

哈澳核电工程 实践与创新

项目策划与前期工作卷

原子能出版社

岭澳核电工程实践与创新

项目策划与前期工作卷

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·项目策划与前期工作卷/《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,2003

ISBN 7-5022-2718-0

I. 岭… II. 岭… III. ①核电站—建设—经验—广东省②核电站—工程施工—项目管理—广东省
IV. F426.23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 017050 号

©

原子能出版社出版 发行

责任编辑:张 辉

装帧设计:崔 彤

社址:北京市海淀区阜成路 43 号 邮政编码:100037

保定市印刷厂印刷 新华书店经销

开本:787 mm × 1092 mm 1/16 印张 17.75 字数 405 千字

2003 年 7 月北京第 1 版 2003 年 7 月北京第 1 次印刷

印数:1—2500

定价:75.00 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。

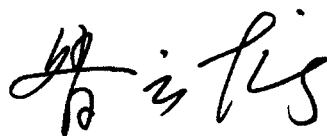
在党中央、国务院的领导和关怀下，在中央和地方各级党政部门的支持和帮助下，参加岭澳核电站建设的开拓者们，坚持学习和贯彻执行邓小平理论和“三个代表”重要思想，在消化、吸收国外先进管理、技术和成功建设运营大亚湾核电站经验的基础上，进一步解放思想，实事求是，开拓创新，力求将岭澳核电站建设得比大亚湾核电站更好。通过岭澳核电站一期工程建设和运营，广东核电集团不仅要在核电站的管理、技术、运营水平和经济效益上有进一步的提高，更要严格按国际先进水平的要求，全面推进并高起点实现核电站设计、制造、施工、运行和工程管理的自主化和设备国产化。岭澳核电站实施工程项目管理、建筑安装施工、生产调试准备的自主化和部分设计自主化、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，2003年1月8日投入商业运行。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，二号机组比计划提前66天投入商业运行；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。



2003 年 6 月

前言

《岭澳核电工程实践与创新》全书由12卷组成,依次为《项目策划与前期工作卷》、《工程控制卷》、《设计管理与采购卷》、《施工管理卷》、《调试启动卷》、《合同、财务及审计卷》、《质量保证卷》、《文档管理卷》、《生产准备卷》、《设计自主化及设备监造卷》、《土建施工卷》和《设备安装卷》。其中前9卷由岭澳核电站业主各部、处组织编写,后3卷则汇集了参与工程的国内设计、科研机构与施工安装单位的相关文章,全书共16册,汇集文章923篇,约1000万字。

本卷为全书的首卷,其内容涵盖了岭澳核电站业主在主体工程浇注第一罐混凝土之前工程前期阶段的总体策划与部署,按项目策划、项目管理体系、可行性研究、对外合同谈判、工程初步设计、前期工程和成果综述七章分述。在项目策划方面,综述了管理高层对广东第二个大型商用核电站项目的总体设想,即业主对该项目建设目标与任务设定,在广东实现以核养核、滚动发展基本思路,工程项目总进度确定与经济方面可行性分析,主设备供货国际竞争形成,设备制造国产化策略,以及实施项目法人责任制相应组织构架等方面的构思与分析;项目管理体系一章则着重叙述岭澳核电有限公司为实现上述总体目标而在技术、质量、进度、投资与安全控制等方面所采取的总体方针、企业文化与具体措施,并列举典型的实例证明这些管理措施的可操作性与有效性;可行性研究、工程初步设计与前期工程三章回顾了业主遵照当时国家规定的工程项目基本建设程序,对于工程初步可行性研究、项目建议书、可行性研究、初步设计等环节组织国内设计、科研机构进行必要的厂址相关专题研究、各类报告编制、众多专项审查,以及对分歧意见的协调和国家主管部门审批意见的落实的经过。对外合同谈判一章则概括了核电站核岛、常规岛主设备与燃料组件供应合同、工程咨询合同的技术与商务谈判,相应贷款协议、主设备技术转让和设备国产化制造协议谈判的主要内容和争议解决要点;此外,由于岭澳核电站两台机组投入商业运行比原计划分别提前48天与66天,担负广东电网基本负荷运行一直安全可靠,工程总投资也较原总预算有较大幅度的节省,“岭澳核电工程建设与创新”项目已通过广东省科技厅组织的评审,获2002年度广东省科学技术特等奖,因此,本卷增设“成果综述”一章,包括《岭澳核电工程建设与创新成果综述》与《岭澳核电工程全面创优的探索与实践》两篇文章,对项目筹备阶段总体策划工作的成绩予以总结。

