

# 潮汐力托举2.2万吨“钢铁巨屋” 世界最大海上换流站落户江苏如东

◎本报记者 何亮

近日,在江苏如东黄沙洋海域,重达2.2万吨的三峡如东柔性直流输电工程海上换流站在驳船的托举下,完成与导管架的毫米级精准对接,标志着世界最大、亚洲首座海上换流站顺利完成安装。

## 巧借潮汐力,海上“筑高楼”

一幢相当于15层楼高的“钢铁巨屋”,由江向海,鸣笛启航。这是三峡如东海上换流站从江苏南通长江岸边出发时的场景,3天后“钢铁巨屋”抵达黄海海域,并进行安装。10天后,安装完成。

三峡如东海上换流站平面面积接近一个标准足球场,高度约等于15层居民楼,重量接近10个响水海上升压站,是名副其实的“大块头”。因目前世界最大吊装能力的起重船为1.2万吨,传统吊装安装模式无法满足该换流站约2.2万吨的吊装重量要求,三峡集团组织各参建单位组成项目团队,创新使用浮托法进行海上换流站安装(以下简称浮托安装)。

海上换流站浮托安装技术经理伦灿章告诉记者,浮托安装分为陆地建造与海上安装两个阶段。在陆地建造阶段,采用甲板支撑框架(DSF)将上部模块架高;在海上安装阶段时,通过驳船压载,将上部模块下放至导管架上,在

三峡如东柔性直流输电工程海上换流站由三峡集团联合产业链相关单位协同攻关,完成建设任务。该换流站是目前世界容量最大、电压等级最高、体积最大的海上换流站。建成后,它将负责汇集输出三峡如东H6、H10项目(共80万千瓦)以及中广核如东H8项目(30万千瓦)总计110万千瓦容量生产的电能,可有效解决海上风电场大容量、远距离输电问题。

此过程中,通过桩腿耦合缓冲装置(LMU)吸收组块与导管架之间的碰撞力,完成安装任务。

“所谓水涨船高,自然潮汐可借为浮托安装的得力助手。”伦灿章形象地解释道,涨潮时水位会上升,此时运输船拖载海上“巨星”驶入导管架所在位置,通过落潮时水位的下降,助力海上“巨星”与导管架精准对接,让换流站这个“大块头”稳稳“坐”在导管架上,最终实现海上“巨星”在深海域的安家落户。

浮托安装对海况条件要求极高,为寻找精准的浮托安装窗口期,确保风浪流等环境数据均在浮托安装设计值内,现场团队根据多个定点气象预报的相互验证,最终将浮托安装时间定在7月18日。除此之外,项目团队在摸清施工海域环境、建立施工路径气象预报机制、识别施工风险并制定应急预案的基础上,克服作业窗口期短、海况多变等挑战,顺利完成海上换流站安装。



三峡如东海上换流站进点导管架安装完毕

中国三峡新能源(集团)股份有限公司供图

## 攻克技术难题,填补海洋工程技术空白

三峡集团江苏如东项目在建设过程中攻克了换流站建造、直流海缆研发等多项重大技术难题,主要电气设备均采用国产品牌,填补了国内海洋工程领域多个技术空白,同时也推动了国内相关制造行业的进步。

根据三峡如东海上换流站效果图示意图,记者了解到,换流站由上部模块和下部导管架两部分组成。上部模块为一座6层钢结构建筑,总重约2.2万吨;下部导管架采用分体式导管架,两片导管架间距62米,通过12根钢管桩固定在海床上,总重约8900吨。

在上部6层钢结构建筑中,每层均布置相应的设备房室。三峡能源江苏分公司总工程师刘方告诉记者,换流站中海陆换流

站联接变、电抗器、站用变等主要电气设备均采用国产品牌。除此以外,可关断器件(IGBT)作为柔性直流技术的核心部件,长期以来被国外垄断,三峡如东项目首次批量使用国产IGBT部件,实现海上风电主电气设备的自主可控。

三峡如东海上换流站下部导管架基础是目前国内建造的最大体量海上风电导管架。导管架采用分体式桁架结构,其精准定位对海况要求、施工工艺要求均极高。在经过数千施工方案比选、数轮专家评审后,最终选用“搁置平台精确定位安装”创新施工工艺,实现了施工偏差远小于设计要求的目标。

此外,海上换流站上部组块具有重量重、体

积大等特点,加之海上换流站内部换流阀、电抗器等电气设备对于振动、加速度、倾角等参数敏感,导致海上换流站上部组块搭建建造、滑移上船、海上运输安装难度增大。为了克服这些困

