

# 哈澳核电工程 实践与创新

工程控制卷

原子能出版社

岭澳核电工程实践与创新

# 工程控制卷

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·工程控制卷/《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 7-5022-2704-0

I. 岭… II. 岭… III. ①核电站-建设-经验-广东省②核电站-工程-控制-广东省  
IV. F426.23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 105707 号

©

原子能出版社出版 发行

责任编辑:郭文元

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 26.50 字数 608 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:111.00 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。

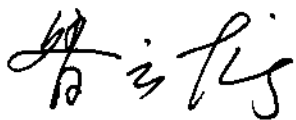
在党中央、国务院的领导和关怀下,在中央和地方各级党政部门的支持和帮助下,参加岭澳核电站建设的开拓者们,坚持学习和贯彻执行邓小平理论、江泽民总书记的“三个代表”重要思想,在消化、吸收国外先进管理、技术和成功建设运营大亚湾核电站经验的基础上,进一步解放思想,实事求是,开拓创新,力求将岭澳核电站建设得比大亚湾核电站好。通过岭澳核电站一期工程建设和运营,广东核电集团不仅要在核电站的管理、技术、运营水平和经济效益上有进一步的提高,更要严格按国际先进水平的要求,全面推进并高起点实现核电站设计、制造、施工、运行和工程管理的自主化和设备国产化。岭澳核电站实施工程项目管理、建筑安装施工、生产调试准备的自主化和部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

本书是《岭澳核电工程实践与创新·工程控制卷》，内容包括项目管理模式、管理体系、内部控制制度、工程进度控制、工程投资控制和工程管理信息系统等。

回顾 20 世纪 80 年代，在中国改革开放前沿——深圳大亚湾，法国、英国、美国、日本等十几个国家的专家，带来不同文化背景和现代管理理念，使我们看到了我国现代工程控制方面的差距。在大亚湾核电工程建设过程中，我们认真研究西方国家的管理方法，不断调整观念，努力掌握现代工程控制理论，及时在岭澳核电工程建设中实践，并吸收中国工程建设中较好的做法。在工程控制领域，大胆改进，勇于创新，终于取得项目自主化管理的成功。

本书共收集 43 篇文章。作者都是参加过岭澳核电工程建设的管理者。他们写下了亲身经历的点滴感受和体会。本书总结了进度计划、施工安装“点”系统和里程碑三结合的静态进度控制新理念和以“专项协调委员会”滚动计划为手段的动态协调、加强横向沟通的控制模式的经验；介绍了建立以 CIS 数据库为基础的投资功能模块控制链；论述了程序化管理、信息管理与信息化技术管理三大职能的有效结合对计算机管理信息系统建设的重要性和必要性；概括地反映了为岭澳核电工程建立的一套科学的、运作有效的项目管理体系。敬请广大读者对本书内容给予批评和指正。

《岭澳核电工程实践与创新》编委会

2002 年 12 月

# 目 录

## I 总体管理

岭澳核电站建设中的项目管理实践与创新	1
工程管理的会议制度	19
岭澳核电项目管理体系	30
核电工程进度控制实践	48
前期工程进度关键日期	61
工程进度控制的改进与创新	79
核岛安装施工定额管理	87

## II 进度计划

工程进度管理体系浅析	104
岭澳核电工程统计	113
关于进度计划管理的几点体会	123
岭澳核电工程报告信息系统的建立与运作	127
岭澳核电站的设计接口管理	133
如何应用 P3 软件得到工程量计划曲线	150
核岛土建设计与施工进度协调	156
核岛土建房间移交进度管理	166
穹顶整体吊装进度控制	169
反应堆安全壳预应力张拉进度控制	177
反应堆堆坑施工工序计划安排	181
核岛安装进度控制工作方法浅析	184
常规岛安装进度管理中几个问题的处理	196
电站配套设施工程文件索引管理体会	201
电站配套设施工程进度控制工作中的若干体会	206

## III 投资控制

岭澳核电工程概预算分析	211
岭澳核电工程预算控制	218
岭澳核电工程的立项控制	223
岭澳核电站前期工程投资控制	232



工程顾问合同预算管理·····	239
工程合同支付模式分析·····	246
主要合同支付曲线的编制·····	255
投资控制信息管理系统的应用和改进·····	264
常规岛安装投资控制管理软件设计与应用·····	271

