

被寄予减碳厚望,但高成本仍是掣肘——

# “氢”车运煤之路不平坦

■本报记者 朱妍

在山西焦煤集团,每年外销煤炭1亿多吨,其中约半数经公路汽运,不久前送出一批煤却有所不同——不烧油、不排碳,它们通过氢能源车部分运抵国能榆次热电有限公司,部分赴榆次修文站完成铁路短倒任务。由此,山西焦煤开创了公路与“公转铁”短倒同步启用氢能运输的新局面。

如今,氢能运煤不只是一企一地关注的焦点。受制于产地分布、运输网络等特殊性质,以公路为主的煤炭运输方式尚未扭转,大量重型柴油车不可避免带来排放。而要实现煤炭全产业链的清洁高效利用,绿色配送是必然趋势。越来越多的煤企及地区希望借助“柴改氢”实现减碳,大规模氢能运煤究竟行不行?

## 企业积极尝试,政策加大支持

“通过氢能运输项目,我们将逐步实现煤炭配送洁净化、低碳化,助力合作供给端、消费端同步降碳。”山西焦煤集团煤焦销售公司副总经理徐国强介绍,依托已开通的汾西矿业中兴矿和榆次修文站到国能榆次热电公司两条线路,启运首日配送70车次,完成运量2197吨。在先行先试基础上,山西焦煤将加快完善氢能运煤运行机制,以点带面推进传统物流绿色转型。

另一煤炭主产地内蒙古也有突破。记者从国家电投集团获悉,全国首台氢燃料电池混合动力机车于去年10月上线,目前

已在内蒙古煤炭东运出海重要通道——锦白铁路安全运行1万多公里。该铁路全长627公里,按照每万吨公里减少碳排放约80千克测算,全干线使用该型机车后,每年可减少碳排放量约9.6万吨,相当于种植600多万棵树。

国家电投国氢科技总经理张银广告诉记者,相比传统燃油和电力机车,氢燃料电池混合动力机车无污染排放,也不用重新架设电网,应用和维护成本更低。“机车制造从核心动力到主要零配件,首次全部实现国产化,而且采用模块化设计。包括司机室在内,全部设备都可以模块化安装,这样就能根据运输需求和实际应用条件,进行不同功率等级的灵活搭配。”

企业主动作为,政策也有了进一步支持。在国家发改委等9部门联合印发的《“十四五”可再生能源发展规划》中,推进煤矿、交通等重点领域绿氢替代是鼓励方向。部分地区亦发文力推,例如《宁夏氢能产业发展规划(征求意见稿)》提出,在煤炭等重点应用场景推广氢能重卡示范运输;《唐山市氢能产业发展实施方案》计划打造的曹妃甸氢燃料电池汽车示范区,正是重要的煤炭运输中转地。

## 低成本制氢与高效率用氢并重

瞄准“柴改氢”并非偶然。生态环境部发布的《中国移动源环境管理年报(2021)》

显示,煤炭及制品占大宗货物汽运的比重排名第二。受铁路运力限制,汽运煤短期内仍不可或缺。同在路上跑,不排碳的氢燃料电池汽车相比柴油重卡环保优势突出。

在中关村氢能与燃料电池技术创新产业联盟秘书长卢琛钰看来,煤矿及煤运铁路、港口、码头等应用场景,恰恰更适宜推广氢能。“氢能重卡适合长距离、大重载运输,契合煤炭运量大的需求。运煤车辆往来密集、使用频率高,由柴油货车改为氢能重卡,便于区域集中布局、管理加氢站等设施。此外,煤炭主产区多分布在北方,面对寒冷天气、复杂地势等状况,纯电动车辆清洁却不一定好用,氢能重卡可填补不足。”