难,三峡集团牵头各参建单位通过多轮结构设计优化、设备抗震仿真设计优化、浮托安装稳定性设计优化等方式,高效解决、预防了相关问题,实现换流站的顺利安装。

## 柔性输电,解锁海上风电新技术

随着海上风电开发程度的不断提高,风电场离岸距离越来越远,远距离海上输电成为关键制约因素。三峡如东柔性直流输电工程是亚洲地区首次将柔性直流输电技术运用于海上风电的项目,其±400千伏电压等级成套设计与应用更是创新突破。

高压直流输电须通过换流站来实现交直流之间的变化。到目前为止,高压直流输电技术已经历了3次技术上的革新,革新主要体现在其所组成换流器的基本元件发生了革命性的重大突破。三峡能源江苏分公司总经理刘兵向记者进一步解释道,基于电压源型全控性换流器技术的直流输电方式,被称为是柔性直流输电,也是第三代直流输电技术。

柔性直流输电中的换流器为电压源换流器(VSC),其最大的特点在于采用了可关断器件(通常为IGBT)和高频调制技术。通过调节换流器输出电压的幅值与系统电压之间的功角差,可以独立地控制输出的有功功率和无功功率。这样,通过对两端换流站的控制,就可以

实现两个交流网络之间有功功率的相互传递,同时两端换流站还可以独立调节各自所吸收或发出的无功功率,从而对所联的交流系统给予无功支撑。

“柔性直流输电技术作为目前世界上最前沿的输电技术,解决了当前交直流输电技术面临的诸多问题。”刘兵表示,和传统电源型直流相比,柔性直流对电压、频率的控制更加灵活,就像一个完全可控的水泵,能够精准控制水流的方向、速度和流量,使水库水位更加平稳,河流被截停的几率也大幅下降。

因此,柔性直流输电技术特别适合应用于长距离的跨海电缆输电、可再生能源并网、分布式发电并网、孤岛供电(黑启动)、异步交流电网互联等领域。

“远海上风电即将成为未来海上风电项目开发的聚焦点。柔性直流输电技术将远海的电能汇聚并转换为损耗更低的直流电,然后通过海缆输送至陆上,能有效弥补传统长距离交流输电存在的不足,相比传统交流输电更具有技术经济性。”刘兵说。

# 110万千瓦

建成后,换流站将负责汇集输出三峡如东H6、H10项目(共80万千瓦)以及中广核如东H8项目(30万千瓦)总计110万千瓦容量生产的电能,可有效解决海上风电场大容量、远距离输电问题。

# 突破500斤!南繁育种试验大豆亩产创新高

◎本报记者 金凤 通讯员 许天颖

近日,记者从南京农业大学三亚研究院获悉,该校国家大豆改良中心名誉主任、中国工程院院士盖钧镒带领的研究团队,在三亚市崖州区坝头热带大豆优良品种选育试验基地进行的大豆南繁育种,小区测产试验亩产超500斤,远超国内平均亩产270斤的水平。

## “桂豆105”亩产达649斤

南繁是指将水稻、玉米、棉花、大豆等夏季作物的育种材料,在当地收获后,冬季到亚热带或热带地区进行繁殖和选育的方法。采用南繁方式1年可繁育两到三代,加速育种过程,缩短育种年限。

“大豆的南繁对气温要求较高,科研人员一般选海南三亚市作为最佳南繁基地。三亚具有得天独厚的光照气温优势,对加速大豆育种进程起到极其重要的作用。”南京农业大学国家大豆改良中心刘方东博士介绍,三亚春季气温高、日照时间短,气温高有利于大豆的快速生长,日照时间短有利于缩短大豆种植时间,降低大豆株高和防止大豆倒伏,实现大豆的短期成熟。

盖钧镒院士介绍,团队从今年3月份开始,在三亚市崖州区基地将1356份适合南方地区种

植的大豆种质资源进行适应性鉴定,并从中遴选新近育成的大豆品种进行品种比较试验。从种植到收获,前后接近3个月,时间相比其他地区缩短20天到40天。

“这是团队第一次尝试在海南进行春季大豆南繁育种,由于试验基地前茬为瓜菜,虫害极其严重,对大豆的苗期生长造成了严重的危害,通过多种农药配伍交替使用,我们抑制了害虫的进一步危害,使得试验结果基本达到预期目标,4份大豆品种的亩产超过500斤,其中‘桂豆105’亩产为649斤。”刘方东说。

