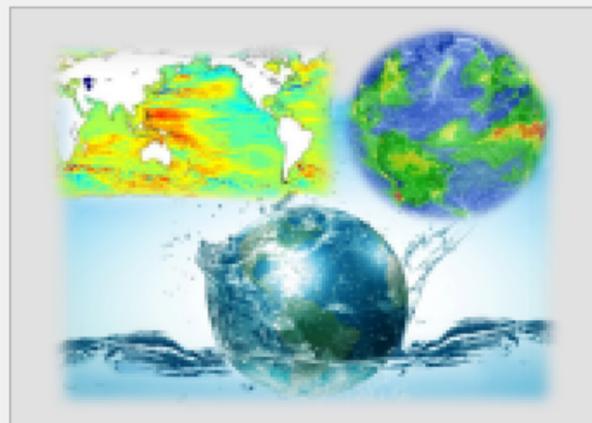


# 多源异质负荷形变场逼近与多种异构协同监测



- 数值标准统一地球物理模型协调，算法之间解析相容
- 地表环境负荷效应全空间全要素全球逼近与局部精化
- 大地测量与形变动力学约束的多源异质数据深度融合
- 水文环境及时变重力场的多种异构大地测量协同监测

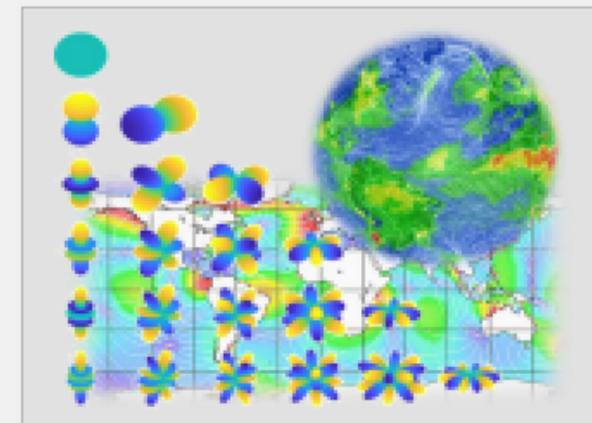


全球地表环境负荷等效水高规格化球谐分析

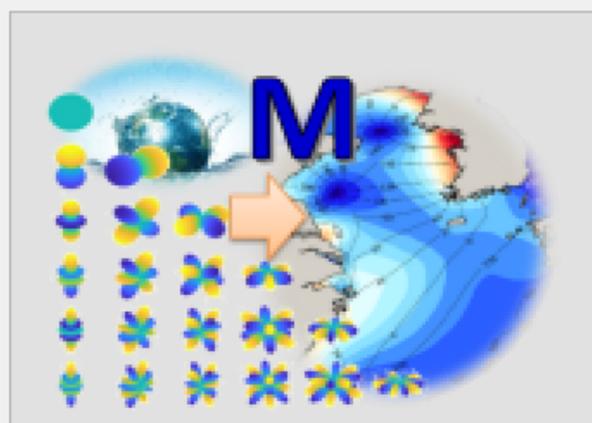
## 多源异质负荷形变场逼近与多种异构协同监测

地球的大气、海平面、土壤水、地下水、江河湖库水和冰川冰盖雪山等地表环境负荷非潮汐变化，导致固体地球形变，既能引起所有类型几何物理大地测量观测量和参数随时间变化，又能被空天地海各种大地测量监测技术定量捕获。

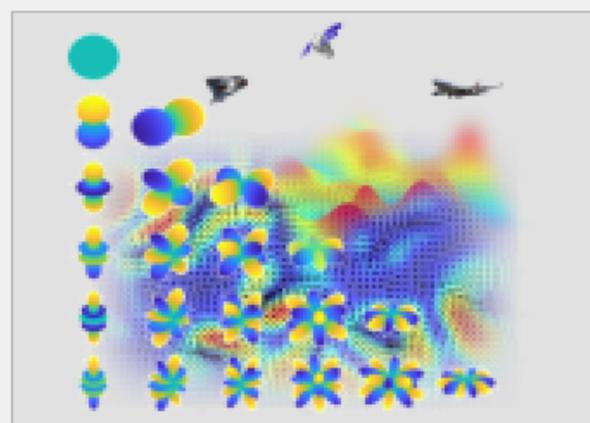
子系统功能构架



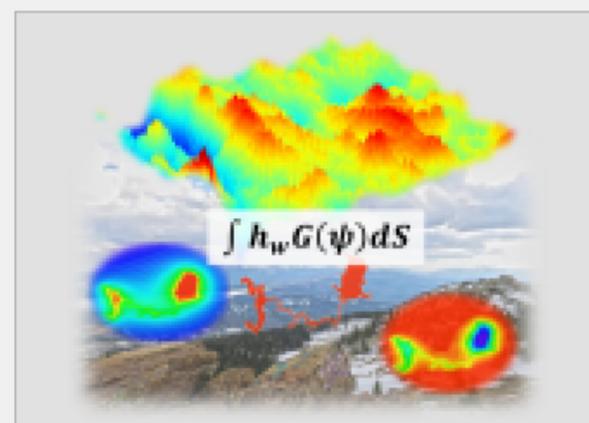
分潮球谐分析与负荷潮球谐系数模型构建



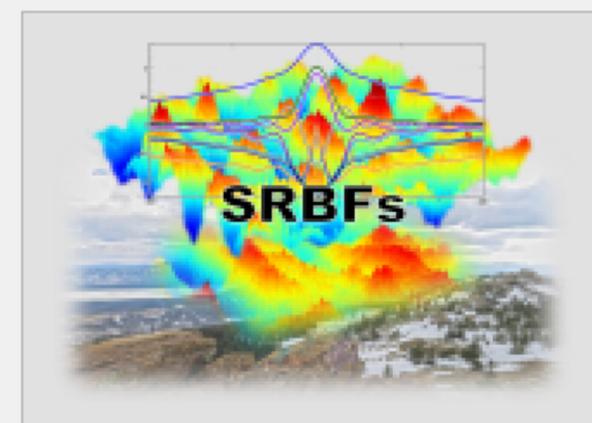
球谐综合法模型等效水高与调和常数计算



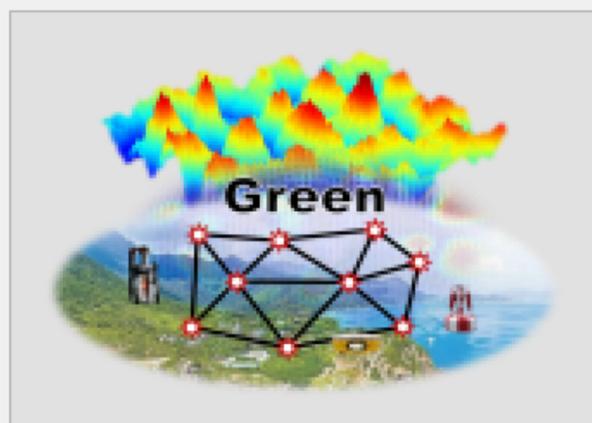
球谐综合法负荷形变场及时变重力场计算



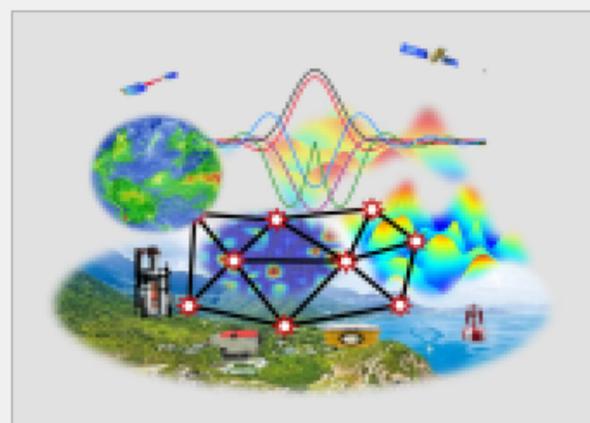
区域地表环境负荷格林积分法负荷形变场计算



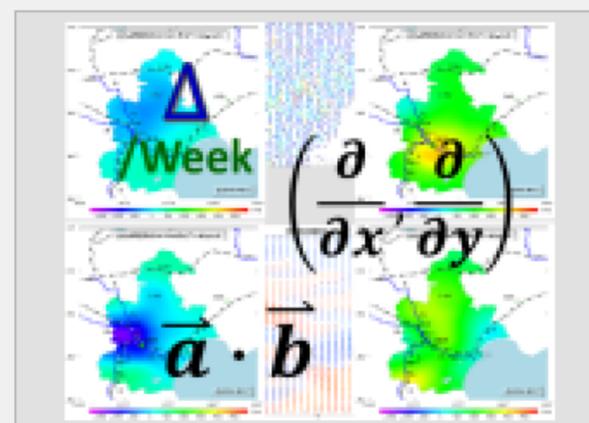
区域负荷SRBF逼近与负荷形变场SRBF综合计算



格林积分约束法多种异质数据负荷形变场监测计算



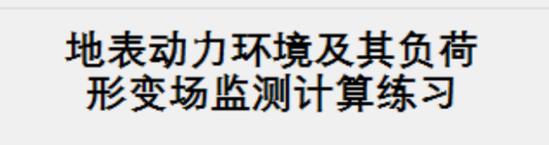
SRBF逼近法陆地水及负荷形变场多种异质协同监测



地面形变场(向量)格网时序动力学运算



高分地表环境负荷形变场时序完整计算流程



地下水与地表环境负荷形变场协同监测流程

地表动力环境及其负荷形变场监测计算练习

系列全球地表数据球坐标  
格网化

全球地面/海面大气压球谐  
分析

全球大陆水等效水高球谐  
分析

全球海平面变化球谐分析

地表环境负荷等效  
水高模型值计算

全部分潮调和常数  
模型值计算

负荷等效水高模型  
值记录时序计算

区域残差负荷形变场  
格林积分法计算

江河湖库水全要素负  
荷效应计算

残差负荷形变场时间  
序列批量计算

多种监测量负荷及  
形变场球面径向基  
函数逼近

多种监测量时序负  
荷形变场时序SRBF  
逼近计算

高分地表环境负荷形变  
场时序完整计算流程

地下水与地表环境负荷  
形变场协同监测流程

全球地表环境负荷格网  
时间序列球谐分析

球谐综合法模  
型等效水高与  
调和常数计算

区域地表环境负  
荷格林积分法负  
荷形变场计算

SRBF逼近法陆地  
水及负荷形变场多  
种异质协同监测

地表动力环境及  
其负荷形变场监  
测计算练习

分潮球谐分析与负荷潮  
球谐系数模型构建

球谐综合法负  
荷形变场及时  
变重力场计算

区域负荷SRBF逼  
近与负荷形变场  
SRBF综合计算

格林积分约束法多  
种异质数据负荷形  
变场监测计算

地面形变场 (向量)  
格网时序动力学运算

分潮调和常数球坐标  
格网化

系列大气压分潮球谐  
分析

系列海洋潮高分潮球  
谐分析

地表环境负荷形变  
场模型值计算

固体地球外部及卫  
星非潮汐负荷摄动

地面负荷形变场时  
间序列批量计算

地表环境负荷残差  
SRBF逼近与形变场  
综合计算

负荷残差时序SRBF  
逼近与负荷形变场  
时序计算

多源异质监测量空  
域格林积分法负荷  
形变场监测

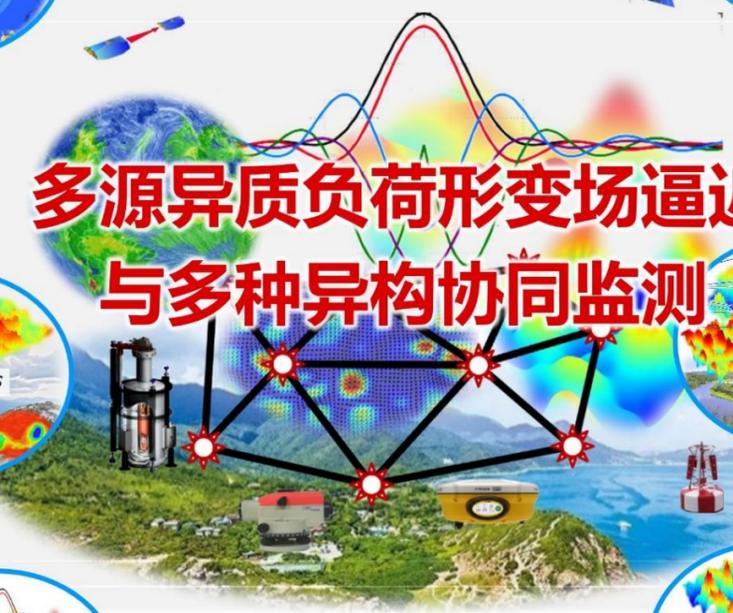
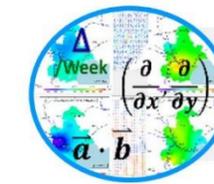
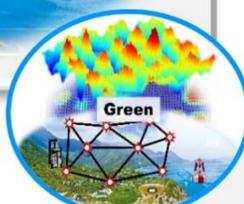
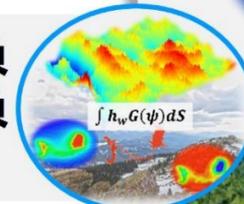
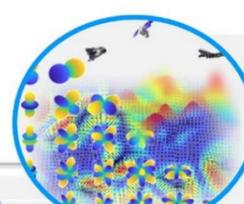
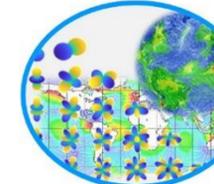
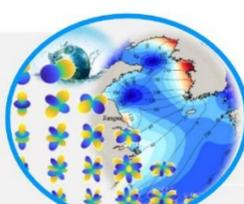
多种监测量时序格  
林积分法负荷形变  
场时序计算

(向量) 格网时序差分运算

批量格网的水平梯度计算

两组向量格网时序内积运算

# 多源异质负荷形变场逼近 与多种异构协同监测



# 系列全球地表数据球坐标格网化

打开目录

设置结果目录

设置参数输入

开始计算

操作信息保存

查看样例

地球潮汐负荷效应与形变监测计算系统

ETideLoad4.5

中国测绘科学研究院  
二〇二四年九月

系列全球地表数据球坐标格网化

全球地面/海面大气压球谐分析

全球大陆水等效水高球谐分析

全球海平面变化球谐分析

打开系列地表离散数据任一文件

计算信息保存

全球负荷球谐分析与负荷形变场球谐综合算法

设置模型时序文件名通配符

文件名中首个通配符序号 1

文件名中连续通配符总数 9

文件格式参数

头文件占据行数 1

记录中目标属性列序号 4

目标格网空间分辨率 30.0'

>> [功能]利用全球地面/海面离散点值记录数据，由指定属性和空间分辨率，按简单平均法，生成球坐标格网模型。当单元格网内无有效的离散点值数据时，格值置零。

>> 打开系列地表离散数据任一文件 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadspharmonalys/gridate/landwater.txt。

\*\* 下方窗口只显示了其中不超过3000行数据！

>> 创建结果文件保存目录C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadspharmonalys/gridate。

\*\* 按通配符搜索到的离散数据点值文件：

C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadspharmonalys/gridate/landwater.txt

C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadspharmonalys/gridate/sealvlchg.txt

>> 参数设置结果已输入系统！

\*\* 点击[开始运算]控件按钮，或[开始运算]工具按钮.....

>> 开始时间：2023-08-22 21:08:12

>> 完成2个离散点数据球坐标格网化运算！

>> 程序在保存目录中输出球坐标格网化结果文件sph\*\*\*.dat，\*\*\*为指定通配符实例。

>> 程序要求文件名通配符实例为ETideLoad约定长整型格式日期，用于指定地球质心变化非潮汐负荷效应时序的采样历元时刻。

利用程序输出的地球质心变化地表环境负荷效应时间序列，调用地面站点坐标地心运动影响计算程序，可计算地面站点位移的地心运动非潮汐负荷效应补偿量。

>> 结束时间：2023-08-22 21:08:37

设置结果保存目录

参数设置结果输入

开始运算

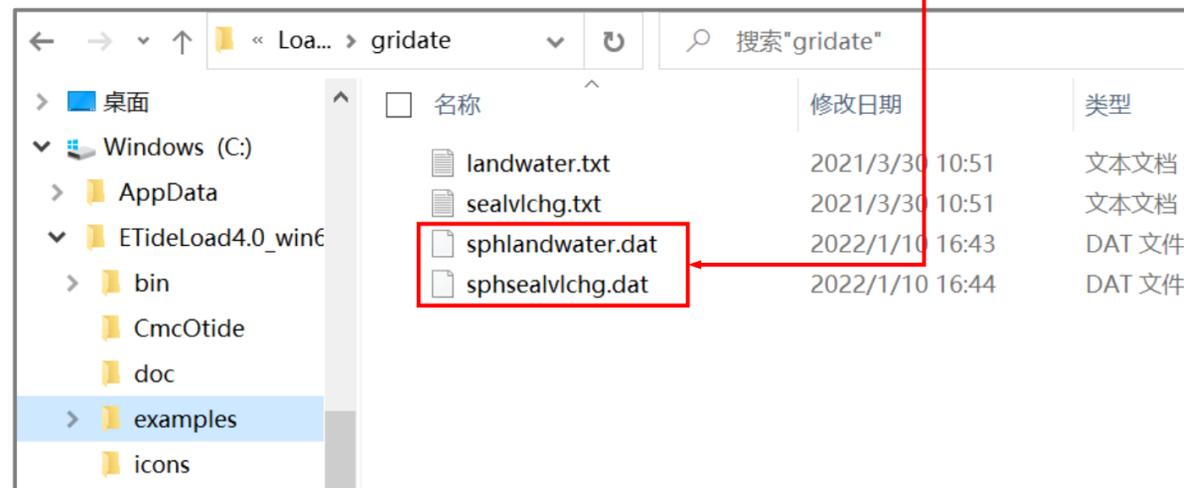
输入输出数据显示 ↓

框口数据保存

0.00000000 360.00000000 -90.00000000 90.00000000 0.250000 0.250000 2018011512

1	0.1250000	-89.8750000	0.000
2	0.3750000	-89.8750000	0.000
3	0.6250000	-89.8750000	0.000
4	0.8750000	-89.8750000	0.000
5	1.1250000	-89.8750000	0.000
6	1.3750000	-89.8750000	0.000
7	1.6250000	-89.8750000	0.000
8	1.8750000	-89.8750000	0.000
9	2.1250000	-89.8750000	0.000
10	2.3750000	-89.8750000	0.000
11	2.6250000	-89.8750000	0.000
12	2.8750000	-89.8750000	0.000
13	3.1250000	-89.8750000	0.000

输入文件



# 全球地面/海面大气压球谱分析与负荷球谱系数模型构建

打开目录 设置结果目录 设置参数输入 开始计算 操作信息保存 查看样例

系列全球地表数据球坐标格网化

**全球地面/海面大气压球谱分析**

全球大陆水等效水高球谱分析

全球海平面变化球谱分析

打开任一大气压球坐标格网文件

设置模型时序文件名通配符

文件名中首个通配符序号

文件名中连续通配符总数

设置迭代控制条件

残差标准差阈值a

迭代增量终止条件b

计算信息保存

```

C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadspharmonanalys/atmos60m/grdchg2020111812 dat
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadspharmonanalys/atmos60m/grdchg2020112512 dat
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadspharmonanalys/atmos60m/grdchg2020120212 dat
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadspharmonanalys/atmos60m/grdchg2020120912 dat
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadspharmonanalys/atmos60m/grdchg2020121612 dat
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadspharmonanalys/atmos60m/grdchg2020122312 dat
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadspharmonanalys/atmos60m/grdchg2020123012 dat

```

>> 参数设置结果已输入系统!

\*\* 点击[开始运算]控件按钮, 或[开始运算]工具按钮.....

>> 开始时间: 2023-08-22 21:57:25

>> 完成157个全球大气压格网球谱分析计算!

>> 程序在保存目录中输出大气压负荷球谱系数模型文件airpress\*\*\*.cs.dat, 迭代过程统计信息文件pro\*\*\*.ini和残差格网文件rnt\*\*\*.dat。其中, \*\*\*为指定通配符实例。同时生成地球质心变化地面大气压负荷效应时间序列文件geocenterairpr.txt。

>> 程序要求文件名通配符实例为ETideLoad约定长整型格式日期, 用于指定地球质心变化非潮汐负荷效应时序的采样历元时刻。利用程序输出的地球质心变化地表环境负荷效应时间序列, 调用地面站点坐标地心运动影响计算程序, 可计算地面站点位移的地心运动非潮汐负荷效应补偿量。

>> 结束时间: 2023-08-22 22:36:39

设置结果保存目录

参数设置结果输入

面谱函数定义在半径等于地球长半轴a的球面上

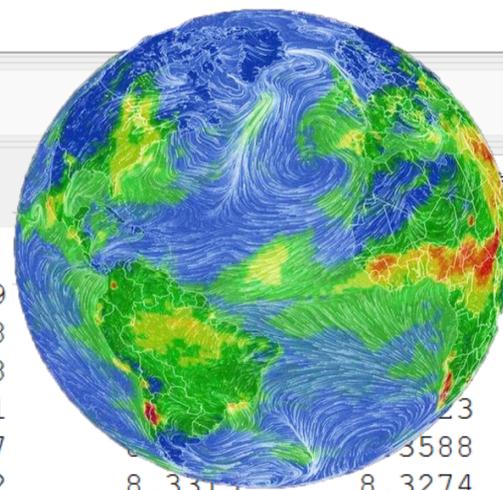
输入输出数据显示 ↓

**180阶球谱系数**

0.000000 360.000000 -90.000000 90.000000 1.00000000 1.00000000 2018010312.00

阶数	$GM (\times 10^{14} m^3/s^2)$	$a (m)$	零阶项 (hPa)	相对误差 (%)
1	3.986004418	6378137.00	-0.1761	1.061
2	1.4425006204641251E-11	0.0000000000000000E+00		
3	5.43639875697577E-10	0.0000000000000000E+00		
4	7.8613630135597577E-10	0.0000000000000000E+00		
5	1.7411917335316819E-09	6.3115303687721207E-10		
6	-9.7232154858684680E-10	7.9180695456711246E-10		
7	-2.6128942697798626E-09	0.0000000000000000E+00		
8	2.91637E-10	7.9652739354309352E-10		
9	-2.2138615541591970E-09	-1.3123244146487042E-09		
10	1.0241012445219900E-09	-1.3600733390246473E-10		
11	1.7710699105592897E-09	0.0000000000000000E+00		
12	-7.4645748011628615E-10	-3.5148375300150040E-10		
13	-2.9791370856184055E-09	9.4854855513647826E-10		
14	1.4524769188989309E-09	7.6354360426909201E-10		
15	5.7974053889694342E-10	8.4635300136399749E-11		

阶数	迭代次数	残差平均值	标准差	最小值	最大值
1	0	0.7495	6.4294	-26.2276	24.8602
2	1	-0.0001	1.0126	-4.5367	4.0258
3	2	0.0000	0.2271	-3.2268	2.2565
4	3	0.0000	0.1235	-2.1964	1.7883
5	4	0.0000	0.0982	-1.5286	1.3247
6	5	0.0000	0.0869	-1.3249	1.1328
7	6	0.0000	0.0805	-1.2698	1.1281
8	7	0.0000	0.0765	-1.2514	1.1263
9	8	0.0000	0.0738	-1.2512	1.1252
10	9	0.0000	0.0720	-1.2512	1.1244
11	10	0.0000	0.0706	-1.2514	1.1238
12	11	0.0000	0.0696	-1.2517	1.1234
13	12	0.0000	0.0688	-1.2519	1.1231
14					
15					



# 全球大陆水等效水高球谐分析与负荷球谐系数模型构建

打开目录 设置结果目录 设置参数输入 开始计算 操作信息保存 查看样例

系列全球地表数据球坐标格网化

全球地面/海面大气压球谐分析

**全球大陆水等效水高球谐分析**

全球海平面变化球谐分析

打开任一大陆水球坐标格网文件

设置模型时序文件名通配符

文件名中首个通配符序号

文件名中连续通配符总数

设置迭代控制条件

残差标准差阈值a

迭代增量终止条件b

打开陆海地形球坐标格网文件

计算信息保存

```

C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadspharmonanalys/landw60m/grdchg2020081212.dat
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadspharmonanalys/landw60m/grdchg2020081912.dat
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadspharmonanalys/landw60m/grdchg2020082612.dat
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadspharmonanalys/landw60m/grdchg2020090212.dat
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadspharmonanalys/landw60m/grdchg2020090912.dat
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadspharmonanalys/landw60m/grdchg2020091612.dat
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadspharmonanalys/landw60m/grdchg2020092312.dat

```

>> 参数设置结果已输入系统!

\*\* 点击[开始运算]控件按钮, 或[开始运算]工具按钮.....

>> 开始时间: 2023-08-22 22:40:25

>> 完成143个全球大陆水格网球谐分析计算!

>> 程序在保存目录中输出大陆水负荷球谐系数模型文件lndwater\*\*\*.cs.dat, 迭代过程统计信息文件pro\*\*\*.ini和残差格网文件rnt\*\*\*.dat。\*\*\*为指定通配符实例。同时生成地球质心变化陆地水负荷效应时间序列文件geocenterlandw.txt。

>> 程序要求文件名通配符实例为ETideLoad约定长整型格式日期, 用于指定地球质心变化非潮汐负荷效应时序的采样历元时刻。利用程序输出的地球质心变化地表环境负荷效应时间序列, 调用地面站点坐标地心运动影响计算程序, 可计算地面站点位移的地心运动非潮汐负荷效应补偿量。

>> 结束时间: 2023-08-22 23:08:01

设置结果保存目录

参数设置结果输入

面谐函数定义在半径等于地球长半轴  $a$  的球面上

输入输出数据显示 ↓

0.00000000 360.00000000 -90.00000000 90.00000000 2.500000000E-01 2.500000000E-01

	$GM(\times 10^{14} m^3/s^2)$	$a(m)$	零阶项(cm)	相对误差(%)
1	3.986004418	6378137.00	0.3233	6.980
2	5.4161495494517116E-10	0.0000000000000000E+00		
3	5.6467115175068137E-10	0.0000000000000000E+00		
4	4.5844404050751017E-11	2.0240200564244726E-11		
5	3.1098570416071924E-11	1.5085062944512367E-10		
6	5.6147679187737971E-10	0.0000000000000000E+00		
7	1.62932E-10	2.212230227494451E-10		
8	2.5993285450561679E-11	2.5858637236562612E-10		
9	1.5662015629820256E-12	3.1453510330532493E-10		
10	-2.1426804285782660E-11	0.0000000000000000E+00		
11	3.9997109881976516E-10	3.8079722829269770E-10		
12	7.2734785934906625E-11	3.7420446091482942E-10		
13	3.0098589960811890E-11	7.6495297040055588E-11		
14				
15	-1.7097207839997709E-10	2.1562251557914367E-10		

迭代次数	残差平均值	标准差	最小值	最大值	
1	0	1.3801	3.9806	-18.6738	16.7511
2	1	0.1031	0.9422	-5.7645	7.8790
3	2	0.0417	0.4895	-4.7948	6.8285
4	3	0.0260	0.3601	-4.3988	6.3837
5	4	0.0209	0.3156	-4.4585	6.2287
6	5	0.0188	0.2980	-4.5210	5.9999
7	6	0.0176	0.2900	-4.5657	5.7698
8	7	0.0169	0.2857	-4.5930	5.5886
9	8	0.0164	0.2832	-4.6083	5.5846
10	9	0.0161	0.2816	-4.6163	5.5847
11	10	0.0159	0.2805	-4.6202	5.5857
12	11	0.0157	0.2797	-4.6221	5.5866
13	12	0.0156	0.2791	-4.6229	5.5872
14	13	0.0156	0.2786	-4.6233	5.5875
15	14	0.0155	0.2778	-4.6235	5.5877



球谐系数阶数  $n$  等于格网在纬度方向格网数。如  $0.25^\circ$  分辨率格网模型对应  $n=720$ 。

# 全球海平面变化球谐分析与负荷球谐系数模型构建

打开目录 设置结果目录 设置参数输入 开始计算 操作信息保存 查看样例

系列全球地表数据球坐标格网化 全球地面/海面大气压球谐分析 全球大陆水等效水高球谐分析 **全球海平面变化球谐分析**

## 打开海平面变化球坐标格网文件

设置模型时序文件名通配符

文件名中首个通配符序号

文件名中连续通配符总数

设置迭代控制条件

残差标准差阈值a

迭代增量终止条件b

## 打开陆海地形球坐标格网文件

## 计算信息保存

```

C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadspharmonanalys/seal60m/grdchg2020111812 dat
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadspharmonanalys/seal60m/grdchg2020112512 dat
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadspharmonanalys/seal60m/grdchg2020120212 dat
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadspharmonanalys/seal60m/grdchg2020120912 dat
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadspharmonanalys/seal60m/grdchg2020121612 dat
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadspharmonanalys/seal60m/grdchg2020122312 dat
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadspharmonanalys/seal60m/grdchg2020122912 dat

```

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

>> 开始时间: 2023-08-22 23:11:25

>> 完成157个海平面变化格网球谐分析计算!

>> 程序在保存目录中输出海平面变化负荷球谐系数模型文件sealevel\*\*\*.cs.dat 迭代过程统计信息文件pro\*\*\*.ini和残差格网

文件rnt\*\*\*.dat。\*\*\*为指定通配符实例。同时生成地球

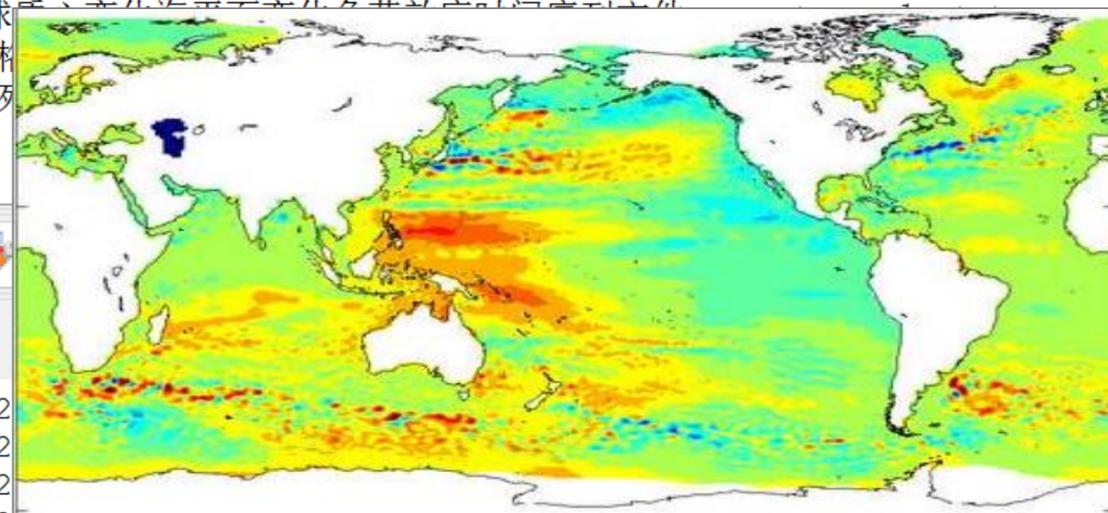
>> 程序要求文件名通配符实例为ETideLoad约定长整型格

利用程序输出的地球质心变化地表环境负荷效应时间序列

心运动非潮汐负荷效应补偿量。

>> 结束时间: 2023-08-22 23:57:55

## 设置结果保存目录



面谐函数定义在半径等于地球长半轴a的球面上

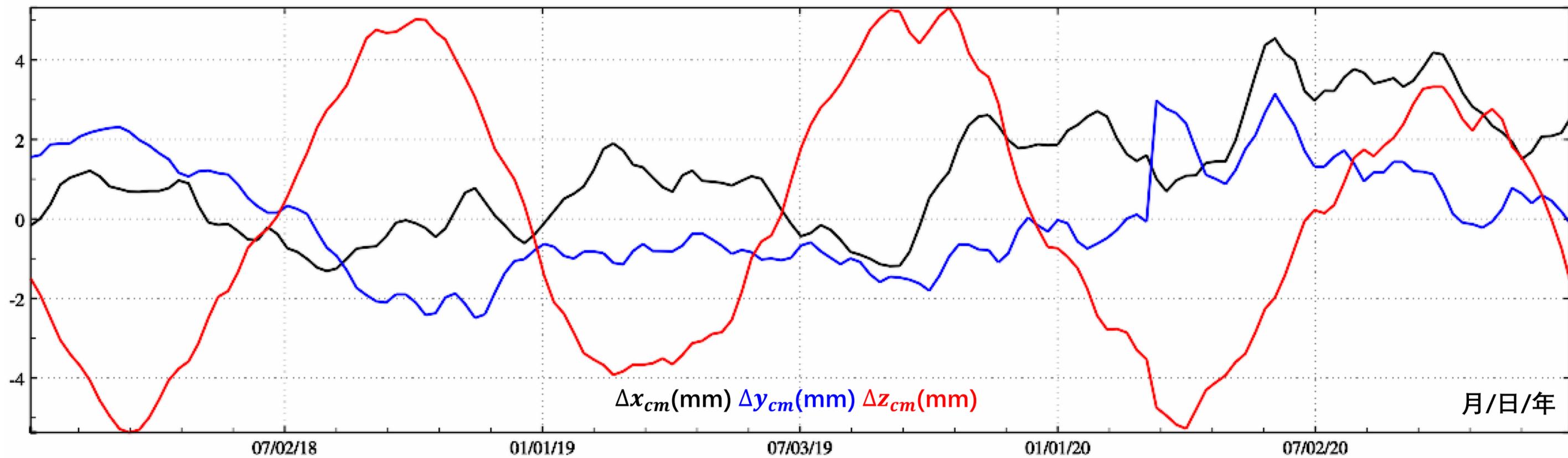
输入输出数据显示 ↓

0.00000000 360.00000000 -90.00000000 90.00000000 2.50000000E-01 2

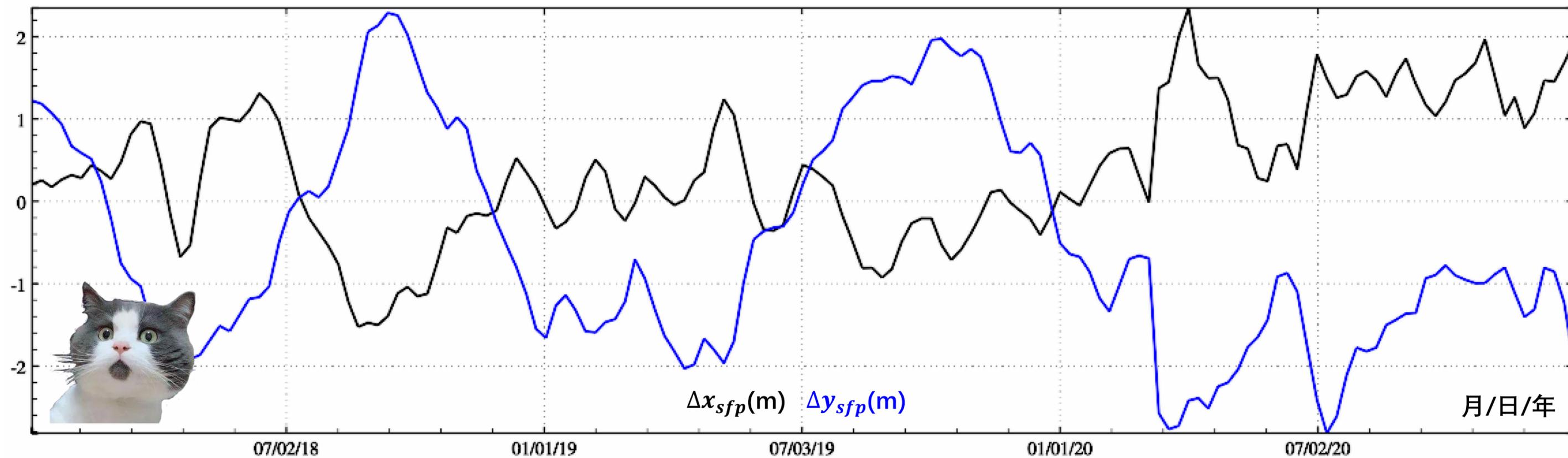
阶数	阶数	$GM (\times 10^{14} m^3/s^2)$	$a(m)$	零阶项(cm)	相对误差(%)
1	3	3.986004418	6378137.00	0.1482	12.259
2	1	1.099714241030070E-10	0.0000000000000000E+00		
3	1	1.6751189679450148E-10	0.0000000000000000E+00		
4	2	1.0298691240132240E-10	-4.8354027549818012E-10		
5	2	6.4627313483801362E-10	-1.0376661124700542E-09		
6	3	2.4310321497109673E-10	0.0000000000000000E+00		
7	3	5.8446E-09	-3.6443245955988522E-10		
8	3	4.0530961810871272E-10	9.1666926888445966E-11		
9	4	-1.1197190742285947E-10	-4.8811906702259529E-10		
10	4	-8.4235286957811616E-11	0.0000000000000000E+00		
11	4	-5.1282309415176720E-11	2.5307177529937340E-10		
12	4	-3.4627064648576430E-10	7.1811239570472555E-10		
13	4	-1.5836119076575140E-10	-1.4013498597540113E-10		
14	4	2.0672494020177201E-10	2.3876308632158088E-10		

迭代次数	残差平均值	标准差	最小值	最大值	
1	0	0.2248	6.0022	-72.5365	62.0915
2	1	0.0437	3.0110	-41.6793	39.1393
3	2	0.0098	2.0946	-29.0016	34.5860
4	3	0.0047	1.6552	-21.2292	31.1485
5	4	0.0040	1.3967	-15.6018	28.7731
6	5	0.0034	1.2288	-15.6526	27.1106
7	6	0.0028	1.1125	-16.6297	25.8610
8	7	0.0022	1.0285	-17.1866	24.8697
9	8	0.0017	0.9659	-17.4713	24.0634
10	9	0.0013	0.9180	-17.5730	23.4037
11	10	0.0009	0.8878	-17.6079	22.9779
12	11	0.0007	0.8514	-17.4465	22.4287

