

因“咖”说科技

探日——一场赓续两千余年的追逐

汪景琇

家逐渐认识到,必须把太阳、地球、行星际空间看成一个整体。太阳既是天然的空间等离子体实验室,也是唯一能被详尽观测的恒星范例,更是直接影响人类生存环境的“空间天气之源”。

2021年,我国“羲和号”卫星进入太空;一年后,“夸父一号”成功发射。双星携手探日,中国正式进入空间探日时代。对于长期从事太阳物理研究的科研人员来说,这是一个振奋人心的历史时刻。

但这条路,我们走得并不容易。中华民族对太阳的凝望绵延已久。古人早在2000多年前就记录下了太阳黑子现象,我国科研人员整理编撰了从西汉到明朝的目测黑子记录,从中估算出太阳黑子活动的周期性规律,见证了中国古代天学的辉煌。

新中国成立后,我国太阳物理学持续努力推动学科发展。1969年,中国科学院北京天文台(现属国家天文台)正式

组建“太阳活动预报组”,保障我国第一颗人造卫星“东方红一号”空间环境安全。1978年全国科学大会后,我国太阳与空间物理研究迎来新的发展机遇。南京大学、中国科学院云南天文台等单位在多波段光谱学和非局部热平衡模型等方面取得突破,一批成果在国际天文学期刊发表。

尤为值得铭记的是中国“太阳磁场望远镜”的诞生。这台设备是当时世界上最好的太阳矢量磁像仪,让中国的太阳磁场观测重新站上国际最前沿,也为我国科学家更深入参与国际合作奠定了基础。

当下,国际太阳研究不断提速。“帕克太阳探针”探测到太阳风中的“磁岛”结构、“磁偏折”现象和大量微纳耀斑;“太阳轨道器”进入水星轨道以内,获取太阳风等离子体和磁场的源头信息;口径4米的“井上太阳望远镜”则观测到太阳光球磁通量管的精细结构……人类正在发起一场新的“哥白尼式”天文学革命,揭示太阳、恒星周边世界和生命起源的奥秘。

在这一进程中,中国必须有新的自主探索。“羲和号”“夸

父一号”接连升空,只是我们迈出的第一步。更具战略意义的是,我国将从未被正面观测过的太阳极区作为观测目标。太阳极区是高速太阳风、太阳活动区磁场的源头,对整个日球层的结构和空间天气过程有关键影响。目前,我国太阳极区天文台项目已进入工程研制阶段,未来有望在全球太阳观测体系中发挥重要作用。

我们也在加快构建自主可控的地基观测体系,青海冷湖的中红外太阳磁场测量系统和四川稻城圆环阵太阳射电成像望远镜已投入运行。同时,中国太阳物理学家正在为建设未来8米量级的光学和红外观望远镜而不懈努力。

中国空间探日时代的帷幕已经拉开,作为一名亲历者,我深知每一步都来之不易,也对中国在太阳物理领域的发展前景充满信心。

未来的探索之路依然漫长,我愿以脚踏实地的科研工作,为祖国富强、人民幸福和人类进步作出新的贡献。

(作者为中国科学院院士、中国科学院国家天文台研究员,本报记者李君强采访整理)

深度观察

低空经济展翅高飞

环球时报记者 樊巍

今年全国两会前夕,一款“从科幻走进现实”的电动垂直起降飞行器(eVTOL)在重庆成功首飞。看似只是给电动车装上了“翅膀”,但它却能搭载两名乘客在3000米以下的低空以150公里时速飞行。和“翅膀”分离后,电动车则能连续行驶超300公里。

“在重庆这样山环水绕、江峡相拥的地区,eVTOL有其独特的应用优势。”中国航天科技集团九院eVTOL型号总指挥刘建华表示,未来人们不一定需要驾车依山顺水而行,也可以飞上云霄御风而行。

当前,我国低空经济产业发展势头良好,已成为培育新质生产力的重要增长极。随着空域管理愈发精细、核心装备创新成果不断涌现、基础设施网络逐渐形成,低空经济在2026年有望从“试点飞行”迈入“场景验证”。

好用——“低空+”催生新业态新场景

“系留无人机为救灾提供应急照明,运输无人机为农民搬运收成,蜂群无人机在城市上空描绘动态画卷……”近些年来,中国无人机的“花式用法”屡屡成为国内外社交媒体上的热议话题。低空技术正以“低空+”模式与传统产业深度融合,催生不少新业态、新场景,展现出强大的创新活力与市场潜力。

