

银价起伏，为何“痛”在新能源？

■本报记者 杨沐岩

今年以来，有色金属价格坐上“过山车”，其中白银波动最大——2月初价格较1月底高点几乎腰斩。资源稀少、供给弹性低是银价猛涨暴跌的重要原因。

导电性好、导热性强的特性让白银成为光伏电池“血液”、电动汽车的“神经”、人工智能的“维生素”，随着新兴产业推动白银工业需求不断上涨，近年银价也一直缓慢爬升，导致白银供不应求。

白银如何增储上产？业内认为，要靠深部勘探技术的突破、选冶工艺的精细化升级和尾矿的资源化利用。此外，光伏行业今年也在探索“去银”和“回收银”技术。未来，再生银、“城市矿山”也将更好保障我国白银供应链安全。

■从贵金属到工业金属

2024年我国白银总消费9428吨，其中工业需求高达8567吨。近年来，白银的工业金属属性越来越重，成为银价水涨船高的重要原因。

世界白银协会预计，未来5年，随着核心科技领域需求加速增长，全球白银工业需求有望进一步扩大。光伏、电动汽车及其基础设施、数据中心与AI等领域，将在2030年前持续推高白银工业需求。

银浆是光伏电池的“血液”，白银含量高达90%，具有良好的导电性和导热性，是保障电池性能的关键。近年来，效率更高的N型光伏电池加速替代传统的P型，成为新增光伏装机的主力。更高的性能也带来更大耗银量，N型单瓦耗银较P型高40%—100%。当前，光伏用银量已占全球银产量15%以上，随着装机不断增多，光伏

白银需求将持续释放。

在一辆电动汽车中，25—50克白银分布在充电接口、能量管理系统和传感器等零件中。同时，银也可用作动力电池的电极材料和导电剂。世界白银协会统计，电动汽车平均耗银量比内燃机汽车高出67%—79%。2025—2031年间，全球汽车领域的白银需求复合年增长率将达到3.4%。

而数据中心用银，背后也离不开能源。预测显示，到2030年，中国数据中心电耗预计将达到5257.6亿千瓦时，占全国电耗的2.4%。在工业用银中，电子电气领域是“主力”，其需求持续上涨正是因为AI的推动。银是导电性最好的金属，低电阻可以减少运算设备的电量损耗；银的高热导性也可减少设备发热，帮助散热系统维持设备安全温度、降低液冷需求。此外，处理器的内部线路和封装要使用银，自动驾驶、机器人等智能设备也离不开高含银量的组件。

■我国白银“家底”如何？

作为重要的工业金属，我国的白银储量如何？基本供需情况又怎样？

我国白银供给主要来自矿端和回收，2024年矿端产量为3426吨，回收量为1233吨。从矿端看，我国白银储量位居全球前五，约占全球白银总储量11%。尽管我国银矿产地多、总储量大，但独立银矿少、贫矿多仍困扰着白银开采。

随着近年银应用领域不断增加，目前国内资源已不能满足需求，需要进口补充缺口。“进口既有白银原料也有精矿，主要来自秘鲁、墨西哥、赞比亚等国。”中国矿业大学(北京)化学与环境工程学院负责人邓

久帅告诉《中国能源报》记者，我国拥有全球最完整的选矿冶炼产业链和庞大产能，能够将低品位资源深度利用。“但我国上游优质银矿的自给率不足，浅部易采资源、高品位资源也在长期开采后所剩无几。”

优质白银资源为何稀少？从成矿条件上看，银通常聚集在地壳板块的边缘、火山活动频繁的区域。全球约70%的白银是铜、铅、锌等的副产品，矿企通常更重视主金属，为提升副产品产量而主动扩大主矿种产能的企业少之又少，导致白银供给随主矿种需求波动而被动调整。另外，和其他矿产类似，浅层资源不足，正让我国白银开采面临资源接续挑战，向深部进军成为破局关键。

“我国要实现白银增储上产，首先要解决深部找矿的科技难题。”邓久帅指出，这需要利用高精度物探技术，以及并行推进的开采、选矿和冶金技术。“同时，深部矿石成分复杂，难以选矿冶炼。随着环保要求的提高，如何在通过绿色矿山标准的前提下，经济高效地选冶处理含有高砷、高硫等有害杂质的复杂银矿，也是挑战。此外，还要解决大量含银尾矿的回收加工难题，提升资源利用率。”

