

# 田湾核电,创新成就绿色发展

## ——探寻VVER-1000型核电机组首次实现整体吊装“戴帽”的背后故事

本报记者 陈瑜 本报通讯员 贾建富 汪志宇

### ■ 行进中国·创新故事

碧波如洗,6.6米/秒的海风吹拂下,黄海水波不兴,将海山环拥的江苏田湾核电站衬托得愈发美丽。

12月20日9时15分,重达341吨的半球状“帽子”被履带式起重机的18根巨大钢索吊臂“拎”起,从拼装位置有步骤地“挪”向176米外的圆柱形核岛。

11点03分,这项迄今世界核电站尺寸最大、重量最重的“帽子”——薄壳穹顶被首次整体吊装,扣在了核岛胖胖的“身体”上,标志着该机组的工程建设从土建阶段全面转入安装阶段。

田湾核电站3、4号机组是福岛事故后我国核准获开工的首个核电项目,是继一期工程后,中俄双方深化核能领域合作的又一重大项目。二期工程核岛继续采用俄罗斯设计制造的VVER-1000/428型反应堆,这是VVER-1000型核电机组首次实现穹顶整体吊装,创造了此类型核电机组工程建设史上又一个重要里程碑。

### 技术创新:341吨“帽子”实现百米整体位移

VVER-1000型穹顶直径为44米,高22米,呈半球状,结构总重约为341吨(不包括吊索具重量)。

江苏核电有限公司党委书记李华平说,至今俄罗斯对VVER-1000型穹顶仍然采用两次吊装,即分成球带吊装和球冠吊装。

田湾一期工程施工时,国内没有大型起重设备,至少需要两次才能完成整个穹顶吊装施工。随着国内大吨位履带式起重机的应用,穹顶采用整体吊装已经成为核电施工的必然趋势。

在中俄双方取得穹顶整体吊装的共识后,2013年6月30日,俄方设计彼得设计院提供了穹顶一次吊装的设计文件。2014年5月21日该院又提供了穹顶整体吊装的设计计算书,解决了设计阶段的全部问题。

但在具体操作中还是遇到了不小挑战。

3号机组穹顶吊装选用的履带式起重机总重约4800吨,吊装半径105.4米,它不仅要把“拎”起重达341吨的“帽子”,还要随着“帽子”



田湾核电站3号机组穹顶整体吊装现场 黄磊/摄

的位移“挪步”,最重要的是要尽量减少“帽子”的晃动,“因为薄壳厚度只有6毫米,如果风太大或者起重机的摇晃,轻则穹顶会变形,重则会导致吊装设备倾覆。”

在这之前,虽然CPR1000、M310、EPR等堆型的穹顶采用整体吊装,但与VVER-1000堆型相比,穹顶高度和重量差距较大。

江苏核电有限公司总工程师崔方水说,改侧重于吸取1、2机组土建、安装、调试和运行期间的经验反馈,形成了635项改进建议。经中俄双方专家详细分析讨论,确定了412项改进项目,通过这些改进进一步提高了机组安全性和经济性,并降低了项目建设风险。

李华平算了一笔账,3号机组穹顶采用一次整体吊装工艺,不仅可节省1个月工期,还大大降低了施工过程中的安全风险。

### 机制创新:促设备国产化率提升

“根据一期安装和运行经验反馈,与国内产品相比,俄方设备成品质量并无多大优势,但报价却远高于国内同类产品,考虑目前国内某些设备生产能力并不低于俄方,3、4号机组核岛辅助设备和建筑安装材料由国内厂家供货。”崔方水打了形象的比喻,一期是俄方的“交钥匙”工程,主要由俄方完成,二期工程更注重新让国产设备“唱戏”。

安全壳是核电站安全保障的第四道安全屏障,即使在5个大气压下也不能损坏。安全壳穹顶钢衬里采用多种钢板和型材,主要有6毫米厚钢板、工字钢、槽钢、角钢,总重约258吨。为确保安全,相关设计规范对钢衬里密封性能要求非常严格。

在1、2号机组建设中,俄方明确要求,穹顶钢衬里里采用俄罗斯钢材。

3、4号机组建设伊始,业主方调研国内几大钢厂,对俄罗斯钢材和我国国产钢材的化学成分、力学性能等多项指标进行对比,并与俄方专家进行了大量沟通和研究,各项性能指标数据获得俄方认可,3、4号机组核岛安全壳钢衬里采用国产钢材。