在山东、河南、四川等农业大省,无人机植保规模化应用,在重大病虫害统防统治中发挥重要作用;在云南、西藏等省份,无人机已在高海拔、高寒山区电网运维中实现覆盖,成为线路巡查的“主力”;今年春节假期,重庆连续上演7场无人机灯光秀,无人机表演成为促消费的有力助手……近年来,各地瞄准有效需求、结合当地发展实际,积极探索发展低空经济应用场景。

这其中,农林作业、巡检等应用场景最为成熟。截至2025年,我国农业无人机保有量超30万架,服务耕地面积4.6亿亩。国家发展改革委政策研究室副主任李超表示,无人机广泛应用于植保、施肥、吊运等场景,有效助力农业生产提质增效,电力线路无人机巡检里程突破400万公里,助力电网安全运行。

最先拥抱低空技术的农民和电力工人,因无人机在生产效率和安全保障上的独特优势而获益。“相比人工作业,植保无人机大幅缩短了作业时间,提高了生产效率。”大疆农业高级技术解决方案工程师程忠义以荔枝喷洒为例:丘陵地带果树分布不规则,无人机可以精准地定位每一棵树,结合多光谱无人机巡田生成的“处方图”,实现“哪里病多喷哪里”。

“150亩果园人工喷药原本需要4人3天完成,而在使用无人机后,仅需1台无人机,1天即可完成,这为农户应对果树病虫害突发状况起到关键作用。”在程忠义看来,未来的农民可能不再是“面朝黄土背朝天,一身泥水一身汗”,依靠无人机这种“新农具”,种地变得更简单高效。

在电力巡检领域,无人机则推动行业实现从“人海战术”到“多维巡检”的转型。相关专家介绍,无人机采用激光雷达技术自动生成三维模型,精度已远超目视,还可安全抵近高压带电环境,发现肉眼难察的热点。即便在夜间,无人机也能开展巡检,是长距离管线的最优工具。使用无人机后,仅



需一天就可完成传统巡线班组一周的巡检量。

可用——多种技术路径满足产业发展需求

近期,北部湾海域传来一个推动传统海洋能源开发方式转变的消息:我国海上油田首次实现无人机规模化作业。随着北部湾海域油田无人机系统运营项目正式落地,41座海上平台和2个陆地终端平台全面推广低空经济工业化运用,构建起多场景无人机作业体系。

这背后是包括TD550重载无人直升机在内的多型无人机产品的成熟应用。“海上物流运输长期面临诸多痛点,尤其是在海况条件较差的季节,传统运输方式存在明显瓶颈。而TD550飞行过程可抗8级风,单次可运输超过200公斤物资。”TD550总设计师田刚刚算了一笔账,无人机可有效替代部分传统船舶与直升机作业,作业效率提升30%以上,全年可节约船舶租赁和燃油费用近1500万元,减少碳排放达2.5万吨。

2025年举行的第七届中国天津国际直升机博览会和长春航展上,“低空经济”已作为独立单元布展,包括无人机在内的一大批通用航空和低空经济领域的新技术、新产品、新成果集中亮相,聚焦智慧农业、低空物流、应急救援、交通出行等应用场景。

低空飞行器的多元化使用应用场景更加丰富。当前,我国在低空经济领域已形成了固定翼与旋翼、无人机与有人机、传统动力与新能源动力等多种技术路径并行发展的格局,可满足不同应用场景的需求。这种多元化的技术路径,不仅体现我国在低空经济领域的创新能力,更为产业可持续发展提供了坚实的支撑。

“低空经济能迅速从概念走向产业化,关键在于我国的低空飞行器种类丰富、技术稳定可靠。”刘壮华举例称,农业生产往往需要在复杂地形精细化作业,这时,可垂直起降、空中悬停的多旋翼无人机就能发挥作用;在物流运输领域,无论是“干、支、末”末端,都有适配的低空飞行器满足需求;面向未来立体交通出行,eVTOL以安全与舒适为核心,是无可争议的“主角”。

工业和信息化部统计数据表示,“十四五”时期,我国累计有70余款国产传统通航装备完成适航取证,18款民用无

人机获得适航批准,在研吨级无人机近30款、电动垂直起降飞行器近70种。截至2025年12月30日,已有1081家企业完成登记注册,备案产品3623种,超529万架。

