

能源广角

# 太空光伏能飞多高

全球能源竞争的赛场,正从地球表面延伸至浩瀚星空。近期,美国企业家埃隆·马斯克公开表示,计划未来每年向太空部署1亿千瓦太阳能人工智能卫星能源网络。在太平洋的这一侧,晶科能源和天合光能两家中国光伏龙头企业,先后在新年致辞中将太空光伏列为重要发展方向。什么是太空光伏?为何太空光伏会成为头部企业前瞻布局的焦点?

太空光伏,是指在航天器或卫星上搭载光伏组件,为航天器或卫星供电。未来,随着技术成熟,还有望通过卫星在太空聚集太阳能,再以微波或激光形式传输至地面转化为电能供人类使用。

其实太空光伏并非新事物。由于早期光伏发电成本高昂,其最早应用于价格敏感度较低的航空航天领域。1958年,美国第二颗人造卫星使用化学电池和光伏电池,通过发射器进入太空,这颗小卫星奠定了光伏电池应用基础。如今,大多数航天器都会配备光伏电池,光伏技术也广泛用于宇宙探索。

太空光伏技术之所以再次成为焦点,是因为其契合了两大时代需求:一方面,近地轨道卫星互联网、空间站建设、深空探测等太空

经济蓬勃兴起,对持续稳定的太空能源供给形成刚性需求;另一方面,人工智能算力中心能源消耗量呈指数级增长,地面电力体系或难以支撑未来庞大的人工智能用电需求。

太空光伏可以解决这些问题。相较于地面光伏受昼夜更替、阴晴雨雪制约的先天短板,太空拥有近乎完美的发电环境:摆脱大气层遮挡的阳光强度高高于地面,且能实现24小时不间断发电,无需储能配套即可稳定输出,理论发电效率远超地面系统。可以说,太空光伏是太空算力、深空探测等场景重要的长效能源支撑,也是未来实现“太空发电—无线传输—地面接收”的全链条新型能源方案。

太空光伏面临的挑战也很突出。首先,极端环境适应性要求高,太空环境中无大气层保护,虽然避免了困扰光伏组件的水氧侵蚀,但太空辐射强、温差大,太空极端环境下的材料可靠性仍需提升。其次,设备成本居高不下,远超地面光伏电站,大规模太空光伏电站在轨部署、长期维护成本依旧高昂。再次,产业链配套尚未成熟,新一代光伏电池的地面应用尚未实现规模化放量,航天级定制化产能和供应链配套缺失。如果考虑未来对地传输能量,还需提高无线能量传输效率和

控制精度。

挑战虽多,却无法掩盖太空光伏的深远战略价值。从能源安全看,太空光伏蕴含巨大清洁能源潜力,若实现规模化对地供电,将彻底改变地球能源供给结构,为碳中和目标提供全新方案,筑牢国家能源安全新防线;从科技牵引看,太空光伏研发攻关,将倒逼超轻新材料、无线能量传输、航天制造、在轨机器人等多个领域技术突破,形成以应用促创新、以创新带产业的良性循环,带动整体工业体系升级;从未来发展看,太空资源开发已成为大国竞争的核心领域,提前布局太空光伏这种太空经济基础设施,就是争夺未来空间经济的供能权。

看待太空光伏,既要怀揣仰望星空的梦想,更要秉持脚踏实地的理性,循序渐进走好发展之路。从发展路径看,太空光伏商业化必然是分步推进的过程:近期,聚焦卫星、空间站等特定太空设施供电,解决航天装备的能源需求;中期,服务于低轨卫星星座,支撑太空算力网络建设;远期,待技术成熟后,逐步实现大规模能源对地传输,惠及地面能源体系。

对我国来说,发展太空光伏需发挥制度

优势,推动光伏、航天等多领域产学研协同攻关,制定专项技术路线图,集中力量突破无线传输、超轻材料等核心技术;要坚持“国家队”与民营企业互补发展,依托航天央企的工程化能力,结合光伏民企的技术创新优势,形成灵活高效的产业梯队;更要积极参与国际规则制定,倡导和平利用太空资源、合作共赢的开发秩序,推动太空光伏成为人类共同发展的科技成果。

太空光伏技术突破需要时间,产业成熟需要积淀,但人类对能源自由的渴望从未止步。这场从地面到太空的光伏革命,才刚刚拉开序幕。



□ 本报记者 齐慧

产业聚焦

# 现代化铁路网加快成形

“十四五”时期,全国铁路营业里程增至16.5万公里、同比增长12.8%,高铁增至5.04万公里、同比增长32.98%。我国建成世界规模最大、先进发达的高速铁路网,铁路运输实现由瓶颈制约型向基本适应型的历史性转变。

