

地质储氢是大规模储氢优先发展路径

——访中国工程院院士、中国科学院武汉岩土力学研究所研究员杨春和

■本报记者 张胜杰

在2025年深地能源开发高端论坛的会议期间,中国工程院院士、中国科学院武汉岩土力学研究所研究员杨春和在接受《中国能源报》记者采访时强调,“大规模储氢中,地质储氢是当前最可行且优先发展的主要路径。”

作为主导中国科学院武汉岩土力学研究所与中国平煤神马集团联合实施的国内首个深地盐穴大规模储氢项目的专家,杨春和在地质储氢领域颇有心得。

■“氢能应用需要规模化存储

“加快非化石清洁能源利用是全球能源发展大趋势,也是我国能源发展的优先方向。氢能是解决能源可持续发展的有效路径。”杨春和向记者指出,以当前国家对氢能发展规划的目标,必须采用地质储氢模式才能满足需求,氢燃料电池、储氢瓶、储氢罐与地质储氢相比,就像矿泉水瓶子和水库的差别一样。“如果是小规模地利用氢能,前者尚可适用,而到百万吨级、千万吨级的氢能产能之时,地下盐穴储氢、人工开挖洞穴储氢等地质储氢模式必不可少。”

■“依托盐穴储氢已有成功案例

杨春和告诉记者,目前盐穴储氢已有成功案例,一个位于河南平顶山,另一个在湖北大冶。



在平顶山市,原本闲置的地下盐穴正化身为储能的巨型“仓库”。据杨春和介绍,平顶山项目的氢来自化工厂的副产氢,储氢方是一家盐化工企业,通过在盐矿周边选址,建设了盐穴储气库,将氢气储存起来,建立稳定输出的氢气管网。该盐穴储氢库示范工程于2024年11月开工建设,计划储存150万立方米的氢气。

湖北大冶绿电绿氢制储加用一体化项目,是湖北省唯一入选国家发改委“绿色低碳氢能创新应用示范工程”的氢能项目,总投资34.37亿元。该项目采用“碱性+PEM电解槽”双技术路线,构建光伏发电、绿氢制备、储运加注全产业链,年产绿氢1800吨,配套建成中部五省首台PEM质子交换膜电解槽设

备。氢气储存采用氢气球罐及废旧矿山改造的岩穴储氢库,制氢过程实现全零碳排放。

值得注意的是,该项目以“全环节应用、一体化运行”理念为引领,采用复合衬砌式储库建造、智能化管控等技术,聚焦岩穴储氢关键技术展开系统性试验。

不同于传统高压氢气球罐,项目依托矿山山体改造岩穴储氢库,同步探索氢气密封、智慧管控等核心环节,致力于推动储氢装备全产业链国产化替代与核心工艺自主可控。“建成后,将成为国内首例岩穴储氢工程化验证平台,为氢能大规模消纳与战略储备提供‘大冶方案’。”据杨春和透露。

■“依然存在多重挑战

目前,地质储氢尚处于发展的前期,充满了无限的可能与潜力,但挑战亦不能回避。

杨春和坦言,我国对氢能的认识,依然处于“说得多,做得少”的状态。规模化应用氢能,利用天然气掺氢可能是第一步,目前在欧洲已经实现了。但我国对于氢能的认识依然存在一定误区,对其是危化品还是能源的认识存在偏差。

事实上,改变人们对氢能安全性的看法不是一蹴而就的,需要花费大量的时间、精力和人力去科普氢能相关知识。

矿山生产如何节能增效

■本报记者 杨沐岩

作为高能耗工业场景,电力需求贯穿采掘、运输、洗选等煤炭生产的多个环节,大型煤矿每年用电量可达数千万甚至上亿千瓦时。随着智能化、现代化设备的快速普及,矿山对电力的依赖程度进一步提升。

然而,高端装备持续推广,带动矿山单位产品能耗持续下降;矿区新能源开发不断推进,绿电有望助力矿山电力供应自给。未来,伴随绿电替代更加可靠、矿山装备持续更新、开采系统更加智能,煤炭生产将更清洁、更高效,为煤炭企业带来更好的效益。

■煤炭生产耗电不少

“在煤矿中,生产涉及的多个环节都会大量耗电,主要包括井下提升运输、通风排水、采掘设备、电气化配电系统等。另外,地面运输、洗选、装卸等工序也有大量电力消耗。”中国矿业大学(北京)能源与矿业学院副教授王兵在接受《中国能源报》记者采访时指出,根据矿井规模的不同,一座煤矿年用电量可达数千万甚至上亿千瓦时。

以年产能2000万吨的中煤陕西大海则煤矿为例,该矿每年消耗电力8216万千瓦时。而我国人均用电量约为1000千

瓦时,也就是说,这座煤矿一年的电力消耗相当于8.2万人的生活用电总量。

据中国煤炭工业协会统计,去年全国大型煤炭企业原煤生产综合电耗达23.7千瓦时/吨,同比上升了3%。

去年,国家发改委等部门发布《关于加强煤炭清洁高效利用的意见》提出,健全煤矿节能降碳标准体系,促进高效技术和设备应用以及余热、余压等资源综合利用,深入挖掘生产系统节能潜力,合理降低煤矿生产能耗。到2030年,实现生产能耗强度逐步下降。

王兵认为,煤矿生产的节能改造应从低碳电力替代、设备更新智能化控制系统、流程与系统优化、管理机制强化等多个维度发力。“这些措施能够保证矿山安全、高效、低碳化运行,也可助力控制和降低矿山总体能源消耗。”

■智能“提效”也“增耗”

