

# 哈澳核电工程 实践与创新

施工管理卷

(I)

原子能出版社

岭澳核电工程实践与创新

# 施工管理卷

(I)

施工总体管理、施工支持及土建施工

原子能出版社

书名题字：邹家华

图书在版编目(CIP)数据

岭澳核电工程实践与创新. 施工管理卷· I, 施工总体管理、施工支持及土建施工/《岭澳核电工程实践与创新》编辑委员会编. —北京: 原子能出版社, 2002

ISBN 7-5022-2702-4

I. 岭… II. 岭… III. ①核电站-建设-经验-广东省②核电站-施工管理-广东省 IV  
F426.23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 105702 号

©

原子能出版社出版 发行

责任编辑: 刘荣久

装帧设计: 崔 彤

社址: 北京市海淀区阜成路 43 号 邮政编码: 100037

北京朝阳科普印刷厂印刷 新华书店经销

开本: 787mm × 1092mm 1/16 印张 23.25 字数 536 千字

2002 年 12 月北京第 1 版 2002 年 12 月北京第 1 次印刷

印数: 1—2500

定价: 98.00 元

# 《岭澳核电工程实践与创新》

## 编辑委员会

主任 刘锦华

副主任 郭文骏 钱智民 严柏敏 赵志凡

委员 (按姓氏笔画排序)

杨虹 杨卡林 沈如刚 张志雄

郑东山 郑克平 胡文泉 夏林泉

高鹏飞 黄小桁 傅小生 储品昌

曾文星 谢克强 谢阿海

# 序

1994年2月5日,国务院在深圳现场召开第23次总理办公会议,决定成立中国广东核电集团公司,实施“以核养核,滚动发展”方针,推动广东核电事业发展。中国广东核电集团成立后,经可行性研究论证,并经国家有关部委的审查批准,决定在紧邻大亚湾核电站的岭澳村建设广东第二座核电站,即岭澳核电站,总规模为四台百万千瓦级机组,首期先建两台。

在党中央、国务院的领导和关怀下,在中央和地方各级党政部门的支持和帮助下,参加岭澳核电站建设的开拓者们,坚持学习和贯彻执行邓小平理论、江泽民总书记的“三个代表”重要思想,在消化、吸收国外先进管理、技术和成功建设运营大亚湾核电站经验的基础上,进一步解放思想,实事求是,开拓创新,力求将岭澳核电站建设得比大亚湾核电站好。通过岭澳核电站一期工程建设和运营,广东核电集团不仅要在核电站的管理、技术、运营水平和经济效益上有进一步的提高,更要严格按国际先进水平要求,全面推进并高起点实现核电站设计、制造、施工、运行和工程管理的自主化和设备国产化。岭澳核电站实施工程项目管理、建筑安装施工、生产调试准备的自主化和部分设计自主化、部分设备制造国产化,为我国的核电产业奠定坚实的基础,为广东核电乃至中国核电的发展铺路架桥。

岭澳核电站工程于1995年4月7日上报国家计委批准立项,同年9月21日国务院批准可行性研究报告,10月25日对外签订设备供应合同和工程顾问合同以及相关贷款协议。1996年7月15日签发正式开工令,1997年5月15日一号机组浇注第一罐混凝土。主体工程开工以来,在项目法人全面管理下,各项工作进展顺利,所有的里程碑都按原计划实现。2002年2月4日一号机组核反应堆首次达临界,2月26日首次并网成功,5月28日投入商业运行。2002年8月27日二号机组核反应堆首次临界,9月14日首次并网成功,将于2003年1月投入商业运行。岭澳核电站工程建设已取得了相当成功:进度上,一号机组比计划提前48天投入商业运行,二号机组预计可提前两个月投入商业运行;质量上,两台机组无论是施工的一次合格率、安全壳密封试验、一回路冷态功能试验、临界物理试验、汽轮发电机组冲转和并网试验,还是各个功率水平下的性能测试结果都完全符合设计要求,大部分优于大亚湾核电站同期水平;投资上,初步预计可比国家批准的预算节省10%左右。岭澳核电站工程项目的质量、进度、投资控制的优良成果充分说明,参与岭澳核电站工程的全体建设者的开拓创新是卓有成效的,岭澳核电站工程的设计、制造、

