

如何让矿山重卡真正“氢”起来？

■本报记者 李玲

在当前加快绿色矿山建设的背景下，以氢能矿卡为代表的绿色低碳运输创新应用加速落地。

在业内看来，矿山作为典型的“短途运输”场景，运输里程相对较短，行驶路线相对固定，是适合氢能车应用的理想场景之一。目前，一些矿山已开始探索氢能矿卡应用，并视其为打造绿色矿山的重要技术路径之一。

主要应用场景之一

氢能矿卡在运行过程中可以实现“纯水”排放，相比燃油矿卡，每年可减少碳排放1000吨以上，这对于实现矿山低碳转型、向零碳化、无人化、智能化方向发展具有重要意义。

目前，我国氢能矿卡研发、应用取得新进展，许多企业正加快氢能矿卡的研发投入，并有多项应用案例。早在2022年5月，易控智驾与同力重工在鄂尔多斯矿区进行70T级氢能源矿用重卡试验；今年1月，中国兵器工业集团与国家电投南露天矿进行了全球首台136T级氢能源矿用重卡试验；今年5月，氢通新能源与国家能源集团、徐工集团签约，计划开发全球首套240吨氢能源矿用刚性自卸车，预计2024年第四季度交付使用；今年8月，航天重型工程装备与国家能源集团胜利能源公司进行了国内首台110T级氢能源无人驾驶矿用重卡试验。

中国煤炭工业协会科技发展部副主任张建明在接受《中国能源报》记者采访时指出：“在矿山领域，大量能源消耗来自矿石开采、运输、处理等过程，节能降碳对于建设绿色矿山具有重要意义。只有通过采矿业提供的‘零碳、低碳’矿产品作为原材料，中下游产业才有可能真正实现绿色供应。”

“矿山是氢能重卡的主要应用场景之一，其短途、固定路线的特点非常适合氢能矿卡的应用。氢能矿卡既能满足运输的大载重，还能长时间连续工作，可满足矿山每天20小时以上的高强度作业，适合矿区安全、载货量大的作业环境。”一位不愿具名的氢能领域专家对《中国能源报》记者表示。

仍面临氢源、成本等制约

多位受访专家指出，在矿区大规模推广应用氢能矿卡有着较好的前景，有望成为未来矿山实现低碳转型的重要抓手，但目前仍面临诸多制约。

“目前，我国已初步掌握氢能制备、储运、加氢、燃料电池和系统集成等主要技术和生产工艺，在部分矿区实现了氢能矿卡小规模示范应用。而氢能矿卡在催化剂、质子交换膜、电堆、制氢、储氢、运氢等方面成本暂时较高，盈利比较困难。”张建明表示，氢能矿卡尚处于发展起



步阶段，相较于目前矿山主流的燃油、增程、纯电矿卡，氢能矿卡的购置、运营成本均较高。

据估算，目前氢能矿卡的初始购置成本远高于传统柴油矿卡，一台氢能矿卡的价格大约是同等吨量燃油矿卡价格的2.5倍。

购置成本之外，氢能矿卡在运营过程中也可能面临用氢难题。“当前我国氢能产业仍处发展初期，无论是绿氢生产成本还是氢能储运技术以及基础设施建设等方面，均是氢能矿卡的发展限制因素。”上述不愿具名的氢能领域专家表示，比如，氢燃料汽车加注绿氢成本较高，导致绿氢产业链整体成本居高不下，市场竞争力不足，严重制约了绿氢的应用和产业链的发展。氢能的资源与需求在空间分布上不匹配，且目前氢能长距离长时间储运技术不够成熟，成本较高，也制约了氢能的大规模生产与消纳。此外，目前相应的加氢站等配套基础还很有限，特别是在偏远和经济欠发达地区更是如此，这限制了氢能技术的普及和商业化进程。

