

反应堆核心模块吊装成功

为“玲龙一号”装上“心脏”

◎实习记者 吴叶凡

8月10日,海南昌江,在碧海蓝天的辉映下,2000吨履带式起重机吊着一颗银白色“心脏”缓缓移动。历时5时48分,这颗“心脏”被稳稳地安放在核岛中央。“玲龙一号”(ACP100)是全球首个陆上商用小型核反应堆,也是中核集团在成熟压水堆核电站和核电技术的基础上开发的具有自主知识产权的创新型核反应堆,这颗“心脏”就是“玲龙一号”反应堆核心模块——“玲龙之心”。“玲龙之心”顺利吊装就位,意味着“玲龙一号”迎来核岛关键设备安装的第一个里程碑节点,距离“玲龙一号”正式建成投运已为期不远。



全球首个陆上模块化小型核反应堆“玲龙一号”核心模块在海南昌江吊装成功。受访单位供图

开顶法让“心脏”精准到位

10日凌晨,中核机械工程有限公司吊装技术能手杨西山早早来到“玲龙一号”吊装现场。即使已经参与过多个重大核电设备的吊装工作,他也不敢掉以轻心,反复细致地检查设备,因为今天等着他的,是一场前所未有的“硬仗”。

简单来说,杨西山此次的任务,就是让“玲龙之心”住进位于核岛的“房子”里。但这并不容易,因为不仅要“请进去”,还要“请到位”。

小型堆(以下简称小堆)是指电功率在30万千瓦以下的核反应堆。“玲龙一号”的功率只有12.5万千瓦,整个机组占地面积不到普通大型反应堆(以下简称大堆)的一半。以往大堆吊装时,会留出足够大型机械运输的通道,但小堆不如大堆宽敞,因此这次吊装只能采用开顶法,即暂时不“扣屋顶”,把“玲龙之心”从上面吊进核岛内。

开顶法最难控制的是降水,8月的海南正值雨季,加上台风侵袭,吊装工作要“看天吃饭”。吊装团队紧盯天气动向,最终等到了10日这样一个晴朗风小的好天气。

“请到位”是指吊装精度要高,核心模块就位后要求位置偏差在0.5毫米以内,水平度偏差在0.3毫米以内。为了到达精准的吊装位置,核岛内放置了预先设计好的精准调整装置,还使用了全站仪实时跟踪测量。包括杨西山在内的施工单位相关人员更是提前做好准备工作,不断模拟推演、熟悉流程。在正式吊装时,大家默契十足,操作熟练。

8月10日10时46分,“玲龙一号”反应堆核心模块精准就位。“成功了!”已在现场奋战几百个日夜的建设者们欢呼雀跃,庆祝这一振奋人心时刻的到来。

模块化技术降低生产成本

看着吊装成功的“玲龙之心”,记者不禁有些好奇,

以往的核反应堆不仅要吧核心设备安装进核岛内,还需要在现场施工,进行主管道焊接等一系列工作,过程十分繁琐,为何“玲龙一号”的吊装过程如此便捷?

“玲龙一号”总设计师宋丹戎向记者揭开了谜底:“答案就是一体化设计、模块化制造。”

原来,核反应堆有两大关键设备——反应堆压力容器和蒸汽发生器,传统的大堆一般是压力容器和蒸汽发生器彼此独立,需要现场安装并焊接主管道。

而“玲龙一号”的设计直接去掉了主管道,将蒸汽发生器安装在压力容器内部,形成了紧凑的一体化反应堆模块。此次吊装前,蒸汽发生器就已经在工厂与反应堆压力容器完成了组焊,运到现场后可以直接吊装。

“传统的大堆类似家用的台式电脑,小堆如同小巧灵活的笔记本电脑,各个设备都集中到一起了。”宋丹戎给出了通俗的解释。

麻雀虽小,五脏俱全,要把分散的设备集成为一体化的模块,并不是放进去就大功告成,更需要保证彼此之间“和平相处,互不干涉”。为了达到设计方案的最优,“玲龙一号”设计团队反复摸索,一根电缆、一个阀门,甚至是一堵墙的位置都要通过三维建模来分析确定。

“工厂组装、现场安装”的模块化技术创新更是经过了多重论证,宋丹戎回忆起焊接方案的确定过程:“材料、工艺焊接、力学分析等诸多专业人员,把整个过程全部考虑一遍,经过大量的、甚至是非常保守的分析,最后才确定在工厂组合焊接后运到现场。”一体化的设计不仅缩小了反应堆体积,还消除了主管道断裂造成冷却剂丧失等事故发生的可能性,提高了核电站安全性和可靠性;模块化技术既可以制造批量化生产,

