

建设中的田湾核电站——正在冉冉升起的东方明珠

田湾核电站工程是依据中俄两国政府 1992 年 12 月签订的协议合作建设的大型核能项目，是我国“九五”期间重点核电建设工程之一。核电站位于江苏省连云港市田湾。建设规模为 4 台百万千瓦级压水堆核电机组，分两期建设，一期工程建设 2 台俄罗斯 AES-91 型核电机组，工程概算总投资 32.04 亿美元，2 台机组计划分别于 2004 年和 2005 年建成投产。

田湾核电站装机容量为 $2 \times 1\,060$ MW，设计寿命 40 年，年负荷因子不低于 80%，年发电量为 140×10^8 kW·h 以上。每千瓦投资比造价小，运行成本低，经济性良好。

主要技术设计特点

田湾核电站一期工程选用的俄罗斯 AES-91 型压水堆核电机组，是在总结 WWER-1000/320 型机组的设计、建造和运行经验基础上，采用验证过的成熟技术，并吸收了西方压水堆（PWR）的一些先进技术而完成的改进型设计。主要包括：

采用全锆型燃料组件，提高了燃料利用率，燃耗达 $43\,000$ MW·d/t，降低了铀平均富集度；增加控制棒的数量，改进控制棒材料，延长了寿命，提高了控制能力；改进了堆芯设计和一回路设备（主泵和蒸汽发生器等）；安全系统（高低压安注系统、安全喷淋系统和余热导出等系统）改为四通道；设置了应急浓硼注入系统；采用双层安全壳；增设了抑制超设计事故的系统（卸压过滤排放系统、氢复合系统和堆芯熔融物捕集冷却系统）。同时考虑到仪控系统的重要性和技术发展前景，采用了德国西门子公司全数字化仪控系统。这些改进措施提高了田湾核电机组的可靠性、安全性和运行效率。

1995 年 3 月，应中国国际原子能机构的要求，IAEA 专家组在北京对 AES-91 设计进行了审评，评价报告认为“这种新的设计是以 14 个正在运行的 WWER-1000/320 型核电机组的运行经验和采用俄国现行标准为基础的。此外，考虑了最近国际上关于先进堆安全目标的发展，并采纳了西方现代核电厂的若干特点”。2001 年 4 月，IAEA 专家组针对田湾核电站安全壳事故卸压过滤排放系统，安全壳可燃气体管制（非能动氢复合器），堆芯熔融物捕集装置等缓解严重事故设施进行了再次审评，对堆芯捕集器的设置等给予认可和较高评价。这充分说明 AES-91 型机组设计不仅满足国际现行核安全和辐射安全要求，符合我国核安全法规及有关标准、规范，而且在某些方面已经达到或接近国际上正在开发的新一代核电站的先进要求。

项目立项和前期准备

1992 年 12 月中俄两国政府签署了在中国合作建设核电站和俄罗斯向中国提供政府贷款的协议，1995 年 5 月国务院批准工程立项。1997 年 12 月，可行性研究报告通过电力部会同中国核工业总公司组织的审查。1997 年 3 月中俄签订了《连云港核电站建设框架合同》，1997 年 5 月签署了《连云港核电站技术设计合同》，1997 年 12 月签署了《中俄合作建设核电站总合同》。中俄两国领导高度重视总合同的签订，并出席了签字仪式。

1999 年 8 月，田湾核电站工程的初步设计、环境影响报告、核安全分析报告和开工报告相继得到国家有关部门和国务院的审查批准。1999 年 10 月 20 日 1 号机组反应堆厂房第一罐混凝土浇灌，标志着工程正式开工。中俄两国政府领导人高度重视，江泽民主席和叶利钦总统互致贺函，俄政府总理普京发来贺信，国务院副总理吴邦国出席开工仪式并剪彩。2000 年 4 月 16 日，1 号机组汽轮机厂房开工。2 号机组反应堆厂房和汽轮机厂房分别于 2000 年 9 月 20 日和 2001 年 4 月 12 日开工，配套工程陆续建设。

建设方式和组织管理模式

田湾核电站采取中外合作的建设方式。根据中俄两国政府协议和总合同,俄方负责总的技术责任和核岛、常规岛设计及成套设备供应,几个厂房的安装及全部调试工作;中方负责工程建设管理、土建施工、部分设计和大部分安装工程。