施工、运行和工程管理在自主化和国产化的道路上迈出了重要的一步。

岭澳核电站工程的建成投产是全体工程建设者在充分消化、吸收大亚湾核电站建设经验,进一步引进学习国内外先进经验,并结合岭澳核电站工程实践进行创新的结果。在组织管理、项目策划、项目管理体系的建立、可行性研究、对外谈判、前期工程、设计采购管理、施工管理、调试准备、生产准备、移交投产等方面,以及安全、质量、进度、投资和技术五大控制都结合我国国情、民族文化特点进行了大量的改进和创新,并初步形成了带有自己特色的,与国际接轨的较完整的核电工程管理体系、程序及做法;在工程的其他方面,包括核岛土建设计自主化、电站配套设施设计采购自主化、核岛和常规岛施工安装的施工组织设计、安全壳穹顶整体吊装、进度综合管理、专项协调委员会的网络管理、关键设备制造的技术攻关、寓监督于服务之中的质量保证理念等都紧密结合了国内传统,创造出一套与国情相结合的更有效、更具操作性的设计、施工、制造技术和管理方法。正是由于岭澳核电站工程的全体建设者的这些创造性的努力和实践,才确保了岭澳核电项目的成功。“岭澳核电工程建设与创新”项目被评定为 2002 年度广东省科学技术特等奖。

岭澳核电有限公司在工程建设的过程中,组织各参与单位抓紧进行各专题单项的总结研究,现将这些成果汇集成《岭澳核电工程实践与创新》一书。本书是岭澳核电工程建设的业主和部分承包商、供应商的各级领导和工程建设者共同编写的,是集体智慧的结晶。本书编委和作者们力求对岭澳核电站一期工程建设和全过程进行全方位总结,着重对各项工作的实践及效果进行实事求是的回顾和分析,从中得出应有的经验和教训,以指导今后的工作,并不断提高核电工程的自主化和国产化水平。限于作者的视角不同和经验局限,有些观点或提法难免有偏颇之处;不少实践和创新尚属首次,还有待今后进一步检验和提高。敬请读者批评、指正。



2002 年 12 月

# 前 言

岭澳核电工程在施工管理上立足自主、锐意创新,将国际上项目管理的先进理念与中国施工管理经验充分结合,形成了一套具有中国特色的大型工程施工管理体系。这套管理体系在岭澳核电工程上得到了成功的实践,创造了质量优、工期短、投资省、效益高的工程建设成果,实现了“二核要比一核好”的工程总目标。

施工管理是一项庞大的、承上启下的系统工程,它跨越土石方开挖、海工建设、主体土建、系统设备安装和调试服务等各个阶段,工作内容覆盖合同准备、施工组织、安全控制、进度控制、质量控制、投资控制、纵横接口协调、信息化建设、完工移交各个方面。在工程实践过程中,采用了严密的计划体系、动态的协调机制、严格的质量控制、规范化的安全管理等行之有效的措施,并成功地使用多项技术使工程施工始终处于平稳、高效的运作状态,实现了管理创新,对提高工程质量、缩短工期、节省投资具有显著作用。

本书为《岭澳核电工程实践与创新》中的一卷,是对岭澳核电工程施工自主化管理成功实践的全面总结。希望通过本书的编辑出版,使岭澳核电工程施工自主化管理的经验系统化,并积累和丰富我国核电站建设施工管理经验,为我国核电事业的发展尽一份力量。

《岭澳核电工程实践与创新》编委会

2002年12月

# 目 录

## 施工总体管理

工程施工自主化管理的成功实践·····	1
工程尾项管理体系·····	13

## 施工支持

施工支持处总体运作及经验·····	21
施工过程中的金属质量控制·····	26
工程建设期间的安全管理·····	31
工程控制网介绍·····	46
测量工作介绍·····	51
设备现场检验个案分析·····	55
安装和调试阶段设备的腐蚀和防护·····	59
电站配套设施核岛除盐水罐焊接方法的改进·····	65
环吊支撑牛腿的预制·····	69
安全壳钢衬里焊接过程中的质量监督·····	74
质量计划在焊接工程中的应用·····	77
自动焊接工艺在管道预制中的应用·····	81
核岛余热排出系统管线改造·····	87
核岛大罐安装焊接变形控制·····	92
工程建设期间的三防工作·····	97
放射源及射线探伤管理·····	102
汽轮机基座预埋件定位测量·····	105
微型控制网介绍·····	113

