

# 空间环境与航天工程

**上课教师：**申成龙

**上课教室：**5106

**办公室：**教学行政楼1519房间

**电话：**63600401, 63600116

**上课时间：**每周二下午8-10节课

<http://space.ustc.edu.cn/forum/index.php?section=course&page=0&board=20140923030828.184>



中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China

<http://space.ustc.edu.cn>

空间物理教研室  
Division of Space Physics

Color Scheme

Find People

Username

Password

教育网用户可直接访问 <http://222.195.74.11/>

[About SPD](#) | [Members](#) | [Calendar](#) | [Research](#) NEW | [Notices](#) | **[Courses](#)** | [Blogs](#) | [DREAMS](#) GO

中文版 Location: [Homepage](#) >> [Notices](#)



中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China

空间物理教研室

Color Scheme

Find People

[Personal Profile](#) | [Logout](#)

[:/Scientific Activities ...](#) 12:50 09/07 15:43

[报告: 大域电流以及高空闪电](#) 09/07

[About SPD](#) | [Members](#) | [Research](#) NEW | [Notices](#) | [Courses](#) | [Blogs](#) | [DREAMS](#) GO

中文版 Location: [Homepage](#) >> [Courses](#)

# Space Weather and Its Application on Aerospace (CL Shen)

(Managers: [Chenglong Shen](#))

Have a special code? Input here

- 第四章: 太阳 (03/21)
- Re: 第三章 时间和历法 (03/14)
- Re: 第二章: 天体和天球及其坐
- 标系统 (03/07)
- 第一章: 简介 (04/09)
- 行星物理 (05/13)

Search

<- 2022 9 ->

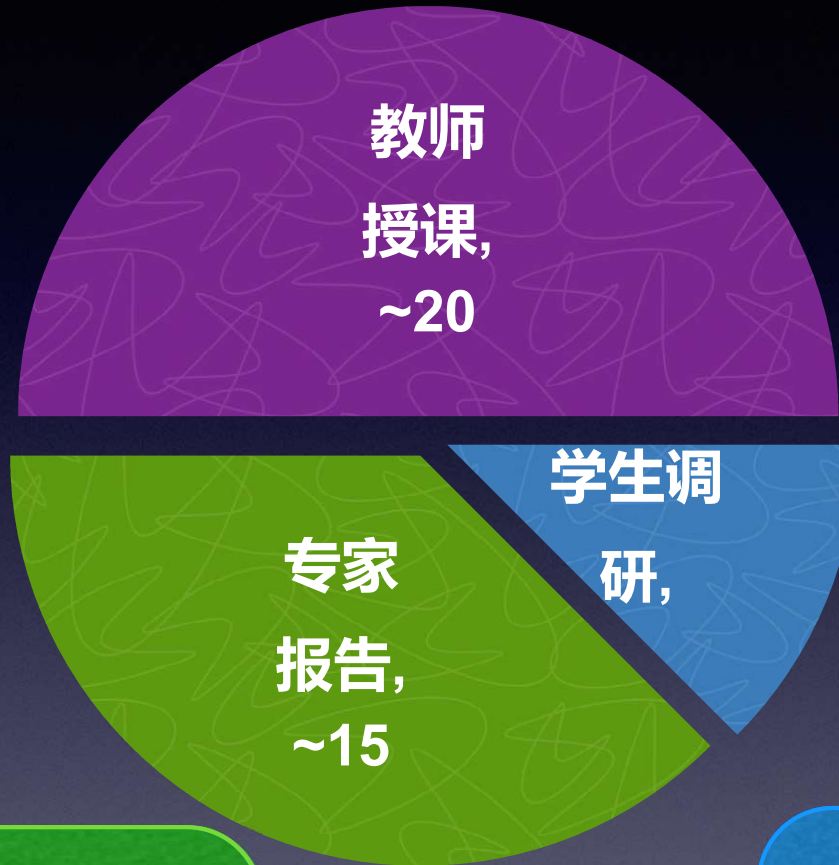
September 2022

SU MO TU WE TH FR SA

1 2 3

Course Name	Date
Introduction to Space Exploring and Data Analysis (CL Shen)	01/11 15:32
Introduction to Space Physics II (CB Wang)	09/12 16:34
Space Weather and Its Application on Aerospace (CL Shen)	09/11 16:31
Magnetohydrodynamics (YM Wang)	03/15 16:31
Plasma Instability (CB Wang)	04/07 16:25
Plasma Physics (Y Li)	10/19 08:55
Plasma Particle Simulations (QM Lu)	03/16 09:22

# 授课方式



- ☑ 空间天气预报模式介绍
  - ☑ 空间天气效应研究
- ☑ 我国空间天气预报介绍
- ☑ 我国航空航天相关介绍
- ☑ ...

- ☑ 文献调研
- ☑ 典型事例分析
- ☑ 观测实践
- ☑ ...



深空探测实验室由**国家航天局、安徽省、中国科学技术大学**三方共建，是面向世界航天科技前沿和国家航天强国战略需求，围绕**深空探测领域国家重大科技工程和国际大科学计划**，开展**战略性、前瞻性、基础性研究**，实现**科学、技术、工程融合发展**的新型科技研发机构。



2022年2月25日，深空探测实验室（天都实验室）在安徽揭牌



**探索浩瀚宇宙**

**发展航天事业**

**建设航天强国**

**是我们不懈追求的航天梦**

**——习近平**

- **学校设立空间科学与技术专业：探测和研究近地空间**  
(包括中高层大气、电离层、磁层)和行星际空间的各种物理过程、太阳活动的物理机制及其对地球环境和地外飞行器的影响。
- **正在申请行星科学与探测技术交叉学科**



航天工程系列精品出版项目  
书籍编号: 2019-2-203

INTRODUCTION TO  
AEROSPACE ENGINEERING

# 航天工程概论

陈金宝 等 编

 北京理工大学出版社  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

## 目录

绪 论

第一章 数理基础

1.1 牛顿运动定律

1.2 开普勒三大定律

1.3 地球的描述

1.4 时空参考

思考题

参考文献

第二章 地球空间环境

2.1 地球空间环境特征

2.2 地球空间环境对航天工程的影响

思考题

参考文献

第三章 航天器总体设计

3.1 总体设计基础

3.2 航天器项目管理

3.3 航天器任务分析与系统设计

3.4 航天器总装、集成和测试

思考题

参考文献

第四章 航天器动力系统

4.1 航天器动力系统基础

4.2 航天器动力技术

4.3 航天器动力系统实例

思考题



▲ 2000年7月10日—15日“巴士底”事件引发的卫星异常

卫星名称	故障情况
ASCA (日本X射线天文卫星)	失去对姿态控制, 导致太阳电池阵指向异常, 发电量下降, 卫星失效
GOES-8卫星和GOES-10卫星 (美国地球静止轨道业务环境卫星)	卫星高能电子探测器故障, 丢失两天数据
Wind (美国空间科学卫星)	数传功率损失25%
ACE (美国先进成分探测器)	SWE等传感器发生故障, 后恢复
SOHO (欧洲/美国联合太阳和日球层观测台)	太阳能电池阵输出功率下降(相当于平时一年的退化), 部分载荷关机
SOHO卫星、YOHKOH日本太阳望远镜、TRACE美国转换区和日冕探测器	观测太阳卫星的成像仪受到质子污染
GEO通信卫星	多颗通信卫星出现指向控制问题
AKEBONO (日本科学卫星)	控制系统失灵
ISS (国际空间站)	轨道下降了15千米



最高指示  
别国有的，我们要有，别  
国没有的，我们也要有。

### 关于带电粒子在介质中 输运的连续慢化近似方法

中国科学院高能研究所

最高指示  
别国有的，我们要有，别  
国没有的，我们也要有。

### 关于带电粒子在介质中输 运的模拟计算方法

中国科学院高能研究所

要斗私，批修。 六四六

最高指示

“抓革命，促生产，促工作，促战备”

中国人民解放第五〇一设计部： (69)五院学加字

你部设计的飞行器模拟计算方法，现已完成屏蔽计算  
工作，现将计算方法、二式云图和计算方法报告去，请审阅。

附：1. 关于带电粒子在介质中输运的模拟计算方法三式

2. 关于带电粒子在介质中输运的连续慢化近似方法三式

3. 计算数据：

(1) 铅对质子的屏蔽

(2) 铅对电子的屏蔽

(3) 铅对铝板各种厚度的剂量率

北京401所生产办公室

1969.11.15

第 页

东方红一号卫星：1970年4月24日

# 课程主要内容

- 空间环境及空间天气
- 空间天气事件及其起源
- 空间天气事件的影响及其机制
- 空间天气研究的基本方法
- 空间天气预报的基本方法、进展和可能发展方向
- 空间天气预报和研究中的基本数据处理
- 航天工程和航天系统的基本知识
- 空间环境对航天工程的可能影响



## 主要参考书

- 空间天气学，焦维新，气象出版社
- 《太阳风暴影响与应对措施》科普丛书，总装备部电子信息基础部，国防工业出版社
- 航天工程概论，北京理工大学出版社

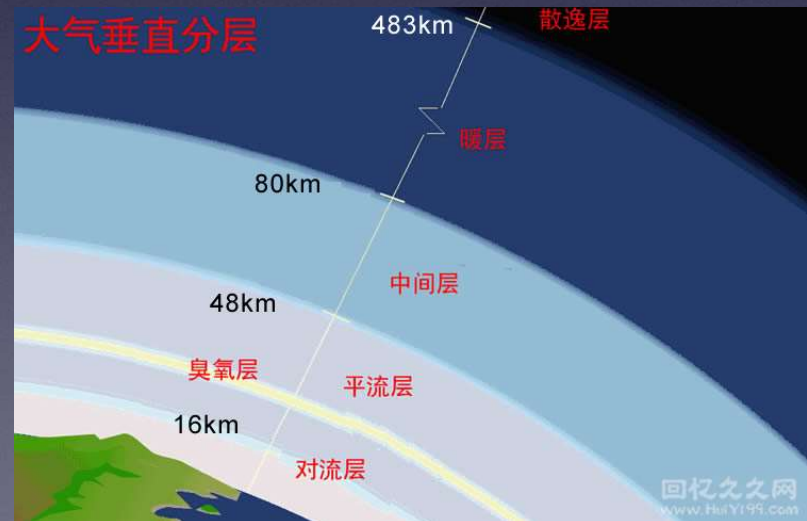
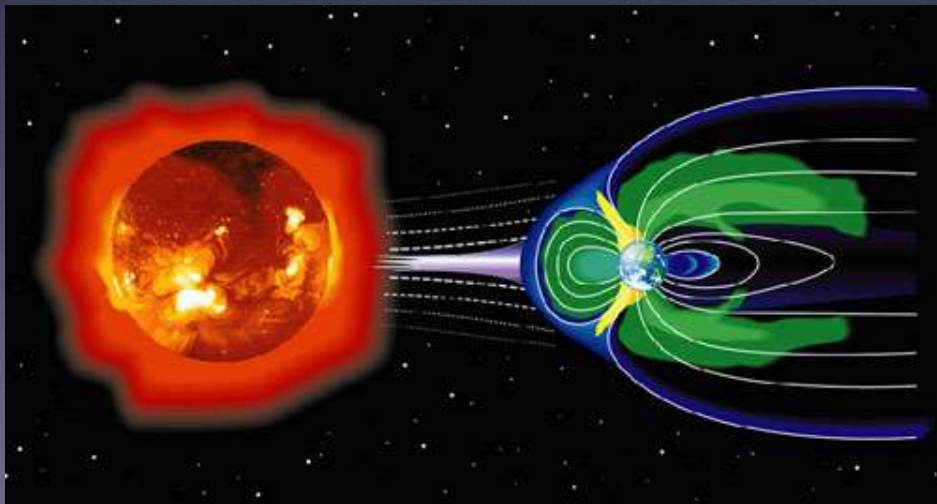
# 第一章 引言

## 1. 什么是空间环境和空间天气?

空间  
Space

+

天气  
Weather





**天气：**气温、气压、湿度、风、云、雾、雨、雪、霜、雷、雹等



洪水



暴雨



飓风

**恶劣的天气**事件将显著影响人类生活



# 人类生活越来越依赖高科技系统



航天



航空



通讯



电力

# 2016年8月22日 重庆主城区部分区域停电



重庆当日最高气温：40度



长时间停电的可能影响



# 可能引起停电的原因?

- 变压器被烧坏
- 线缆被挖断
- 部分线路被烧毁

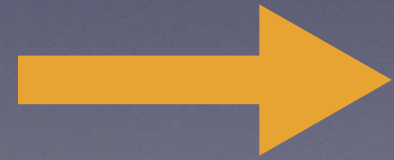
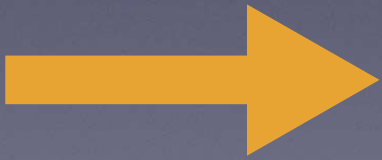
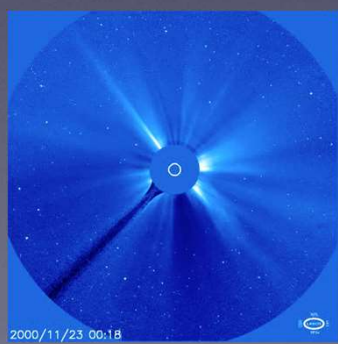
人为或设备原因

- ✓ 部分可控
- ✓ 区域性
- ✓ 可快速修复

• 剧烈的太阳爆发活动

自然原因

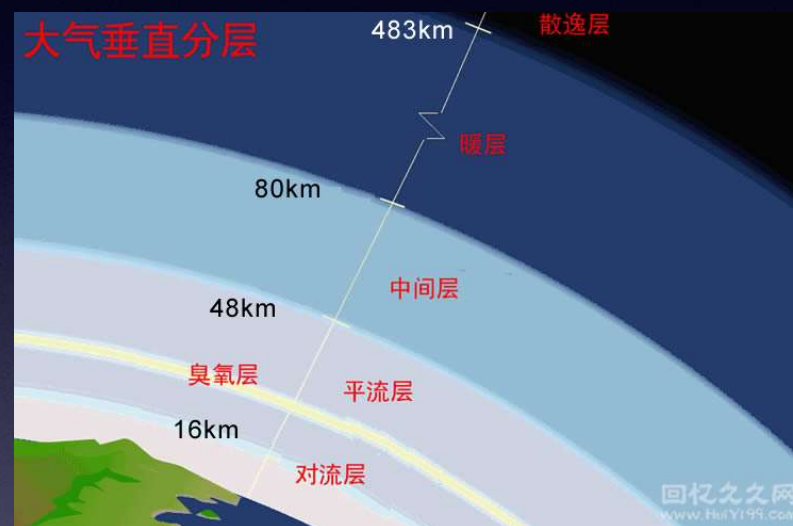
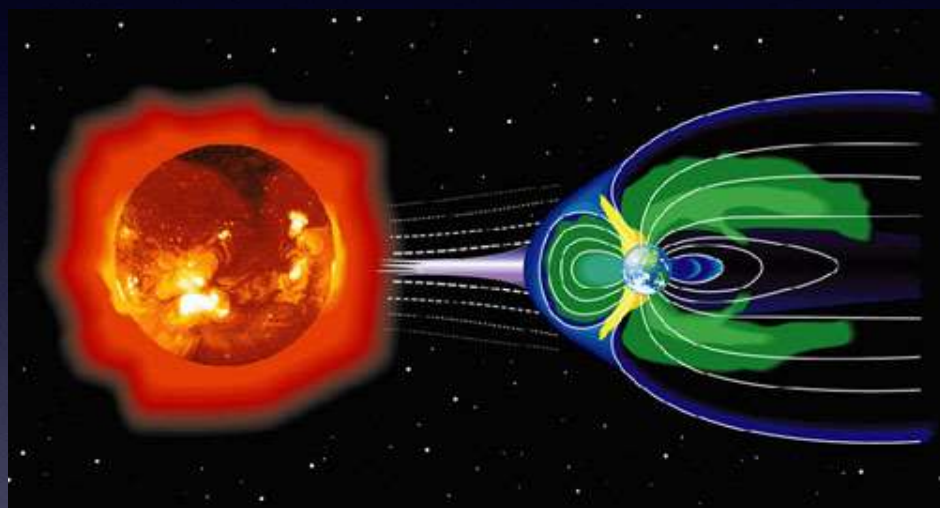
- ✓ 不可控
- ✓ 难预测
- ✓ 面积大
- ✓ 难修复



空间环境  
Space

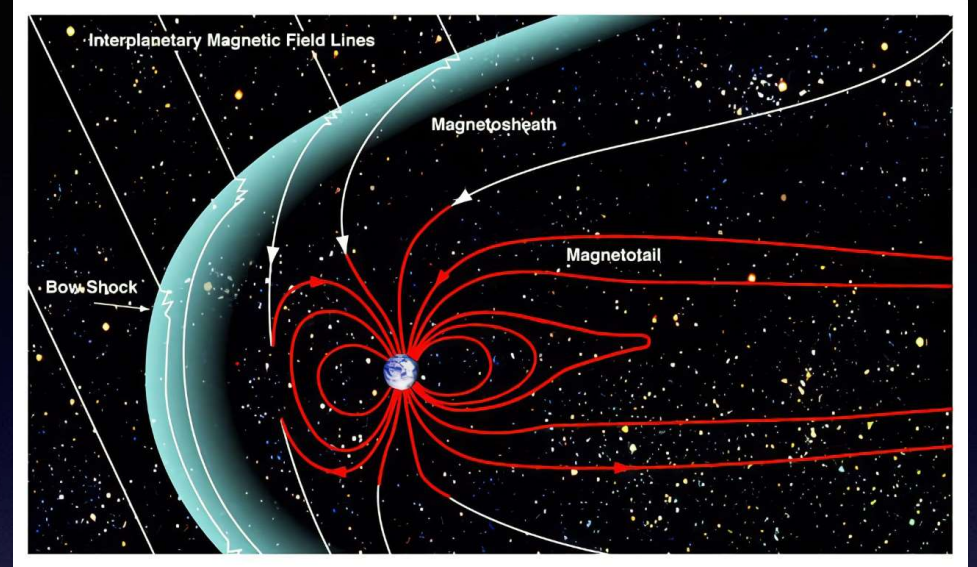
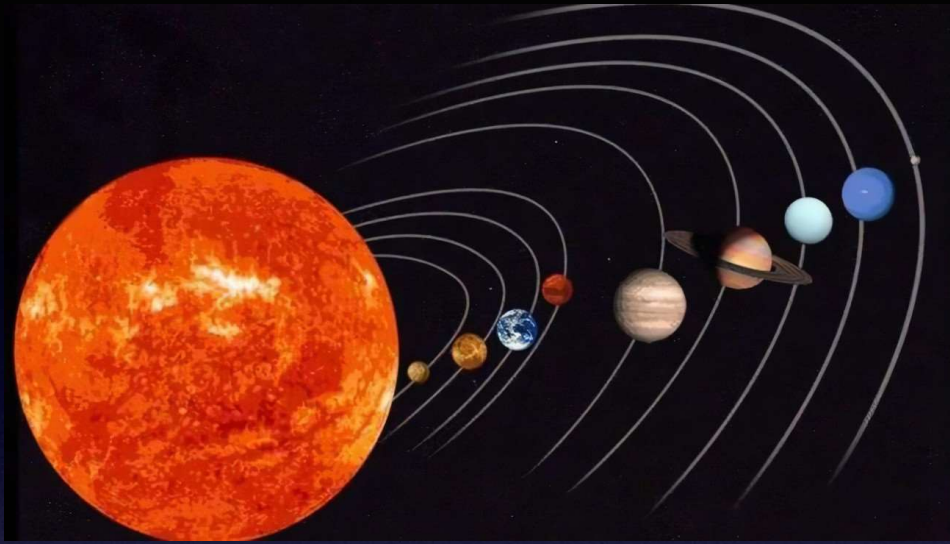
+

天气  
Weather



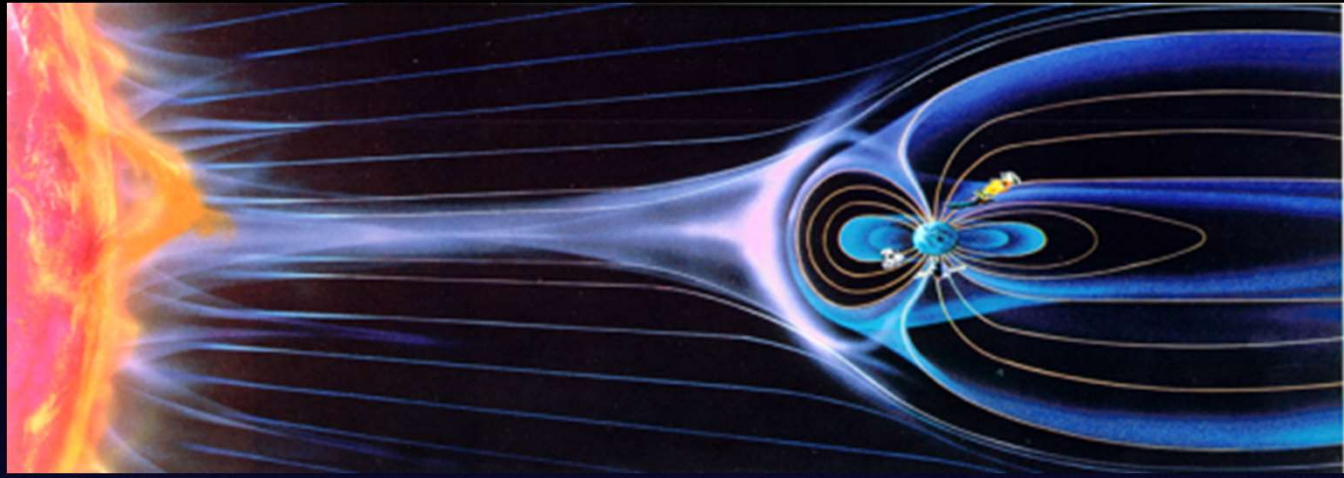
磁场强度、等离子密度、  
等离子体温度、太阳风速  
度、高能粒子强度等

气温、气压、湿度、风  
、云、雾、雨、雪、霜  
、雷、雹等



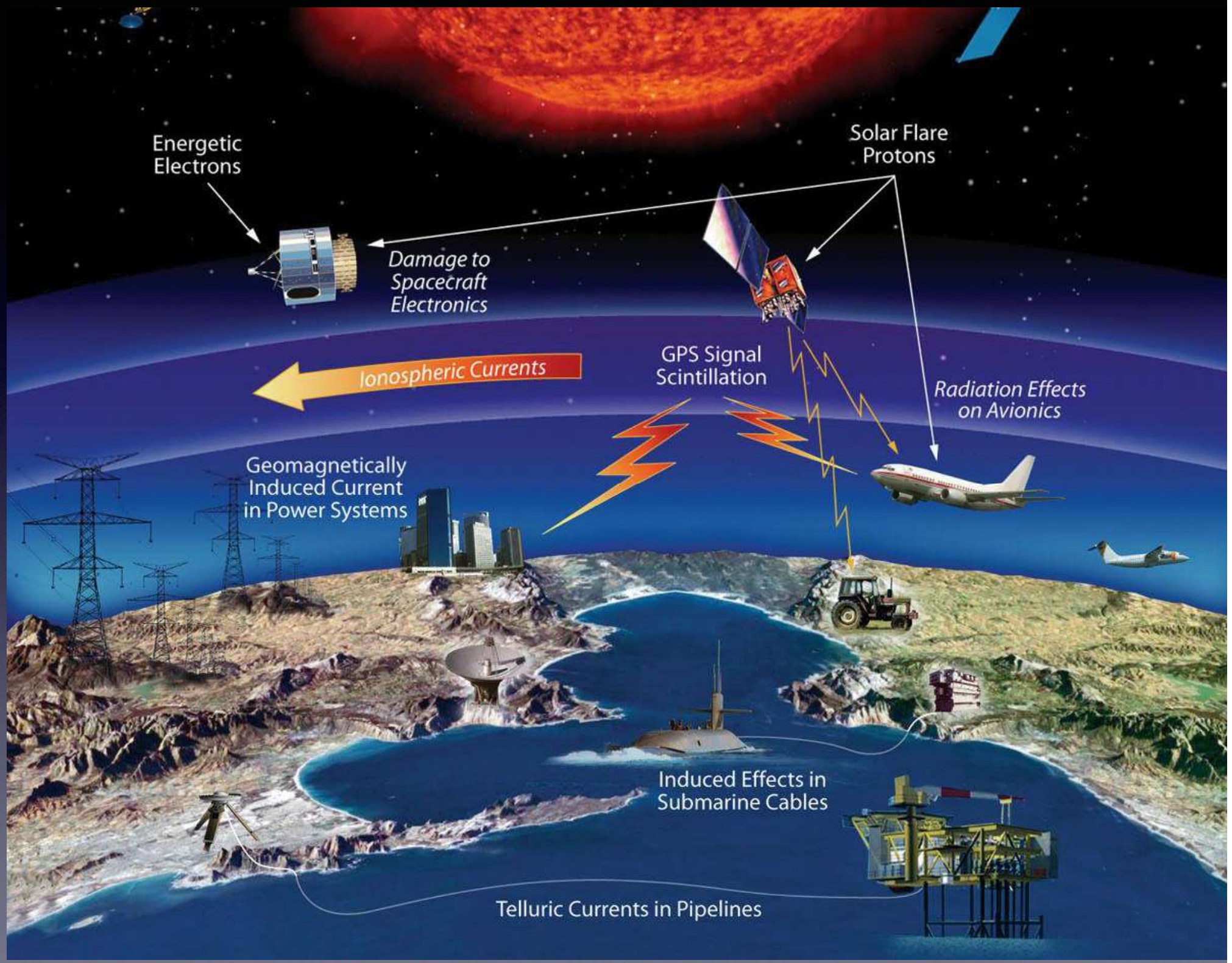
**空间环境：**人类活动最多的空间区域环境，它包括磁层、电离层和中高层大气。而深空环境的保障在我国目前还难以考虑。地球空间环境从监测对象分，包括：带电粒子、等离子体、中性粒子和电磁场。适宜以现场监测为主，遥感监测为辅。





**空间天气：**是指瞬间或短时间内发生在太阳表面、行星际太阳风、磁层、电离层和热层大气中，可以影响天基和地基系统（如气象卫星和地面探测雷达）的正常运行，危及人类活动、健康和生命的天气条件或状态。恶劣的空间天气可引起卫星运行、通信、导航以及电站输送网络的崩溃，造成各方面的社会经济损失。





