



中国气象局
China Meteorological Administration

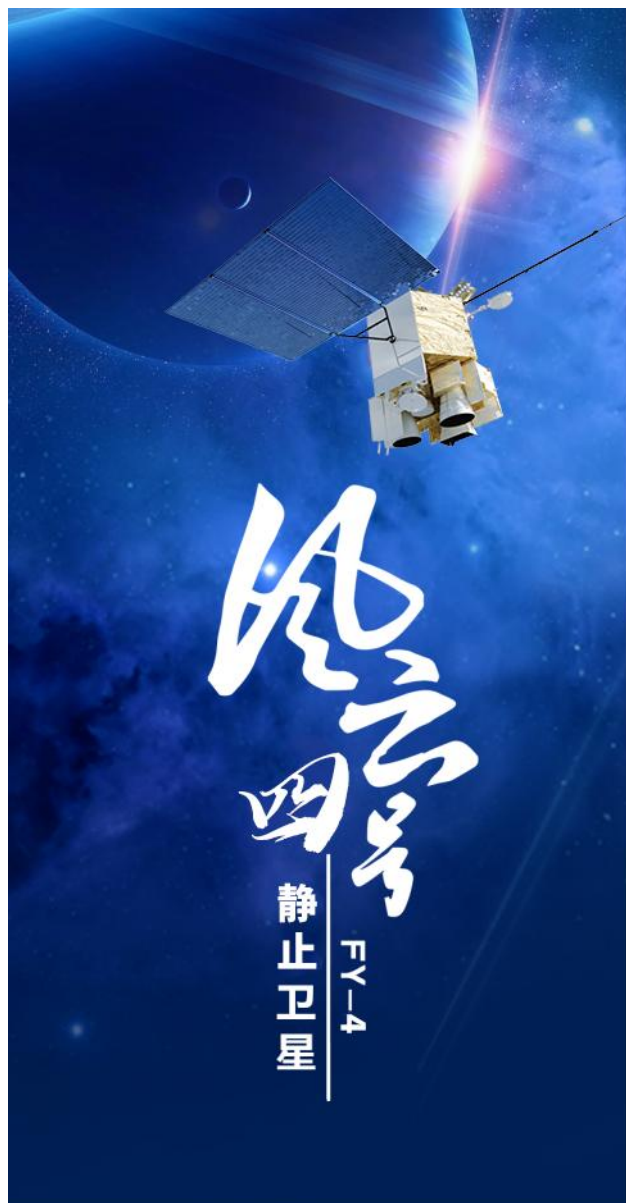


国家卫星气象中心
National Satellite Meteorological Centre

新一代静止轨道气象卫星FY-4B 空间天气载荷及数据介绍

报告人：郭建广
国家卫星气象中心
二〇二二年六月

报告大纲



CONTENTS

仪器简介

01

仪器性能及L1数据质量

02

L1产品及使用指南

03

典型L1产品使用样例

04

小结

05

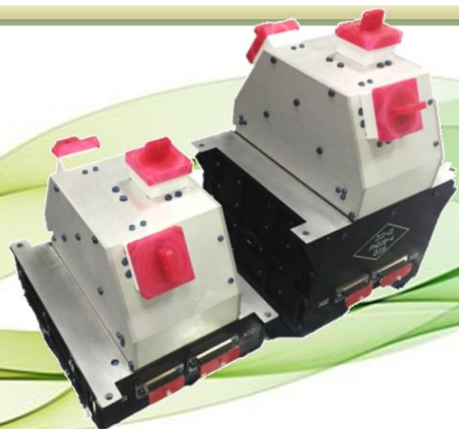
U

-

高能粒子探测器



中能质子探测器



中能电子探测器



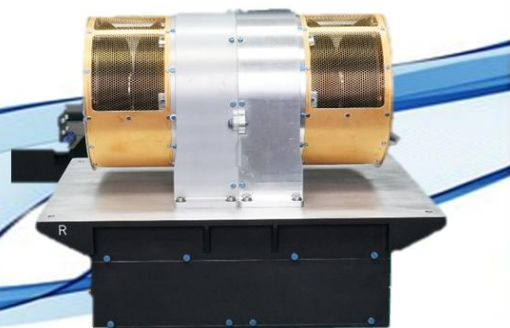
- 太阳质子事件能谱响应精准
- 空间覆盖面广（电子12个方向，质子正交三方向）
- 能道细分数多（电子10道，质子9道）

- 国内首次，磁暴事件响应及时准确
- 实现 2π 空间全覆盖
- 赤道面7个方向，子午面9个方向，有助于投掷角分布研究

- 实现 2π 空间全覆盖
- 赤道面7个方向，子午面9个方向，有助于投掷角分布研究
- 能道细分数多（8道）



低能粒子探测器



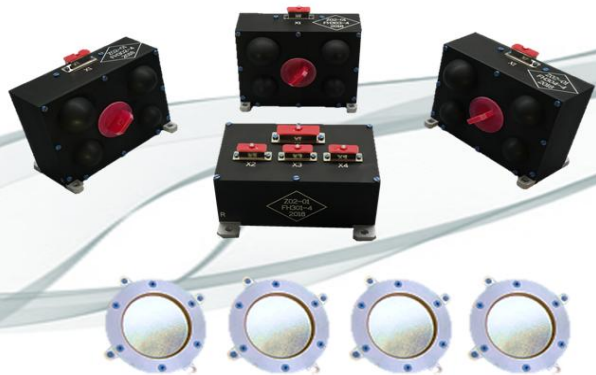
- 国内首次实现 $180^{\circ} \times 90^{\circ}$ 大视场探测
- 在A星基础上，扩展出7个俯仰角，有助于带电粒子各向异性监测
- 磁暴等离子体注入响应准确

