

## 图瞰前沿

太阳，这颗距离我们最近的恒星，既是地球生命的摇篮，也是人类文明的基石。从原始部落的篝火崇拜到现代社会的清洁能源革命，从伽利略望远镜下的黑子观测到帕克太阳探测器穿越日冕，人类对太阳的认知逐步深入，在持续不断的“逐日”中了解太阳，在日升日落的轮回里解码自然。

约100年前，英国天文学家爱丁顿曾对爱因斯坦说，受不透明度的影响，太阳和其他恒星内部是宇宙中最难以探测的结构。1962年，加州理工大学教授莱顿就偶然发现，太阳表面并非平静如镜，而是一直在振荡，仿佛在“呼吸”。在这一发现的30年后，天文学家根据太阳表面的振荡反演出了太阳的内部结构。透过太阳的“呼吸”，人们进一步认识了太阳。

### 太阳的影响

呵护万物生长，也“变幻无常”

大约在46亿年前，一个由气体夹杂着尘埃的巨大星云在引力扰动下开始坍缩，随着物质向中心聚集，99.86%的质量形成了原始太阳，其余则逐步汇聚成八大行星、矮行星和小行星，其中就有我们的地球。经过约3亿年的漫长演化，地球上诞生了原始生命。

到目前为止，地球仍是我们所知唯一存在生命的星球。生命之所以能够在地球上出现并呈现千姿百态，离不开赖以生存的太阳，太阳为生命的存在和繁衍提供了不可或缺的光和热。更重要的是，太阳大气日冕不断往外运动形成太阳风，从而吹出一个被称为日球层的巨大“襁褓”，将太阳系八大行星包裹其中。日球层为我们阻挡了70%的宇宙射线，从而使得地球能够在诡谲多变的浩瀚宇宙中偏居一隅、岁月静好。

然而，太阳也有自己的“脾气”。太阳上的各种爆发现象，如太阳耀斑和日冕物质抛射，释放出来的能量相当于上百亿颗原子弹的当量，并将几十亿吨的物质高速抛向太空。一旦这些物质撞向地球，有可能产生强烈的地磁暴，严重干扰卫星运行、通信导航，甚至电网和石油管道的安全。1989年的太阳爆发导致加拿大魁北克省水电站的变压器烧毁，2022年的太阳爆发导致40颗铱星坠入大气层。太阳上面还点缀着大大小小的黑子，黑子时多时少，呈现一个平均约11年的周期。黑子越多，太阳越亮，这就使得太阳亮度同样呈现一个11年的变化周期。虽然这种亮度变化幅度很小，却足以影响地球的树木年轮、洪水，甚至是小麦的价格。1645—1715年期间，太阳上出现了几乎没有黑子的“蒙德极小期”，这正好对应地球上小冰期最冷的一段时间。

地球绕太阳的轨道也不是一成不变的，其他行星对地球的引力会让地球的轨道变得更加扁平，地球就会周期性经历寒冷的冰期。随着太阳逐渐变老，太阳的亮度会稳步增加。10亿年后，太阳的亮度会增加10%，届时江海湖泊都将蒸干。50多亿年后，不断膨胀的太阳甚至可能把地球吞没。

### 探索的脚步

从举头“望日”到抵近“探日”

黑子是太阳上最早被发现的神秘特征。在望远镜发明之前，人类通过肉眼只能看到很大的黑子，我国古籍中有上百次关于太阳黑子的记载。1609年，伽利略发明天文望远镜之后，黑子的数目得以每日记录；1843年，施瓦布发现太阳黑子存在11年的周期；1859年，卡林顿在观测太阳黑子时意外发现了太阳耀斑现象。到了20世纪，随着望远镜性能的不断提高，越来越多的太阳结构特征和太阳运动陆续被观测到；1941年观测发现日冕的温度高达百万度，1959年卫星测量证实日冕以数百公里每秒的速度往外运动形成太阳风，1962年发现太阳表面的五分钟振荡，1971年发现日冕物质抛射现象……

