

** *dgr.rbf头文件与*spc.rbf相同。记录格式：阶数n，扰动重力、高程异常、扰动重力梯度和总垂线偏差n阶归一化径向基函数值。

** *center.txt头文件格式：Reuter格网等级，RBF中心点数，子午圈方向单元格网数，平行圈方向最多单元格网数，纬度间隔(')。

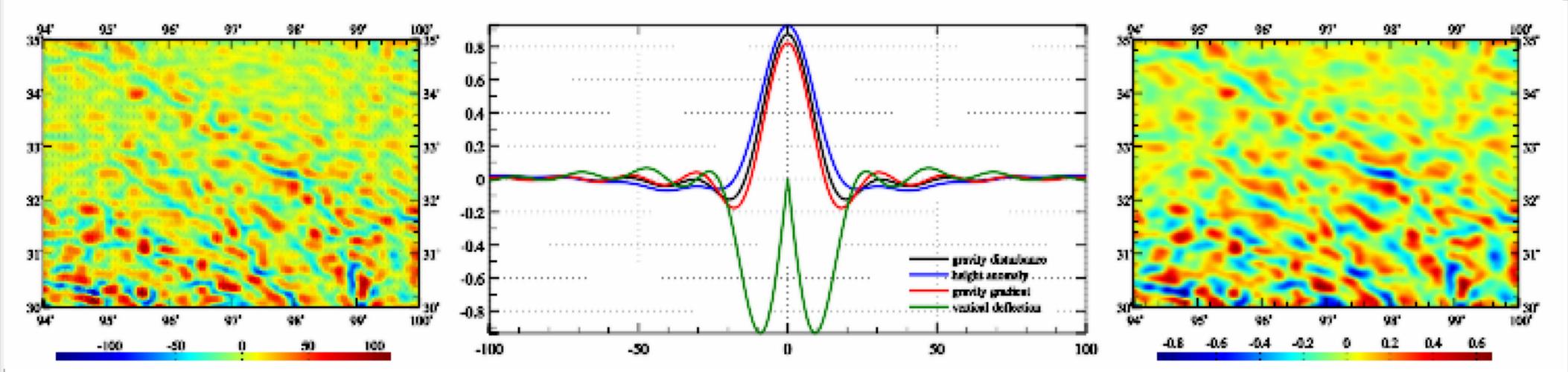
记录格式：点号，经度(度小数)，大地纬度，单元格网面积差百分比，平行圈方向单元格网经度间隔(')。

>> 原观测扰动场元统计平均值 -0.4113 标准差 21.8940 最小值 -141.1997 最大值 112.4878

** 结果残差观测场元平均值 -0.0216 标准差 1.9088 最小值 -54.0885 最大值 53.0770

计算结果保存为 参数设置结果输入 开始计算 计算信息保存 ↑

| | | | | | | |
|-------------|--------------|-------------|-------------|------------|------------|---------|
| 94.00000000 | 100.00000000 | 30.00000000 | 35.00000000 | 0.05000000 | 0.05000000 | 0.0000 |
| -0.4934 | -0.4466 | -0.3004 | -0.1309 | -0.0358 | 0.0254 | 0.0649 |
| 0.1289 | 0.2125 | 0.1641 | -0.0056 | -0.2094 | -0.2817 | -0.1712 |
| 0.0273 | -0.2539 | -0.4608 | -0.4318 | -0.2215 | 0.0453 | 0.2281 |
| 0.2761 | 0.2306 | 0.1674 | 0.1678 | 0.1902 | 0.2424 | 0.2110 |
| -0.5242 | -0.5674 | -0.6053 | -0.6055 | -0.5592 | -0.4309 | -0.2461 |
| 0.3092 | 0.2309 | 0.0920 | -0.1759 | -0.4433 | -0.5361 | -0.3991 |
| 0.0486 | -0.0206 | -0.1177 | -0.1556 | -0.0826 | 0.0628 | 0.2036 |



观测残差扰动重力mGal 球面径向基函数空域曲线 目标残差高程异常m

首次计算完成后，建议再以输出观测量残差点值文件*.chs为输入观测场元文件，采用多次SRBF逼近方法计算残差目标场元，一般累积1~3次SRBF逼近即可达到稳定解。目标残差场元格网等于几次逼近的残差场元格网之和。

单次SRBF逼近有效性原则：①保证残差目标场元空间分布连续可微，让残差标准差尽量小；②残差统计平均值随累积次数增加趋于零，且不明显反号。

SRBF逼近及性能指标测评 ○ 一次累积逼近性能



打开离散残差观测场元文件

选择观测场元类型 扰动重力mGal

设置观测文件格式

头文件占住的行数 1

大地高属性列序号 4

权值属性所在列序号 5

扰动重力所在列序号 7

选择径向基函数 径向多极子核函数

设置径向基函数参数

多极次数m 1

最小阶数 540

最大阶数 1800

Bjerhammar球面埋藏深度D 6.0km

SRBF中心作用距离 75km

Reuter格网等级K 3600

待估目标场元类型 高程异常(m)

法方程参数估计方法 LU三角分解法

打开计算面大地高格网文件

同步计算空间点目标类型场元

以待评估观测场元的测点为计算点，可利用本程序的输入场元观测，探测待评估场元的粗差，准确测定其外部精度指标。

提取绘图数据 图形绘制

谱域球面径向基函数重力场逼近算法

在)。*为输出文件名。*.chs可进一步用于原观测量粗差探测。

>> 参数设置结果已输入系统！

** 点击[开始计算]控件按钮，或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间：2023-03-09 11:08:21

>> 完成计算！

>> 计算结束时间：2023-03-09 11:09:37

>> 程序还在当前目录下输出多种场元球面径向基函数空域曲线文件*spc.rbf，多种场元球面径向基函数谱域曲线文件*dgr.rbf和球面径向基函数中心文件*center.txt。

** *spc.rbf头文件格式：球面径向基函数类型（0-径向多级子核函数，1-Possion小波核函数），次数，最小阶数，最大阶数，补偿深度(km)。记录格式：球面距离(km)，扰动重力、高程异常、扰动重力梯度和总垂线偏差归一化径向基函数值。

** *dgr.rbf头文件与*spc.rbf相同。记录格式：阶数n，扰动重力、高程异常、扰动重力梯度和总垂线偏差n阶归一化径向基函数值。

** *center.txt头文件格式：Reuter格网等级，RBF中心点数，子午圈方向单元格网数，平行圈方向最多单元格网数，纬度间隔(')。

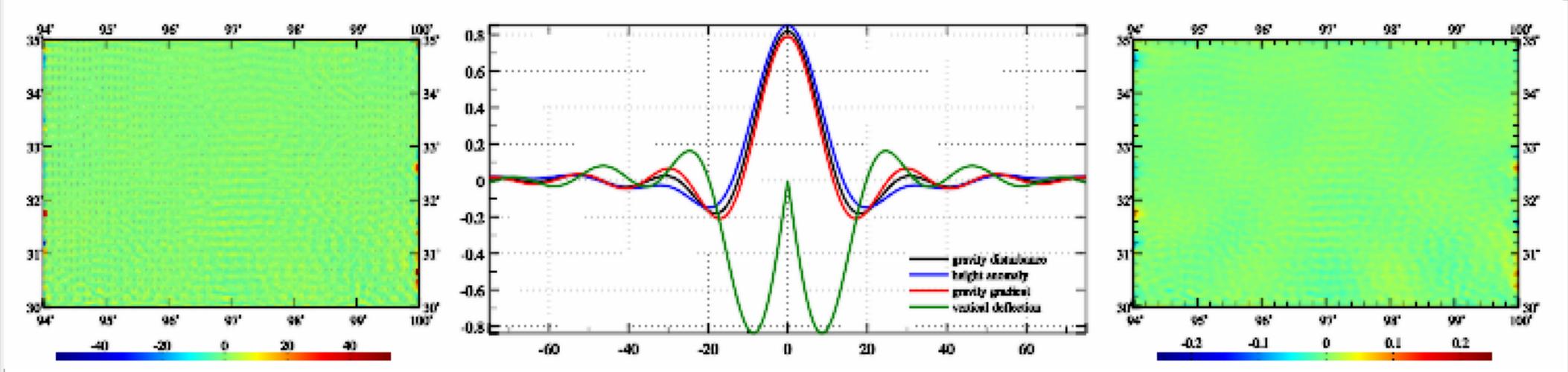
记录格式：点号，经度(度小数)，大地纬度，单元格网面积差百分比，平行圈方向单元格网经度间隔(')。

>> 原观测扰动场元统计平均值 -0.0216 标准差 1.9088 最小值 -54.0885 最大值 53.0770

** 结果残差观测场元平均值 -0.0044 标准差 0.6536 最小值 -28.2780 最大值 11.2439

计算结果保存为 参数设置结果输入 开始计算 计算信息保存 ↑

| | | | | | | |
|-------------|--------------|-------------|-------------|------------|------------|---------|
| 94.00000000 | 100.00000000 | 30.00000000 | 35.00000000 | 0.05000000 | 0.05000000 | 0.0000 |
| 0.0062 | 0.0156 | 0.0198 | 0.0140 | 0.0131 | 0.0070 | 0.0129 |
| -0.0377 | -0.0595 | -0.0418 | -0.0222 | -0.0199 | -0.0378 | -0.0153 |
| -0.0170 | -0.0175 | -0.0034 | 0.0075 | 0.0119 | 0.0092 | 0.0314 |
| 0.0164 | 0.0141 | 0.0022 | -0.0088 | 0.0031 | 0.0067 | 0.0020 |
| 0.0253 | 0.0220 | 0.0056 | 0.0005 | 0.0232 | 0.0116 | 0.0053 |
| 0.0154 | 0.0094 | -0.0055 | -0.0026 | 0.0034 | -0.0012 | 0.0021 |
| 0.0018 | 0.0060 | 0.0081 | 0.0129 | 0.0031 | 0.0015 | 0.0101 |



观测残差扰动重力mGal 球面径向基函数空域曲线 目标残差高程异常m

首次计算完成后，建议再以输出观测量残差点值文件*.chs为输入观测场元文件，采用多次SRBF逼近方法计算残差目标场元，一般累积1~3次SRBF逼近即可达到稳定解。目标残差场元格网等于几次逼近的残差场元格网之和。

单次SRBF逼近有效性原则：①保证残差目标场元空间分布连续可微，让残差标准差尽量小；②残差统计平均值随累积次数增加趋于零，且不明显反号。

SRBF逼近及性能指标测评 ○ 垂线偏差向量 → 高程异常



打开离散残差观测场元文件

选择观测场元类型 **垂线偏差向量**

设置观测文件格式

头文件占住的行数 1

大地高属性列序号 4

权值属性所在列序号 0

垂线偏差南向列序号 8

垂线偏差西向列序号 9

选择径向基函数 **径向多极子核函数**

设置径向基函数参数

多极次数m 1

最小阶数 360

最大阶数 1800

Bjerhammar球面埋藏深度D 10.0km

SRBF中心作用距离 100km

Reuter格网等级K 1800

待估目标场元类型 **高程异常(m)**

法方程参数估计方法 LU三角分解法

在)。*为输出文件名。*.chs可进一步用于原观测量粗差探测。

>> 参数设置结果已输入系统！

** 点击[开始计算]控件按钮，或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间：2023-03-09 11:18:14

>> 完成计算！

>> 计算结束时间：2023-03-09 11:18:45

>> 程序还在当前目录下输出多种场元球面径向基函数空域曲线文件*spc.rbf，多种场元球面径向基函数谱域曲线文件*dgr.rbf和球面径向基函数中心文件*center.txt。

** *spc.rbf头文件格式：球面径向基函数类型（0-径向多级子核函数，1-Possion小波核函数），次数，最小阶数，最大阶数，补偿深度（km）。记录格式：球面距离（km），扰动重力、高程异常、扰动重力梯度和总垂线偏差归一化径向基函数值。

** *dgr.rbf头文件与*spc.rbf相同。记录格式：阶数n，扰动重力、高程异常、扰动重力梯度和总垂线偏差n阶归一化径向基函数值。

** *center.txt头文件格式：Reuter格网等级，RBF中心点数，子午圈方向单元格网数，平行圈方向最多单元格网数，纬度间隔（'）。记录格式：点号，经度（度小数），大地纬度，单元格网面积差百分比，平行圈方向单元格网经度间隔（'）。

>> 原观测扰动场元统计平均值 -0.0129 标准差 3.2354 最小值 -19.8241 最大值 23.1114

** 结果残差观测场元平均值 0.0039 标准差 0.3118 最小值 -9.2421 最大值 10.5513

计算结果保存为 参数设置结果输入 开始计算 计算信息保存 ↑

| | | | | | | |
|-------------|--------------|-------------|-------------|------------|------------|---------|
| 94.00000000 | 100.00000000 | 30.00000000 | 35.00000000 | 0.05000000 | 0.05000000 | 0.0000 |
| -0.4808 | -0.4329 | -0.2845 | -0.1120 | -0.0144 | 0.0492 | 0.0874 |
| 0.1176 | 0.2158 | 0.1885 | 0.0295 | -0.1768 | -0.2662 | -0.1820 |
| 0.0318 | -0.2592 | -0.4819 | -0.4693 | -0.2501 | 0.0327 | 0.2356 |
| 0.2274 | 0.1964 | 0.1420 | 0.1525 | 0.1764 | 0.2116 | 0.1653 |
| -0.4060 | -0.4720 | -0.5360 | -0.5683 | -0.5500 | -0.4631 | -0.3231 |
| 0.3073 | 0.2396 | 0.0991 | -0.1836 | -0.4707 | -0.5827 | -0.4539 |
| 0.0690 | -0.0055 | -0.1059 | -0.1323 | -0.0382 | 0.1303 | 0.2883 |

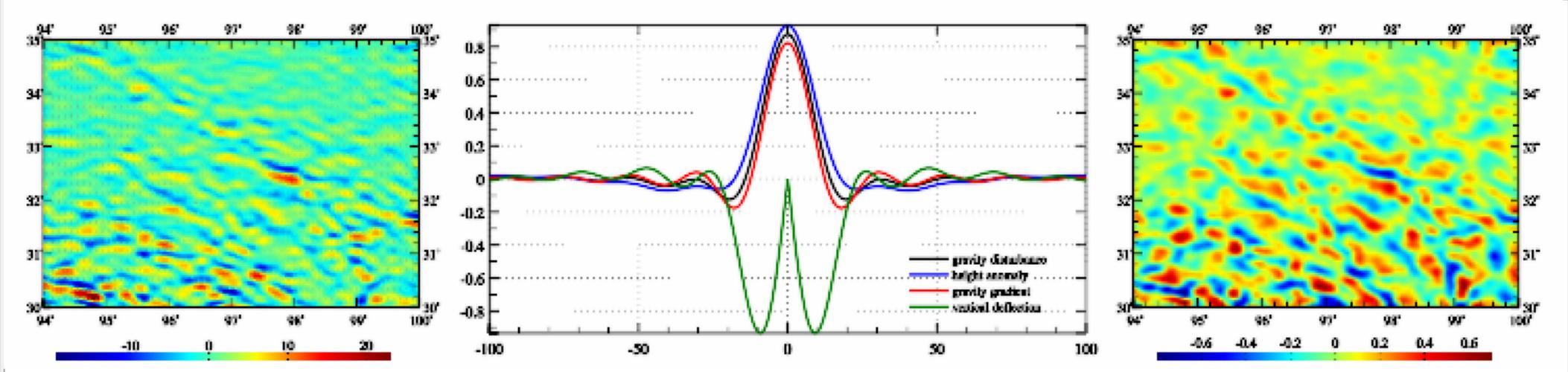
打开计算面大地高格网文件

同步计算空间点目标类型场元

以待评估观测场元的测点为计算点，可利用本程序的输入场元观测量，探测待评估场元的粗差，准确测定其外部精度指标。

提取绘图数据 图形绘制 →

谱域球面径向基函数重力场逼近算法



首次计算完成后，建议再以输出观测量残差点值文件*.chs为输入观测场元文件，采用多次SRBF逼近方法计算残差目标场元，一般累积1~3次SRBF逼近即可达到稳定解。目标残差场元格网等于几次逼近的残差场元格网之和。

单次SRBF逼近有效性原则：①保证残差目标场元空间分布连续可微，让残差标准差尽量小；②残差统计平均值随累积次数增加趋于零，且不明显反号。

SRBF逼近及性能指标测评 ○ 扰动重力梯度 → 高程异常



打开离散残差观测场元文件

选择观测场元类型 扰动重力梯度E

设置观测文件格式

头文件占住的行数 1

大地高属性列序号 4

权值属性所在列序号 0

扰动重力梯度列序号 8

选择径向基函数 径向多极子核函数

设置径向基函数参数

多极次数m 1

最小阶数 360

最大阶数 1800

Bjerhammar球面埋藏深度D 10.0km

SRBF中心作用距离 100km

Reuter格网等级K 1800

待估目标场元类型 高程异常(m)

法方程参数估计方法 LU三角分解法

打开计算面大地高格网文件

同步计算空间点目标类型场元

以待评估观测场元的测点为计算点，可利用本程序的输入场元观测测量，探测待评估场元的粗差，准确测定其外部精度指标。

提取绘图数据 图形绘制

谱域球面径向基函数重力场逼近算法

在)。*为输出文件名。*.chs可进一步用于原观测量粗差探测。

>> 参数设置结果已输入系统！

** 点击[开始计算]控件按钮，或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间：2023-03-09 11:20:15

>> 完成计算！

>> 计算结束时间：2023-03-09 11:20:33

>> 程序还在当前目录下输出多种场元球面径向基函数空域曲线文件*spc.rbf，多种场元球面径向基函数谱域曲线文件*dgr.rbf和球面径向基函数中心文件*center.txt。

** *spc.rbf头文件格式：球面径向基函数类型（0-径向多级子核函数，1-Possion小波核函数），次数，最小阶数，最大阶数，补偿深度(km)。记录格式：球面距离(km)，扰动重力、高程异常、扰动重力梯度和总垂线偏差归一化径向基函数值。

** *dgr.rbf头文件与*spc.rbf相同。记录格式：阶数n，扰动重力、高程异常、扰动重力梯度和总垂线偏差n阶归一化径向基函数值。

** *center.txt头文件格式：Reuter格网等级，RBF中心点数，子午圈方向单元格网数，平行圈方向最多单元格网数，纬度间隔(')。

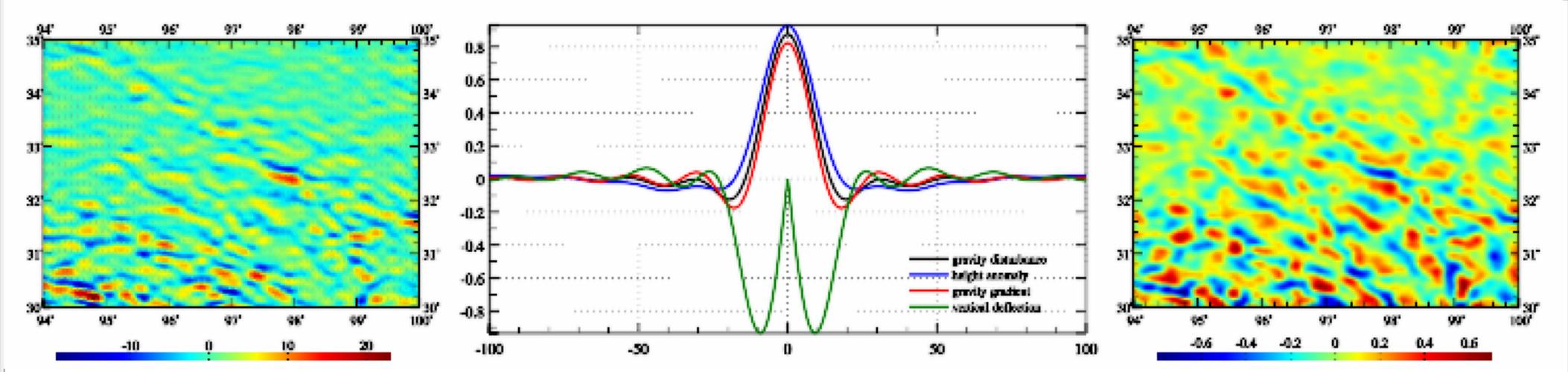
记录格式：点号，经度(度小数)，大地纬度，单元格网面积差百分比，平行圈方向单元格网经度间隔(')。

>> 原观测扰动场元统计平均值 -0.0159 标准差 3.2930 最小值 -19.5319 最大值 23.1114

** 结果残差观测场元平均值 0.0005 标准差 0.3272 最小值 -9.6993 最大值 10.5513

计算结果保存为 参数设置结果输入 开始计算 计算信息保存 ↑

| | | | | | | |
|-------------|--------------|-------------|-------------|------------|------------|---------|
| 94.00000000 | 100.00000000 | 30.00000000 | 35.00000000 | 0.05000000 | 0.05000000 | 0.0000 |
| -0.0196 | -0.0239 | -0.0247 | -0.0232 | -0.0188 | -0.0086 | 0.0022 |
| -0.0666 | -0.0649 | -0.0558 | -0.0412 | -0.0299 | -0.0243 | -0.0211 |
| 0.0171 | 0.0173 | 0.0190 | 0.0260 | 0.0350 | 0.0429 | 0.0455 |
| -0.0034 | 0.0071 | 0.0125 | 0.0134 | 0.0058 | -0.0053 | -0.0205 |
| 0.0246 | 0.0179 | 0.0107 | 0.0021 | -0.0072 | -0.0175 | -0.0276 |
| -0.0017 | 0.0044 | 0.0077 | 0.0032 | -0.0045 | -0.0157 | -0.0265 |
| 0.0109 | 0.0122 | 0.0086 | 0.0061 | 0.0037 | 0.0070 | 0.0100 |



观测残差扰动重力梯度E 球面径向基函数空域曲线 目标残差高程异常m

首次计算完成后，建议再以输出观测残差点值文件*.chs为输入观测场元文件，采用多次SRBF逼近方法计算残差目标场元，一般累积1~3次SRBF逼近即可达到稳定解。目标残差场元格网等于几次逼近的残差场元格网之和。

单次SRBF逼近有效性原则：①保证残差目标场元空间分布连续可微，让残差标准差尽量小；②残差统计平均值随累积次数增加趋于零，且不明显反号。

SRBF逼近及性能指标测评

高程异常 → 扰动重力



打开离散残差观测场元文件

选择观测场元类型 高程异常 (m)

设置观测文件格式

头文件占住的行数 1

大地高属性列序号 4

权值属性所在列序号 0

高程异常所在列序号 5

选择径向基函数 径向多极子核函数

设置径向基函数参数

多极次数m 1

最小阶数 360

最大阶数 1800

Bjerhammar球面埋藏深度D 10.0km

SRBF中心作用距离 100km

Reuter格网等级K 1800

待估目标场元类型 扰动重力mGal

法方程参数估计方法 LU三角分解法

打开计算面大地高格网文件

同步计算空间点目标类型场元

以待评估观测场元的测点为计算点，可利用本程序的输入场元观测，探测待评估场元的粗差，准确测定其外部精度指标。

提取绘图数据 图形绘制 →

谱域球面径向基函数重力场逼近算法

在)。*为输出文件名。*.chs可进一步用于原观测量粗差探测。

>> 参数设置结果已输入系统！

** 点击[开始计算]控件按钮，或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间：2023-03-09 11:23:58

>> 完成计算！

>> 计算结束时间：2023-03-09 11:24:16

>> 程序还在当前目录下输出多种场元球面径向基函数空域曲线文件*spc.rbf，多种场元球面径向基函数谱域曲线文件*dgr.rbf和球面径向基函数中心文件*center.txt。

** *spc.rbf头文件格式：球面径向基函数类型（0-径向多级子核函数，1-Possion小波核函数），次数，最小阶数，最大阶数，补偿深度（km）。记录格式：球面距离（km），扰动重力、高程异常、扰动重力梯度和总垂线偏差归一化径向基函数值。

** *dgr.rbf头文件与*spc.rbf相同。记录格式：阶数n，扰动重力、高程异常、扰动重力梯度和总垂线偏差n阶归一化径向基函数值。

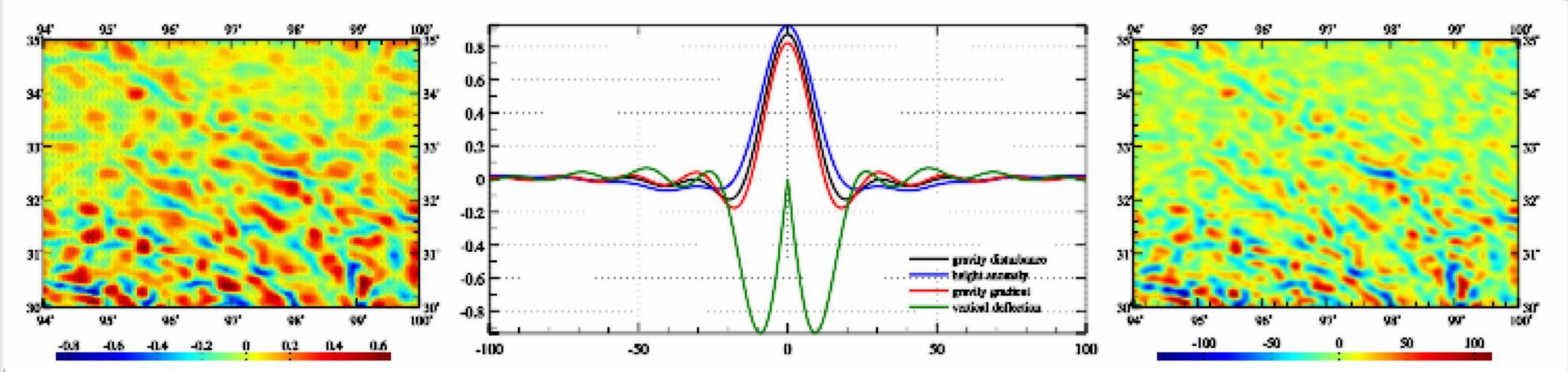
** *center.txt头文件格式：Reuter格网等级，RBF中心点数，子午圈方向单元格网数，平行圈方向最多单元格网数，纬度间隔（'）。记录格式：点号，经度（度小数），大地纬度，单元格网面积差百分比，平行圈方向单元格网经度间隔（'）。

>> 原观测扰动场元统计平均值 -0.0020 标准差 0.1590 最小值 -0.8621 最大值 0.6546

** 结果残差观测场元平均值 -0.0011 标准差 0.0135 最小值 -0.3763 最大值 0.4258

计算结果保存为 参数设置结果输入 开始计算 计算信息保存 ↑

| | | | | | | |
|-------------|--------------|-------------|-------------|------------|------------|----------|
| 94.00000000 | 100.00000000 | 30.00000000 | 35.00000000 | 0.05000000 | 0.05000000 | 0.0000 |
| -65.3591 | -58.7649 | -35.2841 | -10.0337 | 2.9287 | 7.2438 | 10.2652 |
| 6.4548 | 29.7980 | 29.7832 | 2.0592 | -35.7794 | -53.6309 | -39.0541 |
| 6.6296 | -41.4182 | -73.4118 | -66.0062 | -26.5807 | 24.2028 | 57.9004 |
| 29.0963 | 26.0823 | 17.9708 | 17.4266 | 24.1063 | 32.7800 | 24.6379 |
| -15.4188 | -22.7403 | -39.5771 | -54.8616 | -60.0889 | -51.9314 | -35.2718 |
| 39.4309 | 43.6354 | 26.5751 | -17.0100 | -64.3688 | -82.8843 | -60.8164 |
| 14.0937 | -0.1259 | -20.0057 | -28.6960 | -14.6046 | 17.8789 | 51.0941 |



观测残差高程异常m 球面径向基函数空域曲线 目标残差扰动重力mGal

首次计算完成后，建议再以输出观测量残差点值文件*.chs为输入观测场元文件，采用多次SRBF逼近方法计算残差目标场元，一般累积1~3次SRBF逼近即可达到稳定解。目标残差场元格网等于几次逼近的残差场元格网之和。

单次SRBF逼近有效性原则：①保证残差目标场元空间分布连续可微，让残差标准差尽量小；②残差统计平均值随累积次数增加趋于零，且不明显反号。

SRBF逼近及性能指标测评 ○ 扰动重力 → 扰动重力梯度



打开离散残差观测场元文件

选择观测场元类型 扰动重力mGal

设置观测文件格式

头文件占住的行数 1

大地高属性列序号 4

权值属性所在列序号 0

扰动重力所在列序号 7

选择径向基函数 径向多极子核函数

设置径向基函数参数

多极次数m 1

最小阶数 360

最大阶数 1800

Bjerhammar球面埋藏深度D 10.0km

SRBF中心作用距离 100km

Reuter格网等级K 1800

待估目标场元类型 扰动重力梯度E

法方程参数估计方法 LU三角分解法

在)。*为输出文件名。*.chs可进一步用于原观测量粗差探测。

>> 参数设置结果已输入系统！

** 点击[开始计算]控件按钮，或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间：2023-03-09 11:25:44

>> 完成计算！

>> 计算结束时间：2023-03-09 11:26:04

>> 程序还在当前目录下输出多种场元球面径向基函数空域曲线文件*spc.rbf，多种场元球面径向基函数谱域曲线文件*dgr.rbf和球面径向基函数中心文件*center.txt。

** *spc.rbf头文件格式：球面径向基函数类型（0-径向多级子核函数，1-Possion小波核函数），次数，最小阶数，最大阶数，补偿深度（km）。记录格式：球面距离（km），扰动重力、高程异常、扰动重力梯度和总垂线偏差归一化径向基函数值。

** *dgr.rbf头文件与*spc.rbf相同。记录格式：阶数n，扰动重力、高程异常、扰动重力梯度和总垂线偏差n阶归一化径向基函数值。

** *center.txt头文件格式：Reuter格网等级，RBF中心点数，子午圈方向单元格网数，平行圈方向最多单元格网数，纬度间隔（'）。记录格式：点号，经度（度小数），大地纬度，单元格网面积差百分比，平行圈方向单元格网经度间隔（'）。

>> 原观测扰动场元统计平均值 -0.4113 标准差 21.8940 最小值 -141.1997 最大值 112.4878

** 结果残差观测场元平均值 -0.0216 标准差 1.9088 最小值 -54.0885 最大值 53.0770

计算结果保存为 参数设置结果输入 开始计算 计算信息保存 ↑

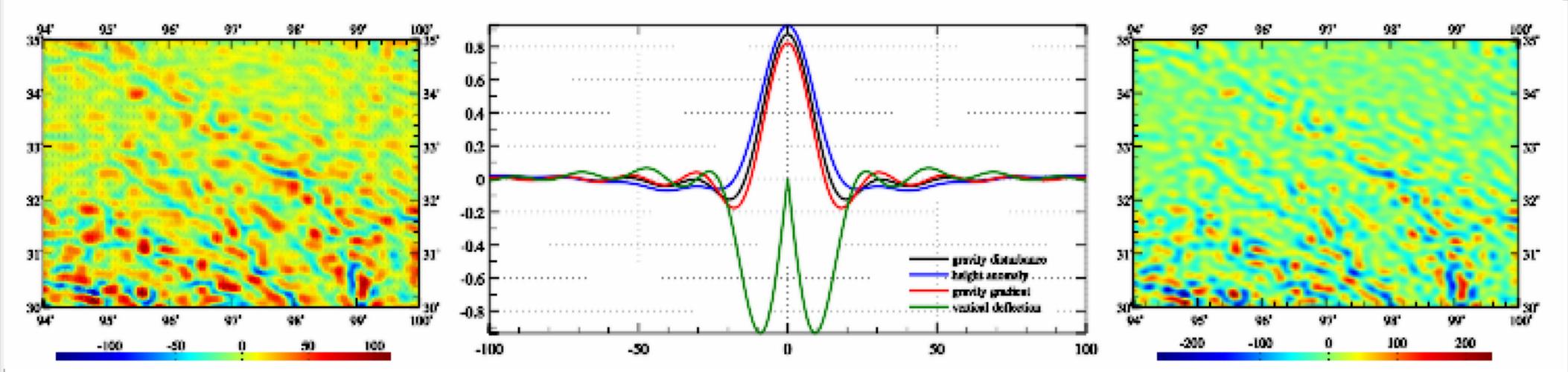
| | | | | | | |
|-------------|--------------|-------------|-------------|------------|------------|-----------|
| 94.00000000 | 100.00000000 | 30.00000000 | 35.00000000 | 0.05000000 | 0.05000000 | 0.0000 |
| -137.4913 | -128.5689 | -75.7644 | -21.5254 | -1.7301 | 0.0090 | 7.5791 |
| -9.5433 | 43.9876 | 47.6359 | -6.5605 | -77.1569 | -94.1416 | -42.8307 |
| 47.3224 | -44.9296 | -109.9247 | -94.9134 | -16.2553 | 76.4291 | 124.0372 |
| 45.1466 | 28.4229 | 2.7440 | 1.0298 | 24.3953 | 52.6813 | 41.2375 |
| -26.6862 | -32.8644 | -62.8344 | -90.7690 | -98.7158 | -80.0600 | -48.4845 |
| 42.6806 | 66.7283 | 56.5979 | -11.6138 | -100.5078 | -141.9563 | -101.0767 |
| 31.6836 | 13.7471 | -27.2075 | -63.3576 | -59.2446 | -7.3958 | 63.8511 |

打开计算面大地高格网文件

同步计算空间点目标类型场元

以待评估观测场元的测点为计算点，可利用本程序的输入场元观测量，探测待评估场元的粗差，准确测定其外部精度指标。

提取绘图数据 图形绘制 →



观测残差扰动重力mGal 球面径向基函数空域曲线 目标残差扰动重力梯度E

首次计算完成后，建议再以输出观测量残差点值文件*.chs为输入观测场元文件，采用多次SRBF逼近方法计算残差目标场元，一般累积1~3次SRBF逼近即可达到稳定解。目标残差场元格网等于几次逼近的残差场元格网之和。

单次SRBF逼近有效性原则：①保证残差目标场元空间分布连续可微，让残差标准差尽量小；②残差统计平均值随累积次数增加趋于零，且不明显反号。

谱域SRBF逼近法粗差探测与外部精度指标测定



打开离散残差观测场元文件

选择观测场元类型 扰动重力mGal

设置观测文件格式

头文件占住的行数 1

大地高属性列序号 4

权值属性所在列序号 0

扰动重力所在列序号 7

选择径向基函数 径向多极子核函数

设置径向基函数参数

多极次数m 1

最小阶数 360

最大阶数 3600

Bjerhammar球面埋藏深度D 10.0km

SRBF中心作用距离 100km

Reuter格网等级K 5400

待估目标场元类型 高程异常(m)

法方程参数估计方法 LU三角分解法

** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间: 2023-03-09 12:04:32

>> 完成计算!