安全壳钢衬里材料国产化,不仅降低了采购成本,缩短了采购周期,还有助于我国摆脱对国外产品的依赖,提升钢铁企业国际竞争力,对实施我国核电“走出去”战略、保障我国核设施长期有效运行意义重大。

在田湾核电站,这样的创新故事还有很多。

环吊是核电站建造、运行期间的主要吊装设备,1、2号机组使用的环吊来自俄方公司,成本较高。二期工程建设中,中俄双方提出使用本国产品。

国家统计局日前发布了第三次全国经济普查的主要数据。作为“和平时期最大规模的社会动员之一”,此次普查历时两年多,动用约300万普查人员,涉及超过7000万调查对象。普查数据反映出宏观经济运行的哪些新特征、新趋势?在我国经济发展进入新常态的背景下,普查成果能否为我们认识、适应这一变化提供可靠的数据支撑?记者就此采访了国家统计局局长马建堂。

问:与第二次全国经济普查相比,此次普查显示五年来我国宏观经济发生了哪些显著变化?有哪些新亮点?

答:第三次经济普查数据显示,过去的五年,党中央、国务院率领全国人民克服了国际金融危机冲击,不断推动科学发展、调整优化结构,我国经济呈现出总量明显扩大、结构持续优化和效益不断提高的新特征。

——总量不断扩大。五年来法人单位比2008年末增长52.9%,从业人员增长30.4%,企业资产增长了1.25倍。2013年国内生产总值(GDP)初步核算数较修订增加19174亿元,达到588910亿元。

——结构持续优化。从产业结构看,服务业比重提高,尤其新兴服务业发展更快。经修订2013年我国第三产业增加值为275887亿元,占GDP总量的46.9%,比五年前提高5.1个百分点;2013年末第三产业法人单位、从业人员分别占总量的74.7%和45.9%,比2008年末提高5.7个和3.5个百分点。普查数据同时显示,工业内部转型升级态势明显;所有制结构日益优化;区域发展更趋协调,中西部企业单位平均规模提高,吸纳就业能力增强。

——效益稳步提高。2013年企业法人单位人均营业收入78.1万元,比2008年增长64.2%。2013年高技术制造业实现利润总额7234亿元,比2008年增长1.66倍。

问:目前举行的中央经济工作会议提出,我国正处在向形态更高级、分工更复杂、结构更合理的阶段演化。结合此次经济普查的数据成果,您能否谈谈新常态下中国经济的哪些趋势性变化值得关注?

答:我们的常规调查和普查数据都显示,我国经济发展进入新常态,“增速换挡、结构优化、动力转换”的特征开始显现,经济运行出现了一系列新变化:尽管GDP增速回落,但服务业发展较快;制造业转型升级态势明显,战略性新兴产业方兴未艾;混合经济、民营经济持续发展;创新能力稳步提高。

## 专家回应南水北调中线输水三大质疑

因调水产生的不利影响,并全部纳入中线一期工程主体工程投资。

**疑问二:泥浆沉积将毁了工程?**

**回应:泥沙不会进入总干渠**

有人认为,南水北调中线工程的水源来自陕西黄土高原,泥沙含量大,水库将完全淤塞,有可能出现泥沙淤积影响输水的情况。对此,王浩认为纯属无稽之谈。“水产自陕南汉中平原的安康、汉中、商洛,经湖北十堰进入丹江口水库,然后从河南南阳输水总干渠出,不经过黄土高原,入库水流含沙量非常之低,即使有一点也沉在水库里,不会进入总干渠。”

南水北调中线干线工程建设管理局相关工作人员说,陶岔渠首进水闸前流速0.2—0.4m/s,总干渠全线水流速在0.8—1.0m/s,不会产生淤积淤塞。全线采用全封闭立交设计,即以渡槽、倒虹吸等立交方式穿越沿线河道、水系,在保证总干渠水质的同时,也保证沿线河道泥沙不会进入总干渠。此外,总干渠沿线两侧还设计有防护网,将总干渠与周边隔离。因此,总干渠基本上不存在泥沙淤积问题。

**疑问三:水路结冰无法北上?**

**回应:针对结冰期、冰封期、化冰期有应对方案**

南水北调中线总干渠长1432公里,沿途地域气候差别很大,北方地区冬季气温均在0℃以下,眼下已是隆冬时节,一旦流水结冰,是否影响渠道输水?科技日报记者了解到,中线总干渠可能出现冰期输水的渠段范围为河南安阳以北的渠段。