展望“十五五”时期,我国铁路将持续发展,全面完成国家铁路投资任务,高质量推进国家重点工程,预计2026年国家铁路投产新线2000公里以上。到2030年,全国铁路营业里程将达18万公里左右,基本建成世界一流的现代化铁路网。

## 路网规模质量提升

2025年12月30日,由中铁建工集团承建的北京通州站正式开通运营。作为“轨道上的京津冀”关键节点工程,其建设规模处于国内先进水平。

北京通州站是2025年铁路建设提速的成果之一。2025年,全国铁路完成固定资产投资9015亿元、同比增长6%,投产新线3109公里,其中高铁2862公里。

国铁集团相关负责人表示,国铁集团以“十四五”规划纲要确定的102项重大工程铁路项目和“两重”项目为重点,加大实施力度,长赣高铁等8个项目开工建设,沈白高铁等25个项目开通运营;加快物流基础设施建设,建成铁路专用线52条;深化工程质量提升行动,强化勘察设计和建设物资质量源头管控,全面推进隧道全工序机械化施工。

截至2025年底,全国铁路营业里程达16.5万公里,其中高铁营业里程超5万公里。

数据显示,“十四五”时期,国家铁路完成旅客发送量162亿人次、货物发送量196亿吨,较“十三五”时期分别增长8.7%、24.1%,我国铁路总体技术达到世界领先水平,铁路高质量发展呈现良好态势。

“高铁既是优质的投资标的,又能为其他领域有效投资铺平道路。”国家发展改革委综合运输研究所交通管理与政策研究室主任李玉涛介绍,有效投资的关键在于不仅要拉动当期经济增长,还要着眼长远,优化供给结构,提升全要素生产率,服务国家战略和民生福祉。未来几年,高铁投资仍将保持一定强度。

国铁集团相关负责人表示,到2030年,全国铁路营业里程将达18万公里左右,其中高铁6万公里左右,复线率和电气化率分别达64%和78%,战略骨干通道全面加强,“八纵八横”高铁系统成网,区域互联互通水平显著提升,货运网络能力大幅增强,基本建成世界一流的现代化铁路网,铁路服务国家重大战略、促进经济社会发展、维护保障国家安全的战略支撑能力全面增强。

## 运输保障能力增强

今年元旦假期,国铁集团郑州局3天累计发送旅客233.4万人次,日均发送旅客77.8万人次,较2025年同期增长59.6%。

“为满足旅客多元出行需求,我们根据客票预售情况,加强客流动态分析,统筹高铁和普速运力资源,实行高峰运行图。假期累计开行临客列车129列、夜间高铁41列,日均开行旅客列车1652列,运能较



通泰扬特大桥跨京运河斜拉桥合龙施工现场。  
新华社记者 李春鹏摄

2025年同期增长23.9%。”国铁集团郑州局党委宣传部新闻科科长赵晶晶说。

据统计,2025年国家铁路完成旅客发送量42.55亿人次、同比增长4.2%,全国铁路高峰日发送旅客达2313.2万人次,再创历史新高。

2025年,依托日益完善的铁路网络,国铁集团扎实推进客运产品开发、品牌塑造和市场营销,拓展“中国高铁”品牌效应,优化普速旅客列车开行。实施旅游列车市场化经营,会同商务部等部门印发实施《关于增开银发旅游列车 促进服务消费发展的行动计划》,开行旅游列车2485列、同比增长33.6%,助力发展旅游经济、冰雪经济、银发经济。

2025年12月25日11时,一列搭载着700吨化工产品的货运列车从新疆乌鲁木齐北站驶出,将从霍尔果斯铁路口岸出境,奔赴乌兹别克斯坦塔什干,标志着我国首批多式联运“一单制”运输和全程物流总包业务落地新疆,取得突破性进展。

“我们创新物流服务模式,推出整车国际联运‘一单制’物流总包项目,预计货物全程运输时间压缩近三分之一,让客户省心省钱。今后,我们将运用物流总包模式整合客户资源,形成规模效应,降低客户物流成本支出,助力新疆产品‘走出去’,拓展国外市场。”中国铁路乌鲁木齐局集团有限公司货运部高级工程师张晓静说。