>> 计算结束时间: 2023-03-09 12:07:14

>> 程序在当前目录下输出计算点目标残差场元文件*.tgt. &为输入的空间计算点位置文件名, 记录格式: 在计算点记录的基础上, 增加1列目标残差扰动场元计算值(仅当目标场元类型为垂线偏差时, 增加残差垂线偏差南向、西向2列计算值), 保留4位有效数字。

>> 程序还在当前目录下输出多种场元球面径向基函数空域曲线文件*spc.rbf, 多种场元球面径向基函数谱域曲线文件*dgr.rbf和球面径向基函数中心文件*center.txt。

** *spc.rbf头文件格式: 球面径向基函数类型(0-径向多级子核函数, 1-Possion小波核函数), 次数, 最小阶数, 最大阶数, 补偿深度(km)。记录格式: 球面距离(km), 扰动重力、高程异常、扰动重力梯度和总垂线偏差归一化径向基函数值。

** *dgr.rbf头文件与*spc.rbf相同。记录格式: 阶数n, 扰动重力、高程异常、扰动重力梯度和总垂线偏差n阶归一化径向基函数值。

** *center.txt头文件格式: Reuter格网等级, RBF中心点数, 子午圈方向单元格网数, 平行圈方向最多单元格网数, 纬度间隔(')。

记录格式: 点号, 经度(度小数), 大地纬度, 单元格网面积差百分比, 平行圈方向单元格网经度间隔(')。

>> 原观测扰动场元统计平均值 0.3186 标准差 42.1772 最小值 -296.0915 最大值 165.2611

** 结果残差观测场元平均值 0.0036 标准差 10.4791 最小值 -49.3186 最大值 101.4916

计算结果保存为 参数设置结果输入 开始计算 计算信息保存 ↑

| | | | | | | | | | |
|------------|------------|-----------|-----------|-----------------|-----------------|---------|---------|--|--|
| 101.500000 | 104.200000 | 24.000000 | 26.400000 | 8.333333333E-03 | 8.333333333E-03 | | | | |
| -0.6770 | -0.7346 | -0.8359 | -0.8780 | -0.9082 | -0.9232 | -0.9286 | -0.9272 | | |
| -0.7618 | -0.7219 | -0.6838 | -0.6617 | -0.6165 | -0.6075 | -0.6270 | -0.6296 | | |
| -0.5093 | -0.4207 | -0.3481 | -0.2597 | -0.1477 | -0.0745 | -0.0035 | 0.0581 | | |
| 0.6520 | 0.6990 | 0.7305 | 0.7728 | 0.7972 | 0.8241 | 0.8271 | 0.8324 | | |
| 0.6624 | 0.6179 | 0.5515 | 0.5116 | 0.4677 | 0.4532 | 0.3801 | 0.3319 | | |
| -0.1752 | -0.2068 | -0.2278 | -0.2713 | -0.2819 | -0.2999 | -0.3201 | -0.3269 | | |
| -0.1291 | -0.0965 | -0.0295 | -0.0073 | 0.0109 | 0.0385 | 0.0384 | 0.0462 | | |

打开计算面大地高格网文件

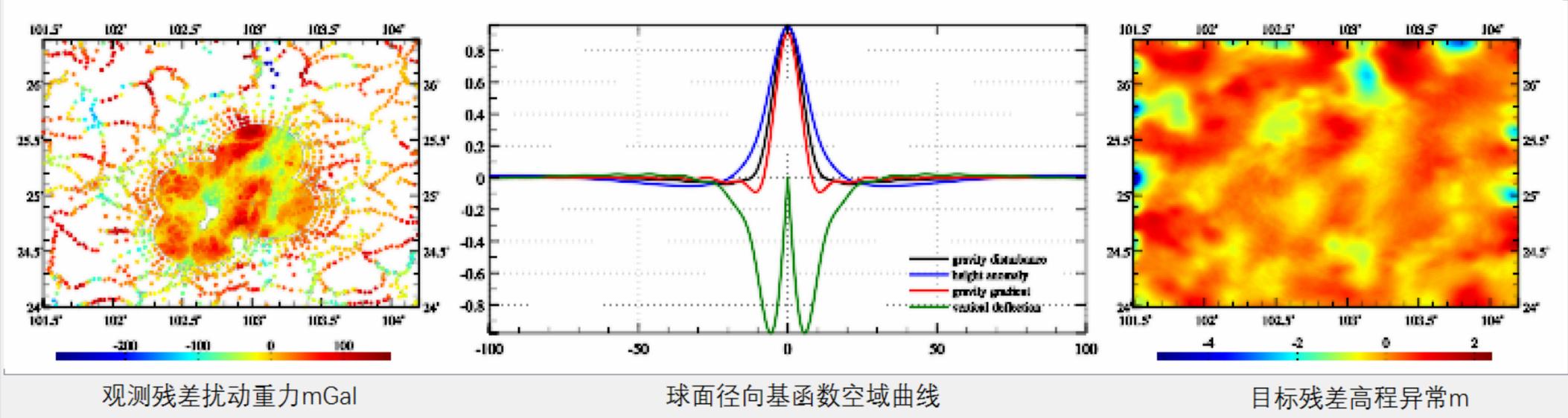
同步计算空间点目标类型场元

以待评估观测场元的测点为计算点, 可利用本程序的输入场元观测, 探测待评估场元的粗差, 准确测定其外部精度指标。

打开计算点空间位置文件

提取绘图数据 图形绘制 →

谱域球面径向基函数重力场逼近算法



首次计算完成后, 建议再以输出观测量残差点值文件*.chs为输入观测场元文件, 采用多次SRBF逼近方法计算残差目标场元, 一般累积1~3次SRBF逼近即可达到稳定解。目标残差场元格网等于几次逼近的残差场元格网之和。

单次SRBF逼近有效性原则: ①保证残差目标场元空间分布连续可微, 让残差标准差尽量小; ②残差统计平均值随累积次数增加趋于零, 且不明显反号。

谱域SRBF逼近法粗差探测与外部精度指标测定

谱域SRBF重力场逼近及性能指标测评

打开观测文件 计算结果保存 设置参数输入 开始计算 查看样例

打开离散残差观测场元文件

选择观测场元类型 扰动重力mGal

设置观测文件格式

头文件占住的行数 1

大地高属性列序号 4

权值属性所在列序号 0

扰动重力所在列序号 7

选择径向基函数 径向多极子核函数

设置径向基函数参数

多极次数m 1

最小阶数 360

最大阶数 3600

Bjerhammar球面埋藏深度D 10.0km

SRBF中心作用距离 100km

Reuter格网等级K 5400

待估目标场元类型 高程异常(m)

法方程参数估计方法 LU三角分解法

打开计算面大地高格网文件

同步计算空间点目标类型场元

以待评估观测场元的测点为计算点，可利用本程序的输入场元观测值，探测待评估场元的粗差，准确测定其外部精度指标。

打开计算点空间位置文件

提取绘图数据 图形绘制

谱域球面径向基函数重力场逼近算法

** 点击[开始计算]控件按钮，或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间：2023-03-09 12:04:32

>> 完成计算！

>> 计算结束时间：2023-03-09 12:07:14

>> 程序在当前目录下输出计算点目标残差场元文件&.tgt。&为输入的空间计算点位置文件名，目标残差扰动场元计算值（仅当目标场元类型为垂线偏差时，增加残差垂线偏差南向、西向2列）

>> 程序还在当前目录下输出多种场元球面径向基函数空域曲线文件*spc.rbf，多种场元球面径向基函数中心文件*center.txt。

** *spc.rbf头文件格式：球面径向基函数类型（0-径向多极子核函数，1-Possion小波核函数（km）。记录格式：球面距离（km），扰动重力、高程异常、扰动重力梯度和总垂线偏差归一

** *dgr.rbf头文件与*spc.rbf相同。记录格式：阶数n，扰动重力、高程异常、扰动重力梯

** *center.txt头文件格式：Reuter格网等级，RBF中心点数，子午圈方向单元格网数，平行

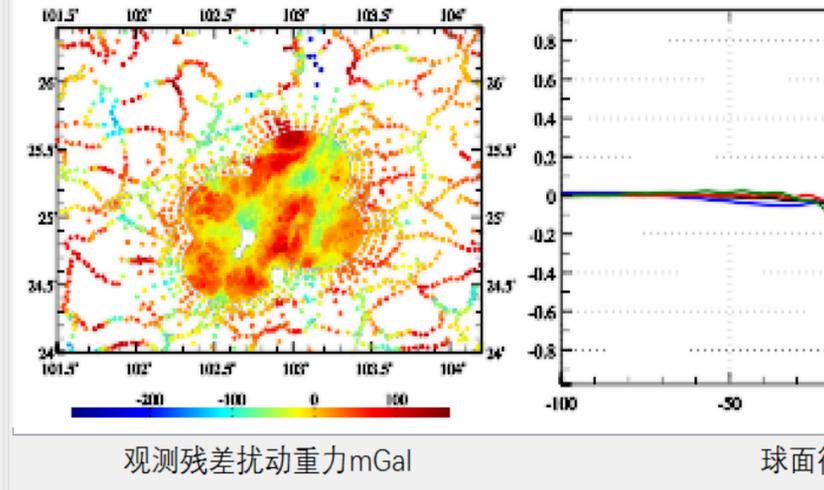
记录格式：点号，经度（度小数），大地纬度，单元格网面积差百分比，平行圈方向单元格网

>> 原观测扰动场元统计平均值 0.3186 标准差 42.1772 最小值 -296.0915 最大值

** 结果残差观测场元平均值 0.0036 标准差 10.4791 最小值 -49.3186 最大值

计算结果保存为 参数设置结果输入

| | | | |
|------------|------------|-----------|-----------|
| 101.500000 | 104.200000 | 24.000000 | 26.400000 |
| -0.6770 | -0.7346 | -0.8359 | -0.8780 |
| -0.7618 | -0.7219 | -0.6838 | -0.6617 |
| -0.5093 | -0.4207 | -0.3481 | -0.2597 |
| 0.6520 | 0.6990 | 0.7305 | 0.7728 |
| 0.6624 | 0.6179 | 0.5515 | 0.5116 |
| -0.1752 | -0.2068 | -0.2278 | -0.2713 |
| -0.1291 | -0.0965 | -0.0295 | -0.0073 |



大地测量数据文件简单直接运算

打开文件 结果保存 设置参数输入 开始计算 计算信息保存 查看样例

点值属性加权运算 格网格值加权运算 向量格网矢量积运算 球谐系数加权运算

打开离散点值文件 >> 计算过程 ** 操作提示 计算信息保存

点值文件格式

头文件占住行数 1

属性一列序号 5

属性二列序号 6

选择运算方式 相减 -

权值设置

权值一 1.00

权值二 1.00

输入输出数据显示 ↓

| ID | lon(degree decimal) | lat | ellpH(m) | rntkxi(m) | | |
|----|---------------------|---------|----------|-----------|---------|---------|
| 1 | 102.4424 | 24.4717 | -32.7581 | -0.1056 | 0.1227 | -0.2283 |
| 2 | 102.5467 | 24.4580 | -32.9577 | -0.4237 | -0.1831 | -0.2406 |
| 3 | 102.6324 | 24.4582 | -32.5792 | -0.1359 | 0.0863 | -0.2222 |
| 4 | 102.7259 | 24.4605 | -32.3917 | -0.0593 | 0.1645 | -0.2238 |
| 5 | 102.4208 | 24.5663 | -32.6038 | -0.0304 | 0.1975 | -0.2279 |
| 6 | 102.5286 | 24.5627 | -32.5636 | -0.1397 | 0.1393 | -0.2790 |
| 7 | 102.6344 | 24.5656 | -32.3822 | -0.0694 | 0.1970 | -0.2664 |
| 8 | 102.7258 | 24.5819 | -32.2197 | -0.0128 | 0.1639 | -0.1767 |
| 9 | 102.8326 | 24.5755 | -32.5408 | -0.4474 | -0.3691 | -0.0783 |
| 10 | 102.3455 | 24.6689 | -32.9297 | -0.2903 | -0.0256 | -0.2647 |

结果文件保存为 参数设置结果输入 开始计算 框口数据保存

离散重力场元粗差探测与基函数格网化

打开点值文件 结果保存 设置参数输入 开始计算 计算信息保存 查看样例

参考面支持的观测量粗差探测 指定参考属性的观测量定权 异质数据基函数插值格网化

打开观测量点值文件

头文件占住行数 1

待探测属性列序号 7

超出标准差的倍数 3.0

打开参考面格网文件

无粗差结果保存为

粗差结果保存为

参数设置结果输入

开始计算

>> [功能]选择低通格网作为参考面，内插离散点处指定属性的参考值，由残差属性值的统计性质，探测并分离离散点值粗差记录。

** 参考面可采用观测量简单格网化后，再进行低通滤波的方式构造。当采用测点覆盖区域的零值格网作为参考面，即无参考面支持，程序进行简单的粗差探测。

>> 打开观测量点值文件C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/SRBFestimateVerify/GNSSlgeoidherr.txt。

** 观察下方窗口文件信息，设置点值文件格式...

>> 打开参考面格网文件C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/SRBFestimateVerify/zero.dat。

** 无粗差结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/SRBFestimateVerify/GNSSlnoerr.txt。

>> 分离出的粗差保存为C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/SRBFestimateVerify/GNSSlerror.txt。

** 参数设置结果已输入系统！

** 点击[开始计算]控件按钮，或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间：2023-03-09 12:44:39

>> 完成计算！

>> 计算结束时间：2023-03-09 12:44:39

| | | | |
|--------------|---------|----------|---------|
| -0.2651 | 0.0557 | 0.3951 | -0.1154 |
| 9 102.8326 | 24.5755 | -32.5408 | -0.4474 |
| 70 102.8371 | 25.1980 | -32.3637 | -0.6940 |
| 93 103.0244 | 24.6400 | -32.2768 | -0.4286 |
| 100 103.0470 | 25.8175 | -32.5518 | 0.3086 |
| 112 103.2299 | 24.6558 | -32.3789 | -0.8314 |
| 113 103.0244 | 24.6400 | -32.2768 | -0.4286 |

GNSS水准粗差点

提取绘图数据 图形绘制 ↓

输入观测量 无粗差观测量

实测GNSS水准外部精度指标

首次计算完成后，建议再以输出观测量残差点值文件*.chs为输入观测场元文件，采用多次SRBF逼近方法计算，等于几次逼近的残差场元格网之和。

单次SRBF逼近有效性原则：①保证残差目标场元空间分布连续可微，让残差标准差尽量小；②残差统计平均

多源异质数据SRBF重力场全要素建模 ○观测：扰动重力+扰动重力梯度



球面径向基函数重力场全要素建模算法

打开多种异质残差观测场元文件

头文件占住的行数: 1

场元观测类型列序号: 6

权值属性所在的列序号: 7

选择径向基函数: 径向多极子核函数

设置径向基函数参数

多极次数m: 3

最小阶数: 360

最大阶数: 1800

Bjerhammar球埋藏深度D: 10.0km

RBF中心作用距离: 100km

Reuter网格等级K: 1800

选择可控观测场元: 扰动重力mGal

设置调控观测场元贡献率k: 1.00

选择法方程参数估计方法: LU三角分解法

```
>> 打开计算面大地高格网文件 C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/SRBFheterogeneous/surfhgt.dat.
>> 计算结果文件保存为 C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/SRBFheterogeneous/rgagr_r_ksi.txt.
>> 记录格式: 点号, 经度(度小数), 纬度, 计算点大地高(m), 残差扰动重力(mGal), 残差高程异常(m), 残差空间异常(mGal), 残差扰动重力梯度径向(E), 残差垂线偏差南向(W), 残差垂线偏差西向(S).
>> 程序还在当前目录下输出观测量残差点值文件*.chs。每种类型观测量的统计结果占住一行头文件, 记录格式: 场元类型(0~5), 原观测量平均值, 最小值, 最大值; 残差平均值, 标准差, 最小值, 最大值。记录格式: 测点号, 经度, 纬度, 测点大地高, 残差量, 原观测量, 场元类型, 权值。*为输出文件。
>> 参数设置结果已输入系统!
** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....
>> 计算开始时间: 2024-09-05 16:18:49
>> 完成计算!
>> 计算结束时间: 2024-09-05 16:19:34
>> 程序在当前目录下输出计算面上的残差扰动重力*.rga、残差高程异常*.ksi、残差空间异常*.gra、残差扰动重力梯度*.grr和残差垂线偏差向量*.dft格网文件。
>> 程序还在当前目录下输出球面径向基函数中心文件*center.txt。头文件格式: Reuter网格等级, RBF中心点数, 子午圈方向单元格网数, 平行圈方向最多单元格网数, 纬度间隔(')。记录格式: 点号, 经度(度小数), 大地纬度, 单元格网面积差百分比, 平行圈方向单元格网经度间隔(')。
```

| | | | | | | | | |
|-------------|------|---------|-----|---------|-----|-----------|-----|----------|
| >> 观测场元类型 0 | 原平均值 | -0.4107 | 标准差 | 21.8478 | 最小值 | -140.9351 | 最大值 | 112.3153 |
| ** 结果残差观测场元 | 平均值 | -0.0148 | 标准差 | 2.0501 | 最小值 | -53.9731 | 最大值 | 52.9464 |
| >> 观测场元类型 3 | 原平均值 | -0.8635 | 标准差 | 38.2935 | 最小值 | -262.7565 | 最大值 | 232.6519 |
| ** 结果残差观测场元 | 平均值 | -0.0493 | 标准差 | 4.1038 | 最小值 | -90.4115 | 最大值 | 78.2329 |

打开计算面大地高格网文件 计算结果保存为 参数设置结果输入 开始计算

| ID | lon | lat | ellipshgt | gravity | disturbance(mGal) | height | anomaly(m) | gravity anomaly(mGal) | gravity gradient(E) | vertical deflection(S,W) |
|----|----------|----------|-----------|----------|-------------------|----------|------------|-----------------------|---------------------|--------------------------|
| 1 | 94.02500 | 30.02500 | 3984.353 | -77.2207 | -0.4408 | -77.0852 | -150.4377 | -2.8342 | -0.6793 | |
| 2 | 94.07500 | 30.02500 | 4226.989 | -74.8346 | -0.4200 | -74.7056 | -146.1030 | -3.3732 | 1.4633 | |
| 3 | 94.12500 | 30.02500 | 4461.719 | -47.1390 | -0.2763 | -47.0541 | -86.6200 | -3.6689 | -0.0672 | |
| 4 | 94.17500 | 30.02500 | 4422.914 | -15.6446 | -0.1040 | -15.6126 | -22.1136 | -3.6631 | -0.9335 | |
| 5 | 94.22500 | 30.02500 | 4335.893 | -2.5174 | -0.0125 | -2.5136 | -3.1028 | -3.0189 | -0.6005 | |

首次计算完成后, 建议再以输出残差点值文件*.chs为输入观测场元文件, 采用多次SRBF逼近法计算残差目标场元, 一般累积1~3次SRBF逼近即可达到稳定解。目标场元网格等于几次逼近的残差场元网格之和。

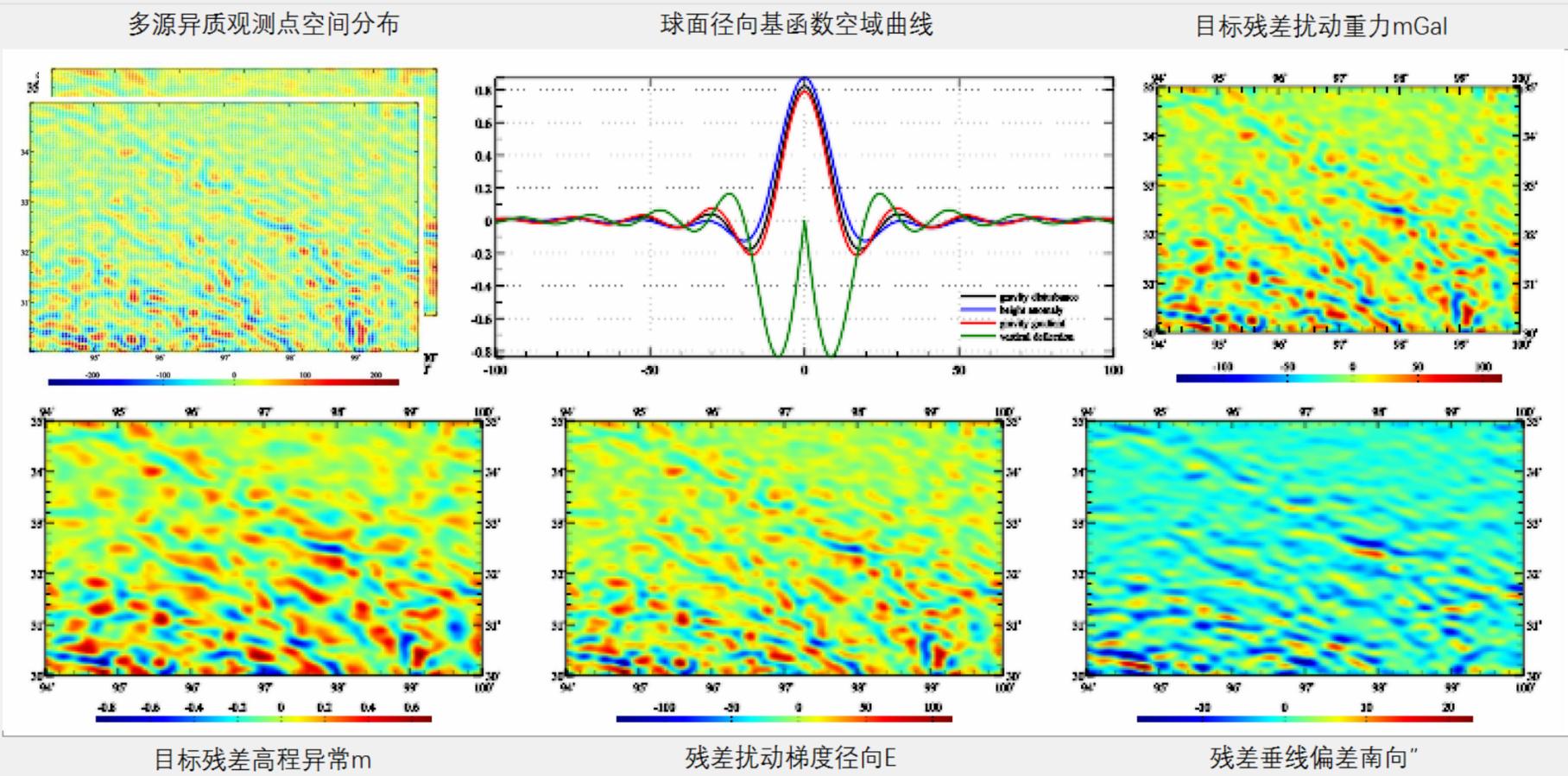
单次SRBF逼近有效性原则: ①保证残差目标场元空间分布连续可微, 让残差标准差尽量小; ②残差统计平均值随累积次数增加趋于零, 且无明显反号。

提取绘图数据 图形绘制 →

全空间重力场SRBF全要素建模与质量测评万能工具

直接联合多源异质、不同高度、交叉分布、陆海共存的多种观测量, 无需归算、延拓及格网化, 高效实施全空间重力场的全要素建模。

有效解决各种复杂情形下观测量粗差探测、外部精度测定(贡献率k=0或权p=0)、计算性能控制与成果质量测评(*.chs)传统难题。



多源异质数据SRBF重力场全要素建模 ○ 一次累积逼近



球面径向基函数重力场全要素建模算法

打开多种异质残差观测场元文件

头文件占住的行数: 2

场元观测类型列序号: 7

权值属性所在的列序号: 8

选择径向基函数: 径向多极子核函数

设置径向基函数参数

多极次数m: 3

最小阶数: 540

最大阶数: 1800

Bjerhammar球埋藏深度D: 6.0km

RBF中心作用距离: 60km

Reuter网格等级K: 3600

选择可控观测场元: 扰动重力mGal

设置调控观测场元贡献率k: 1.00

选择法方程参数估计方法: LU三角分解法

```
>> 打开计算面大地高格网文件 C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/SRBFheterogeneous/surfhgt.dat.
>> 计算结果文件保存为 C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/SRBFheterogeneous/rgagr_r_ksil.txt.
>> 记录格式: 点号, 经度(度小数), 纬度, 计算点大地高(m), 残差扰动重力(mGal), 残差高程异常(m), 残差空间异常(mGal), 残差扰动梯度径向(E), 残差垂线偏差南向("), 残差垂线偏差西向(").
>> 程序还在当前目录下输出观测量残差点值文件*.chs。每种类型观测量的统计结果占住一行头文件, 记录格式: 场元类型(0~5), 原观测量平均值, 最小值, 最大值; 残差平均值, 标准差, 最小值, 最大值。记录格式: 测点号, 经度, 纬度, 测点大地高, 残差量, 原观测量, 场元类型, 权值。*为输出文件。
>> 参数设置结果已输入系统!
** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....
>> 计算开始时间: 2024-09-05 15:53:39
>> 完成计算!
>> 计算结束时间: 2024-09-05 15:55:29
>> 程序在当前目录下输出计算面上的残差扰动重力*.rga、残差高程异常*.ksi、残差空间异常*.gra、残差扰动重力梯度*.grr和残差垂线偏差向量*.dft格网文件。
>> 程序还在当前目录下输出球面径向基函数中心文件*center.txt。头文件格式: Reuter网格等级, RBF中心点数, 子午圈方向单元格网数, 平行圈方向最多单元格网数, 纬度间隔(')。记录格式: 点号, 经度(度小数), 大地纬度, 单元格网面积差百分比, 平行圈方向单元格网经度间隔(')。
```

| | | | | | | | | |
|-------------|------|---------|-----|--------|-----|----------|-----|---------|
| >> 观测场元类型 0 | 原平均值 | -0.0148 | 标准差 | 2.0501 | 最小值 | -53.9731 | 最大值 | 52.9464 |
| ** 结果残差观测场元 | 平均值 | -0.0123 | 标准差 | 0.8907 | 最小值 | -34.4772 | 最大值 | 15.8370 |
| >> 观测场元类型 3 | 原平均值 | -0.0493 | 标准差 | 4.1038 | 最小值 | -90.4115 | 最大值 | 78.2329 |
| ** 结果残差观测场元 | 平均值 | -0.0136 | 标准差 | 1.7897 | 最小值 | -66.0681 | 最大值 | 18.3159 |

打开计算面大地高格网文件

计算结果保存为

参数设置结果输入

开始计算

| ID | lon | lat | ellipshgt | gravity | disturbance(mGal) | height | anomaly(m) | gravity anomaly(mGal) | gravity gradient(E) | vertical deflection(S,W) |
|----|----------|----------|-----------|---------|-------------------|---------|------------|-----------------------|---------------------|--------------------------|
| 1 | 94.02500 | 30.02500 | 3984.353 | -2.8418 | -0.0040 | -2.8405 | -10.4854 | 0.7989 | 1.2793 | |
| 2 | 94.07500 | 30.02500 | 4226.989 | 2.6628 | 0.0202 | 2.6565 | 2.8107 | 1.2960 | 0.2905 | |
| 3 | 94.12500 | 30.02500 | 4461.719 | 3.9362 | 0.0234 | 3.9290 | 6.8500 | 1.5126 | -0.7771 | |
| 4 | 94.17500 | 30.02500 | 4422.914 | -0.0825 | 0.0103 | -0.0856 | -4.2421 | 0.6514 | -1.3774 | |
| 5 | 94.22500 | 30.02500 | 4335.893 | -2.0002 | -0.0002 | -2.0002 | -7.6845 | -0.2314 | -0.8395 | |

首次计算完成后, 建议再以输出残差点值文件*.chs为输入观测场元文件, 采用多次SRBF逼近法计算残差目标场元, 一般累积1~3次SRBF逼近即可达到稳定解。目标场元格网等于几次逼近的残差场元格网之和。

单次SRBF逼近有效性原则: ①保证残差目标场元空间分布连续可微, 让残差标准差尽量小; ②残差统计平均值随累积次数增加趋于零, 且不明显反号。

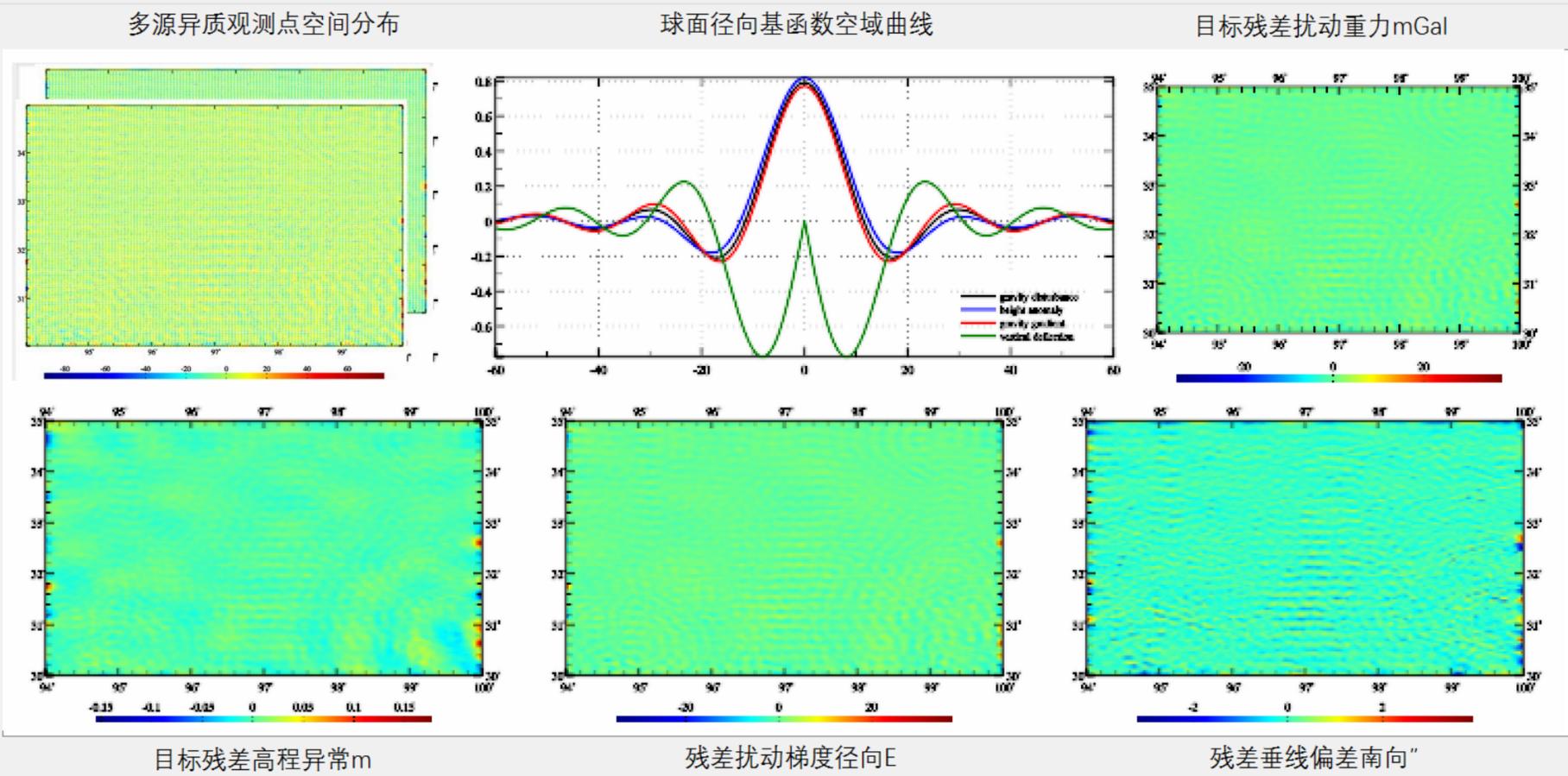
提取绘图数据

图形绘制

全空间重力场SRBF全要素建模与质量测评万能工具

直接联合多源异质、不同高度、交叉分布、陆海共存的多种观测量, 无需归算、延拓及格网化, 高效实施全空间重力场的全要素建模。

有效解决各种复杂情形下观测量粗差探测、外部精度测定(贡献率k=0或权p=0)、计算性能控制与成果质量测评(*.chs)传统难题。



多源异质数据SRBF重力场全要素建模 ○ 观测：扰动重力+垂线偏差向量



球面径向基函数重力场全要素建模算法

打开多种异质残差观测场元文件

头文件占住的行数: 1

场元观测类型列序号: 6

权值属性所在的列序号: 7

选择径向基函数: 径向多极子核函数

设置径向基函数参数

多极次数m: 3

最小阶数: 360

最大阶数: 1800

Bjerhammar球埋藏深度D: 10.0km

RBF中心作用距离: 100km

Reuter网格等级K: 1800

选择可控观测场元: 扰动重力mGal

设置调控观测场元贡献率k: 1.00

选择法方程参数估计方法: LU三角分解法

>> 记录格式: 点号, 经度(度小数), 纬度, 计算点大地高(m), 残差扰动重力(mGal), 残差高程异常(m), 残差空间异常(mGal), 残差扰动重力梯度径向(μGal/m), 残差扰动重力梯度切向(μGal/m), 残差垂线偏差南向("), 残差垂线偏差西向(").

