

全球首台明阳“木星一号”30MW级纯氢燃气轮机正式下线

氢能驱动燃气轮机走向绿色

■ 本报实习记者 杨沐岩



明阳“木星一号”纯氢燃气轮机 杨沐岩/摄

日前,由明阳智能子公司明阳氢能动力科技有限公司(以下简称“明阳氢能”)自主研发推出的30MW级纯氢燃气轮机正式下线。据介绍,该款燃气轮机是全球首款30MW级纯氢燃气轮机,搭载明阳氢能自主研发的“木星一号”纯氢燃烧室,可实现100%纯氢燃烧和零碳排放。

明阳氢能创始人、总经理王永志向《中国能源报》记者表示,该款纯氢燃气轮机的顺利下线得益于明阳在技术集成方面的优势,未来明阳将成为纯氢燃气轮机这

一高端装备制造领域的“组局者”,而新能源的引入也将使燃气轮机这一传统设备在新型电力系统中担任新角色。

■ 为传统燃气轮机换上“氢心脏”

王永志表示,“木星一号”最重要的创新就是为传统的燃气轮机换上了“氢心脏”。目前,国内外厂商都在积极研发掺氢、纯氢燃气轮机。“传统燃气轮机拥有较高的技术壁垒,但在纯氢燃气轮机技术方面,我们面临的机遇大于挑战。”

明阳氢能燃烧总师刘潇介绍,纯氢燃气轮机面临三大关键问题:回火、热声振荡和NOx(氮氧化物)排放。当燃烧室处于严重回火自然和燃烧不稳定状态时,不仅头部会被烧蚀,还可能造成部件或整机损坏。另外,由于氢气燃烧温度较高,易将空气中的氮气转化为NOx。“基于纯氢燃料,通过理论分析、数值仿真和试验测试等综合手段,不断优化燃烧室结构,实现纯氢燃气轮机燃烧室的低排放和高效稳定燃烧。”

王永志认为,纯氢燃气轮机优势明显,

除了具有燃气轮机优点外,还具有不排放二氧化碳的突出优势,是理想的“零碳技术”。“木星一号”燃料拓展性强,采用模块化设计,便于更换维修,运维成本大大降低。他指向机身上两种不同的燃烧室说:“我们的产品采用最新增材制造技术,可加工结构复杂的燃烧室,产品迭代速度快。”此外,易维修、低成本,赋予了产品较高的性价比。

■ 提供“风光氢储燃”解决方案

王永志指出,氢的利用方式多样,但经济性差一直是困扰行业的难题。利用风光发电制取绿氢,本质上是将氢作为储能介质。明阳氢能提出的“风光氢储燃”一体化解决方案抓住氢的储能特性,有效解决储氢、运氢难题,采用就地制氢、常压储氢、就地消纳、调峰发电,使其优势最大化。“风光氢储燃”一体化解决方案作为当下新能源亟需的大规模、长周期储能方案,具有高性价比。

刘潇以1GW风光氢储燃一体化方案为例进行介绍。他表示,在风电、光伏发电过剩时,利用弃电/谷电制取绿氢,利用球罐储氢可实现跨天、跨月、跨季节储能。待风力、光照较少时,再将储存的绿氢用于氢燃气轮机发电、供热,从而实现灵活性资源削峰填谷、平抑新能源并网波动、提升电网调节和安全稳定目标,加快构建新型电力系统。该方案储能时长超8小时,经测算,全投资收益率可达6%。

“风光氢储燃”一体化解决方案将首先应用于风光新能源资源丰富地区,助力绿

电就地消纳。待项目示范后,可推广至峰谷价差大的地区,通过“谷电制氢、尖峰发电”模式,对现有燃气电厂进行掺氢、纯氢升级改造,可实现低碳、零碳排放。”据王永志介绍,该方案利用价格低廉的低谷电制氢,在用电高峰时,利用氢燃气轮机发电的尖峰电价实现峰谷价差套利,在削峰填谷的同时减少传统燃气轮机发电的二氧化碳排放。

■ 助推“氢能+燃机”迈向新阶段

自“双碳”目标提出以来,我国氢能产业热度攀升,发展进入快车道。作为全球最大氢气生产国,2022年中国氢气产量3781万吨。国际氢能委员会预测,2050年全球氢能需求将增至目前的10倍,同时2050年全球氢能产业链产值将超过2.5万亿美元。

据了解,目前氢能的应用,除工业领域外,主要用于燃料电池驱动汽车,对绿氢需求有限。王永志表示,此次下线的30MW级纯氢燃气轮机,配置10组独立的“木星一号”纯氢燃烧室,能够大规模消纳绿氢,每小时最大耗氢量3.8万立方米,每年可消耗绿氢1万吨,相当于5万辆氢燃料电池乘用车年用氢量,年发电调峰近2亿千瓦时。此外,全球燃气轮机装机规模较大,占发电总装机比重近1/3,燃机行业也在寻求零碳排放方案。随着全球风电、光伏装机量快速上升,传统火电逐渐退出,如果既有的燃气轮机燃料能够逐渐向氢能等可再生能源过渡,燃机行业将借助氢能焕发新的生机,市场前景广阔。