降低成本,又极大地缩短了工期。

多用途性带来良好市场前景

“吊装成功后,其余设备的安装也会很快结束,这意味着更艰难的调试工作即将开始。”宋丹戎明白,吊装不是终点,未来还有很多关键“闯关”。“玲龙一号”机组的各个设备、仪表能否正常运行,是否存在缺陷,这些都需要等到现场安装调试阶段才能发现。而因为设备已经安装就位,解决问题的难度也增加了。

“玲龙一号”预计于2026年上半年并网发电,建成后年发电量可达10亿千瓦时,满足52.6万户家庭生活所需。但做小堆的初衷其实不是和大堆去“拼发电”,而是要实现核能的多用途。

小堆虽小,作用不小。“除了传统核电站所具备的功能,小堆还更加适用于城市供热、工业供汽、海水淡化、石油开采、偏远地区及孤网热电联供、燃煤热电机组替代等应用。”宋丹戎说。

小堆因其安全性、部署灵活性及多用途等的独特优势,在全球市场也显示出良好前景。“‘玲龙一号’的多用途性在国外很受欢迎,它对于很多电网规模小、人口数量少的国家非常适用,未来大有可为。”“玲龙一号”副总设计师秦忠说。碧跃玲龙,重器出国门。未来,“玲龙一号”将作为中国核电一张新的名片,推动中国核能走向世界,为核电技术应用与发展贡献中国智慧。

技术攻关。

2023年7月,研究人员利用自主研发的智能导钻系统成功开展了生产井的实钻应用。其中,随钻方位电磁波电阻率成像测井仪在TP259-2H生产井开展了地质工程一体化作业,入井深度4260米,完钻深度4538米,为油田现场钻井轨迹控制与精准钻遇优质砂体提供了实时参数;三维靶点精准导航技术构建的钻前地震地质模型精度优于5米、靶点预测精度优于1米,随钻三维模型实时更新速度小于0.5小时,为水平井着陆和准确中靶提供了决策依据。

“西北油田生产井实钻应用的成功,验证了‘智能导钻’理论技术体系的可靠性,显示了其对我国深层油气高效低成本钻探的重要作用,对保障国家能源安全具有重要的启示意义。”田飞说。

率,在夜间也能捕捉到微弱的光线。

“微观视角下,蛾眼表面是一层排列紧密的纳米凸起结构,会让光线折射率沿深度方向呈连续变化,以致大部分的光会被吸收,只有极少的光会被反射。”杨雷说,表现在面料上,这就是一场视觉魔术。

经过数年研发,联合团队通过调控乳化剂用量及共聚组成,制备出特定粒径的具有高热保形能力的纳米聚丙烯酸酯乳液,将其在一定用量下对织物进行整理,在织物纤维表面形成“仿蛾眼”增深结构,赋予面料色光可控的浓色效果。“调制有效的助剂配方,确保其在不同的加工设备与环境参数下保持增深效果,需要经过反复试验。”浙江科峰有机硅股份有限公司副总经理李剑浩介绍,为此,研发团队期间,联合团队经常实验到深夜。

杨雷介绍,基于“仿蛾眼”面料高效增深系列技术,团队联合企业目前已建成年产1万吨增深系列产品的生产线,生产运行稳定,实现了高端增深产品的进口替代。“仿蛾眼”增深剂已在30余家企业推广应用,提升了产品的色深、色牢度、手感、外观等应用指标。下一步,联合团队将持续优化技术工艺,推广“仿蛾眼”增深剂的应用,助力纺织印染行业绿色化发展。

油气资源钻探有了智能导航

——新系统引导油气钻头打入最佳开采点位

◎本报记者 陆成宽

8月23日,记者从中国科学院获悉,该院地质与地球物理研究所自主研发的智能导钻系统成功在位于塔里木盆地西部的TP259-2H生产井实钻应用。该系统能够精准刻画地下油气层结构,为钻头提供智能导航服务,引导钻头准确打入最佳开采点位,有效提高油气资源单井产量和开采效率。

8月上旬的生产数据显示,TP259-2H生产井应用智能导钻系统后,日产石油13.5吨、天然气4.2万方,油气产量是邻井的约5倍。更重要的是,智能导钻系统通过该生产井新发现地质储量天然气5.1亿方、凝析油16万吨,并实现白垩系舒善河组下2段储层的首次油气突破,为中国石油化工股份有限公司西北油田分公司勘探开发提供了新阵地。