在技术方面，矿山道路条件复杂，对氢能矿卡的抗振能力和动力要求极高，抗振性能不足可能导致支架断裂、电池箱体开裂等问题。

加快全产业链发展

当前，多家企业正加速氢能矿卡研发和应用，为氢能

矿卡的商业化和规模化应用奠定了基础。当务之急是配套氢能产业链条要跟上，这样才能避免矿用氢能重卡研发实践的“急先锋”没有“粮草”可用。

上述不愿具名的氢能领域专家表示，安全性和经济性是氢能产业化发展的基础和内在要求，需要建立健全氢能安全监管制度和标准规范，强化重大安全风险的预防和管控，提升全过程安全管理水平。同时，通过技术创新降低氢能使用成本，加大氢能全产业链安全技术研发应用。加速布局包括制氢、氢储运、燃料电池系统与部件等领域在内的氢能全产业链。“可通过打造闭环的运营场景，如光伏发电制绿氢项目，为氢能矿卡提供廉价氢气，降低运营成本。”

在技术突破方面，张建明认为：“第一，研发高效的氢燃料电池是关键，通过提高燃料电池性能，使矿卡能够在重载情况下依然有足够动力。通过改进电极材料和膜材料，提升电池的功率转换效率。第二，应加强氢燃料电池系统与车辆底盘、车身等机械部件的集成，确保动力系统的布局合理，减少系统的体积和重量，同时提高系统的可靠性和维修便利性。第三，研发快速高效的加氢技术。目前加氢时间相对较长，不利于矿卡的高效运营，应开发高压、大流量的加氢设备，将加氢时间缩短。第四，研究加氢站的安全技术。由于氢气的易燃易爆特性，加氢站的安全至关重要，需要开发先进的氢气泄漏检测、防爆和消防技术。”

贵州毕节：做好“富矿精开”大文章

■晓远 张晓东 彭悦

云贵乌蒙，迤邐青山，百里画廊。山连着山，谷连着谷，风电机迎迎而舞；高耸入云的贵州之巅韭菜坪，“绿电”从这里源源不断输送大山外；金沙县高坪镇鑫达露天煤矿，运输车辆来回穿梭，机器轰鸣响彻山谷……一幅新型工业化高质量发展的生态画卷在此铺展开来。

近年来，贵州毕节坚定不移围绕“四新”主攻“四化”，积极融入贵州省“六大产业基地”建设，发挥政策、资源、人口“三大优势”，深入实施“市场换产业、资源换投资”，制定市、县工业主导产业“一图三清单”，全面加速发展新质生产力，切实把能源资源优势转化为产业优势、经济优势。逐步走上“数实融合”、产业集聚、绿色发展的新型工业化发展之路，为推动毕节高质量发展蓄势赋能。

2023年，毕节市供应电煤3900万吨，占全省供煤量的39.67%，供煤量创历史新高；2024年1—9月，全市累计完成电煤中长期合同履约量1961.41万吨，排贵州省第一。

“智慧矿山”助力“富矿精开”

在贵州豫能集团新田煤矿地面集控室中，新田煤矿工作人员按下操作键，记忆截割、逆煤流启动、顺煤流停止……全流程自动化作业，这是新田煤矿智能化采煤的一个场景。

新田煤矿是河南能源响应国家“西电东送”号召在贵州建设的第一对独资矿井，矿井总投资14.59亿元，规模120万吨/年，资源储量3.05亿吨，可采储量1.58亿吨，是国家智能化示范矿井。

据新田煤矿矿长、党委副书记张高青介绍，新田煤矿认真落实贵州省委、省政府“富矿精开”部署要求，积极推动贵州省“三区联动”瓦斯治理示范项目建设，实现煤电共采，并取得突破性进展。

一期工程两口水平井持续稳步产气，日均产气量6500方左右，截至2024年10月，累计产气量604万方，用于瓦斯发电，创效1125万元。2024年前9个月新田煤矿累计瓦斯发电3918万度，二期工程已完成建设5个，同时充分利用瓦斯发电余热，目前余热满足澡堂洗澡用水和矿区冬季供暖需求。

