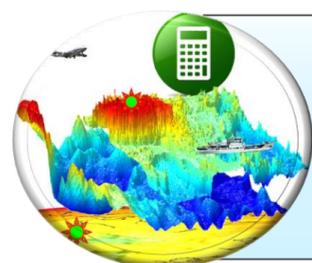
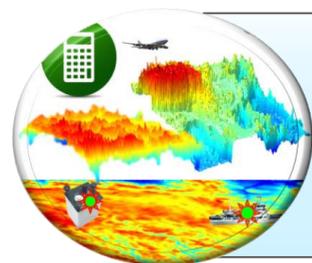




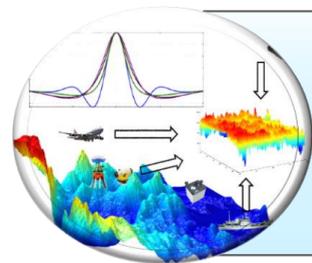
地形影响与重力勘探计算练习



**由重力场模型计算陆海布格
均衡异常便捷流程**

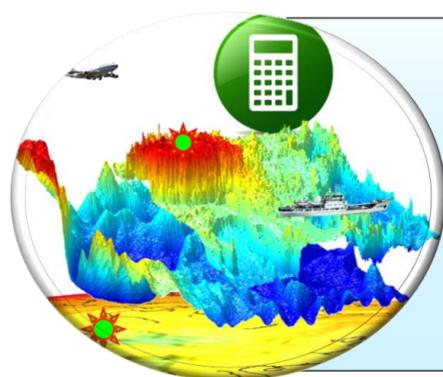


**地形等高面上陆海完全布格
扰动重力计算流程**



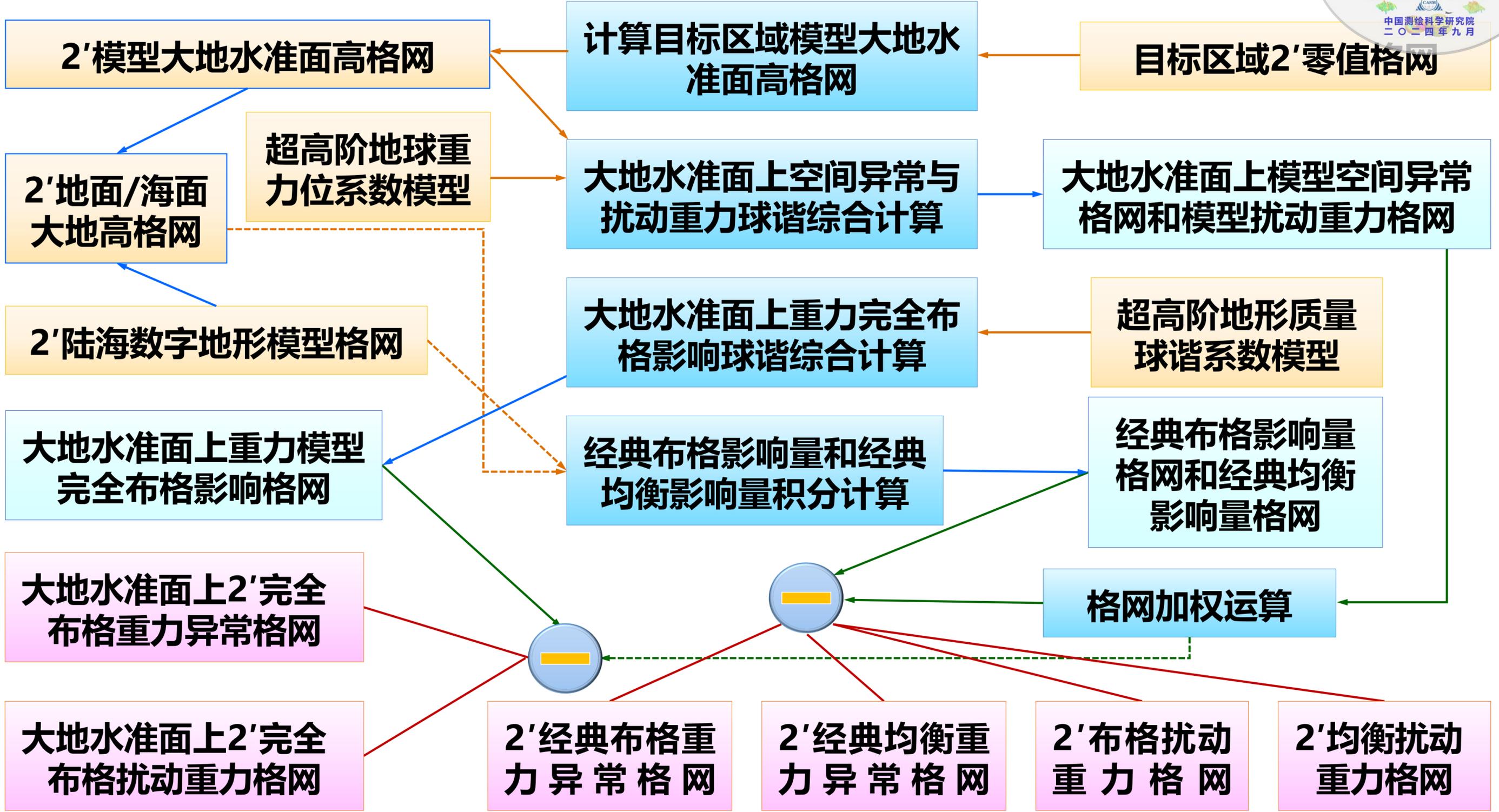
**多种异质观测量解析融合的
重力勘探建模方案**

只需四步，陆海全球适用，人人都能！



**由重力场模型计算陆海布格
均衡异常便捷流程**

**布格均衡重力异常/布格均衡
扰动重力计算流程完全相同**



由重力场模型计算布格/均衡异常的便捷流程

(1) 观测扰动重力归算与平均地形等高面扰动重力格网计算

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
二〇二四年九月

- 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 180

提取场元模型值

图形绘制

计算信息保存

>> [功能]输入地球重力场位系数模型, 计算地球空间任意点处的(剩余)高程异常(m)、空间异常(mGal)、扰动重力(mGal)、垂线偏差向量(s, "/秒, 南向、西向)、扰动重力梯度(径向, E)、水平重力梯度向量(E, 北向、西向)或后三项之和(Laplace算子)的模型值。

** 点击[打开全球地球重力场位系数模型文件]控件按钮, 或[打开位系数模型]工具按钮...

>> 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!

>> 打开计算面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/GMBougEquilibrium/zero2m.dat。

>> 计算结果文件保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/GMBougEquilibrium/GMgeoidh2m_180.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!

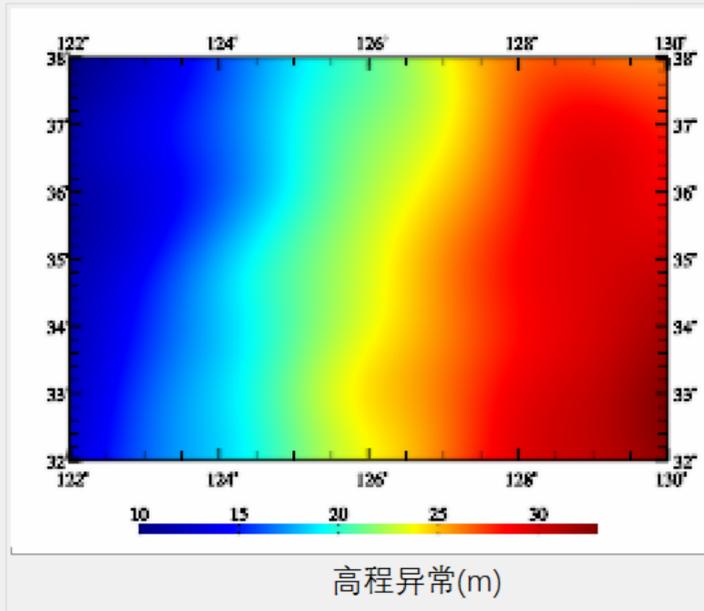
** 点击[开始计算]控件按钮, 或[开始计算]工具按钮.....

** 计算过程需要等待, 期间可打开输出文件查看计算进度...

计算结果保存为

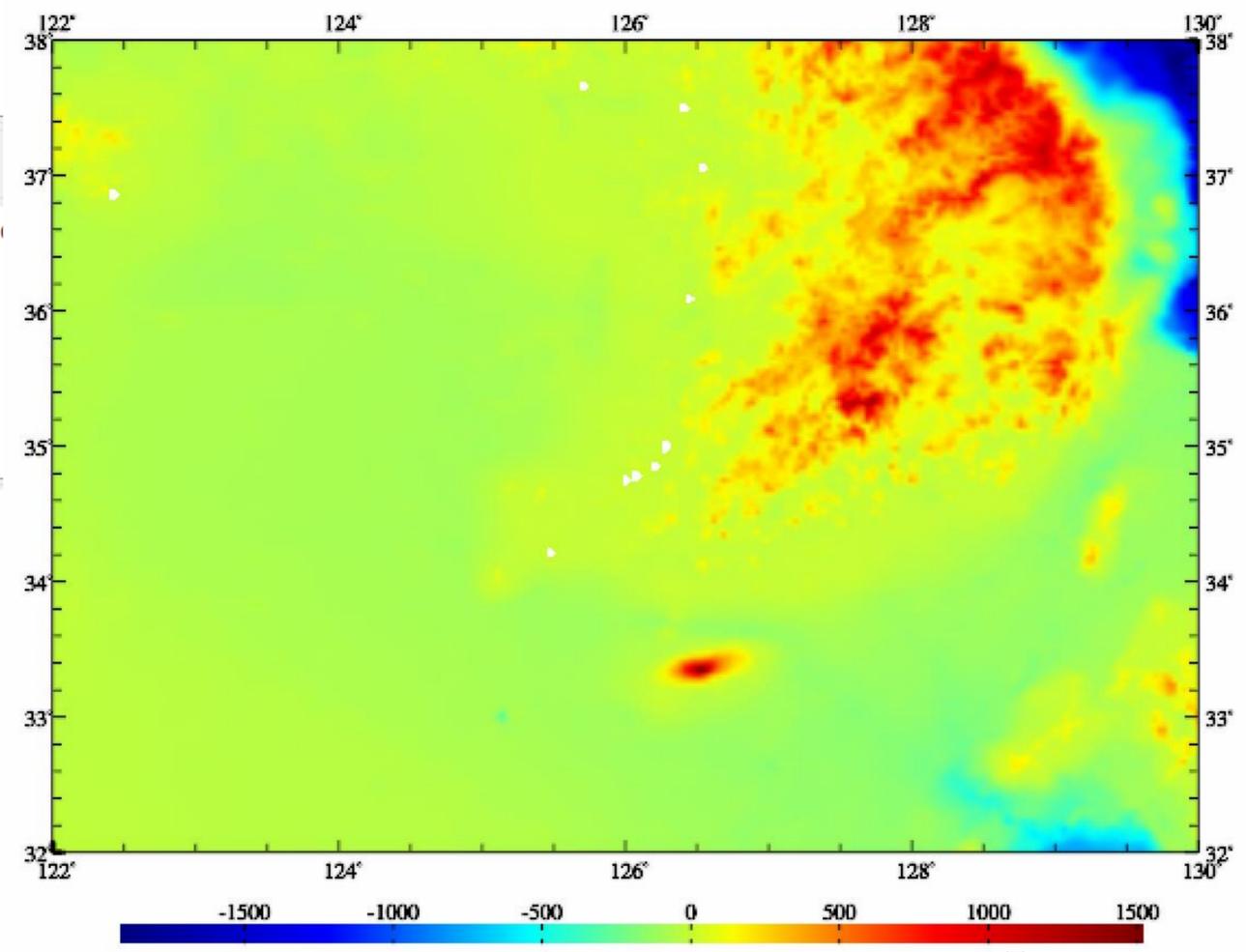
参数设置结果输入

C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/



目标区域归算面
大地水准面的
模型大地高格网

空间异常(mGal)