Energetic Electrons

Solar Flare Protons

Damage to Spacecraft Electronics

Ionospheric Currents

GPS Signal Scintillation

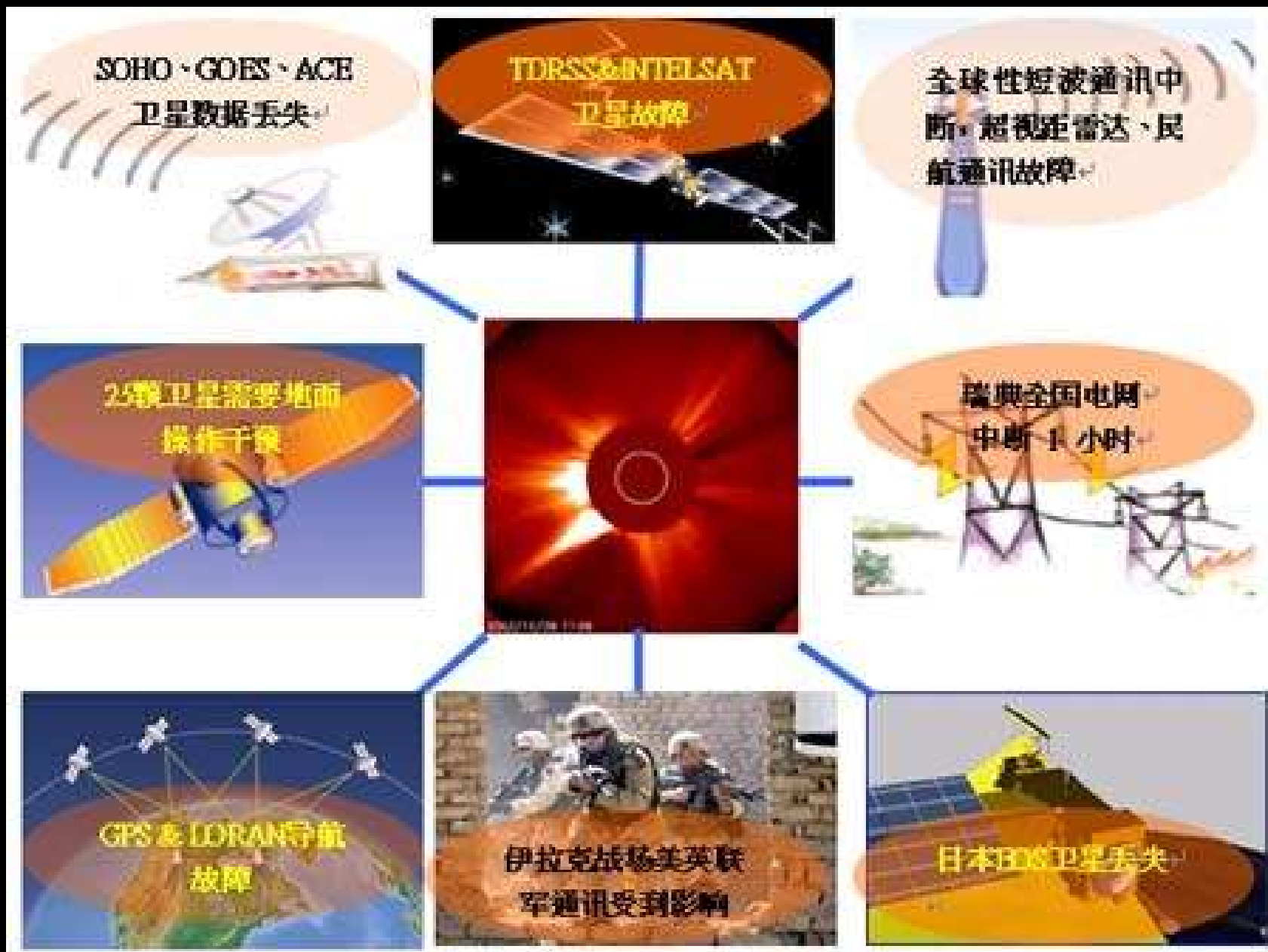
Radiation Effects on Avionics

Geomagnetically Induced Current in Power Systems

Induced Effects in Submarine Cables

Telluric Currents in Pipelines

# 2003年万圣节事件的影响





# 几种常见的空间天气灾害事件

辐射增强



电离层扰动

能量粒子增多



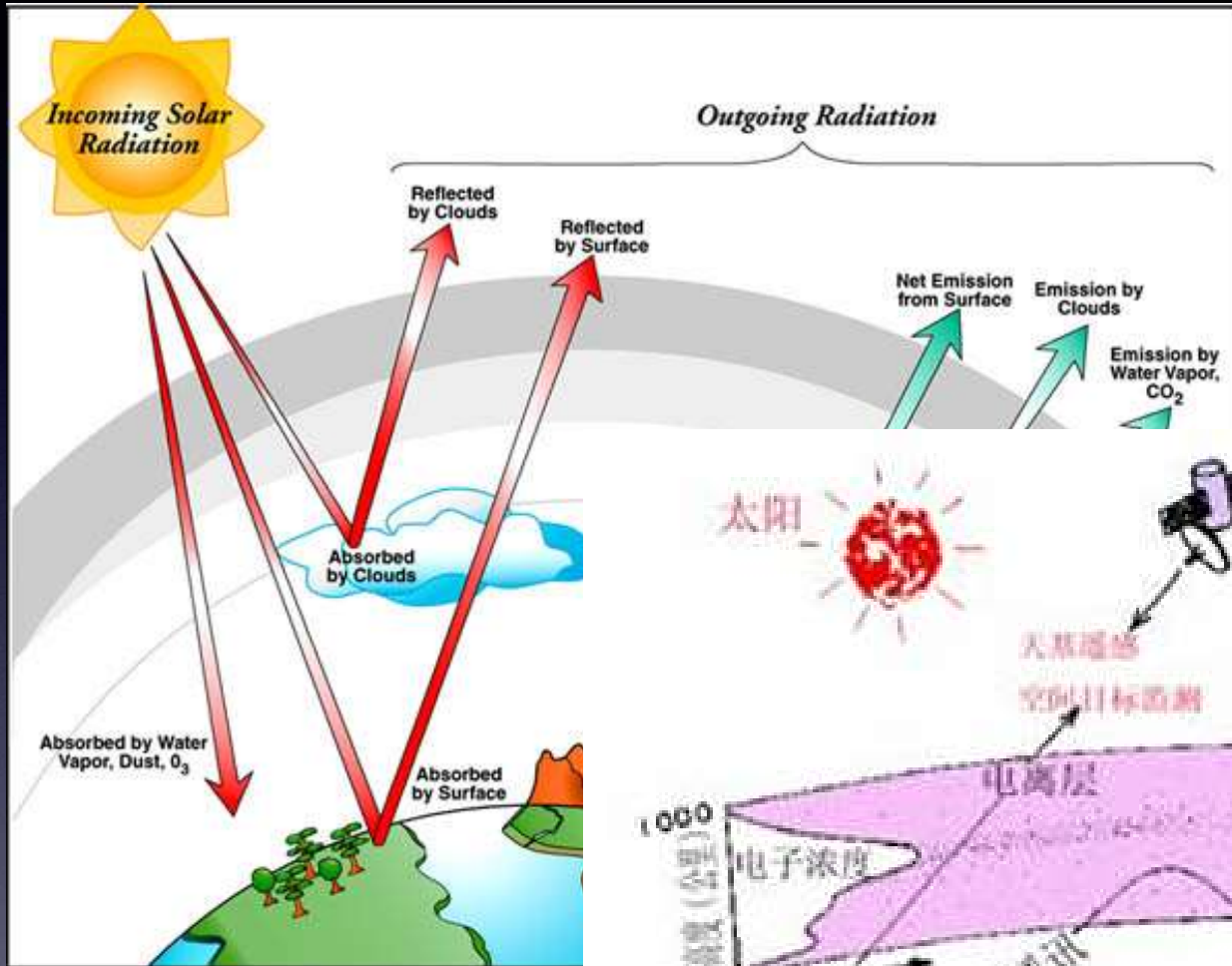
高能粒子事件

磁结构达到地球



地磁爆

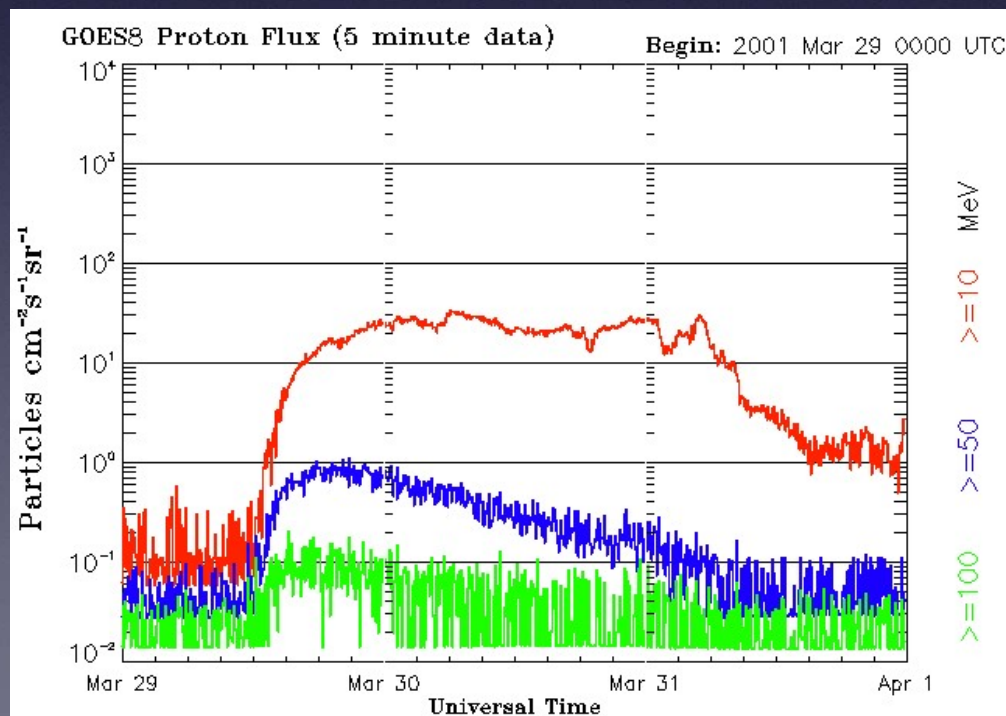
# 电离层扰动



April 1, 2001

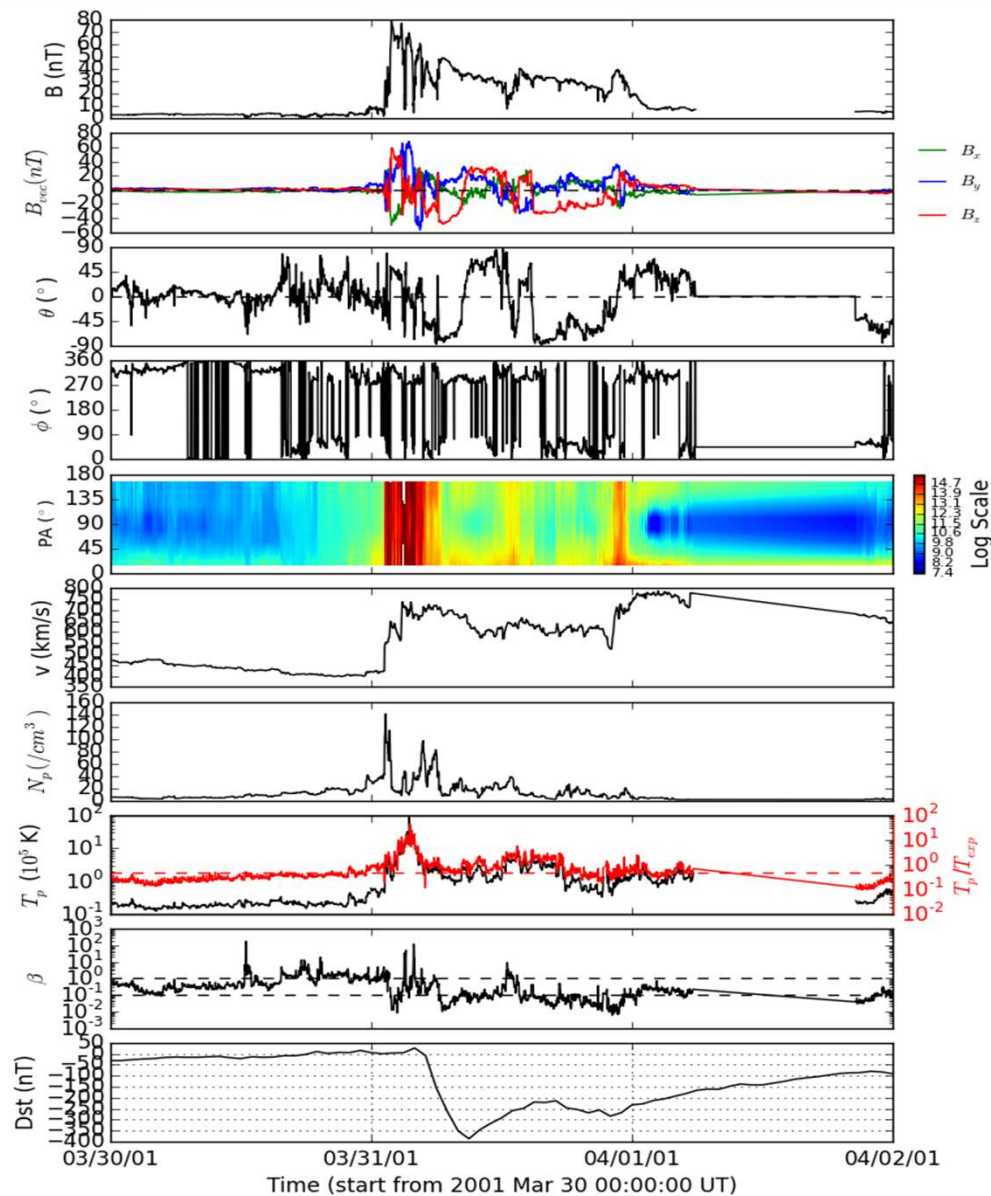


# 2001年中美撞机事件中的通讯中断



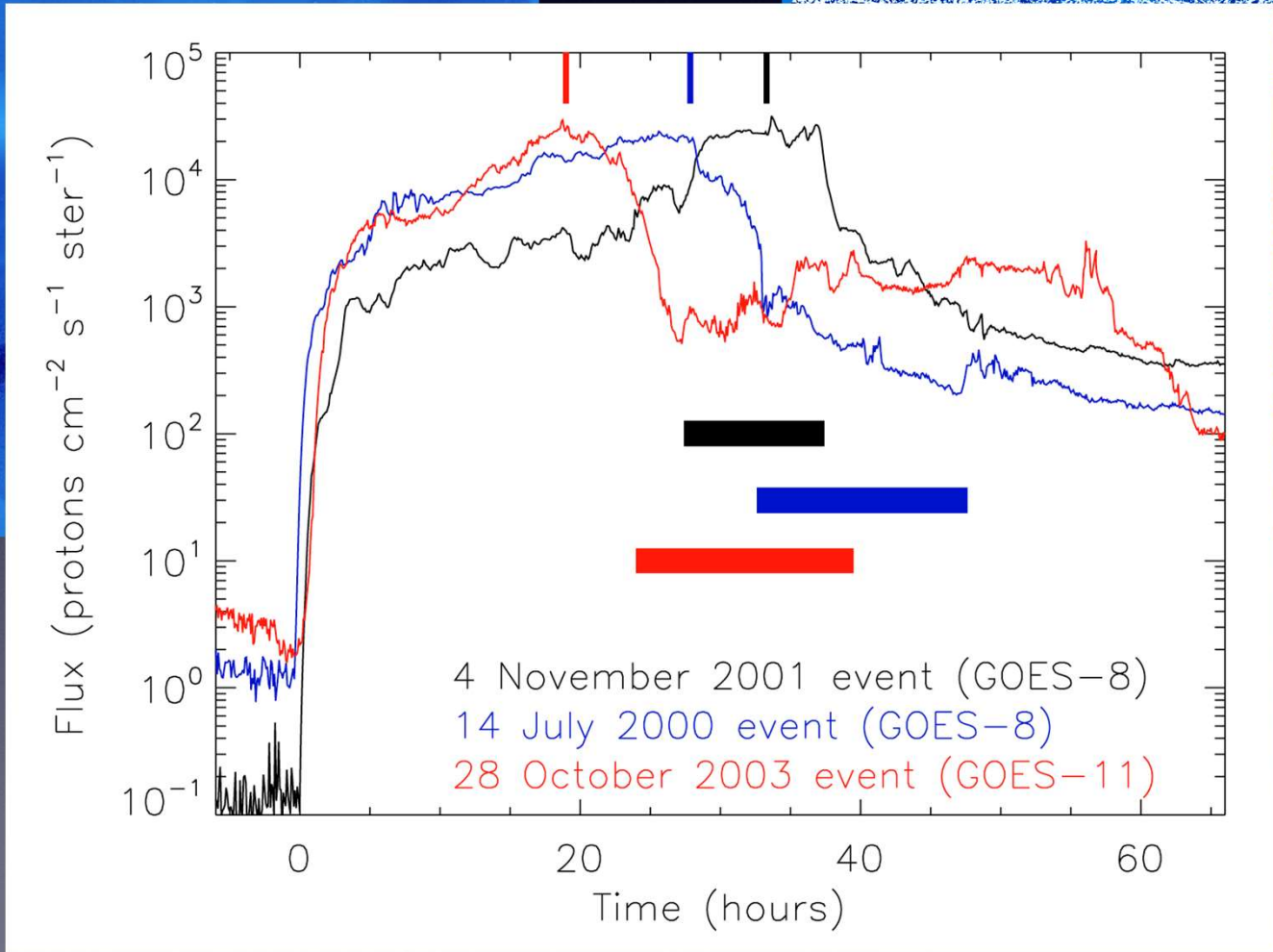
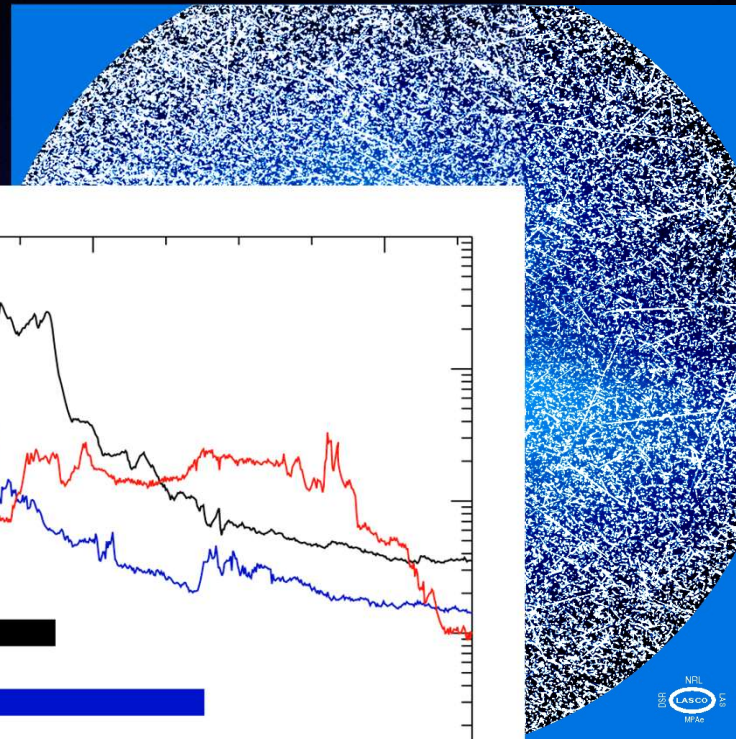
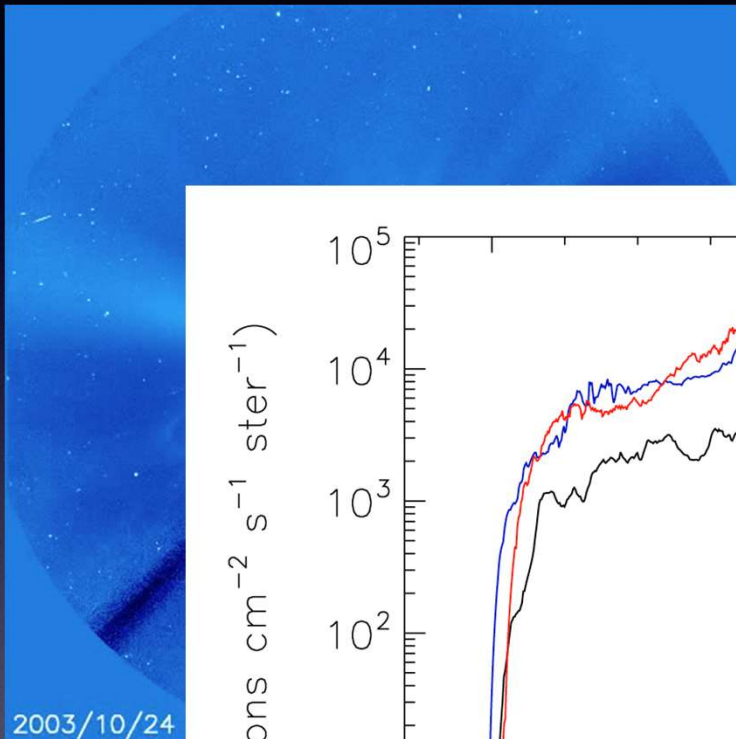
Updated 2001 Mar 31 23:56:03 UTC

NOAA/SEC Boulder, CO USA

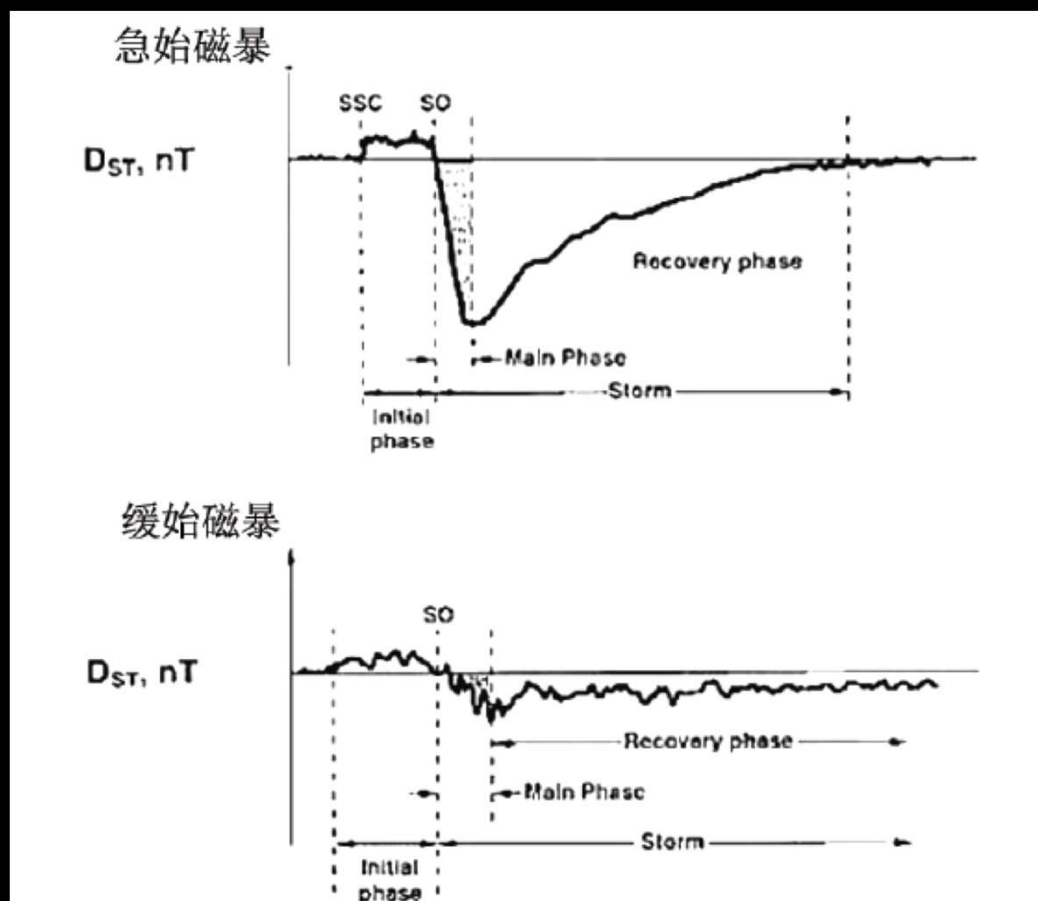




# 太阳高能粒子事件



# 引起停电的直接因素：**地磁暴**



地磁场剧烈变化



感应电流



损坏变压器

# 历史上的超强磁暴

1859 – 2009年共产生36个超强磁暴，包括

- 2003年10月万圣节事件 (-383 nT)
- 2000年7月巴士底狱事件 (-301 nT)
- 1989年3月魁北克事件 (-548 nT)
- 1859年9月卡林顿事件 (-1760 nT)

每11年2 – 3个超强磁暴



# 魁北克事件

Geomagnetic Storm Effects  
March 1989

Hydro Quebec Loses Electric Power for 9 Hours



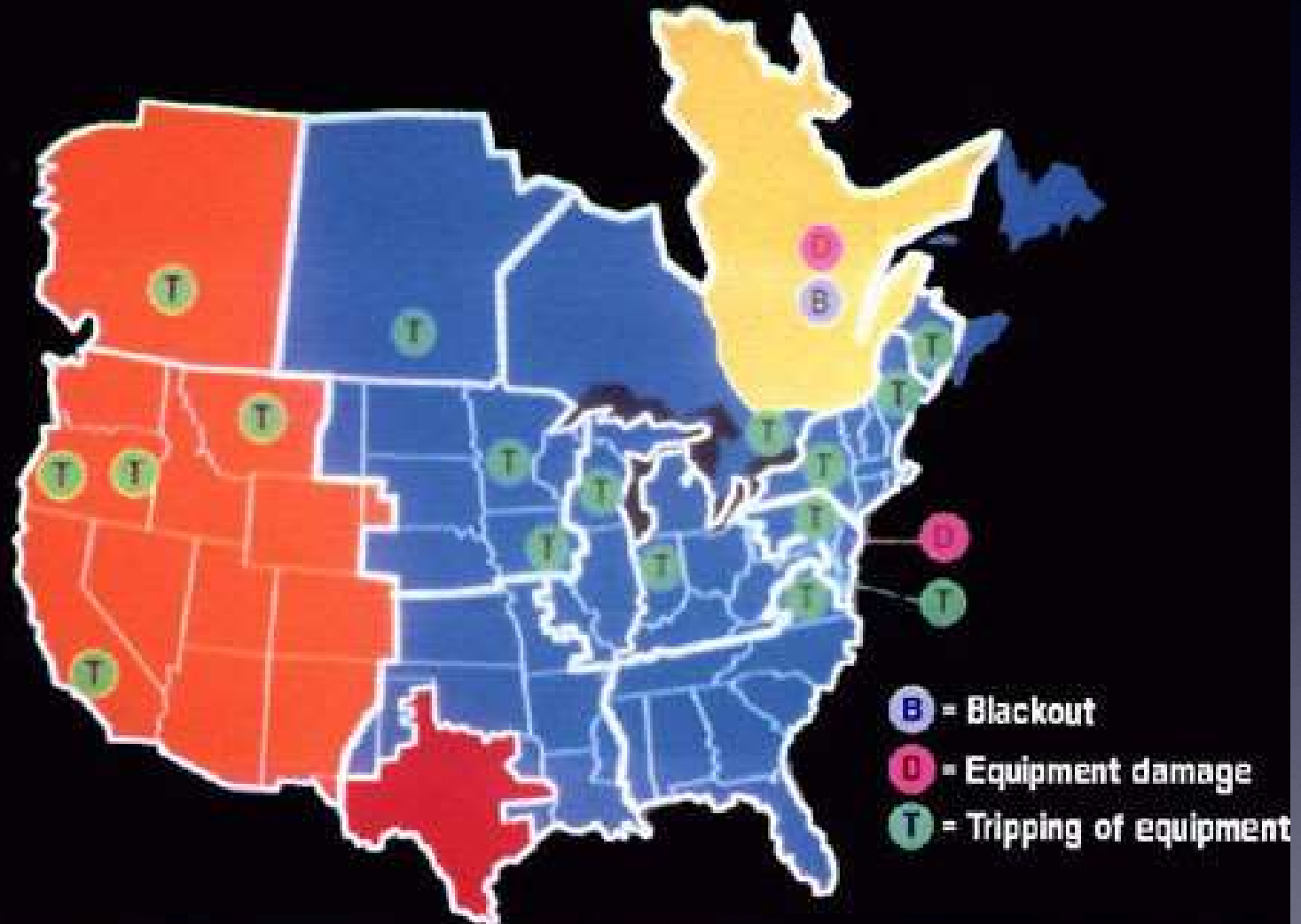
变压器烧毁导致

- 大面积停电
- 股市中断
- 日本通讯卫星彻底毁坏
- 在佛罗里达看到极光
- 民众担心核战争爆发
- .....



# 对美国电力系统的影响

POWER SYSTEM EVENTS DUE TO SMD MARCH 13, 1989



# 卡林顿事件 (1859年9月1日) —— 超级磁暴

## 迄今为止最强地磁暴(-1760 nT)

- 人类首次认识到太阳活动与极光有关
- 影响20万公里电报线路
- 血红色或紫色极光
- 极光强度在晚上可以读报纸

然而，近200年前的今天

- 没有电网
- 没有无线电通讯
- 没有卫星火箭



# 超级磁暴发生在今天，我们会怎样？

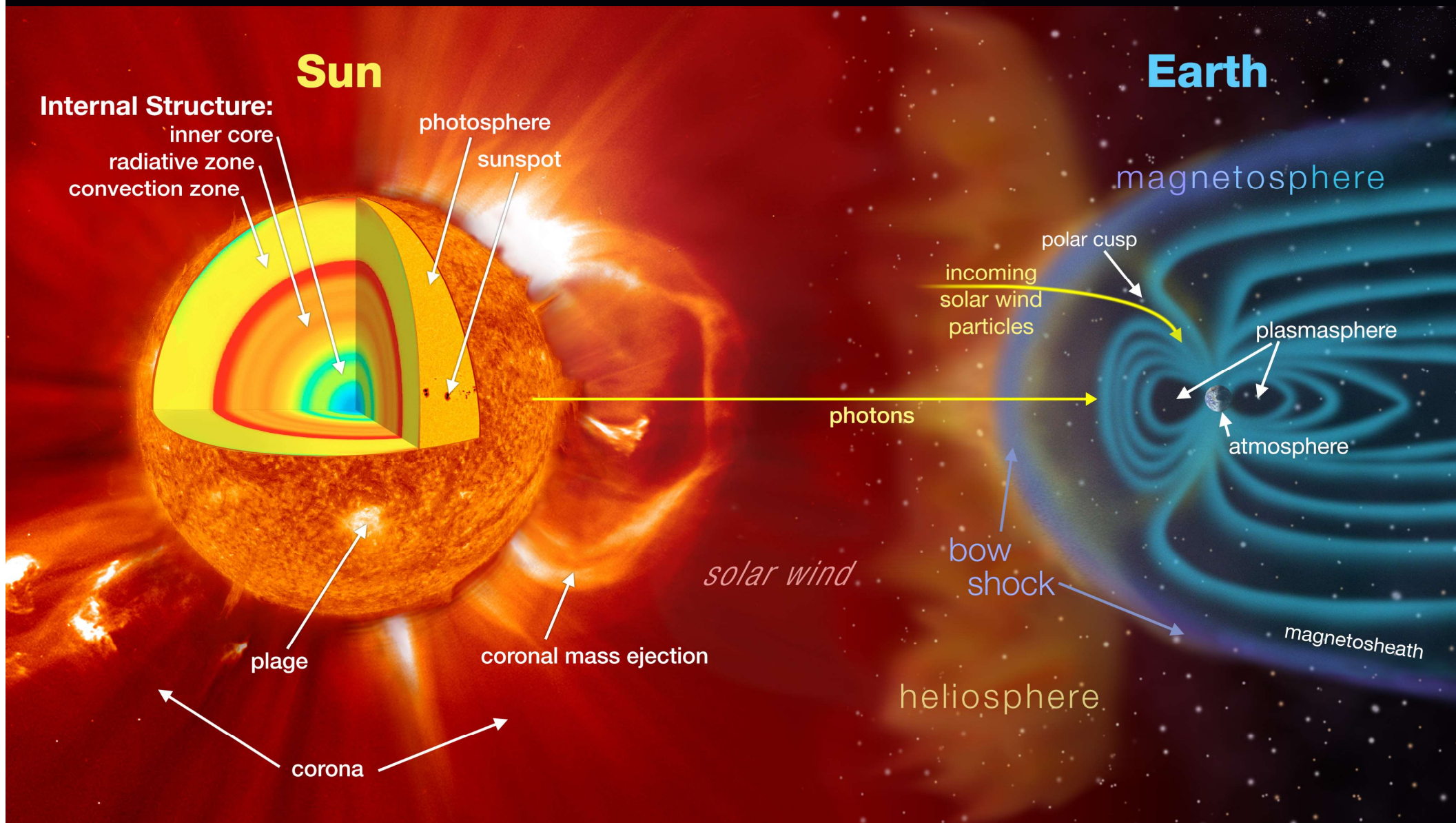
Dst = -1760 nT

- 绝大多数卫星会被破坏
  - 对地以及地面通讯中断
  - 导航失灵
  - 变压器击穿、电网瘫痪
  - 一系列间接影响
  - ★ 直接经济损失可能高达2300亿美元左右
  - ★ 包括地面总的直接和间接损失可能超过10万亿美元
- (美国科学院报告, 2008)

# 对我们的要求？

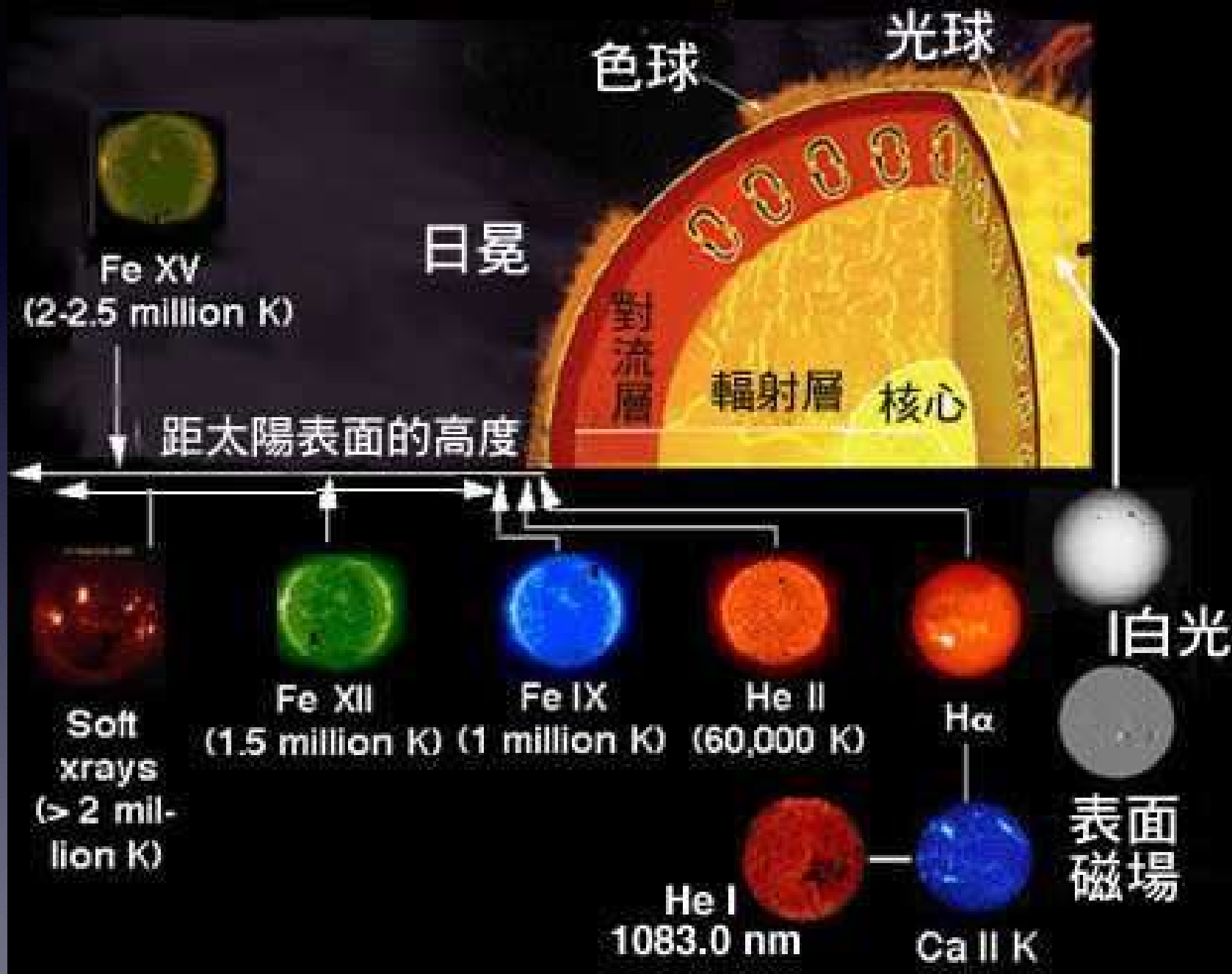
- ☑ 认识空间环境状态
- ☑ 了解空间天气事件
- ☑ 预报空间天气事件
- ☑ 避免空间天气灾害

## 2. 空间天气事件过程简介





# 不同波段看太阳



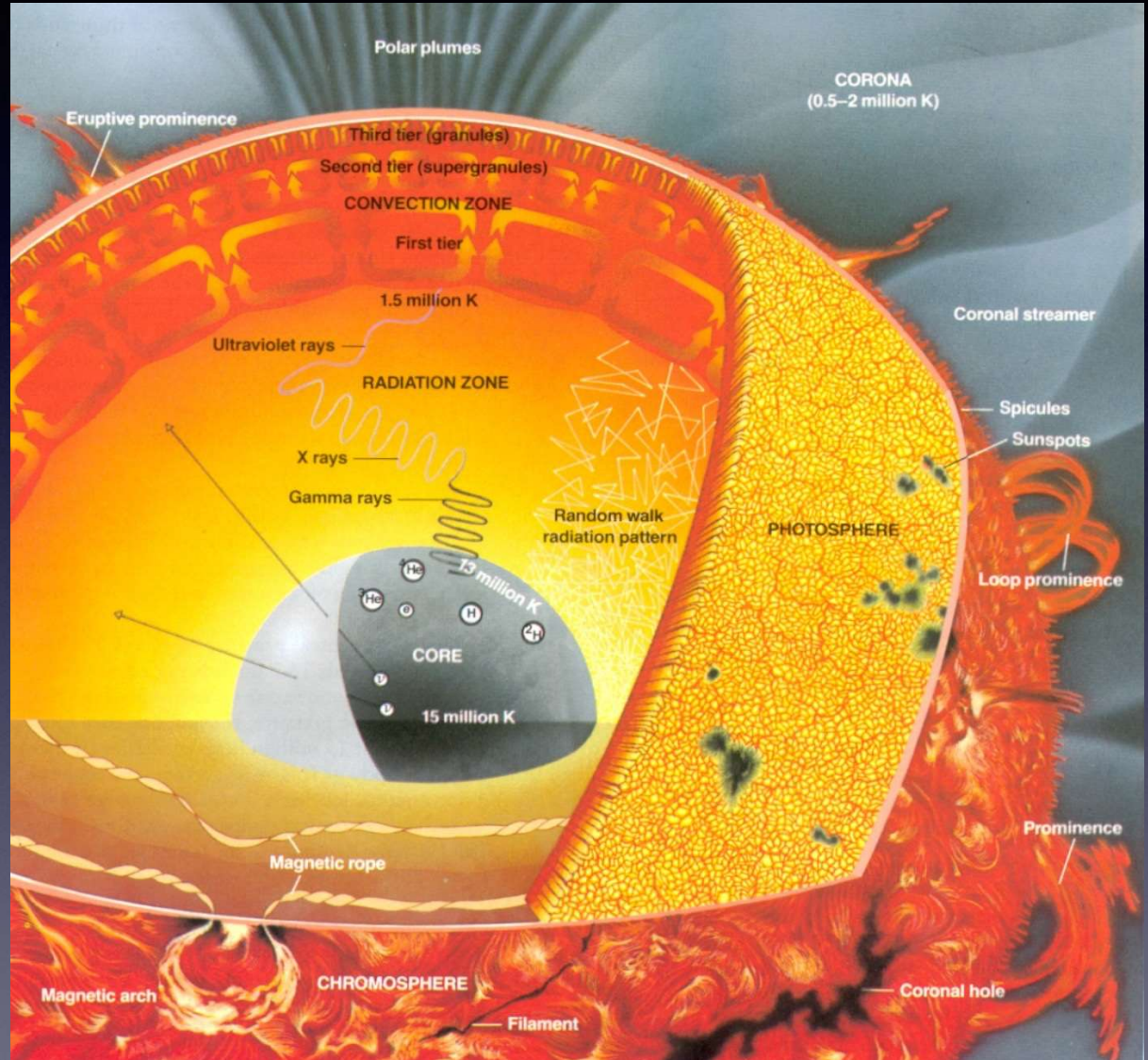
# 太阳的结构

太阳大气

日冕  
过渡区  
色球层  
光球层

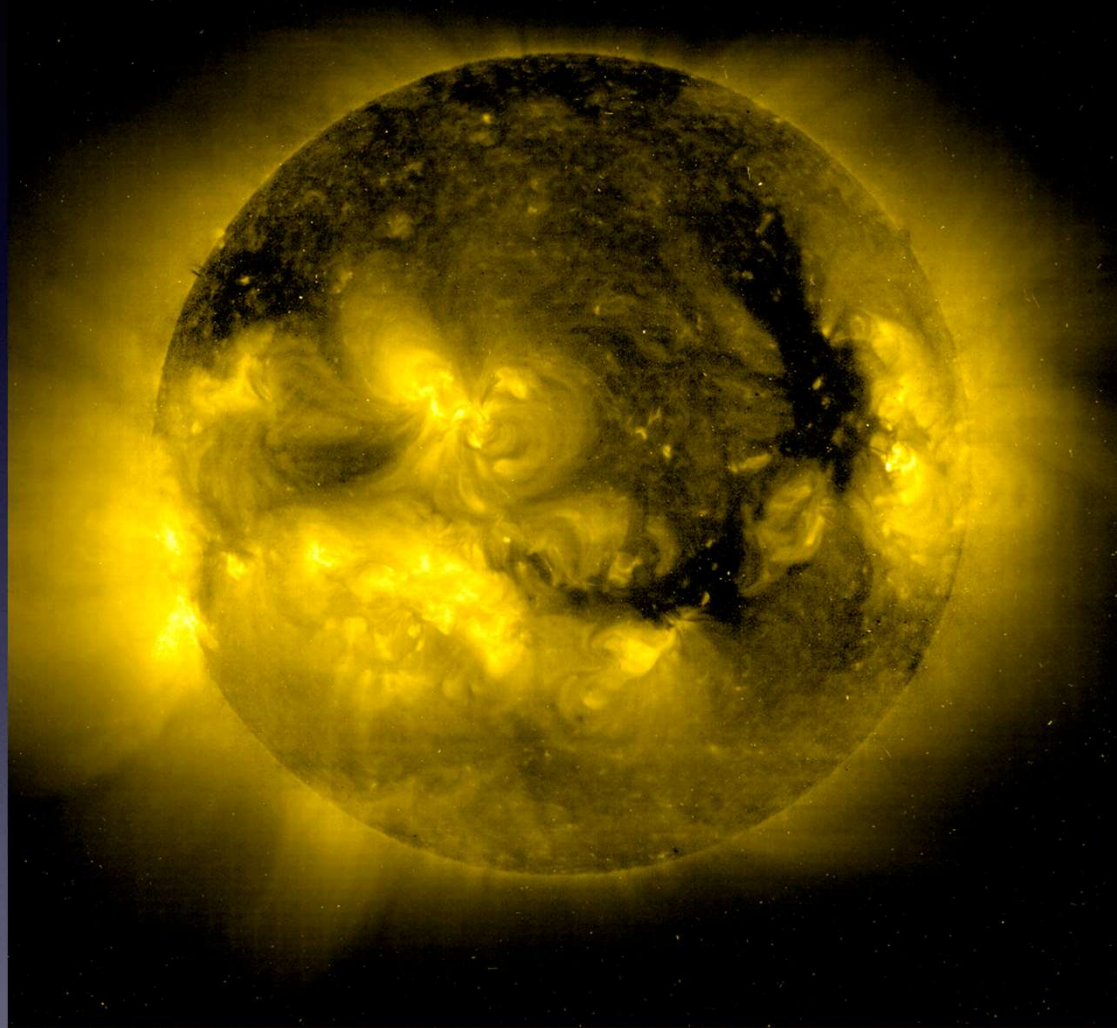
太阳内部

对流区  
辐射区  
内核





# 太阳上并不平静



冕洞  
活动区  
宁静太阳区

日珥  
冕环  
针状物  
米粒组织  
.....