>> 程序还在当前目录下输出观测量残差点值文件*.chs。每种类型观测量的统计结果占住一行头文件, 记录格式: 场元类型(0~5), 原观测平均值, 标准差, 最小值, 最大值; 残差平均值, 标准差, 最小值, 最大值。记录格式: 测点号, 经度, 纬度, 测点大地高, 残差量, 原观测, 场元类型, 权值。*为输出文件。

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间: 2024-09-05 16:01:16

>> 完成计算!

>> 计算结束时间: 2024-09-05 16:02:17

>> 程序在当前目录下输出计算面上的残差扰动重力*.rga、残差高程异常*.ksi、残差空间异常*.gra、残差扰动重力梯度*.grr和残差垂线偏差向量*.dft网格文件。

>> 程序还在当前目录下输出球面径向基函数中心文件*center.txt。头文件格式: Reuter网格等级, RBF中心点数, 子午圈方向单元格网数, 平行圈方向最多单元格网数, 纬度间隔(')。记录格式: 点号, 经度(度小数), 大地纬度, 单元格网面积差百分比, 平行圈方向单元格网经度间隔(')。

| | | | | | | | | |
|-------------|------|---------|-----|---------|-----|-----------|-----|----------|
| >> 观测场元类型 0 | 原平均值 | -0.4107 | 标准差 | 21.8478 | 最小值 | -140.9351 | 最大值 | 112.3153 |
| ** 结果残差观测场元 | 平均值 | -0.0783 | 标准差 | 2.1591 | 最小值 | -53.9731 | 最大值 | 52.9464 |
| >> 观测场元类型 4 | 原平均值 | -0.0159 | 标准差 | 3.2930 | 最小值 | -19.5319 | 最大值 | 23.1114 |
| ** 结果残差观测场元 | 平均值 | -0.0120 | 标准差 | 0.3816 | 最小值 | -9.0685 | 最大值 | 10.5513 |
| >> 观测场元类型 5 | 原平均值 | -0.0098 | 标准差 | 3.1766 | 最小值 | -19.8241 | 最大值 | 17.6561 |
| ** 结果残差观测场元 | 平均值 | -0.0023 | 标准差 | 0.2819 | 最小值 | -5.4896 | 最大值 | 6.1347 |

打开计算面大地高格网文件

计算结果保存为

参数设置结果输入

开始计算

| ID | lon | lat | ellipshgt | gravity | disturbance(mGal) | height | anomaly(m) | gravity anomaly(mGal) | gravity gradient(E) | vertical deflection(S,W) |
|----|----------|----------|-----------|----------|-------------------|----------|------------|-----------------------|---------------------|--------------------------|
| 1 | 94.02500 | 30.02500 | 3984.353 | -73.8960 | -0.4243 | -73.7656 | -143.5062 | -1.5218 | -0.7105 | |
| 2 | 94.07500 | 30.02500 | 4226.989 | -69.8020 | -0.3950 | -69.6807 | -135.4588 | -2.3945 | 0.9898 | |
| 3 | 94.12500 | 30.02500 | 4461.719 | -42.5672 | -0.2523 | -42.4897 | -77.5395 | -3.0883 | -0.3783 | |
| 4 | 94.17500 | 30.02500 | 4422.914 | -12.5740 | -0.0847 | -12.5480 | -16.8624 | -3.4064 | -1.1001 | |
| 5 | 94.22500 | 30.02500 | 4335.893 | -0.4201 | 0.0041 | -0.4213 | 0.0790 | -2.8971 | -0.6434 | |

首次计算完成后, 建议再以输出残差点值文件*.chs为输入观测场元文件, 采用多次SRBF逼近法计算残差目标场元, 一般累积1~3次SRBF逼近即可达到稳定解。目标场元格网等于几次逼近的残差场元格网之和。

单次SRBF逼近有效性原则: ①保证残差目标场元空间分布连续可微, 让残差标准差尽量小; ②残差统计平均值随累积次数增加趋于零, 且无明显反号。

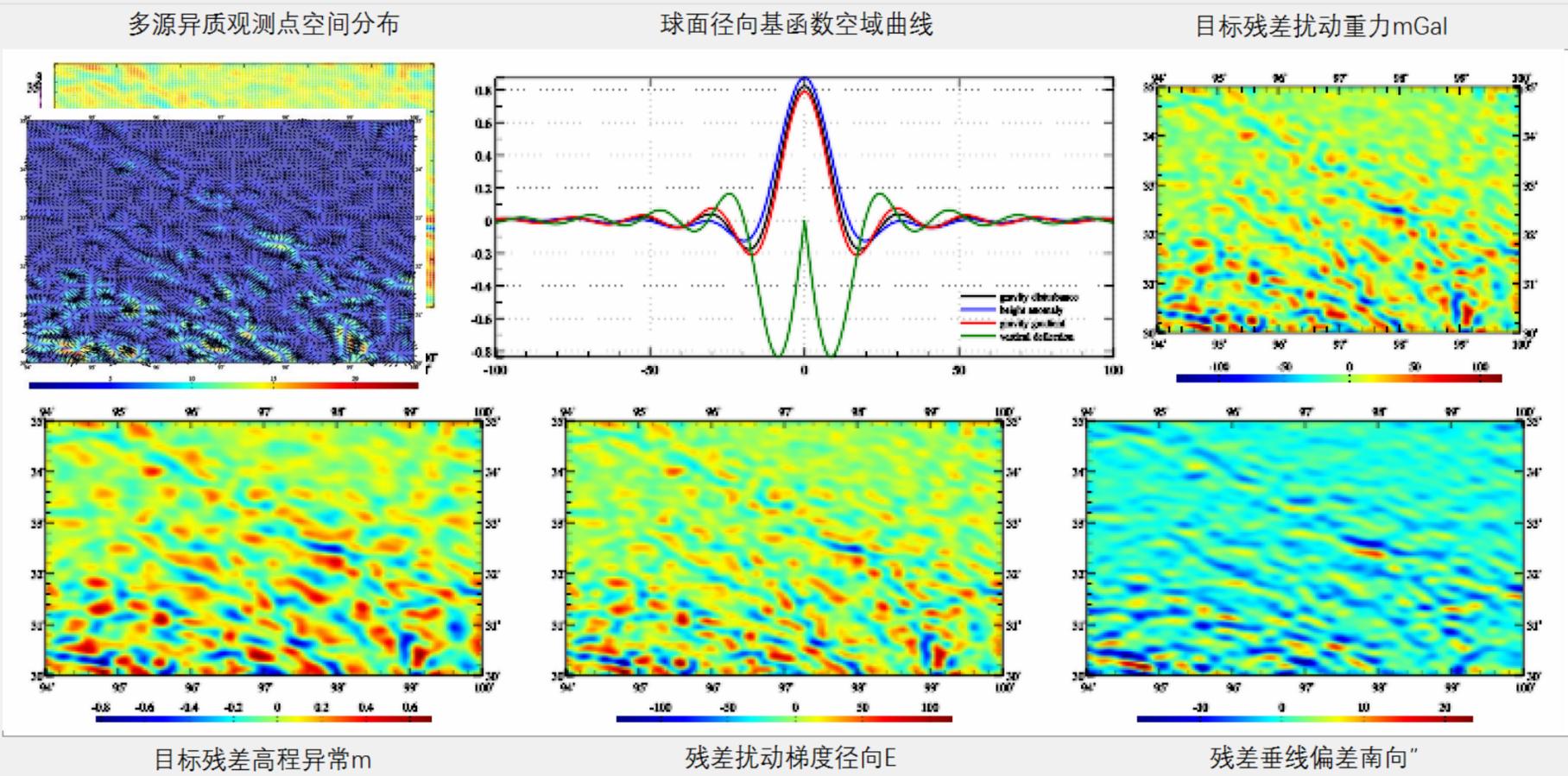
提取绘图数据

图形绘制 →

全空间重力场SRBF全要素建模与质量测评万能工具

直接联合多源异质、不同高度、交叉分布、陆海共存的多种观测量, 无需归算、延拓及格网化, 高效实施全空间重力场的全要素建模。

有效解决各种复杂情形下观测量粗差探测、外部精度测定(贡献率k=0或权p=0)、计算性能控制与成果质量测评(*.chs)传统难题。



多源异质数据SRBF重力场全要素建模 **观测：高程异常+扰动重力+垂线偏差+扰动重力梯度**

球面径向基函数重力场全要素建模算法

打开多种异质残差观测场元文件

头文件占住的行数: 1

场元观测量类型列序号: 6

权值属性所在的列序号: 7

选择径向基函数: 径向多极子核函数

设置径向基函数参数

多极次数m: 3

最小阶数: 360

最大阶数: 1800

Bjerhammar球埋藏深度D: 10.0km

RBF中心作用距离: 100km

Reuter网格等级K: 1800

选择可控观测场元: 扰动重力mGal

设置调控观测场元贡献率k: 1.00

选择法方程参数估计方法: LU三角分解法

>> 参数设置结果已输入系统!
 ** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....
 >> 计算开始时间: 2024-09-05 16:03:53
 >> 完成计算!
 >> 计算结束时间: 2024-09-05 16:05:23
 >> 程序在当前目录下输出计算面上的残差扰动重力*.rga、残差高程异常*.ksi、残差空间异常*.gra、残差扰动重力梯度*.grr和残差垂线偏差向量*.dft网格文件。
 >> 程序还在当前目录下输出球面径向基函数中心文件*center.txt。头文件格式: Reuter网格等级, RBF中心点数, 子午圈方向单元格网数, 平行圈方向最多单元格网数, 纬度间隔(')。记录格式: 点号, 经度(度小数), 大地纬度, 单元格网面积差百分比, 平行圈方向单元格网经度间隔(')。

| | | | | | | | | |
|-------------|------|---------|-----|---------|-----|-----------|-----|----------|
| >> 观测场元类型 0 | 原平均值 | -0.4107 | 标准差 | 21.8478 | 最小值 | -140.9351 | 最大值 | 112.3153 |
| ** 结果残差观测场元 | 平均值 | -0.0608 | 标准差 | 2.0799 | 最小值 | -53.9731 | 最大值 | 52.9464 |
| >> 观测场元类型 1 | 原平均值 | -0.0020 | 标准差 | 0.1590 | 最小值 | -0.8621 | 最大值 | 0.6546 |
| ** 结果残差观测场元 | 平均值 | 0.0003 | 标准差 | 0.0154 | 最小值 | -0.3763 | 最大值 | 0.4258 |
| >> 观测场元类型 3 | 原平均值 | -0.8635 | 标准差 | 38.2935 | 最小值 | -262.7565 | 最大值 | 232.6519 |
| ** 结果残差观测场元 | 平均值 | -0.1567 | 标准差 | 4.8544 | 最小值 | -90.4115 | 最大值 | 78.2329 |
| >> 观测场元类型 4 | 原平均值 | -0.0159 | 标准差 | 3.2930 | 最小值 | -19.5319 | 最大值 | 23.1114 |
| ** 结果残差观测场元 | 平均值 | -0.0133 | 标准差 | 0.4016 | 最小值 | -9.0289 | 最大值 | 10.5513 |
| >> 观测场元类型 5 | 原平均值 | -0.0098 | 标准差 | 3.1766 | 最小值 | -19.8241 | 最大值 | 17.6561 |
| ** 结果残差观测场元 | 平均值 | -0.0007 | 标准差 | 0.2963 | 最小值 | -5.4896 | 最大值 | 6.1347 |

打开计算面大地高格网文件 计算结果保存为 参数设置结果输入 开始计算

| ID | lon | lat | ellipshgt | gravity | disturbance(mGal) | height | anomaly(m) | gravity anomaly(mGal) | gravity gradient(E) | vertical deflection(S,W) |
|----|----------|----------|-----------|----------|-------------------|----------|------------|-----------------------|---------------------|--------------------------|
| 1 | 94.02500 | 30.02500 | 3984.353 | -75.1661 | -0.4296 | -75.0341 | -146.5019 | -1.8597 | -0.5846 | |
| 2 | 94.07500 | 30.02500 | 4226.989 | -71.4194 | -0.4012 | -71.2961 | -139.3215 | -2.6273 | 1.2563 | |
| 3 | 94.12500 | 30.02500 | 4461.719 | -43.6359 | -0.2561 | -43.5572 | -80.0360 | -3.1852 | -0.2831 | |
| 4 | 94.17500 | 30.02500 | 4422.914 | -12.6118 | -0.0839 | -12.5860 | -16.8981 | -3.4367 | -1.2198 | |
| 5 | 94.22500 | 30.02500 | 4335.893 | 0.0670 | 0.0077 | 0.0646 | 1.0789 | -2.9394 | -0.7499 | |

首次计算完成后, 建议再以输出残差点值文件*.chs为输入观测场元文件, 采用多次SRBF逼近法计算残差目标场元, 一般累积1~3次SRBF逼近即可达到稳定解。目标场元网格等于几次逼近的残差场元网格之和。

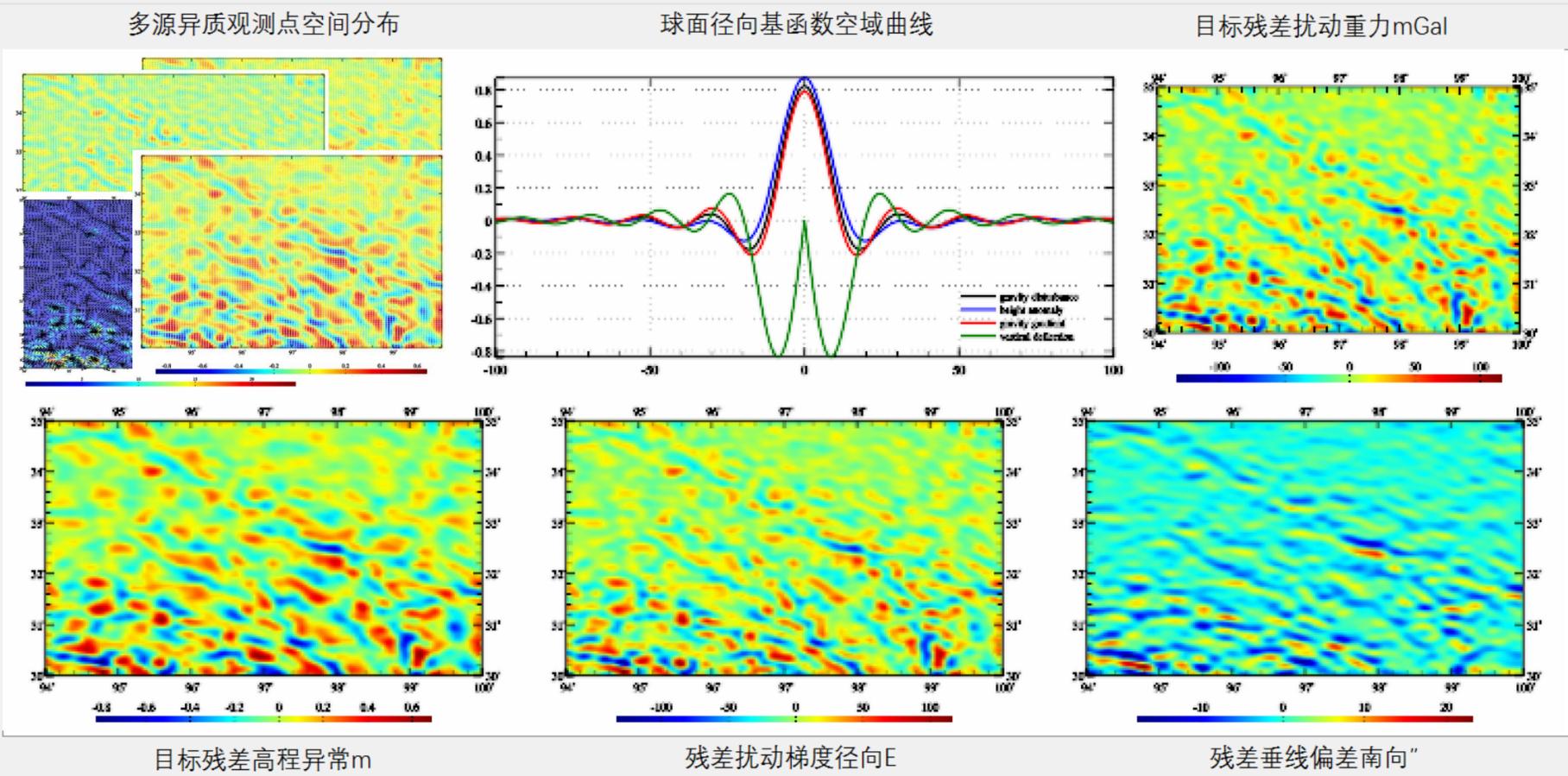
单次SRBF逼近有效性原则: ①保证残差目标场元空间分布连续可微, 让残差标准差尽量小; ②残差统计平均值随累积次数增加趋于零, 且不明显反号。

提取绘图数据 图形绘制 →

全空间重力场SRBF全要素建模与质量测评万能工具

直接联合多源异质、不同高度、交叉分布、陆海共存的多种观测量, 无需归算、延拓及格网化, 高效实施全空间重力场的全要素建模。

有效解决各种复杂情形下观测量粗差探测、外部精度测定(贡献率k=0或权p=0)、计算性能控制与成果质量测评(*.chs)传统难题。



SRBF逼近法各种离散重力场观测量粗差探测



球面径向基函数重力场全要素建模算法

打开多种异质残差观测场元文件

头文件占住的行数: 1

场元观测量类型列序号: 6

权值属性所在的列序号: 7

选择径向基函数: 径向多极子核函数

设置径向基函数参数

多极次数m: 3

最小阶数: 240

最大阶数: 1800

Bjerhammar球埋藏深度D: 10.0km

RBF中心作用距离: 100km

Reuter网格等级K: 3600

选择可控观测场元: 高程异常(m)

设置调控观测场元贡献率k: 0.00

选择法方程参数估计方法: LU三角分解法

```
>> 打开计算面大地高格网文件 C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/SRBFheterogeneous/mdlgeoidh30s.dat.
>> 计算结果文件保存为 C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/SRBFheterogeneous/GNSSlerrpk0.txt.
>> 记录格式: 点号, 经度(度小数), 纬度, 计算点大地高(m), 残差扰动重力(mGal), 残差高程异常(m), 残差空间异常(mGal), 残差扰动梯度径向(E), 残差垂线偏差南向("), 残差垂线偏差西向(").
>> 程序还在当前目录下输出观测量残差点值文件*.chs。每种类型观测量的统计结果占住一行头文件, 记录格式: 场元类型(0~5), 原观测量平均值, 小值, 最大值; 残差平均值, 标准差, 最小值, 最大值。记录格式: 测点号, 经度, 纬度, 测点大地高, 残差量, 原观测量, 场元类型, 权值。*为输出文件。
>> 参数设置结果已输入系统!
** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....
>> 计算开始时间: 2024-09-05 17:04:12
>> 完成计算!
>> 计算结束时间: 2024-09-05 17:07:13
>> 程序在当前目录下输出计算面上的残差扰动重力*.rga、残差高程异常*.ksi、残差空间异常*.gra、残差扰动重力梯度*.grr和残差垂线偏差向量*.dft格网文件。
>> 程序还在当前目录下输出球面径向基函数中心文件*center.txt。头文件格式: Reuter网格等级, RBF中心点数, 子午圈方向单元格网数, 平行圈方向最多单元格网数, 纬度间隔(')。记录格式: 点号, 经度(度小数), 大地纬度, 单元格网面积差百分比, 平行圈方向单元格网经度间隔(')。
```

```
>> 观测场元类型 0 原平均值 0.3186 标准差 42.1772 最小值 -296.0915 最大值 165.2611
** 结果残差观测场元平均值 -0.4618 标准差 14.2512 最小值 -105.2839 最大值 114.8811
>> 观测场元类型 1 原平均值 -0.3510 标准差 0.2774 最小值 -0.9982 最大值 0.3435
** 结果残差观测场元平均值 -0.0071 标准差 0.0304 最小值 -0.2012 最大值 0.0560
```

打开计算面大地高格网文件 | 计算结果保存为 | 参数设置结果输入 | 开始计算

| ID | lon | lat | ellipshgt | gravity | disturbance(mGal) | height | anomaly(m) | gravity anomaly(mGal) | gravity gradient(E) | vertical deflection(S,W) |
|----|-----------|----------|-----------|----------|-------------------|----------|------------|-----------------------|---------------------|--------------------------|
| 1 | 101.50417 | 24.00417 | -35.528 | -26.2771 | -0.4064 | -26.1521 | -10.5599 | 9.6630 | 4.1613 | |
| 2 | 101.51250 | 24.00417 | -35.519 | -36.4613 | -0.4660 | -36.3179 | -30.7007 | 10.6422 | 4.2047 | |
| 3 | 101.52083 | 24.00417 | -35.510 | -43.6889 | -0.5135 | -43.5309 | -43.1617 | 11.1978 | 4.0002 | |
| 4 | 101.52917 | 24.00417 | -35.501 | -52.5093 | -0.5673 | -52.3348 | -59.6165 | 11.9721 | 4.0456 | |
| 5 | 101.53750 | 24.00417 | -35.491 | -63.5877 | -0.6289 | -63.3943 | -82.2191 | 12.7411 | 4.1483 | |

首次计算完成后, 建议再以输出残差点值文件*.chs为输入观测场元文件, 采用多次SRBF逼近法计算残差目标场元, 一般累积1~3次SRBF逼近即可达到稳定解。目标场元网格等于几次逼近的残差场元网格之和。

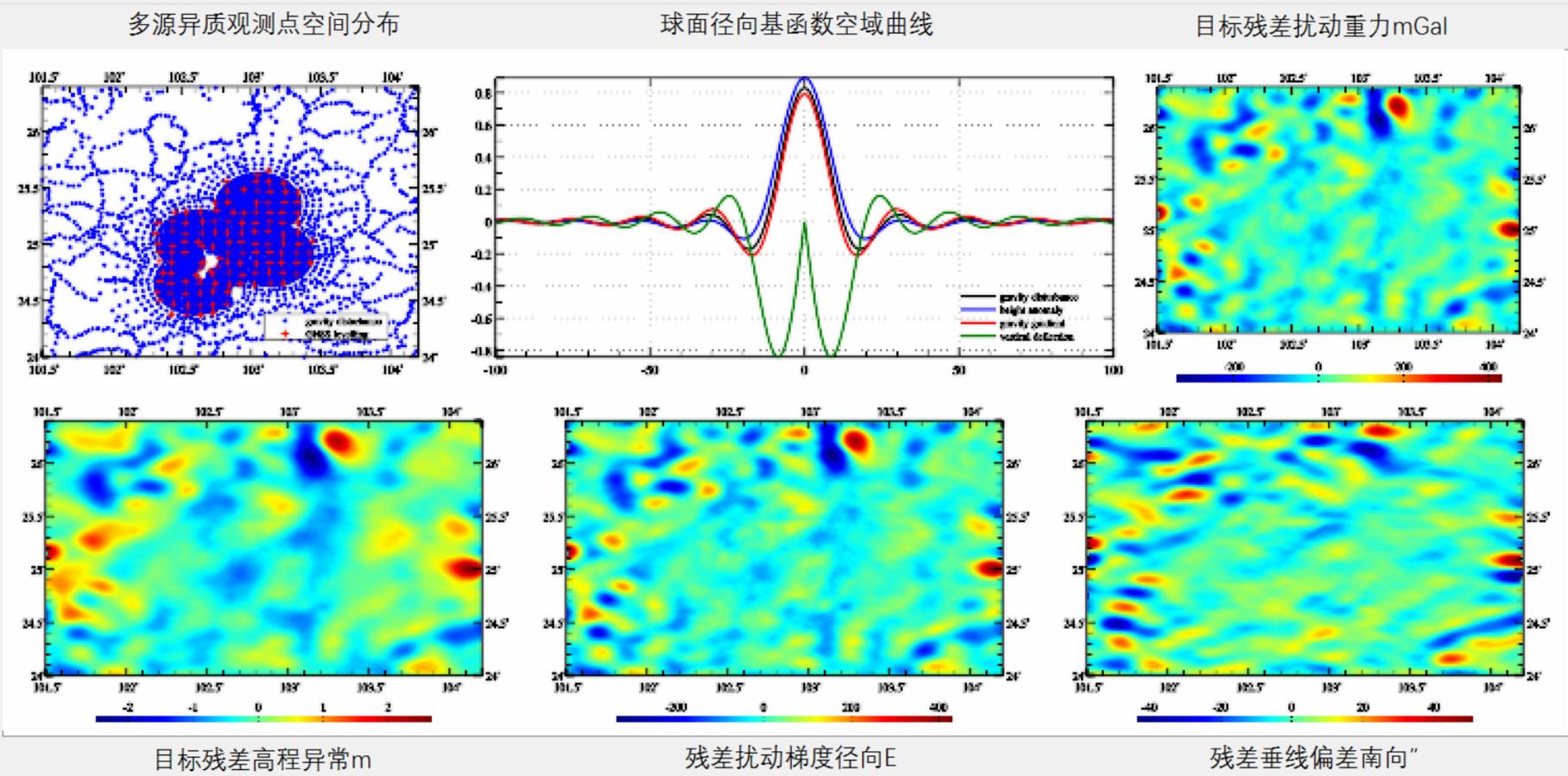
单次SRBF逼近有效性原则: ①保证残差目标场元空间分布连续可微, 让残差标准差尽量小; ②残差统计平均值随累积次数增加趋于零, 且不明显反号。

提取绘图数据 | 图形绘制

全空间重力场SRBF全要素建模与质量测评万能工具

直接联合多源异质、不同高度、交叉分布、陆海共存的多种观测量, 无需归算、延拓及格网化, 高效实施全空间重力场的全要素建模。

有效解决各种复杂情形下观测量粗差探测、外部精度测定(贡献率k=0或权p=0)、计算性能控制与成果质量测评(*.chs)传统难题。



SRBF逼近法同步测定GNSS水准外部精度指标与高程基准差异



球面径向基函数重力场全要素建模算法

打开多种异质残差观测场元文件

头文件占住的行数: 1

场元观测类型列序号: 6

权值属性所在的列序号: 7

选择径向基函数: 径向多极子核函数

设置径向基函数参数

多极次数m: 3

最小阶数: 240

最大阶数: 1800

Bjerhammar球埋藏深度D: 10.0km

RBF中心作用距离: 100km

Reuter网格等级K: 3600

选择可控观测场元: 高程异常(m)

设置调控观测场元贡献率k: 0.00

选择法方程参数估计方法: LU三角分解法

```
>> 打开计算面大地高格网文件 C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/SRBFheterogeneous/mdlgeoidh30s.dat.
>> 计算结果文件保存为 C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/SRBFheterogeneous/GNSSlindex.txt.
>> 记录格式: 点号, 经度(度小数), 纬度, 计算点大地高(m), 残差扰动重力(mGal), 残差高程异常(m), 残差空间异常(mGal), 残差扰动梯度径向(E), 残差垂线偏差南向("), 残差垂线偏差西向(").
>> 程序还在当前目录下输出观测量残差点值文件*.chs。每种类型观测量的统计结果占住一行头文件, 记录格式: 场元类型(0~5), 原观测量平均值, 小值, 最大值; 残差平均值, 标准差, 最小值, 最大值。记录格式: 测点号, 经度, 纬度, 测点大地高, 残差量, 原观测量, 场元类型, 权值。*为输出文件。
>> 参数设置结果已输入系统!
** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....
>> 计算开始时间: 2024-09-05 17:09:13
>> 完成计算!
>> 计算结束时间: 2024-09-05 17:12:15
>> 程序在当前目录下输出计算面上的残差扰动重力*.rga、残差高程异常*.ksi、残差空间异常*.gra、残差扰动重力梯度*.grr和残差垂线偏差向量*.dft格网文件。
>> 程序还在当前目录下输出球面径向基函数中心文件*center.txt。头文件格式: Reuter网格等级, RBF中心点数, 子午圈方向单元格网数, 平行圈方向最多单元格网数, 纬度间隔(')。记录格式: 点号, 经度(度小数), 大地纬度, 单元格网面积差百分比, 平行圈方向单元格网经度间隔(')。
```

```
>> 观测场元类型 0 原平均值 0.3071 标准差 42.0482 最小值 -296.0915 最大值 165.2611
** 结果残差观测场元平均值 -0.4584 标准差 13.6071 最小值 -61.1040 最大值 64.8276
>> 观测场元类型 1 原平均值 -0.3443 标准差 0.2745 最小值 -0.9982 最大值 0.3435
** 结果残差观测场元平均值 -0.0070 标准差 0.0214 最小值 -0.0729 最大值 0.0577
```

