

中国的 核电 里程碑





田湾核电站是中俄两国迄今最大的合资项目。经过十年的建造，它将帮助中国减少温室气体排放，生产出更廉价的能源。安全是该项目的核心。

撰稿：PAN HAIXIA 和 GONG FEI 摄影：LIANG LIANG

为了满足迅猛增长的电力需求，同时尽可能地减少污染，中国兴起了核电站的建设热潮。到2008年9月，中国已有11台核电机组投入商业运营，有6台处于在建中，其它还有几台即将开工建设。

田湾核电站（NPP）的几个新建反应堆中，有两个位于中国东海岸江苏省的美丽港口城市连云港。被誉为是“连接中国东西部航运走廊”的连云港市，是1984年国务院批准的中国首批14个对外开放城市之一。目前，它已发展成为运输枢纽及广受欢迎的旅游胜地。

该核电站主要为中国最发达地区、靠近上海的江苏南部供应电力。江苏现已成为外商投资的一个热点。

田湾核电站的这两个反应堆分别于2006年6月和2007年8月投入商业运营，它们是中俄两国之间迄今最大的技术经济合作项目成果，一期的投资总额为32亿美元。

俄罗斯和中国于1990年首次签署了核合作协议，1997年又签署了一份有关田湾核电站的重要合同。根据该协议的规定，俄方负责技术支持和核岛、汽轮机岛设计及成套设备的供应。中方负责工程施工管理、土建施工和部分设备的供应，以及部分设计和核电站绝大部分的安装工程。

建设工程于1999年10月开工。一期工程的两台反应堆均为俄罗斯AES-91型压水堆核电机组。这两台反应堆在俄罗斯VVER-1000/392标准型反应堆的基础上进行了改进型设计，完全符合国际认证的核能和辐射安全标准，同时也符合中国的有关核安全法规和标准。

>>>

两个反应堆是中国在核电方面的大规模投资计划之一，是中俄两国之间迄今最大的技术经济合作项目成果。

“与煤炭火力发电厂相比，田湾核电站项目每年减少1600万吨的二氧化碳废气排放。”

江苏核电有限公司维修部副主任 SHI LING



田湾核电站公司——江苏核电有限公司的Yan Weifeng (左)和Shi Ling

长期以来，安全问题一直困扰着核电工业。在乌克兰的切尔诺贝利市以及美国三哩岛上发生的严重事故，让许多人至今仍记忆犹新。不过，中国政府再三强调了他们对安全的承诺。

“安全性是核电站最重要的问题，”江苏核电公司维修部副主任Shi Ling说。该部门是1997年为运营田湾核电站而组建的。“还有一些国际组织一直在充当核电站的

监察人员。田湾核电站已经加入这些组织，作为其成员欢迎他们进行监督。”

田湾核电站采用了一些先进的安全措施来更好地确保其安全运行。其反应堆采用了双层安全保护壳，包括一个完全密封的内层保护壳，能防止辐射向外界渗透，而外层保护壳可防止反应堆受到任何外部环境的影响。

预应力保护层由55束钢缆支撑，其设计可以承受地震、洪水、龙卷风和暴风雨的影响。设计的反应堆还能确保其不受到任何空中坠落物的破坏。

“田湾核电站之所以是全世界独一无二的，是因为它有一个堆芯捕集器，可以在发生严重事故时收集并冷却堆芯熔融物。”江苏核电有限公司（JNPC）副总经理Wu Xiujiang最近在接受《中国商业周刊》采访时说，“田湾核电站是世界上首家采用该项技术的。”堆芯捕集器可防止堆芯熔融物将反应堆厂房的混凝土底板熔穿，从而可避免放射性材料的渗漏。

田湾核电站也依靠阿法拉伐的设备。“我们总共用了46台阿法拉伐五种不同型号带垫圈的板式换热

器，”江苏核电有限公司（JNPC）维修工程师Yan Weifeng说。

早在1998年核电站的设计中，就专门指定了使用阿法拉伐的换热器。“在1994年，我们就将阿法拉伐的换热器技术推荐给了俄罗斯圣彼得堡研究设计院，”阿法拉伐在中国的核电销售经理Carl Zhang说。

