

变速抽水蓄能机组迈向工程化应用

◎本报记者 叶青 通讯员 黄昉

近日,广东肇庆浪江抽水蓄能电站300兆瓦变速机组发电电动机通风模型试验通过验收,这是国内首个实现100%国产化的大型变速抽水蓄能机组的通风模型试验。

“该模型试验的验收完成,为下一步肇庆浪江抽水蓄能电站变速机组发电电动机转子等研发工作提供了核心专业支撑,推动我国300兆瓦变速抽水蓄能机组进入研发攻关的新阶段。”南方电网储能股份有限公司(以下简称“南网储能”)基建部副总经理雷兴春说。

“300兆瓦变速抽水蓄能机组成套设备”被列为我国能源领域首台(套)重大技术装备项目,肇庆浪江抽水蓄能电站等3个工程为其依托工程。随着依托工程的关键核心技术不断被攻克,我国首台(套)变速抽水蓄能机组正加速迈向工程化应用。

研发国内首个超大直径金属护环

日前,记者来到肇庆浪江抽水蓄能电站工程的“心脏”——地下厂房。目前,这里已全面进入机电安装阶段。

肇庆浪江抽水蓄能电站是粤港澳大湾区首个变速抽水蓄能电站,是“十四五”期间国家重点实施项目。电站总装机容量120万千瓦,将安装4台30万千瓦机组,其中1台机组为我国自主研发的可变速机组。

“要让国产的可变速机组在此‘安家’绝非易事,核心难点在于技术装备的研制。”中国能源研究会抽水蓄能专委会副秘书长陈泓宇说,受装备制造等方面的限制,我国目前开发的抽水蓄能电站基本采用定速抽水蓄能机组。因此,要将抽水蓄能机组从定速转为变速,面临巨大挑战。

大型变速抽水蓄能机组研制涉及到发电电动机、水泵水轮机、交流励磁、控

制保护等多方面的技术攻关。

以发电电动机为例,变速机组与定速机组最大区别在于发电电动机的转子部位。变速机组运行时,转子绕组端部需要承受离心力、电磁力及热胀力的综合作用,高耐受能力的金属护环是变速机组必不可少的部件。国内此前并没有该部件的制造经验。

“我们联合东方电气集团东方电机有限公司(以下简称‘东方电机’)攻关团队在材料选择、加工制造、安装工艺等方面开展了一系列研究。”雷兴春介绍,最终,攻关团队研发出国内首个变速抽水蓄能机组超大直径(约5米)金属护环,实现了金属护环的国产化制造。“这种新护环的直径是普通汽轮机发电机的2.5倍,材料屈服强度超过750兆帕,相当于1平方米的面积可承受75万吨重物的压力。”雷兴春说。

攻克交流励磁系统难题

交流励磁技术是实现大型变速抽水蓄能机组功能的关键。变速抽水蓄能机组运行时,其中的部件转子既要通过改变转速来实现功率的灵活调节,又要保持旋转磁场与定子旋转磁场的相对静止,以实现稳定的能量转换。由于常规的直流励磁系统无法满足变速抽水蓄能机组运转的要求,必须通过交流励磁系统产生的可变速旋转磁场,弥补转子实际转速与同步转速的转差。

要实现与复杂的机组变速运行工况精准匹配,交流励磁系统需要满足电压达到6.6千伏、电流达到6.1千安、长期输出频率范围控制在系统频率的±10%以内、短时连续输出频率范围覆盖0至110%的系统频率等一系列严苛的参数要求。

为满足6.6千伏电压要求,南京南瑞继电电气有限公司研发团队对比多个技术方案,最终攻克了大功率压接式器件直接串联技术,实现设备最优性能。在电流方面,研发团队采用了大功率电压



建设中的肇庆浪江抽水蓄能电站。受访单位供图

源型变频器并联技术,实现7.2千安的大电流输出。

“目前,机组的全部交流励磁系统已完成设计。下一步,我们将开展一系列的功能验证试验。”南网储能生技部总经理李育林透露。

让40个“乐器”和谐“弹奏”

