# 别人在看“天狗吃太阳”，我在看色球层

没开始太阳研究之前，我也跟大家一样，只会为那个“太阳消失”的时刻激动。不过，现在的我看到了更多的细节。

**太阳没有被“吃掉”，只是被遮住了**

如果月球运动到太阳和地球中间且三者正好处在同一直线，月球就会挡住太阳射向地球的光，从而在地球表面上形成黑影。这就是日食。

月球在地球表面投下的影子可以分为**本影**（Umbra）和**半影**（Penumbra）两个区域。处于本影区域内的人们就可以欣赏到可能是肉眼能看到的最壮观的天象——日全食（Total Eclipse）。相对应的，处于半影（Penumbra）区内的人们就可以通过日食眼镜欣赏到日偏食（Partial Eclipse）或者日环食（Annular Eclipse）。

本影和半影的示意图 （图片来源：https://www.businessinsider.com/solar-eclipse-diagram-2017-8）

下图是本次日全食发生时，由星链卫星拍摄到的月球在地球上的影子，深黑部分的是本影区域。

（图片来源：https://twitter.com/Starlink/status/1777441354588791206）

**跟我们一起，看看平时见不到的太阳**

日食是观察太阳结构的好时机。

太阳的大气结构分四层，但是平时我们能看到的太阳只是发光的那一层——**光球层**（Photosphere，Photo是拉丁词根指代光）。而更多的只能在日食时看见。

太阳大气结构

在日全食发生时，月球会完全遮盖住光球层，这部分的温度大约是6000摄氏度，根据黑体辐射公式我们可以直到其主要的电磁辐射能量集中在可见光的波段（380纳米～750纳米）。

**当光球层被完全遮挡后，平时被太阳白光掩盖住的太阳高层大气就会闪亮登场了，即色球层**（Chromosphere，Chromo是拉丁词根指代颜色）**和日冕**（Corona，因其形状近似冠冕而得名）。

**1.色球层**

在食甚后，日全食天象最抓眼球的特征莫过于月球外的那些星星点点的鲜红色结构，这就是色球层，其中特别突出的部分被称为日珥（Prominence）。

2024北美日全食中的色球层（图片来源：夏明康 摄）

色球层是太阳大气中一层不稳定的结构（因此崎岖不平），它形成的原因依然是部分的未解之谜。色球层是鲜红色的，原因它的温度大约是10000～35000摄氏度。在高温作用下，色球层表面氢原子的电子会被激发，从而发生n=3到n=2的的能级跃迁。在这些电子能级跃迁所释放的电磁波中，波长为656.46纳米的巴尔莫线系的H-alpha线在亮度上占绝对优势，**因此色球层的颜色呈现出鲜红色**。

事实上色球层相当的薄，一般来说只有2000公里厚，不到太阳半径的3%。因此，**只有当月球和地球的相对运动达到某一特殊的位置，即日全食发生时**，我们才能一睹色球层的真容。

**2.日冕**

在色球层之外，我们还能看到一层淡淡的白色结构，因为形状像冠冕，因此被命名为日冕。

2024北美日全食中的日冕（图片来源：夏明康 摄）

尽管无法被肉眼观测，在日全食发生的时候如果用多张低曝光照片合成的话，我们是可以用相机拍摄到至多延伸到20个太阳半径的日冕的。上图中我们可以看到此时正值太阳高年，冕环（Coronal Loop）、盔状流（Helmet Streamer），伪盔状流（Pesudo-Streamer）和日冕羽流（Plume）遍布整个太阳表面。

左为2019南美日全食  （摄影师：© 2019 Miloslav Druckmüller, Peter Aniol）；右为2023澳洲日全食（摄影师：© 2023 Pavel Štarha, Shadia Habbal, Miloslav Druckmüller）

**上面两张日冕图片展现了当今人类日食摄影的最高水准。**太阳活动周期由太阳表面的黑子数量来确定，2019年是第25太阳活动周期的第一年，也是活动最弱的一年。可以看到日冕展现出教科书一般的标准结构——在黄道面上有大尺度的盔状流，而南北极区都是羽流所对应的开放磁力线。而2023年已经进入太阳活动高年，可以看到羽流延伸到四面八方，而且在图片的左下角我们甚至能看到一个日冕物质抛射（Coronal Mass Ejection/CME）。

日全食和日冕仪对比（摄影师：© 2015 Miloslav Druckmüller, Shadia Habbal, Peter Aniol, Pavel Štarha & ESA, NASA）

大家可能会很好奇，现在科技那么发达，难道科学家不能随时看到日冕吗？答案是：能，也不能。上图就是2015年法罗群岛日食的日冕对比图，左边是日全食摄影，右边是在NASA SOHO飞船上的LASCO日冕仪的影像。可以看到由月亮遮挡的太阳可以让我们看到远多于日冕仪的细节，此外日冕仪只能看到两个太阳半径外的日冕，**日全食仍是我们观测两个太阳半径内日冕的唯一手段**。