工欲善其事，必先利其器。每一次望远

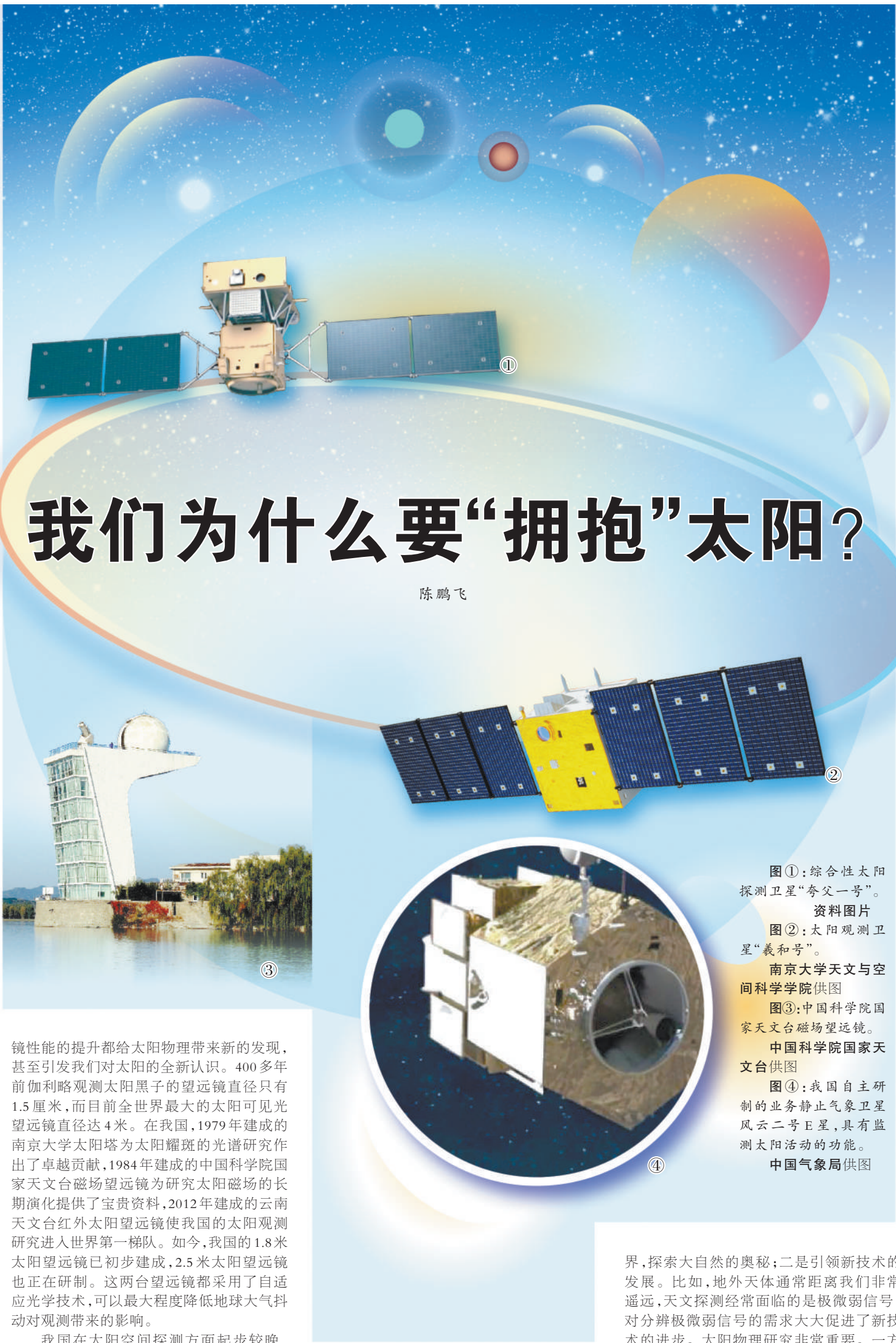
## 图链接

# 40多年来，我一直“注视”太阳

讲述人：天文爱好者 黄彦

我今年52岁，“注视”太阳已经40多年了。

我的家乡在江西上饶德兴市山区。小时候，我常趁着天朗气清，夜晚躺在山间看明亮银河，自那时起，我对天文就有了浓厚的兴趣。后来，我读了许多科普杂志，被奇妙的天文学知识深深吸引。1979年，一名亲戚带我第一次做了小孔成像的试验。我惊奇地看到，客厅墙壁上的入射阳光变



镜性能的提升都给太阳物理带来新的发现，甚至引发我们对太阳的全新认识。400多年前伽利略观测太阳黑子的望远镜直径只有1.5厘米，而目前全世界最大的太阳可见光望远镜直径达4米。在我国，1979年建成的南京大学太阳塔为太阳耀斑的光谱研究作出了卓越贡献，1984年建成的中国科学院国家天文台磁场望远镜为研究太阳磁场的长期演化提供了宝贵资料，2012年建成的云南天文台红外太阳望远镜使我国的太阳观测研究进入世界第一梯队。如今，我国的1.8米太阳望远镜已初步建成，2.5米太阳望远镜也正在研制。这两台望远镜都采用了自适应光学技术，可以最大程度降低地球大气抖动对观测带来的影响。

我国在太阳空间探测方面起步较晚，2001年神舟二号飞船上搭载了太阳X射线和伽马射线探测器；2021年8月发射的风云气象卫星搭载了我国首个X射线和极紫外成像仪；同年10月，我国发射了羲和号太阳探测卫星，在国际上首次实现全日面色球光谱空间观测，并得到了太阳低层大气自转角速度随高度和纬度的分布。目前，10余个国家的科研人员正在分析羲和卫星数据。2022年10月，我国发射了夸父一号太阳探测卫星，可同时测量太阳表面的磁场演化、监视太阳耀斑和日冕物质抛射过程。

