



1101010101010111010110

010110101010101011

庆祝秦山三期

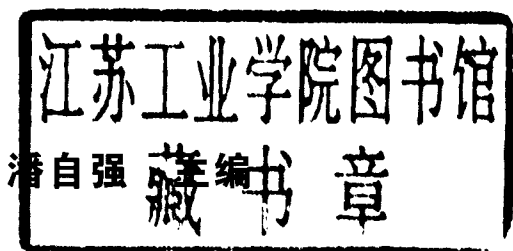
重水堆核电站工程全面建成

学术报告会论文集

潘自强 主编

原子能出版社

庆祝秦山三期重水堆核电站工程
全面建成学术报告会论文集



原子能出版社

图书在版编目(CIP)数据

庆祝秦山三期重水堆核电站工程全面建成学术报告会论文集/潘自强主编. —北京:原子能出版社,2004.7

ISBN 7-5022-3201-X

I. 庆… II. 潘… III. 重水冷却堆—核电站—建设—海盐县—文集 IV. TM623.92-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 070746 号

内容简介

本书汇编了在庆祝秦山三期重水堆核电站工程全面建成学术报告会上的领导讲话以及学术报告,总结了秦山三期重水堆核电站建造和调试过程中的经验以及管理策略、管理方法,展示了中外合作、以我为主的成功实践模式。可供从事核电站工程建造、调试和管理人员参考。

庆祝秦山三期重水堆核电站工程全面建成学术报告会论文集

出版发行	原子能出版社(北京市海淀区阜成路 43 号 100037)		
责任编辑	刘 朔		
责任校对	徐淑惠		
责任印制	丁怀兰		
印 刷	保定市印刷厂		
经 销	全国新华书店		
开 本	850 mm×1168 mm 1/32		
字 数	234 千字		
印 张	8.5	彩 页	8
版 次	2004 年 8 月第 1 版		2004 年 8 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 7-5022-3201-X/TM·3		
印 数	1—1800	定 价	48.00 元

版权所有 侵权必究(如有缺页、倒装,请与出版社联系调换)

**《庆祝秦山三期重水堆核电站
工程全面建成学术报告会论文集》**

编 委 会

主 编 潘自强

副主编 沈文权 钱剑秋 石 跃

编 委 (按姓氏笔画为序)

石 跃	吕华祥	沈文权	张国斌
张雅丽	周永茂	郝东秦	顾 军
钱绍钧	钱剑秋	唐炯然	潘自强

序

2003年10月24日,在浙江海盐举行了秦山三期重水堆核电站工程全面建成学术报告会,参加会议的有来自政府部门、设计研究机构、企业、媒体等方面的领导、专家、代表,还有很多德高望重的院士。会后,我们将主要的报告材料进行整理,并汇编成本文集,以利于行业内外同仁广泛交流,以利于促进下一阶段核电建设的发展。

秦山三期重水堆核电站的全面建成投产,是我们认真贯彻中央发展核电方针,在核电建设上取得的又一重要胜利,同时也是中加两国在核能应用领域开展友好合作的成功典范。秦山三期重水堆核电站工程,是中国核工业集团公司承建的国家“九五”重点工程,是引进加拿大重水堆核电站技术,按照国际标准建设的。工程于1998年6月8日开工,合同工期为55个月,首台机组于2002年12月31日比合同工期提前43天投入商业运行,2号机组于2003年7月24日提前112天投入商业运行。工程设计、建造、调试和管理取得全面成功。与国际同类30多座重水堆核电站相比,秦山三期重水堆核电站设计最新,工程建设周期短,工程质量高,多项施工纪录创国际同类核电站建设之最,是国际合作建设重水堆核电站的典范,创造了显著的经济效益和社会效益。

秦山三期重水堆核电站工程全面落实业主的权利与责任,在中外合作中贯彻了自主原则。工程建设紧紧抓住了设计审查和设备监造两大关键环节,大大提高了核电站的安全性、可靠性和经济性,有效地保证了设备制造质量,为核电站高质量建成和安全可靠运行创造了条件。