对此,王浩指出,南水北调中线工程设计时,就充分考虑了黄河以北地区冰期输水问题,对此开展了深入研究,取得了世界领先的成果。“针对结冰期、冰封期、化冰期三个阶段的输水,已经有详细论证和一套特殊的水力学控制方法。”

截在建筑物(如:倒虹吸、隧洞、渡槽等)前。各节制闸处设置了防冰冻设施,沿线配备了一定数量的破冰设备。

“冰期输水时输水流量会有所减少,根据研究成果,冰期输水流量是平常输水流量的60%以上。”这位相关工作人员也指出,经分析,在冰期输水流量减少的情况下,能够满足中线年调水规模。

如果遇到长时间、大范围的极端寒冷天气,可能遇到什么后果,该如何应对?“对总干渠运行的影响,主要在于可能进一步降低此期间的渠道输水能力及可能带来渠道衬砌板的冻胀破坏,为此可通过进一步抬高渠道运行水位来提高渠道输水能力并达到蓄水温度的效果。”蒋云铸说。

其实,京石段(北京至石家庄段)应急供水工程是中期工程早已先期完工的项目,从2008年开始就陆续向北京多次应急调水,也积累了多年冰期输水经验,工程运行一切正常。

此外,南水北调中线基本靠自流,没有调蓄工程,如何精确控制水位?中线总干渠分为63个渠段,沿线设有64座节制闸,节制闸的主要作用就是对渠道内的水位和流量进行控制,满足各渠段运行安全及输水要求。“各节制闸前后均设有远程监控的水位计,可随时对沿线水位进行监控,及时发现并处置问题。”蒋云铸说。(科技日报北京12月24日电)

## 从“三经普”数据看中国经济新常态

### ——专访国家统计局局长马建堂

新华社记者 王希

服务业发展较快,结构不断优化。2013年规模以上服务业营业收入同比增长13.5%,高于规模以上工业主营业务收入2.3个百分点。在传统服务业营业收入受市场需求和新兴产业冲击影响而增长较缓的同时,一些重点行业、现代服务业等发展较快。商务服务、信息服务、科技服务等服务业重点发展行业势头良好,尤其是互联网和相关服务业2013年营业收入同比增长26%。

制造业转型升级态势明显,战略性新兴产业方兴未艾。2013年末全国规模以上高技术制造业企业26894家,占规模以上制造业企业总数的7.8%,比上半年提高1.3个百分点。高技术制造业企业投入的研发经费2034亿元,比2008年增加1.78倍。

混合经济、民营经济快速发展,国有企业的活力和控制力增强。2013年末,民营企业法人单位数560.4万个,比2008年末增长55.8%。有限责任公司、股份有限公司等

四类混合所有制企业数也在增加。国有企业户数虽有所减少,但是活力和控制力都在提高。2013年国有及国有控股和集体控股企业的资产占全部规模以上工业的41.9%。

研发投入大幅增加,创新能力稳步提高。五年来工业企业研发投入不断增加,2013年全国规模以上工业企业投入研发经费8318亿元,比2008年增长1.71倍,规模以上工业企业研发投入经费占全社会研发经费的比重为70.2%,比2008年提高3.6个百分点。

上述变化说明党中央对经济新常态的判断,深刻揭示了我国经济阶段性变化内涵和经济发展的客观规律,是做好新时期经济工作的指针。我们必须学习好、领会好、把握好并自觉贯彻到各项经济工作中来。

问:此次经济普查对制定“十三五”规划将发挥什么作用?

答:通过此次普查,我们基本摸清了国内第二、三产业的发展规模和布局,掌握了我国

2010年3月,进入最后拍板的第7轮谈判,北京郊区的一间会议室里,气氛剑拔弩张,中俄双方代表大都不谈完不休的架势。

崔方水回忆,当时双方讨论最激烈的是接口如何处理,“因为我们的设备要用到俄方设计,最后我们创造性地提出,由设计方负责接口的完整性、正确性、一致性,中方负责我供货设备安全和质量”。