目标区域2'陆海数字地形模型

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。

(2) 计算大地水准面上空间异常与扰动重力模型值



- 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 1800

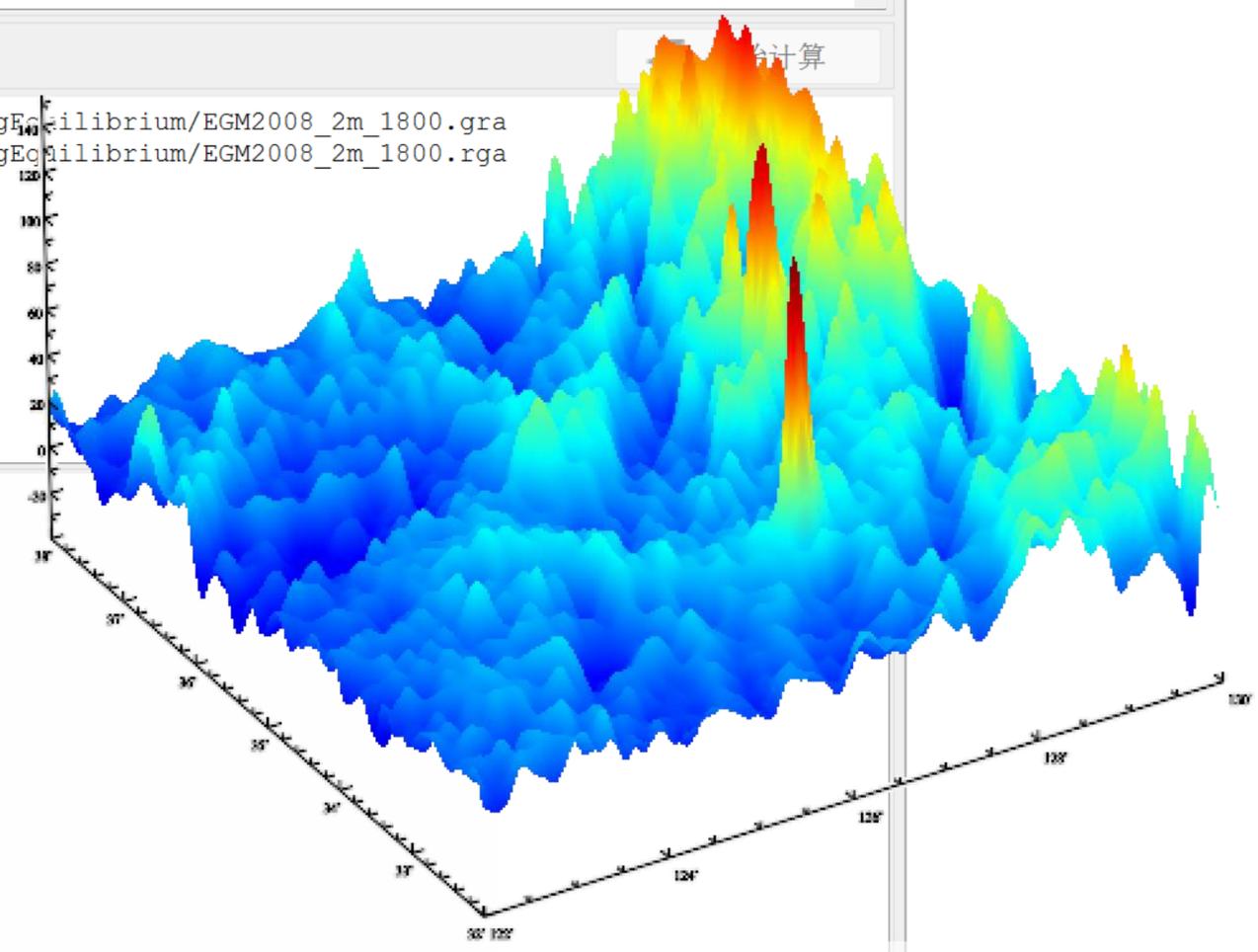
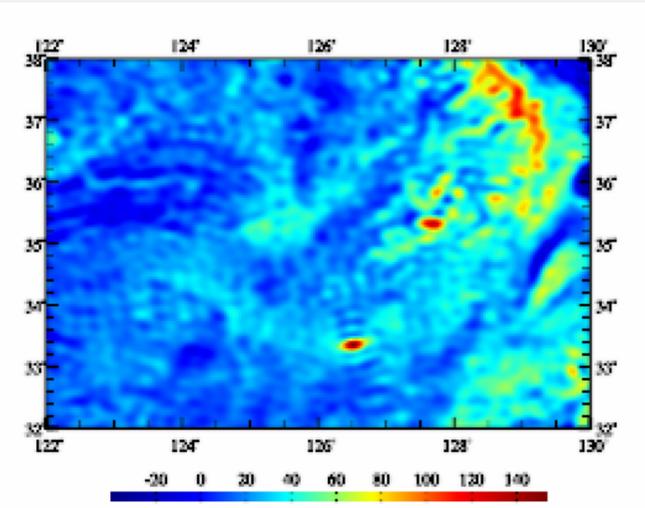
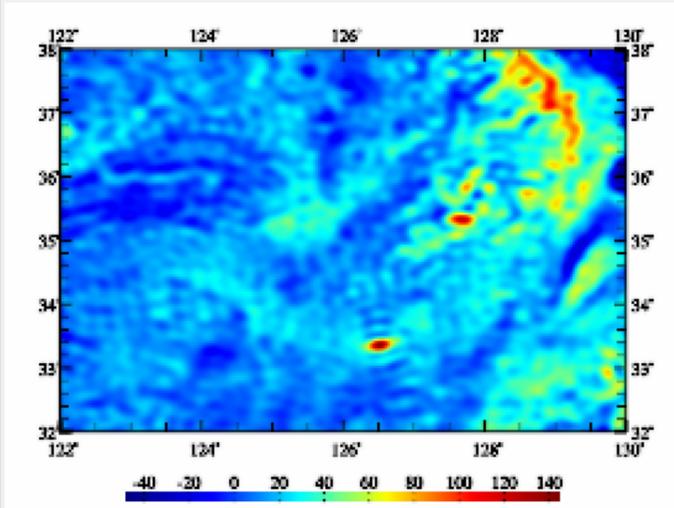
计算信息保存 ↓

>> [功能]输入地球重力场位系数模型, 计算地球空间任意点处的(剩余)高程异常(m)、空间异常(mGal)、扰动重力(mGal)、垂线偏差向量(s, "/秒, 南向、西向)、扰动重力梯度(径向, E)、水平重力梯度向量(E, 北向、西向)或后三项之和(Laplace算子)的模型值。
 ** 点击[打开全球地球重力场位系数模型文件]控件按钮, 或[打开位系数模型]工具按钮...
 >> 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!
 >> 打开计算面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/GMBougEquilibrium/GMgeoidh2m_180.ksi。
 >> 计算结果文件保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/GMBougEquilibrium/EGM2008_2m_1800.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...

- 计算结果保存为
- 参数设置结果输入
- 开始计算

C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/GMBougEquilibrium/EGM2008_2m_1800.gra
 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/GMBougEquilibrium/EGM2008_2m_1800.rga

- 提取场元模型值
- 图形绘制 ↓



大地水准面2'模型扰动重力格网

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。

(3) 计算经典布格影响量和经典均衡影响量



打开陆海地形 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

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
 大地高格网文件
打开计算范围地面/海面大地高格网
 局部地形影响积分半径 90 km
 均衡/海水布格积分半径 200 km
 均衡补偿深度 30 km

>> 计算过程 ** 操作提示

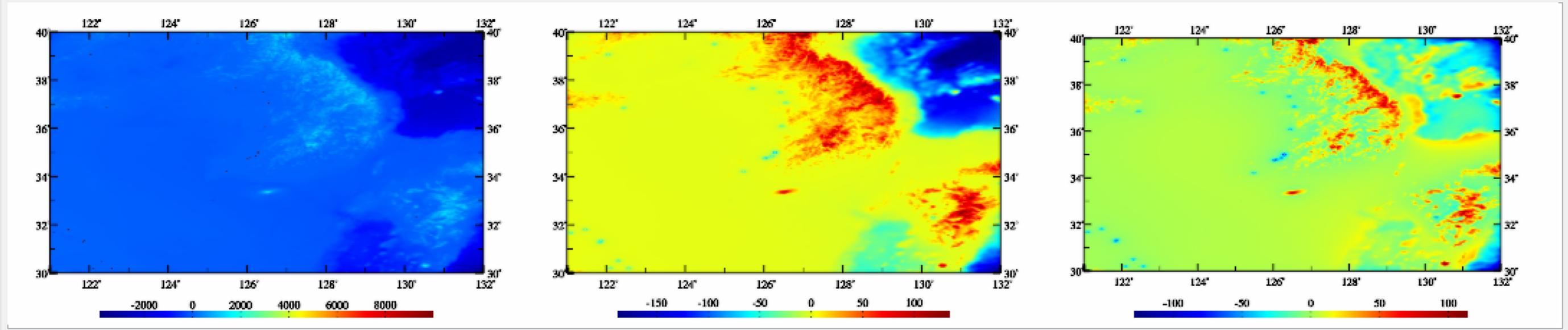
>> [功能]由陆海地形数字模型和地面/海面大地高格网，计算地面/海面重力点陆海统一的经典布格影响/均衡影响及其各种地形影响量(mGal)。
 ** 输入格网规格相同的陆海地形数字模型和地面/海面大地高格网...

>> 打开陆海地形数字模型格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/GMBougEquilibrium/extlandseadt2m.dat.
 >> 打开地面/海面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/GMBougEquilibrium/extlandseahgt2m.dat.
 >> 打开计算范围地面/海面大地高格网 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/GMBougEquilibrium/extlandseahgt2m.dat.
 >> 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/GMBougEquilibrium/BougEquin12m.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: 2024-09-07 10:43:14
 >> 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

no	lon(deg/decimal)	lat	height/depth	local terrian	plane layer	sea-water Bouguer effect	...
1	121.01667	30.01667	43.360	-0.0930	4.8550	-0.0015	-0.5137 0.0517 4.7604 4.2984
2	121.05000	30.01667	20.550	-0.0329	2.3010	-0.0015	-0.5699 0.0554 2.2666 1.7520
3	121.08333	30.01667	45.640	-0.1658	5.1102	-0.0016	-0.6177 0.0592 4.9428 4.3844
4	121.11667	30.01667	7.880	-0.0164	0.8823	-0.0016	-0.6834 0.0634 0.8643 0.2443
5	121.15000	30.01667	6.400	-0.0072	0.7166	-0.0017	-0.7421 0.0678 0.7077 0.0335
6	121.18333	30.01667	5.000	-0.0311	0.5598	-0.0018	-0.8012 0.0726 0.5270 -0.2017