各地在积极探索。重庆联合产业链上下游企业和高校院所“抱团创新”,成为西南地区低空经济高速发展的“秘籍”。“目前,全市30个产业创新综合体已汇聚850多个单位的‘四侧’‘四链’创新资源和数据,开展了200多个‘链式攻关’项目。”重庆市经济和信息化委员会党组书记、主任王志杰介绍,在这种模式下,重庆在无人机研发上不断突破,两栖微型工业级无人机、全球首款混合动力无人机等成果频出。

“我国的低空产业链基础完备,无人机全链条配套成熟,全球市场占有率领先。”中国电子信息产业发展研究院未来产业研究中心空天信息研究室副主任周钰哲对产业前景保持乐观,“新能源、智能制造、人工智能等技术是低空经济发展的强力支撑,助力我国低空经济市场规模快速突破。”

常用——从工业生产转向大众消费

我国低空经济发展仍面临诸多挑战。如何将低空应用从工业生产转向大众消费,让更多人能用上低空飞行器,是低空经济迈向成熟必须跨越的考验。今年全国两会期间,一些代表委员也聚焦这个问题,提出了他们的思考。

“低空经济应从‘全社会运行’视角推进应用场景建设。目前,各地已涌现不少低空经济示范区,但大多聚焦于物流、巡检等单一功能。这和我设想中实现全要素融合运行还有距离。”中国航空工业集团首席技术专家吴希明表示,低空经济应与城市交通、应急救援、社会治理等深度融合,真正融入社会方方面面。

应用场景普及率较低也是西安科为航天科技集团董事长周曙光关注的问题,他所在的企业联合部分医院在西安落地医联体“空中生命线”。但在他看来,当前低空应用场景仍存在“用不起、没人用、难持续”的困境,许多项目停留在演示性、临时性阶段,缺乏高频刚需支撑。

今年全国两会上,多位代表委员都为此建言献策,建议有序拓展低空经济应用场景,让低空空域真正做到“好用、可用、常用”。

相关的政策利好正陆续出台。2025年11月,国务院办公厅《关于加快场景培育和开放推动新场景大规模应用的实施意见》明确指出,推动海陆空空间无人体系应用和标准建设,鼓励打造涵盖全空间的文旅、政务、物流、卫星服务等应用场景,拓展工业生产、城市规划建设治理、综合立体交通、公共服务、安全防护、农业生产等无人体系应用场景。稳妥有序拓展低空经济等领域应用场景。

“将低空经济列为新兴支柱产业,是国家战略定位层面的升级。”周钰哲从中看到了未来的趋势,从新兴试点转向支柱培育,将加速政策、资金、人才等要素汇集,促进应用场景有序开放,进一步推动产业从试点探索走向规模化、规范化发展。

本版责编:李君强 版式设计:张丹峰

创新图录·历史跨越

“我”和“蛟龙”号

本报记者 刘诗瑶

作为亲历2015年西南印度洋科考的科研人员,我最难忘热液区“石林”般的复杂地形与352摄氏度的极端环境。那时,我们充分发挥“蛟龙”号精准的悬停技术,在“黑烟”迷阵中锁定喷口,成功采集热液流体与硫化物样品。每一次精准操作都是对中国深潜技术的检验,期待“蛟龙”号继续劈波斩浪,书写中国深潜新传奇。

——自然资源部国家深海基地管理中心高级工程师高伟

十年一瞬,潜入深海蛟龙舞。作为我国自主研发的载人潜水器,“蛟龙”号最大下潜深度达到7062米。十年来,“蛟龙”号持续迭代升级,创新成果显著,每百潜次周期从近6年缩短至1年。展望未来,“蛟龙”号将服务国家战略需求,向智能化、集群化发展,与无人潜水器集群组网协同应用,为我国深海资源勘探、深潜科学研究提供有力技术支撑。

2025年,“蛟龙”号完成我国首次北极冰区载人深潜调查系列任务。我们团队克服了一系列严峻挑战,实现了北极“从0到1”的首潜突破、冰区连续作业等,出色地完成了极区项目任务。我们还将继续发扬“严谨求实、团结协作、拼搏奉献、勇攀高峰”的中国载人深潜精神,继续攀登世界深海科技高峰。

——自然资源部国家深海基地管理中心高级潜航员、高级工程师傅文韬



图①:2015年3月,搭载“蛟龙”号载人潜水器的母船返回位于青岛的国家深海基地码头。图为“蛟龙”号作业现场。



图②:2025年,我国首次北极冰区载人深潜调查,“蛟龙”号载人潜水器顺利完成任务。

以上图片均为自然资源部国家深海基地管理中心提供,AI修饰生成素描画