这场鏖战持续36个小时,当达成最后一个协议条款时,整个谈判团成员都已精疲力竭,俄方谈判组的秘书因超负荷工作甚至出现休克。

太原重工从这次谈判中,收获了公司目前最大的环吊订单,对国家来说,国产化使环吊价格下降近一半。

“我们发挥的是技术桥梁作用,帮助国内厂家在俄标准体系和厂家规范间找到结合点,向俄专家证明我国产品能够满足其提出的供货要求,甚至有的指标甚至高于他的要求。”崔方水说,在这过程中,需要对业主和厂家的合作机制进行创新,形成合力,才能有效预测项目风险,并对风险控制有信心。

### 管理创新:促核电产业本地化、自主化

设计的目标日期与施工进度轨迹基本重合,这是不少人打开二期工程3号机组工程进展表后发出的惊叹,项目管理人员似乎从图纸上已经精确预料到未来几年的工程进展。这在以往核电站建设中并不多见。

2010年,在中俄两国领导人的见证下,中俄双方先后签署框架合同、技术设计合同和总合同,留给设计人员的时间只有两年时间。

为什么能把工期掐得这么准,崔方水说,这是因为新时期“田湾精神”中有一条显著的特质,就是“谋定而动、赢在执行”。

二期工程参与方众多,作为业主的江苏核电有限公司重点通过管理创新确保项目建设工程进展,这其中首推“负接口”管理。

李华平打了个形象的比方来形容这一管理创新,就像一场接力比赛,上一棒选手启动时,下一棒乃至下一棒选手已做好了热身运动,而不是等到上一棒选手到接力区才跑动。

在二期工程项目核准工作中,中核田湾人坚决执行“宁愿人等文件,也决不能出现文

件等人”的工作方式,这样一来,每项工作的衔接时间得到大大节省。

但3号机组建设过程中,并非没有摩擦。质量保证处处长朱洪涌在项目实施过程的巡查中没少和人吵架,“质量检查和质量监督人员经常吵架。但大家都没有私心,为的是守护安全——这是核电的生命线”。

2014年12月4日,3号机组核岛穹顶施工现场,0摄氏度气温下滴水成冰,质保工程师执行随机监督活动,在JMN喷淋系统管道(用于应急情况下喷淋)安装区域一个拐角,敏锐地发现施工异常。

在机械连接装置中,止动垫圈是最小的单元,个头虽小作用却大。正确安装的止动垫圈能够防止螺母松动。一旦螺母松动、脱落,掉入回路系统后,会影响机组安全运行乃至损坏机器设备,类似质量事故在别的电站发生过。

监督员找到作业人员,对方回应“我们这么做没有问题”;监督员又找到质量控制人员,质量控制人员说“我们执行俄标,俄标对止动垫圈没有具体要求”。

监督员没有放弃,对照国标止动垫圈安装标准图例,证实现场止动垫圈的安装不符合国标,施工方最终对该系统安装的所有止动垫圈进行了核查和返工处理,避免了系统潜在质量问题的发生。

“螺栓螺母遍地都是,很容易放过去,我真佩服那些监管人员。”崔方水由衷感慨,这也是田湾核电人一贯的工作理念,一次就把事情做好,每次做都当第一次。

当天接受记者采访时,各处负责人围着会议室的椭圆桌坐了大半天。

李华平一点不将就,核安全处副处长张迅和设计管理处一处处长周志军是一期工程的首批高级操纵员;工程合同一处周智勇已是对俄商务谈判的专家……他们大部分是1997—1999年田湾核电站建厂的“元勋”,如今已成为管理流程中的“老站岗”。

田湾一、二期工程建设和运营,不仅培养了一批人才,李华平认为,最深远的意义在于,为全面掌握先进的压水堆核电站设计和设备制造技术,积累运行和管理经验,促进核电产业的本土化和自主化,并为我国三代核电技术走出去战略打下坚实基础。

出,企业创新能力总体不强,第三产业增加值占比不断提高但生产效率还有很大提升空间。准确把握这些变化趋势和存在问题,有利于进一步提高“十三五”规划的前瞻性、有效性和针对性。要通过制定和落实“十三五”规划,加快推进制造业转型升级,化解过剩产能;积极推动服务业发展,促进消费升级;大力深化改革开放,实现创新驱动发展。

问:统计部门将如何开发利用普查成果,更好地服务我国经济社会发展?