煤焦企业自身还有“天然”优势。美锦能源副总裁姚锦丽举例,作为全国最大的独立商品焦炭和煤炭生产企业之一,利用自有煤炭—焦化产能,可为氢能重卡提供低成本氢源。“我们已在制氢端实现突破,去年7月投产的焦炉煤气变压吸附制氢项目,按照一期2000标准立方米每小时工业高纯氢、二期20000标准立方每小时工业高纯氢生产,全年可满足2200台重卡满负荷使用。发挥供应端‘低成本制氢’和需求端‘高效率用氢’优势,我们还计划打造全国最大的氢能重卡示范基地。”

“用氢成本高是一个普遍性问题,但其实,相当一部分成本花在了储、运环节。矿

区若能发展煤制氢、工业副产氢,就地制取能够降低中间环节成本。当前油价上行,实际也在缩小柴油和氢气的价格差距。”佛山环境与能源研究院院长赵吉诗称,部分矿区也是风光资源富集地,可再生能源发电成本越来越低,加上电解水制氢技术和装备逐渐降本,绿氢前景广阔。

## 提升规模效应和经济性

“氢气成本控制在25元/公斤以下,氢能重卡较柴油车就有足够竞争力,从技术层面来说降本本是可行的。”张银广进一步称,煤炭基地外运量大且稳定,一个区域拥有成千甚至上万辆氢能重卡,为运营阶段规模化降本提供了可能。“我们在陕西榆林等地持续跟踪,发现‘柴改氢’需求旺盛。不过,这些产煤地大规模使用氢能重卡还需要政策助推一把。比如,能否参照燃料电池汽车示范应用城市群,给予它们相关补贴支持。”

相比用氢,卢琛钰则更关注车的问题。“不可否认,氢能重卡购置成本高达柴油车的3—4倍,在未实现大规模应用的情况下,车辆降本面临较大困难。除了煤企,私营车队、个体运输占据一定比例,换车成本陡增,如何让这部分群体愿意购置更是难题。初期可考虑租赁模式,或由整车及燃料电池企业、运营方等结成联盟,一方提供车辆、一方搭建应用场景,共同积

累培养用户。”

姚锦丽坦言,除了制氢,美锦在氢燃料电池车辆、加氢站等方面也有周密布局,为氢能重卡应用奠定基础。但在更大范围内,要想真正发挥氢能在重载、高速、长距离运煤方面的优势,还需更加完善的供应链网络。“例如,在现有技术条件下,氢能重卡受加氢站数量不足等制约,运输范围相对有限,难以实现煤炭跨省运输。”

姚锦丽提出,可建立氢能重卡发展联盟,持续发挥平台优势、快速对接资源,实现产业链、价值链、供应链合作。同时,应加快建立涵盖制氢、储氢、加氢、氢燃料电池、氢能源燃料电池汽车等关键环节的全产业链。“包括研发大规模制氢的稳定渠道,成熟、高效、安全的储氢设备和氢燃料电池技术,以及安全可控的氢运输工具、基础设施配套等。”



## 关注

### 国内首部

## 海洋钻井技术领域ISO国际标准发布

本报讯 6月6日,由中国海油牵头起草的国际标准化组织(International Organization for Standardization)ISO 3421《石油与天然气工业—海洋隔水导管下入深度与安装设计》正式出版发布。这是中国海洋钻井技术领域以“模型、算法”为核心的首部ISO国际标准,也是继2017年中国海油牵头发布中国石油装备领域首部国际标准模块钻机国际标准(ISO 18647)之后的石油行业领域中海油第二部、全国第六部国际标准。

该标准是中海油研究总院有限责任公司联合中国石油大学(北京)等研发团队在海洋钻井隔水导管、深水浅层钻井领域取得重大技术突破的基础上形成的,是科研成果走向标准化、国际化的成功实践。隔水导管是海洋钻井的“咽喉要道”,是所有海洋油气井建井的必备结构物。ISO3421旨在为全球海洋石油工业提供海洋隔水导管入泥深度精确预测、稳定性校核与施工控制等技术,适用于浅水和深水油气勘探开发领域。该国际标准推荐的设计方法和技术已在渤海、东海、南海西部和南海东部百余个油气田现场应用与验证,取得显著的经济社会效益,并推广应用至巴西、西非、墨西哥湾的海外区块。