由于工程前期各项工作既具有独立性,又存在错综复杂的相互联系,因此本卷汇集文章的某些内容难免有些重复。另外,针对该阶段涉及的政府各主管部门的审查、批准

环节多的情况，有些作者在文中提出了一些建设性意见，为保持文章的完整性与撰稿者本人的原意，均按原文照登。

中国的核电已经步入蓬勃发展阶段。对于新建核电项目来说，工程开工前的项目策划与前期工作，在一定程度上决定了整个项目开展的方向与目标。本卷汇集的内容，虽然仅限于岭澳核电站项目，但对于其他核电工程相应阶段的工作同样具有一定的参考作用，有些思路与措施可供新建核电项目借鉴。当然，因文章作者写作水平有限，某些内容的表达会有欠缺，望读者予以指正。

《岭澳核电工程实践与创新》编委会
2003年6月

目 录

I 项目策划

岭澳核电工程的项目策划	1
岭澳核电设备国产化策略	22

II 项目管理体系

岭澳核电工程项目管理体系与经验	27
-----------------------	----

III 可行性研究

初步可行性研究报告与项目建议书	62
岭澳核电站厂址选择	66
岭澳核电工程可行性研究报告业主的组织协调和参与	70
投资估算与经济分析	76

IV 对外合同谈判

岭澳核电站主设备合同谈判综述	80
核岛供应合同谈判技术部分	90
常规岛供应合同谈判技术部分	99
核岛及燃料组件供应合同的商务谈判	118
常规岛供应合同的商务谈判	127
工程咨询合同谈判及执行	132
岭澳核电项目融资谈判回顾	141
主设备技术转让及国产化协议谈判	146

V 工程初步设计

工程初步设计（四通一平部分）安排与组织	159
工程初步设计文件的编制与审查	163
工程概算及有关定额的商榷	170

VI 前期工程

核电站建设的前期工作	177
岭澳核电站前期工程综述	183

VII 成果综述

岭澳核电工程建设与创新成果综述	196
岭澳核电工程全面创优的探索与实践	256

岭澳核电工程的项目策划

中国广东核电集团有限公司 曾文星

核电工程是一个建设周期长、投资巨大、接口繁多、牵涉面广的大型系统工程。作为核电项目的法人和核电工程风险最终责任承担者的项目业主,除按照国家基建程序要求,委托有经验的咨询顾问单位编制初步可行性、可行性研究报告,并接受国家有关部门的行政审查之外,更应从决定搞项目开始,由项目主要负责人亲自动手,组织业主各主要部门骨干,平行地进行下列内容为主的项目总体策划:①分析项目面临的形势,设定业主建设该项目的目标和任务;②综合分析项目内外各方面的有利和不利因素,权衡各种可能项目组织模式的利弊得失,据业主自身的实际能力,敲定项目的实施计划进度,及为实现项目目标而采用的管理模式;③在充分发挥业主已有力量及充分利用国内可借用的力量基础上,确定业主的组织机构和人员配备;④确定最佳的融资方式,并对项目的经济可行性和项目的经济效益作出实事求是的评估;⑤列出影响项目成败的主要问题,逐一进行分析,并考虑采取可行的对策和措施,对项目未来的风险做出正确预测,并进行全过程动态跟踪。总体策划的上述成果将是业主最后下决心建设项目和指导如何建设项目的重要依据。

但是,由于核电工程的特殊性,受到多种因素的制约,因此业主的项目策划和总体构思不可能一蹴而成。在项目正式开工之前,对重大问题,应广泛听取不同意见,集思广益,慎重决策,并注意结合初步可行性、可行性研究审批中的专家意见和政府的决定,做出相应调整和修改;而在项目实施时更应将项目策划中已发现的影响工程项目成功和失败的主要因素及需采取的对策和措施,逐一落实,不断深化研究,跟踪分析,一旦发现新情况,立即进行动态调整,使各项措施能准确到位,确保项目的成功。因此项目策划及其实施的过程,实际上也是项目业主分析项目的形势,确定项目主要任务,在发动群众,深入调查研究的基础上,对项目的实施全过程进行一次全面预测和演绎的过程;通过这样的预测和演绎,对项目实施中可能存在的风险和影响成败的重大问题,进行慎重研究,提出对策,并全过程动态跟踪、落实,一旦出现偏差,立即做出动态调整。因此,若一个项目策划得当,将考虑的问题都考虑清楚了,对策也落实了,执行中小问题不可能没有,但颠覆性的或影响成败的重大问题大体上就控制住了。一个好的项目总构思和总体策划及其认真的贯彻执行,的确是保证一个项目最终成功的重要措施。