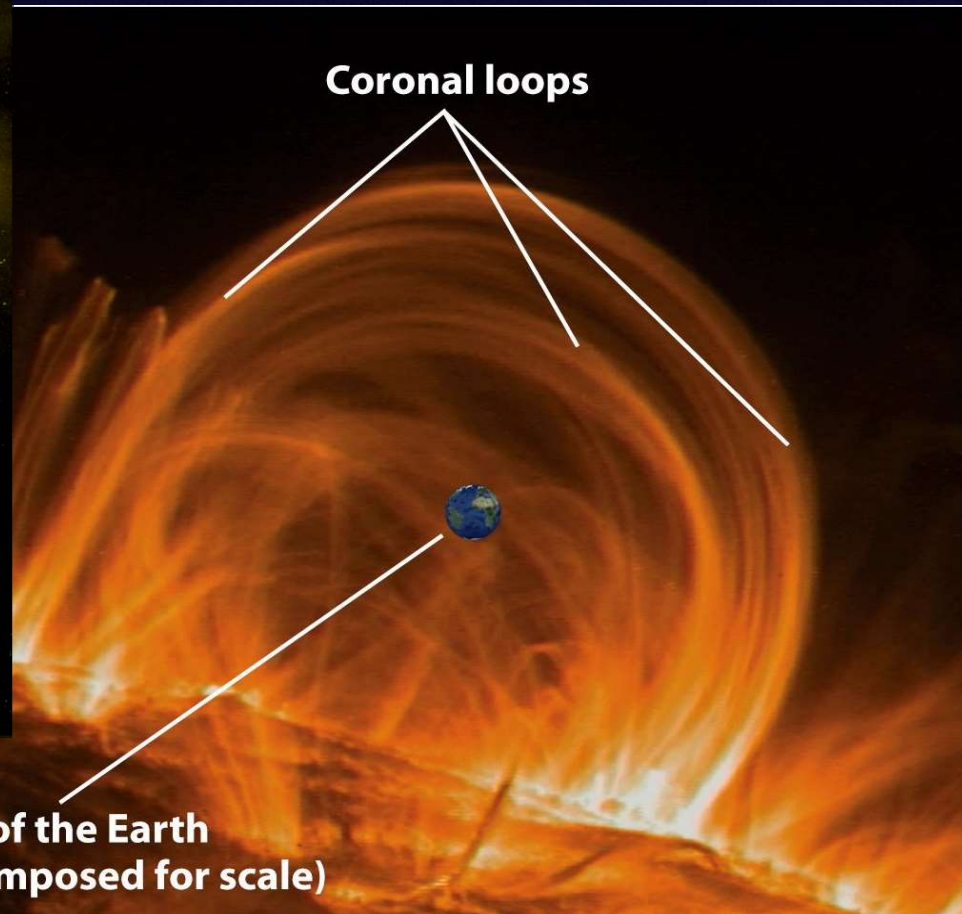


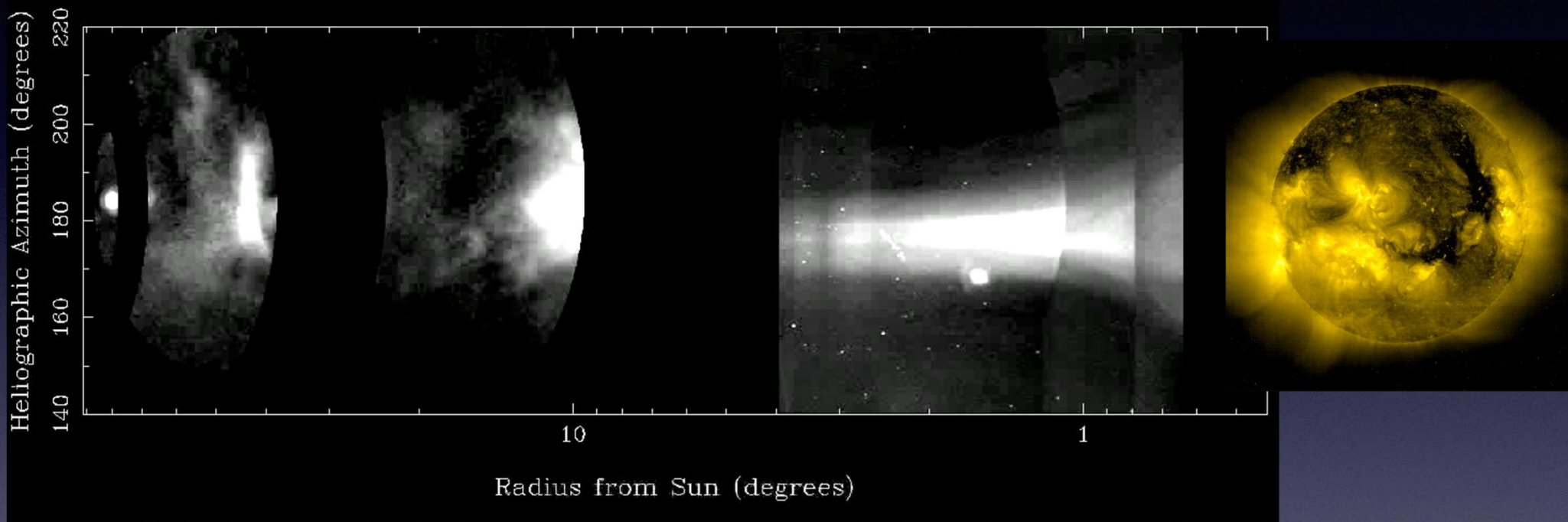
Image of the Earth  
(superimposed for scale)



# 超声速太阳风

## ——伟大的预言和发现

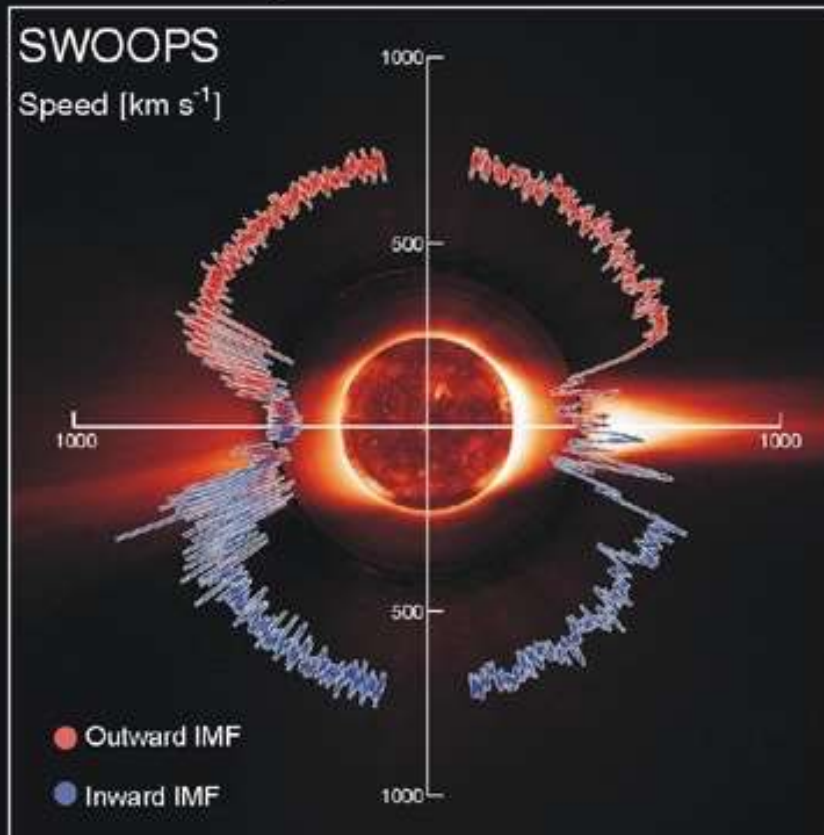
STEREO-A Combined: 2008-12-08T00:00:00



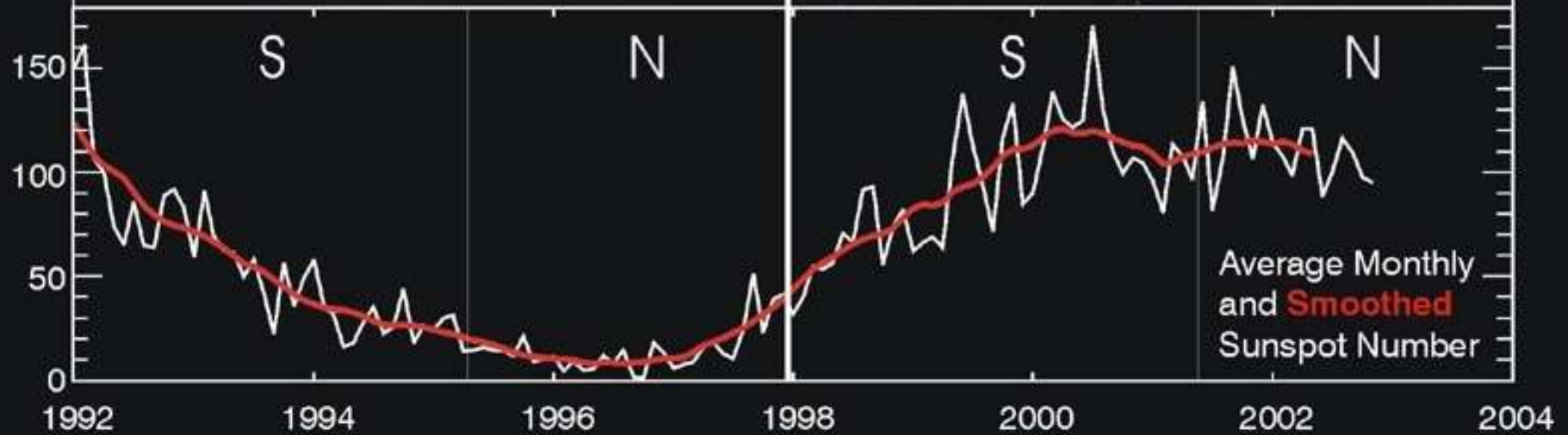
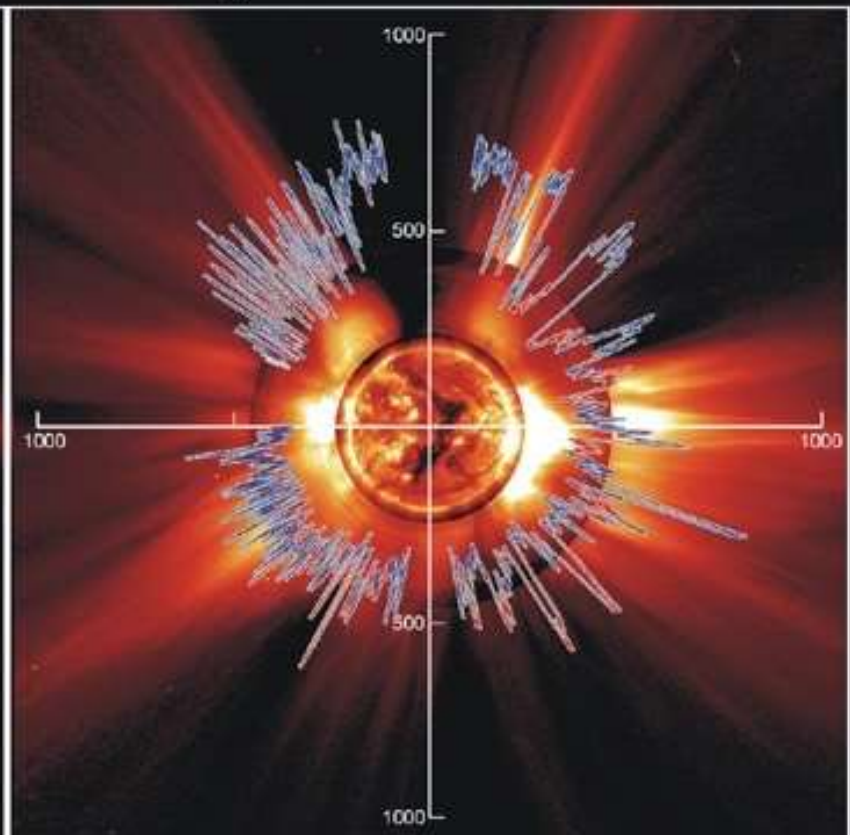
美国NASA的STEREO卫星（2006 –）首次对行星际空间中的太阳风成像观测

- 1859年首次提出有物质外流（Carrington）
- 1950s高温日冕会持续向外膨胀（Chapman）
- 1958年“太阳风”概念被正式提出，并且理论预言它是超声速流动（Parker）

## Ulysses First Orbit

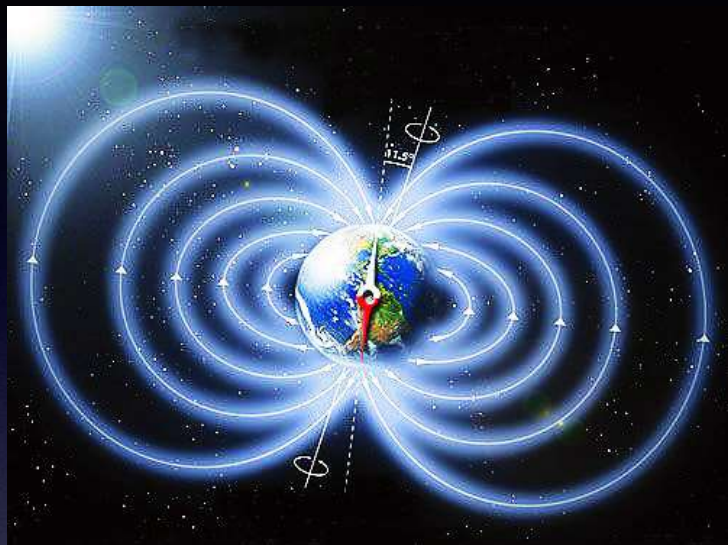


## Ulysses Second Orbit

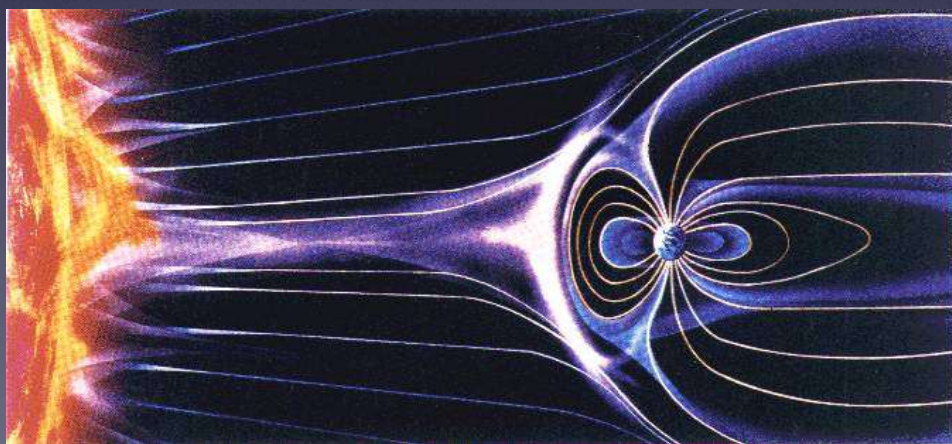




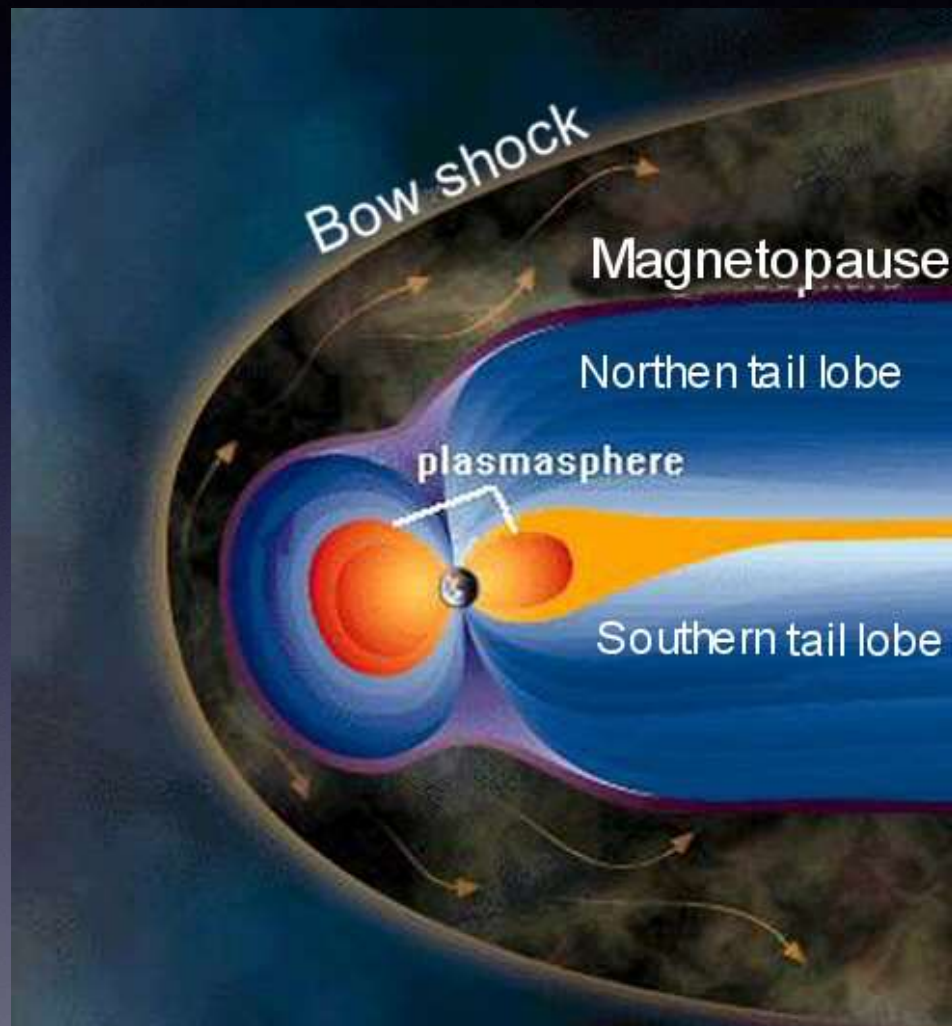
# 地球磁层：太阳风吹拂下的平衡结构



地球偶极场



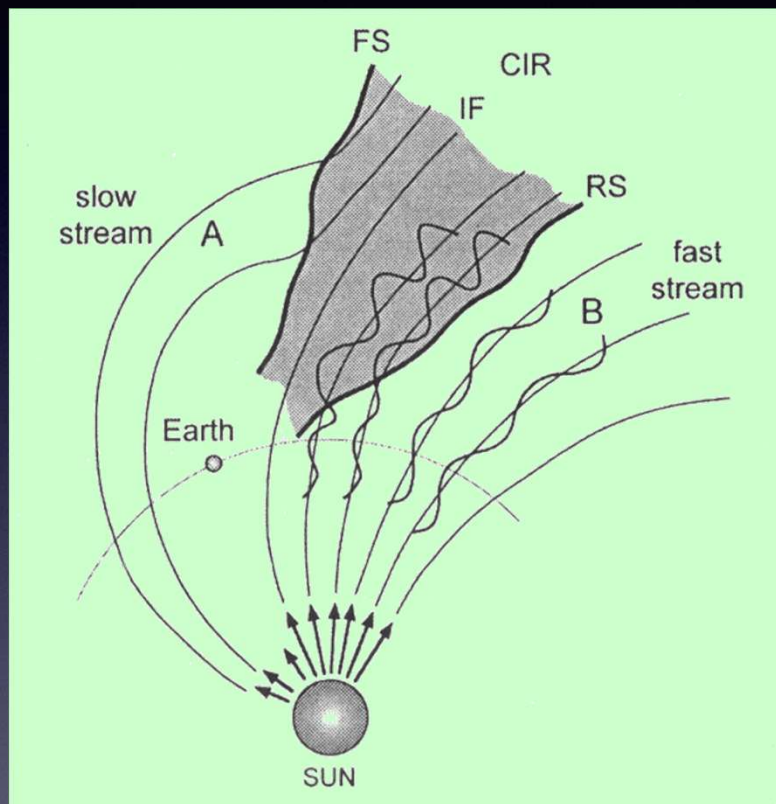
太阳风



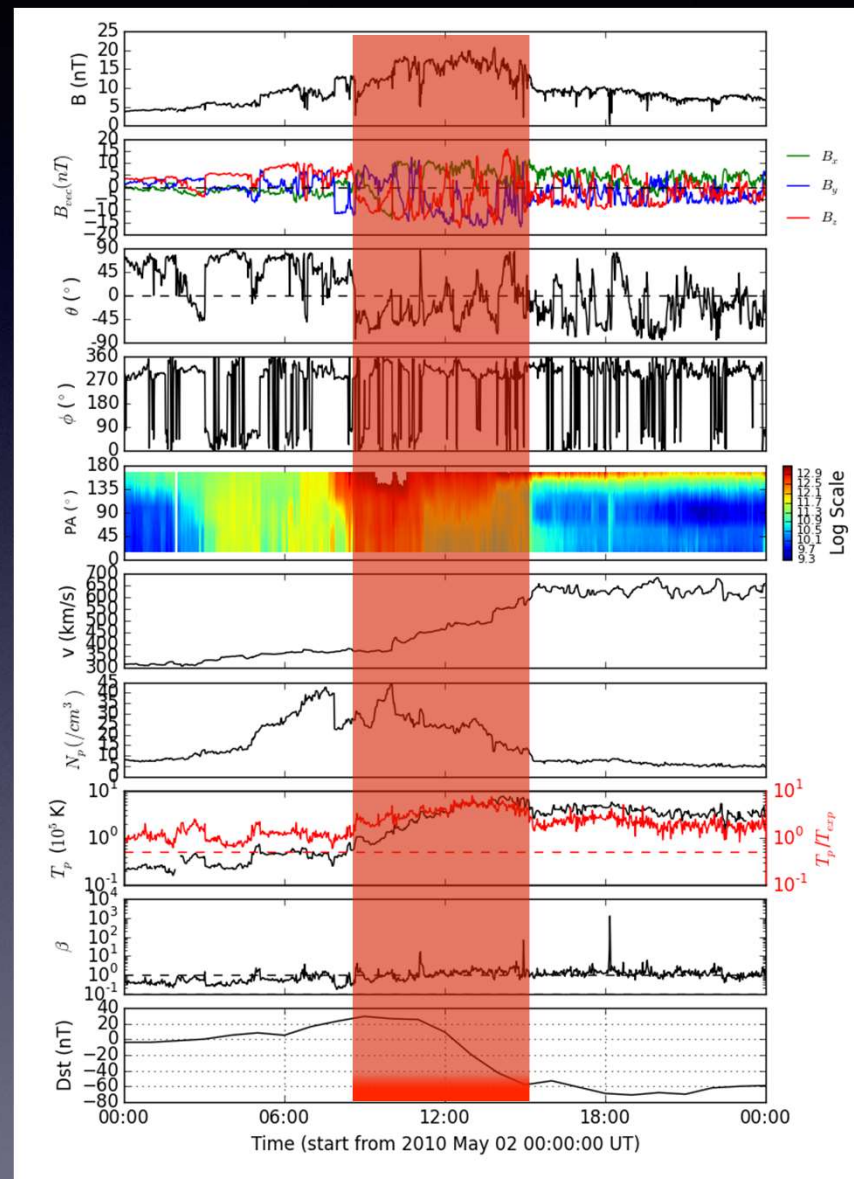
地球磁层结构



# 空间天气事件的驱动源一：共转流相互作用区



低速太阳风+  
高速太阳风 (来源于冕洞)



## 思考题

- 共转流相互作用区的出现是否有周期性？为什么？

太阳活动的周期：

27天周期

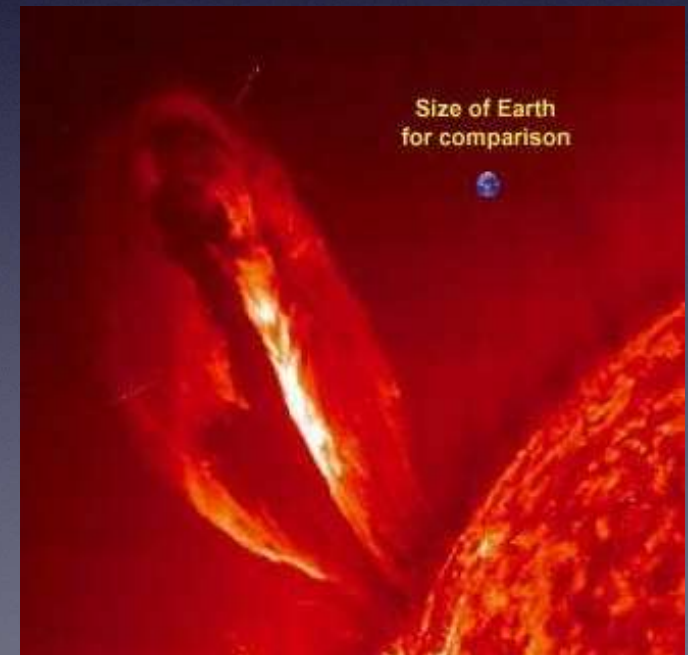
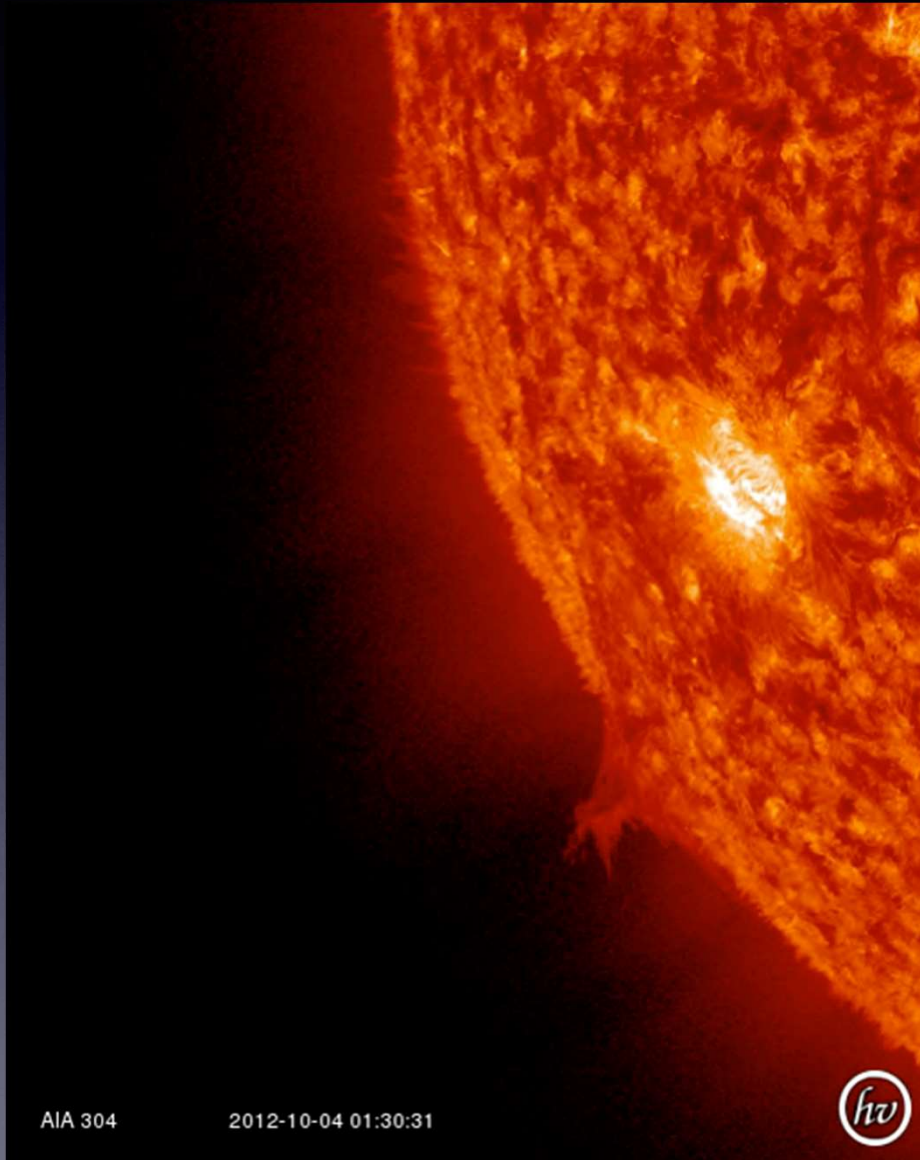
11年周期

22年周期

...