球谐系数阶数n等于格网在纬度方向格网数。如0.25°分辨率格网模型对应n=720。

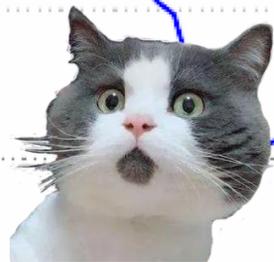


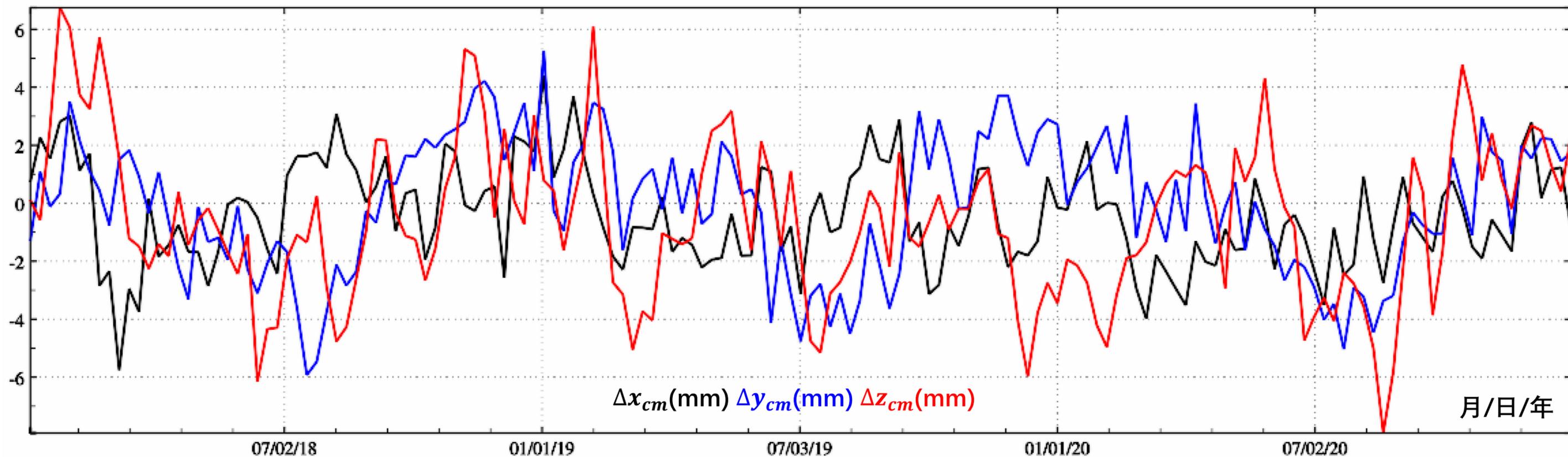
地球质心变化的海平面变化负荷效应-相对于2018年平均质心



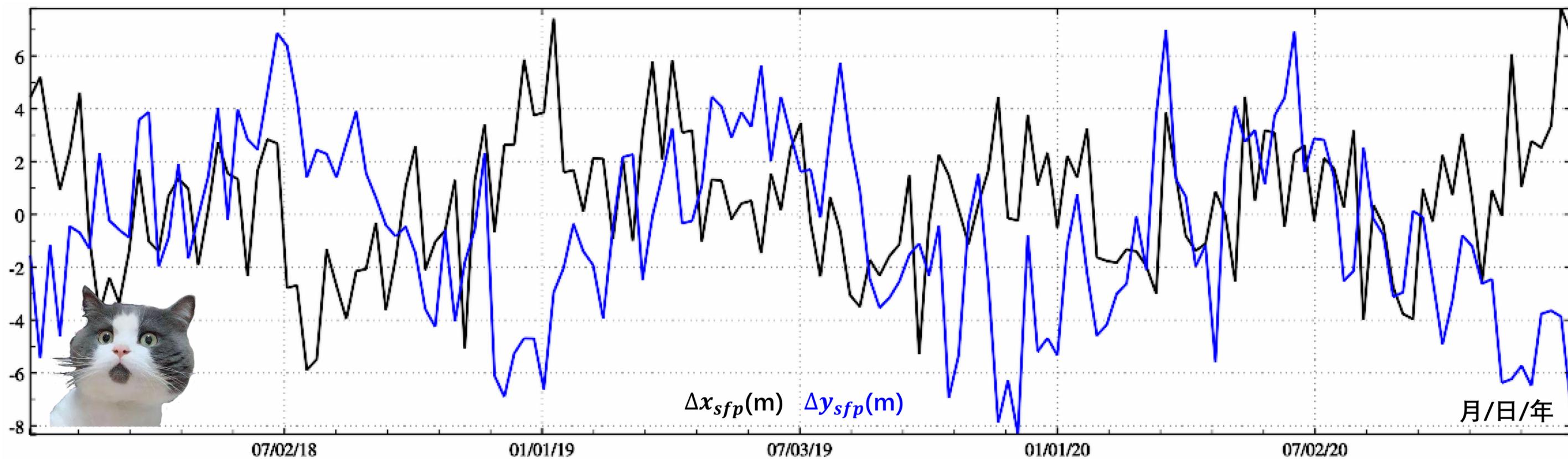
形状极移(ITRS)的海平面变化负荷效应-相对于2018年平均形状极

**形状极移的海平面变化负荷效应，季节性变化为主，最大最小值之差超过5m。**



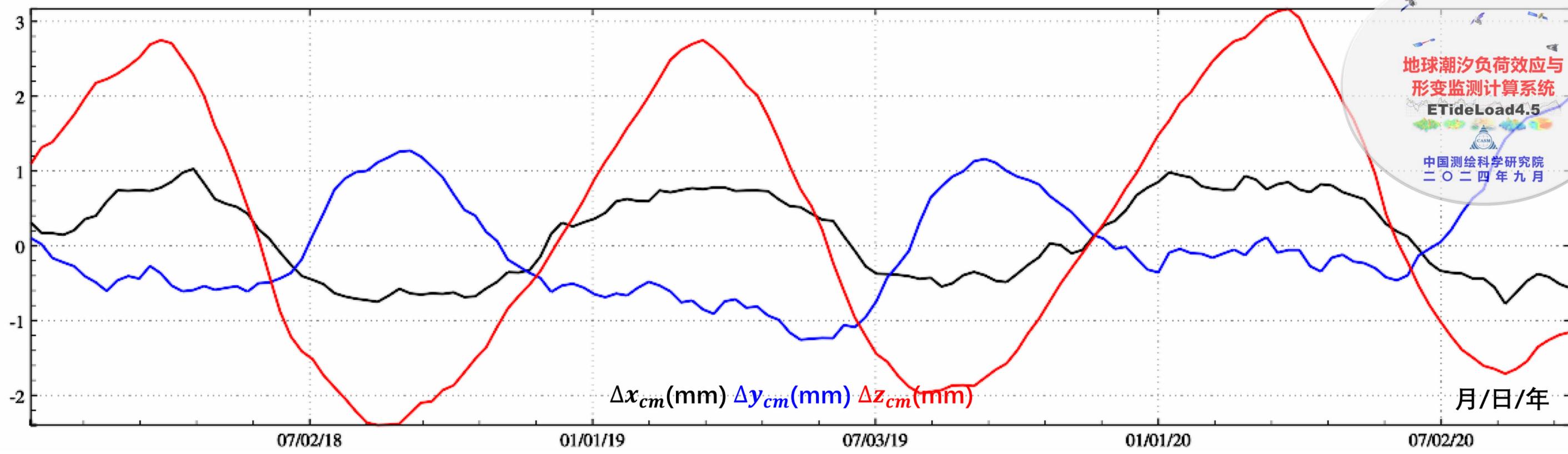


地球质心变化的地面大气压变化负荷效应-相对于2018年平均质心

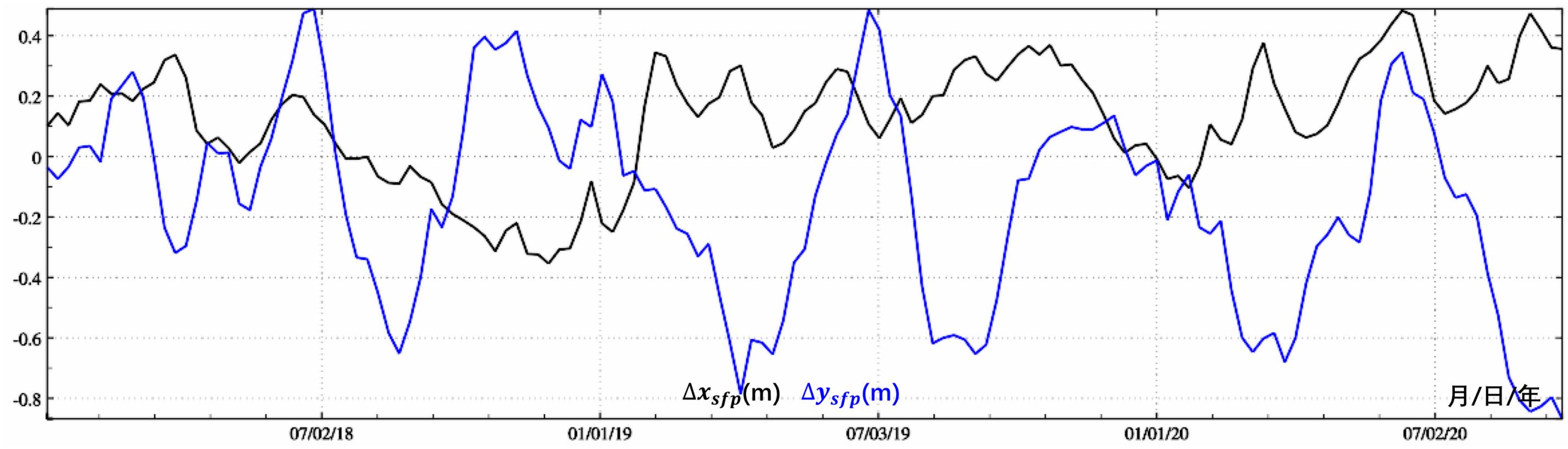


形状极移(ITRS)的大气压变化负荷效应-相对于2018年平均形状极

形状极移的大气压变化负荷效应最大，最大最小值之差超过15m。



地球质心变化的陆地水变化负荷效应-相对于2018年平均质心



形状极移(ITRS)的陆地水变化负荷效应-相对于2018年平均形状极

形状极移的陆地水变化负荷效应相对较小，最大最小值之差不到2m。



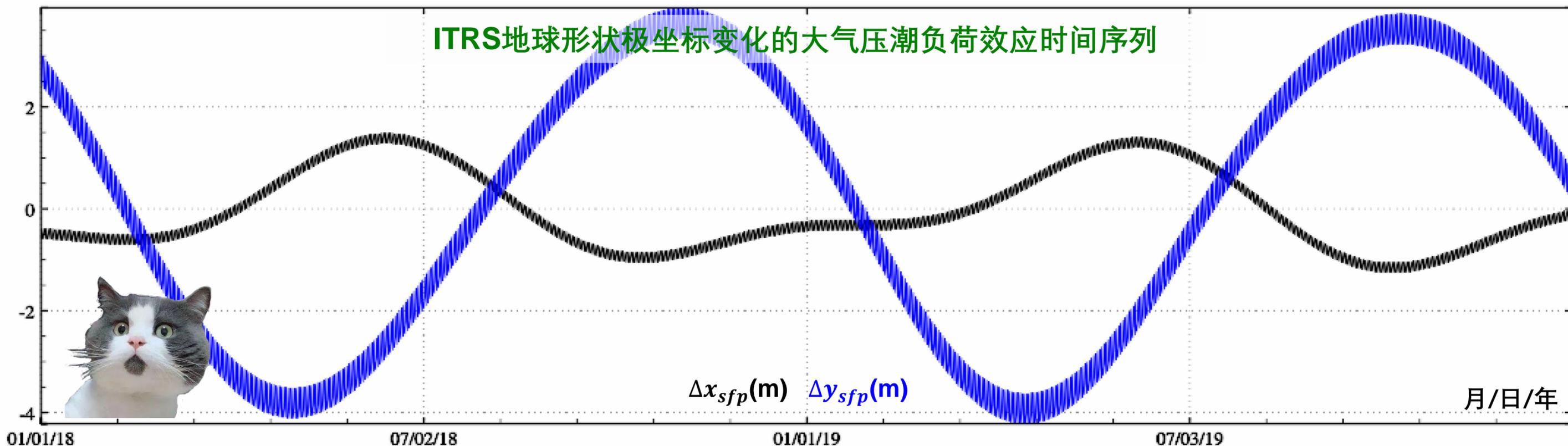
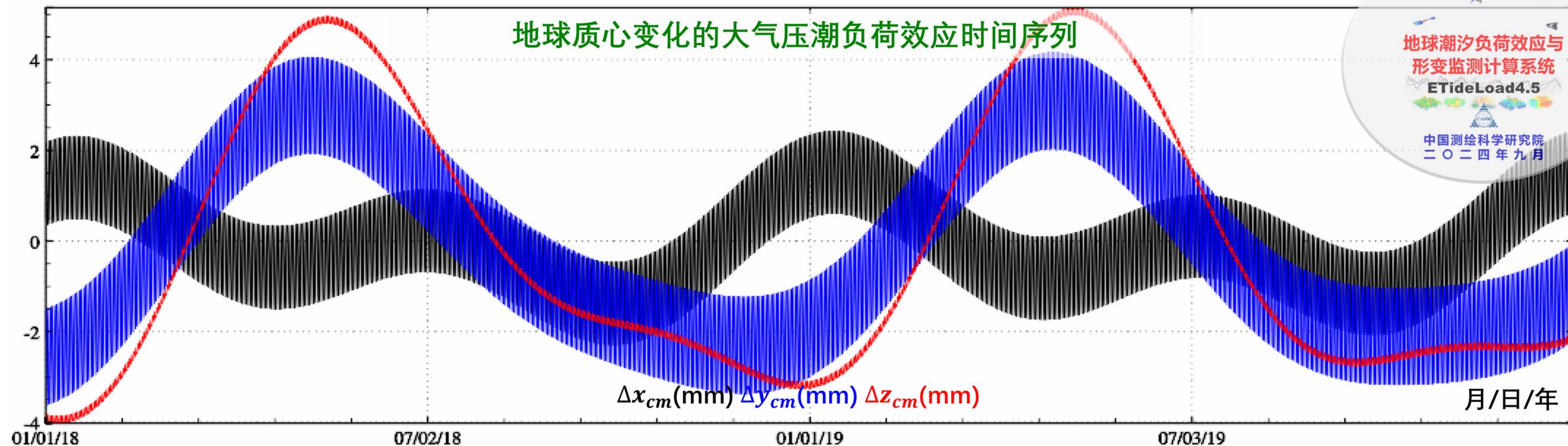
Surface atmospheric tidal load normalized spherical harmonic coefficient model in hPa or mbar.											
Created by ETideLoad, ZHANG Chuanyin, Chinese Academy of Surveying and Mapping.											
Doodson name	n	m	Csin+	Ccos+	Csin-	Ccos-	C+	eps+			
164.556 S1 1 0	-0.01044593	0.00562824	-0.01044593	0.00562824	0.011866	298.3157	0.011866	298.3157			
164.556 S1 1 1	-0.02016686	-0.30983778	-0.02700702	0.03082551	0.310493	183.7240	0.040983	318.7776			
164.556 S1 2 0	-0.00880807	0.02708492	-0.00880807	0.02708492	0.028481	341.9854	0.028481	341.9854			
164.556 S1 2 1	-0.00267857	-0.06099820	-0.02133360	0.03899757	0.061057	182.5144	0.044451	331.3192			
164.556 S1 2 2	0.04746516	-0.07024418	-0.05104501	-0.01871795	0.084777	145.9525	0.054369	249.8623			
164.556 S1 3 0	0.02424426	0.01222005	0.02424426	0.01222005	0.027150	63.2501	0.027150	63.2501			
164.556 S1 3 1	-0.00065416	0.08663644	0.01517276	0.03225602	0.086639	359.5674	0.035646	25.1916			
164.556 S1 3 2	0.05672425	-0.01538354	0.00625213	-0.04261689	0.058773	105.1736	0.043073	171.6539			
164.556 S1 3 3	0.01546691	0.03548381	-0.06617256	0.00859525	0.038708	23.5517	0.066728	277.4008			
164.556 S1 4 0	0.01956420	-0.01827060	0.01956420	-0.01827060	0.026769	133.0418	0.026769	133.0418			
164.556 S1 4 1	-0.01459744	0.00148107	0.03555613	-0.00398511	0.014672	275.7935	0.035779	96.3950			
164.556 S1 4 2	0.01934232	0.02790035	0.01483035	-0.01817240	0.033949	34.7322	0.023456	140.7824			
164.556 S1 4 3	0.05868605	0.05584202	0.02090025	-0.06381922	0.081009	46.4225	0.067154	161.8668			
164.556 S1 4 4	0.05071872	-0.00993816	-0.02940598	0.00988633	0.051683	101.0865	0.031023	288.5827			
164.556 S1 5 0	0.00535373	-0.01557249	0.00535373	-0.01557249	0.016467	161.0273	0.016467	161.0273			
164.556 S1 5 1	-0.01117229	0.00673870	-0.00397207	-0.03368705	0.013047	301.0968	0.033920	186.7247			
164.556 S1 5 2	0.04436599	0.04436599	0.04436599	0.04436599	0.04436599	85.8579	0.016359	286.6570			
164.556 S1 5 3	0.01540811	0.05344217	0.01772763	-0.01768282	0.055619	16.0830	0.025039	134.9275			
164.556 S1 5 4	-0.02913706	-0.01782056	0.01890564	0.02078884	0.034155	238.5496	0.028100	42.2838			
164.556 S1 5 5	0.06196212	-0.00041678	-0.00316231	0.00014887	0.061964	90.3854	0.003166	272.6952			
164.556 S1 6 0	-0.01902007	-0.00031063	-0.01902007	-0.00031063	0.019023	269.0643	0.019023	269.0643			
164.556 S1 6 1	0.01292417	0.05007315	-0.01614491	-0.03693554	0.051714	14.4725	0.040310	203.6106			
164.556 S1 6 2	-0.02124270	0.00967981	-0.00563026	0.00828166	0.023344	294.4977	0.010014	325.7903			
164.556 S1 6 3	-0.01510560	0.02852466	-0.01900168	0.01800736	0.032277	332.0960	0.026179	313.4610			
164.556 S1 6 4	-0.01607949	-0.01730702	-0.00117357	0.01305322	0.023624	222.8943	0.013106	354.8626			

ETideLoad4.5构造的全球地面大气压潮负荷球谐系数模型 (hPa)



3.986004418 6378137.00										
name	Doodson	C10+	C10-	C11+	C11-	S11+	S11-			
S1	164.556	-0.32755435E-08	0.17648553E-08	-0.73961840E-08	-0.43745105E-07	-0.53411096E-07	-0.10724379E-08			
S2	273.555	-0.63049967E-09	0.13744707E-08	0.80115817E-10	0.52363295E-08	0.33900139E-08	-0.10865938E-08			
Sa	56.565	0.82105514E-07	-0.16159915E-06	-0.35243498E-07	-0.82919083E-08	0.35037721E-07	-0.12165101E-06			
Ssa	57.555	0.65256321E-08	0.64837464E-07	-0.35845502E-07	-0.25039833E-07	0.12771654E-07	0.24911463E-07			

全球地面大气压潮负荷一阶项同相异相幅值文件AirtOne.dat, 用于地球质心变化大气压潮负荷效应预报计算



**形状极移的大气压潮负荷形变效应周期与大气潮波周期一致，年变化幅值最大，最大最小值之差超过7m。**

# 系列海洋潮高分潮球谐分析与全球海潮负荷球谐系数模型构建

分潮调和常数球坐标格网化

系列大气压分潮球谐分析

系列海洋潮高分潮球谐分析

全球负荷潮调和分析与负荷潮效应球谐综合算法

打开任一分潮调和常数向量格网

>> 计算过程 \*\* 操作提示

计算信息保存

设置系列文件名通配符

文件名中首个通配符序号 4

文件名中连续通配符总数 4

分潮名称在头文件中列序号 8

Dooson常数在头文件中列序号 7

设置迭代控制条件

残差标准差阈值a 1.0 %

迭代增量终止条件b 1.0 %

打开陆海地形球坐标格网文件

C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadtidespharmsynth/FES2014\_60m/sphAnu2  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadtidespharmsynth/FES2014\_60m/sphAssa  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadtidespharmsynth/FES2014\_60m/sphEps2  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadtidespharmsynth/FES2014\_60m/sphlam2  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadtidespharmsynth/FES2014\_60m/sphmks2  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadtidespharmsynth/FES2014\_60m/sphmsqm

>> 参数设置结果已输入系统!  
 \*\* 点击[开始运算]控件按钮, 或[开始运算]工具按钮.....  
 >> 开始时间: 2023-08-23 11:06:53  
 >> 完成34个全球海洋分潮球谐分析计算!  
 >> 程序在当前目录中输出海潮负荷球谐系数模型文件otideloadcs.dat和海潮负荷一阶项  
 用于地面站点位移的海潮负荷地球质心变化计算, 头文件: 地心引力常数GM ( $\times 10^{14} m^3/s^2$ ) /  
 Doodson数,  $C_{10}$ 同相幅值,  $C_{10}$ 异相幅值,  $C_{11}$ 同相幅值,  $C_{11}$ 异相幅值,  $S_{11}$ 同相幅值,  $S_{11}$ 异相幅值  
 >> 同时输出海洋分潮负荷球谐系数模型文件ocean tide\*\*\*.cs.dat, 迭代过程统计信息文  
 \*\*\*为指定通配符实例。  
 >> 结束时间: 2023-08-23 11:36:05

名称	修改日期	类型	大小
ocean tideA2n2cs.dat	2023/8/23 11:36	DAT 文件	1,995 KB
Otideloadcs.dat	2023/8/23 11:36	DAT 文件	67,264 KB
OtideOne.dat	2023/8/23 11:36	DAT 文件	4 KB
promsqm.ini	2023/8/23 11:36	配置设置	3 KB
rntmsqm.dat	2023/8/23 11:36	DAT 文件	1,536 KB
ocean tideA2n2cs.dat	2023/8/23 11:35	DAT 文件	1,995 KB
rntmks2.dat	2023/8/23 11:35	DAT 文件	1,536 KB
promks2.ini	2023/8/23 11:35	配置设置	5 KB
ocean tideA2n2cs.dat	2023/8/23 11:34	DAT 文件	1,995 KB
prolam2.ini	2023/8/23 11:34	配置设置	4 KB
rntlam2.dat	2023/8/23 11:34	DAT 文件	1,536 KB
ocean tideA2n2cs.dat	2023/8/23 11:33	DAT 文件	1,995 KB
proeps2.ini	2023/8/23 11:33	配置设置	4 KB
rnteps2.dat	2023/8/23 11:33	DAT 文件	1,536 KB
ocean tideAssacs.dat	2023/8/23 11:32	DAT 文件	1,536 KB
proAssa.ini	2023/8/23 11:32	配置设置	3 KB
rntAssa.dat	2023/8/23 11:32	DAT 文件	1,536 KB
ocean tideAnu2cs.dat	2023/8/23 11:31	DAT 文件	1,536 KB
proAnu2.ini	2023/8/23 11:31	配置设置	4 KB
rntAnu2.dat	2023/8/23 11:31	DAT 文件	1,536 KB
ocean tideAmu2cs.dat	2023/8/23 11:31	DAT 文件	1,536 KB
proAmu2.ini	2023/8/23 11:31	配置设置	5 KB
rntAmu2.dat	2023/8/23 11:31	DAT 文件	1,536 KB
ocean tideAmtmcs.dat	2023/8/23 11:30	DAT 文件	1,995 KB
proAmtm.ini	2023/8/23 11:30	配置设置	2 KB
rntAmtm.dat	2023/8/23 11:30	DAT 文件	1,536 KB
ocean tideAmsfcs.dat	2023/8/23 11:29	DAT 文件	1,995 KB
proAmsf.ini	2023/8/23 11:29	配置设置	5 KB
rntAmsf.dat	2023/8/23 11:29	DAT 文件	1,536 KB
ocean tideAms4cs.dat	2023/8/23 11:28	DAT 文件	1,995 KB
proAms4.ini	2023/8/23 11:28	配置设置	5 KB
rntAms4.dat	2023/8/23 11:28	DAT 文件	1,536 KB
ocean tideAmn4cs.dat	2023/8/23 11:27	DAT 文件	1,995 KB
rntAmn4.dat	2023/8/23 11:27	DAT 文件	1,536 KB
proAmn4.ini	2023/8/23 11:27	配置设置	5 KB

输出文件

设置结果保存目录

参数设置结果输入

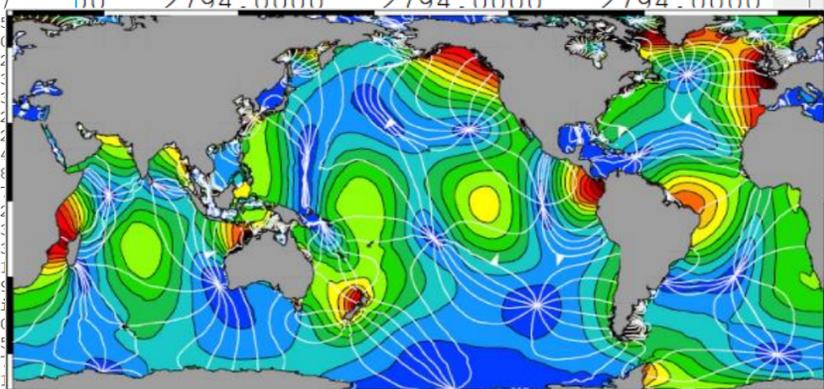
输入输出数据显示 ↓

0.00000000 360.00000000 -90.00000000 90.00000000 2.5000000000

迭代次数, 残差平均值, 标准差, 最小值, 最大值

Iterative residual statistics of in-phase amplitude					
1	0	0.0145	0.8038	-9.9100	11.6700
2	1	-0.0000	0.3907	-5.9522	5.1763
3	2	-0.0000	0.1765	-5.4209	3.6787
4	3	-0.0000	0.1420	-4.9136	3.0945
5	4	0.0000	0.1303	-4.5415	2.7813
6	5	0.0000	0.1239	-4.2778	2.5814
7	6	0.0000	0.1200	-4.0868	2.4424
8	7	0.0000	0.1173	-3.9447	2.4280
9	8	0.0000	0.1154	-3.8372	2.4208
10	9	0.0000	0.1140	-3.7548	2.4216
11	10	0.0000	0.1128	-3.6914	2.4365
12	11	0.0000	0.1119	-3.6424	2.4616
13	12	0.0000	0.1112	-3.6046	2.5031
14	13	0.0000	0.1106	-3.5754	2.5437
15	14	0.0000	0.1101	-3.5531	2.5828
16	15	0.0000	0.1097	-3.5362	2.6202
17	16	0.0000	0.1093	-3.5237	2.6555
18	17	0.0000	0.1089	-3.5146	2.6887
19	18	0.0000	0.1087	-3.5083	2.7197
20	19	0.0000	0.1084	-3.5042	2.7489
21	20	0.0000	0.1082	-3.5019	2.7750
22	21	0.0000	0.1080	-3.5011	2.7992
23	22	0.0000	0.1078	-3.5015	2.8213
24	23	0.0000	0.1076	-3.5027	2.8413
25	24	0.0000	0.1074	-3.5047	2.8592
26	25	0.0000	0.1073	-3.5073	2.8752
27	26	0.0000	0.1072	-3.5103	2.8894
28	27	0.0000	0.1070	-3.5137	2.9018
29	28	0.0000	0.1069	-3.5172	2.9127
30	29	0.0000	0.1068	-3.5209	2.9222
31	30	0.0000	0.1067	-3.5247	2.9303
32	31	0.0000	0.1066	-3.5284	2.9373
33	32	-0.0000	0.1066	-3.5322	2.9433
34	33	-0.0000	0.1065	-3.5358	2.9479
35	34	0.0131	0.8115	-10.6000	7.6900
36	0	-0.0000	0.3230	-5.9849	5.3199
37	1	-0.0000	0.1790	-5.2005	4.1847
38	2	-0.0000	0.1505	-4.8183	4.0321

in-phase amplitude spherical harmonic coefficient model					
1	3.986004418	6378137.00	0.0081	13.247	
2	0.00000000E+00	0.00000000E+00	0.00000000E+00	0.00000000E+00	
3	1.4379189750656234E-09	0.0000000000000000E+00	0.0000000000000000E+00	0.0000000000000000E+00	
4	1.4379189750656234E-09	0.0000000000000000E+00	0.0000000000000000E+00	0.0000000000000000E+00	
5	2.0000000000000000E+00	0.0000000000000000E+00	0.0000000000000000E+00	0.0000000000000000E+00	
6	2 1 -5.9688187359666895E-09	1.1287684025955337E-09			
7	2 2 -2.6161909987461350E-09	2.5270434852276396E-08			
8	3 0 -1.0847422203570700E-09	0.0000000000000000E+00			
9	3 1 1.4320759474385273E-08	-1.9826588012197749E-09			
10	3 2 1.4320759474385273E-08	-1.9826588012197749E-09			
11	3 3 1.4320759474385273E-08	-1.9826588012197749E-09			
12	4 0 -1.4446464109729669E-08	0.0000000000000000E+00			
13	4 1 7.3960976306175678E-09	-2.3171601605596524E-09			
14	4 2 2.2954167553297252E-08	-3.1226719681104280E-08			
15	4 3 -1.9370920887848364E-08	-2.7627164358962934E-08			
16	4 4 -1.6293090610175458E-08	1.2357852032763707E-08			
17	5 0 1.3285204506400391E-09	0.0000000000000000E+00			
18	5 1 -2.0713415146983617E-08	1.8249117269098285E-08			
19	5 2 -1.4268243375517403E-08	-1.0175147740494332E-09			
20	5 3 -1.2310268041943462E-08	1.7655400868411467E-08			



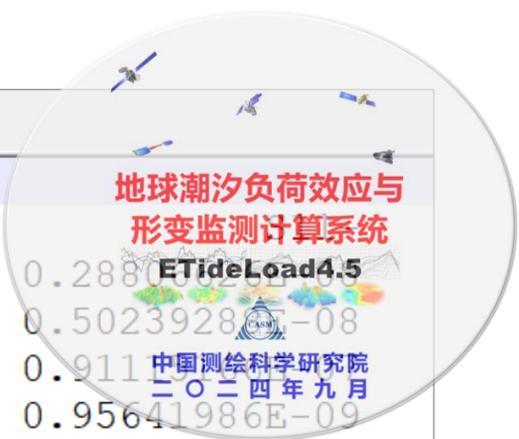
🔔 分潮调和常数单位与球谐系数单位相同。大气压分潮调和常数和球谐系数单位为hPa, 海潮分潮调和常数和球谐系数单位为cm。  
 🔔 分潮Doodson常数(整数, 如M<sub>2</sub>分潮Doodson常数为25555)是系统识别分潮类型和计算分潮频率的依据, 应确保正确无误。



1 Ocean tidal height load normalized spherical harmonic coefficient model in cm.  
 2 Created by ETideLoad, ZHANG Chuanyin, Chinese Academy of Surveying and Mapping.

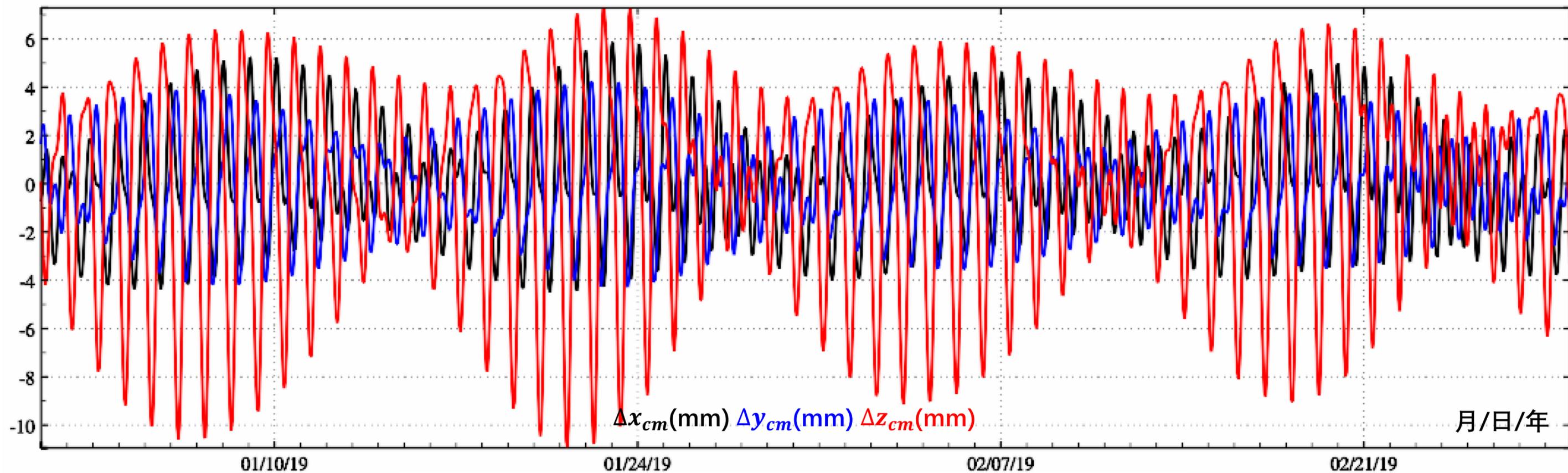
3	Doodson name	n	m	Csin+	Ccos+	Csin-	Ccos-	C+	eps+	C-
4	247.455 2N2	1	0	0.00458562	0.00231038	0.00458562	0.00231038	0.005135	63.2596	0.005135
5	247.455 2N2	1	1	-0.00773380	0.00473565	0.01063946	-0.00152991	0.009069	301.4805	0.010749
6	247.455 2N2	2	0	0.01415077	-0.00470716	0.01415077	-0.00470716	0.014913	108.3994	0.014913
7	247.455 2N2	2	1	-0.01749377	0.01964053	-0.02057617	0.01244109	0.026302	318.3086	0.024045
8	247.455 2N2	2	2	-0.05076973	0.15409810	0.03408330	-0.00708020	0.162246	341.7648	0.034811
9	247.455 2N2	3	0	-0.00345932	-0.05402235	-0.00345932	-0.05402235	0.054133	183.6639	0.054133
10	247.455 2N2	3	1	0.00459468	0.02860553	0.08674509	0.04125120	0.028972	9.1250	0.096054
11	247.455 2N2	3	2	-0.01359111	-0.04803085	0.00043095	0.01917460	0.049917	195.7997	0.019179
12	247.455 2N2	3	3	0.11576000	0.04745531	0.10043379	-0.03897379	0.125109	67.7090	0.107731
13	247.455 2N2	4	0	-0.04607076	0.02579335	-0.04607076	0.02579335	0.052800	299.2429	0.052800
14	247.455 2N2	4	1	0.03322584	0.01467790	0.01394749	0.02945707	0.036324	66.1660	0.032592
15	247.455 2N2	4	2	0.06616682	-0.16308472	0.08023800	0.03608357	0.175996	157.9166	0.087978
16	247.455 2N2	4	3	-0.04323293	-0.08712246	-0.08031745	0.08908738	0.097259	206.3921	0.119948
17	247.455 2N2	4	4	-0.07108370	0.11911427	-0.03283587	0.04029420	0.138712	329.1726	0.051979
18	247.455 2N2	5	0	0.00423674	0.05025371	0.00423674	0.05025371	0.050432	4.8190	0.050432
19	247.455 2N2	5	1	-0.06509377	0.03863740	-0.06611933	0.08775797	0.071939	293.4580	0.109878
20	247.455 2N2	5	2	0.05191636	0.09160021	0.12273128	0.09303082	0.097002	19.2099	0.157262
21	247.455 2N2	5	3	-0.04622306	0.08929694	-0.03229352	-0.02331163	0.100551	332.6324	0.039828
22	247.455 2N2	5	4	0.12978448	-0.00340802	-0.08015548	0.01815451	0.129829	91.5042	0.082186
23	247.455 2N2	5	5	0.07170340	0.02947675	0.04405895	-0.08476786	0.077526	67.6528	0.095534
24	247.455 2N2	6	0	0.03947937	-0.02794239	0.03947937	-0.02794239	0.048367	125.2898	0.048367
25	247.455 2N2	6	1	-0.03340601	-0.04901155	0.00654233	-0.02479353	0.059314	214.2781	0.025642
26	247.455 2N2	6	2	0.01502432	0.05093430	-0.00472606	-0.04361353	0.053104	16.4347	0.043869
27	247.455 2N2	6	3	0.00272363	0.04846491	-0.00102382	0.02626808	0.048541	3.2165	0.026288
28	247.455 2N2	6	4	0.05940714	-0.01371178	0.06957119	0.00812134	0.060969	102.9969	0.070044
29	247.455 2N2	6	5	-0.06310363	-0.02281638	0.02184442	0.02667029	0.067102	250.1215	0.034474
30	247.455 2N2	6	6	0.06505389	0.01875362	0.05082476	0.11432385	0.067703	73.9189	0.125112
31	247.455 2N2	7	0	0.03231974	0.00130979	0.03231974	0.00130979	0.032346	87.6793	0.032346
32	247.455 2N2	7	1	0.01740544	-0.02827998	0.01240391	0.00333515	0.033207	148.3890	0.012844
33	247.455 2N2	7	2	-0.05289712	0.01334177	0.03482823	-0.08565262	0.054554	284.1559	0.092463
34	247.455 2N2	7	3	-0.04490640	0.03300070	-0.01170604	0.00335994	0.055728	306.3113	0.012179
35	247.455 2N2	7	4	0.02847534	-0.01480133	-0.04298436	-0.00624406	0.032092	117.4652	0.043436
36	247.455 2N2	7	5	0.03444464	-0.04692621	-0.05161881	0.01841567	0.058211	143.7207	0.054805
37	247.455 2N2	7	6	0.03370577	-0.00688833	-0.04456603	-0.02386590	0.034402	101.5503	0.050554
38	247.455 2N2	7	7	0.03170557	-0.04712240	0.03534061	0.04767806	0.056796	146.0660	0.059348
39	247.455 2N2	8	0	0.00128965	0.01929829	0.00128965	0.01929829	0.019341	3.8232	0.019341
40	247.455 2N2	8	1	0.02942979	-0.03337153	0.00149069	-0.01387328	0.044495	138.5915	0.013953

ETideLoad4.5构造的全球海潮负荷球谐系数模型 (cm)

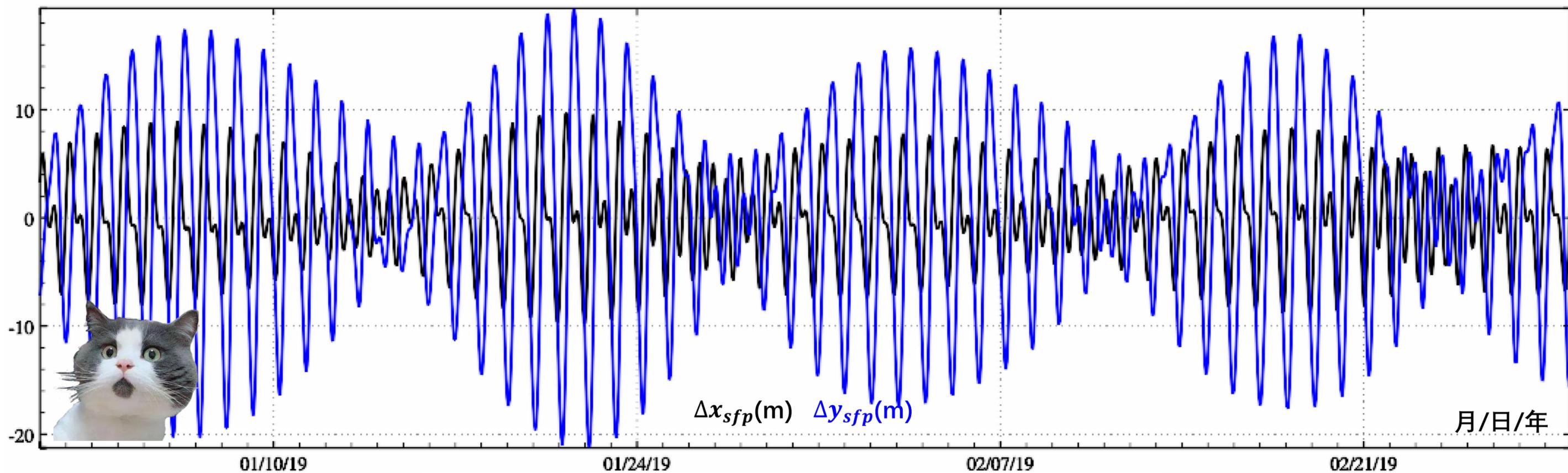


1	3.986004418	6378137.00							
2	name	Doodson	C10+	C10-	C11+	C11-	S11+		
3	2N2	247.455	0.14379190E-08	0.72446933E-09	0.45556662E-09	0.50261431E-09	0.98234968E-09	0.28811986E-08	
4	J1	175.455	0.22805765E-08	-0.14599680E-07	0.11146859E-07	0.31354016E-08	0.49073923E-08	0.50239281E-08	
5	K1	165.555	0.65903198E-07	-0.23618735E-06	0.15240517E-06	0.54510351E-07	0.57951321E-07	0.9111986E-09	
6	K2	275.555	0.58820344E-08	0.78223673E-09	0.82634785E-08	0.17098158E-07	0.28274727E-08	0.95641986E-09	
7	L2	265.455	0.99527541E-09	0.43369491E-10	0.27208849E-08	0.18838893E-08	-0.93316186E-09	-0.31242492E-09	
8	M2	255.555	0.64086749E-07	0.33741274E-07	0.82092113E-07	0.76976307E-08	-0.39331272E-07	0.74234937E-07	
9	M3	355.555	0.51159035E-10	0.26216133E-10	0.20622631E-10	-0.16737336E-10	-0.74054752E-10	-0.32502465E-10	
10	M4	455.555	-0.12877739E-09	-0.82078020E-09	0.21241775E-09	0.89312487E-09	-0.11238411E-09	-0.11882183E-08	
11	M6	655.555	0.18174228E-08	0.30921490E-09	0.36600543E-09	0.36841599E-09	-0.72147727E-09	-0.13743491E-09	
12	M8	855.555	-0.59854172E-10	-0.29503418E-11	0.41858427E-10	0.58809710E-10	-0.34465624E-10	0.81925459E-11	
13	Mf	75.555	0.23994538E-07	0.23160661E-08	0.14961765E-07	-0.19050356E-07	0.57231952E-08	-0.38155669E-08	
14	Mm	65.455	0.12211587E-07	-0.10619733E-08	-0.13680094E-08	-0.93454574E-08	0.34149364E-08	-0.61740212E-09	
15	N2	245.655	0.16604395E-07	0.24692742E-08	0.10060051E-07	0.75631673E-09	-0.49125733E-09	0.20845840E-07	
16	N4	435.755	-0.11170849E-09	-0.41029169E-10	0.37178942E-10	-0.10703469E-09	-0.53442667E-10	-0.19926918E-10	
17	O1	145.555	0.23239277E-07	-0.16830188E-06	0.86481239E-07	0.11802879E-07	0.58555768E-07	0.34726677E-07	
18	P1	163.555	0.16600812E-07	-0.74602430E-07	0.48235157E-07	0.14146460E-07	0.16888410E-07	0.27904988E-07	
19	Q1	135.655	0.40244812E-08	-0.29117940E-07	0.15908436E-07	0.77164577E-09	0.12770867E-07	0.14909422E-08	
20	R2	274.554	0.21029138E-09	0.96276767E-10	0.25728894E-09	0.46084038E-09	0.53716115E-10	0.14500876E-09	
21	S1	164.556	-0.40129653E-08	0.48653114E-08	-0.48716881E-08	0.11419251E-07	0.74509139E-08	-0.34899535E-09	
22	S2	273.555	0.22430236E-07	0.94564697E-08	0.30377828E-07	0.49157638E-07	-0.61338730E-08	0.76805145E-08	
23	S4	491.555	0.32089047E-09	0.14407638E-09	0.12925319E-11	0.14038268E-09	0.10308541E-09	0.11742749E-09	
24	Sa	56.554	0.21793187E-09	0.12972260E-09	0.71714382E-10	0.49927099E-10	-0.42733149E-10	-0.53422994E-10	
25	T2	272.556	0.13719484E-08	0.73425584E-09	0.20944307E-08	0.29614380E-08	0.13767437E-09	0.10318216E-08	
26	MN4	445.655	-0.70793273E-09	-0.76823301E-10	0.24279253E-09	-0.66374018E-09	-0.14062685E-09	0.16716883E-09	
27	MS4	473.555	0.32582237E-09	-0.10684852E-08	0.10873236E-08	0.38092589E-09	-0.40703836E-09	-0.28009461E-09	
28	Msf	73.555	0.52032006E-09	0.12958178E-08	0.20898774E-09	0.69234415E-09	0.16108594E-08	0.36734674E-09	
29	Mtm	85.455	0.38057222E-08	0.89028662E-09	0.47545363E-08	-0.16109463E-08	0.13034435E-08	0.46197838E-10	
30	mu2	237.555	0.27230195E-08	-0.54548861E-09	0.80856645E-09	0.28475772E-08	0.30945151E-08	0.39961507E-08	
31	nu2	245.655	0.31512988E-08	0.13274377E-08	0.16643629E-08	0.77176190E-09	-0.34369557E-09	0.49489633E-08	
32	Ssa	57.555	0.85592993E-08	-0.21041028E-09	-0.85777470E-08	-0.10849053E-08	0.38854237E-09	-0.73333943E-09	
33	eps2	227.655	0.15232320E-08	-0.54284574E-09	0.18709319E-08	-0.17678032E-09	0.14037532E-08	-0.64291979E-09	
34	lam2	263.655	0.77975910E-09	-0.46145888E-09	0.29230225E-08	-0.81098933E-09	-0.68691816E-09	-0.10714953E-08	
35	MKS2	257.555	-0.76338045E-11	-0.81694611E-10	0.81955321E-10	0.53313693E-09	0.52931064E-09	0.23733568E-09	
36	Msqm	93.555	0.17382639E-09	-0.21085098E-11	0.98864729E-10	0.18391545E-09	-0.15315104E-09	-0.66456652E-11	
37									

全球海潮负荷一阶项同相异相幅值文件AirtidOne.dat, 用于  
地球质心变化海潮负荷效应预报计算



地球质心变化的海潮负荷效应时间序列 (mm)



ITRS地球形状极坐标变化的海潮负荷效应时间序列 (m)

形状极移的海潮负荷形变效应周期与海洋潮波周期一致，幅值很大，最大最小值之差超过35m。

# 地表环境负荷等效水高模型值计算

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

地球潮汐负荷效应与  
形变监测计算系统  
ETideLoad4.5

中国测绘科学研究院

2023年9月

地表环境负荷等效水高模型值计算

负荷潮调和常数模型值计算

负荷等效水高模型值时间序列计算

选择计算点文件格式

离散计算点文件

打开地面/海面计算点文件

头文件占住的行数

1

打开地表负荷球谐系数模型文件

地表负荷 地面/海面大气压hPa

设置模型最大计算阶数

180

>> 计算过程 \*\* 操作提示

>> [目标]由全球规格化负荷潮球谐系数模型或地表非潮汐负荷球谐系数模型，计算潮汐调和常数和地表非潮汐地表的模型值。此项功能常用于负荷潮球谐系数模型移去恢复法高分辨率区域潮汐效应精化，和负荷球谐模型移去恢复法高分辨率区域负荷形变场及时变重力场精化(模型值移去流程)。

>> 从界面上方三个控件按钮中选择功能模块...

>> [功能]由全球大气压、陆地水或海平面变化负荷规格化球谐系数模型(m)，计算给定地面点的大气压(hPa)、陆地水等效水高(cm)或海平面变化(cm)的模型值。

>> 打开地面/海面计算点文件C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadspharmsynthesis/calcpnt.txt。

\*\* 观察下方窗口文件信息，设置头文件行数...

>> 打开地表负荷球谐系数模型文件C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadspharmsynthesis/airpress2016020312cs.dat。

\*\* 下方窗口只显示了其中不超过2000行的模型球谐系数！

>> 计算结果保存为 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadspharmsynthesis/airpmdlrst.txt。

>> 参数设置结果已输入系统！

\*\* 点击[开始运算]控件按钮，或[开始运算]工具按钮.....

>> 开始时间：2023-04-27 15:12:12

>> 完成计算！

>> 结束时间：2023-04-27 15:12:21

计算结果保存为

参数设置结果输入

开始计算

输入输出数据显示 ↓

point records

1	104.041667	25.041667	0.000	5.1460
2	104.125000	25.041667	0.000	5.3954
3	104.208333	25.041667	0.000	5.6511
4	104.291667	25.041667	0.000	5.9115
5	104.375000	25.041667	0.000	6.1746
6	104.458333	25.041667	0.000	6.4384
7	104.541667	25.041667	0.000	6.7009
8	104.625000	25.041667	0.000	6.9603
9	104.708333	25.041667	0.000	7.2146
10	104.791667	25.041667	0.000	7.4619
11	104.875000	25.041667	0.000	7.7006
12	104.958333	25.041667	0.000	7.9290
13	105.041667	25.041667	0.000	8.1458
14	105.125000	25.041667	0.000	8.3498

大气压模型值hPa

1	3.986004418	6378137.00	-0.0970	0.940
2	1	0	1.8412756758963265E-10	0.0000000000000000E+00
3	1	1	1.1992067985764292E-09	1.9846145219376958E-10
4	2	0	-8.3041237127846868E-10	0.0000000000000000E+00
5	2	1	3.0042214596809370E-10	1.4178812767271399E-09
6	2	2	-1.0298699208011155E-09	3.9778819980241900E-11
7	3	0	-2.2852824251273103E-09	0.0000000000000000E+00
8	3	1	6.2395160100381500E-10	2.5989454828063558E-10
9	3	2	-3.5135784095054722E-10	-9.8307496726666295E-10
10	3	3	6.7975067084791942E-10	-1.5506806360999531E-10
11	4	0	-1.3500990624598282E-09	0.0000000000000000E+00
12	4	1	-2.6751068548153390E-09	-1.8704081553144181E-09
13	4	2	-2.1920121450288522E-09	-5.9632881355913724E-10
14	4	3	9.2399791292550230E-10	-1.3797018418177622E-10
15	4	4	-4.6878373744373565E-10	6.9608812443930559E-11
16	5	0	2.9811603734448944E-09	0.0000000000000000E+00
17	5	1	-6.5942693396055756E-10	5.0634794014008111E-10
18	5	2	-6.5701010410296186E-10	-6.1747285710329876E-10
19	5	3	1.2977423452944458E-09	5.2238577501929822E-10
20	5	4	-1.2684344835148913E-10	-3.8444509104332146E-10
21	5	5	-1.4882508296730871E-10	1.3027011583588840E-10
22	6	0	1.2750555297041999E-09	0.0000000000000000E+00

程序常用于负荷潮球谐系数模型移去恢复法高分区域负荷潮效应精化，和负荷球谐系数模型移去恢复法高分区域负荷形变场精化（参考模型值移去流程）。

受球谐系数阶次混频影响，海平面变化、海潮调和常数模型值在近海陆地区域存在较小值，陆地水等效水高模型值在近岸海域也存在较小值。

# 全部分潮调和常数模型值计算

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

地球潮汐负荷效应与  
形变监测计算系统  
ETideLoad4.5

中国测绘科学研究院  
二〇二四年九月

地表环境负荷等效水高模型值计算

负荷潮调和常数模型值计算

负荷等效水高模型值时间序列计算

打开地面/海面计算点文件

头文件占住的行数

1

打开负荷潮球谐系数模型文件

设置模型最大计算阶数

180

```

1 Atmospheric tide normalized spherical harmonic coefficients model in hPa.
2 Created by ETideLoad4.0, ZHANG Chuanyin, Chinese academy of surveying and mapping.
3 Doodson name n m Csin+ Ccos+ Csin- Ccos- C+ eps+ C- eps-
4 164.556 S1 1 0 -0.01043875 0.00562831 -0.01043875 0.00562831 0.01185941 298.3324 0.01185941 298.3324
5 164.556 S1 1 1 -0.02015160 -0.30983622 -0.02700191 0.03082490 0.31049086 183.7212 0.04097899 318.7824
6 164.556 S1 2 0 -0.00880289 0.02709180 -0.00880289 0.02709180 0.02848607 341.9996 0.02848607 341.9996
7 164.556 S1 2 1 -0.00268659 -0.06099922 -0.02133434 0.03899893 0.06105835 182.5219 0.04445302 331.3192
8 164.556 S1 2 2 0.04746078 -0.07024553 -0.05104661 -0.01871719 0.08477594 145.9554 0.05436993 249.8636

```

>> [功能]由规格化全球大气压潮负荷球谐系数模型(hPa)或海潮负荷球谐系数模型(cm),计算给定地面/海面点全部分潮的调和常数向量(同相幅值/异相幅值, hPa/cm)。

>> 打开地面/海面计算点文件C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadspharmsynthesis/calcpnt.txt。

\*\* 观察下方窗口文件信息,设置头文件行数...

>> 打开负荷潮球谐系数模型文件C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadspharmsynthesis/Airtdloads.dat。

\*\* 下方窗口只显示了其中不超过2000行的模型球谐系数!

>> 计算结果保存为 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadspharmsynthesis/airptiderst.txt。

>> 参数设置结果已输入系统!

\*\* 点击[开始运算]控件按钮,或[开始运算]工具按钮.....

