

岭澳核电工程 实践与创新

设计管理与采购卷

(II)

原子能出版社

岭澳核电工程实践与创新

设计管理与采购卷

(II)

土 建

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·设计管理与采购卷. II, 土建 / 《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 7-5022-2616-8

I. 岭… II. 岭… III. ①核电站—建设—经验—广东省②核电站—土木工程—建筑设计—广东省③核电站—土木工程—采购—广东省 IV. F426.23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 034987 号

©

原子能出版社出版 发行

责任编辑: 柴芳蓉 周 欣

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: 787 mm × 1092 mm 1/16 印张 15.25 字数 350 千字

2002 年 5 月北京第 1 版 2002 年 5 月北京第 1 次印刷

印数: 1—2500

定价: 64.00 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)

杨卡林 沈如刚 张兆丰 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之后，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江泽民总书记的“三个代表”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，我们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。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。二号机组按计划在一号机组之后8个月开始建设，目前已全面进入调试高峰。岭澳核电站的五年建设实践已取得了相当成功：进度上，一号机组比计划提前48天投入商业运行，二号机组也将提前投入商业运行；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、主回路冷态功能试验、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5月

前 言

设计与采购是核电工程建设的龙头,对后续施工安装、调试工作的顺利开展具有决定性的作用。工程设计与设备购置的质量对整个工程的质量、进度以及投资有着重要的影响。岭澳核电有限公司设计采购部门负责整个电站的设计管理和采购工作,具体任务是确定总体技术方案,选择设计标准规范,签订采购合同,进行设计文件审查,对设备制造进行监督和及时提出执照申请,指导供应商、承包商严格按照标准规范和合同开展工作,确保施工、安装、调试等活动的结果符合标准规范和合同规定,高质量按期完成工程项目。

设计管理是一项技术难度很大的工作,涉及到设计与采购的模式,计划进度控制,接口交换,文件图纸审查,物项采购的质量管理与施工、安装、调试等活动的配合和不符合项处理等。岭澳核电工程在设计管理和采购自主化、电站配套设施设计自主化的实践过程中,解决了大量的管理和技术事项,积累了较丰富的知识和经验,在充分吸取大亚湾核电站工程建设成功经验的基础上,通过与设计院、研究所和国内各部门、单位的紧密合作,形成了有自己特色的设计采购管理机制,并有所创新。在核岛土建设计管理、电站配套设施设计采购、常规岛及电站配套设施的设备制造质量监督过程中,积极探索自主化新路,提出并实践了不少新的办法。例如实施了由业主全面负责初步设计、设备采购和详细设计审查的业主管理模式;使用计划、接口控制手册和工程文件索引等管理工具,以矩阵式子项负责制方式,对电站配套设施的设计与采购进行全过程控制等。

设计管理与采购卷为《岭澳核电工程实践与创新》中的一卷,由《设计与采购总体管理、执照申请与总体运行设计及制造质量控制》、《土建》、《核岛、常规岛及电站配套设施》和《电气仪控》等四册组成,文章从不同的角度分析和总结了工程实践的经验和教训,提出了许多有益的建议,对新建核电站会有所帮助。

《岭澳核电工程实践与创新》编委会
2002年5月

目 录

I 土建设计综述

土建设计管理综述	1
核岛土建设计管理	9
核岛土建接口管理与设计管理	14
核岛土建设计自主化	24
常规岛土建设计管理	27
常规岛土建工程总结及建议	34
电站配套设施土建工程管理综述	41
电站配套设施土建设计管理存在的问题及对策	47

II 核岛土建设计和技术专题

穹顶整体吊装的设计验证	52
核岛土建设备闸门和空气闸门的设计与采购控制	61
DYWIDAG 钢筋在核岛厂房中的应用	70
主控制室的装修	75
对龙门架桁架梁高强度螺栓节点连接强度计算的分析	77
反应堆厂房典型不符合项的分析和处理	84
核岛土建设计的几个技术专题	93
安全壳预应力系统的张拉设计	97

