

开卷知新

# 点亮前沿科技的“光”

沈学础

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。

电磁波也是在探索“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,能够实现地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?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光伏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。

(作者为中国科学院院士、中国科学院上海技术物理研究所研究员)

题为采用光刻工艺制造的集成电路(概念图)。资料图片 制图:沈亦伶

### 推荐读物

- 《光的世界》:本书编写组编;世界图书出版公司出版。
- 《半导体简史》:王齐、范淑琴编著;机械工业出版社出版。
- 《光与光学》:凯尔·柯克兰德著,文清、元旭津、蒲实译;上海科学技术文献出版社出版。

科学的思想之所以具有强大伟力,根本上在于它是对历史发展规律、时代发展趋势、实践发展要求、人民美好愿望的正确反映;反过来,它又能指引时代和实践的发展。

习近平总书记指出:“中国共产党为什么能,中国特色社会主义为什么好,归根到底是马克思主义行,是中国化时代化的马克思主义行。”韩庆祥《领悟思想的力量》一书,正是从思想力量的角度深入思考马克思主义为什么行,中国化时代化的马克思主义为什么行。在领悟思想力量的过程中,该书提出和回答了三个重要理论问题:思想力量何以重要?思想力量具体何在?如何彰显思想力量?

思想力量何以重要?这是该书提出和回答的首要问题。思想是行动的先导,理论是实践的指南。思想理论既可以帮助人们认识世界,也可以推动人们改造世界。毫不动摇坚持、与时俱进发展马克思主义,大力推进实践基础上的理论创新,自觉用中国化时代化的马克思主义指导新的实践,是我们党把握历史主动、紧跟时代步伐、不断开创事业发展新局面的成功之道。作者从中国式现代化的伟大实践出发,具体地从巩固党长期执政需要思想基础、实现民族复兴需要思想引领、把握历史主动需要马克思主义、凝聚民心民力需要思想武器、解决“四个之问”需要中国理论等几个章节,深入阐述思想力量对党和国家发展的重要意义。

思想力量具体何在?这是该书详细阐释和深入论证的问题。作者认为,思想理论是认识世界、改造世界的推动力,是顺应时代、把握趋势的引领力,是抓住根本、奠定基础的支撑力,是增强本领、滋养智慧的提升力,是守护民心、汇聚民智的凝聚力。马克思主义深刻影响了世界历史进程,中国化时代化的马克思主义改变了中国人民的前途命运,习近平新时代中国特色社会主义思想指引新时代党和国家事业取得历史性成就、发生历史性变革。作者从历史和现实相结合、理论和实践相结合的视野,深入论述思想之伟力。一切划时代的思想理论,都是满足时代需要的产物,绝不能脱离所在时代的实践。科学的思想之所以具有强大伟力,根本上在于它是对历史发展规律、时代发展趋势、实践发展要求、人民美好愿望的正确反映;反过来,它又能指引时代和实践的发展。

如何彰显思想力量?这是该书面向新时代新征程重点论述的问题。马克思主义是不断发展的开放的理论,彰显思想力量,就必须学习贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想,坚持不懈用这一创新理论武装头脑、指导实践、推动工作,不断开创事业发展新局面。马克思主义是为人民立言、为人民代言的理论,彰显思想力量,就是把人民对美好生活的向往作为我们的奋斗目标,为了人民、依靠人民,聆听人民心声,回应现实需要,走好群众路线。作为哲学社会科学工作者,彰显思想力量,就是立时代之潮头,发思想之先声,用中国道理总结好中国经验,把中国经验提升为中国理论,更好担负起新的文化使命。

这是一个需要理论而且一定能够产生理论的时代,这是一个需要思想而且一定能够产生思想的时代。《领悟思想的力量》追求“把鲜活的思想讲鲜活,把彻底的理论讲彻底”,相信会给读者带来一些思考和启发。

(作者为吉林大学哲学社会科学资深教授)