磁强计



- 在A星基础上，使用数字滤波技术，信噪比更高
- 国内首次获取GEO轨道可稳定业务应用的自主磁场数据

辐照剂量仪 电位探测器

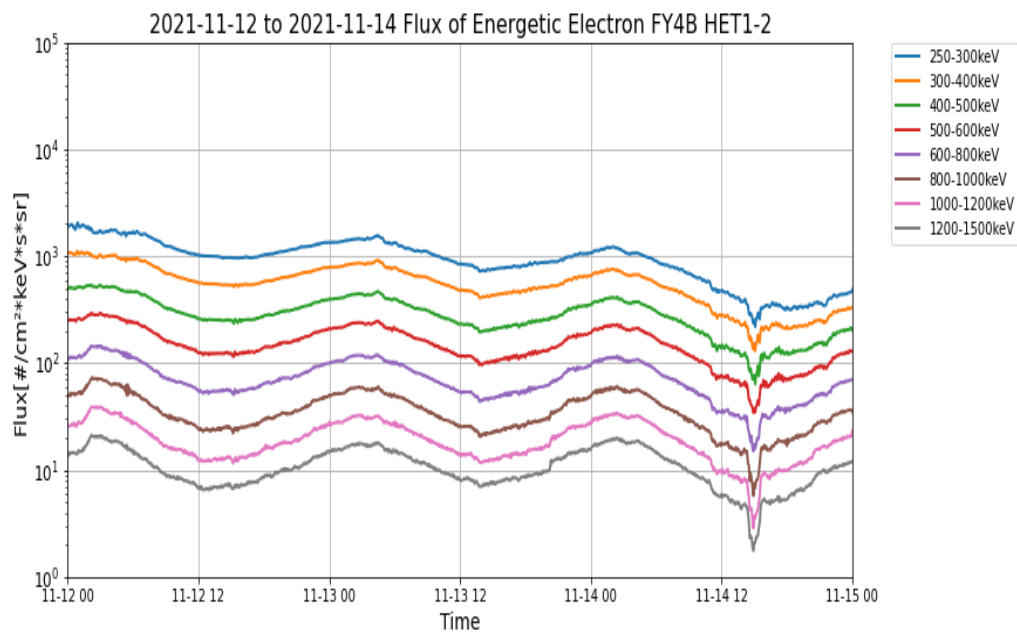


- 实现同方向不同屏蔽厚度辐照剂量监测，有助于建立卫星屏蔽效能数字模型
- 同时进行三方向表面电位和朝天向深层电位监测，采样率更高，可获取电位更精细结构变化

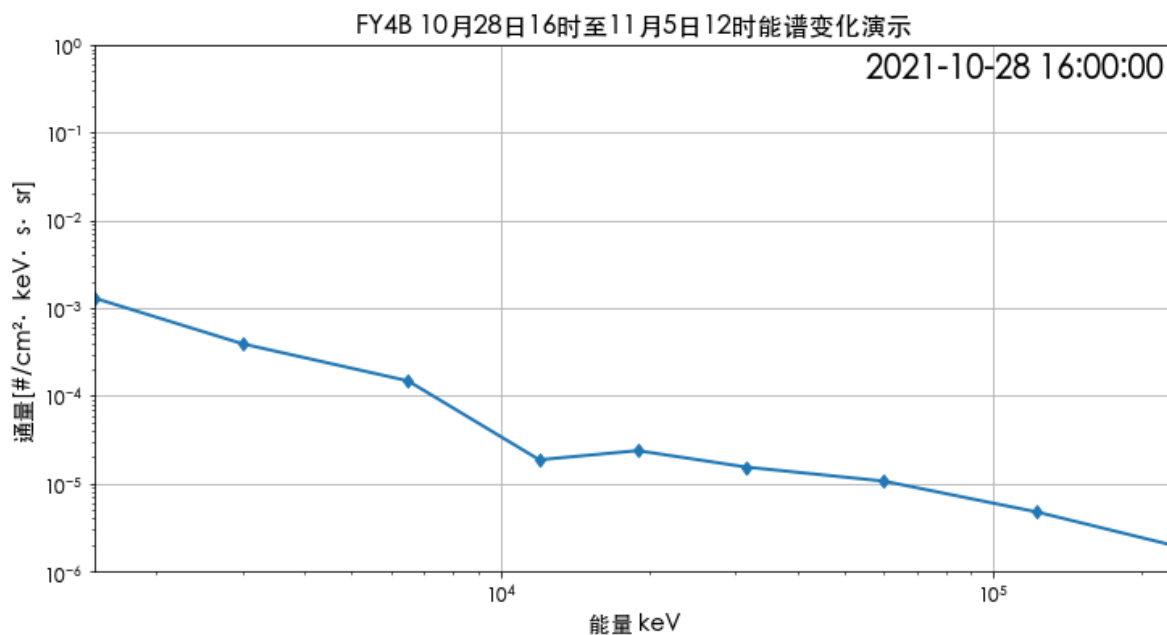
二、仪器性能及L1数据质量

高能粒子探测器

- 高能电子宁静期通量各能道波动规律一致且具有优良信噪比



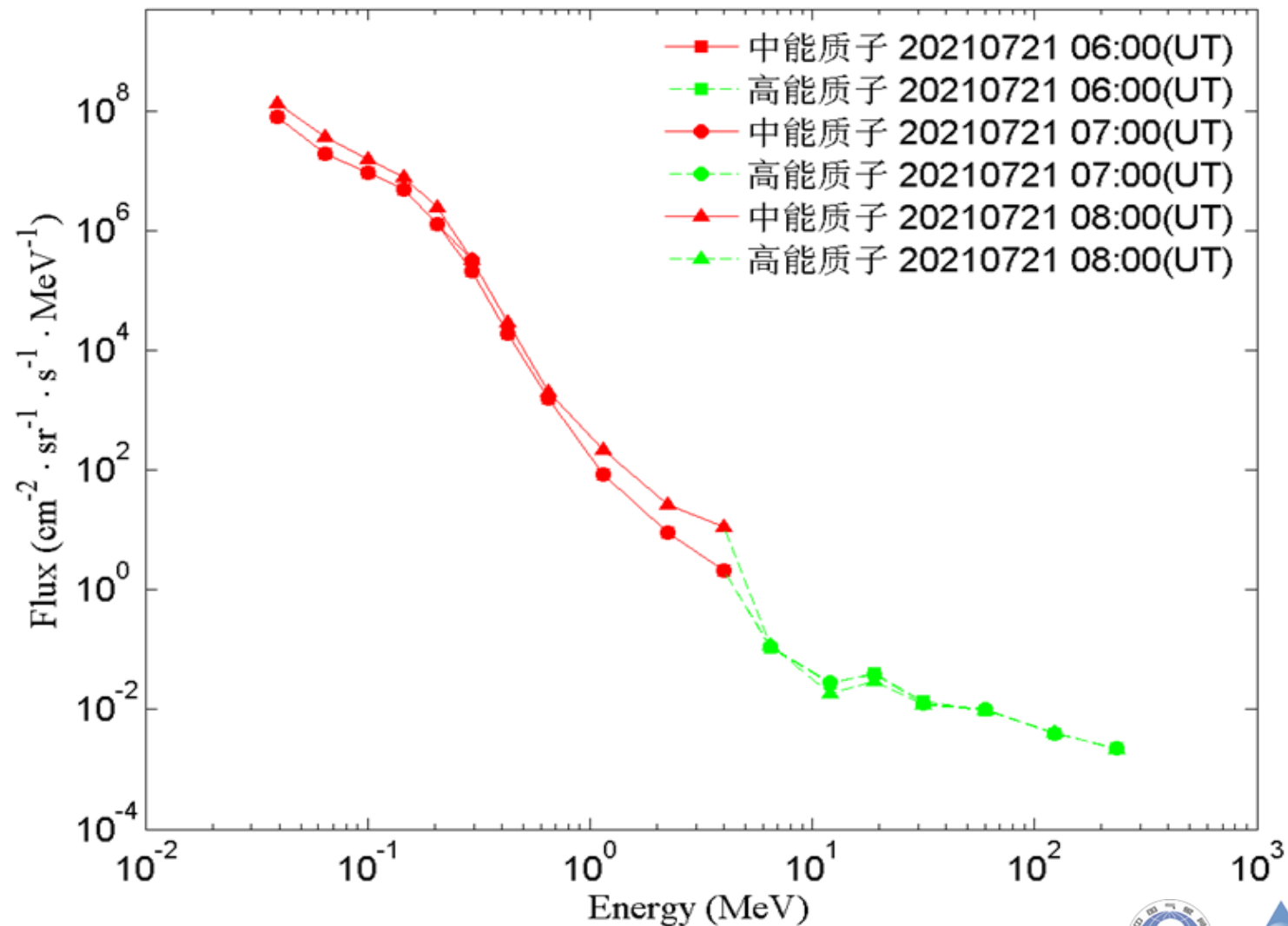
- 2021年10月28日~11月5日，太阳质子事件 (SEP)事件期间，高能质子能谱响应完整准确



二、仪器性能及L1数据质量

中能质子探测器

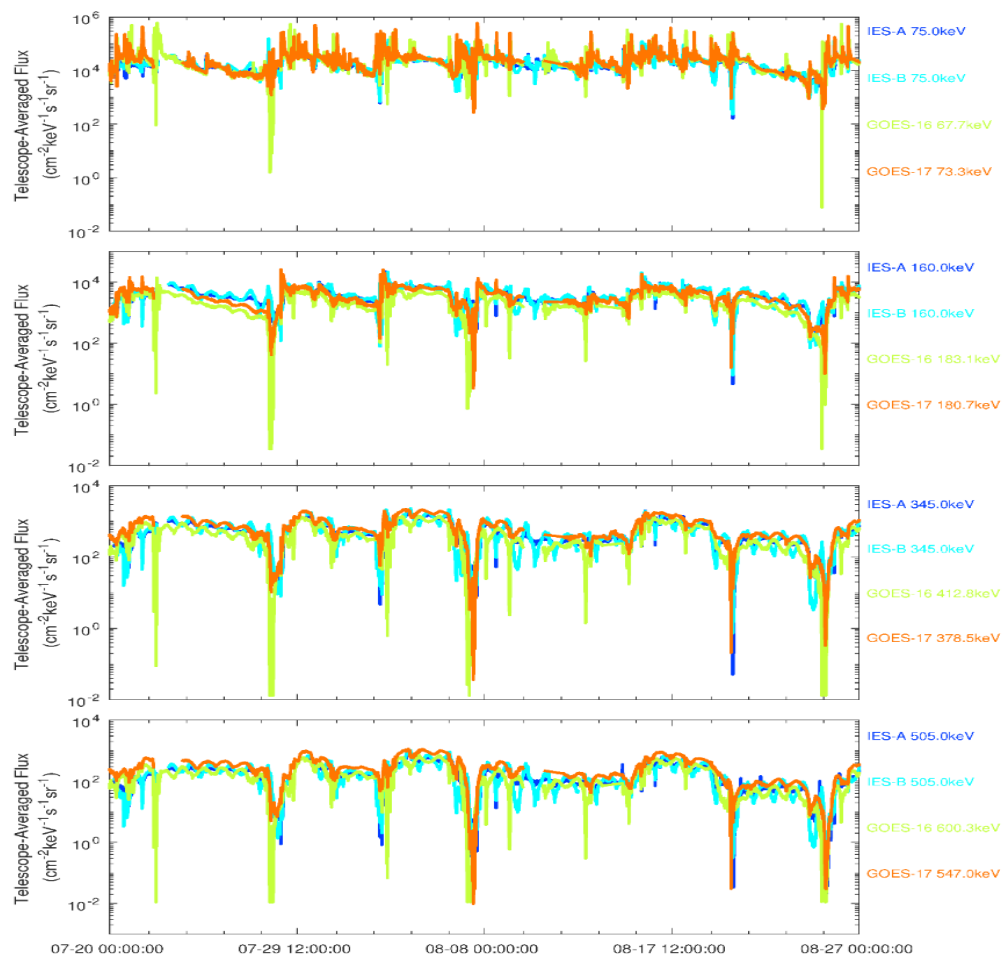
- 我国首次获得地球同步轨道中、高能质子连续能谱
- 提升了我国GEO轨道的质子观测能力