III 常规岛土建设计和技术专题

常规岛土建设计及计算	104
回填技术规格书的确定	114
常规岛屋面钢斜撑的修改	117
常规岛防火设计	125

IV 总图、电厂配套设施及海工设计和技术专题

岭澳核电站总平面布置	136
岭澳核电站工程总图设计	140

电站配套设施土建设计	144
电站配套设施厂房土建设计中问题的分析和处理	152
综合管廊子项土建设计管理	157
辅助蒸汽联网管道与电缆沟联接构筑物的设计	161
超高压电气廊道的设计	164
电厂保护围栏和厂区出入保卫设施的土建设计	168
除盐水生产厂房土建设计质量问题分析	172
热机修厂房结构布置	176
冷机修仓库裂缝处理	178
废液取样栈桥方案优化	181
泵房土建设计及技术难点分析	185
核岛及常规岛废液储存罐厂房钢结构选型分析	190
泵房土建工程量增加原因分析	195
海域工程设计	201
取排水工程设计改进及施工方案革新	207
海域工程排水箱涵和交叉口渡槽的结构设计	216
柔性地下连续墙在核电站海工设计中的应用	222
岭澳水库及调水系统工程设计	227
浅谈土建工程设计审查与工程造价控制	232

土建设计管理综述

岭澳核电有限公司 蒋 虹

一、概 述

岭澳核电站(广二核)位于大亚湾西海岸的大鹏半岛东南侧,地理位置为东经 $114^{\circ}33'00''$,北纬 $22^{\circ}36'00''$ 。岭澳核电站厂区占地面积56万 m^2 ,建筑面积16.7万 m^2 ,共包括以下三部分:①核岛厂房;②常规岛厂房;③电站配套设施(BOP)厂房及海上工程。

广二核土建设计除常规岛厂房由英国 MOUCHEL 公司负责之外,均由中方设计院负责。广二核工程部土建设计处作为管理部门负责对广二核所有工程土建设计进行审查管理。

从浇灌第一罐混凝土起算,广二核土建设计共完成土建施工图 13 600 张(仅算单版图),其中核岛厂房 8 400 张,常规岛厂房 1 700 张,BOP 厂房 3 500 张。

本文主要从组织机构和土建设计管理,包括接口管理、设计进度控制、设计审查管理、现场变更管理、人员培训、经验反馈等几个方面进行归纳总结。

二、土建设计处组织机构及人力资源管理

广二核是引进国外先进技术的大型商用核电站,具有资金密集、技术密集、人才密集的特点。其中人才是最主要的因素,搞好“质量、进度、投资”三大控制,没有一支合格的工程管理队伍是无法完成的。根据工程管理需要,土建设计处工程技术人员主要由工业与民用建筑专业的人员组成,所涉及到的专业包括水工、海工、地质、水文、建筑学、建筑材料等,具有涉及学科多、人员素质要求高的特点。初期由于人力资源不足,主要通过聘请法国 EDF 公司专家、到国内设计院招聘、调入一批应届大学毕业生等途径充实处内的专业技术力量,其中 EDF 专家及国内设计院的技术人员经验丰富,起到了核心作用,应届毕业生经过几年来的工程锻炼正在逐渐成长。

土建设计处由核岛科、常规岛科和 BOP 及总图科组成。全处人员数量随着工程进展、工作负荷的变化,呈动态变化,最高峰时全处共有 48 人在编。

三、土建设计管理

1. 接口管理

(1) 概述

接口是土建设计最基本的输入数据之一,即对设计各专业提供所需的技术参数和技术要求。广二核接口交换和管理借鉴大亚湾核电站(广一核)的成功经验,核岛和常规岛接口交换主要采用广一核的翻版加改进的接口控制手册(ICM)进行控制管理,BOP 厂房也制定了相应的 ICM。ICM 对交换的双方、交换内容、时间要求等均作了规定。随着工程的进展,ICM 也不断补充、完善。

土建设计处指定专门的接口工程师负责协调,并由副处长直接分管。每周处级工作会议上,由接口工程师将未来土建设计处需要答复及发出的接口清单整理出来,按照接口紧急程度进行分类,及时提醒各科。

为了能配合土建设计出版施工图的需要,解决有些接口交换时间长及未能按时关闭的问题,土建设计处还建立接口关闭限定时间表来及时关闭接口,保证施工图出图进度。

(2) 审查内容

- 接口数据的完整性(尺寸、荷载、技术要求等);
- 接口数据是否满足有关规范、标准的要求;
- 检查有关数据是否与参考电站的数据相一致;如有不同,这些数据将作为重点用于对结构设计的计算评估。