打开计算面大地高格网文件 | 计算结果保存为 | 参数设置结果输入 | 开始计算

| ID | lon | lat | ellipshgt | gravity | disturbance(mGal) | height | anomaly(m) | gravity anomaly(mGal) | gravity gradient(E) | vertical deflection(S,W) |
|----|-----------|----------|-----------|----------|-------------------|----------|------------|-----------------------|---------------------|--------------------------|
| 1 | 101.50417 | 24.00417 | -35.528 | -25.8111 | -0.4050 | -25.6865 | -10.5496 | 9.1444 | 3.9445 | |
| 2 | 101.51250 | 24.00417 | -35.519 | -34.2343 | -0.4580 | -34.0934 | -25.9194 | 10.0077 | 3.8899 | |
| 3 | 101.52083 | 24.00417 | -35.510 | -41.6971 | -0.5069 | -41.5412 | -38.8251 | 10.6429 | 3.7543 | |
| 4 | 101.52917 | 24.00417 | -35.501 | -50.3166 | -0.5602 | -50.1443 | -54.5962 | 11.4401 | 3.8193 | |
| 5 | 101.53750 | 24.00417 | -35.491 | -61.0024 | -0.6207 | -60.8115 | -75.9916 | 12.2335 | 3.9405 | |

首次计算完成后, 建议再以输出残差点值文件*.chs为输入观测场元文件, 采用多次SRBF逼近法计算残差目标场元, 一般累积1~3次SRBF逼近即可达到稳定解。目标场元网格等于几次逼近的残差场元网格之和。

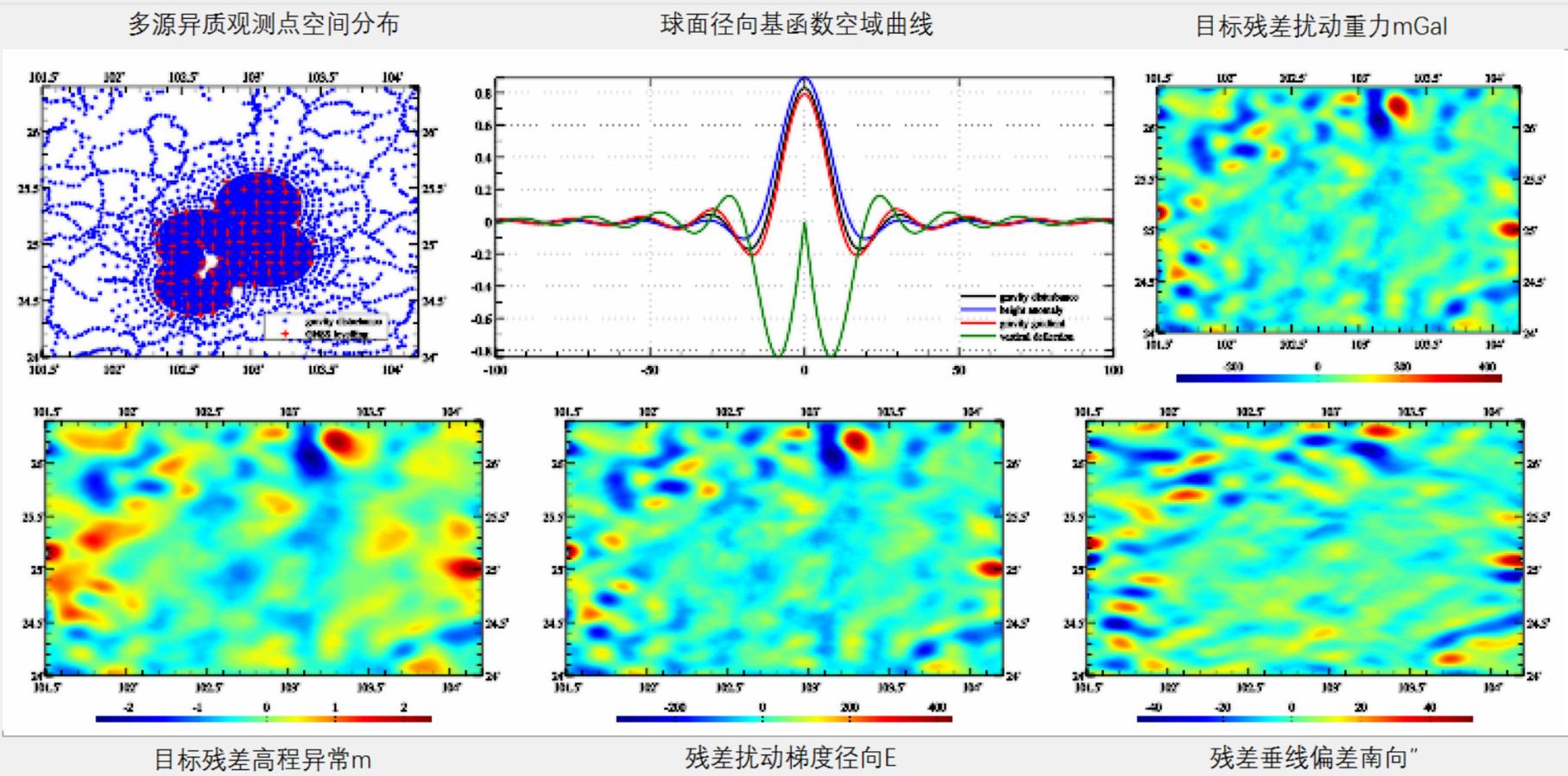
单次SRBF逼近有效性原则: ①保证残差目标场元空间分布连续可微, 让残差标准差尽量小; ②残差统计平均值随累积次数增加趋于零, 且不明显反号。

提取绘图数据 | 图形绘制

全空间重力场SRBF全要素建模与质量测评万能工具

直接联合多源异质、不同高度、交叉分布、陆海共存的多种观测量, 无需归算、延拓及格网化, 高效实施全空间重力场的全要素建模。

有效解决各种复杂情形下观测量粗差探测、外部精度测定(贡献率k=0或权p=0)、计算性能控制与成果质量测评(*.chs)传统难题。



SRBF逼近法区域重力场全要素建模

查看样例



球面径向基函数重力场全要素建模算法

打开多种异质残差观测场元文件

头文件占住的行数: 1

场元观测类型列序号: 6

权值属性所在的列序号: 7

选择径向基函数: 径向多极子核函数

设置径向基函数参数

多极次数m: 3

最小阶数: 240

最大阶数: 1800

Bjerhammar球埋藏深度D: 10.0km

RBF中心作用距离: 100km

Reuter网格等级K: 3600

选择可控观测场元: 高程异常(m)

设置调控观测场元贡献率k: 1.00

选择法方程参数估计方法: LU三角分解法

```
>> 打开计算面大地高格网文件 C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/SRBFheterogeneous/mdlgeoidh30s.dat.
>> 计算结果文件保存为 C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/SRBFheterogeneous/geoidhmdl.txt.
>> 记录格式: 点号, 经度(度小数), 纬度, 计算点大地高(m), 残差扰动重力(mGal), 残差高程异常(m), 残差空间异常(mGal), 残差扰动梯度径向(E), 残差垂线偏差南向("), 残差垂线偏差西向(").
>> 程序还在当前目录下输出观测量残差点值文件*.chs。每种类型观测量的统计结果占住一行头文件, 记录格式: 场元类型(0~5), 原观测量平均值, 小值, 最大值; 残差平均值, 标准差, 最小值, 最大值。记录格式: 测点号, 经度, 纬度, 测点大地高, 残差量, 原观测量, 场元类型, 权值。*为输出文件。
>> 参数设置结果已输入系统!
** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....
>> 计算开始时间: 2024-09-05 17:14:52
>> 完成计算!
>> 计算结束时间: 2024-09-05 17:17:54
>> 程序在当前目录下输出计算面上的残差扰动重力*.rga、残差高程异常*.ksi、残差空间异常*.gra、残差扰动重力梯度*.grr和残差垂线偏差向量*.dft格网文件。
>> 程序还在当前目录下输出球面径向基函数中心文件*center.txt。头文件格式: Reuter网格等级, RBF中心点数, 子午圈方向单元格网数, 平行圈方向最多单元格网数, 纬度间隔(')。记录格式: 点号, 经度(度小数), 大地纬度, 单元格网面积差百分比, 平行圈方向单元格网经度间隔(')。
```

```
>> 观测场元类型 0 原平均值 0.3523 标准差 42.1561 最小值 -296.0915 最大值 165.2611
** 结果残差观测场元平均值 -0.1785 标准差 13.1654 最小值 -105.2839 最大值 114.8811
>> 观测场元类型 1 原平均值 0.0000 标准差 0.2745 最小值 -0.6539 最大值 0.6878
** 结果残差观测场元平均值 0.0002 标准差 0.0231 最小值 -0.0777 最大值 0.0575
```

打开计算面大地高格网文件 | 计算结果保存为 | 参数设置结果输入 | 开始计算

| ID | lon | lat | ellipshgt | gravity | disturbance(mGal) | height | anomaly(m) | gravity anomaly(mGal) | gravity gradient(E) | vertical deflection(S,W) |
|----|-----------|----------|-----------|----------|-------------------|----------|------------|-----------------------|---------------------|--------------------------|
| 1 | 101.50417 | 24.00417 | -35.528 | -38.5239 | -0.3581 | -38.4138 | -50.8931 | 7.5241 | 2.9875 | |
| 2 | 101.51250 | 24.00417 | -35.519 | -45.3603 | -0.4035 | -45.2362 | -62.0876 | 8.2556 | 2.8047 | |
| 3 | 101.52083 | 24.00417 | -35.510 | -52.1666 | -0.4484 | -52.0287 | -73.2777 | 8.8283 | 2.6177 | |
| 4 | 101.52917 | 24.00417 | -35.501 | -59.5243 | -0.4955 | -59.3719 | -85.6980 | 9.4814 | 2.5736 | |
| 5 | 101.53750 | 24.00417 | -35.491 | -68.7490 | -0.5492 | -68.5801 | -103.1089 | 10.1403 | 2.5986 | |

首次计算完成后, 建议再以输出残差点值文件*.chs为输入观测场元文件, 采用多次SRBF逼近法计算残差目标场元, 一般累积1~3次SRBF逼近即可达到稳定解。目标场元网格等于几次逼近的残差场元网格之和。

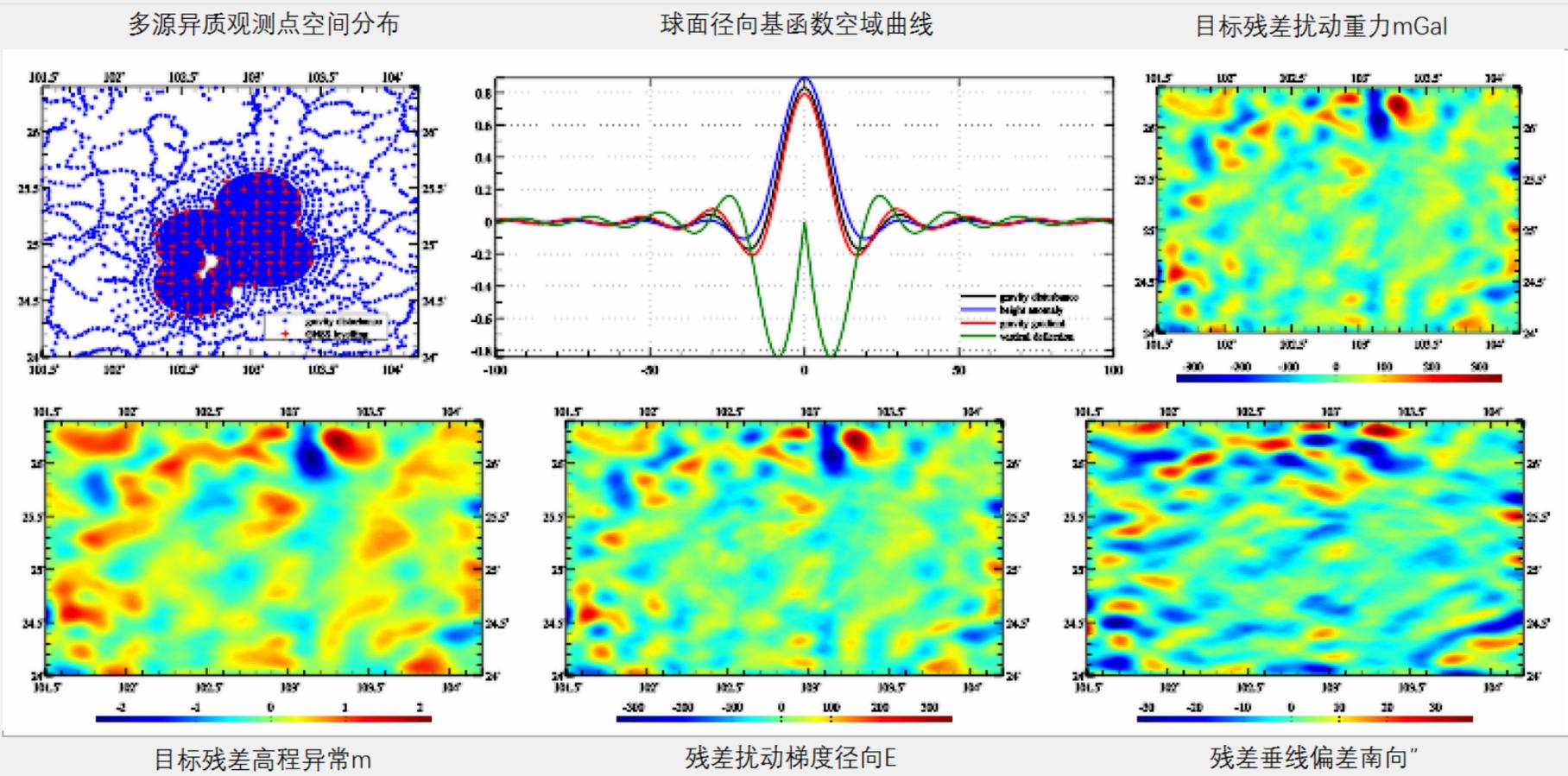
单次SRBF逼近有效性原则: ①保证残差目标场元空间分布连续可微, 让残差标准差尽量小; ②残差统计平均值随累积次数增加趋于零, 且不明显反号。

提取绘图数据 | 图形绘制

全空间重力场SRBF全要素建模与质量测评万能工具

直接联合多源异质、不同高度、交叉分布、陆海共存的多种观测量, 无需归算、延拓及格网化, 高效实施全空间重力场的全要素建模。

有效解决各种复杂情形下观测量粗差探测、外部精度测定(贡献率k=0或权p=0)、计算性能控制与成果质量测评(*.chs)传统难题。



参考重力场模型高程异常高差改正

残差高程异常高差改正数局部精化

高程异常高差改正数实测重力校正

残差GNSS水准大地水准面精度评定

区域高程基准零点重力位差计算

Poisson 方程约束 GNSS水准融合

GNSS水准残差水准网拟稳平差

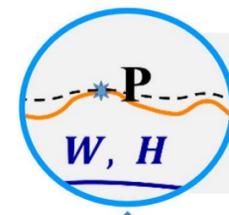
高程异常高差改正及高程系统差别计算

$$\int \frac{\delta g}{\gamma} dh$$

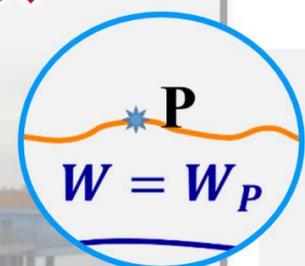


区域高程基准优化、统一与应用计算

GNSS水准融合与高程基准优化计算



过指定点重力等位面构造与精化计算



过指定点等高面重力位和大地高计算



GNSS代替水准测定正(常)高计算器

参考重力场模型重力等位面构造

重力等位面大地高模型局部精化

等高面重力位和大地高模型值确定

等高面重力位和大地高残差值精化

模型值与残差值求和

参考重力场模型高程异常高差改正

计算信息保存

查看样例



参考重力场模型高程异常高差改正

残差高程异常高差改正数局部精化

高程异常高差改正数实测重力校正

高程系统之间解析关系

打开近地空间计算点文件

设置点值文件格式参数

头文件行数 1 大地高列序号 4

目标大地高所在的列序号 5

打开参考重力场位系数模型文件

设置计算参数

参考重力场模型最大计算阶数 360

>> 计算过程 ** 操作提示

>> [功能]利用参考地球重力场位系数模型，由计算点与目标点大地高，计算地面及近地空间点高程异常径向梯度 (cm/km)、高程异常高差改正数 (m) 的模型值。

>> 打开近地空间计算点文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/AppHgtsysdifferent/calcpnt.txt。

** 观察下方窗口文件信息，设置点值文件格式...

>> 打开重力场位系数模型文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/data/EGM2008.gfc。

** 下方窗口只显示不超过2000行的重力场模型位系数！

>> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/AppHgtsysdifferent/mdldiffrst.txt。

** 在源点值文件记录的基础上，增加一列该点的高程异常径向梯度 (cm/km) 和一列高程异常高差改正数 (m) 的模型值，保留4位有效数字。

>> 参数设置结果已输入系统！

>> 计算开始时间：2023-02-10 22:15:44

>> 完成模型高程异常高差改正数计算！

>> 计算结束时间：2023-02-10 22:17:54

计算结果保存为

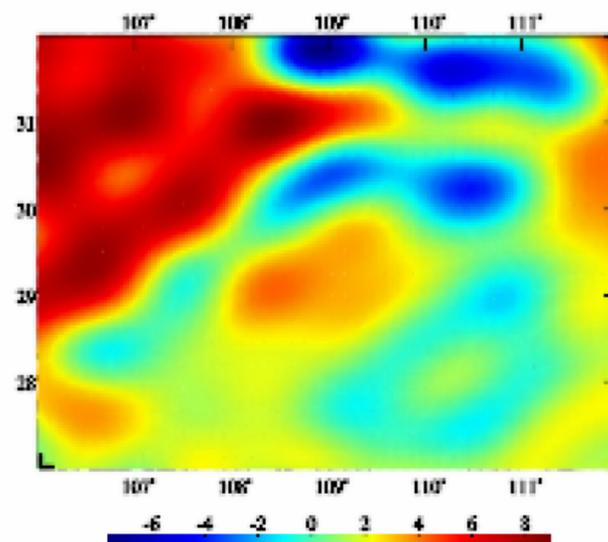
参数设置结果输入

开始计算

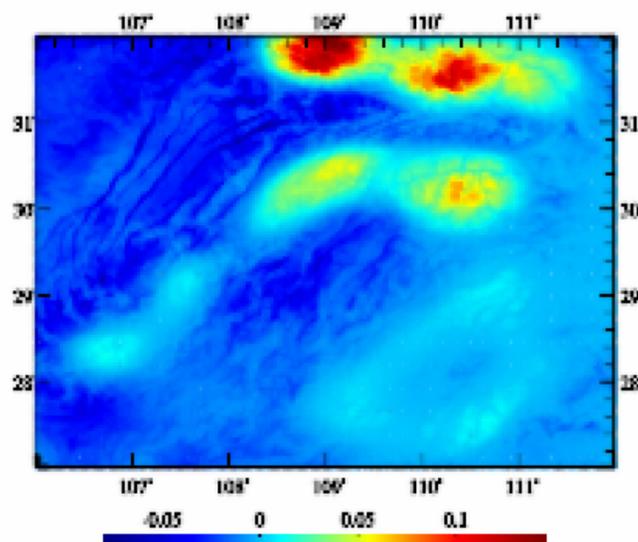
| 1) lat | ellipHeight (m) | geoidheight (m) | | |
|--------|-----------------|-----------------|----------|----------------|
| 3 | 27.020833 | 1217.221 | -30.8082 | 0.6721 -0.0084 |
| 0 | 27.020833 | 1201.227 | -30.8052 | 0.8284 -0.0102 |
| 7 | 27.020833 | 1185.247 | -30.7849 | 0.9847 -0.0120 |
| 3 | 27.020833 | 1210.287 | -30.7411 | 1.1368 -0.0141 |
| 0 | 27.020833 | 1228.340 | -30.6802 | 1.2800 -0.0161 |
| 7 | 27.020833 | 1247.396 | -30.6183 | 1.4102 -0.0180 |
| 3 | 27.020833 | 1244.440 | -30.5729 | 1.5240 -0.0194 |
| 0 | 27.020833 | 1199.469 | -30.5503 | 1.6184 -0.0199 |
| 7 | 27.020833 | 1183.494 | -30.5360 | 1.6906 -0.0205 |
| 3 | 27.020833 | 1109.535 | -30.4998 | 1.7396 -0.0198 |
| 0 | 27.020833 | 1000.613 | -30.4157 | 1.7646 -0.0182 |
| 7 | 27.020833 | 1135.735 | -30.2841 | 1.7631 -0.0206 |
| 3 | 27.020833 | 1249.869 | -30.1357 | 1.7393 -0.0223 |
| 0 | 27.020833 | 1251.986 | -30.0096 | 1.6959 -0.0217 |
| 7 | 27.020833 | 1289.077 | -29.9216 | 1.6347 -0.0216 |
| 3 | 27.020833 | 1292.154 | -29.8523 | 1.5599 -0.0206 |

提取高差改正数

图形绘制 ↓



高程异常径向梯度模型值km/cm



高程异常高差改正数模型值m

- 当计算点在地面、目标点位于大地水准面时，程序计算正高与正常高之差，即高程异常与大地水准面高之差。
- 高程异常高差改正数m = 模型高程异常高差改正数，或模型+残差高程异常高差改正数，或模型+残差高差改正数+实测重力校正值。
- 高程异常径向梯度cm/km = 模型径向梯度，或模型+残差径向梯度，或模型+残差径向梯度+实测重力校正值。

残差高程异常高差改正数局部精化

计算信息保存

查看样例



参考重力场模型高程异常高差改正

残差高程异常高差改正数局部精化

高程异常高差改正数实测重力校正

高程系统之间解析关系

打开近地空间计算点文件

>> 计算过程 ** 操作提示

设置点值文件格式参数

头文件行数 1 大地高列序号 4

目标大地高所在的列序号 5

打开等位面残差扰动重力格网

打开等位面大地高格网文件

设置计算参数

残差高程异常高差改正积分半径 150 km

移去恢复法精化。

>> 打开近地空间计算点文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/AppHgtsysdifferent/mdldiffrst.txt。

** 观察下方窗口文件信息，设置点值文件格式...

>> 打开等位面残差扰动重力格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/AppHgtsysdifferent/dwmchrga.dat。

>> 打开等位面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/AppHgtsysdifferent/dwmhgt150s.dat。

>> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/AppHgtsysdifferent/rntdiffrst.txt。

** 在源点值文件记录的基础上，增加一列该点的高程异常径向梯度 (cm/km) 和一列高程异常差异改正数 (m) 的残差值，保留4位有效数字。

>> 参数设置结果已输入系统！

>> 计算开始时间：2023-02-10 22:21:18

>> 完成残差高程异常高差改正数计算！

>> 计算结束时间：2023-02-10 22:22:04

计算结果保存为

参数设置结果输入

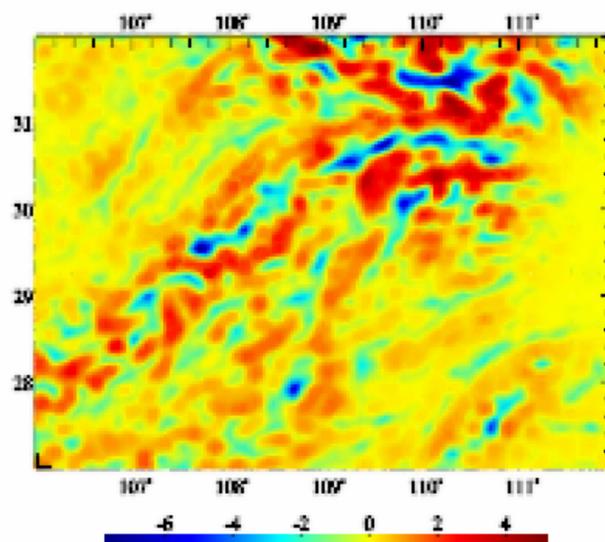
开始计算

oidheight(m)

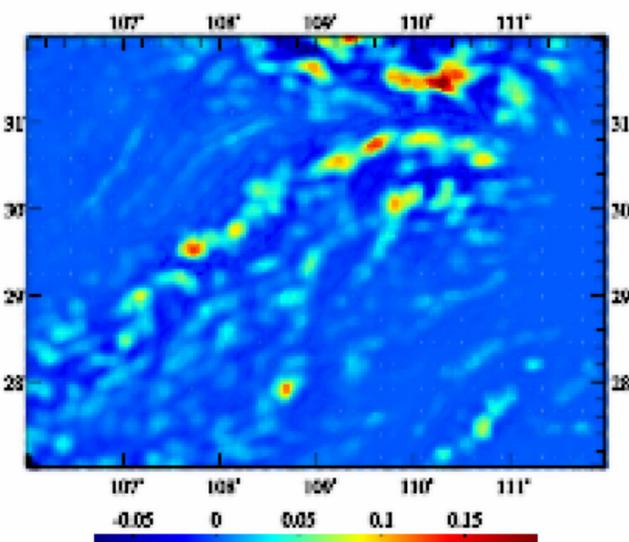
| | | | | | |
|---|----------|--------|---------|---------|---------|
| 1 | -30.8082 | 0.6721 | -0.0084 | 1.0239 | -0.0128 |
| 7 | -30.8052 | 0.8284 | -0.0102 | 1.1014 | -0.0136 |
| 7 | -30.7849 | 0.9847 | -0.0120 | 1.0145 | -0.0123 |
| 7 | -30.7411 | 1.1368 | -0.0141 | 0.7312 | -0.0091 |
| 0 | -30.6802 | 1.2800 | -0.0161 | 0.3232 | -0.0041 |
| 6 | -30.6183 | 1.4102 | -0.0180 | -0.0278 | 0.0004 |
| 0 | -30.5729 | 1.5240 | -0.0194 | -0.1268 | 0.0016 |
| 9 | -30.5503 | 1.6184 | -0.0199 | 0.0985 | -0.0012 |
| 4 | -30.5360 | 1.6906 | -0.0205 | 0.4995 | -0.0061 |
| 5 | -30.4998 | 1.7396 | -0.0198 | 0.7431 | -0.0085 |
| 3 | -30.4157 | 1.7646 | -0.0182 | 0.5545 | -0.0057 |
| 5 | -30.2841 | 1.7631 | -0.0206 | -0.0312 | 0.0004 |
| 9 | -30.1357 | 1.7393 | -0.0223 | -0.7351 | 0.0094 |
| 6 | -30.0096 | 1.6959 | -0.0217 | -1.1215 | 0.0144 |
| 7 | -29.9216 | 1.6347 | -0.0216 | -1.0465 | 0.0138 |
| 4 | -29.8523 | 1.5599 | -0.0206 | -0.7523 | 0.0099 |

提取高差改正数

图形绘制 ↓



高程异常径向梯度残差值km/cm



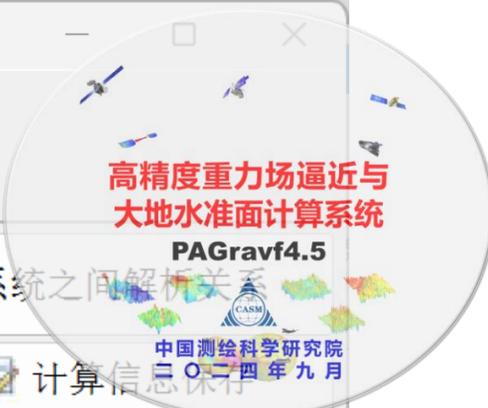
高程异常高差改正数残差值m

- 当计算点在地面、目标点位于大地水准面时，程序计算正高与正常高之差，即高程异常与大地水准面高之差。
- 高程异常高差改正数m = 模型高程异常高差改正数，或模型+残差高程异常高差改正数，或模型+残差高差改正数+实测重力校正值。
- 高程异常径向梯度cm/km = 模型径向梯度，或模型+残差径向梯度，或模型+残差径向梯度+实测重力校正值。

高程异常高差改正数实测重力校正

计算信息保存

查看样例



参考重力场模型高程异常高差改正

残差高程异常高差改正数局部精化

高程异常高差改正数实测重力校正

高程系统之间解析关系

打开近地空间计算点文件

>> 计算过程 ** 操作提示

设置点值文件格式参数

头文件行数 1 大地高列序号 4

目标大地高所在的列序号 5

剩余残差实测扰动重力列序号 6

差实测扰动重力，再由计算点与目标点的大地高，计算高程异常径向梯度实测校正值 (cm/km) 和高程异常高差改正数的实测校正值 (m)。

** 当计算点存在实测重力数据时，此项功能可进一步提高该点处高程异常径向梯度和高程异常高差改正数的确定精度。

>> 打开近地空间计算点文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/AppHgtsysdifferent/calcpnt1.txt。

** 观察下方窗口文件信息，设置点值文件格式...

>> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/AppHgtsysdifferent/msrdiffadj.txt。

** 在源点值文件记录的基础上，增加一列该点的高程异常径向梯度 (cm/km) 和一列高程异常高差改正数 (m) 的实测重力校正值，保留4位有效数字。

>> 参数设置结果已输入系统!

>> 计算开始时间: 2023-02-10 22:26:08

>> 完成高程异常高差改正数的实测重力校正计算!