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。

(4) 生成大地水准面上经典布格和均衡异常

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

点值属性加权运算

格网值加权运算

向量格网矢量积运算

球谐系数加权运算

打开格网值文件一

打开同规格格网文件二

选择运算方式

相减 -

权值设置

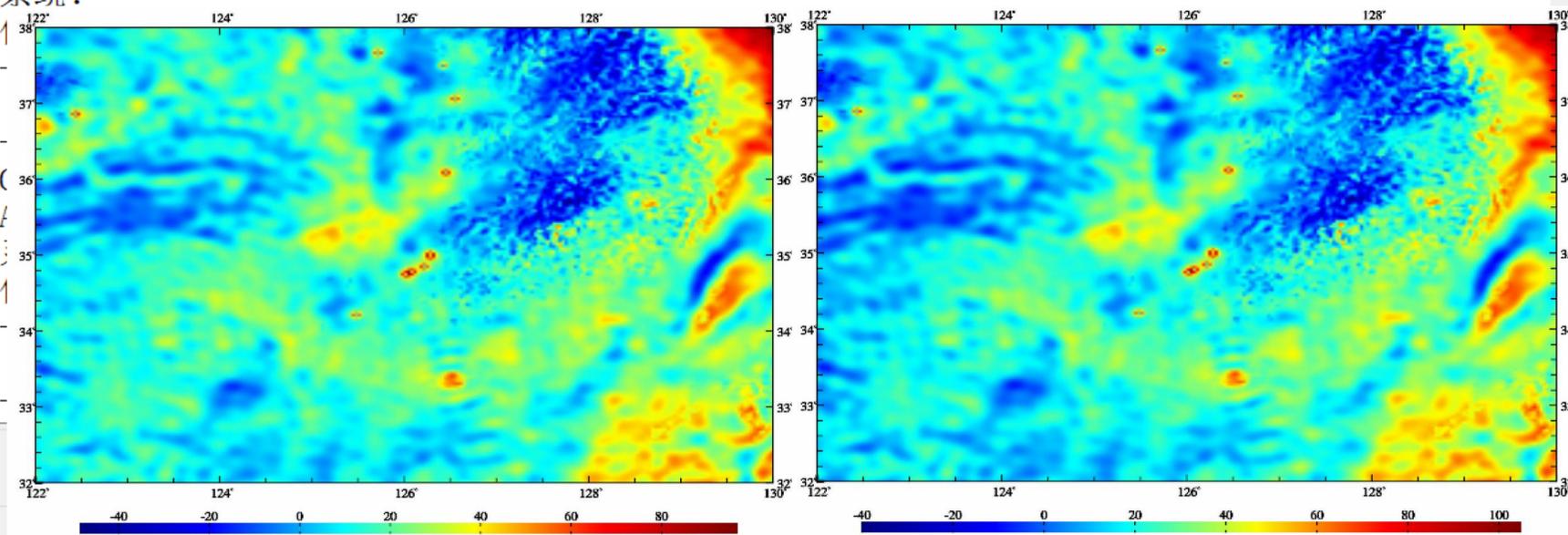
权值一 1.00

权值二 1.00

>> 计算过程 ** 操作提示

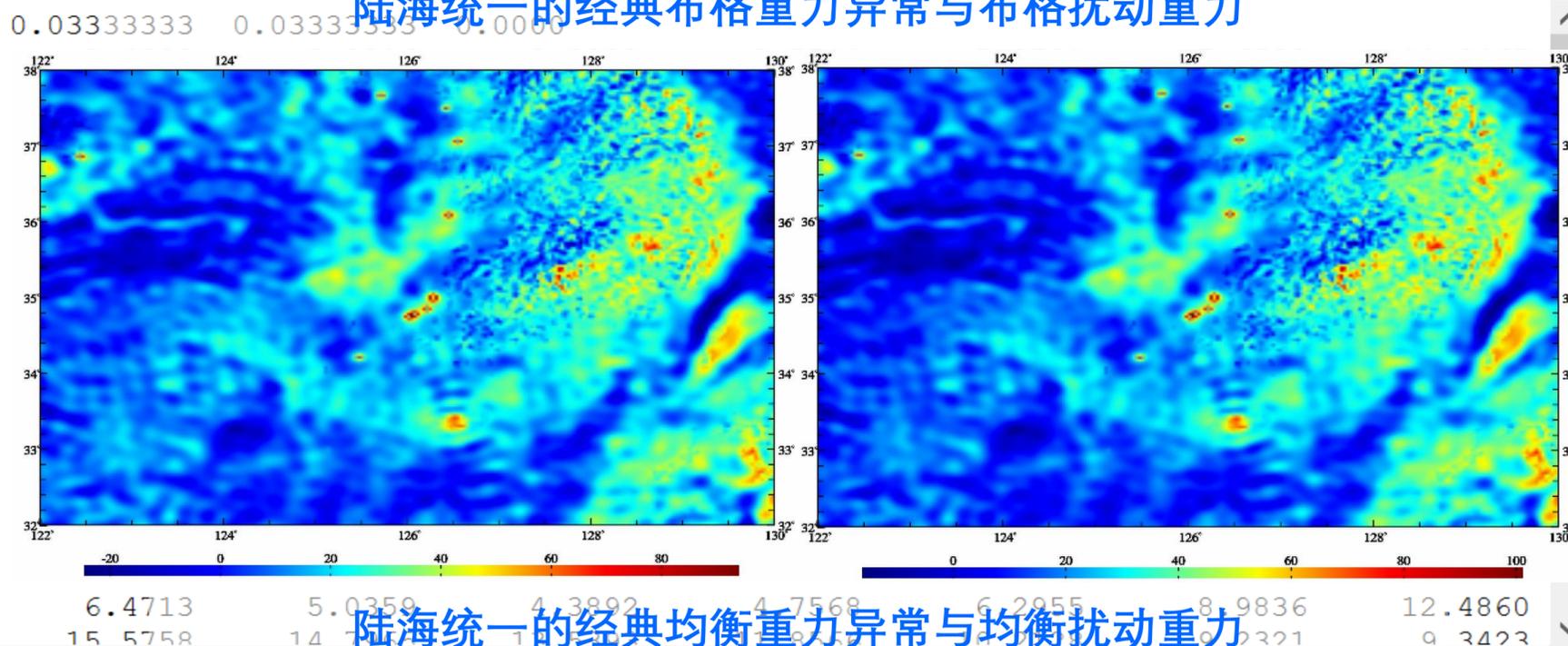
>> 计算结束时间: 2023-02-13 14:28:05
 >> 打开格网值文件一C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/GMBougEquilibrium/EGM2008_2m_1800.gra.
 >> 打开格网值文件二C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/GMBougEquilibrium/BougEquinfl2m0.ist.
 >> 结果文件保存为C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/GMBougEquilibrium/Istbgravanom2m.dat.
 >> 参数设置结果已输入系统!
 ** 点击[开始计算]控制
 >> 计算开始时间: 2023-
 >> 完成计算!
 >> 计算结束时间: 2023-
 >> 打开格网值文件一(
 >> 结果文件保存为C:/P
 >> 参数设置结果已输入
 ** 点击[开始计算]控
 >> 计算开始时间: 2023-
 >> 完成计算!
 >> 计算结束时间: 2023-

向量格网运算



输入输出数据显示 ↓

122.000000	130.000000	32.000000	38.000000
8.0379	6.4068	5.0555	4.0794
17.1737	15.2771	13.6265	12.5123
21.1466	23.2251	24.7350	25.2308
8.8682	6.2845	5.9173	7.6040
10.7666	8.4723	6.8547	6.3999
17.2301	17.0182	16.2028	15.0846
7.1109	6.5759	5.3849	4.1349
15.4757	15.9779	16.3189	16.1992
16.0576	18.6273	20.5607	22.1706
18.2858	18.0959	17.3351	16.6513
25.8311	21.2783	16.6862	13.6075
9.6789	11.3543	12.9031	14.8066
43.1001	43.2987	41.8979	39.6353
25.3798	22.3698	20.8858	21.4879
26.5679	28.8489	30.0987	30.9003
22.4975	19.4853	14.2865	7.5178
14.2660	12.7471	10.6669	8.4494
20.0372	18.5097	17.1335	16.2115



陆海统一的经典布格重力异常与布格扰动重力

陆海统一的经典均衡重力异常与均衡扰动重力

(3') 计算大地水准面上重力的陆海完全布格影响模型值

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
二〇一四年九月

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

>> 计算过程 ** 操作提示

计算信息保存

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

2

最大计算阶数

1800

>> [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外部空间任意点处高程异常(m)、(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(m^2/s^2)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/ETOPOcs1800.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/Terraininflexercise/GMBougEquilibrium/zero2m.dat.

>> 计算结果文件保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/GMBougEquilibrium/Cmplbg2m_1800.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。

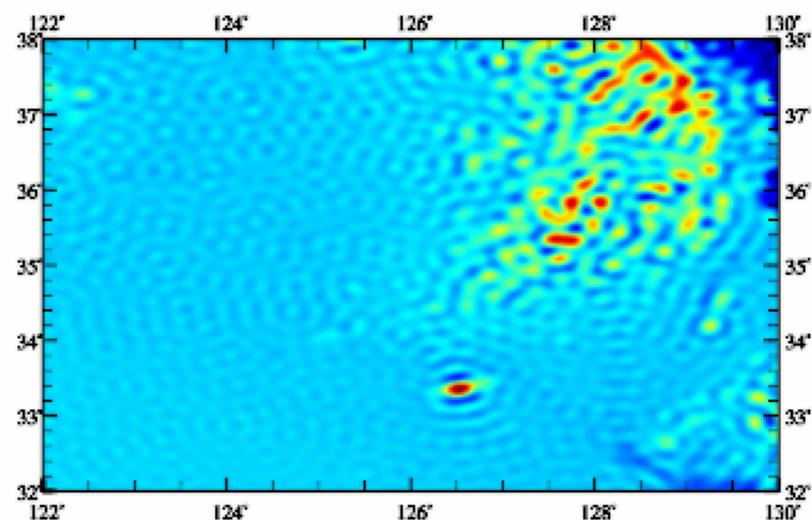
** 程序同时当前目录下, 输出陆海地形模型值(*.dtm), 高程异常(*.ksi)、(扰动)重力/空间异常(*.gra)、垂线偏差向量(*.dft)、径向重力梯度(*.grr)、水平梯度向量(*.hgd)或扰动位(*.get)剩余地形(完全布格)影响模型值格网文件。*为界面输入的结果文件名, 程序按选择的场元类型输出相应类型格网文件。

计算结果保存为

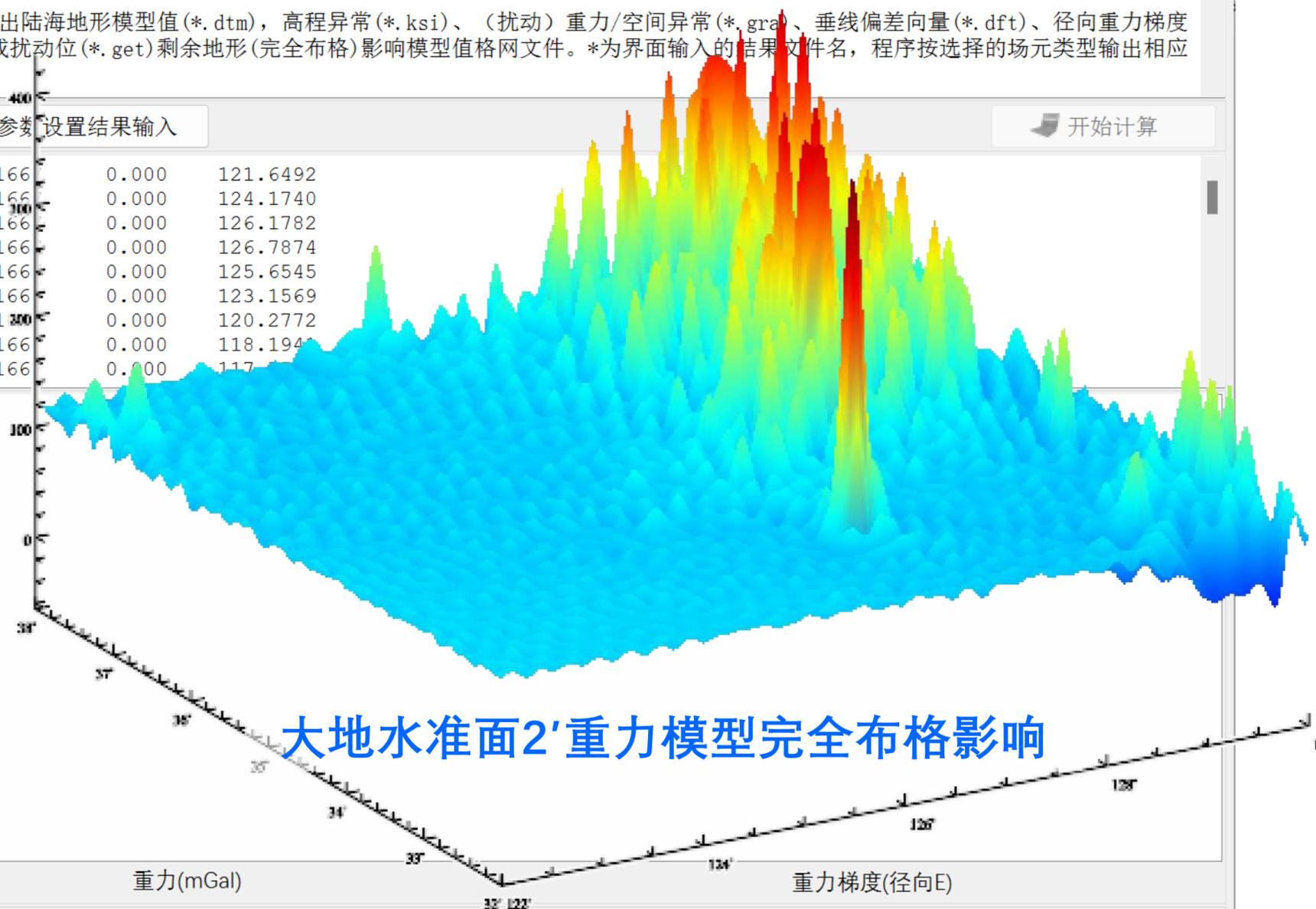
参数设置结果输入

1	122.01667	32.01666	0.000	121.6492
2	122.05000	32.01666	0.000	124.1740
3	122.08333	32.01666	0.000	126.1782
4	122.11667	32.01666	0.000	126.7874
5	122.15000	32.01666	0.000	125.6545
6	122.18333	32.01666	0.000	123.1569
7	122.21667	32.01666	0.000	120.2772
8	122.25000	32.01666	0.000	118.1944
9	122.28333	32.01666	0.000	117.1116

开始计算



重力(mGal)



大地水准面2'重力模型完全布格影响

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。

(4') 生成大地水准面上完全布格重力异常与完全布格扰动重力

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

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

打开格网格值文件一

>> 计算过程 ** 操作提示

计算信息保存

打开同规格格网文件二

选择运算方式

相减 -

权值设置

权值一 1.00

权值二 1.00

>> 打开格网格值文件一C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/GMBougEquilibrium/EGM2008_2m_1800. gra。
>> 打开格网格值文件二C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/GMBougEquilibrium/Cmplbg2m_1800. gra。
>> 结果文件保存为C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/GMBougEquilibrium/Clsbggravanom2m. 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.....

