

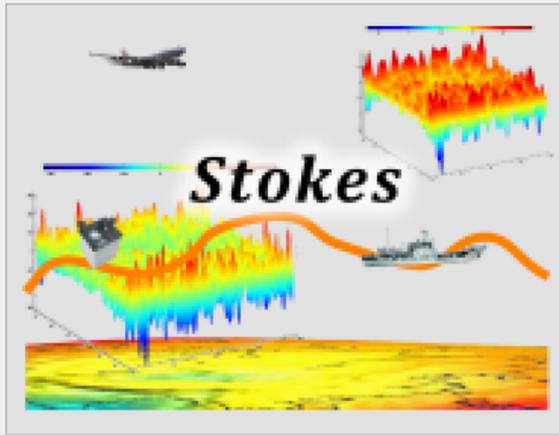


# 全要素重力场全空间解析建模算法

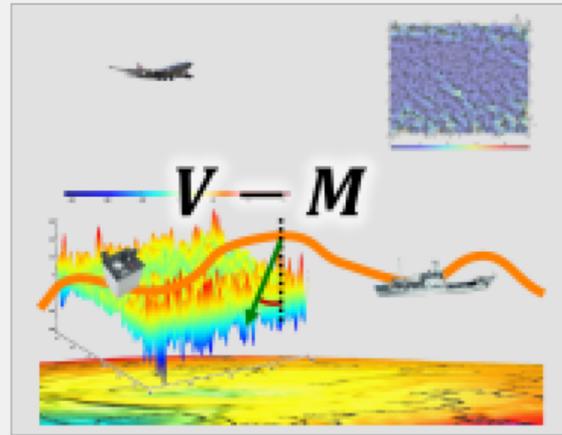


具备粗差探测、外部精度测定、计算性能控制与要素循环闭合解析运算能力，适合多种异质、不同高度、交叉分布、陆海数据混叠的全要素重力场全空间解析建模。

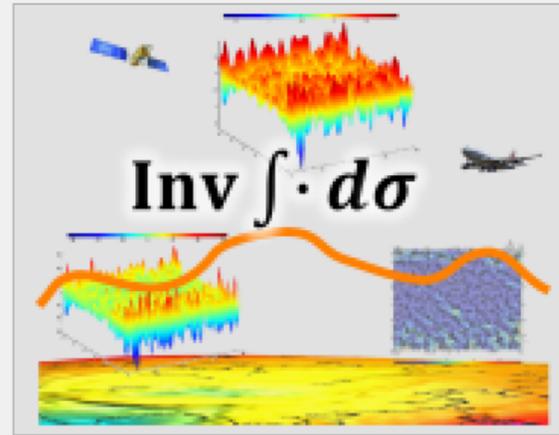
### 高精度重力场逼近与全要素建模



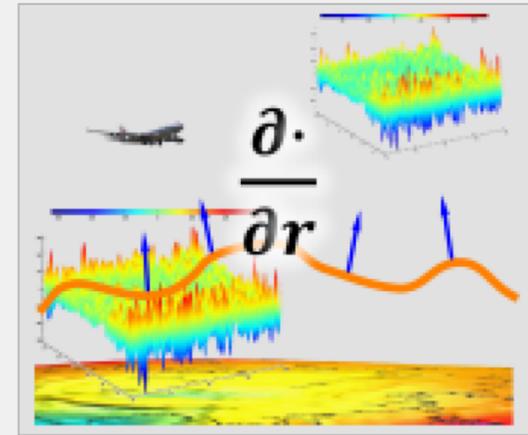
Stokes/Hotine积分外部  
高程异常计算



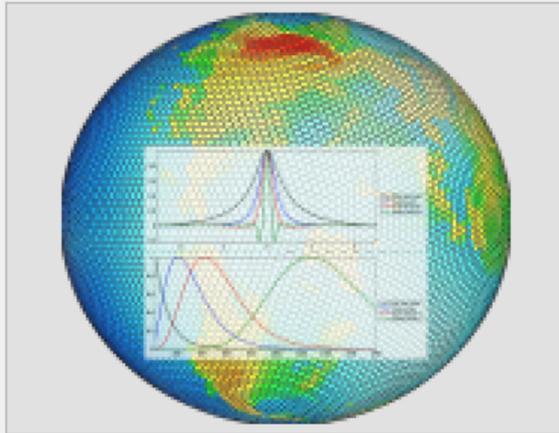
Vening-Meinesz积分外部  
垂线偏差计算



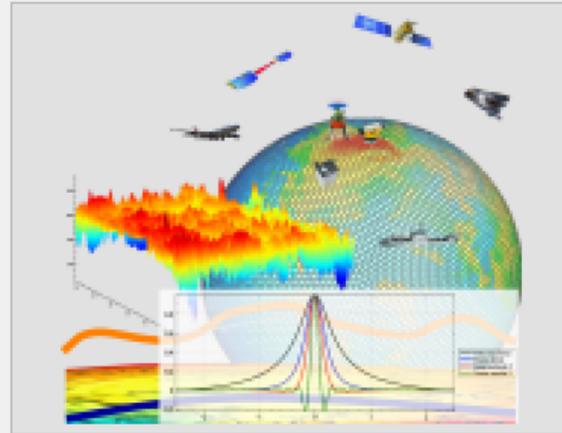
多种扰动重力场元反算  
与逆运算积分



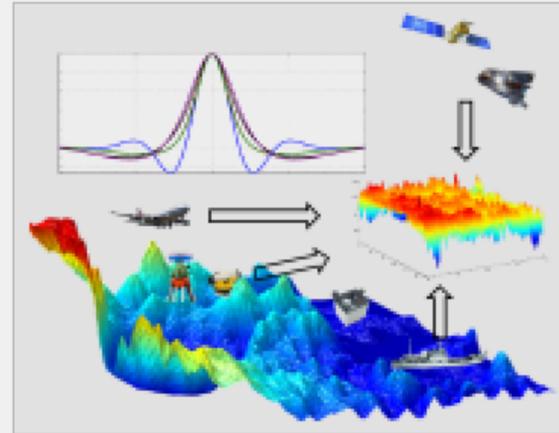
外部场元梯度与Poisson  
数值积分计算



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



区域重力场全要素  
建模练习流程

- 多源异质空天地海数据混叠
- 全要素外部重力场全空间建模
- 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

#### 子系统功能架构

构建了科学完备的重力场空域边值理论积分与谱域径向基函数逼近算法体系，具备观测量粗差探测、外部精度指标测定与计算性能控制能力，适合观测数据多种异质、不同高度、交叉分布、陆海混叠的全要素外部重力场全空间解析建模，能实现地球外部各种场元的循环闭合解析运算。

本组程序选择重力场短波信号丰富（移去540阶模型值后的残差扰动重力，空间变化超过300mGal）的典型复杂特征地区，作为计算案例，测试各种重力场逼近算法，以方便快速掌握重力场逼近算法性能与计算效果。

# 广义Stokes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

>> [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

设置积分半径 180 km

计算结果保存为

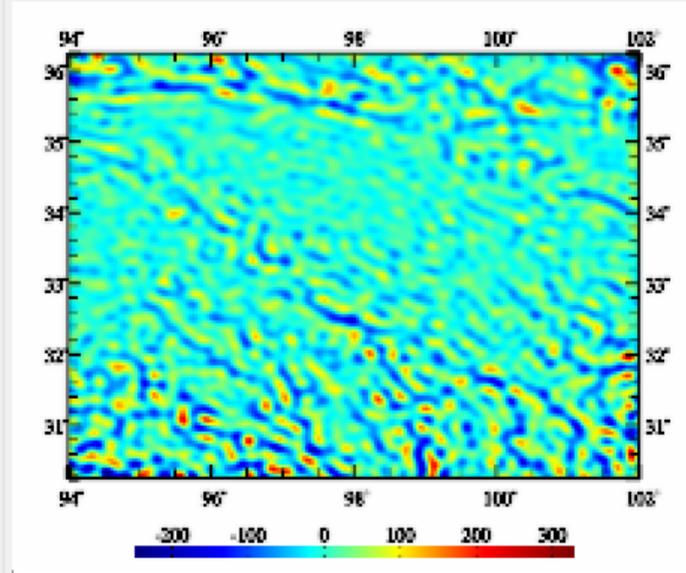
参数设置结果输入

开始积分计算

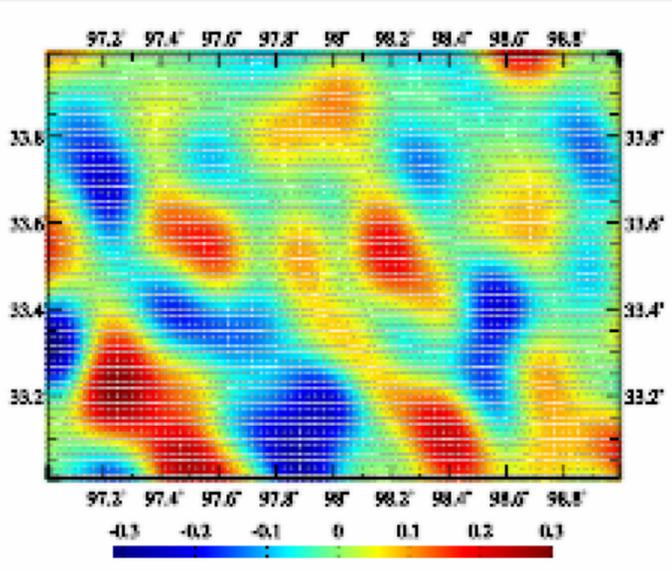
no	lon(degree/decimal)	lat	ellipHeight(m)	
1	97.008333	33.008333	3942.764	-0.0294
2	97.025000	33.008333	3989.787	-0.0340
3	97.041667	33.008333	4034.817	-0.0404
4	97.058333	33.008333	4070.847	-0.0485
5	97.075000	33.008333	4106.877	-0.0582
6	97.091667	33.008333	4119.913	-0.0693
7	97.108333	33.008333	4115.946	-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

提取高程异常

图形绘制



空间异常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.....

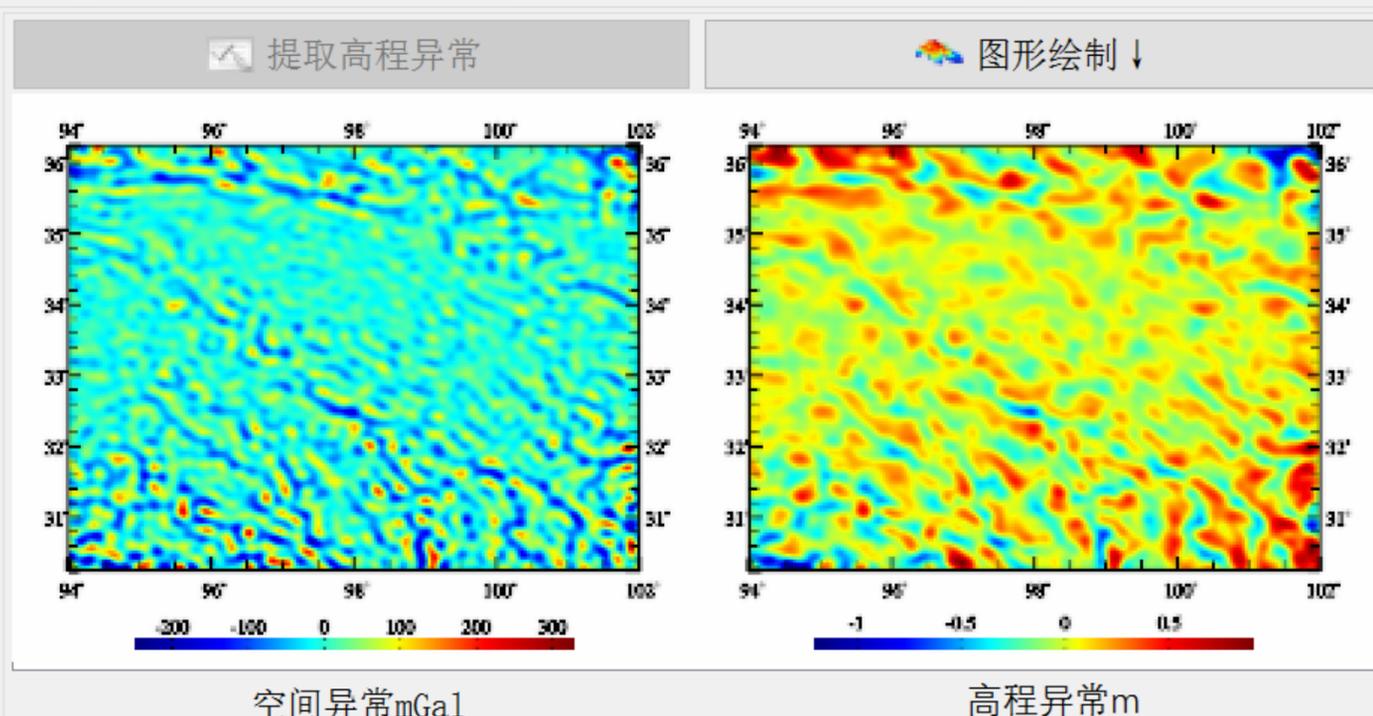
>> 计算开始时间: 2024-09-04 14:07:15

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



- 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

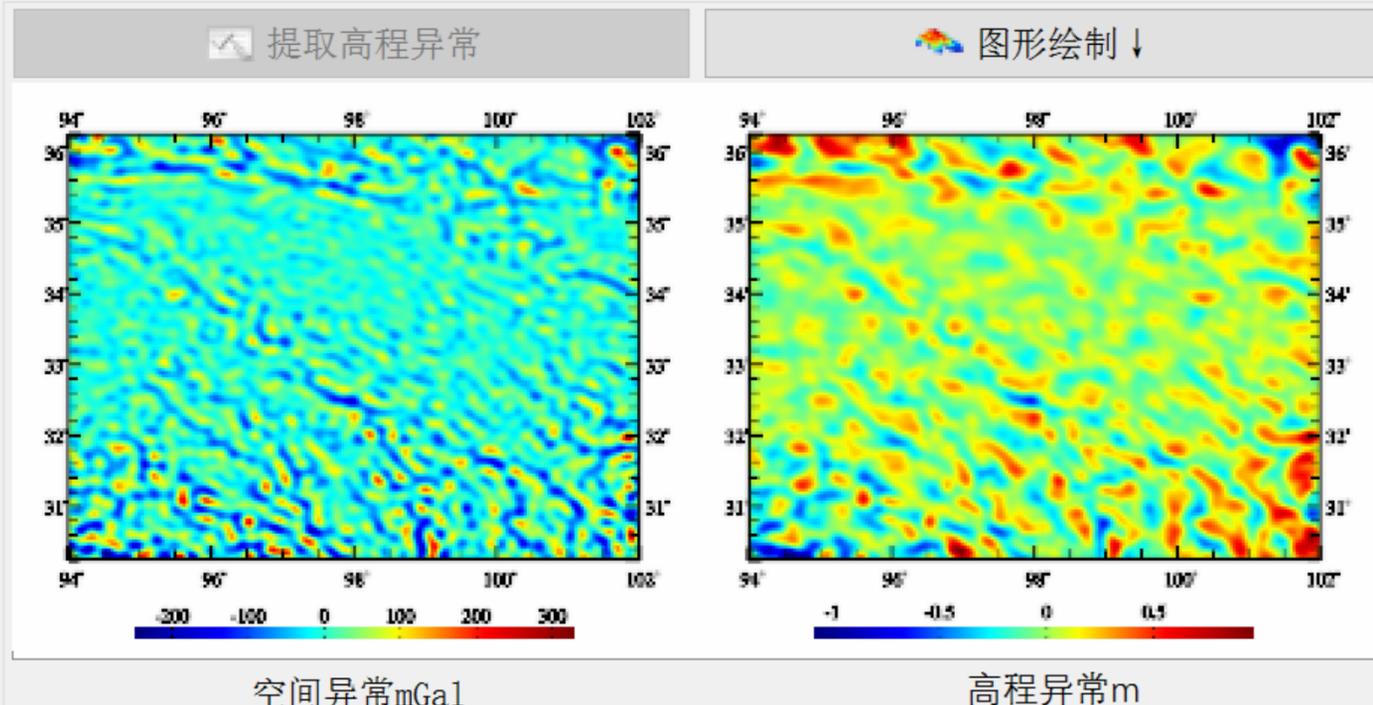
二维FFT算法

>> 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



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

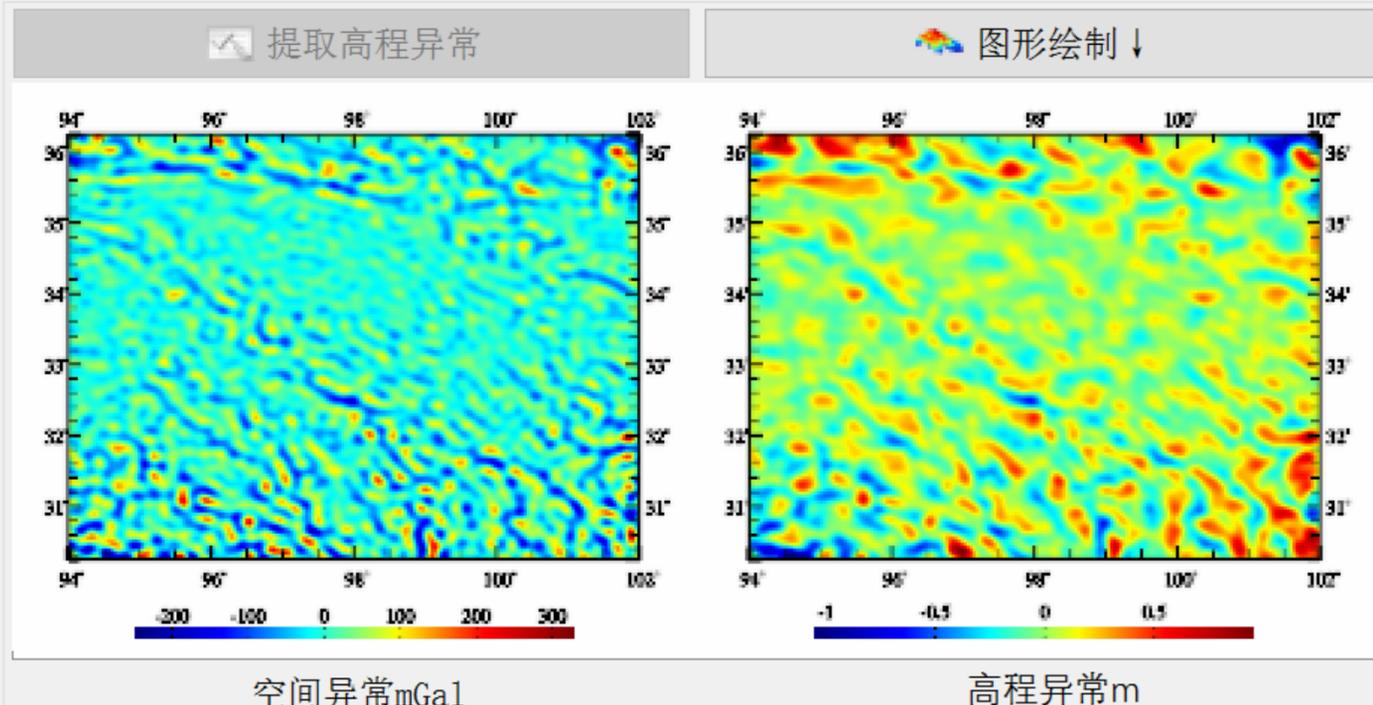
一维FFT算法

>> 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

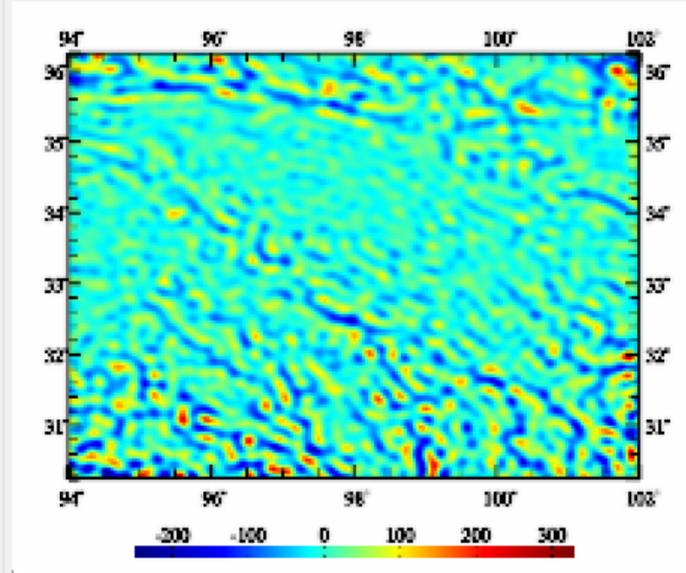
参数设置结果输入

开始积分计算

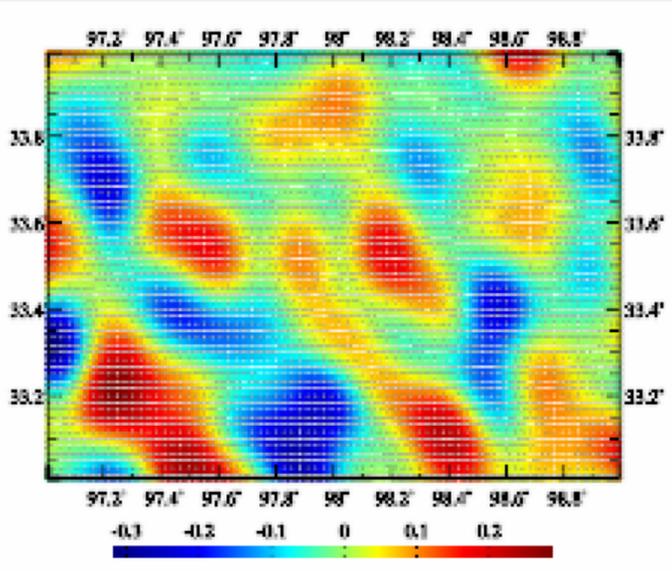
no	lon(degree/decimal)	lat	ellipHeight(m)	
1	97.008333	33.008333	3942.764	-0.0292
2	97.025000	33.008333	3989.787	-0.0339
3	97.041667	33.008333	4034.817	-0.0402
4	97.058333	33.008333	4070.847	-0.0482
5	97.075000	33.008333	4106.877	-0.0579
6	97.091667	33.008333	4119.913	-0.0689
7	97.108333	33.008333	4115.946	-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