## IV 工程信息

工程信息化管理综述·····	280
工程管理软件系统设计与应用·····	293
计算机基础设施建设与管理·····	308
工程管理信息系统安全保障体系·····	322
工程管理信息系统与程序化管理·····	330
工程管理软件开发维护及其组织管理·····	335
工程管理业务分析与软件需求设计·····	344
进度控制信息系统一体化解决方案·····	354
电站配套设施设备材料管理软件设计与应用·····	362
LOTUS NOTES 在工程管理中的应用 ·····	370
ORACLE 数据库系统管理与应用 ·····	380

## V 工程程序

岭澳核电工程项目管理程序管理体系·····	391
-----------------------	-----

# 岭澳核电站建设中的 项目管理实践与创新

中国广东核电集团有限公司 钱智民

大亚湾核电站建成投产后,国务院决定在广东地区建设第二核电站——岭澳核电站。1995年4月和9月,国务院分别批准了岭澳核电项目建议书和可行性研究报告。按批准的规模,岭澳核电站规划建设4台百万千瓦级压水堆机组,首期先建2台。技术上,选择大亚湾核电站为参考电站,并根据国际上核电技术的发展,增加了一些成熟的技术改进。

经过一年多的艰苦谈判,岭澳核电站的核岛、常规岛设备供应合同和工程顾问合同以及相应的贷款协议于1995年10月正式签订。1997年5月15日,岭澳核电站1号机组反应堆厂房基础浇灌第一罐混凝土,标志着主体工程正式开始。经过土建施工、设备安装、调试启动等各个工程阶段,1号机组于2002年5月28日正式投入商业运行(原一级进度计划为7月15日);2号机组于7月18日完成核燃料装载,按目前进度预计,可提前投入商业运行(原一级进度计划为2003年3月15日)。

## 一、项目管理概况

### 1. 组织体系

#### (1) 业主的组织体系

岭澳核电站由岭澳核电有限公司负责建设和营运。公司下设5个部门,即工程部、质保部、财务部、审计部和生产部。岭澳核电有限公司的组织机构见图1。

其中生产部在工程建设前期和投产之后,均委托广东核电合营有限公司负责,公司行政、人事和监察等日常工作亦委托广东核电合营有限公司负责。

由于本文主要是讨论建设期间的项目管理,因此,这里只着重介绍工程部负责管理的有关工作。根据公司管理大纲(I-COM-001)的规定,工程部在授权范围,向总经理部负责工程项目的质

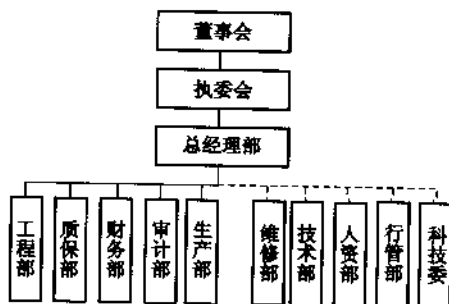


图1 岭澳核电有限公司组织机构

量、进度和投资三大控制系统和全公司信息系统的建立和实施,负责公司的合同、保险与采购业务。在工程建设期间,工程部经理对工地安全工作负直接责任。在公司的《质量保证大纲》中,对工程部除了上述的职责外,还在技术质量标准的采用和控制、向核安全和环保部门提交报告、组织预评等方面进行了细化描述。

工程部下设:设计采购经理部、施工经理部、合同行政经理部、调试(启动)经理部、工程控制处、总工程师办公室和欧洲工程管理队,见图 2。

其中,欧洲工程管理队的人员由工地各机构派出,业务上与工地各部门直接联系。欧洲工程管理队的驻欧总代表在重大问题和工程部业务以外的事项上直接向总经理部报告,其组织机构见图 3。