因而,也可以说,项目策划是项目主要负责人把握和控制项目全局的一项重要工作,对于像核电这样复杂和敏感的工程,尤其如此。在岭澳核电工程总体策划实践中,业主方作了一些初步尝试,归纳为以下几个方面,供大家参考。

一、项目的背景和肩负的任务

1994年2月大亚湾核电站(广一核)1号机组正式投入商业运行。事实表明,核电不仅是安全、清洁的能源,且具有很好的经济效益和发展前景。国务院总理办公会议决定:为了广东省经济和广东核电的发展,充分调动中央和地方两个积极性,按现代企业制度,组建广东核电集团公司,采用“以核养核,滚动发展”方针,推动广东核电事业发展。广东省省长于1994年2月22日省人大会议期间回答记者问题时,更明确提出:“广东经济发展非常需要电”,“要在大亚湾核电站临近的岭澳再建4台机组,这4台合同签订之后,在阳江再搞6台,这样在未来10~11年广东将有6台机组运转,6台机组在建,到2010年左右,将有12台机组运行,核电将占全省装机1/6以上”。广东省的迫切市场需求和国务院的决定,是广东核电加速发展和岭澳核电站(广二核)快速立项的背景和基础。

国务院领导和广东省政府都明确要求岭澳核电站立即起动,两年准备,即时开工,争取2002年建成。中国广东核电集团有限公司也多次向岭澳核电站筹建办强调,岭澳核电工程项目的发展方针和主要任务是:

- 时间上:抓住时机,快速上马,争取1996年底开工,2002年1号机组投入运行;
- 方针上:广东核电采用系列化、标准化、推进设备制造国产化、部分设计自主化的方针,以最大限度降低造价,提高经济效益;
- 策略上:充分利用当前国际买方市场的大好形势,组织多家供应商竞投,形成国际竞争,为我国核电产业发展创造最优惠的条件和价格;
- 战略上:从广东核电全局来看,广一核是基础,广二核是桥墩和引桥,确保广三核时将建成广东核电发展的高速公路,实现广东核电良性循环,资金、人才、经验的滚动发展。

无疑,岭澳核电肩负着广东核电承上启下,实现广东核电“以核养核,滚动发展”的重任。

二、项目总进度设计

项目总进度一般包括前期准备工作进度和工程里程碑进度两阶段,国际上通常以第一罐混凝土浇灌作为划分两阶段的标志。

国际上各国在核电建设总进度设计时,很重视工程里程碑进度的设计,在参照国外参考电站经验的同时,充分注意结合本国的国情(工程管理模式、技术能力、装备状况、工作效率等),进行必要的调整,使工程里程碑进度能尽量符合实际情况。工程里程碑进度,对内是测算项目总投资的主要依据,对外则是签订各项供应、施工、服务合同的基础。因此,工程里程碑进度一旦敲定,设计供图、设备供货、施工安装将按进度计划要求,一环扣一环地推进,执行中的任何调整(无论是提前或拖后)都非常困难。若此进度设计得“保守”了(留的裕量过大),则将无谓地增大总投资;反之,如设计得过于“激进”,一旦执行中出现意外,导致总进度延误,则由于财务费用急剧增加,再加上相关合同的索赔,业主的损失更为