(3) 管理范围及相关程序

土建设计处管理的三部分,设备供货与土建之间的关系是不同的,因此土建接口交换审查的范围也有所区别。

核岛厂房主供应商是 FRAMATOME 公司,土建设计由国内设计院负责,二者之间的接口交换通过业主进行。为加强对接口交换的管理,土建设计处在欧洲工程管理队有一位工程师负责协调工作,将土建设计处及设计采购经理部相关处的审查意见与 EDF 的审查意见进行综合后发往 FRAMATOME,直至相关接口最终关闭。

常规岛厂房主供应商是 ALSTOM 公司,土建设计也由其负责,因此,工艺与土建之间的接口交换在其内部进行,土建设计处不负责审查。常规岛厂房与外部管网接口以及与核岛厂房等之间的接口交换仍需通过业主进行,土建设计处负责审查,然后由在欧洲工程管理队的土建工程师综合后与 ALSTOM 进行交换。

BOP 厂房主供应商情况较为复杂,供应商既有国内又有国外的,厂房设计由国内两家设计院承担。设计院与业主之间、两家设计院之间皆有接口关系,土建设计处依据 BOP/ICM 对接口进行交换及审查。工艺与土建之间的接口交换除个别厂房(如核岛及常规岛废液储存罐、泵站等)由主供应商出接口图(D 图)(或设计院出综合 D 图,如泵站)外,其余都由设计院进行内部交换。

所有与土建有关的接口交换均遵循接口管理程序的规定。

(4) 接口图审查及交换中发现的问题

- 接口图尺寸不一致,例如平面图与详图之间、平面图与剖面图之间、反应堆厂房环吊牛腿与顶面标高布置图标高等不一致。
- 接口图深度不够,例如反应堆厂房主泵缓冲器埋件漏拼装,造成漏埋部分预埋件。
- 接口信息未通过土建接口图提交设计院,如螺栓拉伸机与反应堆厂房不锈钢水池楼梯相碰。
- 土建结构设计未满足接口要求,例如除盐水生产车间电气间楼板计算荷载偏小。
- 工艺接口资料不准确,接口图升版频繁,土建设计施工完毕后仍有变化,例如泵站阴极保护系统设备测量孔遗漏造成土建楼板重新钻孔;泵站土建接口图升版次数多至 N 版等这些问题使土建设计无法按期完成。

(5) 接口管理改进建议

- 完善充实接口交换 ICM 内容,将广二核一些未通过 ICM 进行交换的重要接口补充到 ICM 中,以及加强宏观控制;在 ICM 中加上建议关闭日期,便于明确关闭时间。
- 设计院内部应重视接口交换,尤其对土建与工艺之间接口信息交换应规范化、制度化,同时加强对专业工程师进行接口交换程序的培训,要让子项负责人和工程师清楚自己需要什么,应向对方提供什么以及提供的时间等等。
- 设计进度不能照搬广一核,要根据本工程特点制订符合逻辑关系的进度计划。理顺设备供货、工艺设计、土建设计以及现场施工之间的关系,减少不必要的返工。
- 业主方加强对子项负责人的培训、培养,使其具备较宽的知识面和协调能力,以加强业主内部各专业之间的交流、协调。
- 接口管理工程师除了承担协调、统计工作以外,还应逐步、有意识地深入了解接口的技术背景和接口中相关专业的基本要求,尤其要抓关键接口的处理,这样才能提高接口管理的水平。
- 经过广二核工程的锻炼,设计院已具备一定的核电设计经验,业主应给予设计院更多的设计自主权;设计院应更多地介入到接口审查与交换过程中,这样才能充分了解接口的要求,保证施工图设计质量。

2. 设计进度管理

广二核的核岛及常规岛土建设计图纸由设计院根据合同规定的设计进度规定时间提交,并同时提供工程设计文件清单(IED)。土建设计处主要审查设计文件是否完整,并根据施工三级进度审查图纸提交时间是否满足现场用图需要。在进度管理方面,土建设计处紧紧抓住 IED 这个龙头,一方面,要使土建设计处工程师与设计院相关人员在工作层面上保持密切联系;另一方面,通过管理层开设计联络会或发文提醒设计院项目负责人及时采取有力措施。例如 1998 年初设计院核岛土建出图较计划有所拖延,后来通过双方高层管理人员讨论,分别采取相应的措施,即设计院增加人力,加强内部管理;业主方派出设计审查人员赴设计院审图以节省时间。经双方共同努力使出图进度满足了现场需要。