田湾核电站由中国核工业集团公司、江苏省电力公司、江苏省国际信托投资公司和中国华东电力集团公司分别按照投资比例50%,20%,20%和10%组建的江苏核电有限公司(JNPC),承担田湾核电站的建造、运营和管理。按照现代企业制度的要求,公司实行董事会领导下的总经理负责制,工程建设实行项目法人负责制、建设监理制、招标投标制和合同管理制,认真履行投资、质量、进度三大控制。

国家计委在田湾核电站可行性研究报告的批复中明确指出,由于田湾核电站项目在工程设计、设备供应、土建安装等方面采用切块分包的模式,为保证工程进度,分清责任并控制工程造价,要求业主在项目建设各环节贯彻招标投标制,严格执行合同管理。田湾核电站工程全面贯彻执行了国家关于实行项目法人负责制、招标投标制、建设监理制和合同管理制的规定。

工程建设进展

工程设计 目前,由俄罗斯各设计单位进行的技术设计已全部完成,施工图设计已大部完成,由国内设计院进行的围墙外辅助设施设计也已大部分完成,俄供施工图纸和国内设计院提交的图纸基本满足各项工程施工的需要,设计工作重点已转向施工过程中技术问题的处理。装料前所需的执照申领文件,如环境影响评价报告、最终安全分析报告、厂内应急计划等,已全面开始编制并在积极落实中。

现场工程建设 双围墙内核岛、常规岛、安全厂房、控制厂房等26项主要工程子项全部按计划节点开工,主体工程全部进入土建高峰期。目前,1号核岛反应堆厂房筒身施工完成,安全壳55束预应力系统全尺寸穿索试验取得成功,反应堆竖井内生物屏蔽层(干保护)及支撑桁架和止推桁架已安装就位,环吊设备、穹顶已经顺利吊装成功,核岛和常规岛设备安装准备和配合土建施工的安装工作正在有序地进行,主体工程各控制节点及形象进度均实现二级、三级进度计划目标。围墙外主要包括海水取排水、引水隧洞、前池、护岸、淡水管线和淡水厂,BOP, GIS等120余项工程子项,其中大部分工程已开工并取得阶段性进展。自备码头及航道、核电南路、仓储区库房、专家村工程等配套项目已经相继完成并投入使用,各配套工程进展满足二级进度要求。

设备制造和监造 俄供货状况、到货进度和质量基本满足要求。俄供设备按计划开始成批量提交,设备制造和供货进入高峰。中方派出的65人组成的驻欧监造队执行点面结合和项目负责人工作制度,及时了解和掌握制造进度、质量情况,就地解决处理不符合项等问题和进行设备验收,俄供主要设备如压力容器、堆内构件、主泵、蒸汽发生器、汽轮机等长周期大型设备制造进度和质量控制有效并不断加强。

生产准备和调试准备工作已经全面启动,培训等工作进展顺利。

田湾核电站建成后将发挥积极作用

目前,江苏省以及华东地区电网电力供需矛盾仍很突出,田湾核电站的建设正是适应了这种需求。核电站建成后,将新增发电容量 212×10^4 kW,大大改进电网电力结构;年发电量达 140×10^8 kW·h以上,为该地区工农业生产增加产值上千亿元创造条件。

核电站运行前25年向政府上缴税金超过核电站建设总投资;可以向银行提供可靠的还本付息能力,促进国家金融事业的发展;由于本项目对俄支付和还本付息大量采用易货方式,年平均易货规模达数亿元,将大大带动国内产品的出口。核电站设计、建造和管理对国家核电和核燃料技术的发展有着积极的作用和影响。核电站数百亿元的投资,对于国内设计施工、设备材料、运输、保险、商业、服务、旅游等行业的发展起到极大的推动作用,能够创造更多的就业机会,活跃市场经济,促进经济发展。

田湾核电站的建设对当地的旅游、交通、金融、税收和经济发展有着显著的积极影响。核电站每年以50t核燃料代替同等规模火电站 600×10^4 t煤炭,不仅可以缓解铁路和港口的运输压力,而且可以减少含硫煤烟排放,有效保护环境,保护沿海开放城市的清洁、活力和吸引力;对缓解电力压力,改善能源结构,加强环境保护,促进经济发展将发挥重要作用。