2025年,国家铁路完成货物发送量40.66亿吨、同比增长2.1%,连续9年实现增长,单日装车首次突破20万车。

国铁集团落实降低全社会物流成本专项行动,大力发展“总对总”营销,物流总包运量完成11.2亿吨,占国家铁路货运量的27.5%,同比提高20.6个百分点,有力促进了“公转铁”运输;加快发展集装化运输,集装箱运量完成4188.3万标箱、同比增长14.2%;拓展“一单制”多式联运,铁水联运量完成1738万标箱、同比增长15.1%;打造快捷物流产品,增加客车化班列开行,货运班列运量同比增长24.5%。

国铁集团相关负责人表示,“十五五”时期,全国1小时、2小时、3小时铁路出行

圈和1天、2天、3天快货物流圈将全面形成,中国高铁、中国铁路物流、中欧班列等品牌优势充分彰显,实现人物其行、货畅其流,铁路运输市场份额持续提升,运输产品供给能力和质量达到世界一流水平,铁路成为赋能“流动中国”的强大动力。

## 科技创新保持领先

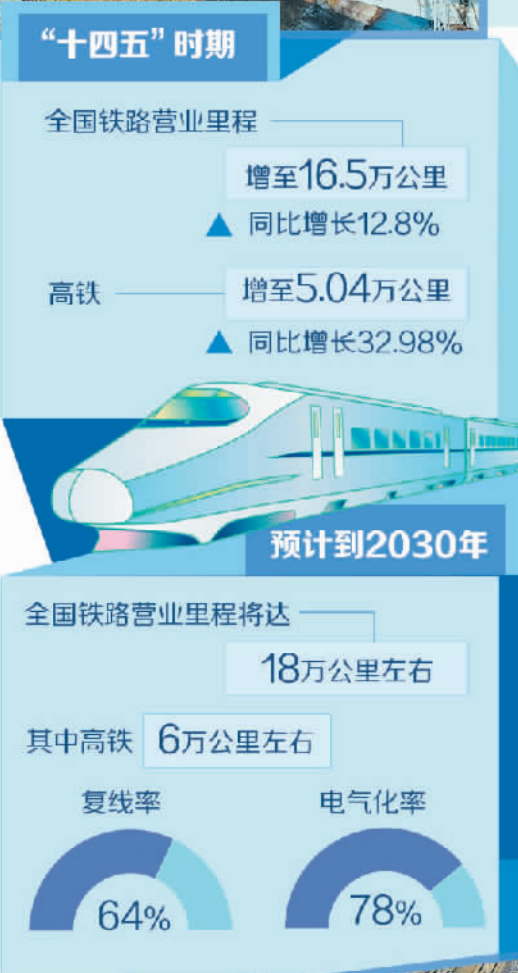
第八届中国国际进口博览会上,CR450科技创新工程精彩亮相,以创新互动视角和丰富沉浸体验展示了中国高速铁路科技创新的最新成果,吸引大量观众驻足观看和互动体验,成为展会亮点。

作为装备制造业的国之重器,CR450动车组试验速度可达450公里/小时,运营速度可达400公里/小时,是全球跑得最快的高铁。

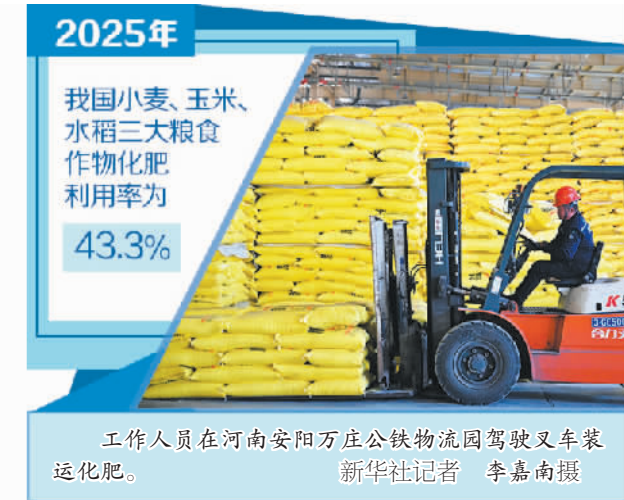
“2025年,铁路科技自立自强迈出新步伐。”国铁集团相关负责人介绍,CR450动车组样车试验考核有序推进,技术性能达到世界领先水平;时速400公里基础设施关键技术研究取得新进展,时速200公里动力集中动车组开展运用考核,铁路自动驾驶技术研究不断深入;发挥铁路科技创新联盟作用,成立标准国际化工作委员会,支持38项新技术新产品在铁路试验试用;制定“人工智能+”行动实施意见,探索推动人工智能在铁路运输生产场景落地应用,发布中国铁路人工智能大模型并开展试用。