就像自动驾驶等智能技术往往配备于电力充足的电动汽车。同样,近年煤矿现代化、智能化建设不断提速,更高效、更智慧的设备被越来越多地应用于生产现场,但同时,这些设备也带来了更高的能耗需求。

“随着矿山现代化、智能化水平不断

提升,自动运输、无人巡检、电气化设备等投入使用增加了矿山用电量。”但王兵同时也表示,从中长期看,煤矿智能化可通过更高效地运行、智能控制和优化调度来降低单位煤炭产量电耗,从而在保障产能、提升安全与效率的前提下,实现节能降耗。

去年,全国大型煤炭企业原煤生产综合电耗同比上升的同时,原煤生产综合能耗同比下降12.2%,降至7.9千克标准煤/吨。

王兵指出,综合能耗同比下降,说明大型煤炭企业在能耗总量上已经实现了较大改进。同时,电力使用比例上升,电耗出现上涨,意味着煤炭生产运输过程随着电气化、自动化、智能化水平提升,更多依赖电力装备和电力运输系统,从而实现了矿区煤炭生产运输环节的能源消费结构转型。“煤矿生产正在从传统的高燃料消耗、机械驱动模式,向电气化、自动化、低碳化驱动模式转型。”

■绿电替代大有可为

近年来,一批煤炭企业积极寻求风电、光伏等新产业发展机会。中国神华近年设立了多家新能源公司,截至2025年9月,光伏装机已达102.5万千瓦。今

年上半年,中煤集团联合国家电投、中广核、中国能建等新设10余家新能源公司,加速拓展新能源业务。

土地资源是煤炭企业拓展新能源业务的重要优势。截至2024年底,我国采煤沉陷区面积约200万公顷,这些闲置用地为新能源项目提供了现成场地。通过矿区自有电网可以直接消纳新能源发电,形成“源网荷储”一体化项目,是矿山实现绿电替代、生产减排的可行道路。

日前,国家能源局发布《关于推进煤炭与新能源融合发展的指导意见》提出,到“十五五”末,煤炭与新能源融合发展取得显著成效,煤炭矿区光伏风电产业发展模式基本成熟,电能替代和新能源渗透率大幅提高,建设一批清洁低碳矿区,煤炭行业绿色发展动能进一步增强。

矿山用电不仅注重功率和效率,由于矿业开发通常位于地下,环境封闭且通风采光相对不足,一旦出现电力中断,不仅会影响正常开采作业,还可能对矿工生命安全构成威胁。“对矿用电源来说,安全、稳定、可靠等特殊要求同样重要。因此,矿用电源系统设计往往更为严格,成本、运维要求也更高。”王兵表示。

“矿山生产的绿电替代正逐步推进,但新能源作为主力电源稳定支撑矿山生产,仍存在挑战。当前矿山对绿电的依赖程度仍偏低,当前主要集中在矿区运输、生产生活、矿区供热等方面。”王兵指出,可再生能源在矿区的进一步推广利用,仍需持续优化供电稳定性、连续性,适应矿山生产的高负荷要求。

● 关注

本报讯 “基于量子‘观测即塌缩’的物理属性,黑客一旦实施攻击窃取行为,即改变了量子态,同时基于量子‘不可克隆’的物理属性,攻击者也无法完美复制一份一模一样的量子态。”11月14日上午,在第二十七届中国国际高新技术成果交易会上,一段生动形象的动画正在向来宾演示如何通过量子加密技术为正在举办的十五运盛会打造一面坚韧的数据安全“保护盾”。

这面“保护盾”正是南方电网深圳供电局携手华为技术有限公司搭建的全球电力行业首张“通量一体”量子加密专网,该专网用于十五运保电重要关键站点,实现十五运电力指挥中枢到前线保电指挥部全链路、端到端电力通信量子加密。本次双方合作促成全球电力行业首次实现量子加密与通信光传输设备的深度融合,并成功应用于电力关键业务场景,推动电网数字化与智能化安全防护体系迈入全新阶段。

面对即将到来的量子计算时代,通信解密技术迭代更新,原本传统计算机解密传统通信数据需要花费几十年时间,现在通过量子计算解密仅需片刻即可完成,这对电网企业通信加密技术有了更严苛的要求。

据悉,“通量一体”量子加密专网运用量子加密技术,基于通信传输和量子加密融合一体平台——华为OptiXtrans E6616为载体,构建起一条从电力调度中枢到重要赛会场馆全链路的量子加密通信线路。十五运期间,“通量一体”量子加密专网运用于十五运重要站点生产实时控制业务、智能专网业务(站内无人机巢、四足机器人、摄像头智能终端信号)及视频会议业务等电力通信关键业务场景,实现电网全链路透明化的监测和数据高效安全的传输。量子加密设备在复杂城市电网环境中表现稳定、兼容性优异,完全满足各类关键业务对高安全性、实时性与可靠性的严苛要求。

值得一提的是,“通量一体”量子加密专网基于量子加密功能板卡化,可直接加载于深圳供电局现网通信设备,无需新增购买设备、无需占用额外光纤资源、显著降低建设与运维成本。“本次应用部署在不改变原有网络架构的基础上,实现通信安全能力的跨越式提升,为指挥中心与赛事场馆之间传输的电力数据打造一把本质安全、无法破解的量子加密钥匙。”南方电网深圳供电局“通量一体”量子加密专网建设项目负责人刘植伟表示。

(郑婕莹 吴彤浩)

『通量一体』黑科技护航十五运保电
全球电力行业首张『通量一体』量子加密通信专网在深应用



中国南方电网
CHINA SOUTHERN POWER GRID
超高压输电公司

万家灯火 南网情深
西电东送 东西双赢

中国南方电网有限责任公司超高压输电公司(宣)