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

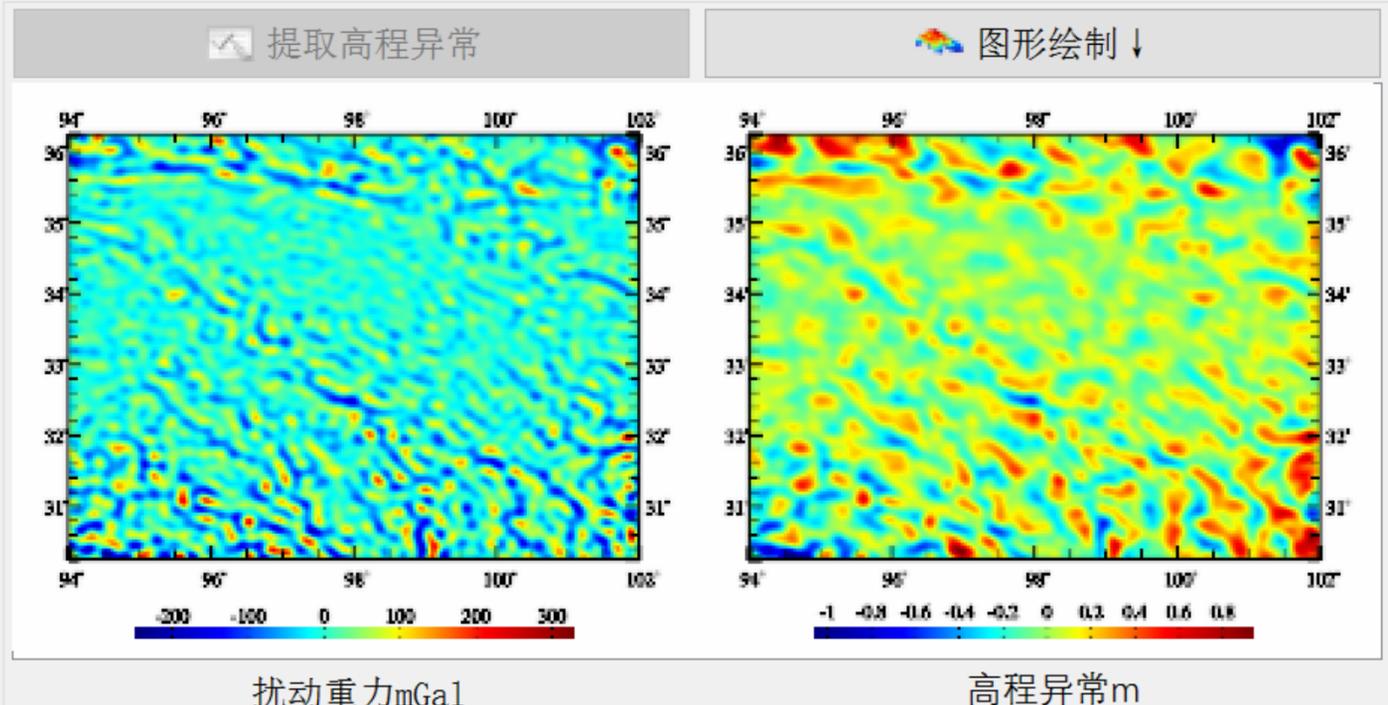
设置积分半径 180 km

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



- 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

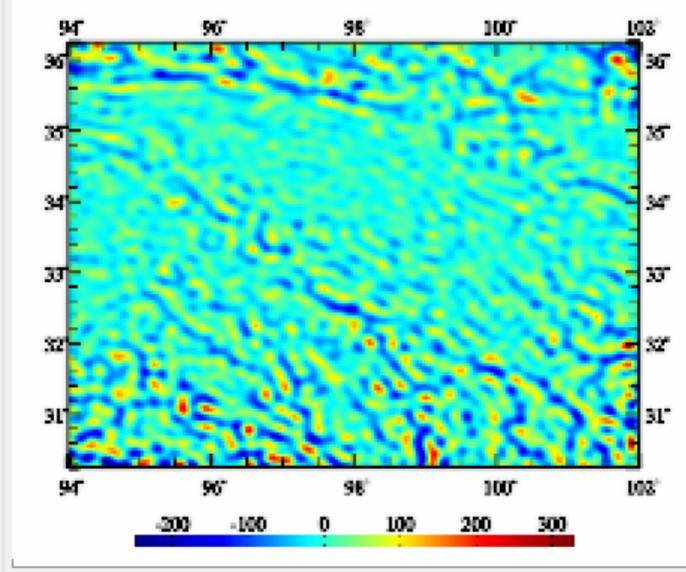
参数设置结果输入

开始积分计算

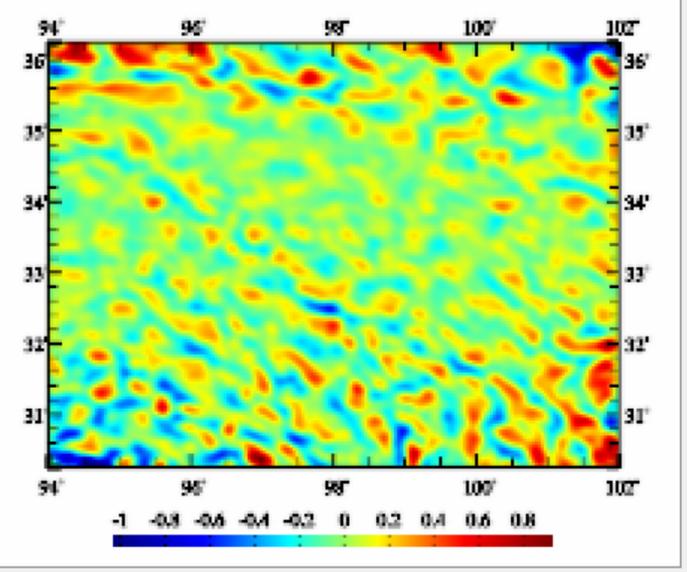
94.000000	102.000000	30.250000	36.250000	0.01666667	0.01666667
-0.0792	-0.0733	-0.0746	-0.0838	-0.1002	-0.1002
-0.3595	-0.3695	-0.3770	-0.3830	-0.3886	-0.3886
-0.7031	-0.7439	-0.7794	-0.8086	-0.8309	-0.8309
-0.8753	-0.8664	-0.8489	-0.8209	-0.7809	-0.7809
0.1110	0.1636	0.2014	0.2239	0.2312	0.2312
-0.2667	-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

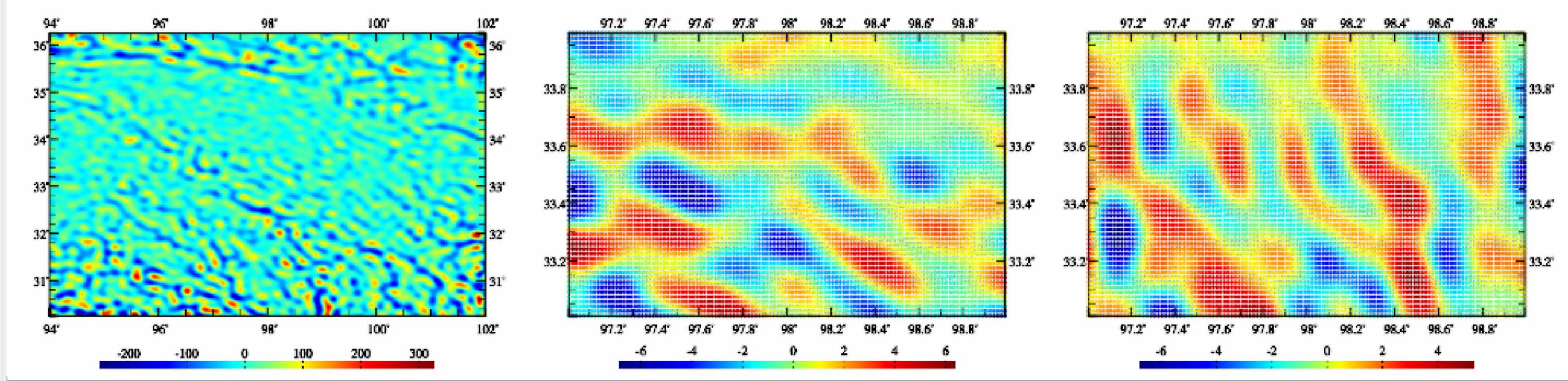
参数设置结果输入

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.....

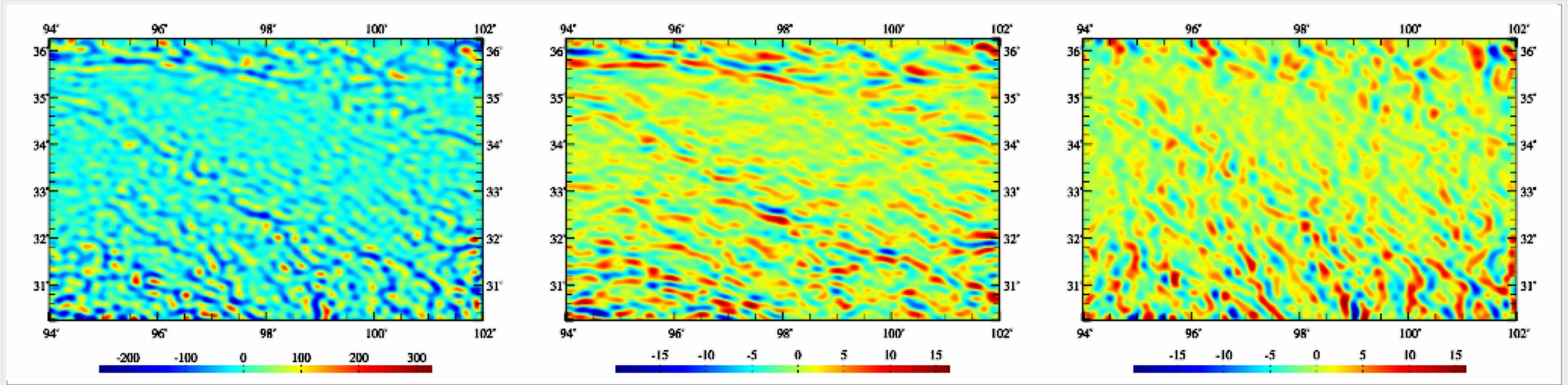
>> 计算开始时间: 2024-09-04 15:32:15

>> 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

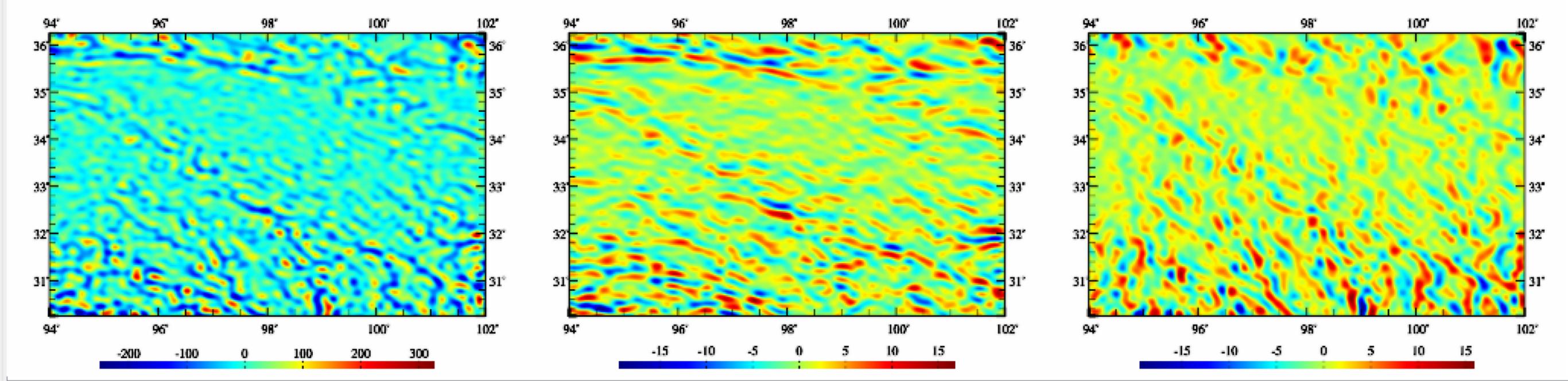
>> 计算过程 \*\* 操作提示

>> 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

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。

# 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

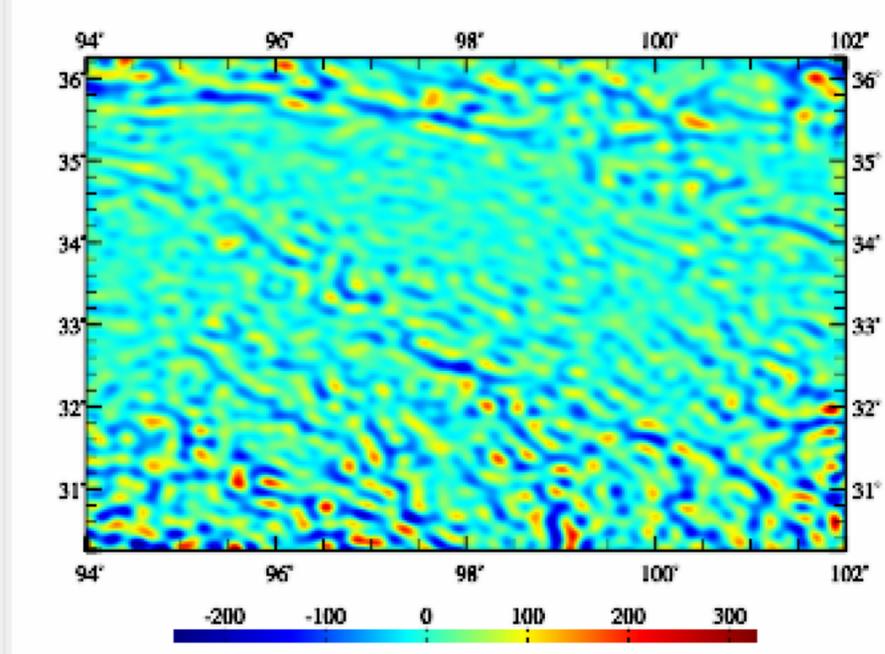
>> [功能]由等位面残差扰动重力格网计算外部残差垂线偏差。  
>> 打开等位边界面大地高格网文件 C:/PAGravf4.5\_win64cn/examples/IntgenVeningMeinesz/landgeoidhgt.dat。  
>> 打开等位面上扰动重力格网文件 C:/PAGravf4.5\_win64cn/examples/IntgenVeningMeinesz/resGMLgeoid541\_1800.rga。  
>> 打开空间计算点位置文件 C:/PAGravf4.5\_win64cn/examples/IntgenVeningMeinesz/calcpnt.txt。  
\*\* 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

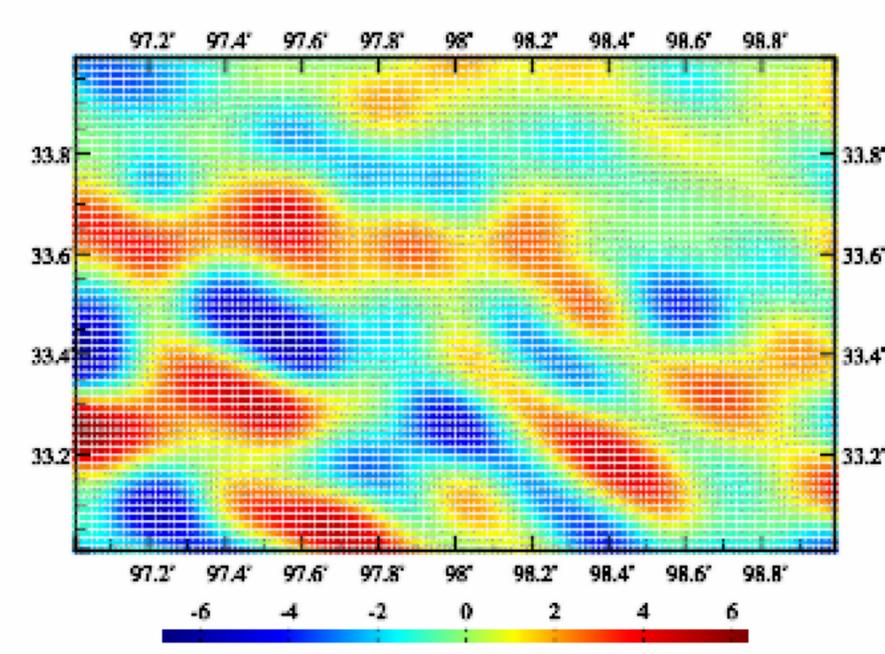
垂线偏差向量(S, W)结果保存为 参数设置结果输入 开始积分计算

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

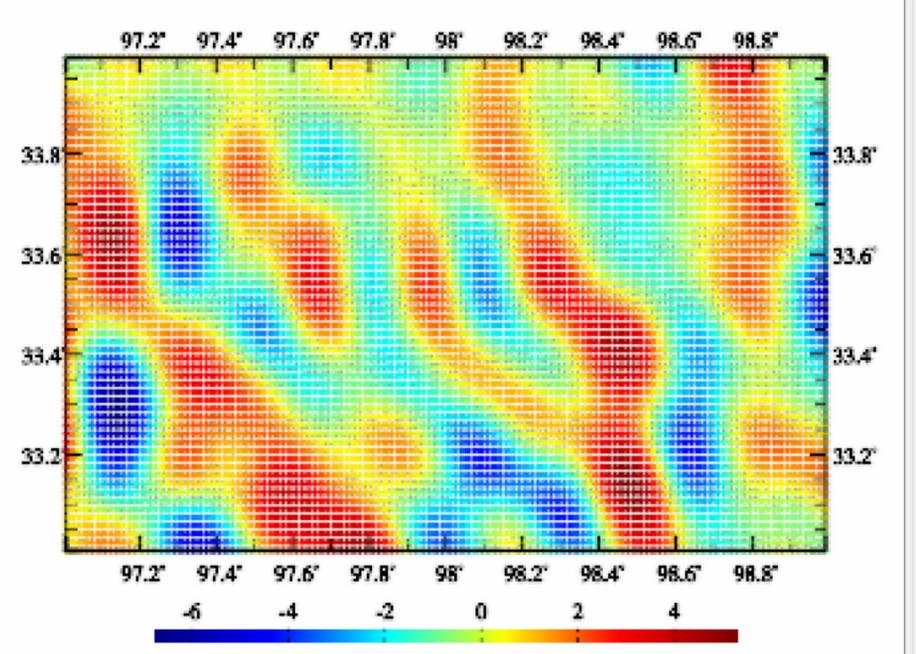
提取垂线偏差 图形绘制



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/resGMIgeoid541\_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.....