我国古代的“逐日”神话，已经变成了如今抵近“探日”的现实。

### 人类与太阳

从探索奥秘到生活应用

日升日落，从未停息，我们所熟悉的太阳蕴藏着大量奥秘：太阳内部是如何分布的、太阳磁场是如何产生的、日冕是如何被

加热到上百万摄氏度（太阳表面温度约5500摄氏度）的、日冕磁场是如何分布的、太阳爆发是如何触发的、太阳爆发会对地球产生多大的影响……

为了破解这些奥秘，科研人员在分析现有观测数据的同时，也在规划未来的探测路径。对于太阳内部结构，所有的电磁波都难以窥见其真容，中微子却可以，我国学者正在建造中微子探测器以研究太阳内部的精确分布；对于日冕加热问题，美国和日本都有卫星发布计划，我国科研人员也在筹划抵近探测卫星；对于日地空间环境，美国和我国都正在筹划立体探测网；对于太阳爆发及其对地球的影响，我国正计划在日地第五拉格朗日点部署羲和二号卫星；对于太阳磁场的起源，美国和我国同行都在筹划太阳极轨卫星，以期首次实现对太阳极区的正面成像。

经常会有人问：研究太阳，意义在哪里？科研的目的，一是拓展人类的认知边

界，探索大自然的奥秘；二是引领新技术的发展。比如，地外天体通常距离我们非常遥远，天文探测经常面临的是极微弱信号，对分辨极微弱信号的需求大大促进了新技术的进步。太阳物理研究非常重要。一方面，太阳上的各种结构和爆发现象也会出现在其他恒星上或黑洞周围，但唯有太阳可以被我们在相对较近的距离观测，对太阳的研究可以为探索其他天体的奥秘提供不可或缺的参考；另一方面，太阳爆发会对人类产生灾害性影响，因此，对太阳的研究可以为预报以及减少这些灾害性影响提供理论基础。在未来，如果火星移民和星际探索成为现实，我们需要考虑的一个重要问题就是在太空中避免太阳爆发产生的高能粒子轰击我们的身体。

目前，不仅科研人员可以利用专业观测图片对大众进行科普，随着技术的不断更新和普及，有些天文爱好者利用望远镜产生的观测资料已经可以用来进行科学研究了。抬头望向耀眼的太阳，更多人正在以不同的方式做自己的“夸父”，进一步了解太阳、拥抱太阳。

（作者为南京大学天文与空间科学学院教授）

月亮得耀眼，这次拍摄的图片也登上了《科技日报》等报刊。

随着科技不断发展，业余天文爱好者观测太阳的设备越来越好，望远镜口径越来越大，拍摄到的细节也越来越多。历史上，有不少业余爱好者首先发现某些天文现象的例子，希望将来我也能拍摄更清晰、更震撼的太阳图像，为科普宣传作出努力，甚至能为太阳科研作出小小的贡献。

现在，我常跟孩子科普拍摄太阳的过程，演示如何使用色球、光球滤镜、太阳光谱仪等，也把我拍摄的作品发布在视频号上。希望这份对观测太阳的热爱能够继续下去，也能积极地影响其他人。

（本报记者 董映雪整理）

左图为巨大太阳黑子群（编号AR3315）光球精细结构。

受访者供图

## 图唠『科』

前不久，一项由北京大学、西交利物浦大学、山水自然保护中心等机构联合进行的调查显示，在三江源区域约36万平方公里的范围内，约有11万余平方公里的区域为雪豹提供了潜在的适宜栖息地。调查还表明，该区域内雪豹的平均密度约为每100平方公里0.90只，估计种群数量为1002只。这是我国首次完成大规模雪豹种群评估。

雪豹，因常在雪线附近和雪地间活动而得名，为青藏高原及其周边所特有。然而，历史上的雪豹曾经来过北京。

早在冰河世纪，雪豹分布范围很广，向东甚至到达北京附近的太行山余脉中，向西则远至欧洲伊比利亚半岛。如何确认雪豹的迁徙路线？这得先从冰期动物起源说起。

达尔文在《物种起源》中提到，冰期动物起源于北极。冰河世纪开始前，雪豹的祖先布氏豹等冰期动物，就生活在北极圈附近，随着全球变冷，冰盖覆盖了北半球的广阔地面，它们就沿着冰盖向南迁徙，扩散到世界各地。

近些年，随着古生物化石的发现，科学家有了不一样的认识。在深入研究青藏高原发现的一系列化石后，中国科学院古脊椎动物与古人类研究所（以下简称“古脊椎所”）的科学家判断，部分冰期动物很有可能由西藏走出。