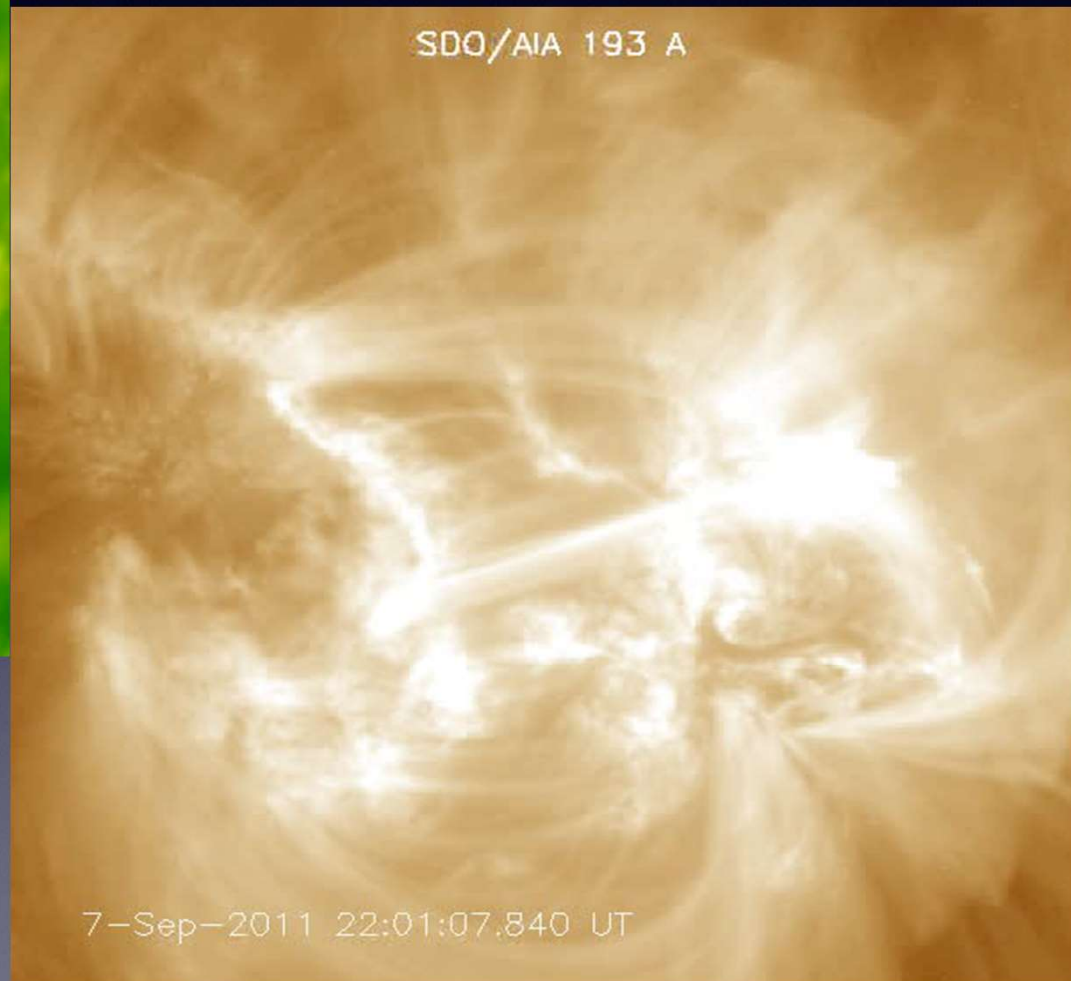
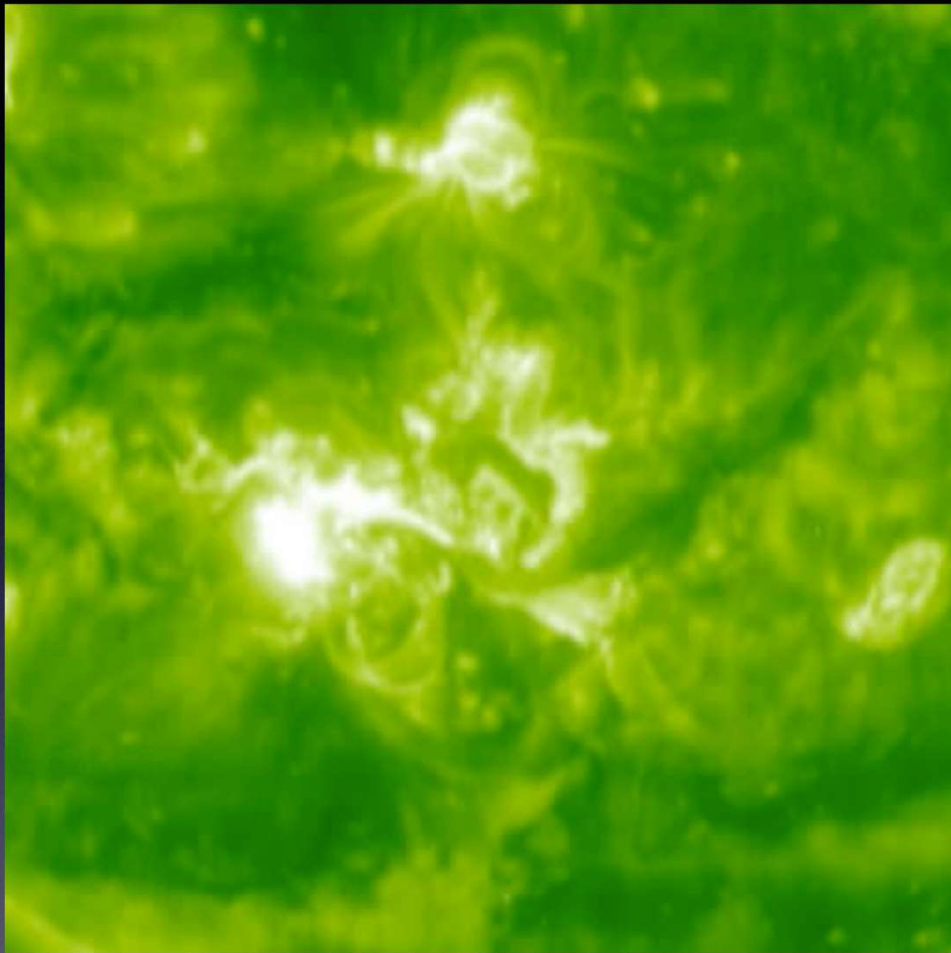
# 空间天气事件的驱动源二：太阳爆发活动

## 日珥爆发

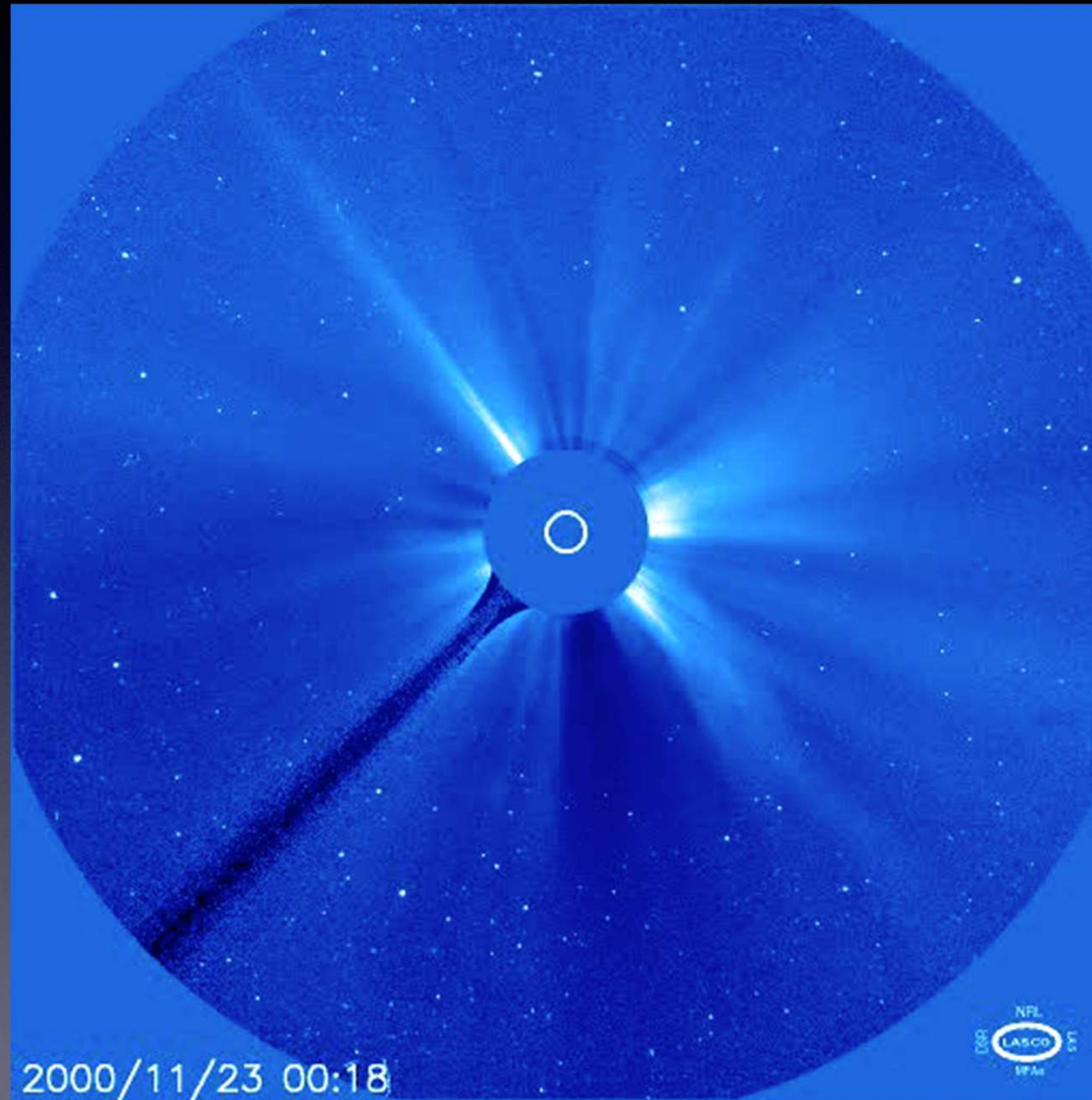




# 耀斑



# 日冕物质抛射



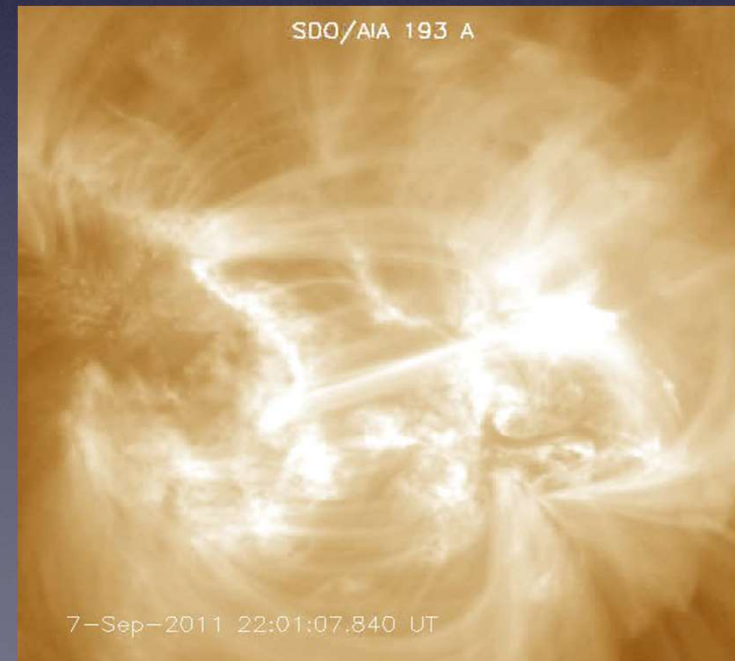
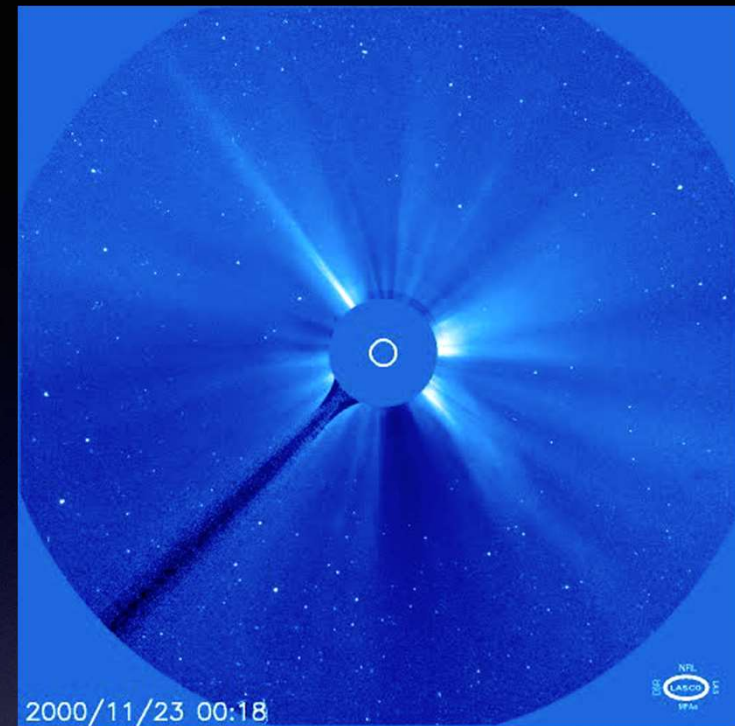
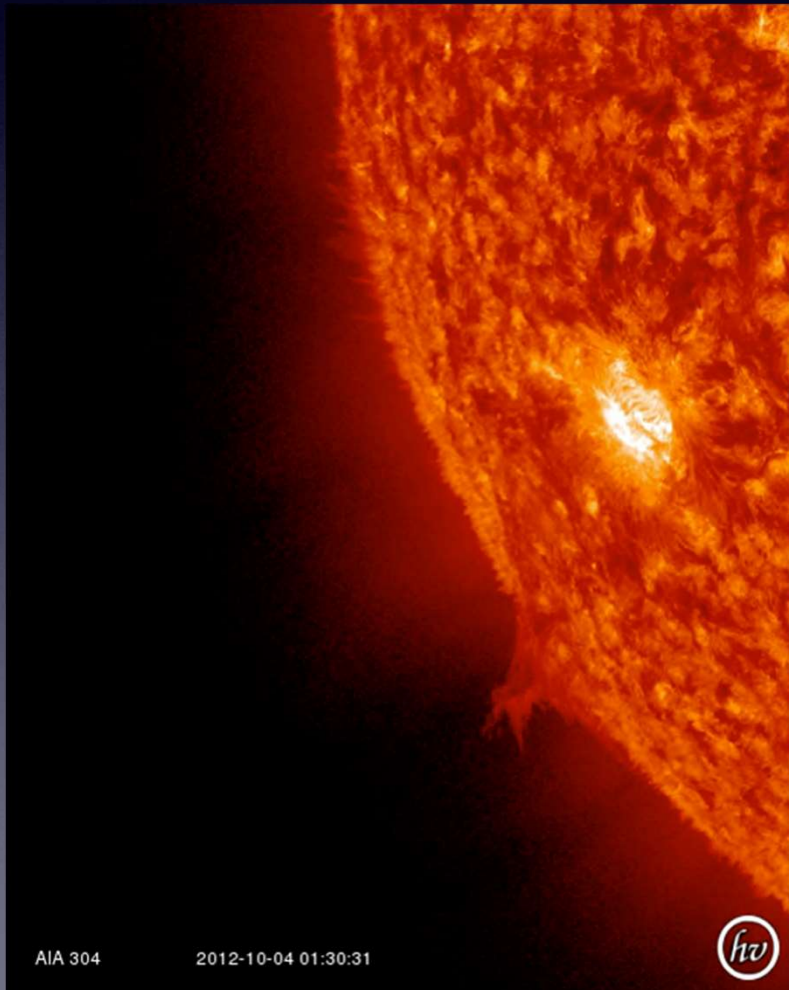
2000/11/23 00:18

NFL  
LASCO  
SPAs



# 太阳风暴

日珥、耀斑、日冕物质抛射  
、共转流相互作用区...





# 太阳风暴四大特点

快、大、强、多

汽车：100 公里/小时



高铁：300 公里/小时



飞机：800 公里/小时



火箭：3万公里/小时  $\approx$  8公里/秒



太阳风：400 公里/秒



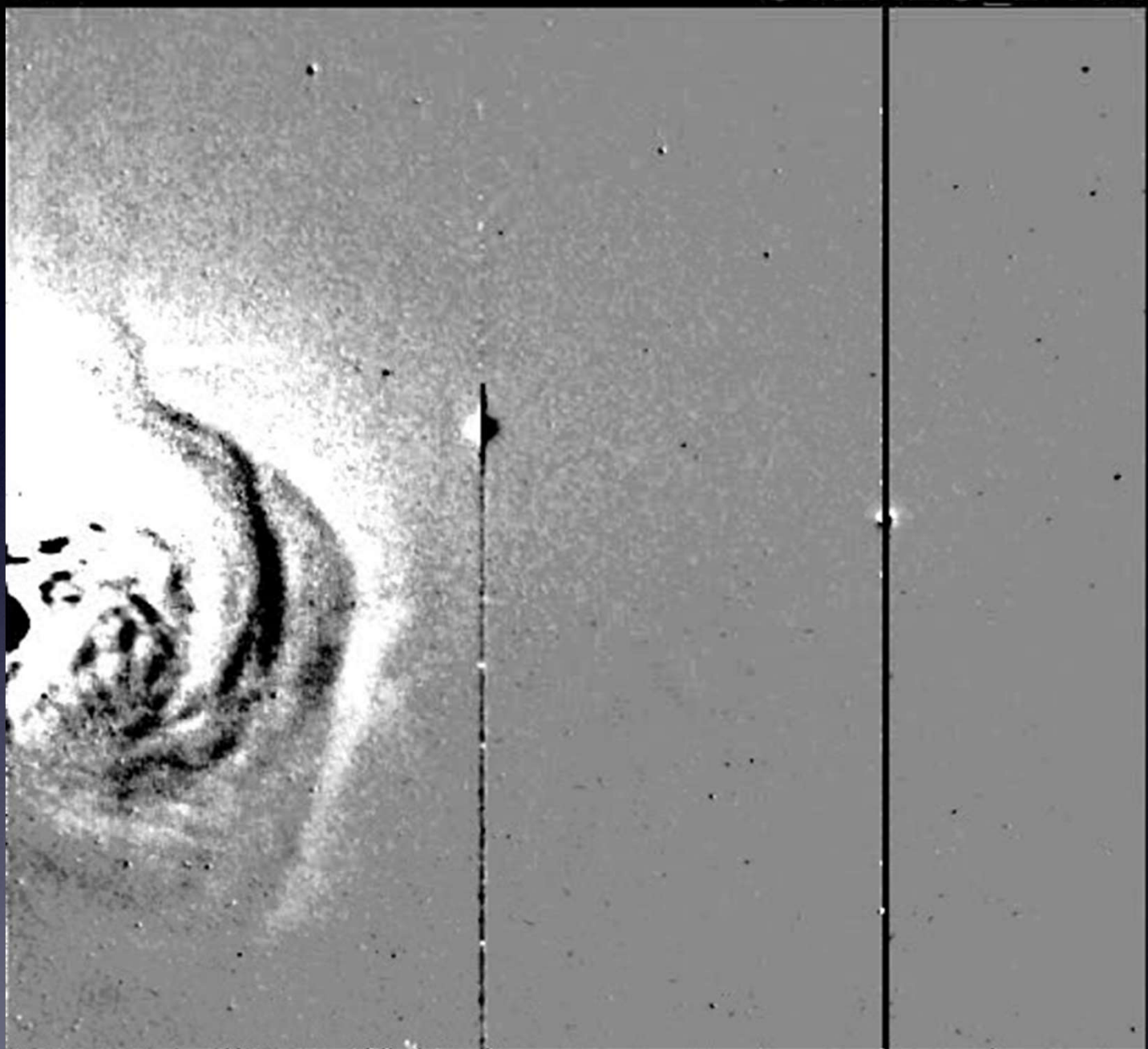
快速日冕物质抛射：> 3000 公里/秒



大

RAL

STEREO B HI1

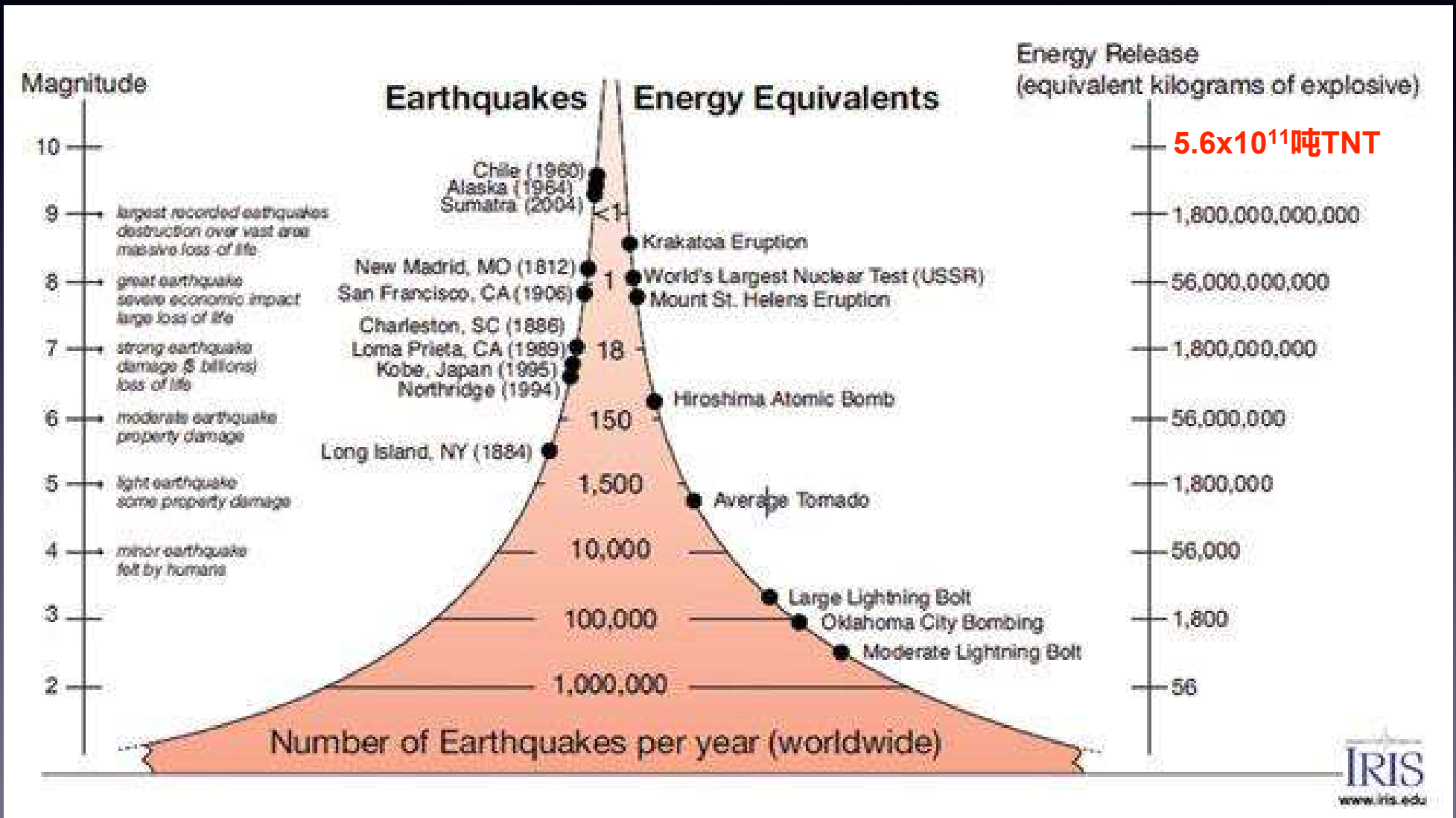


SECCHI

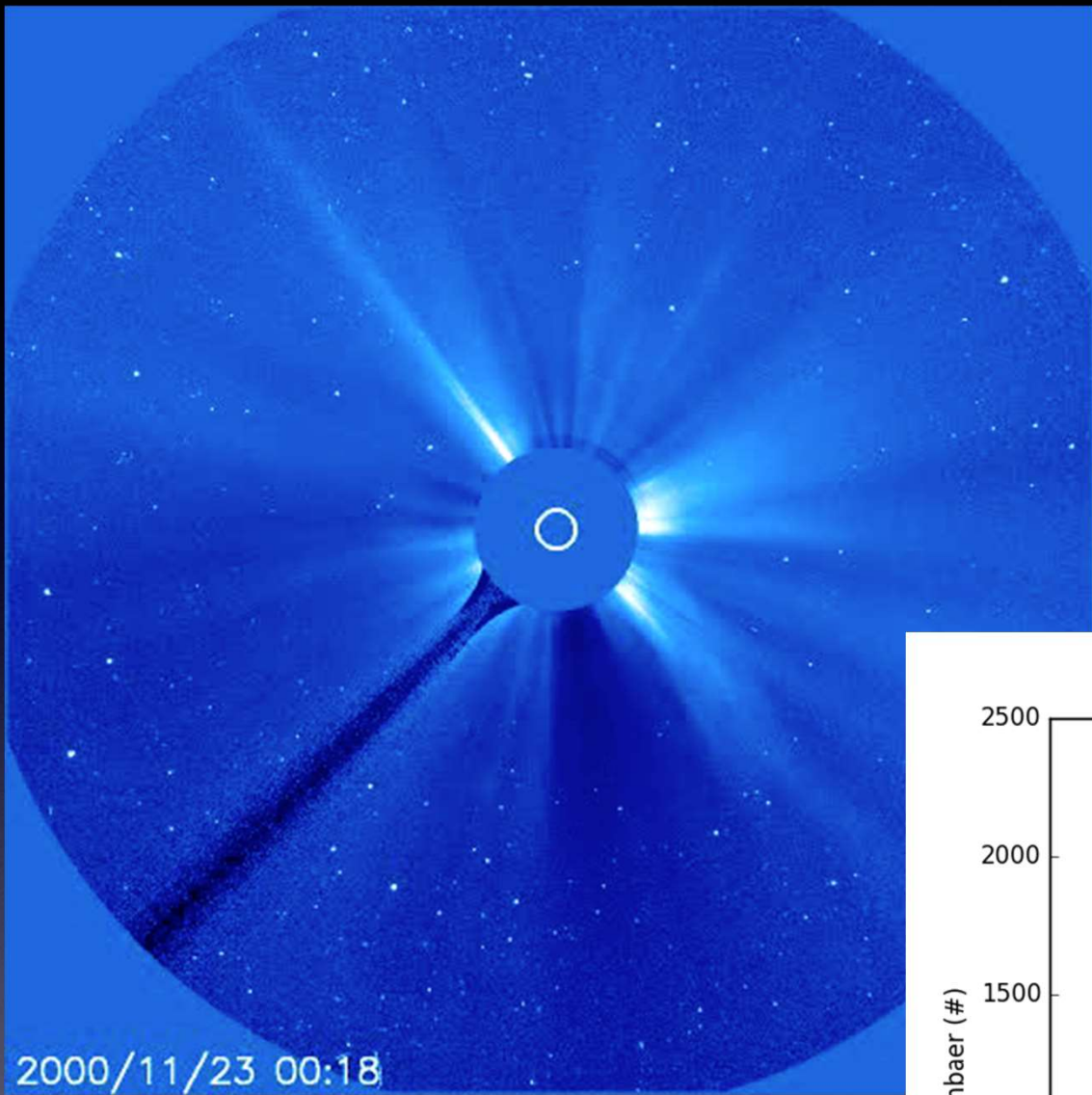
2013-03-01 00:49

耀斑能量:  $6 \times 10^{25}$  J ( $1.6 \times 10^{17}$  吨TNT)

CME能量:  $10^{31}$  J

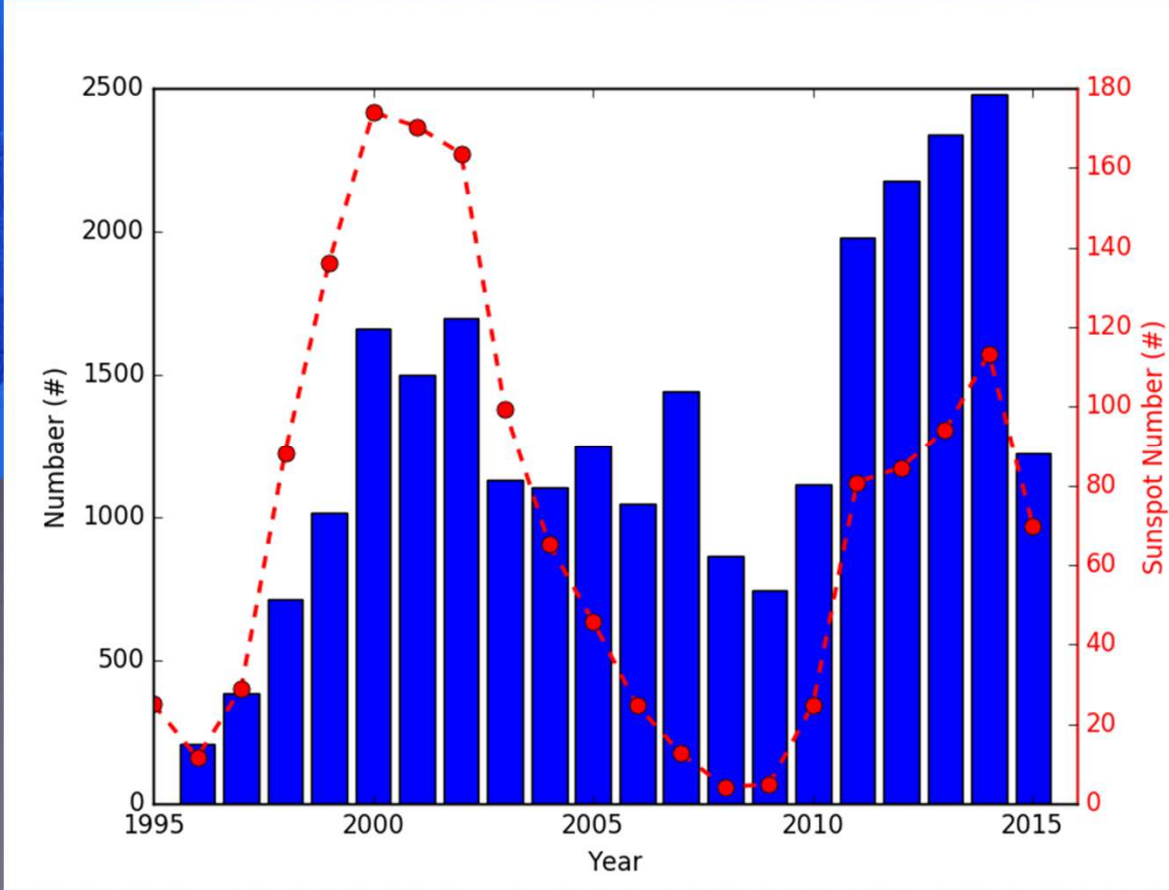




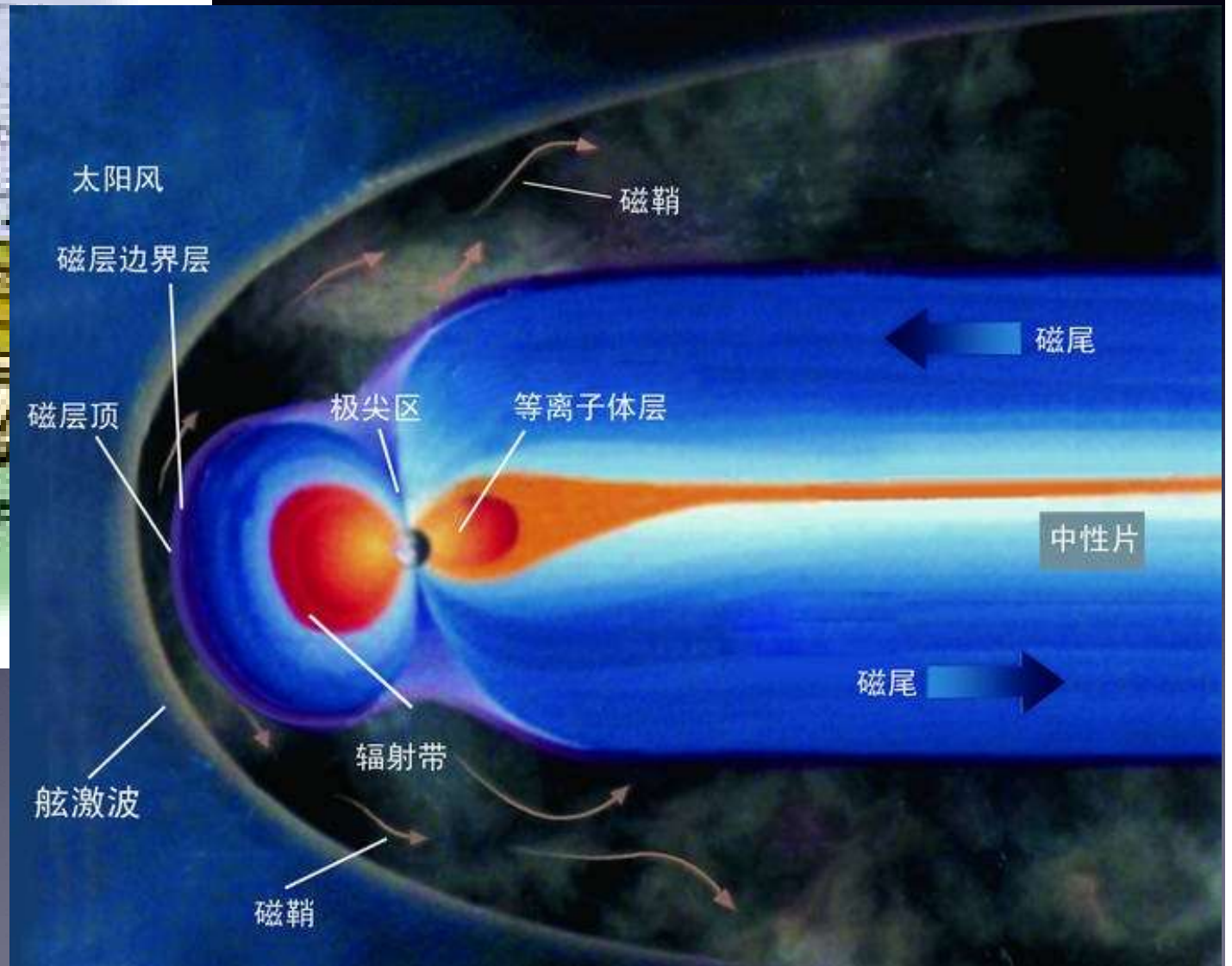
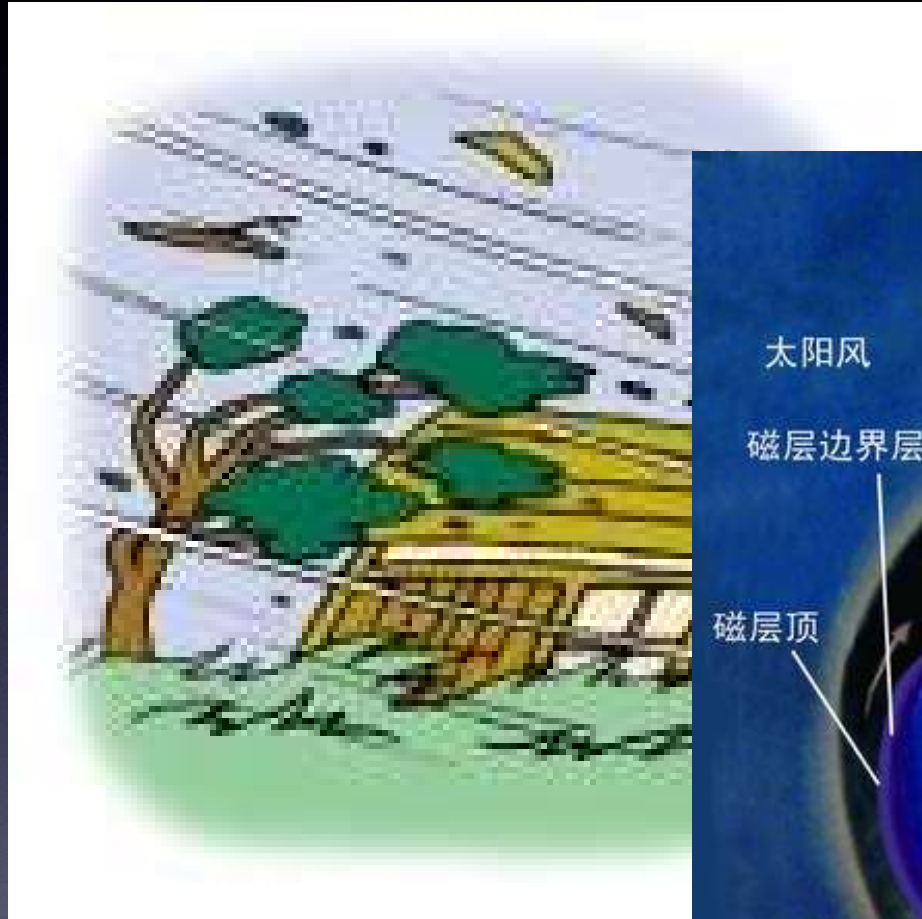