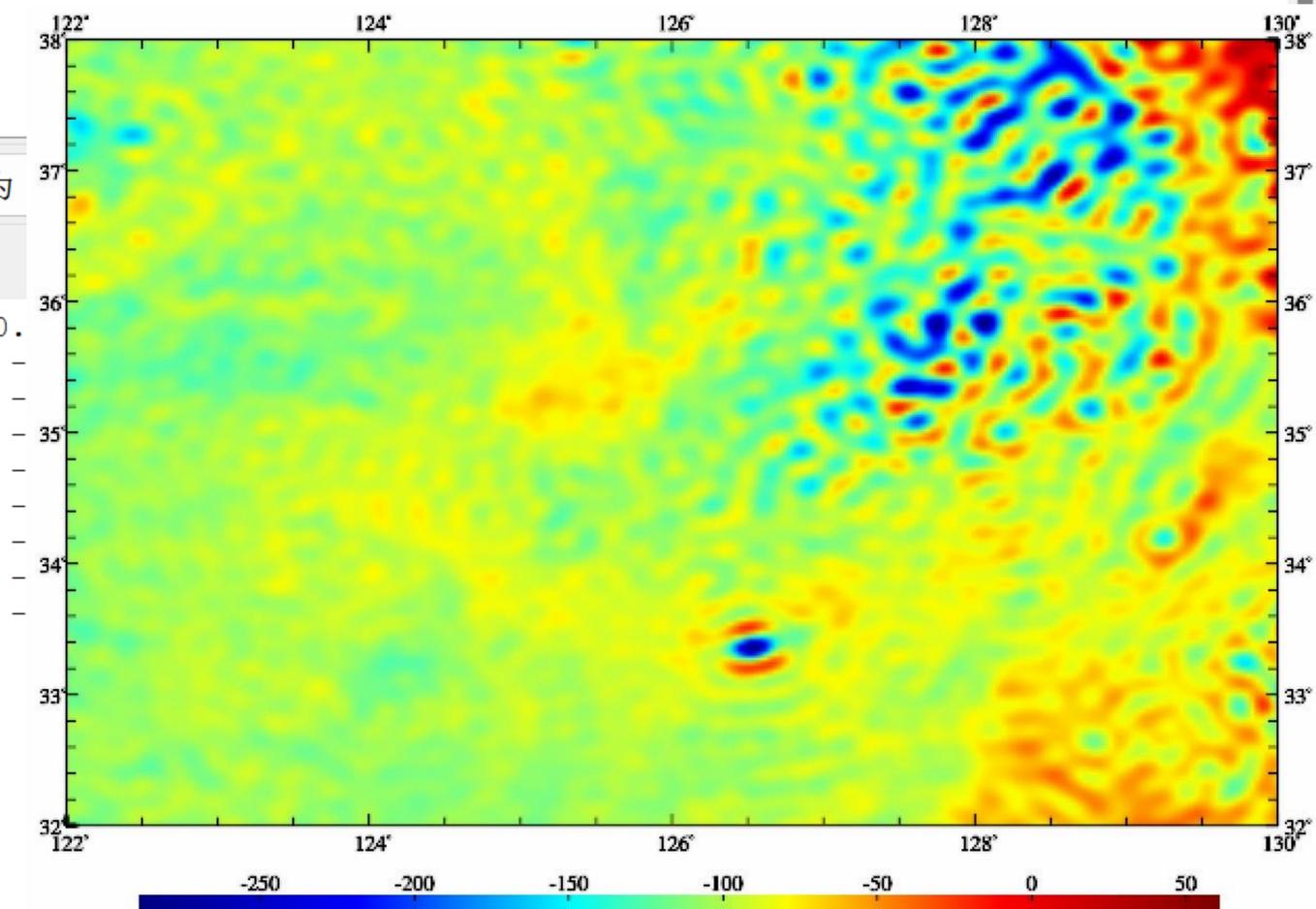
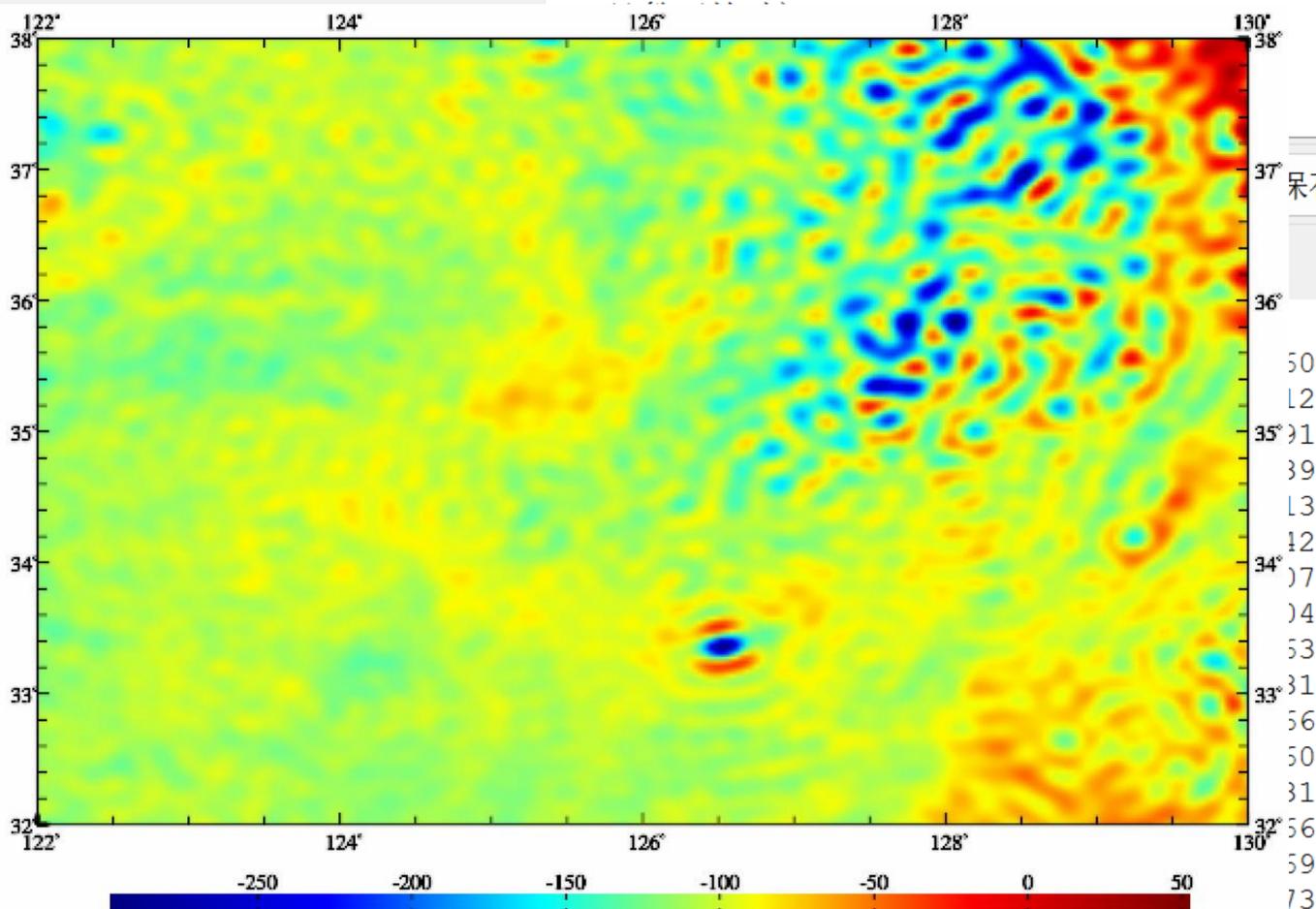
>> 计算开始时间: 2024-09-07 12:42:37

>> 完成计算!

>> 计算结束时间: 2024-09-07 12:42:37

>> 打开格网格值文件一C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/GMBougEquilibrium/EGM2008_2m_1800. rga。
>> 打开格网格值文件二C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/GMBougEquilibrium/Cmplbg2m_1800. gra。
>> 结果文件保存为C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/GMBougEquilibrium/Clsbgdistgrav2m. 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.....



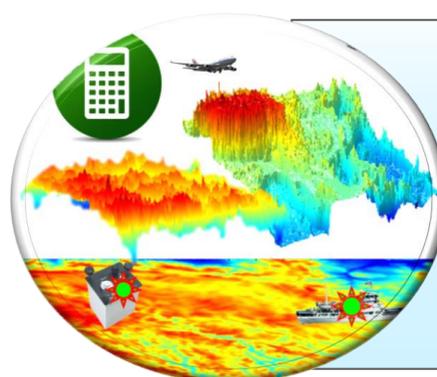
-109.8558	-113.0871	-115.8419	-117.4816	-117.7979	-116.9948
-96.6617	-101.1916	-103.2177	-104.3907	-106.2604	

陆海统一的完全布格重力异常模型

-115.5218	-113.8229	-112.1175	-110.3286	-108.2042	-105.5662
-107.4119	-105.7444	-104.2219	-102.7474	-101.3179	-100.9397

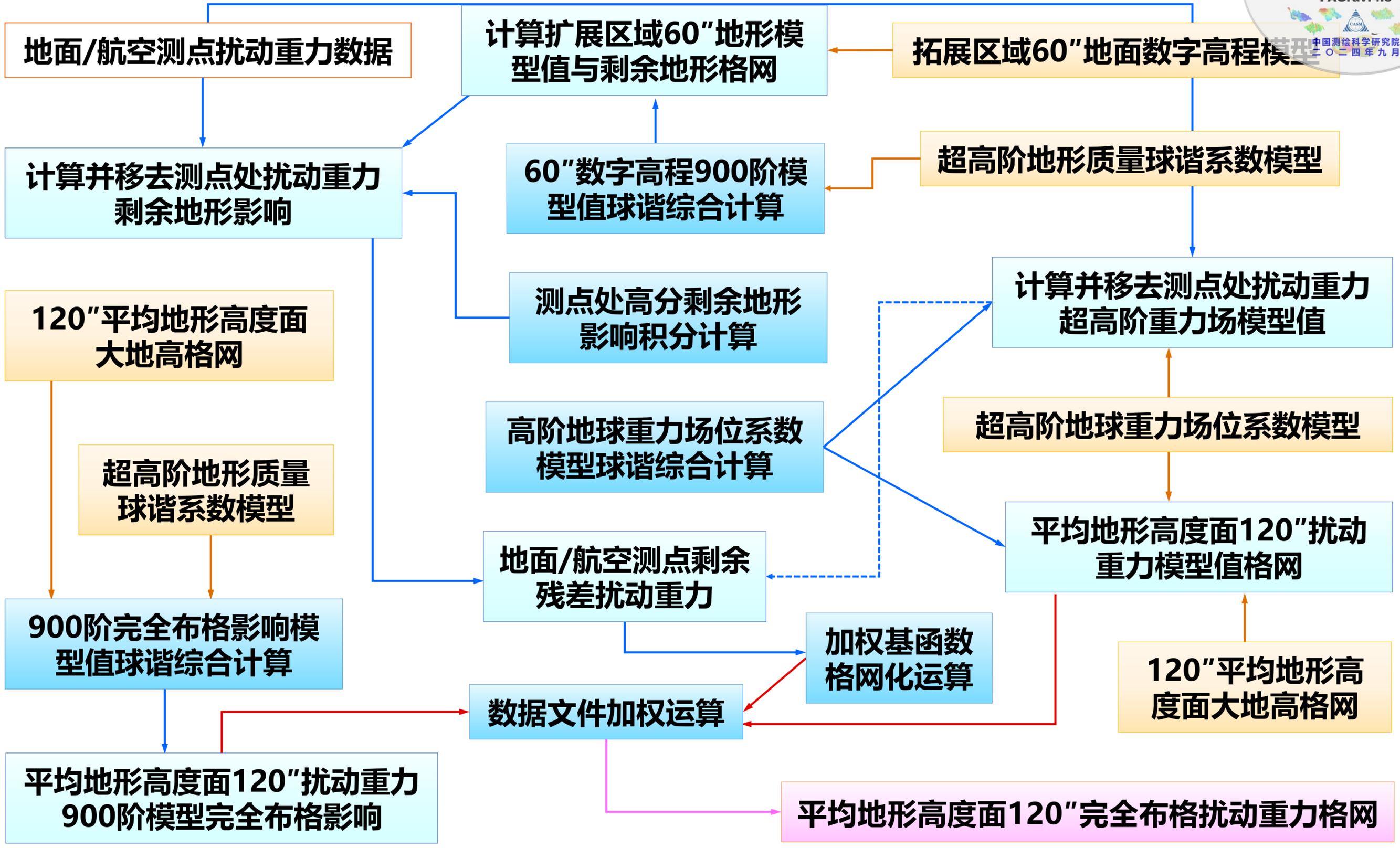
陆海统一的完全布格扰动重力模型

七步完成计算，陆海全球普适!