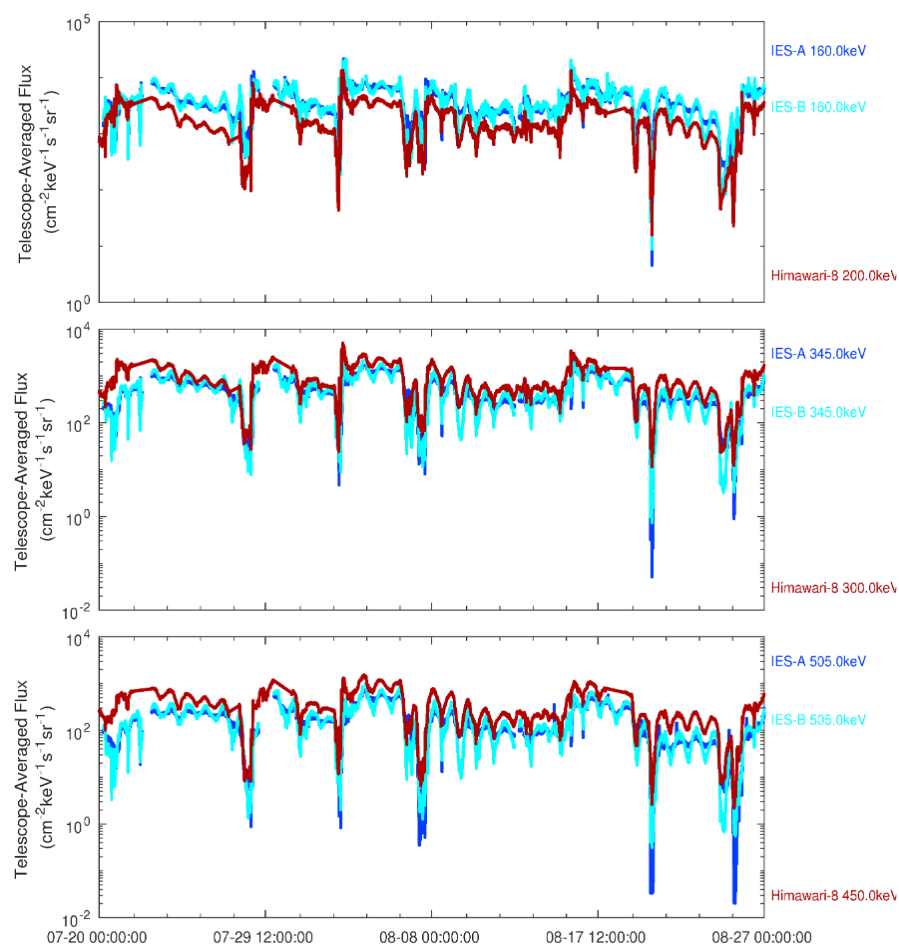
二、仪器性能及L1数据质量

中能电子探测器

● 与GOES-16、17比较

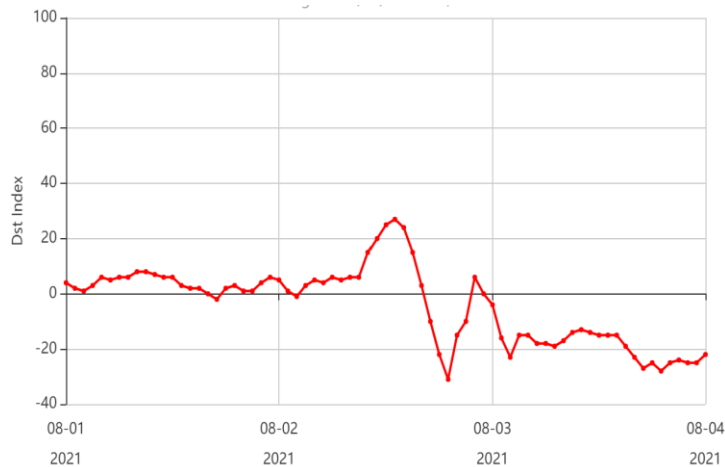


● 与Himawari-8比较



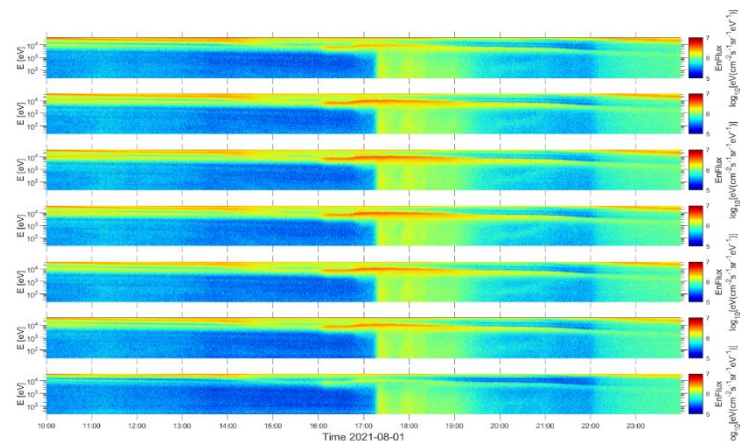
二、仪器性能及L1数据质量

低能粒子探测器

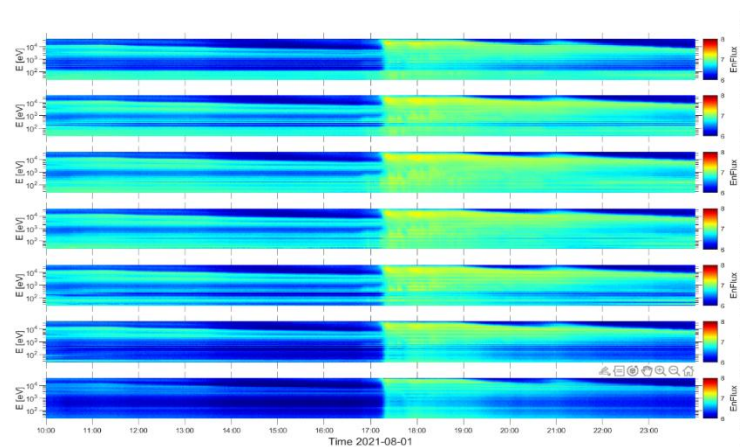


Dst 指数

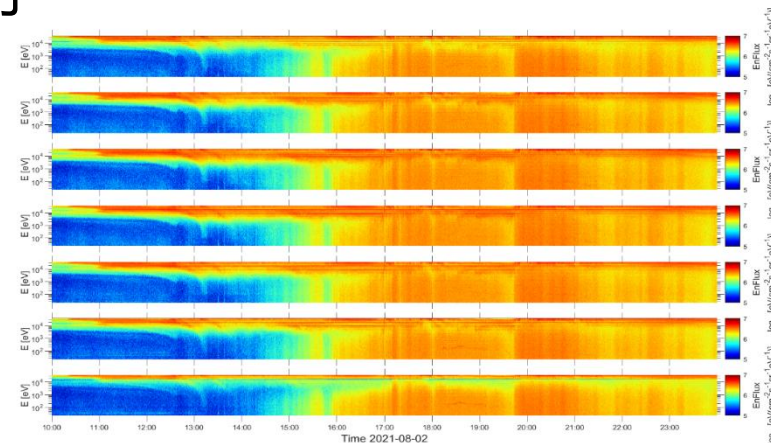
- 小磁暴发生时，相较上一天，电子、离子通量显著增加



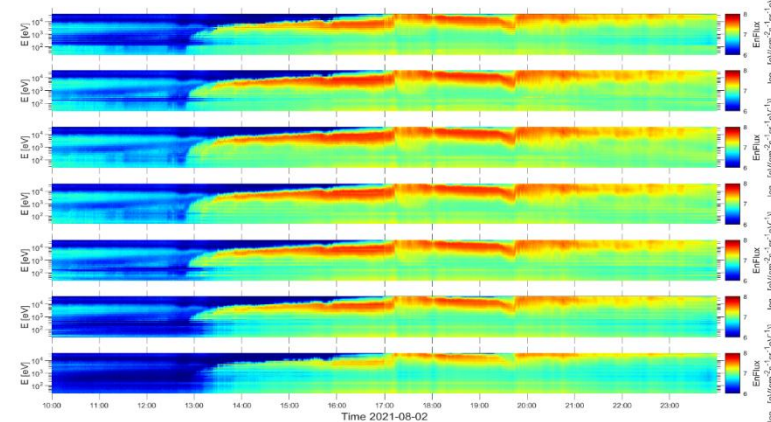
离子



Dst > 0 nT



电子



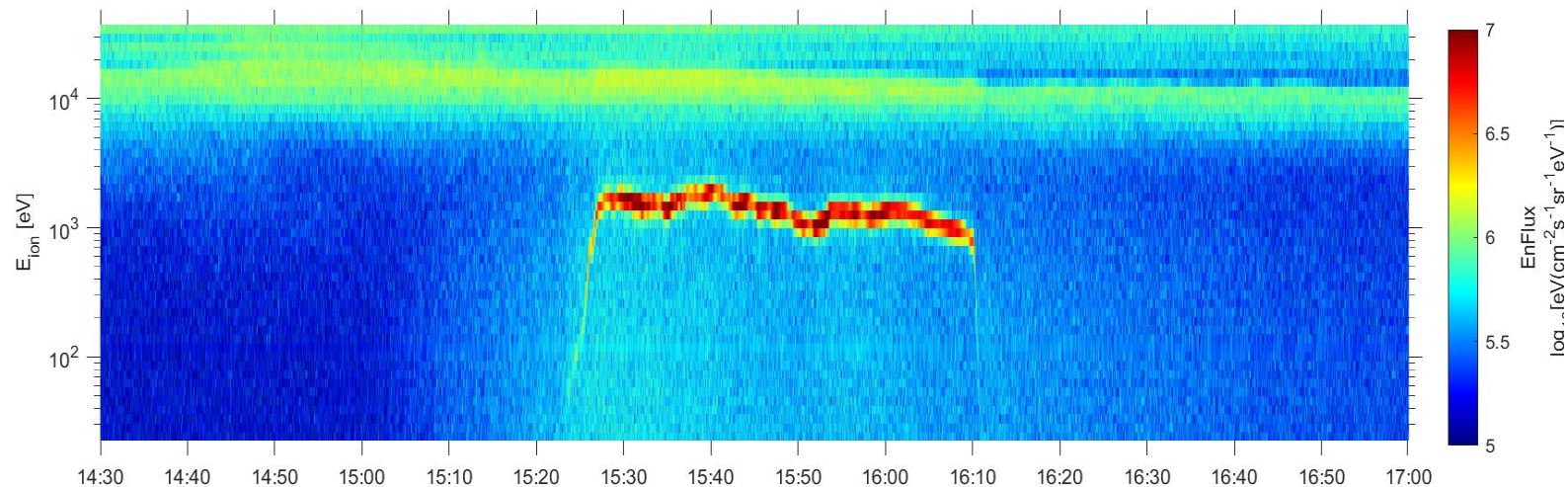
Dst > -50nT



二、仪器性能及L1数据质量

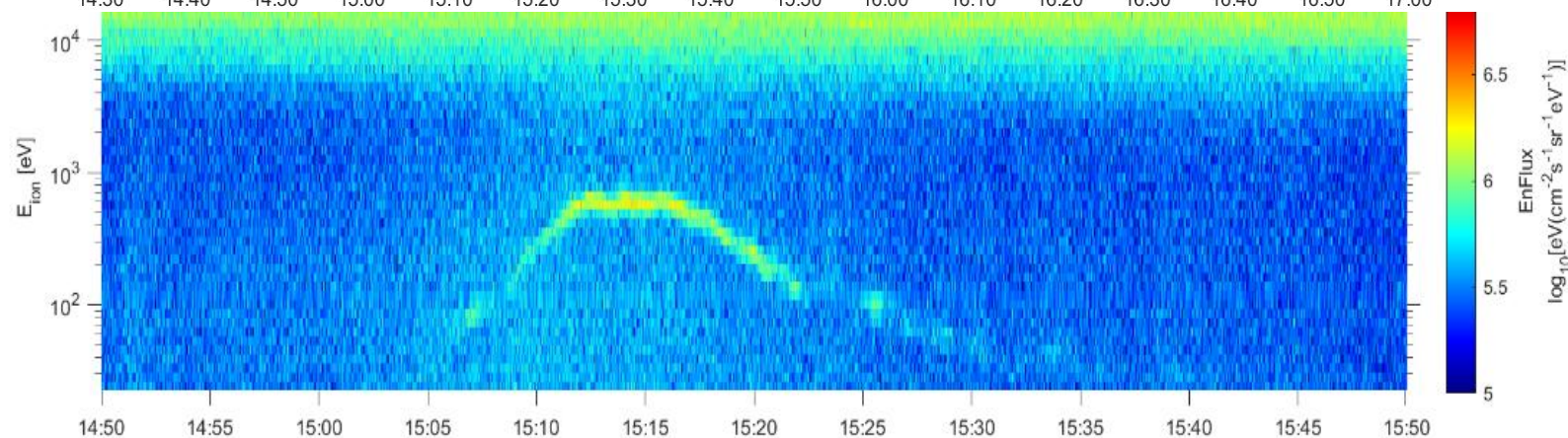
低能粒子探测器

离子



地影：最高电位约-2000V

离子



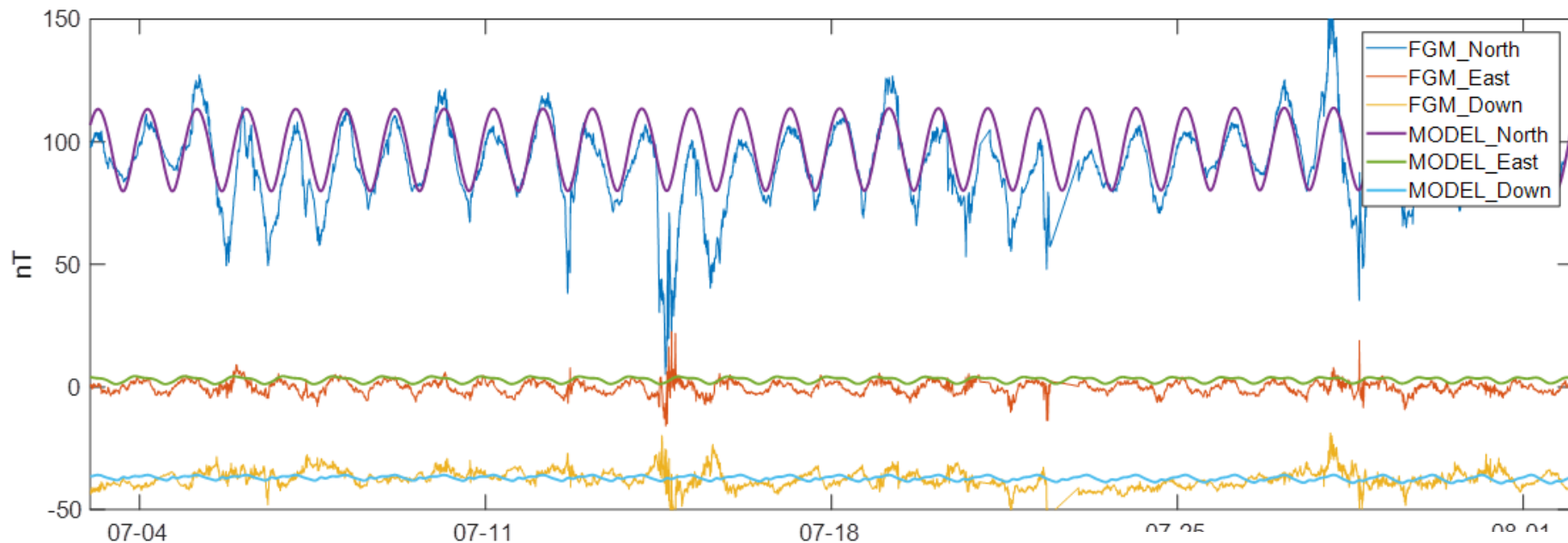
非地影：最高电位约-500V

监测到地影和非地影期间的充电现象

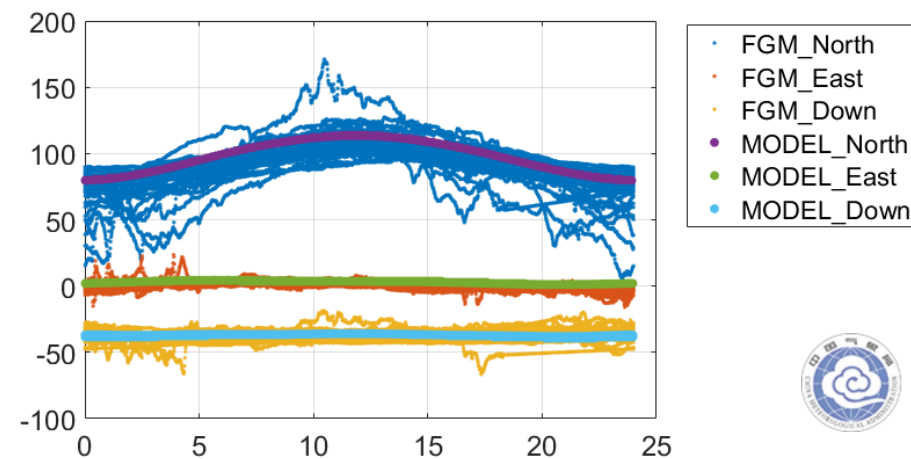


二、仪器性能及L1数据质量

磁强计

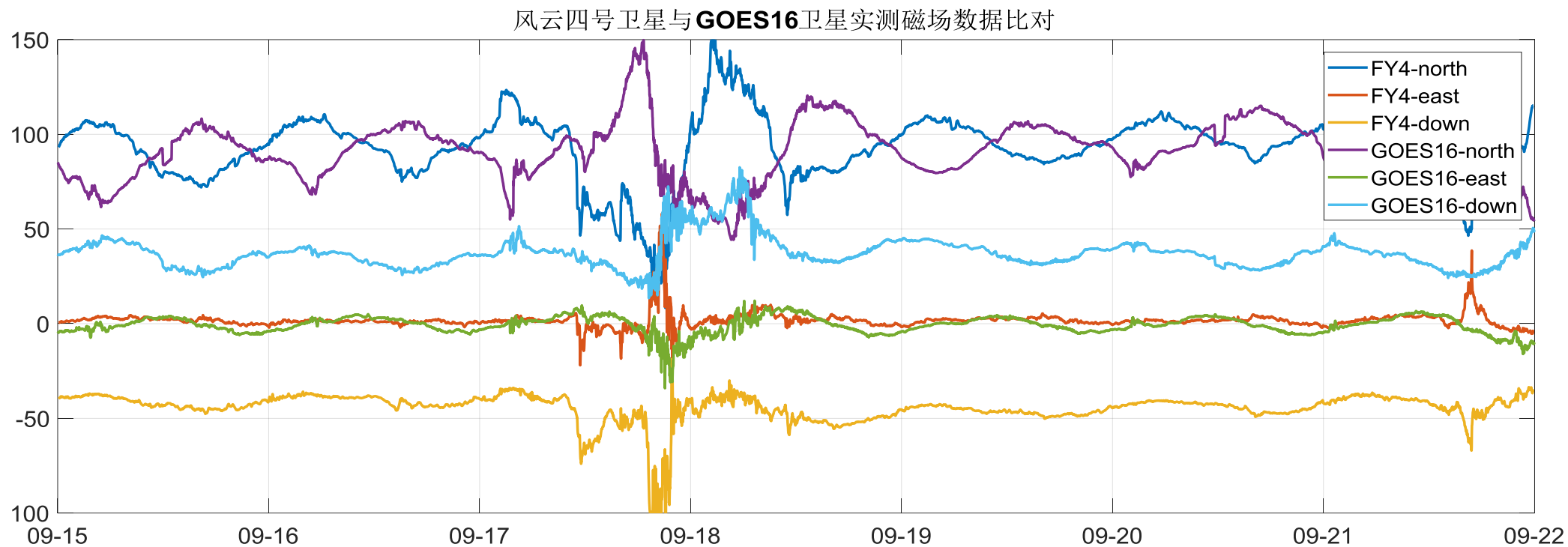


- 地磁平静时期，风四磁场数据与磁层磁场模型保持了一致性



二、仪器性能及L1数据质量

磁强计

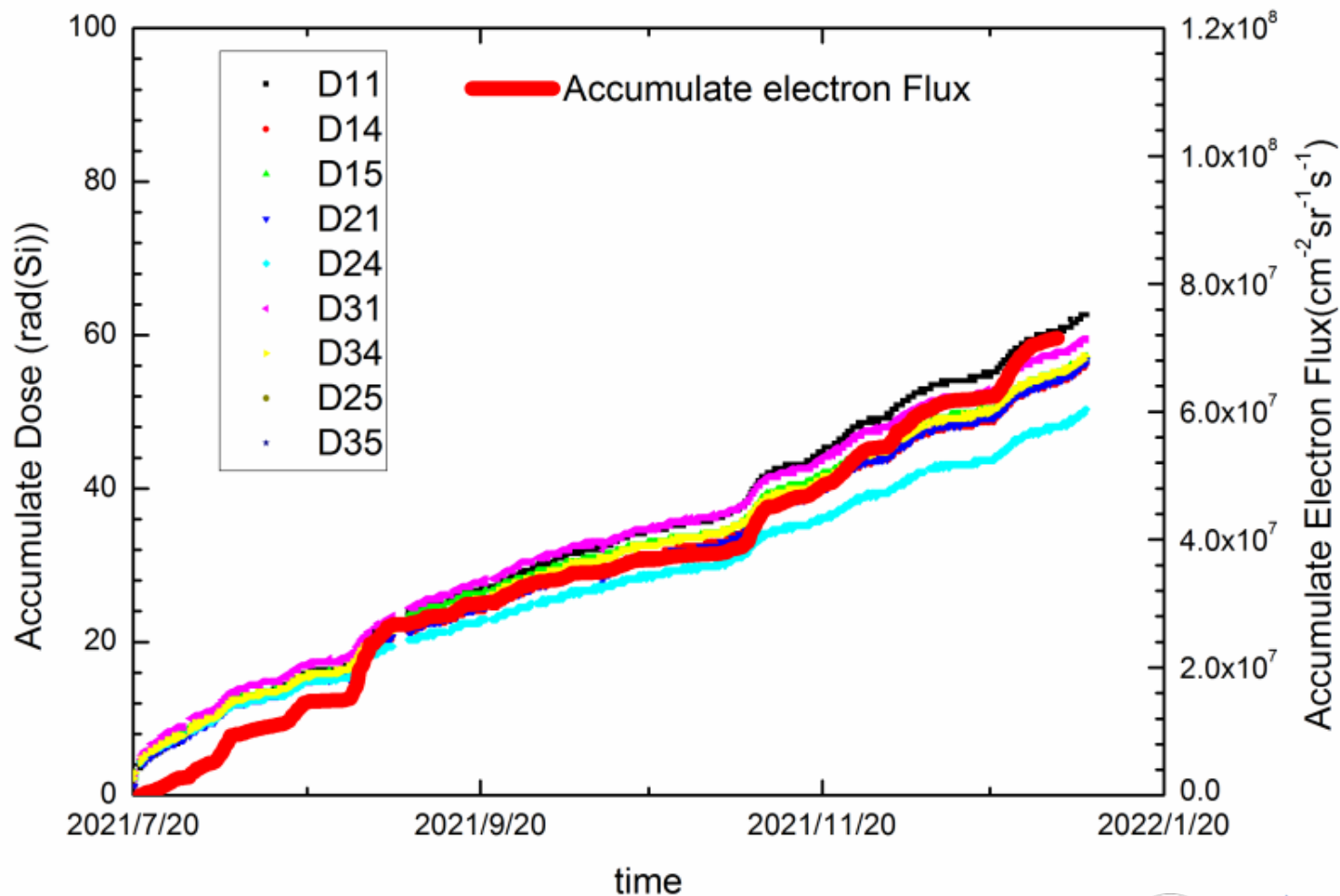


- 扰动期间，与GOES-16数据比对

二、仪器性能及L1数据质量

辐射剂量仪

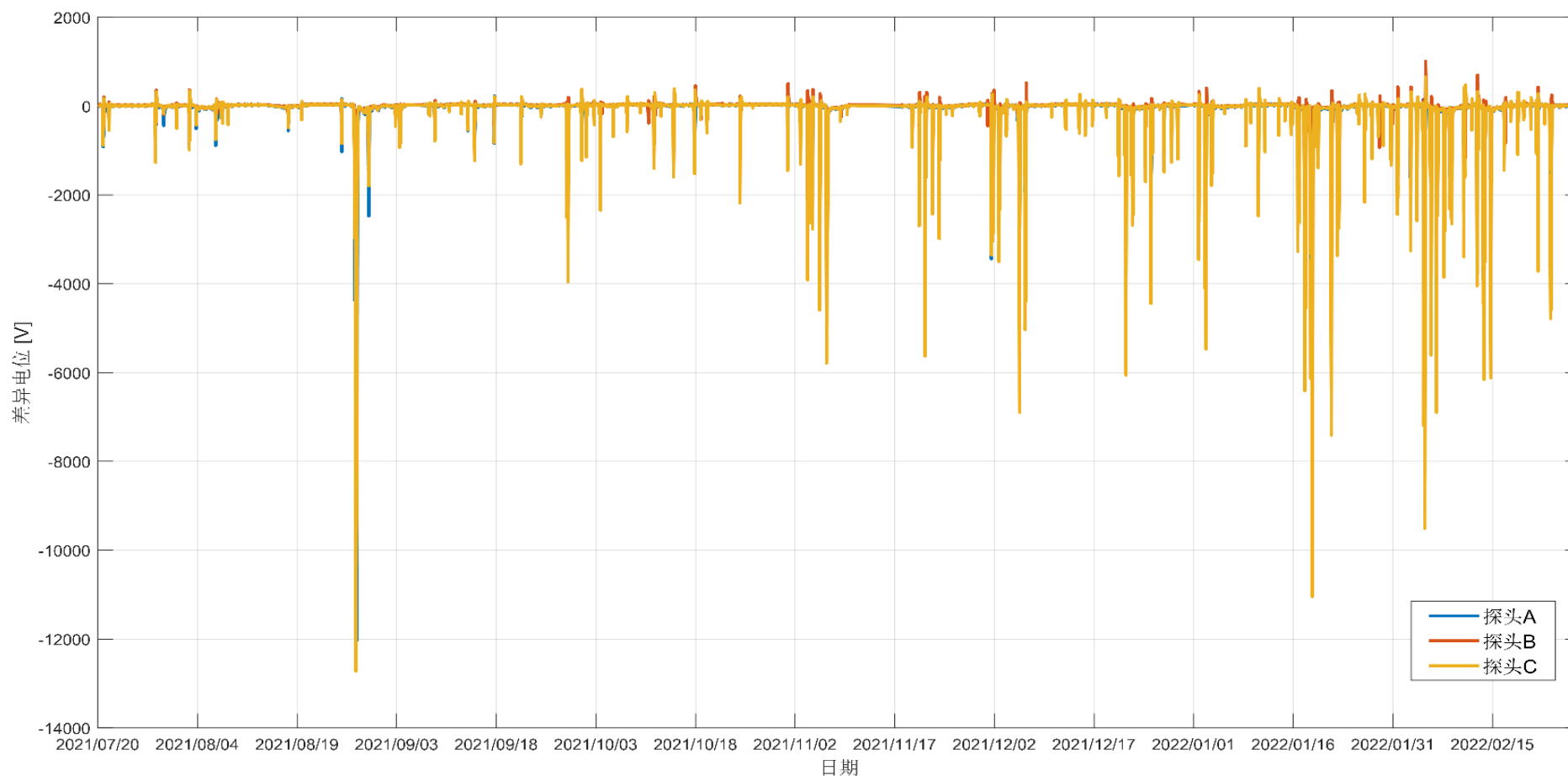
- 平静期与扰动期辐射总剂量与电子总计量直接的交叉比对，两者响应一致，符合相应时段响应预期。
- 表明空间粒子环境与效应之间的一致性关系



二、仪器性能及L1数据质量

表面电位

- 准确反映出卫星表面不同朝向之间相对电位差异



三、L1产品及使用指南（以高能粒子为例）

数据特性卡

L1分为2类，均以HDF5形式存储，文件后缀为HDF

文件名称	文件说明	文件名示例	文件频次
高能质子L1数据	提供空间天气监测仪器包中各个高能质子探头的探测数据、卫星姿态信息	FY4B-_HEPD--_N_DISK_1330E_L1-_HEE-_NULL_NUL_YYYYMMDD000000_YYYYMMDD235959_00000_V0001.HDF	1天/个
高能电子L1数据	提供空间天气监测仪器包中各个高能电子探头的探测数据、卫星姿态信息	FY4B-_HEPD--_N_DISK_1330E_L1-_HEP-_NULL_NUL_YYYYMMDD000000_YYYYMMDD235959_00000_V0001.HDF	1天/个