多

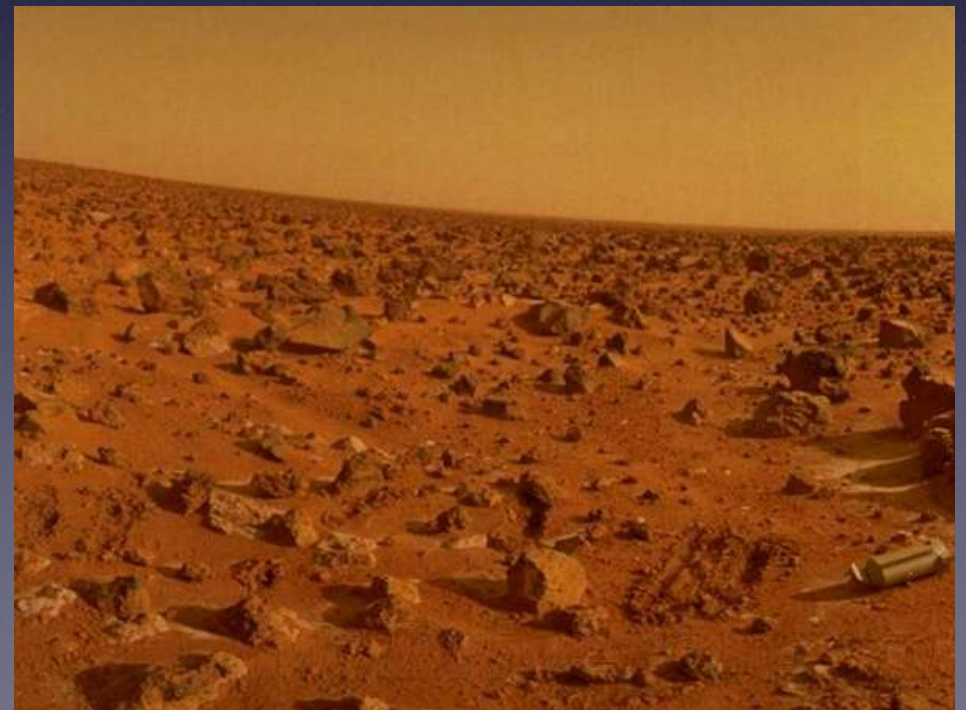
少的时候平均2天1次  
多的时候平均1天5次



# 地球磁层：地球的窗户

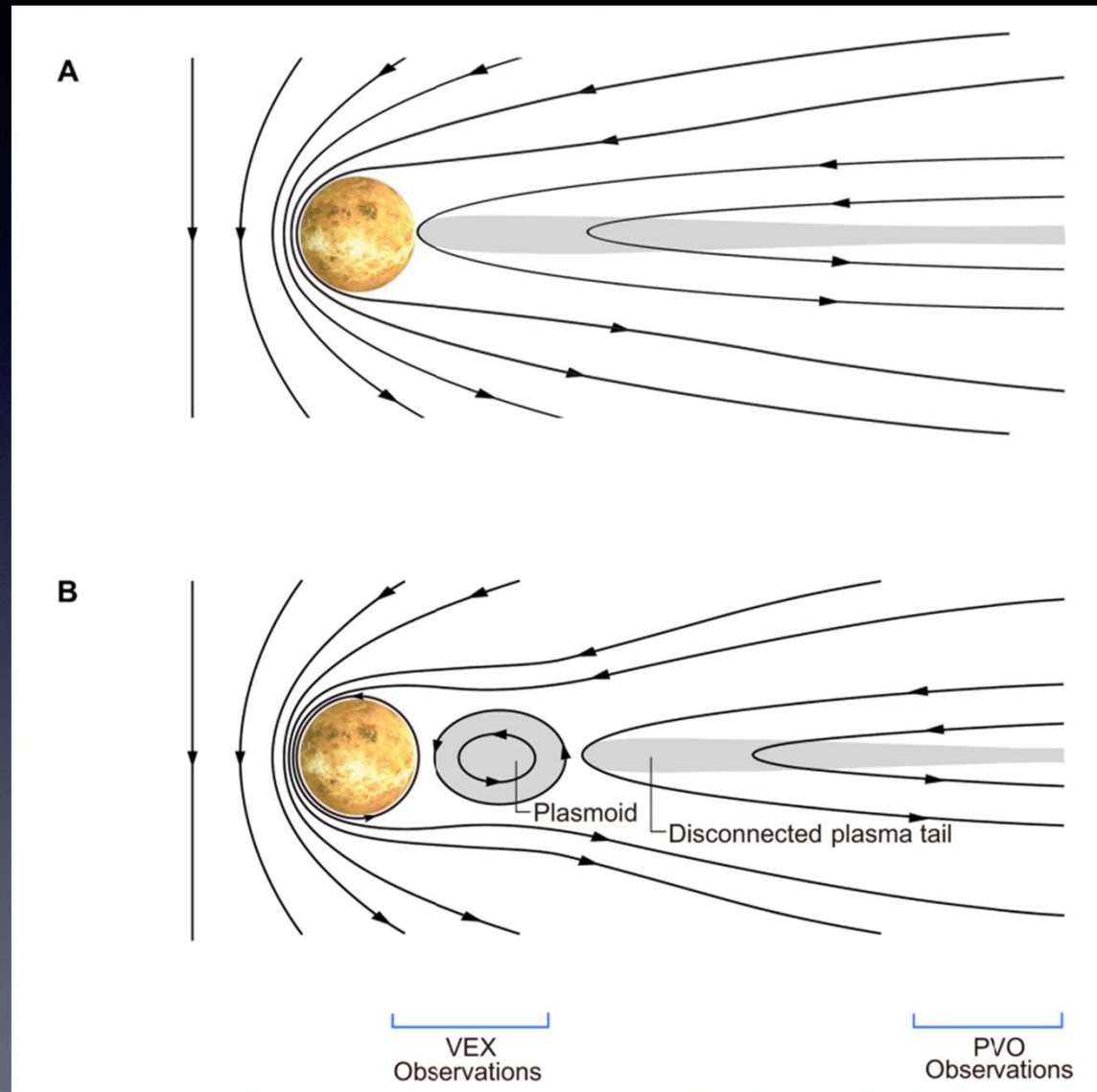


# 假设地球没有磁场?



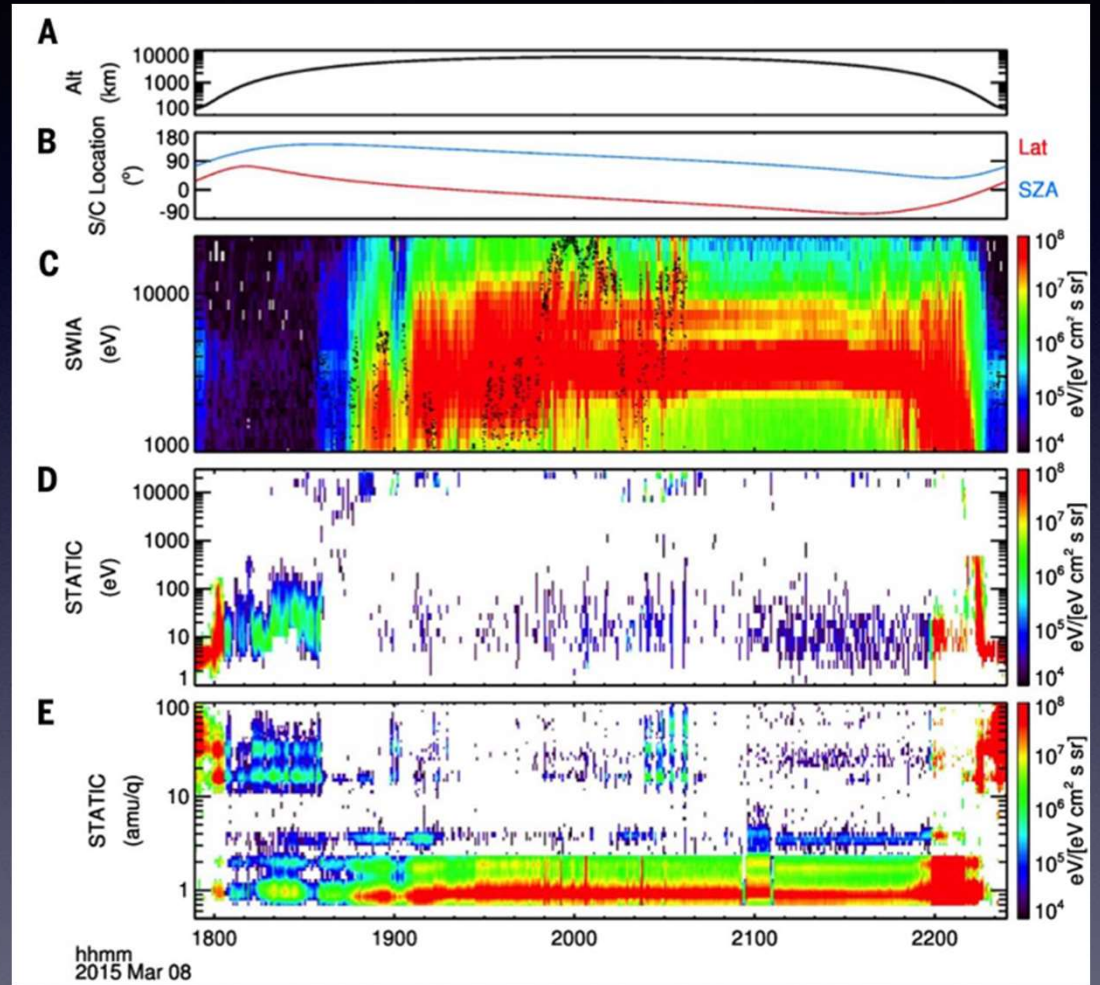
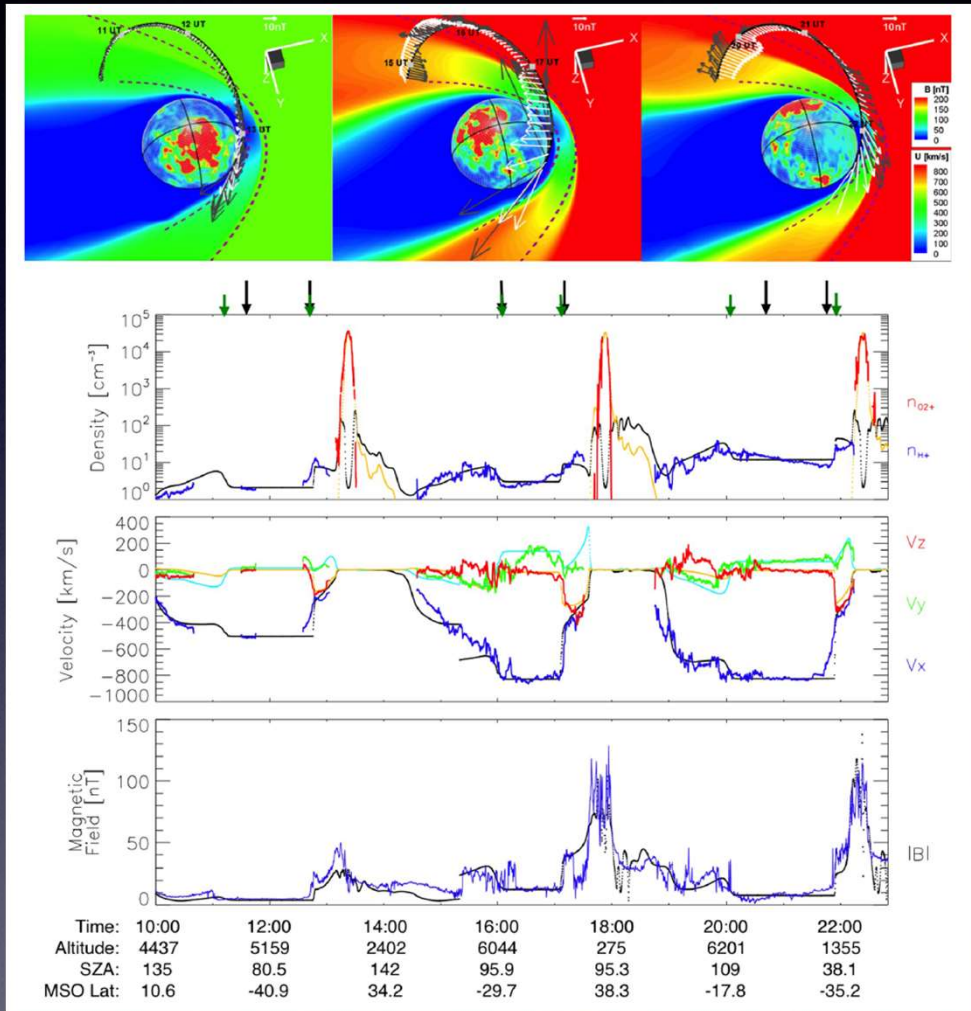


# 金星磁尾磁重联：金星水逃逸的可能机制



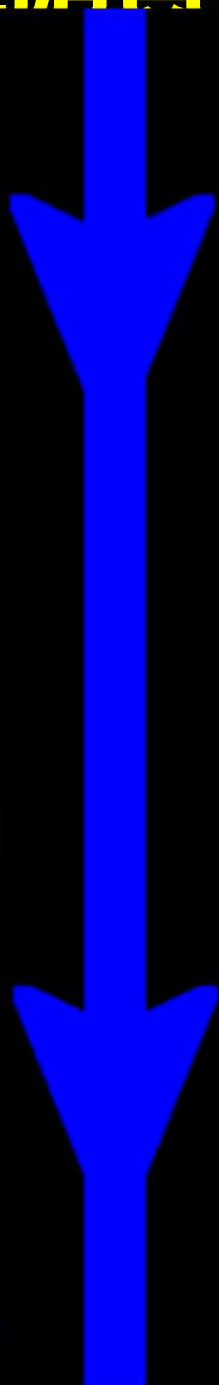
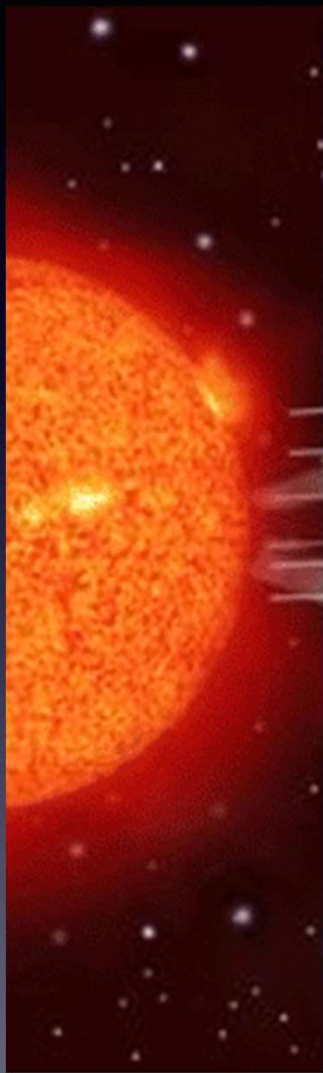
Zhang et al., 2012, Science

# 太阳活动剥离火星大气



Jakosky et al., 2015, Science

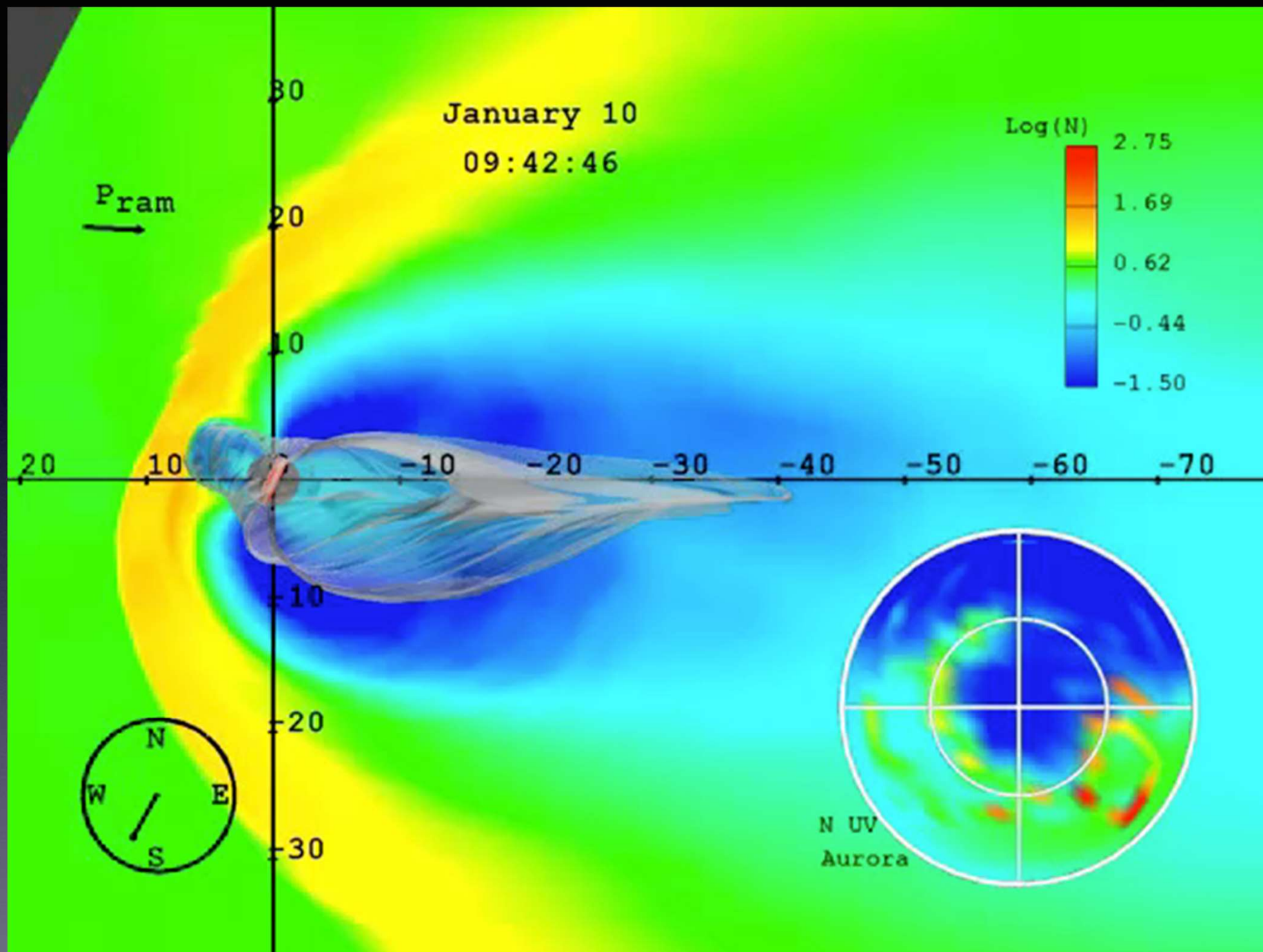
# 太阳风对地球的影响



磁场

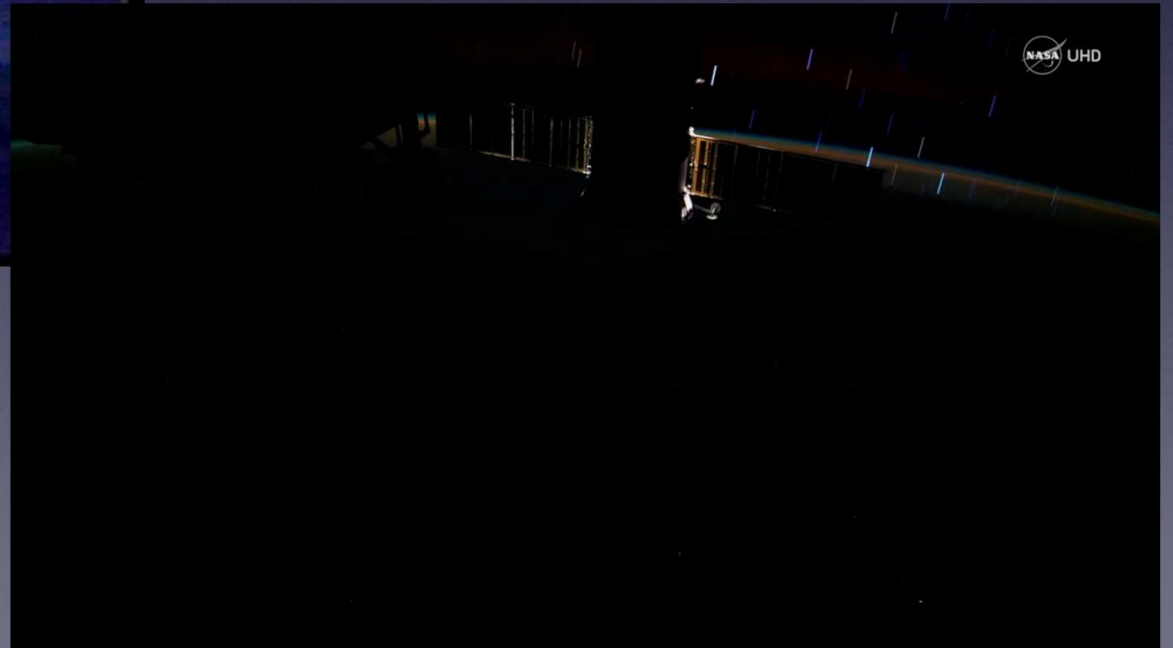
的恶魔





# 美丽的极光

是空间灾害相关的自然现象中人类肉眼所能唯一看到的

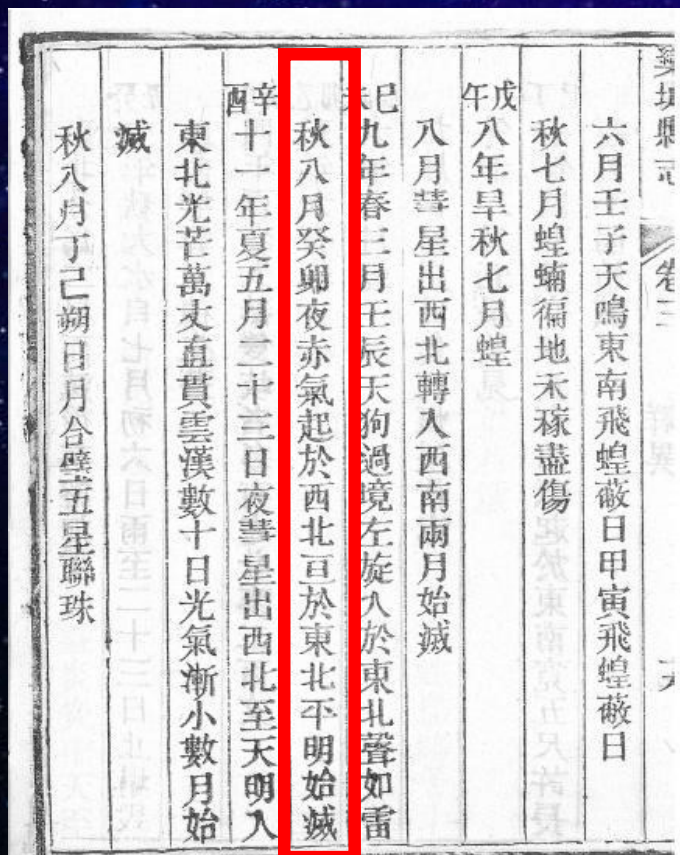






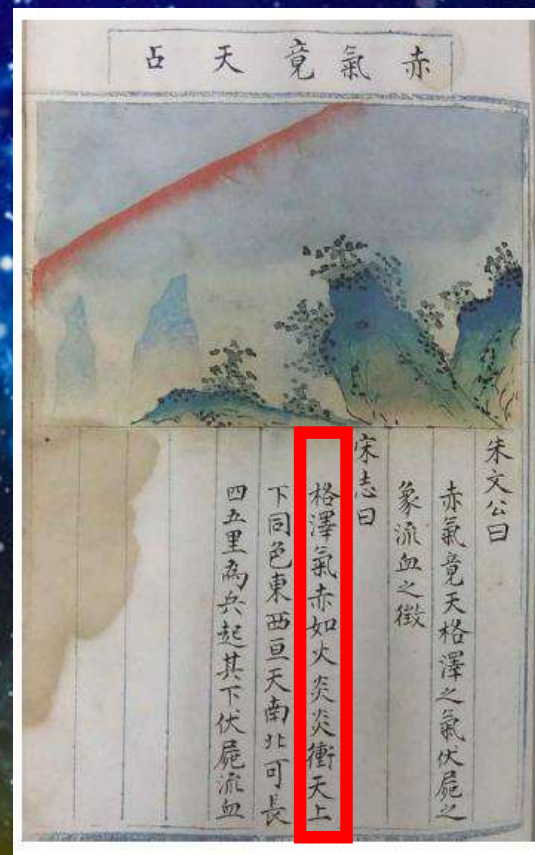


# 我们很早就有极光记载



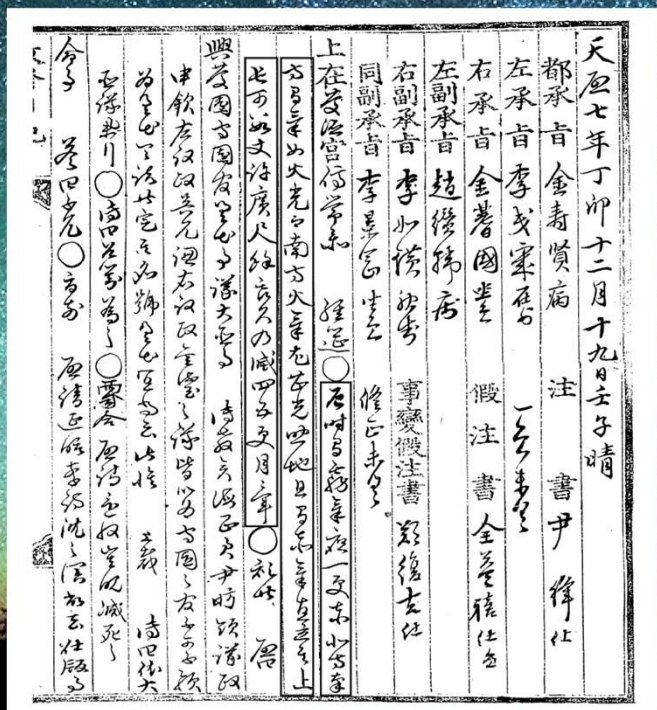
## 《栾城县志》中 的极光记载

## 《天元玉历祥异 赋》中对极光的记 录





# 朝鲜古代的极光记载



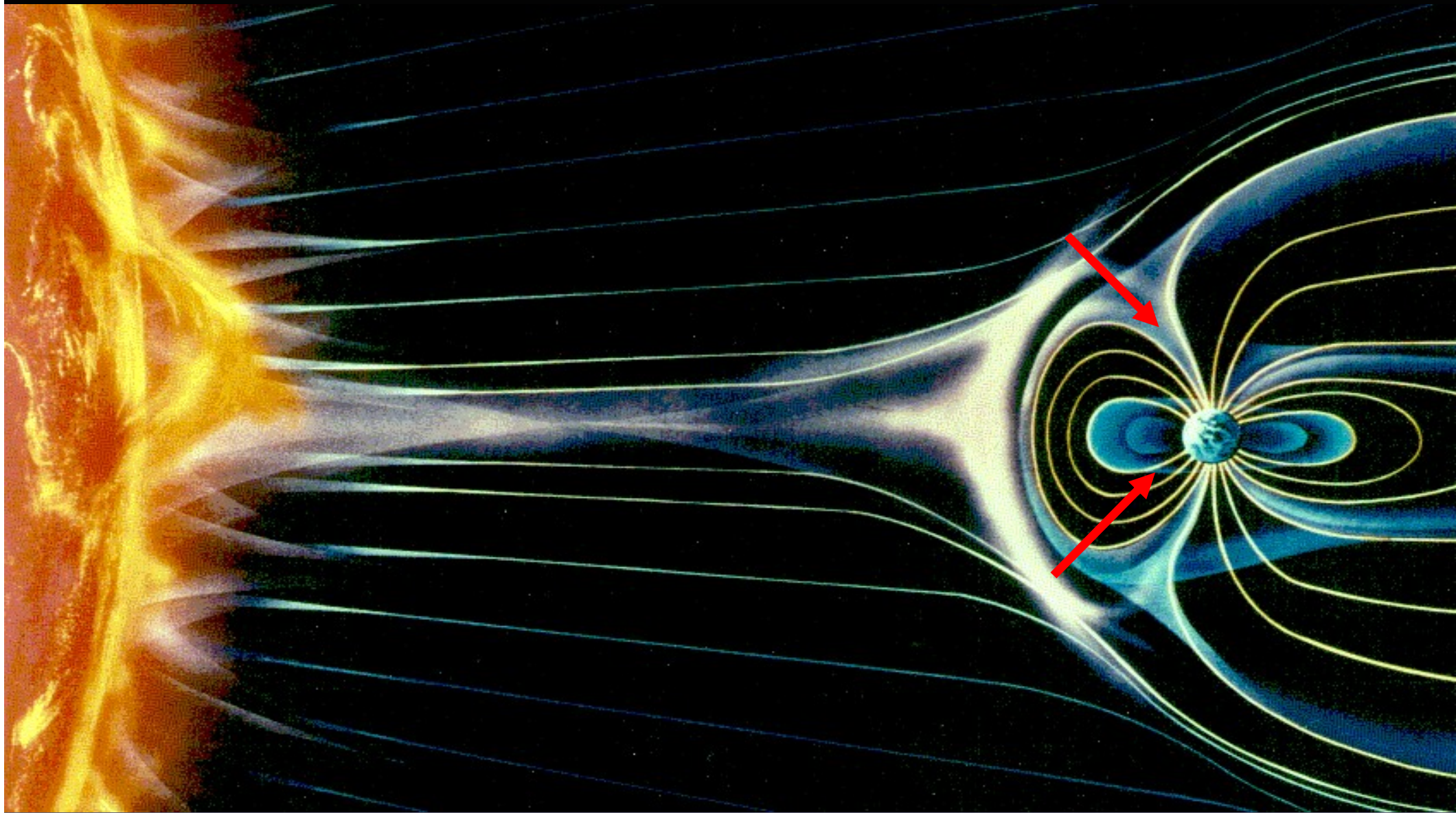
序号	文献来源	极光类别	极光数量	起止时间
1	《高丽史》	赤气	161	1012-06-12—1390-05-06
2	《高丽史》	赤浸	42	1014-04-06—1391-02-06
3	《朝鲜王朝实录》	赤气	110	1395-04-28—1737-12-15
4	《朝鲜王朝实录》	赤浸	8	1393-03-16—1411-01-02
5	《朝鲜王朝实录》	气如火	324	1507-02-03—1795-04-24
6	《朝鲜王朝实录》	如火气	140	1522-04-05—1604-02-27
7	《承政院日记》	赤气	42	1624-01-27—1712-09-04
8	《承政院日记》	气如火	1384	1625-03-06—1811-12-14

