

# 智能设备促进薄煤层高效开采

■本报记者 杨沐岩

日前,在中国煤炭工业协会举办的全国煤矿薄煤层智能开采经验交流现场会上,《中国能源报》记者了解到,我国已探明的薄煤层可采储量约为61.5亿吨,占煤炭总可采储量的20.4%。同时,薄煤层开采也受到空间小、效率低、经济效益低等多重难题制约。

近年来,智能化为薄煤层开采困境提供破局之道。煤炭生产企业联合科研院所、高等院校开展技术攻关,成功研发应用先进采煤装备,建成一批薄煤层智能综采工作面。伴随工业物联网、人工智能和数字孪生等技术不断完善,薄煤层智能化开采迎来新机遇。

## ■ 储量、开采难

中国煤炭工业协会副会长刘峰指出:“目前,我国1.3米以下的薄煤层约占保有储量的20%,尤其是四川、重庆、湖南、湖北等地区,薄煤层保有储量50%以上。”

在山东能源集团杨村煤矿,记者看到该矿薄煤层采煤工作面仅有一人高,刮板输送机、液压支架和线缆占据巷道大量空间,可通行区域十分有限。杨村煤矿工作人员向记者表示,该矿工作面的最低处甚至不足一米,人员需要爬行通过,在如此狭窄的空间内进行人工开采,不仅劳动强度大,产能也难以提升。

中国工程院院士王治国表示,在我国各矿区探明资源中,84.2%的矿区有1.3米以下薄煤层分布。多数矿区薄煤层煤质好,其中一部分已经成为煤矿主采煤层。薄煤层还可作为高瓦斯、冲击地压中厚煤层的解放层开采,并解决下部厚煤层开采压茬问题。目前,薄煤层开采产能和经济效益较低,主要原因在于技术装备不足。

王治国指出,薄煤层工作面受地质影响较大,工况多变,常规开采工艺无法支持复杂条件下连续高效开采。同时,大功率装备往往体积较大,工作面有限的空间严



杨村煤矿佩戴智能设备的工作人员



杨村煤矿的薄煤层开采工作面

重制约开采装备性能。此外,煤层条件变化下的智能开采能力不足、通讯控制联络复杂、设备维护检修困难也是阻碍薄煤层高效开采的难题。

## ■ 智能设备应用有成效

“近年来,一批具有智能感知决策、自主集群控制、安全状态管理的智能化、高端化、成套化采煤装备成功研发应用。”刘峰表示,采煤机方面,研发出0.9米极薄煤层采煤机,解决了薄煤层采煤高度和过煤空间问题;液压支架方面,攻克了薄煤层液压支架顶梁和超大伸缩立柱柱等关键技术,解决了薄煤层开采支护难题。

在杨村煤矿智能化薄煤层采煤工作面,记者看到,工作人员通过键盘输入指令,远处工作面的采煤机传出启动声响,屏幕中数字孪生采煤机同步运转,实时影像显示支架自动跟机。工作人员介绍,采煤机根据算法自动找直,确保高效开采。同时,人工智能自动识别皮带异物、人员摔倒,排除安全隐患。目前,该工作面已实现正常生产条件下常态化无人作业,同时效率和产能双提升。

山东能源集团党委常委、副总经理刘健表示,长期以来,薄煤层开采受限于作业空间小、劳动强度大、产能释放受限等原因,矿井经济效益差。该集团杨村煤矿、滨湖煤矿一度经营困难,2015年曾被列入拟



杨村煤矿的薄煤层开采工作面

关闭矿井,但随着智能化技术装备的成功应用,上述两座煤矿均已具备单面年产100万吨以上生产能力。目前,两座煤矿均已实现盈利,每年仅提高煤质一项即可创效2100万元。