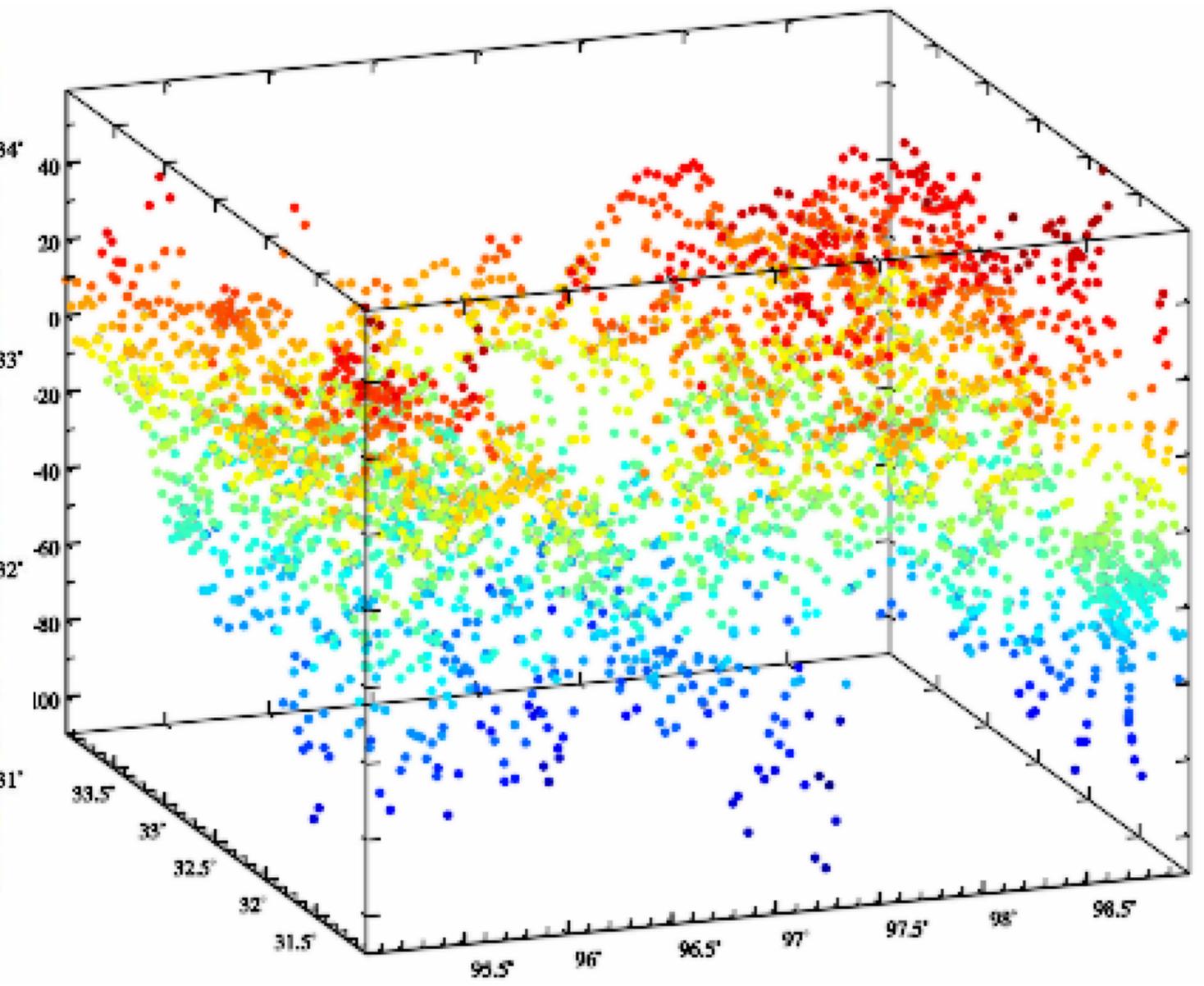
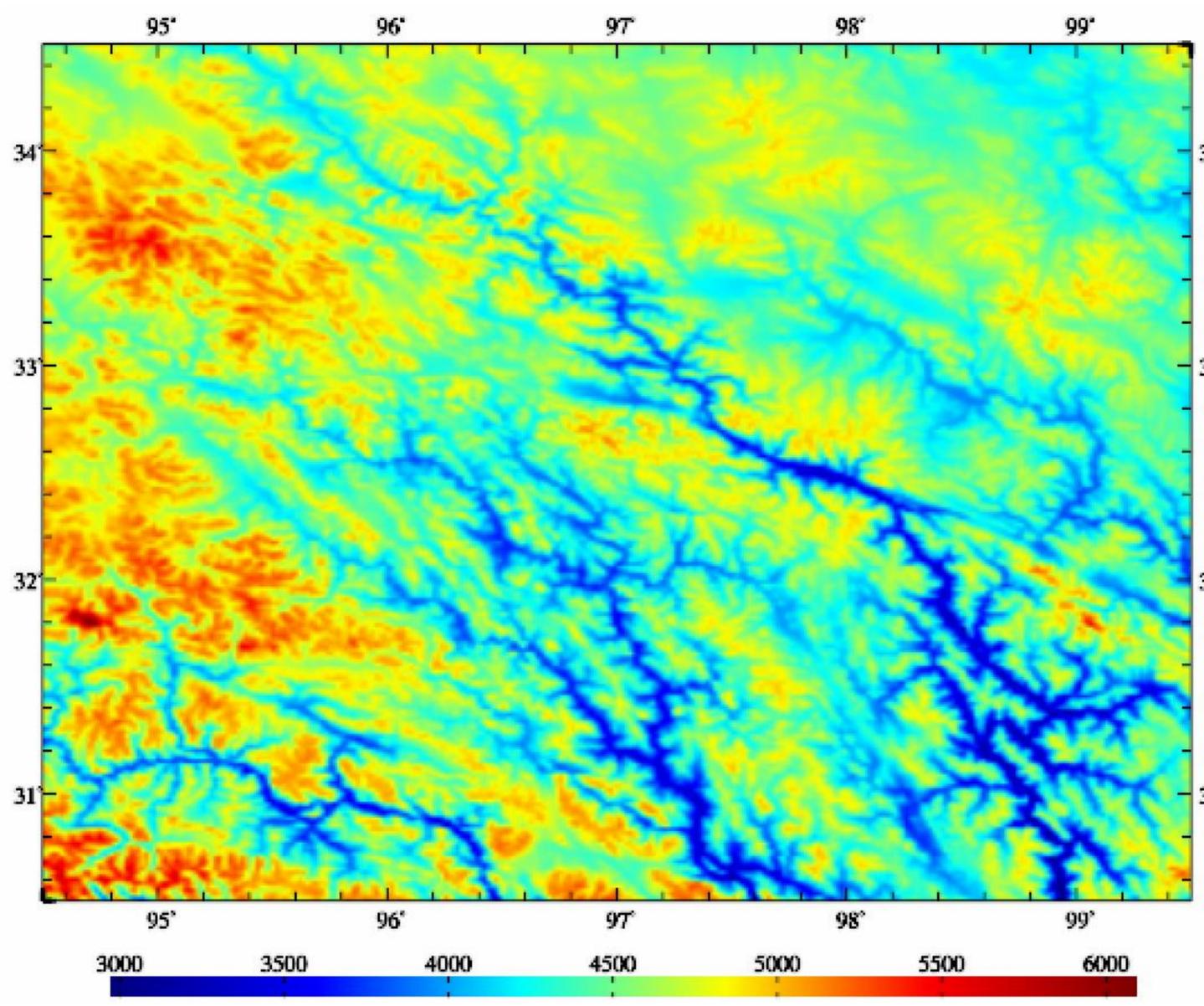


地形等高面上陆海完全布格 扰动重力计算流程

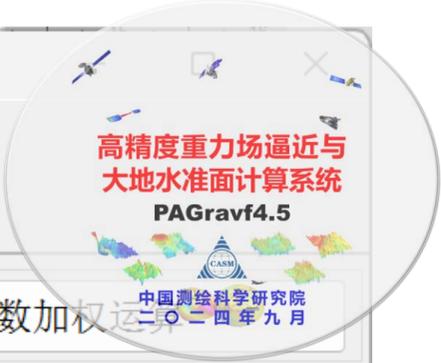
- 抑制高海拔地区传统重力归算的信号衰减与算法不准确问题
- 陆海地形球谐模型 + 剩余地形影响积分 — 移去恢复方案
- 完全布格重力梯度与完全布格垂线偏差计算流程完全相同



平均地形高度面上陆海完全布格扰动重力典型计算流程



地面数字高程模型 (60") 与扰动重力测点空间分布



构造地面大地高格网和平均地形等高面大地高格网

点值属性加权运算

格网值加权运算

向量格网矢量积运算

球谐系数加权运算

打开格网值文件一

>> 计算过程 ** 操作提示

计算信息保存

打开同规格格网文件二

选择运算方式

相加 +

权值设置

权值一 1.00

权值二 1.00

>> [功能]对两个同规格（向量）格网元素执行带权的加、减或乘法运算。
 >> 打开格网值文件一C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/TerComplbgprocess/extdtm60s.dat。
 >> 打开格网值文件二C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/TerComplbgprocess/EGM180ksi60s.dat。
 >> 结果文件保存为C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/TerComplbgprocess/surfhgt60s.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：2023-02-12 08:57:43
 >> 完成计算！
 >> 计算结束时间：2023-02-12 08:57:44
 >> 打开格网值文件一C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/TerComplbgprocess/extdtm120s.dat。
 >> 打开格网值文件二C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/TerComplbgprocess/EGM180ksi120s.dat。
 >> 结果文件保存为C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/TerComplbgprocess/surfhgt120s.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.....

积分计算时，地面大地高和地形等高面大地高格网，用于表示地形面和归算面的空间位置

向量格网运算

结果文件保存为

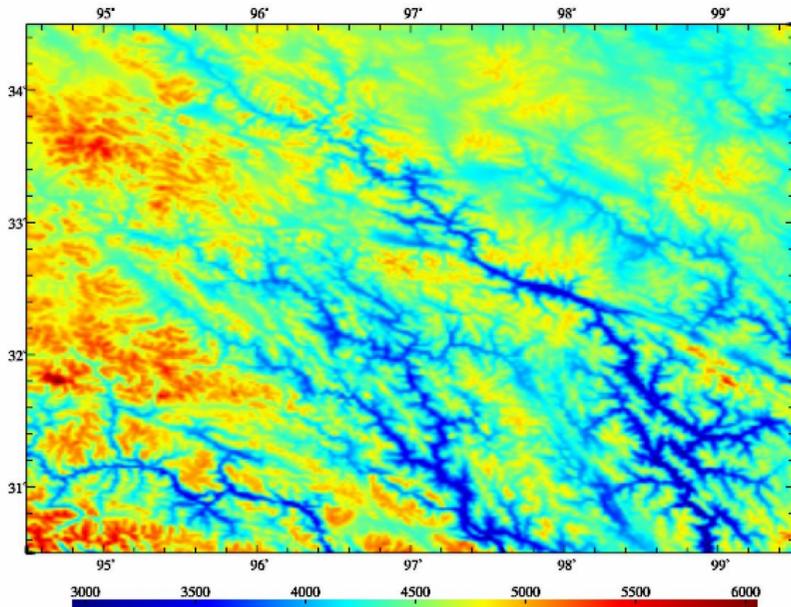
参数设置结果输入

开始计算

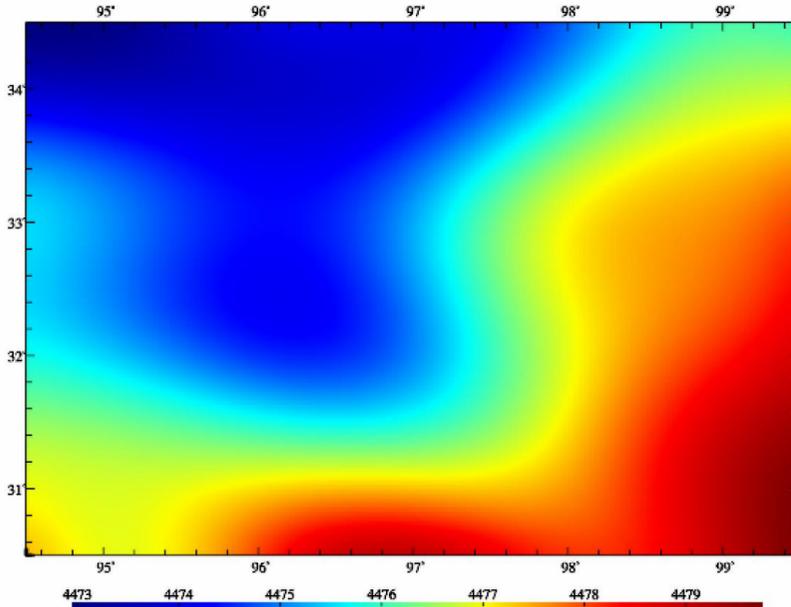
输入输出数据显示 ↓

框口数据保存

94.500000
4515.7051
5094.8662
4991.0523
5030.0709
4213.8660
4935.9914
4862.9987
4227.7133
4205.3612
4447.0231
5188.2064
5219.5240
4833.3794
4952.7344
4537.3564
4021.2024



133333 0.03333333
1.2339 4910.9674
.1464 4869.5593
.4126 4978.6509
.0375 4197.1302
.0165 4328.2780
.3082 4492.3570
.1422 4671.0690
.8201 4115.1751
.0603 4640.1814
.3030 4630.9904
.0715 5266.2045
.8582 4644.7291
.3004 5082.7654
.4121 4430.2697



46.0702 4927.901
30.1156 4914.919
09.6490 5084.353
80.1853 4212.741
17.0938 5126.172
52.0959 4977.676
70.6504 3861.737
74.9817 4321.950
63.5213 4507.414
40.7681 4655.888
57.0836 4454.740
71.9828 5094.278
10.4136 4977.448
79.6217 4834.744
5123.3771 4991.625
5110.5308 5006.815

60"地面大地高格网

平均地形等高面大地高格网

(1) 计算并移去模型地形高度值，构造60"剩余地形模型

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

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

>> 计算过程 ** 操作提示

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(m²/s²)

最小计算阶数 1

最大计算阶数 900

>> 计算结果文件保存为 C:/PAGrav4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/TerComplbgprocess/mdldtm60s.dat。

** 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。

>> 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: 2024-09-06 21:23:49

>> 完成剩余地形(完全布格)影响模型值计算!