大型变速抽水蓄能机组研制的难题不仅涉及电气领域,还涉及水力设计领域。变速机组由于负荷调节宽,需要对水泵水轮机的转轮翼型及通流部件进行多方面优化,以实现更快的响应速度。

“历时15个月,7轮次的数值模拟及功能测试试验,我们联合东方电机开发出了性能优异的水泵水轮机,实现了高效、稳定、安全、大范围人力可调的设计目标。”南网储能建管分公司机电部总经理叶飞说。

与技术装备研制同步进行的是控制功能仿真建设。“新设备一旦投入运行,必须确保其在各种工况下运行万无一失,否则会对电网安全稳定造成威胁。”近两年来,南网储能科研院技术专家彭煜民带领团队,针对变速机组各种运行场景进行控制功能推演。

目前,研发团队已完成机组工况转换流程的编制和数模仿真平台的搭建,正全面开展各项功能测试。数模仿真平台仅针对“交流励磁和调速器多模式切换协同控制技术”就有近40个逻辑策略模块。“这些仿真模块可确保近40个功能各异的‘乐器’一起演奏时,既不断声,也没有杂音。”彭煜民说。

除了300兆瓦变速抽水蓄能机组,我国首台国产400兆瓦变速机组的技术设计也基本定型,预计2026年可完成机组制造,2027年投入惠州中洞抽水蓄能电站使用,届时将实现抽水蓄能装备技术的全面国产化。

“目前各项技术攻关和工程建设都在顺利推进中。”雷兴春表示。

注氢15分钟 行驶超千公里

我国首列氢能源智能城际动车组亮相柏林

科技日报(记者宋迎迎 通讯员邓旺强)近日,我国首列氢能源智能城际动车组CINOVA H2,在德国柏林国际轨道交通技术展览会上正式发布。

该车由中车青岛四方机车车辆股份

有限公司自主研制。公司主任设计师梁才国介绍,该车搭载氢燃料电池,利用氢气和氧气的电化学反应产生电能驱动。与国际同类产品相比,该车“装得更多、跑得更快、跑得更远”。

列车采用4辆编组,配置960千瓦大功率氢燃料电池,最高运行时速可达200公里。列车拥有全球最长的续航里程,以时速160公里运行时续航达到1200公里,时速120公里时续航达2000公里,时

速80公里时续航达3000公里。同时,列车加氢速度快,注满一次氢气只需要15分钟。

梁才国告诉记者,列车上氢燃料电池的整个反应过程只生成水,列车行驶全程“零碳”排放,不产生任何空气污染物。按照年均运营30万公里估算,该车每列每年可减少二氧化碳排放约730吨,相当于植树造林567亩。同时,列车创新循环利用技术,将废水、废热“变废为宝”。氢燃料电池反应排放的水经净化处理实现再回收,可满足全车用水需求。氢燃料电池的冷却废热通过再循环,可用于冬季空调采暖。

据了解,“中国城际之星”CINOVA是我国首个城际区域动车组技术平台。此次发布的CINOVA H2,是该平台下首款氢动力列车。该列车运用场景广泛,可用于国内外非电气化铁路区域,替代传统内燃动力车辆。



氢能源智能城际动车组在柏林轨道交通技术展览会发布。中车青岛四方机车车辆股份有限公司供图

饰面高性能混凝土为地铁站“披靓衣”

◎矫阳 本报记者 薛岩

近日,在中铁四局青岛地铁6号线东岳路车站(以下简称“东岳路车站”)工地,地下25米深的主体结构底板拆模。这意味着混凝土已经充分硬化和稳定,并符合设计要求。

记者在工地现场看到,由饰面高性能混凝土制成的车站外墙表面颜色均匀,光滑平整,明缝、暗缝规律排列。车站外墙如同被披上了一件自然又漂亮的外衣。

饰面高性能混凝土过去常被用于地面建筑结构,要将其用于身处地下的青岛地铁站并非易事。

中铁四局青岛地铁6号线项目总工程师杨义涛介绍,饰面高性能混凝土具有优异的力学性能,耐久性出色,可以抵抗酸碱、地下水等各种环境因素的侵蚀。“但在施工和使用过程中,饰面高性能