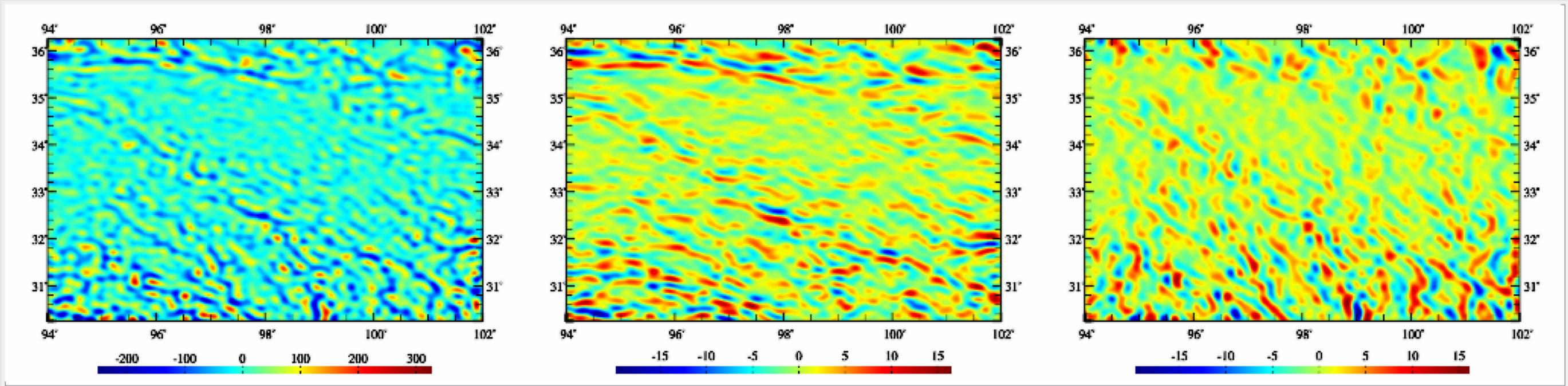
>> 计算开始时间: 2024-09-04 15:40:00

>> 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.....

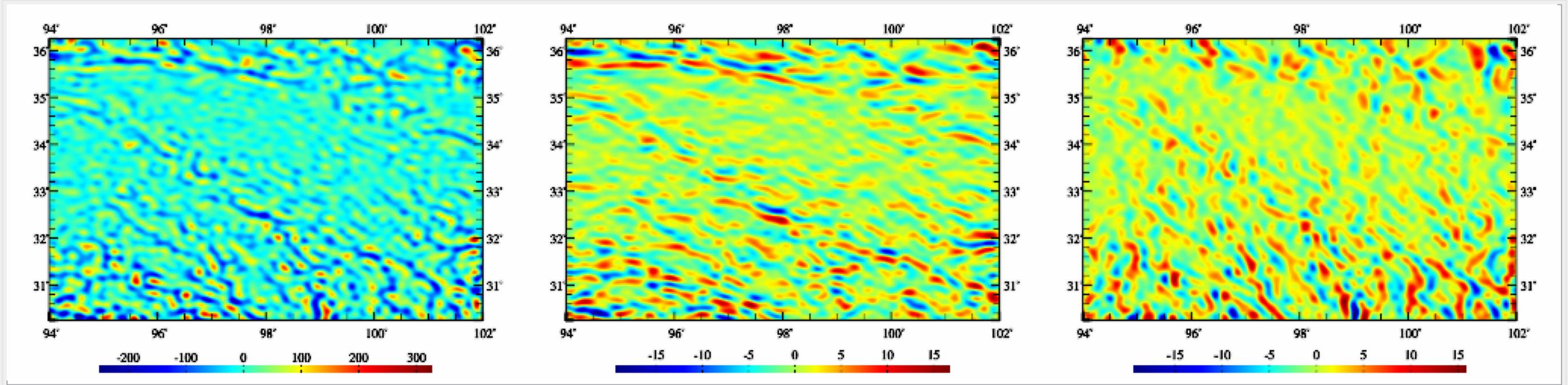
>> 计算开始时间: 2024-09-04 15:41:05

>> 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

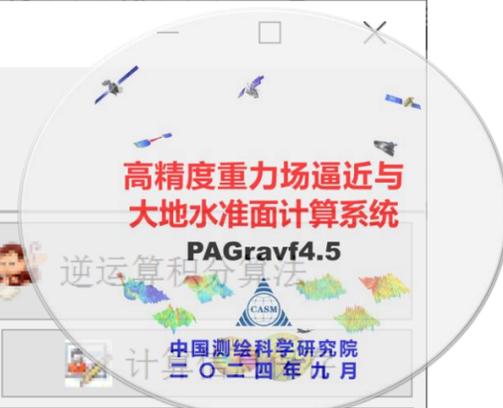
94.000000	102.000000	30.250000	36.250000	0.01666667	0.01666667				
-2.2902	-2.5728	-2.5404	-2.2106	-1.6569	-0.9620	-0.1970	0.5837	1.3422	2.0
4.3438	4.2677	4.0572	3.7402	3.3616	2.9808	2.6656	2.4845	2.4963	2.7
7.8987	8.7168	9.3140	9.6544	9.7356	9.5887	9.2746	8.8722	8.4667	8.1
9.0128	9.2522	9.3100	9.1173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

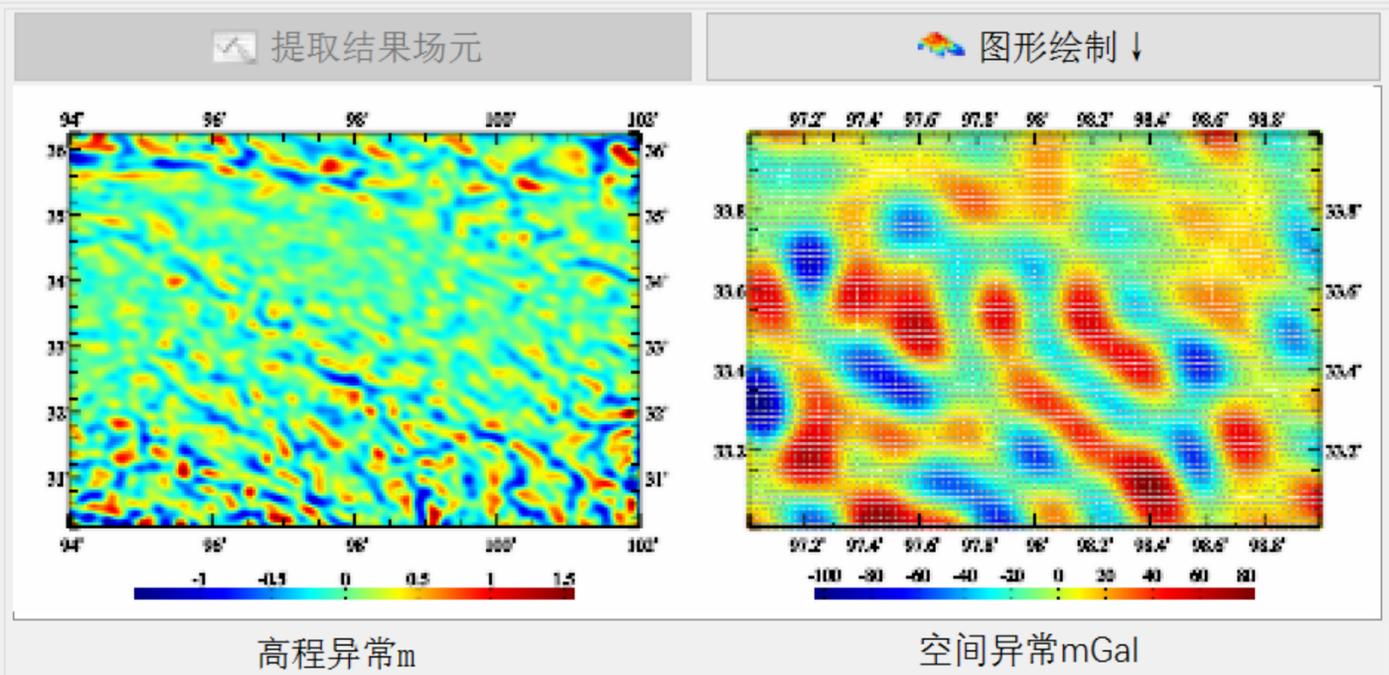
设置积分半径 150 km

计算结果保存为

参数设置结果输入

开始积分计算

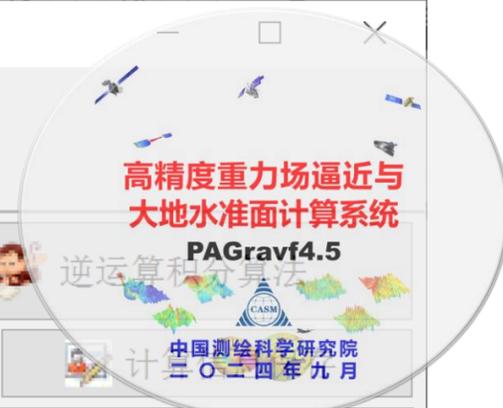
no	lon(degree/decimal)	lat	ellipHeight(m)		
1	97.008333	33.008333	3942.764	-37.2501	24.7224
2	97.025000	33.008333	3989.787	-37.2203	24.6842
3	97.041667	33.008333	4034.817	-37.1899	22.9058
4	97.058333	33.008333	4070.847	-37.1590	19.2598
5	97.075000	33.008333	4106.877	-37.1276	13.9076
6	97.091667	33.008333	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

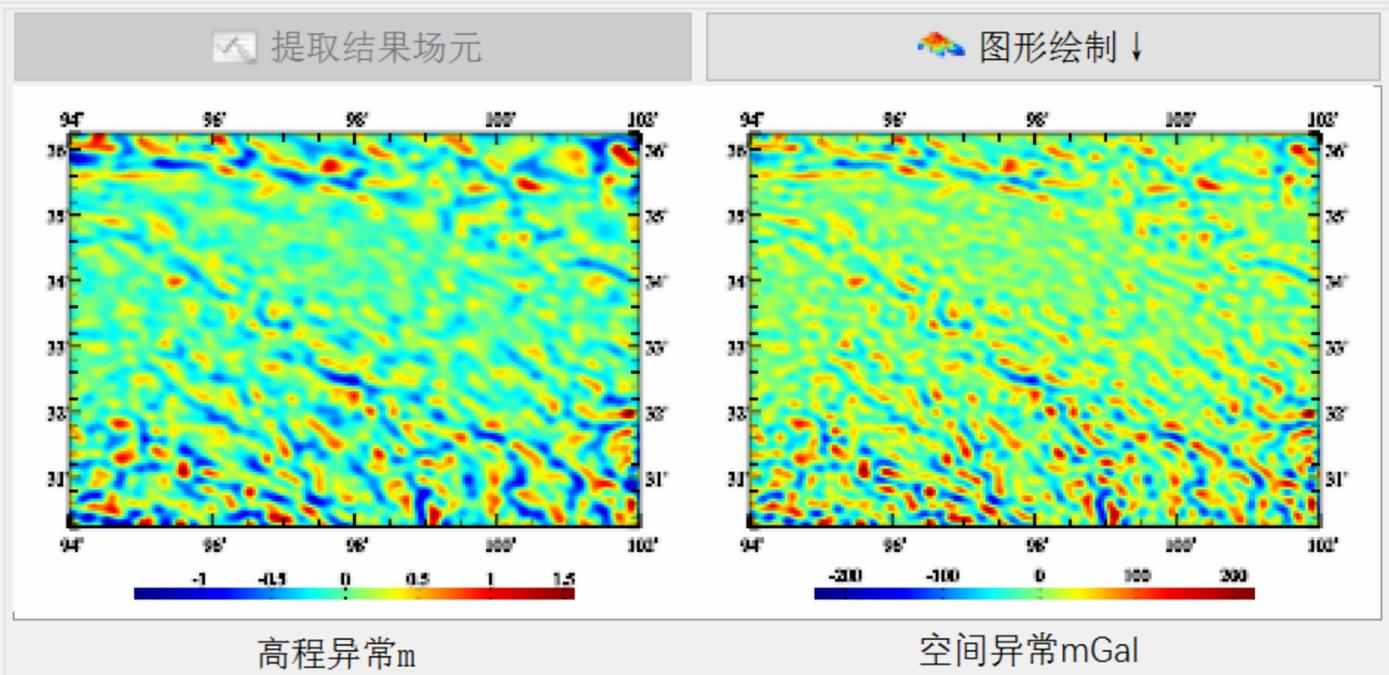
设置积分半径 150 km

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

&gt;&gt; 计算过程 \*\* 操作提示

&gt;&gt; 完成扰动场元逆运算积分计算!

&gt;&gt; 计算结束时间: 2024-09-04 16:35:51

&gt;&gt; [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...

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

&gt;&gt; 打开等位面高程异常格网文件 C:/PAGravf4.5\_win64cn/examples/Integralgrainverse/resGMlgeoid541\_1800.ksi。

&gt;&gt; 按一维FFT算法计算...

&gt;&gt; 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5\_win64cn/examples/Integralgrainverse/invstokesFFT1.dat。

&gt;&gt; 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.....

&gt;&gt; 计算开始时间: 2024-09-04 16:37:11

&gt;&gt; 完成扰动场元逆运算积分计算!

&gt;&gt; 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

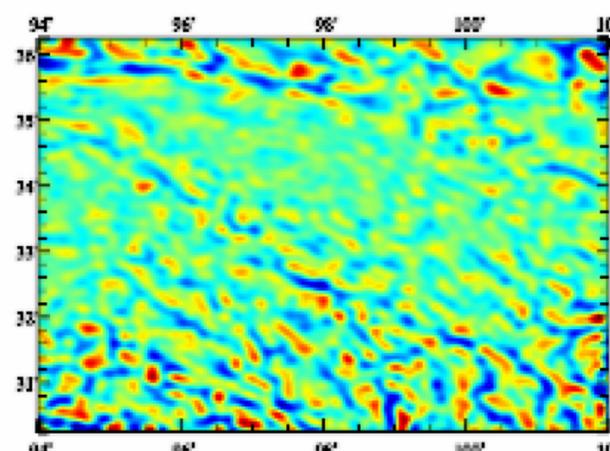
参数设置结果输入

开始积分计算

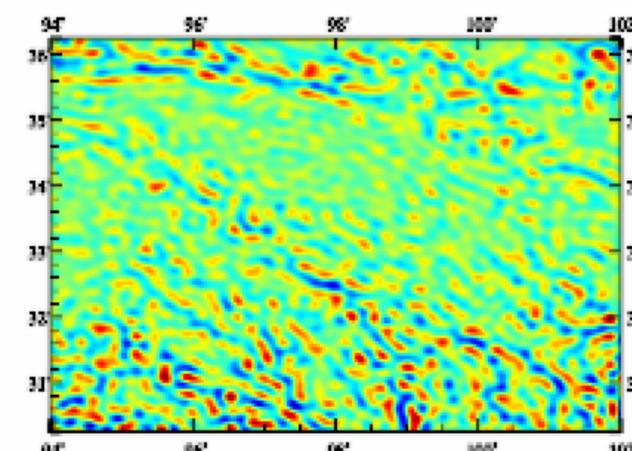
94.000000	102.000000	30.250000	36.250000	0.01666667	0.01666667
-38.8436	-31.6669	-23.1151	-13.5783	-3.5313	6.8983
67.0584	64.6259	62.0594	60.1520	59.3231	59.7623
83.3528	86.6034	90.8779	96.0863	101.6546	106.7426
-18.5990	-39.3488	-56.1960	-68.2546	-75.0628	-76.6044
-0.4045	1.1473	1.5172	1.0340	0.3231	-0.1369
49.1110	50.2744	47.2085	39.4367	27.0601	10.8463
39.0631	73.8112	105.9681	131.7520	147.9208	152.2703
-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

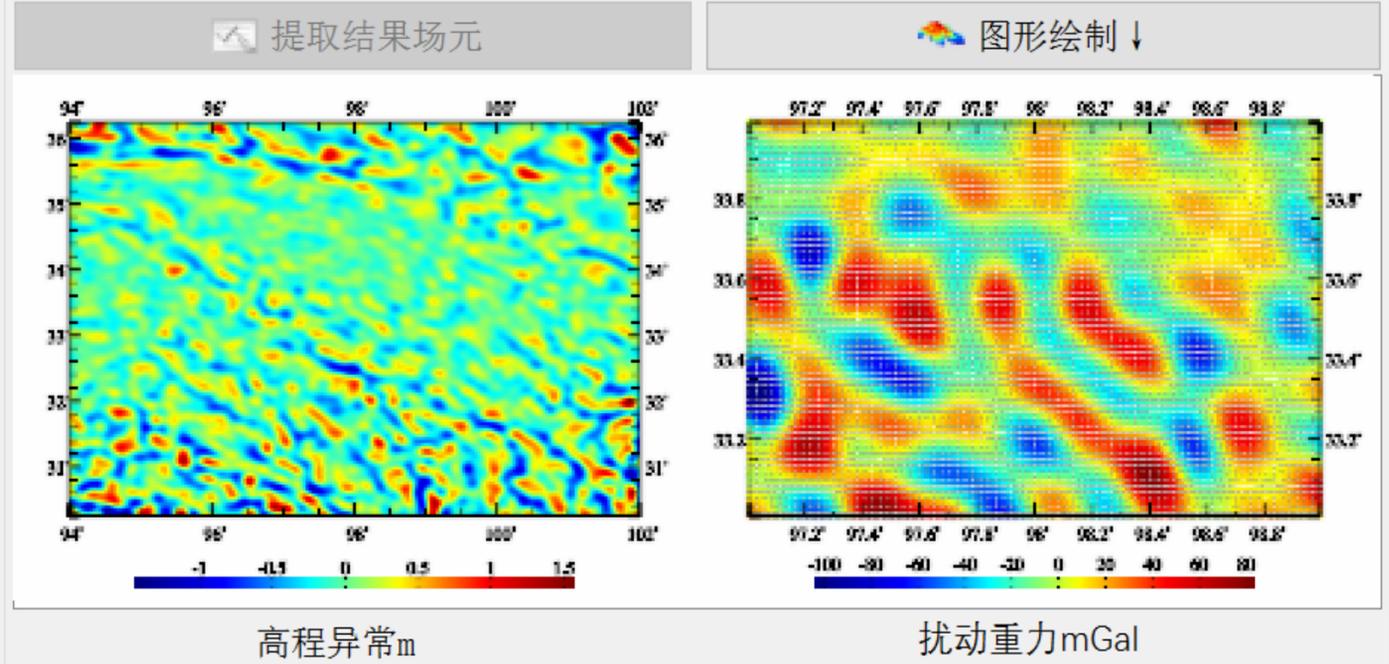
计算结果保存为

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

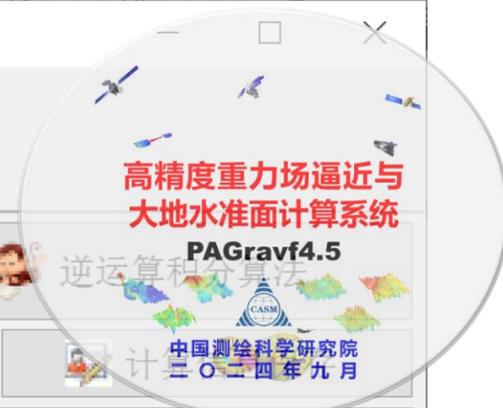
忽略大地高属性



- 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/resGMIgeoid541\_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