>> 计算结束时间: 2024-09-06 22:03:01

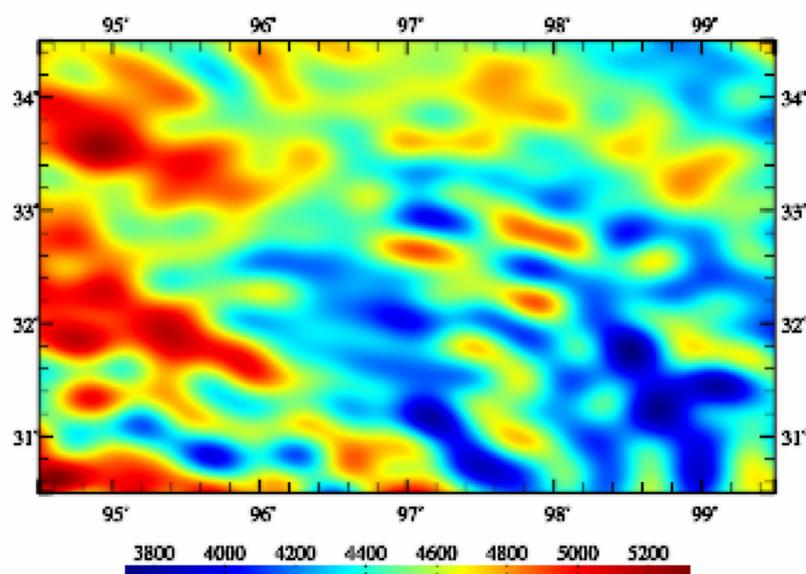
计算结果保存为

参数设置结果输入

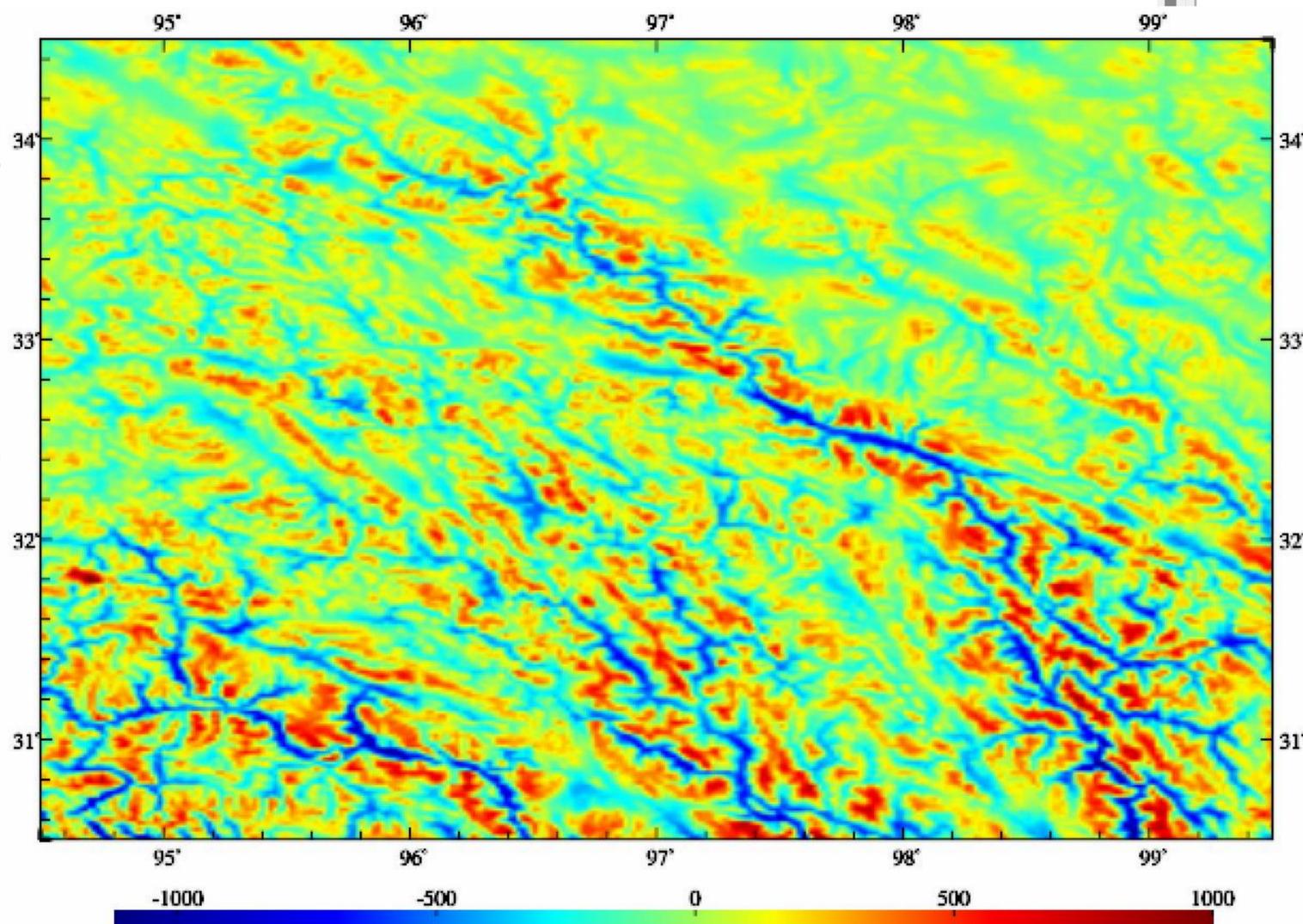
1	94.50833	30.50833	4370.696
2	94.52500	30.50833	4510.612
3	94.54167	30.50833	4743.215
4	94.55833	30.50833	4685.708
5	94.57500	30.50833	4496.684
6	94.59167	30.50833	4619.551
7	94.60833	30.50833	5004.403
8	94.62500	30.50833	5464.643
9	94.64167	30.50833	5530.371

提取地形影响

图形绘制 ↓



陆海地形(m)



重力(mGal)

60"剩余地形模型resdtm60s.dat
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。

(2) 计算并移去测点处超高阶模型扰动重力

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

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 720

提取场元模型值

图形绘制

计算信息保存

>> [功能]输入地球重力场位系数模型, 计算地球空间任意点处的(剩余)高程异常(m)、空间异常(mGal)、扰动重力(mGal)、垂线偏差向量(s, "/>

** 点击[打开全球地球重力场位系数模型文件]控件按钮, 或[打开位系数模型]工具按钮...

>> 打开全球地球重力场位系数模型文件 C:/PAGrav4.5_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:/PAGrav4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/TerComplbgprocess/obsgrav.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:/PAGrav4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/TerComplbgprocess/Obsgravmdl.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: 2024-09-06 21:16:53

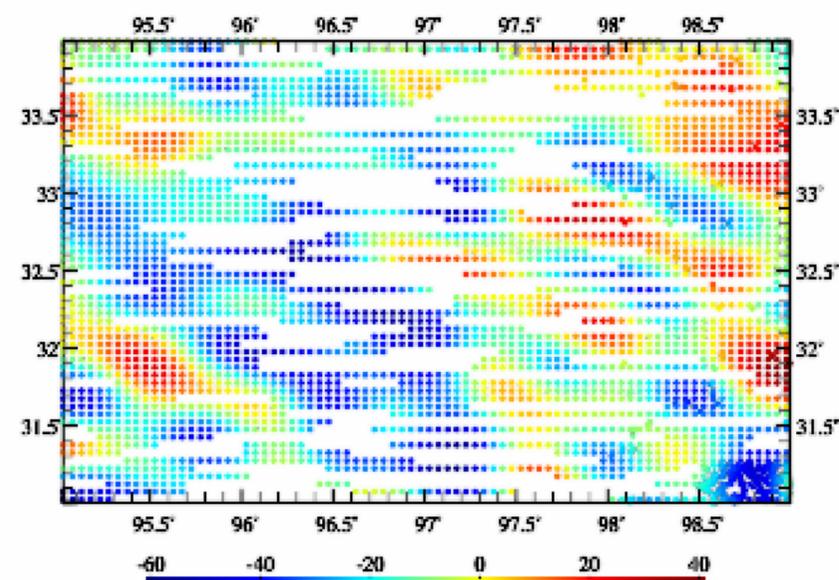
计算结果保存为

参数设置结果输入

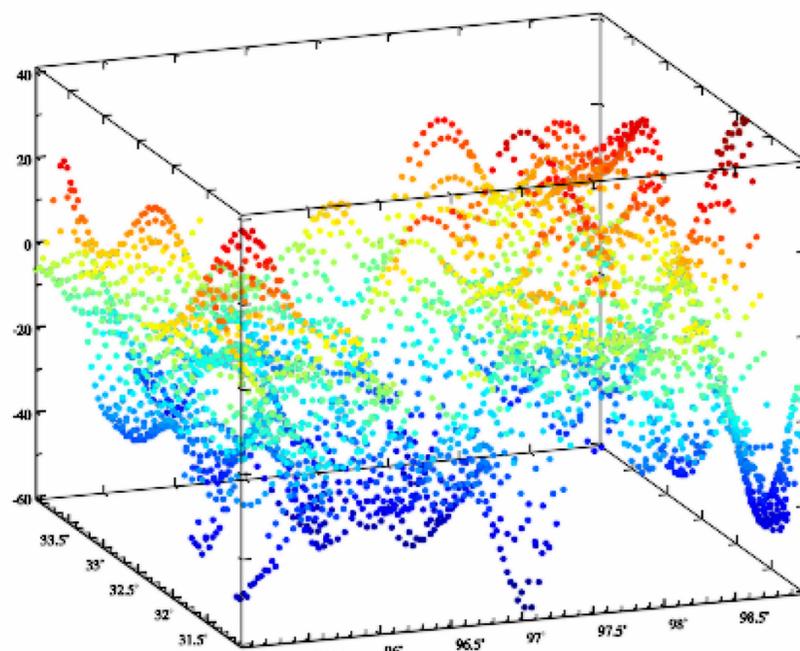
开始计算

no	lon(degree decimal)	lat	elliphgt(m)	rga(mGal)	
1	95.025000	31.025000	4593.2264	-27.6576	-49.5225
2	95.075000	31.025000	4224.9678	-22.1858	-49.1208
3	95.125000	31.025000	4587.8601	-17.4344	-46.0653
4	95.175000	31.025000	4537.8310	-19.4157	-44.5180
5	95.225000	31.025000	4385.2290	-21.9257	-43.5038
6	95.275000	31.025000	4282.1950	-17.7709	-42.6270
61	98.025000				
62	98.075000				
63	98.125000				

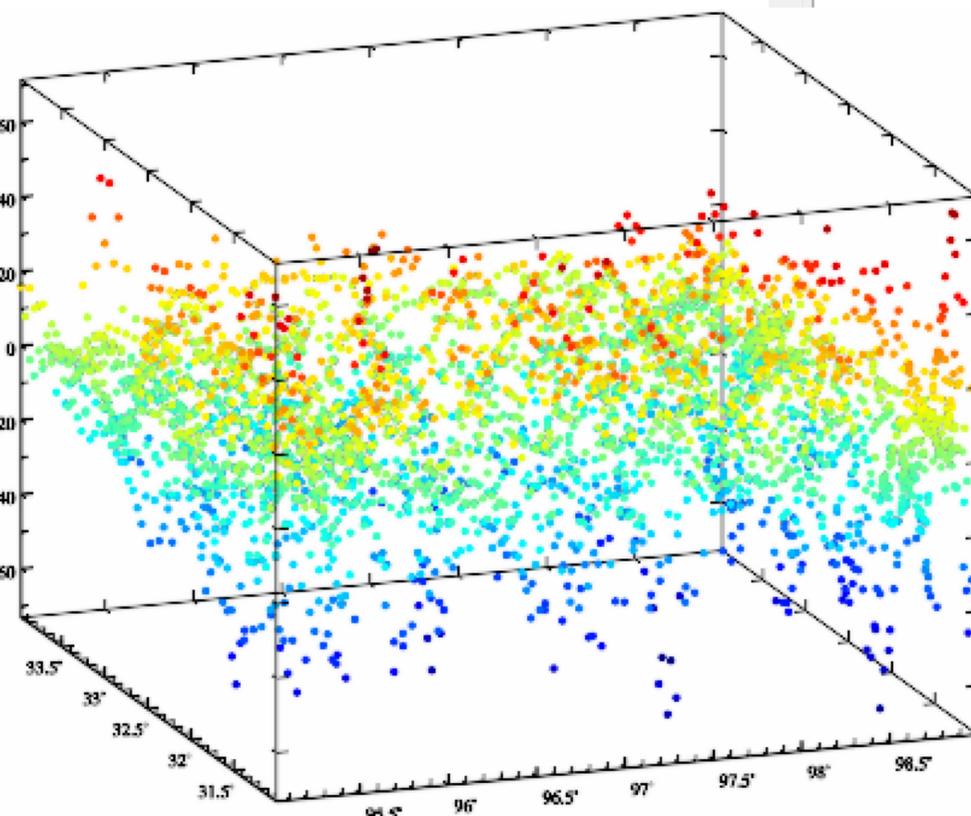
测点残差扰动重力mGal



扰动重力(mGal)



测点扰动重力mGal



空间异常(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。

(3) 计算并移去测点处扰动重力剩余地形影响

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

计算信息保存

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

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。

** 输入网格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/Terraininflexercise/TerComplbgprocess/extdtm60s.dat.

>> 打开低通陆海地形模型格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/TerComplbgprocess/mdldtm60s.dtm.