## ■ 持续攻克技术难关

刘峰表示,近年来,煤炭生产企业联合科研院所、高等学校开展技术攻关,从“装备形式”到“配套方式”再到“工艺模式”逐步升级,建成了一批薄与较薄煤层智能综采工作面。除杨村煤矿外,国家能源集团梁家煤矿创新实践“采煤工艺编辑+截割模板”远程操控模式,实现了较薄煤层综采工作面常态化无人生产;淮河能源朱集东煤矿在“大采深、高瓦斯、高地压、高地温”地质条件下,实现了薄煤层智能化高产高效开采;四川嘉阳煤矿创新地面单人简约规划截割、工作面全视频安全巡检生产模式。

“未来,矿山还将基于工业物联网,构建掘进、开采和运输等机器人化系统,并通过数字孪生平台对整个系统进行统筹监管。”中国工程院院士葛世荣指出,“具身机器人是当下人工智能领域的一大热点,智能体能够对环境进行感知,借此修正执行的动作。这一能力也是智能化采煤设备所需要的。”

但如何让开采设备准确识别煤岩、感知顶板压力和截割状态仍是难题。葛世荣表示,煤岩识别是开采设备的导航系统,有了煤岩识别,智能开采设备才能实现自适应截割和优化截割。

据了解,目前,多家煤炭生产企业正加紧煤岩识别关键技术攻关。中煤集团持续研发精准感知、精确定位、规划割煤等关键技术,推进面内常态化无人操作的高级智能化采煤工作面建设。淮河能源正联合相关厂家及科研院所持续探索透明地质技术的应用和精准规划截割。

(本文图片由山东能源集团提供)

# 原创技术是中国光伏的未来

——访常州时创能源股份有限公司董事长符黎明

■本报记者 董梓童

随着我国光伏产业成熟度不断提升,市场化水平也随之提高。为最大限度降低材料价格对供应链的影响,光伏企业越来越重视技术的作用。

今年,常州时创能源股份有限公司(以下简称“时创能源”)推出自主研发的叠栅技术的产品。该技术不仅促使太阳能组件输出功率实现明显提升,还大幅减少了银浆用量,达到降低成本的目的。

在新技术不断涌现的当下,叠栅技术有何不同之处?材料选用和结构方面又怎样另辟蹊径?日前,《中国能源报》记者就此专访了时创能源董事长符黎明。

## ■ 让栅线学会发电

“时创团队研究叠栅技术的初衷,是为了提升栅线导电能力,减少银浆用量。”符黎明说。

据了解,金属化是太阳能电池生产过程中的重要一环。其目的有两个,一是将太阳能电池产生的电流导出,二是与另一片电池形成串联。目前,行业内主流结构是通过副栅线实现第一个功能,通过与其垂直的金属焊带实现第二个功能。以上两种结构在电学和光学两个方面均存在较大提升空间。

“传统太阳能电池栅线呈井字型分布,横向分布的是很细的副栅,纵向分布的是较粗的主栅,焊带和主栅连接,实现导电。”“叠栅”为上下两层结构,下面一层为少量银浆形成的栅线(又称为导电种子层),上面一层为极细的铜丝。”符黎明解释,“下层的导电种子层与电池接触,将电流从电池中导出,同时与上层铜丝形成良好接触。上层的铜丝负责与另一片电池串联。虽然从外观来看,只能看到一层栅线,即上层的铜丝,但实际上有两层栅线,‘叠栅’得名于此。”

上层栅线换银为铜,实现了降本。符黎明表示:“我们从2013年开始着手研发叠栅技术,当时用银量很大,如今,银浆仍然是太阳能电池第一大非硅成本,叠栅技术可以将银浆用量降低75%以上,甚至做到完全不用银。”

为了增效,铜丝栅线还暗藏玄机。“我们把铜丝栅线做成三角形。阳光照射上去,三角形的斜边将阳光反射至太阳能电池表面,直接降低了遮光率。传统光伏产品遮光率约3%,0BB技术产品遮光率为2.5%,叠栅技术产品遮光率可降低至1%以下。”符黎明展示了一组数据,“遮光率每下降1%,太阳能电池效率绝对值可提升0.25%左右。目前市场上比较普遍的2382版型TOPCon组件功率为615瓦,应用了叠栅技术及双POLO电池技术后,组件功率可提升至650瓦左右。”