国家管网成立储能公司

开展储气、储氢、储二氧化碳、储空气等技术研究

■ 本报记者 梁沛然

日前,国家管网集团储能技术有限公司(以下简称“储能技术公司”)在沪成立。天眼查数据显示,储能技术公司由国家管网集团全资持股,注册资本达50亿元。

在揭牌活动上,上海市委书记陈吉宁表示,国家管网集团是国内最大的专业化能源基础设施运营者,随着上海加快推动经济社会发展全面绿色转型,双方合作空间更为广阔。希望在沪新机构设立为契机,进一步加强沟通对接,加大新型储能、清洁能源等领域合作,推动更多新技术、新装备在沪研发应用,更多新业务、新模式在沪探索试点,助力打造绿色低碳供应链体系,更好服务新兴产业高质量发展和市民群众高品质生活。

国家管网集团董事长张伟表示,国家管网集团着眼服务国家能源安全新战略,聚焦绿色低碳发展,持续推动科技创新,加快优化业务布局,深化新型储能合作,加强区域能源保障,共同推动绿色低碳供应链体系和现代能源交易体系建设,为国家发展大局作出更大贡献。

值得注意的是,储能技术公司将加快开展储气、储氢、储二氧化碳、储空气等技术研究,催生新兴产业新业态新模式,而非跨界进入电池等储能领域。

资料显示,一直以来,国家管网集团积极促进清洁能源利用,加快优化调整用能结构,推进资源全面节约、集约、循环利用。根据集团发展规划,力争到“十四五”末,用于工程建设消耗的能源总量控制在550万吨标准煤以内,二氧化碳排放总量控制在1650万吨以内;天然气、原油、成品油管道单位周转量能耗分别降低15%、5%、4.5%,以积极行动助力能源绿色低碳发展。

在推进管网绿色低碳转型方面,国家管网集团发布的《国家管网集团碳达峰行动方案》显示,未来国家管网将加快低碳管理体系建设,正式运行温室气体统计管理信息平台,推动集团公司实现绿色低碳高质量发展,国家管网集团将进一步加强环境管理,积极促进清洁能源利用,加快优化调整用能结构,推进资源全面节约、集约、循环利用。

国务院发展研究中心资源与环境政策研究所研究员郭焦峰表示,压缩空气储能、压缩二氧化碳储能以及氢储能等技术则被视为能用于填补长时储能空白的新兴技术路线。储能技术公司的成立,将进一步加强管网和储气设施消纳可再生能源的关键作用,成为气电调峰、掺氢输送、能量转换与储存等的重要载体。

“油气管网系统和调峰设施都需要绿色能源。此次储能技术公司成立,一方面可以发挥自身优势,通过压缩空气储能等技术,比如像金坛储气库,利用空气来储能、发电的电站,削峰填谷,确保谷电不浪费、峰电有加持,解决绿色用能和应急调峰问题。”郭焦峰说,“另一方面,油气管网、储气库和LNG接收站等储运基础设施周围土地也建有光伏、地热能等清洁能源,储能技术公司可以把这些绿色能源充分利用起来。因为这些清洁能源需要‘看天吃饭’,具有波动性,通过储能可以把不稳定的能源变成稳定的能源,满足日常用能需要。对于降低成本、增加供应能力大有益处。”

“十四五”华南地区首个抽水蓄能工程进入建设新阶段

重峦叠嶂中的金色工地显得尤为醒目,机械轰鸣,热火朝天的繁忙施工给寒冬增添了暖意。这里是坐落于南宁市武鸣区的位列国家“十四五”102项重大工程、“十四五”华南地区首个抽水蓄能工程的南方电网南宁抽水蓄能电站(以下简称“南宁抽蓄”)建设工地。

2023年12月28日,该工程的地下厂房全部开挖完成,标志着工程进入机电安装的新阶段。与此同时,地下洞室、上下水库的建设施工全面推进,工程形象总进度超过30%,正在为实现2025年底前电站投产发电目标而加速冲刺。

■ 精建“房”以“雕刻家”精神处理开挖细节

穿过1600多米的交通洞,来到位于距地面约100层楼房高度、垂直距离近300米的地下厂房。这座巨型的电力“地宫”,长180米、宽26米、高57.15米,体积相当于130个标准泳池大小。

作为整个抽水蓄能电站的“心脏”,地下厂房将安装水泵水轮机、发电电动机、球阀等设备,布置水、油、气、通风、消防等系统,用电低谷时水泵机利用多余电能把水从下水库抽到上水库,用电高峰期时把上水库的水放到下水库,通过水轮机转化为电能。“南宁抽蓄距离市区仅40公里,靠近负荷中心,总装机容量为120万千瓦,每年最多可消纳清洁能源25亿度,相应可减少二氧化碳排放190万吨。我们要以‘雕刻家’精神把工程建成新时代绿美广西的‘旗舰’抽蓄电站。仅厂房选址,我们前后就比选过3次,最终选定了这个基岩完整、结构面少、围岩稳定性好的位置。”南网储能公司南宁抽水蓄能项目总工程师朱泽宽表示。