据了解,今年3月,依托南京农业大学三亚研究院,南京农业大学热带大豆选育团队进入三亚市崖州区坝头基地开展大豆育种攻关工作。随后,南京农业大学国家大豆改良中心、三亚市南繁科学技术研究院等单位在崖州区坝头南繁公共试验基地种植大豆15亩,包含1356份大豆种质资源。

## 创新栽培和管理方式

在低纬度地区,如何突破春播大豆的产量瓶颈?刘方东说,团队采用了诸多适应海南三亚气候特点和自然环境的栽培与管理方式。

“为了应对海南春季干旱少雨和多草害,我们采用了高密度起垄覆膜栽培。所谓的高密度,指的是将国内普遍采用的每亩1.2—1.8万株增加到了每亩3.5万株。”他说。

团队从今年3月份开始,在三亚市崖州区基地将1356份适合南方地区种植的大豆种质资源进行适应性鉴定,并从中遴选新近育成的大豆品种进行品种比较试验。从种植到收获,前后接近3个月,时间相比其他地区缩短20天到40天。

而起垄覆膜是将地膜覆盖在起垄的田块上,沿着地膜播种、灌溉,这样可以防止草害,而且土壤中水分的保持时间更长。

其二是高频率施药全程保护。“面对极其严重的虫害,我们从播种的第7天开始,循环喷施具有触杀、胃毒等效果的多种农药,杀灭虫卵及害虫,抑制虫卵孵化或抑制幼虫蜕皮生长。通过多次多种农药的循环交替配合使用,达到抑制虫害的效果。”刘方东说,他们在幼苗期2—3天喷洒一次农药,逐次提高农药浓度,采用短间隔多次喷药应对严重的虫害和可能产生

的药害。

随后,他们将喷洒周期延长到7—10天喷洒一次,采用高浓度长间隔喷药方式应对人工成本的增加。“针对新环境新问题,采用适应于新环境气候特点的栽培和管理方式是产量突破的关键。”刘方东说。

大豆是中国重要粮食作物之一,每年需求量约1.1亿吨左右,目前90%以上的大豆需要进口。

“南京农业大学目前在三亚进行的大豆试种,是为了提高大豆的单产和品质,优化品种结构,这对于保障大豆产业安全具有重要意义。”盖钧镒表示,目前第一季的试验基本成功,今年冬天团队会再种第二季,同时拿到广西试种,如果成功,将会进入缅甸等东南亚国家推广种植,这将有效减少我国对美洲进口大豆的依赖。

“种业是三农的基础,只有种业振兴了,才能推动农业产业发展,即用少量的土地生产高产、优质的农产品。”盖钧镒院士介绍,南京农业大学国家大豆改良中心从1984年起,便开始了我国南方大豆地方品种的搜集、保存和研究,目前共搜集研究了大豆地方品种7000余份,在大豆主产区东北、黄淮和南方地区选育新品种30个,大大推动了大豆的种质资源保护、品种创新和产业发展。

目前,团队正积极应对国家战略需求,依托学校三亚研究院,大力推进大豆南繁育种试验,并与植物保护等专业的研究团队进行多学科合作,推动优质高抗品种的创新开发。

## 成果播报

## 杭州地铁3号线最大车站封顶 创新工艺工法20多项

科技日报讯(记者矫阳)8月初,杭州地铁3号线最大地铁站百家园路车站顺利封顶。

中铁二十二局集团轨道公司项目经理黄河介绍,杭州地铁3号线全长57.7公里,为横穿杭州东西城区的交通大动脉,沿线有2022年承办亚运会的重要场馆黄龙体育中心等场馆。全线共设有39座地下站,其中地铁百家园路车站为最大车站,也是全国罕见的超长车站。车站设计为地下3层超宽、超长车站,总建筑面积55781平方米,为全线头号重点难点工程,建设创多项新工艺。

受管线影响,东区300米围护结构无法按时封闭。技术小组通过新增封堵墙,将封闭范围缩小至180米,提前3个月满足了盾构设备下井条件。技术小组还创新工艺,将围护结构第五道混凝土支撑变更为双拼钢支撑,节省了车站施工拆除支撑的时间。

因建筑面积超大,车站对抗浮及内支撑的桩基施工精度要求高,钢支撑、混凝土支撑的架设要求必须位于同一轴线。技术人员探索创新了“边角坐标法”,取代过去的“中心法”,每根桩定位节约30分钟,同时,最大方位偏差仅10毫米,完全符合设计要求。