■“去银化”同时要回收银

白银增储上产并非粗暴扩大开采规模，而要等待关键技术突破。但世界白银协会统计，2025年全球白银供需缺口已达3200吨，2026年预计扩大至4500吨，约占全球年需求的15%。

作为白银的重要需求侧，光伏行业受银价起伏影响不小。有业内人士指出，对电池

片企业而言，近期银价降低是利好，因为生产成本可随之下降，但对同在光伏产业链上的浆料企业来说，银价起伏却是大挑战，如果其在银价高点买入银粉原料，银浆出货又赶上银价下跌，高价银粉与低价银浆的价差，可能导致部分企业出现账面减值。特别是头部企业，减值风险可能达10亿元以上。

近年来，去银化已成为光伏技术发展的重要方向，高铜浆、电镀铜、叠栅等“以铜代银”技术持续发展，但电池效率降低、生产工艺复杂且成本高，让“去银技术”难成主流。“主流Topcon电池片银浆单耗仍维持在每吉瓦11—13吨，2025年国内电池片生产带来的银消费估算超过6100吨。”上海有色网高级研究经理冯棣生在2025年白银产业链年会上表示，2025年白银在光伏中的消费需求仍占中国工业需求的40%，占总需求26%。

因此，光伏要“去银”，也要保障“不缺银”。推动光伏设备循环利用，让白银“流动”起来，是维持供应的关键。当前银回收利润大，已成为光伏回收厂商的主要利润来源，但处理不规范、流失率高、标准缺失等一系列问题待解，光伏回收体系的完善之路依然漫长。

除光伏等工业回收外，每个人身边其实也藏着“银矿”。有数据显示，每吨废旧手机可提炼超过150克黄金和2000克银；银价上涨也让不少人主动将旧银器、旧珠宝回收变现；甚至在摄影和医疗影像领域，含银废液和胶片也是重要的银回收来源。行业估计，2025年全球再生银产量突破1.8万吨，中国贡献率超过35%。邓久帅说，打通“城市矿山”这一环，我国白银供应链安全将会得到更好保障。

能聊能说

海洋是巨大的“蓝色铀库”——海水中铀资源总量可达45亿吨，是传统陆地铀矿资源的1000倍，但1吨海水中仅含铀3.3毫克，加之海洋环境复杂，决定了从海水中提取铀资源是一项大海捞针的世界级难题。

但难题并非无法逾越，总要先干，再一步步攻克短板。在我国，一个2019年提出的海水提铀“三步走”目标不久前如期实现首阶段目标——成功在真实海洋环境下提取到公斤级铀产品。

铀资源是战略资源，锁定其从“海上来”的“三步走”目标主体，是中核集团和国内14家科研院所发起的海水提铀技术创新联盟。联盟既有核工业龙头企业，又有科研和工程实施等资源，成立伊始便画出一条清晰路线图：2021—2025年，实现海水中提取公斤级铀产品能力；2026—2035年，建成海水提铀吨级示范工程；2036—2050年，实现海水中提取铀产品连续生产能力。也就是说，从“十五五”开始算，未来10年海水提铀要从公斤级攀升到吨级；到本世纪中叶，海水提铀要实现“产品化”。

始于上世纪中期的海水提铀研究，70多年来吸引各国在提铀材料上寻求突破。2016年的《Nature》曾发表评论文章，列出7个可改变世界的化学分离过程，海水提铀技术便是其中之一。早在2014年，中国工程院就以重点咨询项目“开展从海水和盐湖中提取铀资源的战略研究”为基础，建议将海水等非常规铀资源开发关键技术纳入国家科技规划。2022年，在中国科协总结梳理的年度重大科学问题、工程技术难题和产业技术问题中，“制约海水提铀的关键科学问题是什么？”位列其中。