答:第三次全国经济普查获得了海量数据,我们将和社会各界一起努力开发利用好这些成果。除了把更多公布的数据外,我们还将分期、分批发布更多更详细的数据,并尽可能多地利用可视化技术来提供和展示普查结果,以便社会各界查询使用。

目前,国家统计局数据库已提供了此次普查主要数据一、二、三号公报的可视化版本。我们也已经利用了普查获得的地理空间信息及普查结果对统计地理信息系统进行了更新升级,该系统将尽快上线,届时社会公众可通过全部内容的空间位置及相关信息,可通过地图、图形、图表等可视化工具,获取生动直观的普查数据成果。总之,统计部门将以第三次全国经济普查为契机,进一步加大统计改革创新力度,逐步完善统计制度和统计生产方式,更好地服务改革开放和现代化建设。(新华社北京12月24日电)

(上接第一版)

针对网友担心过高的输水影响流速、流量,进而导致输水难以保证,王浩表示,“工程设计中对流量、流速都有精确的计算,不劳网友操心”。他说,南水北调中线工程设计确定的混凝土糙率为0.017,近年来由于施工工艺的改进,在渠道建设中,采用滑膜方法、自动机械施工,工程质量高,实际糙率为0.0147—0.015,比事先预计的更好,渠道更光滑。

“初期调水量少是基于两个因素。”王浩进一步解释说,“除了受水地区的水网、管线配套工程还没有完全建好,一时消化不了太大的水量之外;一方面,北方的水碱性比较大,南水则相反,北方的自来水管道适应南水有个过程,为避免出现‘浑水’,需要一点点改变掺入南水的比例。”因此,南水进入受水地区初期将与当地水源以一定比例进行“混搭”,经过一定时间顺利运行之后,进行动态调整,逐步扩大南水的比例、用量,以至最后实现调水、分水目标。

还有人担心,汉江平均水量300亿立方米/年,有1/3的水量要调到北方去,长江以往,南方也将无水可调。“中线工程对汉江中下游生活、生产和生态用水确实有一定的影响。”蒋云铸坦承,因此规划了兴建兴隆水利枢纽、引江济汉工程,改扩建沿岸部分引水闸站,整治局部航道等4项工程,以减少或消除

(上接第一版)先看片后付费的快捷模式,用户选择影片后即可直接观看,费用将按月从有线电视缴费账户中扣除,使用十分便捷。此外还提供免费电视线卡等支付方式,用户可通过消费卡内金额完成影片订购,同时,支付宝、微信等多种支付方式也即将上线。

“有线电视”一经推出,就受到各地有线网络公司关注并先后表示愿意引入,共同搭建全国有线电视院线平台,丰富高清交互数字电视平台内容。据了解,“有线电视”预计明年1月在天津率先上线,而全国技术平台目前已在着手搭建中。

**建全新观影平台 开辟第二大电影发行市场**

据介绍,几年前,中国电影票房是北美电影票房的1%,去年是北美电影票房的1/3;今年有可能是北美电影票房的1/2。预计国内电影票房规模将突破300亿元,其中传统院线收入约占80%。而在电影产业产销模式成熟的北美地区,绝大部分电影人来源于传统院线之外的“后电影”收入。一部电影在院线发行后,还会进行家庭DVD、单片点播、包月观看、视频点播播出等方式的再销售,电影产业对传统院线收入的依赖程度较低。

“中国有线电视”以内容为主体,市场为导向,挖掘广大有线电视用户的电影消费潜力,建立有序、健康发展的全新观影平台和电影版权交易市场,开辟第二大电影发行市场。国家新闻出版广电总局电影局局长张宏森说:“这个项目充分利用视频点播技术,电影开辟第二轮播放平台,使电影发挥长尾效应。这会让更多制片片深感受鼓舞,在缩小中国电影与美国电影综合收入差距上也迈出了重要一步。”

**互利互惠 和则多赢**

我国有世界上最大的有线电视网和最多的有线电视用户,但是多年来分散经营、相互脱离、脱节,难以形成核心竞争力。

“中国有线电视联盟”是全国性、行业性、非营利性业务联盟。歌华有线介绍,联盟成员将共同出资成立“中国有线电视”运营公司,设立专业化联合运营实体,实现产业化、资本化运营的目标。同时,建立版权基金,吸引有实力的上游版权方及战略投资方,独家买断优质影片,独享来自俄罗斯、北美等国家地区的高清、3D、4K品质热播电影。有效扩大电影的传播覆盖,拓展“后电影”时代版权发行渠道,充分发挥“后电影”的长尾效应,提高中国有线电视竞争力,进一步发掘高清交互数字电视新媒体价值,加快战略转型步伐。