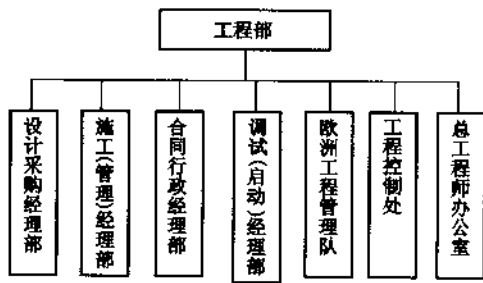


图 2 工程部的组织机构

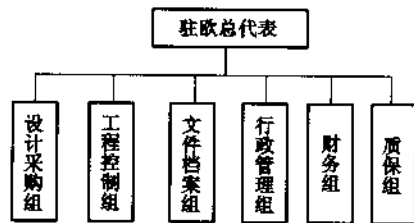


图 3 欧洲工程管理队组织机构

工程部下属的设计采购经理部、施工经理部、合同行政经理部和调试(启动)经理部下设各职能处,详见图 4。在工程建设的后期,根据实际工作情况将设计采购经理部和施工经理部合并成设计施工经理部。为了做好工程向生产的移交工作,还设立了移交协调办公室。各经理部职责可见程序 L-PDM-101《工程部组织机构和活动》,在此不作详述。

## (2) 整个项目的组织体系

岭澳核电工程在业主——岭澳核电有限公司的全面组织下,有数百家中外单位参与。据不完全统计,整个工程期间签订的合同超过 2 000 个。表 1 列出了岭澳核电工程的主要项目和承担单位。

需要说明的是:①在核岛设计的栏目中有 FRAMATOME 和核二院两家,FRAMATOME 是核岛设备的供应商,承担了核岛机电系统的设计及设备工艺设计,而核二院则负责核岛的土建设计任务。②核岛、常规岛设备在国外供应商的总负责下,实施了部分高技术含量设备的制造国产化,核岛 2 号机组的平均国产化率达 11%,常规岛达 23%。2 号机国产化比例要高于 1 号机。国产化主要参与单位有:东方电气集团、哈尔滨锅炉厂、杭州锅炉厂、上海先锋电机厂等。③BOP 设备采购划分成 97 个包,通过国内外招标,就合同而言,有 72 个合同由国内公司负责,27 个合同由国外公司负责。

## 2. 五大控制

尽管在公司管理大纲中只提到质量、进度和投资三大控制,但在岭澳核电工程的项目管理过程中,把技术和安全也提到与三大控制一样的高度来认识和实施。因此,上述五大

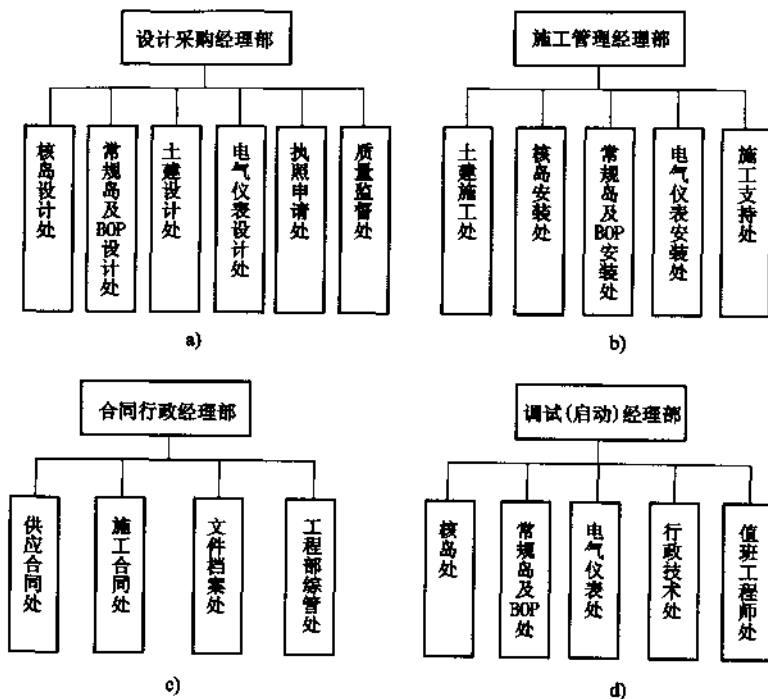


图4 工程部下属四经理部组织机构

a)设计采购经理部;b)施工管理经理部;c)合同行政经理部;d)调试(启动)经理部

控制贯穿于项目管理的始终。

表1 岭澳核电工程的主要项目和承担单位

项目	核岛	常规岛	电站配套设施(BOP)	接口管理 监督审查
设计	FRAMATOME、 核二院	ALSTOM	业主、 核二院、广电网	业主
制造	FRAMATOME、 国内(多家)	ALSTOM、 国内(多家)	国内外供应商	业主、 苏州所、EDF
土建	华兴公司	中建二局	华兴公司、中建二局	业主
安装	二三公司、 FRAMATOME	山东电建	东北电建	业主
调试	业主			
生产准备	业主			