## 土建施工

核岛土建工程自主施工和管理·····	118
--------------------	-----



穹顶整体吊装与对接方案的组织与实施·····	124
常规岛及电站配套设施土建施工管理·····	134
核电站混凝土入模温度的控制·····	142
土建工程钢筋质量控制·····	146
土建试验质量监督·····	153
厂区截洪排洪工程施工·····	156
爆破监测在土石方工程中的应用·····	161
岭澳水库大坝渗漏原因分析·····	166
岭澳水库大坝防渗加固施工·····	174
岭澳水库及调水系统工程·····	182
强夯法在岭澳回填区的运用·····	188
一期海工施工·····	193
二期海工施工·····	199
防波堤护面块体预制及抛放施工·····	205
防波堤防渗地连墙试验施工·····	213
海域工程干施工方法·····	220
柔性地连墙施工·····	223
厂区道路规划及施工·····	229
高压喷射注浆技术在泵站防渗工程中的应用·····	235
循环水泵基础二次浇注及灌浆·····	241
联合水泵房进水道施工·····	246
联合水泵房蜗壳施工·····	254
压型钢板在钢结构斜屋面模板中的应用·····	261
循环水涵洞施工及水压试验·····	267
常规岛土建不符合项统计分析·····	275
常规岛桩基施工及试验·····	280
汽轮发电机基座大型预埋件施工·····	287
核岛土建及安装接口的管理·····	297
安全壳预应力工程浆体质量控制·····	305
反应堆厂房堆坑土建后期主要活动概述·····	314
高强摩擦型螺栓中、法国标准的比较及应用·····	320
核岛混凝土配合比设计·····	326
核岛土建工程的混凝土质量控制·····	333
安全壳预应力摩擦试验·····	342
核岛厂房门的采购和安装·····	347
反应堆厂房穹顶整体吊装质量管理·····	352
核岛厂房核清洁施工·····	360

# 工程施工自主化管理的成功实践

岭澳核电有限公司 郑克平

岭澳核电有限公司在岭澳核电站建设项目管理过程中,坚持以我为主的指导方针,锐意管理创新,坚决贯彻项目法人负责制、招投标制、监理制等行之有效的项目建设管理制度。从前期准备到设计和设备制造,从土建施工到设备安装,从调试启动到生产准备,全面实现了百万千瓦级核电站建设的自主化管理,高质量完成了安全、技术、质量、进度和投资五大控制任务,实现了“广二核(岭澳核电站)要比广一核(大亚湾核电站)好”的工程总目标。

在这一系列建设管理自主化环节中,施工管理自主化充分结合国际先进项目管理的思想和中国施工管理经验,以技术为基础,置安全为保障,视质量为根本,抓进度为关键,求效益为目的,取得了骄人的成绩,形成了一套具有中国特色的大型工程施工管理体系。

2002年4月1日,国家电力公司电力建设工程项目管理研讨会在岭澳核电站现场召开。会上,国家电力公司副总经理贺恭在总结发言中指出“岭澳核电工程的管理是我国当今工程建设管理水平最高的项目之一,很值得学习和借鉴”。

## 一、施工建设简况

广二核工程施工包括前期土石方开挖、海域工程、土建施工、设备安装、调试服务等主要工作。

根据核电站的特点及国内施工单位的经验,岭澳核电站主要施工工程分为八大施工包,分别由不同施工单位负责承建。这样的施工合同配置有利于现场施工管理,施工接口相对简化,业主协调工作量相对减少。

土石方工程:中国葛洲坝水利水电集团公司;

海域工程施工:交通部第四航务工程局;

核岛土建施工:核工业华兴建设公司;

常规岛土建施工:中国建筑第二工程局;

核岛安装:核工业二三建设公司;

核岛主回路设备安装:FRAMATOME公司

常规岛安装:山东电力基本建设总公司;