BOP 厂房设计项目多,设计接口变化大,在进度管理上主要由子项负责人或厂房负

责人根据工程控制处编制的设计二级进度编制相应的三级进度来进行控制,设计院根据三级进度制订设计出图四级进度计划。

为了便于统一管理和集中控制,土建设计处通过建立跟踪表格,将各子项的模板图、配筋图等主要项目以及工作准备就绪(WR)审查通过时间等关键日期均列入表格内,并随着日期的调整及时升版,实施动态跟踪。实践表明,这种方式使管理者便于掌握各个BOP厂房的动态情况,从管理上可以有效控制BOP厂房的设计进度。

设计进度与上游接口和下游土建施工进度之间一定要协调。在工程初期,BOP厂房ICM与设计三级进度、设计进度与施工进度安排之间不协调,造成有些BOP厂房的三级进度可操作性较差,因此保证设计进度的相对稳定性,保证设计的合理周期,对工程进度非常重要。土建设计处在设计进度管理上主要是从宏观上进行控制,例如各个厂房设计工作启动时间、出图的关键日期等。日常管理工作包括与设计院讨论有关设计进度调整问题、跟踪进度的执行情况、与施工部门讨论设计进度与施工进度的协调问题、与设计采购经理部其他工艺处协调设计进度等。几年来的工程实践证明,设计进度控制是一个综合动态控制,它与接口交换、设备供货、施工进度等都有一定的关系,一方面要严格按照已定的计划执行,另一方面在保证关键工程进展的前提下,有时也需对一些非关键项目的设计进度进行合理调整。

3. 设计审查管理

广二核土建设计审查工作由中方人员负责,同时聘任EDF专家担任技术顾问。

(1) 管理程序

程序化管理是核电站工程管理的一大特点,规范化的设计审查是保证设计文件质量的一个重要环节,土建设计处为此制定了《核岛科设计文件审查》、《BOP科设计文件审查》、《常规岛科设计文件审查》等管理程序来规范设计审查工作。

(2) 审查范围

1) 核岛土建设计审查范围

核岛土建设计由设计院根据FRAMATOME提供的土建接口图,参考广一核土建竣工图进行设计按照IED的进度要求出图。

设计审查范围主要包括计算书、技术规格书、供货商土建接口图、土建施工图(模板、配筋、钢结构等)等。

2) 常规岛土建设计审查范围

常规岛土建设计由ALSTOM/MOUCHEL公司负责,其工艺与土建接口交换在ALSTOM公司内部进行,根据工艺接口要求并参考广一核竣工图出版施工图。

设计审查范围主要包括土建计算书、土建施工图(包括模板、配筋、钢结构等)、技术规格书等。

3) BOP及海上工程土建设计审查范围

BOP厂房及海上工程设计由于设备采购、工艺设计相对于广一核变化较大,因此相应的土建设计基本上是全新的设计。BOP厂房又分为技术性厂房和非技术性厂房。初步设计阶段技术性厂房由工艺处牵头,土建设计处协助完成概念设计中有关建筑物要求部分的编写;非技术性厂房由土建设计处为主编写设计任务书,设计采购经理部其他工

艺处提出各专业技术要求,还需生产使用部门提出使用方面的要求。扩初设计及施工图设计均由设计院负责出图,土建设计处负责审查接口图、计算书、技术规格书、模板图、钢筋图及钢结构图等。

广二核土建设计审查总共涉及 66 个建(构)筑物,其中核岛厂房 10 个,常规岛厂房 6 个,BOP 及海上工程 50 个,具有范围广、内容多、技术含量高等特点。

(3) 审查内容和深度

1) 计算书

审查主要包括:

- 计算总原则及相关规范标准;
- 输入数据的准确、完整性(如地质参数、接口要求、荷载及荷载组合);
- 计算使用的软件说明;
- 计算结果分析(应力、应变、配筋)。

2) 土建施工图(包括模板、配筋图等)

审查主要包括:

- 文件编码、标题与内容是否一致;
- 图纸内容与计算书是否一致;
- 图纸与接口图是否相符;
- 图纸内容与标准、规范是否符合;
- 图纸中有关尺寸、数量、标高等;
- 平面、立面、剖面图是否一致;