严重。因此,作为业主必须对项目工程里程碑进度中的每一个环节(土建、安装、调试及与其设计、设备制造的接口)都要做出详细分析和研究,然后再作出最后决定。

与工程里程碑进度相比,人们往往忽视前期准备工作进度,主观上希望项目尽快批准,批准后尽早尽快开工。但国际上的经验刚好与此相反,越来越重视大型工程的前期准备工作。宁可准备得充分些,不做到十分把握,不轻易开工,其理由很清楚:首先,项目准备不充分往往是核电等大型工程失败、延误的主要原因;其次,前期准备的工作大部分是“软件”而没有“硬件”,因而准备工作总的费用(包括各种可行性研究和设计等)仅是整个工程费用的百分之几,即使时间延长些,对项目总投资的影响不大。此外,在准备阶段,将设计方案进一步优化,把各种可能的风险研究深透些,采取措施更得力些,利用准备阶段把设计方案与施工、安装方案相结合,将施工组织设计方案一起考虑进去等等,可确保建设阶段风险小、质量好、效率高、工期短、投资省,从而使整个项目建设取得最大的经济效益。以日本核电项目为例,过去日本电力公司从立项到商业运行,一般周期为10年左右,前期准备约5年(包括各种可行性研究、安全、执照申请、设计,还包括施工组织设计等),建设周期也是5年;而现在的趋势是业主的前期工作更深更细了,设计采购方面不仅主要采购和初步设计完成,而且主体工程土建施工详图也基本完成;施工准备方面,不仅施工组织方案完成,而且如何组织模块式的施工的细节工作也均已完成,将现场的工作量减到最小和工期缩到最短;在工程管理上,在准备阶段,通过设计阶段,已将工程信息管理的全部数据库,以及施工进度计划的详细信息全部准备好,大大方便了工程开始后三大控制。正由于充分利用工程准备阶段,提前做了大量施工阶段的工作,不仅大大提高了工程质量,而且将工期大大缩短,这也是日本的核电业主有信心在4年内建成1400万MW大型核电站的根本原因。美国西屋公司也在做类似的工作,以确保AP-1000从浇注第一罐混凝土开始,在3年半的时间内建成。

根据国际经验以及大亚湾核电站的建设经验,岭澳核电站建设的总进度设计有如下考虑。

1. 工程里程碑进度

关于工程里程碑进度如何安排得更符合岭澳推进设备国产化、设计自主化的实际。原大亚湾核电站的工程里程碑进度,从第一罐混凝土算起,是按照土建施工25.5个月,安装22个月,调试14.5个月,总工期62个月来设计的,这也是法国电力公司在法国建设34台同类型的标准化系列中后期所达到的较先进的水平。但在大亚湾核电建设实施时,由于安装延误,拖到76.6个月才完成。结合岭澳工程主要考虑了以下几点:

(1) 62个月总工期暂不宜改变。因为即使在法国,这已是中上水平的安排。通过大亚湾核电建设,虽已做了初次尝试,但业主和承建商的经验还不全面(主要策划和负责执行者是外方)。此外,除土建和辅助系统工程(BOP)设计外,主工艺的设计仍由外方负责,加上岭澳工程前期准备工作工期短,不可能像日本那样在设计阶段就组织业主、施工、设计三方,以“三结合”的方式来研究加快工程的施工组织方案,缩短里程碑工程进度,因此要缩短总工期有困难。但延长总工期亦无此必要,因为大亚湾核电站建设过程说明,工程进度仅安装方面推迟了,土建和调试还是可以按期的,只要对安装部分采取针对性措施,62个月总工期是应该可以确保的。

(2) 土建工期应可缩短。国际上,西方一般认为,百万千瓦级核电站土建工期为 24 个月左右,较难缩短,这主要源于土建工种为大量混凝土现场浇注工程,必须现场操作,受到天气、劳工法(不允许过多加班)等的制约。岭澳电站是双堆布置,核辅助厂房部分较难增加施工作业面。因此,外方专家均建议维持原 25.5 个月的土建工期。从大亚湾工程实践来看,虽由于“漏筋事件”停工 55 天(约两个月),但通过组织加班赶工,仍保持了原工期计划,未延误。这说明,只要组织得好,发挥国内施工单位特点,对关键区域及关键路径组织适当加班,加上改由中方设计院负责土建设计(图纸不需翻译,采用国内土建大宗材料,现场容易配合等),缩短土建工期两个月是可能的。岭澳工程的实践也已证明了这一点。