>> 开始时间: 2023-04-27 15:15:18

>> **完成4个分潮调和常数向量模型值计算!**

>> 结束时间: 2023-04-27 15:16:10

计算结果保存为

参数设置结果输入

开始计算

输入输出数据显示 ↓

框口数据保存

point records	S1 164556	S2 273555	Sa 56565	Ssa 57555							
1	104.041667	25.041667	0.000	-1.776	1.309	0.240	1.303	-0.514	-5.819	0.317	1.364
2	104.125000	25.041667	0.000	-1.755	1.300	0.240	1.304	-0.459	-5.935	0.298	1.347
3	104.208333	25.041667	0.000	-1.737	1.289	0.239	1.304	-0.401	-6.054	0.278	1.330
4	104.291667	25.041667	0.000	-1.720	1.274	0.238	1.305	-0.338	-6.176	0.257	1.312
5	104.375000	25.041667	0.000	-1.706	1.257	0.235	1.306	-0.272	-6.300	0.235	1.295
6	104.458333	25.041667	0.000	-1.694	1.238	0.232	1.307	-0.204	-6.425	0.214	1.278
7	104.541667	25.041667	0.000	-1.685	1.217	0.227	1.308	-0.133	-6.549	0.193	1.262
8	104.625000	25.041667	0.000	-1.679	1.194	0.222	1.310	-0.061	-6.673	0.171	1.246
9	104.708333	25.041667	0.000	-1.675	1.170	0.213	1.311	0.013	-6.794	0.151	1.230
10	104.791667	25.041667	0.000	-1.674	1.146	0.210	1.312	0.087	-6.913	0.131	1.216
11	104.875000	25.041667	0.000	-1.675	1.121	0.203	1.313	0.161	-7.027	0.112	1.202
12	104.958333	25.041667	0.000	-1.679	1.096	0.196	1.315	0.235	-7.137	0.094	1.190
13	105.041667	25.041667	0.000	-1.684	1.071	0.188	1.316	0.308	-7.241	0.077	1.178
14	105.125000	25.041667	0.000	-1.691	1.047	0.181	1.317	0.379	-7.340	0.061	1.168

输出文件airptiderst.txt

程序常用于负荷潮球谐系数模型移去恢复法高分区域负荷潮效应精化,和负荷球谐系数模型移去恢复法高分区域负荷形变场精化(参考模型值移去流程)。

受球谐系数阶次混频影响,海平面变化、海潮调和常数模型值在近海陆地区域存在较小值,陆地等效水高模型值在近岸海域也存在较小值。

# 地表环境负荷形变场球谐综合计算

地表环境负荷形变场球谐综合计算
  固体地球外部及卫星非潮汐负荷摄动计算
  地面负荷形变场时间序列批量计算
  全球负荷球谐分析与负荷形变场球谐综合算法

选择计算点文件格式  
离散计算点文件

打开空间计算点文件

头文件占据行数 1

记录中高度属性列序号 4

选择影响类型

- 高程异常(mm)
- 地面重力( $\mu\text{Gal}$ )
- 扰动重力( $\mu\text{Gal}$ )
- 地倾斜(南向/西向mas)
- 垂线偏差(南向/西向mas)
- 水平位移(东向/北向mm)
- 地面径向(大地高mm)
- 地面正(常)高(mm)
- 扰动重力梯度(径向 $10\mu\text{E}$ )
- 水平重力梯度(北向/西向 $10\mu\text{E}$ )

打开地表负荷球谐系数模型文件 地表负荷类型 陆地水等效水高

计算信息保存

>> [目标]利用全球大气压、陆地水和海平面变化负荷球谐系数模型(m),按球谐综合算法,计算地面各种大地测量观测或参数的非潮汐负荷效应或固体地球外部空间(包括海洋、航空或卫星高度)的非潮汐负荷摄动。  
 \*\* 负荷形变效应的时间为负荷球谐系数模型的采样历元时刻。计算海平面变化负荷效应时,输入计算点的高度为正(常)高;计算大气或陆地水负荷效应时,计算点的高度为计算点相对于地面的高度。  
 >> 从界面上方三个控件按钮中选择功能模块...  
 >> [功能]由全球大气压、陆地水或海平面变化负荷球谐系数模型(m),按球谐综合算法,计算空间点的高程异常(mm)、地面重力( $\mu\text{Gal}$ )、扰动重力( $\mu\text{Gal}$ )、地倾斜(SW南向/西向mas)、垂线偏差(SW南向/西向mas)、水平位移(EN东向/北向mm)、地面径向(大地高mm)、地面正(常)高(mm)、扰动重力梯度(径向 $10\mu\text{E}$ )或水平重力梯度(NE北向/西向 $10\mu\text{E}$ )的非潮汐负荷效应。  
 >> 打开地表负荷球谐系数模型文件C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmssynth/lndwater201402cs.dat.  
 \*\* 下方窗口只显示了其中不超过2000行的模型球谐系数!  
 >> 打开空间计算点文件 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmssynth/calcpnt.txt.  
 \*\* 观察下方窗口文件信息,设置文件格式...  
 >> 计算结果保存为C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmssynth/loaddfmrst.txt.  
 >> 参数设置结果已输入系统!  
 \*\* 点击[开始运算]控件按钮,或[开始运算]工具按钮.....  
 >> 开始时间: 2023-08-23 14:28:45  
 >> 完成计算!  
 >> 结束时间: 2023-08-23 14:29:31

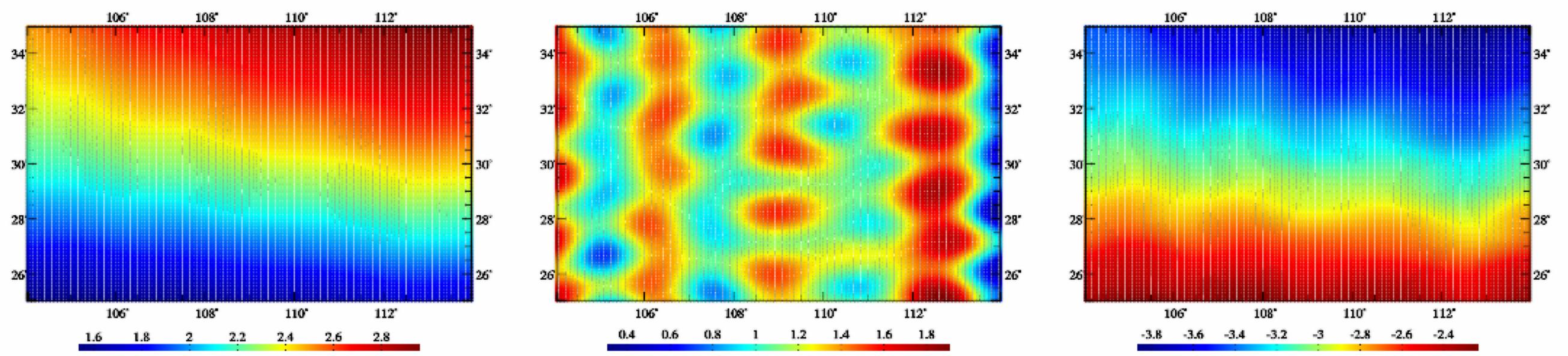
模型最大计算阶数 360

结果文件保存为 参数设置结果输入 开始计算

104.0	114.0	25.0	35.0	0.08333333	0.08333333				
1	104.041667	25.041667	0.000	1.5538	1.6858	-2.3298	16.0423		
2	104.125000	25.041667	0.000	1.5541	1.6566	-2.3272	15.0747		
3	104.208333	25.041667	0.000	1.5537	1.6107	-2.3223	13.6771		
4	104.291667	25.041667	0.000	1.5527	1.5506	-2.3154	11.9202		
5	104.375000	25.041667	0.000	1.5517	1.4905	-2.3085	10.3669	9.8884	
6	104.458333	25.041667	0.000	1.5507	1.4304	-2.3016	8.9133	7.6756	
7	104.541667	25.041667	0.000	1.5497	1.3703	-2.2947	7.5287	5.3808	
8	104.625000	25.041667	0.000	1.5487	1.3102	-2.2878	6.2341	3.1039	
9	104.708333	25.041667	0.000	1.5477	1.2501	-2.2809	5.1295	0.9407	

## 全空间大地测量全要素各种环境负荷形变效应统一解析计算

提取负荷形变 图形绘制



高程异常变化(mm)

地面重力变化( $\mu\text{Gal}$ )

地面大地高变化(mm)

# 地表环境负荷形变场球谐综合计算

地表环境负荷形变场球谐综合计算

固体地球外部及卫星非潮汐负荷摄动计算

地面负荷形变场时间序列批量计算

全球负荷球谐分析与负荷形变场球谐综合算法

选择计算点文件格式

计算面高度格网

打开计算面高度格网文件

选择影响类型

- 高程异常(mm)
- 地面重力( $\mu\text{Gal}$ )
- 扰动重力( $\mu\text{Gal}$ )
- 地倾斜(南向/西向mas)
- 垂线偏差(南向/西向mas)
- 水平位移(东向/北向mm)
- 地面径向(大地高mm)
- 地面正(常)高(mm)
- 扰动重力梯度(径向 $10\mu\text{E}$ )
- 水平重力梯度(北向/西向 $10\mu\text{E}$ )

打开地表负荷球谐系数模型文件 地表负荷类型 陆地水等效水高

计算信息保存

```

>> 计算结果保存为C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/loaddfmrst.txt。
>> 参数设置结果已输入系统!
** 点击[开始运算]控件按钮, 或[开始运算]工具按钮.....
>> 开始时间: 2023-08-23 14:28:45
>> 完成计算!
>> 结束时间: 2023-08-23 14:29:31
>> [功能]由全球大气压、陆地水或海平面变化负荷球谐系数模型(m), 按球谐综合算法, 计算空间点的高程异常(mm)、地面重力( $\mu\text{Gal}$ )、扰动重力( $\mu\text{Gal}$ )、地
倾斜(SW南向/西向mas)、垂线偏差(SW南向/西向mas)、水平位移(EN东向/北向mm)、地面径向(大地高mm)、地面正(常)高(mm)、扰动重力梯度(径向 $10\mu\text{E}$ )或水平
重力梯度(NE北向/西向 $10\mu\text{E}$ )的非潮汐负荷效应。
>> 打开地表负荷球谐系数模型文件C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/lndwater201402cs.dat。
** 下方窗口只显示了其中不超过2000行的模型球谐系数!
>> 打开计算面高度格网文件 C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/zerol5m.dat。
>> 计算结果保存为C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/loaddfmrst.dat。
>> 参数设置结果已输入系统!
** 点击[开始运算]控件按钮, 或[开始运算]工具按钮.....
>> 开始时间: 2023-08-23 14:34:07
>> 完成计算!
>> 结束时间: 2023-08-23 14:34:10

```

模型最大计算阶数 360

结果文件保存为

参数设置结果输入

开始计算

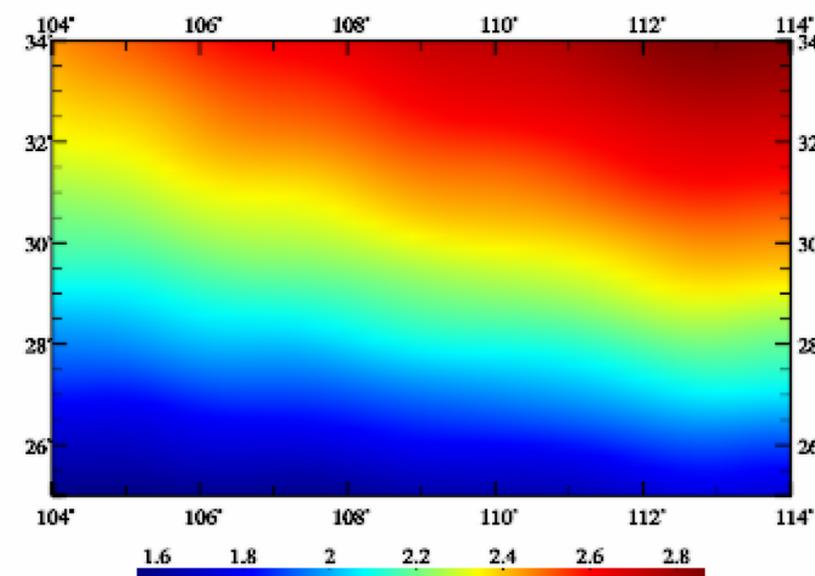
```

C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/loaddfmrst.ksi
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/loaddfmrst.gra
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/loaddfmrst.dpr
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/loaddfmrst.grr

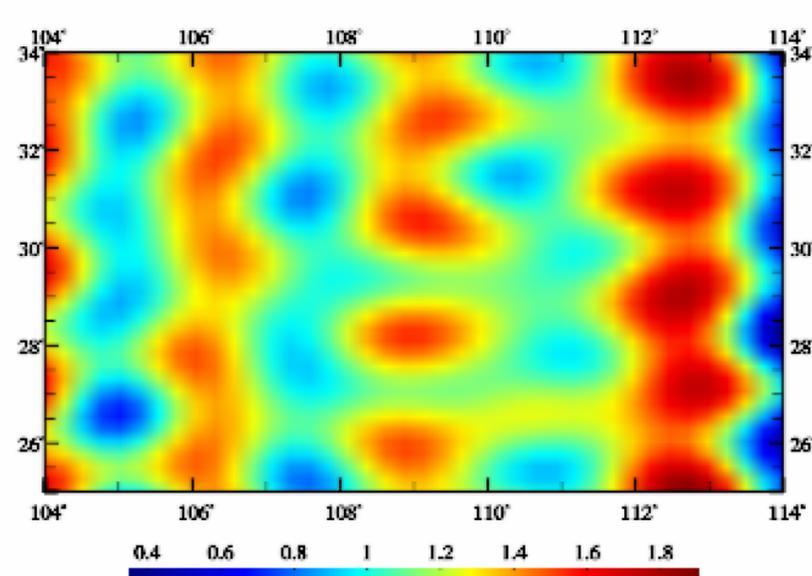
```

## 全空间大地测量全要素各种环境负荷形变效应统一解析计算

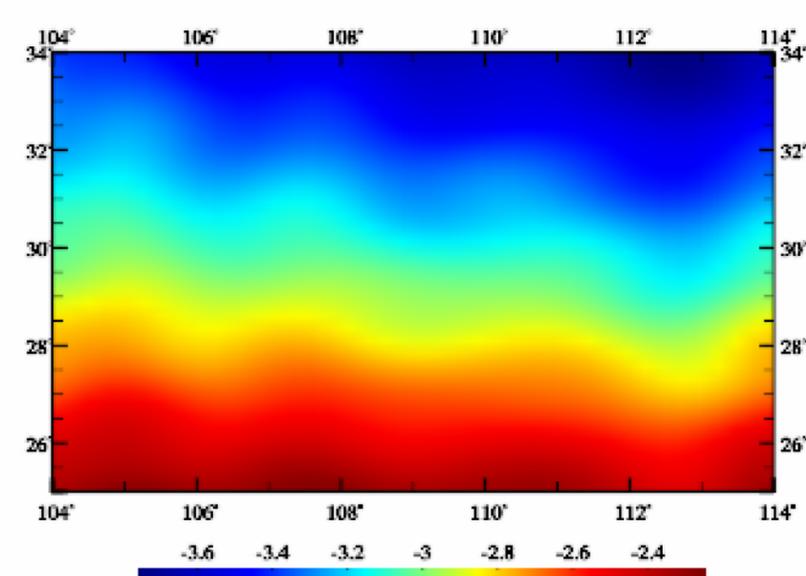
提取负荷形变 图形绘制



高程异常变化(mm)



地面重力变化( $\mu\text{Gal}$ )



地面大地高变化(mm)

# 固体地球外部及卫星非潮汐负荷摄动计算

地表环境负荷形变场球谐综合计算

**固体地球外部及卫星非潮汐负荷摄动计算**

地面负荷形变场时间序列批量计算

全球负荷球谐分析与负荷形变场球谐综合算法

选择计算点文件格式

离散计算点文件

打开地球外部点文件

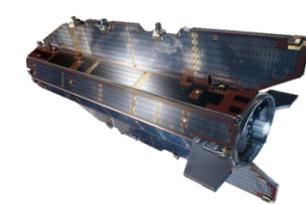
头文件占据行数 1

记录中高度属性列序号 4

选择影响类型

- 重力位/扰动位摄动( $0.1m^2/s^2$ )
- 摄动力空间直角坐标三分量( $\mu Gal$ )
- 摄动力当地东北天系三分量( $\mu Gal$ )
- 重力梯度空间直角坐标三分量( $10\mu E$ )
- 重力梯度当地东北天系三分量( $10\mu E$ )

>> 参数设置结果已输入系统!  
 \*\* 点击[开始运算]控件按钮, 或[开始运算]工具按钮.....  
 >> 开始时间: 2023-08-23 14:34:07  
 >> 完成计算!  
 >> 结束时间: 2023-08-23 14:34:10  
 >> [功能]由全球大气压、陆地水或海平面变化负荷球谐系数模型(m), 按球谐综合算法, 计算固体地球外部空间(包括海洋、航空或卫星高度)的非潮汐负荷重力位( $0.1m^2/s^2$ )、引力(加速度  $\mu Gal$ )或扰动重力梯度( $10\mu E$ )摄动。  
 \*\* 这里的固体地球外部点泛指海洋、低空和卫星等不与地球固连的空间点。  
 >> 打开地表负荷球谐系数模型文件C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/sealevel2018010312cs.dat。  
 \*\* 下方窗口只显示了其中不超过2000行的模型球谐系数!  
 >> 打开地球外部计算点文件 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/output.txt。  
 \*\* 观察下方窗口文件信息, 设置文件格式...  
 >> 计算结果保存为C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/outdfmrst.txt。  
 >> 参数设置结果已输入系统!  
 \*\* 点击[开始运算]控件按钮, 或[开始运算]工具按钮.....  
 >> 开始时间: 2023-08-23 14:38:05  
 >> 完成计算!  
 >> 结束时间: 2023-08-23 14:39:35



GOCE卫星高度

模型最大计算阶数 360

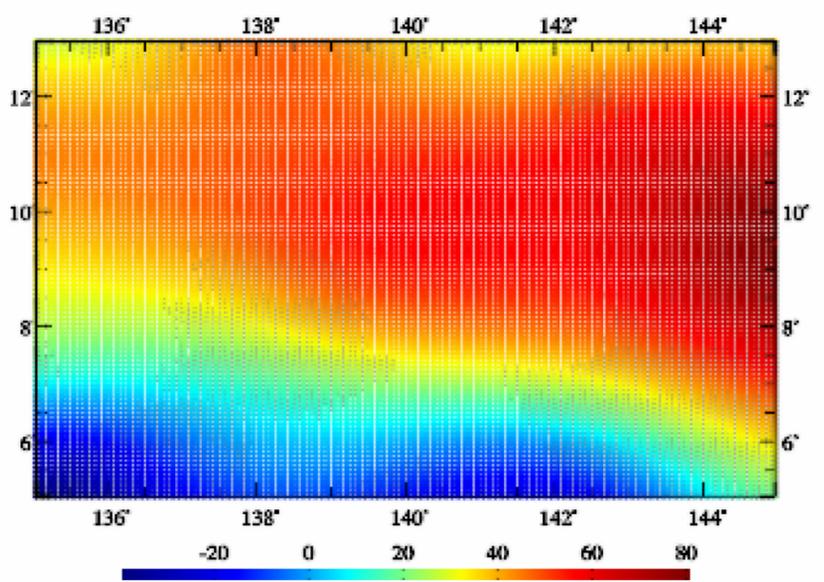
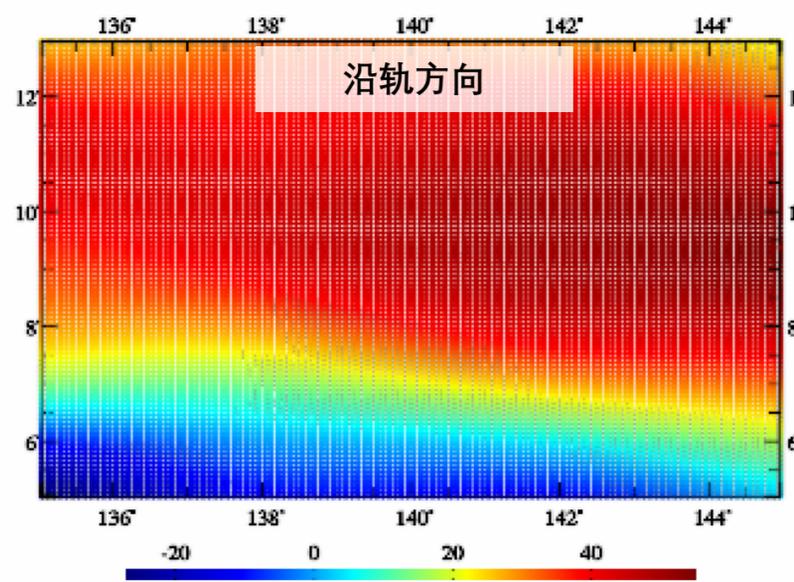
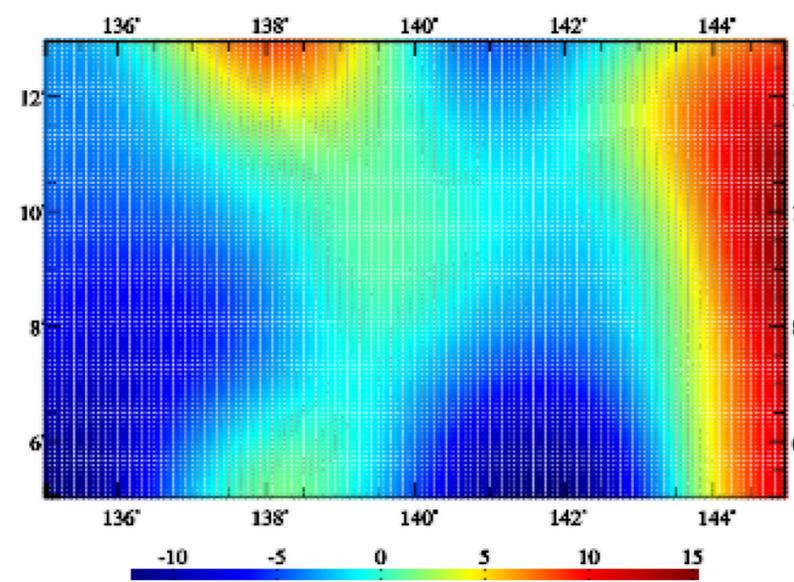
结果文件保存为

参数设置结果输入

开始计算

no	lon	lat	hgt					
1	135.041667	5.041667	250000.000	0.4203	-11.8884	-26.9973	-39.6250	
2	135.125000	5.041667	250000.000	0.4281	-11.9232	-26.5263	-39.1562	
3	135.208333	5.041667	250000.000	0.4361	-11.9005	-26.0450	-38.6176	
4	135.291667	5.041667	250000.000	0.4442	-11.8210	-25.5541	-38.0104	

可用于标定重力卫星关键测量载荷的多种参数, 有效提升和检核卫星重力场时变监测的质量、可靠性、精度与时变重力场监测水平。



# 固体地球外部及卫星非潮汐负荷摄动计算

地表环境负荷形变球谐综合计算

**固体地球外部及卫星非潮汐负荷摄动计算**

地面负荷形变场时间序列批量计算

全球负荷球谐分析与负荷形变场球谐综合算法

选择计算点文件格式

离散计算点文件

打开地球外部点文件

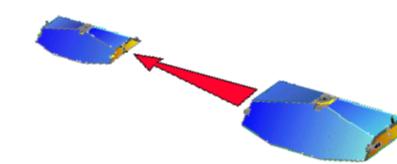
头文件占据行数 1

记录中高度属性列序号 4

选择影响类型

- 重力位/扰动位摄动( $0.1m^2/s^2$ )
- 摄动力空间直角坐标三分量( $\mu Gal$ )
- 摄动力当地东北天系三分量( $\mu Gal$ )
- 重力梯度空间直角坐标三分量( $10\mu E$ )
- 重力梯度当地东北天系三分量( $10\mu E$ )

>> 参数设置结果已输入系统!  
 \*\* 点击[开始运算]控件按钮, 或[开始运算]工具按钮.....  
 >> 开始时间: 2023-08-23 14:38:05  
 >> 完成计算!  
 >> 结束时间: 2023-08-23 14:39:35  
 >> [功能]由全球大气压、陆地水或海平面变化负荷球谐系数模型(m), 按球谐综合算法, 计算固体地球外部空间(包括海洋、航空或卫星高度)的非潮汐负荷重力位( $0.1m^2/s^2$ )、引力(加速度  $\mu Gal$ )或扰动重力梯度( $10\mu E$ )摄动。  
 \*\* 这里的固体地球外部点泛指海洋、低空和卫星等不与地球固连的空间点。  
 >> 打开地表负荷球谐系数模型文件C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/airwhCS20170315.txt。  
 \*\* 下方窗口只显示了其中不超过2000行的模型球谐系数!  
 >> 打开地球外部计算点文件 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/satpos.txt。  
 \*\* 观察下方窗口文件信息, 设置文件格式...  
 >> 计算结果保存为C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/satdfmrst.txt。  
 >> 参数设置结果已输入系统!  
 \*\* 点击[开始运算]控件按钮, 或[开始运算]工具按钮.....  
 >> 开始时间: 2023-08-23 15:16:32  
 >> 完成计算!  
 >> 结束时间: 2023-08-23 15:25:43



GRACE卫星高度

模型最大计算阶数 360

结果文件保存为

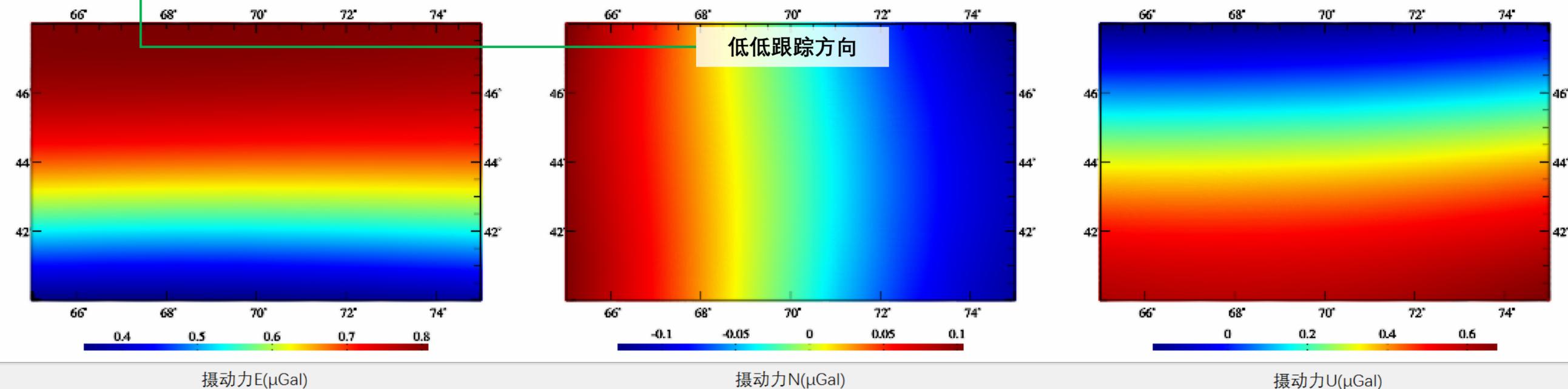
参数设置结果输入

开始计算

no	lon	lat	hgt				
1	65.016667	40.016667	450000.000	-0.1105	0.3508	0.1022	0.6102
2	65.050000	40.016667	450000.000	-0.1105	0.3507	0.1014	0.6099
3	65.083333	40.016667	450000.000	-0.1104	0.3507	0.1006	0.6096
4	65.116667	40.016667	450000.000	-0.1104	0.3506	0.0998	0.6093

卫星北向大气负荷效应最弱, GRACE低低跟踪不利于探测大气效应

可用于标定重力卫星关键测量载荷的多种参数, 有效提升和检核卫星重力场时变监测的质量、可靠性、精度与时变重力场监测水平。



# 固体地球外部及卫星非潮汐负荷摄动计算

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

地表环境负荷形变球谐综合计算 **固体地球外部及卫星非潮汐负荷摄动计算** 地面负荷形变场时间序列批量计算 全球负荷球谐分析与负荷形变场球谐综合算法

选择计算点文件格式  
离散计算点文件

打开地球外部点文件

头文件占据行数 1

记录中高度属性列序号 4

选择影响类型

重力位/扰动位摄动( $0.1m^2/s^2$ )

摄动力空间直角坐标三分量( $\mu Gal$ )

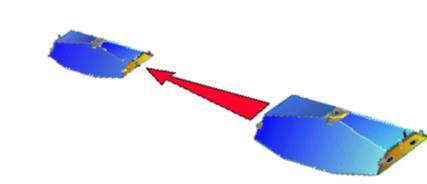
摄动力当地东北天系三分量( $\mu Gal$ )

重力梯度空间直角坐标三分量( $10\mu E$ )

重力梯度当地东北天系三分量( $10\mu E$ )

打开地表负荷球谐系数模型文件 地表负荷类型 非潮汐海平面变化

>> 参数设置结果已输入系统!  
 \*\* 点击[开始运算]控件按钮, 或[开始运算]工具按钮.....  
 >> 开始时间: 2023-08-23 15:16:32  
 >> 完成计算!  
 >> 结束时间: 2023-08-23 15:25:43  
 >> [功能]由全球大气压、陆地水或海平面变化负荷球谐系数模型(m), 按球谐综合算法, 计算固体地球外部空间(包括海洋、航空或卫星高度)的非潮汐负荷重力位( $0.1m^2/s^2$ )、引力(加速度  $\mu Gal$ )或扰动重力梯度( $10\mu E$ )摄动。  
 \*\* 这里的固体地球外部点泛指海洋、低空和卫星等不与地球固连的空间点。  
 >> 打开地表负荷球谐系数模型文件C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/sealevel2018010312cs.dat。  
 \*\* 下方窗口只显示了其中不超过2000行的模型球谐系数!  
 >> 打开地球外部计算点文件 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/output1.txt。  
 \*\* 观察下方窗口文件信息, 设置文件格式...  
 >> 计算结果保存为C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/outdfmrst1.txt。  
 >> 参数设置结果已输入系统!  
 \*\* 点击[开始运算]控件按钮, 或[开始运算]工具按钮.....  
 >> 开始时间: 2023-08-23 15:53:11  
 >> 完成计算!  
 >> 结束时间: 2023-08-23 15:54:40



GRACE卫星高度

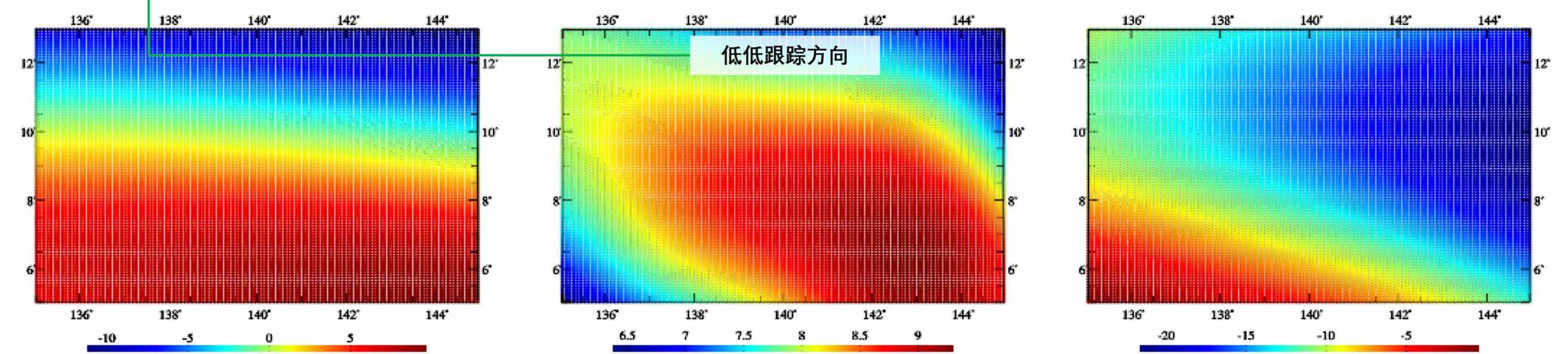
模型最大计算阶数 360 结果文件保存为 参数设置结果输入 开始计算

no	lon	lat	hgt					
1	135.041667	5.041667	450000.000	0.4458	6.1097	6.4220	-0.4578	
2	135.125000	5.041667	450000.000	0.4522	6.1609	6.4648	-0.5143	
3	135.208333	5.041667	450000.000	0.4586	6.2117	6.5077	-0.5722	
4	135.291667	5.041667	450000.000	0.4650	6.2622	6.5507	-0.6316	

卫星北向海平面变化负荷效应弱, GRACE 低低跟踪不利于探测海平面变化效应

可用于标定重力卫星关键测量载荷的多种参数, 有效提升和检核卫星重力场时变监测的质量、可靠性、精度与时变重力场监测水平。

提取负荷形变 图形绘制



摄动力E( $\mu Gal$ )

摄动力N( $\mu Gal$ )

摄动力U( $\mu Gal$ )

# 地面负荷形变场时间序列批量计算

地表环境负荷形变场球谐综合计算 | 固体地球外部及卫星非潮汐负荷摄动计算 | **地面负荷形变场时间序列批量计算** | 全球负荷球谐分析与负荷形变场球谐综合算法

选择计算点文件格式  
离散计算点文件

**打开地面/海面计算点文件**

头文件占据行数 1

记录中高度属性列序号 4

设置球谐系数模型时序文件名通配符  
文件名中首个通配符序号 5

文件名中连续通配符总数 10

选择影响类型

- 高程异常(mm)
- 地面重力( $\mu\text{Gal}$ )
- 扰动重力( $\mu\text{Gal}$ )
- 地倾斜(南向/西向mas)
- 垂线偏差(南向/西向mas)
- 水平位移(东向/北向mm)
- 地面径向(大地高mm)
- 地面正(常)高(mm)
- 扰动重力梯度(径向 $10\mu\text{E}$ )
- 水平重力梯度(北向/西向 $10\mu\text{E}$ )

打开任一负荷球谐模型时序文件 | 地表负荷类型 | 陆地水等效水高

>> [功能]由全球大气压、陆地水或海平面变化负荷球谐系数模型(m)时间序列,按球谐综合算法,计算各种大地测量负荷形变效应时间序列。球谐系数模型(m)时间序列文件按指定的通配符提取。负荷形变效应的时间为球谐系数模型的采样历元时刻。

>> 打开地面/海面计算点文件 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmstsynth/calcpnt.txt。

\*\* 观察下方窗口文件信息,设置文件格式...

>> 打开任一负荷球谐系数模型文件C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmstsynth/landwcs/swsc2018010312.coe。

\*\* 下方窗口只显示了其中不超过2000行的模型球谐系数!

>> 创建结果文件保存目录C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmstsynth/tmdfmrst。

\*\* 程序输出离散计算点负荷形变效应时间序列文件loadfm\*.txt,文件数量等于球谐系数模型时序文件数量。

\*为实例化后的球谐系数模型时间序列文件的通配符,以标识负荷形变效应的采样历元时刻。

\*\* 按通配符搜索到的负荷球谐系数模型时序文件:

```
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadeformharmstsynth/landwcs/swsc2018010312.coe
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadeformharmstsynth/landwcs/swsc2018011012.coe
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadeformharmstsynth/landwcs/swsc2018011712.coe
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadeformharmstsynth/landwcs/swsc2018012412.coe
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadeformharmstsynth/landwcs/swsc2018013112.coe
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadeformharmstsynth/landwcs/swsc2018020712.coe
```

>> 参数设置结果已输入系统!

\*\* 点击[开始运算]控件按钮,或[开始运算]工具按钮.....

\*\* 计算过程需要等待...期间可去结果时序文件目录C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmstsynth/tmdfmrst,查看计算进度!

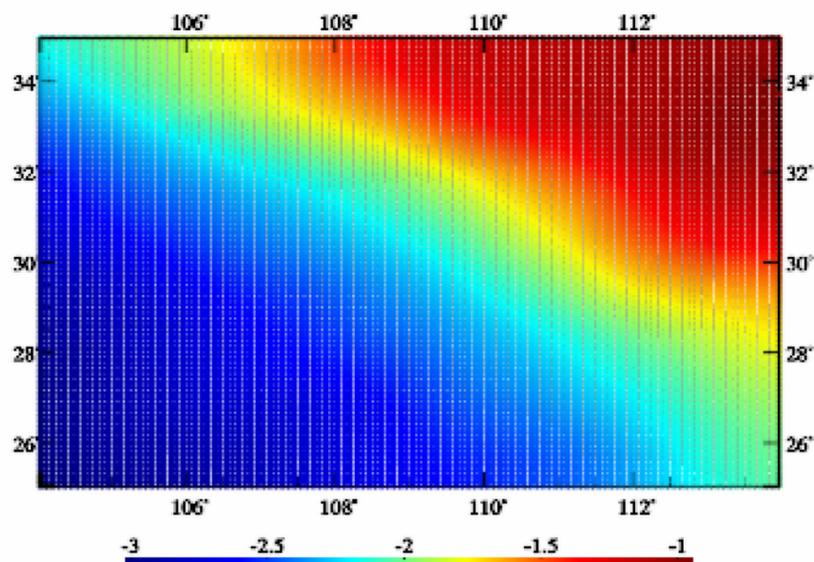
模型最大计算阶数 360

创建结果保存目录 | 参数设置结果输入 | 开始计算

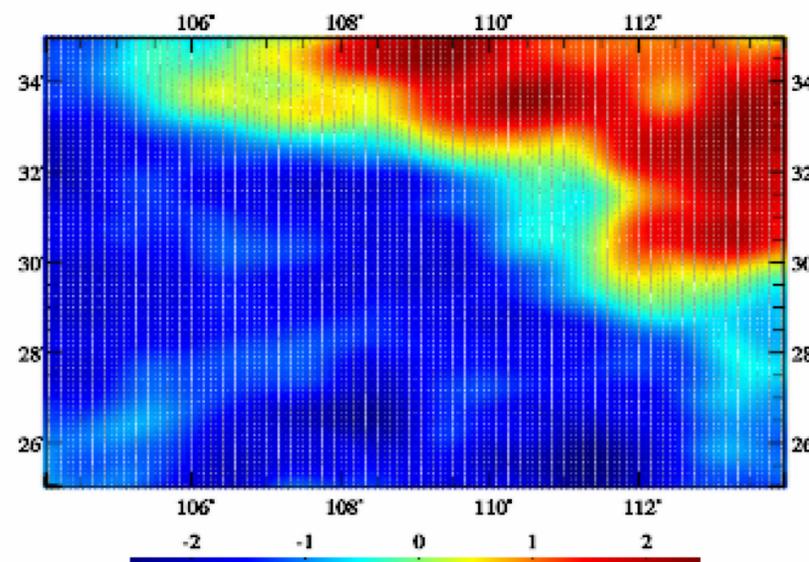
```
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadeformharmstsynth/tmdfmrst/loadfmdl2018010312.txt
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadeformharmstsynth/tmdfmrst/loadfmdl2018011012.txt
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadeformharmstsynth/tmdfmrst/loadfmdl2018011712.txt
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadeformharmstsynth/tmdfmrst/loadfmdl2018012412.txt
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadeformharmstsynth/tmdfmrst/loadfmdl2018013112.txt
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadeformharmstsynth/tmdfmrst/loadfmdl2018020712.txt
```

## 全空间大地测量全要素各种环境负荷形变效应统一解析计算

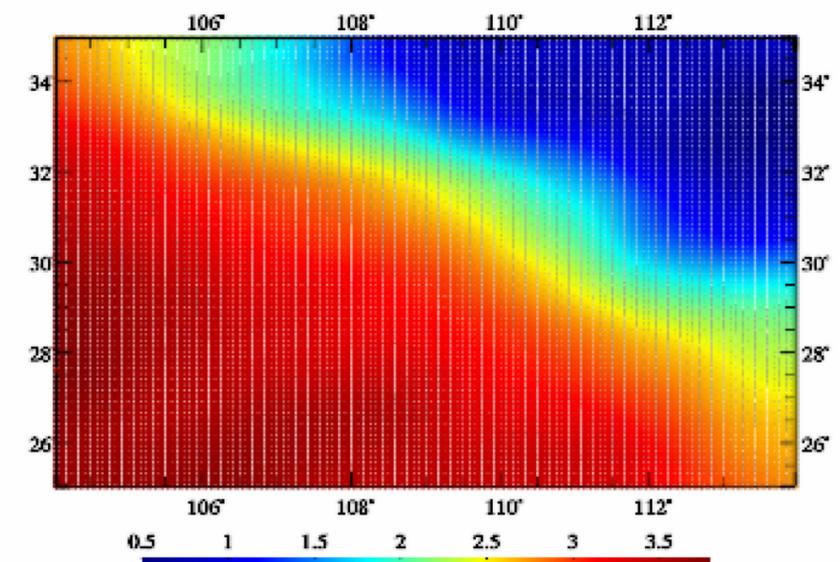
提取负荷形变 | 图形绘制



高程异常变化(mm)



地面重力变化( $\mu\text{Gal}$ )



地面大地高变化(mm)

# 地面负荷形变场时间序列批量计算

地表环境负荷形变场球谐综合计算 | 固体地球外部及卫星非潮汐负荷摄动计算 | **地面负荷形变场时间序列批量计算** | 全球负荷球谐分析与负荷形变场球谐综合算法

选择计算点文件格式  
计算面高度格网

打开地面/海面高度格网文件

设置球谐系数模型时序文件名通配符  
文件名中首个通配符序号: 5  
文件名中连续通配符总数: 10

选择影响类型

- 高程异常(mm)
- 地面重力( $\mu\text{Gal}$ )
- 扰动重力( $\mu\text{Gal}$ )
- 地倾斜(南向/西向mas)
- 垂线偏差(南向/西向mas)
- 水平位移(东向/北向mm)
- 地面径向(大地高mm)
- 地面正(常)高(mm)
- 扰动重力梯度(径向 $10\mu\text{E}$ )
- 水平重力梯度(北向/西向 $10\mu\text{E}$ )

打开任一负荷球谐模型时序文件 | 地表负荷类型 | 陆地水等效水高

>> [功能]由全球大气压、陆地水或海平面变化负荷球谐系数模型(m)时间序列,按球谐综合算法,计算各种大地测量负荷形变效应时间序列。球谐系数模型(m)时间序列文件按指定的通配符提取。负荷形变效应的时间为球谐系数模型的采样历元时刻。

>> 打开任一负荷球谐系数模型文件C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/landwcs/swsc2018010312.coe。  
\*\* 下方窗口只显示了其中不超过2000行的模型球谐系数!

>> 打开地面/海面高度格网文件 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/zerol5m.dat。

>> 创建结果文件保存目录C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/tmdfmgrd。  
\*\* 程序按用户选择的负荷效应类型,输出负荷效应模型值格网时序文件loadfm\*.???.扩展名??? = ksi, gra, rga, dft, vdf, dph, dpr, nmh, grr或hgd, 分别表示高程异常、地面重力、扰动重力、地倾斜向量、垂线偏差向量、水平位移向量、地面径向、地面正(常)高、重力梯度或水平梯度向量格网文件。  
\*为实例化后的球谐系数模型时间序列文件的通配符,以标识负荷形变效应的采样历元时刻。

\*\* 按通配符搜索到的负荷球谐系数模型时序文件:  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/landwcs/swsc2018010312.coe  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/landwcs/swsc2018011012.coe  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/landwcs/swsc2018011712.coe  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/landwcs/swsc2018012412.coe  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/landwcs/swsc2018013112.coe  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/landwcs/swsc2018020712.coe

>> 参数设置结果已输入系统!  
\*\* 点击[开始运算]控件按钮,或[开始运算]工具按钮.....  
\*\* 计算过程需要等待...期间可去结果时序文件目录C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/tmdfmgrd,查看计算进度!