新田煤矿是国家首批、贵州省首家智能化验收通过的示范煤矿，目前已完成5

个智能化综采工作面和2个智能化掘进工作面安装，产量由原来的4—5万吨/月提升到目前10万吨/月以上，今年前9个月生产原煤95万吨。

新田煤矿的智能化建设是毕节市煤炭行业转型升级、提质增效的一个缩影。

近年来，毕节市聚焦“富矿精开”，推动矿山向集约化发展转型，加速实施数字化改造升级，持续提升矿山集约化智能化的精细开矿水平。截至目前，已推动黄家山煤矿100万吨/年露天项目等重大项目建设投产，贵德矿业银厂沟磷矿50万吨/年采选工程项目、贵州锦麟化工摩天冲磷矿250万吨/年采选工程项目等一批项目建成投产。推动黔西市新田煤矿国家级智能煤矿示范建设项目及青龙煤矿、高山煤矿2个省级智能煤矿示范建设项目获批建设。

毕节市在机械化、辅助系统智能化改造“两个100%”的基础上，推动建成煤矿智能采、掘工作面45个，占贵州省建成数的50.56%，为全省树立了标杆，提供了样板。一座智慧矿山，让毕节市煤炭产量不断提升。

“2023年，毕节市煤炭产量达到6470万吨，全省占比42.22%，首次跃居全省第一，2024年1—9月，全市煤炭产量达到5707万吨，同比增长18.71%，排全省第一，预计全年可突破7300万吨，为全省能源保供提供强有力支撑。”毕节市能源局副局长徐建金介绍。

构建现代煤化工产业新格局

8月29日，贵州毕节磷煤化工一体化项目在织金启动。该项目依托织金县丰富的磷煤资源，引进青山集团、华友集团及华峰集团的贵州毕节磷煤化工一体化项目，项目总投资约730亿元，是贵州历史上最大产业投资项目。项目从采选到资源精深加工一体化发展，通过磷、煤化工与园区热岛深度融合，既实现产业互补，又解决余热余压和用电问题，实现磷煤化工一体化、循环化、绿色发展，增强产业竞争力。

近年来，黔西市化工园区积极抢抓新能源发展契机，持续推进技术创新和战略转型，在精深加工上发力，以重点企业贵州黔希化工有限责任公司为依托，加快建设煤制乙二醇下游产业链项目，延伸产业链条。

贵州黔希化工有限责任公司是“千企改造”省级龙头企业，以生产聚酯级乙二醇

为主，年产优等品乙二醇30万吨。黔希化工不断拓展下游产业链，惠黔新材料、黔孚气体(贵州)有限公司等一批现代化工业企业相继落户黔西，已初步形成一个上下游产业链优势互补、循环发展的产业集群。

过去一年，黔希化工在系统优化、选煤配煤、节能技改等方面持续发力，谋“变”焕“新”成效凸显：通过优化调整乙二醇精馏装置用汽量，DMO合成系统降空速试验等一系列措施，降低装置运行成本2386.43万元；合理掺配劣质煤17.54万吨，节约“两煤”费用4128.86万元；对空分厂三台液体充车泵技改增加回流管线和B炉烟道插板阀改造停运两台引风机，降低装置运行成本372.91万元。

为充分利用黔希化工生产富余的蒸汽、氧气、一氧化碳等气(汽)体，特引进年产5万吨碳酸二甲酯项目、年产6万吨碳酸甲乙酯项目，一期2023年底成功试生产，是延长煤炭经济产业链的生动实践。

截至目前，毕节磷煤化工一体化项目已启动建设，惠黔新材料5万吨/年碳酸二甲酯(DMC)项目、锂电时代6万吨/年锂电材料碳酸甲乙酯项目一期等一批项目已建成投产。今年1至9月，全市煤化工产业实现产值10.4亿元，同比增长42.8%。