>> 计算结束时间: 2023-02-10 22:26:09

计算结果保存为

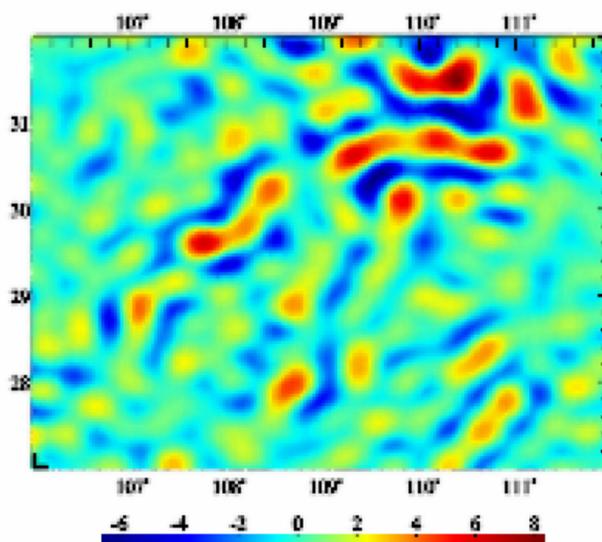
参数设置结果输入

开始计算

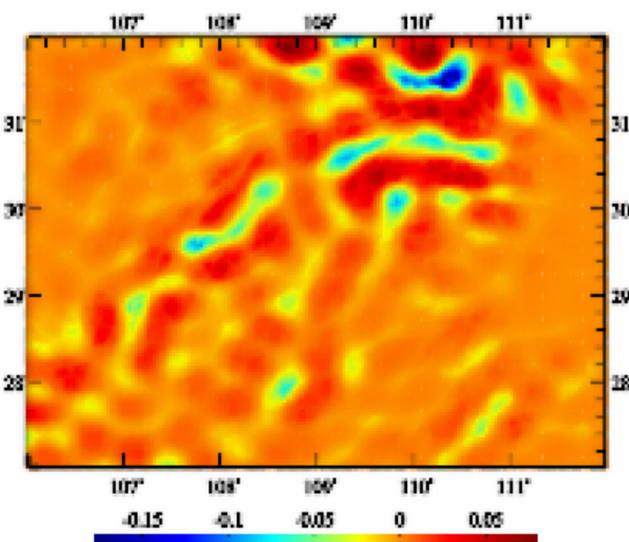
| Height (m) | geoidheight (m) | | | | |
|------------|-----------------|----------|---------|---------|---------|
| 3 | 1217.221 | -30.8082 | -2.9245 | -0.2988 | 0.0037 |
| 3 | 1201.227 | -30.8052 | -3.4086 | -0.3483 | 0.0043 |
| 3 | 1185.247 | -30.7849 | -4.4859 | -0.4583 | 0.0056 |
| 3 | 1210.287 | -30.7411 | -5.8152 | -0.5942 | 0.0074 |
| 3 | 1228.340 | -30.6802 | -7.0104 | -0.7163 | 0.0090 |
| 3 | 1247.396 | -30.6183 | -7.7486 | -0.7917 | 0.0101 |
| 3 | 1244.440 | -30.5729 | -7.8581 | -0.8029 | 0.0102 |
| 3 | 1199.469 | -30.5503 | -7.3323 | -0.7492 | 0.0092 |
| 3 | 1183.494 | -30.5360 | -6.2472 | -0.6383 | 0.0077 |
| 3 | 1109.535 | -30.4998 | -4.8362 | -0.4941 | 0.0056 |
| 3 | 1000.613 | -30.4157 | -3.2595 | -0.3330 | 0.0034 |
| 3 | 1135.735 | -30.2841 | -1.5451 | -0.1579 | 0.0018 |
| 3 | 1249.869 | -30.1357 | 0.1969 | 0.0201 | -0.0003 |
| 3 | 1251.986 | -30.0096 | 2.0516 | 0.2096 | -0.0027 |
| 3 | 1289.077 | -29.9216 | 4.1339 | 0.4224 | -0.0056 |
| 3 | 1292.154 | -29.8523 | 6.4704 | 0.6611 | -0.0087 |

提取高差改正数

图形绘制 ↓



高程异常径向梯度校正值km/cm



高程异常高差改正数校正值m

- 当计算点在地面、目标点位于大地水准面时，程序计算正高与正常高之差，即高程异常与大地水准面高之差。
- 高程异常高差改正数m = 模型高程异常高差改正数，或模型+残差高程异常高差改正数，或模型+残差高差改正数+实测重力校正值。
- 高程异常径向梯度cm/km = 模型径向梯度，或模型+残差径向梯度，或模型+残差径向梯度+实测重力校正值。

参考重力场模型重力等位面构造

计算信息保存

查看样例



参考重力场模型重力等位面构造

重力等位面大地高模型局部精化

查看计算样例

打开重力等位面范围格网文件

打开参考重力场位系数模型文件

输入指定点大地坐标

指定点大地经度 110.24560000°

指定点大地纬度 27.46720000°

指定点的大地高 1346.0240 m

设置计算参数

参考重力场模型最大阶数 360

>> 计算过程 ** 操作提示

>> [功能]利用参考地球重力场位系数模型，计算过指定点 (B, L, H) 重力等位面的重力 (mGal) 和大地高 (m) 模型值格网。

>> 等位面范围格网文件，只用于确定等位面格网的经纬度范围和分辨率，程序忽略格网的格值数据。

>> 打开等位面区域范围格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/AppEquipotentialhgt/areagrid.dat。

>> 打开重力场位系数模型文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/data/EGM2008.gfc。

** 下方窗口只显示不超过2000行的重力场模型位系数！

>> 重力模型值格网保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/AppEquipotentialhgt/eqpmdlgrav.dat。

>> 等位面大地高模型值格网保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/AppEquipotentialhgt/eqpmdlhgt.dat。

>> 参数设置结果已输入系统！

** 点击[开始计算]控件按钮，或[开始计算]工具按钮.....

** 程序需要迭代计算模型等位面大地高，请等待.....

>> 计算开始时间：2024-09-05 21:50:22

>> 完成参考重力场模型重力等位面确定！

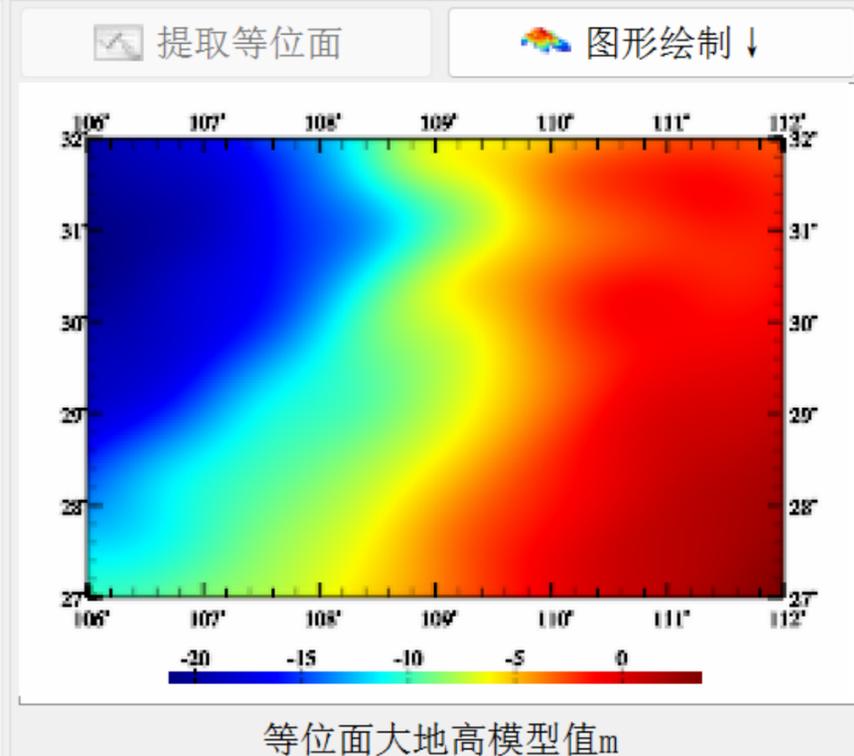
等位面重力模型值保存为

等位面大地高模型值保存为

参数设置结果输入

开始计算

| | | | | | | |
|------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| 106.000000 | 112.000000 | 27.000000 | 32.000000 | 0.04166667 | 0.04166667 | 110.245600 |
| -330.8620 | -330.7327 | -330.5845 | -330.4091 | -330.1989 | -329.9465 | -329.6452 |
| -324.3473 | -323.5162 | -322.6609 | -321.7906 | -320.9143 | -320.0409 | -319.1782 |
| -312.5758 | -311.9604 | -311.3510 | -310.7402 | -310.1202 | -309.4837 | -308.8236 |
| -301.1697 | -300.1237 | -299.0497 | -297.9525 | -296.8374 | -295.7094 | -294.5729 |
| -284.3595 | -283.2257 | -282.0853 | -280.9356 | -279.7743 | -278.5995 | -277.4097 |
| -266.1240 | -264.8470 | -263.5766 | -262.3154 | -261.0655 | -259.8286 | -258.6055 |
| -248.0874 | -246.9421 | -245.7964 | -244.6503 | -243.5047 | -242.3613 | -241.2225 |
| -231.8196 | -230.9403 | -230.1027 | -229.3061 | -228.5487 | -227.8275 | -227.1383 |
| -221.3350 | -220.6131 | -219.8572 | -219.0653 | -218.2366 | -217.3716 | -216.4721 |
| -207.4573 | -206.4313 | -205.4112 | -204.3973 | -203.3889 | -202.3844 | -201.3814 |
| -328.7029 | -328.5925 | -328.4632 | -328.3069 | -328.1157 | -327.8821 | -327.5995 |
| -322.4283 | -321.6015 | -320.7475 | -319.8751 | -318.9932 | -318.1104 | -317.2346 |
| -310.3696 | -309.7161 | -309.0689 | -308.4210 | -307.7656 | -307.0956 | -306.4046 |
| -298.6338 | -297.5927 | -296.5262 | -295.4387 | -294.3349 | -293.2192 | -292.0956 |
| -281.9402 | -280.7998 | -279.6494 | -278.4865 | -277.3088 | -276.1145 | -274.9023 |
| -263.3322 | -262.0207 | -260.7165 | -259.4224 | -258.1409 | -256.8739 | -255.6224 |
| -244.9420 | -243.7890 | -242.6373 | -241.4868 | -240.3384 | -239.1936 | -238.0545 |



● 重力等位面大地高格值 = 大地高格值 + 头文件第9个数。

● 程序要求参考重力场模型，应与等位边界面残差扰动重力计算时相同。模型阶数不宜过大，程序需迭代逼近计算，耗费时间较长。

重力等位面大地高模型局部精化

计算信息保存

查看样例



参考重力场模型重力等位面构造

重力等位面大地高模型局部精化

查看计算样例

打开等位边界面大地高格值文件

打开边界面残差扰动重力格值文件

输入指定点大地坐标

指定点大地经度 110.24560000°

指定点大地纬度 27.46720000°

指定点的大地高 1346.0240 m

设置计算参数

残差精化积分半径 150 km

>> 计算过程 ** 操作提示

>> 计算结束时间: 2024-09-05 21:55:47

>> [功能]由某一等位边界面大地高及其残差扰动重力格网,参考重力场模型计算的等位面重力和大地高模型值格网,精化过指定点(B,L,H)等位面的大地高(m)格网。

>> 打开等位边界面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/AppEquipotentialhgt/dwmhgt150s.dat.

>> 打开边界面残差扰动重力格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/AppEquipotentialhgt/dwmchrga.dat.

>> 等位面大地高精化值格网保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/AppEquipotentialhgt/equiphgt.dat.

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮,或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间: 2024-09-05 21:58:15

>> 完成重力等位面大地高精化值计算!

>> 计算结束时间: 2024-09-05 21:58:57

等位面大地高精化值保存为

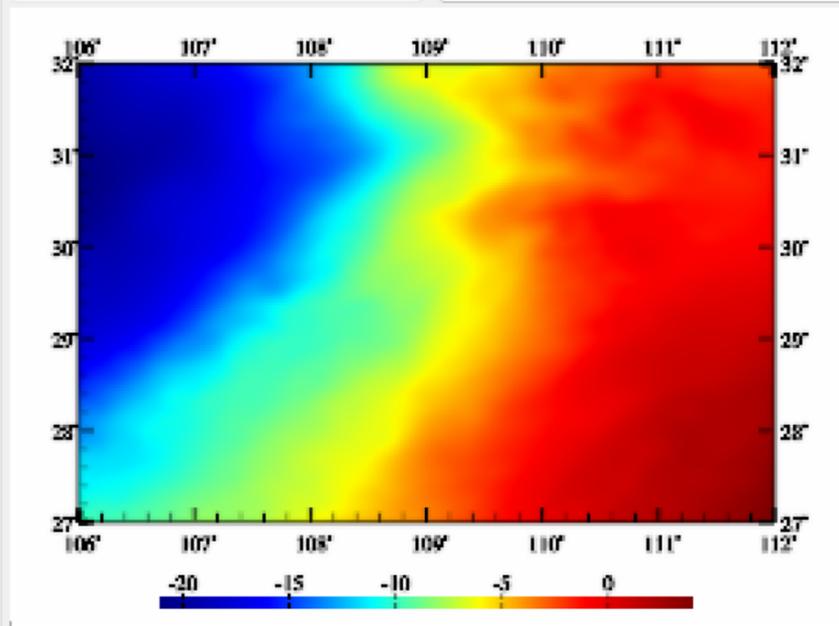
参数设置结果输入

开始计算

| | | | | | | |
|------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| 106.000000 | 112.000000 | 27.000000 | 32.000000 | 0.04166667 | 0.04166667 | 110.245600 |
| -330.8620 | -330.7327 | -330.5845 | -330.4091 | -330.1989 | -329.9465 | -329.6452 |
| -324.3473 | -323.5162 | -322.6609 | -321.7906 | -320.9143 | -320.0409 | -319.1782 |
| -312.5758 | -311.9604 | -311.3510 | -310.7402 | -310.1202 | -309.4837 | -308.8236 |
| -301.1697 | -300.1237 | -299.0497 | -297.9525 | -296.8374 | -295.7094 | -294.5729 |
| -284.3595 | -283.2257 | -282.0853 | -280.9356 | -279.7743 | -278.5995 | -277.4097 |
| -266.1240 | -264.8470 | -263.5766 | -262.3154 | -261.0655 | -259.8286 | -258.6055 |
| -248.0874 | -246.9421 | -245.7964 | -244.6503 | -243.5047 | -242.3613 | -241.2225 |
| -231.8196 | -230.9403 | -230.1027 | -229.3061 | -228.5487 | -227.8275 | -227.1383 |
| -221.3350 | -220.6131 | -219.8572 | -219.0653 | -218.2366 | -217.3716 | -216.4721 |
| -207.4573 | -206.4313 | -205.4112 | -204.3973 | -203.3889 | -202.3844 | -201.3814 |
| -328.7029 | -328.5925 | -328.4632 | -328.3069 | -328.1157 | -327.8821 | -327.5995 |
| -322.4283 | -321.6015 | -320.7475 | -319.8751 | -318.9932 | -318.1104 | -317.2346 |
| -310.3696 | -309.7161 | -309.0689 | -308.4210 | -307.7656 | -307.0956 | -306.4046 |
| -298.6338 | -297.5927 | -296.5262 | -295.4387 | -294.3349 | -293.2192 | -292.0956 |
| -281.9402 | -280.7998 | -279.6494 | -278.4865 | -277.3088 | -276.1145 | -274.9023 |
| -263.3322 | -262.0207 | -260.7165 | -259.4224 | -258.1409 | -256.8739 | -255.6224 |
| -244.9420 | -243.7890 | -242.6373 | -241.4868 | -240.3384 | -239.1936 | -238.0545 |

提取等位面

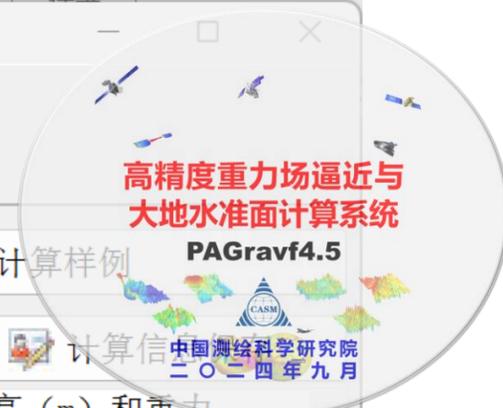
图形绘制 ↓



等位面大地高精化值m

- 重力等位面大地高格值 = 大地高格值 + 头文件第9个数。
- 程序要求参考重力场模型,应与等位边界面残差扰动重力计算时相同。模型阶数不宜过大,程序需迭代逼近计算,耗费时间较长。

等高面重力位和大地高模型值确定



- 等高面重力位和大地高模型值确定
- 等高面重力位和大地高残差值精化
- 模型值与残差值求和
- 查看计算样例

打开等高面计算范围网格文件

打开参考重力场位系数模型文件

输入指定点位置

指定点大地经度 110.24560000°

指定点大地纬度 27.46720000°

指定点正(常)高 1346.0240 m

设置计算参数

参考重力场模型最大阶数 360

选择高程系统 正高系统

>> 计算过程 ** 操作提示

>> [功能]利用参考地球重力场位系数模型，计算过指定点 (B,L) 等正(常)高面的重力位 (m²/s²)、大地高 (m) 和重力 (mGal) 模型值网格。

>> 等高面范围网格文件，只用于确定等高面网格的经纬度范围和分辨率，程序忽略网格的格值数据。

>> 打开等高面区域范围网格文件 C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/AppEquihgtpotential/areagrid.dat。

>> 打开重力场位系数模型文件 C:/PAGrav4.5_win64cn/data/EGM2008.gfc。

** 下方窗口只显示不超过2000行的重力场模型位系数！

>> 等高面重力模型值网格保存为 C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/AppEquihgtpotential/eqhgtdmlgrav.dat。

>> 重力位模型值网格保存为 C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/AppEquihgtpotential/eqhmpotential.dat。

>> 大地高模型值网格保存为 C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/AppEquihgtpotential/eqhgtdmlhgt.dat。

>> 参数设置结果已输入系统！

** 点击[开始计算]控件按钮，或[开始计算]工具按钮.....

** 程序需要迭代计算模型等高面重力位，请等待.....

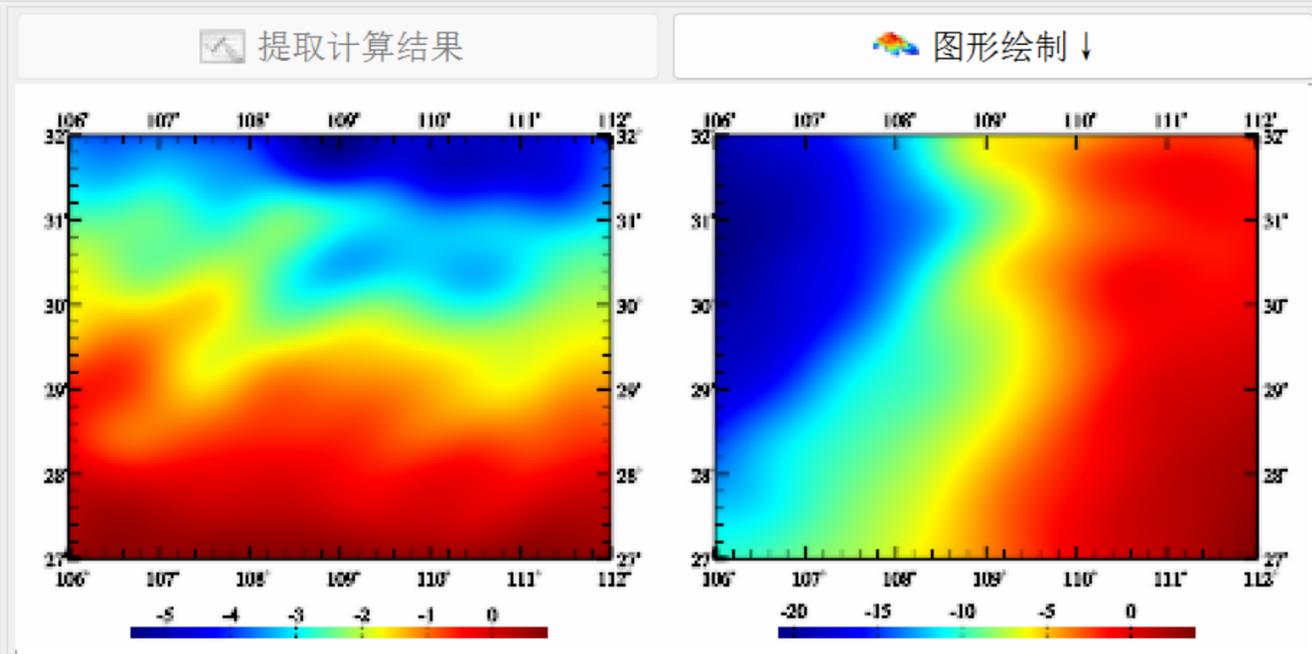
>> 计算开始时间：2024-09-05 22:13:48

>> 完成参考重力场等高面重力位模型值确定计算！

>> 计算结束时间：2024-09-05 22:21:55

- 等高面重力模型值保存为
- 重力位模型值保存为
- 大地高模型值保存为
- 参数设置结果输入
- 开始计算

| | | | | | |
|------------|------------|-----------|-----------|------------|----------|
| 106.000000 | 112.000000 | 27.000000 | 32.000000 | 0.04166667 | 0.041666 |
| -47.0779 | -48.5710 | -50.0626 | -51.5117 | -52.8773 | -54.12 |
| -55.6160 | -54.8211 | -53.9773 | -53.1293 | -52.3217 | -51.59 |
| -53.7911 | -54.8783 | -56.0160 | -57.1638 | -58.2815 | -59.33 |
| -61.6286 | -61.0857 | -60.4887 | -59.8692 | -59.2583 | -58.68 |
| -57.8114 | -58.0957 | -58.3711 | -58.6137 | -58.8012 | -58.91 |
| -54.9842 | -54.2986 | -53.6328 | -53.0050 | -52.4305 | -51.92 |
| -50.1814 | -50.1167 | -50.0220 | -49.8912 | -49.7219 | -49.51 |
| -48.2901 | -48.6244 | -49.0894 | -49.6836 | -50.3996 | -51.22 |
| -59.9952 | -60.3345 | -60.5051 | -60.5073 | -60.3479 | -60.04 |
| -54.5244 | -54.3209 | -54.2460 | -54.2972 | -54.4654 | -54.73 |
| -43.9476 | -45.5158 | -47.0858 | -48.6168 | -50.0682 | -51.40 |
| -53.8577 | -53.1327 | -52.3463 | -51.5418 | -50.7621 | -50.04 |
| -51.4914 | -52.4531 | -53.4667 | -54.4949 | -55.5002 | -56.44 |
| -58.5753 | -58.0995 | -57.5792 | -57.0436 | -56.5213 | -56.03 |
| -55.7158 | -55.9891 | -56.2396 | -56.4438 | -56.5801 | -56.63 |
| -51.6479 | -50.8404 | -50.0538 | -49.3070 | -48.6162 | -47.99 |
| -45.3853 | -45.2636 | -45.1176 | -44.9411 | -44.7319 | -44.49 |



- 等高面大地高模型值 = 大地高模型格网值 + 头文件第9个数；等高面重力位模型值 = 重力位模型格网值 + 头文件第10个数。
- 等高面大地高 = 大地高模型值 + 模型头文件第9个数 + 大地高改正数；等高面重力位 = 重力位模型值 + 头文件第10个数 + 重力位改正数。
- 程序要求参考重力场模型，应与等位边界面残差扰动重力计算时完全相同。模型阶数不宜过大，程序需要迭代，计算时间较长。

等高面重力位和大地高残差值精化



- 等高面重力位和大地高模型值确定
- 等高面重力位和大地高残差值精化**
- 模型值与残差值求和
- 查看计算样例

打开等位边界面大地高格值文件

打开边界面残差扰动重力格值文件

输入指定点位置

指定点大地经度 110.24560000°

指定点大地纬度 27.46720000°

指定点正(常)高 1346.0240 m

设置计算参数

重力位残差精化积分半径 150 km

选择高程系统 正高系统

>> 计算过程 ** 操作提示

** 程序需要迭代计算模型等高面重力位，请等待.....

>> 计算开始时间：2024-09-05 22:13:48

>> 完成参考重力场等高面重力位模型值确定计算！

>> 计算结束时间：2024-09-05 22:21:55

>> [功能由某一等位边界面大地高及其残差扰动重力格网，计算过指定点 (B, L) 等正 (常) 高面相对于指定点的重力位 (m²/s²) 和大地高 (m) 改正数格网。

>> 打开等位边界面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/AppEquihgtpotential/dwmhgt150s.dat.

>> 打开边界面残差扰动重力格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/AppEquihgtpotential/dwmchrga.dat.

>> 重力位改正数格网保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/AppEquihgtpotential/eqhpotentadj.dat.

>> 大地高改正数格网保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/AppEquihgtpotential/eqhgtadj.dat.

>> 参数设置结果已输入系统！

** 点击[开始计算]控件按钮，或[开始计算]工具按钮.....

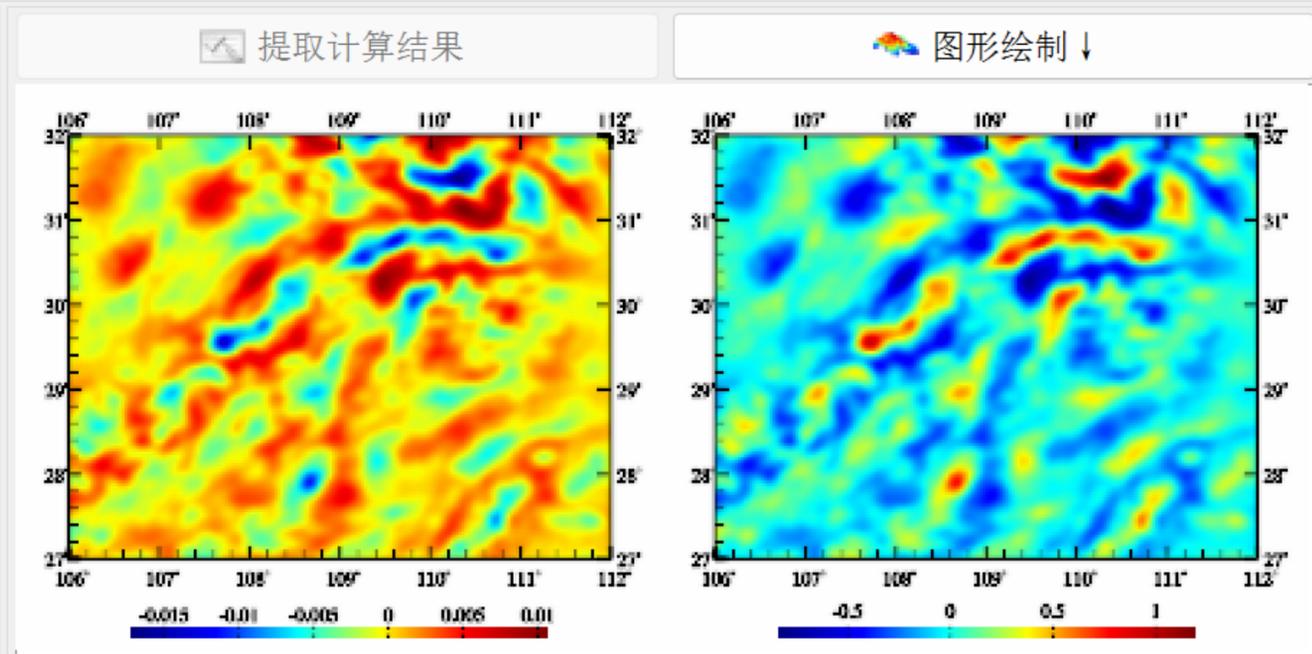
>> 计算开始时间：2024-09-05 22:30:15

>> 完成等高面重力位残差精化计算！

>> 计算结束时间：2024-09-05 22:31:16

- 重力位改正数格网保存为
- 大地高改正数格网保存为
- 参数设置结果输入
- 开始计算

| | | | | | |
|------------|------------|-----------|-----------|------------|----------|
| 106.000000 | 112.000000 | 27.000000 | 32.000000 | 0.04166667 | 0.041666 |
| -47.0779 | -48.5710 | -50.0626 | -51.5117 | -52.8773 | -54.12 |
| -55.6160 | -54.8211 | -53.9773 | -53.1293 | -52.3217 | -51.59 |
| -53.7911 | -54.8783 | -56.0160 | -57.1638 | -58.2815 | -59.33 |
| -61.6286 | -61.0857 | -60.4887 | -59.8692 | -59.2583 | -58.68 |
| -57.8114 | -58.0957 | -58.3711 | -58.6137 | -58.8012 | -58.91 |
| -54.9842 | -54.2986 | -53.6328 | -53.0050 | -52.4305 | -51.92 |
| -50.1814 | -50.1167 | -50.0220 | -49.8912 | -49.7219 | -49.51 |
| -48.2901 | -48.6244 | -49.0894 | -49.6836 | -50.3996 | -51.22 |
| -59.9952 | -60.3345 | -60.5051 | -60.5073 | -60.3479 | -60.04 |
| -54.5244 | -54.3209 | -54.2460 | -54.2972 | -54.4654 | -54.73 |
| -43.9476 | -45.5158 | -47.0858 | -48.6168 | -50.0682 | -51.40 |
| -53.8577 | -53.1327 | -52.3463 | -51.5418 | -50.7621 | -50.04 |
| -51.4914 | -52.4531 | -53.4667 | -54.4949 | -55.5002 | -56.44 |
| -58.5753 | -58.0995 | -57.5792 | -57.0436 | -56.5213 | -56.03 |
| -55.7158 | -55.9891 | -56.2396 | -56.4438 | -56.5801 | -56.63 |
| -51.6479 | -50.8404 | -50.0538 | -49.3070 | -48.6162 | -47.99 |
| -45.3853 | -45.2636 | -45.1176 | -44.9411 | -44.7319 | -44.49 |



- 等高面大地高模型值 = 大地高模型格网值 + 头文件第9个数；等高面重力位模型值 = 重力位模型格网值 + 头文件第10个数。
- 等高面大地高 = 大地高模型值 + 模型头文件第9个数 + 大地高改正数；等高面重力位 = 重力位模型值 + 头文件第10个数 + 重力位改正数。
- 程序要求参考重力场模型，应与等位边界面残差扰动重力计算时完全相同。模型阶数不宜过大，程序需要迭代，计算时间较长。

等高面模型值与残差值求和

计算信息保存 查看样例



等高面重力位和大地高模型值确定 等高面重力位和大地高残差值精化 **模型值与残差值求和** 查看计算样例

输入指定点位置

指定点大地经度 110.24560000°

指定点大地纬度 27.46720000°

指定点正(常)高 1346.0240 m

选择高程系统 正高系统

>> 计算过程 ** 操作提示

>> 重力位改正数格网保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/AppEquihgtpotential/eqhpotentadj.dat.

>> 大地高改正数格网保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/AppEquihgtpotential/eqhgtadj.dat.

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间: 2024-09-05 22:30:15

>> 完成等高面重力位残差精化计算!

>> 计算结束时间: 2024-09-05 22:31:16

>> [功能]将重力位、大地高模型值分别与其改正数相加, 获得过指定点(B, L)等高面重力位和大地高最终值。

>> 等高面重力位格网保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/AppEquihgtpotential/eqhpotentialrst.dat.

>> 等高面大地高格网保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/AppEquihgtpotential/eqhgttrst.dat.

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....

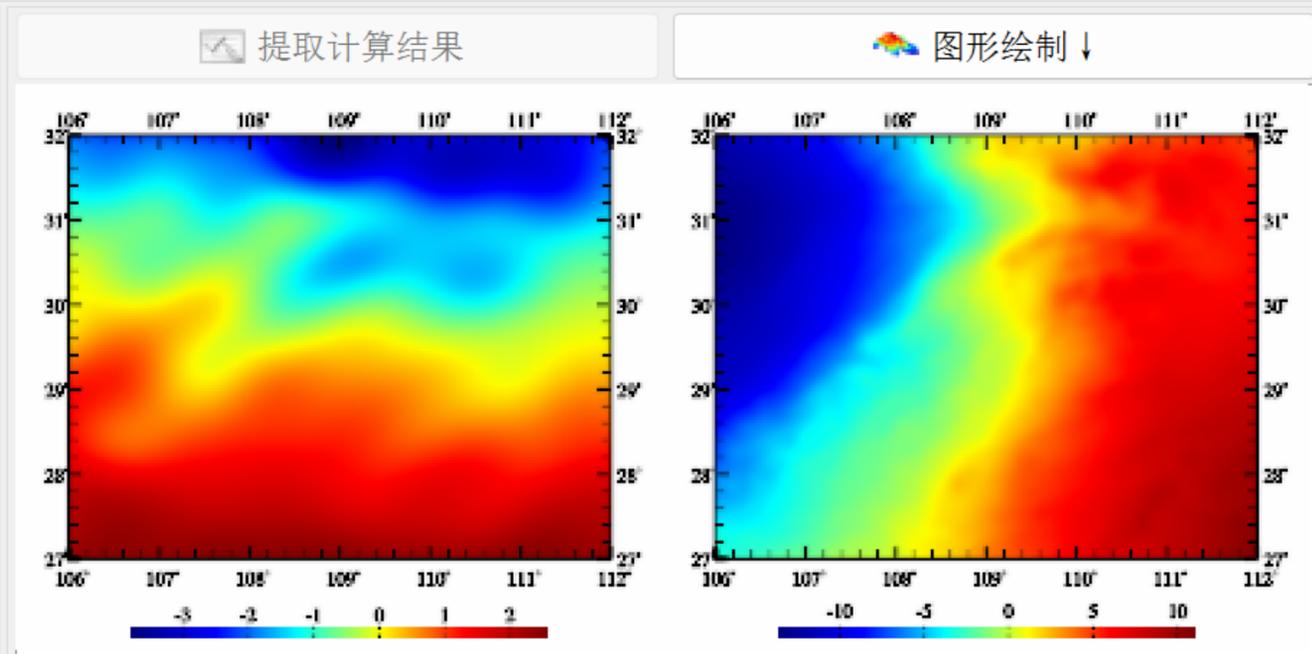
>> 计算开始时间: 2024-09-05 22:32:51

>> 完成等高面的模型值与残差值求和!