电站配套设施(BOP)安装:东北电力建设总公司。

1995年11月1日,岭澳核电站土石方工程开工,标志着前期工程全面开始。按照统一规划,一次完成了岭澳核电站一、二期四台机组的场地平整要求。至1998年3月,土石方工程全面完成。

1997年5月15日,岭澳核电站主体土建工程浇注了第一罐混凝土,标志着岭澳核电站主体土建工程全面展开。1999年4月9日,较原计划提前21天成功地实现了1号机组高精度的安全壳穹顶整体吊装和对接。

1999年1月26日,核岛1K10区管道安装开始,标志着核岛安装正式开工。1999年4月15日,常规岛1号机组汽轮机厂房行车安装开始,标志着常规岛安装正式开工。1998年9月15日以厂区管道安装包(LOT9)为标志的BOP设施安装工作正式开工。

## 二、施工经理部组织机构

作为工程部的属下部门之一的施工经理部(见图1),全面负责从前期土石方、场地平整、海域工程、土建和设备安装的现场管理工作。它上承设计供应,下启调试启动及移交生产。



图1 工程部组织机构

施工经理部同时也是项目建设的监理部门,施工经理即为项目总监。根据国家计委文件(计建设函[1997]51号)精神,同意岭澳工程核岛的监理工作由中广核电工程建设监理有限公司担任,常规岛和BOP的监理工作业主应进行招标择优确定监理单位。1997年业主发出招标书,1998年确定中国国际工程咨询公司中标作为常规岛和BOP的监理参与单位。

根据工程的实际情况,为利于工程的统一协调与管理,中广核电工程建设监理有限公司与中国国际工程咨询公司通过协商,决定成立联合监理部,双方在原分工基础上对岭澳核电工程进行全面合作监理。

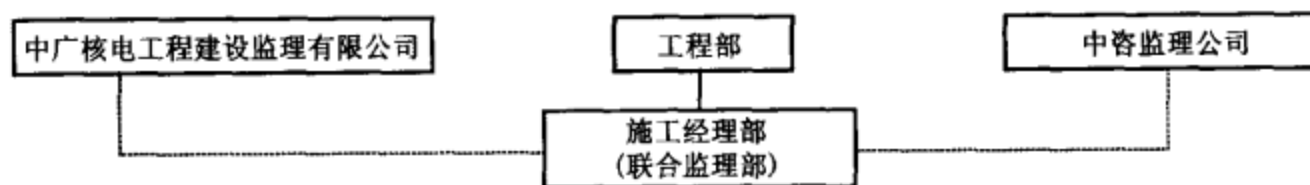


图2 联合监理部示意图

施工经理部不仅承担项目建设监理的全部责任和义务,而且代表业主管管理现场的所有施工承包商,对施工管理负总责。因而,在岭澳核电工程上,施工监理工作更具权威性,更加有效。同时,这样的机构减少了业主和监理单位之间的重复性工作,减少了接口,提高了工作效率。从人员构成来看,施工经理部由业主队伍中有广一核工程建设经验的人员承担各级管理责任;中国国际工程咨询公司拥有大量的技术专家,在广二核工程上,他们充实进施工监理队伍,加强了监理人员的技术实力。双方优势互补,经过几年的工程实践,证明这种作法是行之有效的。

施工经理部下设五个处:土建施工处、核岛安装处、常规岛及 BOP 安装处、电气仪表安装处、施工支持处。

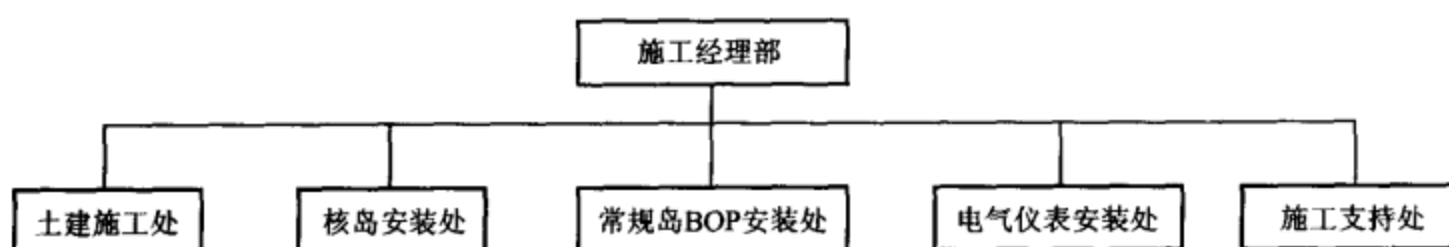


图3 施工经理部组织机构图

施工经理部主要职责如下:

- 负责监督施工单位组织管理的有效性;
- 负责监督管理施工单位的人力动员、施工准备工作;
- 负责施工质量的检查及验收;
- 负责施工三级进度的审定与有效实施;
- 提出施工设计修改和施工不符合项处理的初步意见;
- 施工现场协调及与设计供应、调试移交的协调;
- 负责现场安全管理。

为了履行监理职责、提高工作效率,与施工单位的所有监理责任范围内的书面文件来往,均由施工经理(总监)直接对口。为此,施工经理部与施工单位各管理层间建立了定期会议制度,每次会议均以会议纪要形式予以记录。这些会议主要包括:

- 由现场主要施工单位项目经理参加的安全质量评审月会;
- 与对口施工单位召开的月协调会;
- 周专业协调会;
- 专题协调会。

此外,对于重大的跨专业、多部门横向联合施工活动,成立专项协调委员会来加强横向管理,定期召集有关各方举行专题会议,进行进度和接口协调、研究重大问题的处理。

### 三、工程前期准备

由于工程的复杂性及严格的质量要求,施工的前期准备工作尤为重要。

## 1. 谨慎甄别,科学决策,优选施工承包商

一支过硬的施工承包商队伍,对工程的成败有着举足轻重的作用。在确定施工承包商过程中,下至工程部、施工经理部,上至公司总经理部及广东核电集团,均给予了充分重视。

核岛安装方面,在确定核岛供应商为 FRAMATOME 之后,业主就着手反复研究核岛安装组织模式。考虑到推进施工自主化的需要、进度要求及国内有资格承担核岛安装工程的施工单位的实际经验,选定核工业二三建设公司(二三公司)为核岛主回路范围以外的安装主承包商,FRAMATOME 负责主回路设备的安装,并向二三公司提供必要的技术支持。

土石方工程、土建和常规岛及 BOP 安装方面,考虑到国内不少建安队伍都有着较为丰富的经验,决定采取竞争招标的方式选取施工承包商队伍。

以常规岛及 BOP 安装为例,业主通过邀请招标的方式圈定了五家单位进行竞标。这五家单位为:山东电力基本建设总公司、东北电力建设总公司、广东火电建设总公司、浙江电力建设总公司和安徽电力建设公司。在评标过程中,业主成立了专门的包括商务、技术部门参加的联合评标小组。评标小组不仅对每个投标单位进行源地调查,而且对由这些施工单位建成的电力项目及在建项目进行了考查。考查指标全面覆盖从财务状况、组织机构、业绩、机具、人员、管理等方面,共计 40 余项。评标过程中,为避免人为干扰,业主还引入了由国内知名专家组成的第三方独立评审班子,本着“公平、公正、公开”的原则,最终确定了常规岛和 BOP 安装分别由山东基本建设总公司和东北电力建设总公司承担。

## 2. 制订高标准的工程目标

只有树立了高标准的目标,才会有高标准的要求,才能得到高标准的结果。业主在工程伊始即确立了“安全第一、质量第一”的核电建设方针,严格按国家法规和国际项目管理模式规范运作,确保工程质量。进度方面,广二核 1 台机组从核岛第一罐混凝土到投产的计划工期为 62 个月,这个计划比广一核工程的施工计划有较大幅度的缩短,与法国核电站建设工期相比也有一定的优势。

在管理体制上,业主要求施工承包商制订严密的措施,建立内部质量保证和质量控制系统,确保所有活动符合业主的质量保证、质量控制和合同要求,物项和服务的质量严格达到有关法规、规范和技术标准。

## 3. 细致的合同准备

合同是工程实施的最终依据,也是工程能否顺利进行的重要因素之一。但在国内工程中,特别是在合同谈判阶段,往往这项工作没有得到高度的重视和细致的准备。合同条款覆盖面不足,深度不够,表述不严谨,谈判也是划粗线条,结果造成工程实施过程中大量的争议和不定因素。