注：核二院——核工业第二研究设计院；中建二局——中国建筑第二工程局；广电网——广东省电力设计研究院；二三公司——核工业第二建设公司；苏州所——苏州核电厂研究所；山东电建——山东电力基本建设公司；华兴公司——核工业华兴建设公司；东北电建——东北电力建设总公司。

### (1) 质量控制

质量控制对核电站的建设有其更特殊的意义,公司管理大纲中明确规定了“安全第一、质量第一”的方针。按照国家核安全法规 HAF003 的要求,公司编制了《质量保证大纲》,建立了整个工程建设的质量保证体系。公司设立质量委员会,不定期召开会议,研究与质量相关的重大课题。根据质量保证大纲的要求,质量控制贯穿到设计、制造、施工及调试等全过程中,见图 5。

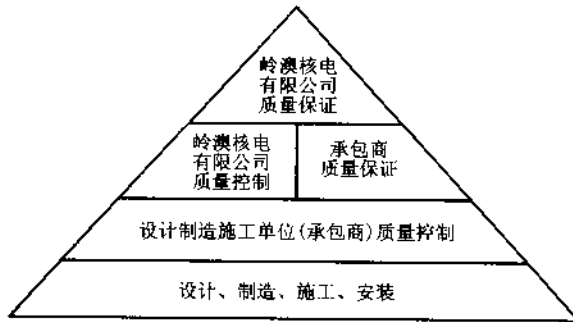


图 5 质量控制体系

在设计方面,通过设计审查、严格的设计变更管理以及提交 CAE(竣工状态)文件来控制设计质量。在制造和施工方面,通过提交和审批质量计划(QP)、设见证点(W点)和停工待检点(H点)、严格的不符合项(NCR)处理过程和各阶段的验收完工文件(EOMR, ECSR, EESR)来实施质量控制;在施工单位的质量管理上,还实行二级 QC,一级 QA 制度,以加强质量控制。调试启动本身是个质量控制和检验的过程。通过调试启动对核电站设计、制造、施工的结果进行检验,而调试过程本身也通过调试程序审查和生效、各项试验实施、UES(异常事件单)处理、试验报告编写等过程来达到对调试质量的控制。

此外,在上述的质量控制过程中,业主和设计、供应、施工单位均建立了相互协调的、严格的工作程序,以保证质量控制过程的效果。

### (2) 进度控制

在岭澳核电工程项目管理中,业主和各参与单位按六级进度计划来实施对进度的控制,这六级进度计划的关系见图 6。

在岭澳核电有限公司管理大纲中,对进度控制的责任有明确的划分。公司对一级进度负责,主要通过制订工程年度里程碑来控制,年度里程碑与员工年度的奖励有一定的联系。二级及以下各级进度由工程部负责实施和控制。工程部的进度控制手段主要包括编制一系列的进度控制文件(包括合同中的进度计划、进度控制大纲、管理程序和其他各类进度控制文件)、设定每个月的工程控制点、召开各类协调会(包括季度、月度协调会等)、控制合同中的支付里程碑和关键日期、控制各类接口等。特别是对一些有潜在问题和已经出现问题的项目,工程部一般都采用制订专题进度计划、专门跟踪的办法,进度控制效果比较好。对于重大工程里程碑,工程部一般都成立专项协调委员会,从准备阶段便组织