## 深刻领悟思想的力量

孙正聿

## 新书架



《品读中国:风物与人文》:全国哲学社会科学工作办公室编;中华书局、科学出版社出版。

全书由自然编、人文编、中外编三部分组成,生动呈现中华民族如何在锦绣大地上创造辉煌文明。



《论王维》:王志清著;商务印书馆出版。

本书兼论诗与人,在对王维人生际遇的考察中,探求其创作心理与诗歌美学特质。

## 为儿童文学增添一抹海洋蓝

海飞

地球是一颗美丽的蓝色星球,约71%的面积被海洋覆盖。海洋辽阔深远,神秘绚丽,充满生命的活力,蕴藏着丰富的自然资源,也孕育了丰厚的海洋文化。海洋因而也成为重要的文学题材之一。军旅作家王棵近来推出海洋儿童文学新作《珊瑚在歌唱》,以“种珊瑚”为主线,带小读者走进广阔神秘的海底世界,领略自然之美,收获对生命的认知。

这些年来,儿童文学界涌动着书写海洋的热浪。张炜《寻找鱼王》、刘先平《美丽的西沙群岛》、郝月梅《我的海岛我的家》、于潇浩《深蓝色的七千米》、邓西《鲸歌岛的夏天》、赵菱《乘风破浪的男孩》等,唱响了新时代儿童文学的海洋之歌,受到少年儿童读者欢迎。循着这条脉络,王棵凭借自己曾经戍守南沙岛礁的宝贵经历,努力描绘神奇海洋,激发小读者的求知欲,引导他们了解海洋、关注海洋、热爱海洋。

小说以珊瑚为切入点,探讨海洋与人类的关系,书写海洋生态保护的命题。跟随小主人公朵朵,读者可以近距离看到海底景象:“不可思议,它们怎么游,都能构成好看的队形:S形、矩形、圆形、扇形……鱼群在各种队形间变换,速度之快,令人目不暇接”,也可以欣赏颜色绚丽的螳螂虾、在珊瑚间穿梭觅食的狡猾章鱼……作者用不少笔墨细致描



《珊瑚在歌唱》:王棵著;河北少年儿童出版社出版。

写珊瑚附近的生态,甚至还有珊瑚“唱歌”的声音,如同秋蝉的嘶鸣一般。这些看似闲笔的描写,较有趣味,将小读者带入海洋生态保护的主题,在此基础上铺展情节,帮助读者拾级而上。

写作需要敏锐的观察、独特的感受、丰富的情感和准确的表达,才能把距离遥远的陌生画面送到读者面前。作者更看重的,是文字之下的精神世界。小到人物不可言说的微妙情绪,大到人们对生存世界乃至时空宇宙

的感知,都藏在“海平面”以下,有待文学捕捉。小说中,大海牵出高原,现代科学交织着古老传说,眼前的世界投射出远大的梦想。儿童文学需要这种眼界和精神气度,以开阔孩子们的心胸。

兼具科普功能,满足孩子们的好奇心,是小说的另一特色。麦叔爽朗幽默,一讲到珊瑚就变成“麦叔风叔叔”;曾阿姨理性干练,关于珊瑚的知识,她讲得专业又严谨。阅读小说,读者会在不知不觉中增长海洋知识、珊瑚知识。同时,对小读者来说,知识之外重要的是有趣。这部作品在不经意间流露出可亲可爱的孩子气。朵朵受了伤,听到爸爸和哥哥商量出海,就“像一条被甩出去的鱼,活蹦乱跳地出了房门”;朵朵为自己撞断了珊瑚而内疚,是小狗阿星首先看到了她的难过和不安,跑过来安慰她……在小说叙事中,孩子们一直在成长,从遇到的人和经历的事中不断学习,懂得了爱,懂得了责任,懂得了生命的意义。

海上丝绸之路曾把灿烂的中华文明传播到世界,如今我们正阔步走在建设海洋强国的路上。这意味着,为孩子们讲好海洋故事,让祖国的花朵认识海洋、了解海洋,还可以有更多样的角度、更深入的笔触、更宽广的文艺施展空间,更加精彩的创作值得期待。



《领悟思想的力量》:韩庆祥著;吉林人民出版社出版。