3) 深度和比例

设计图纸的审查深度一般分为 3 类,即 R1,R2,R3 类。从 R1 到 R3 审查深度由浅入深,其相应审查内容根据图纸和文件的重要程度(例如是否与核安全相关)、接口复杂程度、是广一核翻版还是新的设计等因素来确定。由于工期紧、出图量大,加上设计院对核电站工程设计经验不足,为保证质量,土建设计审查的比例基本上达到 100%。

(4) 设计审查结果分类及 WR(即审查通过)管理

1) 审查结果及 WR

根据程序规定,设计审查的结果分成 ACC(接受)、AEN(有意见接受)和 RFC(拒绝)三种情况。广二核工程土建设计处文件审查情况大体为:ACC 占 58.8%,AEN 占 36.3%,RFC 占 4.9%。

- 在 ACC 状态下,由设计院宣布图纸 WR。
- 在 AEN 状态下,设计院应尽快升版,如问题不大,经业主同意也可以先宣布 WR。
- 在 RFC 状态下,设计院应立即根据审查意见予以改正并升版。

2) 充分利用文档信息系统数据库

定期检查数据库中的图纸状态,要求设计院及时升版有关图纸,直至图纸宣布 WR。根据程序规定,只有图纸宣布 WR 和 FOR USE(供使用),现场才能根据图纸进行施工。而设计院对现场施工进度不了解,因此土建设计处根据现场施工进度需要,按照开工前一个月必须宣布 WR 的进度计划,向设计院发出一份“需宣布 WR 的图纸清单”,以保证

及时向现场提供符合质量施工图纸。

(5) 设计审查管理中发现的主要问题及改进建议

1) 岭澳核电站工程土建设计管理中发现的几个主要问题

- 设计院人力安排不足,造成图纸出版进度拖延,如1998年初核岛土建出图进度落后于IED要求;
- 部分结构计算或评估不及时,在开工时甚至开工后,设计院未能及时提供正式计算书(主要核岛部分厂房),对施工质量有潜在风险;
- 设计院在出图过程中对参考电站设计文件分析不够,生搬硬套,把一些广一核出现的不符合项也照搬到图纸上;
- 纸质文件与电子文件WR版本内容不一致;
- 设计院在BOP厂房设计中采用不同的建筑设计标准或图集,造成BOP不同厂房相同部位的施工方法和标准不同;
- 由于设计院内部校核不严,造成个别厂房配筋不足,如冷机修仓库屋面梁漏筋问题;
- 设计院在个别厂房设计时未注意规范和标准的统一,如主开关站控制楼屋面排水设计,原来采用内排水设计,由排水管通过室内落水管排到室外管网,但电力部门行业标准不允许内排,防止漏水影响控制仪表,引起事故。

2) 改进建议

- 加强对设计院的管理力度,可通过高层出面协调,或采用合同手段,必要时由业主增加校核力度;
- 设计院在今后的工程中应根据设计进度加强计算人员力量,业主也应尽早作出评估,提前采取措施;
- 在广二核核岛土建设计过程中,为加强设计院对出图质量的管理力度,要求设计院对参考电站设计图纸中的变更文件进行认真分析,并采用专用表格进行控制,效果较好。建议新核电工程从一开始就把好设计输入关,以保证出图质量;
- 应在合同中明确设计院在提交纸质文件的同时也提交电子版文件,业主应及时进行抽查,保证两种文件一致;
- 建议设计院和业主共同商讨选用统一的、适用于本地区的标准图集,为新核电工程作好准备;
- 设计院应严格按照设计审查程序把好设计、校核等各个质量控制环节,业主方也应选派设计经验丰富的工程师重点对结构计算与配筋图的一致性进行审查;
- 在选用标准时应把国标与行业标准结合起来统一考虑。

4. 变更文件管理及现场施工配合

广二核工程是一项技术含量高、工期长、接口繁杂的项目,在工程设计过程中,会从设计、施工、接口等方面产生大量的变更文件。其中土建部分涉及的就有:

TA——由承包商发出的技术变更;

DEN——由设计院发出的设计变更;

FCR——由承包商或业主发出的现场变更申请;

CR——由承包商或业主发出的澄清要求；

NCR——由承包商发出的不符合项报告。

上述变更文件的定义在管理程序中作了详细规定。为进一步细化程序，土建设计处还制定了规定具体操作方法的相关程序，其中包括定义、处内文件流程、各种变更文件管理的方法、步骤及注意事项（如在宣布文件 WR 时，要在相关单子上注明相关 CR 文件编号以提醒业主和承包商）。