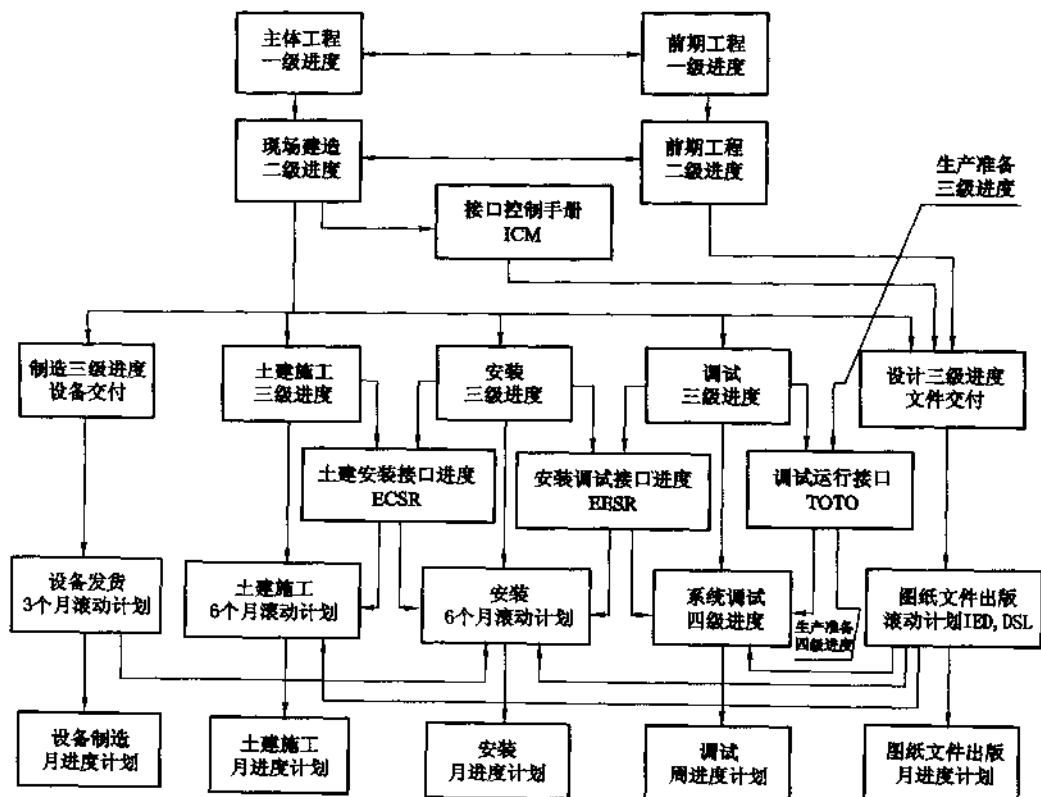


图6 六级进度计划关系图

业主和各相关单位参加,及早暴露薄弱环节,缩短决策过程,提高工作效率,真正做到抓住关键路径,全面协调发展。

### (3) 投资控制

在投资控制方面,工程部主要在以下几个方面做好工作:

1) 为了有效控制投资,工程部制订了符合国际原子能机构三级编码系统的工程预算,将工程投资分为14类270多个预算单位,这是投资控制的基础。

2) 工程部在立项、采购、支付、结算等各个过程,严格按公司建立的各级授权制度执行。在合同管理方面抓好招标、评标、定标、支付、变更、索赔、结算各个环节,特别是根据岭澳工程的特点,重视技术方案对投资的影响以及合同执行过程中的索赔处理,使各个大项目投资始终控制在预算范围内。

3) 在工程建设各个阶段,工程部还根据工程进展的实际情况,针对各参与方商务方面的问题制订处理策略,对商务问题及时处理,做到不积压,从而既实现工程各项控制,又达到投资控制的目的。

### (4) 技术控制

在岭澳核电工程的项目管理中,技术控制主要体现在以下几个方面:

1) 岭澳核电站选用国际上技术成熟的压水堆核电站,并以大亚湾核电站为参考电站,需要进行的几十项重大改进也是以有运行经验为基础的成熟技术的改进,这从根本上保证了工程整体上的技术控制。

2) 在技术标准、规范的选取上,核岛和常规岛都是采用主设备供应国家的成熟标准;对 BOP 设备,则制订了通用技术规范 GTS 等反映业主要求的技术规范,保证了在质量标准和技术规范应用方面的控制。

3) 在碰到重大的技术问题,如设备制造、工地施工中出现的质量问题、不符合项等,在技术上都要作严格的论证,不少问题都是通过专家论证会或邀请该领域权威的、有实践经验的专家进行研究分析,最终形成处理意见,这就从技术上达到了对处理问题的控制。