朝鲜《承政院日记》中的极光记载：有气如火光

魏勇、**万卫星**，《古代朝鲜极光年表》  
科学出版社，2020

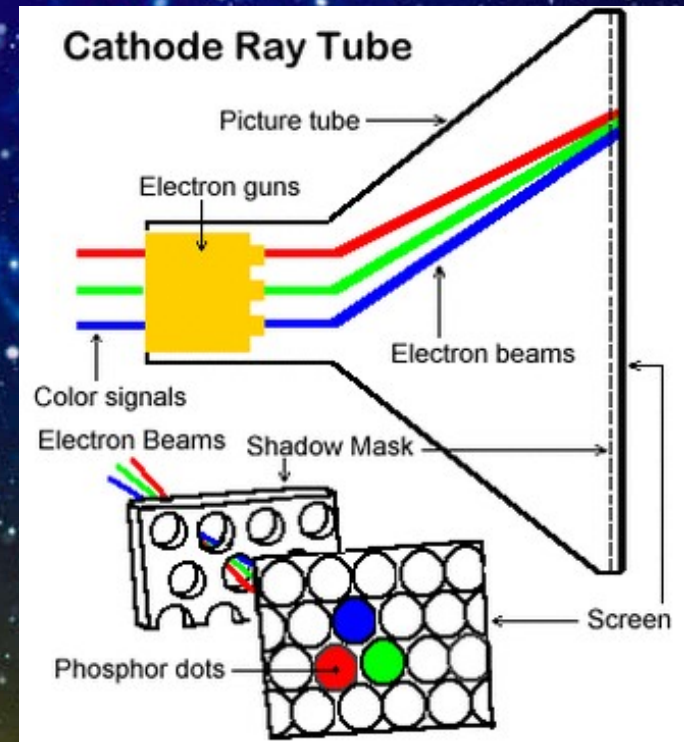
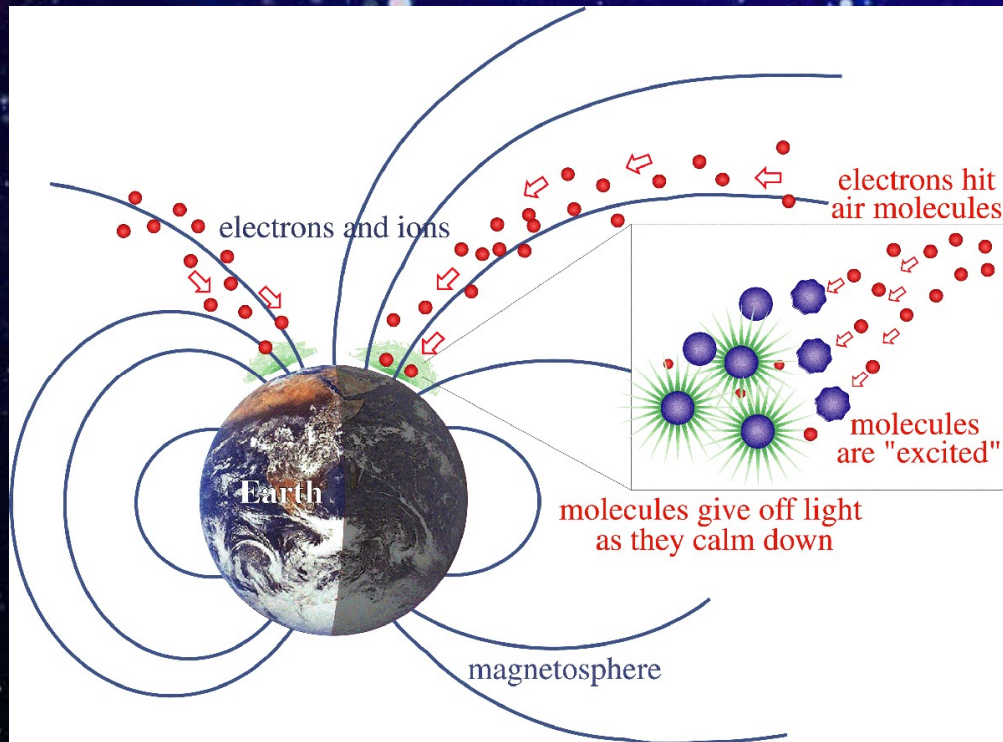


# 高能粒子的注入引起极光





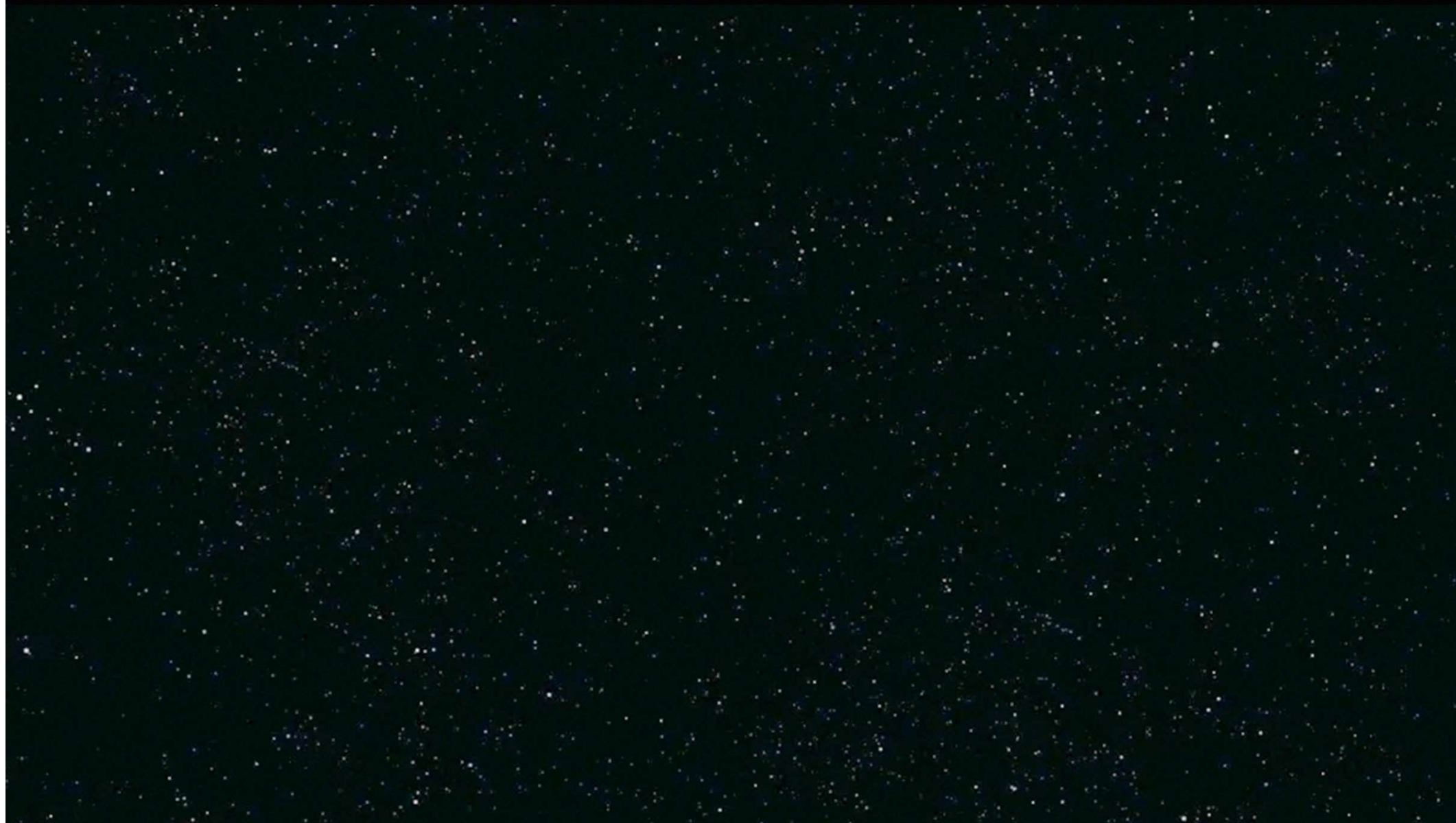
# 形成极光的原理



# 太阳风暴的空间天气过程

优酷





### 3. 为什么是2012? 2012发生了什么?



2012[2009年]



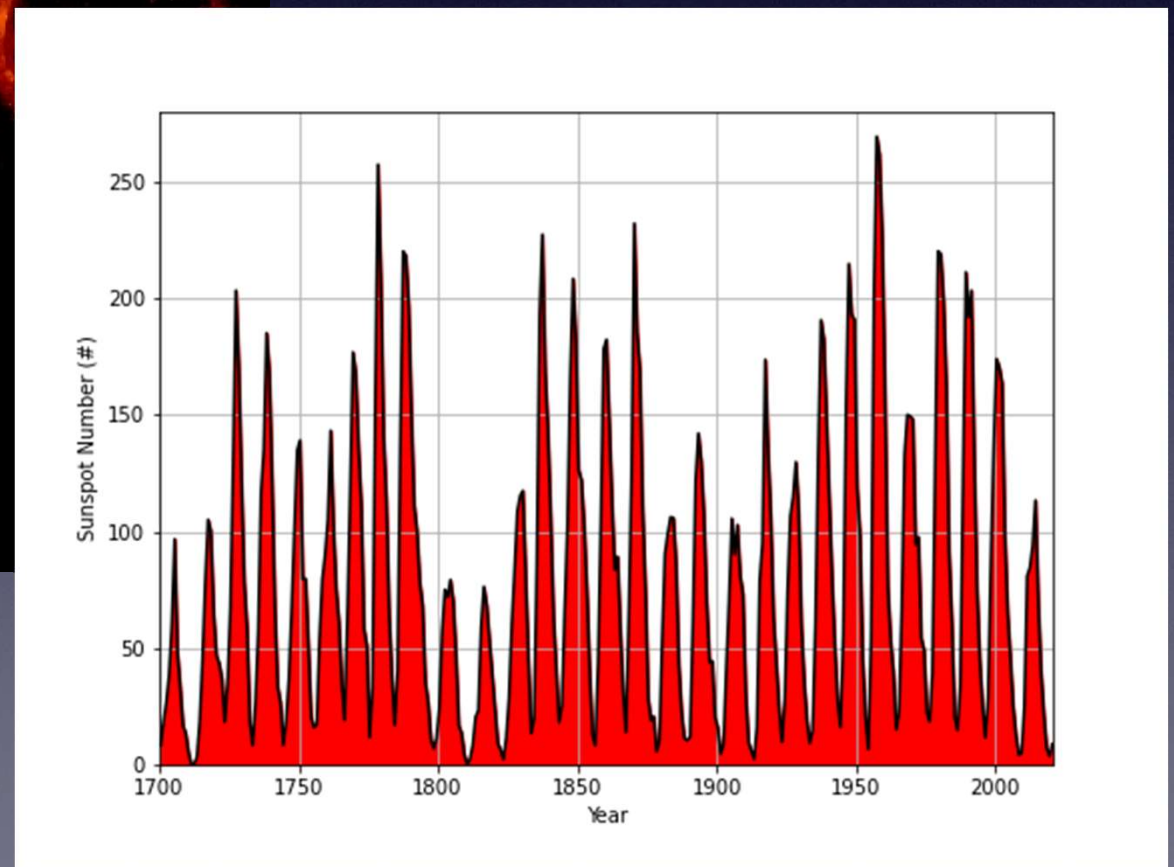
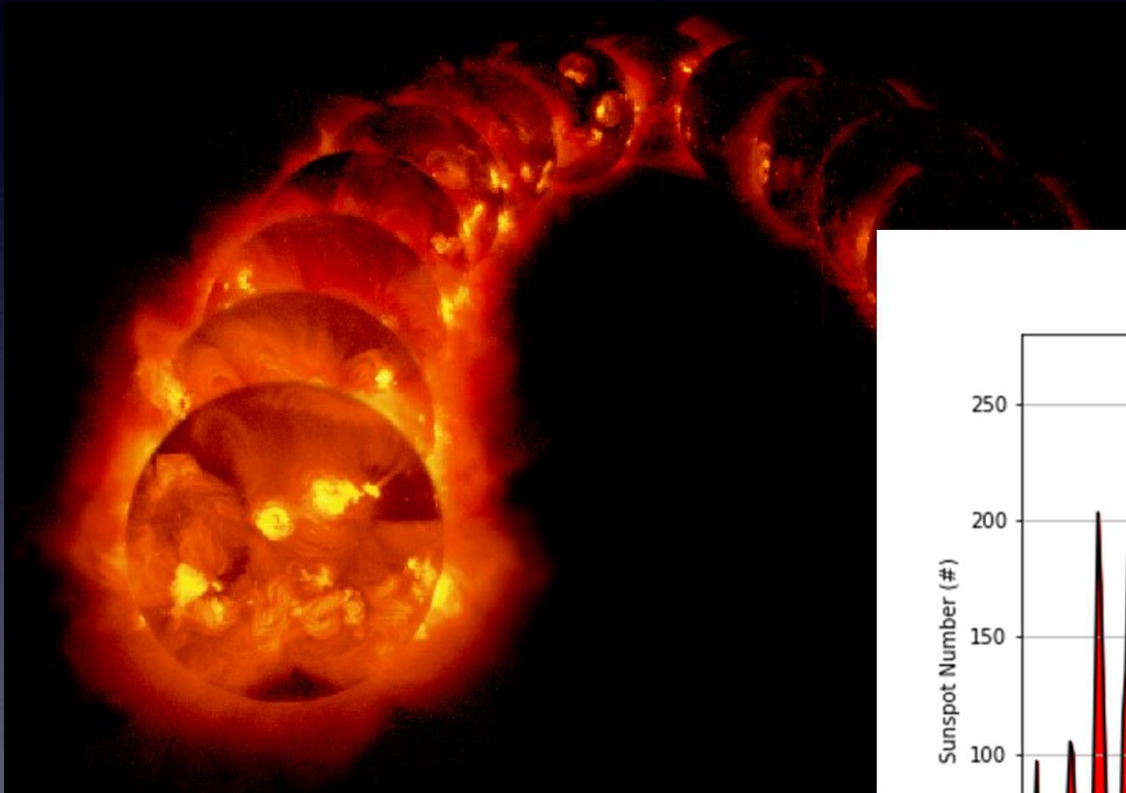
# 2012



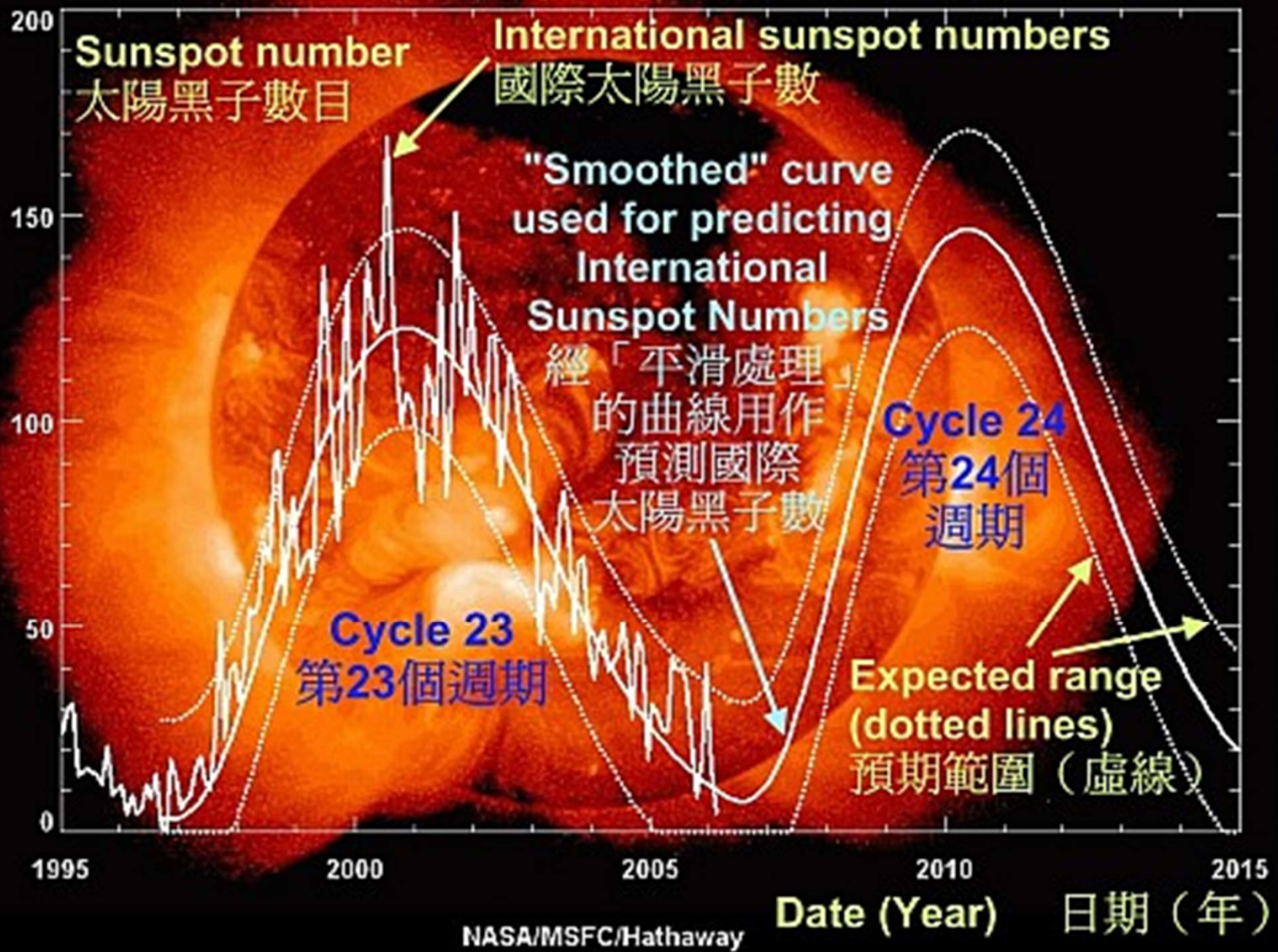
© 2009 Sony Pictures Digital Inc. All Rights Reserved.



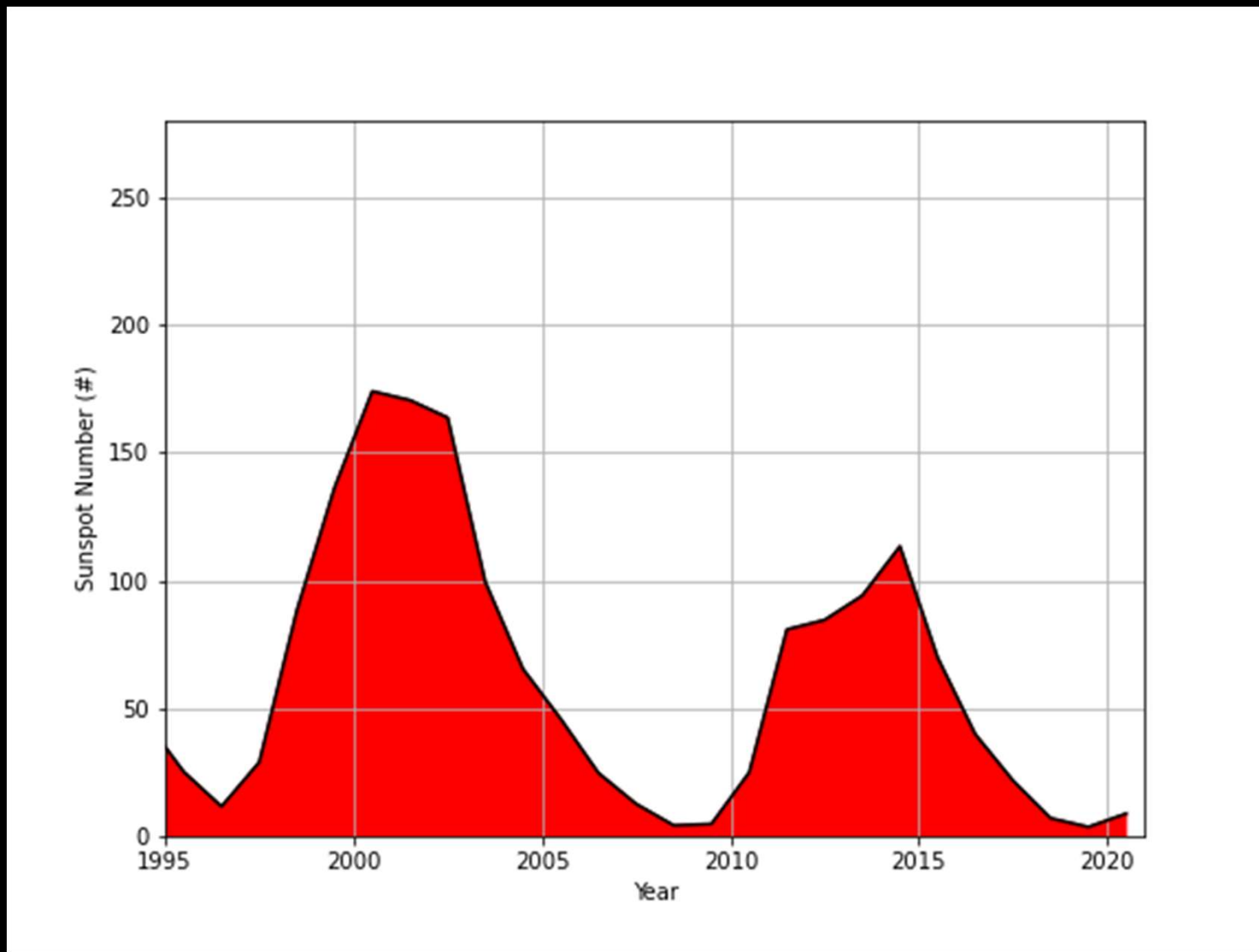
# 太阳活动的11年周期性



Cycle 23-24 Sunspot Number Prediction (March 2006)

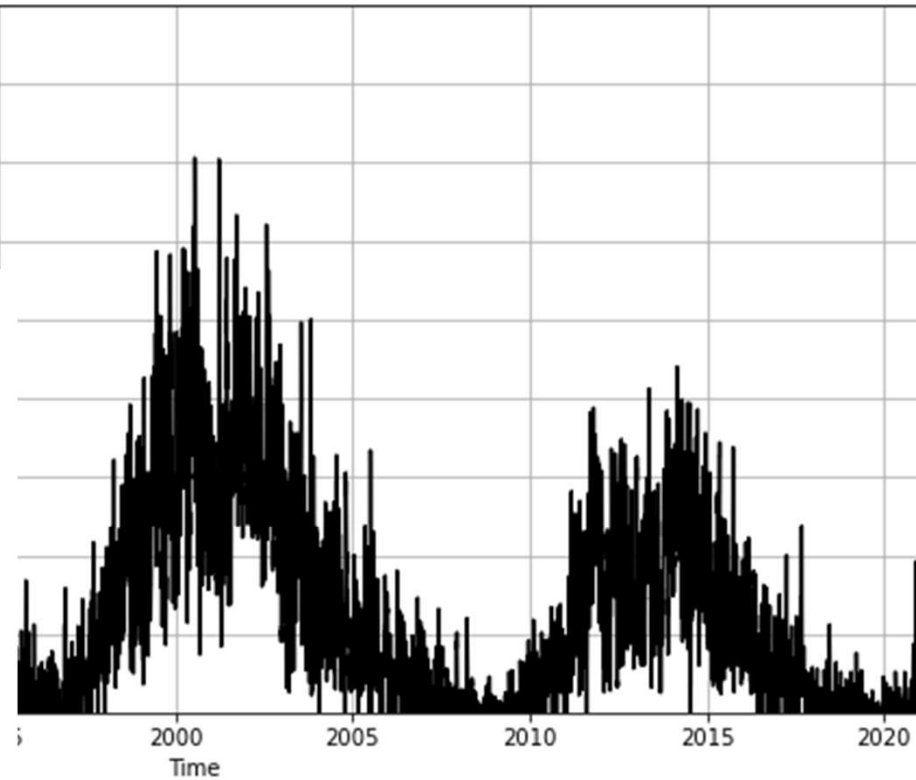
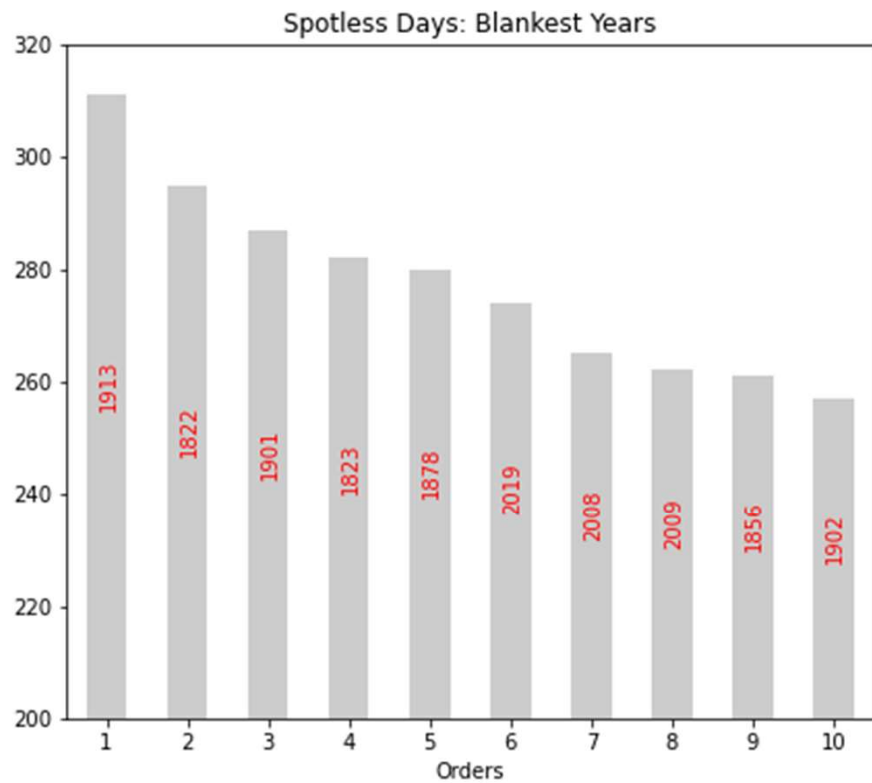
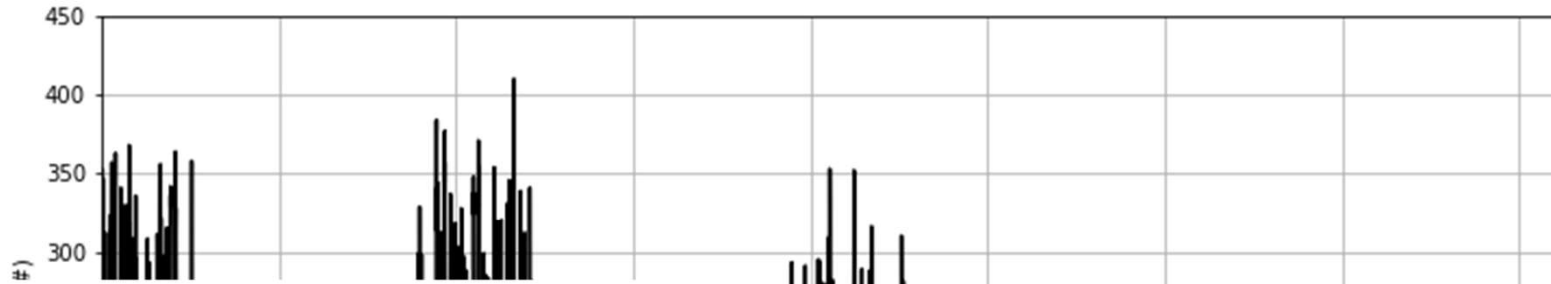


# 23周和24周之间的异常低的太阳活动

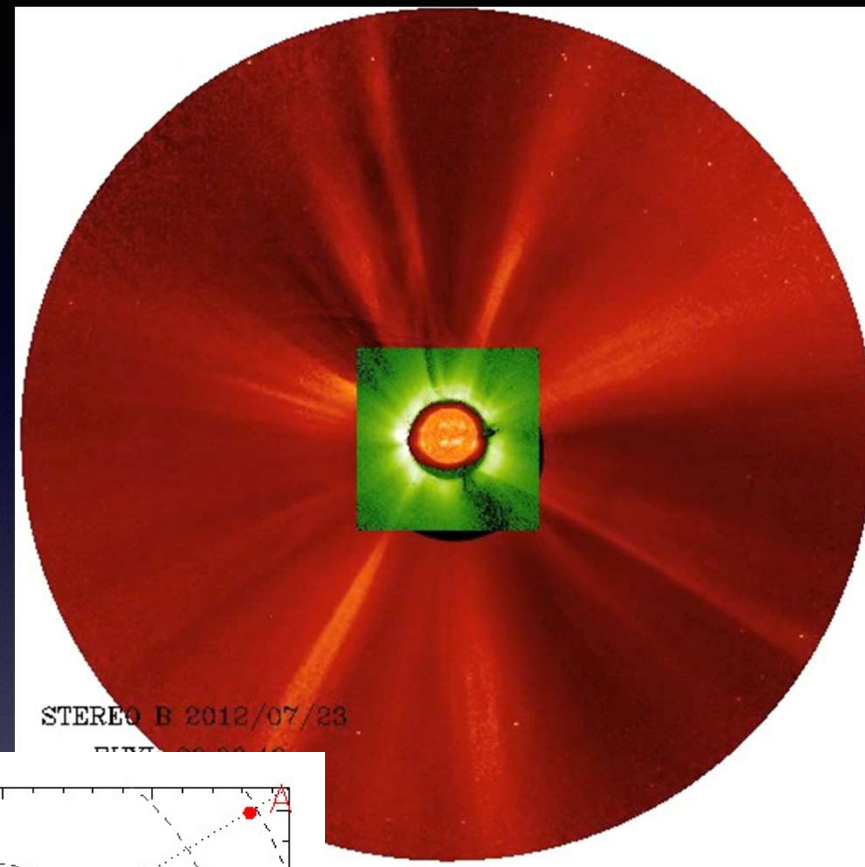
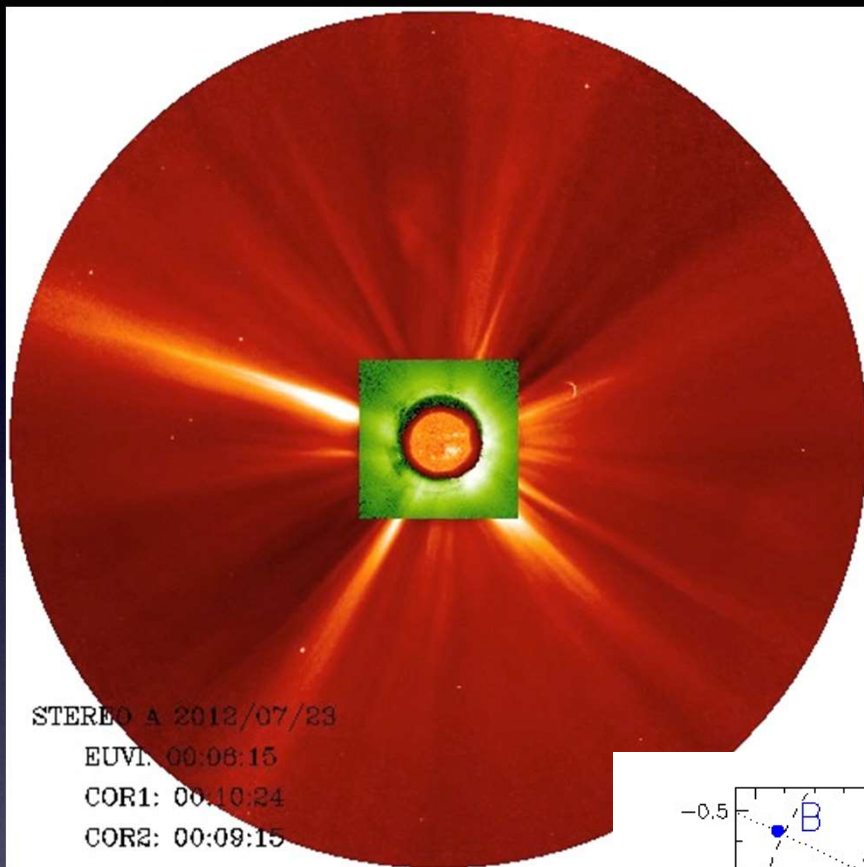




