## 点亮前沿科技的“光”

自从第一次睁开眼睛观察世界，光就陪伴我们的生命旅行。光是人类生存生活的基本条件，为我们呈现绚丽斑斓的世界，光合作用则为我们提供了食物来源。人类对光的认识和研究从未停止过。从盘古开天地到后羿射日，古代典籍中有许多关于光的记载。春秋战国时期，墨子论述了光的产生和性质，甚至描述了小孔成像现象。

如今，光既是科学前沿又是应用前沿，与光有关的先进科技在人们的日常生活中普遍应用，光通信、量子通信还开创了人类通信的新前景。在载人航天、探月工程、深空探测、大气—海洋—陆地观测领域的重大科技任务中，光学研究尤其是红外光学研究起到关键作用，为推动国民经济发展、维护国家安全提供了强有力的支撑。

**在探索“光是什么”的过程中，筑起科学大厦的坚强基石**

光是什么？这个问题一直为人类所好奇，也是一代又一代光学研究者前进的动力。在“追光”路上，在不断探索解答“光是什么”的过程中，与光有关的技术得到发展，日益造福人类。

光谱就是“追光”路上的重要发现。红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫，17世纪60年代牛顿使用三棱镜，将太阳入射光分成7种颜色，使人类对光的认识从简单的照亮物体的光线，演进为按颜色分散排列的光谱。这一重要发现来自常见的自然现象——雨后的彩虹。彩虹是由不同波长的光通过不同角度折射而成。红花绿叶、青山绿水，也是由于太阳光照射到它们身上，反射各种颜色的光，进入人的眼睛里，我们才得以看到多姿多彩的世界。

进而，科学家们记录了可见光范围的光谱图。光谱图是复色光通过色散系统（如棱镜、光栅）进行分光后，依照光的波长（或频率）大小顺次排列形成的图案。通俗地说，不同物体会反射不同颜色的光，所有的颜色都可以在光谱图上找到。通过对光谱图的研究，人们得到了原子、分子等的能级结构、能级寿命以及电子的组态、分子的几何形状、化学键的性质、反应动力学等许多关于物质结构的知识。这些光物理领域的基础科学研究成果，成为筑起科学大厦的坚强基石。

光并不总是肉眼可见的，比如红外辐射。1800年，天文学家赫歇尔在用水银温度计研究太阳光谱的热效应时，发现红光外面看不到的区域温度升高效果更好，他称这一区域为“黑热痕”。后来，人们把这部分看不到但是能测到热量的光，叫做红外辐射。如今，红外辐射的应用十分广泛，我们身边检测体温的设备，大多是通过检测人体的红外辐射来实现测温。

电磁波也是在探寻“光是什么”的过程中被发现的。有人认为光是微小的粒子流，也有人认为光是一种波。19世纪60年代，科学家发现，从无线电波到红外光、可见光、紫外光、X射线都是同一本性的电磁波。分成7种颜色的可见光，只是整个电磁波谱中波长从400纳米到780纳米的很窄的一段电磁波。根据光的电磁波理论，人们在19世纪末20世纪初，实现了2公里距离的无线电通信，并最终发明了无线电报。时至今日，工作生活所必备的电话通信、无线网络基础设施，都依托这一理论而来。

现代物理学研究发现，光既是波又是粒子，即光的波粒二象性，这是人类对“光是什么”认识的又一大进步。借助这一理论，科学家从“波”的角度分析电子，找到了电子的波长与其质量和运动动量的关系，进而发明了电子显微镜。经过近百年努力，电子显微镜的分辨率可以高达1埃（0.1纳米）量级，能够直接观察到单个原子，成为研究物质微观结构不可缺少的利器。当今科学最前沿的光量子通信，也是用光的波动性传播信号。我们发射的“墨子号”卫星，进行了大量的高速量子密钥分发实验，首次实现卫星和地面之间的量子通信，为构建天地一体化的量子保密通信与科学实验体系奠定了基础。

**解开更多光的“谜题”，用光的新发现新应用照亮人类生活**

身处信息社会，光的作用进一步得到凸显。半导体器件已经成为网络通信、人工智能、机器学习、高性能计算、自动驾驶、智慧医疗等设备的基础元件，在各种各样的半导体器件里，都有与光有关的部分。自从人们发现了光的折射反射、波粒二象性后，固体光谱为半导体发展打开一扇大门。没有固体光谱，就无法制造出晶体管，先进集成电路就无从谈起。光刻是集成电路制造中的重要工艺，随着器件尺寸、结构、功耗等需求的提升，半导体制造需要波长越来越短的光，当前最先进的半导体光刻工艺用到了极紫外光（EUV）。生活中，通过极快反应速度传感器实现的光学避障，让汽车具备了紧急避险功能，已经是自动驾驶技术的必备要素；而各类半导体红外探测器，则给扫地机器人等智能家电装上了“眼睛”。

可以说，与光有关的新技术，既为尖端科技作出了贡献，也为日常生活提供了便利。以航天遥感为例，卫星等航天器通过多种半导体器件，能够实现对地观测和光谱成像，显著改善了我们的生产生活。上世纪80年代末，风云气象卫星从太空“看”地球，大大提高了天气预报的准确性。2018年，我国成功发射了世界首颗可对大气和陆地综合观测的全谱段高光谱卫星高分五号。所谓高光谱探测技术，是指在获取目标空间几何信息的同时，获取宽波段范围内目标光谱特性曲线的多维成像技术。简言之，高分五号可同时采集目标的几何、辐射及光谱信息，通过目标的光谱曲线，像识别指纹一样辨析目标。

在距离地面700多公里的太空遨游，高分五号的“视力”有多好？借助高光谱探测技术，甚至可以灵敏地识别出同一型号钢材的材质与工艺。通过高分五号在轨采集的数据，我们可以监测生态环境、土壤污染、各类灾害情况，比如探测森林火灾、雪灾、沙尘暴和水流污染情况，还可以探测矿产资源，规划城市布局，测算土壤有机碳含量、水分指数，预估农作物产量，推动智慧农业建设，助力生态文明发展。

光的作用已经开发殆尽了吗？远远没有。从科学研究角度出发，还有许多光的问题尚无答案，还有新的利用方式有待开掘。光化学、光生物学方面，就有许多未解之谜。尤其是植物生长的光合作用，如果科学家能最终解开这一谜团，那么真正的“人造食物”就能产生，将为人类解决生存问题提供新的答案。在光能利用方面，也有一些重大课题。太阳是地球的生命之本、能量之源，太阳能发电逐步推进的过程中，由硅基太阳能电池板组成的太阳能电站仍有很大发展空间。

还有一些科学前沿问题，比如光的“克星”——宇宙黑洞。100多年前，爱因斯坦广义相对论预言了黑洞的存在。随着黑洞相关研究成果的不断涌现，人们发现，比较近的黑洞距离地球大约5000万光年，光进入黑洞后会被吞噬，消失得无影无踪。这不仅是科幻作品里的情形，更是科学家们孜孜以求的探索课题。包括中国科学家在内的全世界科学家经过广泛合作，利用甚长基线干涉测量技术，观测到黑洞边缘吸积和喷流形成的黑洞口图像，并将其拍成照片。这是人类认识黑洞的第一步，关于光与黑洞的关系，还需要继续探索。

远古时候，火把的光照亮了人类文明，科技飞速发展的今天，获取光的新知、开发光的新用，有待更多“追光者”一同努力，让光的科技应用更好照亮人类生活。