由于车站地连墙接缝采用十字钢板接头型式,为保证接头部分不渗漏,又可加快施工进度,节约成本,项目部试验采用“一种十字钢板接头地下连续墙可拆卸刷壁器装置”,较普通刷壁器节约2小时,保证了接缝质量。

据统计,两年来,项目部技术小组共创新各种工艺、工法20多项,保证了地铁站和盾构区间的顺利建设,形成了一整套超大地铁车站建设技术规范。

## 零排放、零污染 首批氢能重载货车在京投用

科技日报讯(记者翟剑)中国石化近日宣布,其旗下燕山石化氢能重载货车在京首发,投入短途运输。这是北京市首批氢能重载货车应用,开创了首都氢能重卡示范应用先例。

中国石化燕山石化相关负责人介绍,此次投用的氢能重载货车采用氢燃料电池提供动力,水是唯一一排放物,实现了真正的零排放、零污染。与柴油重载货车相比,氢能重载货车每年可减少碳排放140吨,主要用于运输厂区内各类化工产品,在生产点与储存点之间形成固定线路,便于进一步销售。据了解,氢能重载货车采用国内目前统一标准35兆帕氢气瓶,充装一次氢气只需5—10分钟,最高续航里程可达400公里。

燕山石化加快开展氢能布局,已经实现制氢、提纯、分析化验以及氢能示范场景应用等全产业链突破和延伸。2020年3月,燕山石化北京冬奥会氢能新能源保供项目新建2000立方米/小时氢气提纯装置一次开车成功,氢气纯度达99.999%;今年1月,燕山石化电池氢气实现量产,7月以来,每天有近1600公斤电池氢气产品稳定供应北京市场,截至目前已累计供应燃料电池氢气46.73吨,为北京2022冬奥会期间氢燃料电池汽车用氢保供打下坚实基础。

据悉,中国石化正全面推进氢能全产业链建设,已在加氢站、制氢技术、氢燃料电池等多个领域取得突破。目前氢气年产能超350万吨,占全国氢气产量的14%左右,在广州石化、高桥石化等地建有高纯氢生产装置,在广东、上海等13个省市建成投运加氢站20座。“十四五”期间,中国石化规划建设1000座加氢站或油氢合建站,努力成为“油气氢电服”综合能源服务商。

## 聚集多个优良性状 新品种有望打破进口杏垄断

科技日报讯(记者王延斌 通讯员刘观浦 韩雷平)夏至日之后,地处山东省诸城市解留村果园里的杏儿熟了。远远看去,果实金黄挂满枝头;走进一闻,香气浓郁扑鼻而来;摘下一个品尝,肉质细腻,浓甜爽口!

近日,山东省果树研究所邀请国内相关专家,对这里的“黄金蜜”杏早丰优质高产集约栽培技术试验园进行验收。测产结果让人吃惊:这些果实平均单株坐果119个,平均单果重72.9克,平均株产8.6公斤,折合亩产1659.8公斤。其中,果个中大,果形端正;果面金黄色,向阳面有红晕,果实可溶性固形物含量平均17.8%,最高22.5%;皮厚耐贮、耐磨压,适于远销。

“‘黄金蜜’是多项性状聚合育种的重大突破,是采用常规技术取得的非常重要的突破性成果。”相关专家向记者解释,性状是果树植物遗传基因的外观表达;而多项性状聚合育种,就是通过不同品种间的杂交,实现将多个优良性状在同一杂交后代个体上聚合表达。

记者了解到,由于果树种植结构调整和大宗果树如苹果、桃等产业挤压,我国杏产业前十年一直处于低潮期;而目前,我国鲜食杏生产主栽品种仍然以引进国外的“凯特杏”“金太阳”为主,缺乏拥有自主知识产权的优良晚熟杏新品种。

“黄金蜜”的面世有望改变这一局面。据介绍,该品种2015年12月通过山东省农作物品种审定委员会审定,2017年获得国家林业局授予的新品种权保护。

虽然“黄金蜜”育成后,完善了审定和品种保护,但还没有在生产中推广。对此,山东省果树研究所核果新品种选育课题组组长王金政信心十足,他表示,随着国家耕地非粮化、非粮化政策的落实,环渤海湾地区大批山地、丘陵薄地,黄河故道区的沙滩地、轻度盐碱地以及新疆、内蒙古、甘肃、宁夏等地的荒漠地开发利用,“黄金蜜”将大有用武之地。