秦山三期重水堆核电站工程实施了核电工程管理与国际接轨,使我国核电项目管理水平有了较大的提升。秦山三期重水堆核电站工程结合国情和工程实际,以实行现代企业制度为目标,建立了一套能成功实现工程质量、进度和投资三大控制的科学、先进的项目管理模式和组织体系。其核心是建立责权分明的垂直指挥系统,建立横向协作、监督和制约的机制,建立一套程序化、信息化的运作体系。使我们工程项目管理摆脱了行政干预、权责不清、奖罚不明的管理弊端,成功实现了由“人治”到“法治”的过渡。

秦山三期重水堆核电站工程在中外合作模式上与其他引进工程不同的是,中方除负责一般意义上的对项目进度和质量进行监督检查及对承包商进行管理外,还直接负责 BOP 部分的建造管理和实施电站调试工作。由于采用新型合作模式,加快了掌握相关技术进程,促进了电站建造、调试和生产准备等工作,我方技术和管理人员在工程中得到了充分的实践和锻炼,为自主安全运行核电站打下了坚实基础。

秦山三期重水堆核电站工程建立了合同谈判、工程建造、调试、运行以及核燃料管理等一套完整的体系,培养了一批与国际管理接轨的、能驾驭项目管理的专业人才。在建设优质工程的同时,不断改善合作模式,加快了掌握技术的进程,培育了一支能自主运营的高素质员工队伍,为工程顺利建成后迅速转入自主运行提供了可靠保证。

秦山三期重水堆核电站是我国核电发展承上启下的一个工程,它既吸取了秦山一期、二期,大亚湾核电站的成功经验,又为新世纪我国核电新项目的开发做了管理和人才的准备,也为核电设计院体制转型作了有益的尝试。秦山三期重水堆核电站的建成,对我国核工业的全面发展有着特别重要的意义,对打开国际合作新局面也有着现实和深远的意义。

最近,我们将秦山三期重水堆核电站建设的情况及经验上报给中央领导,多位中央领导在我们的报告上作了重要批示。胡锦涛总

书记批示：“成绩可喜，经验可贵。望再接再厉，创造新成绩。”温家宝总理批示：“经验宝贵。”曾庆红副主席批示：“我衷心地祝贺秦山三期工程的圆满成功。并希望同志们全面贯彻落实‘三个代表’重要思想和十六大精神，不断谱写核电建设的新篇章。”黄菊副总理批示：“认真总结建设经验，巩固取得的成果，迎接竣工验收。为我国未来的核工业发展作出更大的贡献。”中央政治局常委李长春同志批示：“我国发展核电的成就可报道一下，对进一步加快电力建设的思路有启迪，以利统一思想。”中宣部部长刘云山批示：“秦山核电站建设的经验很好，有重要现实意义，可组织中央新闻媒体宣传。”中央领导的批示，既是对秦山三期重水堆核电站工作的充分肯定，也是对我国核电发展所取得的进展和成绩的充分肯定，是中央领导对我们的殷切期望，是对我们的鼓励和鞭策。中国核工业集团公司将认真落实中央领导同志的一系列批示精神，戒骄戒躁，再接再厉，不断创造核电建设和运行的新成绩。

我们相信，在党中央、国务院的正确领导下，在国家有关部委和相关部门的大力支持下，我国的核电事业在过去二十多年的努力和基础上，一定会取得新的更大的发展。

中国核工业集团公司副总经理 黄国俊

2003 年 10 月 24 日

目 录

- 一、坚持自主原则,建设一个安全、经济和质量核电站
——秦山三期重水堆核电站工程建设情况汇报
..... 康日新 钱剑秋(1)
- 二、Successful Completion of the Qinshan Phase III Nuclear
Power Plant —— A Successful Model for Chinese-Canadian
Cooperation Simon Pang(33)
- 三、中加合作的成功典范
——秦山三期重水堆核电站工程顺利建成
..... 彭孝兴博士(74)
- 四、秦山三期重水堆核电站建筑安装工程的新经验
..... 吕华祥(105)
- 五、秦山第三核电厂核安全审评和监督管理
..... 王 俊 彭 俊(117)
- 六、上海核工程研究设计院参与工程项目管理的成功实践
..... 韦龙生(128)
- 七、秦山三期重水堆核电站燃料元件的国产化
..... 李冠兴(140)