该标准的成功发布,标志着我国以“模型、算法”为核心的海洋钻井技术,尤其是深水钻井技术实现了从跟跑到部分领跑的重大突破,也填补了ISO标准体系在该技术领域的空白,为全球标准化建设贡献价值。

(谢仁军 吴怡 徐国贤)

### 国内最大

## 水利水电旋流竖井主体工程完工

本报讯 6月5日,国家能源集团大渡河双江口水电站历时464天建成国内最大旋流竖井穹顶,标志着国内最大旋流竖井完成主体工程建设,作为汛期防洪消能重要设施保障水工建筑物安全。

旋流竖井是当前国内水利水电工程中一种新型消能工程,利用水流在竖井里面形成的涡流进行消能,由于其良好的水力特性与高消能率,在泄洪工程中得到了广泛运用,具有良好的工程价值。该竖井泄洪洞由上平段隧洞、旋流竖井、下平段隧洞三部分组成,高187米,直径18米,是国内最大的旋流竖井。

针对双江口旋流竖井穹顶施工高度大、截面变化较大、施工工艺复杂、工序繁多、安全风险高、技术要求高等特点,相关单位完善施工工艺、紧密衔接工序,顺利突破了地质条件恶劣施工难题,保障了旋流竖井补气竖井主体工程顺利完成,为工程转入建设高峰期创造了良好条件。

(巴桑次仁)

## 山东最大抽水蓄能电站进入总装阶段



## 图片新闻

6月7日,历时99天的现场叠片组装和试验,由中国安能二局承建的山东最大抽水蓄能电站——山东文登抽水蓄能电站2号机组转子吊装成功,标志着2号机组正式进入总装阶段,为按期投产发电奠定了坚实的基础。

山东文登抽水蓄能电站位于威海市文登区界石镇境内,是胶东地区第一座抽水蓄能电站,也是山东装机容量最大的抽水蓄能电站,属国家一等大(I)型工程,计划2023年建成投运。图为转子吊装过程中,技术人员在进行监测。

徐迎华/图 林剑武/文

截至目前,沿海省份“十四五”海上风电规划目标已超5000万千瓦——

# 海上风电有望乘风破浪

■本报记者 李丽雯

6月6日,广西壮族自治区发改委发布《广西可再生能源发展“十四五”规划》,提出“十四五”期间,广西力争核准开工海上风电装机规模不低于750万千瓦,其中并网装机规模不低于300万千瓦。不到一周前,福建省人民政府门户网站也发布了《福建省“十四五”能源发展专项规划》,“十四五”期间增加海上风电并网装机410万千瓦,新增开发省管海域海上风电规模约1030万千瓦。

截至今年6月,福建、广东、浙江、广西等沿海省份“十四五”海上风电发展规划相继出炉,粗略统计,各沿海省份海上风电开发目标已超过了5000万千瓦,这也意味着我国海上风电正步入快车道。

## 政策力推产业发展

福建是我国海上风电起步最早的省份之一,从最新发布《“十四五”能源发展专项规划》来看,“十四五”期间福建省将积极推进规模化集中连片海上风电开发,在保障国防、海事、通航、生态等要求的前提下,新增开发规模将达1030万千瓦。同时,福建省将推动深远海海上风电项目进展,加强建设条件评估和深远海大容量风电机组、远距离柔性直流输电、海上风电融合发展多个领域的技术论证,示范化开发海上风电装机规模将达480万千瓦。

除此以外,今年上半年,广东、浙江等海上风电装机大省也陆续公布了最新开发目标。《广东省能源发展“十四五”规

划》指出,将规模化开发海上风电,打造粤东、粤西千万千瓦级海上风电基地,新增海上风电装机容量约1700万千瓦。

不仅如此,广西、山东等海上风电初兴省份今年也陆续发布了“十四五”海上风电规划,测算显示,规划开发容量超过了2000万千瓦,海上风电新增装机停滞多年的海南也公布了300万千瓦发展目标。

