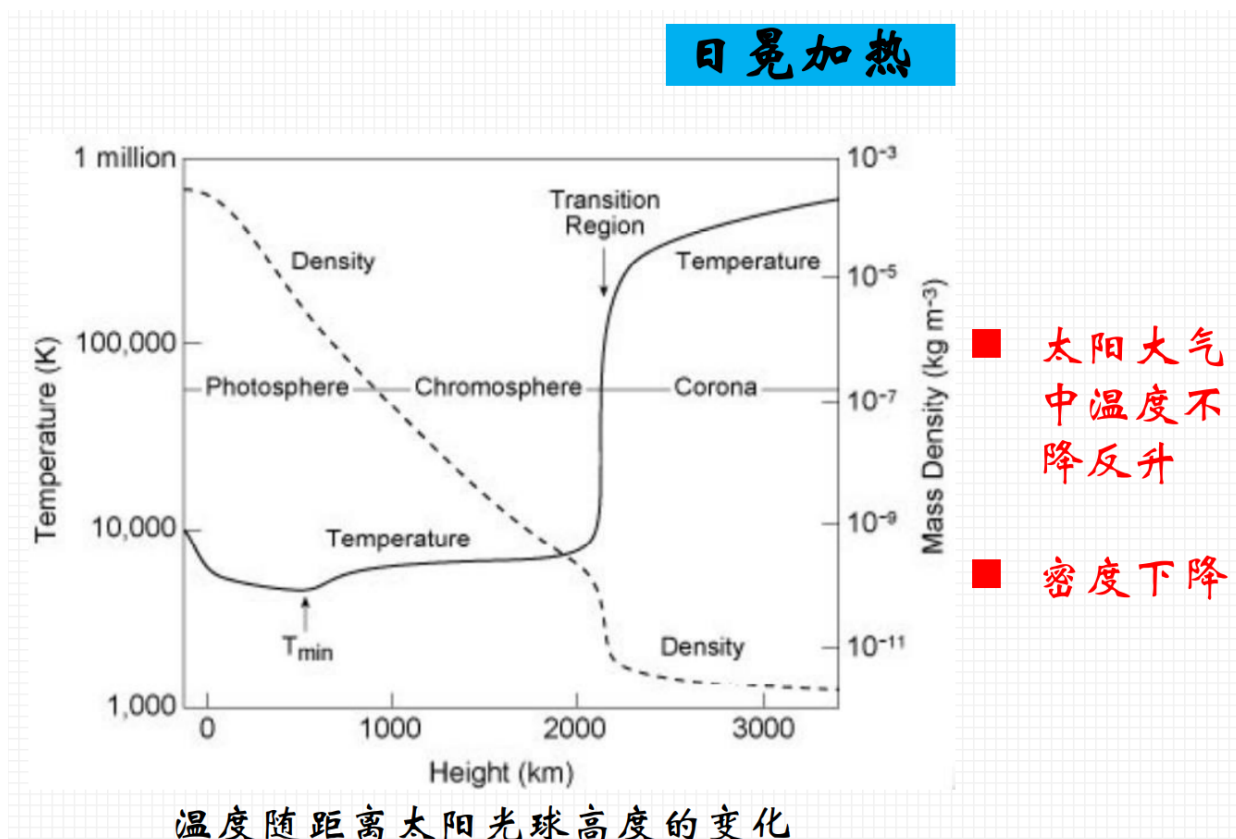


## # 3.1 太阳风



■ 太阳大气中温度不降反升

■ 密度下降

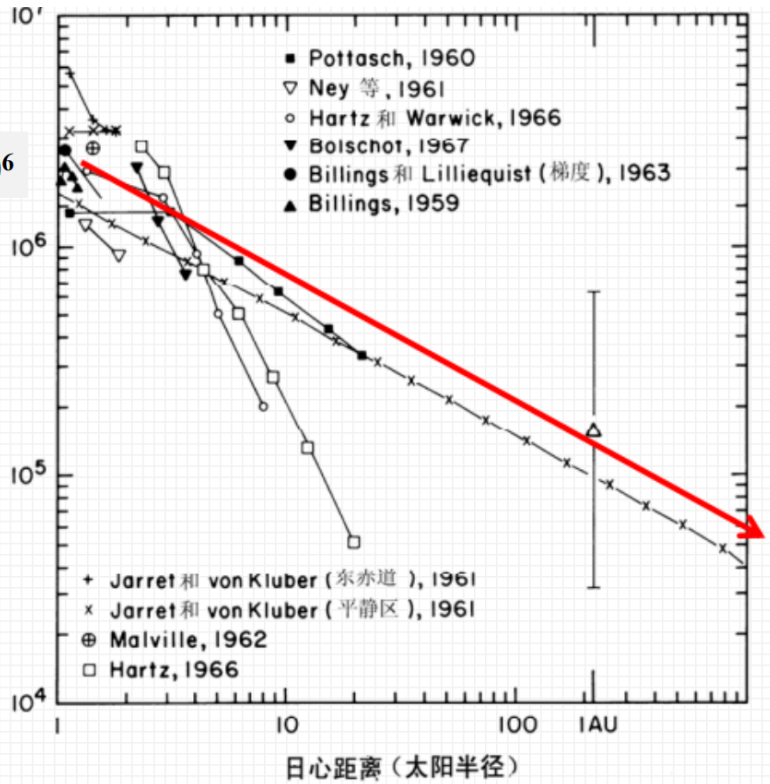
温度随距离太阳光球高度的变化

温度随距离太阳光球高度的变化(日冕加热)

1. 太阳大气中温度不降反升
2. 密度下降

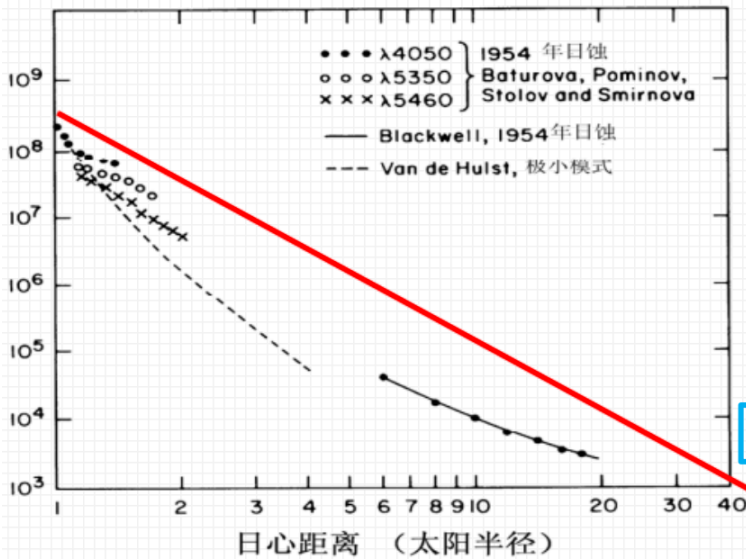
温度随离日冕的距离增加而缓慢降低

$1.5 \times 10^6$



在不同日心距离测量的日冕温度

温度随离日冕的距离增加而缓慢降低



不同日心距离日冕赤道面电子数密度  
一次日食的观测数据  
由不同观测者推算  
(Billings, 1966)

电子密度下降7个数量级!!!

在地球公转轨道(1AU)附近观测到的太阳风性质

电子密度 ( $215 R_s$ )

$7.1 \text{ cm}^{-3}$

电子密度下降7个数量级

在地球公转轨道附件观测到的太阳风性质

电子密度  $7.1\text{cm}^{-3}$

Parker在1958年提出了 **定常膨胀日冕模型**，**太阳日冕的压力远大于星际介质的压力** 在 **太阳大气压力梯度** 和 **太阳重力场** 的共同作用下，日冕气体存在一种向行星际的超声波流动，即 **太阳风**，太阳风的提出 **解决了日冕物质与星际介质如何达到平衡的问题**

## **Parker模型的局限性**

1. 定常等温膨胀是个非常简化的模型，因为日冕在向外膨胀过程中温度并非保持常数
2. 平均多方指数在0.3至0.4之间
3. 仅考虑了单一粒子(质子)的情形，太阳风中的磁场与电场均没有考虑