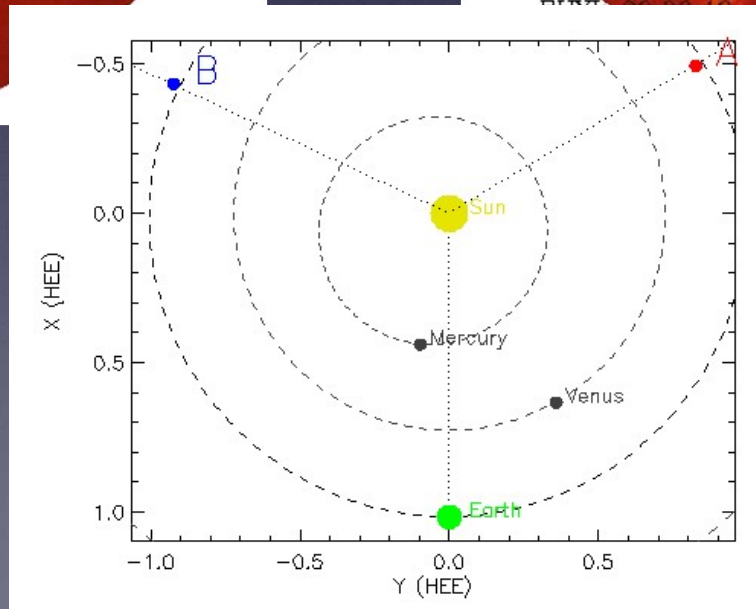
# 年中无黑子数创近半世纪新高

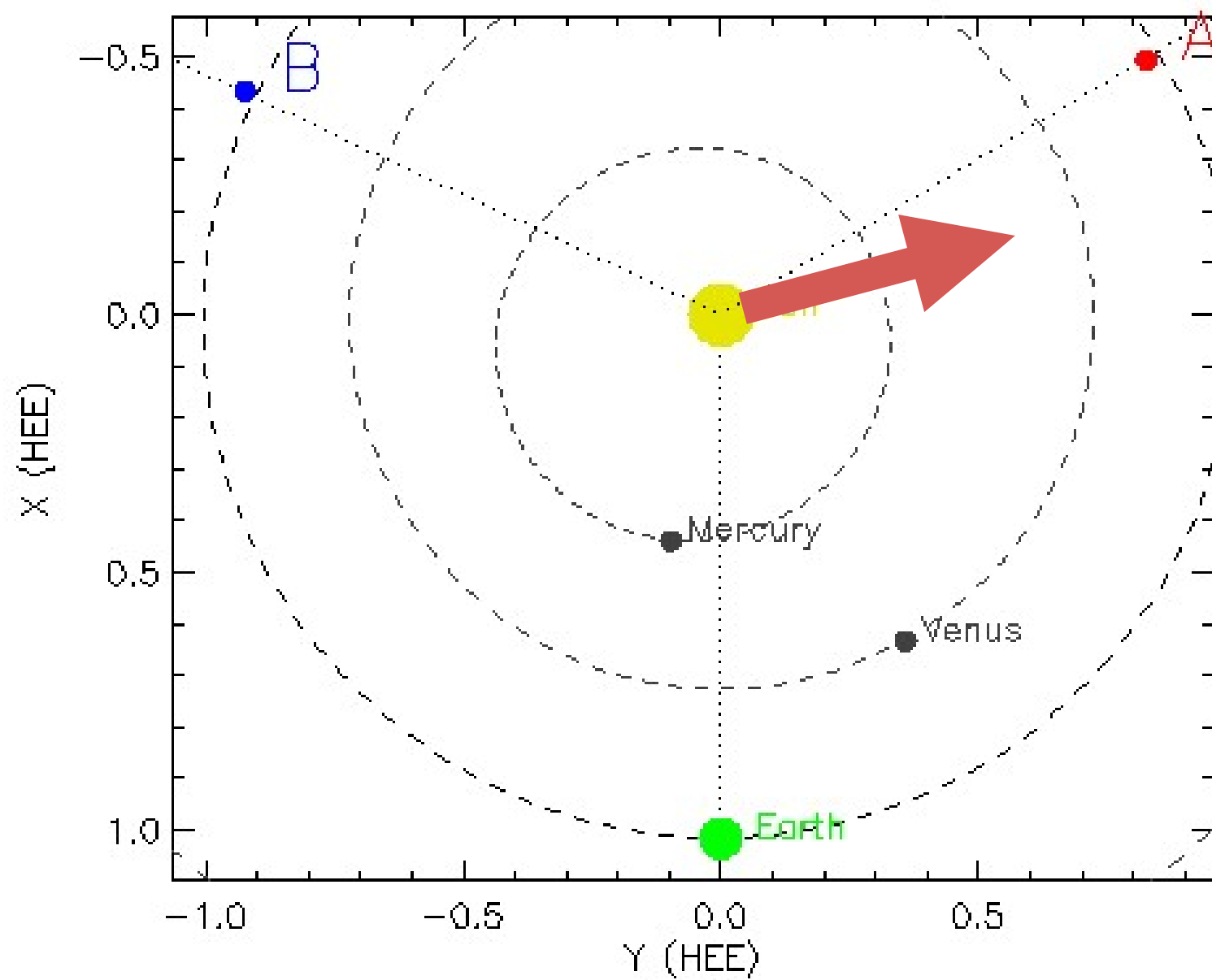


# 2012年发生了什么？



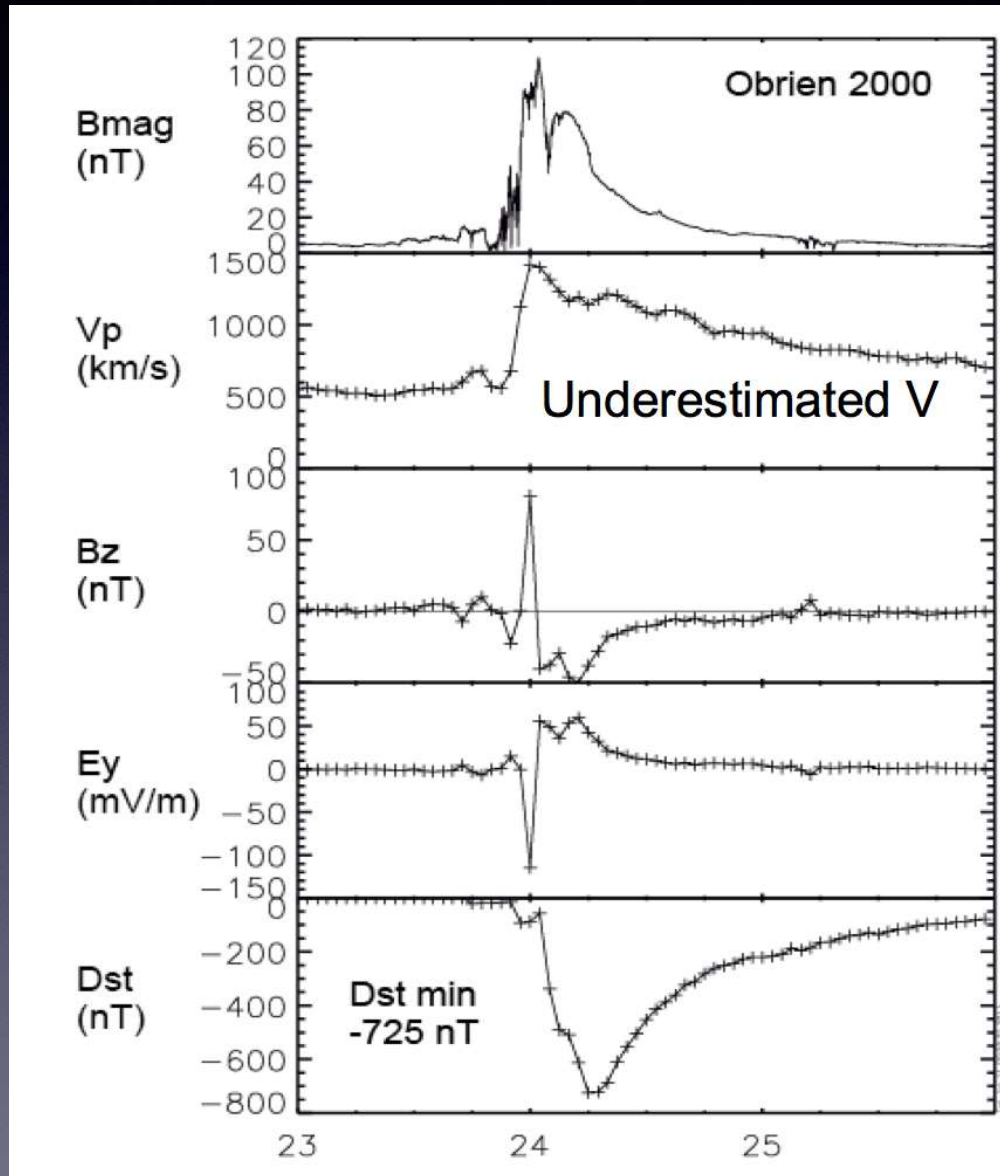
速度：3400Km/s







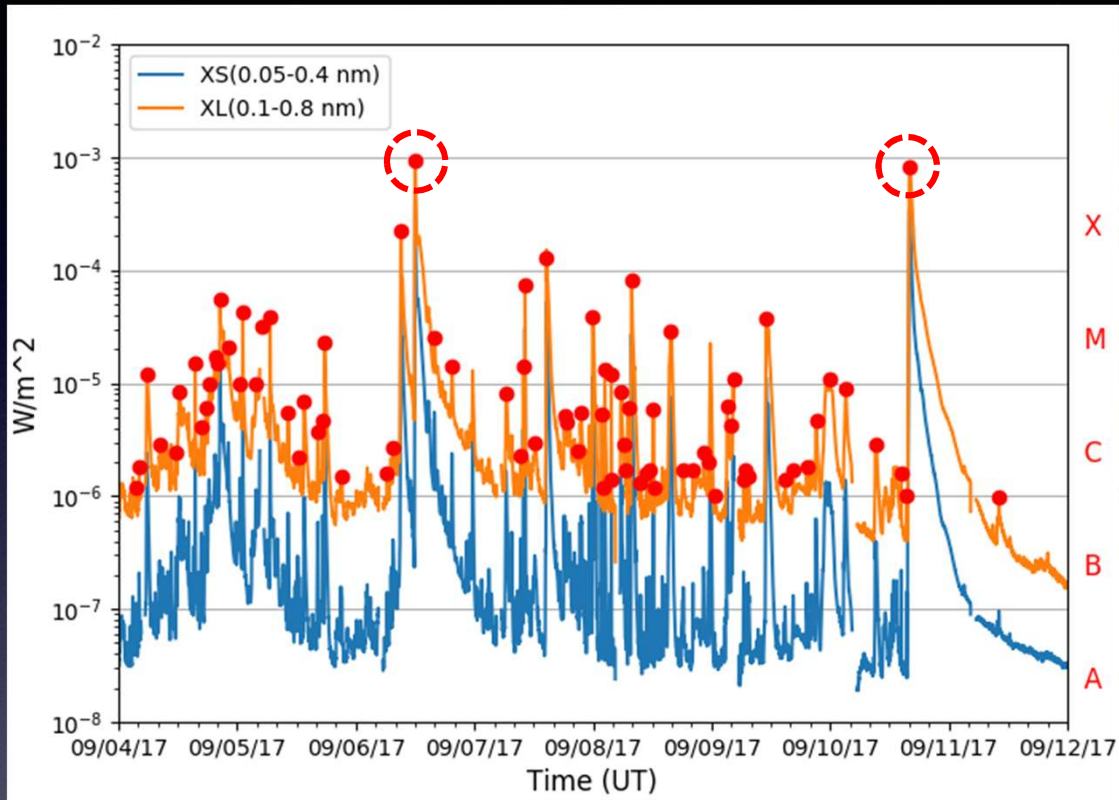
# 如果这个CME到达地球？



1859 – 2009年共产生36个超强磁暴，包括

- 2003年10月万圣节事件 (-383 nT)
- 2000年7月巴士底狱事件 (-301 nT)
- 1989年3月魁北克事件 (-548 nT)
- 1859年9月卡林顿事件 (-1760 nT)

# The 2017 September events: Active region 12673



Produced the top 2 flares of solar cycle 24

Produced 83 flares during its pass through the front of the Sun

B	C	M	X
1	54	24	4

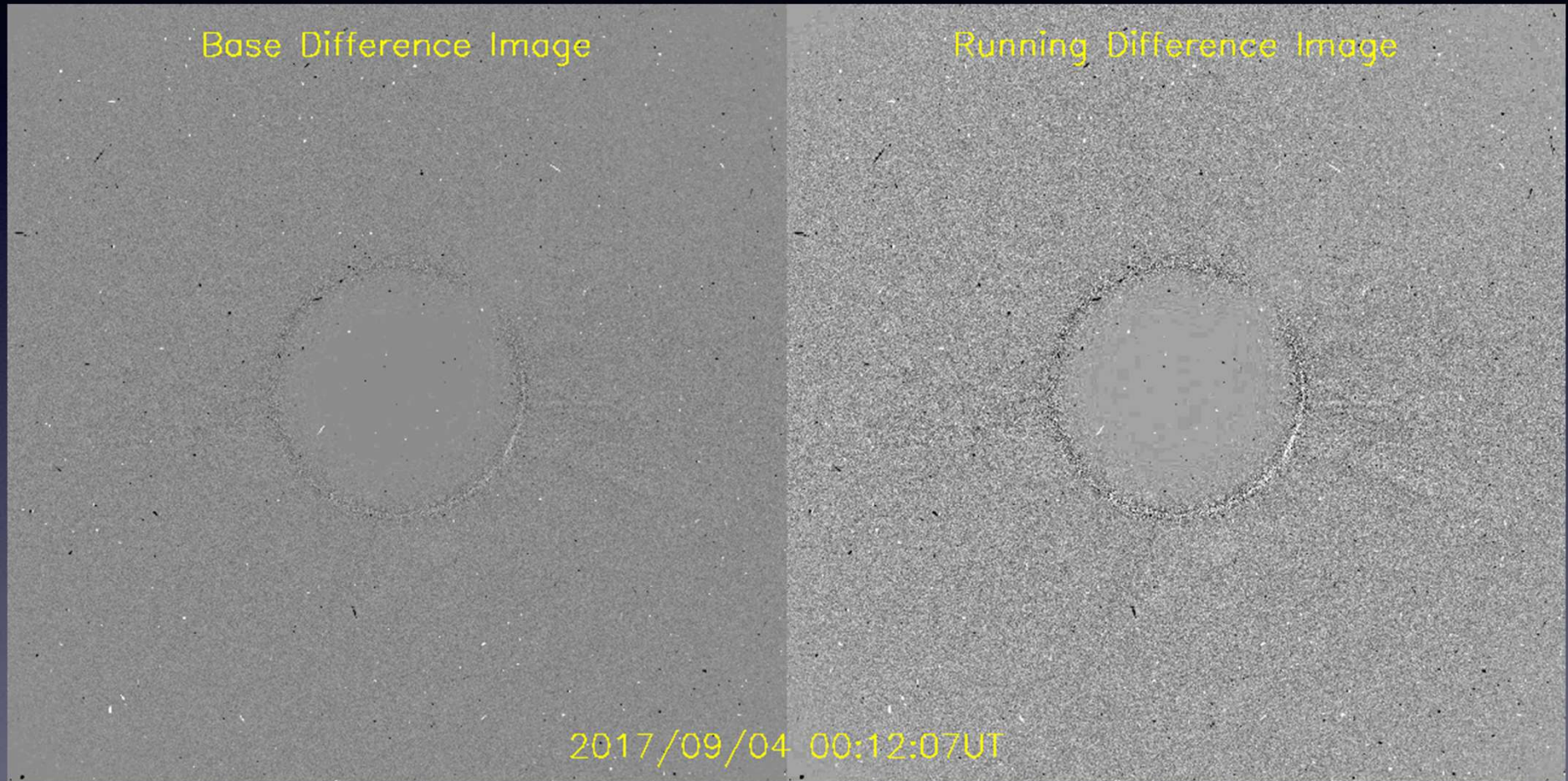
## Top 50 solar flares

On this page you will find an overview of the strongest solar flares since June 1996 together with links to more information in our archive and a video (if available) of the event. This page is updated daily.

	Region	Start	Maximum	End			
1	X28.0	2003/11/04	0486	19:29	19:53	20:06	<a href="#">Movie</a> <a href="#">View archive</a>
2	X20.0	2001/04/02	9393	21:32	21:51	22:03	<a href="#">Movie</a> <a href="#">View archive</a>
3	X17.2	2003/10/28	0486	09:51	11:10	11:24	<a href="#">Movie</a> <a href="#">View archive</a>
4	X17.0	2005/09/07	0808	17:17	17:40	18:03	<a href="#">Movie</a> <a href="#">View archive</a>
5	X14.4	2001/04/15	9415	13:19	13:50	13:55	<a href="#">Movie</a> <a href="#">View archive</a>
6	X10.0	2003/10/29	0486	20:37	20:49	21:01	<a href="#">Movie</a> <a href="#">View archive</a>
7	X9.4	1997/11/06	8100	11:49	11:55	12:01	<a href="#">Movie</a> <a href="#">View archive</a>
8	X9.3	2017/09/06	2673	11:53	12:02	12:10	<a href="#">View archive</a>
9	X9.0	2006/12/05	0930	10:18	10:35	10:45	<a href="#">Movie</a> <a href="#">View archive</a>
10	X8.3	2003/11/02	0486	17:03	17:25	17:39	<a href="#">Movie</a> <a href="#">View archive</a>
11	X8.2	2017/09/10	-	15:35	16:06	16:31	<a href="#">View archive</a>
12	X7.1	2005/01/20	0720	06:36	07:01	07:26	<a href="#">Movie</a> <a href="#">View archive</a>
13	X6.9	2011/08/09	1263	07:48	08:05	08:08	<a href="#">Movie</a> <a href="#">View archive</a>
14	X6.5	2006/12/06	0930	18:29	18:47	19:00	<a href="#">Movie</a> <a href="#">View archive</a>
15	X6.2	2005/09/09	0808	19:13	20:04	20:36	<a href="#">Movie</a> <a href="#">View archive</a>



# Coronagraph observations



**At least 20 CMEs erupted from this active region.**



# 4. 我们应该怎么做？

## 天气预报



## 空间天气预报



# 怎样才能预报？

了解 → 认识 → 建模

所需材料

观测数据

物理知识

数值方法

# 怎样才能预报？

第一阶段  
(What?)

- ◆ 什么样的太阳活动有影响？
- ◆ 各种太阳活动有什么影响？

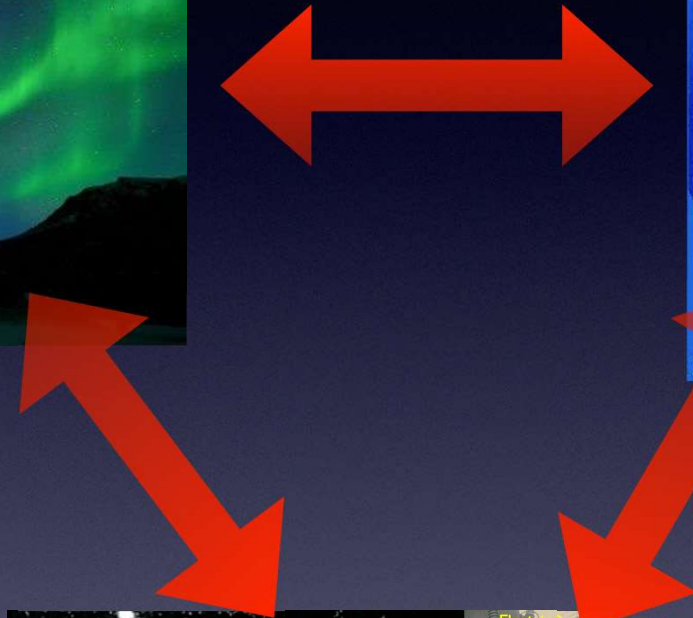
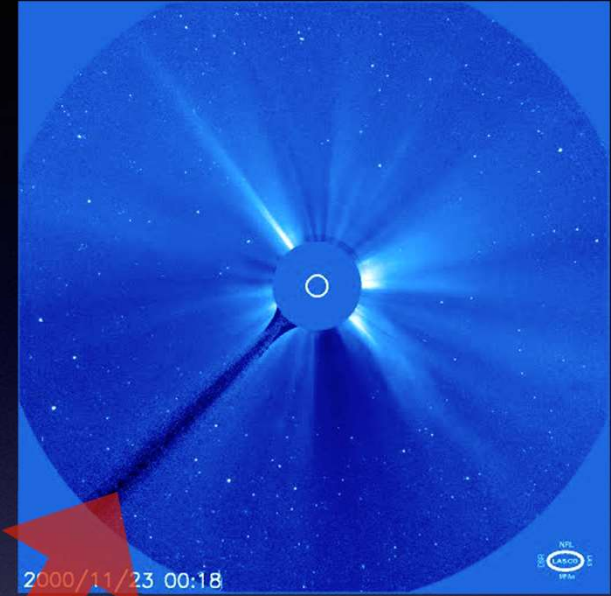
**研究方法：经验总结+统计分析**



# 极光



# 太阳爆发活动



# 停电等灾害性事件

耀斑

辐射增强



电离层扰动

耀斑、日冕物质  
抛射

能量粒子增多



高能粒子事件

日冕物质抛射、  
共转流相互作用  
区

磁结构达到地球



地磁暴

# 怎样才能预报？

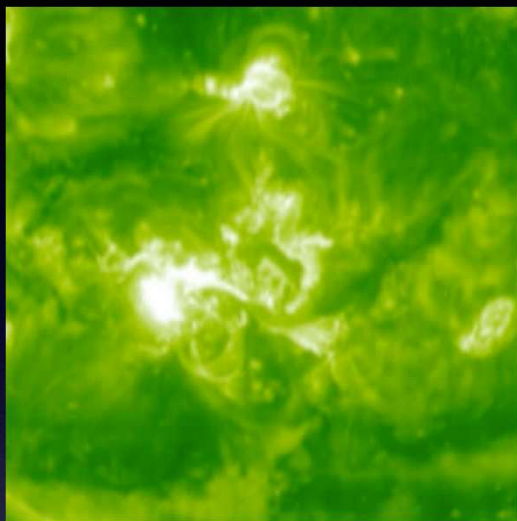
第二阶段  
(Why?)

- ◆ 太阳爆发活动怎么发生的？
- ◆ 太阳爆发怎么到达地球的？
- ◆ 各种活动影响的机制？

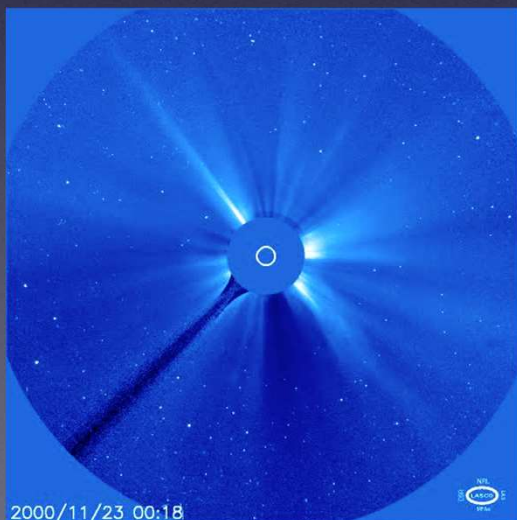
**研究方法：统计分析+物理讨论**



# 什么样的活动区可以产生CME?

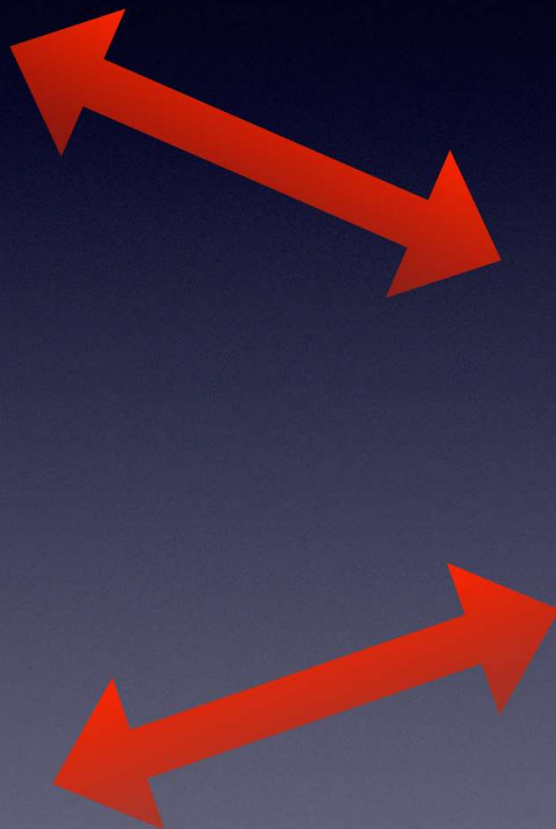
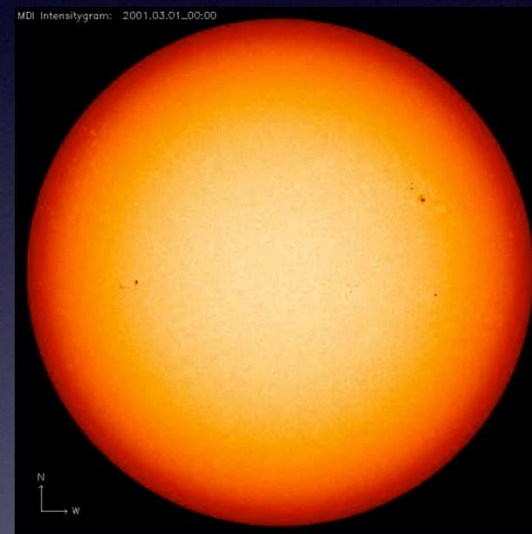


耀斑

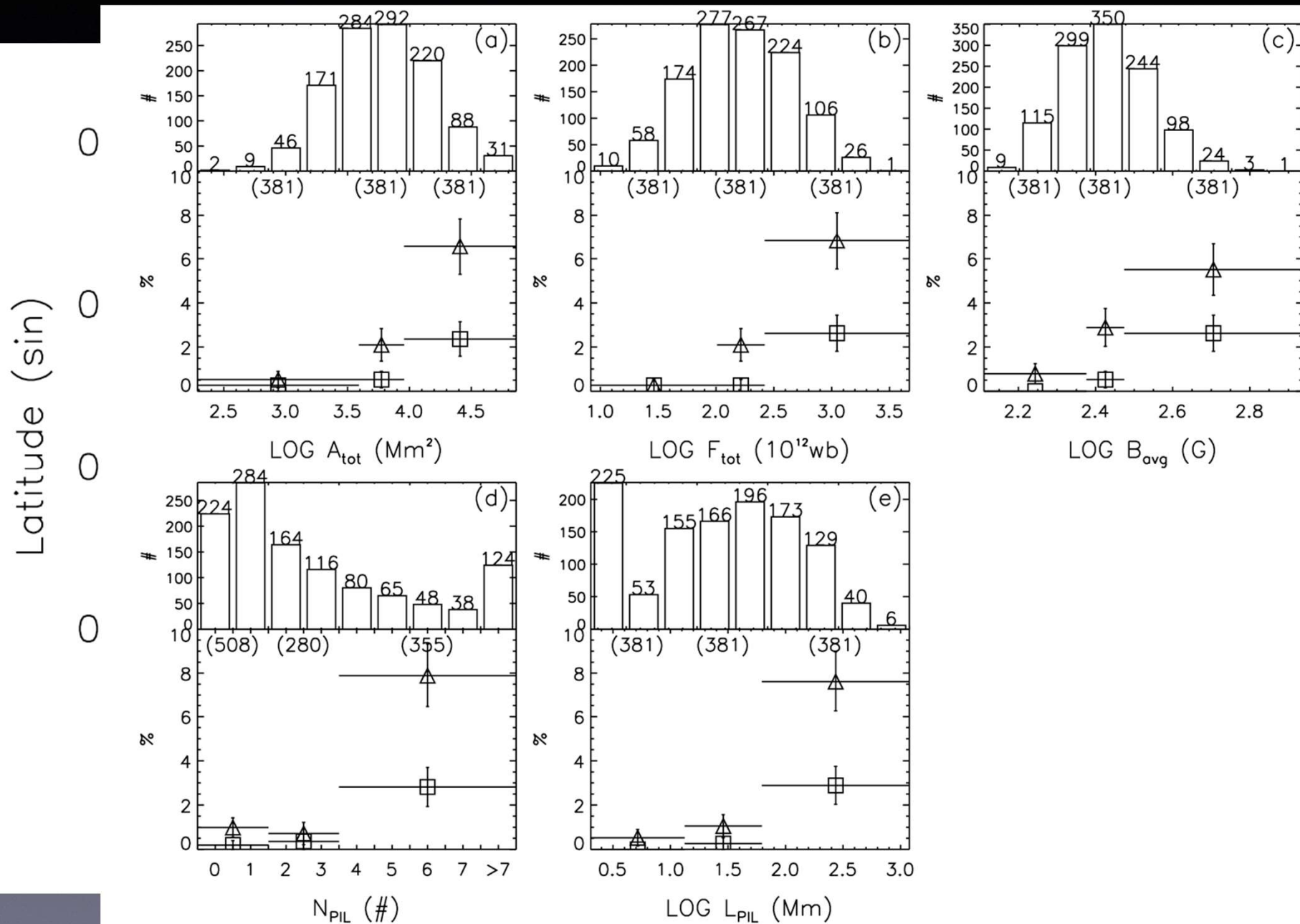


日冕物质抛射

活动区

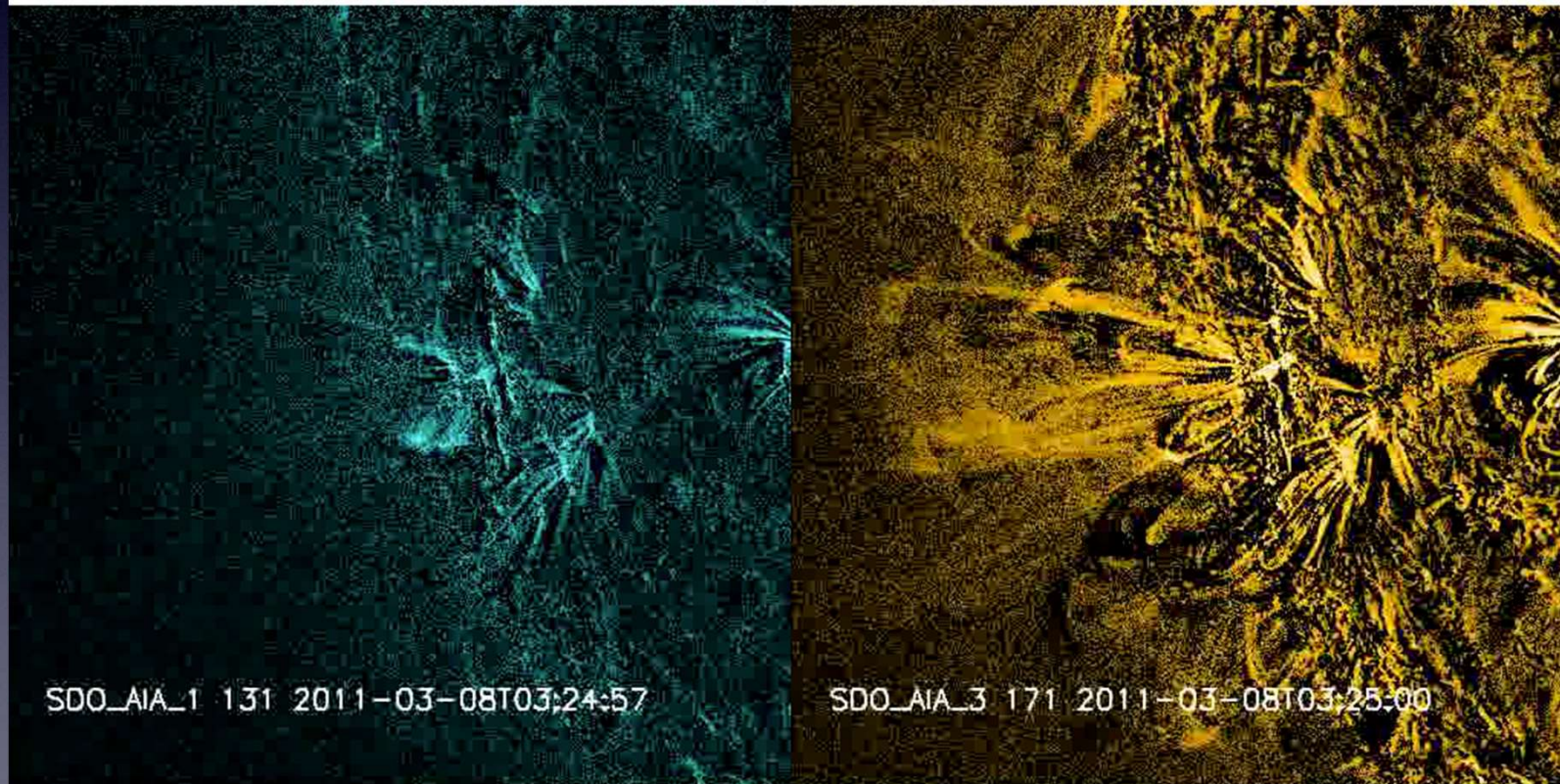
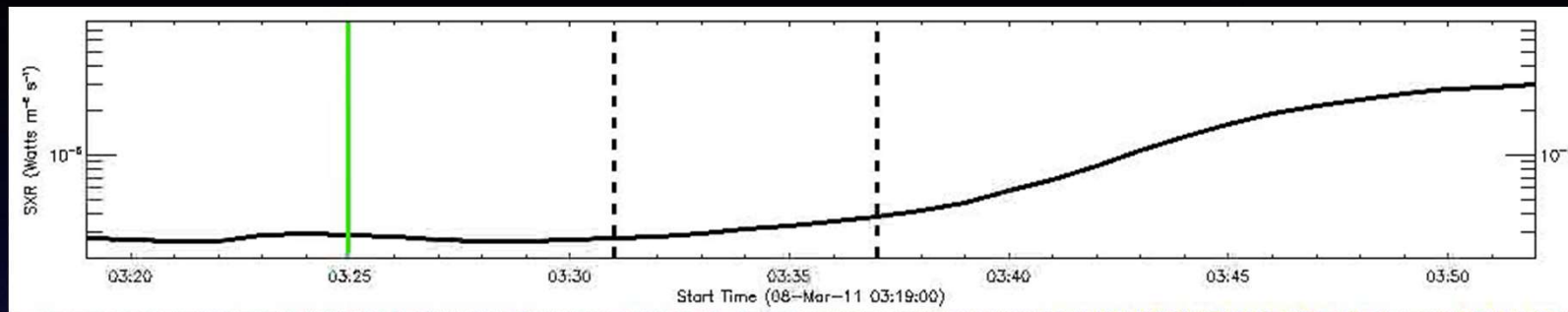


# 什么样的活动区可以产生CME?





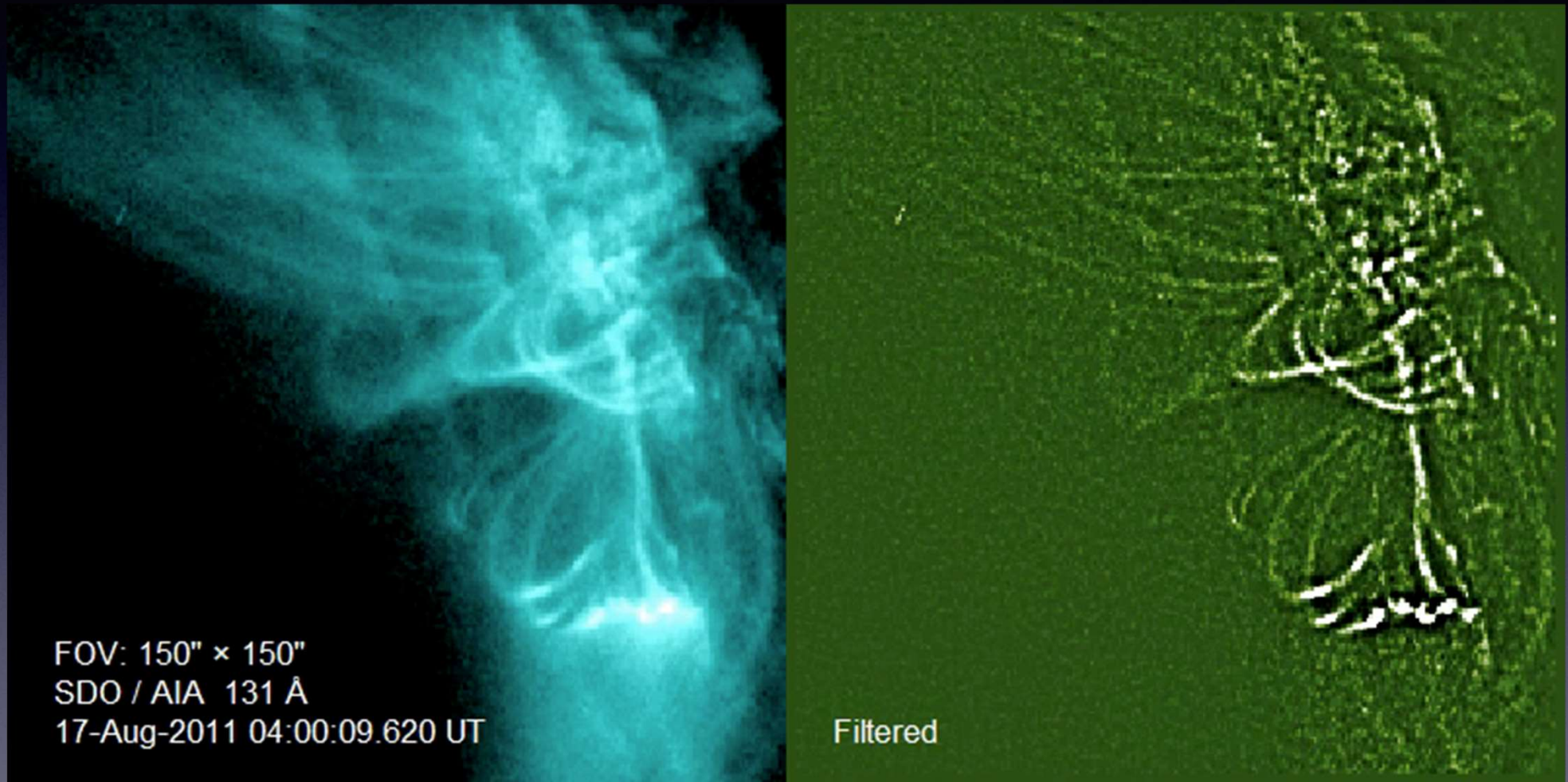
# 这些活动区怎么产生CME的?