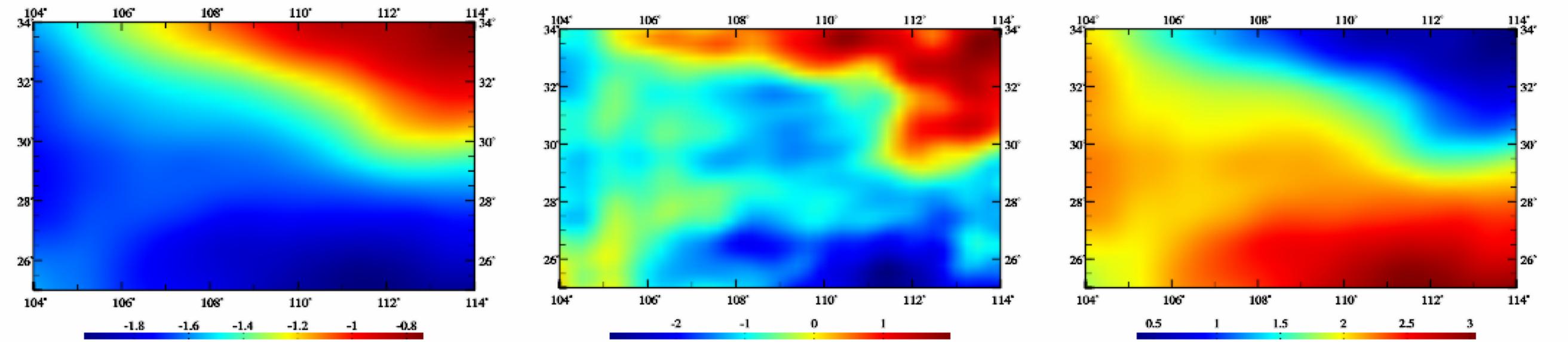
模型最大计算阶数: 360

创建结果保存目录 | 参数设置结果输入 | 开始计算

C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/tmdfmgrd/loadfmdl2018010312.ksi  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/tmdfmgrd/loadfmdl2018010312.gra  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/tmdfmgrd/loadfmdl2018010312.dpr  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/tmdfmgrd/loadfmdl2018010312.grr  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/tmdfmgrd/loadfmdl2018011012.ksi  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/tmdfmgrd/loadfmdl2018011012.gra  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/tmdfmgrd/loadfmdl2018011012.dpr  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/tmdfmgrd/loadfmdl2018011012.grr  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/tmdfmgrd/loadfmdl2018011712.ksi  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/tmdfmgrd/loadfmdl2018011712.gra  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadeformharmsynth/tmdfmgrd/loadfmdl2018011712.dpr

## 全空间大地测量全要素各种环境负荷形变效应统一解析计算

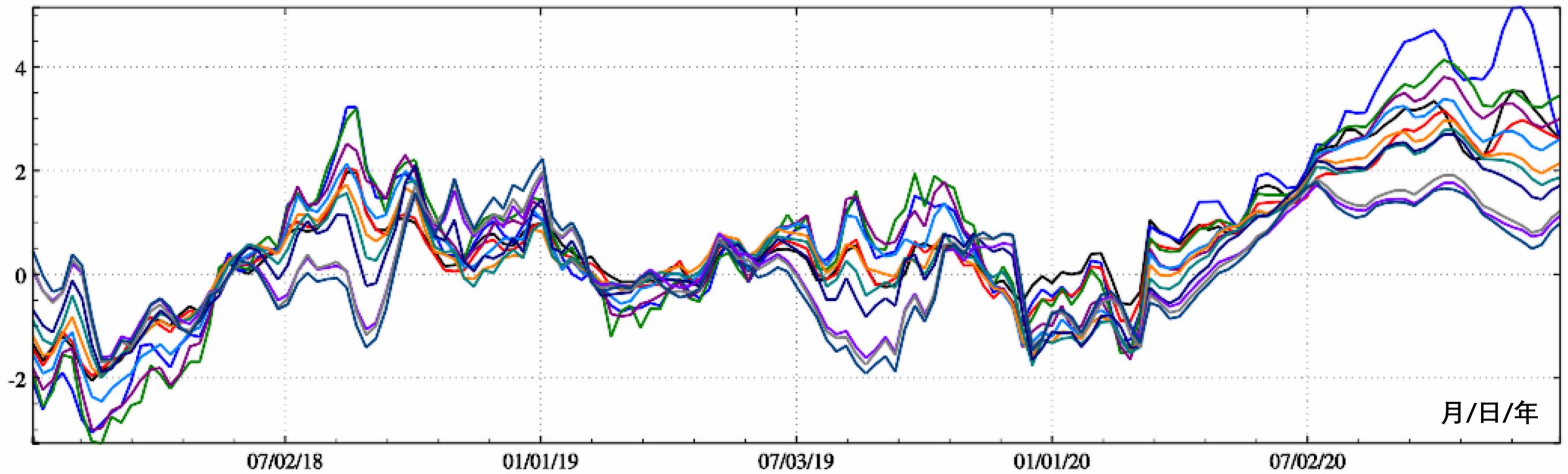
提取负荷形变 | 图形绘制 ↓



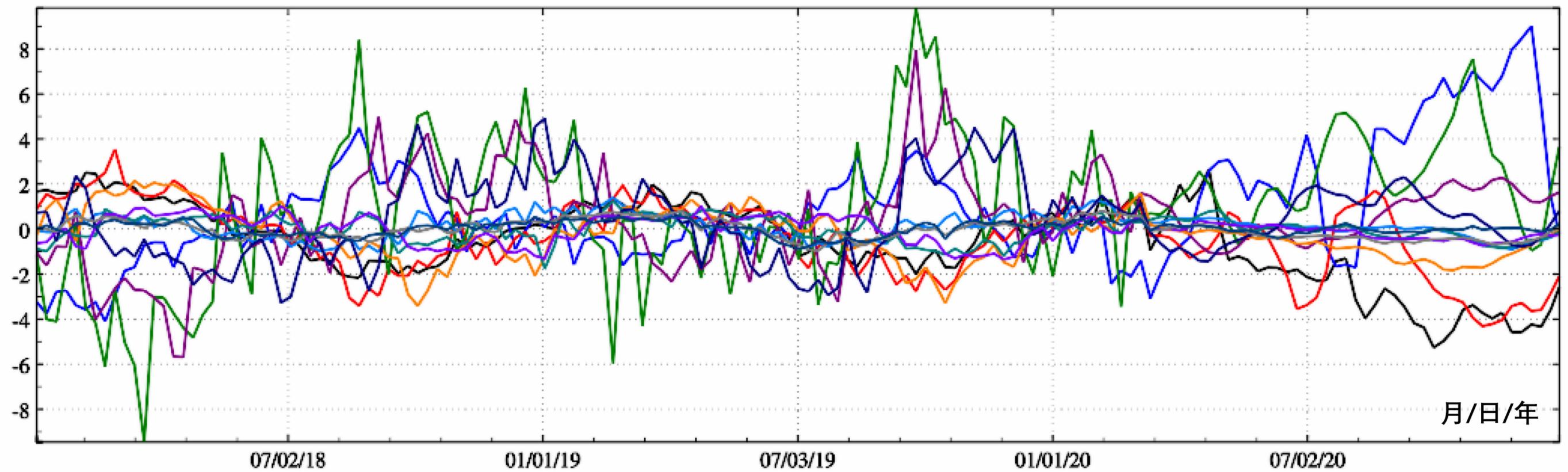
高程异常变化(mm)

地面重力变化( $\mu\text{Gal}$ )

地面大地高变化(mm)

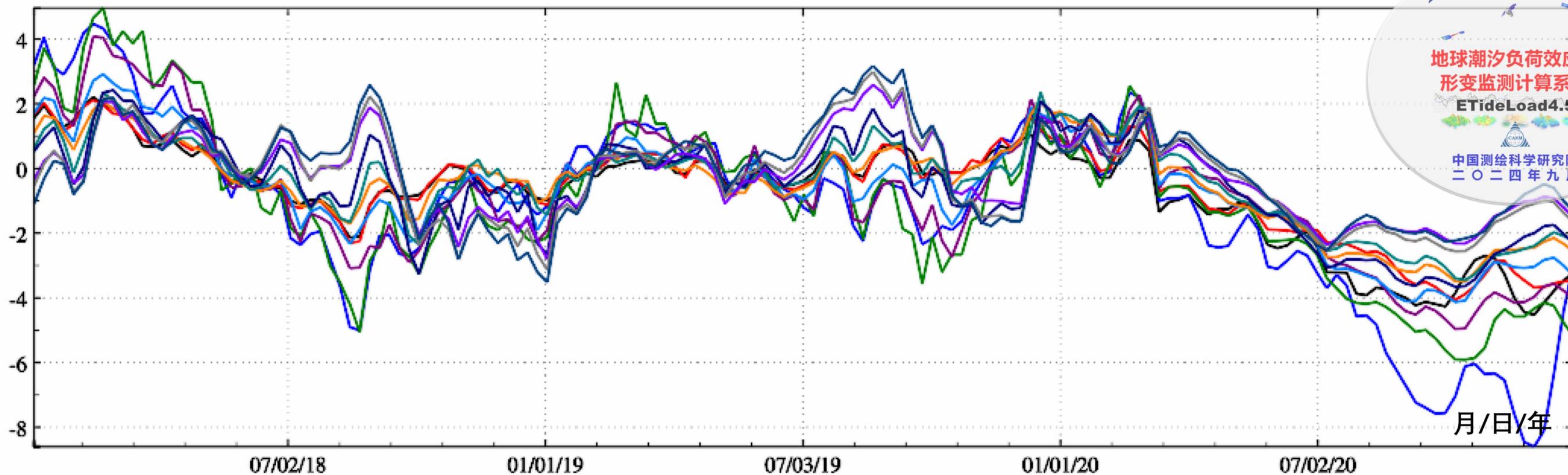


中国沿海12座验潮站处海平面变化负荷效应-大地水准面周变化mm

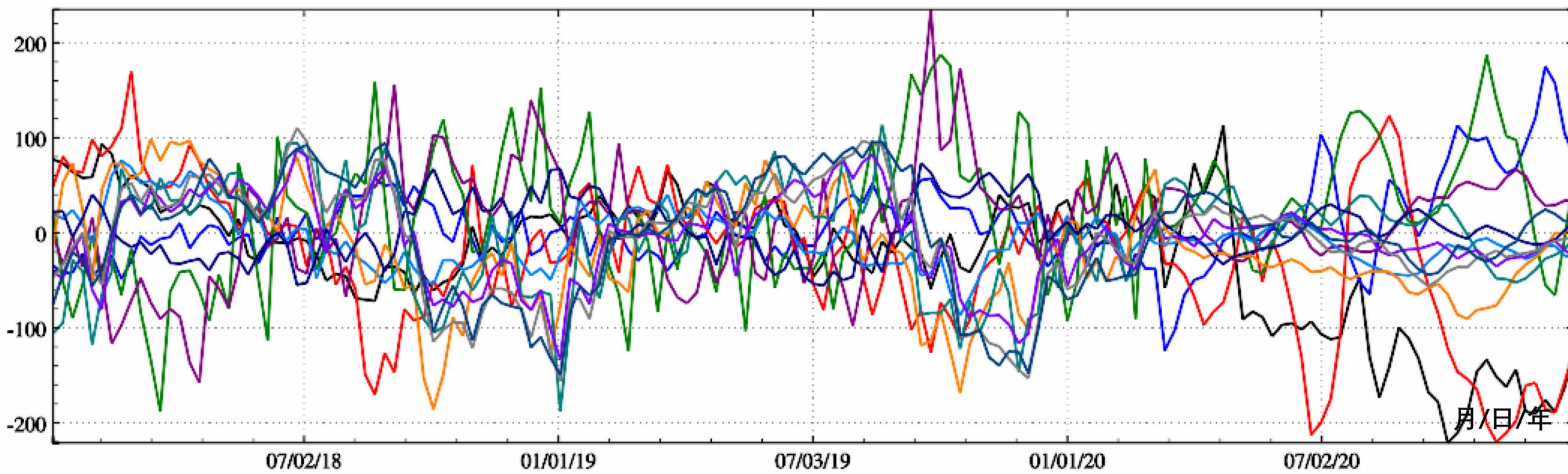


中国沿海12座验潮站处海平面变化负荷效应-地面重力周变化 $\mu\text{Gal}$

**海岸带区域1cm/10 $\mu\text{Gal}$ 水平的大地测量，须全面顾及海平面变化负荷形变效应。**

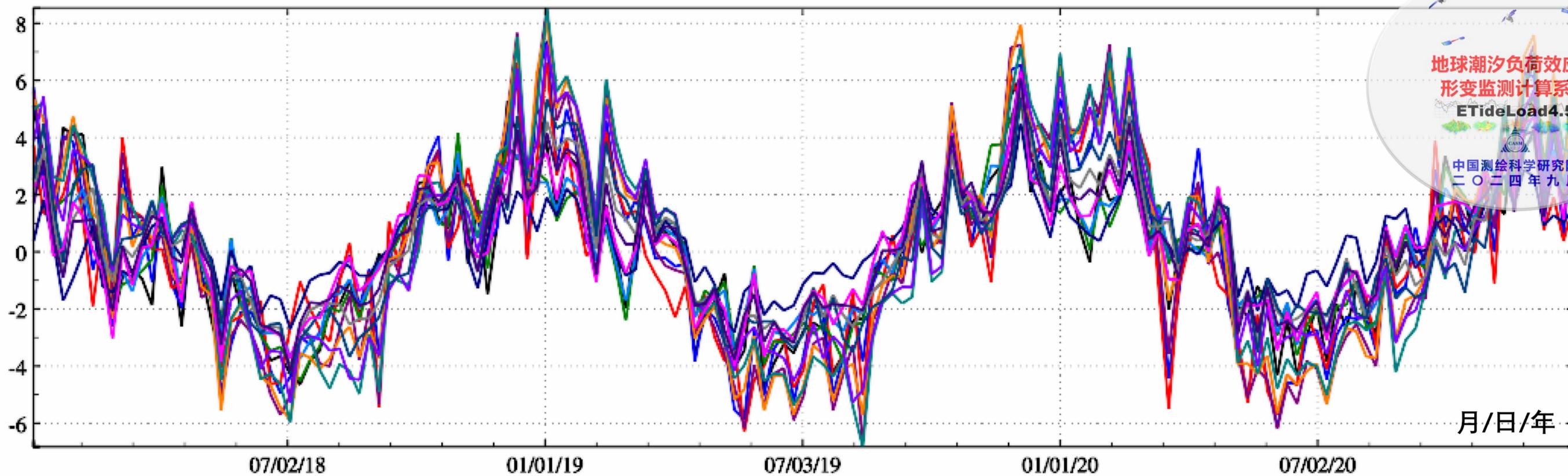


中国沿海12座验潮站处海平面变化负荷效应-地面大地高周变化mm

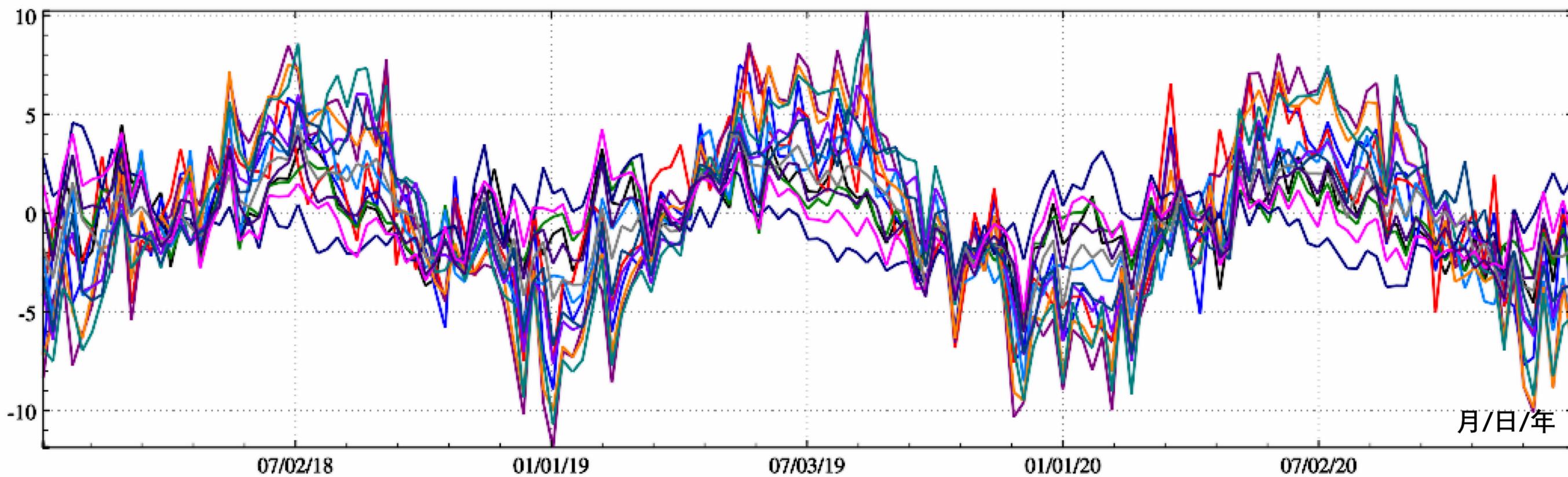


中国沿海12座验潮站处海平面变化负荷效应-重力梯度周变化10 $\mu$ E

海岸带区域1cm/10 $\mu$ Gal水平的大地测量，须全面顾及海平面变化负荷形变效应。

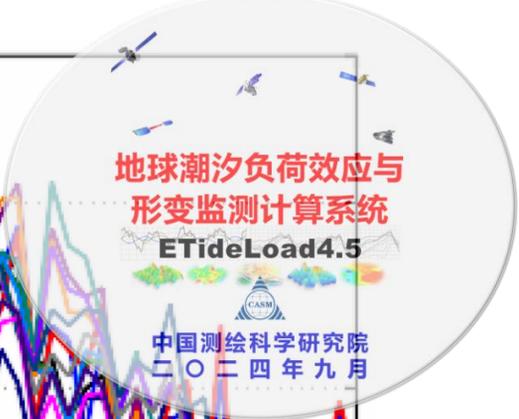
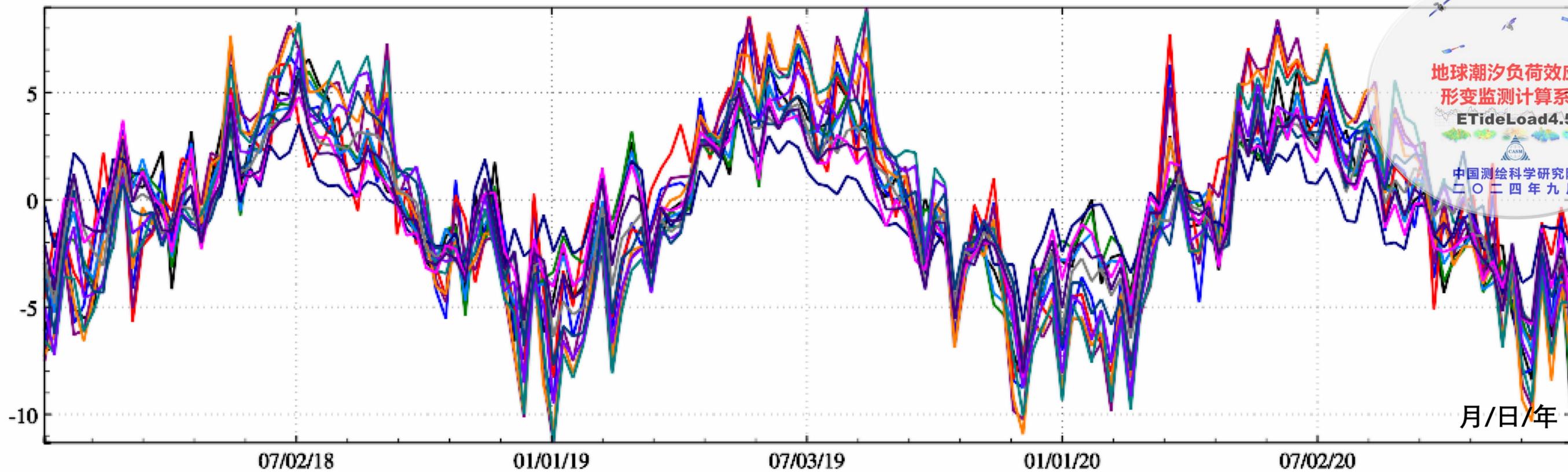


中国大陆地面大气压变化负荷形变 (2~180阶) -大地水准面变化mm

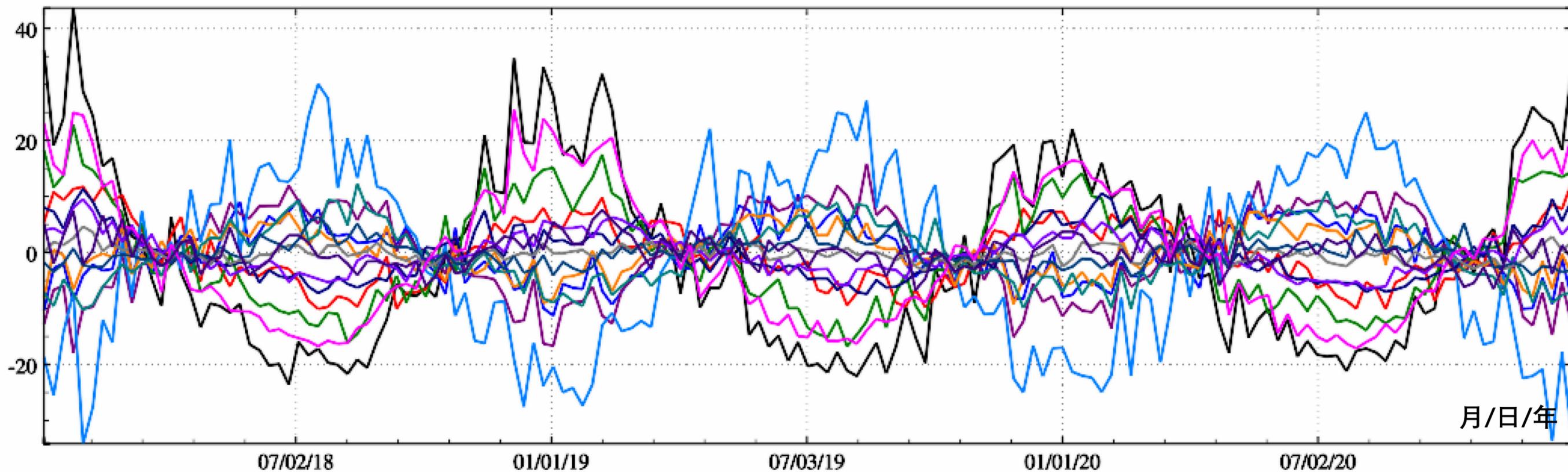


中国大陆地面大气压变化负荷形变 (2~180阶) -地面重力变化 $\mu\text{Gal}$

**全球范围内1cm水平的大地测量，都须全面顾及地面大气压变化负荷形变效应。**

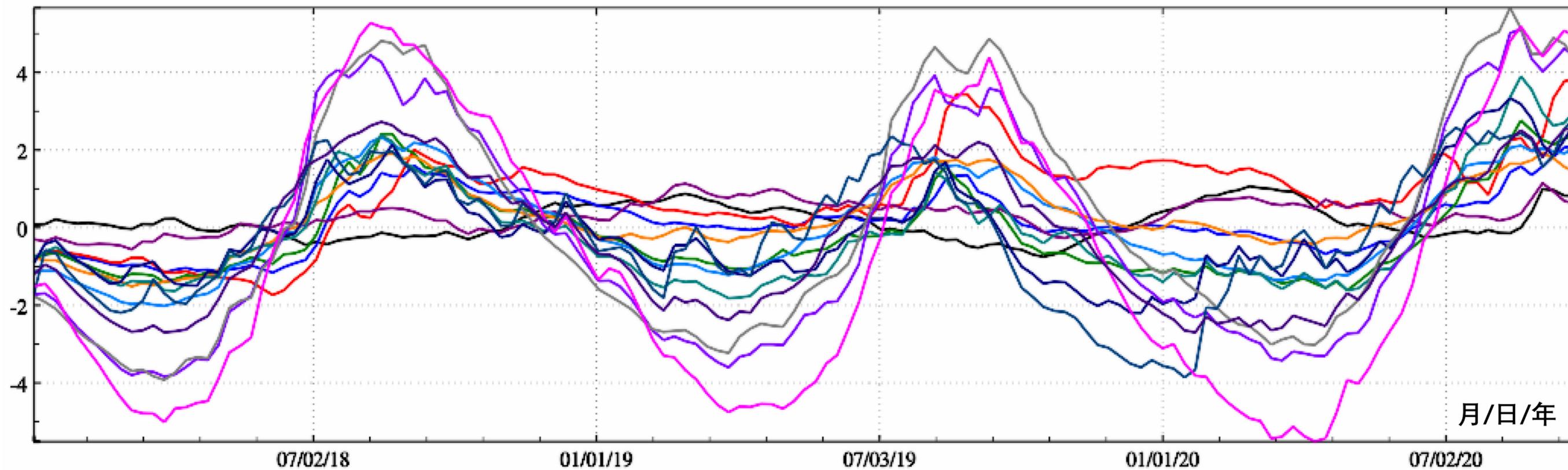


中国大陆地面大气压变化负荷形变 (2~180阶) -地面大地高变化mm

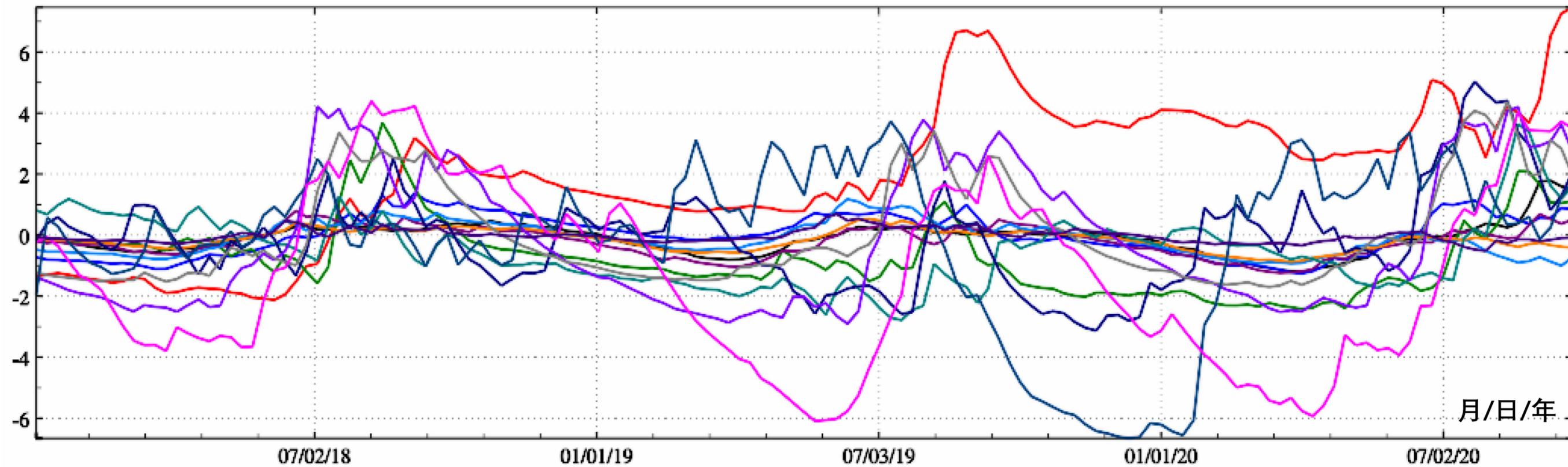


中国大陆地面大气压变化负荷形变 (2~180阶) -重力梯度变化10 $\mu$ E

**全球范围内1cm水平的大地测量，都须全面顾及地面大气压变化负荷形变效应。**

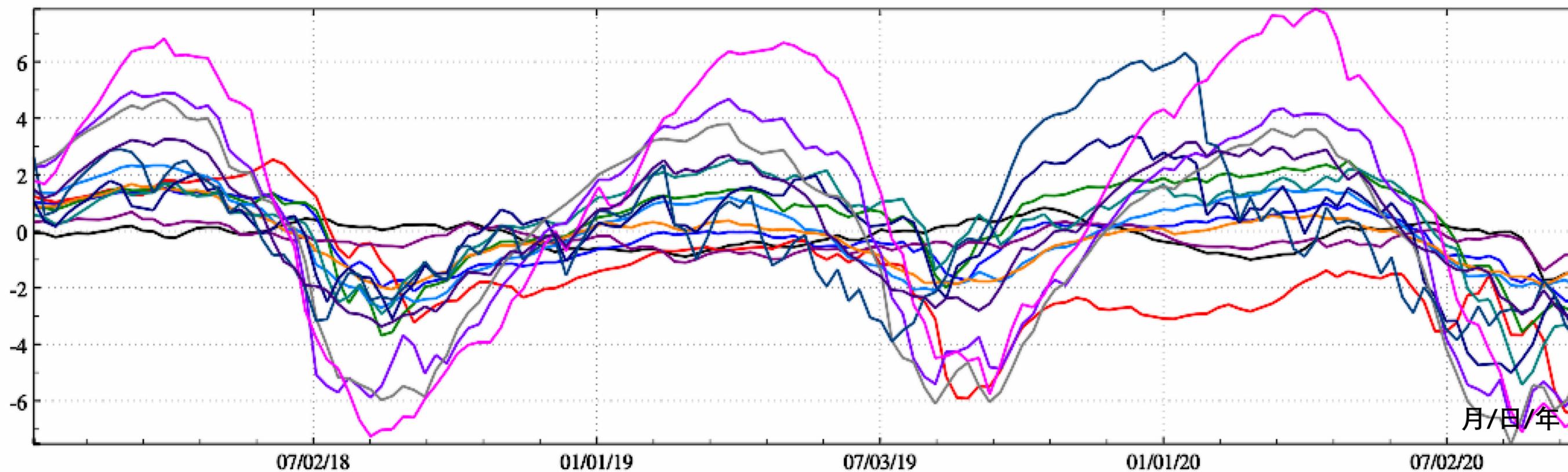


中国大陆陆地水变化负荷形变 (2~720阶) -大地水准面变化mm

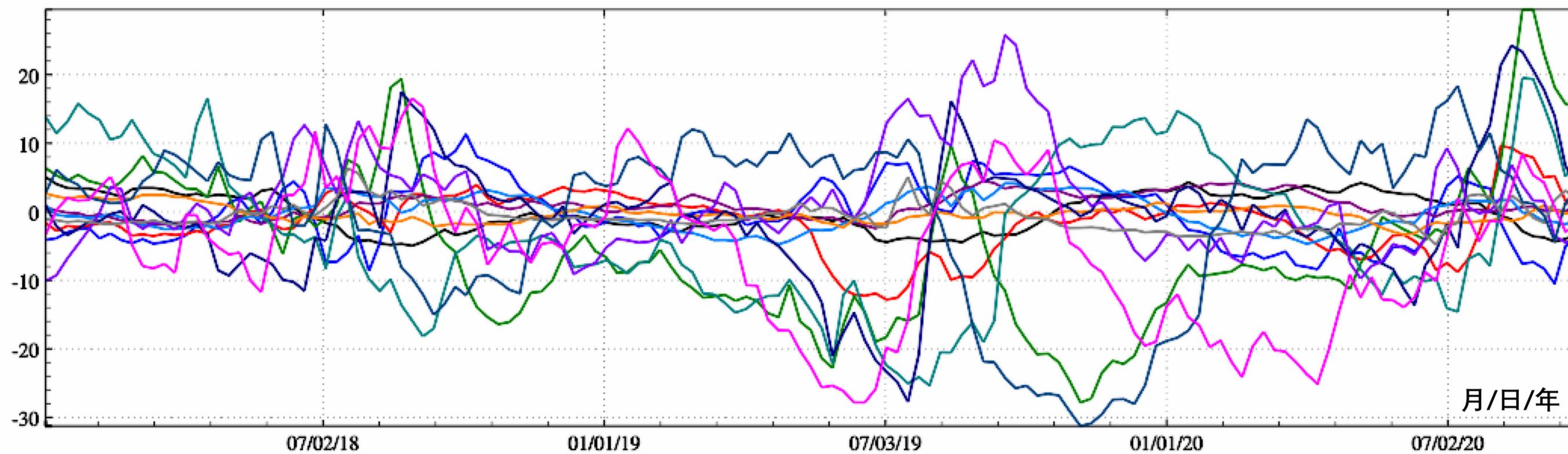


中国大陆土壤水变化负荷形变 (2~720阶) -地面重力变化 $\mu\text{Gal}$

1cm/10 $\mu\text{Gal}$ 水平的大地测量, 也需顾及陆地水变化负荷形变效应。



中国大陆陆地水变化负荷形变 (2~720阶) -地面大地高变化mm



中国大陆陆地水变化负荷形变 (2~720阶) -重力梯度变化10 $\mu$ E

1cm/10 $\mu$ Gal水平的大地测量，也需顾及陆地水变化负荷形变效应。

# 区域残差地表负荷形变场格林积分法计算

打开文件 结果保存 设置参数输入 计算信息保存 查看样例

区域残差地表负荷形变场格林积分计算 | 江河湖库水全要素大地测量负荷效应计算 | 残差负荷形变场时间序列批量计算 | 负荷格林函数与负荷效应空域积分算法

选择计算点文件格式  
离散计算点文件

地表负荷类型 陆地水等效水高

计算信息保存

打开空间计算点文件

计算点头文件占据行数 1

记录中高度属性列序号 4

打开负荷等效水高残差格网文件

选择影响类型

- 高程异常(mm)
- 地面重力( $\mu\text{Gal}$ )
- 扰动重力( $\mu\text{Gal}$ )
- 地倾斜(南向/西向mas)
- 垂线偏差(南向/西向mas)
- 水平位移(东向/北向mm)
- 地面径向(大地高mm)
- 地面正(常)高(mm)
- 扰动重力梯度(径向mE)
- 水平重力梯度(北向/西向mE)

>> [目标]由区域大气压、陆地水或海平面变化非潮汐负荷格网，利用[球谐综合法模型等效水高与调和常数计算]程序，计算并移去负荷模型值，获得残差负荷等效水高格网；按负荷格林函数积分算法，计算残差负荷形变场及时变重力场参数；再由[球谐综合法负荷形变场及时变重力场计算程序]，计算并恢复负荷效应模型值，从而实现高分辨率区域负荷形变场及时变重力场的高精度逼近。

\*\* 计算海平面变化负荷效应时，输入计算点的高度为正（常）高；计算大气或陆地水负荷效应时，输入计算点相对于地面的高度。

>> 从界面上方三个控件按钮中选择功能模块...

>> [功能]由移去全球负荷球谐系数模型值的区域大气压、陆地水、海平面变化、江河湖库水、冰川雪山等地表环境负荷等效水高变化（cm）残差格网，按负荷格林函数积分法，计算地面或近地空间任意点高程异常（mm）、地面重力（ $\mu\text{Gal}$ ）、扰动重力（ $\mu\text{Gal}$ ）、地倾斜（SW南向/西向mas）、垂线偏差（SW南向/西向mas）、水平位移（EN东向/北向mm）、地面径向（大地高mm）、地面正（常）高（mm）、扰动重力梯度（径向mE）与水平重力梯度（NE北向/西向E）负荷效应的残差值。

\*\* 程序要求地表负荷残差格网范围必须大于计算点分布范围，以吸收边缘效应。

>> 打开空间计算点文件 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/calcpnt.txt。

\*\* 观察下方窗口文件信息，设置文件格式...

>> 打开负荷等效水高残差格网文件C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/swscSEP2018041112.dat。

>> 计算结果保存为C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/rntdfmrst.txt。

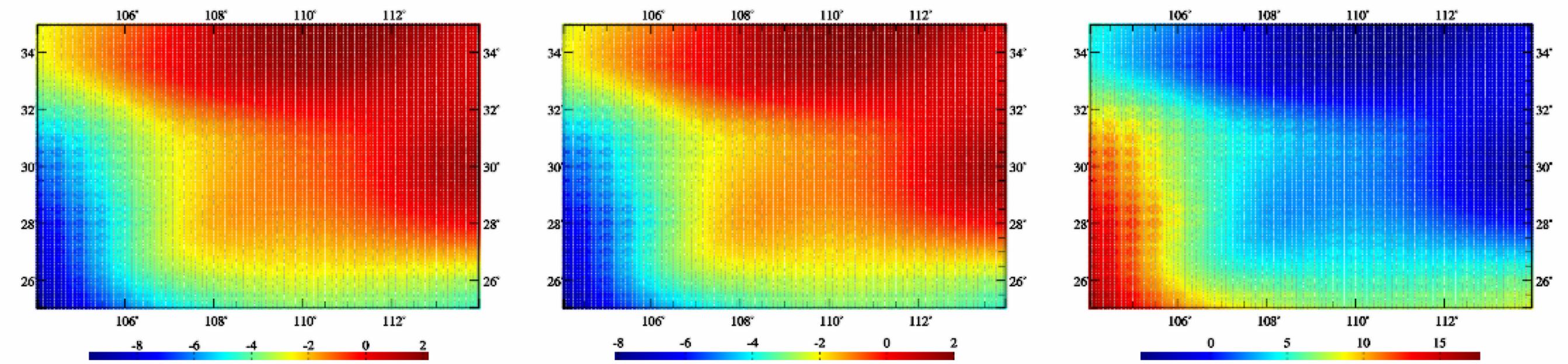
>> 参数设置结果已输入系统！

格林函数积分半径 400km

结果文件保存为 | 设置参数输入 | 开始计算

104.0	114.0	25.0	35.0	0.08333333	0.08333333				
1	104.041667	25.041667	0.000	-9.6989	-8.1037	17.6876	-13.5012		
2	104.125000	25.041667	0.000	-9.5902	-8.0321	17.5344	-15.4497		
3	104.208333	25.041667	0.000	-8.9396	-7.3585	16.0684	-9.0770		
4	104.291667	25.041667	0.000	-8.7528	-7.2036	15.7323	-8.8299		
5	104.375000	25.041667	0.000	-9.1229	-7.6355	16.6502	-14.4207		
6	104.458333	25.041667	0.000	-8.8982	-7.4201	16.1778	-11.8868		
7	104.541667	25.041667	0.000	-8.7674	-7.2910	15.9061	-11.7561		
8	104.625000	25.041667	0.000	-8.6426	-7.2020	15.7140	-13.1801		
9	104.708333	25.041667	0.000	-8.0863	-6.6312	14.4744	-8.0411		
10	104.791667	25.041667	0.000	-7.9032	-6.4783	14.1428	-7.7783		
11	104.875000	25.041667	0.000	-8.1856	-6.8100	14.8419	-12.1201		
12	104.958333	25.041667	0.000	-7.9711	-6.6078	14.3986	-9.9602		

提取负荷形变 | 图形绘制



高程异常变化(mm)

地面重力变化( $\mu\text{Gal}$ )

地面大地高变化(mm)

# 区域残差地表负荷形变场格林积分法计算

打开文件 结果保存 设置参数输入 计算信息保存 查看样例

区域残差地表负荷形变场格林积分计算

江河湖库水全要素大地测量负荷效应计算

残差负荷形变场时间序列批量计算

负荷格林函数与负荷效应空域积分算法

选择计算点文件格式

计算面高度格网

地表负荷类型 陆地水等效水高

计算信息保存

打开计算面高度格网文件

打开负荷等效水高残差格网文件

选择影响类型

- 高程异常(mm)
- 地面重力( $\mu\text{Gal}$ )
- 扰动重力( $\mu\text{Gal}$ )
- 地倾斜(南向/西向mas)
- 垂线偏差(南向/西向mas)
- 水平位移(东向/北向mm)
- 地面径向(大地高mm)
- 地面正(常)高(mm)
- 扰动重力梯度(径向mE)
- 水平重力梯度(北向/西向mE)

>> 完成计算!  
 >> 结束时间: 2023-08-23 19:55:35  
 >> [功能]由移去全球负荷球谐系数模型值的区域大气压、陆地水、海平面变化、江河湖库水、冰川雪山等地表环境负荷等效水高变化(cm)残差格网,按负荷格林函数积分法,计算地面或近地空间任意点高程异常(mm)、地面重力( $\mu\text{Gal}$ )、扰动重力( $\mu\text{Gal}$ )、地倾斜(SW南向/西向mas)、垂线偏差(SW南向/西向mas)、水平位移(EN东向/北向mm)、地面径向(大地高mm)、地面正(常)高(mm)、扰动重力梯度(径向mE)与水平重力梯度(NE北向/西向E)负荷效应的残差值。  
 \*\* 程序要求地表负荷残差格网范围必须大于计算点分布范围,以吸收边缘效应。

>> 打开计算面高度格网文件 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/zero3m.dat.  
 >> 打开负荷等效水高残差格网文件C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/swscSEP2018041112.dat.  
 >> 计算结果保存为C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/rntdfmgrd.txt.

>> 参数设置结果已输入系统!  
 \*\* 点击[开始运算]控件按钮,或[开始运算]工具按钮.....  
 >> 开始时间: 2023-08-23 19:56:30  
 >> 完成计算!  
 >> 结束时间: 2023-08-23 19:56:37

格林函数积分半径 400km

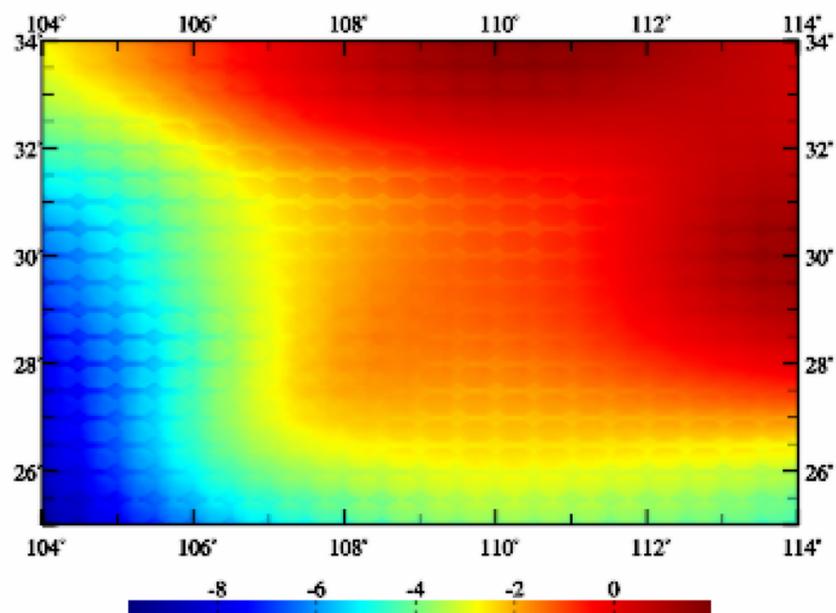
结果文件保存为

设置参数输入

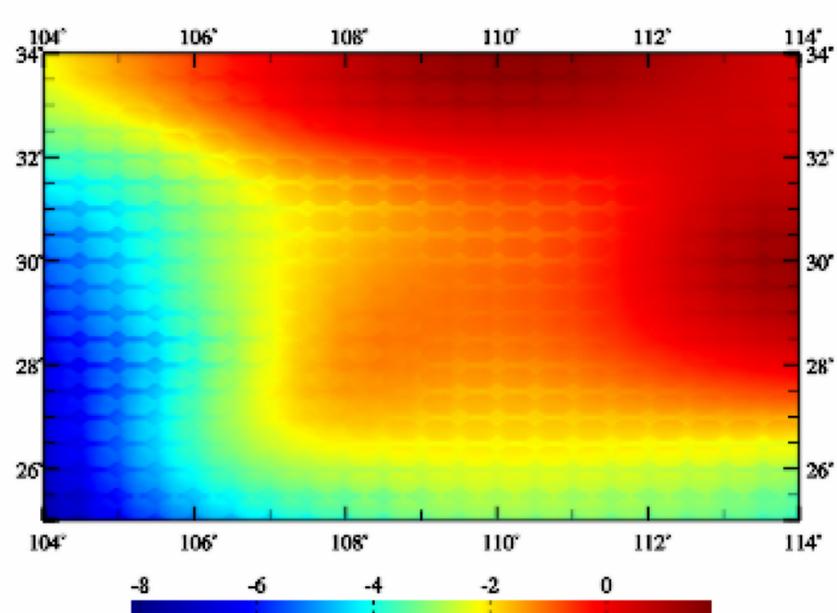
开始计算

C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/rntdfmgrd.ksi  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/rntdfmgrd.gra  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/rntdfmgrd.dpr  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/rntdfmgrd.grr

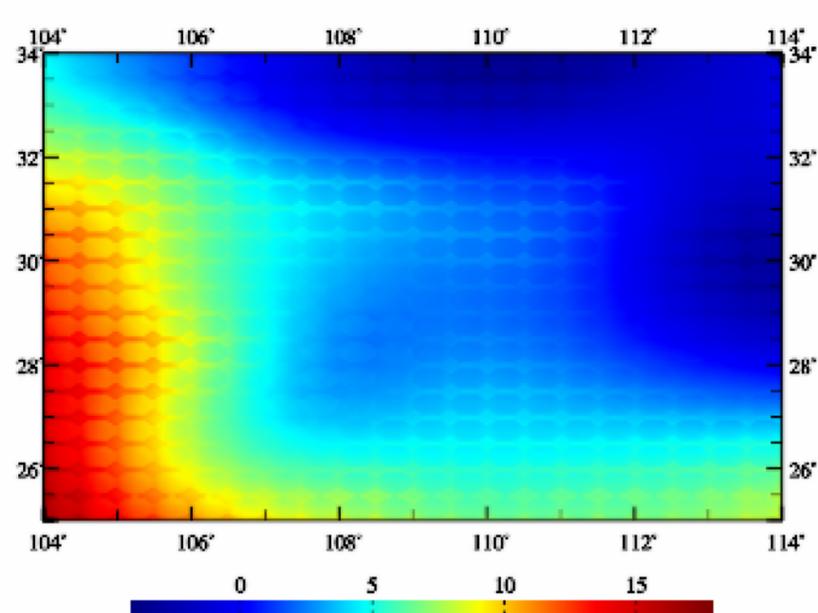
提取负荷形变 图形绘制



高程异常变化(mm)



地面重力变化( $\mu\text{Gal}$ )



地面大地高变化(mm)

# 江河湖库水全要素大地测量负荷效应计算

区域残差地表负荷形变场格林积分计算

江河湖库水全要素大地测量负荷效应计算

残差负荷形变场时间序列批量计算

负荷格林函数与负荷效应空域积分算法

选择计算点文件格式

离散计算点文件

打开空间计算点文件

计算点头文件占据行数 1

记录中高度属性列序号 4

打开内陆水体等效水高格网文件

选择影响类型

- 高程异常(mm)
- 地面重力( $\mu\text{Gal}$ )
- 扰动重力( $\mu\text{Gal}$ )
- 地倾斜(南向/西向mas)
- 垂线偏差(南向/西向mas)
- 水平位移(东向/北向mm)
- 地面径向(大地高mm)
- 地面正(常)高(mm)
- 扰动重力梯度(径向mE)
- 水平重力梯度(北向/西向mE)

提取负荷形变

图形绘制

>> [功能]将江河湖库水、冰川雪山等内陆水体变化用负荷等效水高变化格网 (cm) 表示, 按格林函数积分算法, 计算地面或近地空间任意点高程异常 (mm)、地面重力 ( $\mu\text{Gal}$ )、扰动重力 ( $\mu\text{Gal}$ )、地倾斜 (SW南向/西向mas)、垂线偏差 (SW南向/西向mas)、水平位移 (EN东向/北向mm)、地面径向 (大地高mm)、地面正 (常) 高 (mm)、扰动重力梯度 (径向mE) 与水平重力梯度 (NE北向/西向E) 的负荷形变效应。

\*\* 这里的计算的高度特指计算点相对于水体表面的高度。

\*\* 某一区域内同一采样历元时刻的多个水体变化等效水高格网可直接相加, 再进行格林函数积分计算。

>> 打开空间计算点文件 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/lakecalcpt.txt。

\*\* 观察下方窗口文件信息, 设置文件格式...

>> 打开内陆水体等效水高格网文件C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/lakechgcm.dat。

>> 计算结果保存为C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/lakedfmrst.txt。

>> 参数设置结果已输入系统!

\*\* 点击[开始运算]控件按钮, 或[开始运算]工具按钮.....