>> 计算结束时间: 2024-09-05 22:32:51

等高面重力位格网保存为 等高面大地高格网保存为 参数设置结果输入 开始计算

| | | | | | |
|------------|------------|-----------|-----------|------------|----------|
| 106.000000 | 112.000000 | 27.000000 | 32.000000 | 0.04166667 | 0.041666 |
| -47.0779 | -48.5710 | -50.0626 | -51.5117 | -52.8773 | -54.12 |
| -55.6160 | -54.8211 | -53.9773 | -53.1293 | -52.3217 | -51.59 |
| -53.7911 | -54.8783 | -56.0160 | -57.1638 | -58.2815 | -59.33 |
| -61.6286 | -61.0857 | -60.4887 | -59.8692 | -59.2583 | -58.68 |
| -57.8114 | -58.0957 | -58.3711 | -58.6137 | -58.8012 | -58.91 |
| -54.9842 | -54.2986 | -53.6328 | -53.0050 | -52.4305 | -51.92 |
| -50.1814 | -50.1167 | -50.0220 | -49.8912 | -49.7219 | -49.51 |
| -48.2901 | -48.6244 | -49.0894 | -49.6836 | -50.3996 | -51.22 |
| -59.9952 | -60.3345 | -60.5051 | -60.5073 | -60.3479 | -60.04 |
| -54.5244 | -54.3209 | -54.2460 | -54.2972 | -54.4654 | -54.73 |
| -43.9476 | -45.5158 | -47.0858 | -48.6168 | -50.0682 | -51.40 |
| -53.8577 | -53.1327 | -52.3463 | -51.5418 | -50.7621 | -50.04 |
| -51.4914 | -52.4531 | -53.4667 | -54.4949 | -55.5002 | -56.44 |
| -58.5753 | -58.0995 | -57.5792 | -57.0436 | -56.5213 | -56.03 |
| -55.7158 | -55.9891 | -56.2396 | -56.4438 | -56.5801 | -56.63 |
| -51.6479 | -50.8404 | -50.0538 | -49.3070 | -48.6162 | -47.99 |
| -45.3853 | -45.2636 | -45.1176 | -44.9411 | -44.7319 | -44.49 |



- 等高面大地高模型值 = 大地高模型格网值 + 头文件第9个数; 等高面重力位模型值 = 重力位模型格网值 + 头文件第10个数。
- 等高面大地高 = 大地高模型值 + 模型头文件第9个数 + 大地高改正数; 等高面重力位 = 重力位模型值 + 头文件第10个数 + 重力位改正数。
- 程序要求参考重力场模型, 应与等位边界面残差扰动重力计算时完全相同。模型阶数不宜过大, 程序需要迭代, 计算时间较长。

残差GNSS水准大地水准面精度评定

计算信息保存

查看样例



打开GNSS水准残差点值文件

头文件行数 1 残差量列序号 5

输入GNSS水准网性质参数

GNSS水准点平均间距 20 km
 GNSS基线大地高差固定误差 5 mm
 基线大地高差比例误差 0.100 mm/km

设置误差曲线参数

GNSS水准点两两组合分组数 50
 输出误差曲线最大距离 200 km
 输出误差曲线的距离间隔 1.0 km

>> 计算过程 ** 操作提示

GNSSlksirent.txt.

** 观察下方窗口文件信息，设置点值文件格式...

>> 计算结果保存为C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/AppGeoiderrorestim/result.txt。
 >> 头文件由5个参数构成：GNSS水准残差高程异常标准差 (cm)，两两组合后GNSS水准残差高程异常差标准差 (cm)，重力高程异常差误差 (cm)，高程异常差内符合误差 (cm)，每千米正 (常) 高差误差 (cm/km)。
 >> 文件记录用于表达3条误差曲线：第1列距离 (km，自变量)，第2列GNSS水准高程异常差误差 (cm)，第3列重力高程异常差误差 (cm，常量)，第4列实用高程异常内符合误差 (cm)。

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮，或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间：2023-02-11 08:03:58
 >> 完成GNSS水准残差大地水准面精度评定计算!
 >> 计算结束时间：2023-02-11 08:03:58

误差曲线估计结果保存为

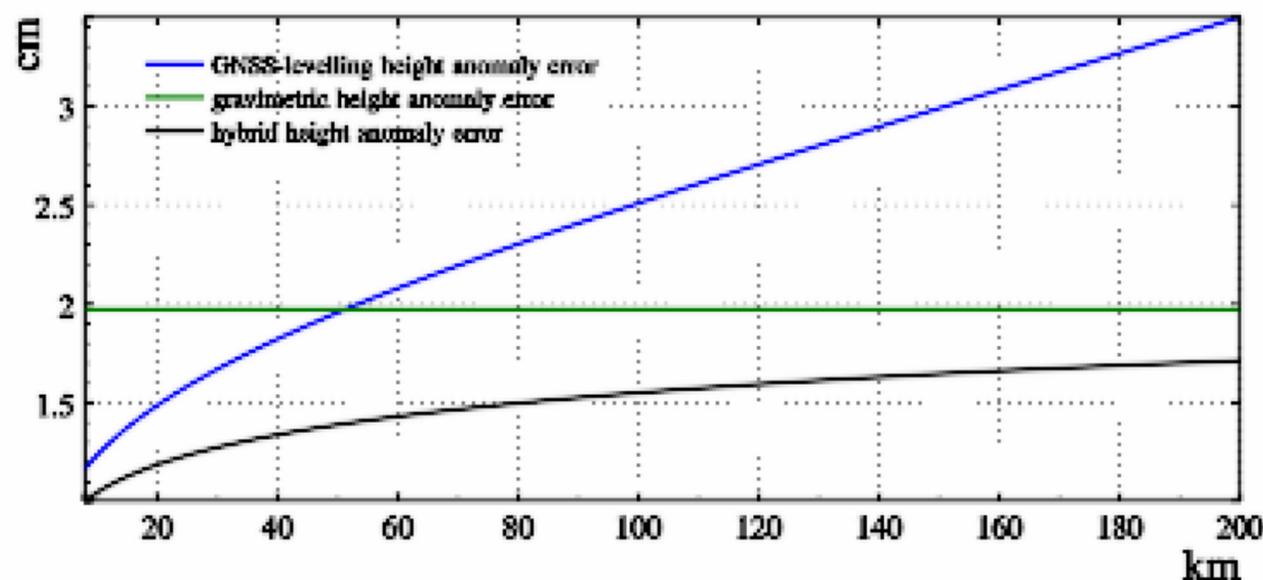
参数设置结果输入

开始计算

| | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|
| 3.07963 | 4.32820 | 1.97371 | 1.56767 | 0.56426 |
| 8 | 1.16838 | 1.97371 | 1.00542 | |
| 9 | 1.20333 | 1.97371 | 1.02743 | |
| 10 | 1.23594 | 1.97371 | 1.04751 | |
| 11 | 1.26659 | 1.97371 | 1.06597 | |
| 12 | 1.29556 | 1.97371 | 1.08307 | |
| 13 | 1.32308 | 1.97371 | 1.09900 | |
| 14 | 1.34933 | 1.97371 | 1.11390 | |
| 15 | 1.37447 | 1.97371 | 1.12792 | |
| 16 | 1.39860 | 1.97371 | 1.14114 | |
| 17 | 1.42185 | 1.97371 | 1.15366 | |
| 18 | 1.44428 | 1.97371 | 1.16555 | |
| 19 | 1.46599 | 1.97371 | 1.17687 | |
| 20 | 1.48702 | 1.97371 | 1.18767 | |
| 21 | 1.50745 | 1.97371 | 1.19800 | |
| 22 | 1.52732 | 1.97371 | 1.20790 | |

提取误差曲线

图形绘制 ↓



● GNSS水准残差：正常高系统中GNSS水准实测与重力高程异常之差，正高系统中GNSS水准实测与重力大地水准面高之差。

● 大地水准面精度评定依据：两点GNSS水准高程异常差的误差随距离增大，两点重力高程异常差的误差不随距离明显变化。

Poisson方程约束GNSS水准融合

计算信息保存

查看样例

区域高程基准零点重力位差计算

Poisson方程约束GNSS水准融合

GNSS水准残差水准网拟稳平差 PAGrav4.5



打开GNSS水准残差点值文件

点值文件格式

GNSS水准残差头文件行数 2

大地高属性所在列序号 5

GNSS水准残差量列序号 8

GNSS水准点权值列序号 7

打开融合面大地高格网文件

设置计算控制参数

迭代计算次数 3

残差积分半径 120 km

设置平滑算子参数 3

边缘效应抑制参数n 1

>> 计算过程 ** 操作提示

** 正常高系统的GNSS水准融合面是地面，输入地面大地高格网文件；正高系统的GNSS水准融合面是大地水准面，输入大地水准面高格网文件。

>> 打开GNSS水准残差点值文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/AppGNSS1vlhgtdatum/rntksich.txt.

** 观察下方窗口文件信息，设置点值文件格式...

>> 打开融合面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/AppGNSS1vlhgtdatum/GeoidEGM150s.dat.

>> 剩余GNSS水准残差保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/AppGNSS1vlhgtdatum/rntksich01.txt.

>> 残差大地水准面/高程异常格网保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/AppGNSS1vlhgtdatum/residualgeoid.dat.

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮，或[开始计算]工具按钮.....

** 迭代计算过程需要等待... 期间可打开C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/AppGNSS1vlhgtdatum/rntksich01.txt, 查看迭代计算进度!

>> 计算开始时间: 2023-05-24 19:48:50

>> GNSS水准残差: 平均值 标准差 最小值 最大值

| | | | | | |
|----|--------|--------|--------|---------|--------|
| >> | 原残差量: | 0.0100 | 0.0369 | -0.0518 | 0.0890 |
| >> | 第1次迭代: | 0.0018 | 0.0238 | -0.0398 | 0.0640 |
| >> | 第2次迭代: | 0.0019 | 0.0202 | -0.0401 | 0.0605 |
| >> | 第3次迭代: | 0.0017 | 0.0178 | -0.0384 | 0.0538 |

剩余GNSS水准残差保存为

残差大地水准面/高程异常保存为

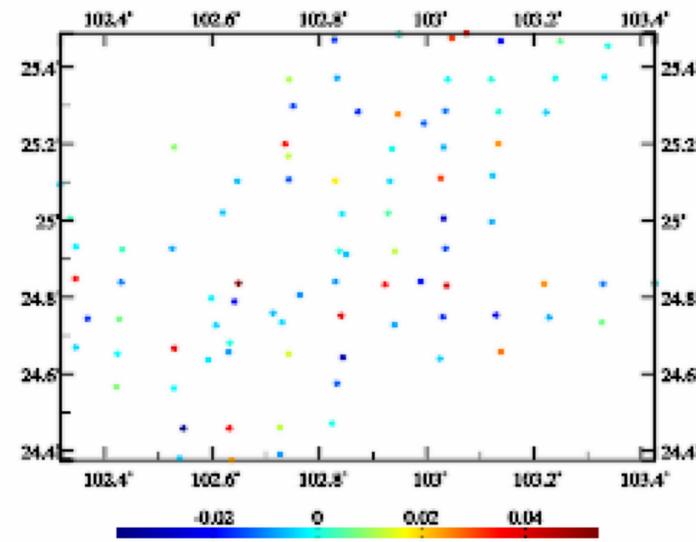
参数设置结果输入

开始计算

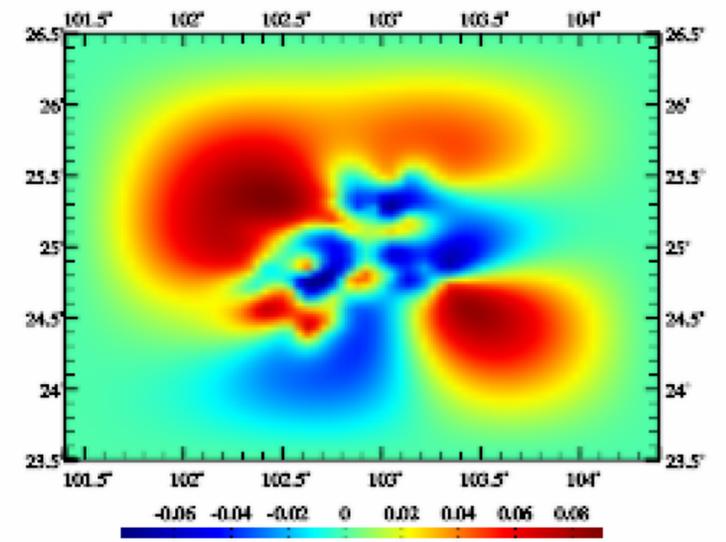
| | | | | |
|------------|------------|-----------|-----------|------------|
| 101.400000 | 104.400000 | 23.500000 | 26.500000 | 0.04166667 |
| 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| -0.0000 | -0.0000 | -0.0000 | -0.0000 | -0.0000 |
| -0.0000 | -0.0000 | -0.0000 | -0.0000 | -0.0000 |
| 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0000 |
| 0.0000 | -0.0000 | -0.0000 | -0.0000 | -0.0000 |
| -0.0003 | -0.0003 | -0.0004 | -0.0004 | -0.0005 |
| -0.0009 | -0.0009 | -0.0009 | -0.0008 | -0.0008 |
| 0.0002 | 0.0003 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0005 |
| 0.0004 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0002 | 0.0002 |
| 0.0000 | -0.0000 | -0.0000 | -0.0000 | -0.0001 |
| -0.0008 | -0.0009 | -0.0010 | -0.0012 | -0.0013 |
| -0.0025 | -0.0025 | -0.0024 | -0.0024 | -0.0022 |
| 0.0006 | 0.0008 | 0.0011 | 0.0013 | 0.0014 |
| 0.0011 | 0.0010 | 0.0008 | 0.0007 | 0.0005 |
| 0.0000 | -0.0000 | -0.0000 | -0.0001 | -0.0001 |
| -0.0015 | -0.0017 | -0.0020 | -0.0022 | -0.0025 |
| -0.0047 | -0.0046 | -0.0046 | -0.0044 | -0.0042 |

提取解析融合结果

图形绘制 ↓



剩余GNSS水准残差m



残差高程异常格网m

- (1) PAGravf4.5建议，全球大地位 W_0 采用重力大地水准面的重力位 W_G 即 U_0 ，代替IERS数值标准中按高斯定义由海面高与重力场模型计算的经验 W_0 。
- (2) GNSS水准融合时，大地高属性与融合计算面大地高一致，即正高系统为GNSS水准点处大地水准面高，正常高系统为GNSS水准点的大地高。
- (3) GNSS水准融合后的剩余GNSS水准残差文件，可用于评价GNSS水准数据质量。若迭代过程残差数值不按一个方向变化，或残差数值变化性质离群的GNSS水准点，数据质量可能存在问题。
- (4) GNSS水准网的水准测段文件采用约定格式，请参考主界面[PAGravf4.5数据格式及物理量约定]。

GNSS代替水准测定正高计算器



GNSS代替水准测定正(常)高

设置参数输入 开始计算 计算信息保存 查看样例

选择高程系统: **正高系统**

批量点GNSS代替水准计算

打开大地水准面高格网文件

>> 计算过程 ** 操作提示

计算信息保存

>> 打开地面大地高格网文件C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/AppGNSSreleveling/dbmght150s.dat

>> 打开地面扰动重力格网文件C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/AppGNSSreleveling/dbmGM1800150srga.dat

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮,或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间: 2022-08-12 11:31:29

>> 计算结束时间: 2022-08-12 11:31:29

>> 正高系统GNSS代替水准测定正高...

>> 打开大地水准面高格网文件C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/AppGNSSreleveling/dwmGM1800150sksi.dat

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮,或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间: 2022-08-12 11:32:20

>> 计算结束时间: 2022-08-12 11:32:20

输入GNSS定位大地坐标

大地经度 106.2500000° 纬度 28.4200000° 大地高 321.0000m

GNSS代替水准测定正(常)高

正高 355.3301m

开始计算

参数设置结果输入

输入输出数据显示

框口数据保存

| | | | | | | | | | |
|------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|----------|----------|----------|----------|
| 104.000000 | 114.000000 | 25.000000 | 34.000000 | 0.04166667 | 0.04166667 | | | | |
| -30.3888 | -30.3353 | -30.2474 | -30.1782 | -30.1695 | -30.2333 | -30.3529 | -30.4928 | -30.4928 | -30.4928 |
| -30.5079 | -30.4773 | -30.4178 | -30.3818 | -30.4241 | -30.5528 | -30.7173 | -30.8459 | -30.8459 | -30.8459 |
| -30.9666 | -30.9265 | -30.8488 | -30.7279 | -30.5689 | -30.3983 | -30.2589 | -30.1897 | -30.1897 | -30.1897 |
| -30.7087 | -30.7124 | -30.6640 | -30.5747 | -30.4772 | -30.3990 | -30.3378 | -30.2657 | -30.2657 | -30.2657 |
| -29.4489 | -29.3199 | -29.2045 | -29.0906 | -28.9585 | -28.8137 | -28.6941 | -28.6379 | -28.6379 | -28.6379 |
| -28.0546 | -27.9933 | -27.9349 | -27.8688 | -27.7835 | -27.6670 | -27.5190 | -27.3588 | -27.3588 | -27.3588 |
| -26.6019 | -26.6005 | -26.6046 | -26.6013 | -26.5906 | -26.5754 | -26.5548 | -26.5268 | -26.5268 | -26.5268 |
| -25.5602 | -25.4324 | -25.2871 | -25.0836 | -24.8338 | -24.5998 | -24.4445 | -24.3811 | -24.3811 | -24.3811 |
| -24.0863 | -23.9551 | -23.8277 | -23.7292 | -23.6460 | -23.5405 | -23.3871 | -23.1946 | -23.1946 | -23.1946 |
| -21.7590 | -21.6183 | -21.4670 | -21.2995 | -21.1346 | -21.0048 | -20.9343 | -20.9193 | -20.9193 | -20.9193 |
| -20.2280 | -20.0810 | -19.9070 | -19.7213 | -19.5329 | -19.3250 | -19.0671 | -18.7527 | -18.7527 | -18.7527 |
| -17.5519 | -17.2803 | -17.0668 | -16.9249 | -16.8241 | -16.7266 | -16.6149 | -16.4921 | -16.4921 | -16.4921 |
| -15.2983 | -15.0905 | -14.8649 | -14.6429 | -14.4439 | -14.2719 | -14.1124 | -13.9403 | -13.9403 | -13.9403 |
| -12.8449 | -12.8349 | -12.7969 | -12.7235 | -12.6087 | -12.4527 | -12.2738 | -12.1088 | -12.1088 | -12.1088 |
| -10.8914 | -10.7385 | -10.5461 | -10.2937 | -10.0234 | -9.8083 | -9.6879 | -9.6324 | -9.6324 | -9.6324 |
| -9.1832 | -9.1237 | -9.0079 | -8.8684 | -8.7313 | -8.6047 | -8.4841 | -8.3617 | -8.3617 | -8.3617 |
| -30.3869 | -30.3202 | -30.2219 | -30.1449 | -30.1289 | -30.1867 | -30.3055 | -30.4520 | -30.4520 | -30.4520 |
| -30.5129 | -30.4942 | -30.4503 | -30.4346 | -30.4948 | -30.6261 | -30.7681 | -30.8517 | -30.8517 | -30.8517 |
| -30.8213 | -30.7579 | -30.6645 | -30.5439 | -30.4044 | -30.2685 | -30.1703 | -30.1394 | -30.1394 | -30.1394 |
| -30.8077 | -30.7959 | -30.7210 | -30.6018 | -30.4800 | -30.3886 | -30.3257 | -30.2597 | -30.2597 | -30.2597 |

GNSS代替水准测定正(常)高

设置参数输入 开始计算 计算信息保存 查看样例

选择高程系统: **正(常)高系统**

批量点GNSS代替水准计算

打开地面高程异常格网文件

打开地面大地高格网文件

打开地面扰动重力格网文件

打开大地水准面高格网文件

>> 计算过程 ** 操作提示

计算信息保存

>> 计算开始时间: 2022-08-12 11:31:29

>> 计算结束时间: 2022-08-12 11:31:29

>> 正高系统GNSS代替水准测定正高...

>> 打开大地水准面高格网文件C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/AppGNSSreleveling/dwmGM1800150sksi.dat

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮,或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间: 2022-08-12 11:32:20

>> 计算结束时间: 2022-08-12 11:32:20

>> GNSS代替水准同步测定正常高和正高...

>> 参数设置结果已输入系统!

** 点击[开始计算]控件按钮,或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间: 2022-08-12 11:33:06

>> 计算结束时间: 2022-08-12 11:33:06

输入GNSS定位大地坐标

大地经度 106.2500000° 纬度 28.4200000° 大地高 321.0000m

GNSS代替水准测定正(常)高

正常高 355.3384m 正高 355.3301m

开始计算

参数设置结果输入

输入输出数据显示

框口数据保存

| | | | | | | | | | |
|------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|----------|----------|----------|----------|
| 104.000000 | 114.000000 | 25.000000 | 34.000000 | 0.04166667 | 0.04166667 | | | | |
| -30.3888 | -30.3353 | -30.2474 | -30.1782 | -30.1695 | -30.2333 | -30.3529 | -30.4928 | -30.4928 | -30.4928 |
| -30.5079 | -30.4773 | -30.4178 | -30.3818 | -30.4241 | -30.5528 | -30.7173 | -30.8459 | -30.8459 | -30.8459 |
| -30.9666 | -30.9265 | -30.8488 | -30.7279 | -30.5689 | -30.3983 | -30.2589 | -30.1897 | -30.1897 | -30.1897 |
| -30.7087 | -30.7124 | -30.6640 | -30.5747 | -30.4772 | -30.3990 | -30.3378 | -30.2657 | -30.2657 | -30.2657 |
| -29.4489 | -29.3199 | -29.2045 | -29.0906 | -28.9585 | -28.8137 | -28.6941 | -28.6379 | -28.6379 | -28.6379 |
| -28.0546 | -27.9933 | -27.9349 | -27.8688 | -27.7835 | -27.6670 | -27.5190 | -27.3588 | -27.3588 | -27.3588 |
| -26.6019 | -26.6005 | -26.6046 | -26.6013 | -26.5906 | -26.5754 | -26.5548 | -26.5268 | -26.5268 | -26.5268 |
| -25.5602 | -25.4324 | -25.2871 | -25.0836 | -24.8338 | -24.5998 | -24.4445 | -24.3811 | -24.3811 | -24.3811 |
| -24.0863 | -23.9551 | -23.8277 | -23.7292 | -23.6460 | -23.5405 | -23.3871 | -23.1946 | -23.1946 | -23.1946 |
| -21.7590 | -21.6183 | -21.4670 | -21.2995 | -21.1346 | -21.0048 | -20.9343 | -20.9193 | -20.9193 | -20.9193 |
| -20.2280 | -20.0810 | -19.9070 | -19.7213 | -19.5329 | -19.3250 | -19.0671 | -18.7527 | -18.7527 | -18.7527 |
| -17.5519 | -17.2803 | -17.0668 | -16.9249 | -16.8241 | -16.7266 | -16.6149 | -16.4921 | -16.4921 | -16.4921 |
| -15.2983 | -15.0905 | -14.8649 | -14.6429 | -14.4439 | -14.2719 | -14.1124 | -13.9403 | -13.9403 | -13.9403 |
| -12.8449 | -12.8349 | -12.7969 | -12.7235 | -12.6087 | -12.4527 | -12.2738 | -12.1088 | -12.1088 | -12.1088 |
| -10.8914 | -10.7385 | -10.5461 | -10.2937 | -10.0234 | -9.8083 | -9.6879 | -9.6324 | -9.6324 | -9.6324 |
| -9.1832 | -9.1237 | -9.0079 | -8.8684 | -8.7313 | -8.6047 | -8.4841 | -8.3617 | -8.3617 | -8.3617 |
| -30.3869 | -30.3202 | -30.2219 | -30.1449 | -30.1289 | -30.1867 | -30.3055 | -30.4520 | -30.4520 | -30.4520 |
| -30.5129 | -30.4942 | -30.4503 | -30.4346 | -30.4948 | -30.6261 | -30.7681 | -30.8517 | -30.8517 | -30.8517 |
| -30.8213 | -30.7579 | -30.6645 | -30.5439 | -30.4044 | -30.2685 | -30.1703 | -30.1394 | -30.1394 | -30.1394 |
| -30.8077 | -30.7959 | -30.7210 | -30.6018 | -30.4800 | -30.3886 | -30.3257 | -30.2597 | -30.2597 | -30.2597 |

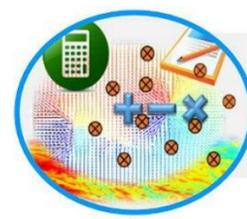
插值法改变格网分辨率

格网内插离散点属性

按属性条件提取记录

(向量) 格网数据区域分离

数据插值、提取
与区域分离



大地测量数据文件
简单直接运算

点值属性加权运算

格网格值加权运算

向量格网加权运算

球谐系数加权运算

离散点值内插法格网化

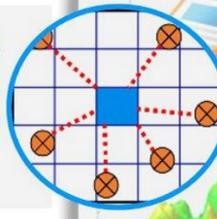
离散点向量内插格网化

高分点直接平均格网化

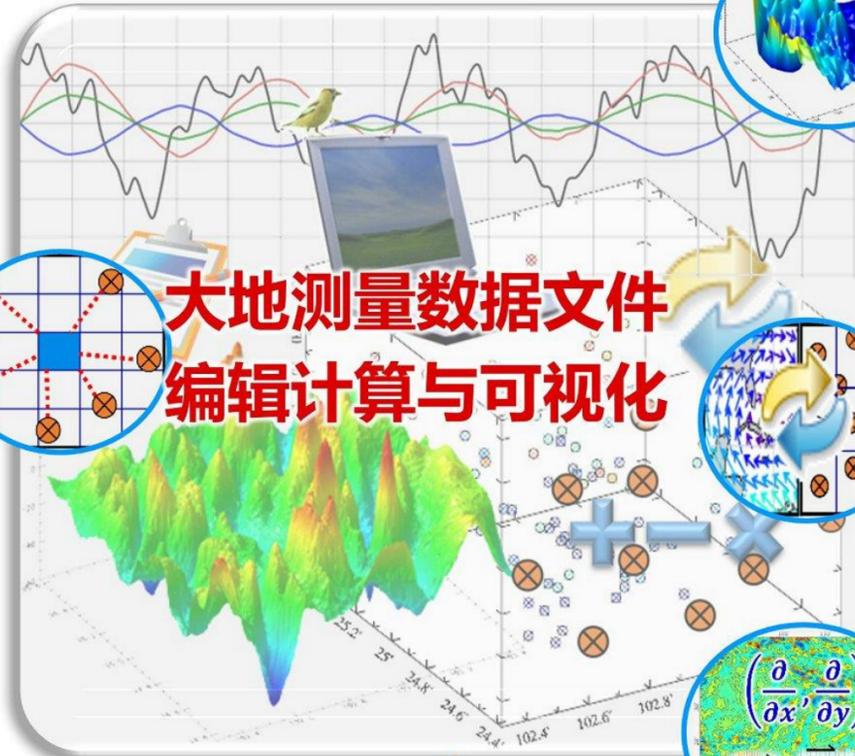
标准化格网格值构造

按经纬度范围提取数据

点值简单格
网化与区域
数据构造



大地测量数据文件
编辑计算与可视化



大地测量数值格网低通滤波运算

向量格网
文件构造
与转换

两格网合并为向量格网

向量格网的两分量分解

向量格网形式相互转换

向量格网转换为离散点值

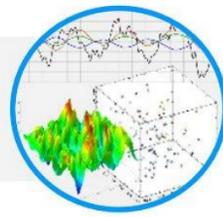
二维多属性数据曲线可视化

三维离散点值数据可视化

区域格网数字模型可视化

向量格网数字模型可视化

大地测量数据
可视化绘图



格网水平梯
度与向量格
网内积计算

格网一/二阶水平梯度计算

两个向量格网的内积运算

文本记录数据标准化提取

大地测量数据统计信息提取



文本记录数据标准化提取

| | | | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|-----------|----------|---------|------|---------|
| 62636844.042 | 62636851.905 | 62636853.400 | -7.8630 | -9.3578 | -1.4948 | | |
| 2 | 102.546777 | 24.458002 | 1659.0410 | -33.6150 | -0.8046 | 0.94 | -0.0014 |
| 3 | 102.632412 | 24.458211 | 2120.2558 | -33.3212 | -0.7142 | 1.23 | 0.0890 |
| 4 | 102.725921 | 24.460578 | 2111.3872 | -33.2058 | -0.7612 | 1.68 | 0.0420 |
| 5 | 102.420803 | 24.566357 | 1990.6386 | -33.5334 | -0.7157 | 1.95 | 0.0875 |
| 6 | 102.528697 | 24.562786 | 1936.4260 | -33.3720 | -0.7491 | 2.93 | 0.0541 |
| 9 | 102.832641 | 24.575505 | 1977.4949 | -33.1581 | -0.8223 | 1.04 | -0.0191 |
| 10 | 102.345532 | 24.668953 | 1919.7825 | -33.7565 | -0.7782 | 3.53 | 0.0250 |
| 11 | 102.423972 | 24.652933 | 1959.3369 | -33.4781 | -0.7548 | 2.02 | 0.0484 |
| 12 | 102.529771 | 24.667079 | 2157.7877 | -33.2933 | -0.7317 | 1.46 | 0.0715 |
| 13 | 102.631063 | 24.657055 | 1906.3415 | -33.3155 | -0.8185 | 3.53 | -0.0153 |
| 14 | 102.742718 | 24.652871 | 1935.7882 | -33.1128 | -0.7767 | 3.39 | 0.0265 |
| 15 | 102.843573 | 24.642787 | 1880.7707 | -33.1133 | -0.8319 | 0.81 | -0.0287 |
| 16 | 103.137778 | 24.658224 | 1838.4387 | -32.7463 | -0.7730 | 0.53 | 0.0302 |
| 17 | 102.426305 | 24.743284 | 1929.0475 | -33.4575 | -0.7771 | 1.48 | 0.0261 |
| 20 | 102.729945 | 24.734909 | 1856.2213 | -33.2087 | -0.8356 | 6.12 | -0.0324 |
| 21 | 102.840819 | 24.752018 | 2117.8582 | -32.8948 | -0.7459 | 1.56 | 0.0573 |
| 22 | 102.939253 | 24.728089 | 2050.9590 | -32.8500 | -0.7907 | 0.81 | 0.0125 |
| 23 | 103.029713 | 24.748496 | 2034.1986 | -32.8194 | -0.8217 | 0.88 | -0.0185 |
| 24 | 103.128600 | 24.753135 | 1575.0654 | -32.8486 | -0.8477 | 1.41 | -0.0445 |

>> 计算过程 ** 操作提示

>> [功能] 将不同来源、非标准格式的文本记录文件转换为ETideLoad4.5软件系统约定格式的离散点值文件。
 ** 请点击[打开源记录文件]按钮，打开待标准化的源文本记录文件...
 >> C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/EdPntrecordstandard/rntksich.txt.
 ** 观察上方窗口源文件信息，先输入源头文件行数，再点击[标准化参数设置]按钮，打开[设置目标文件与记录属性]对话框...

设置目标文件及记录属性

源文件记录属性

```
2
102.546777
24.458002
1659.0410
-33.6150
-0.8046
0.94
-0.0014
```

目标文件记录属性

```
2
102.546777
24.458002
1659.0410
-33.6150
0.94
```

设置目标头文件/编辑

no lon lat ellph ksi

设置属性表头/可编辑

文本记录文件格式标准化提取

```
no lon lat ellph ksi
2 102.546777 24.458002 1659.0410 -33.6150 0.94
3 102.632412 24.458211 2120.2558 -33.3212 1.23
4 102.725921 24.460578 2111.3872 -33.2058 1.68
5 102.420803 24.566357 1990.6386 -33.5334 1.95
6 102.528697 24.562786 1936.4260 -33.3720 2.93
9 102.832641 24.575505 1977.4949 -33.1581 1.04
10 102.345532 24.668953 1919.7825 -33.7565 3.53
11 102.423972 24.652933 1959.3369 -33.4781 2.02
12 102.529771 24.667079 2157.7877 -33.2933 1.46
13 102.631063 24.657055 1906.3415 -33.3155 3.53
14 102.742718 24.652871 1935.7882 -33.1128 3.39
15 102.843573 24.642787 1880.7707 -33.1133 0.81
16 103.137778 24.658224 1838.4387 -32.7463 0.53
17 102.426305 24.743284 1929.0475 -33.4575 1.48
20 102.729945 24.734909 1856.2213 -33.2087 6.12
21 102.840819 24.752018 2117.8582 -32.8948 1.56
22 102.939253 24.728089 2050.9590 -32.8500 0.81
23 103.029713 24.748496 2034.1986 -32.8194 0.88
24 103.128600 24.753135 1575.0654 -32.8486 1.41
```

>> 计算过程 ** 操作提示

>> [功能] 将不同来源、非标准格式的文本记录文件转换为ETideLoad4.5软件系统约定格式的离散点值文件。
 ** 请点击[打开源记录文件]按钮，打开待标准化的源文本记录文件...
 >> C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/EdPntrecordstandard/rntksich.txt.
 ** 观察上方窗口源文件信息，先输入源头文件行数，再点击[标准化参数设置]按钮，打开[设置目标文件与记录属性]对话框...
 >> 设置目标头文件、表头和记录属性格式参数。
 ** 点击[整理查看结果文件]按钮，统计每列目标属性文本的最大长度，显示目标文件的头文件、表头和全部记录。
 ** 程序计算每列属性数据最大字符数，以改善数据格式。需要一段时间，请等待...
 >> 完成目标记录每列属性文本的最大长度统计，显示目标头文件、表头和记录。
 ** 检查窗口显示的目标文件，可进行编辑修改，点击[结果保存]工具按钮，将框口内容保存为目标文件...