4) 对岭澳工程中一些特殊的项目,在选择技术方案时一定要经过充分论证,并在具体实施中严密跟踪和监督,确保在技术上万无一失,如海域工程施工方案、穹顶整体吊装、PTR 大罐顶部塌陷的处理等。

### (5) 安全控制

坚持“安全第一、质量第一”的方针,使全体核电建设参与者牢固树立安全意识,这是安全管理的基础。在岭澳核电工程项目管理中,从业主到施工单位建立了健全的、协调的规章制度,明确安全工作由一把手负责。通过周会、月会制度将平时安全工作的总体情况、趋势、问题进行分析,表扬好的,批评差的,对问题提出改进措施。在工程进展中,结合工地实际情况,适时组织有关安全周、安全月或单项安全活动,组织各个层次的安全培训和考核,推动了安全管理工作,取得了较好的效果。

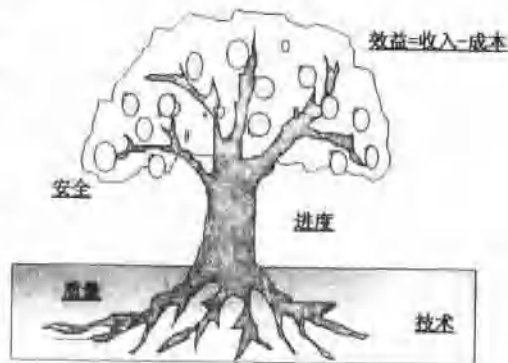


图7 五大控制关系示意图

综述以上五大控制,技术控制是基础,安全控制是保障,质量控制是根本,进度控制是关键,效益(投资控制)是目的(参见图7)。

## 二、项目管理的特点和创新

岭澳核电项目管理模式是在大亚湾核电站项目管理基础上建立和完善的。它有一般项目管理的基本特征,也有其自身鲜明的特点。它是在大亚湾核电站项目管理的基础上,结合自主化和国产化的情况,有所创新和提高。

### 1. 特点

#### (1) 业主主导,全面控制

岭澳核电工程的项目管理,业主设置了完整的、科学的管理机构,从项目可行性研究到合同招标,从设计审查到制造施工质量监控,从接口管理到调试启动,从计划管理到工

地安全都由业主牵头,整个工程的五大控制均在业主的主导下进行。

按照中国项目管理研究委员会编写的《中国项目管理知识体系与国际项目管理专业资质认证标准》和美国项目管理协会(PMI)出版的《项目管理知识体系指南》,岭澳核电工程项目管理包括的九大领域,即项目规划管理、项目范围管理、项目时间管理、项目成本管理、项目质量管理、项目人力资源管理、项目沟通管理、项目风险管理、项目采购管理,均在业主项目管理的控制范围内。

本文选取了一些项目管理中能体现业主介入程度的量化指标(见表2),从实际工作的情况看,业主的项目管理既全面又深入,完全在工程建设中起到了主导作用。

表2 业主全面控制的有关数据

设计审查 (份文件)	核岛 13 700	常规岛 8 654	BOP 19 580	41 934		
接口数量 (条)	核岛 2 706	常规岛 1 386	BOP 813	4 905		
合同总数 (份)	供应 2 031	施工 460		2 491		
支付控制 (次)	供应(除 BOP 外) 6 637	土建 1 635	安装 1 716	9 988		
进度计划 (份)/活动数	一级 46/437	二级 83/10 000	三级 工作进度	四级 六月滚动	五级 月度计划	六级 周计划