>> 打开地面/海面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/TerComplbgprocess/surfhgt60s.dat.

>> 打开计算点空间位置文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/TerComplbgprocess/Obsgravmdresd.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/Terraininflexercise/TerComplbgprocess/Obsgravresdtm.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：2024-09-06 22:15:41

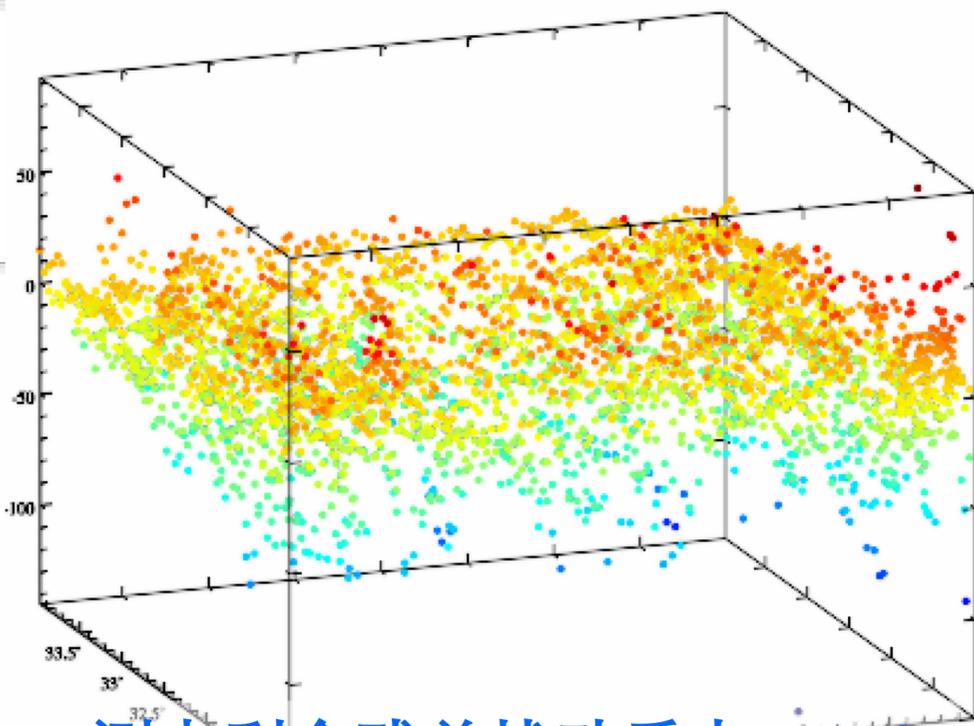
>> 完成大地水准面及其外部场元的剩余地形影响积分计算!

计算结果保存为

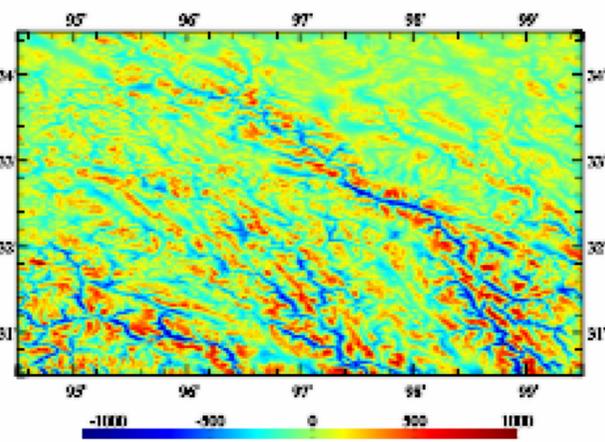
参数设置结果输入

开始积分计算

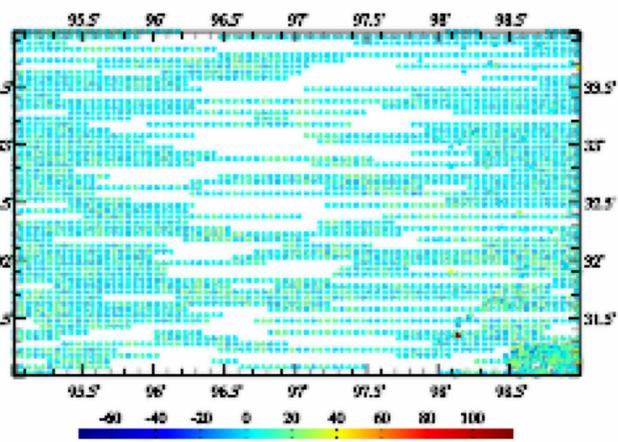
no	lon(degree decimal)	lat	elliphgt(m)	rga(mGal)
1	95.025000	31.025000	4593.2264	-27.6576
2	95.075000	31.025000	4224.9678	-22.1858
3	95.125000	31.025000	4587.8601	-17.4344
4	95.175000	31.025000	4537.8310	-19.4157
5	95.225000	31.025000	4385.2290	-21.9257
6	95.275000	31.025000	4282.1950	-17.7709



测点剩余残差扰动重力mGal



剩余地形模型(m)



重力(mGal)

● 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。

(4) 平均地形高度面120"剩余残差扰动重力格网化

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

计算信息保存

头文件占住行数 1

格网化属性列序号 9

设置基函数

高斯函数 观测量等权

>> 从界面上方三个控件按钮中选择功能模块...

>> [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/Terraininflexercise/TerComplbgprocess/Obsgravresidual.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/Terraininflexercise/TerComplbgprocess/distgravresidual.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：2023-02-12 17:28:30

>> 完成计算！

>> 计算结束时间：2023-02-12 17:28:36

平均地形高度面120"剩余残差扰动重力格网

格网化结果保存为

参数设置结果输入

开始计算

基函数参数

插值邻近点数 50

基函数峰度[1, 20] 2

格网参数

最大纬度 34.000°

最小经度 分辨率 最大经度 95.000° 2.000' 99.000°

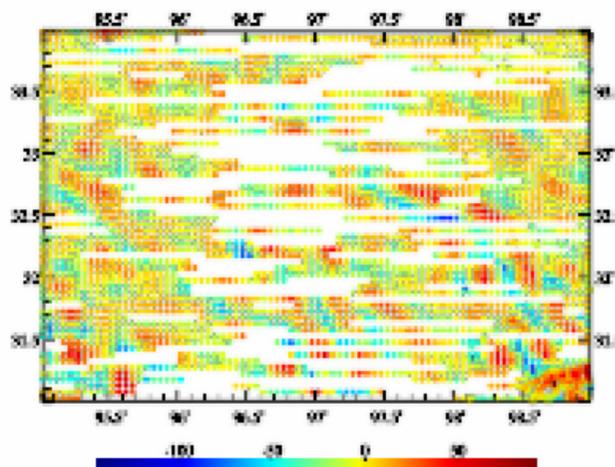
最小纬度 31.000°

95.000000	99.000000	31.000000	34.000000	0.03333333	0.0
5.4912	8.7346	10.0258	9.1047	9.9525	
7.6809	14.2793	21.6982	28.5658	33.5367	
-31.0776	-29.7887	-24.5498	-22.4716	-17.8027	
-11.7546	-15.4609	-17.2719	-18.3561	-20.0680	
-2.3418	-5.2626	-8.2132	-16.2106	-22.0369	
-12.0456	-7.3175	-6.0417	-3.5252	-2.4801	
-9.2724	-11.8917	-11.3700	-11.1539	-16.4457	
-10.2183	-12.4211	-12.4211	-12.4211	-13.4060	
1.0154	5.4660	6.6695	9.5389	9.7455	
4.0836	7.7777	9.9807	13.9807	36.5720	
-31.4164	-28.5338	-22.7653	-20.4875	-17.8144	
-12.4799	-13.7954	-17.4646	-19.9317	-19.4601	
-3.7885	-1.9273	-5.5496	-10.5246	-20.7430	
10.0000	7.0000	3.0000	2.0000	0.0110	

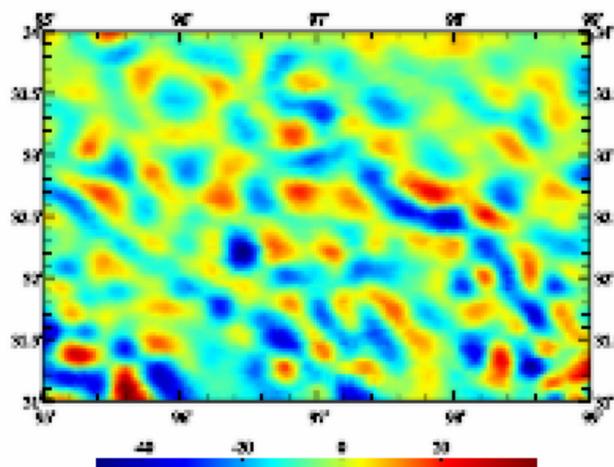
省略剩余残差扰动重力径向
梯度法解析延拓流程

提取绘图数据

图形绘制↓



离散观测量



格网化结果

(5) 计算平均地形高度面120"扰动重力模型值

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 720

计算信息保存 ↓

>> [功能]输入地球重力场位系数模型, 计算地球空间任意点处的(剩余)高程异常(m)、空间异常 (mGal)、扰动重力(mGal)、垂线偏差向量(s, " / 秒, 南向、西向)、扰动重力梯度(径向, E)、水平重力梯度向量(E, 北向、西向)或后三项之和(Laplace算子)的模型值。
 ** 点击[打开全球地球重力场位系数模型文件]控件按钮, 或[打开位系数模型]工具按钮...

>> 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!

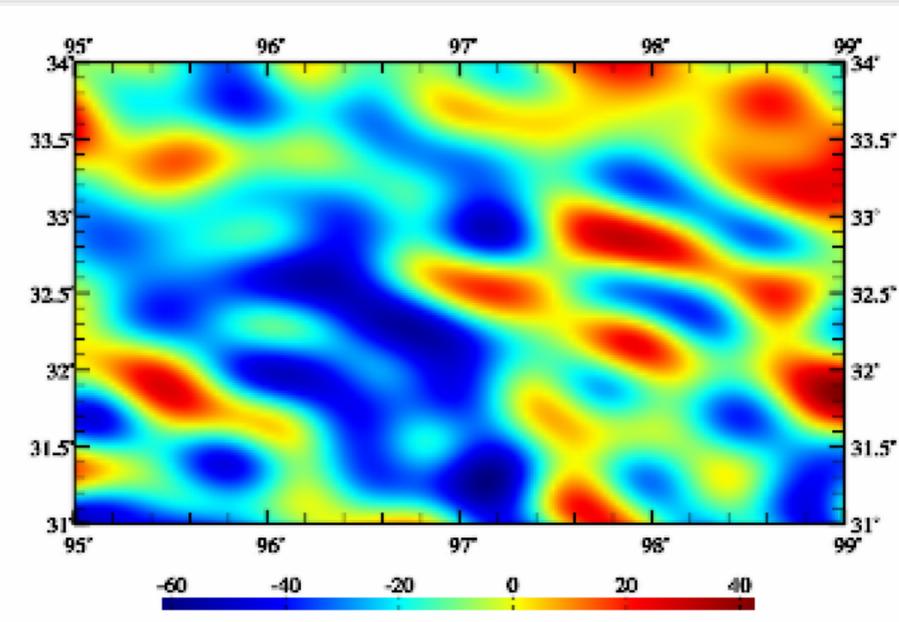
>> 打开计算面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/TerComplbgprocess/equihgt120sl.dat.