## ■ 从0到1的突破

十年磨一剑。上半年,时创能源叠栅技术产品在国内外各大光伏展会上展出,市场终于见到其“庐山真面目”。和传统光伏产品不同,外观上叠栅组件不再分布着间隔不一、粗细不一的白色栅线,只能看到

非常细的栅线,仿佛是古琴的琴弦。正因此,时创能源将叠栅技术产品命名为“古琴组件”。

在时创团队看来,选用“古琴”两个字既呼应了产品外观,又凸显了中国特色。“叠栅技术不仅是时创能源的原创技术,更是中国光伏企业的原创技术,代表着中国光伏技术的创新。目前,我们已完成国内和国际知识产权布局,在海外都是独一份,让我们非常自豪。”符黎明表示,“中国光伏产业已实现从0到1的突破,未来,我们希望继续为此贡献力量,这是时创人的心愿,更是光伏产业的共同期待。”

符黎明强调,技术对市场和社会的影响非常大。“用户价值、产业价值、社会价值,缺一不可。从下游终端用户出发,应用叠栅技术产品后,光伏电站投资成本可降低3%左右。光伏组件相同面积发电量可提高5%左右。从产业角度出发,用银量的降低促进了成本下降,助力我国光伏产业竞争力的提升。从社会角度出发,能源转型势在必行,更具优势产品也将助力‘双碳’目标的实现。”

“叠栅技术是共享技术,我们永远期待新伙伴的加入。”符黎明指出,叠栅技术是一种泛半导体金属化技术和电池串接方式的结合。“它并不是改变了整个电池的结构,而是可以和其他晶硅太阳能电池技术融合发展。当然,针对不同技术路线,需要做一些新的磨合和调整工作。为了最大化发挥不同技术的优势,叠栅技术与之结合发展的时候侧重点也会不同。时创团队希望促进太阳能电池和组件实现功率和转换效率的提升,不断提升产品的综合实力。”

## ■ 锚定科技促创新

“创新并非易事,其中的艰辛难以想象。”符黎明表示,“10年间,遇到过不少在当时觉得解决不了的问题、跨不过去的坎。从理论计算到材料研发,再到工艺及设备,最终才是规模化、产业化和商业化。”

“要保持领先,就要不断进行技术创新。”符黎明认为,经过几十年的发展,我国光伏产业已经从“有没有”跨越至“好不好”的发展新阶段。“创新讲究的是工匠精神,做一件事要沉下心来,不断地琢磨,这是一个长期过程。”

深耕光伏产业多年,符黎明深谙这一道理。“尤其是在技术快速迭代期,整个产业技术百家争鸣的情况下,保持合理、积极、上进的创新研发环境很重要。在时创团队看来,每一个技术都有自身优势,未来产业也将呈现多项技术并存发展的局面。”

不否定任何一种技术——这是时创能源的“修身之道”。“不同产品在下游终端面对的是不同的应用场景。作为一家技术输出公司,时创团队主要做好技术输出工作。不仅是光伏产业,我们对其他新能源产业也十分关注。随着新型电力系统建设加速推进,‘风光’绿电要解决的是波动性、间歇性、随机性难题,为此,我们还在做储能方面的研究。”符黎明总结,“将可再生资源变成稳定输出的基础能源,这是时创能源的梦想。”

“构建以新能源为主体的新型电力系统,对以光伏为代表的新能源提出了具备独立性、安全性的新要求。随着新能源在电网中渗透率越来越高,要实现平滑输出,光伏势必要与储能结合,让新能源成为一种稳定独立的电源。”天合光能全球营销总裁杨豹近日在接受《中国能源报》记者采访时表示,“天合光能作为一家多元化发展的公司,始终呼吁产业融合发展,以更好的质量和标准推动新能源市场健康发展。”

全球能源转型势不可挡,光储融合已经成为业界广泛选择的高性价比方案。

## ■ 光储融合发展加速

“近年来,为解决电网安全平稳及调峰调频的需求,国内外储能装机量都呈高速增长态势。从电网安全角度来看,大家已经逐步认识到储能的价值,对新兴储能技术寄予厚望。”天合储能总裁孙伟告诉《中国能源报》记者,“在此背景下,光储融合成为光伏产业发展的重要方向。”