岭澳核电站所有施工合同都遵循国际通用的惯例,依照 FIDIC 合同范本制订,尽量预测可能的变更,从而形成有效的激励和约束机制。在合同技术附件中,对设备材料供应、文件供应、土建移交、各计划节点完工计划、里程碑控制等内容均做了详细规定,为日后的工程顺利实施提供了基本保障。

岭澳核电站对合同准备与谈判这一环节极为重视,向所有参加工程建设的承包商都大力宣传合同意识。明确工程合同是合作各方权力和义务的承诺,是维系签约各方良好关系、保证各方合法权益、促进工程项目建设顺利开展的法律保证。合同应充分体现完整性、严密性和可操作性。

如 BOP 安装合同正文加上各种附件总计超过 1 千页。合同签订后,东北电力建设总公司参加合同谈判的一位同志感慨地讲道:“在内地承包这么一个工程,合同顶多百十来页,哪有核电站这么复杂。”

#### 4. 有效的施工组织设计

施工组织设计是在合同基础上对工程顺利实施提供的又一个有力的保障,它实质上是具有中国特色的实战前“沙盘演练”。在编制施工组织设计文件时,业主与承包商共同对工程的复杂性作出充分的估计,对可能出现的困难与风险进行反复预测,通过广泛的研究逐一确定施工组织与施工方案。施工组织设计由施工承包商在开工前编制,业主组织人力进行评估、分析和审查,提出修改与补充意见,从而比较全面地分析了工程进行中可能出现的问题与相应的解决措施。

在核岛安装开工前,根据业主的具体要求,二三公司编制了施工组织设计文件,共计 5 卷 46 章约 180 万字。分别包括第一卷《综合工程管理》、第二卷《技术管理》、第三卷《质量管理》、第四卷《典型施工方法》和第五卷《大型设备吊装运输》,并通过了有国内核电主管部门和国内有关单位参加的施工组织设计审查。以第一卷《综合工程管理》为例,共分 12 章,全面介绍了施工组织设计说明、工程概况、工程组织、人力动员及培训、工程计划及报告、施工管理计算机网络系统、工程技术及协调、工程难点分析及措施、工程分包及管理、自主化施工、现场临建工程计划及安排、安全与保卫。该施工组织设计在核岛安装过程中得到了充分的实践。

### 四、科学的人力动员与培训

对施工单位的人力动员的监督管理,是施工管理的重要管理内容之一。从业主角度来讲,承包商必须具备充足的人力,这是干好工程的基础。而从承包商的角度来看,任何未充分利用而引起闲置的人力都是资源的浪费。解决这一矛盾的惟一出路就是优化的人力资源配置和科学的人力动员计划。

#### 1. 科学制订人力动员计划

人力动员计划与工程计划、工程量、工作效率有着极为密切的关系。为了科学地制订安装人力动员计划,业主从工程量方面考虑了广二核设计基本是广一核设计的翻版,广一核工程量具有比较符合实际的参考性。在此基础上结合工程三级进度计划安排,结合工作时间和平均劳动生产效率的计算,并考虑到工程过程中的风险因素,业主与各施工承包商在合同签订时就确定了一个比较有科学依据的、包括各专业从预制到安装的人力动员计划,为承包商的人力准备提供了便利。

#### 2. 加强骨干力量的配备和后备力量的准备

为保证施工的顺利进行,施工承包商按照人力动员计划的安排,一方面充分利用其整

个公司的人力资源为广二核项目进行优化配置、动员。以核岛安装承包商二三公司为例,初期参与广二核核岛安装工作的技术骨干中有 36% 的人员曾参加过广一核的工程建设,而 44% 的工人也有广一核工作经历。实践证明,这些人员在广二核工程中充分利用了广一核的工程经验,发挥了重要作用。另一方面,必要时,一些承包商均还引入了国内有实力的安装和设计单位人员作为技术支持。此外,业主还要求重点承包商准备了必要的后备应急力量。

### 3. 及时调整人力安排和配置

庞大的核电工程在实施过程中不可能一成不变,人力安排也是如此。根据施工实际进展,各节点计划要求,文件材料供应和土建接口条件等情况,并在工程几个重要转折点前,业主与施工承包商多次召开人力动员分析讨论会,对人力的动员、配备、减员进行深入切合实际的分析和调整,真正做到人力资源的优化配置。