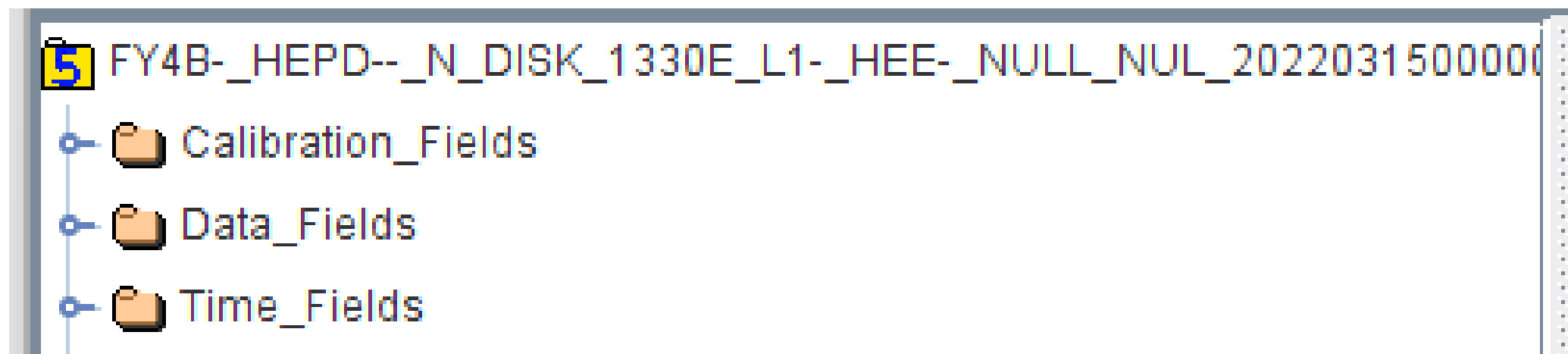
三、L1产品及使用指南（以高能粒子为例）

L1数据中，数据以分组的形式存在，主要分为3组：

Data_Fields：数据组，用于存储L1数据信息

Time_Fields：时间组，存储年月日时分秒毫秒信息

Calibration_Fields：姿态组，存储卫星姿态信息等



三、L1产品及使用指南（以高能粒子为例）

序号	科学数据	长度（Bytes）	说明
28~29	HET1-E11	2	A:200keV-300keV
30~31	HET1-E12	2	A:300keV-400keV
32~33	HET1-E13	2	A:400keV-500keV
34~35	HET1-E14	2	A:500keV-600keV
36~37	HET1-E15	2	A:600keV-800keV
38~39	HET1-E16	2	A:800keV-1000keV
40~41	HET1-E17	2	A:1000keV-1200keV
42~43	HET1-E18	2	A:1200keV-1500keV
44~45	HET1-E19	2	A:>800keV
46~47	HET1-E1A	2	A:>1500keV
48~49	HET1-E21	2	B:200keV-300keV
50~51	HET1-E22	2	B:300keV-400keV
52~53	HET1-E23	2	B:400keV-500keV
54~55	HET1-E24	2	B:500keV-600keV
56~57	HET1-E25	2	B:600keV-800keV
58~59	HET1-E26	2	B:800keV-1000keV
60~61	HET1-E27	2	B:1000keV-1200keV
62~63	HET1-E28	2	B:1200keV-1500keV
64~65	HET1-E29	2	B:>800keV
66~67	HET1-E2A	2	B:>1500keV
68~69	HET1-E31	2	C:200keV-300keV
70~71	HET1-E32	2	C:300keV-400keV
72~73	HET1-E33	2	C:400keV-500keV
74~75	HET1-E34	2	C:500keV-600keV
76~77	HET1-E35	2	C:600keV-800keV
78~79	HET1-E36	2	C:800keV-1000keV
80~81	HET1-E37	2	C:1000keV-1200keV
82~83	HET1-E38	2	C:1200keV-1500keV
84~85	HET1-E39	2	C:>800keV
86~87	HET1-E3A	2	C:>1500keV

Data_Fields ：数据分组，包含ABC 3个探头的科学数据信息，科学数据属性表。