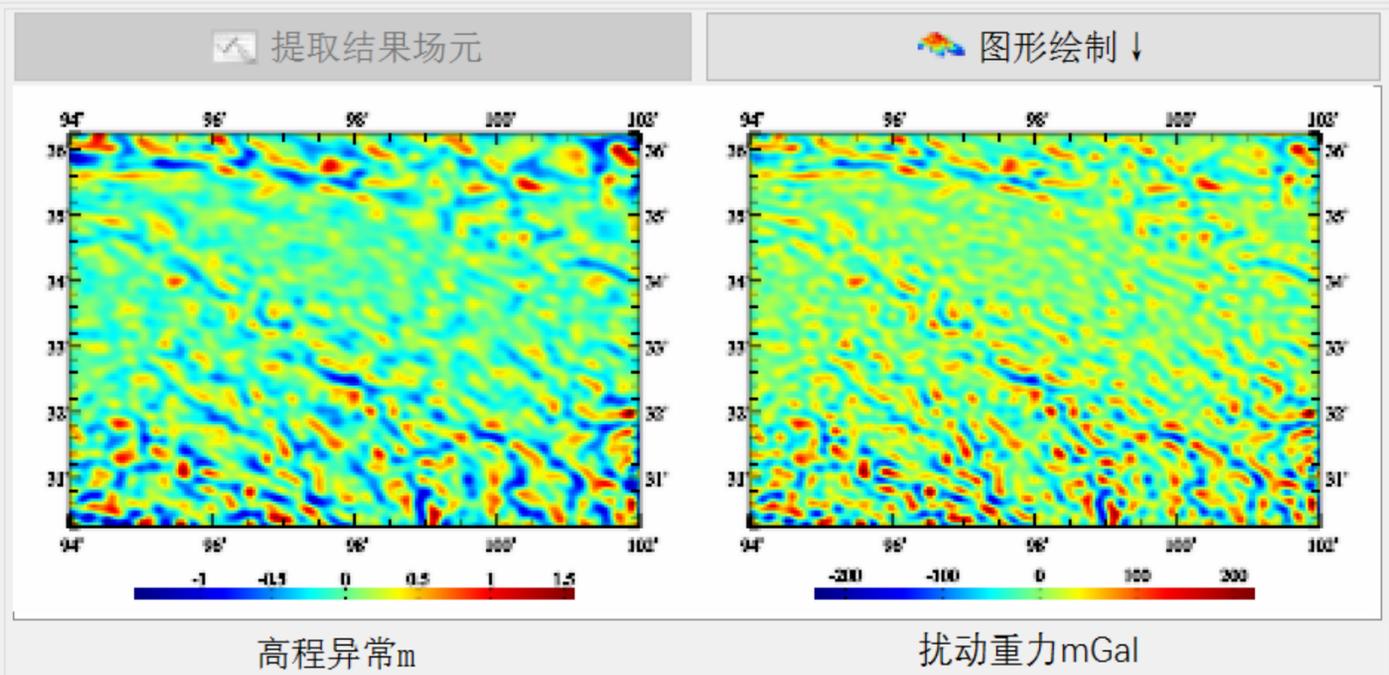
设置积分半径 150 km

计算结果保存为

参数设置结果输入

开始积分计算

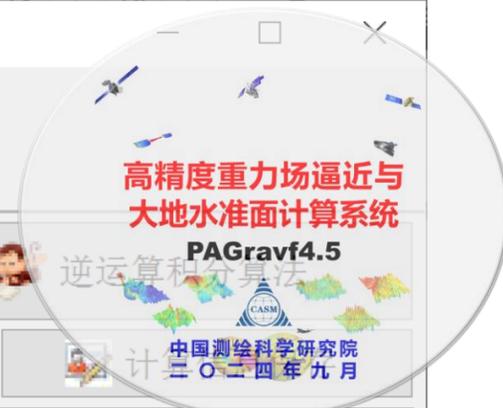
94.000000	102.000000	30.250000	36.250000	0.01666667	0.01666667
-39.6723	-31.7828	-23.0297	-13.3751	-3.2193	7.3476
68.6958	66.2006	63.6293	61.8125	61.1742	61.8872
85.4591	88.5938	92.9155	98.3523	104.3015	109.8659
-20.4677	-42.4183	-60.2231	-72.9255	-80.0225	-81.4903
1.5178	3.2397	3.6650	3.1371	2.3165	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/resGMLgeoid541\_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

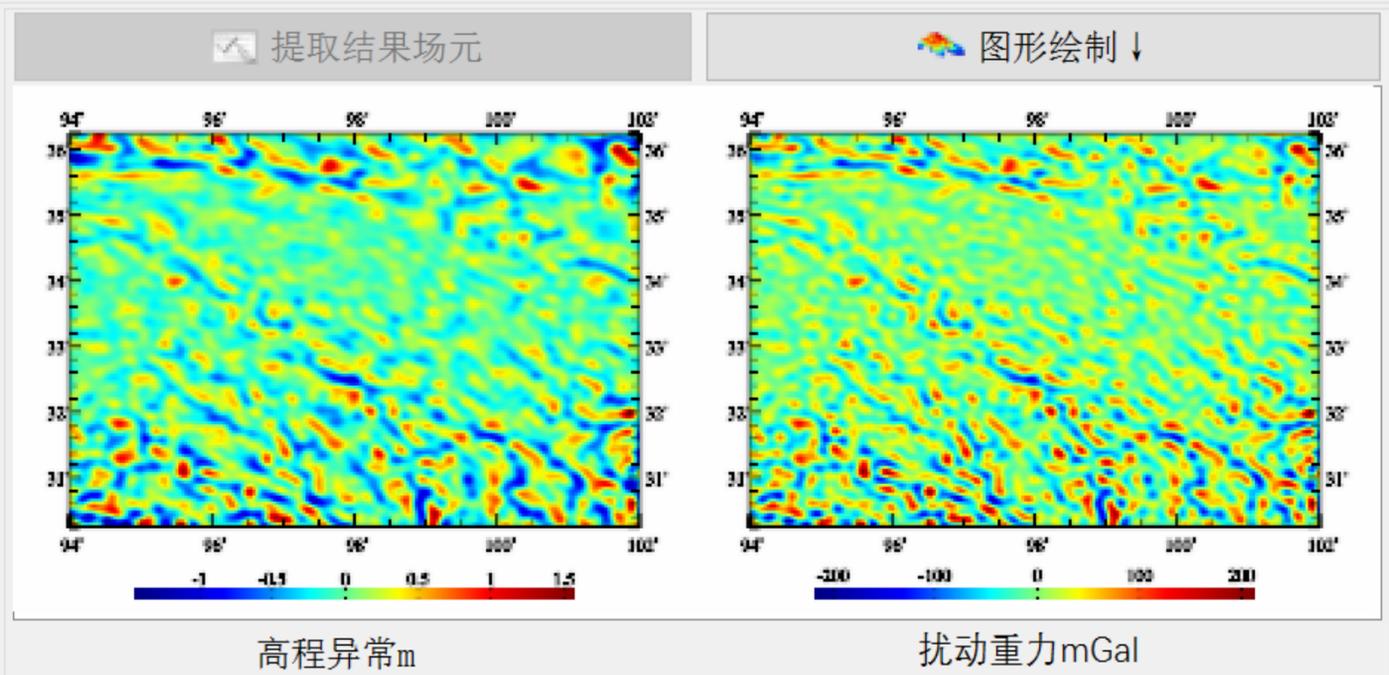
设置积分半径 150 km

计算结果保存为

参数设置结果输入

开始积分计算

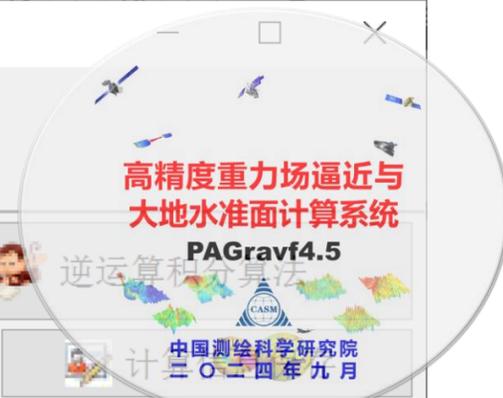
94.000000	102.000000	30.250000	36.250000	0.01666667	0.01666667
-38.8682	-31.6941	-23.1438	-13.6073	-3.5601	6.8701
67.0406	64.6090	62.0428	60.1351	59.3054	59.7434
83.3665	86.6217	90.8994	96.1095	101.6782	106.7658
-18.5118	-39.2524	-56.0933	-68.1493	-74.9591	-76.5069
-0.4518	1.0922	1.4569	0.9709	0.2593	-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

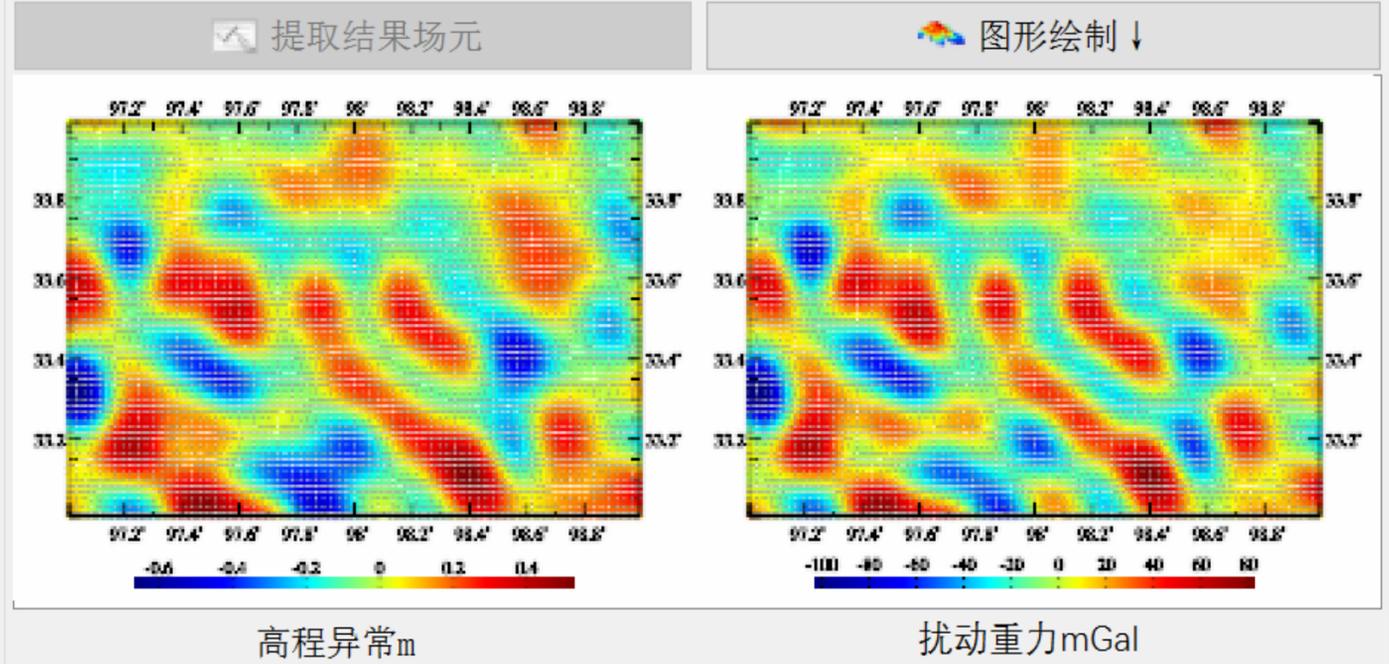
参数设置结果输入

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

>> [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

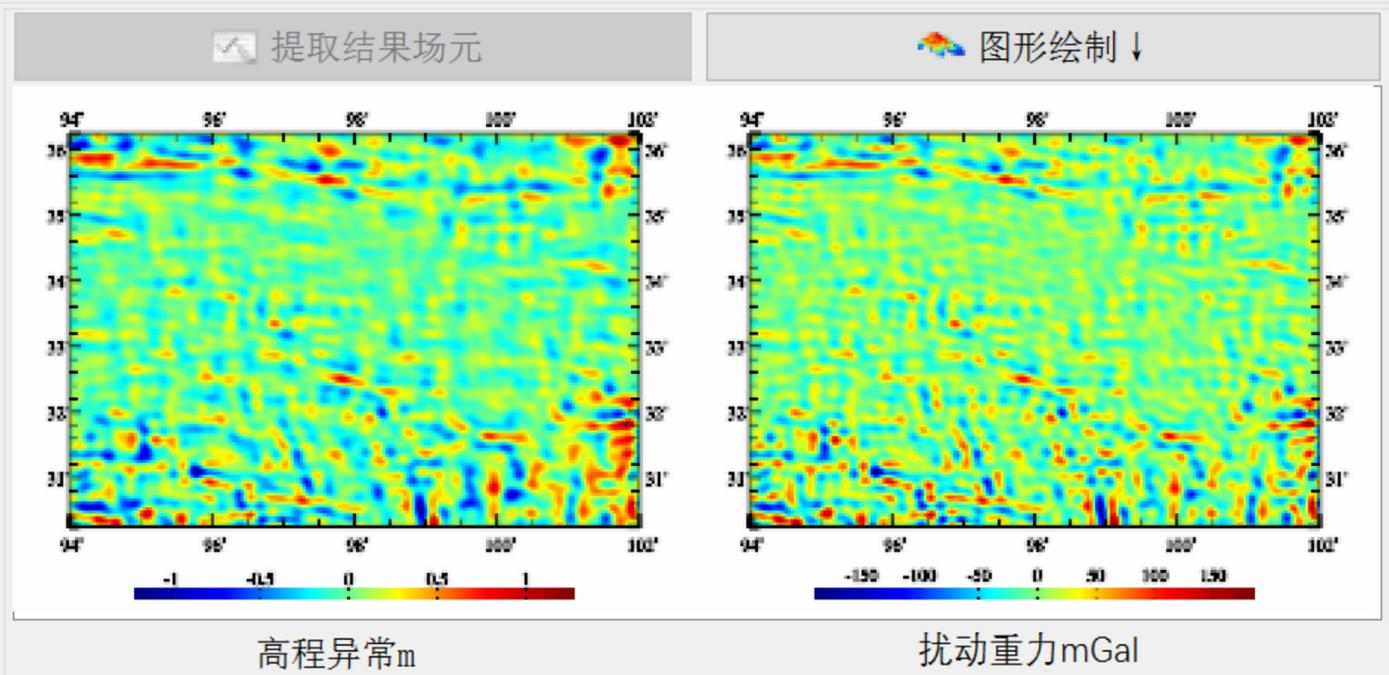
设置积分半径 150 km

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

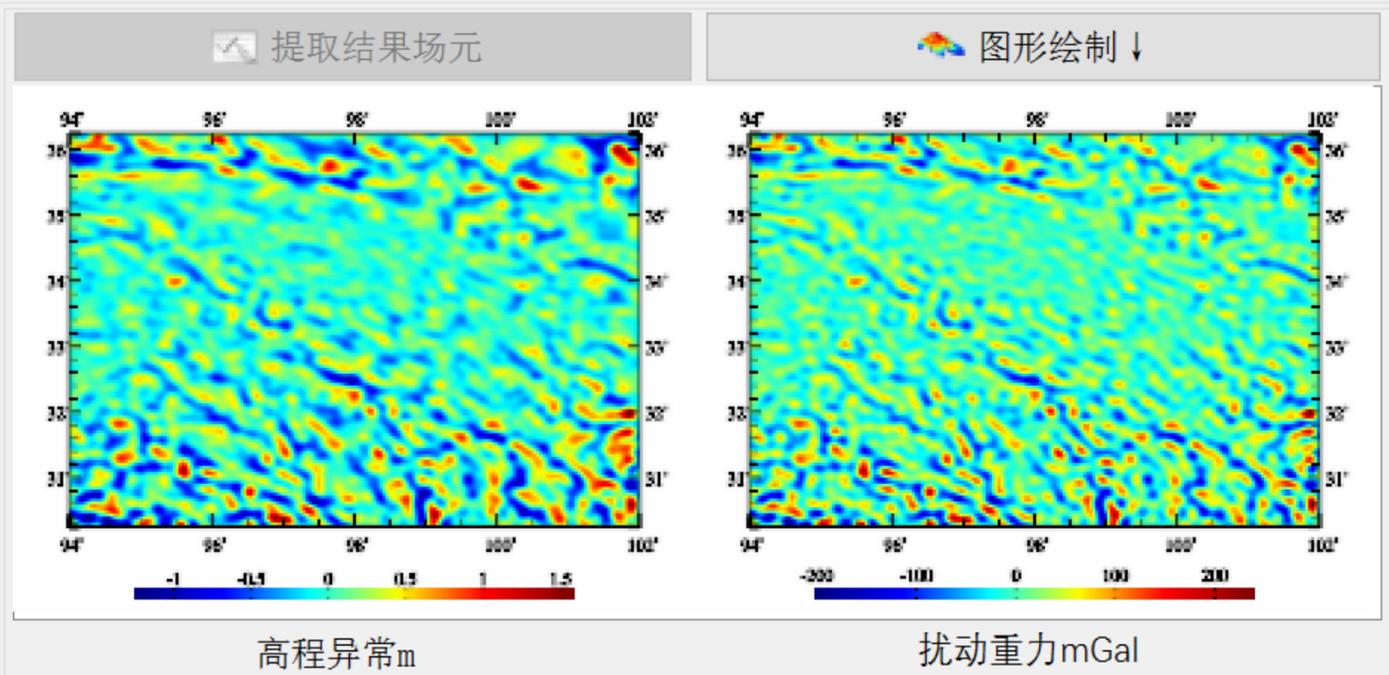
设置积分半径 150 km

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	0.0665
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

PAGrav4.5

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

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

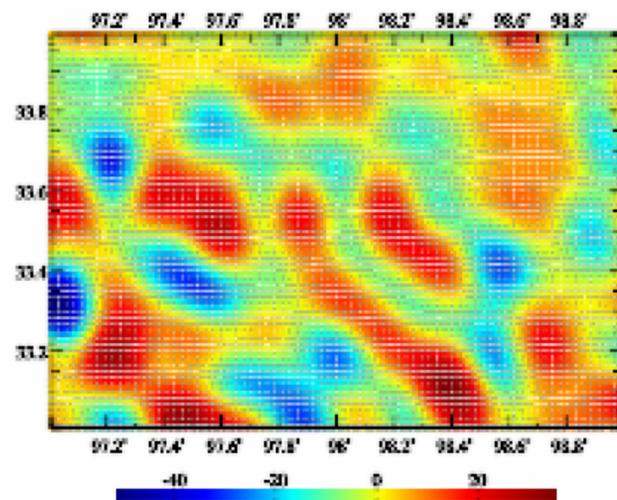
参数设置结果输入

开始积分计算

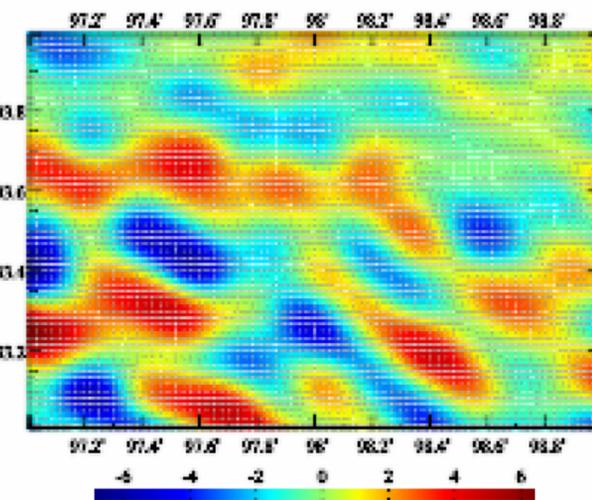
no	lon (degree/decimal)	lat	ellipHeight (m)		
1	97.008333	33.008333	3942.764	6.2612	6.2592
2	97.025000	33.008333	3989.787	6.0388	6.0365
3	97.041667	33.008333	4034.817	5.2179	5.2151
4	97.058333	33.008333	4070.847	3.8190	3.8156
5	97.075000	33.008333	4106.877	1.8631	1.8588
6	97.091667	33.008333	4119.913	-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。

# 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

PAGrav4.5

逆运算积分算法

CASIM

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

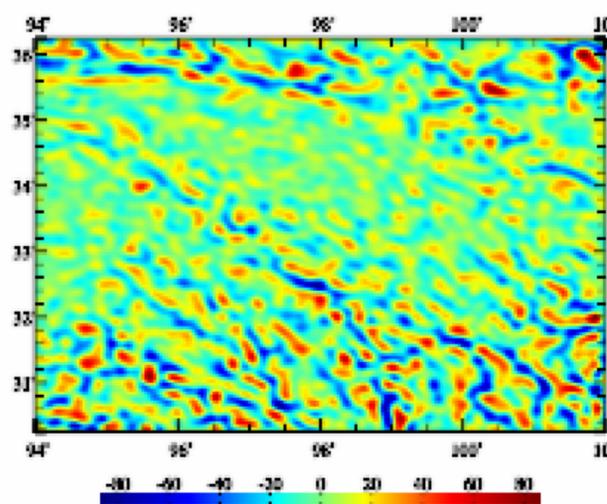
参数设置结果输入

开始积分计算

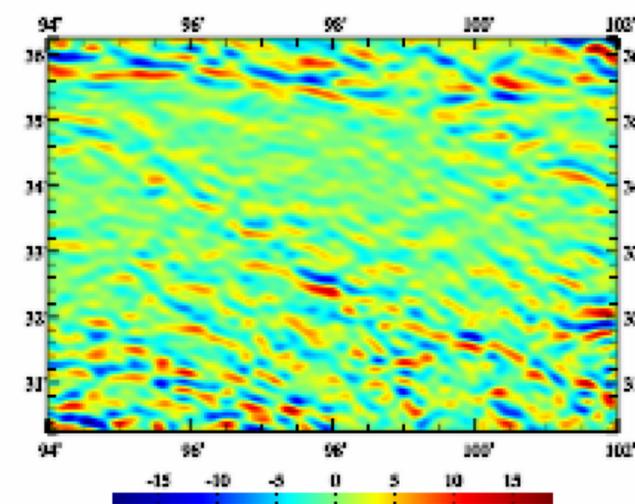
94.000000	102.000000	30.250000	36.250000	0.01666667	0.01666667
11.4128	13.0112	13.5037	13.3752	12.9300	12.3297
12.2286	12.9126	13.7712	14.4755	14.8649	15.6350
-0.5715	-4.2236	-6.0262	-6.7989	-6.5922	-4.3400
-37.2156	-44.7613	-51.0366	-54.3760	-54.4024	-52.2276
27.4578	31.0473	33.1427	34.1140	34.0444	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

&gt;&gt; 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

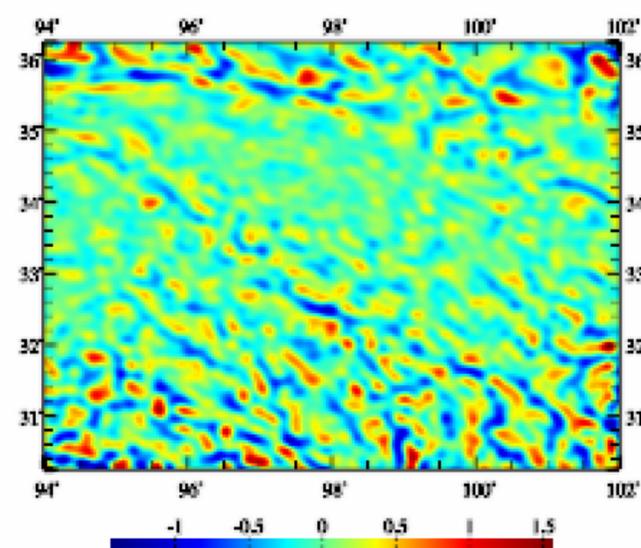
开始积分计算

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

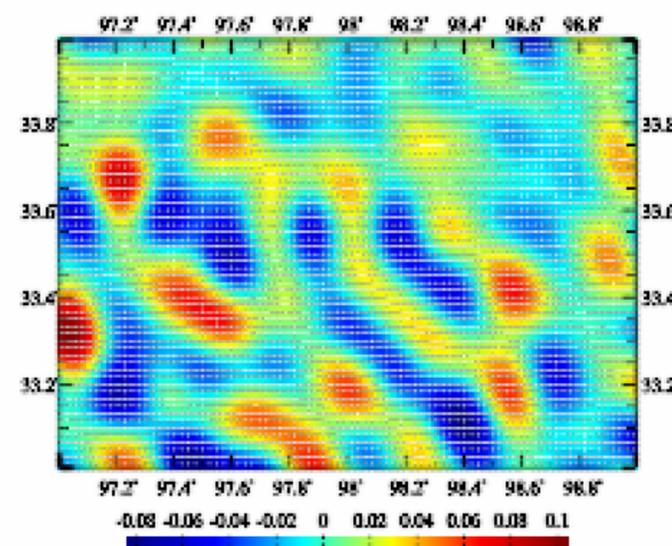
忽略大地高属性

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

&gt;&gt; 计算过程 \*\* 操作提示

计算信息保存

&gt;&gt; 完成扰动场元径向梯度积分运算!