### 4. 针对性地强化培训

实现高标准的工程目标,首要条件就是人员基本素质的大幅提高,提高的手段就是实施有针对性的人员培训。

施工经理部高峰期人员约有 270 名,百分之九十以上的施工管理人员是大学本科毕业,但鉴于一些同志缺乏实际工程经验,施工经理部内部制订了培训和授权上岗制度。安装监理培训使用广一核工程建设期间 EDF 公司提交的培训材料,由有广一核施工经验的人员担当培训教员。在施工过程中,针对性地就施工管理的新情况、新要求通过培训灌输到每位施工管理人员。

施工单位方面,在施工合同谈判和施工组织设计期间,业主就一直强调人员培训上岗的必要性,推动施工单位管理层对培训工作的重视。

如在核岛安装方面,结合广一核工程的经验总结及广二核工程自主化施工、管理的特点,在核岛安装合同谈判和施工组织设计其间,业主与二三公司就将管理层的组织管理能力培训和工作层的质量意识、专业技能培训作为首要的培训课题进行部署,建立了核电工程培训大纲和培训档案,并通过六个月滚动培训计划、月培训计划等,形成完整的培训管理体系。根据业主与二三公司的协议,所有技术工种人员在上岗前必须按照岗位要求进行培训和考核,关键岗位的人员业主实行再考核制度,培训所需时间需考虑到人力动员计划中。

## 五、严密的计划体系和进度管理

严密科学的计划是实施进度控制的先决条件。业主在工程前期策划阶段即制订了科学、细致、相互协调、全方位的工程计划,通过细致的供应计划安排、施工逻辑分析、大小里程碑确立和进度节点的设定,使广二核工程施工计划具有较强的超前性和可操作性,为准确判断工程进展及工程协调提供了可靠的基础。

### 1. 工程总体计划管理体系

岭澳核电工程实施六级进度计划体系,分级管理。进度计划跨越前期准备、施工准

备、土建、安装、调试直到运行各个阶段,体现的要素从设计到设备供应、人力动员、施工协调,都有严密、细致的策划。

工程一级进度为总进度,涉及约 437 项土建、供应、安装和调试等方面的重要活动。考虑到广一核工程的经验教训,总工期安排中适当缩短土建主体工程工期,使核岛安装开工时间提前。

工程二级进度是各承包合同之间的接口与协调进度。二级进度包含工程所有厂房和构筑物土建施工、系统设备、管道、通风、电气仪表安装活动、系统和总体调试活动,并确定系统完工报告日期。

业主编制的工程一、二级进度计划是岭澳核电工程各承包商编制其详细工作计划的基础,也是合同中必须包括的内容,施工单位据此编制的三级进度计划中完全体现业主计划各相关节点的时间安排,相互间有着紧密的联系,为日后的进度计划动态管理带来便利条件。此外,施工单位需根据实际进展情况,每月修订出版六个月施工滚动计划、月计划和周计划,将施工涉及的每一项活动,乃至每一项细小的收尾工作均纳入到正常的计划体系中,并特别强调和贯彻计划的严肃性,使工程进度始终处于受控状态,重要里程碑得以提前完成。

在工程的实施过程中,根据工程进展的实际情况,进度计划的调整和修改是允许的。但事前要分析修改对上、下游接口的影响。调整的方法是重新估计关键路径上活动的持续时间,选择资源少、费用低的活动进行调整,合理缩短时间,调整逻辑关系。

## 2. 计划与进度控制的程度化管理

转变观念、树立全新的计划管理思想,是广二核施工自主化管理实战的又一成功经验。在工程开始之前,业主就制订了进度管理大纲,编制管理程序,实现进度控制有人负责、有法可依、有人监督、有据可查。比如,业主工程一级进度计划的调整必须有充分的理由报董事会批准,工程二级进度计划的调整必须报业主总经理部批准,施工单位编制的三、四级进度计划必须报业主审查批准。程序也明确规定了各级计划与信息反馈之间的接口关系与相关职责,为科学化管理奠定了良好的基础。