选址是厂房开挖的第一步,将工程量大、施工复杂、质量要求高的厂房“雕刻”出来,意味着要在开挖过程中把安全、参数、工法、温度、速度、性能等多方面的管控均做到极致。

“开挖到第一层,我们就遇到了岩石剥落、掉块、弹射型岩爆等地下应力释放的突发情况,如不及时有效处理,后果不堪设想。”南宁抽水蓄能项目部厂房施工负责人陈健华回忆,对此,业主方组织施工队深入查勘岩石条件,迅速摸清岩爆发展规律,探索出“注水降低围岩硬度、打孔释放高地压力、封闭开挖面防止岩石崩落”的“三步法”,有效控制了作业安全风险。

爆破、支护、混凝土浇筑是厂房开挖的三大流程。“每个施工流程,各个作业细节,我们都追求‘精准’二字,但实现精准的方式方法各不相同。”陈健华说。

“半孔率”是衡量爆破性能的关键指标。所谓“半孔”,是指爆破前在指定位置的钻孔内放置炸药,爆破后,理想情况是钻孔剩余一半残留。“半孔率”高,说明爆破对周

边岩体的破坏程度小。在厂房顶拱,团队进行了一系列爆破试验获取理想参数,采用激光精准定位孔位,半孔率高达95%以上;在安装洞端墙,团队采用深孔预裂的方法把握钻孔精度,半孔率接近100%……

对于爆破后的支护,团队经研判不同围岩爆破后的完整性及掉块风险,采取三种差异化的支护方式,在降低岩石失稳塌落风险的同时保证施工效率。岩壁吊车梁是厂房桥机运行的支撑,其混凝土浇筑质量直接关系到厂房桥机的安全稳定。混凝土浇筑后,会产生水化热反应,导致内部温度不断上升,当与外部空气温度差值超过20摄氏度,就会产生裂缝。对此,团队打出采用早起水化热较低的中热水泥浇筑、加冰和冷水拌制、埋设水管通水冷却等温度控制的“组合拳”,最终满足了混凝土入仓温度不高于25摄氏度、内外温差不超过20摄氏度的苛刻不开裂要求。

南宁抽蓄厂房单元工程优良率高达95%,达到国内领先水平。“安装间的端墙由于爆破质量极高,达到无需进行混凝土浇筑便可直接投入生产使用的工艺条件,这在网内还属首次。”陈健华自豪地抚摸着光滑的墙面。

■ 利器造“洞” 高端技术装备为工程建设赋能

走进工程的自流排水洞深处,只见一条长约52米、重约220吨的“白色巨龙”在山体内掘进,南网标志涂在机械“尾部”,“南宁一号”四个大字印于侧身。

据了解,这套代表目前隧洞施工技术最先进水平的装备叫“全断面硬岩隧道掘进机”,简称“TBM”。2022年11月1日,“南宁一号”四个大字印于侧身。

据了解,这套代表目前隧洞施工技术最先进水平的装备叫“全断面硬岩隧道掘进机”,简称“TBM”。2022年11月1日,“南宁一号”四个大字印于侧身。

据了解,这套代表目前隧洞施工技术最先进水平的装备叫“全断面硬岩隧道掘进机”,简称“TBM”。2022年11月1日,“南宁一号”四个大字印于侧身。

“TBM掘进隧洞不仅在速度上为传统人工钻爆的4倍,而且大大降低了人工作业存在的安全风险,长达5099米的自流排水洞目前已打通约4400米,有望在春节期间实现全洞贯通。”南宁抽水蓄能项目副总经理龙方介绍。

运用高端技术装备实现“机械化换人,自动化减人”在建设现场随处可见。在下水库的导流洞,“明星装备”悬臂掘进机正在加快作业。“利用这套装备,可以将每天的钻掘进尺由1.5米提升至6米,而作业人员可由10人降至2—3人,对导流洞正上方的民宅不造成影响任何影响。”龙方表示。据了解,抽水蓄能电站输水系统复杂,南宁抽蓄的大小洞室接近20个。在技术装备的赋能下,超过90%的洞室均已实现安全贯通。

■ 聚“渣”成“坝” 就地取材最大程度保护水土

在上下水库工地,一辆辆挖掘机和运输车穿梭往返,机械的启动声此起彼伏,开挖和填坝施工作业同步都在加速推进。“工程上水库的蓄水量为597万立方米,下水库的蓄水量为643万立方米,两者加起来接近一个西湖的蓄水量,总开挖量达到1500万立方米土石方。”朱泽宽说。

大量土石何处安放,是摆在建设者面前的难题。上水库采用混凝土面板堆石坝设计,堆石坝可直接消纳开挖出来的土石方,最大程度减少弃渣及弃渣占地。下水库采用沥青混凝土心墙堆石坝设计,不仅同样减少弃渣,沥青心墙为柔性材料,抗拉抗裂及自我修复能力强,不会因坝体的沉降或偏移而产生裂缝,已在南网的多个抽水蓄能工程示范应用。2024年底起,下水库和上水库将先后达到蓄水条件。

(黄昉 敬敏 史云吏)