>> 开始时间: 2023-08-23 19:10:15

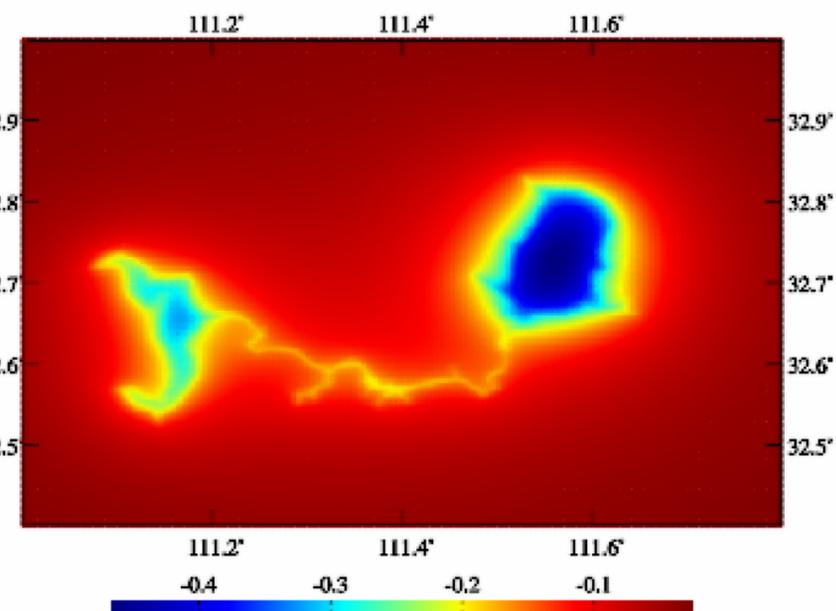
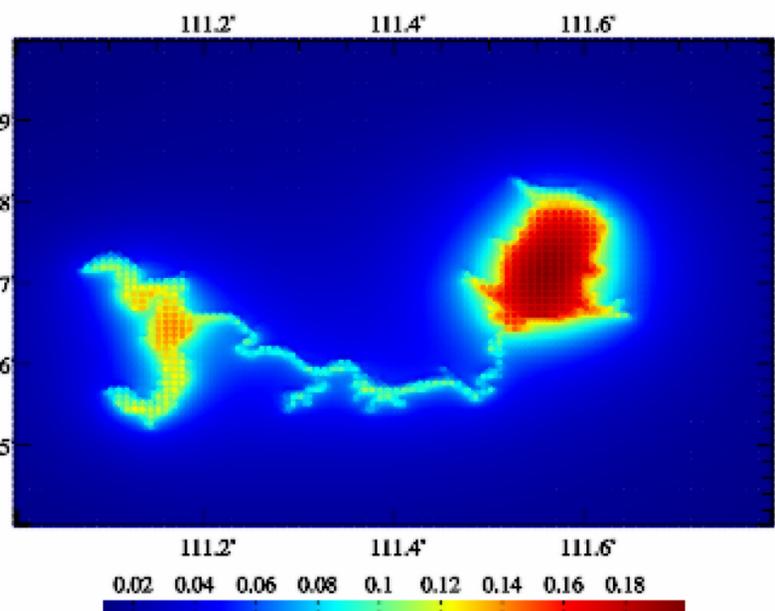
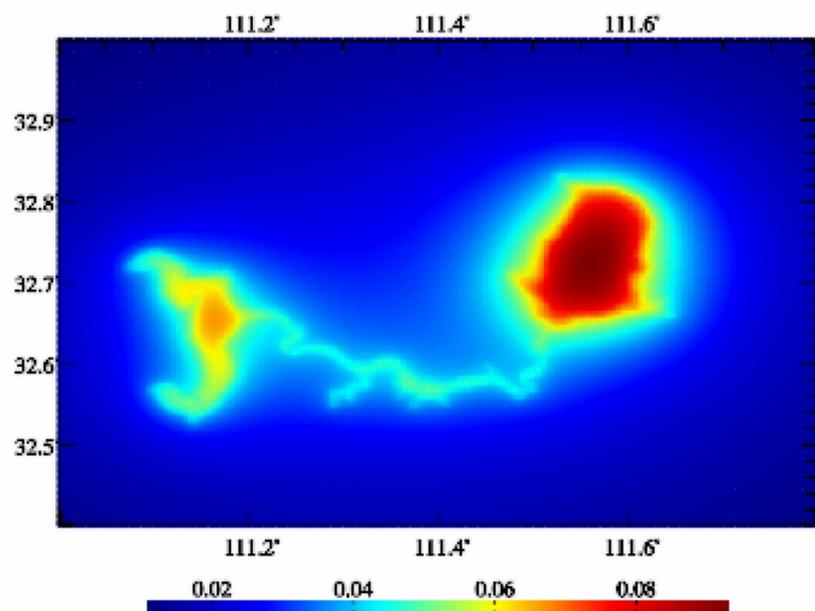
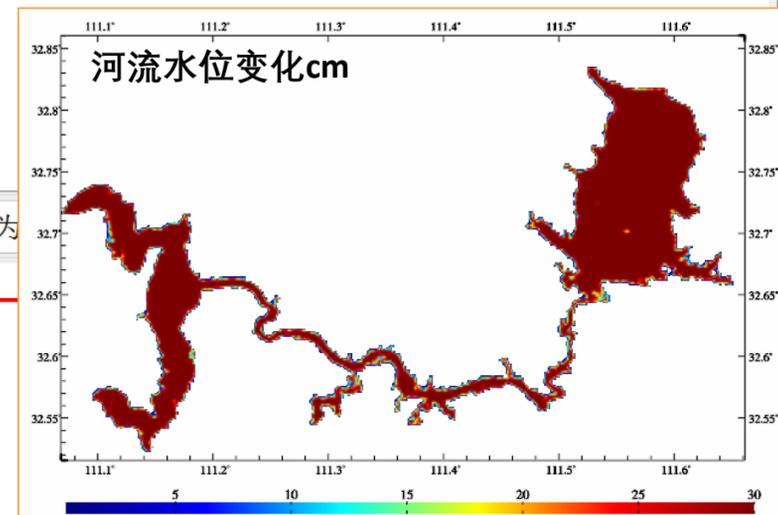
>> 完成计算!

>> 结束时间: 2023-08-23 19:16:53

格林函数积分半径 100km

结果文件保存为

	111.00000000	111.80000000	32.40000000	33.00000000	0.00416667	0.00416667	
1	111.0020833	32.4020833	0.000	0.0130	0.0138	-0.0308	0.1312
2	111.0062500	32.4020833	0.000	0.0131	0.0140	-0.0311	0.1340
3	111.0104167	32.4020833	0.000	0.0132	0.0141	-0.0313	0.1372
4	111.0145833	32.4020833	0.000	0.0133	0.0142	-0.0316	0.1405
5	111.0187500	32.4020833	0.000	0.0134	0.0143	-0.0318	0.1433
6	111.0229167	32.4020833	0.000	0.0134	0.0144	-0.0321	
7	111.0270833	32.4020833	0.000	0.0135	0.0146	-0.0324	
8	111.0312500	32.4020833	0.000	0.0136	0.0147	-0.0326	
9	111.0354167	32.4020833	0.000	0.0137	0.0148	-0.0329	
10	111.0395833	32.4020833	0.000	0.0138	0.0149	-0.0331	
11	111.0437500	32.4020833	0.000	0.0139	0.0151	-0.0334	
12	111.0479167	32.4020833	0.000	0.0140	0.0152	-0.0337	



高程异常变化(mm)

地面重力变化( $\mu\text{Gal}$ )

地面大地高变化(mm)

计算信息保存

# 江河湖库水全要素大地测量负荷效应计算

区域残差地表负荷形变场格林积分计算

江河湖库水全要素大地测量负荷效应计算

残差负荷形变场时间序列批量计算

负荷格林函数与负荷效应空域积分算法

选择计算点文件格式

计算面高度格网

打开计算面高度格网文件

打开内陆水体等效水高格网文件

选择影响类型

- 高程异常(mm)
- 地面重力( $\mu\text{Gal}$ )
- 扰动重力( $\mu\text{Gal}$ )
- 地倾斜(南向/西向mas)
- 垂线偏差(南向/西向mas)
- 水平位移(东向/北向mm)
- 地面径向(大地高mm)
- 地面正(常)高(mm)
- 扰动重力梯度(径向mE)
- 水平重力梯度(北向/西向mE)

>> 结束时间: 2023-08-23 20:05:14  
 >> [功能]将江河湖库水、冰川雪山等内陆水体变化用负荷等效水高变化格网 (cm) 表示, 按格林函数积分算法, 计算地面或近地空间任意点高程异常 (mm)、地面重力 ( $\mu\text{Gal}$ )、扰动重力 ( $\mu\text{Gal}$ )、地倾斜 (SW南向/西向mas)、垂线偏差 (SW南向/西向mas)、水平位移 (EN东向/北向mm)、地面径向 (大地高mm)、地面正 (常) 高 (mm)、扰动重力梯度 (径向mE) 与水平重力梯度 (NE北向/西向E) 的负荷形变效应。  
 \*\* 这里的计算的高度特指计算点相对于水体表面的高度。  
 \*\* 某一区域内同一采样历元时刻的多个水体变化等效水高格网可直接相加, 再进行格林函数积分计算。

>> 打开计算面高度格网文件 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/lakecalcpt.dat.

>> 打开内陆水体等效水高格网文件C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/lakechgcm.dat.

>> 计算结果保存为C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/lakedfmgrd.txt.

>> 参数设置结果已输入系统!

\*\* 点击[开始运算]控件按钮, 或[开始运算]工具按钮.....

>> 开始时间: 2023-08-23 20:09:40

>> 完成计算!

>> 结束时间: 2023-08-23 20:15:47

格林函数积分半径 100km

结果文

C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/lakedfmgrd.ksi

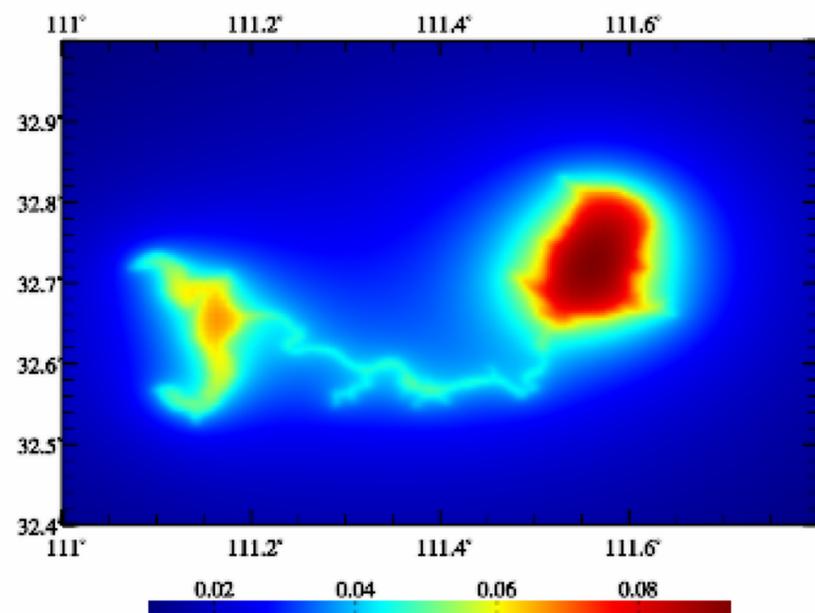
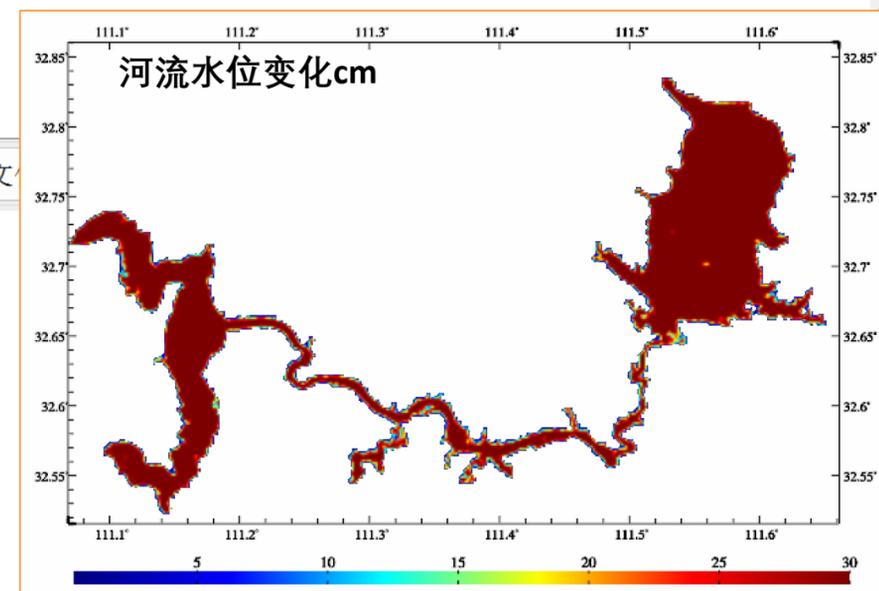
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/lakedfmgrd.gra

C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/lakedfmgrd.dpr

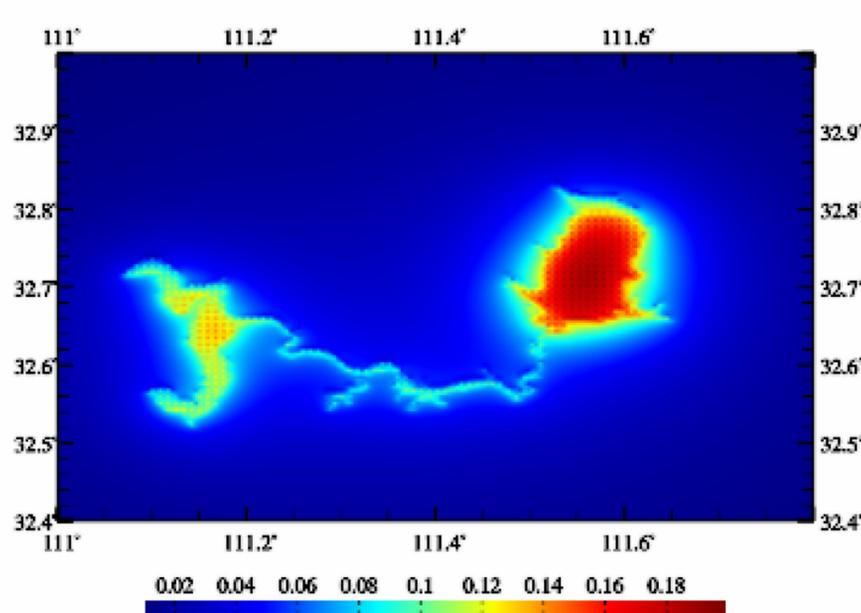
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/lakedfmgrd.grr

提取负荷形变

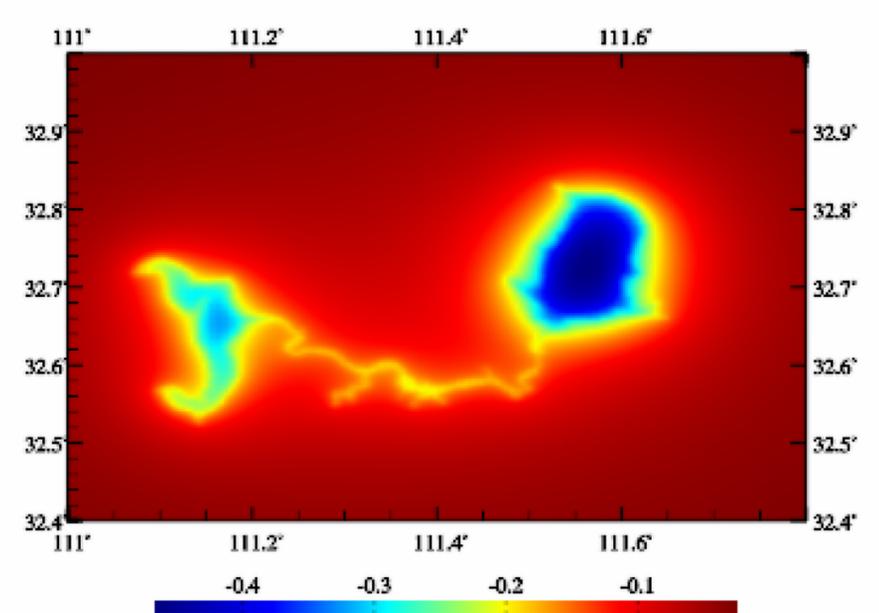
图形绘制



高程异常变化(mm)



地面重力变化( $\mu\text{Gal}$ )



地面大地高变化(mm)

# 残差负荷形变场时间序列批量计算

区域残差地表负荷形变场格林积分计算

江河湖库水全要素大地测量负荷效应计算

残差负荷形变场时间序列批量计算

负荷格林函数与负荷效应空域积分算法

选择计算点文件格式

离散计算点文件

打开地面计算点文件

计算点头文件占据行数 1

记录中高度属性列序号 4

打开任一等效水高残差格网时序文件

设置格网时序文件名通配符

文件名中首个通配符序号 8

文件名中连续通配符总数 10

选择影响类型

- 高程异常(mm)
- 地面重力( $\mu\text{Gal}$ )
- 扰动重力( $\mu\text{Gal}$ )
- 地倾斜(南向/西向mas)
- 垂线偏差(南向/西向mas)
- 水平位移(东向/北向mm)
- 地面径向(大地高mm)
- 地面正(常)高(mm)
- 扰动重力梯度(径向mE)
- 水平重力梯度(北向/西向mE)

地表负荷类型 陆地水等效水高

\*\* 按通配符搜索到的等效水高格网时序文件:

```

C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/swscSEP2018041112 dat
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/swscSEP2018041812 dat
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/swscSEP2018042512 dat
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/swscSEP2018050212 dat

```

>> 通过匹配找到4个等效水高格网时序文件。

>> 参数设置结果已输入系统!

\*\* 点击[开始运算]控件按钮, 或[开始运算]工具按钮.....

\*\* 计算过程需要等待... 期间可去结果时序文件目录C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/loadtmsque, 查看计算进度!

\*\* 每个结果文件头文件最后1列为实例后的残差负荷等效水高格网时序文件名通配符, 表示该文件采样历元时刻。

>> 开始时间: 2023-08-23 20:18:39

>> 完成4个残差负荷形变场时序文件计算!

>> 结束时间: 2023-08-23 20:18:54

格林函数积分半径 300km

创建结果保存目录

设置参数输入

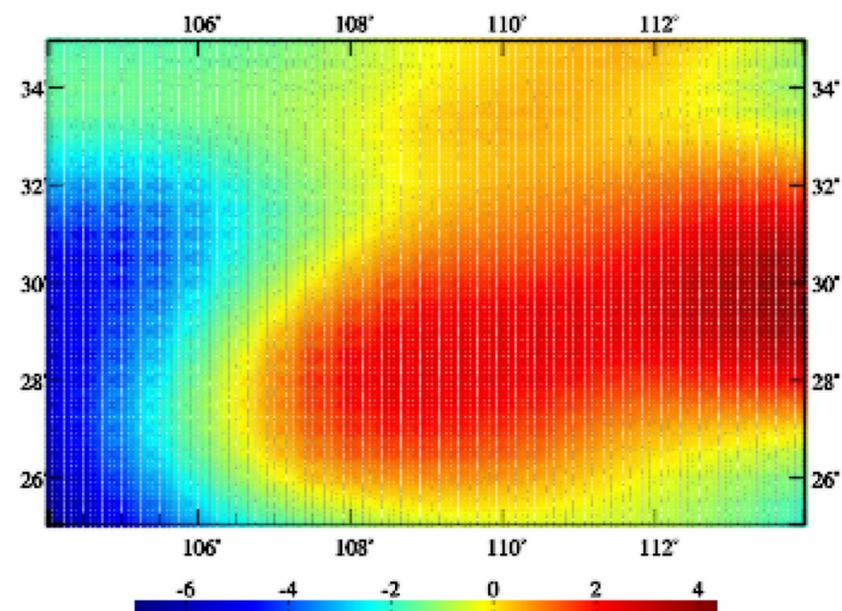
开始计算

```

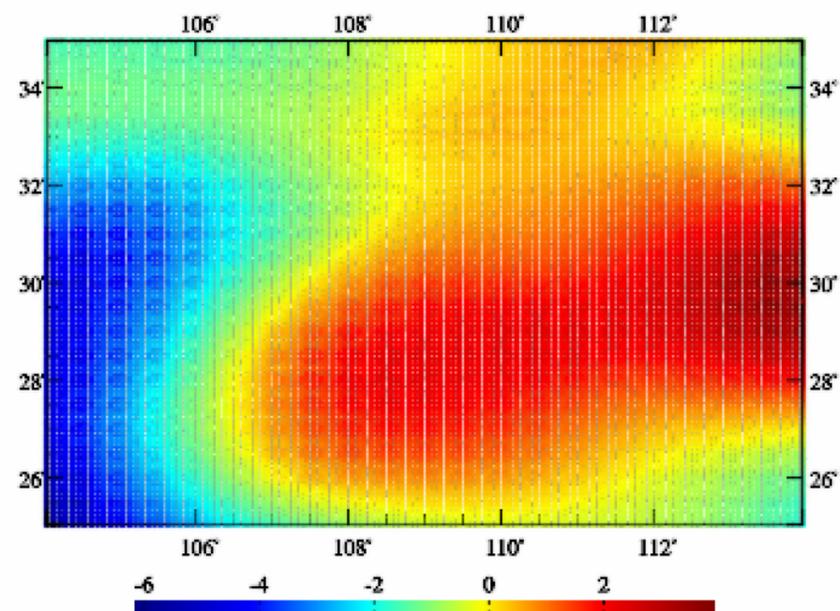
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/loadtmsque/rntGreen2018041112.txt
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/loadtmsque/rntGreen2018041812.txt
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/loadtmsque/rntGreen2018042512.txt
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/loadtmsque/rntGreen2018050212.txt

```

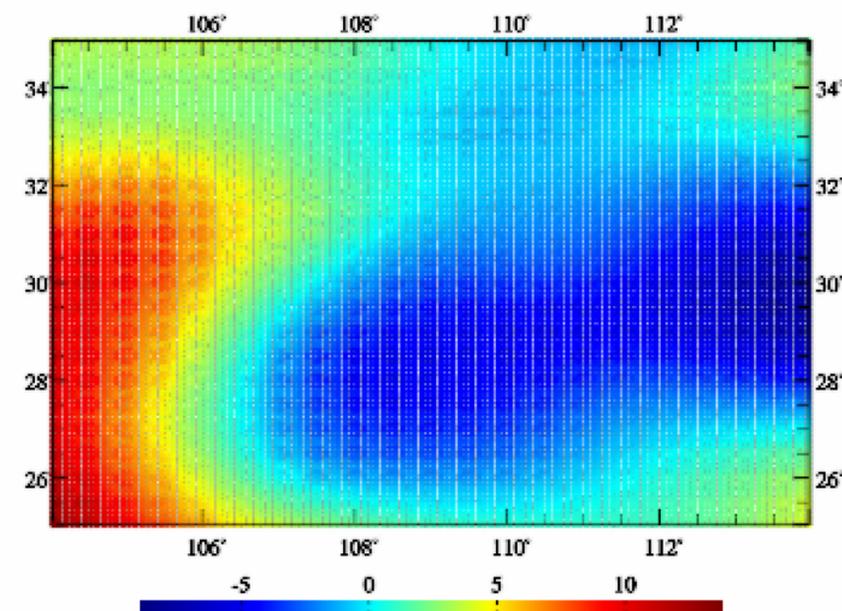
提取负荷形变 图形绘制



高程异常变化(mm)



地面重力变化( $\mu\text{Gal}$ )



地面大地高变化(mm)

# 残差负荷形变场时间序列批量计算

区域残差地表负荷形变场格林积分计算

江河湖库水全要素大地测量负荷效应计算

残差负荷形变场时间序列批量计算

负荷格林函数与负荷效应空域积分算法

选择计算点文件格式

计算面高度格网

地表负荷类型 陆地水等效水高

计算信息保存

打开计算面高度格网文件

打开任一等效水高残差格网时序文件

设置格网时序文件名通配符

文件名中首个通配符序号 8

文件名中连续通配符总数 10

选择影响类型

- 高程异常(mm)
- 地面重力( $\mu\text{Gal}$ )
- 扰动重力( $\mu\text{Gal}$ )
- 地倾斜(南向/西向mas)
- 垂线偏差(南向/西向mas)
- 水平位移(东向/北向mm)
- 地面径向(大地高mm)
- 地面正(常)高(mm)
- 扰动重力梯度(径向mE)
- 水平重力梯度(北向/西向mE)

>> [功能]由移去全球负荷球谐系数模型值的区域大气压、陆地水、海平面变化、江河湖库水、冰川雪山等地表环境负荷等效水高变化 (cm) 残差格网时间序列, 按格林函数积分算法, 计算全要素大地测量非潮汐残差负荷效应时间序列。负荷等效水高变化 (cm) 残差格网时间序列文件按指定的通配符提取。

\*\* 残差负荷形变效应的采样历元时刻为负荷等效水高变化 (cm) 残差格网对应的采样历元时刻。

\*\* 若计算江河湖库水、冰川雪山等负荷效应, 负荷类型请选择“陆地水等效水高”。

>> 打开计算面高度格网文件 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/zero3m.dat。

>> 打开任一等效水高残差格网时序文件C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/swscSEP2018041112.dat。

>> 创建结果文件保存目录C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/loadtmsgrd。

\*\* 程序按用户选择的负荷效应类型, 输出残差负荷形变效应格网时间序列文件rntGreen\*.???. 扩展名??? = ksi, gra, rga, dft, vdf, dph, dpr, nmh, grr或 hgd, 分别表示高程异常、地面重力、扰动重力、地倾斜向量、垂线偏差向量、水平位移向量、地面径向、地面正(常)高、扰动重力梯度或水平重力梯度向量残差负荷效应格网文件。

\*为实例化后的负荷等效水高格网时间序列文件的通配符, 以标识负荷形变效应的采样历元时刻。

\*\* 按通配符搜索到的等效水高格网时序文件:

C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/swscSEP2018041112.dat

C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/swscSEP2018041812.dat

格林函数积分半径 300km

创建结果保存目录

设置参数输入

开始计算

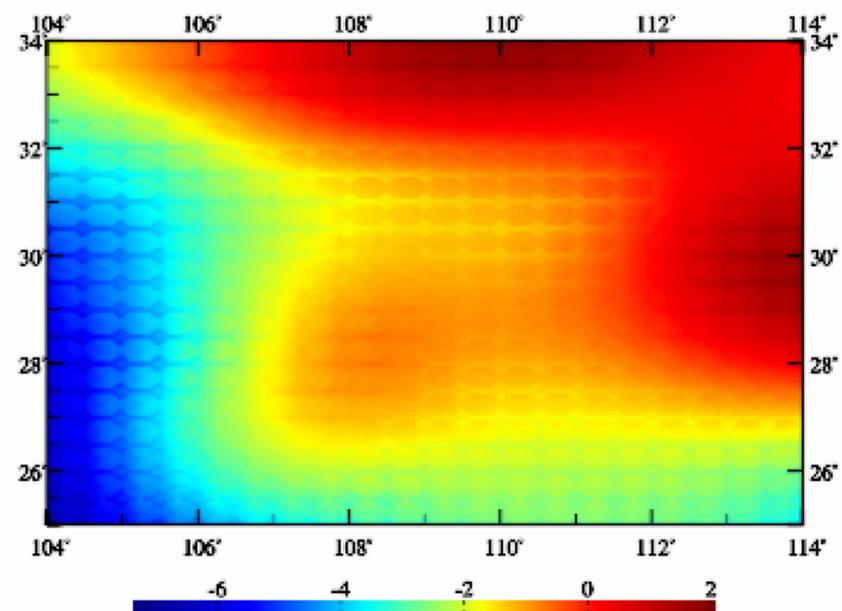
```

C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/loadtmsgrd/rntGreen2018041112.ksi
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/loadtmsgrd/rntGreen2018041112.gra
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/loadtmsgrd/rntGreen2018041112.dpr
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/loadtmsgrd/rntGreen2018041112.grr
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/loadtmsgrd/rntGreen2018041812.ksi
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/loadtmsgrd/rntGreen2018041812.gra
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/loadtmsgrd/rntGreen2018041812.dpr
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/loadtmsgrd/rntGreen2018041812.grr
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/loadtmsgrd/rntGreen2018042512.ksi
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/loadtmsgrd/rntGreen2018042512.gra
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/loadtmsgrd/rntGreen2018042512.dpr
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/loadtmsgrd/rntGreen2018042512.grr
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/Loadfmrntgreenintg/loadtmsgrd/rntGreen2018050212.ksi

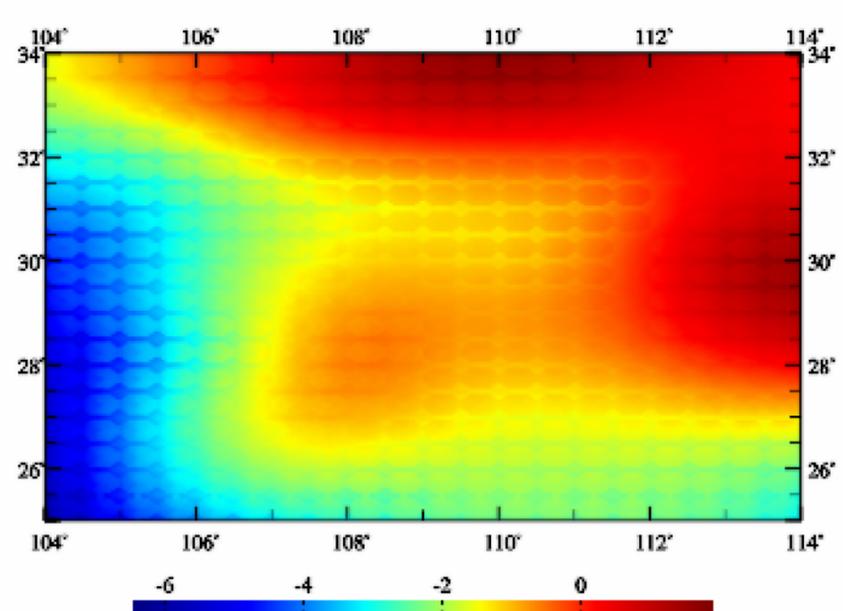
```

提取负荷形变

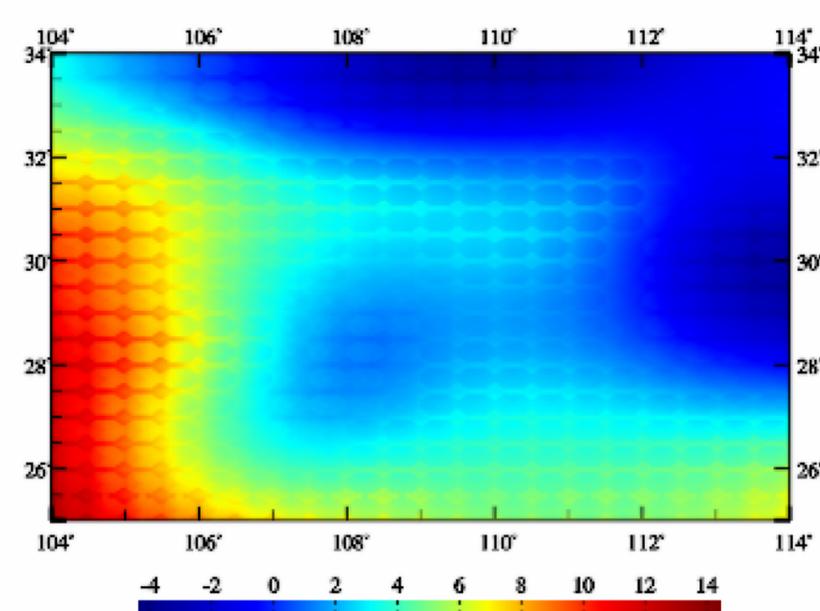
图形绘制



高程异常变化(mm)

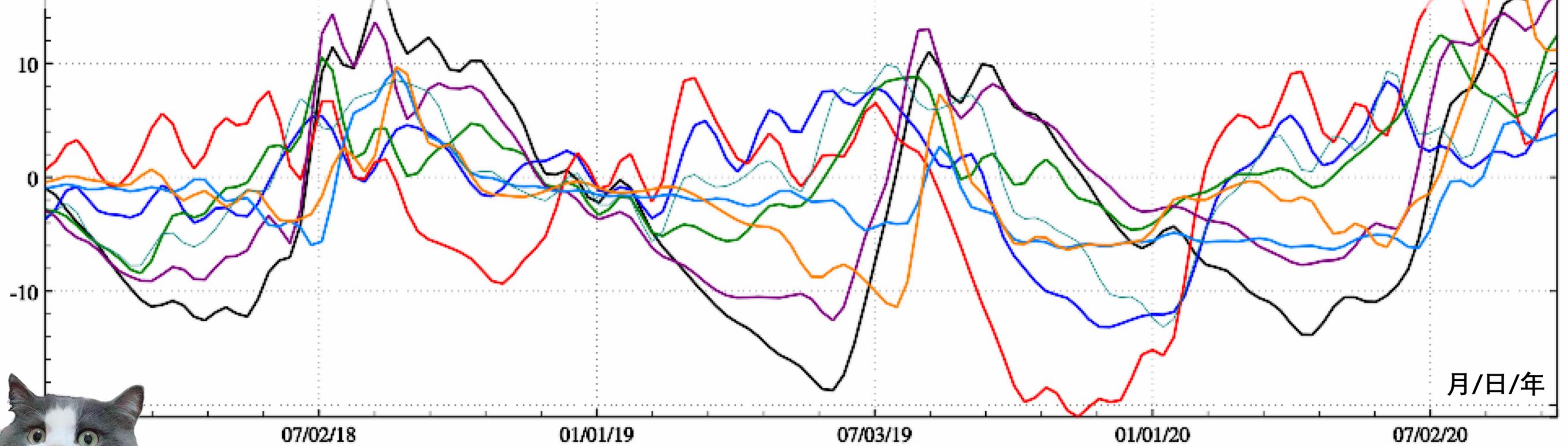


地面重力变化( $\mu\text{Gal}$ )

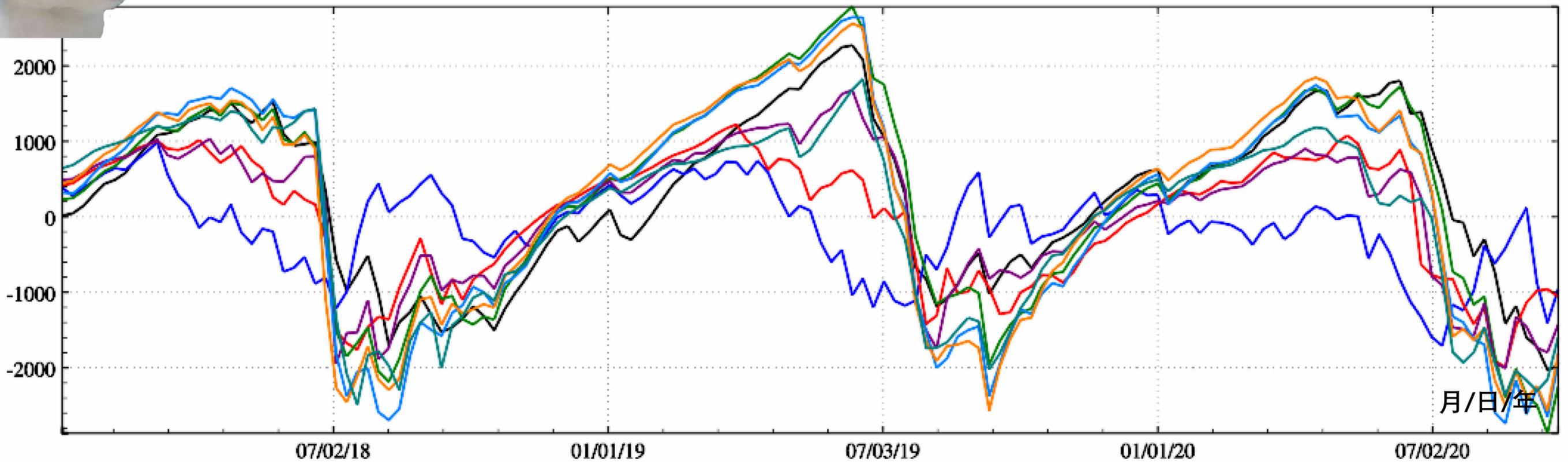


地面大地高变化(mm)

地面重力变化普遍超过 $20\mu\text{Gal}$ ，重力梯度变化普遍超过 $5\text{E}$ 。这意味着，在 $10\mu\text{Gal}/5\text{E}$ 水平上，不存在重力或重力梯度不随时间变化的地面环境，需全面顾及各种非潮汐负荷效应。

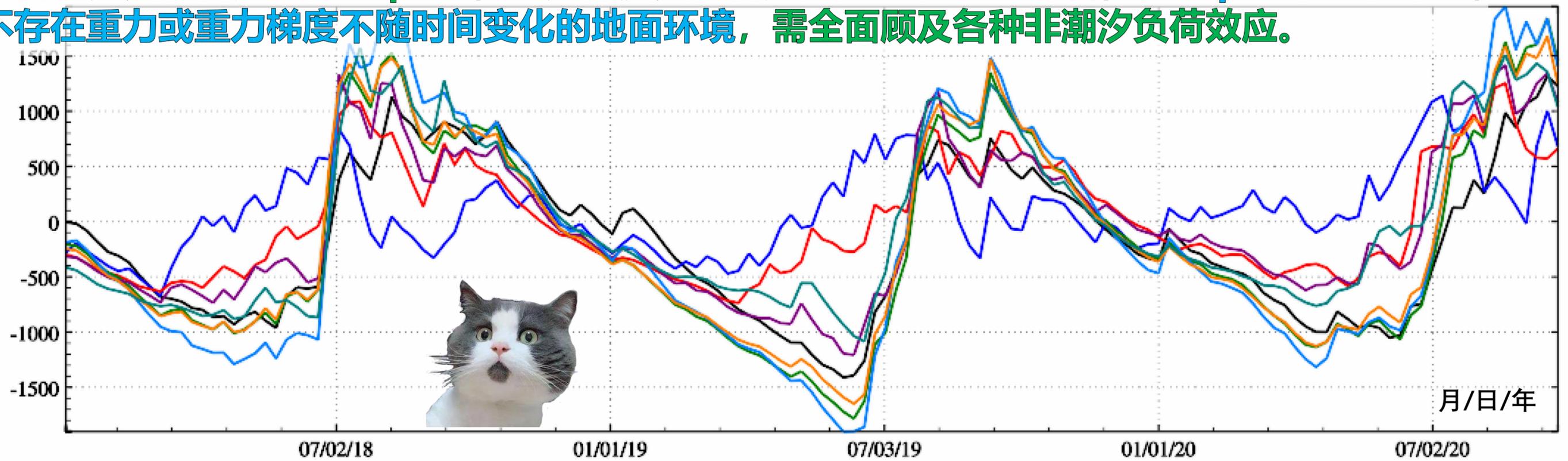


2018~2020年中国大陆 $30'\times 30'$ 残差土壤水变化负荷形变 (Green积分) -地面重力变化 $\mu\text{Gal}$

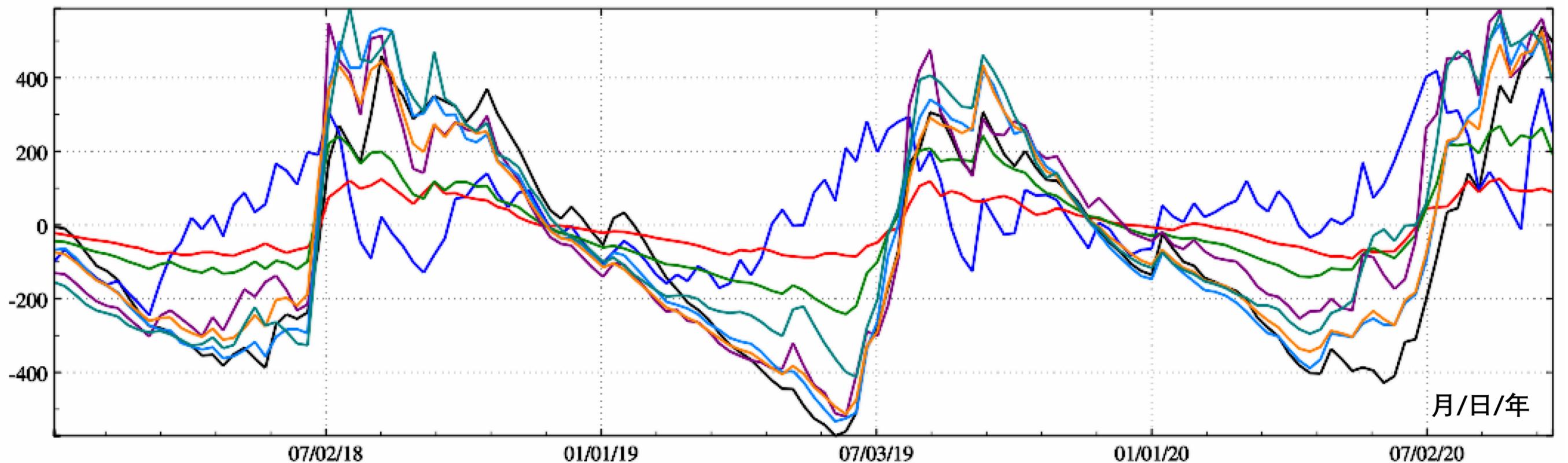


2018~2020年中国大陆 $30'\times 30'$ 残差土壤水变化负荷形变 (Green积分) -重力梯度变化 (径向, mE)

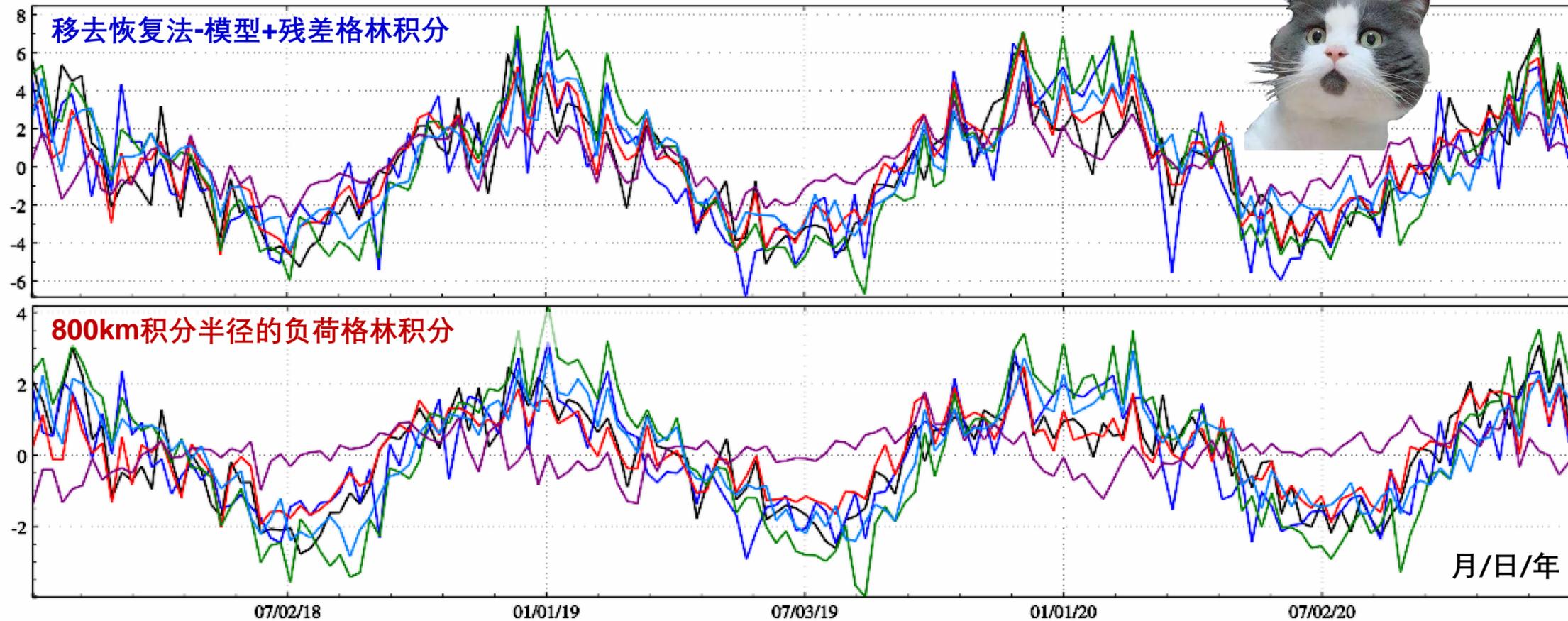
地面重力变化普遍超过 $20\mu\text{Gal}$ ，重力梯度变化普遍超过 $5\text{E}$ 。这意味着，在 $10\mu\text{Gal}/5\text{E}$ 水平上，不存在重力或重力梯度不随时间变化的地面环境，需全面顾及各种非潮汐负荷效应。



2018~2020年中国大陆 $30'\times 30'$ 残差土壤水变化负荷形变 (Green积分) -水平重力梯度变化 (北向, mE)