&gt;&gt; 计算结束时间: 2024-09-05 09:04:33

&gt;&gt; [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...

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

&gt;&gt; 打开等位面扰动重力梯度格网文件 C:/PAGravf4.5\_win64cn/examples/Intgendistgradient/resGmlgeoid541\_1800.grr。

&gt;&gt; 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...

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

&gt;&gt; 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。

&gt;&gt; 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.....

&gt;&gt; 计算开始时间: 2024-09-05 09:07:28

&gt;&gt; 完成扰动重力梯度积分运算!

&gt;&gt; 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

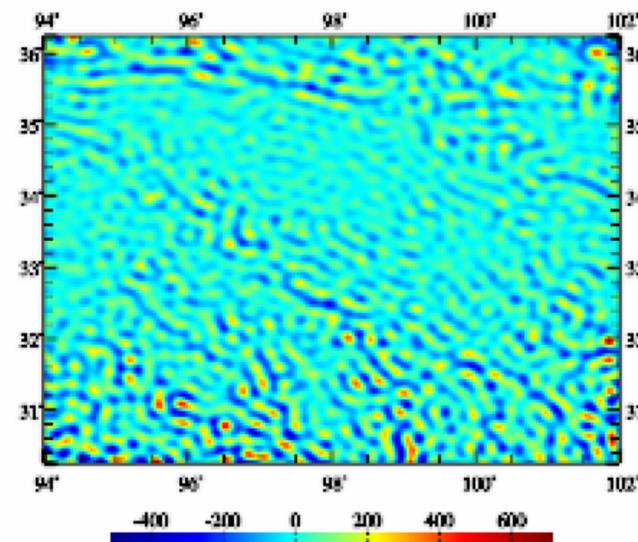
参数设置结果输入

开始积分计算

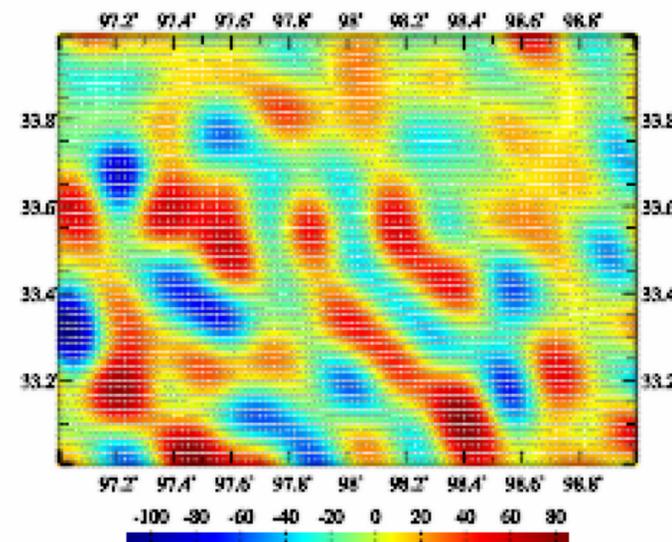
no	lon(degree/decimal)	lat	ellipHeight (m)	
1	97.008333	33.008333	3942.764	22.6149
2	97.025000	33.008333	3989.787	22.6235
3	97.041667	33.008333	4034.817	20.9473
4	97.058333	33.008333	4070.847	17.5408
5	97.075000	33.008333	4106.877	12.4745
6	97.091667	33.008333	4119.913	5.9244
7	97.108333	33.008333	4115.946	-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。

## 扰动重力逆运算积分计算

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

&gt;&gt; 计算过程 \*\* 操作提示

计算信息保存

&gt;&gt; 计算结束时间: 2024-09-05 09:21:44

&gt;&gt; [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...

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

&gt;&gt; 打开等位面扰动重力格网文件 C:/PAGravf4.5\_win64cn/examples/Intgendistgradient/resGMlgeoid541\_1800.rga。

&gt;&gt; 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...

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

&gt;&gt; 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。

&gt;&gt; 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.....

&gt;&gt; 计算开始时间: 2024-09-05 09:25:23

&gt;&gt; 完成扰动重力逆运算积分计算!

&gt;&gt; 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

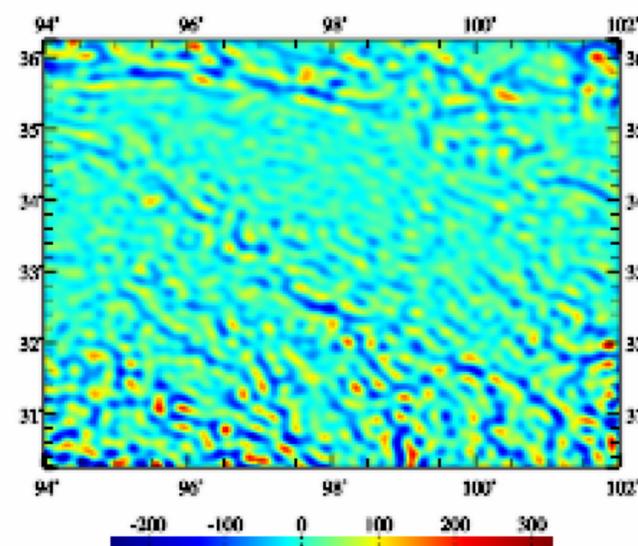
no lon(degree/decimal) lat ellipHeight (m)

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

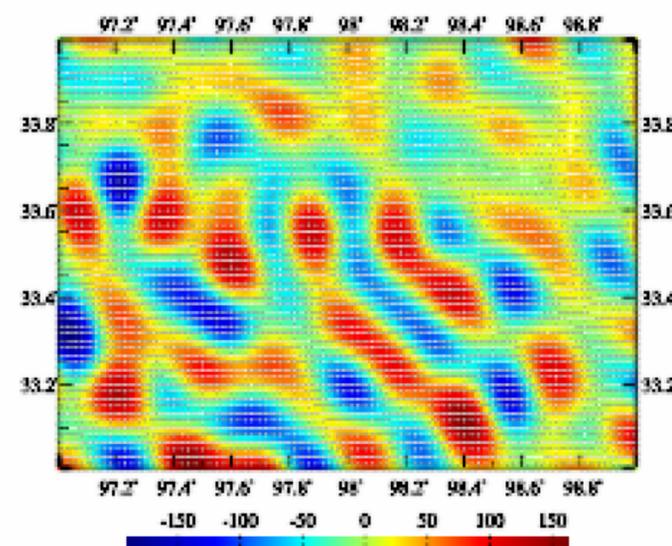
忽略大地高属性

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。

## 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

&gt;&gt; 计算过程 \*\* 操作提示

计算信息保存

&gt;&gt; 完成扰动重力逆运算积分计算!

&gt;&gt; 计算结束时间: 2024-09-05 09:12:38

&gt;&gt; [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...

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

&gt;&gt; 打开边界面扰动重力格网文件 C:/PAGravf4.5\_win64cn/examples/Intgendistgradient/resGMIgeoid541\_1800.rga.

&gt;&gt; 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...

&gt;&gt; 计算结果保存为 C:/PAGravf4.5\_win64cn/examples/Intgendistgradient/rgatogrrdbml.txt.

&gt;&gt; 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。

&gt;&gt; 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.....

&gt;&gt; 计算开始时间: 2024-09-05 09:16:58

&gt;&gt; 完成外部扰动重力梯度积分计算!

&gt;&gt; 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

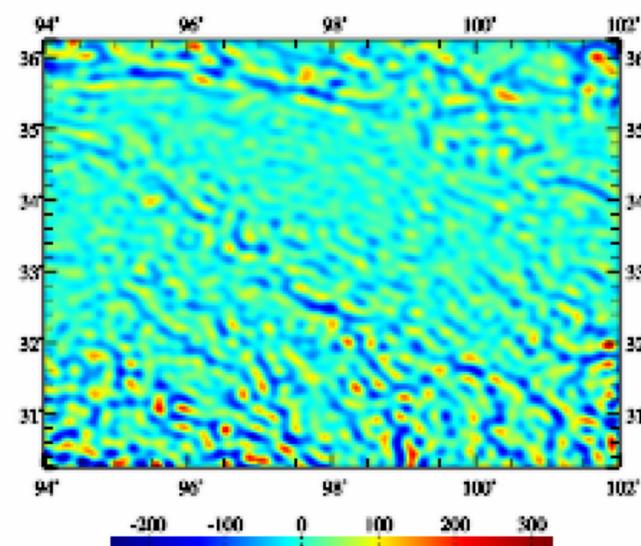
参数设置结果输入

开始积分计算

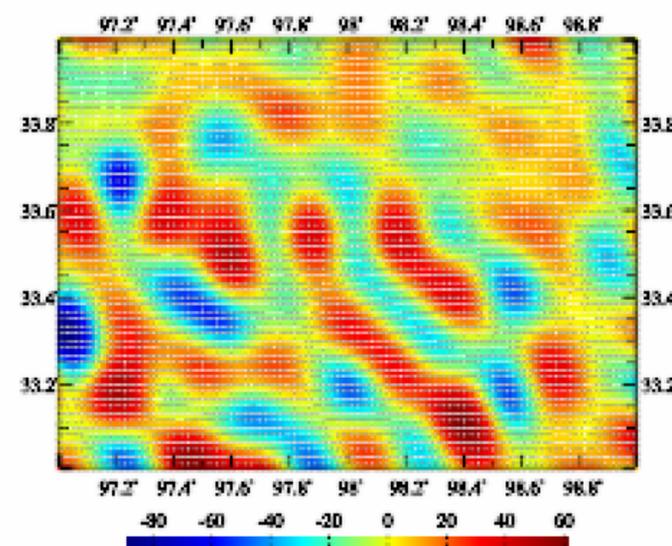
no	lon(degree/decimal)	lat	ellipHeight (m)	
1	97.008333	33.008333	3942.764	25.9295
2	97.025000	33.008333	3989.787	25.7579
3	97.041667	33.008333	4034.817	23.9132
4	97.058333	33.008333	4070.847	20.4859
5	97.075000	33.008333	4106.877	15.5549
6	97.091667	33.008333	4119.913	9.4470
7	97.108333	33.008333	4115.946	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

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

&gt;&gt; 计算过程 \*\* 操作提示

计算信息保存

&gt;&gt; 计算结束时间: 2024-09-05 09:18:24

&gt;&gt; [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...

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

&gt;&gt; 打开边界面扰动场元格网文件 C:/PAGravf4.5\_win64cn/examples/Intgendistgradient/resGMlgeoid541\_1800.rga.

&gt;&gt; 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...

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

&gt;&gt; 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。

&gt;&gt; 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.....

&gt;&gt; 计算开始时间: 2024-09-05 09:21:01

&gt;&gt; 完成外部场元Poisson积分运算!

&gt;&gt; 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

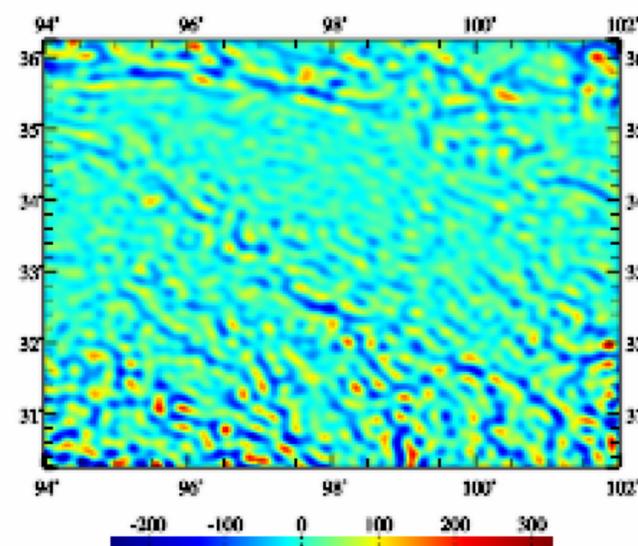
参数设置结果输入

开始积分计算

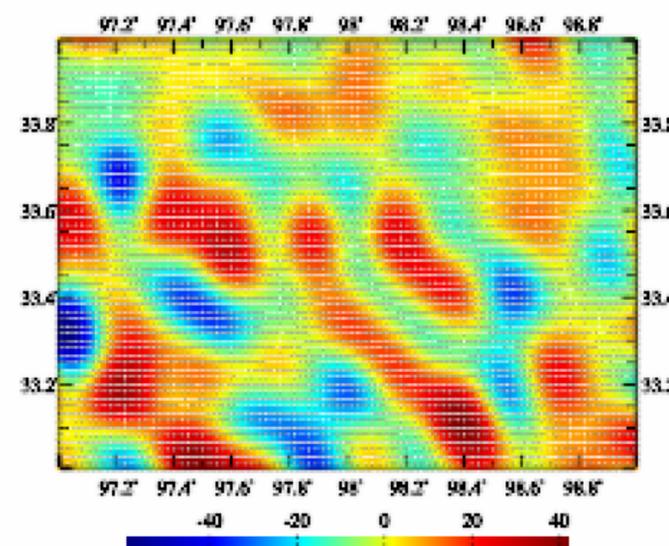
no	lon(degree/decimal)	lat	ellipHeight(m)	
1	97.008333	33.008333	3942.764	7.3569
2	97.025000	33.008333	3989.787	7.1106
3	97.041667	33.008333	4034.817	6.1598
4	97.058333	33.008333	4070.847	4.5194
5	97.075000	33.008333	4106.877	2.2173
6	97.091667	33.008333	4119.913	-0.6277
7	97.108333	33.008333	4115.946	-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'

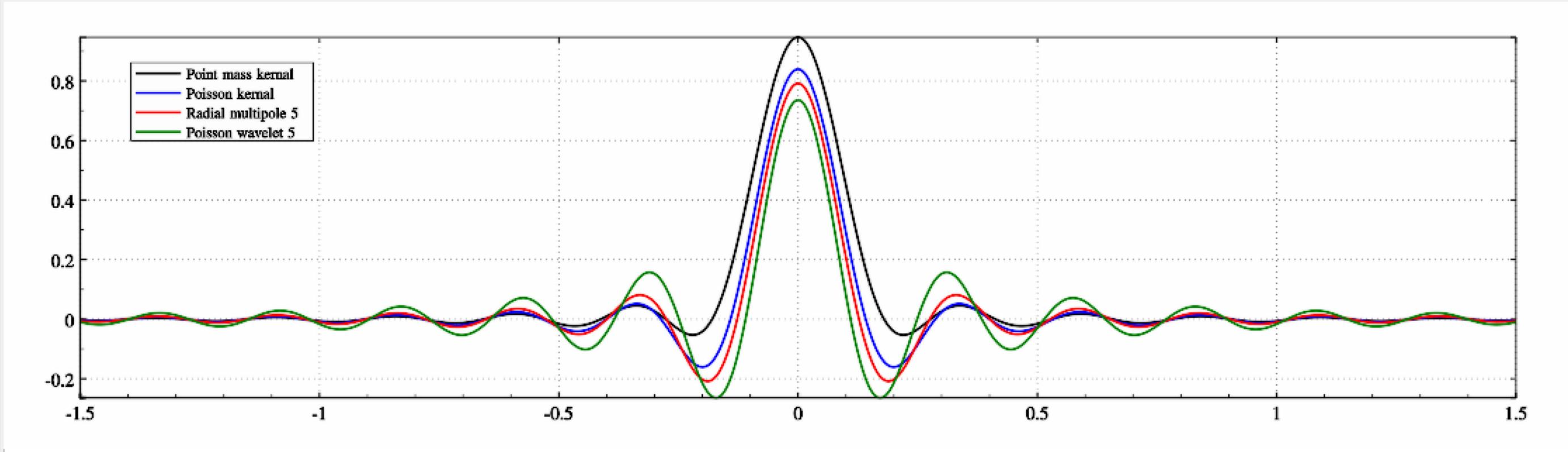
分析计算与保存

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

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

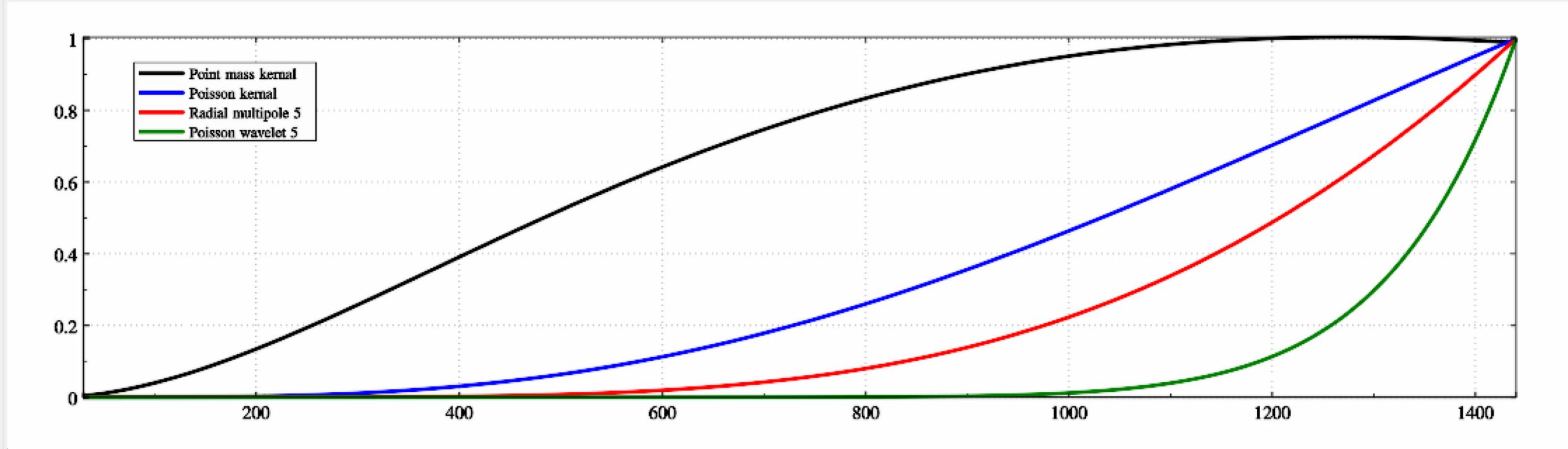
显示起止行号 1 3600

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'