>> 计算结果文件保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/TerComplbgprocess/distgravmdl.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

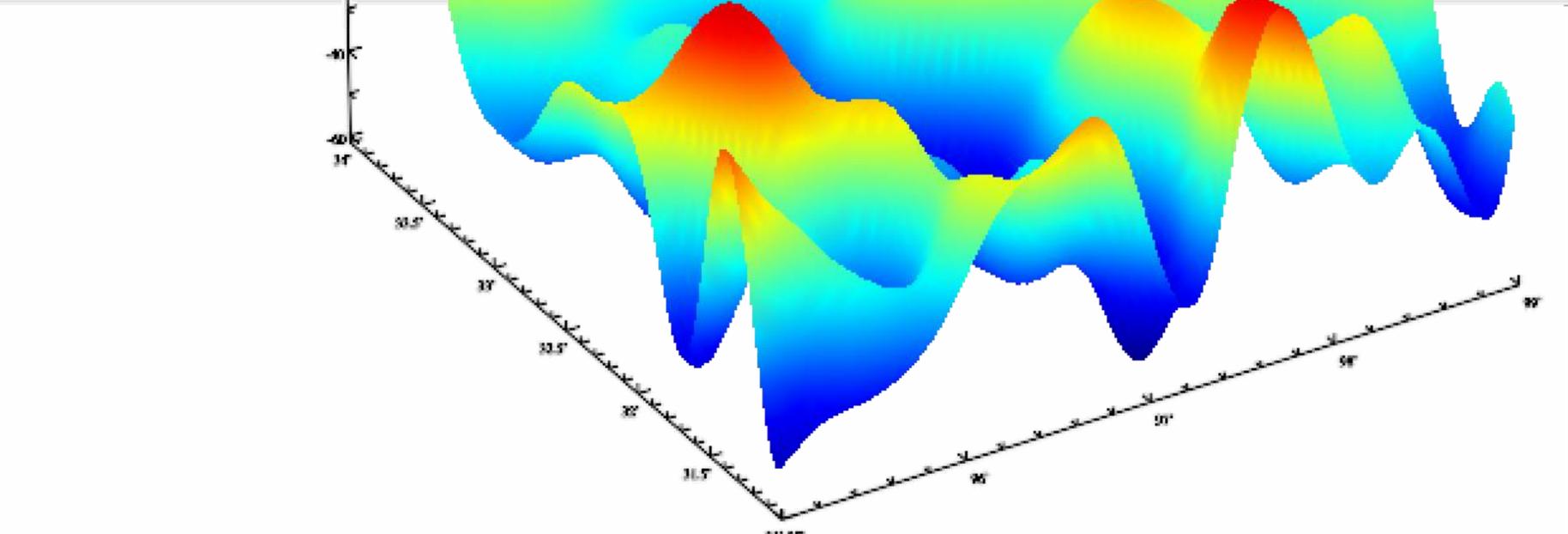
计算结果保存为 | 参数设置结果输入

1	95.01667	31.01667	4476.815	-49.5059
2	95.05000	31.01667	4476.815	-48.3474
3	95.08333	31.01667	4476.817	-47.0697
4	95.11667	31.01667	4476.815	-45.7869
5	95.15000	31.01667	4476.817	-44.5908
6	95.18333	31.01667	4476.810	-43.5400
7	95.21667	31.01667	4476.816	-42.6100
8	95.25000	31.01667	4476.812	-41.8000
9	95.28333	31.01667	4476.818	-41.1000
10	95.31667	31.01667	4476.814	-40.5000

开始计算



扰动重力(mGal)



空间异常(mGal)

垂线偏差南向(")

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。

(6) 计算等高面120"扰动重力完全布格影响模型值格网

打开系数模型 | 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

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

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

计算信息保存 ↓

计算公式

选择计算点文件格式

大地高格网文件

>> [功能]输入地球重力场位系数模型, 计算地球空间任意点处的(剩余)高程异常(m)、空间异常(mGal)、扰动重力(mGal)、垂线偏差向量(s, " / 秒, 南向、西向)、扰动重力梯度(径向, E)、水平重力梯度向量(E, 北向、西向)或后三项之和(Laplace算子)的模型值。

** 点击[打开全球地球重力场位系数模型文件]控件按钮, 或[打开系数模型]工具按钮...

>> 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!

>> 打开计算面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/TerComplbgprocess/equihgt120sl.dat.

>> 计算结果文件保存为 C:/PAGravf4.5_win64cn/examples/Terraininflexercise/TerComplbgprocess/distgravmdl.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

计算结果保存为

参数设置结果输入

开始计算

打开计算面大地高格网文件

选择计算场元类型

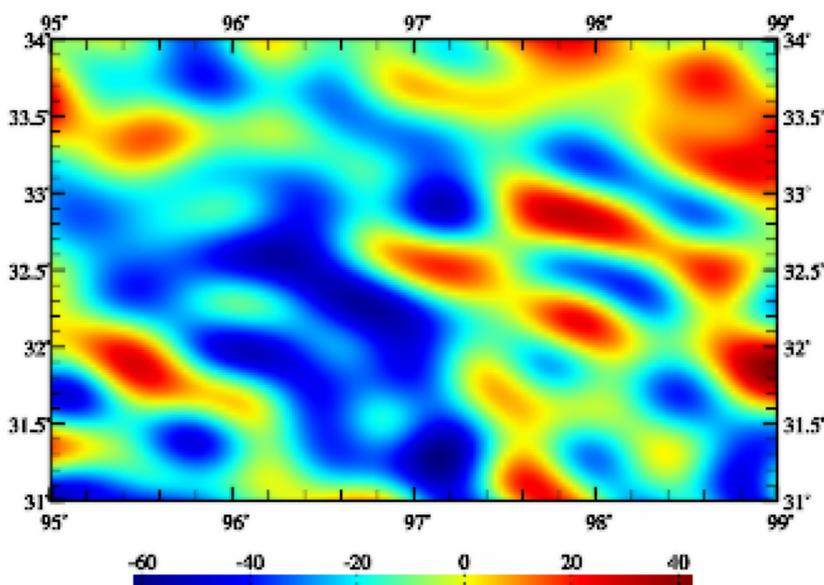
- 高程异常(m)
- 空间异常(mGal)
- 扰动重力(mGal)
- 垂线偏差(")
- 扰动重力梯度(E)
- 水平重力梯度(E)
- Laplace算子(E)

最小计算阶数 2

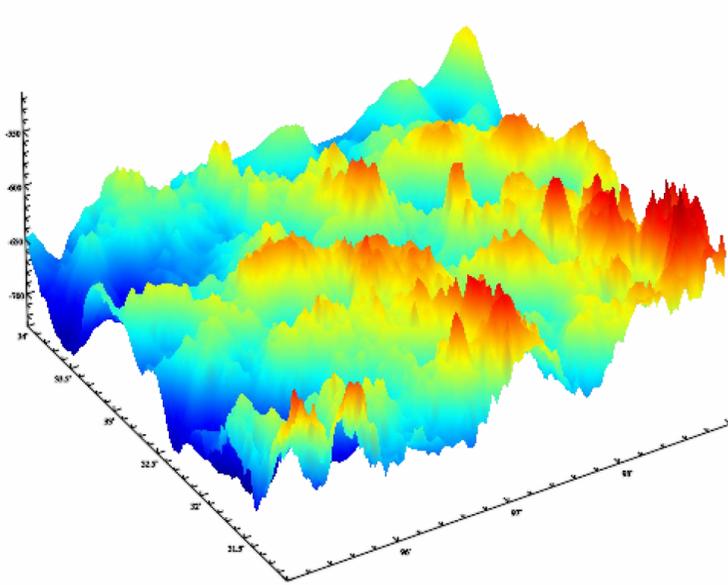
最大计算阶数 720

1	95.01667	31.01667	4476.835	-49.5059
2	95.05000	31.01667	4476.835	-48.3474
3	95.08333	31.01667	4476.835	-47.1889
4	95.11667	31.01667	4476.835	-46.0304
5	95.15000	31.01667	4476.837	-44.8719
6	95.18333	31.01667	4476.840	-43.7134
7	95.21667	31.01667	4476.846	-42.5549
8	95.25000	31.01667	4476.852	-41.3964
9	95.28333	31.01667	4476.858	-40.2379
10	95.31667	31.01667	4476.864	-39.0794

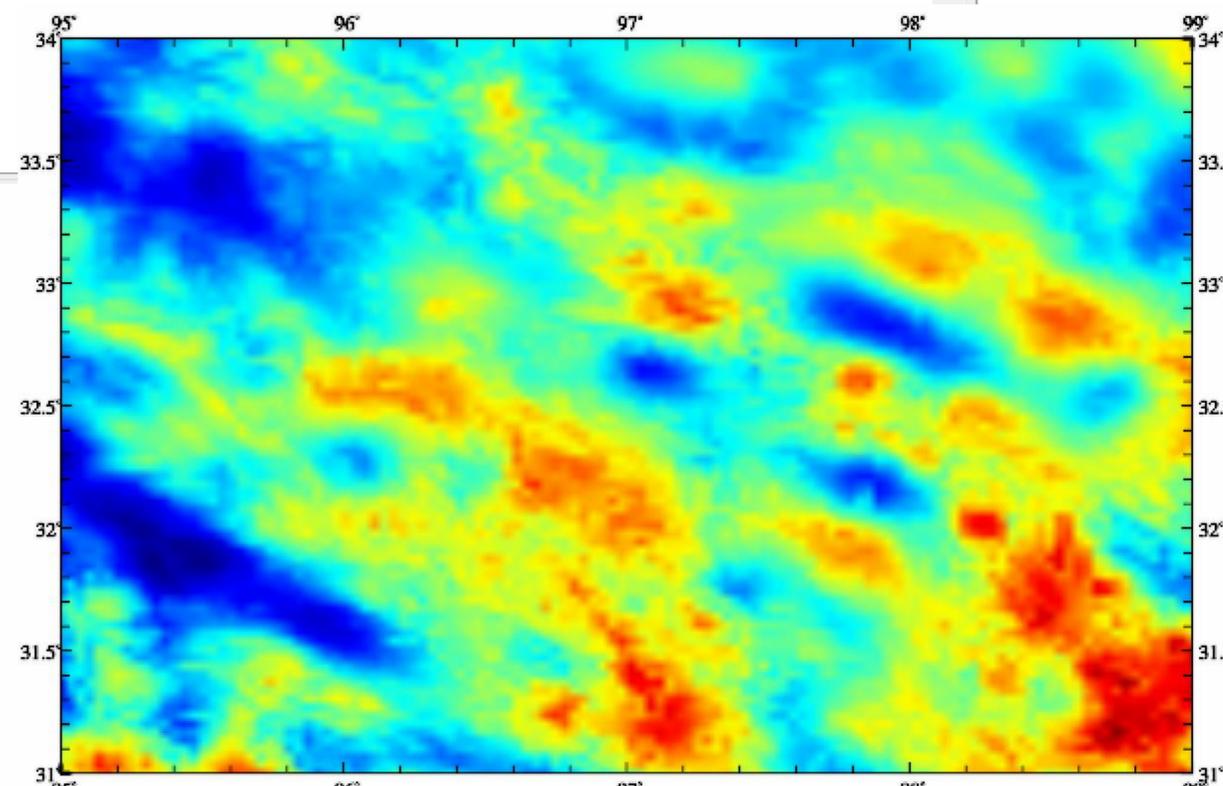
(7) 生成平均地形高度面120"完全布格扰动重力格网成果



扰动重力(mGal)

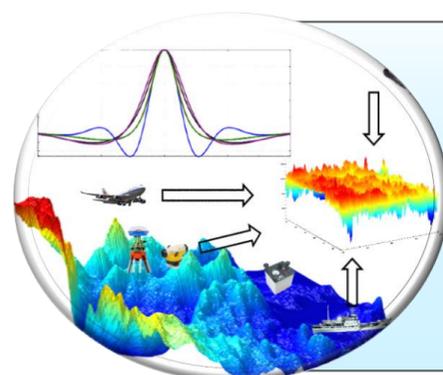


空间异常(mGal)



-700 -650 -600 -550

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。



多种异质观测量解析融合的重力勘探建模方案

- **观测数据任意复杂分布：空天地海、不同高度、交叉混叠、陆海共存**
- **多种异质观测数据混叠：重力，重力梯度，垂线偏差，GNSS水准...**

多种异质重力勘探解析建模PAGravf4.5计算原理

不同高度各类场元多种地形影响计算

大地水准面外部各种场元局部地形影响积分计算

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

平均地形高度面上完全布格扰动重力计算流程

由重力场模型计算陆海布格均衡异常便捷流程

重力场元各种地形影响计算练习流程

● 正常重力场不存在地形影响问题，同一点处的重力、扰动重力和空间异常的各种地形影响都相等，重力位与扰动位的地形影响、重力梯度与扰动重力梯度的地形影响也分别相等。重力、地动重力、空间异常的局部地形影响、地形Helmert凝聚、陆海布格影响、陆海均衡影响和地形剩余影响都分别相等，无需区分。

具备任意类型重力场元、多种性质地形影响统一的高精度解析计算能力

高精度重力场逼近与全要素建模

Stokes/Hotine积分外部高程异常计算

Vening-Meinesz积分外部垂线偏差计算

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

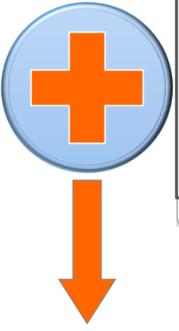
空域边值理论积分法重力场全要素建模练习流程

谱域SRBF法重力场全要素建模快捷流程-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

区域重力场全要素建模练习流程

具备不同高度、交叉分布陆海多种异质数据全要素重力场解析建模能力



任何复杂观测情况下，地球重力场理论全过程解析约束控制，深度融合多源异质数据中所有重力场信息



重力勘探解析建模PAGravf4.5技术路线

- ☆ **第一步：确定计算范围、计算面（建议用地形等高面）与重力勘探目标模型类型，获取（收集）计算范围及周边各种重力场探测与大地测量数据。**
- ☆ **第二步：调用[高精度重力场逼近与全要素建模]有关程序，精密确定计算面上目标重力场元格网模型。**
- ☆ **第三步：调用[不同高度各类场元多种地形影响计算]有关程序，计算与重力勘探模型类型一致的地形影响格网模型。**
- ☆ **第四步：将第三步重力场元格网模型，直接减去第四步地形影响格网模型，就是充分融合所有可能重力场数据信息**
的重力勘探格网模型。

解决系列技术瓶颈，实现全面突破





多源异构重力勘探解析建模理论基础

-发展  趋势

外部各种地形影响  地球重力场逼近

更多创新与应用潜力需要您在计算
实践过程中进一步发现与挖掘!