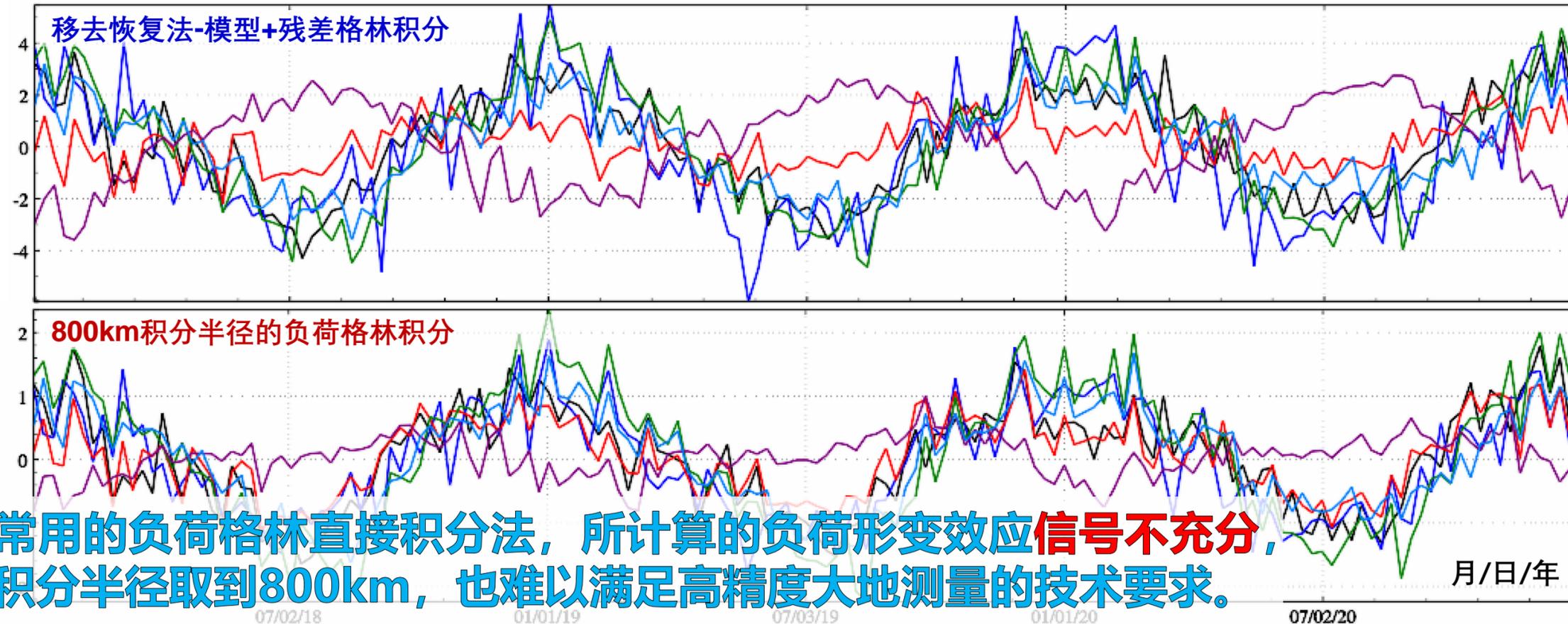


2018~2020年中国大陆 $30'\times 30'$ 残差土壤水变化负荷形变 (Green积分) -水平梯度变化 (西向, mE)



两种方案计算的中国大陆6座CORS站大气压负荷效应：大地水准面 (mm)

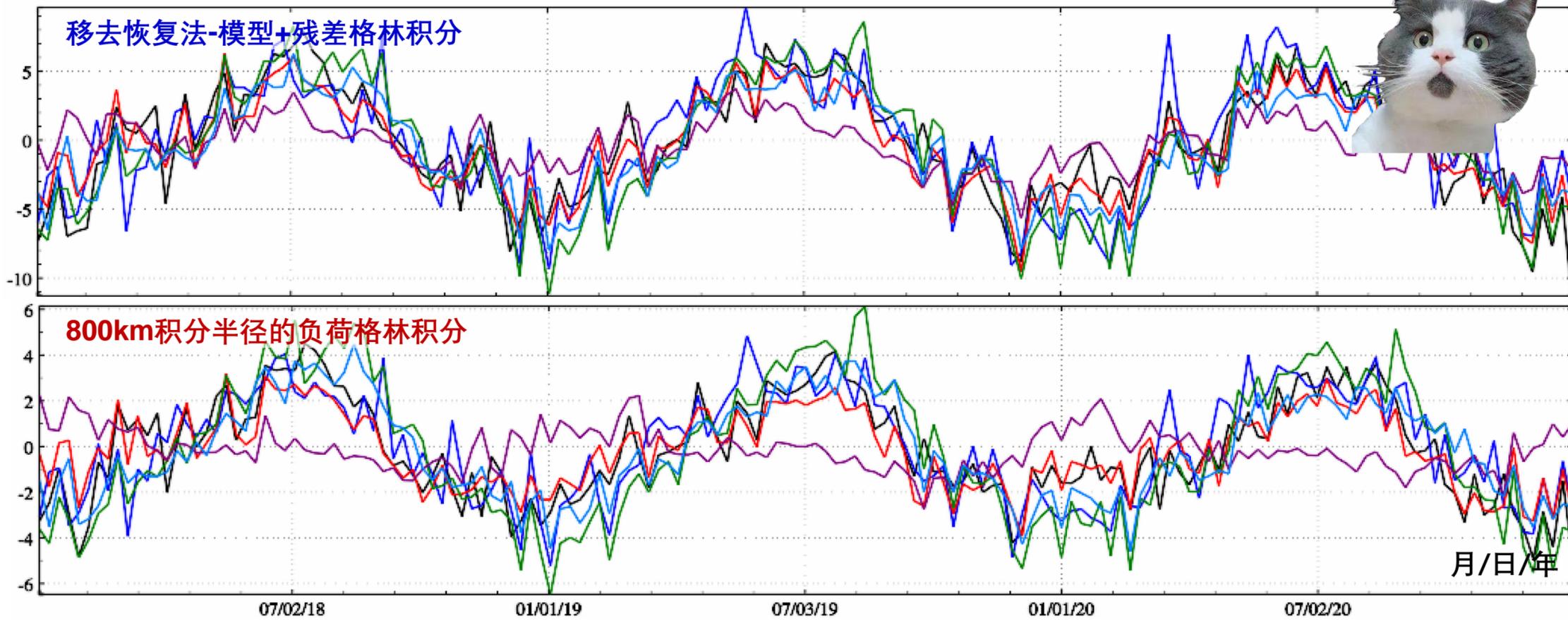
- UQAK
- HRBN
- NXHY
- DAIS
- LHAS
- YANG



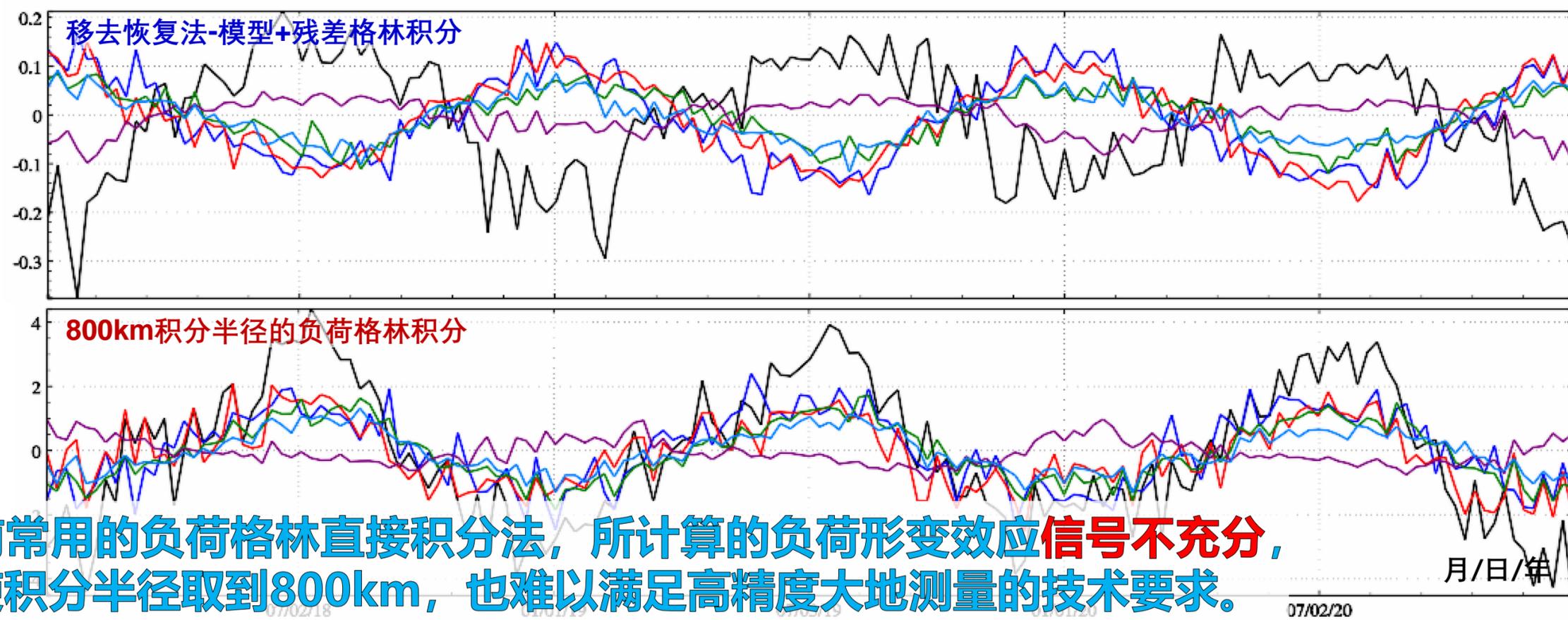
两种方案计算的中国大陆6座CORS站大气压负荷效应：地面重力 (mGal)

- UQAK
- HRBN
- NXHY
- DAIS
- LHAS
- YANG

目前常用的负荷格林直接积分法，所计算的负荷形变效应信号不充分，即使积分半径取到800km，也难以满足高精度大地测量的技术要求。



两种方案计算的中国大陆6座CORS站大气压负荷效应：地面大地高 (mm)



两种方案计算的中国大陆6座CORS站大气压负荷效应：径向重力梯度 (mE)

目前常用的负荷格林直接积分法，所计算的负荷形变效应信号不充分，即使积分半径取到800km，也难以满足高精度大地测量的技术要求。



- UQAK
- HRBN
- NXHY
- DAIS
- LHAS
- YANG



- UQAK
- HRBN
- NXHY
- DAIS
- LHAS
- YANG



# 地表残差负荷谱域SRBF逼近与负荷形变综合

地表环境负荷残差SRBF逼近与形变场综合计算      负荷残差时序SRBF逼近与负荷形变场时序计算      区域地表环境负荷SRBF分析与负荷形变场综合算法

选择计算点文件格式  
计算面高度格网

打开计算面高度格网文件

打开负荷等效水高残差格网文件

设置首次SRBF逼近参数

选择SRBF类型 径向多极子核

多极次数m 0

最小阶数 15

最大阶数 900

Bjerhammar球面埋藏深度D 30.0km

SRBF中心作用距离 150km

Reuter格网等级K 1800

结果文件保存为

>> [功能]由移去全球负荷球谱系数模型值的区域陆地水、海平面变化、江河湖库水、冰川雪山等地表环境负荷法,计算负荷等效水高逼近值(cm,用于质量评估),以及高程异常(mm)、地面重力( $\mu\text{Gal}$ )、扰动重力(mas)、水平位移(EN东向/北向mm)、地面径向(大地高mm)、地面正(常)高(mm)、扰动重力梯度(径向)

>> 打开计算面高度格网文件 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/loadfmtewhSRBFs/zerolm.dat.

>> 打开负荷等效水高残差格网文件C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/loadfmtewhSRBFs/soilewh20180530.

>> 计算结果保存为C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/loadfmtewhSRBFs/SRBFrntdfmgrd.txt.

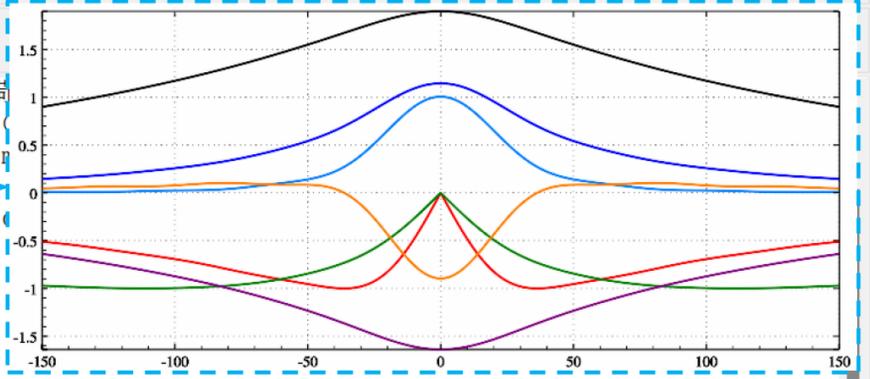
>> 参数设置结果已输入系统!

\*\* 点击[开始运算]控件按钮,或[开始运算]工具按钮.....

>> 开始时间: 2023-04-30 20:24:24

>> 完成地表环境负荷残差SRBF逼近与形变场综合计算!

原始观测量残差等效水高cm统计平均值	-46.4826	标准差	34.3291	最小值	-192.2780	最大值	72.5575
第0次迭代残差等效水高cm统计平均值	0.0768	标准差	9.6826	最小值	-59.3312	最大值	71.1613
第1次迭代残差等效水高cm统计平均值	-0.0018	标准差	6.9159	最小值	-48.1983	最大值	39.1426



累积SRBF逼近参数设置

选择SRBF类型 Possion小波核

多极次数m 0

最小阶数 45

最大阶数 1800

Bjerhammar球面埋藏深度D 20.0km

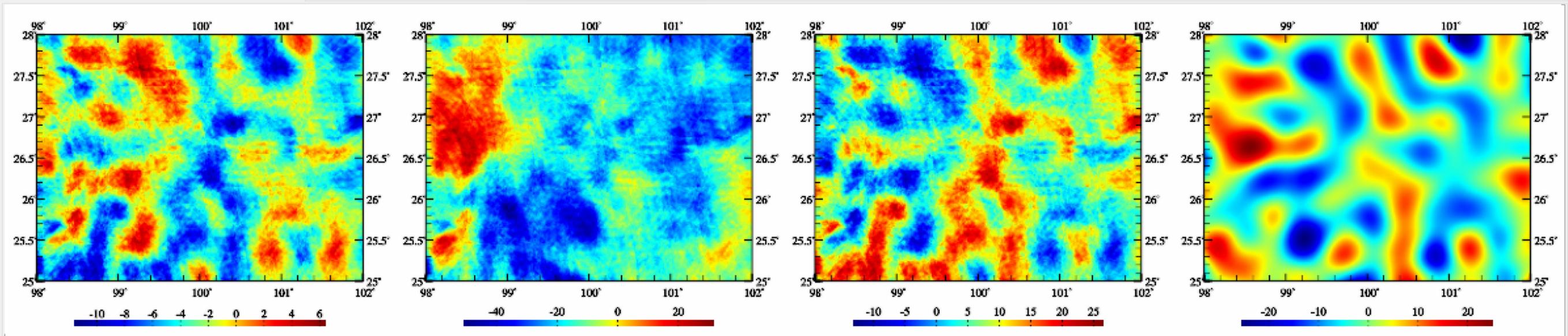
SRBF中心作用距离 90km

Reuter格网等级K 1800

选择法方程解算方法 LU三角解法      设置累积逼近次数 1

C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/loadfmtewhSRBFs/SRBFrntdfmgrd.ewh  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/loadfmtewhSRBFs/SRBFrntdfmgrd.ksi  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/loadfmtewhSRBFs/SRBFrntdfmgrd.gra  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/loadfmtewhSRBFs/SRBFrntdfmgrd.rga  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/loadfmtewhSRBFs/SRBFrntdfmgrd.dft  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/loadfmtewhSRBFs/SRBFrntdfmgrd.vdf  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/loadfmtewhSRBFs/SRBFrntdfmgrd.dph  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/loadfmtewhSRBFs/SRBFrntdfmgrd.dpr  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/loadfmtewhSRBFs/SRBFrntdfmgrd.nmh  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/loadfmtewhSRBFs/SRBFrntdfmgrd.grr

提取负荷形变场      图形绘制 ↓      输入输出数据显示 ↑



高程异常变化mm      地面重力变化 $\mu\text{Gal}$       地面大地高变化mm      重力梯度径向mE

参数设置优化与累积逼近有效性原则: ①负荷形变场空间连续可微, ②负荷等效水高残差标准差明显减小, 残差统计平均值趋于零。

# 负荷残差时序SRBF逼近与负荷效应时序计算

打开文件 结果保存 设置参数输入 开始计算 计算信息保存 查看帮助

地表残差负荷谱域SRBF逼近与负荷形变综合

负荷残差时序SRBF逼近与负荷效应时序计算

地表负荷SRBF逼近与负荷效应SRBF综合

选择计算点文件格式

离散计算点文件

打开地面计算点文件

计算点头文件占据行数 1

记录中高度属性序列号 4

打开任一等效水高残差格网时序文件

文件名中首个通配符序号 8

文件名中连续通配符总数 8

设置首次SRBF逼近参数

选择SRBF类型 径向多极子核

多极次数m 0

最小阶数 15

最大阶数 900

Bjerhammar球面

埋藏深度D 30.0km

SRBF中心作用距离 150km

Reuter格网等级K 1800

累积SRBF逼近参数设置

选择SRBF类型 Poisson小波核

多极次数m 0

最小阶数 45

最大阶数 1800

Bjerhammar球面

埋藏深度D 20.0km

SRBF中心作用距离 90km

Reuter格网等级K 1800

创建结果保存目录

C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/loadfmtewhSRBFs/soilewh20180131.dat  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/loadfmtewhSRBFs/soilewh20180328.dat  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/loadfmtewhSRBFs/soilewh20180530.dat  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/loadfmtewhSRBFs/soilewh20180801.dat  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/loadfmtewhSRBFs/soilewh20181003.dat  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/loadfmtewhSRBFs/soilewh20181205.dat

>> 通过匹配找到6个等效水高格网时序文件。

>> 参数设置结果已输入系统!

\*\* 点击[开始运算]控件按钮, 或[开始运算]工具按钮.....

\*\* 计算过程需要等待... 期间可去结果时序文件目录C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/load

\*\* 每个结果文件头文件最后一列为实例后的残差负荷等效水高格网时序文件名通配符, 表示该文件

>> 开始时间: 2023-08-23 21:56:04

>> 20180131负荷等效水高逼近结果统计:

原始观测残差等效水高cm统计平均值	-22.9259	标准差	22.8930	最小值	-146.8799	最大值	87.2602
第0次迭代残差等效水高cm统计平均值	-0.0597	标准差	6.5916	最小值	-47.1482	最大值	30.4214
第1次迭代残差等效水高cm统计平均值	-0.0023	标准差	4.8068	最小值	-32.8357	最大值	30.5937

>> 20180328负荷等效水高逼近结果统计:

原始观测残差等效水高cm统计平均值	-40.4567	标准差	31.3639	最小值	-191.3139	最大值	75.7880
第0次迭代残差等效水高cm统计平均值	0.0142	标准差	7.6739	最小值	-61.1308	最大值	43.1178
第1次迭代残差等效水高cm统计平均值	-0.0006	标准差	5.8826	最小值	-41.5994	最大值	38.0255

>> 20180530负荷等效水高逼近结果统计:

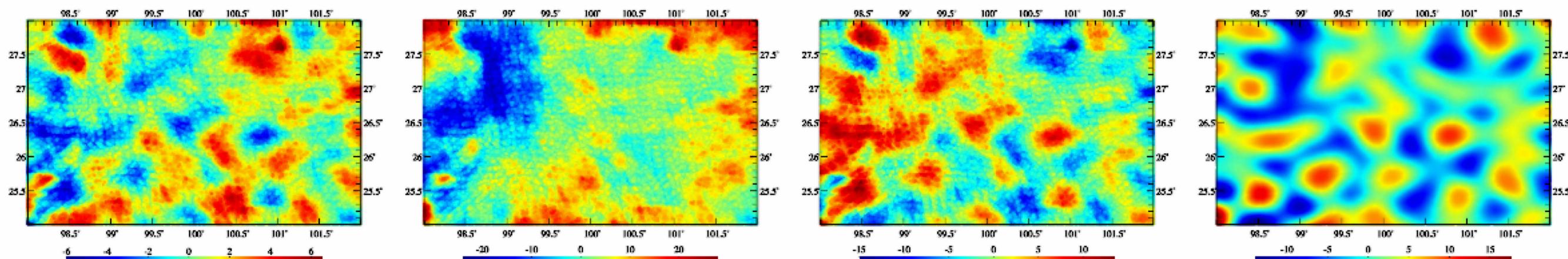
选择法方程解算方法 LU三角分解法 设置累积逼近次数 1

98.000	102.000	25.0000	28.000	0.01666667	0.01666667	19.6608	-3.3969	9.5933	8.6045	0.0016	0.0148	0.0013	0.0025
1	98.008333	25.008333	0.000	17.0128	-3.2879	8.4445	7.4818	0.0028	0.0162	0.0016	0.0028		
2	98.025000	25.008333	0.000	15.2420	-3.0612	7.6120	6.7150	0.0024	0.0165	0.0014	0.0027		
3	98.041667	25.008333	0.000	14.3601	-2.7210	7.1026	6.3092	-0.0002	0.0195	0.0007	0.0035		
4	98.058333	25.008333	0.000	13.1700	-2.3875	6.4678	5.7750	-0.0013	0.0210	0.0004	0.0038		
5	98.075000	25.008333	0.000	11.8133	-2.0530	5.7632	5.1707	-0.0013	0.0202	0.0003	0.0035		
6	98.091667	25.008333	0.000	12.6303	-1.4906	5.8693	5.4548	0.0001	0.0204	0.0007	0.0035		
7	98.108333	25.008333	0.000	18.1322	-0.4551	7.7301	7.6552	0.0024	0.0176	0.0013	0.0027		
8	98.125000	25.008333	0.000										

提取负荷形变场

图形绘制

输入输出数据显示



高程异常变化mm

地面重力变化μGal

地面大地高变化mm

重力梯度径向mE

参数设置优化与累积逼近有效性原则: ① 负荷形变场空间连续可微, ② 负荷等效水高残差标准差明显减小, 残差统计平均值趋于零。

# 负荷残差时序SRBF逼近与负荷效应时序计算

地表残差负荷谱域SRBF逼近与负荷形变综合      **负荷残差时序SRBF逼近与负荷效应时序计算**      地表负荷SRBF逼近与负荷效应SRBF综合

选择计算点文件格式  
计算面高度格网

打开地面零值格网文件

打开任一等效水高残差格网时序文件

文件名中首个通配符序号 8

文件名中连续通配符总数 8

设置首次SRBF逼近参数

选择SRBF类型 径向多极子核

多极次数m 0

最小阶数 15

最大阶数 900

Bjerhammar球面埋藏深度D 30.0km

SRBF中心作用距离 150km

Reuter格网等级K 1800

创建结果保存目录

C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/loadfmtewhSRBFs/soilewh20180801.dat  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/loadfmtewhSRBFs/soilewh20181003.dat  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/loadfmtewhSRBFs/soilewh20181205.dat

>> 通过匹配找到6个等效水高格网时序文件。  
>> 参数设置结果已输入系统!  
\*\* 点击[开始运算]控件按钮, 或[开始运算]工具按钮.....  
\*\* 计算过程需要等待... 期间可去结果时序文件目录C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/load...  
\*\* 每个结果文件头文件最后1列为实例后的残差负荷等效水高格网时序文件名通配符, 表示该文

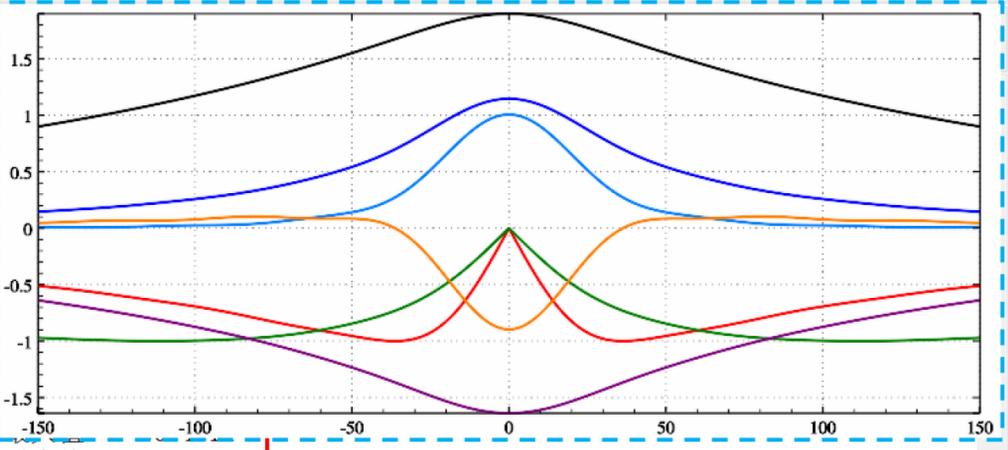
>> 开始时间: 2023-08-23 22:36:20

>> 20180131 负荷等效水高逼近结果统计:

原始观测残差等效水高cm统计平均值	-22.9259	标准差	22.8930	最小值	-146.8799
第0次迭代残差等效水高cm统计平均值	-0.0597	标准差	6.5916	最小值	-47.1482
第1次迭代残差等效水高cm统计平均值	-0.0023	标准差	4.8068	最小值	-32.8357
				最大值	30.5937

>> 20180328 负荷等效水高逼近结果统计:

原始观测残差等效水高cm统计平均值	-40.4567	标准差	31.3639	最小值	-191.3139	最大值	75.7880
第0次迭代残差等效水高cm统计平均值	0.0142	标准差	7.6739	最小值	-61.1308	最大值	43.1178
第1次迭代残差等效水高cm统计平均值	-0.0006	标准差	5.8826	最小值	-41.5994	最大值	38.0255



累积SRBF逼近参数设置

选择SRBF类型 Poisson小波核

多极次数m 0

最小阶数 45

最大阶数 1800

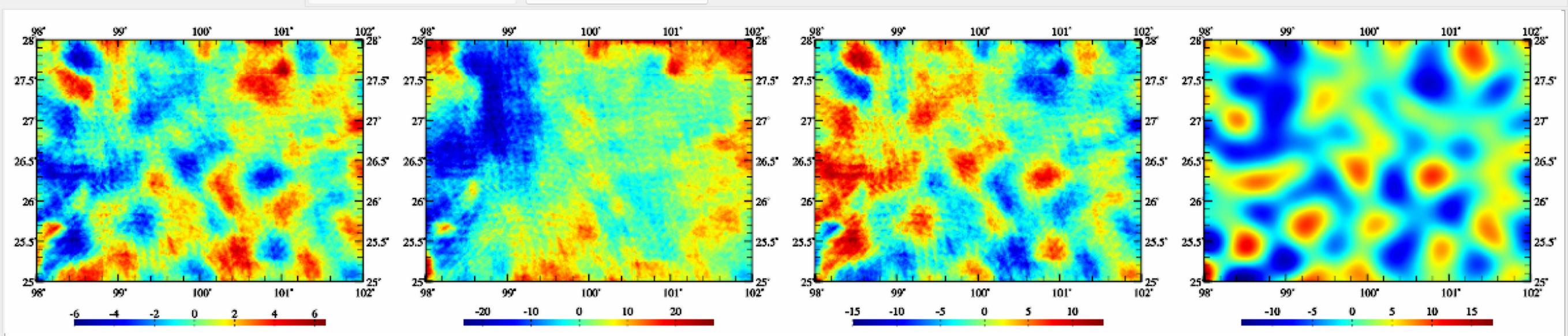
Bjerhammar球面埋藏深度D 20.0km

SRBF中心作用距离 90km

Reuter格网等级K 1800

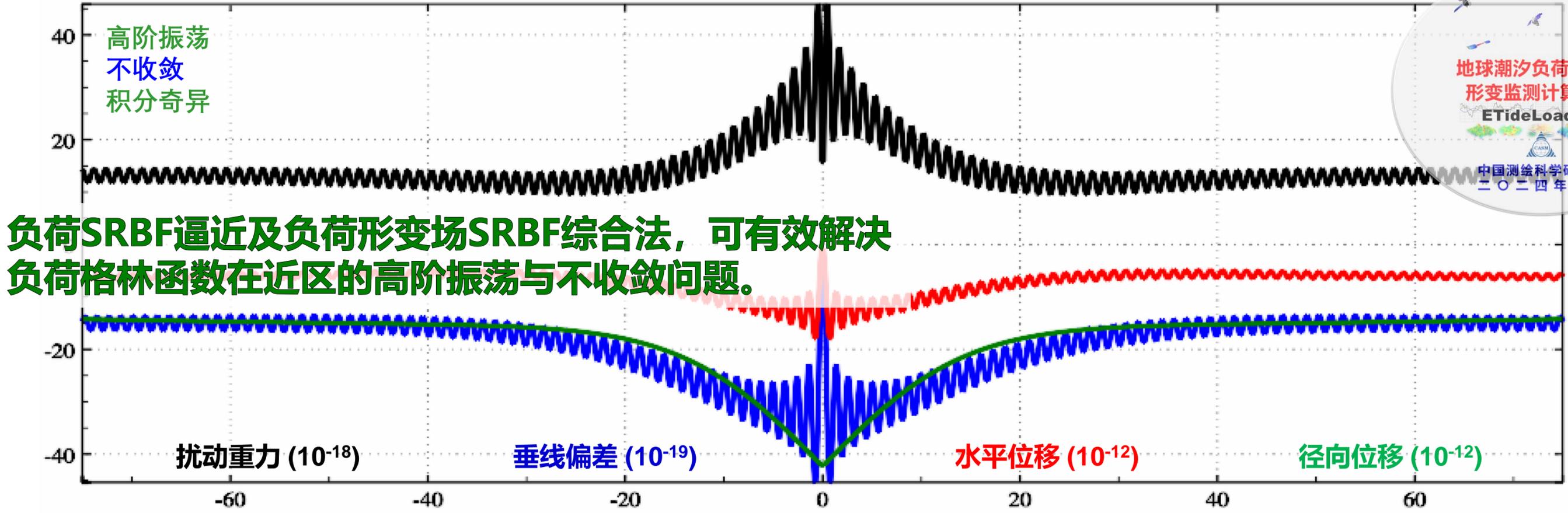
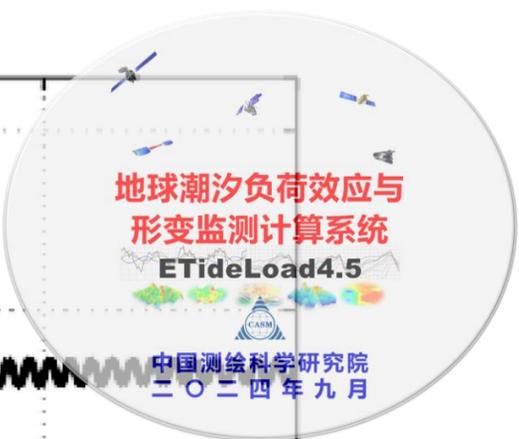
选择法方程解算方法 LU三角分解法    设置累积逼近次数 1

C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/loadfmtewhSRBFs/SRBFrntdfmtmgrd/rntSRBFs20181205.ewh  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/loadfmtewhSRBFs/SRBFrntdfmtmgrd/rntSRBFs20181205.ksi  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/loadfmtewhSRBFs/SRBFrntdfmtmgrd/rntSRBFs20181205.gra  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/loadfmtewhSRBFs/SRBFrntdfmtmgrd/rntSRBFs20181205.rga  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/loadfmtewhSRBFs/SRBFrntdfmtmgrd/rntSRBFs20181205.dft  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/loadfmtewhSRBFs/SRBFrntdfmtmgrd/rntSRBFs20181205.vdf  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/loadfmtewhSRBFs/SRBFrntdfmtmgrd/rntSRBFs20181205.dph  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/loadfmtewhSRBFs/SRBFrntdfmtmgrd/rntSRBFs20181205.dpr  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/loadfmtewhSRBFs/SRBFrntdfmtmgrd/rntSRBFs20181205.nmh  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/loadfmtewhSRBFs/SRBFrntdfmtmgrd/rntSRBFs20181205.grr



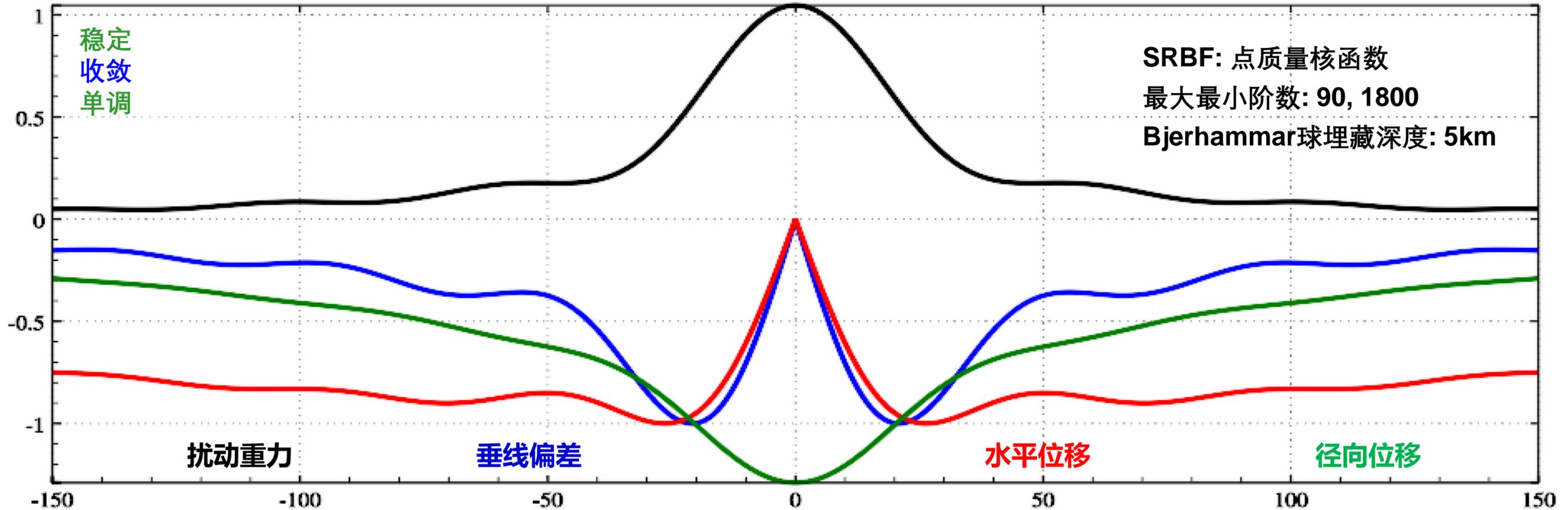
高程异常变化mm      地面重力变化μGal      地面大地高变化mm      重力梯度径向mE

参数设置优化与累积逼近有效性原则: ① 负荷形变场空间连续可微, ② 负荷等效水高残差标准差明显减小, 残差统计平均值趋于零。



负荷SRBF逼近及负荷形变场SRBF综合法，可有效解决负荷格林函数在近区的高阶振荡与不收敛问题。

扰动位微分量负荷Green函数（间接影响）近区性质



扰动位微分量负荷效应SRBF近区性质

# 多源异质监测量空域格林积分法负荷形变场估计



多源异质监测量空域格林积分法负荷形变场估计
多种监测量时序格林积分法负荷形变场时序计算
查看样例

打开站点监测量记录时序文件

设置记录时序文件

头文件首个采样时刻列序号

记录中首次采样列序号

监测量类型列序号

监测量权值列序号

当前监测量列序号

监测站点平均间距

设置算法参数

格林函数积分半径

Laplace算子权值

边缘效应抑制参数n

累积逼近次数

选择可调控监测量

调控监测量贡献率κ

选择法方程解算方法

>> 计算过程 \*\* 操作提示

③扰动重力变化(μGal) Greengravdist\*\*\*.dat,  
 ④地倾斜向量变化(SW, mas)Greengrndtilt\*\*\*.dat,  
 ⑤垂线偏差向量变化(SW, mas)Greenvertdefl\*\*\*.dat,  
 ⑥水平位移向量(EN, mm)Greenhorzdisp\*\*\*.dat,  
 ⑦大地高变化(mm) Greenelliphgt\*\*\*.dat,  
 ⑧正(常)高变化(mm) Greenorthohgt\*\*\*.dat,  
 ⑨扰动重力梯度变化(径向, 0.1E) Greengradient\*\*\*.dat与  
 ⑩水平重力梯度向量变化(NW, E)Greenhorzgrad\*\*\*.dat。

>> 参数设置结果已输入系统!  
 \*\* 点击[开始运算]控件按钮, 或[开始运算]工具按钮。计算过程需要等待...  
 \*\* 输入监测量记录时序文件的历元数14, 采样数14。

>> 开始时间: 2023-04-23 16:50:16  
 >> 完成地表负荷及其大地测量全要素形变效应格网计算!  
 >> 结束时间: 2023-04-23 16:50:38

监测历元2015011612

提取负荷形变

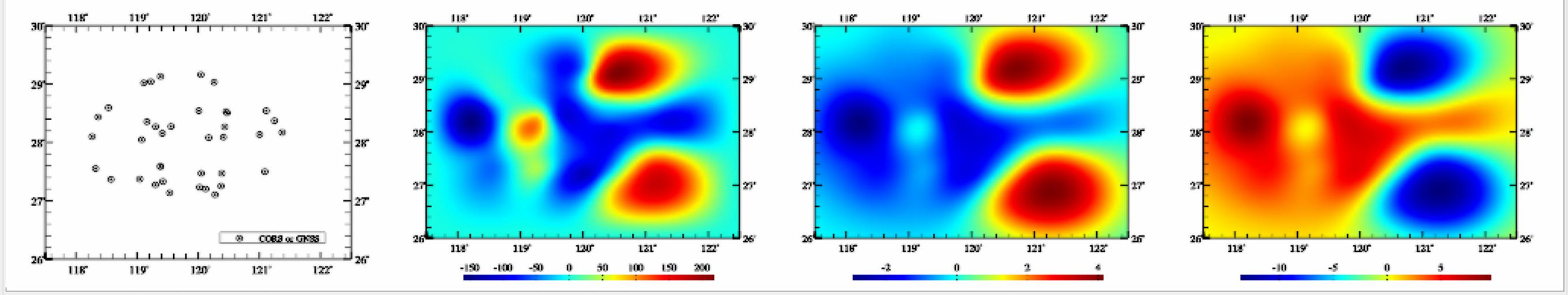
图形绘制

打开计算面高度格网文件
选择或创建结果保存目录
参数设置输入
开始计算

```

C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/LoadestimateGreen/CORSrst\Greenterrgrav2015011612.dat
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/LoadestimateGreen/CORSrst\Greengravdist2015011612.dat
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/LoadestimateGreen/CORSrst\Greengrndtilt2015011612.dat
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/LoadestimateGreen/CORSrst\Greenvertdefl2015011612.dat
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/LoadestimateGreen/CORSrst\Greenhorzdisp2015011612.dat
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/LoadestimateGreen/CORSrst\Greenelliphgt2015011612.dat
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/LoadestimateGreen/CORSrst\Greenorthohgt2015011612.dat
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/LoadestimateGreen/CORSrst\Greengradient2015011612.dat
C:/ETideLoad4.5_win64cn/examples/LoadestimateGreen/CORSrst\Greenhorzgrad2015011612.dat
  
```

1	Ellipsoidal height: 4																			
2	0	1.7766	3.2313	-8.9800	7.4500															
3	1	0.3286	2.2558	-4.9274	4.9968															
4	2	0.1675	2.0032	-4.3414	5.0377															
5	3	0.1153	1.8889	-4.1849	5.0883															
6	4	0.0859	1.8167	-4.0914	5.0790															
7	CORS	121.3725	28.1708	1.00	4	2.3100	1.6172	1.0548	0.6971	0.4791										
8	CORS	121.2459	28.3706	1.00	4	1.2300	0.8346	0.4550	0.2343	0.1192										
9	CORS	121.1122	28.5421	1.00	4	-1.3400	-0.6261	-0.4211	-0.3030	-0.2100										
10	CORS	121.0901	27.5005	1.00	4	-4.5000	-2.1868	-1.0137	-0.4215	-0.1123										
11	CORS	121.0032	28.1351	1.00	4	2.0800	1.0451	0.4916	0.1822	0.0000										
12	CORS	120.4708	28.5056	1.00	4	0.6900	1.0113	1.2289	1.3109	1.3161										



监测站点空间分布      地表负荷变化cm      地面重力变化μGal      正(常)高变化mm

● 监测量可包括: 1 (GNSS水准网点) 高程异常变化mm, 2 (流动重力GNSS或固体潮CORS并置站点) 扰动重力变化 μGal, 3 (流动重力或固体潮站点) 地面重力变化 μGal, 4 (CORS站点或流动GNSS点) 大地高变化mm, 5 (流动水准网点) 正常高变化mm。  
 ● 参数设置优化与累积逼近有效性原则: ①负荷及其形变场空间连续可微, ②监测量的残差标准差明显减小, 统计平均值趋于零。

# 多源异质监测量空域格林积分法负荷形变场估计



多源异质监测量空域格林积分法负荷形变场估计 | 多种监测量时序格林积分法负荷形变场时序计算 | 查看样例

**打开站点监测量记录时序文件**

设置记录时序文件

头文件首个采样时刻列序号

记录中首次采样列序号

监测量类型列序号

监测量权值列序号

当前监测量列序号

监测站点平均间距

设置算法参数

格林函数积分半径

Laplace算子权值

边缘效应抑制参数n

累积逼近次数

选择可调控监测量

调控监测量贡献率κ

选择法方程解算方法

监测历元2015011612

提取负荷形变 | 图形绘制 ↓

>> 计算过程 \*\* 操作提示

>> 打开站点监测量记录时序文件C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateGreen/heterobstm.txt。  
 \*\* 观察下方窗口文件信息，设置监测量记录时序文件参数...

>> 打开计算面高度格网文件C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateGreen/dtm3m.dat。  
 >> 选择或创建结果保存目录C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateGreen/Htrgrst。  
 >> 程序在当前目录下输出结果负荷等效水高格网文件ewh\*\*\*.dat、监测量残差文件rnt\*\*\*.txt和如下10种负荷形变场格网文件。\*\*\*为原监测量记录时序头文件中的采样历元时刻，用于标识负荷形变场格网采样历元时刻。负荷形变场格网头文件最后1列属性为采样历元时刻。

\*\*

- ① 高程异常(大地水准面)变化(mm) Greengeoid\*\*\*.dat,
- ② 地面重力变化(μGal) Greenterrgrav\*\*\*.dat,
- ③ 扰动重力变化(μGal) Greengravdist\*\*\*.dat,
- ④ 地倾斜向量变化(SW, mas)Greengrndtilt\*\*\*.dat,
- ⑤ 垂线偏差向量变化(SW, mas)Greenvertdefl\*\*\*.dat,
- ⑥ 水平位移向量(EN, mm)Greenhorzdisp\*\*\*.dat,
- ⑦ 大地高变化(mm) Greenelliphgt\*\*\*.dat,
- ⑧ 正(常)高变化(mm) Greenorthobat\*\*\*.dat

**打开计算面高度格网文件** | **选择或创**

C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateGreen/heterobstm.txt

C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateGreen/dtm3m.dat

C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateGreen/Htrgrst

C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateGreen/ewh\*\*\*.dat

C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateGreen/rnt\*\*\*.txt

C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateGreen/Greengeoid\*\*\*.dat

C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateGreen/Greenterrgrav\*\*\*.dat

C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateGreen/Greengravdist\*\*\*.dat

C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateGreen/Greengrndtilt\*\*\*.dat

C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateGreen/Greenvertdefl\*\*\*.dat

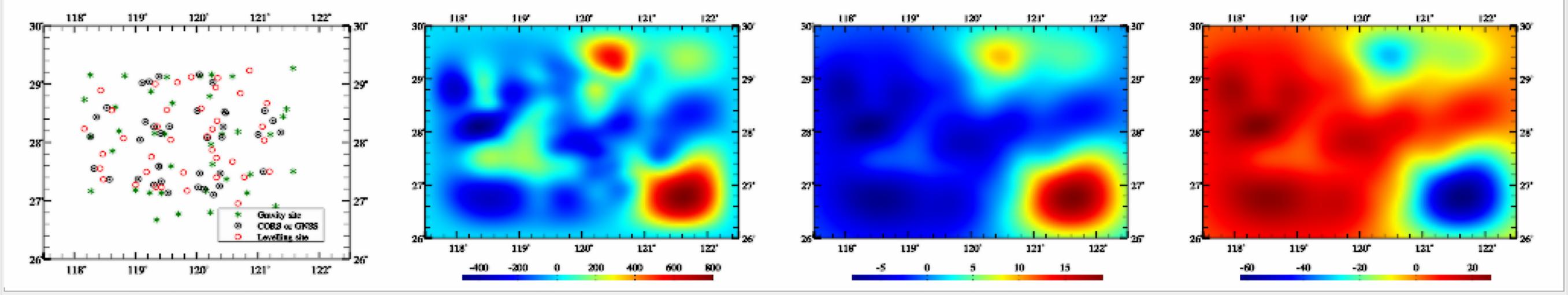
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateGreen/Greenhorzdisp\*\*\*.dat

C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateGreen/Greenelliphgt\*\*\*.dat

C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateGreen/Greenorthobat\*\*\*.dat

rnt2015011612.txt

1	Ground gravity:	3			
2	0	-0.4407	1.4142	-3.0183	3.3379
3	1	-0.3125	0.6984	-1.9231	1.2868
4	2	-0.2842	0.5902	-1.8335	0.8414
5	3	-0.2637	0.5525	-1.7824	0.649
6	Ellipsoidal height:	4			
7	0	1.7766	3.2313	-8.9800	7.4500
8	1	-0.4914	1.7976	-4.7782	3.6445
9	2	-0.5387	1.5568	-4.6761	3.6567
10	3	-0.4819	1.4070	-4.6110	3.6812
11	Normal Height:	5			
12	0	1.8945	4.6217	-8.8449	9.5600
13	1	-0.0740	3.5283	-5.4473	10.445
14	2	-0.2436	4.8341	-8.0203	13.686
15	3	-0.3736	5.2738	-10.0280	14.288
16	gravity	121.5725	29.2708	1.00	3
17	gravity	121.4659	28.5706	1.00	3
18	gravity	121.4122	28.4421	1.00	3
19	gravity	121.2901	26.9005	1.00	3
20	gravity	121.2032	28.1351	1.00	3



监测站点空间分布 | 地表负荷变化cm | 地面重力变化μGal | 正(常)高变化mm

● 监测量可包括：1 (GNSS水准网点) 高程异常变化mm, 2 (流动重力GNSS或固体潮CORS并置站点) 扰动重力变化 μGal, 3 (流动重力或固体潮站点) 地面重力变化 μGal, 4 (CORS站点或流动GNSS点) 大地高变化mm, 5 (流动水准网点) 正常高变化mm。

● 参数设置优化与累积逼近有效性原则：① 负荷及其形变场空间连续可微，② 监测量的残差标准差明显减小，统计平均值趋于零。

# 多种监测量时序格林积分法负荷形变场时序计算



多源异质监测量空域格林积分法负荷形变场估计 | **多种监测量时序格林积分法负荷形变场时序计算** | 查看样例

**打开站点监测量记录时序文件**

设置记录时序文件

头文件首个采样时刻列序号: 2

记录中首次采样列序号: 7

监测量类型列序号: 6

监测量权值列序号: 5

监测站点平均间距: 20.0 km

设置算法参数

格林函数积分半径: 150 km

Laplace算子权值: 0.3000

边缘效应抑制参数n: 1

累积逼近次数: 2

选择可调控监测量: 地面重力  $\mu$  Gal

调控监测量贡献率  $\kappa$ : 1.00

选择法方程解算方法: LU三角分解法

>> 计算过程 \*\* 操作提示

>> [功能]由各种大地测量监测量时间序列,以负荷格林函数积分为动力学约束,计算地表负荷等效水高(cm),高程异常(大地水准面mm)、扰动重力( $\mu$ Gal)、地倾斜(mas)、垂线偏差(mas)、地面水平位移(mm)、大地高(mm)、正(常)高(mm)、扰动重力梯度(mE)与水平重力梯度(mE)负荷形变效应格网时间序列。

\*\* 输入头文件含时间序列的采样历元时刻。记录格式: 站点名称, 经度, 纬度, ..., 监测量类型, 监测量权, ..., 与头文件采样历元时刻一一对应的时序采样值(缺省值9999.0000)。

>> 打开站点监测量记录时序文件C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateGreen/heterobstm.txt。

\*\* 观察下方窗口文件信息,设置监测量记录时序文件参数...