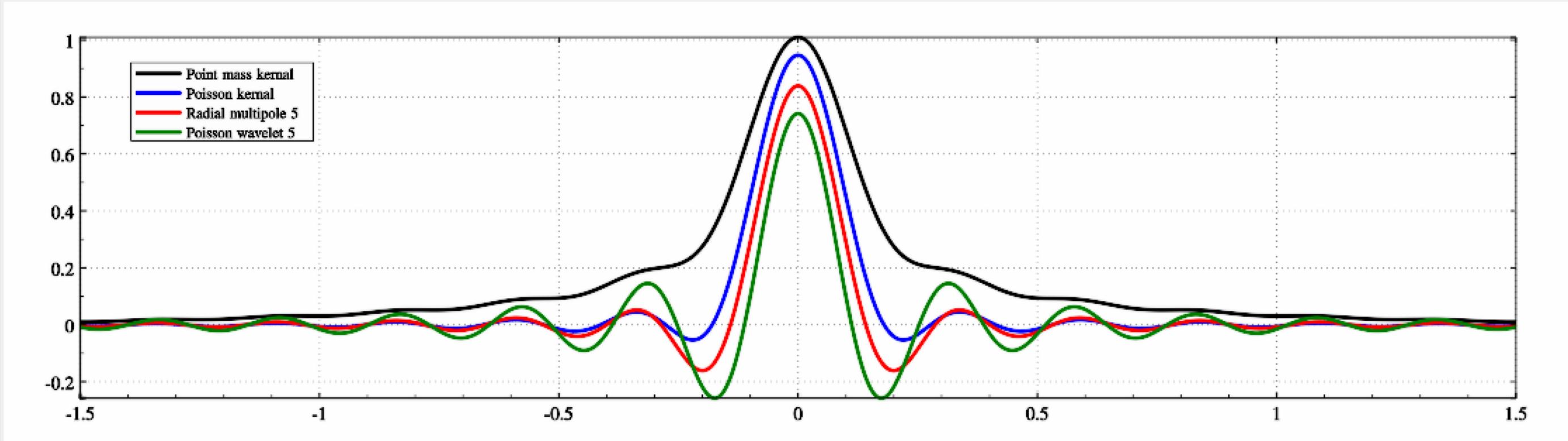
输入输出文件显示

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

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 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。

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'

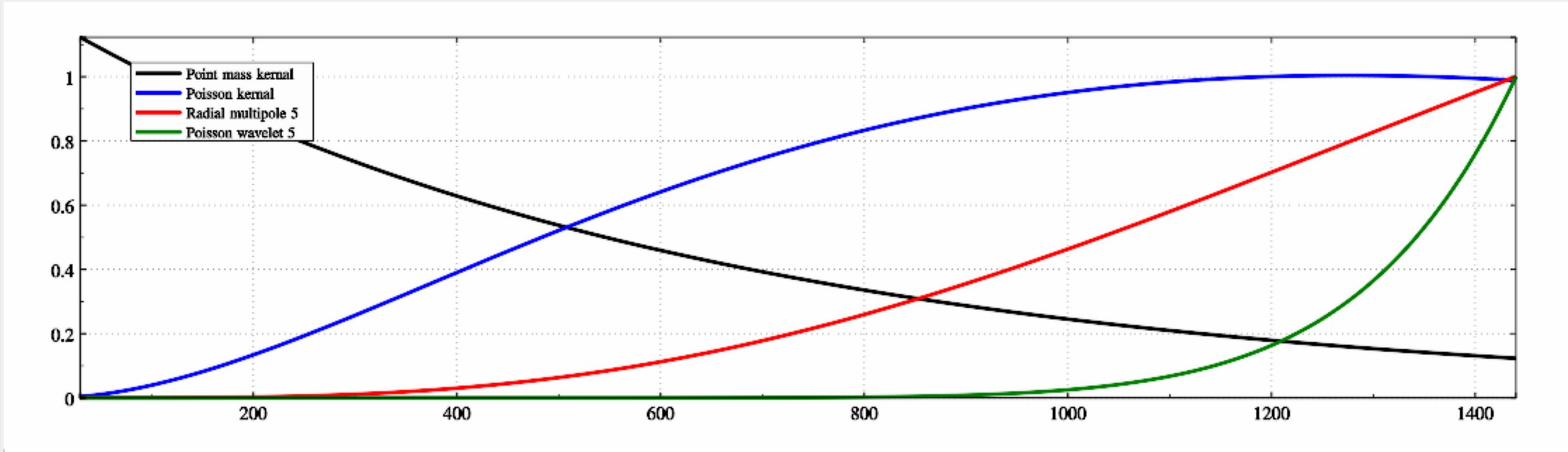
输入输出文件显示

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

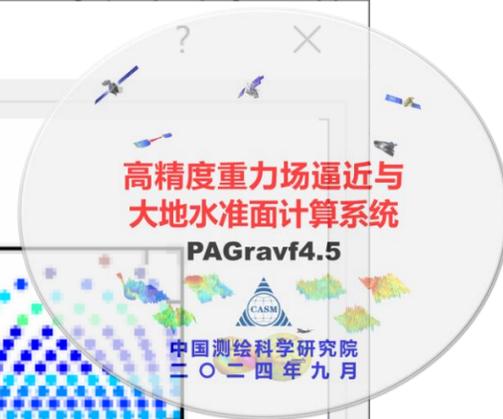
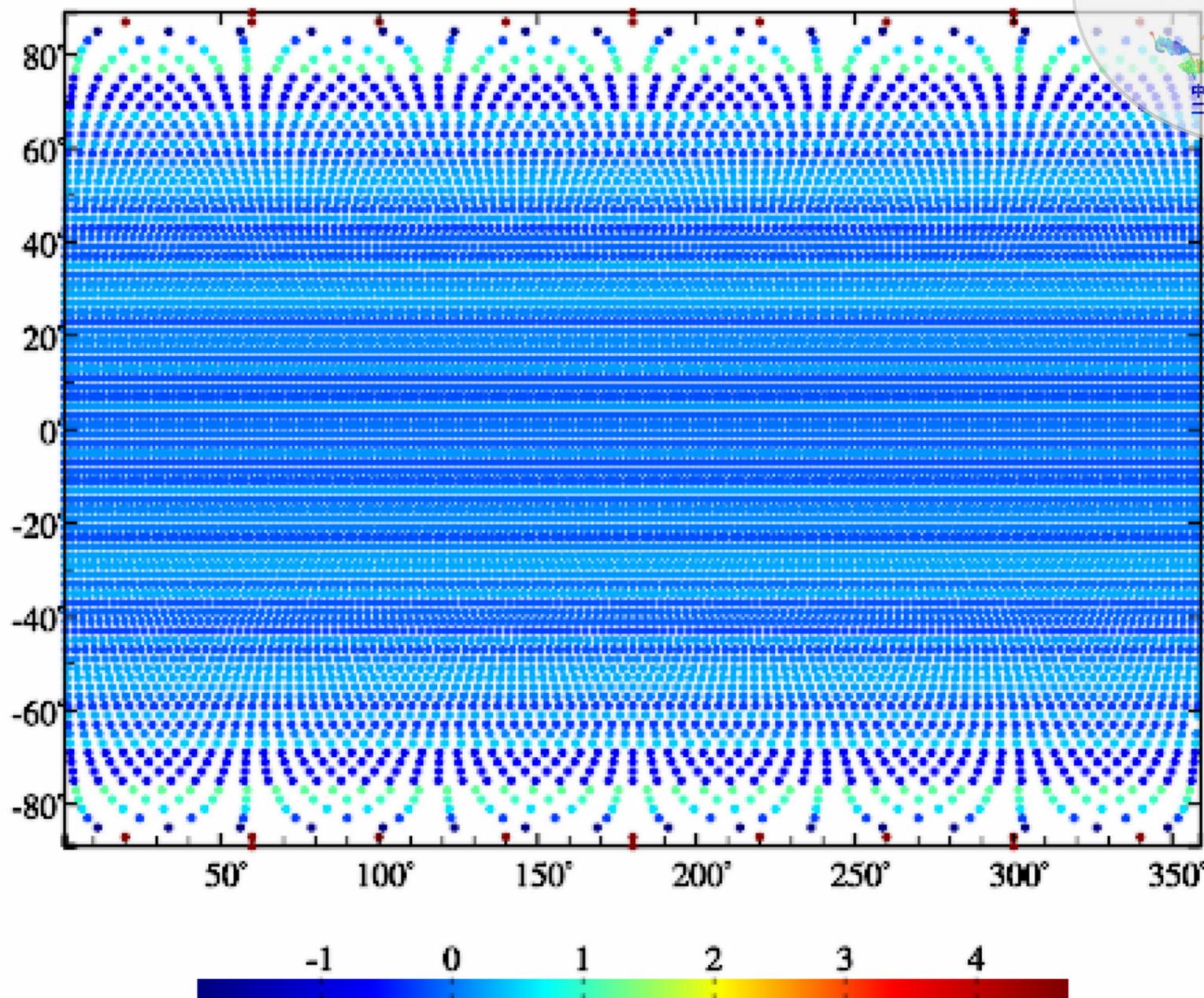
图形显示

格网计算与保存

提取绘图数据

格网图形绘制→

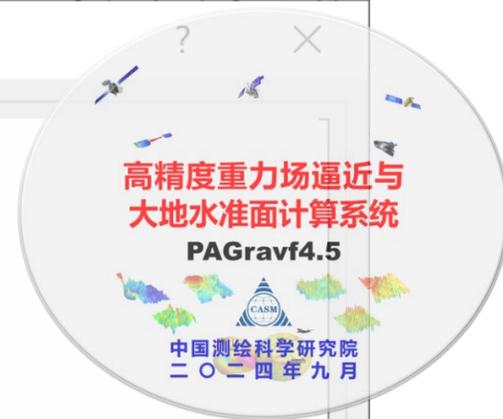
当前图形保存为



## 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



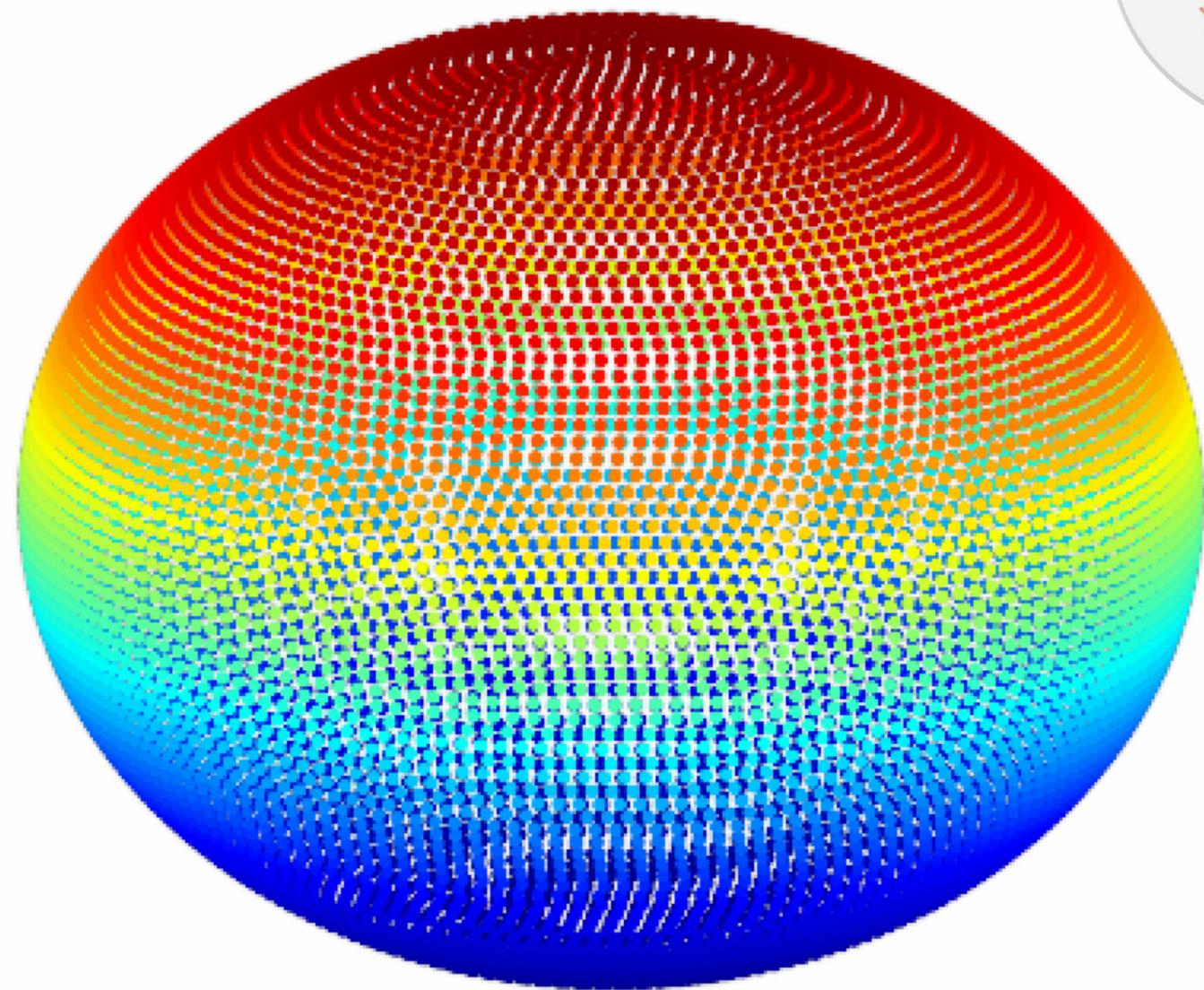
最小最大地心纬度  
-90.0° 90.0°

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

28.0°

34.0°

最小最大经度

96.0°

104°

设置Reuter格网等级K 1800

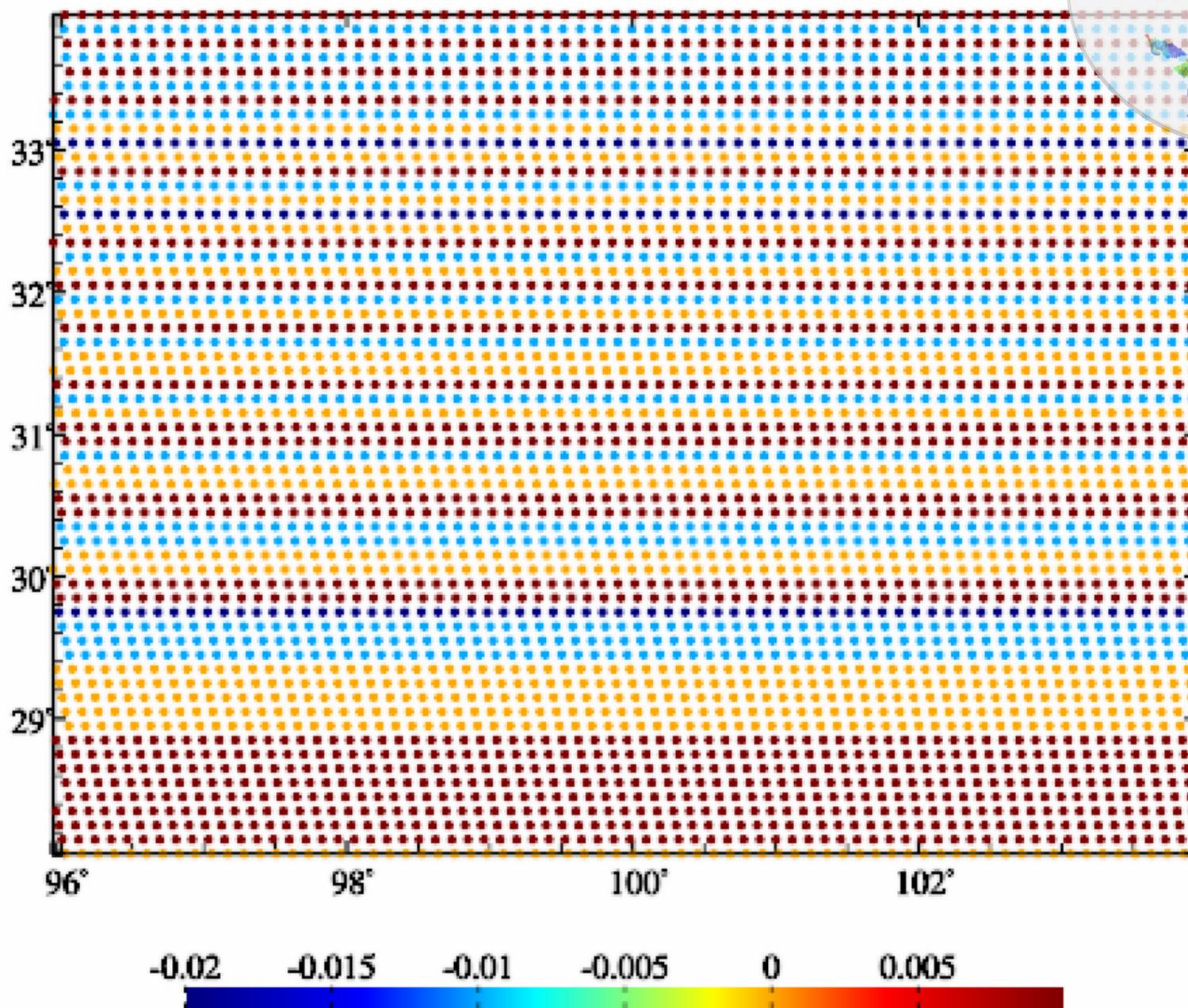
图形显示 单元格网中心经纬度+面积

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

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(')。

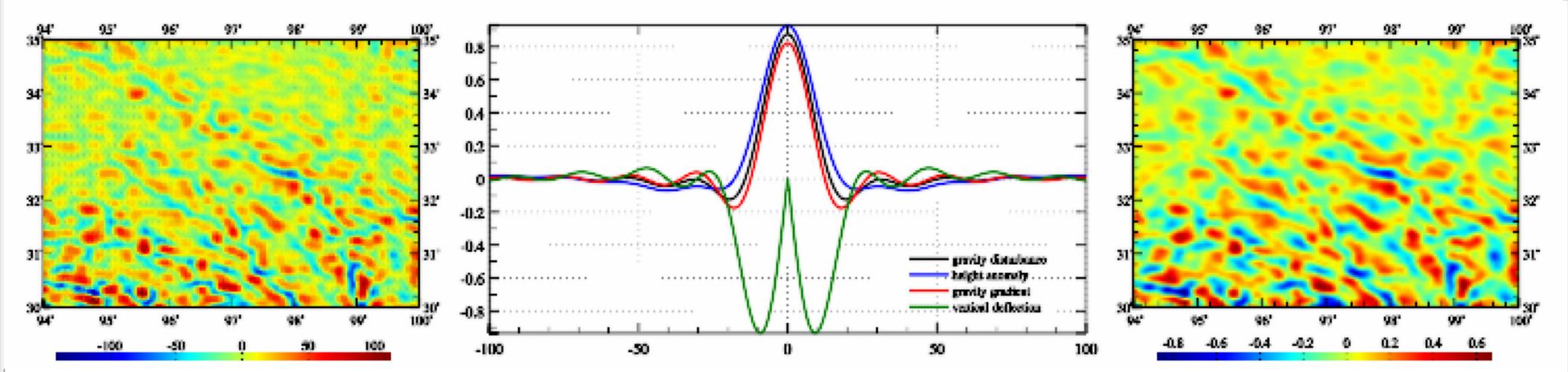
记录格式：点号，经度(度小数)，大地纬度，单元格网面积差百分比，平行圈方向单元格网经度间隔(')。

>> 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(')。

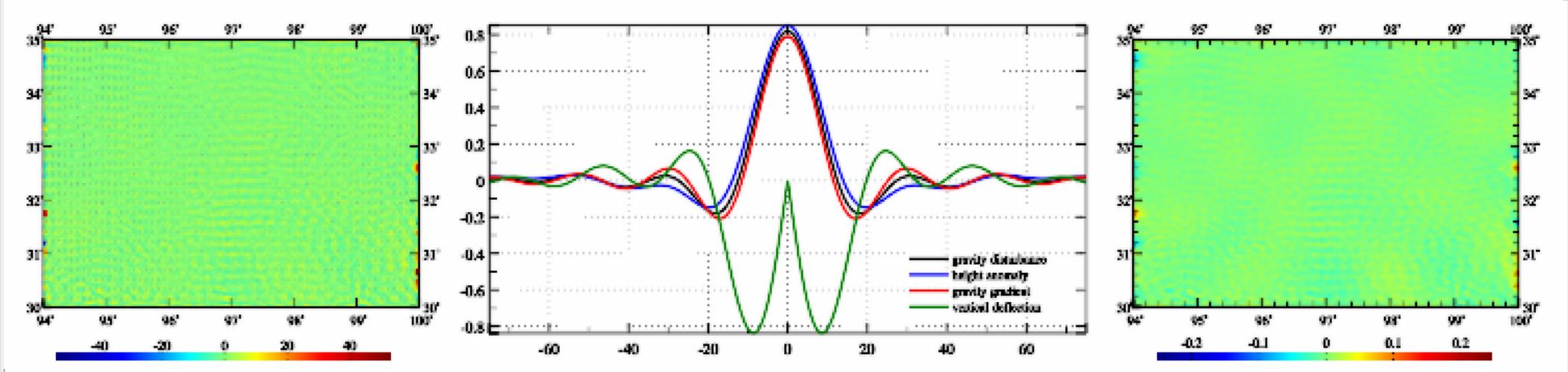
记录格式：点号，经度(度小数)，大地纬度，单元格网面积差百分比，平行圈方向单元格网经度间隔(')。