(3) 安装是成败的关键,其工期有必要延长。大亚湾核电工程的安装惨遭“滑铁卢”之役后,各方面都作过全面的总结。但对如何估算工效上,仍存在争议,法国人一直坚持:法国工人的 1 人·时干的活,韩国的实践是 1.5 人·时,而中方需 1.5~2.0 人·时。事实上不仅法国,且欧美发达国家的安装工期均比土建工期短,而且还有进一步缩短的趋势,同时,他们工地的工人总人数也比我们要少得多。通过调查研究,我们得出结论:法国及世界工业发达国家核电的安装工程之所以工期短、工效高,关键在于他们有一个完整的工业体系来保证。以法国为例,法国电力公司(EDF)做完总体设计(相当于扩大初步设计)后,将各机电系统分成若干包(如电气、通风、管道等)经过竞标后,包给若干个分包商,由他们从施工详图做起,包括采购(核级设备除外)、加工、运输、安装、直至分系统调试,一条龙地工作,由该分包商负责总承包。在这样的工业体制下:职责清楚,接口最少,相互推诿少,整个系统由专业人员来设计、安装、调试,在同一个专业化的公司组织领导下向业主交钥匙,因而实现了高工效、高质量。而中国核电工业体系尚未建立,设计与制造、制造与施工、施工与调试都是分离的,靠业主在设计院技术支持下组织接口,且接口繁多,这样的体制下,大量工作都要在现场进行,只能靠增加工人,以及临时加班加点来完成任务,很难实现高工效。因此,中国核电站的安装工期若不能从体制上根本解决,工人人数适当增多,工期适当延长是必然的。结合岭澳的情况,业主决定,挤土建的两个月工期转给安装,并争取尽可能让安装与土建提前交叉作业,强化设计供图、设备材料供应与安装的接口管理,以保证现场安装顺利开展。同时,同意安装适当增加计划动员人员;对入场人员要严格培训,合格上岗;要求安装公司针对大亚湾工程实践的失误进行全面经验教训总结,拟定出针对性的纠正措施;并要求安装公司编写整个安装工作的施工组织设计,对整个工程的安装工作进行书面上的“预演”,通过国内专家审查修改后,严格执行。

核电站的安装阶段是建设过程的中心环节,也是设计供图、设备供货、前期与土建、后期与调试等全面交叉的阶段,设计、制造、土建阶段的大部分失误或缺陷,都将在安装阶段暴露出来,加上核电安装本身的质量要求高,工序严谨,检查要求严,很多内在规律需要研究,而中国核电体制尚未与国际接轨,安装单位的管理和专业化也仍存在较大的差距。考虑到上述情况,将岭澳安装工期适当放宽,计划动员的工人数量适当加大(按法中工效比为 1:2.0 算)。正确判断安装的困难,实事求是采取措施,这对岭澳工程建设的最后成功是十分重要的。

(4) 调试工期不动,但预留了少量弹性。大亚湾工程的调试基本是按计划完成的。而从法国系列电站建设经验来看,可调整的幅度也不大,约在(14±1)个月。调试的进度

不仅取决于调试的逻辑顺序与关键路径,还取决于设备和安装的质量,考虑到岭澳工程的调试采用以中方为主来组织,主设备虽已在大亚湾调试时经受考验,但辅助设备的分包商变动较多,安装又改为中方为主,带来一些不确定性。因此调试工期未做调整(调试工期从14.0月改为14.5月,但调试起点也从一回路冷态功能试验改为回路冲洗,相当于提前了0.5个月,因此调试总工期不变)。不过,岭澳已不是原型机(或系列的第一台),大亚湾核电站要求的满功率运行700小时(近一个月)经充分考核后才正式投入商业运行,对岭澳电站已无此必要。按国内要求只要满功率运行168小时即可投入商业运行。从总工期来讲,这里留有三周左右的裕度,作为总工期调整的备用。将据调试进展的实际,灵活掌握。

从岭澳核电工程实践经验反馈来看,上述总工期设计基本合理。经过岭澳工程的实践,今后若再建类似项目,在工程里程碑进度设计上,下述几点建议可供参考。

(1) 经过岭澳工程全面实践,对土建的关键路线及全部工艺都已掌握,因此,土建工期可进一步适当压缩。

(2) 安全壳穹顶采用一次吊装,加上土建与安装工作可考虑进一步交叉进行(需采取一些辅助措施),可缩短总工期。

(3) 核岛安装工期若要进一步压缩,需结合中国国情考虑一些根本性措施,如:采用日本加速安装的十大措施;将大宗材料转由安装公司采购供应,以减少接口;进一步加强设计、施工、安装的三结合,在初步设计阶段就平行进行施工组织设计等。