混凝土常有‘闹脾气’的时候。”杨义涛说,这种混凝土容易出现外观质量不佳、裂缝、渗水等问题,影响地铁车站的整体美观和耐久性。

为了解决上述难题,东岳路车站项目部的技术人员不断优化施工方案,严格控制混凝土原材料质量,精确配比混凝土混合料,并进行多次施工参数试验。根据试验结果,他们筛选出了混凝土振捣与布料孔间距的最佳施工参数,采用不锈钢覆面模板,确保混凝土表面的光泽度和平整度。不仅如此,在实际施工过程中,技术人员还消除了气泡和温差引起的裂缝,使混凝土成品色泽一致、表面光滑,混凝土表面因此呈现出镜面般的效果。

此外,饰面高性能混凝土还比较“娇气”。它的稳定性易受到振捣次数和环境温度等因素的影响。“为此,我们引入冷却降温系统、智能恒温养护设备和自动振捣设备等先进技

术。”杨义涛说。

他介绍,冷却降温系统能有效降低混凝土水化热期间的峰值温度,减少有害裂缝产生;智能恒温养护设备采用“五度联控养护机制”,可以给混凝土穿上自适应、自调节的“新衣服”,保证混凝土表面的恒温恒湿,确保混凝土在养护期间可以正常发育,减少温差裂缝和干缩裂

缝;自动振捣设备则可以提高振捣效率和质量,保障建筑品质。

项目经理汪开发说,目前,饰面高性能混凝土施工工艺已在青岛城市轨道交通第三期建设规划项目中全面推广。

“这一工艺有效减少了装饰装修和注浆堵漏的需求,达到了节约资源、节能环保的目的。”汪开发说。



应用饰面高性能混凝土的施工现场。受访单位供图

成果播报

小型化高灵敏短波原子天线研制成功

科技日报(记者张强 通讯员葛林楠 林沂)记者日前从国防科技大学获悉,该校电子科学学院研究团队利用光电集成技术,成功研发出小型化高灵敏短波原子天线,并实现远距离广播信号接收。相关成果近日发表于国际学术期刊《IEEE 天线与电波传播学报》。

短波是指波长介于10米至100米之间的电磁波,在民用航空、紧急救援等领域具有不可替代的作用。传统短波天线尺寸较大,如何实现其小型化是长期以来未突破的难题。原子天线是一种基于里德堡原子电磁诱导透明效应的新型电磁波传感器,具有尺寸与波长无关的显著

特性。但目前,共振频率为短波频段的里德堡原子极难被激发,造成此类天线灵敏度不足。

国防科技大学研究团队围绕该重难点问题开展深入研究,经过长期技术积累,成功研制出小型化高灵敏短波原子天线。其长度为数十厘米量级,灵敏度较现有里德堡原子短波接收能力提升3个数量级以上。基于该技术,研究团队成功接收到多个民用广播信号,发射站最远距离达1000余公里。

相关专家表示,该成果有望极大推动原子天线的实用化进程,未来基于该天线的新一代接收机有望支撑短波电子信息系统应用形态的颠覆性发展。

全球首座移动式注热平台“热采一号”下水

科技日报(记者陈曦)记者日前获悉,全球首座移动式注热平台“热采一号”近日在山东威海出坞下水,标志着我国海上稠油热采关键技术取得重大突破。这也为规模化高效开采海上稠油资源开拓新路径,对保障国家能源安全具有重要意义。

稠油即相对黏稠、流动性差的原油,宛如“黑琥珀”。与常规原油“冷采”的开发模式不同,稠油通常采用“热采”模式。“热采一号”的核心能力是将高温高压的蒸汽注入油层后,使稠油黏度降低,成为流动性好、易开采的“稀油”。

据介绍,平台二层甲板上的3套巨大的蒸汽锅炉系统是“热采一号”的“制胜武器”。该注热系统可同时为6口井快速注入温度超过300摄氏度的高压蒸汽,改变了以往采油平台“各自为战”,需要花费大量时间安装注热装备、只能对两口井实施固定注热的局面,大大提高稠油热采作业效率和“低边稠”油田开发经济性。