塔里木盆地白垩系油气藏埋深于4000米以深的地层中,结构为千层饼状,

具有非均质性强、储层薄和构造起伏大等特点。“这就导致准确定位油气储层空间发育位置难度大,常规的定向钻井技术难以高效采出该类复杂储层赋存的油气资源。”中国科学院地质地球所高级工程师田飞说。

在中国科学院地质地球所朱日祥院士和底青云院士带领下,研发团队同西北油田勘探开发研究院、工程技术管理部和中石化中原石油工程有限公司相关团队联合进行了智能导钻系统实钻应用

利用光学原理提高面料的视觉深度

“仿蛾眼”增深剂施展“视觉魔术”

◎洪恒飞 本报记者 江耘

往深色面料上滴点水,湿润区域的颜色看起来深了很多,水一干就又恢复原样。这种现象背后的光学原理,是科研人员研发增深剂的灵感之一。

近日,在浙江科峰有机硅股份有限公司的实验室内,两块使用同类材质、等量染色剂的面料摆放在记者面前,肉眼可见二者颜色一深一浅,手感却别无二致。

“唯一的变量在于,深色那块在加工过程中使用了‘仿蛾眼’增深剂。”浙江省现代纺织技术创新中心项目推进部经理、浙江理工大学绍兴柯桥研究院常务副院长杨雷博士向记者介绍,“仿蛾眼”增深剂不参与染色,但可在不增加染料用量的前提下,利用光学原理提高面料的视觉深度。让面料的颜色达到相同的特深效果,相比完全靠染色,它可节约30%左右的染料。

前不久,由浙江省现代纺织技术创新中心、浙江理工大学、浙江科峰有机硅股份有限公司、浙江红绿蓝纺织印染有限公司、浙江理工大学绍兴柯桥研究院、浙江理工大学上虞工业技术研究院共同承担的色光可控的“仿蛾眼”面料高效增深关键技术及产业化应用项目通过中国纺织工业联合会鉴定,被认为达到国际先进水平。

色彩是时尚纺织的组成元素,既是纺织品图案和款式的灵魂,又象征着纺织品的区域文化和人文特性。其中,深色尤其是特深色系面料独有的视觉美感使其在国际市场长盛不衰。然而,加工深色面料时,不仅染料用量多,还会受到饱和上限限制,这不仅造成面料浮色多、易褪色,而且存在染料浪费、水污染严重等问题。

作为“仿蛾眼”增深剂技术负责人,杨雷介绍,目前市面上常用的增深剂是硅油类,我国增深硅油的应用有十余年历史,有很多更新换代的产品面世。但

这类产品的增深率较低,会使面料手感油腻、易褶皱,而且色光易发生改变,成品色光不可控。

“增深现象其实很常见。比如布匹浸水后,颜色的视觉深度就加深了。”杨雷解释,人眼看到的面料颜色,其实是面料直接反射的无色自然光和染料选择吸收形成的有色光的混合光。当面料表面沾水后,直接反射的无色光比重减少,由于能量守恒,染料选择吸收而成的有色光比重随之增大,使得面料颜色看起来更深。

2015年开始,杨雷团队开始设想研发新型增深剂,经过摸索试验,逐渐明确了“仿蛾眼”结构减反射增深及色光调控机制,开发了增深率高、色光可控的非硅类“仿蛾眼”增深剂及相关加工技术。团队以纳米球形乳胶粒为结构单元,对面料表面进行改造,实现了“仿蛾眼”结构高效增深面料的技术方案。

自然界中,蛾类通常在夜间行动,特殊的眼部构造使其双眼具备超低反射

成果播报

超高海拔地区装机容量最大抽水蓄能电站在青海开工建设

科技日报讯(程林 记者何亮)记者8月28日从三峡集团获悉,由三峡集团投资建造的世界超高海拔地区(3500米以上)装机容量最大、调节库容最大的抽水蓄能电站——青海格尔木南山口抽水蓄能电站正式开工建设。该抽水蓄能电站的建设将为青海省打造国家清洁能源产业高地提供重要支撑。

据了解,该项目位于青海省海西州格尔木市境内,是国家“十四五”重点实施计划项目之一,也是青海省首批、海西州唯一核准的抽水蓄能电站。项目装机容量240万千瓦,共安装8台30万千瓦抽水蓄能机组,上水库海拔3700米,额定水头425米,计划2028年实现首批机组投产,2030年实现全部机组投产。项目建成投产后,能够有效调节240万千瓦装机风电和500万千瓦(交流侧)的光伏,每年可带动新能源发电量增长近148亿千瓦时。