为了更好地管理变更文件，要求工程师将变更文件进行分类归档。处、科领导主要利用公司文档信息系统数据库定期检查变更文件答复的情况，对长期得不到解决以及对现场施工影响较大的问题进行重点跟踪，限期解决。例如要求工程师要定期将超过 2 周未解决的变更文件及时报给科长，而科长则会及时报给处长，这样形成不同管理层次，能够更有效地搞好变更文件管理。

土建设计处作为设计管理部门，除进行图纸、文件的审查工作以外，还要配合现场解决施工过程中出现的各种问题。这些问题既有设计失误引起的，也有施工错误产生的，都需要设计部门介入进行评估。始终要求对待施工中出现问题一视同仁、认真处理。要满腔热情地为现场做好服务工作，因为设计采购工作圆满完成的标志不是图纸审完发到施工现场，而是要等到现场施工完成，经过用户使用运行证明合格。

在工程从设计高峰转到土建、安装高峰以后，为了更好配合现场施工，加强现场监督力度，还建立了现场施工检查表格，重点检查土建与其他工程的接口和隐蔽工程，要求工程师每周最少两次到现场检查。实践证明，设计工程师经常到现场能够更好配合现场施工，及时掌握现场施工质量情况并提出合理的解决方案，也有利于设计人员在今后的设计工作中更多地理论联系实际，使自己负责的设计产品不但符合各种规范、标准要求，同时也使施工更方便、合理。

四、人员培训

工程管理阶段的培训工作，广二核比广一核有了较大进步。广一核建设过程中，工程管理人员的培训是以“师傅带徒弟”的方式为主，没有一套系统的方法，比生产运行、调试人员的培训有较大差距。广二核在这方面有了改善，但应该说由于能力、经验、观念等方面的问题，至今还不很系统。

土建设计处从成立之日到今天，曾在处里工作过的工程技术人员有近 60 人，除调入人员及少量借聘人员以外，大多数来自设计院。人员素质较高，国内设计经验丰富，但核电设计管理经验少，由于年轻人多，流动性较大。几年来，根据上级培训委员会的要求，本着“边干边学，急用先学”的原则，土建设计处人员共参加了 60 多门课的培训，共计约 700 人次。培训内容包括：程序培训、专业知识培训、设计审查培训、公司培训中心公共课程培训等。这些培训既有公司、工程部及设计采购经理部统一安排的培训课，又有处里请本公司或者设计院同志进行的专题培训。通过培训，普遍收获较大。通过培训，土建设计处也积累了一定的经验和资料，为今后进一步完善培训体系打下了良好的基础。

五、工程经验反馈

1. 广二核采用广一核的成功经验

广二核本身也通过总结将经验进行反馈,如将1号机组发生的问题反馈到2号机组,就可以避免出现相同错误,提高工程质量。

广二核土建设计的经验反馈主要从两个方面进行。一方面是以广一核竣工状态加上运行过程中发现并已改进的问题作为广二核的参考;另一方面则是在设计和施工中不断地发现问题,进行整理、分类并及时反馈。土建设计处最先设计并采用了设计经验反馈单,使一些重要的工程经验教训能够系统地更加有效地记录下来,为今后工程提供宝贵资料,避免因人员流动造成损失。另外,土建设计处还进行内部经验交流,使大家互相取长补短,更广泛了解电站土建设计的各个方面。这种交流也是一种很好的经验反馈方式。

2. 存在问题

在广一核运行过程中发现的有些问题没有及时反馈到工程部,直到工程快完工了才提出改正要求,因而在一定程度上影响了工程进度。

3. 改进建议

在广二核工程一开始,工程部应与生产、维修、技术部组成专门的小组,对该电站在建设、运行过程中的经验反馈进行系统分类、整理并确定应改进的部分。经验反馈清单应力求做到完整、清晰。

六、结束语

岭澳核电站土建设计工作已基本结束。从总体上讲,电站土建自主化设计工作是成功的。设计院和岭澳核电有限公司经过不断的探索和共同努力,积累了许多成功的经验,同时也发现了许多不足之处。在今后的广三核建设中这些经验将发挥重要作用,并将会取得更多的成功。