科学家认为，四五百万年前，严寒的青藏高原为冰期动物提供了“训练基地”，冰河世纪来临后，它们耐寒习性优势就发挥出来，之后逐渐走出西藏，向外迁徙。目前，“走出西藏”假说已得到古生物学界的认可。基于该假说，科学家找到了布氏豹的化石，确证距今500多万年前，雪豹起源于青藏高原。

2024年1月，古脊椎所团队与国际同行合作，从欧亚大陆大量兽属化石记录中，识别出5例罕见的雪豹化石，其中3例来自我国甘肃、法国和葡萄牙等地。另2例有点特别，它们在北京房山周口店和门头沟牛眼洞几万年前的洞穴堆积物中被发现。甘肃的化石早至250万年前，这说明在冰河世纪之初，当低海拔地区变冷后，布氏豹便离开雪域高原，向外扩散并演化出雪豹的形态特征。化石分布与科学推测吻合，这揭开了雪豹的“奇幻旅行”。

雪豹如何适应严寒高山环境？基于5例雪豹化石，科学家发现，雪豹具备卓越的立体视觉，能够在复杂的地形中迅速锁定猎物。它们的呼吸系统不仅高效，还可以更好地加热吸入的空气，从而不惧高寒低氧的环境。它们听力非常敏锐，可以在开阔地带更远距离探听到猎物的动静。雪豹的咀嚼能力发达，能啃食坚硬的猎物尸体。此外，雪豹奔跑跳跃能力很强，善于捕猎飞檐走壁的岩羊和盘羊。

雪豹也经历了快速的形态特征演化。这是因为，该时期全球气候波动性增强，青藏高原被大规模冰雪覆盖。除了雪豹，适应高山环境的羊类也走出青藏高原。追逐猎物正是雪豹远距离扩散的重要动力。这就可以解释，为什么在北京的牛眼洞同时存在着雪豹和岩羊的化石。

（作者为中国科学院古脊椎动物与古人类研究所研究员，本报记者喻思南采访整理）

### 图学术眼

#### 改吃低钠盐能降低脑卒中复发及死亡风险

据新华社武汉电（记者侯文坤）记者从武汉大学获悉：该校公共卫生学院联合昆山杜克大学全球健康研究中心、哈尔滨医科大学公共卫生学院的一项新研究发现，脑卒中患者用低钠盐（含75%氯化钠和25%氯化钾）替换普通盐，可降低脑卒中复发和全因死亡风险。相关研究成果近日发表在心血管领域国际期刊《美国医学会杂志·心脏病学卷》上。

脑卒中是一种脑血管疾病，又称中风，是威胁我国国民健康的主要疾病之一。研究团队基于“低钠盐与脑卒中关系研究”的数据开展预设亚组分析。本次分析共纳入了来自我国北方600个村庄的15249名脑卒中患者，平均年龄为64岁，46%为女性。参与者被随机分配使用低钠盐或普通盐，进而分析低钠盐对脑卒中复发风险和全因死亡率的影响。在随访期间，研究团队共记录了2735次脑卒中复发事件和3242例死亡事件。研究结果显示，与继续使用普通盐相比，脑卒中患者使用低钠盐可显著降低14%的脑卒中复发风险和12%的全因死亡风险，且不会增加高钾血症风险。

#### 韦布望远镜发现凤凰星系团快速产生恒星的秘密

据新华社纽约电 一个国际天文学家团队利用美国航天局的詹姆斯·韦布空间望远镜发现，凤凰星系团的中央星系内部广泛存在温热气体，这意味着该星系内部有大量气体在“急剧冷却”，为恒星诞生提供充足原料。相关论文发表在英国《自然》杂志上。

凤凰星系团位于凤凰座，距地球约58亿光年。其中央星系的恒星诞生活动极为剧烈，每年约产生1000颗新的恒星，远超其他星系团的水平。

星系团中央的气体温度通常高达上百万甚至千万开尔文，而根据当前理论，气体的温度要足够低，才能聚集得越来越致密，从而在引力作用下形成恒星。此前也确实在该星系内观测到温度仅10开尔文的气体，但难以确认这些超冷气体是在星系内部自发冷却形成，还是从周围其他星系“进口”的。

美国麻省理工学院等机构研究人员参与的团队认为，如果低温气体是由星系内部冷却形成，星系里必定存在介于高温与低温之间的温热气体。他们利用韦布空间望远镜的红外探测功能发现，凤凰星系团中央星系内部广泛存在温度约30万开尔文的温热气团。该研究团队分析认为，凤凰星系团中央星系正在经历一个“急剧冷却”过程，每年将相当于2万个太阳质量的气体降温到超冷，从而自给自足地产生大量恒星。

本版责编：肖 遥 陈世涵 董映雪  
版式设计：张丹峰

## 雪豹的『奇幻旅行』

邓涛