黔西市化工园区秉承“立足煤、做足煤、不唯煤”的工业发展思路，开始发展以精细煤化工产品为主的产品，为园区的延伸发展打下坚实基础。

目前，毕节市正在谋划打造以现代煤化工“延链补链”为主体功能的产业集群区。将黔西市煤化工产业集群打造为国家级中小企业特色产业集群，依托黔希化工年产30万吨煤制乙二醇项目，进一步延伸产业链，重点发展聚酯、聚碳酸酯二醇等新型高分子材料。毕节织金化工园区正在打造现代煤化工耦合发展示范基地，加快毕节磷煤化工一体化项目、中石化织金煤化工项目等建设，延伸聚乙二醇、焦炉煤气、煤焦油、苯等副产品深加工产业链。

产业链延伸拓展释放新动能

位于毕节高新区的贵州贵航新能源科技有限公司是一家专业从事锂离子电池的生产研发的高新技术企业和专精特新企业，公司产品广泛应用于移动电话、储能、笔记本电脑、数码相机等多个领域，预计今年锂电池产量可达到7000万只。

“2017年我们与中科院物理研究所、高新区三方共建了西南先进锂电池研究中

心实验室，对锂电池发展方向和最新技术进行深度研究和技术保障，实验室给高新区所有锂电池企业提供免费的安全、性能测试服务，也希望通过这个实验室加强高新区对锂电池企业的招商引资能力。”贵州贵航新能源科技有限公司张力中说道。

近年来，毕节市瞄准“高新+尖端”，从智能化设备、高端产业、研发性技术等入手，从具有高科技、高效能的企业寻求突破，把节能减排、绿色发展作为主抓手，完善锂电池产业链等重点领域，毕节高新区大力推进智能化生产线建设，加大科技研发力度，推进新旧动能转换的信心和决心。

“我们通过实施产业链链长的推进机制，来助推产业集群的发展；强化助企的服务力度，多渠道的推进企业的发展；招商为龙头企业配齐产业链。”高新区科创局副局长徐茂介绍，为了提升锂电产业的竞争力，高新区实施三个创新措施。

产业链链长推进机制是以管委会主任为总院长，管委会分管主任为副院长，高新区科创局局长为副院长的机制，以上下结合的方式来推动产业的发展，对企业存在的困难和问题逐一进行解决。

强化助企的服务力度，多渠道的推进企业的发展，建立科研团队、拓宽校企合作，帮助企业进行技术更新、优化设备，加大企业的培育。推动锂电产业的外贸转型升级，据了解，高新区已为龙头企业贵航新能源有限公司申报外贸转型升级基地，还为锂电产业积极申报外贸转型的资金。

立足以招商为龙头企业配齐产业链，高新区与龙头企业贵航新能源有限公司一起制定工作方案进行招商引资工作。

“目前我们已与深圳市奇瑞新能源、深圳市博洋供应链管理有限公司达成了初步的合作意向。”谈到锂电产业招商引资，徐茂信心满满。

近年来，毕节市以矿产资源开发为基础，不断延伸和拓展产业链，提高矿产资源附加值。通过引进和培育一批矿产资源深加工企业，将矿产资源优势转化为产业优势，进而推动地区经济发展。同时，加强与科研院所的合作，推动矿产资源开发技术创新，为产业链的延伸提供技术支持。

10月29日，黔西市首批“贵州”牌电动重卡交付仪式在黔西电厂举行。这是黔西

我国首套矿山微藻固碳系统竣工

1吨微藻能吸收利用1.83吨二氧化碳，提高植被生长率20%

本报讯 日前，我国首套矿山微藻固碳系统在国家能源集团内蒙古宝日希勒露天矿竣工，这标志着我国在生态环境修复方面又创造了一项国际领先技术。

微藻是指显微镜下才能辨别的微小藻类，它在光合作用中将空气中二氧化碳转化为生物质，固碳率是一般陆生植物的10到50倍。国家能源集团新能源技术研究院碳中和研究中心CCUS研究员李治坤介绍，这项技术是用矿坑原水和农牧业固废物腐化释放的二氧化碳来养殖微藻，1吨微藻能吸收利用1.83吨二氧化碳。目前国外还没发现将微藻固碳技术用于矿山修复的先例。