进度管理程序的主题有:一、二级进度修改;施工进度计划编制、修改和协调;工程文件目录管理和催交;设备材料数据库管理和催交;土建和安装接口管理;安装和调试接口管理等。一系列以广泛讨论、科学制订的进度管理程序,使进度控制体系得到有序运作。

## 六、严格的质量控制

广二核工程始终坚持“质量第一”的方针,不管发生什么问题,都没有在质量问题上让步。为了确保施工质量,在与施工单位签订合同期间,业主就要求施工单位从质量意识、组织设置、行为规范、规章制度、教育培训、技术措施等方面进行全面的组织和部署,通过加强全员质量意识和严格的质量管理,施工质量得到了有效的保证。

### 1. 严格的质量要求和良好的质量意识

在质量问题上,经过广一核工程洗礼的业主和施工承包商,从开始参与广二核工程起,就将干好工程的质量与企业发展、工程成败乃至个人前途紧密地联系在一起。业主与



各施工承包商的管理层“零宽容”质量问题处理原则、“零缺陷”的质量追求目标、高度透明的质量管理理念,使质量意识成为每一位工程参与者的自觉行动。

2001年3月18日,常规岛安装承包商山东电力建设公司在返修1号机组汽动给水泵排汽管道膨胀节时,发现膨胀节的波纹段夹有大量焊渣等杂物。经检查确认是制造厂家在焊接工序中未严格执行程序,检查时又把关不严而造成的。而在现场,同一厂家供应的膨胀节还有8段,并且均已完成焊接。

当时,1号机组由于发电机制造延误,工期已被一再压缩,进度的压力是相当大的。然而,在如何对待已焊接安装完毕的8段膨胀节的问题上,业主与安装商立场惊人的一致,就是绝不让可能的质量隐患从眼前滑过,决定8段膨胀节全部割下来做彻底检查。为此,承包商还专门从其总公司调来了大口径管道切割机,日夜赶工,在最短的时间内将8段膨胀节全部割下。经解体检查,果然又发现了若干焊渣甚至残余焊条头,避免了一次重大质量隐患。事件的处理体现出了所有岭澳核电工程建设参加者的高度质量安全意识,质量就是工程的生命已深深烙在了每个人的脑海中。

## 2. 严密的质量管理体系

岭澳核电工程施工质量管理体系实施的是“两级QA(质量保证)、三级QC(质量控制)”,即施工单位的“一级QA、两级QC”及业主的质量保证和质量监督。这个体制的特别之处是要求施工单位在独立于生产队之外,建立QC组织,实施独立的质量控制活动。业主的质量监督以控制质量计划为基础,以设计文件为依据的所有施工活动,在开工前,均由施工单位编制质量计划,业主选定“见证点”或“停工待检点”,并严格按照规范要求签署检查意见。事实证明,这套管理体系的建立和运作对安装和土建施工质量控制是成功的,有效保证了施工成品的质量。

## 3. 质量过程控制

施工质量控制不仅仅体现在对施工最终成果的控制,更重要的是体现在对质量管理体系有效运作的控制和对质量产生过程的控制。通过施工程序和质量计划的制订和执行,在控制实体工作质量的同时,还坚持现场状态与文件高度统一,使施工实体质量与文件质量的控制有机结合。

以核岛安装重点的辅助管道安装水压试验为例,通过严格的过程质量控制,使一次水压试验成功率超过99.2%。又比如,由于土建、安装施工允许误差的不同,在安装时往往会出现由于土建超差造成的安装难以调整的情况,为了解决好这个问题,业主决定安装单位提前介入土建施工过程,对于与安装重要活动有关的土建预埋件、轨道紧固等,在土建实施固定前,由安装单位提前介入测量,避免事后产生重大土建接口不符合项。

## 4. 质量趋势分析

抓趋势、抓苗头,预见性地采取措施,把质量问题解决在潜伏期和萌芽状态,有利于工程质量的良性发展。由施工承包商定期编制、并提交业主审查的质量趋势分析报告充分反映了施工质量状况及需要采取的措施,是自主化施工质量管理的手段之一。在业主编制的工程管理程序中,对施工过程中出现的不符合项的处理做了严格的规定,任何偏离设计安装规范的安装结果都要编写不符合项报告,按照分级分类、授权审批的原则,使得施