(2) 程序管理方式

岭澳核电有限公司有 621 份程序,分三级(见图 8),这些程序不包括人力资源和行政部门以及生产准备系统的大量程序。

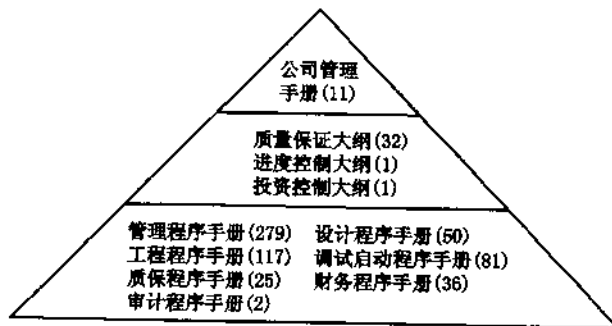


图8 三级管理程序

第一级公司管理程序是制订公司各级程序的上游纲领性文件,如《公司管理大纲》、《各级管理权限规定》、《合同与采购手册》等;第二级是大纲性文件,比公司级管理程序细



化一些,但不及操作程序具体,原则上,参与岭澳核电工程的单位在涉及岭澳核电工程项目的工作中都要遵守,是编写相关工作程序的指导性文件;第二级是供各部门以下机构及各参与单位执行用的工作程序,总体上又分内部工作程序和内外部共用工作程序两大类(详见图9)。

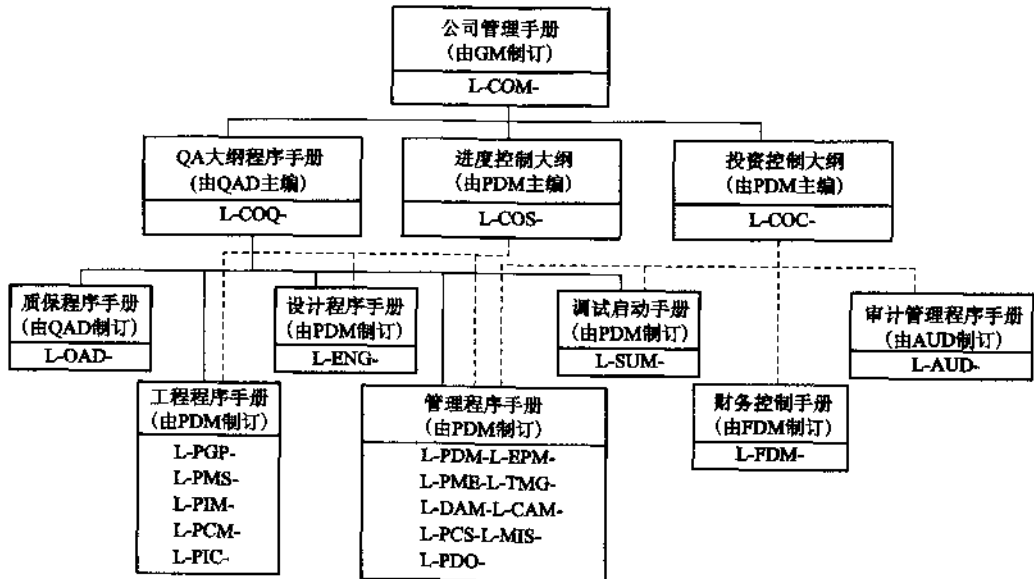


图9 程序体系及内在关系

岭澳核电工程是一个庞大的系统工程,从设计、制造、施工、调试到投产,周期长,参与单位多,专业面广,技术复杂。整体的程序管理方式,使业主内部各部门、各专业以及外部各单位在工作中统一规范、相互协调,对工程建设的成功起着举足轻重的作用。

### (3) “安全第一、质量第一”,坚持国际水平

本文第一部分2.1节谈到了质量控制,但岭澳核电工程在项目管理中把安全和质量放在首位,坚持国际水平,是一个必须强调的特点。

首先,完整的安全、质量管理组织体系和程序规定是前提,这些组织体系和管理规定完全是按具有成熟经验的国际先进模式建立的。在建立这些组织体系和规章制度的同时,通过培训、宣传及各种活动树立全员安全和质量意识,让所有参加岭澳核电工程的建设者都具有严格的安全和质量文化素质。

在实际工作中,严格按章办事。当安全和质量与其他方面(如进度、投资)发生矛盾时,以确保安全和质量为原则,最终要保证项目的全面控制。在工程建设过程中,处理许多设备的大小质量问题都充分体现了这一原则,也使得安全和质量意识更加牢固。

另外,在实施项目管理自主化、施工自主化、部分设计自主化和部分设备国产化的过程中,也始终坚持国际水平。国产化项目采用由外方在国际水平条件下负总责、业主积极协调并监督的做法,这些都充分说明“安全第一、质量第一”的方针在岭澳核电项目中得到