“四年后，阿法拉伐又协助该设计院为板式换热器制定了所有的规格。”

石凌说明了选择阿法拉伐设备的理由，“作为世界领先的板式换热器生产商，阿法拉伐拥有先进的生产技术，一整套完善的服务体系和高质量的产品设备。在板式换热器的清洗和维护方面，研究开发出了大量的服务技术，如在线化学清洗和自动反冲洗过滤器。”

田湾核电站已证实是高效而又可靠的。其单机容量达到了106万千瓦，成为中国目前最大的核电站。到2008年8月，田湾核电站的发电量已超过190亿千瓦时，其中180亿千瓦时输送给国家电网。

这两台反应堆还创造了在核燃料循环周期内连续安全运行的全国记录，其三废（核电站的废水、废气和废渣）的排放量也成功地一直保持低于国家标准，Yan Weifeng说。

除了这些先进的硬件设备外，训练有素的工作人员也是确保核电站安全运行的另一个重要方面。“江苏核电有限公司（JNPC）的1100名员工全部都有大学或大学以上的文化水平，”Shi Ling说，“所有操作人员在上岗前，都要送到俄罗斯进行了长达17个月的培训。而且在田湾核电站，我们还会对他们进行定期培训。”

中国政府认为，核能是减少温室气体排放和创造出较廉价能源的一个解决方案。随着经济的快速发



阿法拉伐在中国的销售经理Carl Zhang

► 中国的核电

中国的核电投资

中国的核电建设开始于二十世纪七十年代。到2008年9月，中国有11台核电机组已投入商业运营，包括浙江省秦山核电站的五台机组，广东省大亚湾核电站的四台机组以及田湾核电站的二台机组。另外还有六台处于在建中，其它还有几台即将开工建设。

中国从世界最大的几个核

电输出国——如法国、加拿大和俄罗斯引进了最新技术，而中国的核电发展在很大程度上受到了法国设计的影响。

到2007年底，中国发电总装机容量创下历史新高，达到7.13亿千瓦：其中水电装机容量达到1.45亿千瓦，火电装机容量达到5.54亿千瓦，核电装机容量为900万千瓦，风电设

备容量为400万千瓦。工业消耗了中国大约四分之三的电。而在欧盟国家，工业的能源消耗约占总能源消耗的40%。

2007年，中国核电站提供的发电量为628.6亿千瓦时，占总发电量的2.3%，目前核电装机发电量为860万千瓦。

中国政府计划到2020年将

核电能力增加五倍，达到至少5000万千瓦，甚至6000万千瓦，到2030年将进一步增大到1.2至1.6亿千瓦。

这一行动表明，中国决定开发可再生能源来缓解经济快速增长所带来的能源短缺，同时还计划降低国家对火力发电厂的依赖性，提高对环境的保护。n



安全是田湾核电站最受关注的问题，它采用了许多先进的安全措施来确保其安全运行。

▶▶ www.alfalaval.com/here/power/tianwan

展，国家对电力的需求在过去几十年中猛增。例如在夏季，空调设备的耗电比例更是惊人，甚至使国家电网都无力应付。

对于中国当地政府和企业来说，满足这一需求的普遍办法就是兴建火力发电厂，但是它的效率不高，而且向大气中排放出大量的温室气体、煤烟灰和有毒物质。

根据世界核协会的统计，中国大约80%的电力都产自于化石燃料（主要是煤）。现在，在与能源相关的二氧化碳废气排放方面，中国已经成为了美国之后的全球第二大排放国。

为减缓这一发展速度，中国政府决定投资更加洁净的能源，发起了一项广泛的核能投资计划，目标是到2020年取得六倍的核能增长。

在江苏省，田湾核电站项目已经改变了能源的整体结构，江苏核电有限公司总经理Jiang Guoyuan说。现在，该省市正在逐步关闭许多污染严重的小型火力发电厂，并计划进一步地开发洁净能源，包括核电。

“尽管核电站的建设成本高，在相同装机容量的情况下，通常要比火力发电厂高出30%到50%，但核电站的使用寿命周期更长，燃料成本更低，”石凌说，“包括环境保护费用在内，一个核电站的成本还是要比火力发电厂低15%到30%。”