2026年,国铁集团将适应新一轮科技革命和产业变革,推进科技创新行动、智慧赋能行动,不断塑造铁路高质量发展新动能,强化建设世界一流铁路企业的科技支撑,巩固提升中国铁路世界领跑优势。

国铁集团相关负责人表示,通过努力,力争“十五五”时期铁路总体技术水平保持世界领先,科技创新体系更加完善,高铁技术国际标杆地位更加稳固,关键领域核心技术持续突破,“人工智能+”行动取得标志性成果,数智化技术应用水平大幅提升,创新能力持续增强,新质生产力加快发展,中国铁路的国际竞争力和影响力显著提升。



刘一江摄  
(新华社发)



化肥是作物的“粮食”。农业农村部最新发布数据显示,经田间试验、测算分析和专家论证,2025年我国小麦、玉米、水稻三大粮食作物化肥利用率为43.3%,比2020年提高3.1个百分点。

“化肥利用率的提高,标志着我国科学施肥水平进一步提升,对保障粮食产能、推动农业发展全面绿色转型、促进农民节本增收具有重要意义。”农业农村部种植业管理司有关负责人表示。

“十四五”以来,水稻侧深施肥、玉米种肥同播、小麦机械深施、水肥一体化等技术的推广应用有力促进了化肥减量增效。国家统计局数据显示,2024年我国农用化肥施用折纯量4988万吨,较2015年减少1034万吨,降幅17.2%;同期,粮食产量从2015年1.32万亿斤增加到2024年1.41万亿斤,增幅6.9%。

专家认为,这“一减一增”显示出在保障粮食稳产增产的同时,资源利用更加高效,农业节本增效取得明显成效。全国农业技术推广服务中心相关负责人算了一笔账:“按照每年投入2600万吨氮肥计算,利用率每提高1个百分点,相当于减少尿素投入56.5万吨,可节约投入成本约11亿元。”

化肥利用率持续提升是政策系统引导、技术集成创新、推广服务优化协同发力的结果。全国农业技术推广服务中心相关负责人分析,测土配方施肥技术推广是提高利用率的重要基础。目前,全国测土配方施肥技术年推广面积超过23亿亩次,三大粮食作物技术覆盖率超过95%。以施肥新技术、肥料新产品、施用新机具为核心的“三新”集成模式成为化肥利用率提高的重要途径。

通过有机肥、微生物肥、绿肥等多元替代部分化肥,促进有机无机养分协同增效,是化肥利用率提高的重要措施。2025年,全国有机肥施用面积超6.5亿亩次,绿色种养循环试点地区平均化肥减量10%。同时,科学施肥专业化服务组织发展是化肥利用率提高的重要支撑。全国现有超1.7万个科学施肥服务组织,年服务面积2.5亿亩次。

“三大粮食作物化肥利用率稳步提升,不仅体现了我国农业资源利用效率的技术性改进,更反映出我们在产业发展理念与实践模式上正发生重要转变。”华中农业大学农业绿色低碳发展实验室主任、教授何可认为,化肥使用的优化在一定程度上体现了农业发展战略取向;既要实现在资源约束条件下的稳产保供与效率提升,也要积极融合生物技术、数字技术及工程技术,打造农业创新体系。这不仅是为了筑牢国家粮食安全根基,也是在积极寻求一条能够统筹产量产能、生产生态、增产增收的可持续发展路径。

从国际横向对比来看,当前我国三大粮食作物化肥利用率已迈入40%至50%的国际中上水平区间,但与美国和欧洲发达国家的化肥利用率相比仍存在一定差距。农业农村部种植业管理司有关负责人分析,从土地肥力差异来看,我国耕地以中低产田为主,基础地力贡献率为50%左右,比发达国家低20个至30个百分点,需要通过施肥补充作物所需养分。从种植制度来看,我国耕地利用强度大,南方多是一年多熟,黄淮海地区是一年两熟,仅长城以北是一年一熟。而美国、欧洲、日本、韩国等多为一年一熟,土壤肥力保持较好。我国人多地少,需要增加投入来提高单产水平。此外,还面临高肥效品种应用面积小、施肥机械化程度低等问题。

“十五五”时期是提升农业综合生产能力和质量效益的关键时期。未来5年,农业农村部将按照“巩固、提升、创新、协同”的总体思路,加强统筹谋划和政策引导,加快肥料立法,推进科学施肥工作向纵深发展。

本版编辑 陶珣 美编 高妍