八、秦山三期重水堆核电站工程双机组调试管理	顾 军(168)
九、积极发展核能的必要性和可能性	潘自强(229)
十、2020 年前核能的发展目标和重点工程	沈文权(249)

坚持自主原则,建设一个安全、经济和高质量核电站

——秦山三期重水堆核电站工程建设情况汇报

秦山第三核电有限公司 康日新 钱剑秋

摘 要 秦山三期重水堆核电站工程是国家“九五”重点工程,也是中国和加拿大最大的合作项目,得到了两国领导人的关心和国内外有关方面的大力支持。该工程创造了国际重水堆核电站建设周期的最短纪录,在设计上又做了较多改进,有 21 项新设计在 CANDU-6 机组中第一次采用,优化了性能,获得了国内外同行的广泛好评,是国际合作的新典范。本文主要介绍了秦山第三核电有限公司在工程建设中坚持自主原则、管好工程的三大控制等方面的实践及体会。

关键词 秦山三期 工程建设 项目管理 调试 企业文化

Adhering to the Self-reliance Principle and Constructing a Safe, Economic, High-quality Nuclear Power Plant

—— Report on the Construction of Qinshan Phase III
Nuclear Power Project
Presented By

Third Qinshan Nuclear Power Company Co. LTD

Kang Rixin Qian Jianqiu

Summary: Qinshan Phase III Nuclear Power Project is China's national key project during the Ninth Five-year Program and is also the largest project of international cooperation between China and Canada. It has received the great attention from the leaders of both countries and the energetic support from the concerned parties at home and abroad. The project hit an all-time short record in the construction cycle among the CANDU nuclear power plants in the world. Twenty-one design improvements have been newly introduced on the CANDU-6 nuclear power plant, through which the plant performance has been optimized and the wide favorable comment has been obtained from the peers at home and abroad. The project construction is a new model of international cooperation. This paper focuses on the practice of TQNPC in adhering to the

self-reliance principle and effecting three controls over the project in its construction as well as on the experience TQNPC has obtained.

Key words: Qinshan Phase III, Project Construction, Project Management, Commissioning, Corporate Culture

1 工程情况简介

秦山三期重水堆核电站工程(以下简称秦山三期工程)是国家“九五”重点工程,也是中国和加拿大最大的合作项目,得到了两国领导人的关心和国内外有关方面的大力支持。该工程创造了国际重水堆核电站建设周期的最短纪录,获得了国内外同行的广泛好评,是国际合作的新典范。该工程采用成熟的加拿大重水堆核电技术和利用国外融资,以总承包的方式建设两台 70 万千瓦级核电机组。工程主要内容和要求是:

反应堆:	CANDU-6 型,水平压力管式重水堆;
核电站设计寿命:	40 年;
核电站平均设计容量因子:	85 %;
工程总投资:	28.8 亿美元;
核电机组建设工期:	55 个月;
机组投入商业运行日期:	第一台机组为 2003 年 2 月 12 日; 第二台机组为 2003 年 11 月 12 日。

秦山第三核电有限公司(以下简称秦山三核, TQNPC)成立于 1997 年 1 月 31 日,作为秦山三期工程的业主单位,负责核电厂的生产准备和运营,同时受中国核工业集团公司的授权、代表中方负责工程的建设和管理。加拿大原子能公司(AECL)是总承包商,主要负责核岛的设计、供货和全面工程管理;日本日立公司分包汽轮发电机

组的设计和供货;美国柏克德(BECHTEL)公司分包 BOP 其余的设计和供货。AECL 负责核岛的施工管理,核工业建设集团的华兴公司和二三公司负责核岛的土建和安装;秦山三核负责 BOP 的施工管理,核工业建设集团的二二公司和浙江火电安装公司负责 BOP 的土建和安装。秦山三核还负责厂址条件、核电站调试的实施、生产准备和运行。