程序是ETideLoad4.5接受外部非标准化文本格式数据的重要接口。

文本记录文件格式标准化提取

```
62636844.042 62636851.905 62636853.400 -7.8630 -9.3578 -1.4948
2 102.546777 24.458002 1659.0410 -33.6150 -0.8046 0.94 -0.0014
3 102.632412 24.458211 2120.2558 -33.3212 -0.7142 1.23 0.0890
4 102.725921 24.460578 2111.3872 -33.2058 -0.7612 1.68 0.0420
5 102.420803 24.566357 1990.6386 -33.5334 -0.7157 1.95 0.0875
6 102.528697 24.562786 1936.4260 -33.3720 -0.7491 2.93 0.0541
9 102.832641 24.575505 1977.4949 -33.1581 -0.8223 1.04 -0.0191
10 102.345532 24.668953 1919.7825 -33.7565 -0.7782 3.53 0.0250
11 102.423972 24.652933 1959.3369 -33.4781 -0.7548 2.02 0.0484
12 102.529771 24.667079 2157.7877 -33.2933 -0.7317 1.46 0.0715
13 102.631063 24.657055 1906.3415 -33.3155 -0.8185 3.53 -0.0153
14 102.742718 24.652871 1935.7882 -33.1128 -0.7767 3.39 0.0265
15 102.843573 24.642787 1880.7707 -33.1133 -0.8319 0.81 -0.0287
16 103.137778 24.658224 1838.4387 -32.7463 -0.7730 0.53 0.0302
17 102.426305 24.743284 1929.0475 -33.4575 -0.7771 1.48 0.0261
20 102.729945 24.734909 1856.2213 -33.2087 -0.8356 6.12 -0.0324
21 102.840819 24.752018 2117.8582 -32.8948 -0.7459 1.56 0.0573
22 102.939253 24.728089 2050.9590 -32.8500 -0.7907 0.81 0.0125
23 103.029713 24.748496 2034.1986 -32.8194 -0.8217 0.88 -0.0185
24 103.128600 24.753135 1575.0654 -32.8486 -0.8477 1.41 -0.0445
```

>> 计算过程 ** 操作提示

>> [功能] 将不同来源、非标准格式的文本记录文件转换为ETideLoad4.5软件系统约定格式的离散点值文件。
 ** 请点击[打开源记录文件]按钮，打开待标准化的源文本记录文件...
 >> C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/EdPntrecordstandard/rntksich.txt.
 ** 观察上方窗口源文件信息，先输入源头文件行数，再点击[标准化参数设置]按钮，打开[设置目标文件与记录属性]对话框...
 >> 设置目标头文件、表头和记录属性格式参数。
 ** 点击[整理查看结果文件]按钮，统计每列目标属性文本的最大长度，显示目标文件的头文件、表头和全部记录。
 ** 程序计算每列属性数据最大字符数，以改善数据格式。需要一段时间，请等待...

程序是ETideLoad4.5接受外部非标准化文本格式数据的重要接口。

格网内插离散点属性

计算信息保存 查看样例



插值法改变格网分辨率 格网内插离散点属性 按属性条件提取记录 (向量) 格网数据区域分离

打开待插值的点值文件

>> 计算过程 ** 操作提示

点值文件格式
头文件占住行数 1

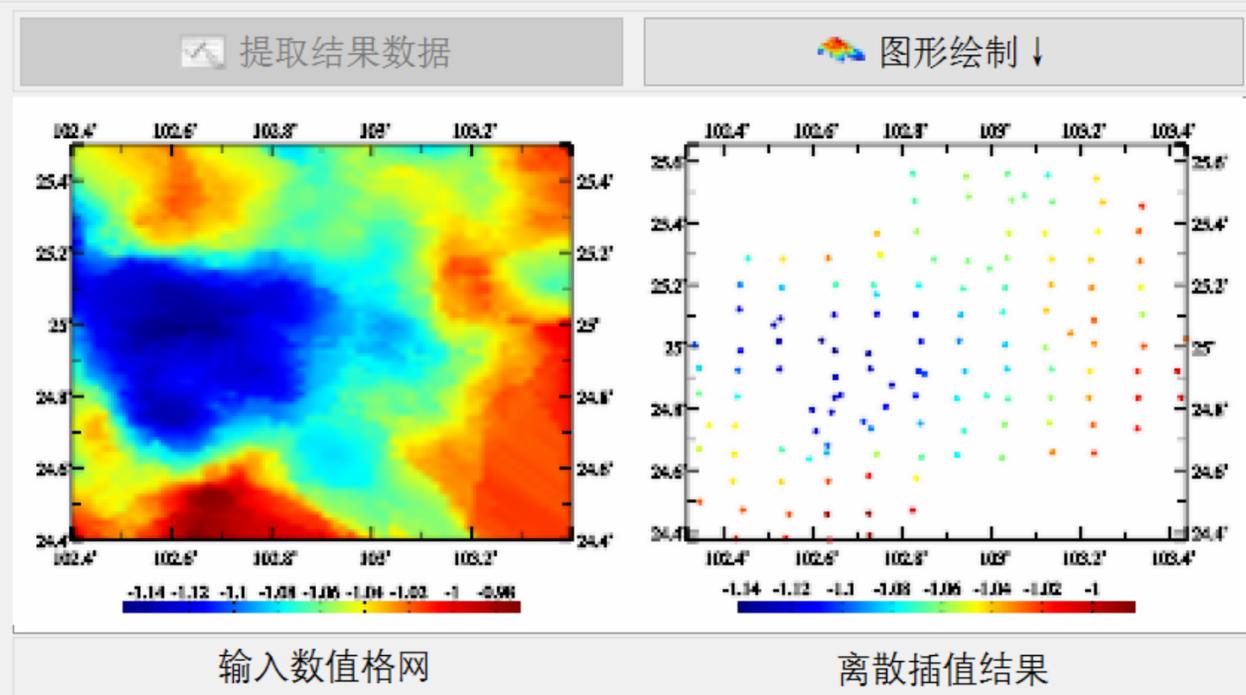
** 格网直接平均法、等面积平均法用于降低格网分辨率，当目标格网分辨率小于源格网分辨率时，程序自动调用距离反比加权插值法。
 >> 打开源格网文件C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Edatafsimpleprocess/dbmGM1800150sksi.dat.
 >> 结果保存为C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Edatafsimpleprocess/dbmGM1800300sksi.dat.
 >> 参数设置结果已输入系统!
 ** 点击[开始计算]控件按钮，或[开始计算]工具按钮.....
 >> 计算开始时间：2024-09-06 11:18:32
 >> 完成计算!
 >> 计算结束时间：2024-09-06 11:18:34
 >> [功能]由格网数值模型文件，按指定的插值方式，内插离散点的属性值。
 >> 打开离散点值文件C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Edatafsimpleprocess/pntdata.txt.
 ** 观察上方窗口文件信息，设置点值文件格式...
 >> 打开用于插值的格网文件C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Edatafsimpleprocess/pntgrid.dat.
 >> 结果保存为C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Edatafsimpleprocess/rstpnt.txt.
 >> 参数设置结果已输入系统!
 ** 点击[开始计算]控件按钮，或[开始计算]工具按钮.....
 >> 计算开始时间：2024-09-06 11:22:00
 >> 完成计算!
 >> 计算结束时间：2024-09-06 11:22:00

打开用于插值的格网文件

选择插值算法
距离反比插值

结果点值保存为 参数设置结果输入 开始计算

| number | lon(deg/decimal) | lat | ellipHeight (m) | rr |
|--------|------------------|-----------|-----------------|------|
| 1 | 102.442457 | 24.471769 | 1972.7703 | -1.0 |
| 2 | 102.546777 | 24.458002 | 1659.0410 | -1.0 |
| 3 | 102.632412 | 24.458211 | 2120.2558 | -0.9 |
| 4 | 102.725921 | 24.460578 | 2111.3872 | -0.9 |
| 5 | 102.420803 | 24.566357 | 1990.6386 | -1.0 |
| 6 | 102.528697 | 24.562786 | 1936.4260 | -1.0 |
| 7 | 102.634437 | 24.565660 | 2192.9271 | -0.9 |
| 8 | 102.725888 | 24.581970 | 2303.7797 | -0.9 |
| 9 | 102.832641 | 24.575505 | 1977.4949 | -1.0 |
| 10 | 102.345532 | 24.668953 | 1919.7825 | -1.0 |
| 11 | 102.423972 | 24.652933 | 1959.3369 | -1.0 |
| 12 | 102.529771 | 24.667079 | 2157.7877 | -1.0 |
| 13 | 102.631063 | 24.657055 | 1906.3415 | -1.0 |
| 14 | 102.742718 | 24.652871 | 1935.7882 | -1.0 |
| 15 | 102.843573 | 24.642787 | 1880.7707 | -1.0 |
| 16 | 102.127770 | 24.658224 | 1828.4287 | -0.9 |

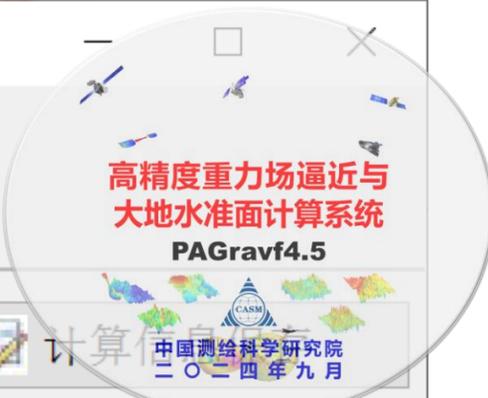


大地测量数值格网低通滤波运算

开始计算

计算信息保存

查看样例



打开大地测量参数格网文件

选择低通滤波器

滑动平均滤波

设置低通滤波参数n

3

低通滤波格网保存为

参数设置结果输入

开始低通滤波计算

>> 计算过程 ** 操作提示

>> [功能]采用滑动平均、高斯、指数型或巴特沃斯等低通滤波器，对格网数据进行低通滤波。滤波前后，格网的规格（范围和分辨率）不变。

** 对于滑动平均滤波器，滤波参数n越大滤波强度越大；对于“指数型”或“巴特沃斯”滤波器，n越小滤波强度越大。

>> 打开大地测量参数格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/EdGrdlowpassfilter/dbmGM1800150sgrr.dat。

>> 低通滤波格网保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/EdGrdlowpassfilter/result.dat。

** 程序输出与输入格网同规格的低通滤波格网。

>> 参数设置结果已输入系统！

** 点击[开始计算]控件按钮，或[开始计算]工具按钮.....

>> 计算开始时间：2024-09-06 11:49:25

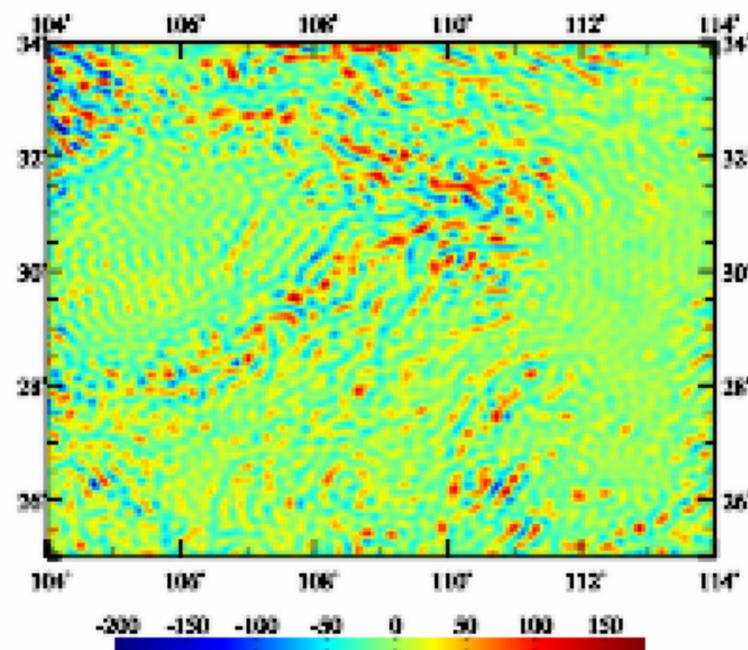
>> 完成大地数值格网低通滤波运算！

>> 计算结束时间：2024-09-06 11:49:26

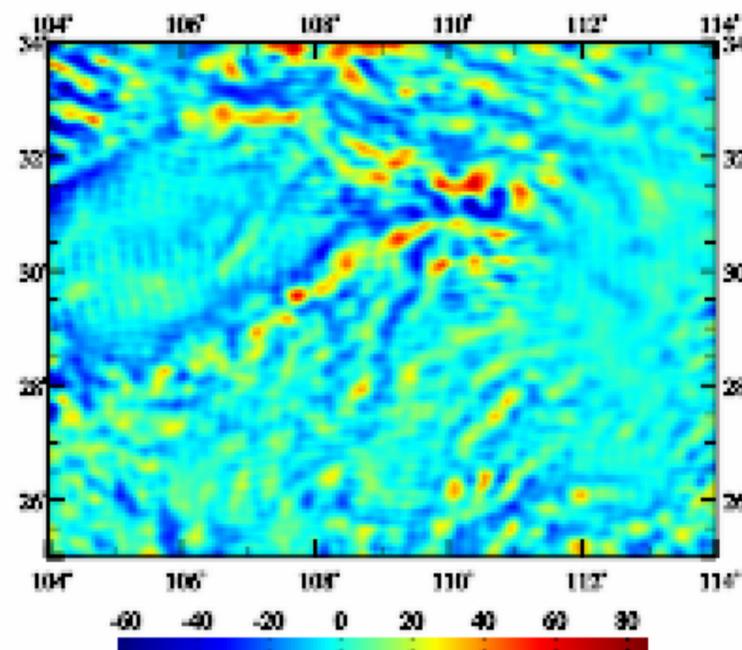
| | | | |
|------------|------------|-----------|-----------|
| 104.000000 | 114.000000 | 25.000000 | 34.000000 |
| 0.194 | 6.596 | 10.186 | 10.480 |
| 0.971 | 3.935 | 3.360 | 0.847 |
| 0.466 | 3.659 | 10.791 | 19.879 |
| -28.092 | -26.515 | -24.157 | -22.303 |
| -30.209 | -30.918 | -26.075 | -17.354 |
| -0.254 | 1.248 | 0.295 | -1.205 |
| 6.628 | 5.769 | 1.432 | -4.668 |
| -8.340 | -5.966 | -1.488 | 2.352 |
| -5.458 | -6.170 | -7.212 | -6.502 |
| 9.663 | 11.804 | 12.544 | 11.550 |
| -17.587 | -17.569 | -18.038 | -16.548 |
| -20.488 | -25.475 | -27.646 | -28.146 |
| -4.245 | -5.504 | -4.921 | -4.107 |
| 5.767 | -1.941 | -7.477 | -7.810 |
| -32.774 | -30.370 | -26.959 | -24.043 |
| -22.243 | -24.159 | -20.915 | -14.288 |

提取滤波结果

图形绘制



输入格网数据



滤波结果格网

离散点值内插法格网化

计算信息保存

查看样例



离散点值内插法格网化

离散点向量内插格网化

高分点直接平均格网化

标准化格网值构造

按经纬度范围提取数据

打开观测点值文件

同规格数据文件批量处理

头文件占住行数 1

格网化属性列序号 4

选择插值方式

距离反比插值

格值搜索范围(倍) 5

输出球坐标格网

>> 计算过程 ** 操作提示

- >> 从界面上方五个控件按钮中选择功能模块...
- >> [功能]由离散观测记录点值文件,按给定属性、插值方式、格网范围和分辨率,生成属性格网文件。程序具备批量点值文件格网化能力。
- >> 打开离散点值文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Edareageodeticdata/dbmhgt150s.txt。
** 观察下方窗口文件信息,设置点值文件格式...
- >> 结果文件保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Edareageodeticdata/dbmhgt150s.dat。
- >> 参数设置结果已输入系统!
** 点击[开始计算]控件按钮,或[开始计算]工具按钮.....
- >> 计算开始时间: 2024-09-06 14:17:47
- >> 计算结束时间: 2024-09-06 14:17:55
- >> 完成计算!

最大纬度 34.000°

最小经度 分辨率 最大经度 104.000° 3.000' 114.000°

最小纬度 25.000°

结果文件保存为

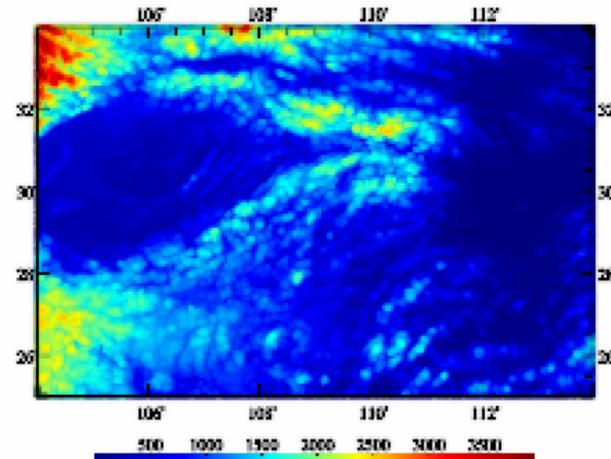
设置参数输入

开始计算

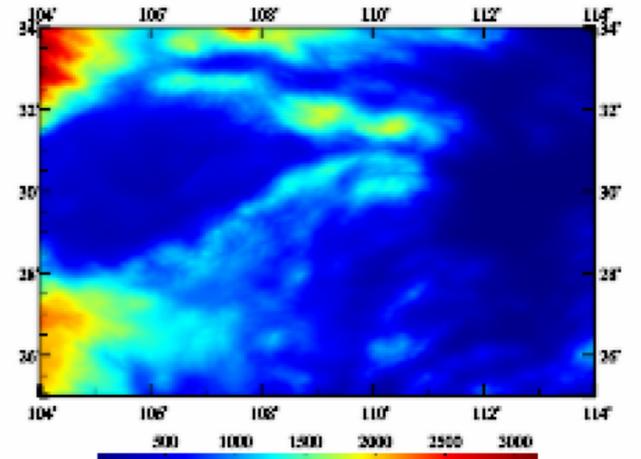
| | | | | | |
|------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 104.000000 | 114.000000 | 25.000000 | 34.000000 | 0.05000000 | 0.05000000 |
| 1912.5904 | 1911.5703 | 1894.6598 | 1892.0005 | 1860.2780 | 1805.2358 |
| 1501.5751 | 1452.5959 | 1369.1316 | 1302.7811 | 1258.5839 | 1290.7015 |
| 1297.9370 | 1248.0554 | 1157.4627 | 1079.7218 | 990.4826 | 892.5431 |
| 719.6808 | 722.9691 | 692.5029 | 653.0434 | 636.2823 | 639.1619 |
| 649.0571 | 677.0091 | 700.1582 | 669.0468 | 671.2319 | 678.5258 |
| 756.8666 | 695.5997 | 646.0431 | 612.9434 | 560.7456 | 477.7001 |
| 572.2131 | 657.7112 | 674.5429 | 654.7447 | 632.3204 | 602.1491 |
| 217.7440 | 253.5656 | 303.8334 | 335.2665 | 341.6214 | 368.5970 |
| 237.8323 | 221.9884 | 206.2026 | 185.5597 | 176.4804 | 177.4285 |
| 535.1840 | 503.6774 | 470.6640 | 458.6786 | 503.5616 | 445.9992 |
| 373.2007 | 427.3413 | 507.7882 | 559.9410 | 598.3770 | 622.1065 |
| 540.5047 | 560.0292 | 548.2523 | 541.3006 | 536.5536 | 466.8930 |
| 591.4949 | 575.7512 | 559.5084 | 549.6903 | 521.3611 | 501.4113 |
| 246.4003 | 274.4692 | 304.5733 | 333.6479 | 361.8329 | |
| 1927.1494 | 1922.9193 | 1912.6866 | 1912.1639 | 1873.0282 | 1827.8662 |
| 1482.2412 | 1432.5739 | 1366.1587 | 1311.1388 | 1296.6929 | 1311.1117 |
| 1267.8525 | 1226.5964 | 1140.8537 | 1060.8004 | 978.7344 | 896.9504 |
| 777.3152 | 770.5878 | 734.9351 | 692.9658 | 656.6895 | 631.1812 |

提取结果数据

图形绘制 ↓



输入离散点值



输出结果格网



大地测量数据统计信息提取

打开数据文件 设置参数输入 开始统计 统计信息保存 查看样例

选择数据文件类型
离散点值文件

打开离散点值文件

头文件占住行数 0

统计属性列序号 5

参数设置结果输入

开始统计计算

>> 计算过程 ** 操作提示

>> [功能]提取点值文件指定属性、站点时序文件指定属性平均值、标准差、最小值、最大值等统计信息。
** 请选择用于统计的数据文件类型...

>> 离散点值属性统计...

>> 打开离散点值文件C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/...
** 观察下方窗口文件信息，设置点值文件格式...

>> 参数设置结果已输入系统!
** 点击[开始统计]控件按钮，或[开始统计]工具按钮。

>> 计算开始时间：2022-08-12 23:28:51

>> 数据统计计算结果：
**最小经度 102.3455°
最大经度 103.4253°
最小纬度 24.3751°
最大纬度 25.4877°
**平均值 -0.1007
标准差 0.0308
最小值 -0.1550
最大值 -0.0459

>> 完成数据统计计算!

>> 计算结束时间：2022-08-12 23:28:51

输入输出数据显示 ↓

| | | | | |
|----|------------|-----------|-----------|---------|
| 2 | 102.546777 | 24.458002 | 1659.0410 | -0.1046 |
| 4 | 102.725921 | 24.460578 | 2111.3872 | -0.0612 |
| 6 | 102.528697 | 24.562786 | 1936.4260 | -0.0491 |
| 9 | 102.832641 | 24.575505 | 1977.4949 | -0.1223 |
| 10 | 102.345532 | 24.668953 | 1919.7825 | -0.0782 |
| 11 | 102.423972 | 24.652933 | 1959.3369 | -0.0548 |
| 13 | 102.631063 | 24.657055 | 1906.3415 | -0.1185 |
| 14 | 102.742718 | 24.652871 | 1935.7882 | -0.0767 |
| 15 | 102.843573 | 24.642787 | 1880.7707 | -0.1319 |
| 16 | 103.137778 | 24.658224 | 1838.4387 | -0.0730 |
| 17 | 102.426305 | 24.743284 | 1929.0475 | -0.0771 |
| 20 | 102.729945 | 24.734909 | 1856.2213 | -0.1356 |
| 21 | 102.840819 | 24.752018 | 2117.8582 | -0.0459 |
| 22 | 102.939253 | 24.728089 | 2050.9590 | -0.0907 |
| 23 | 103.029713 | 24.748496 | 2034.1986 | -0.1217 |
| 24 | 103.129600 | 24.753135 | 1575.0654 | -0.1477 |
| 25 | 103.227846 | 24.747081 | 1668.7801 | -0.1116 |
| 26 | 103.327056 | 24.734505 | 1829.6718 | -0.0499 |
| 28 | 102.649137 | 24.836450 | 1915.0798 | -0.0515 |
| 30 | 102.830331 | 24.840826 | 1892.0219 | -0.1239 |
| 31 | 102.922274 | 24.832754 | 2217.9935 | -0.0469 |
| 32 | 103.037233 | 24.830408 | 2035.5017 | -0.0674 |

大地测量数据统计信息提取

打开数据文件 设置参数输入 开始统计 统计信息保存 查看样例

选择数据文件类型
格网数据文件

打开格网数据文件

参数设置结果输入

开始统计计算

>> 计算过程 ** 操作提示

最小值 -0.1550
最大值 -0.0459

>> 完成数据统计计算!

>> 计算结束时间：2022-08-12 23:28:51

>> 格网文件数据统计...

>> 打开格网数据文件C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Tlstatisticalanalysis/dwmchrga.dat.

>> 参数设置结果已输入系统!
** 点击[开始统计]控件按钮，或[开始统计]工具按钮.....

>> 计算开始时间：2022-08-12 23:30:04

>> 数据统计计算结果：
**最小经度 104.0000°
最大经度 114.0000°
最小纬度 25.0000°
最大纬度 34.0000°
**平均值 -0.0578
标准差 22.9654
最小值 -167.3475
最大值 175.2691

>> 完成数据统计计算!

>> 计算结束时间：2022-08-12 23:30:04

输入输出数据显示 ↓

框口数据保存

| | | | | | | | | |
|------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|----------|----------|--|
| 104.000000 | 114.000000 | 25.000000 | 34.000000 | 0.04166667 | 0.04166667 | | | |
| -25.7608 | -13.3875 | 7.2186 | 24.7149 | 31.4088 | 25.8554 | 11.1546 | -7.3378 | |
| 1.2492 | 8.2511 | 25.2000 | 40.5106 | 41.0960 | 24.1742 | 0.2044 | -15.8246 | |
| -29.8425 | -27.6304 | -21.0353 | -8.0648 | 11.9223 | 35.0907 | 53.6553 | 60.2656 | |
| -28.0596 | -34.3250 | -31.7398 | -22.5722 | -14.7619 | -14.9851 | -22.2831 | -28.9478 | |
| -20.6078 | -11.2485 | -7.0605 | -4.2518 | 3.7133 | 16.9466 | 26.6261 | 22.7704 | |
| -3.7192 | -7.1358 | -10.4737 | -14.0606 | -16.8846 | -15.9327 | -9.6025 | -0.7566 | |
| 23.5480 | 14.7230 | 6.4201 | 0.9377 | -2.7797 | -6.1543 | -9.0524 | -11.1821 | |
| 0.9535 | -7.9694 | -13.4650 | -5.3219 | 14.5052 | 32.3989 | 35.0476 | 21.3620 | |
| -27.3478 | -15.9170 | -7.6469 | -8.9631 | -16.5572 | -21.0556 | -16.2946 | -4.7053 | |
| 15.2363 | 11.7503 | 12.4323 | 19.1381 | 28.3574 | 33.1812 | 28.0544 | 12.9128 | |
| -17.6659 | -15.7030 | -10.1794 | -6.3843 | -7.6680 | -9.8771 | -3.6331 | 16.1123 | |
| -17.7655 | 1.2673 | 5.9326 | -3.5091 | -17.4385 | -26.5756 | -28.4004 | -26.0687 | |
| -13.0422 | -6.7514 | 1.6317 | 7.7796 | 7.9082 | 1.4472 | -8.1695 | -14.9762 | |
| -16.6912 | -31.8561 | -41.6307 | -46.2785 | -44.9045 | -36.2659 | -22.6265 | -11.4554 | |
| -5.8045 | -11.3379 | -8.5159 | 8.4189 | 30.5415 | 41.5710 | 33.0601 | 12.7848 | |
| -28.0545 | -27.7900 | -19.5914 | -11.1066 | -6.6577 | -6.0715 | -7.2473 | -8.6021 | |
| -25.3946 | -11.9016 | 9.0319 | 26.3244 | 32.9950 | 27.5417 | 12.0408 | -8.9510 | |
| -4.2366 | 4.0251 | 20.1331 | 31.6135 | 26.9944 | 7.0498 | -14.8032 | -23.5980 | |
| -16.1827 | -8.6314 | 1.8335 | 15.3546 | 32.0157 | 49.0856 | 61.0373 | 62.7183 | |
| -35.0786 | -39.1811 | -32.3867 | -18.5177 | -7.3749 | -6.7034 | -15.1907 | -23.7199 | |

大地测量数据的统计信息提取

二维多属性数据曲线可视化



查看样例



打开二维多属性数据文件

选择x轴(排序递增)所在列序号

第1组显示曲线位置参数

第2组显示曲线位置参数

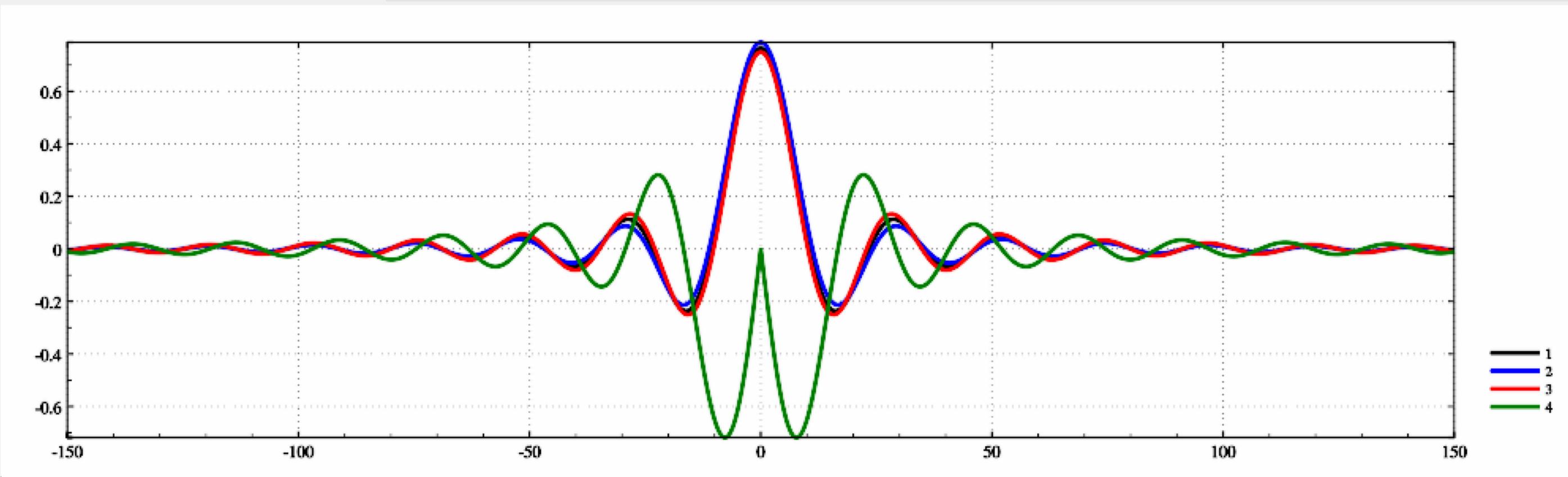
第3组显示曲线位置参数

最小最大x值行号

程序每次最多绘制15个属性曲线。

| 1 | 2 | 120 | 1800 | 3.00 | 扰动重力, 高程异常, 扰动重力梯度, 垂线偏差 |
|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|
| -150.000 | -0.00691 | -0.00541 | -0.00850 | -0.01087 | |
| -149.814 | -0.00657 | -0.00513 | -0.00810 | -0.01150 | |
| -149.629 | -0.00621 | -0.00483 | -0.00768 | -0.01209 | |
| -149.443 | -0.00583 | -0.00453 | -0.00723 | -0.01265 | |
| -149.257 | -0.00544 | -0.00420 | -0.00677 | -0.01318 | |
| -149.072 | -0.00503 | -0.00387 | -0.00628 | -0.01368 | |
| -148.886 | -0.00460 | -0.00352 | -0.00577 | -0.01413 | |
| -148.700 | -0.00416 | -0.00316 | -0.00525 | -0.01456 | |
| -148.515 | -0.00371 | -0.00280 | -0.00471 | -0.01494 | |
| -148.329 | -0.00324 | -0.00242 | -0.00416 | -0.01528 | |
| -148.144 | -0.00276 | -0.00204 | -0.00359 | -0.01559 | |
| -147.958 | -0.00228 | -0.00164 | -0.00301 | -0.01585 | |
| -147.772 | -0.00178 | -0.00125 | -0.00242 | -0.01607 | |
| -147.587 | -0.00128 | -0.00084 | -0.00182 | -0.01624 | |
| -147.401 | -0.00078 | -0.00044 | -0.00122 | -0.01638 | |
| -147.215 | -0.00027 | -0.00003 | -0.00060 | -0.01646 | |
| -147.030 | 0.00025 | 0.00038 | 0.00001 | -0.01651 | |
| -146.844 | 0.00076 | 0.00080 | 0.00063 | -0.01650 | |
| -146.658 | 0.00128 | 0.00121 | 0.00125 | -0.01645 | |