序号	科学数据	长度（Bytes）	说明
88~89	HET2-E1	2	≥1.5MeV
90~91	HET2-E2	2	≥2.0MeV
92~93	HET2-E3	2	≥3.0MeV
94~95	HET2-E4	2	≥4.0MeV
96~97	HP1-E1	2	1.0MeV-2.0MeV
98~99	HP1-E2	2	2.0MeV-4.0MeV
100~101	HP1-E3	2	4.0MeV-9.0MeV
106~107	HP2-E3	2	9.0MeV-15.0MeV
108~109	HP2-E4	2	15.0MeV-23.0MeV
110~111	HP2-E5	2	23.0MeV-40.0MeV
112~113	HP2-E6	2	40.0MeV-80.0MeV
114~115	HP2-E7	2	80.0MeV-165.0MeV
116~117	HP2-E8	2	165.0MeV-300.0MeV
118	精细能谱探测器	1	探测器编号+子包序号
129	精细能谱包序号	1	包序号
120~121	能道1	2	精细能谱宽度256道， 每个能道2字节，共512 字节；每组精细能谱分 4子包下传，每包下传 64个能道数据。
122~123	能道2	2	
....		2	
....		2	
....		2	
244~245	能道63	2	
246~247	能道64	2	



三、L1产品及使用指南（以高能粒子为例）

Data_Fields ：数据分组，文件中数据集名称与科学数据之间的对照表如左表所示,X 代表 ABC

数据集	科学数据
X_HET1_E1	HET1-E11 ~ HET1-E1A
X_HET1_E2	HET1-E21 ~ HET1-E2A
X_HET1_E3	HET1-E31 ~ HET1-E3A
X_HET2	HET2-E1~HET2-E4
X_HET_SUB	精细能谱包序号+子包序号
X_EC_DATA	精细能谱能道1~64
X_HP1	HP1-E1 ~HP1-E3
X_HP2	HP2-E1 ~HP1-E8

FY4B-HEE--N_NULL_00000

Calibration_Fields

Sat_Att

Data_Fields

A_EC_DATA

A_HEPD_Data

A_HET1_E1

A_HET1_E2

A_HET1_E3

A_HET2

A_HET_SUB

A_HP1

A_HP2

B_EC_DATA

B_HEPD_Data

B_HET1_E1

B_HET1_E2

B_HET1_E3

B_HET2

B_HET_SUB

B_HP1

B_HP2

C_EC_DATA

C_HEPD_Data

C_HET1_E1

C_HET1_E2

C_HET1_E3

C_HET2

C_HET_SUB

TableView - A_HET1_E1 - /Data_Fields/ - D:\swas\Code\DATAout-20220605\DATAout\FY4B-HEE--N_NULL_00000_L1-NGD-_SING_NUL_20220