该工程于 1996 年 2 月批准立项,1997 年 1 月可行性研究报告批复,1996 年 11 月 26 日商务合同由加拿大原子能有限公司和中国核工业集团公司共同签订。中加两国总理在上海出席了商务合同签字仪式。1997 年 2 月 12 日商务合同正式生效,1998 年 5 月初步设计批复,1998 年 6 月 8 日开工建设。

秦山三核有股东会,下设董事会。股东的股比是:中国核工业集团公司 51%、中国电力投资集团公司 20%、浙江省电力开发公司 10%、上海市申能(集团)有限公司 10%和江苏省国信资产管理集团有限公司 9%。现有在册职工 779 人。

2 秦山三期工程的主要特点

2.1 用天然铀作燃料

用重水作慢化剂和冷却剂就可以使用天然铀(^{235}U 含量 0.711%)作燃料。因为重水的中子吸收截面小,慢化系数大,慢化性能好,中子利用率高。用天然铀作燃料的主要优点有:

(1) 不需要花巨资建造铀浓缩工厂或从国外进口浓缩铀,这有利于无铀浓缩能力的国家自力更生发展核电;对于有铀浓缩能力的国家,节省的铀浓缩分离功可作为它用;

(2) 从重水堆卸出的燃料燃烧得充分,铀-235 含量(约 0.2%)

低于浓缩铀厂尾料的富集度,这样就不急于进行乏燃料后处理,可把乏燃料贮存起来,在需要时再提取其中的钚,使燃料循环大大简化;

(3) 重水堆烧天然铀,中子经济性为每千瓦年的净产钚量高于(除天然铀石墨堆以外)其他堆型,其燃料转化比(约 0.8)高于轻水堆(约 0.5),属于较高利用铀资源的堆型;

(4) 由于天然铀燃料生产不需要铀浓缩的一系列复杂工艺和大量的能量消耗,而且天然铀燃料组件的结构和制造工艺也较轻水堆简单,所以重水堆的燃料成本比轻水堆要低 1/2。

2.2 年容量因子高

坎杜(CANDU)反应堆是采用不停堆换料运行方式,省去了轻水堆大约每年一次的停堆换料时间(一般约为 1.5~2.0 个月)。有了不停堆换料系统,还能及时卸出破损的燃料组件,降低对冷却剂回路的污染,也有利于提高电站的利用率。在目前世界上运行的核电站中,CANDU 核电站的年容量因子是较高的。

2.3 固有安全性高

(1) 与现有轻水堆核电站相比,CANDU 堆多了两道缓解严重事故的热阱——重水慢化剂系统和屏蔽冷却水系统。在严重事故下,即使应急堆芯冷却(ECC)系统失效,只要慢化剂热阱存在,燃料也不会熔化,能够保持燃料通道的完整性;即使丧失慢化剂热阱,只要屏蔽冷却水系统能正常运行,仍能保持排管容器外壳的完整性。

(2) 高温高压的冷却剂与低温低压的慢化剂在实体上是相互隔离的。这样就避免了采用高强度、大尺寸的压力容器,使设备制造变得相对容易;反应性控制装置插在低温低压(接近大气压和低于 69℃)的慢化剂中,不会受到高压、高流速的水流冲击,不会发生压

水堆担心的弹棒事故。

(3) 天然铀装料的平衡堆芯后备反应性小。因为不停堆换料方式,可大大减小为补偿燃料燃耗而需储备的全堆后备反应性,这在反应性控制系统失控时引入的正反应性比较小;缓发中子寿命长($1 \sim 0.9$ ms),在反应性控制系统失控时功率瞬变过程比较慢。这些都减轻了事故后果的严重性。

(4) 反应堆配备有工作原理完全不同的两套独立的停堆系统。两套停堆系统的不可利用率是 10^{-6} 年/年,安全上有足够的裕度。另外,除有应急柴油发电机之外,还有大容量的备用柴油发电机(秦山三核每台机组有两台备用柴油发电机,每台容量 8 200 kW)。这些都是比较安全的。