标注字号 线粗



🔔 按住鼠标左键旋转图形，右键/滚动中键缩放图形，按住中键平移图形。🔔 需要更大图形时，先将右边图形窗口拉大，再点击[图形绘制]按钮。🔔 改变输入数据或参数后，需再次点击[参数设置输入]按钮，更新图形。

三维离散点值数据可视化



查看样例

打开离散点值文件

头文件行数 x列序号

y列序号 z列序号

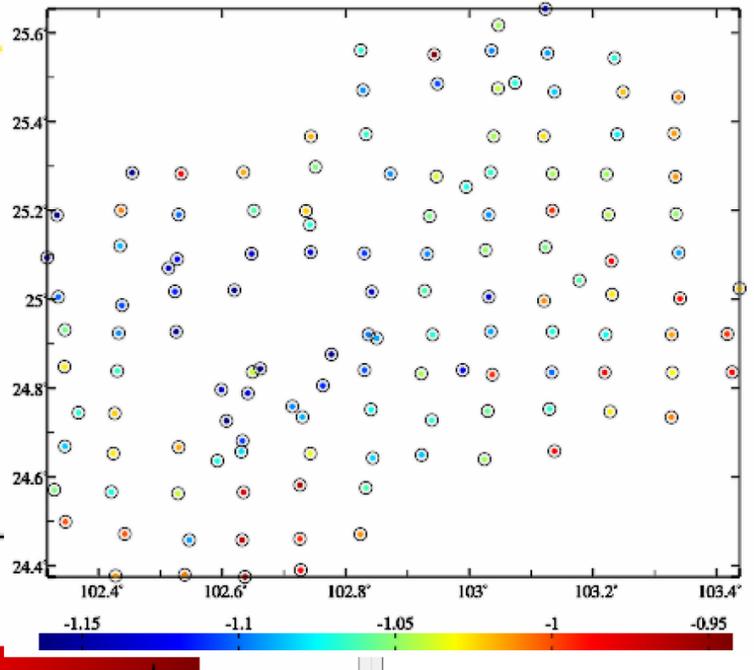
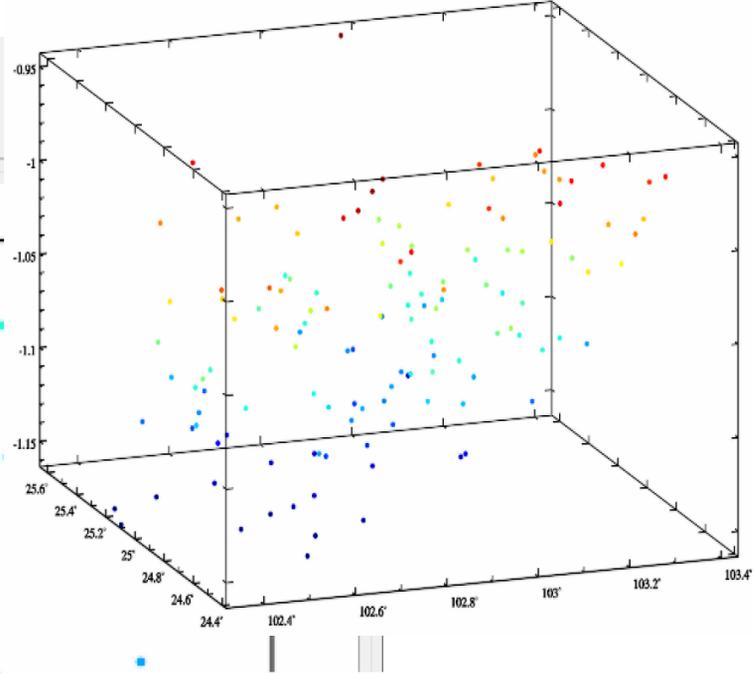
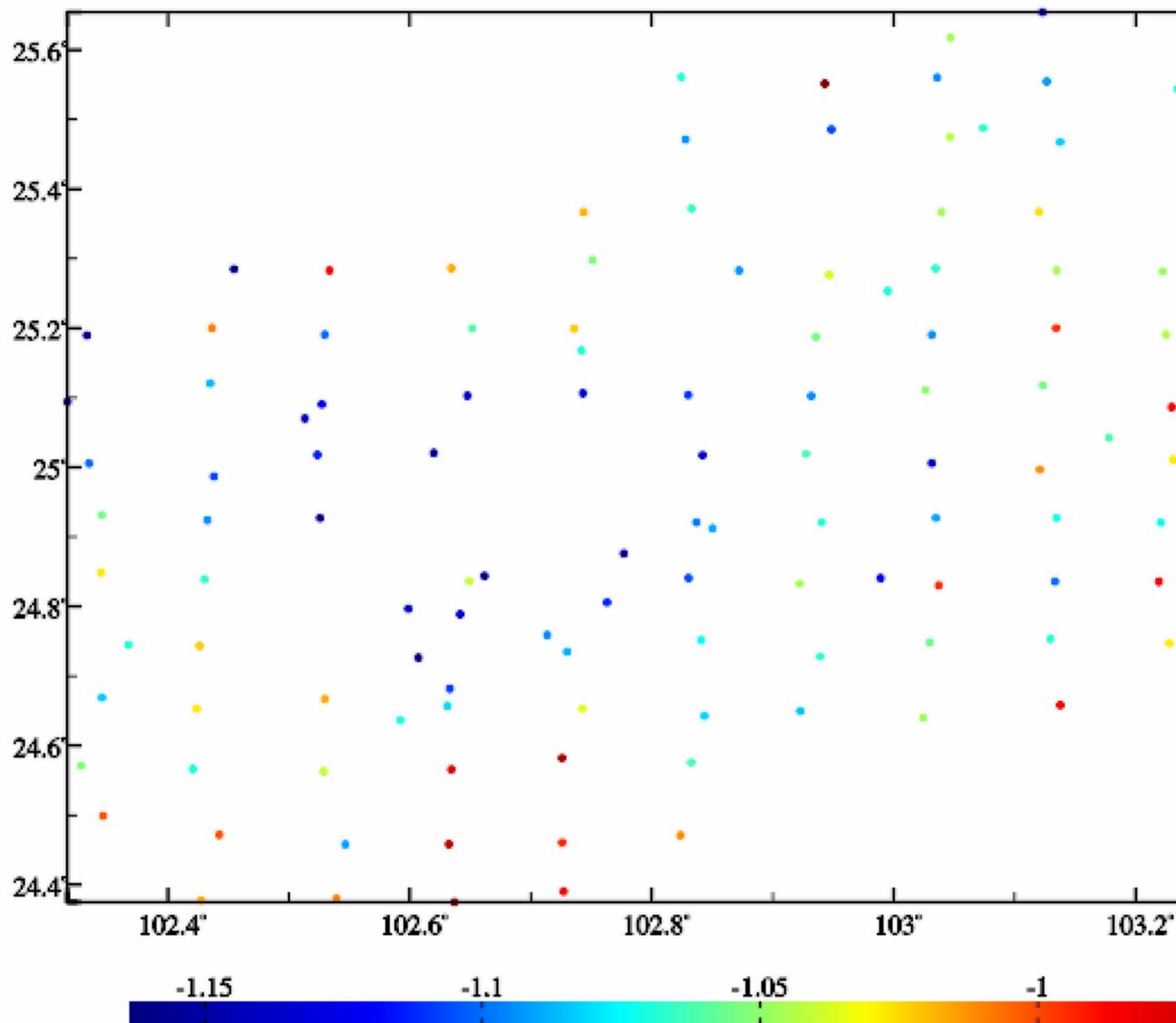
最小z值 最大z值

图形显示式样

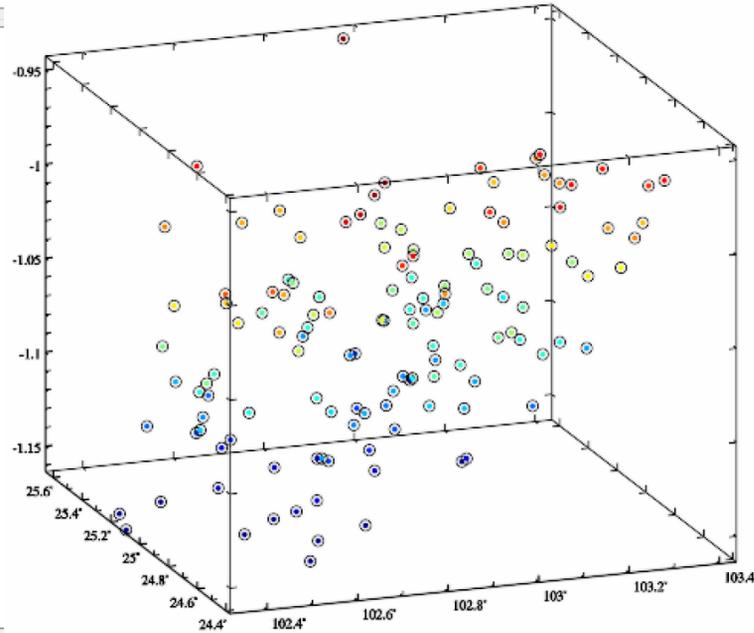
图形元素标注字号

自定义标尺范围(可用于批量绘图)

- 按住鼠标左键旋转图形，右键/滚动中键缩放图形，按住中键平移图形。
- 需要更大图形时，先将右边图形窗口拉大，再点击[图形绘制]按钮。
- 改变输入数据或参数后，需再次点击[参数设置输入]按钮，更新图形。



| number | long(deg/decimal) | lat | ellipHeight (m) | rentKsi (m) | TerEffect (mGal) |
|--------|-------------------|-----------|-----------------|-------------|------------------|
| 1 | 102.442457 | 24.471769 | 1972.7703 | -1.0013 | -3.3508 |
| 2 | 102.546777 | 24.458002 | 1659.0410 | -1.0916 | -6.6124 |
| 3 | 102.632412 | 24.458211 | 2120.2558 | -0.9639 | -5.0422 |
| 4 | 102.725921 | 24.460578 | 2111.3872 | -0.9936 | -3.6867 |
| 5 | 102.420803 | 24.566357 | 1990.6386 | -1.0706 | -3.1489 |
| 6 | 102.528697 | 24.562786 | 1936.4260 | -1.0402 | -2.0473 |
| 7 | 102.634437 | 24.565660 | 2192.9271 | -0.9743 | -4.0534 |
| 8 | 102.725888 | 24.581970 | 2303.7797 | -0.9566 | -7.1388 |
| 9 | 102.832641 | 24.575505 | 1977.4949 | -1.0619 | -5.9858 |
| 10 | 102.345532 | 24.668953 | 1919.7825 | -1.0840 | -1.6645 |
| 11 | 102.423972 | 24.652933 | 1959.3369 | -1.0281 | -3.0476 |
| 12 | 102.529771 | 24.667079 | 2157.7877 | -1.0165 | -4.2396 |
| 13 | 102.631063 | 24.657055 | 1906.3415 | -1.0806 | -1.6637 |
| 14 | 102.742718 | 24.652871 | 1935.7882 | -1.0343 | -1.7419 |
| 15 | 102.843573 | 24.642787 | 1880.7707 | -1.0819 | -7.7294 |
| 16 | 103.137778 | 24.658224 | 1838.4387 | -0.9843 | -11.7862 |
| 17 | 102.426305 | 24.743284 | 1929.0475 | -1.0229 | -4.1779 |



区域格网数字模型可视化

打开格网值文件

最小值 -9000.0 最大值 9000.0

图形参数

图形元素标注字号 6

选择图形式样 平面彩色图

自定义标尺范围(可用于批量绘图)

参数设置输入

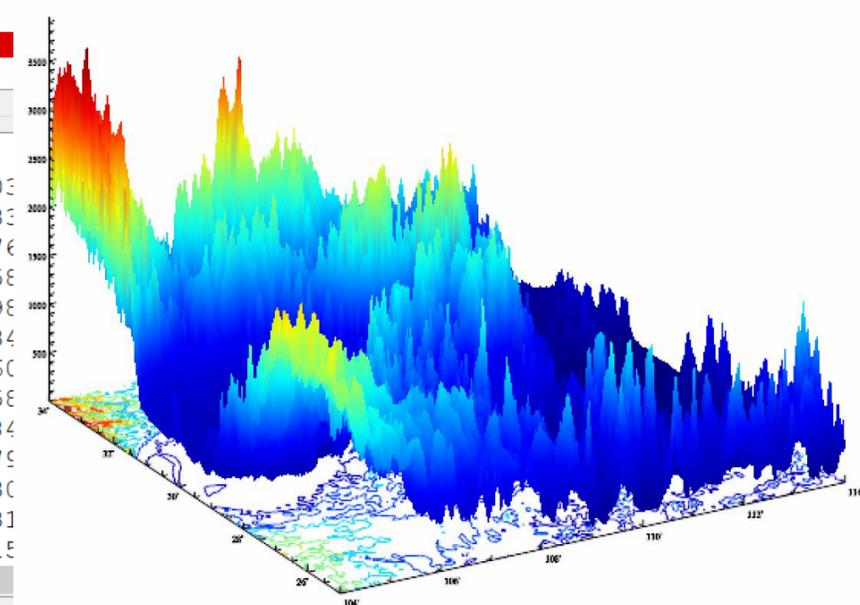
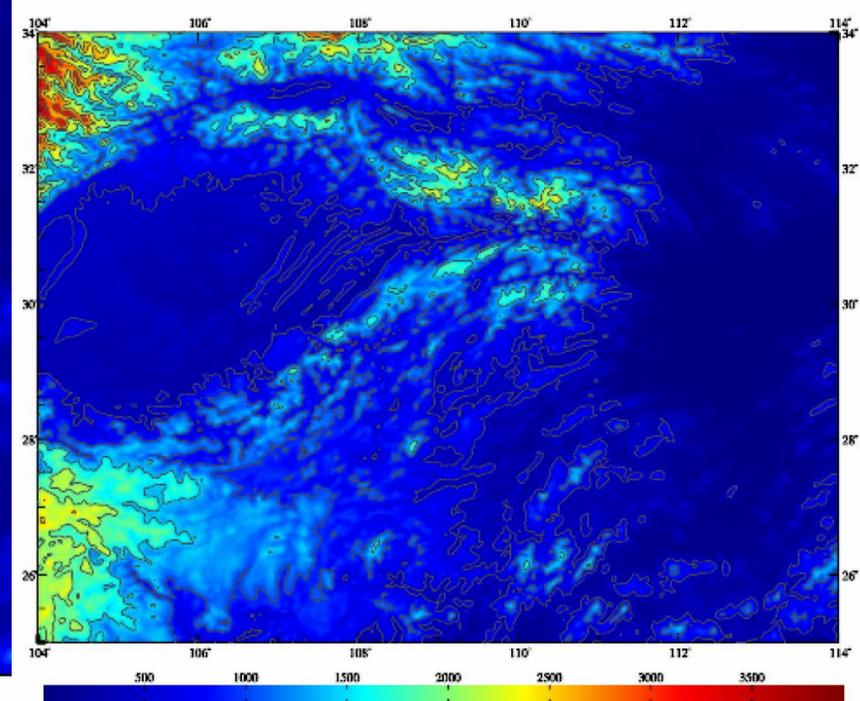
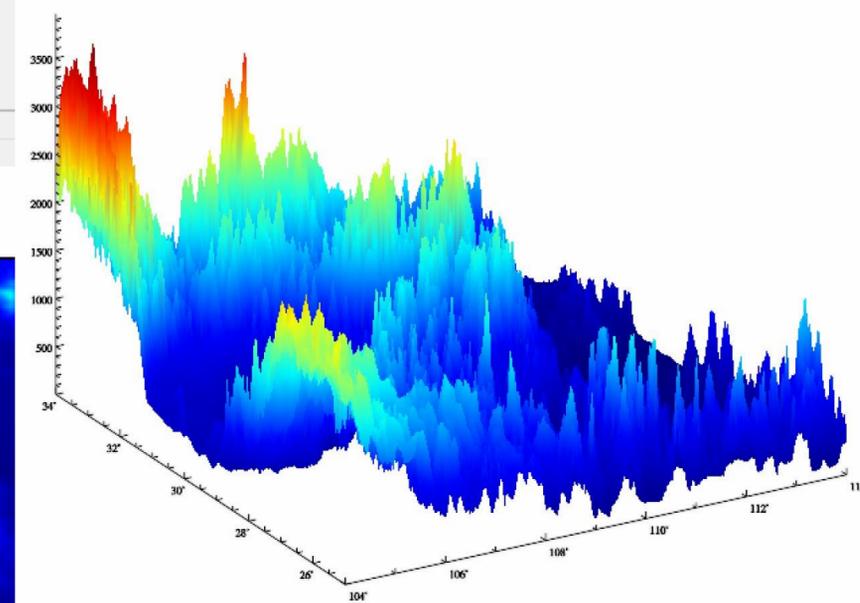
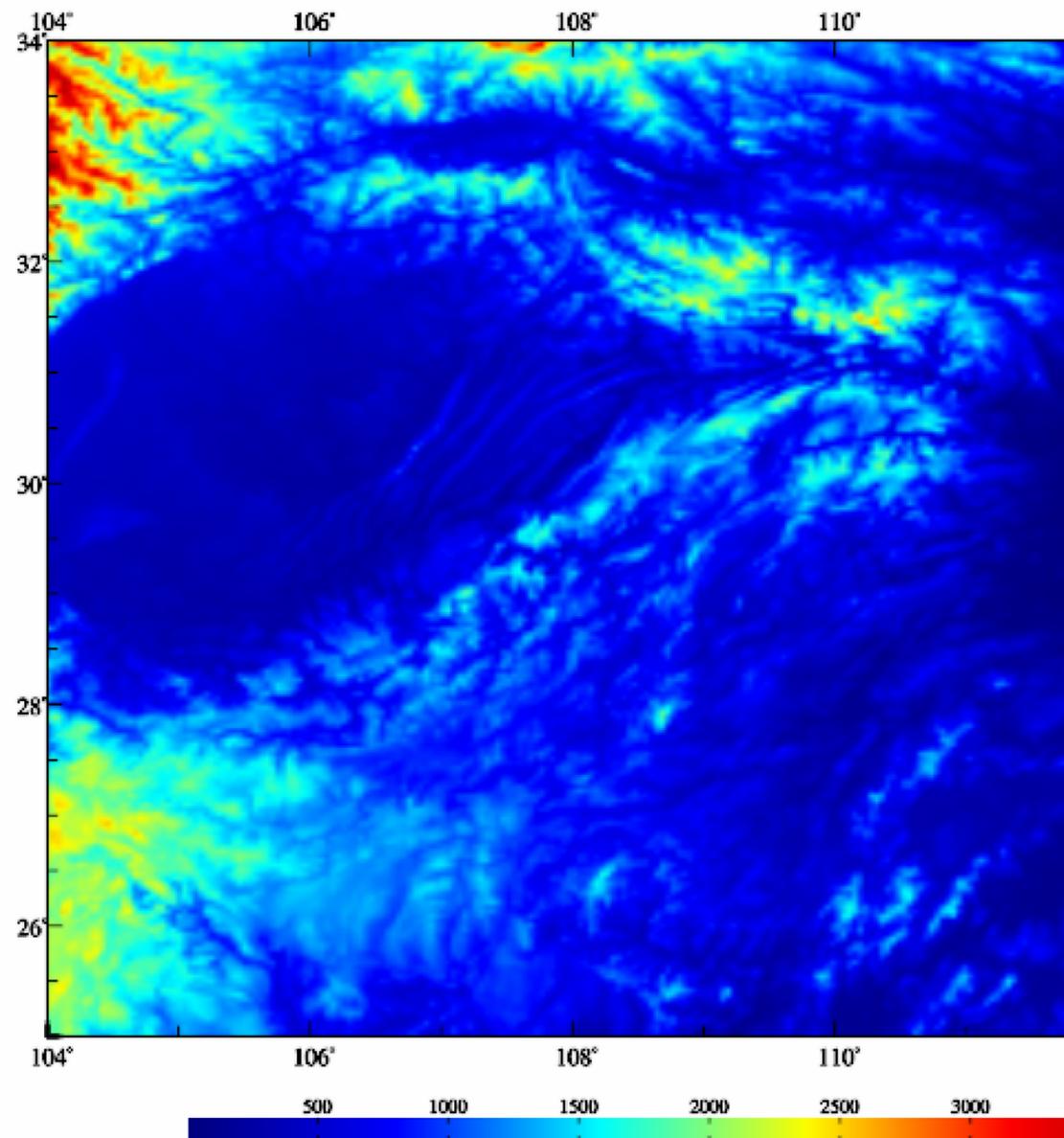
图形绘制→

当前窗口图形保存为

按住鼠标左键旋转图形，右键/滚动中键缩放图形，按住中键平移图形。

需要更大图形时，先将右边图形窗口拉大，再点击[图形绘制]按钮。

改变输入数据或参数后，需再次点击[参数设置输入]按钮，更新图形。



| | | | | | | | | | | | |
|------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|
| 104.000000 | 114.000000 | 25.000000 | 34.000000 | 0.04166667 | 0.04166667 | | | | | | |
| 1880.6229 | 1872.6631 | 1910.7226 | 1931.7678 | 1992.7628 | 1897.7201 | 1807.6282 | 1607.5273 | 1451.4399 | 1394.3910 | 1303.3910 | |
| 1579.5092 | 1478.5386 | 1457.5814 | 1610.5779 | 1703.5245 | 1392.4420 | 1257.3073 | 1156.1960 | 1088.1513 | 1250.1386 | 1333.3910 | |
| 1127.0908 | 1141.1294 | 1156.2046 | 1181.3156 | 1335.4458 | 1400.5863 | 1424.7030 | 1433.7637 | 1352.7645 | 1266.7092 | 1176.7092 | |
| 530.3341 | 562.3269 | 484.3763 | 478.4654 | 553.5572 | 717.6303 | 623.7012 | 541.7780 | 488.8902 | 636.0126 | 658.0126 | |
| 642.5738 | 575.7033 | 629.8140 | 654.9278 | 694.0588 | 807.1893 | 877.3003 | 868.3630 | 752.3735 | 584.3726 | 398.3726 | |
| 726.9660 | 439.0429 | 598.0917 | 604.1553 | 596.2404 | 510.3625 | 572.5056 | 692.6572 | 840.7887 | 791.9102 | 734.9102 | |
| 820.3976 | 667.4142 | 588.4198 | 585.4228 | 661.4284 | 557.4446 | 337.4741 | 378.4927 | 359.5243 | 305.5678 | 260.5678 | |
| 494.4589 | 433.5887 | 353.7412 | 430.9411 | 723.1664 | 821.3833 | 718.5536 | 599.6331 | 615.6516 | 595.6682 | 458.6682 | |
| 128.9313 | 219.0568 | 175.1873 | 152.2870 | 137.3672 | 113.4730 | 108.6262 | 179.8153 | 317.0100 | 466.1877 | 484.1877 | |
| 456.2484 | 331.3966 | 360.5464 | 451.7045 | 575.8571 | 698.9677 | 492.0606 | 313.0891 | 189.0889 | 170.1022 | 179.1022 | |
| 151.7808 | 150.9295 | 208.1037 | 343.2835 | 296.4796 | 343.6928 | 326.9646 | 534.2658 | 1004.5335 | 951.7826 | 530.7826 | |
| 220.4672 | 560.7057 | 752.8913 | 548.0598 | 375.1793 | 295.2814 | 273.3952 | 273.5185 | 318.6440 | 319.7772 | 331.7772 | |
| 267.7158 | 300.9213 | 596.1217 | 576.3492 | 569.5540 | 559.7308 | 469.9046 | 541.0749 | 593.2796 | 657.5093 | 715.5093 | |

向量格网数字模型可视化



查看样例

打开向量网格值文件

图形元素标注字号 5

向量线参数

x方向箭头数量 60

向量箭头大小 16

向量线长度 16

向量形式 南西SW(垂线偏差向量)

参数设置输入

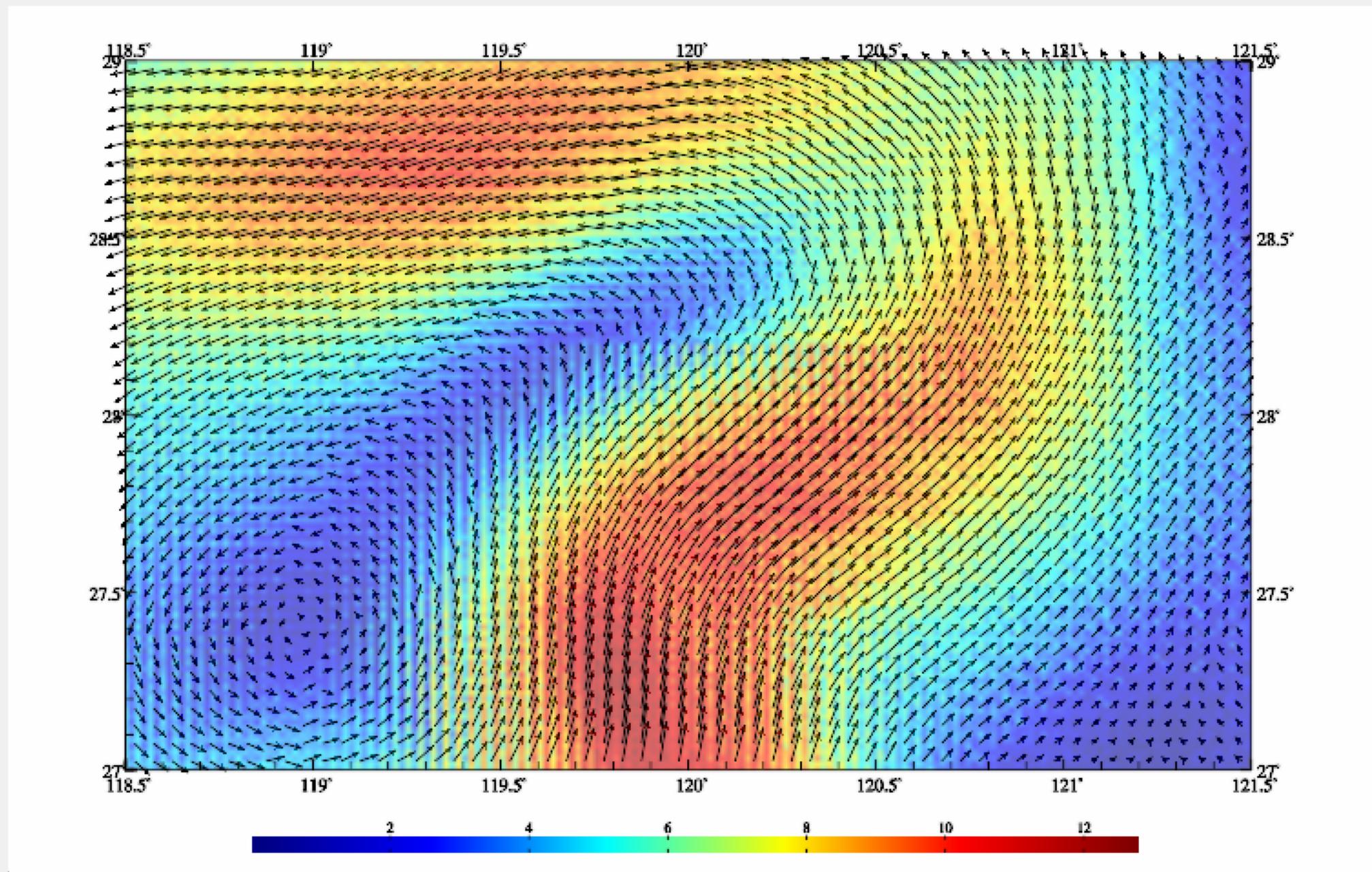
图形绘制 →

当前窗口图形保存为

按住鼠标右键/滚动中键可缩放图形，按住中键可平移图形。

需要大图形时，先将右方图形窗口拉大，再点击[图形绘制]按钮。

改变输入数据或参数后，需再次点击[参数设置输入]按钮，更新图形。



| | | | | | | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|----------------|-------------|
| 118.500000 | 121.500000 | 27.000000 | 29.000000 | 1.66666667E-02 | 1.66666667E-02 | 2015070106 |
| 4.2017E+00 | 1.8364E+00 | 3.5829E+00 | 1.1078E+00 | 3.3135E+00 | 1.0280E+00 | 3.7127E+00 |
| -1.6967E-01 | 2.8743E+00 | -6.7866E-01 | 2.2256E+00 | -1.2675E+00 | 2.1258E+00 | -6.9862E-01 |
| 1.4771E+00 | -2.1258E+00 | 9.9803E-01 | -3.0041E+00 | 5.5890E-01 | -3.0340E+00 | 1.0879E+00 |
| -4.7606E+00 | -5.7886E-01 | -5.4493E+00 | -1.5669E+00 | -6.2776E+00 | -1.9761E+00 | -6.0181E+00 |
| -5.2097E+00 | -8.4234E+00 | -5.8485E+00 | -9.0821E+00 | -6.5770E+00 | -9.2518E+00 | -6.2676E+00 |
| -1.0978E+01 | -9.4813E+00 | -1.1208E+01 | -1.0489E+01 | -1.1907E+01 | -1.0879E+01 | -1.0928E+01 |
| -1.1068E+01 | -9.9304E+00 | -1.1108E+01 | -1.0090E+01 | -1.1577E+01 | -9.7009E+00 | -1.0260E+01 |
| -7.7148E+00 | -9.2418E+00 | -7.3056E+00 | -9.1320E+00 | -7.3056E+00 | -8.2837E+00 | -5.6888E+00 |
| -5.3894E+00 | -3.5730E+00 | -4.9502E+00 | -3.6728E+00 | -4.9902E+00 | -3.0540E+00 | -3.1538E+00 |
| -1.3673E+00 | -1.5869E+00 | -1.5270E+00 | -2.0060E+00 | -1.6468E+00 | -1.2875E+00 | -2.9941E-02 |
| -1.4471E+00 | -1.4372E+00 | -8.5831E-01 | 1.4970E-01 | -4.0919E-01 | -4.7906E-01 | |

正常重力场、地球椭球常数及 W_G 分析计算

重力场位系数模型及其频谱特征分析计算

测点扰动场元计算与大地水准面误差分析

非等位面上扰动场元边值问题校正计算

离散扰动重力场元径向梯度法解析延拓

离散重力场元粗差探测与基函数格网化

Stokes/Hotine积分外部高程异常计算

Vening-Meinesz外部垂线偏差计算

多种扰动重力场元反算与逆运算积分

外部场元梯度与Poisson数值积分计算

球面径向基函数性能特征与参数分析

谱域SRBF重力场逼近及性能指标测评

多源异质数据SRBF重力场全要素建模

重力场及大地水准面建模练习流程

文本记录数据标准化提取

数据插值、提取与区域分离

大地测量数据文件简单直接运算

大地测量数值格网低通滤波运算

点值简单格网化与区域数据构造

向量格网文件构造与转换

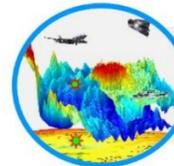
大地测量数据的统计信息提取

格网水平梯度与向量格网内积计算

地球重力场数据分析
与预处理计算



不同高度各类场元
多种地形影响计算



高精度重力场逼近与全要素建模



高精度重力场逼近与
大地水准面计算系统

PAGravf4.5

中国测绘科学研究院
二〇二四年九月

区域高程基准
优化、统一与
应用计算



大地水准面外部各种场元局部地形影响计算

外部重力陆地/海洋/湖库完全布格影响积分

各种外部场元地形Helmert凝聚影响计算

近地空间场元陆海剩余地形影响积分计算

陆海统一的经典重力布格/均衡影响积分计算

超高阶陆海地形球谐分析与球谐系数模型构建

外部场元完全布格/剩余地形影响球谐综合计算

重力场元各种地形影响计算练习流程

高程异常高差改正及高程系统差别计算

过指定点重力等位面构造与精化计算

过指定点等高面重力位和大地高计算

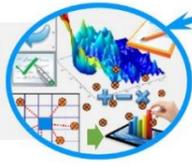
残差GNSS水准大地水准面精度评定

GNSS水准融合与高程基准优化计算

GNSS代替水准测定正(常)高计算器

大地测量数据
文件编辑计算
与可视化绘图

大地测量数据编
辑计算工具



PAGravf4.5 计算系统
简介、设置与可视化



PAGravf4.5科学计算系统简介

PAGravf重要概念与特色理念

PAGravf4.5系统参数设置

二维多属性数据曲线可视化

三维离散点值数据可视化

区域格网数字模型可视化

向量格网数字模型可视化