睿咨得能源可再生能源分析师向记者表示:“政策规划的推动一直是我国可再生能源市场发展的主要推动因素之一,各沿海省份在‘十四五’规划中为海上风电提出了具体目标,足以证明各省份对海上风电发展的重视,给予了市场更多信心。在政策规划的支持下,海上风电的规划审批等流程也将更加顺畅,有利于项目推进。此外,广西等海上风电新兴市场也在积极规划海上风电项目,未来我国海上风电的发展将更加多元化。”

## 呈现规模化、多元化趋势

从各省份能源规划来看,“集中连片开发”“海上风电基地”“突破深远海技术”“海上风电融合发展”等成为“十四五”海上风电发展的“关键词”。

《广西可再生能源发展“十四五”规划》显示,将按照规模化、集约化、可持续发展要求,坚持集中连片开发,试点先行,加快发展,打造若干个百万千瓦级海上风电基地,实现海上风电零突破。浙江省也发文称,将着力打造百万千瓦级海上风电

基地,到2025年,全省风电装机达到641万千瓦以上,其中海上风电达500万千瓦以上。

上述可再生能源分析师表示:“目前我国海上风电单个项目容量以30万—50万千瓦居多,但未来海上风电单体项目规模将更大,这不仅可以使项目的规模经济得到更好的体现,降低施工、安装、运维等环节的成本,可以有效规划建设一些配套设施,比如海上升压站、输电线等,提高配套设施的使用效率。”

值得注意的是,浙江省更是在其规划中指出,将探索近海及深远海“海上风电应用基地+海洋能+陆上产业基地”发展新模式。海南省在其《海南省海洋经济发展“十四五”规划(2021—2025年)》中则指出,将加快发展海上风电等清洁能源,推进沿海化工产业绿色循环发展,同时坚持节约集约用海,重点支持海上风电与海洋牧场等其他开发利用活动融合开发,实现与生态、渔业、旅游等协调发展。

实际上,将海上风电与绿氢、漂浮式光伏等结合的多能互补项目已在欧洲落地。业界普遍认为,随着海上风电走向深远海,氢能市场不断成熟,海上风电项目也必将形成更加多元化的应用场景。

## 仍需持续降本

在厦门大学经济学院中国能源经济研究中心教授孙传旺看来,沿海各地陆续出台海上风电发展规划与利好政策,加之绿电交易市场逐步完善,这些因素都有利

于稳定市场投资预期。同时技术进步正不断驱动供应链及运营成本下降,海上风电项目收益率也有所提升,这都将加快海上风电规模化发展,“十四五”期间我国海上风电发展前景将颇为广阔。

实际上,近两年来,我国海上风电装机迅速提升,目前已成为全球最大海上风电市场。据国家气象局发布的研究,我国离岸200公里范围内,近海和深远海风能资源开发潜力可达约22.5亿千瓦。然而,根据中国可再生能源学会数据,截至2021年底,我国海上风电累计装机容量仅约为2535万千瓦,这也意味着海上风电还有更大的市场潜力可挖。

虽然市场空间巨大,多位业内专家却表示,成本偏高仍是制约海上风电规模化发展的一大挑战。上述可再生能源分析师向记者表示:“目前海上风电的成本仍偏高,在完全没有补贴的情况下,海上风电项目的盈利面临较大的挑战。省级的补贴则可以为市场提供一个缓冲,为海上风电项目的降本提供更多时间和支持,也会使得开发商更加积极地寻找降本增效的途径。”

据了解,目前广东、浙江、山东等省份已出台了省级海上风电补贴政策,具体手段包括加大绿色金融支持力度、提供电价补贴等。

中国可再生能源学会风能专业委员会秘书长秦海岩也曾指出:“目前海上风电还无法做到平价上网,仍需政府提供适当的支持,从而保持一定的开发规模,形成市场拉动,确保技术进步持续下去。”