Table

18, 6 = 10

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1303	1742	850	493	310	71	16	6	103	10
1	1348	1712	941	507	328	74	18	3	103	8
2	1348	1690	950	445	351	66	12	10	99	11
3	1375	1617	920	493	363	65	20	9	102	8
4	1397	1728	926	478	355	74	15	8	108	11
5	1284	1704	954	508	365	65	14	4	85	2
6	1410	1702	911	467	343	64	21	4	94	5
7	1422	1577	953	529	335	74	10	2	93	7
8	1375	1530	907	483	373	63	23	4	96	6
9	1316	1676	866	460	342	73	18	2	98	5
10	1342	1676	907	496	357	78	17	3	101	3
11	1354	1705	902	536	341	69	10	7	96	10
12	1342	1702	902	511	375	67	17	9	108	15
13	1334	1606	950	480	349	72	17	4	97	4
14	1340	1645	932	447	335	73	14	5	97	5
15	1373	1807	958	488	376	74	25	12	120	9
16	1356	1667	983	485	352	90	18	3	114	3
17	1387	1586	926	490	349	65	19	3	89	2
18	1378	1623	918	503	385	67	10	4	87	6
19	1416	1715	936	477	359	69	19	2	95	5
20	1424	1761	919	483	351	73	13	9	101	6
21	1399	1691	937	468	354	72	13	5	97	7
22	1293	1739	936	537	356	75	24	4	107	4
23	1388	1612	979	493	375	84	19	9	120	8
24	1313	1724	877	513	389	64	16	6	90	4
25	1375	1779	944	488	377	75	24	2	107	6
26	1398	1744	887	509	343	79	15	3	105	8
27	1439	1753	894	494	366	70	15	12	103	6
28	1328	1764	962	477	369	87	16	8	116	5
29	1449	1711	963	467	346	62	19	7	92	4
30	1412	1706	945	496	352	70	16	4	94	4



三、L1产品及使用指南（以高能粒子为例）

Time_Fields：年月日时分秒毫秒信息

1秒一个值

FY4B-HEPD--_N_DISK_1330E_L1-

Calibration_Fields

Data_Fields

Time_Fields

- Day
- Hour
- Minute
- Month
- Second
- Year
- ms
- us

TableView - Year - /Time

Table	
0	2022
1	2022
2	2022
3	2022
4	2022
5	2022
6	2022
7	2022
8	2022

TableView - Month - /Time

Table	
0	3
1	3
2	3
3	3
4	3
5	3
6	3
7	3
8	3

TableView - Day - /Time

Table	
0	15
1	15
2	15
3	15
4	15
5	15
6	15
7	15
8	15

TableView - Hour - /Time

Table	
0	0
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0

TableView - Minute - /Time

Table	
0	0
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0

TableView - Second - /Time

Table	
61	11
62	12
63	13
64	14
65	15
66	16
67	17
68	18
69	19

三、L1产品及使用指南（以高能粒子为例）

Calibration_Fields :

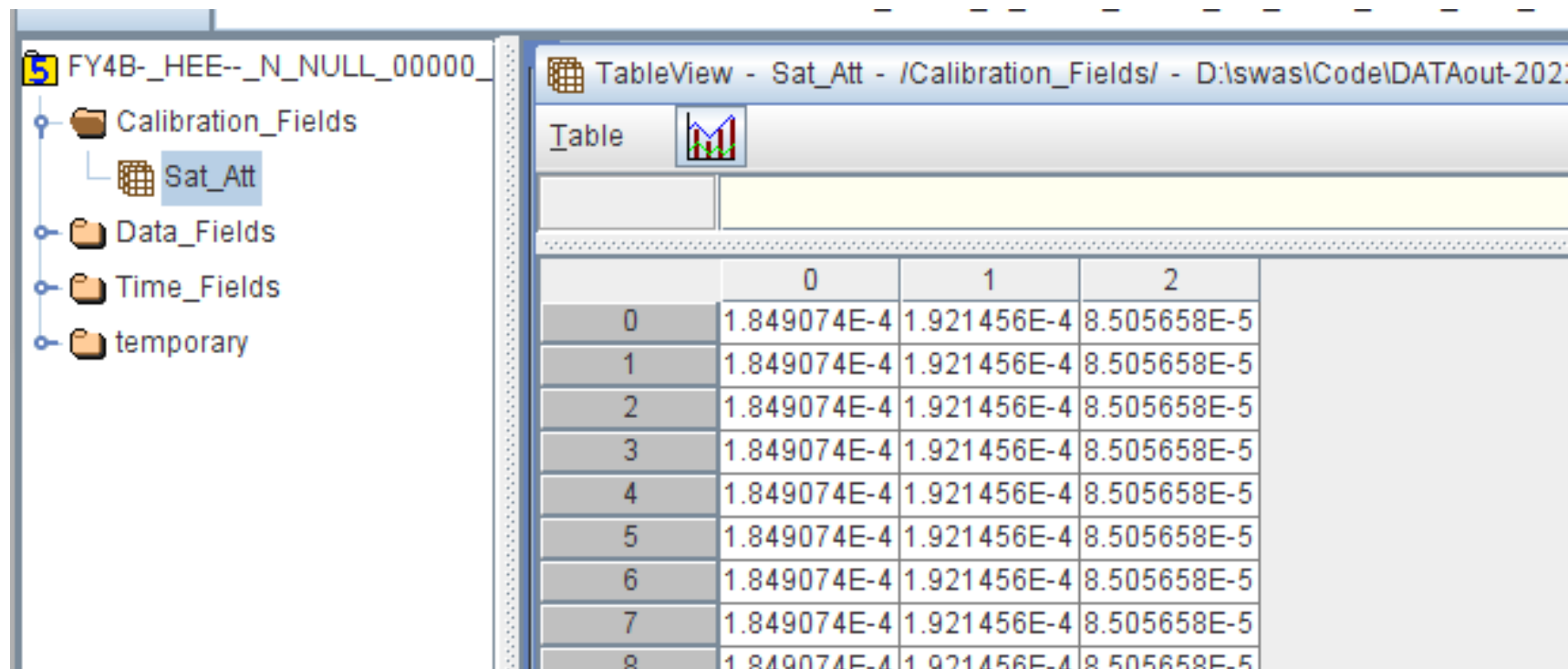
卫星姿态信息分组

属性：Sat_Att

卫星姿态角 α

卫星姿态角 β

卫星姿态角 γ

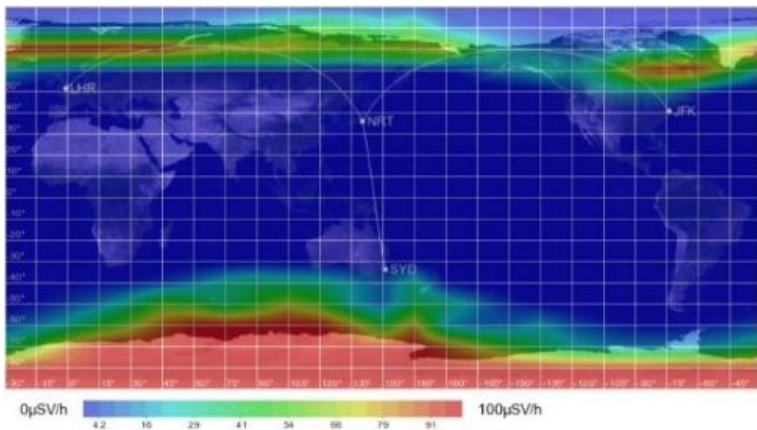
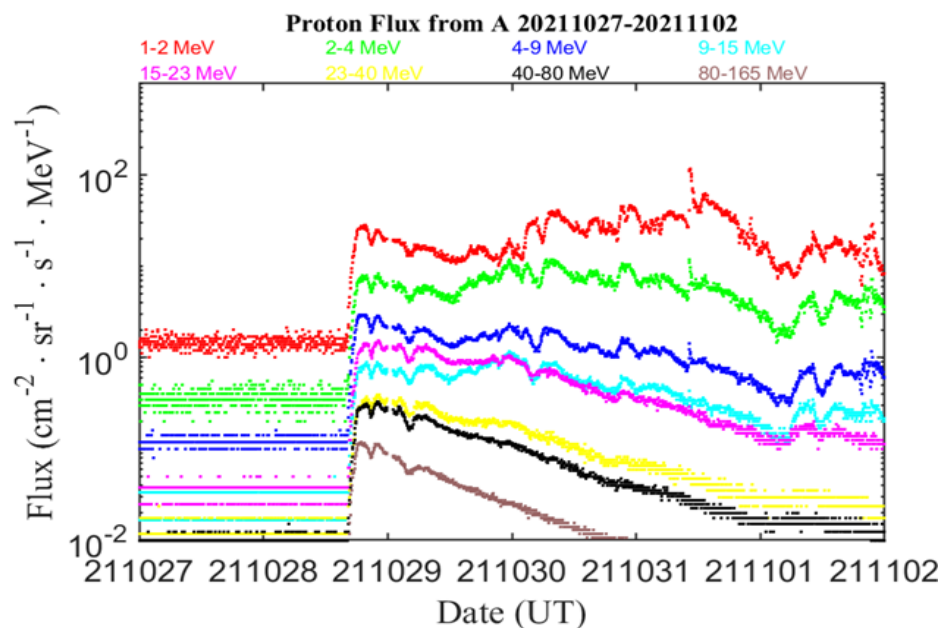


The screenshot shows a software interface with a file explorer on the left and a data table on the right. The file explorer displays a directory structure for 'FY4B-HEE--_N_NULL_00000_', with 'Calibration_Fields' selected, containing 'Sat_Att', 'Data_Fields', 'Time_Fields', and 'temporary'. The data table, titled 'TableView - Sat_Att - /Calibration_Fields/ - D:\swas\Code\DATAout-202...', has columns 0, 1, and 2, and rows 0 through 8. All data values are in scientific notation.