>> 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

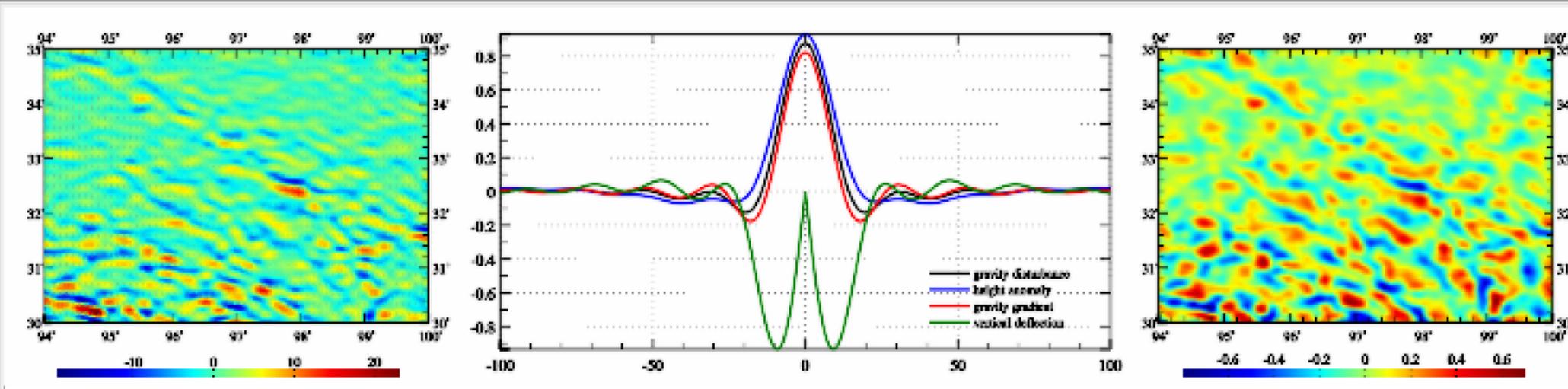
打开计算面大地高格网文件

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



观测残差垂线偏差南向 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 ○ 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，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(')。

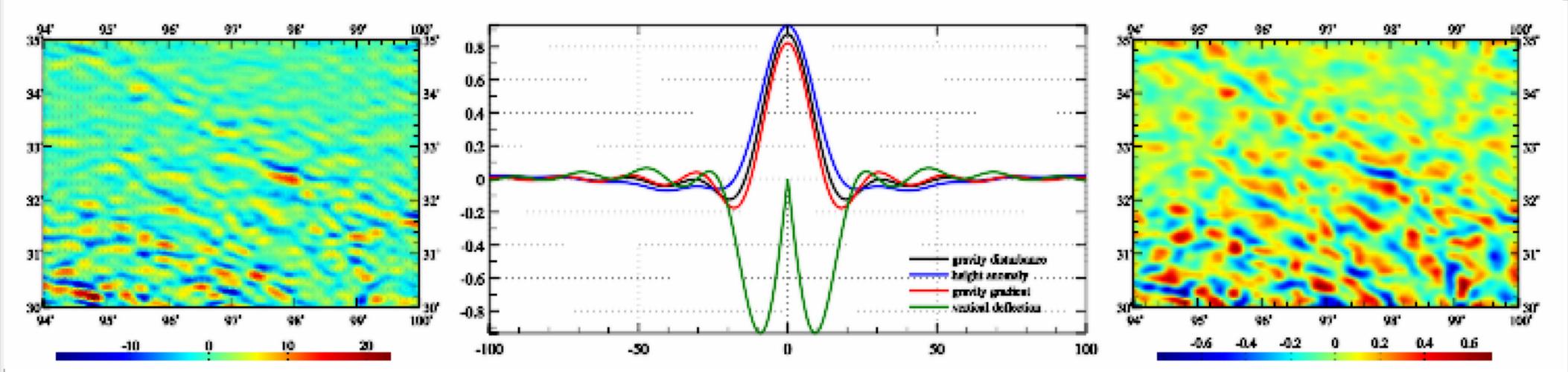
记录格式：点号，经度(度小数)，大地纬度，单元格网面积差百分比，平行圈方向单元格网经度间隔(')。

>> 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

## 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。

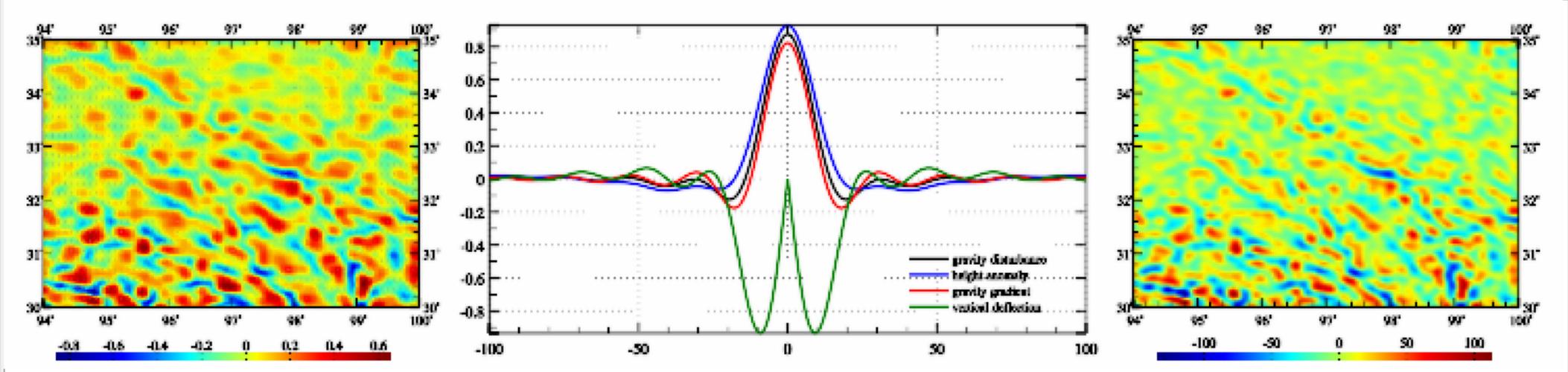
\*\* \*center.txt头文件格式：Reuter格网等级，RBF中心点数，子午圈方向单元格网数，平行圈方向最多单元格网数，纬度间隔（'）。记录格式：点号，经度（度小数），大地纬度，单元格网面积差百分比，平行圈方向单元格网经度间隔（'）。

>> 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 ↑

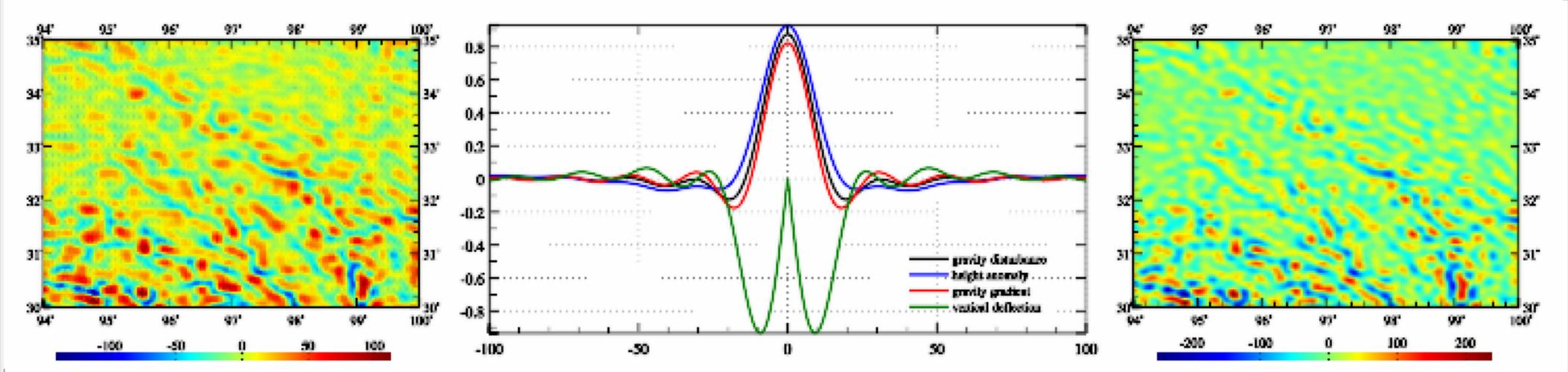
94.00000000	100.00000000	30.00000000	35.00000000	0.05000000	0.05000000	0.0000
-137.4913	-128.5689	-75.7644	-21.5254	-1.7301	0.0090	7.5791
-9.5433	43.9876	47.6359	-6.5605	-77.1569	-94.1416	-42.8307
47.3224	-44.9296	-109.9247	-94.9134	-16.2553	76.4291	124.0372
45.1466	28.4229	2.7440	1.0298	24.3953	52.6813	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

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



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，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。

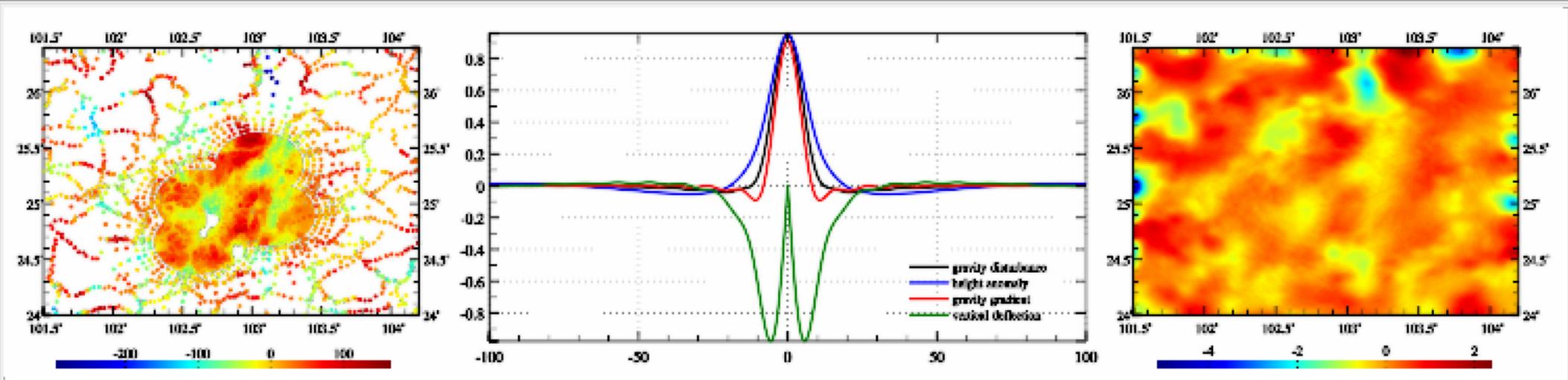
\*\* \*center.txt头文件格式：Reuter格网等级，RBF中心点数，子午圈方向单元格网数，平行圈方向最多单元格网数，纬度间隔（'）。记录格式：点号，经度（度小数），大地纬度，单元格网面积差百分比，平行圈方向单元格网经度间隔（'）。

>> 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		



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

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 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)	0.1227	-0.2283
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

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

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, 平行圈方向单元格网  
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

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

提取绘图数据 图形绘制 ↓

-0.2651	0.0557	0.3951	-0.1154		
9 102.8326	24.5755	-32.5408	-0.4474	-0.3691	-0.0783
70 102.8371	25.1980	-32.3637	-0.6940	-0.0300	-0.6640
93 103.0244	24.6400	-32.2768	-0.4286	-0.3414	-0.0872
100 103.0470	25.6175	-32.5518	0.3086	0.7617	-0.4531
112 103.2299	24.6558	-32.3789	-0.8314	-0.2773	-0.5541
113 103.0244	24.6400	-32.2768	-0.4286	-0.3414	-0.0872

GNSS水准粗差点

实测GNSS水准外部精度指标

输入观测量 无粗差观测量

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。

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,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

观测残差扰动重力mGal

球面行

# 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。

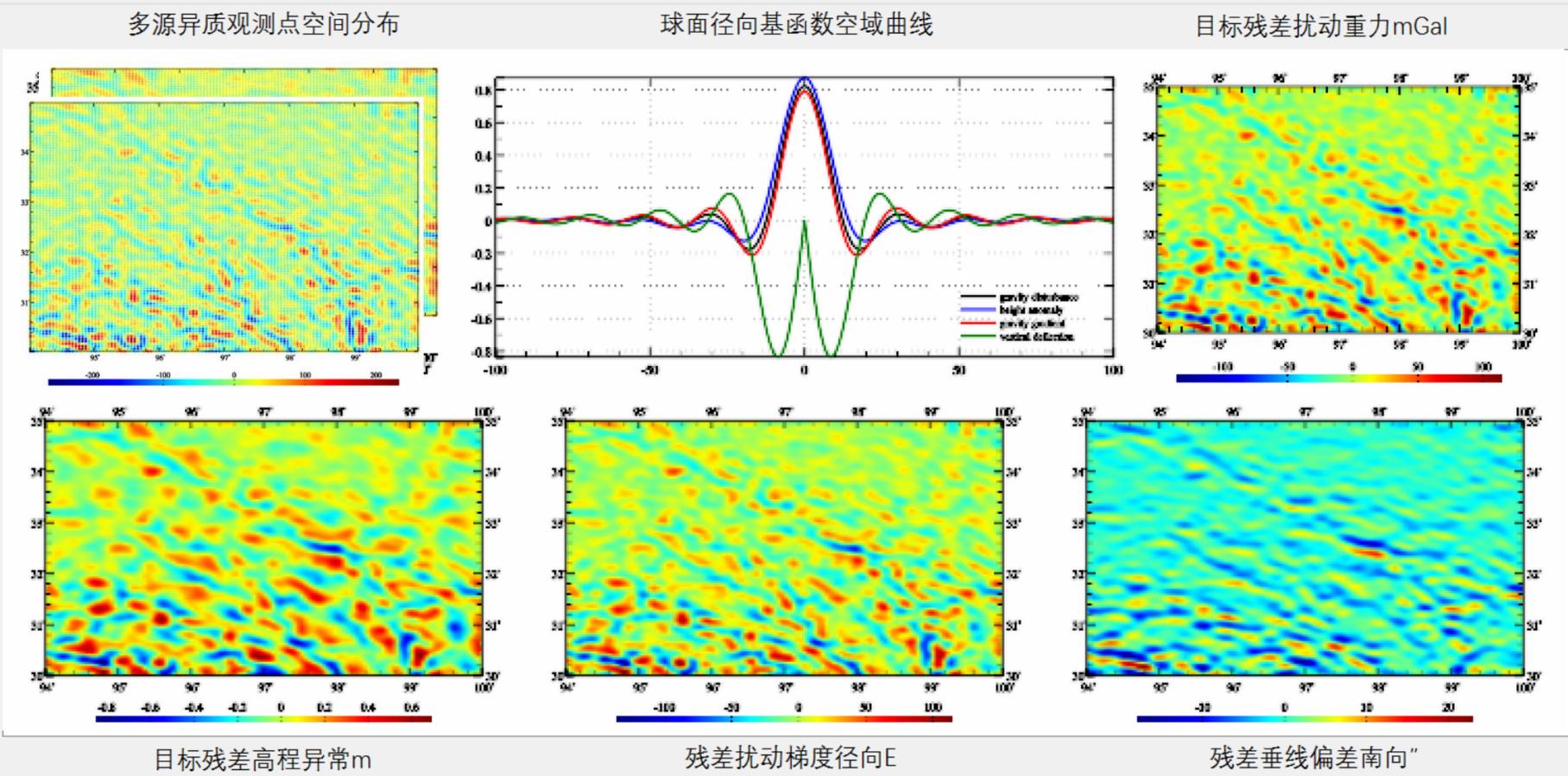
单次SRBF逼近有效性原则: ①保证残差目标场元空间分布连续可微, 让残差标准差尽量小; ②残差统计平均值随累积次数增加趋于零, 且不明显反号。

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 ○ 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。

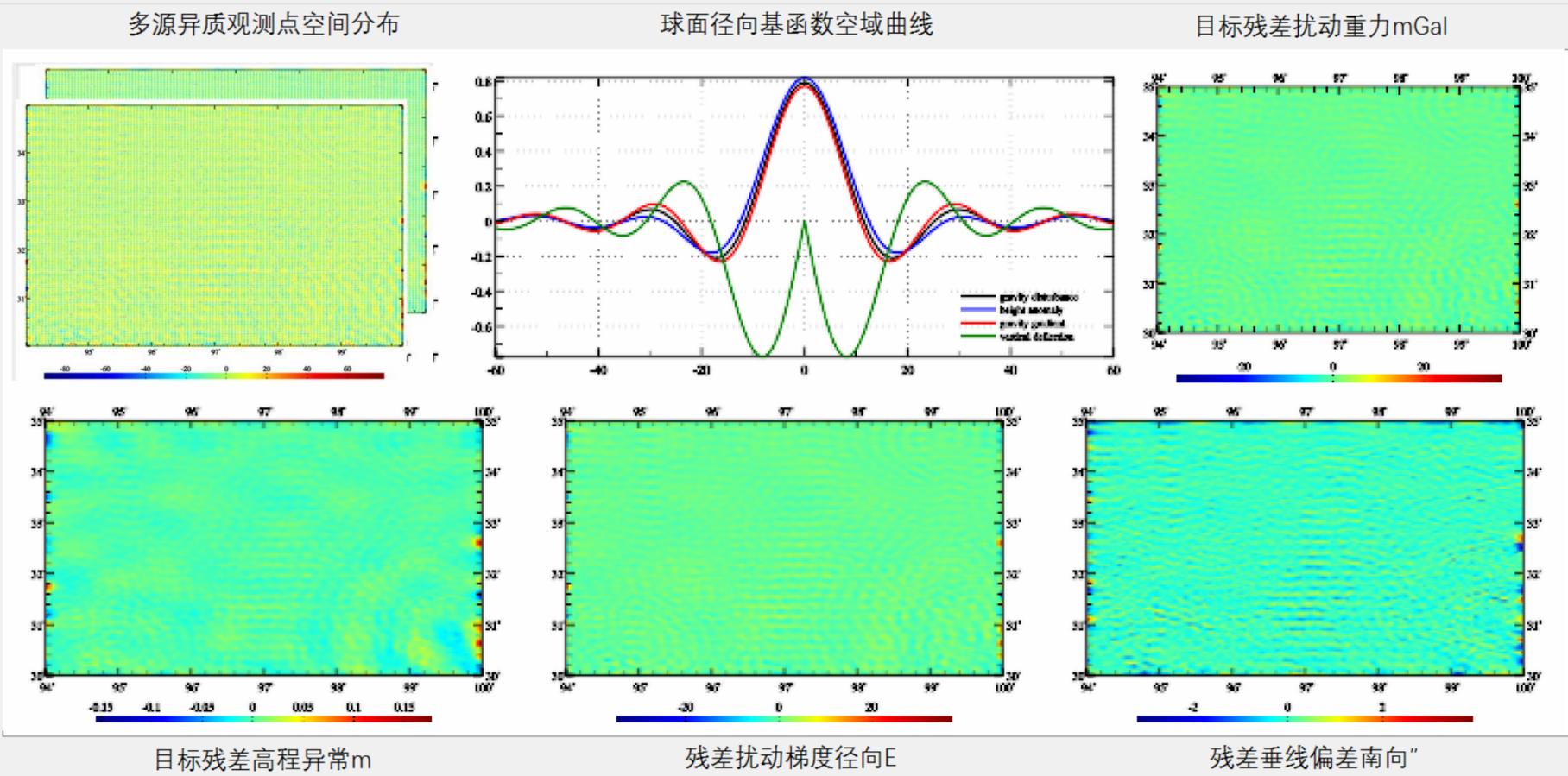
提取绘图数据

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



**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), 原观测量平均值, 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 16:01:16

>> 完成计算!