由国家能源集团新能源技术研究院研发的这一微藻固碳系统于今年5月27日在宝日希勒矿开工，已建成5万平方米示范工程，月产微藻活性液150吨、高营养腐殖土100吨。浇灌了微藻藻液实验田，植物生长率提高20%。

二氧化碳捕集、利用与封存，简称CCUS，微藻固碳是二氧化碳利用方面的一种重要技术途径。据国家能源集团新能源技术研究院碳中和研究中心CCUS研究员樊腾飞介绍，国家能源集团自2017年重组以来，积极推进企业绿色低碳转型，国家能源集团新能源技术研究院作为专业化创新研发单位，已建立CCUS全流程技术研发体系，作为技术总负责单位，自主研发、设计、建成亚洲最大的江苏泰州电厂年捕集50万吨CCUS示范工程，自2023年6月2日投产至今，创规模碳捕集投运连续稳定运行全球纪录。该项目作为代表电力领域转型发展成就的唯一案例写入国务院新闻办2024年8月29日发布的《中国的能源转型》白皮书。

据自然资源部统计，我国目前有各类废弃矿山约9.9万座。所以，矿山微藻固碳这一生态修复新技术应用前景十分广阔。(王楠竹 辛治坤)

电厂在重卡运输、产业转型升级道路上的重要一步，更是电厂积极响应国家绿色发展战略、全力推动“电动贵州”政策落地的生动实践。

作为“西电东送”的一座现代化大型火力发电厂，近年来，黔西电厂加快企业转型升级步伐，在技术改造升级的同时，推动企业由单一发电向供电、供气、供水等服务的综合能源企业方向发展，不断深化粉煤灰、石膏、炉渣等固废物综合利用，积极引进石膏深加工等项目，全力推进新能源、综合能源发展的科学化、精细化、高效化，探索综合智慧能源的新路径，不断向可持续、集约型方向发展。

“我们正在建设一个燃料科技化项目，目前实现自动控制与自动化，下一步将完成自动采样，以进一步节能增效。我们将坚持执行贵州省‘富矿精开’相关规定要求，继续做好能源保供工作。”贵州黔西中水电有限公司燃料部党支部书记、副主任杜林介绍。

毕节市立足煤炭、磷矿等资源优势，不断提升资源清洁高值高效利用水平，促进磷、煤化工产业高端化、多元化、低碳化发展。发展新质生产力是推动高质量发展的内在要求和重要着力点，也是推动“富矿精开”实现突破性进展的关键。

在毕节高新技术产业开发区国家能源大规模物理储能技术研发中心，科技发展部副部长张少朋介绍道：“压缩空气储能技术作为我们的主要研究方向，主要系统部件都是我们团队自主研发的，主要包括压缩机、膨胀机的叶片设计，以及换热器的整体设计，而且整个系统配有自己撰写的控制系统，减少现场工作人员的工作量。和国外压缩空气储能系统相比，我们的压缩空气技术不需要额外的天然气补燃，减少了二氧化碳的排放，也减少了化石能源的使用。”

2023年，毕节市电力总装机1632.15万千瓦，新能源装机占全市电力装机的33.8%。全年累计发电量580亿千瓦时，创历史新高。2024年1—9月，毕节市新能源发电量71.9亿千瓦时，同比增长11.5%，排全省第一。截至目前，全市累计建成新能源项目96个，装机规模581万千瓦，排全省第一。

毕节市作为贵州省重要的能源基地，将不断优化营商环境，在精细开矿、精深用矿上发力，更好地把资源优势转化为产业优势、经济优势、发展优势，努力做好“富矿精开”这篇大文章。