此外,“热采一号”4根高度超过70米的桩腿是平台实现海域移动作业的关键装置。“热采一号”为海上采油平台完成稠油注热服务后,可依靠其4根桩腿自升式结构“拔腿就跑”,并在拖轮牵引下移动至其他作业区域再次扎根作业,让渤海海域共享注热服务,稠油热采规模化变为现实。“中海油能源发展股份有限公司工程技术分公司“热采一号”项目经理吴南介绍,“热采一号”可以穿梭于不同平台进行注热,有效降低稠油油田开发成本。

据悉,“热采一号”是由我国自主设计建造的国内首个海上移动式试采平台“海洋石油162”升级改造而成。改造项目于今年1月启动,改造重点包括新增海水处理系统、蒸汽锅炉系统、氮气系统等。项目团队攻克了高温高压注气管线、电缆传输等多项技术难题,对原平台100余台套设备进行拆除利用,并完成新平台500余吨钢结构的焊接和管线电缆安装工作。

新技术显著降低吨氧化铝新蒸汽消耗

科技日报(记者何星辉 通讯员甘欣鑫 贺翔宇)记者近日从贵阳铝镁设计研究院(以下简称“贵阳铝镁院”)获悉,由该院研发的三水铝石矿生产氧化铝提质降耗关键技术,显著降低吨氧化铝新蒸汽消耗,为我国氧化铝行业绿色发展提供技术支撑。

三水铝石矿是我国重要的铝土矿资源之一。长期以来,其特有的矿物学特性为氧化铝生产带来诸多技术难题。

“三水铝石矿生产氧化铝提质降耗关键技术不仅解决了传统三水铝石生产氧化铝工艺技术存在的分解结晶机理研究薄弱、流程复杂、有机物脱除困难、产品质

量波动大等问题,还大幅度降低了生产能耗和水资源消耗。数据显示,应用该技术后,生产的吨氧化铝新蒸汽综合能耗低于国际铝协数据的20.8%,远低于世界先进氧化铝厂的平均水平,有力推动了我国氧化铝行业的科技进步。”

贵阳铝镁院党委书记、董事长袁赤介绍,该技术还首次实现了在氧化铝生产过程中回收有价金属钒,有助于推动行业绿色低碳转型、应对氧化铝行业节能降碳准入新规。目前,该技术已在多家氧化铝厂投入应用,不仅提升了资源利用效率,还提高了企业经济效益。

智能系统高效识别铁路货车故障

科技日报(刘侠 记者滕继濮 通讯员左荣敬)记者近日从中国铁路成都局集团有限公司成都北车辆段(以下简称“成都北车辆段”)获悉,该段已引入TFDS(货车故障轨旁图像检测系统)故障智能识别系统,用于铁路货车检测。系统上线运营后,人工工作量缩减近90%,故障识别率提升近40%,检测上万个零部件的时间只需3—5分钟。

以往,TFDS的动态检查工作完全依赖人工执行。每当铁路货车经过TFDS探测站时,电子摄像设备会迅速捕捉并上传车底配件及车体侧部的动态图像至TFDS服务器。随后由专业的TFDS动态检车员对每一张图像进行分析,发现潜在的车辆故障。据悉,成都北车辆段的TFDS动态检车员每日需审阅的车辆图片数量高达150余万张。

为了有效减轻作业人员的工作负担,进一步提升列车技术检查的效率与质量,成都北车辆段决定引入TFDS故障智能识别系统。对此,成都北车辆段数字运维车间技术员贾明勇说:“与以往‘大海捞针’式的检查方式不同,现在我们只需对经过AI算法精确识别后推送的故障进行复核即可。”该系统的使用,使得每位检车员每列车图片的分析量从原先的600余幅锐减至100幅,工作量减少了近90%。同时,每列车的平均技术检查时间也从15分钟缩短至8分钟。

据介绍,该系统采用了目前业界最大的视野预训练模型“盘古大模型”,可自动学习货运系统内各类货车故障图片样本,对货车故障实现自动识别、自动总结部件特征、自动寻找故障规律。