>> 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。

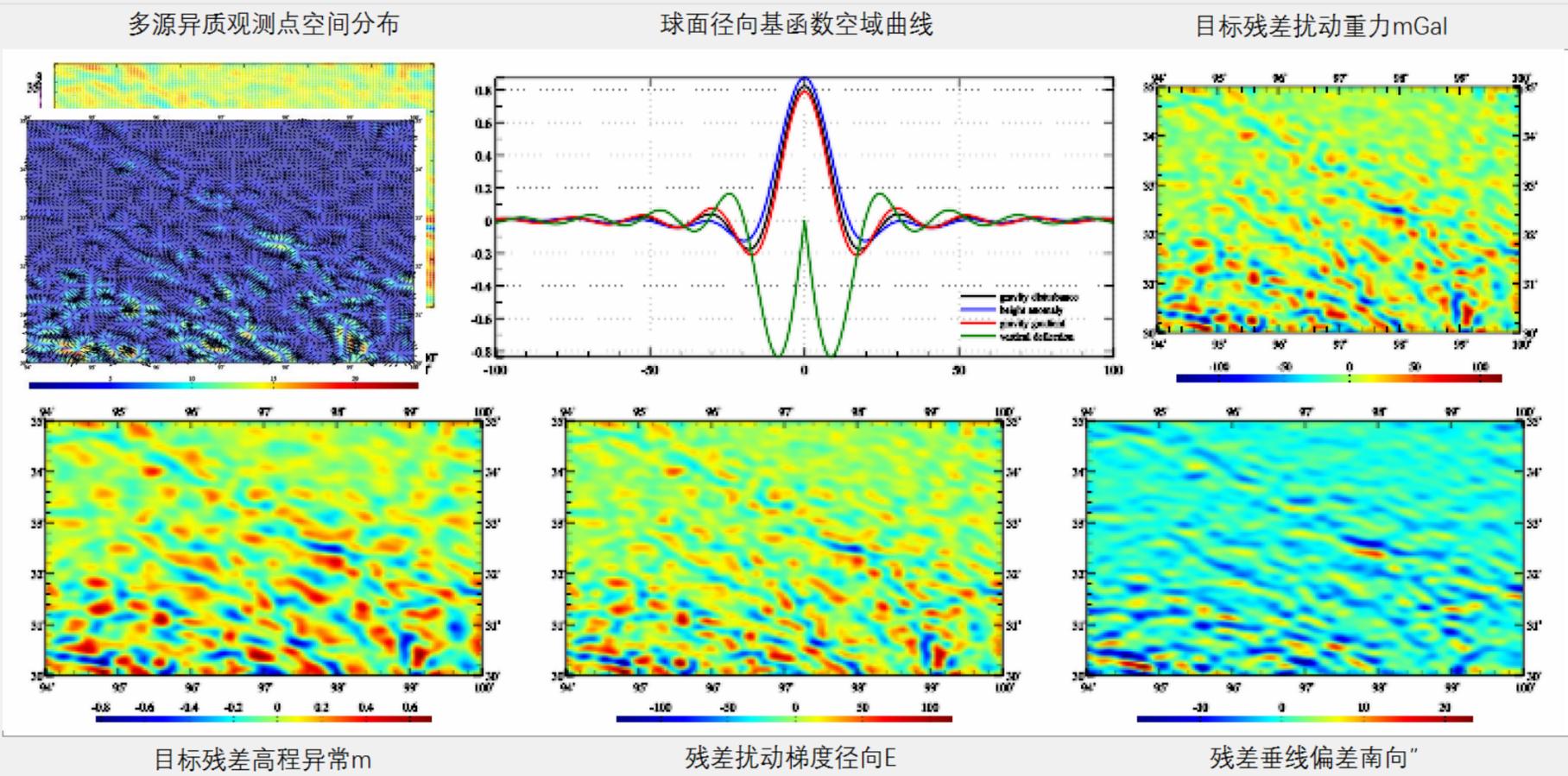
单次SRBF逼近有效性原则: ①保证残差目标场元空间分布连续可微, 让残差标准差尽量小; ②残差统计平均值随累积次数增加趋于零, 且无明显反号。

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

**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。

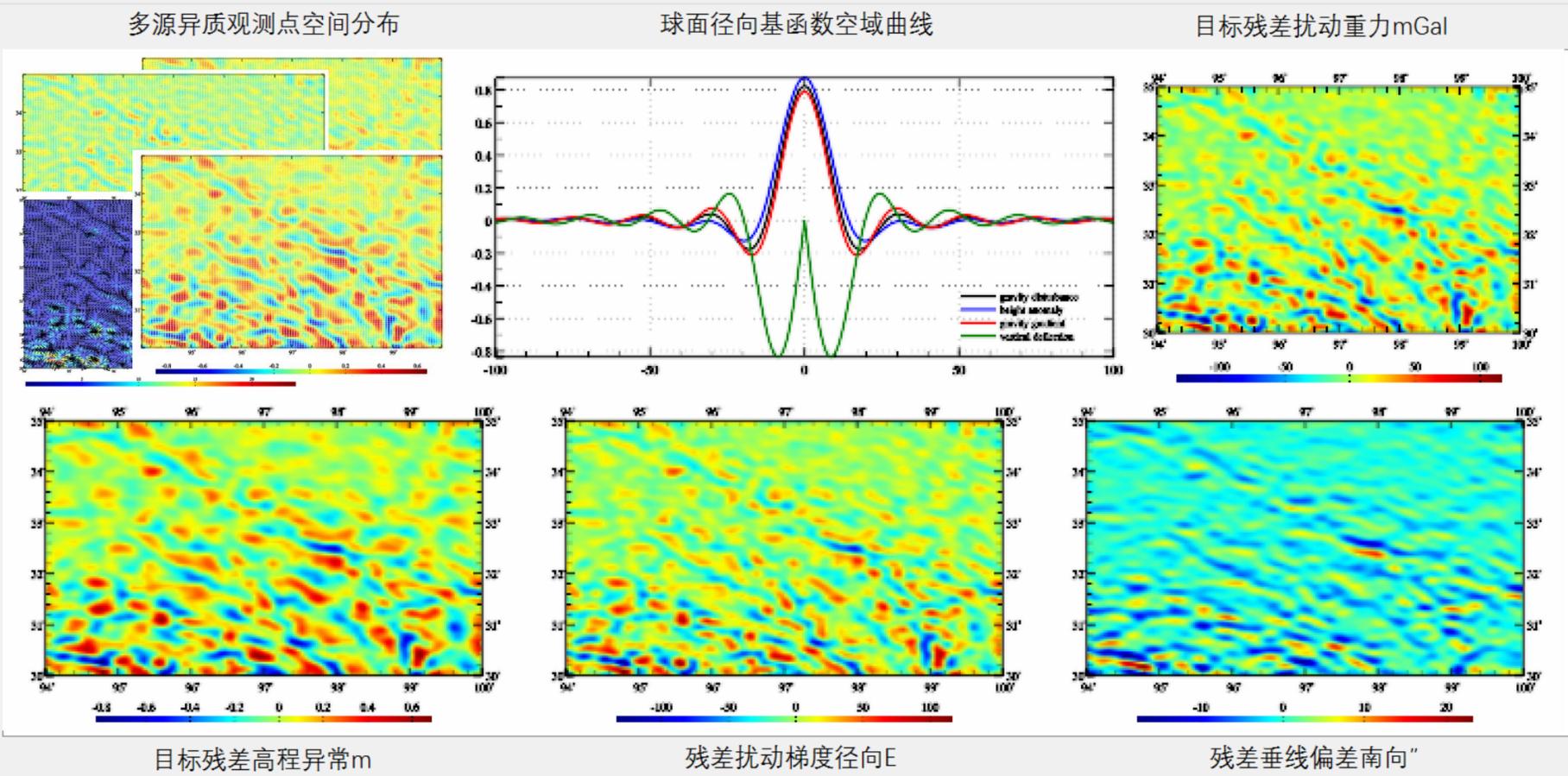
单次SRBF逼近有效性原则: ①保证残差目标场元空间分布连续可微, 让残差标准差尽量小; ②残差统计平均值随累积次数增加趋于零, 且不明显反号。

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。

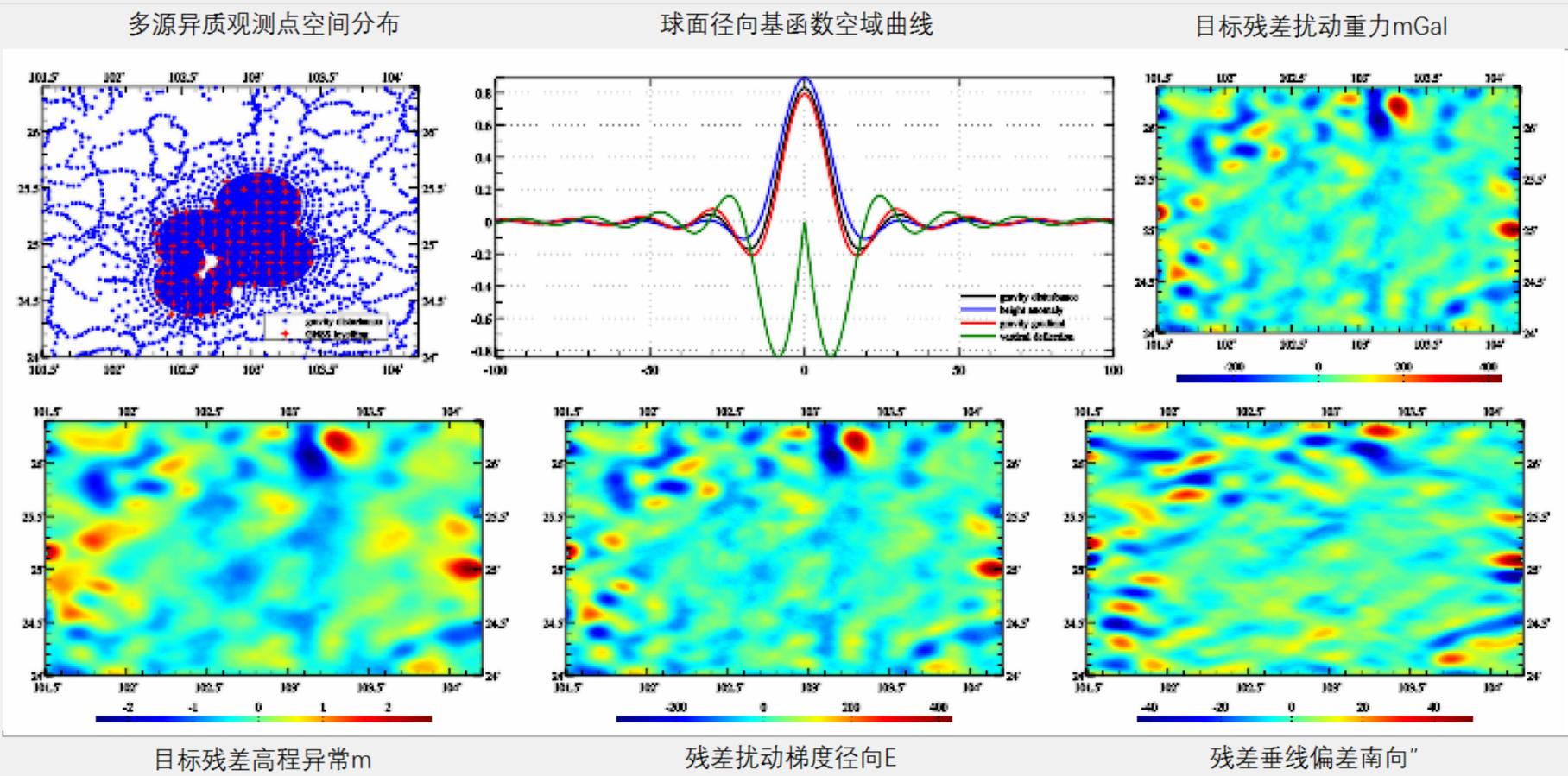
单次SRBF逼近有效性原则: ①保证残差目标场元空间分布连续可微, 让残差标准差尽量小; ②残差统计平均值随累积次数增加趋于零, 且不明显反号。

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。

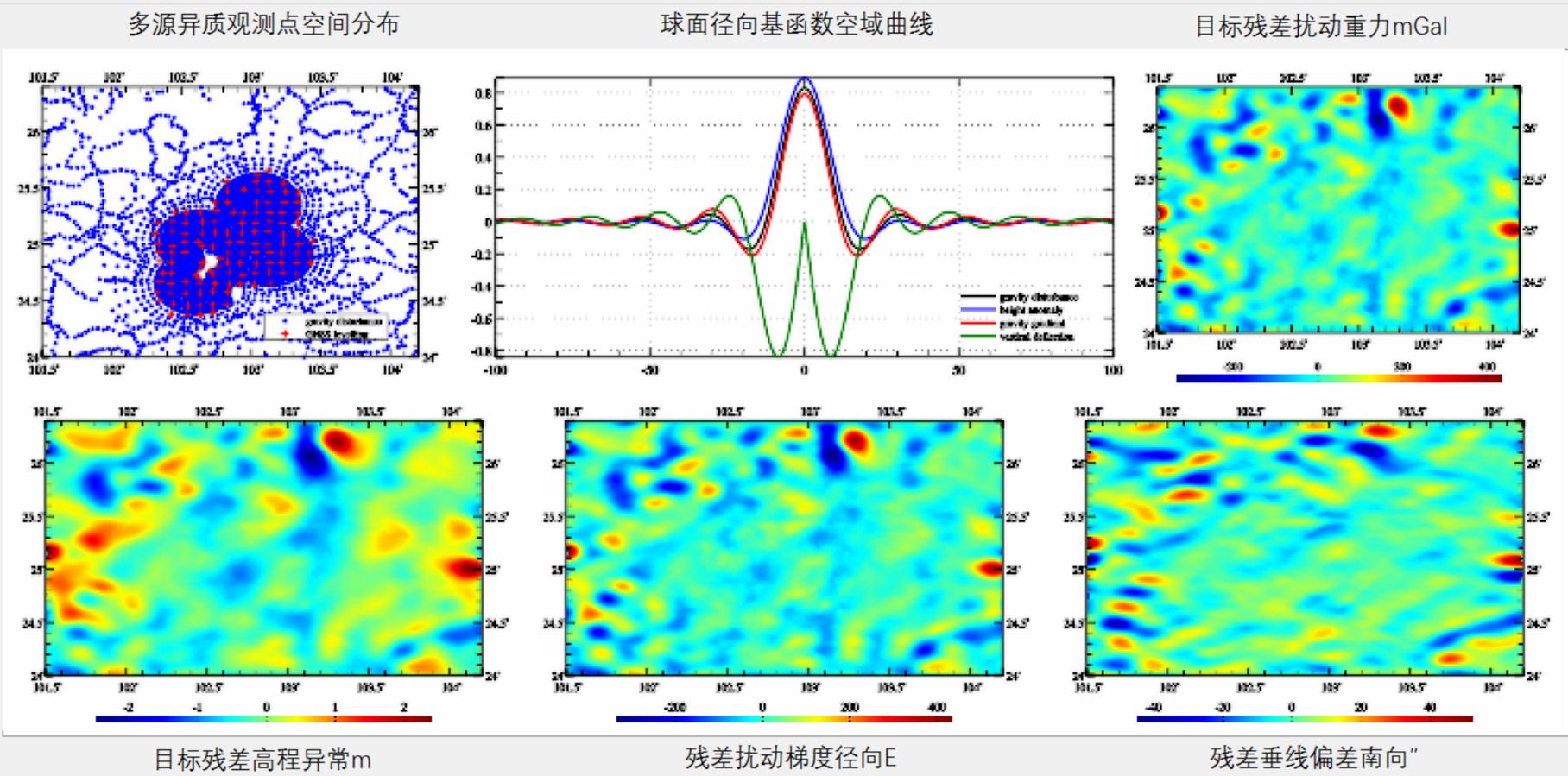
单次SRBF逼近有效性原则: ①保证残差目标场元空间分布连续可微, 让残差标准差尽量小; ②残差统计平均值随累积次数增加趋于零, 且不明显反号。

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:/PAGravf4.5_win64cn/examples/SRBFheterogeneous/mdlgeoidh30s.dat.
>> 计算结果文件保存为 C:/PAGravf4.5_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。

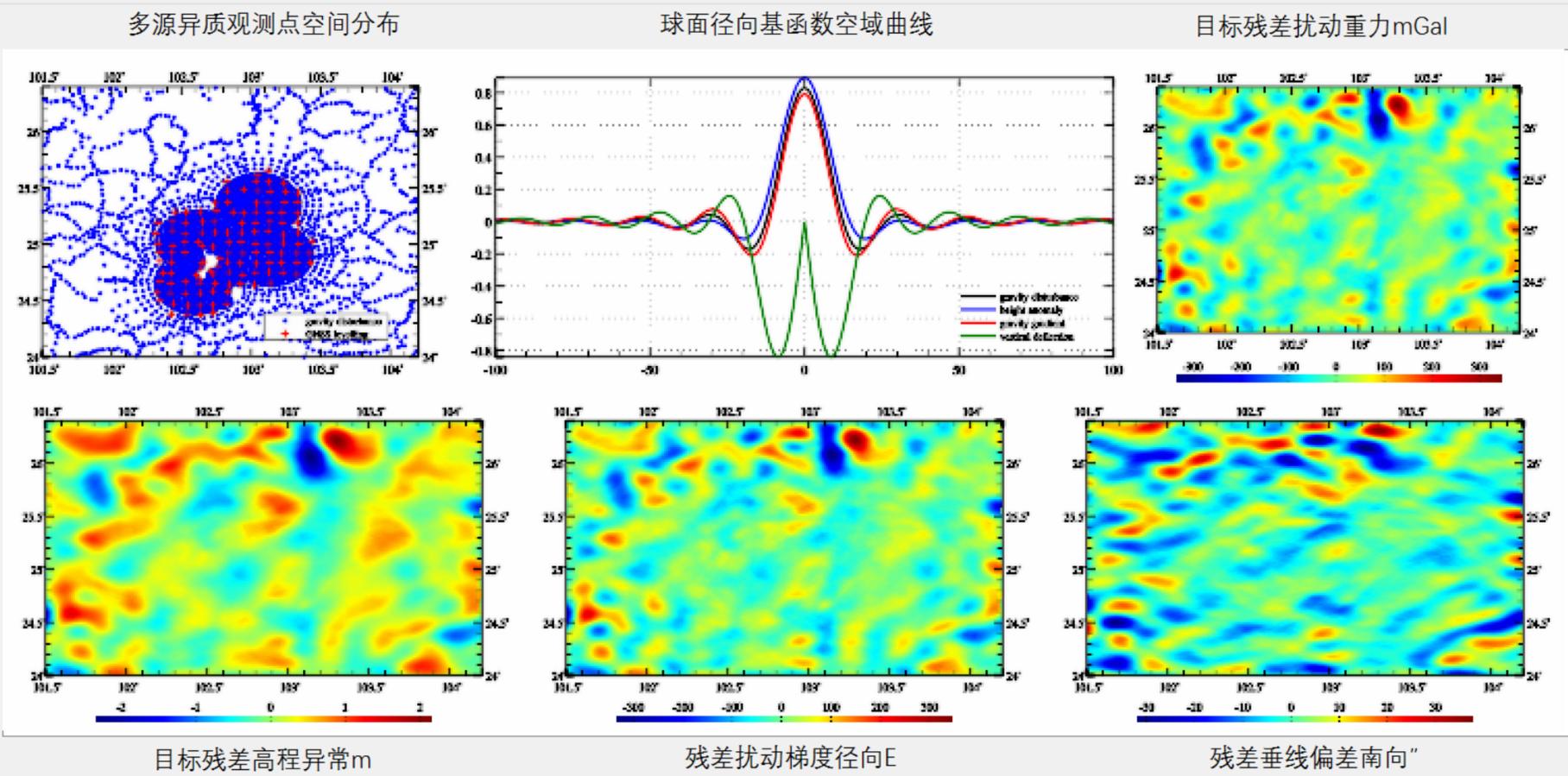
单次SRBF逼近有效性原则: ①保证残差目标场元空间分布连续可微, 让残差标准差尽量小; ②残差统计平均值随累积次数增加趋于零, 且不明显反号。

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。



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

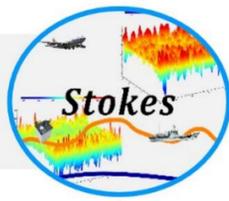
高程异常计算外部  
多种扰动场元

球面径向基函  
数谱域空域性  
能分析

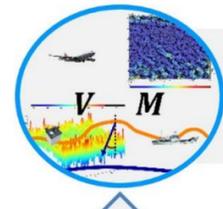
给定等级的  
Reuter球面格  
网构造

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



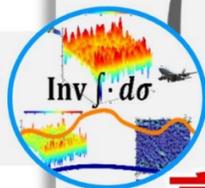
Vening-Meinesz 积  
分外部垂线偏差计算



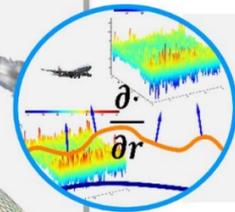
空间异常 Vening-  
Meinesz积分计算

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



外部场元梯度  
与 Poisson 数  
值积分计算



高精度重力场逼近  
与全要素建模

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

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

球面径向基函  
数性能特征与  
参数分析

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