在全球应对气候变化、加速能源转型、各国保障能源安全、核能新一轮复兴的当下，如何从海水中经济可就地获取战略资源，科研价值更加凸显。

世界核协会今年1月发布的报告显示，目前全球31个国家共有约440台核电机组在运，总装机容量近397吉瓦，另外至少70台核电机组在建，预计将新增77吉瓦装机容量。报告预测，如果现有核电机组持续运行，并且新核电机组按各国政府制定的装机容量目标推进，到2050年，全球核电装机容量将实现大幅扩张。

作为引领全球能源转型的关键力量，中国是全球核能发展最快、规模最大的国家之一，目前商运、核准及在建核电机组数量保持全球第一的规模优势，为优化能源结构、保障电力安全稳定供应作出了重要贡献。同时，核能综合利用探索在不断拓展，从供热、供气、制氢到海水淡化等，核能的价值链正在延长。

从陆地铀资源潜在资源量、探明量以及铀矿资源开采特点、天然铀对外依存度等维度考量，多渠道保障铀资源供应是我国核能产业发展的现实诉求。倘若可以实现铀资源在海水中经济高效大规模提取，将极大增强我国乃至全球核能发展的资源自主性与长期安全性，为核能规模化、可持续发展提供近乎无限的资源基础。

然而，打开“蓝色铀库”的道路并非坦途。正如业内专家所言，当前海水提铀研究阶段仍属于工程化技术研发阶段，从海试验证到工程化应用，从获取公斤级产品到获取吨级产品，仍面临成本、效率、工程放大、环境适应性等一系列难题亟待攻克。

面对复杂的难题，海水提铀技术创新联盟的协同攻关模式显示出独特价值——汇集核能央企、材料研发机构、高校及海洋工程单位等创新主体，打破产学研相对分割的状态，形成从基础研究、过程机理探索、关键技术研发到海洋工程验证的完整创新链。

海水提铀技术的成熟与商业化，不仅关乎材料科学与海洋工程的进步，也涉及能源经济学、环境评估乃至相关标准法规的完善。我国提取公斤级铀产品目标的实现，以及在产业协同创新机制上形成有效探索，无疑占据了先机。

向“蓝色铀库”要资源，不仅是对人类科技极限的挑战，更是为未来开拓清洁能源新天地的远见之举。作为核能大国，我国应稳扎稳打推动这项技术融入国家能源安全的宏大拼图，为赢得一个更加自主、绿色、可持续的能源未来增添厚重的筹码。

协同创新，向「蓝色铀库」要资源

■朱学蕊

图片新闻



浩吉铁路累计发运货物列车突破9万列

春节前夕，一列满载3472吨煤炭的84183次货物列车从浩吉铁路陕西省靖边东站缓缓驶出，开往湖北省襄州北站，标志着浩吉铁路自开通运营以来累计发运货物列车突破9万列。截至目前，浩吉铁路已累计运送货物达4.9亿吨，运输能力与通道优势在服务国家能源安全、区域经济发展中的作用愈发凸显。 聂燕/文 张奕/图

银线穿沙海 绿电兴红山

——国网赤峰供电公司两项500千伏新能源送出工程正式投运

■王建宇 凌春波

2月9日，随着赤峰紫城500千伏变电站线路送出操作任务全部完成，蒙东大唐赤峰浑善达克沙地100万千瓦风光储沙漠治理新能源基地示范项目送出工程、蒙东赤峰市翁牛特旗生态治理100万千瓦风电项目送出工程正式投运。

作为国家“沙戈荒”大型风光光伏基地重要配套工程，两项工程未来将肩负起把千万千瓦级风力资源转化为稳定绿电并网送出的重任。工程顺利投运不仅打通地区新能源“发得出、送得走、用得好”的关键通道，更以坚实电网骨架支撑起生态治理、能源革命与区域协调发展的“赤峰样板”。

■破局而立：打通新能源送出“大动脉”

赤峰地区丰富“风光”资源送出长期受限，此次投运的两项工程正是破解这一瓶颈的“钥匙”。

蒙东大唐赤峰浑善达克沙地100万千瓦风光储沙漠治理新能源基地示范项目送出工程，新建线路长15公里，全线架设铁塔38基，建成后年输送清洁能源达18.51亿千瓦时，相当于每年可节约标准煤55.8万吨，减排二氧化碳排放153.2万吨、二氧化硫186.9吨、氮氧化物281.3吨。