(4) 由于岭澳核电工程实现了调试的自主化,中方人员已掌握了这类核电站调试的总体规律(包括与安装和生产的衔接)和关键技术,调试进度有可能适当缩短。

(5) 经过岭澳工程的实践,说明1,2号机组之间的工期间隔,从原来法国习惯的1年压缩到8个月,在关键设施使用、人员调配等方面都不存在高峰重叠问题,是可行的。

2. 前期准备工作进度

国际上核电站的业主都千方百计地加强前期准备工作,甚至不惜延长前期准备工期,以做好各种论证,准备充分才正式开工,以达到施工缩短工期,取得最大经济效益的目的。但是,限于中国国情;大型核电站的设计自主化、设备国产化尚未实现;建设经验尚显不足;再加上国家对核电建设的行政审批程序尚未规范化,中国的“原子能法”尚未正式颁发等等,给核电站的建设和前期准备都带来了一定的不确定性,难以将国际已成熟和成功的经验为中所用。不过,在岭澳核电站建设时,中国大型商业核电站仍处于引进国外技术和管理阶段,主工艺系统设计和厂房设计都仍由外方负责,且有成熟的“参考电站”全套资料作基础。因此,有可能缩短前期准备工作时间。

在策划岭澳核电站的前期工作进度安排时,结合大亚湾的经验和中国国情,可归纳出核电站建设前期准备工作的三条关键路径:对外谈判线;现场准备线和政府审批线,结合岭澳项目的实际,进行最优化的安排。

岭澳项目是一个新开的厂址,按规定在确定厂址与批准项目建议书之前,不能开始征地移民工作。因此,从现场准备(包括现场厂址资料收集、厂址规划、征地移民,厂区总平面设计、四通一平)直到反应堆基础负挖将是一条主要关键路径。

岭澳项目又要求国际公开招标,推进设备制造国产化、设计自主化,且按有关规定,只

有项目建议书批准后,才能正式对外发标书,政府批准可行性研究报告后才能草签对外合同。因此,发标书,收标,技术、商务、价格、贷款以及技术转让,设备制造国产化、部分设计自主化安排等谈判有结果后,才能最终完成项目可行性研究报告,并经上报审批后,才能对外草签合同。随后,还要在外方提供基本资料基础上,汇总完成初步安全分析报告、环境影响评价报告(选址阶段),上报国家核安全局和国家环保局审查批准,对外合同草稿也要上报国家经贸委审查批准后,才最终得到政府批准对外签订正式合同和开工,这也是一条重要的关键路径。

按上述的程序,要想从批准项目建议书起,用3年时间完成所有前期准备的三条关键路径,是有困难的。尤其是对外谈判线,若要组织国际竞投(最少三家外商参加),从发标书(还不包括标书准备)开始,到草签合同,最快也要两年时间,而核安全局审查初步安全分析报告要1年时间,再加上初步安全分析报告的准备时间、国家对项目初步设计审批的时间等,3年时间肯定是不够的,在项目策划时,预计要4年时间才能完成(大亚湾项目为4年半)。

最后,由于中美和平利用核能协议短期内不可能签订,国际竞争无法形成,法方又主动提出优惠条件,面对这种客观情况,国家批准对法国议标,岭澳前期准备工作成为真正的关键路径,就是新厂址的现场准备工作。业主方集中全力,充分利用的国外设计已齐备,“参考电站”资料完整等有利条件,大大简化了厂址资料数据提交、厂址规划,厂区总平面设计 and 负挖准备等工作,且有效地平行进行正式施工准备(土建承包商及安装承包商的指标工作),最后仅用了不到3年的时间,完成了全部前期准备工作,为1997年5月第一罐混凝土浇注和随后的正式工程持续进展奠定了良好基础。

三、国际竞争的组织和其结果

1. 组织国际竞投的必要性和可能性

1984年大亚湾核电站招标时,限于当时的国际环境只有法国同意出售核电站并转让技术给中国,美国及其他国家限于中美和平利用核能协议尚未签订,因此,当时中国只可能与法国议标。