	0	1	2
0	1.849074E-4	1.921456E-4	8.505658E-5
1	1.849074E-4	1.921456E-4	8.505658E-5
2	1.849074E-4	1.921456E-4	8.505658E-5
3	1.849074E-4	1.921456E-4	8.505658E-5
4	1.849074E-4	1.921456E-4	8.505658E-5
5	1.849074E-4	1.921456E-4	8.505658E-5
6	1.849074E-4	1.921456E-4	8.505658E-5
7	1.849074E-4	1.921456E-4	8.505658E-5
8	1.849074E-4	1.921456E-4	8.505658E-5

四、典型L1产品使用样例

空间天气事件预警预报



太阳高能质子事件预警

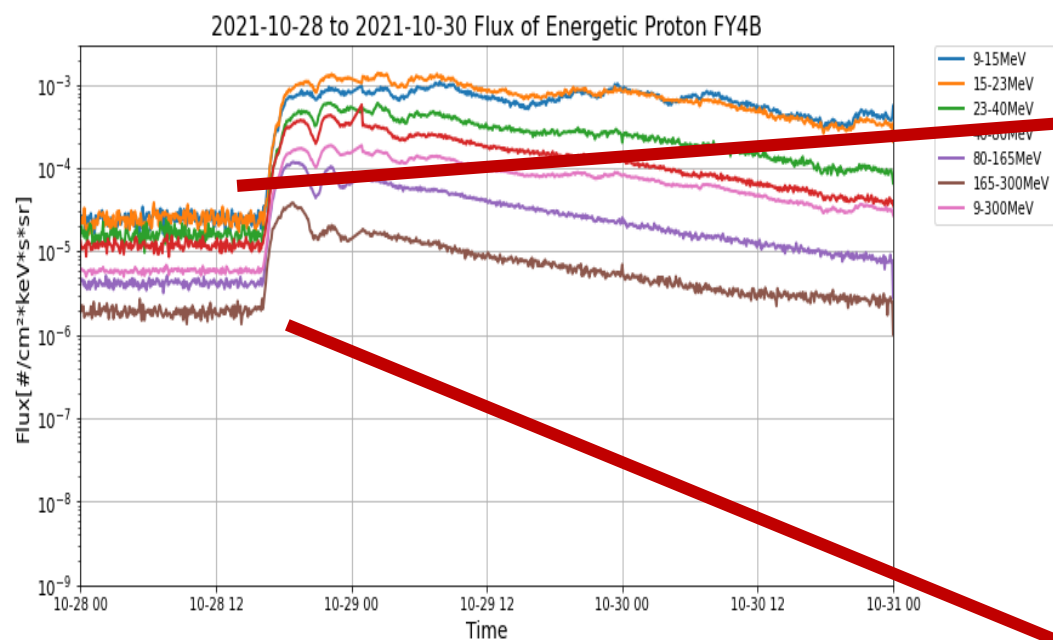
- 10月28日16:30，三台单机所有能道同时响应
- 事件起始相无色散，呈各向同性，符合脉冲型太阳质子事件物理特性