国家能源局数据显示,储能项目正在多应用场景发挥功效,逐步成为新型电力系统构建的重要支撑。在促进新能源开发消纳方面,截至2023年底,新能源配建储能装机规模约1236万千瓦,在提高系统安全稳定运行水平方面,独立储能、共享储能装机规模达1539万千瓦,占比呈上升趋势。此外,广东、浙江等地工商业储能迅速发展,服务用户灵活高效应用。

面向庞大的储能装机需求,天合光能推出首款AI仿生液冷工商业储能系统Potentia蓝海2,新一代柔性液冷电池舱Elementa金刚2,还有500+Ah大容量电芯,引领下一代7MWh储能技术和储能系统新时代。

以大型地面电站场景为例,天合光能至尊N型720W系列和至尊N型625W系列组件具备功率性能;与之适配的开拓者跟踪支架具备设计灵活、快速安装、更易运维、更低发电损失等优势;5MWh新一代柔性液冷电池舱Elementa金刚2还可搭载314Ah自研天合芯,目前已实现全面量产、全球交付,这也是行业为数不多正式交付的5MWh产品。

## ■ 修炼“内功”把好安全关

项目模式相对更加多元的工商业场景下,储能系统同样具有巨大潜力。此前,天合光能Potentia蓝海在各地区竣工多种项目模式,在15年生命周期内,比同类产品可提高30%以上经济收益。今年6月,天合光能发布首款AI仿生液冷工商业储能系统Potentia蓝海2,产品应用参数全

# 光储融合提速 数智赋能天合方案

■本报记者 李丽雯

方位升级,实现更大储能容量、更高吞吐效率、更长循环周期以及更小的占地面积的产品优势。

值得注意的是,该款产品搭载了全栈自研车规级A级优+314Ah天合芯,整机依托Pack Pro电池模块消防设计,从芯到舱构筑产品安全。

“在工商业储能领域,由于环境和场景相对复杂,与日常生活贴近,一旦发生爆炸、起火或热失控等事故,产生的负面影响难以估量。”孙伟强调,“储能安全性对业主和使用者的来说是重中之重。”

为此,孙伟表示,天合光能正积极与国家相关部门以及行业共同推进建立相关行业标准,希望在工商业储能“爆发元年”就建立安全意识和安全标准;同时,天合光能还将修炼“内功”,通过优化设计和严格管理,将安全风险降到最低。此外,企业还应更加关注工商业储能系统运维工作,天合光能正不断加深数字化、智能化手段应用,保障出现异常情况时得到及时反馈、切断以及隔离。

## ■ 发挥制造优势迈向智能化

“除了采取多种措施降低储能系统安全风险外,要降低电芯储能本身存在的安全风险,还需要不断探索前瞻性技术、先进性技术,创新的脚步不能停止。”孙伟进一步表示。

面向未来,天合光能立足高端,不仅实现了电芯产线、PACK产线,在硬件、工艺上达到行业领先,更是力推智能化、自动化、信息化发展,发挥自身“制造基因”优势,引领行业变革。

“多年来,天合光能在积极推动AI模型各领域的应用,目前,天合储能制造过程中有4000多个质量控制点是数字化全覆盖,关键工序都能够通过信息化系统基本实现自识别、自反馈、自调整、自学习。随着自建产能交付越来越多,积累的数据越来越多,新产品销售越来越多,就能够不断优化内部数学模型,实现制造成本下降,同时还能通过自动化无人工厂的推广,提高最终产品的安全性能和使用寿命,为提高全生命周期收益做出有力支撑。”孙伟进一步指出。

最新数据显示,从投资规模来看,“十四五”以来,新增新型储能装机直接推动经济投资超千亿元,带动产业链上下游进一步拓展,成为我国经济发展“新动能”。

火热市场之下,杨豹强调,冷静思考或更为重要。“头部企业应以身作则,把控产品质量、标准,还应将多元化产品结合起来,按照头部企业的标准将其更好地推向市场,共同推动行业理性健康发展。”