10年过去了,国际环境有了新的变化,中广核集团公司通过调查研究认为,岭澳核电项目有必要也有可能组织起国际的竞争。

(1) 组织国际竞投的必要性

1) 虽然国家已确定百万千瓦级压水堆核电技术路线,且大亚湾核电站已采用了法国技术,秦山二期工程也已据中法技术转让协议,参考大亚湾电站,引进法国技术,进行60万千瓦级的核岛自主设计,但总体来讲,国家的核电产业尚未定型。设计自主化、设备国产化的进程刚刚开始,而且国家正在部署搞核电系列化、标准化的发展。因此,有必要借岭澳核电项目上马之机会,组织国际上所有压水堆百万千瓦级的二环、三环、甚至四环的供应商进行一次全面竞争,选择技术最优和最有利的合作伙伴,加快推进核电设备国产化、设计自主化,以便最优、最快地形成中国核电产业。

2) 从业主要降低造价考虑,没有竞争很难与对方谈判,迫使对方降价。大亚湾核电

站谈判时已遇到这样的问题。1994年初与法国供应商初步接触,当时法商那种“岭澳项目非法国莫属”的优越感,更坚定了业主组织竞投的决心。

(2) 组织国际竞投的可能性

1) 当时国际核电市场是买方市场,新一代核电(第二代)已日趋成熟,第一代核电技术趋向过时,各供应商已不再像20世纪80年代中期那样要给价才同意技术转让。中方宜抓住这个时机,争取以最有利、最优惠的条件来推进核电设备国产化、设计自主化。

2) 外商看到中国的核电市场发展潜力很大。美、日、韩等供应商主动要求参与竞争,且纷纷提出更优惠的条件。美国西屋公司为了后来居上,已主动与上海机电集团合营,主动与上海核工程设计院合作搞百万千瓦级核电的设计自主化;美国ABB-CE公司,由于推进韩国核电设计自主化、设备国产化取得成功,加上当时有希望夺得中国台湾龙门四厂的投标,当中方一与之联系,对方就雄心勃勃来中国推进CE的二环路设计;韩国的韩国电力公社(KOPEC)及韩国重工也想显示他们推进核电设备国产化、设计自主化的成功经验,愿意与ABB-CE一起将最“新鲜”的全套国产化、自主化经验转让给中国;日本的三菱重工限于新厂址选择困难,国内市场饱和,希望拓展海外市场。过去受制于日美技术转让协议,现在西屋公司主动要争中国市场,且西屋的硬件制造能力已萎缩,需用三菱工厂生产,因此也表示要积极参与中国市场的开拓。

经中方主动邀请各方来华洽谈,双方一拍即合,1994年5月开始组织,到同年8月已初步形成三家竞争的局面,这三家是:西屋+三菱+上海电气集团;ABB-CE韩国电力+韩国重工+哈尔滨动力集团;法马通+东方电气集团。

2. 对竞争集团的要求及组织原则

据中国推进国产化、自主化的方针及集团系列化、标准化发展的要求,中方向外方明确提出参与竞争的要求条件是:①支持国产化、自主化;②全面、优惠技术转让;③贷款利率优惠;④价格合理;⑤与中方伙伴组成联合集团,共同参与投标。

考虑到核电是一个新的产业,借引进之机,希望能对中国原有的工业体系进行适当的改造,使之与国际模式接轨,同时也利于全套引进国外的技术、管理和经验,通过消化、吸收、创新,加快中国新兴核电工业产业的发展。因此,在中外联合集团的组织原则方面也提出了一些相应的要求:①按国际的接轨方式来组织,最终在中国形成本地的核蒸汽供应系统(NSSS),汽轮机、发电机系统(T/G)制造商及工程咨询顾问公司(AE)等中国公司及其相配套的分包商体系;②每个中外合作组织均由外方牵头负责组织,由外方通过调研与选定的中方伙伴洽谈条件后,中外双方自愿组成联合集团;③合作方式可以是合营、项目合作或其他合适的方式;④外方负责将全部技术、管理转让给中方伙伴,并提出详细转让的进度、方法、措施等;⑤转让范围包括:系统设计、详图设计、制造、项目管理、安装、现场服务、备品备件和维修;⑥所有费用,包括技改和转让技术有关(如人员培训,外方人员派遣等)费用都包括在报价中,通过竞投来择优选择。

针对中国历史造成的核设备设计与制造分离的不合理分工情况,为形成中国的NSSS供应商,经与中外各方协商,最后中国核动力研究设计院(核动力院)加盟法马通—东方电气集团;上海核工程设计院加盟西屋—上海电气集团;核工业第二研究设计院(核二院)加盟ABB-CE—哈尔滨动力集团,以强化中方各制造集团在NSSS系统设计和设备设计技