

美国航空航天局科学项目部：太阳物理学组



我们生活在活跃恒星的广袤大气层中。虽然阳光促使生命得以产生和延续，太阳的变化会产生高能粒子流和辐射，可能危害生命或改变其发展进程。

地球是宇宙中的小岛，在磁场和大流气层的保护下，生命得以在这里产生并兴盛。地球上生命的起源和命运与地球对于太阳变化的应对方式紧密相连。

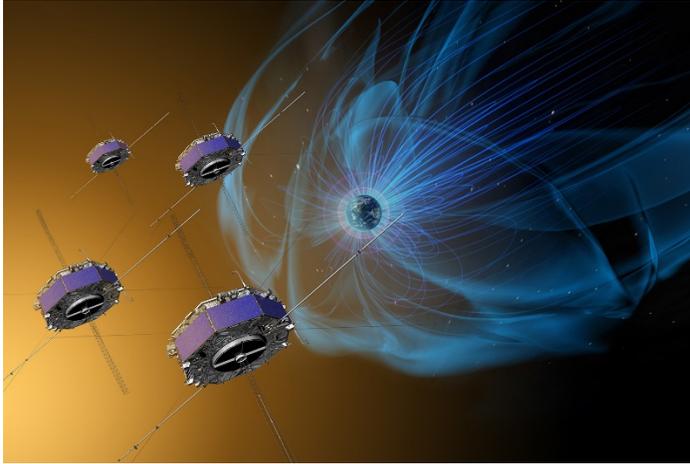
了解太阳、日光层和行星环境是个紧密联系的整体系统，这是科学项目部太阳物理学研究项目的目标。除了太阳相关过程，我们的研究领域还包括太阳等离子体和辐射与地球、其他行星和星系之间的相互作用。通过分析太阳、太阳风和行星空间环境与我们在银河中所处位置之间的相互联系，我们将揭示整个宇宙中发生的基本物理过程。通过了解太阳及其行星之间的联系，我们将能够预测太阳变化对人类、技术系统甚至生命存在本身的影响。

我们已经找到很多方法，来窥探太阳的内部运转和理解地球磁层如何应对太阳活动。我们现在的挑战是探索关系错综复杂的整个系统，描述太阳与太阳系之间的联系。理解这些联系对于我们考虑人类在第三个千年的命运尤其重要。为了加速拓展人类在地球以外的体验，我们需要太阳物理学。最近的技术发展首次使我们能够切实考虑探索太阳系以外的宇宙。

多年代调研有以下三个主要目标：

- 了解整个太阳、日光层和行星环境的能量和物质流动变化。
- 探索太空等离子系统的基本物理过程。
- 定义地球 - 太阳系内变化的起源和社会影响

需要采用若干相互关联的要素来实现这些目标。包括大大小小的互补性任务；及时开发技术和完善技术；通过研究、分析、理论和建模获得知识。



美国航空航天局于 2015 年 3 月启动了磁层多尺度 (MMS) 任务, 以弄清围绕地球的磁场如何连接和断开, 通过磁重联过程来释放爆炸性能量。

大问题

- 什么原因导致太阳发生变化?

我们生活在磁变星的广袤大气层中, 这颗磁变星推动着太阳系并维持着地球上的生命。太阳通过各种人类可以观察到的方式发生着变化, 发出红外线、可见光、紫外线、X 射线等光线, 并散发出磁场、大量等离子体 (太阳风) 和接近光速的高能粒子, 而且所有这些放射物各不相同。

- 地球和日光层如何应对?

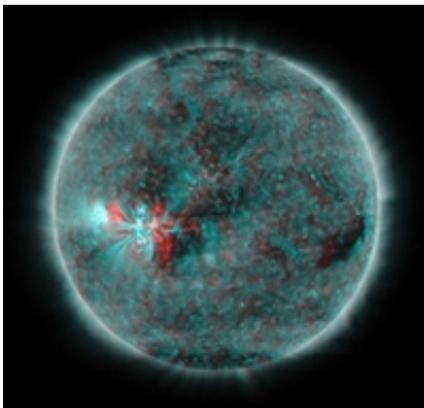
我们的地球处在这看似无形却怪异而危险的环境中。在地球低层大气的保护层之上, 是由电气化和磁化物质组成的等离子场, 其间夹杂着穿透性辐射物和高能粒子。

- 对人类有何影响?

现代社会在很大程度上依赖于各种技术, 这些技术易受太空极端天气的影响——由于太阳磁活动的影响, 上层大气和近地空间环境可能对这些技术产生严重干扰。极光在地球表面引起的强电流能够扰乱和破坏现代电网, 并可能腐蚀石油和天然气管道。

重点领域

地球穿过日光层, 这是恒星的外大气层。地球大气层之外的太空充满变数, 非常险恶。太阳、太阳系及其附近的银河系区域产生了系列错综复杂的物理过程。在整个宇宙中, 只有这部分天体能够被我们的实地天体物理实验室进行现场科学考察。



STEREO - 太阳的 3D 图像

美国航空航天局日地关系天文台 (STEREO) 卫星提供了有关太阳的首张三维图像。科学家将首次看到太阳大气结构的三维图像。这种新视图将大大帮助科学家了解太阳物理学, 从而提高空间天气的预测能力。

基于美国航空航天局探索地球周边太空以及遥远行星系统的悠久历史，我们准备预测性了解人类在太阳系中的位置。我们不是生活在孤岛；鉴于地球的气候系统、我们的技术系统、我们计划探索的行星和太阳系天体的可居住性，乃至地球本身的命运，我们与太阳和太空环境紧密相连。这个环境的任何变化都会影响到支撑现代社会的日常活动，包括通信、导航、气象监测和预测。由于空间环境会影响人类及其地球和空间技术系统，我们必须理解这些空间等离子体过程。

太阳物理学研究和探索的重点是将太阳、日光层和行星环境视为相互关联的整体系统而加以研究，这个系统包含动态空间天气，并因太阳、行星和星际环境而不断演化。在我们这个时代，这样的认识不仅是个伟大的知识成就，也为未来利用和探索空间提供了必要的知识储备和预测能力。

日光层：等离子体及其自带磁场影响着行星和行星系统的形成、演化和命运。日光层为太阳系屏蔽了银河宇宙的辐射。我们所居住的星球有其自身的磁场，保护它免受太阳和宇宙粒子的辐射，并避免太阳风侵蚀大气层。火星和金星等没有保护性磁场的星球受到这些过程的影响，其演化过程也各不相同。而在地球上，当偶尔发生极性反转，导致地球无法免受外部辐射之时，其磁场的强度和结构就会发生变化。

磁层：确定地球磁层、电离层、高层大气层的变化，以便规范、预测和减少它们的影响。太阳物理学致力于研究近地等离子区域如何应对太空天气。这种高度耦合的复杂系统可重新分布能量和物质，保护地球免收严重的太阳侵扰。

空间环境：了解影响地球太空气候和环境的太阳活动的成因和后续演进过程。地球的气候和空间环境在很大程度上由等离子、粒子和太阳挥发的辐射物决定。因此，必须了解太阳，弄清太阳活动的可预测性，并懂得预测太阳活动以及太阳干扰源传播到地球时的干扰过程。