>> 打开计算面高度格网文件C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateGreen/dtm3m.dat。

>> 选择或创建结果保存目录C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateGreen/Htrgrst。

>> 程序在当前目录下输出结果负荷等效水高格网文件ewh\*\*\*.dat、监测量残差文件rnt\*\*\*.txt和如下格网文件。\*\*\*为原监测量记录时序头文件中的采样历元时刻,用于标识负荷形变场格网采样历元时刻。负荷形变场格网头文件最后输出采样历元时刻。

\*\* ①高程异常(大地水准面)变化(mm) Greengeoid\*\*\*.dat,  
 ②地面重力变化( $\mu$ Gal) Greenterrgrav\*\*\*.dat,  
 ③扰动重力变化( $\mu$ Gal) Greengravdist\*\*\*.dat.

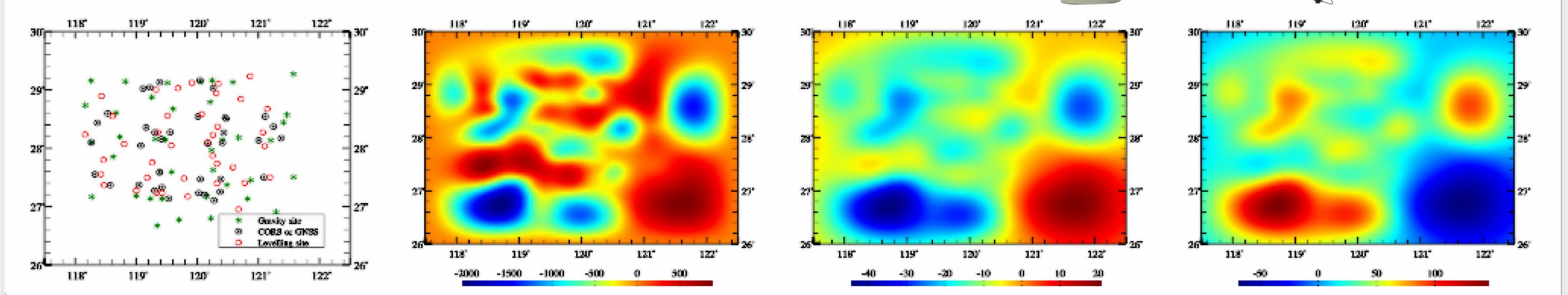
打开计算面高度格网文件 | 选择或创建结果保存目录

参数设置输入 | 开始计算

C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateGreen/Htrgrst\Greenterrgrav\16021512.dat  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateGreen/Htrgrst\Greengravdist\16021512.dat  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateGreen/Htrgrst\Greenterrtilt\16021512.dat  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateGreen/Htrgrst\Greenterrdefl\16021512.dat  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateGreen/Htrgrst\Greenterrhorzdis\16021512.dat  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateGreen/Htrgrst\Greenterrvertdis\16021512.dat  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateGreen/Htrgrst\Greenterrhohgt\16021512.dat  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateGreen/Htrgrst\Greenterrgradient\16021512.dat  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateGreen/Htrgrst\Greenterrdiagrad\16021512.dat

监测历元2016021512

提取负荷形变 | 图形绘制



监测站点空间分布 | 地表负荷变化cm | 地面重力变化 $\mu$ Gal | 正(常)高变化mm

● 监测量可包括: 1 (GNSS水准网点) 高程异常变化mm, 2 (流动重力GNSS或固体潮CORS并置站点) 扰动重力变化  $\mu$  Gal, 3 (流动重力或固体潮站点) 地面重力变化  $\mu$  Gal, 4 (CORS站点或流动GNSS点) 大地高变化mm, 5 (流动水准网点) 正常高变化mm。

● 参数设置优化与累积逼近有效性原则: ①负荷及其形变场空间连续可微, ②监测量的残差标准差明显减小, 统计平均值趋于零。

# SRBF逼近法陆地水及负荷形变场多种异质协同监测

多种监测量陆地水及负荷形变场球面径向基函数逼近 | 多种监测量时序陆地水及其负荷形变场时序SRBF逼近 | 多种异质监测量负荷形变场SRBF逼近算法

设置记录时序文件

头文件首个采样时刻列序号 2

记录中首次采样列序号 7

监测量类型列序号 6

监测量权值列序号 5

当前监测量列序号 7

监测站点平均间距 5.0 km

设置首次SRBF逼近参数

选择SRBF类型 径向多极子核

多极次数m 0

最小阶数 9

最大阶数 900

Bjerhammar球面埋藏深度D 1.0km

SRBF中心作用距离 120km

选择法方程解算方法 LU三角分解法

设置累积逼近次数 1

累积SRBF逼近参数设置

选择SRBF类型 Possion小波核

多极次数m 0

最小阶数 720

最大阶数 1800

Bjerhammar球面埋藏深度D 5.0km

SRBF中心作用距离 60km

打开多种监测量记录时序文件 | 打开计算面高度格网文件 | 选择或创建结果目录 | 计算信息保存

>> [功能]由CORS站或流动GNSS、固体潮站或流动重力、流动水准监测网等观测的GNSS水准高程异常(mm)、扰动重力( $\mu\text{Gal}$ )、地面重力( $\mu\text{Gal}$ )、地面大地高(mm)、正(常)高(mm)或等效水高(cm)等地面监测量,按照谱域球面径向基函数负荷形变场逼近算法,估计区域陆地水及其负荷形变场格网,包括地表负荷等效水高(cm),高程异常(大地水准面mm)、地面重力( $\mu\text{Gal}$ )、扰动重力( $\mu\text{Gal}$ )、地倾斜(mas)、垂线偏差(mas)、地面水平位移(mm)、大地高(mm)、正(常)高(mm)、扰动重力梯度(mE)与水平重力梯度(mE)负荷形变效应格网。

\*\* 输入头文件含时序采样历元时刻。记录格式:站名,经度,纬度,...,监测量权,监测量类型,...,与头文件采样历元一一对应的时序采样值(缺省值9999.0000)。

>> 打开站点监测量记录时序文件C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateSRBF/CORSadj.txt。

\*\* 观察下方窗口文件信息,设置监测量记录时序文件参数...

>> 打开计算面高度格网文件C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateSRBF/dtm3m.dat。

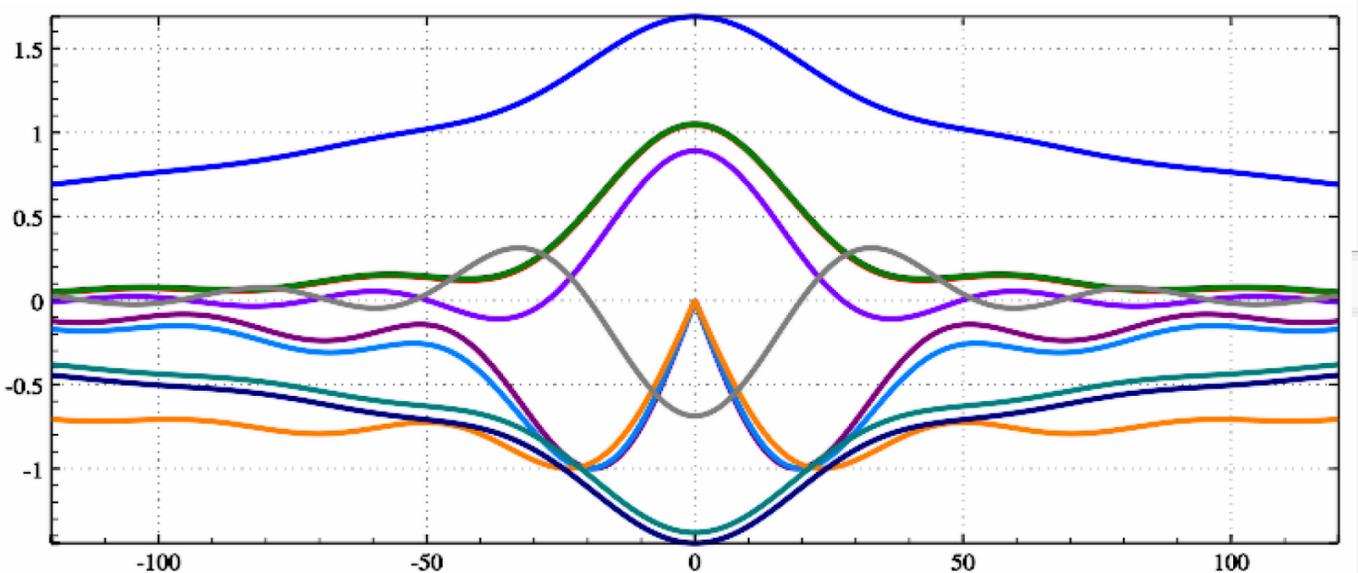
>> 选择或创建结果保存目录C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateSRBF/CORSrst。

>> 程序在当前目录下输出结果负荷等效水高格网文件ewh\*\*\*.dat、监测量残差文件rnt\*\*\*.txt和如下10种负荷形变场格网文件。\*\*\*为原监测量记录时序头文件中的采样历元时刻,用于标识负荷形变场格网采样历元时刻。负荷形变场格网头文件最后1列属性为采样历元时刻。

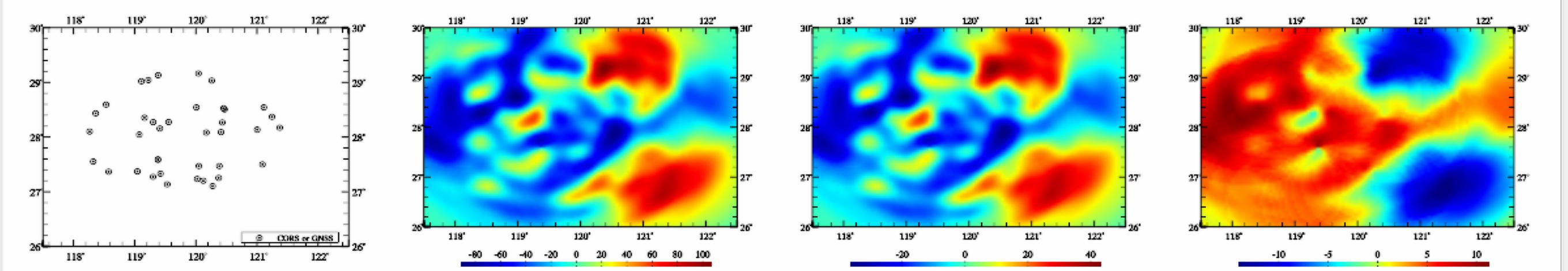
- \*\* ①高程异常(大地水准面)变化(mm) SRBFgeoid\*\*\*.dat,  
 ②地面重力变化( $\mu\text{Gal}$ ) SRBFterrgrav\*\*\*.dat,  
 ③扰动重力变化( $\mu\text{Gal}$ ) SRBFgravdist\*\*\*.dat,  
 ④地倾斜向量变化(SW, mas) SRBFgrndtilt\*\*\*.dat,  
 ⑤垂线偏差向量变化(SW, mas) SRBFvertdefl\*\*\*.dat,  
 ⑥水平位移向量(EN, mm) SRBFhorzdisp\*\*\*.dat,  
 ⑦大地高变化(mm) SRBFelliphgt\*\*\*.dat,  
 ⑧正(常)高变化(mm) SRBForthohgt\*\*\*.dat,  
 ⑨扰动重力梯度变化(径向, mE) SRBFgradient\*\*\*.dat与  
 ⑩水平重力梯度向量变化(NW, mE) SRBFhorzgrad\*\*\*.dat。

选择可控监测量 地面重力  $\mu\text{Gal}$  调控监测量贡献率  $\kappa$

C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateSRBF/COI  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateSRBF/COI  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateSRBF/COI  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateSRBF/COI  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateSRBF/COI  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateSRBF/COI  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateSRBF/COI  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateSRBF/COI



输入输出数据显示 ↑ | 提取负荷形变场 | 图形绘制 ↓ | 监测历元2015011612



监测站点空间分布 | 地表负荷变化cm | 地面重力变化 $\mu\text{Gal}$  | 正(常)高变化mm

● 监测量类似可包括: 1 (GNSS水准网点) 高程异常变化mm, 2 (流动重力GNSS或固体潮CORS并置站点) 扰动重力变化  $\mu\text{Gal}$ , 3 (流动重力或固体潮站点) 地面重力变化  $\mu\text{Gal}$ , 4 (CORS站点或流动GNSS点) 大地高变化mm, 5 (流动水准网点) 正(常)高变化mm, 6 (水文站点) 等效水高变化cm。

● 参数设置优化与累积逼近有效性原则: ①负荷及其形变场空间连续可微, ②监测量的残差标准差明显减小, 残差统计平均值趋于零。

# SRBF逼近法陆地水及负荷形变场多种异质协同监测

多种监测量陆地水及负荷形变场球面径向基函数逼近    多种监测量时序陆地水及其负荷形变场时序SRBF逼近    多种异质监测量负荷形变场SRBF逼近算法

设置记录时序文件

头文件首个采样时刻列序号 2

记录中首次采样列序号 7

监测量类型列序号 6

监测量权值列序号 5

当前监测量列序号 7

监测站点平均间距 5.0 km

设置首次SRBF逼近参数

选择SRBF类型 径向多极子核

多极次数m 0

最小阶数 9

最大阶数 900

Bjerhammar球面埋藏深度D 1.0km

SRBF中心作用距离 120km

选择法方程解算方法 LU三角分解法

设置累积逼近次数 1

累积SRBF逼近参数设置

选择SRBF类型 Possion小波核

多极次数m 0

最小阶数 720

最大阶数 1800

Bjerhammar球面埋藏深度D 5.0km

SRBF中心作用距离 60km

打开多种监测量记录时序文件    打开计算面高度格网文件    选择或创建结果目录    计算信息保存

>> [功能]由CORS站或流动GNSS、固体潮站或流动重力、流动水准监测网等观测的GNSS水准高程异常(mm)、扰动重力( $\mu$ Gal)、地面重力( $\mu$ Gal)、地面大地高(mm)、正(常)高(mm)或等效水高(cm)等地面监测量,按照谱域球面径向基函数负荷形变场逼近算法,估计区域陆地水及其负荷形变场格网,包括地表负荷等效水高(cm),高程异常(大地水准面mm)、地面重力( $\mu$ Gal)、扰动重力( $\mu$ Gal)、地倾斜(mas)、垂线偏差(mas)、地面水平位移(mm)、大地高(mm)、正(常)高(mm)、扰动重力梯度(mE)与水平重力梯度(mE)负荷形变效应格网。

\*\* 输入头文件含时序采样历元时刻。记录格式:站名,经度,纬度,...,监测量权,监测量类型,...,与头文件采样历元一一对应的时序采样值(缺省值9999.0000)。

>> 打开站点监测量记录时序文件C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateSRBF/heterobstm.txt。

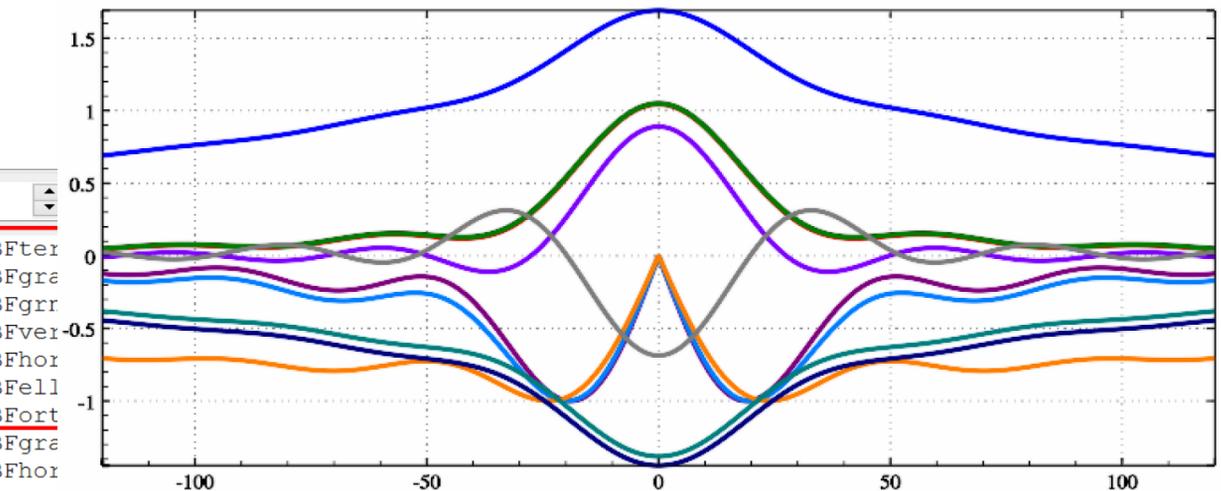
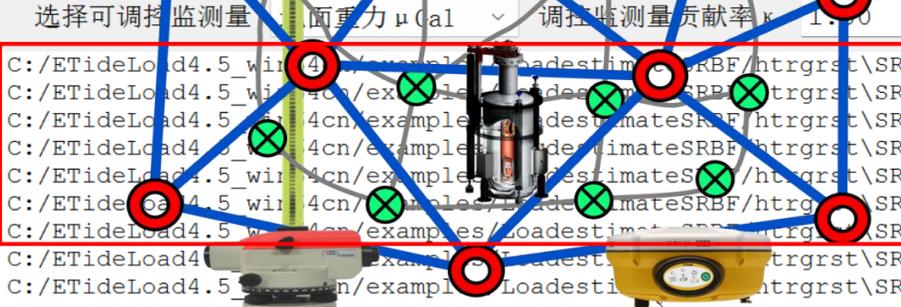
\*\* 观察下方窗口文件信息,设置监测量记录时序文件参数...

>> 打开计算面高度格网文件C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateSRBF/dtm3m.dat。

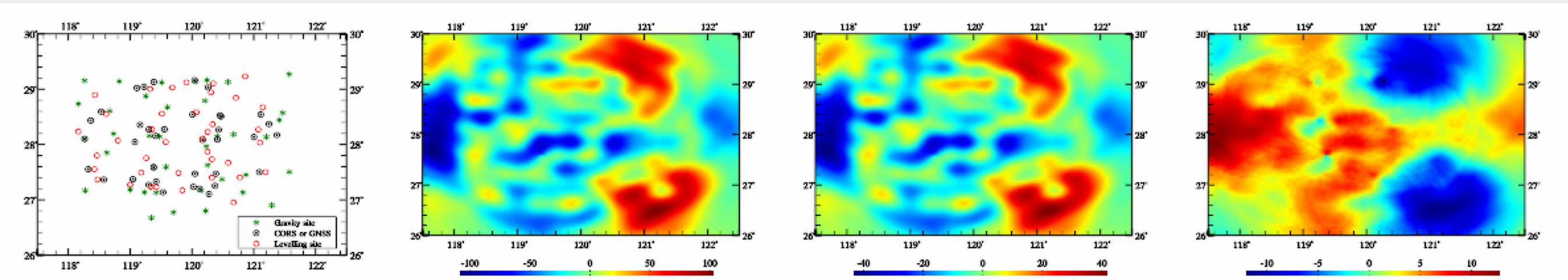
>> 选择或创建结果保存目录C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateSRBF/htrgrst。

>> 程序在当前目录下输出结果负荷等效水高格网文件ewh\*\*\*.dat、监测量残差文件rnt\*\*\*.txt和如下10种负荷形变场格网文件。\*\*\*为原监测量记录时序头文件中的采样历元时刻,用于标识负荷形变场格网采样历元时刻。负荷形变场格网头文件最后1列属性为采样历元时刻。

- \*\* ①高程异常(大地水准面)变化(mm) SRBFgeoid\*\*\*.dat,
- ②地面重力变化( $\mu$ Gal) SRBFterrgrav\*\*\*.dat,
- ③扰动重力变化( $\mu$ Gal) SRBFpertgrav\*\*\*.dat,
- ④地倾斜向量变化(SW, mas) SRBFtilt\*\*\*.dat,
- ⑤垂线偏差向量变化(SW, mas) SRBFdefl\*\*\*.dat,
- ⑥水平位移向量(N, mm) SRBFhorzdisp\*\*\*.dat,
- ⑦大地高变化(mm) SRBFellipht\*\*\*.dat,
- ⑧正(常)高变化(mm) SRBForthoht\*\*\*.dat,
- ⑨扰动重力梯度(径向, mE) SRBFgradient\*\*\*.dat与
- ⑩水平重力梯度(量变化, mE) SRBFhorgrad\*\*\*.dat。



输入输出数据显示 ↑    提取负荷形变场    图形绘制 ↓    监测历元2015011612



● 监测量类似可包括: 1 (GNSS水准网点) 高程异常变化mm, 2 (流动重力GNSS或固体潮CORS并置站点) 扰动重力变化  $\mu$ Gal, 3 (流动重力或固体潮站点) 地面重力变化  $\mu$ Gal, 4 (CORS站点或流动GNSS点) 大地高变化mm, 5 (流动水准网点) 正(常)高变化mm, 6 (水文站点) 等效水高变化cm。

● 参数设置优化与累积逼近有效性原则: ①负荷及其形变场空间连续可微, ②监测量的残差标准差明显减小, 残差统计平均值趋于零。

# 多种监测量时序陆地水及其负荷形变场时序SRBF逼近

多种监测量陆地水及负荷形变场球面径向基函数逼近

多种监测量时序陆地水及其负荷形变场时序SRBF逼近

多种异质监测量负荷形变场SRBF逼近算法

设置记录时序文件

头文件首个采样时刻列序号

记录中首次采样列序号

监测量类型列序号

监测量权值列序号

监测站点平均间距

设置首次SRBF逼近参数

选择SRBF类型

多极次数m

最小阶数

最大阶数

Bjerhammar球面埋藏深度D

SRBF中心作用距离

选择法方程解算方法

设置累积逼近次数

累积SRBF逼近参数设置

选择SRBF类型

多极次数m

最小阶数

最大阶数

Bjerhammar球面埋藏深度D

SRBF中心作用距离

打开多种监测量记录时序文件

打开计算面高度格网文件

选择或创建结果目录

计算信息保存

>> [功能]由各种地面监测量时间序列,按照谱域球面径向基函数负荷形变场逼近算法,计算地表负荷等效水高(cm),高程异常(大地水准面mm)、地面重力( $\mu$ Gal)、扰动重力( $\mu$ Gal)、地倾斜(mas)、垂线偏差(mas)、地面水平位移(mm)、大地高(mm)、正(常)高(mm)、扰动重力梯度(mE)与水平重力梯度(mE)负荷形变效应格网时间序列。

\*\* 输入头文件含时序采样历元时刻。记录格式:站名,经度,纬度,...,监测量权,监测量类型,...,与头文件采样历元一一对应的时序采样值(缺省值9999.0000)。

>> 打开站点监测量记录时序文件C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateSRBF/CORSadj.txt。

\*\* 观察下方窗口文件信息,设置监测量记录时序文件参数...

>> 打开计算面高度格网文件C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateSRBF/dtm3m.dat。

>> 选择或创建结果保存目录C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateSRBF/htrgrst。

>> 程序在当前目录下输出结果负荷等效水高格网文件ewh\*\*\*.dat、监测量残差文件rnt\*\*\*.txt和如下10种负荷形变场格网文件。\*\*\*为原监测量记录时序头文件中的采样历元时刻,用于标识负荷形变场格网采样历元时刻。负荷形变场格网头文件最后1列属性为采样历元时刻。

- \*\* ①高程异常(大地水准面)变化(mm) SRBFgeoid\*\*\*.dat,
- ②地面重力变化( $\mu$ Gal) SRBFterrgrav\*\*\*.dat,
- ③扰动重力变化( $\mu$ Gal) SRBFgravdist\*\*\*.dat,
- ④地倾斜向量变化(SW, mas) SRBFgrndtilt\*\*\*.dat,
- ⑤垂线偏差向量变化(SW, mas) SRBFvertdefl\*\*\*.dat,
- ⑥水平位移向量(EN, mm) SRBFhorzdisp\*\*\*.dat,
- ⑦大地高变化(mm) SRBFelliphgt\*\*\*.dat,
- ⑧正(常)高变化(mm) SRBForthohgt\*\*\*.dat,
- ⑨扰动重力梯度变化(径向, mE) SRBFgradient\*\*\*.dat与
- ⑩水平重力梯度向量变化(NW, mE) SRBFhorzgrad\*\*\*.dat

选择可调控监测量  调控监测量贡献率  $\kappa$

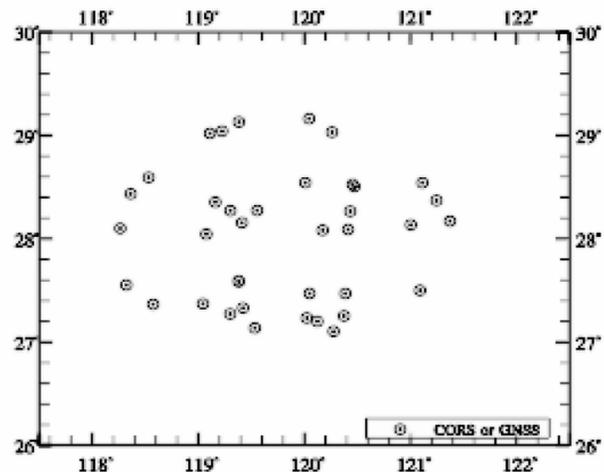
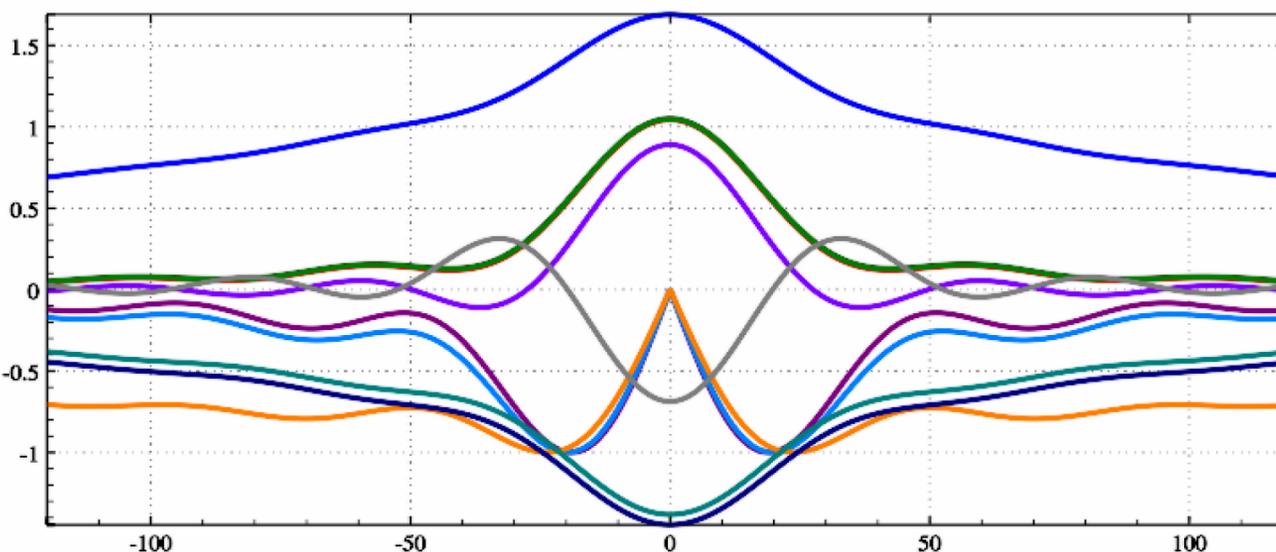
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateSRBF/htrgrst:  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateSRBF/htrgrst:  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateSRBF/htrgrst:  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateSRBF/htrgrst:  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateSRBF/htrgrst:  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateSRBF/htrgrst:  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateSRBF/htrgrst:  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateSRBF/htrgrst:  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateSRBF/htrgrst:  
 C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateSRBF/htrgrst:

输入输出数据显示 ↑

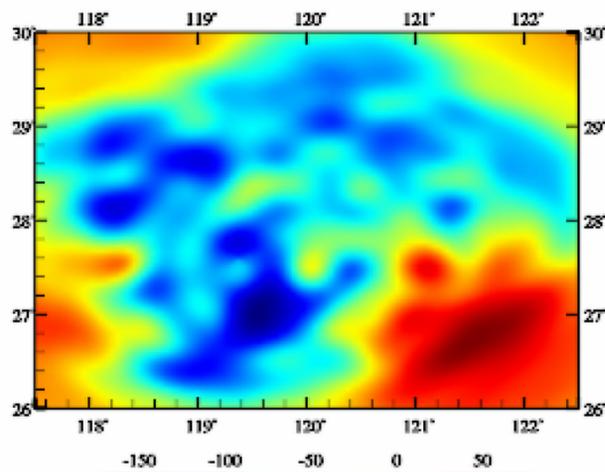
提取负荷形变场

图形绘制 ↓

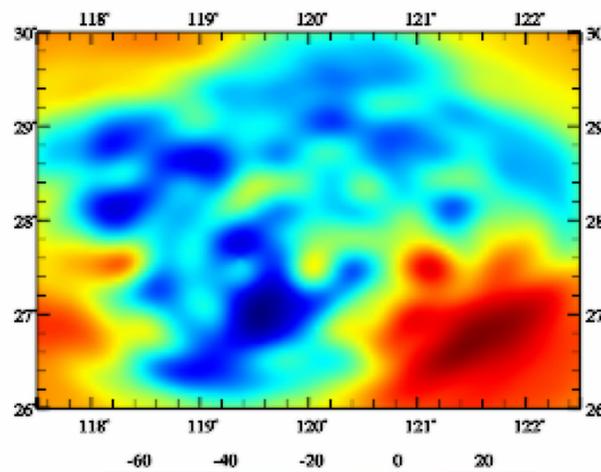
监测历元2016021512



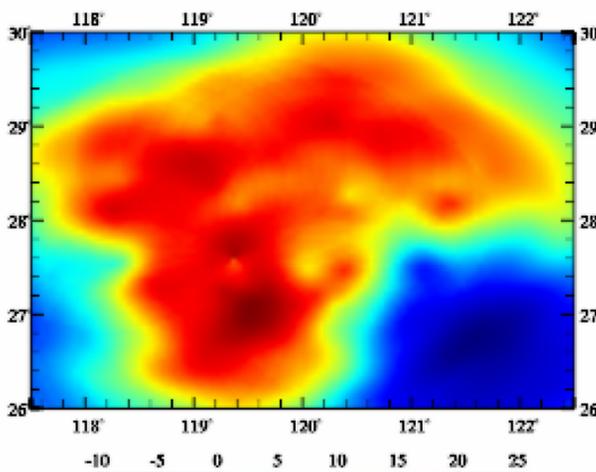
监测站点空间分布



地表负荷变化cm



地面重力变化 $\mu$ Gal



正(常)高变化mm

● 监测量类似可包括: 1 (GNSS水准网点) 高程异常变化mm, 2 (流动重力GNSS或固体潮CORS并置站点) 扰动重力变化 $\mu$ Gal, 3 (流动重力或固体潮站点) 地面重力变化 $\mu$ Gal, 4 (CORS站点或流动GNSS点) 大地高变化mm, 5 (流动水准网点) 正(常)高变化mm, 6 (水文站点) 等效水高变化cm。

● 参数设置优化与累积逼近有效性原则: ①负荷及其形变场空间连续可微, ②监测量的残差标准差明显减小, 残差统计平均值趋于零。

# 多种监测量时序陆地水及其负荷形变场时序SRBF逼近

多种监测量陆地水及负荷形变场球面径向基函数逼近 | 多种监测量时序陆地水及其负荷形变场时序SRBF逼近 | 多种异质监测量负荷形变场SRBF逼近算法

设置记录时序文件

头文件首个采样时刻列序号 2

记录中首次采样列序号 7

监测量类型列序号 6

监测量权值列序号 5

监测站点平均间距 5.0 km

设置首次SRBF逼近参数

选择SRBF类型 径向多极子核

多极次数m 0

最小阶数 9

最大阶数 900

Bjerhammar球面埋藏深度D 1.0km

SRBF中心作用距离 120km

选择法方程解算方法 LU三角分解法

设置累积逼近次数 1

累积SRBF逼近参数设置

选择SRBF类型 Possion小波核

多极次数m 0

最小阶数 720

最大阶数 1800

Bjerhammar球面埋藏深度D 5.0km

SRBF中心作用距离 60km

打开多种监测量记录时序文件 | 打开计算面高度格网文件 | 选择或创建结果目录 | 计算信息保存

>> 程序在当前目录下输出结果负荷等效水高格网文件ewh\*\*\*.dat、监测量残差文件rnt\*\*\*.txt和如下10种负荷形变场格网文件。\*\*\*为原监测量记录时序头文件中的采样历元时刻，用于标识负荷形变场格网采样历元时刻。负荷形变场格网头文件最后1列属性为采样历元时刻。

- \*\* ①高程异常(大地水准面)变化(mm) SRBFgeoid\*\*\*.dat,
- ②地面重力变化( $\mu$ Gal) SRBFterrgrav\*\*\*.dat,
- ③扰动重力变化( $\mu$ Gal) SRBFgravdist\*\*\*.dat,
- ④地倾斜向量变化(SW, mas)SRBFgrndtilt\*\*\*.dat,
- ⑤垂线偏差向量变化(SW, mas)SRBFvertdefl\*\*\*.dat,
- ⑥水平位移向量(EN, mm)SRBFhorzdisp\*\*\*.dat,
- ⑦大地高变化(mm) SRBFelliphgt\*\*\*.dat,
- ⑧正(常)高变化(mm) SRBForthohgt\*\*\*.dat,
- ⑨扰动重力梯度变化(径向, mE) SRBFgrad\*\*\*.dat与
- ⑩水平重力梯度向量变化(NW, mE)SRBFgrad\*\*\*.dat.

>> 参数设置结果已输入系统!

\*\* 点击[开始运算]控件按钮, 或[开始运算]工具按钮。计算过程需要等待...

\*\* 输入监测量记录时序文件的历元数14, 阶数14

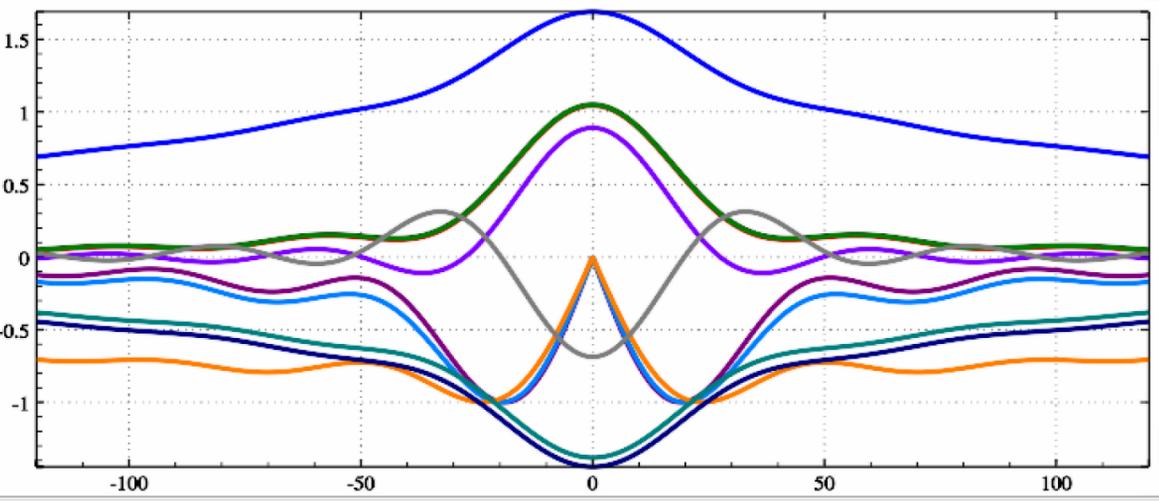
>> 开始时间: 2023-05-10 12:32:48

>> 完成14个历元时刻地表负荷要素形变场格网时间序列计算!

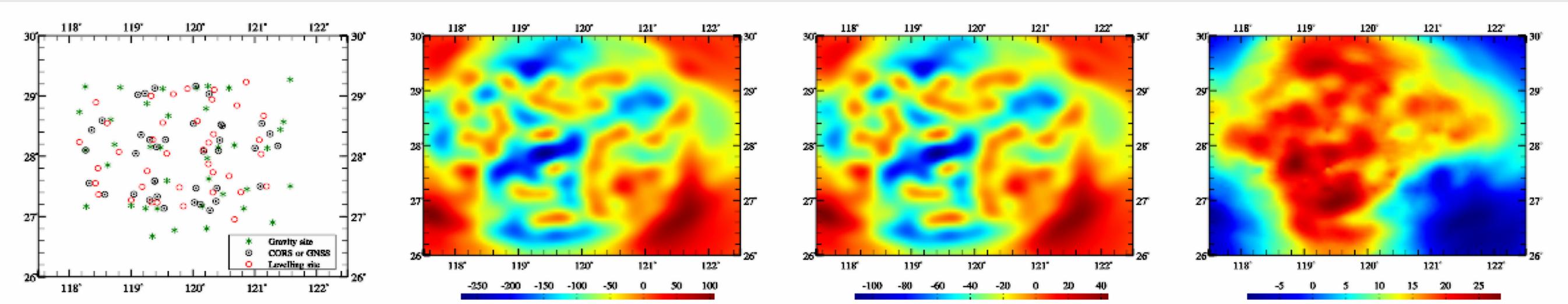
>> 结束时间: 2023-05-10 12:40:29

选择可调控监测量 地面重力 1.00

C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/LoadestimateSRBF/htrgrst/SRBFterrgrav\*\*\*.dat



输入输出数据显示 ↑ | 提取负荷形变场 | 图形绘制 ↓ | 监测历元2016021512



监测站点空间分布 | 地表负荷变化cm | 地面重力变化 $\mu$ Gal | 正(常)高变化mm

● 监测量类似可包括: 1 (GNSS水准网点) 高程异常变化mm, 2 (流动重力GNSS或固体潮CORS并置站点) 扰动重力变化 $\mu$ Gal, 3 (流动重力或固体潮站点) 地面重力变化 $\mu$ Gal, 4 (CORS站点或流动GNSS点) 大地高变化mm, 5 (流动水准网点) 正(常)高变化mm, 6 (水文站点) 等效水高变化cm.

● 参数设置优化与累积逼近有效性原则: ①负荷及其形变场空间连续可微, ②监测量的残差标准差明显减小, 残差统计平均值趋于零.

# 两组向量格网时序内积运算

打开文件

结果保存

设置参数输入

开始运算

操作信息保存

查看样例

(向量) 格网时序差分运算

批量格网的水平梯度计算

两组向量格网时序内积运算

地球潮汐负荷效应与形变监测计算系统

ETideLoad4.5

操作 中国测绘科学研究院 二〇二四年九月

打开目录中任一格网时序文件

设置系列文件名通配符

文件名中首个通配符序号

5

文件名中连续通配符总数

10

梯度向量形式 极坐标(振幅/迟角)

打开第二组任一向量格网时序文件

设置系列文件名通配符

文件名中首个通配符序号

8

文件名中连续通配符总数

8

稳态向量格网文件

>> 提取过程 \*\* 操作提示

C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmgridtdyncalc/gradtm/grad2015111512.dat  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmgridtdyncalc/gradtm/grad2015121612.dat

>> 通过匹配找到12个格网时序文件。

\*\* 按通配符搜索到的向量格网时序文件:

C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmgridtdyncalc/vtmgrid/cxpcbh20150201.txt  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmgridtdyncalc/vtmgrid/cxpcbh20150302.txt  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmgridtdyncalc/vtmgrid/cxpcbh20150403.txt  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmgridtdyncalc/vtmgrid/cxpcbh20150504.txt  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmgridtdyncalc/vtmgrid/cxpcbh20150605.txt  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmgridtdyncalc/vtmgrid/cxpcbh20150706.txt  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmgridtdyncalc/vtmgrid/cxpcbh20150807.txt  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmgridtdyncalc/vtmgrid/cxpcbh20150908.txt  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmgridtdyncalc/vtmgrid/cxpcbh20151009.txt  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmgridtdyncalc/vtmgrid/cxpcbh20151110.txt  
C:/ETideLoad4.5\_win64cn/examples/Loadfmgridtdyncalc/vtmgrid/cxpcbh20151211.txt

>> 通过匹配找到11个向量格网时序文件。

>> 参数设置结果已输入系统!

\*\* 点击[开始运算]控件按钮, 或[开始运算]工具按钮.....