2.4 可低成本大量生产同位素

钴-60 辐射源在工农业上(辐照站)和医学上(钴源治疗仪)的运用很广。目前我国年消耗量分别在 200 万居里和 20 万居里以上,主要依靠进口。秦山三核两个机组钴-60 年产量为 600 万居里,且不影响发电。不仅能全部满足国内需要,还可部分出口外销,可为国家节约大量外汇,也可带动国内辐照产业的迅速发展,社会效益十分巨大。重水堆利用原本被 21 根不锈钢调节棒吸收的中子,并不额外消耗核燃料,成本低。秦山三核为了生产钴-60,在设计上已完成了对反应堆的修改。CANDU 反应堆热中子注量比重水堆高,不仅适合生产高比度放射性同位素,并具有处理锕系元素和长寿命裂变产物的前景。

2.5 运行中需要注意的问题

事物总是一分为二的,CANDU 反应堆也存在不足,主要是:压

力管的寿命只有 25 年。这就需要在运行中加强对压力管的维护、定期监测和评价,尽可能延长压力管的寿命,在必要时可以进行全堆更换压力管。另外,重水管理以及装换料机的操作和维修管理都较复杂,尽管重水堆核电站对人员和环境造成的总的剂量水平离国际和国家标准规定限值甚远,是安全的,但氙的排放量较压水堆大,这是需要我们十分重视的。这就要求我们的管理要更加严格和科学。

3 工程建设的三大控制

3.1 工程建设三大控制的重大成果

为了建设一个安全、经济和高质量的核电站,秦山三期一方面履行好合同规定的中方责任,并和外商密切合作,及时协调;另一方面加强对各承包商的监督与控制,重点加强工程的三大控制。实行符合国际惯例的管理方式,并采用现代项目管理工具和施工工艺,使工程质量、进度和投资得到有效控制。同国际同类核电站相比,在中外合作和国内各分包商的共同努力下,秦山三期工程实现了多项技术突破,创造了多项纪录。取得了本工程三大控制的重大成果:

(1) 在质量控制方面,整个工程未发生重大质量事件;

(2) 在进度控制方面,1 号机组提前 43 天投入商业运行,2 号机组提前 112 天投入商业运行;

(3) 在投资控制方面,节省工程投资 24 亿元,占总投资的 10%。由于提前商业运行又产生经济效益 15 亿元。

3.2 工程建设三大控制的实践

在工程建设中,秦山三期工程实现了国际水准的工程建造自主化、调试自主化、生产准备自主化、运营管理自主化。在工程管理上,实现了与国际接轨的程序化和信息化运作,对我国核电发展和实现与国际接轨的规范化管理做出了贡献。

(1) 综合管理方面——探索出一条与国际接轨的管理模式

核电工程管理始终是我们核电建设中的重要环节。如何抓住这次与国际一流厂商合作的机遇,把先进的管理理念、方法和管理技术真正学到手,这是一个亟需解决的重大课题。秦山三期工程结合国情和工程实际,以实行现代企业管理为目标,建立了一套能成功实现工程质量、进度和投资三大控制的科学和先进的项目管理模式和组织体系。这套管理模式可概括为:垂直管理,分级授权,相互协作,横向约束,程序化和信息化运作。其核心是建立责权分明的垂直指挥系统,建立横向协作、监督和制约的机制,建立一套程序化、信息化的运作体系。

秦山三期工程组织机构设置科学,部门、岗位“责、权、利”明确,各司其职、各负其责,在自己的职责范围内有充分的主动权,工作简洁明快,管理快捷高效。各项管理科学化、规范化、制度化和程序化。强调责权分明的规范化管理理念,每一项活动、每一个环节均处于相关程序的规范和约束之下,充分发挥个体与群体的作用,实现了人与制度的和谐统一。

在项目的综合管理、质量管理、进度管理、资金管理、采购管理、人力资源管理、信息管理以及安全管理等方面,直接借鉴和应用国外先进管理模式,以严格的程序化运作作为项目管理的重要手段和方法。任何一项工作开始前,都有详细的管理程序和工作细则,人员都