ICAO-航空辐射

- 太阳高能质子事件期间，航空高度上的辐射剂量会大大增强

四、典型L1产品使用样例

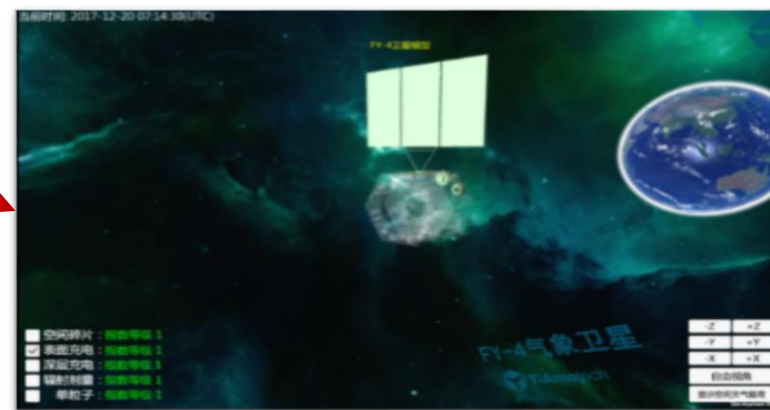
高能电子暴事件预警



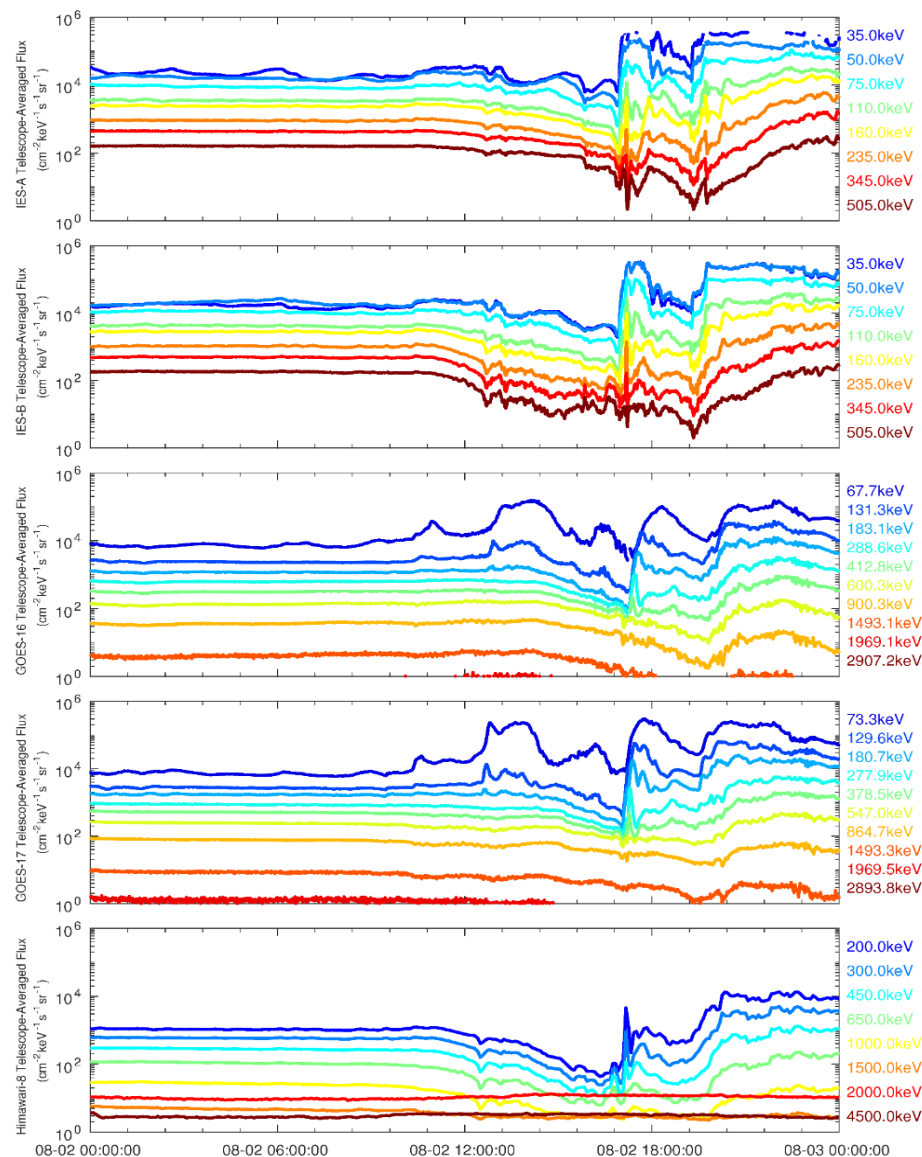
高能电子-深层充电预报



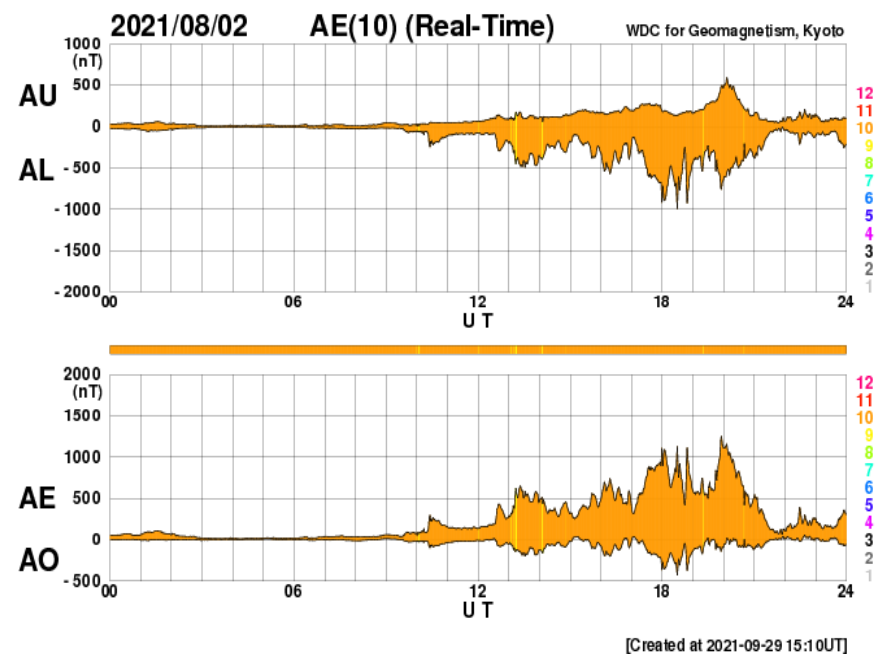
卫星空间天气保障



四、典型L1产品使用样例



FY-4B星中能电子探测器亚暴期间测得的中能电子通量随时间的变化。

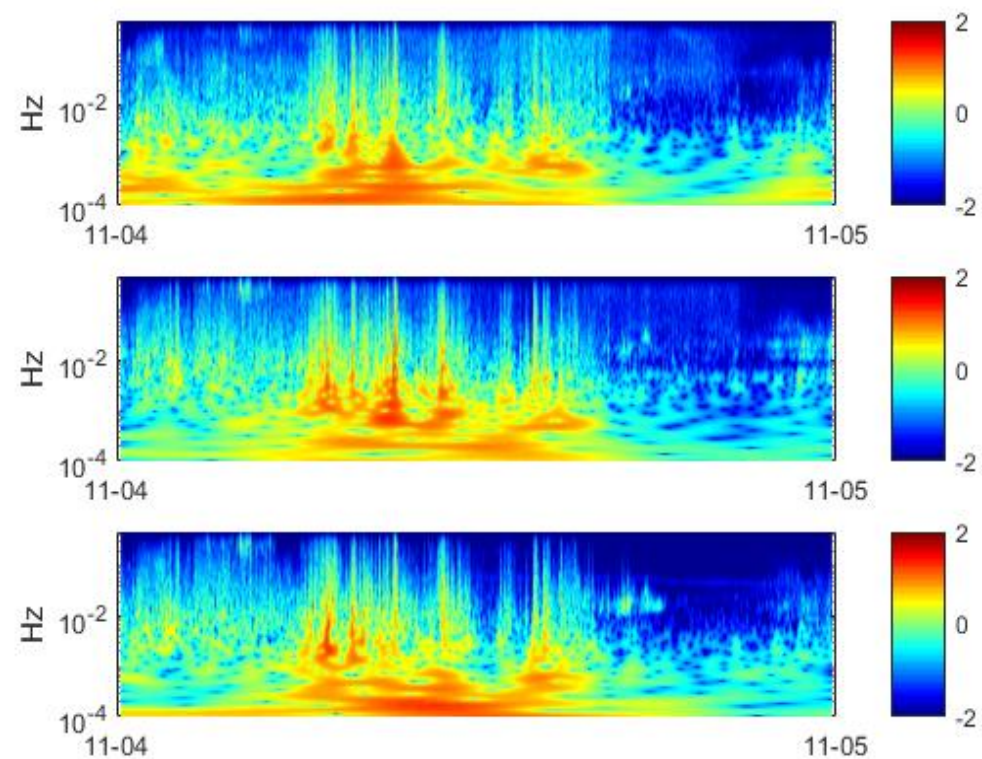
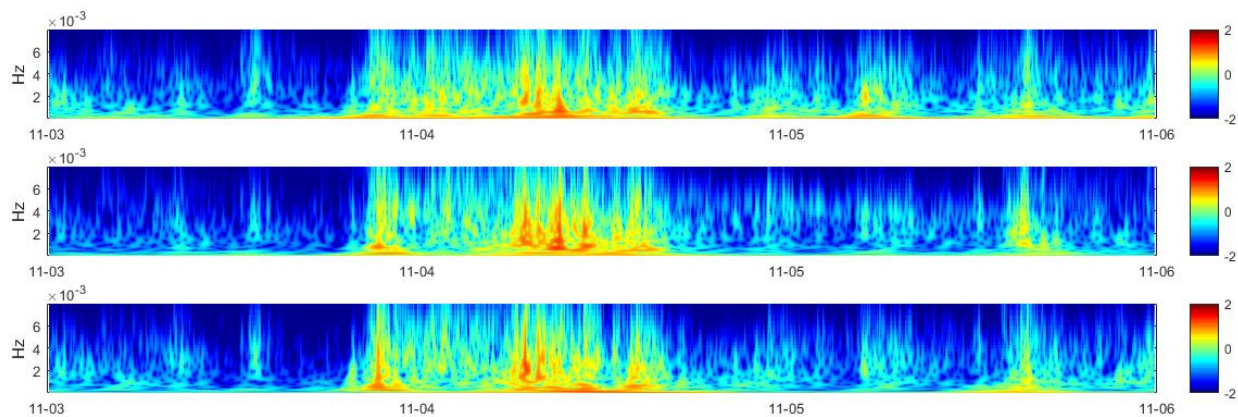
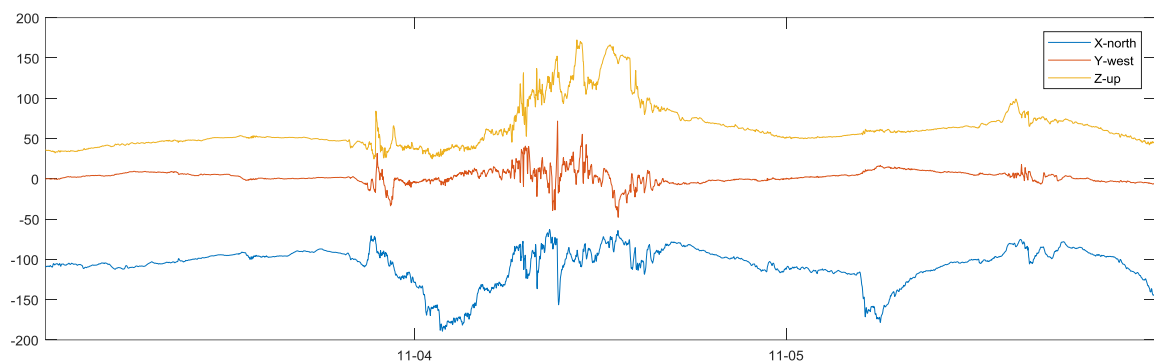


2021年8月2日AE、AL、AU、AO指数随时间的变化



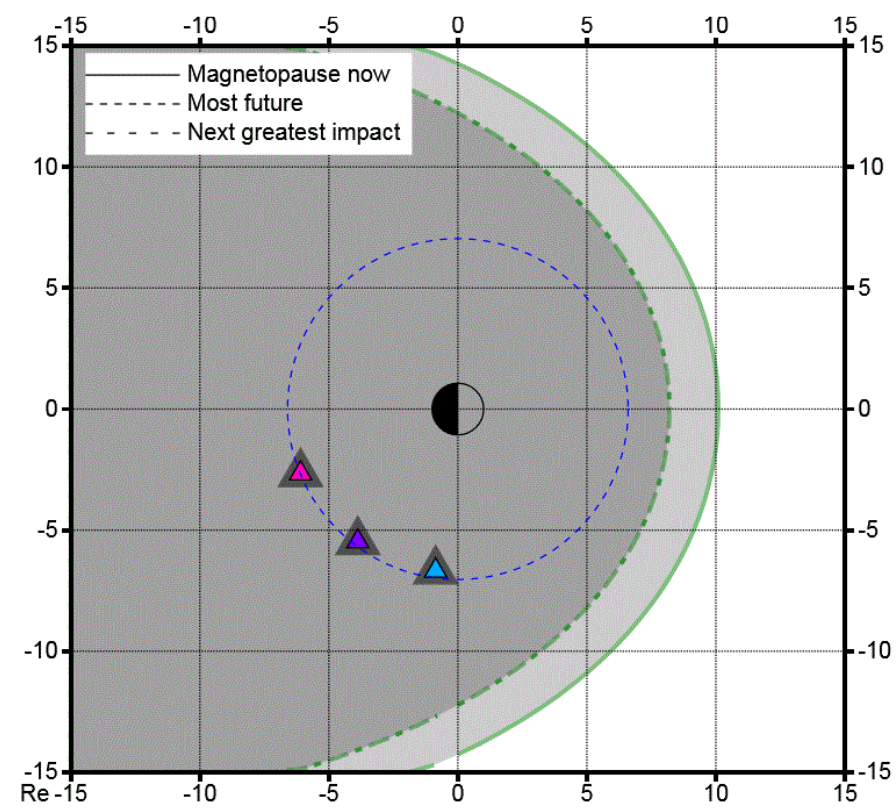
四、典型L1产品使用样例

磁场: 用来解析地磁扰动期间丰富的波动信息

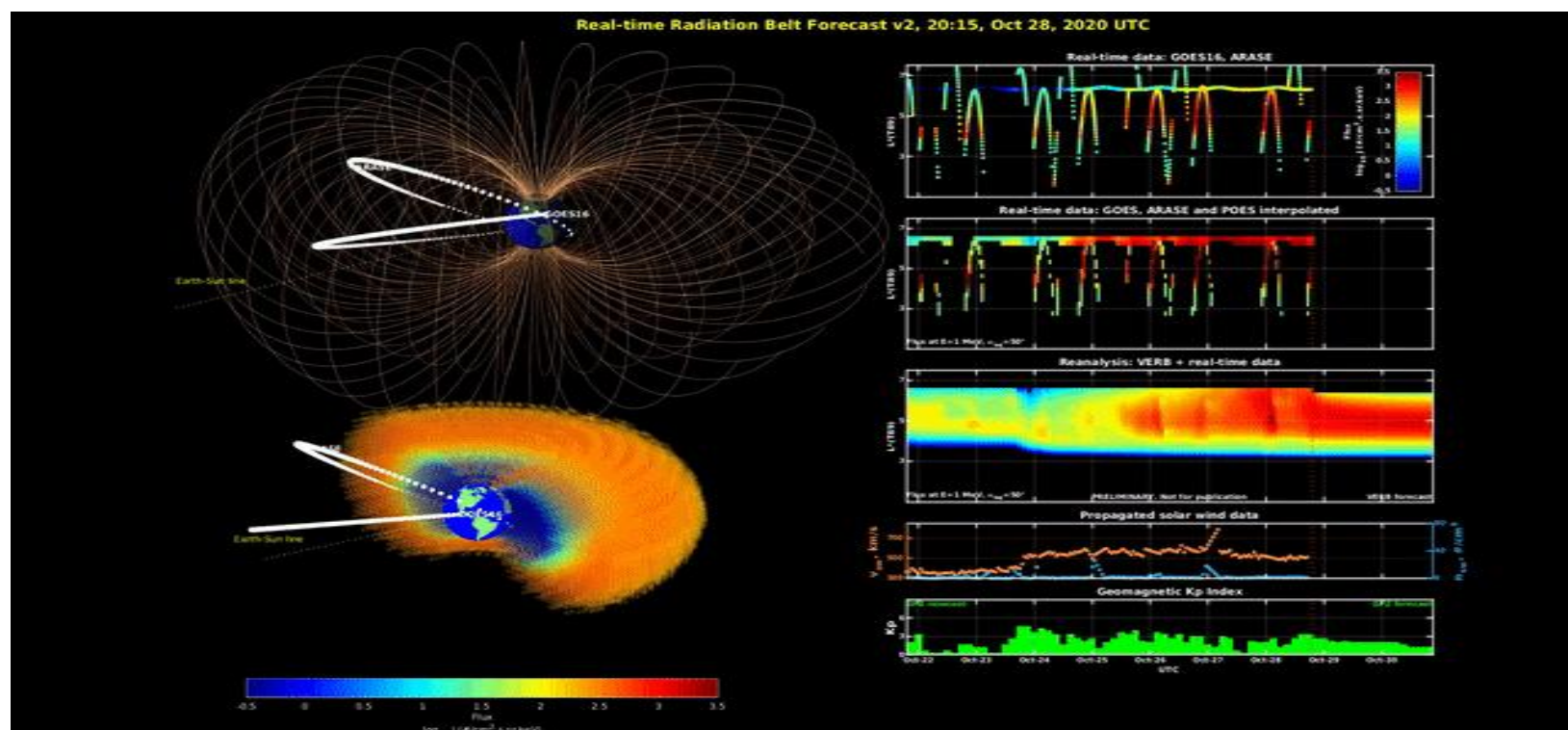


四、典型L1产品使用样例

磁场：卫星磁层顶穿越



高能和中能电子：电子辐射带数据同化预报



1. 风云四号B星空间环境探测分系统相对A星具有探测能谱更细，探测要素更多，时间分辨率更高的特点，是我国高轨空间环境监测要素最全面的探测系统
2. 风云四号B星的空间环境监测数据可为航天活动、卫星设计、空间科学研究及空间天气预警预报业务提供必要的数据支撑



中国气象局
China Meteorological Administration



国家卫星气象中心
National Satellite Meteorological Centre

谢谢

报告人：郭建广

邮箱：guojg@cma.gov.cn

国家卫星气象中心

二〇二二年六月