Zhang et al, 2012

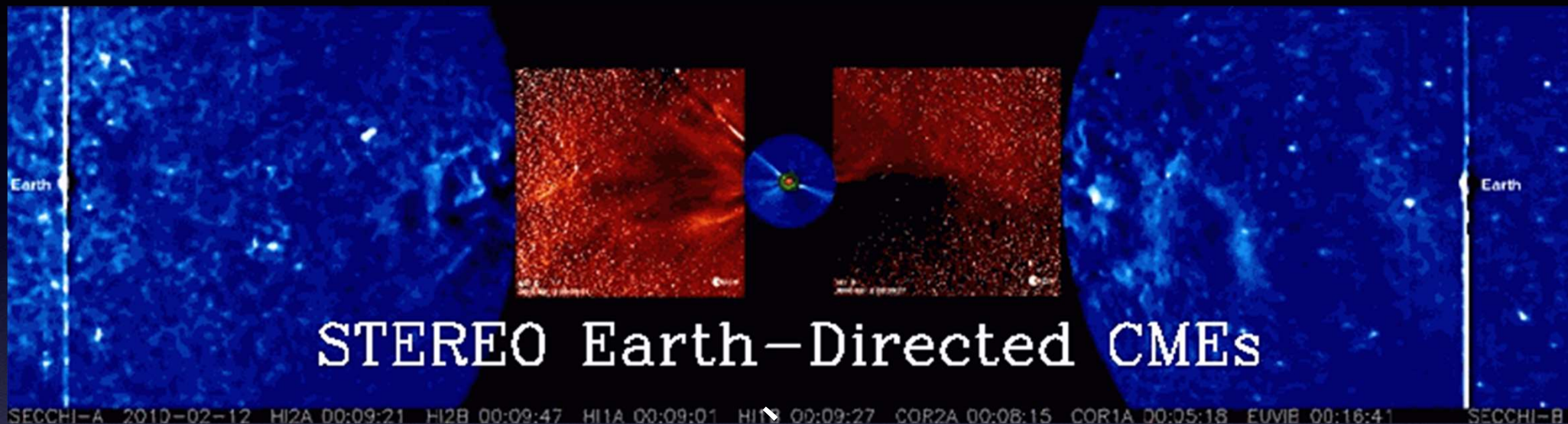


# 这些活动区怎么产生CME的?



Su et al, 2013

# 太阳爆发怎么到达地球的？

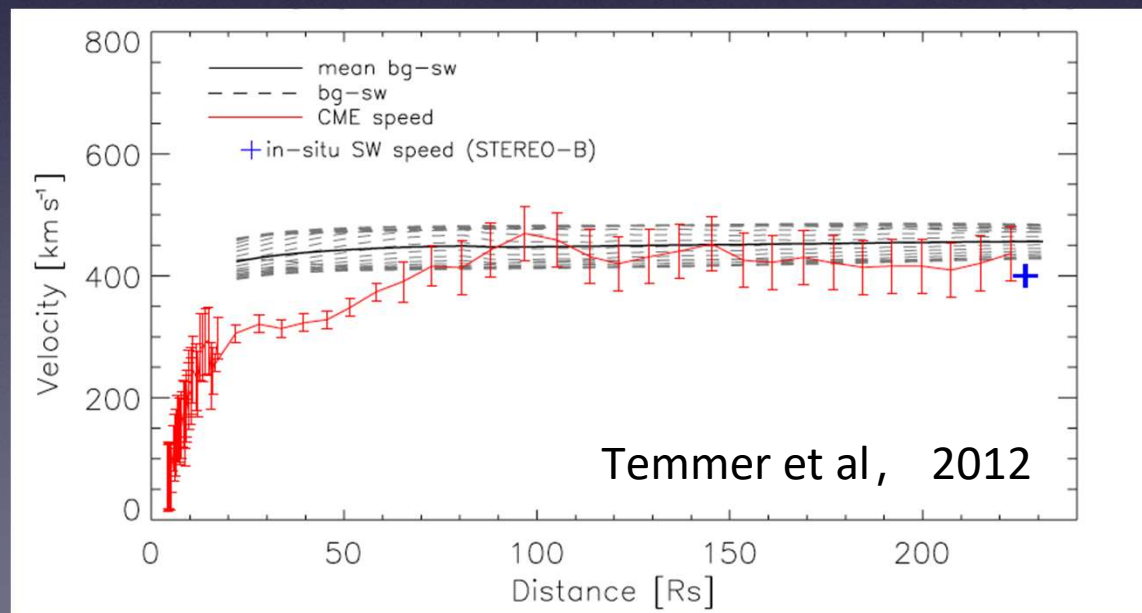


速度

加速

减速

匀速



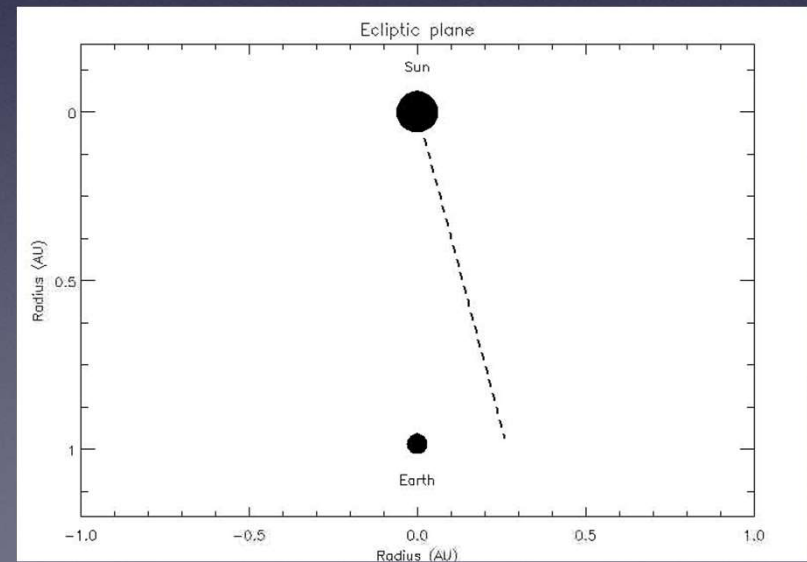
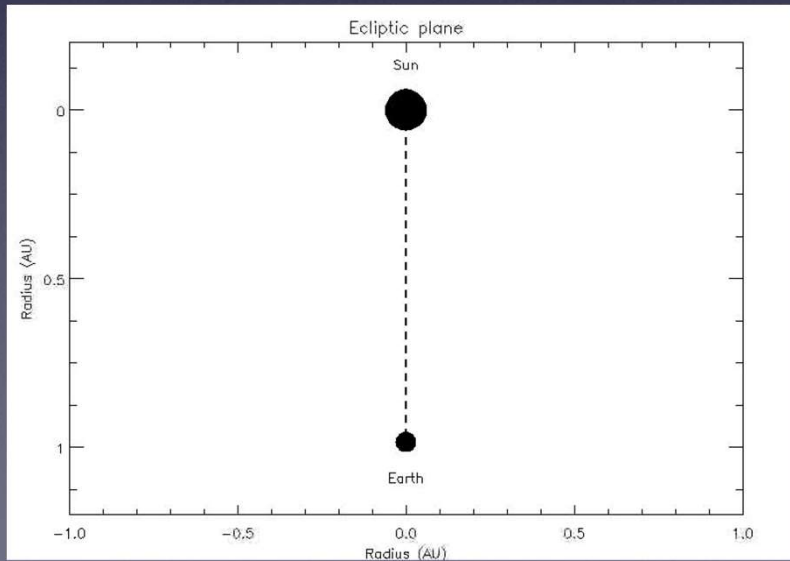
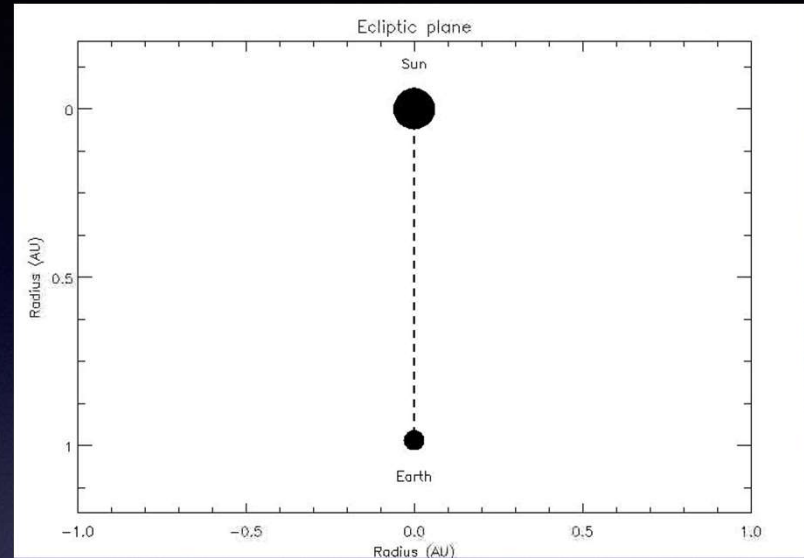


# 太阳爆发怎么到达地球的?

方向

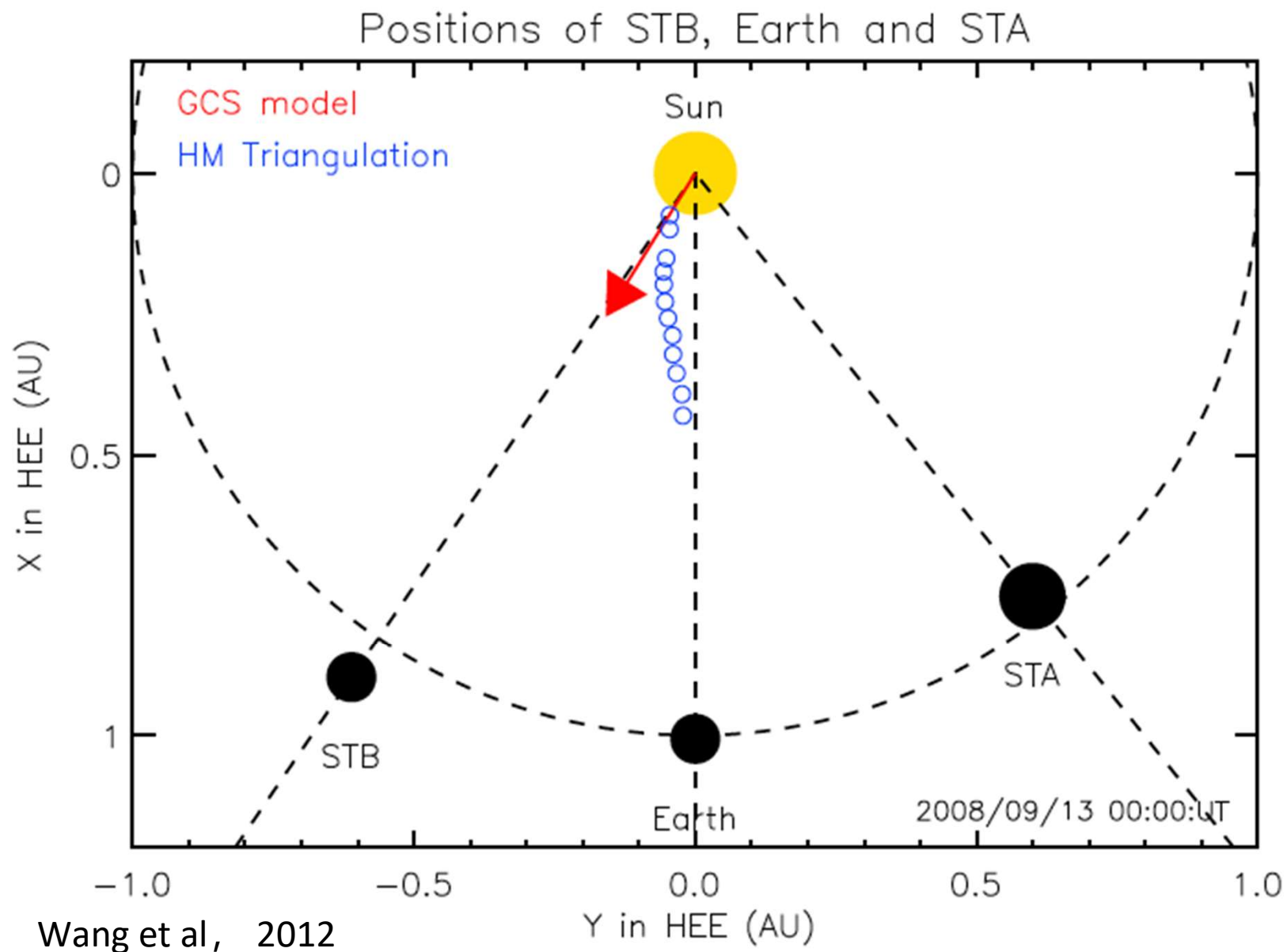
径向

非径向





# CME偏转后到达地球的事例



# 怎样才能预报？

第三阶段  
(When?)

- ◆ 太阳什么时候会爆发？
- ◆ 太阳爆发能否且何时到达地球的？
- ◆ 对地球空间环境的影响？

**研究方法：** 物理分析+模型(模式)建立

# 经验[理论]模型

# 数值模型

### Request a Run for DIPS (Kinematic Model for CME Deflection in Interplanetary Space)

Please complete the form below. \* Indicates a required field.

---

**Step 1: GENERATE YOUR REQUEST**  
 Your run results will be published online *under your Run Registration Number*  
 (FirstName\_LastName\_MMDDYY\_ModelType\_RunNumber) e.g.  
 John\_Smith\_032511\_SH\_1.

**EMAIL\***  Enter a valid email address  
 how to contact you

**FIRST NAME (GIVEN)\***  Enter your given name  
 your given name

**LAST NAME (FAMILY)\***  Enter your family name  
 your family name

**RUN NUMBER\***  Unless you want to overwrite it  
 max of 4 runs per day

**KEYWORD/S\***  Enter a keyword  
 helps to sort and search the results of simulations

---

**Step 2: SELECT INPUT PARAMETER OPTION**  
 The model run submission has two (2) options:

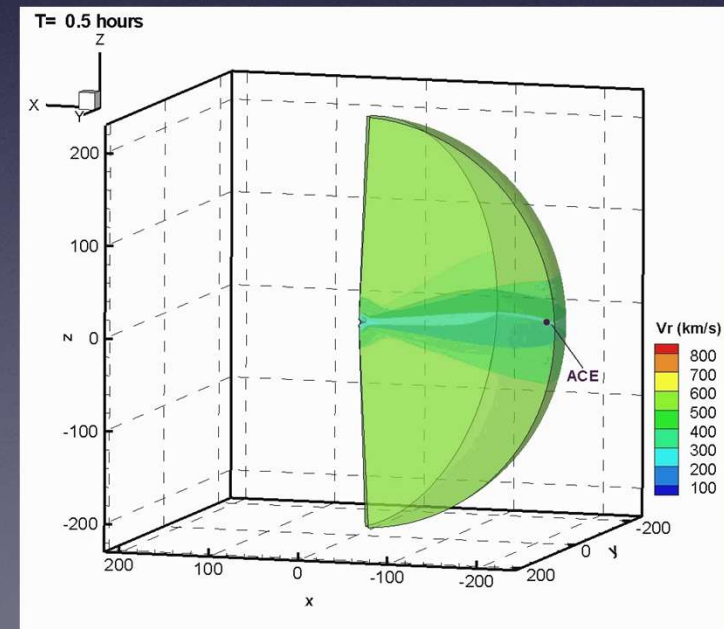
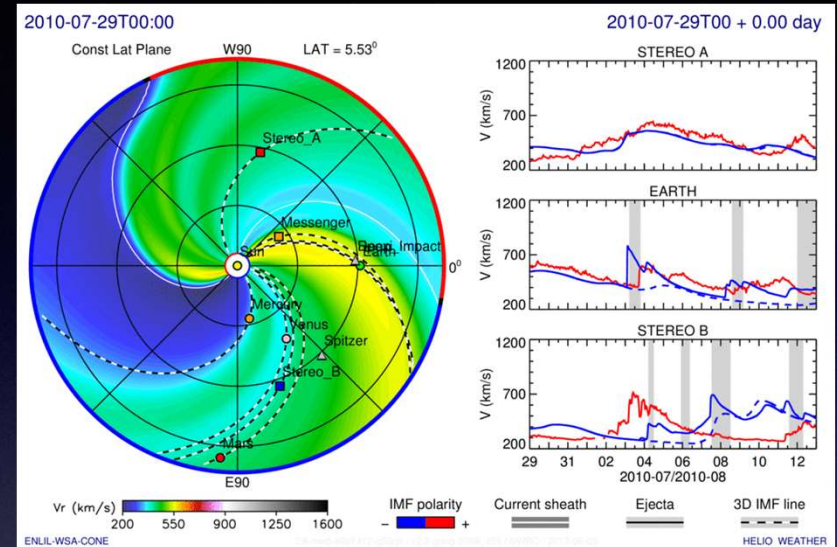
**OPTION 1:**  CONSTANT CME and solar wind speeds

INITIAL DISTANCE ( $r_0$ )   $R_s$

$V_{CME}$   km/s

$V_{SW}$   km/s

**OPTION 2:**  DISTANCE-DEPENDENT CME and solar wind speeds requires parameters file to be uploaded





# 怎样才能预报？

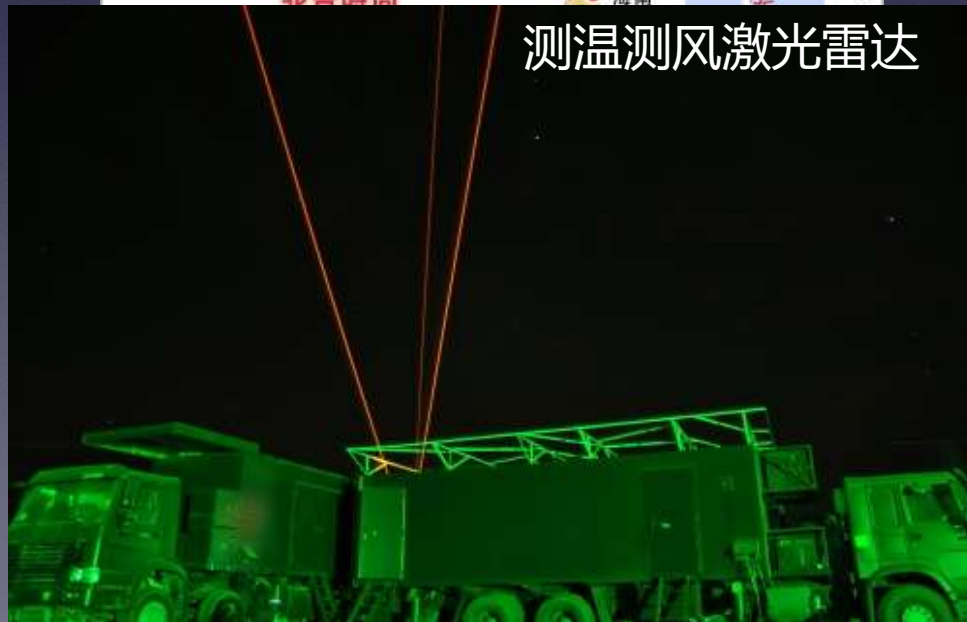
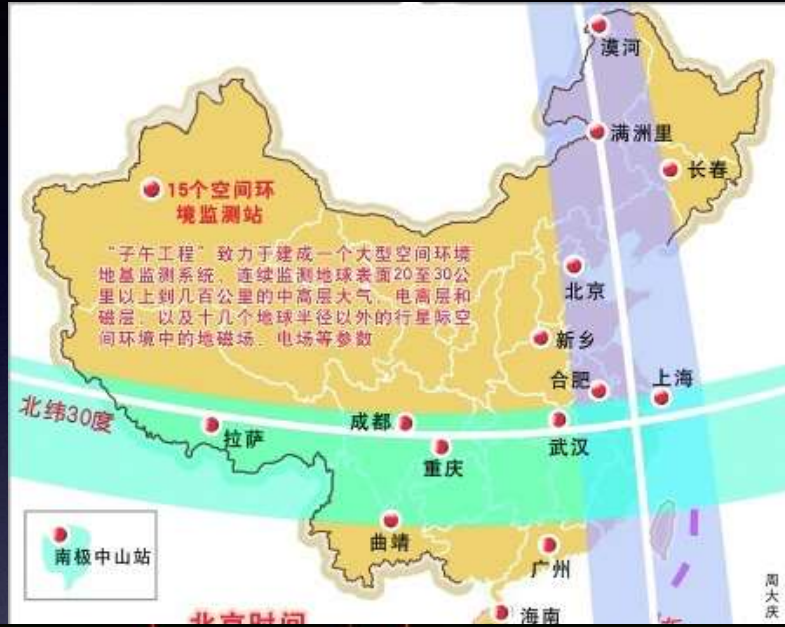


所需材料

观测数据  
物理知识  
数值方法

# 提高监测能力

## (1)建设地面监测网络

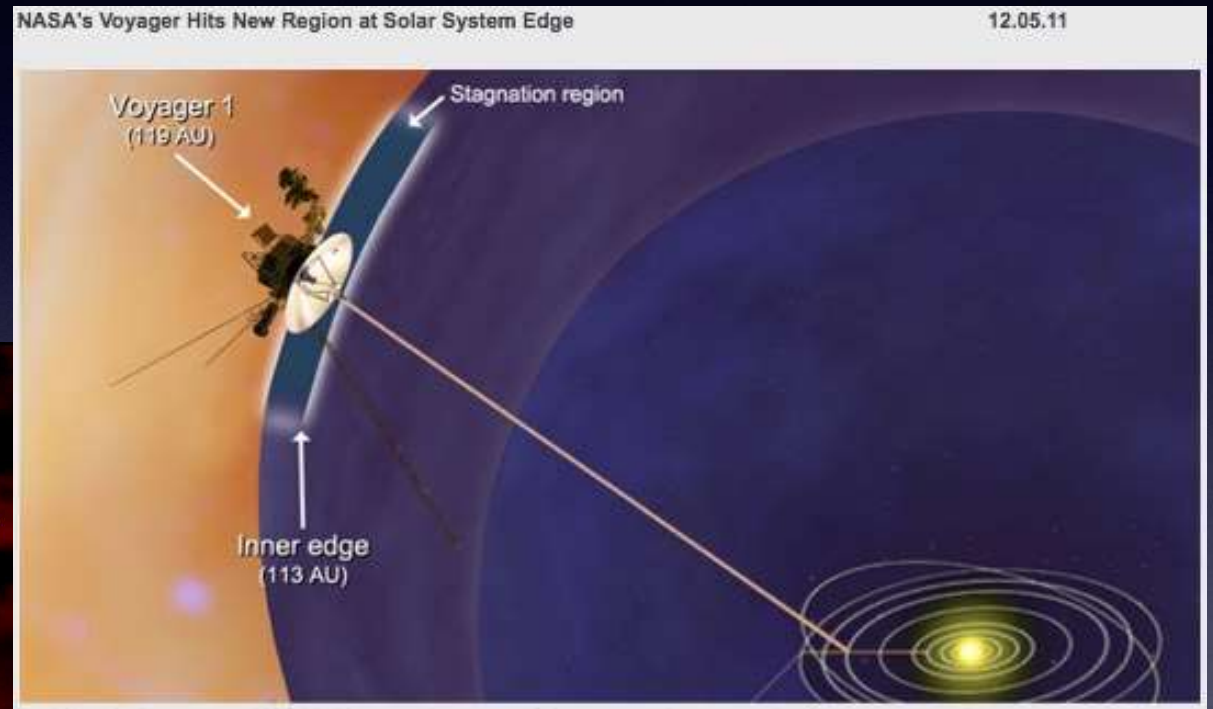


## (2) 大力开展空间探测



前苏联第一颗人造卫星  
**Sputnik 1**  
1957年10月4日

人类将首次步入星际空间  
**1977年发射**

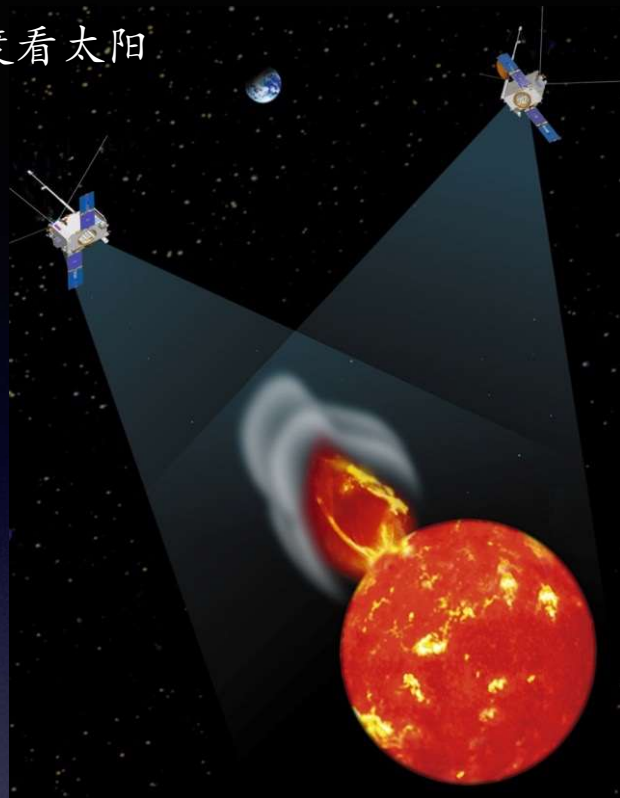


第一颗不依赖于陀螺仪的  
三轴稳定卫星  
**1995年发射**

SOHO is a joint mission of international cooperation between ESA and NASA

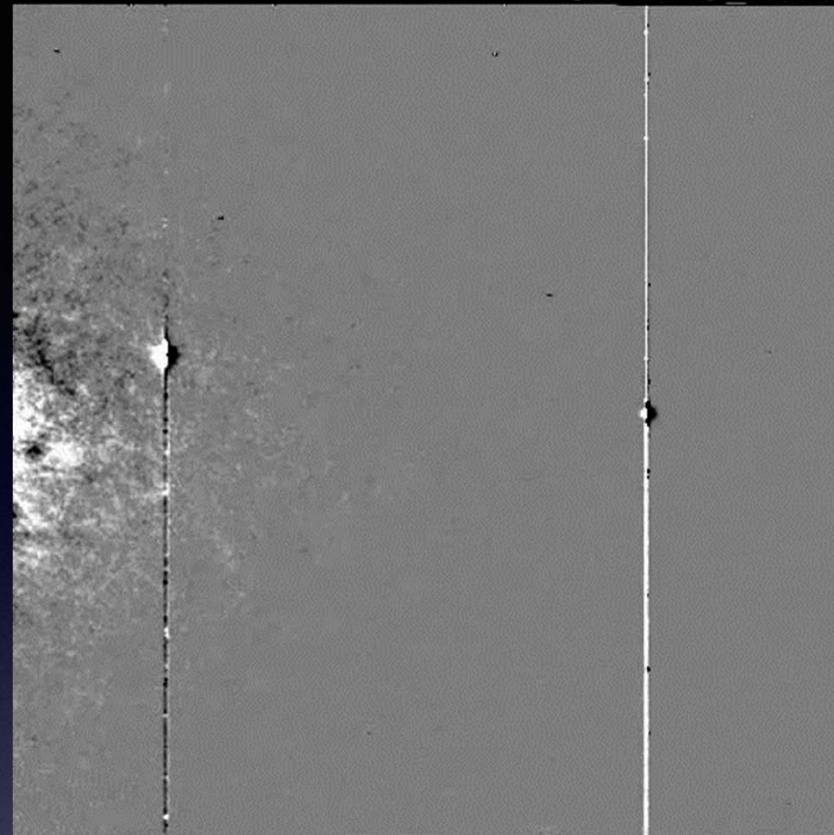


第一次从两个角度看太阳  
2006年发射



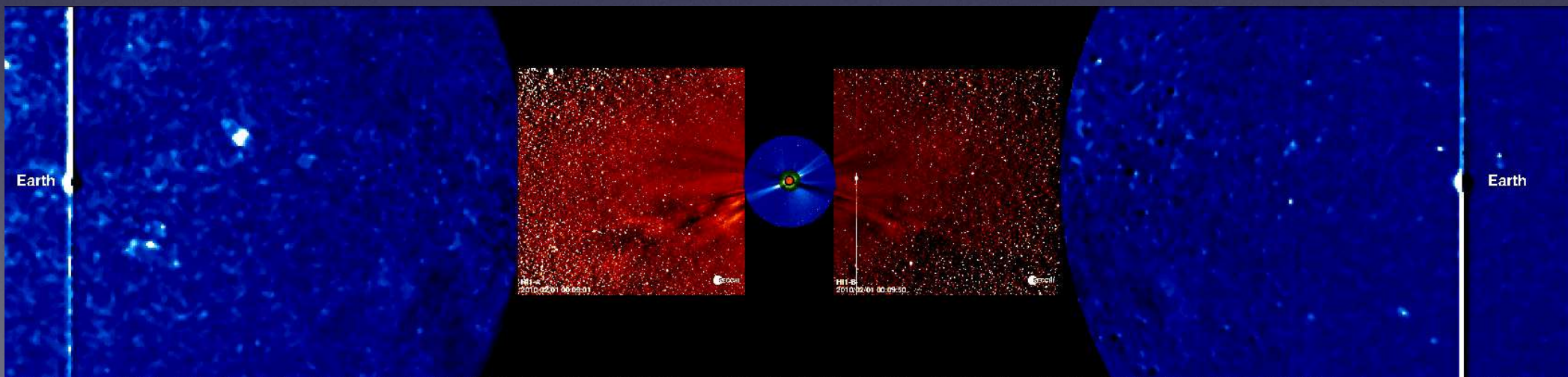
RAL

STEREO B HI1



SECCHI

2013-03-07 20:49



SECCHI-A 2010-02-01 HI2A 02:09:21 HI2B 02:10:10 HI1A 00:09:01 HI1B 00:09:50 COR2A 00:08:15 COR1A 00:05:18 EUVIA 00:06:15 SECCHI-B