蒙东赤峰市翁牛特旗生态治理100万千瓦风电项目送出工程，新建线路全长25公里，新建铁塔60基，投运后年发电量预计达32.46亿千瓦时，每年可节约标准煤99.7万吨，减排二氧化碳273.8万吨、烟尘72.75吨、二氧化硫333.98吨、氮氧化物

502.63吨。

两项工程合计年送电量超50亿千瓦时，可满足超130万户家庭1年的用电需求，相当于每年减排二氧化碳超420万吨。

■绿色协同：构建“能源+生态”发展新范式

此次投运的两项工程，不仅是电力通道，更是生态治理与绿色经济协同发展的“连接线”。

项目服务的两大新能源基地，均位于浑善达克沙地边缘，通过“风光储+生态修复”模式，实现“板上发电、板下治沙”的发展新范式。光伏阵列有效降低地表风速、减少水分蒸发，配合节水灌溉与耐旱植被种植，项目区植被覆盖率预计提升至30%以上，年减少扬尘污染超千吨，真正实现“开发一片、治理一片、改善一片”。风电项目实施的同时完成所在社区以及周边区域水土保持、生态环境的修复、治理、保护等工作，生态环境得到明显改善。

同时，工程建成显著提升了区域电网对新能源的接纳能力。依托接入的紫城500千伏变电站这一枢纽节点，未来还可进一步汇集周边规划的“风光”项目，形成千万千瓦级新能源集群，为后续绿电制氢、绿电算力等新兴产业提供低成本、可持续的绿电支撑。

■迎难而上：以铁军精神铸就电网丰碑

工程建设并非坦途。面对工期紧张、冬季严寒持续时间等挑战，国网赤峰



图为500千伏唐紫线浑善达克沙地100万千瓦送出线路。国网赤峰供电公司/供图

供电公司联合参建单位，成立“工程攻坚专班”。超前启动可研前期工作，环评水保林草等手续并行办理，提前4个月完成项目核准。以“挂图作战、倒排工期、日清日结”为抓手，全面打响新能源送出攻坚战。

战严寒，抢工期。施工地点冬季最低气温可达零下25摄氏度，冻土层深厚，施工机械启动困难。国网赤峰供电公司项目部采取“错峰施工+保温养护”策略，对混凝土浇筑基础采用“电热毯+保温棉”双重覆盖，保证养护温度。塔基施工实行“两班倒”，最大限度压缩有效工期。工程从开工建设到顺利投运仅用时115天。

保供应，强协同。为确保铁塔、导线、组合电器等关键设备提前到货，国网赤峰供电公司物资专业建立“物资保障专班”，派驻专人驻厂催交，协调厂家优化排产计划，打通“生产运输—验收检测”快速通道，实现关键设备“到货即检、检完即用”，确保施工节奏不中断。

精管理，控风险。工程穿越生态治理区、牧区及复杂地形区，项目部采用“无人机勘测+三维建模”技术优化路径，减少林地占用。严格执行“一基一策”安全方案，应用人工巡视、远程视频监控，实现

高风险作业全过程可控在控。

在寒风中，建设者们连续奋战，最终比原计划提前15天完成启动前准备工作，为春节后绿电满负荷输送赢得宝贵时间。

■赋能未来：助力能源转型与区域振兴

“两项工程的投运，标志着赤峰电网在构建新型电力系统进程中迈出关键一步。”国网赤峰供电公司相关负责人表示，工程将有效缓解区域电网送出压力，提升新能源利用率，推动能源结构由“高碳依赖”向“绿色低碳”深刻转型。

从“靠天吃饭”到“驭风而行”，从“沙进人退”到“绿能反哺”，随着更多“沙戈荒”基地项目陆续并网，预计到2030年，赤峰新能源装机容量将突破3000万千瓦，年发电量超600亿千瓦时，成为华北乃至全国重要的绿色电力输出基地。

风起于沙海，电送至万家。两条银线不仅承载着绿色电流，更承载着边疆地区迈向高质量发展的希望。在“双碳”目标引领下，国网赤峰供电公司正以电网之笔，书写新时代能源革命与生态文明协同推进的新篇章。