田湾核电站的两台反应堆一年大约需要50吨核燃料。而具有同样装机容量的火力发电厂一年就需要600万吨的煤。“这就意味着可大大减少废气排放。” Shi Ling说。

我们的统计数据表明，与火力发电厂相比，田湾核电站项目每年可以减少1600万吨二氧化碳废气排放，”他说。这几乎相当于香港全年二氧化碳总排放量的一半。“它还每年可以减少40万吨的废渣，同时还可大大降低二氧化硫和一氧化氮的废气排放。” Shi Ling补充说。

中俄双方已达成协议，共同进行田湾核电站的二期项目。该协议也是2007年11月中国总理温家宝及当时的俄罗斯总理维克托·祖布科夫(Viktor Zubkov)在莫斯科签署的联合公报的一部分，宣称增强核能方面的合作是发展两国关系的重点。

根据可行性报告，二期工程将包括另外两个万千瓦级的核电机组，并为另外四台核电机组预留了施工区域。这意味着田湾核电站总共会有八台100万千瓦级的发电机组，总装机容量可达到800万到1000万千瓦。年发电量将达到600-700亿千瓦时，相当于居世界领先的风力发电大国——美国的风力发电总装机容量的三倍多。总共八台核电机组每年的能源产值将大大超出250亿元人民币（约合36亿美元）。

▶ 事实资料

田湾核电站

- 中国核工业集团公司持股50%，中国电力投资集团公司持股30%，江苏省国际信托投资公司持股20%；
- 由江苏核电有限公司负责运营；
- 位于中国江苏省连云港市田湾镇；
- 有1100名员工；
- 它是继中国东海岸浙江省的秦山核电站和华南广东省大亚湾核电站之后的中国第三大核电站；
- 两台核电机组单机容量为106万千瓦，设计运行寿命为40年；
- (截至2008年8月16日)发电量为194亿千瓦时，其中180亿千瓦时输送给国家电网。

>>>



截至2008年8月16日，田湾核电站已向国家电网输送了180亿千瓦时的发电量。

>>> 中国也在开发第三代核电技术，与美国西屋电气公司和法国阿海珐（Areva）公司签订协议，将利用他们的最新技术建造六个核反应堆。

根据Shi Ling介绍，田湾核电站以及中国整个核电工业所面临的最大问题，就是依赖国外技术。“对于中国来说，现在的当务之急是要培养和培训更多的核专业人才，这样才能够期待将来能有更多中国自主设计、自主建设和自主管理的核电站。”他说。n

► 阿法拉伐的解决方案

低成本高效率的选择方案

——板式换热器可确保高效传热

田湾核电站使用了46台五种不同型号的阿法拉伐带垫圈的板式换热器。

“它们主要用来转移核电站不同系统中的热量，如冷却涡轮机和反应堆设备，”江苏核电有限公司（JNPC）维修工程师Yan Weifeng解释说。

他说，阿法拉伐的换热器设计紧凑，比传统的管壳式换热器所占用的空间要小得多，而且工作性能优良、维修保养方便，运行寿命更长。“选择阿法拉伐的板式换热器的一个原因就是看中了它们的高性价

比，”江苏核电有限公司维修部副主任Shi Ling说，“他们的钛质板材还可避免被海水腐蚀的危险，换热板的波状构造可增大液体紊动，从而达到有效的热传递。”

为达到同样的传热效果，管壳式换热器需要的换热面积是板式换热器的两到三倍。

Shi Ling说，板式换热器的另一个优越性是所需的冷却媒介比管壳式换热器少，从而可节约水资源，减少冷却泵的设计容量。此外，板式换热器的维修保养及板材替换也更简单方便。

“阿法拉伐产品的优势不仅在于它们的高质量，还有他们面向服务的设计方案。”

“阿法拉伐产品的优势不仅在于它们的高质量，还有他们面向服务的设计方案。”Yan Weifeng说。

据他介绍，田湾核电站二期工程还会使用同类产品。n



田湾核电一共使用了46台阿法拉伐带垫圈的板式换热器。