# 快速太阳风和慢速太阳风

Fast Wind	High speed	400-800 kms <sup>-1</sup>
	Low density	3 cm <sup>-3</sup>
	Low particle flux	$2 \times 10^8$ cm <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>
	Helium content	3.6%, stationary
	Source	coronal holes
	Signatures	stationary for long times, all streams are alike, strong Alfvénic fluctuations

Slow Wind	Low speed	250-400 kms <sup>-1</sup>
	High density	10.7 cm <sup>-3</sup>
	High particle flux	$3.7 \times 10^8$ cm <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>
	Helium content	below 2%, highly variable
	Source	helmet streamers (日冕盔流, 闭磁力线) near current sheet, at activity minimum
	Signatures	generally very variable, sector boundaries imbedded

翻译:

density - 密度

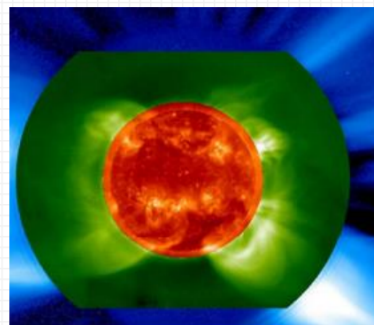
particle - 粒子通量

Helium content - 氦含量

Source - 来源

Signatures - 特点

- 光球层中比周围背景明显黑暗的**太阳黑子**(集中);
  - 比周围略为明亮的**谱斑**;
  - 色球层中突出于平均高度的**日珥**;
  - 色球和日冕中的**太阳耀斑**;
  - CME;
  - 日冕中的**不均匀结构**;
- 太阳大气的局部(空间)区域(太阳**活动区**), 有时会出现短暂(时间)的“**事件(现象)**”。



**宁静太阳** 不包含上述现象时, 太阳基本上是一颗球对称的稳定恒星, 稳定(时间)和均匀(空间上)地向四面八方发出辐射。

宁静太阳不包含上述现象时, 太阳就基本上是一颗球对称的稳定恒星, 稳定时间和均匀空间上地向四面八方发出辐射

## 盔状流

1. 太阳活动区发展出来的明亮循环状结构, 连接磁极性相反的两个相邻区域, 磁力线闭合
2. 由于电子被这些闭合磁力线捕获, 因而其非常明亮
3. 盔状流通常只在中纬度以"流光带"出现, 其分布随着太阳周活动区域而移动