>> 开始时间: 2022-12-01 09:36:12

>> 完成计算! 输出2个向量内积格网时序文件innerp\*\*\*.dat。\*\*\*为格内积网采样时刻, 即头文件第7个属性。

创建结果保存目录

设置参数输入

开始计算

输入输出数据显示 ↓

框口数据保存

4.5\_win64cn > examples > Loadfmgridtdyncalc

在 Loadfmgridtdyncalc 中搜索

diftmgrid

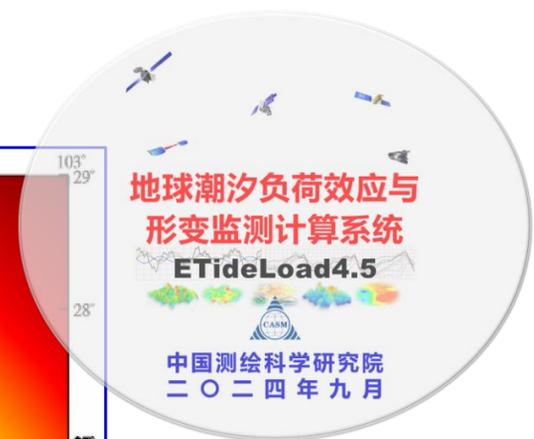
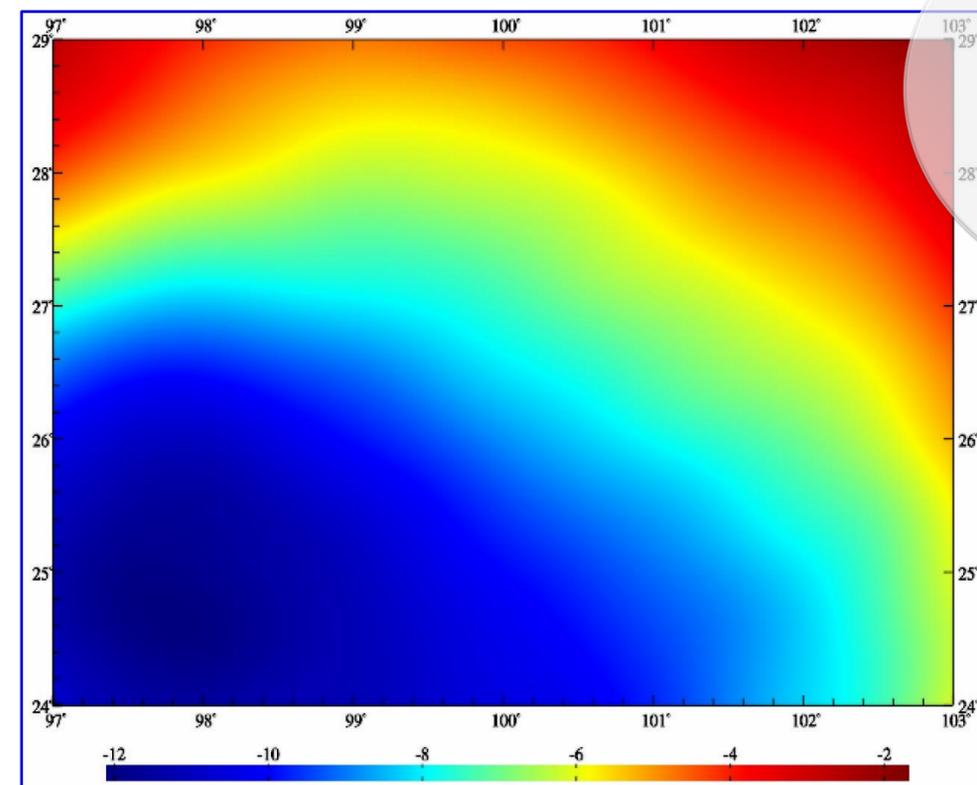
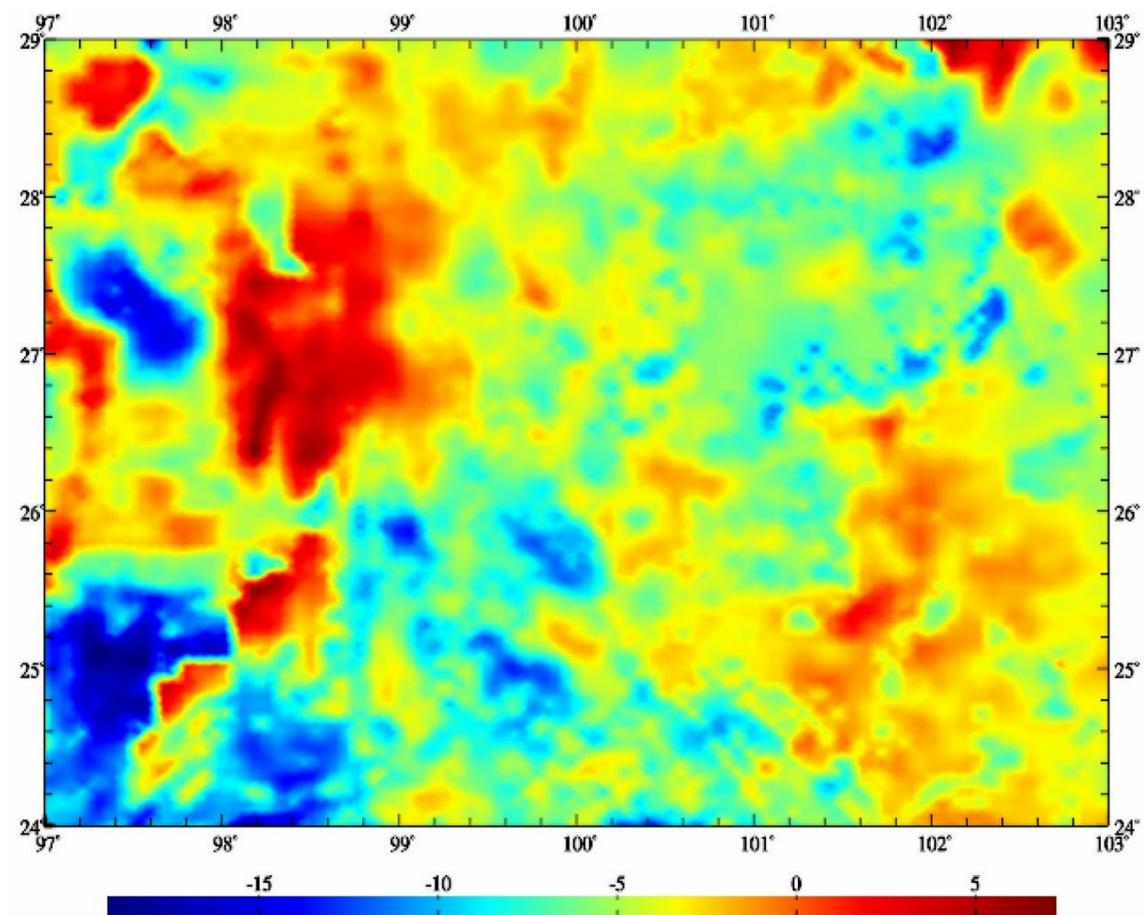
gradtm

inner

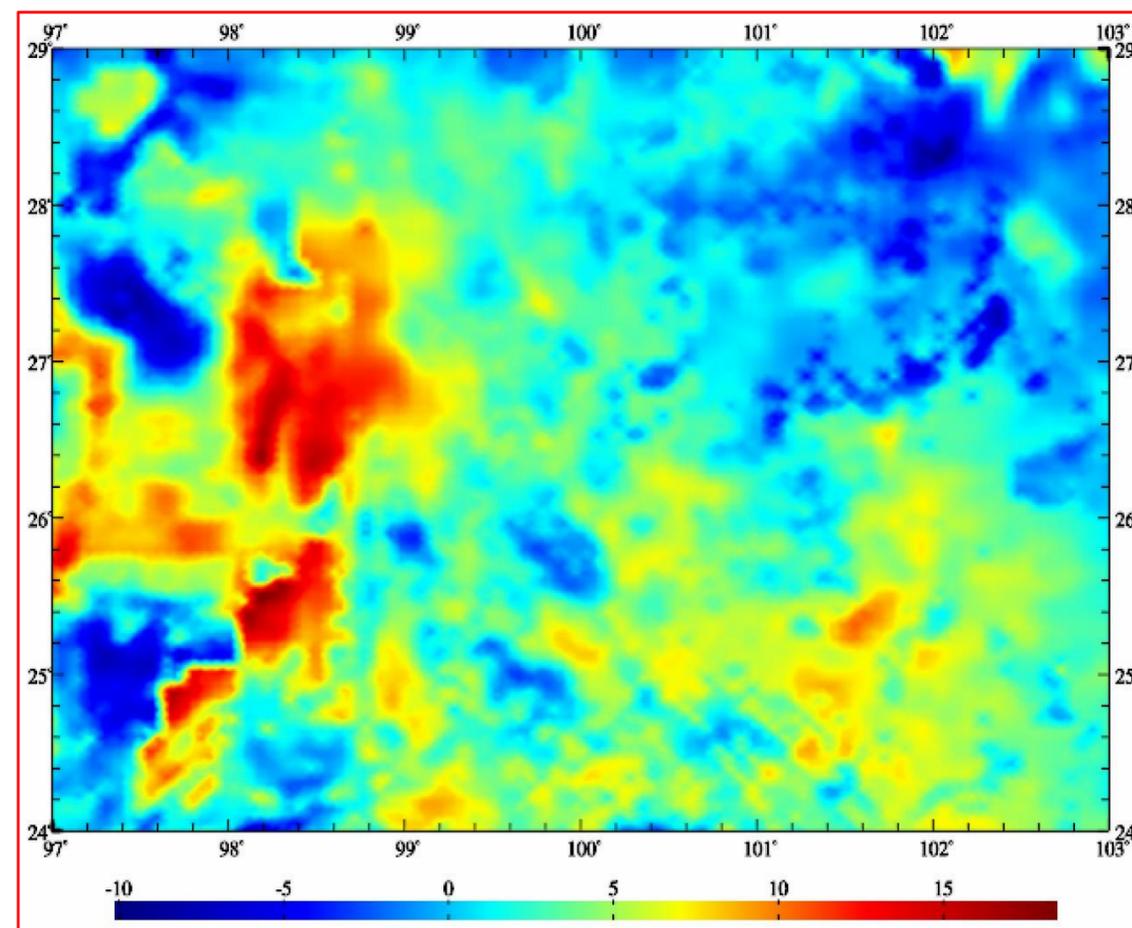
tmgrid

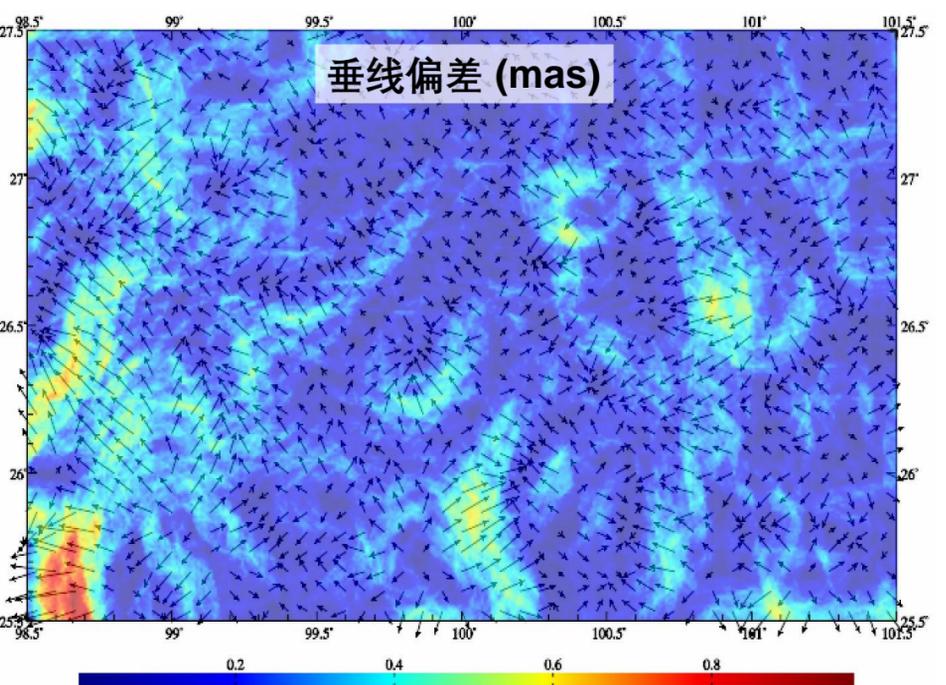
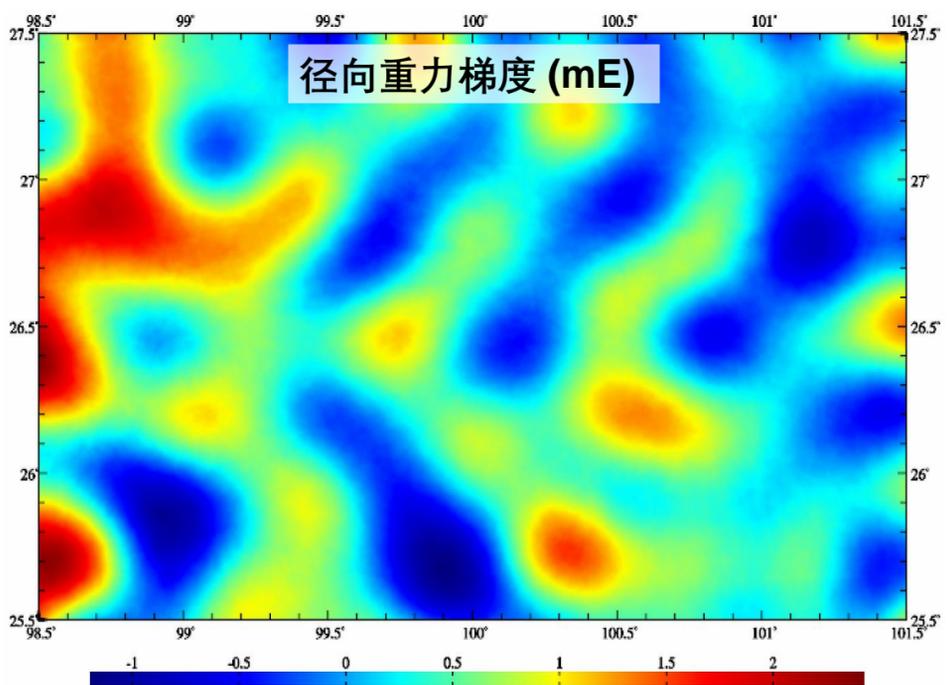
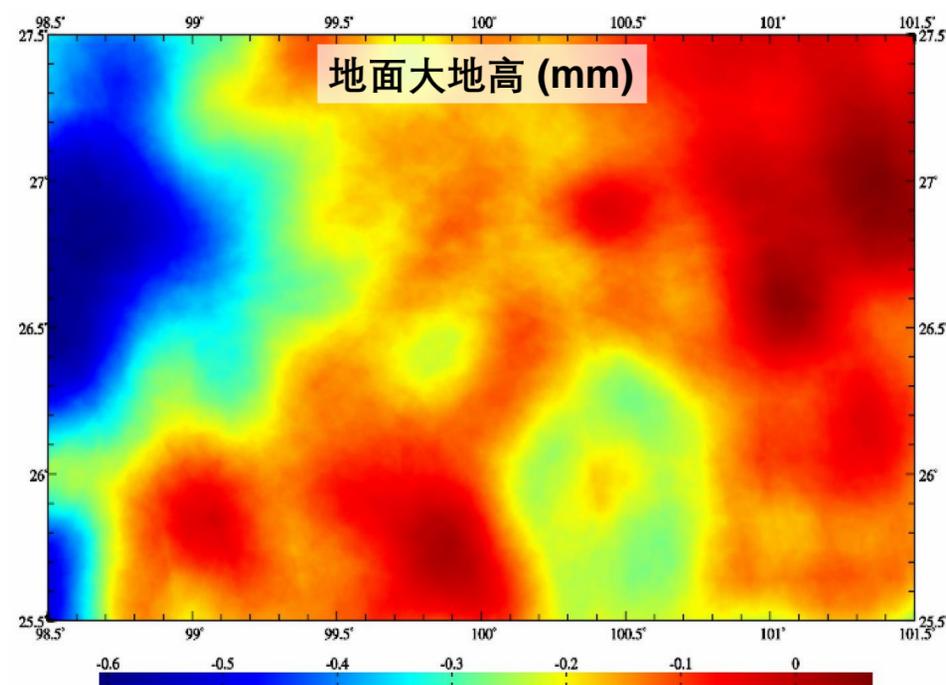
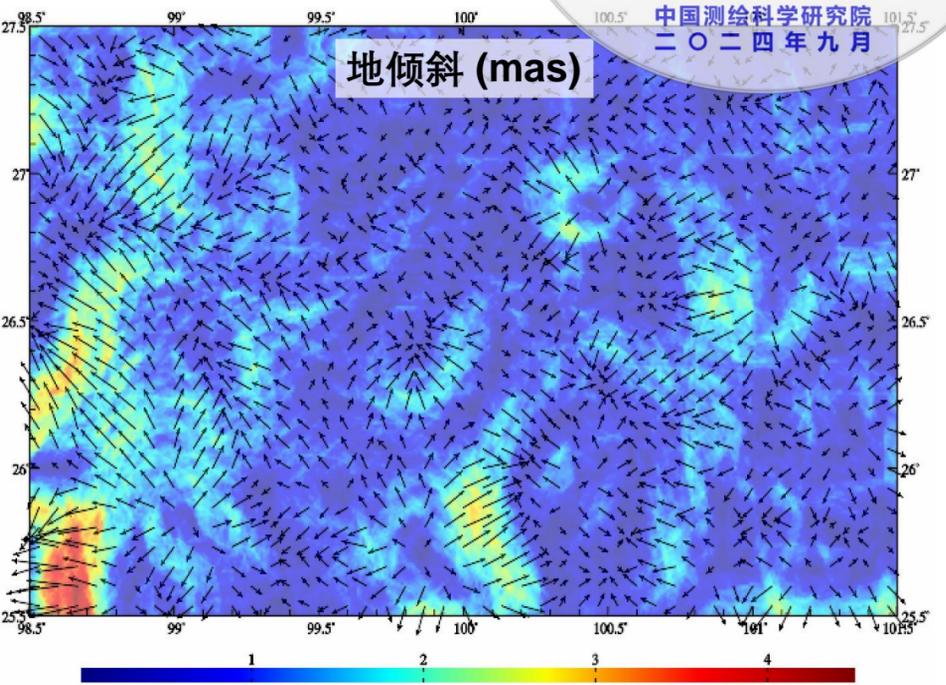
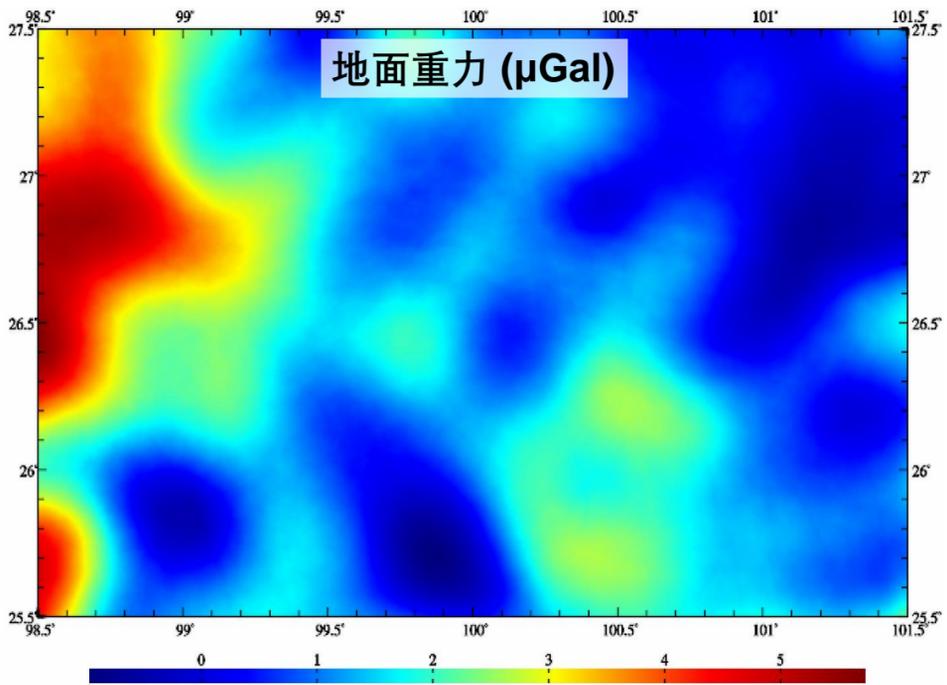
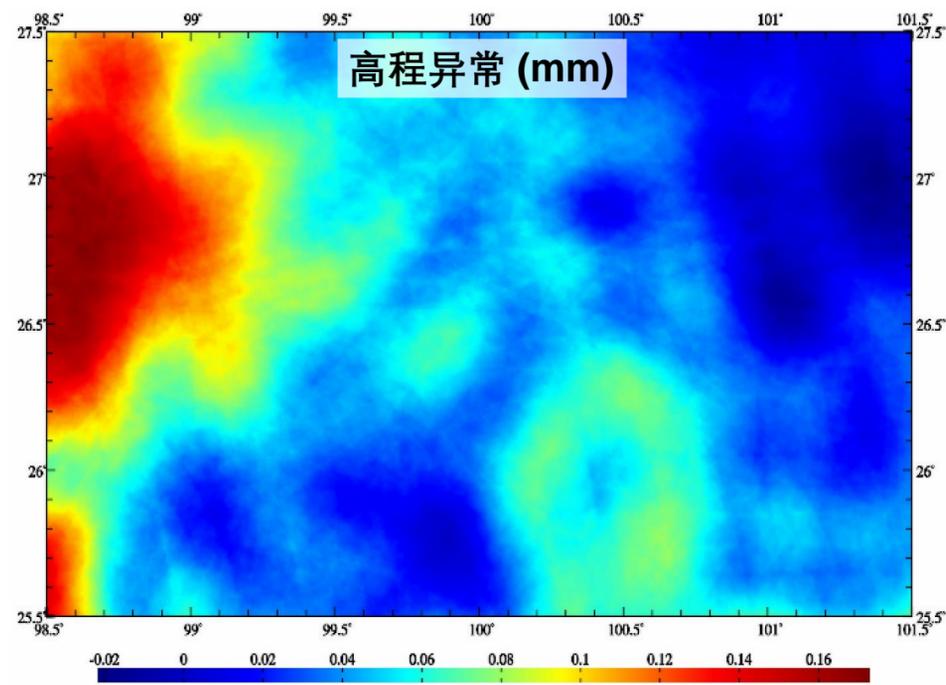
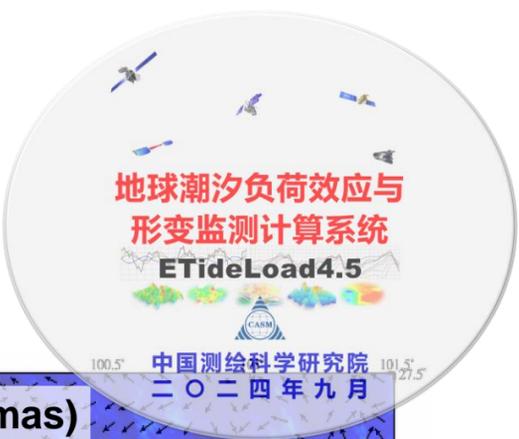
名称	修改日期
innerp2015011612.dat	2022/12/1 9:36
innerp2015031612.dat	2022/12/1 9:36
innerp2015033118.dat	2022/12/1 9:30
innerp2015050106.dat	2022/12/1 9:30
innerp2015053118.dat	2022/12/1 9:30
innerp2015070106.dat	2022/12/1 9:30
innerp2015080100.dat	2022/12/1 9:30
innerp2015083118.dat	2022/12/1 9:30
innerp2015100106.dat	2022/12/1 9:30
innerp2015103118.dat	2022/12/1 9:30
innerp2015120106.dat	2022/12/1 9:30

269E+01 1.5509E+01 1.2393E+01 1.5519E+01  
642E+01 1.2145E+01 1.4673E+01 1.2197E+01

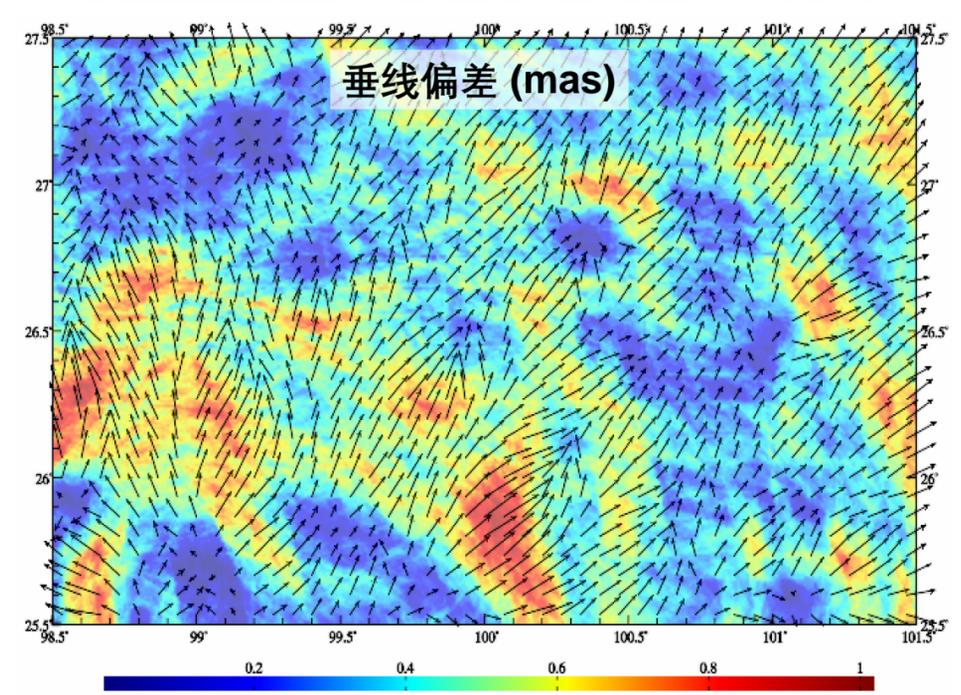
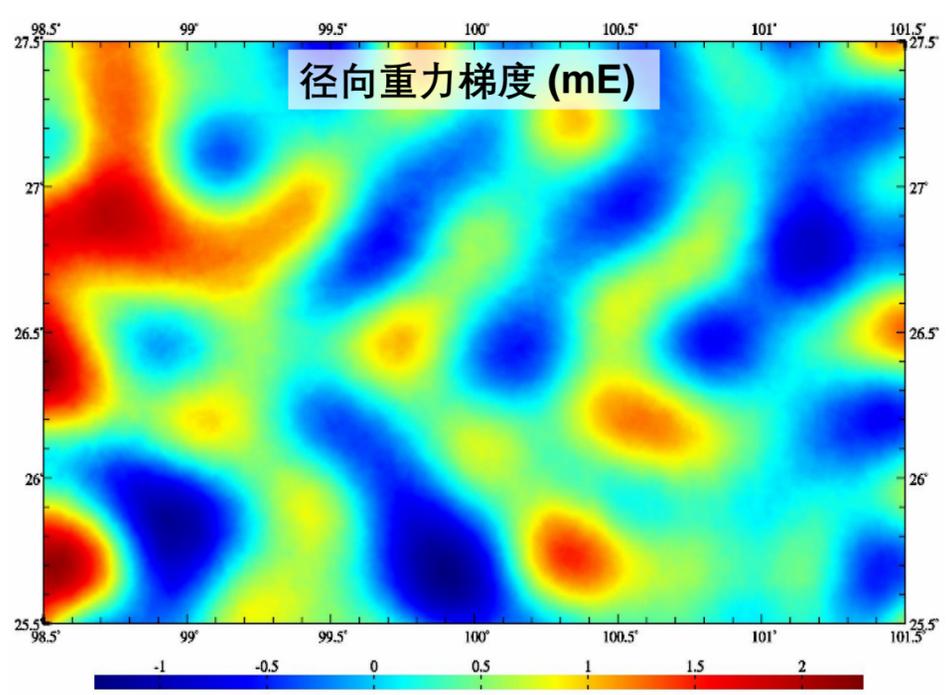
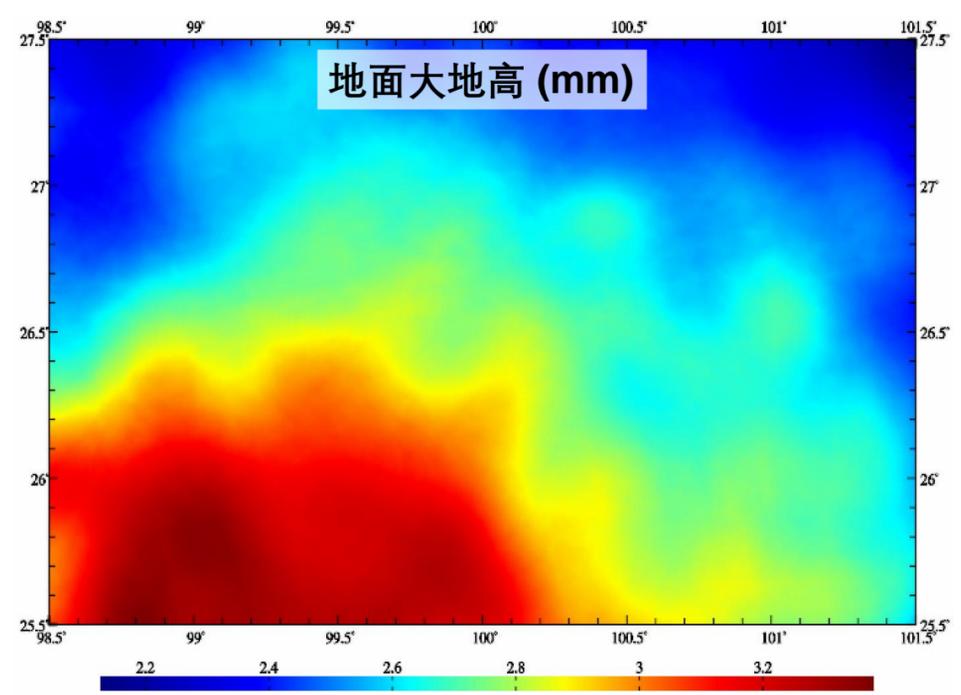
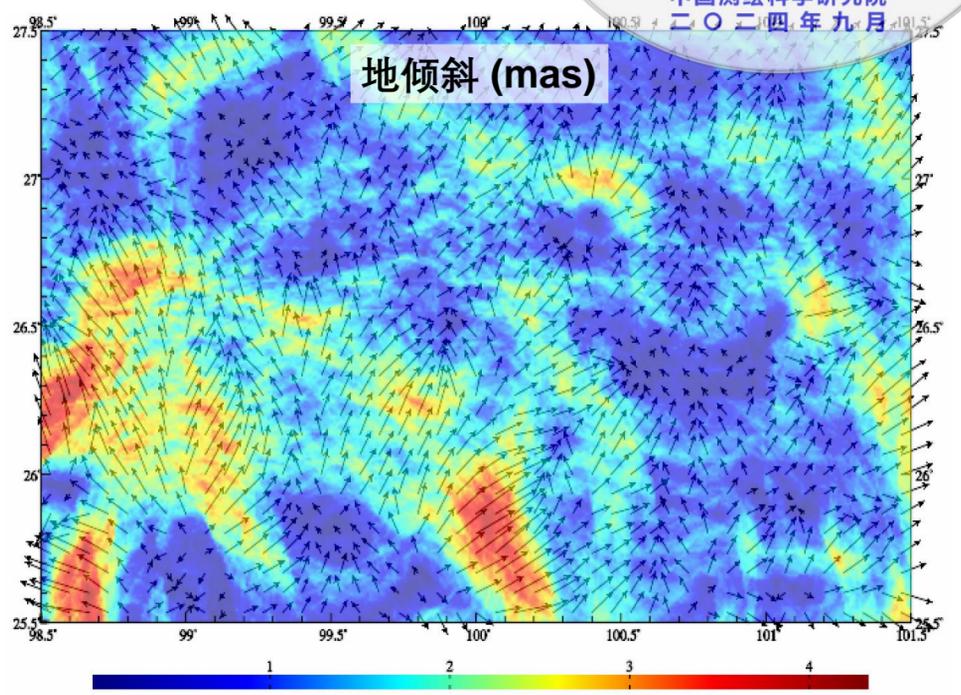
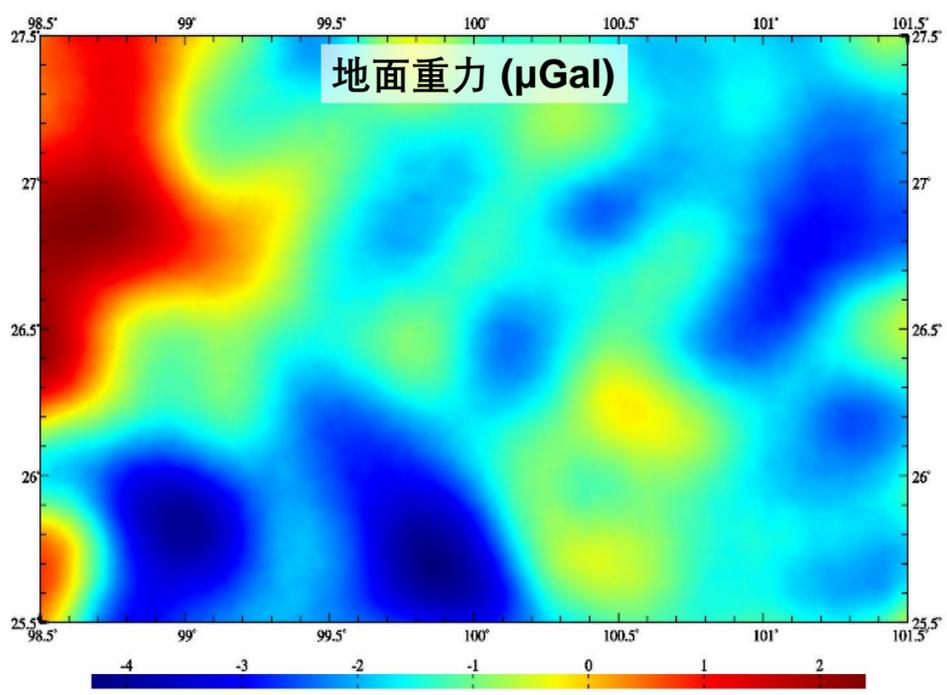
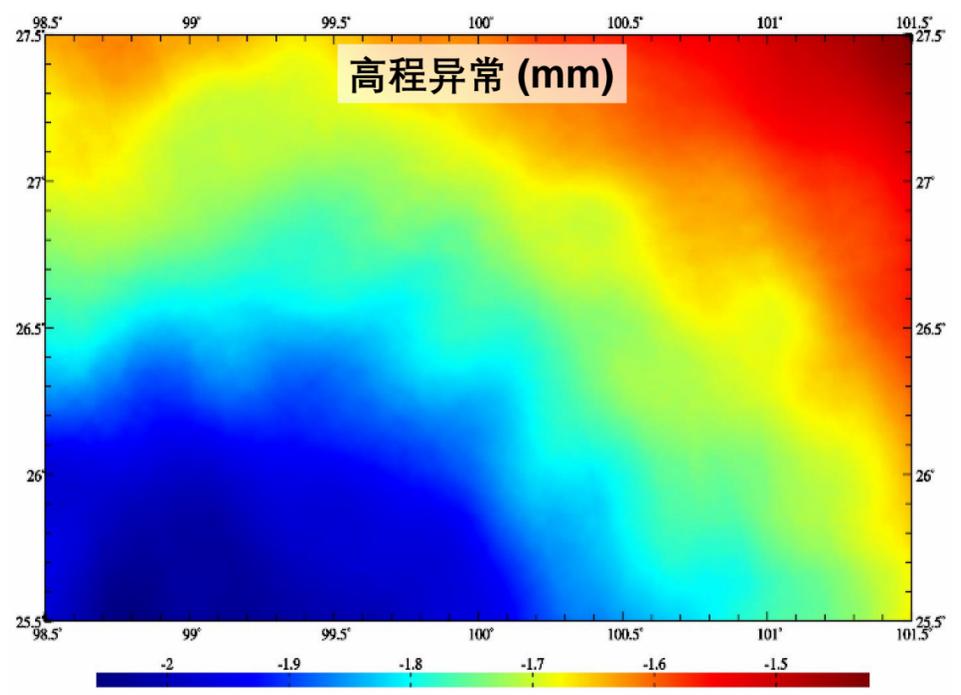


计算区域1'×1'陆地水等效水高变化观测  
量、参考值与残差值 (cm) 格网



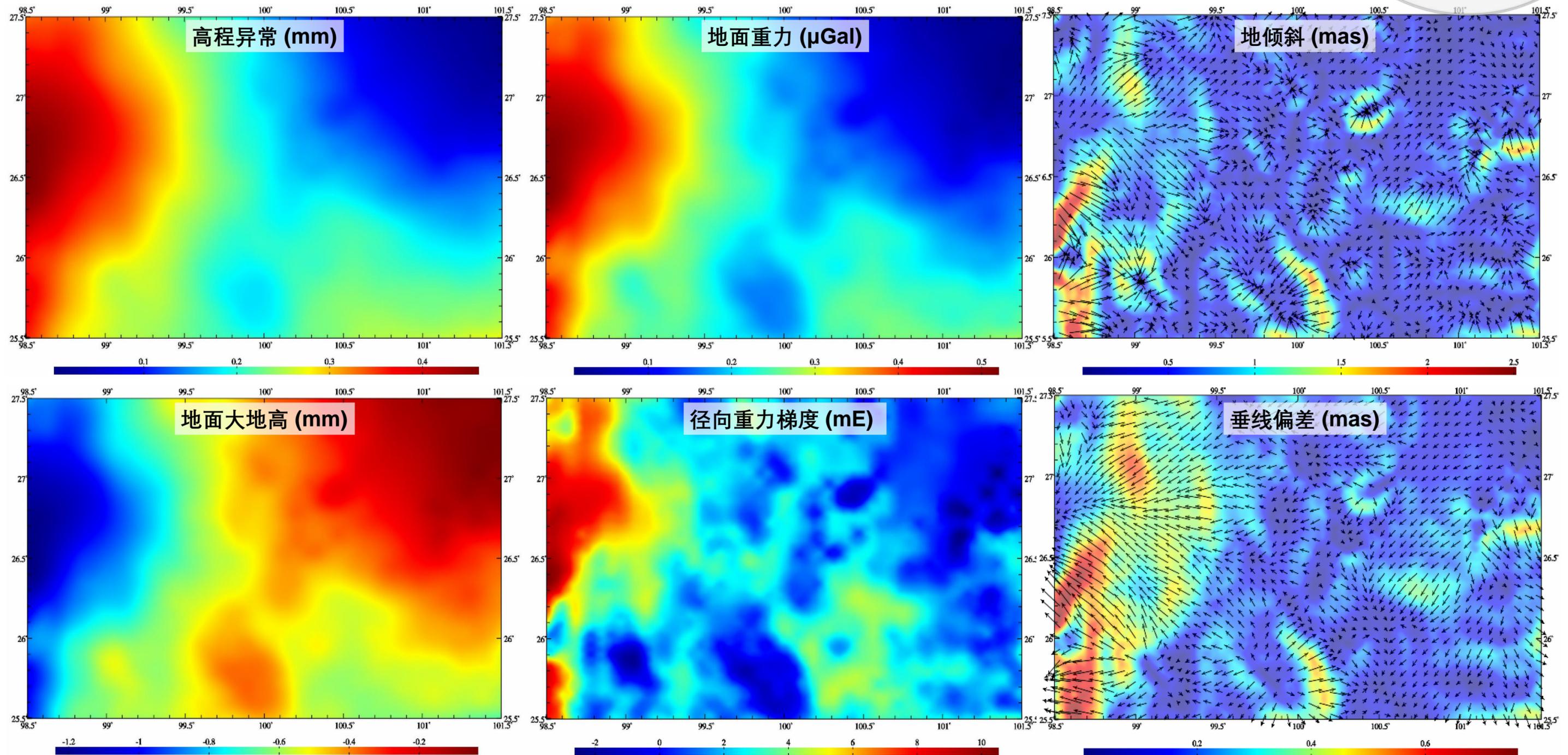


负荷SRBF谱域逼近的1'×1'残差陆地水变化负荷形变场格网

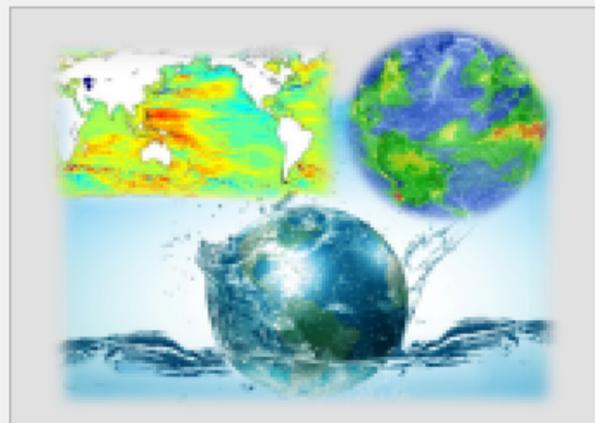


移去-负荷SRBF谱域逼近-恢复法计算的1'×1'陆地水变化负荷形变场格网

负荷格林函数积分与负荷SRBF谱域逼近精化的负荷形变场，各种要素变化的空间分布特征都相似，负荷格林函数积分结果偏大、可靠性低，负荷SRBF谱域逼近结果的空间短波结构丰富、可靠性高。



负荷格林函数积分计算的1'×1'残差陆地水变化负荷形变场格网

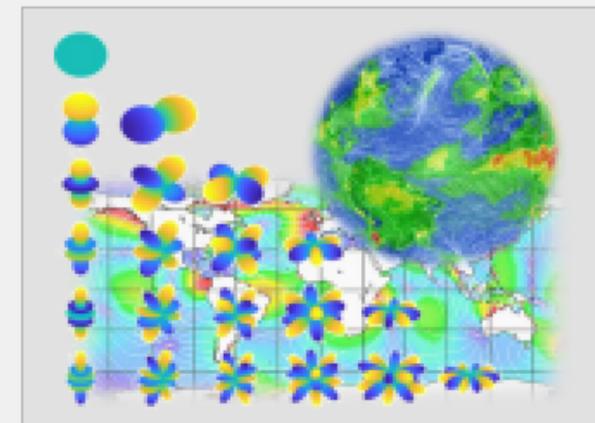


全球地表环境负荷等效水高规格化球谐分析

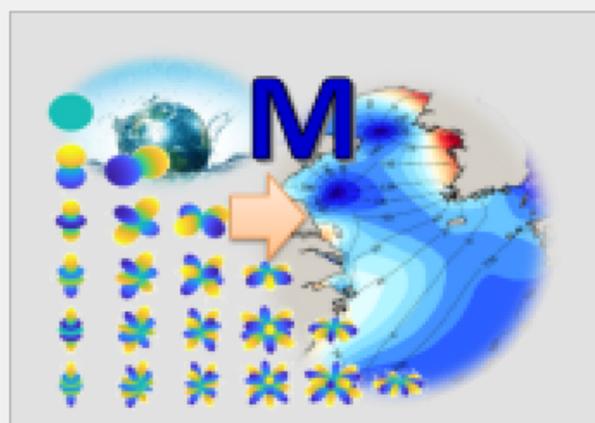
## 多源异质负荷形变场逼近与多种异构协同监测

地球的大气、海平面、土壤水、地下水、江河湖库水和冰川冰盖雪山等地表环境负荷非潮汐变化，导致固体地球形变，既能引起所有类型几何物理大地测量观测量和参数随时间变化，又能被空天地海各种大地测量监测技术定量捕获。

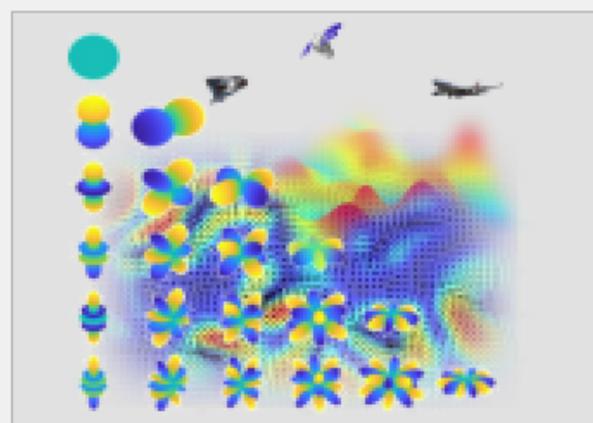
子系统功能构架



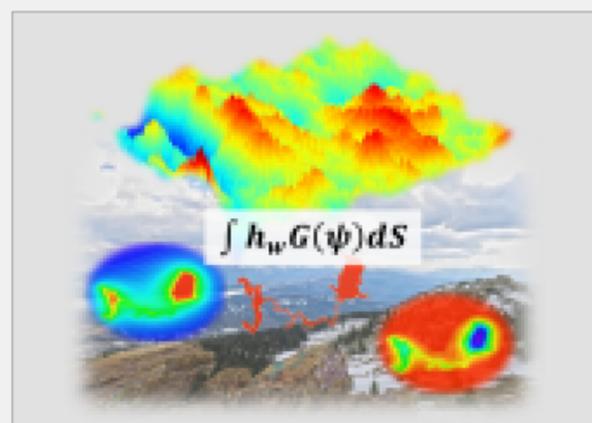
分潮球谐分析与负荷潮球谐系数模型构建



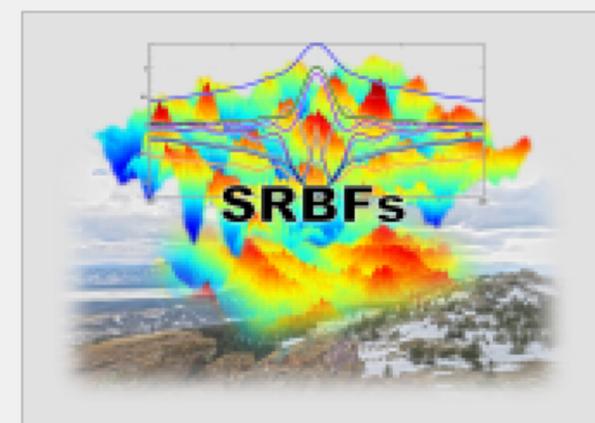
球谐综合法模型等效水高与调和常数计算



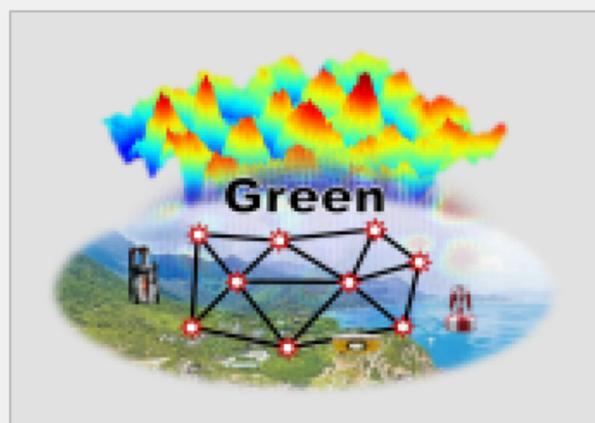
球谐综合法负荷形变场及时变重力场计算



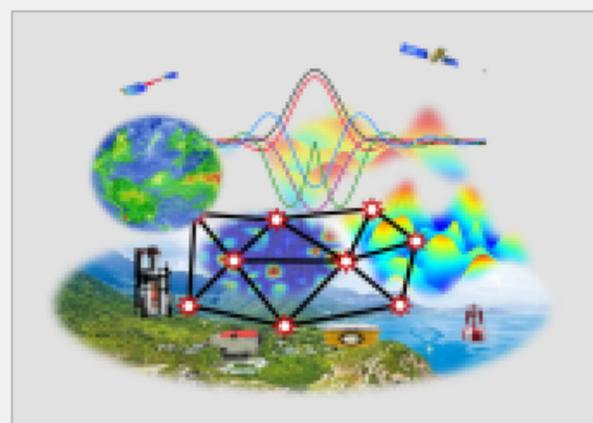
区域地表环境负荷格林积分法负荷形变场计算



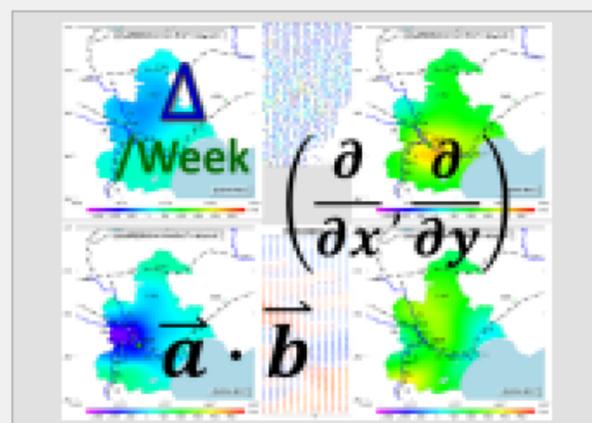
区域负荷SRBF逼近与负荷形变场SRBF综合计算



格林积分约束法多种异质数据负荷形变场监测计算



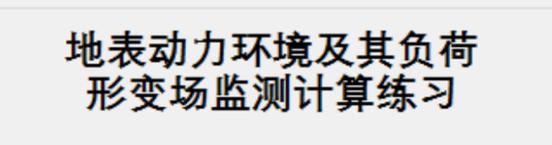
SRBF逼近法陆地水及负荷形变场多种异质协同监测



地面形变场(向量)格网时序动力学运算



高分地表环境负荷形变场时序完整计算流程



地下水与地表环境负荷形变场协同监测流程

地表动力环境及其负荷形变场监测计算练习