据《青海省清洁能源发展报告

2022》统计,截至2022年底,青海省各类电源总装机容量4468万千瓦,清洁能源发电装机容量达4076万千瓦,占比高达91.2%。其中风电装机容量972万千瓦,占比21.8%;太阳能发电装机容量1842万千瓦,占比41.2%。受天气、季节、环境、时间等因素影响,风电、光伏等新能源发电具有一定程度的波动性和不稳定性,需采取灵活的调度和平衡措施。抽水蓄能电站具有调节速度快、建设成本低、储能容量较大、技术成熟、安全性高等优势,对提高外送输电通道的安全稳定运行具有重要作用,是新型电力系统的重要组成部分。

三峡集团青海分公司党委书记、总经理王清伟表示,该项目建成后,可以有效促进当地能源结构优化和新能源消纳,为新能源产业高效、可持续发展提供有力保障,助力青海省打造国家清洁能源产业高地,同时对推动当地经济建设、助力乡村振兴有着积极意义。

超大采高智能采煤机助力煤矿安全高效开采

科技日报讯(张斌 张启志 记者刘园园)记者8月27日从中国煤炭科工集团(以下简称中国煤科)获悉,全球最大功率、超大采高智能化高端采煤机近日在中国煤科上海研究院问世。这是继2019年推出全球超大采高、超大功率智能化系列采煤机后,该公司第二次登顶全球采煤机功率和开采高度最高峰,将世界采煤机械发展推上新台阶。

据了解,该系列采煤机型号为MG1250/3430-WD,针对7米至10米厚与特厚煤层开发,截割功率1250千瓦,牵引功率250千瓦,装机功率3430千瓦,最大采高10米,为实现超大采高工作面安全、高效、智能开采提供了技术支撑。该系列采煤机集智能感知、智能控制、智能诊断与智能通信于一体,可以更好地满足综采工作面智能化、少人化建设需求。

“MG1250/3430-WD系列采煤

机凝聚了中国煤科上海研究院多项先进技术成果。”该项目技术负责人介绍,研发团队攻克了大型采煤机低重心机身结构布置技术,创新设计了摇臂双向主动润滑、三重冷却系统,发明了机身联接状态智能监测系统和内嵌式智能油脂系统,开发了5G+冗余通信网络的高可靠、低时延远程控制技术,研发了多源数据融合的采煤机规划截割系统,构建了基于温度、振动、油质、磨粒等多物理量的故障诊断与决策模型,实现了采煤机在线监测与远程运维。

MG1250/3430-WD系列采煤机有效解决了采用传统工艺时采煤工作面资源回收率低的问题,能够满足煤矿高效开采需求。“该系列采煤机的成功研制和应用,进一步推动了我国煤炭绿色、安全、节能、高效开采,对于保障国家能源开发自主可控具有重要意义。”该项目技术负责人表示。



图为全球最大功率超大采高智能采煤机。受访单位供图

国内单体产能最高异质结电池片项目投产

科技日报讯(荀文涵 陈科 实习记者李昭宇)8月27日,记者获悉,国内单体建筑面积最大、单条生产线最长、单体产能最高的异质结电池片生产项目近日在四川省眉山市丹棱县投产。该项目占地387亩,建筑面积约10.6万平方米,总投资达45亿元,建成后可实现年营业收入100亿元以上,并新增就业岗位1500多个。

“这条生产线采用的是行业最先进的第三代N型电池技术。”项目建设方、眉山链升光伏科技有限公司技术总工汤安民表示,公司生产的异质结电池,结合了晶体硅和非晶硅薄膜技术的优点,采用低温工艺制作,制作流程少,在具有优异的光吸收和钝化效果的同时,还具有高效率、高稳定性、无LID、无PID、低温度系数等优点。电池片正面无色差,双面率高达95%以上,背面发电优势明显,确保其无论四季流转、气候变化,均能高功

率、高效率地稳定输出。

据了解,当前电池片市场正处于P型电池技术向N型电池技术转化的阶段。汤安民介绍,经组件封装测试,应用异质结电池后,光伏电站光伏电池片的转换效率从22.3%提升到了24%,即同等占地面积的电站,年发电量约增加了7.6%。“N型电池是全球技术方向,市场空间广阔。在‘双碳’目标背景下,随着该项目投产,将为把眉山市打造成‘成眉光伏产业带’注入强劲动能。”他说。

“在新型材料应用及新技术新工艺方面实现突破,是公司接下来的研发重点。”投产仪式现场,眉山链升光伏科技有限公司董事长王新表示,该项目在建设时期,就与电子科技大学、西南石油大学等多所高校建立了合作关系,同步开展技术研发。未来,公司将会继续加大研发力度,追求更高产能效率、更低返工率和度电成本,助力光伏材料创新变革。