4. 小的等离子泡或等离子团有时会从盔状流的顶端释出，这就是慢速太阳风粒子成员的来源之一

## # 3.2 太阳磁场

---

高分辨率色球照片中的太阳黑子图像,可以看到本影和半影

本影区 - 垂直磁场

半影区 - 水平磁场

磁场感应强度  $B = 7 \times 10^{-9} T$

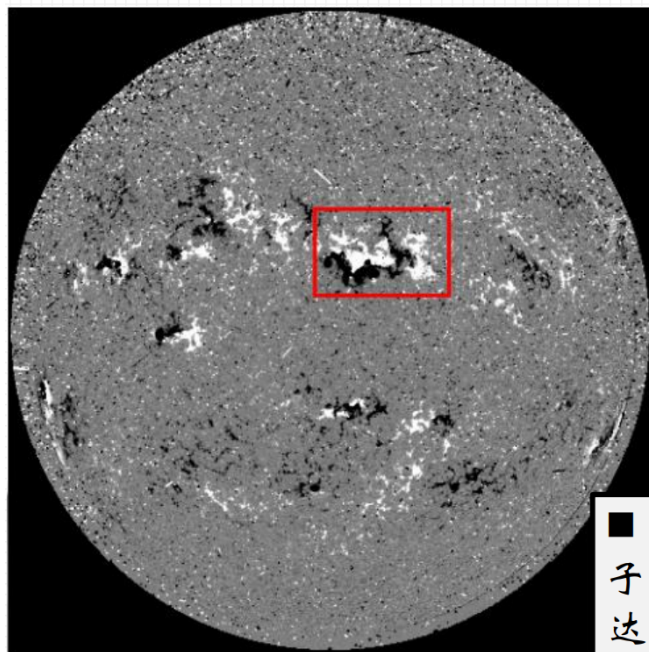
### | 特点

1. 太阳大气到处存在磁场

2. 整个太阳的磁场相当复杂，大气中的每一部分都有不同起源的磁力线纵横交错在一起
3. 太阳的磁场有多种成分，对于这些成分如何构成统一的图像，以及它们之间的演化关系至今尚未完全清楚
4. 在观测方面，基本上还只能对光球层的磁场分布用光学方法(通过光谱特征反演日面上磁场的大小和方向)进行比较精确的测量

## 将太阳表面磁场分类

1. 活动区磁场



SOHO全日面视向(line of sight)磁图

- 太阳上最强的磁场出现在以黑子为中心的活动区，黑子磁场可达1000-4000高斯。
- 日珥和日冕中的磁场为几到几十高斯。

## 2. 极区磁场

- (1) 太阳的两极(纬度为 $55^\circ$ )存在强度约1-2高斯的磁场，南北两极磁场极性相反
- (2) 只局限于极区附近，没有准确的轴向和对称性，同时又是变化的，与偶极子磁场不同，在太阳活动周(11年)极大期附近发生极性变换
- (3) 太阳极区的磁力线只是埋藏在太阳表面浅处，并不是起源于太阳内部



### 3. 宁静区磁场

- (1) 活动区之外的太阳大气中，磁场也不为零，弱磁场
- (2) 形成网络状结构，成为网络磁场( $3 \times 10^4 km$ )
- (3) 网络内部的磁场也不为零，存在许多 **离散的小磁岛**，称为网络内磁场
- (4) 太阳表面的网络内磁场是迄今观测到的最小尺度的磁场结构

## 意义

1. 对光球层可作精确测量
2. 对色球层磁场可作精度稍差的观测
3. 日冕磁场目前只能靠磁场外推手段获取

## 求解磁场的常用方法

1. 磁荷模拟法
2. 球谐函数法
3. 格林函数法

## # 3.3 行星际

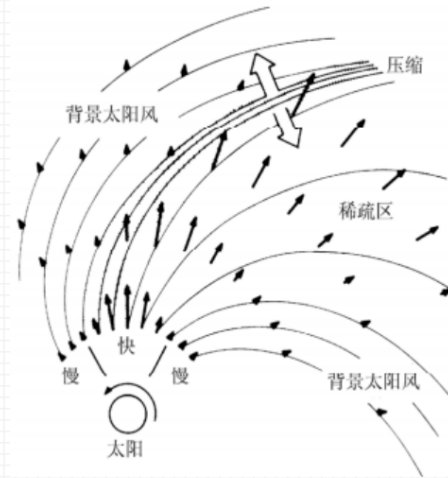
---

行星际空间是太阳系内由行星际介质主导围绕着太阳和行星的空间，该空间向外一直延伸到太阳圈

### | 速度和密度的时空演化

## 速度和密度的时空演化

- 由太阳旋转导致的螺旋形状依赖于太阳风的速度(径向):  
快速太阳风(较松地卷绕流线)  
慢速太阳风(较紧地卷绕流线)
- 刚开始离开太阳表面时快速流和慢速流几乎剪切运动。  
这样不均匀的速度, 导致后面快速流追赶上前面更偏东的低速流。
- 由于磁冻结效应后者不能穿透前者, 只能相互挤压; 从而导致在**流交界面**处压强增大, 密度增大。
- 在流交界面两边产生压强梯度, 分别加速前面慢速太阳风和减速后面快速太阳风。  
使得突变的交界面变宽产生波动, 向两边传播过程中非线性作用逐渐变陡, 最终形成前后激波对: FS-RS。



Pizzo, 1985

第 68

1. 太阳风高速流追赶低速流, 由于太阳旋转使高速流与低速流相互作用产生**共转激波**
2. 直接由太阳上的强烈扰动激发的激波, 如耀斑和日冕物质抛射称为**耀斑激波**