



论新形势下的 核电建设管理

高胜玉 著



原子能出版社

论新形势下的核电建设管理

高胜玉 著

原子能出版社

图书在版编目(CIP)数据

论新形势下的核电建设管理/高胜玉著. —北京:

原子能出版社, 2011. 3

ISBN 978-7-5022-5171-0

I. ①论… II. ①高… III. ①核电厂—管理—研究—
中国②核电站—管理—研究—中国 IV. ①TN623

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 031712 号

论新形势下的核电建设管理

出版发行 原子能出版社(北京市海淀区阜成路 43 号 100048)

责任编辑 刘 朔

技术编辑 冯莲凤

责任印制 潘玉玲

印 刷 保定市中国画美凯印刷有限公司

经 销 全国新华书店

开 本 787 mm×1092 mm 1/16

印 张 9.75 字 数 243 千字

版 次 2011 年 3 月第 1 版 2011 年 3 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5022-5171-0 定 价 30.00 元

网址: <http://www.aep.com.cn>

E-mail: atomep123@126.com

发行电话: 010-68452845

版权所有 侵权必究

自序

五十多年来,我有幸把主要精力奉献给了我们国家电力建设事业,前三十年主要在火电方面,后二十多年从事核电。关于核电建设,前十年是建设大亚湾核电站,和外国人一起工作、学习和实践,后十多年,中国人自主管理、自主建设,岭澳核电站是重要一笔。

1996年下半年,领导给了我难得的机会,在岭澳核电站建设现场,我作为施工经理从头开始,一干就是五年。这五年,我认为自己的人生价值得到最充分发挥的五年。

由于上上下下的关怀、支持和帮助,现场各方面通力合作,在岭澳核电站建设过程中,我们较好地把国内常规电站建设的经验和国际上特别是法国核电站建设的成功经验结合起来,有不少开拓,取得了不少新的经验,为岭澳核电站建设的顺利进行,最后取得成功做出了积极的贡献。

中国核电经历了二十多年的风风雨雨,今天,终于迎来了第二个春天。看到新一代核电建设者在各方面迅速成长,我感到由衷的高兴,甚为欣慰。

在大家的关心、帮助下,我的第一本工作心得之作《一个核电建设者的风雨历程——如何当好施工经理》一书出版后,还颇受欢迎。为适应核电建设的发展,我在该书的基础上,根据自己多年从事核电建设的实践又继续编写了《论新形势下的核电建设管理》一书,希望能为核电建设再出点力。

核电建设是一个巨大的系统工程,核电建设管理涉及的范围很广。

我知道,和这个题目相比,自己的经历和知识范围,无论从内容上和高度上差距都非常大,所述的篇章也难以概全。如本书能对新形势下的核电建设有一些作用,我就甚为满足了。

这里所说的核电建设管理,也就是核电建设项目管理。

世界上发展核电的历史已有半个多世纪。一些发达国家针对核电的特殊性,已经形成一套比较成熟的核电工程项目管理方法。20 世纪,国际原子能机构曾组织各国专家编写了一本《核电项目管理》,该书于 1989 年出版,对当时核电刚起步的国家的核电建设起到了一定的指导和参考作用。

大亚湾核电站建设将近结束时,现场的职工和连培生总工编写并出版了《项目管理》丛书,对大亚湾核电站建设实践进行了较为系统的总结。本丛书对于后续的核电工程建设有不少帮助。岭澳核电站(一期)投产前,岭澳核电有限公司有关方面亦进行了工程建设总结。这些总结的编写和出版,对于 CPR1000(中国“二代加”核电机组)的积淀,发挥了不小的作用。

2001 年 3 月,我和胡文泉同志结合大亚湾核电站和岭澳核电站的实践共同编写了《大亚湾核电站建设中的施工准备及工程施工的若干特点》(载入《中国电力百科全书》),对于大亚湾和岭澳核电站现场施工相关问题做了较为全面的叙述。

近几年,国内有关方面就“核电运营和建设管理”专题组织过多次研讨会,交流了不少核电建设和运营方面的宝贵经验。

当前,核电大发展,核电建设又有了新情况、新问题、新特点。针对这种情况,中国广东核电集团有限公司(简称“中广核”)有关单位正准备再编写出版一些关于核电建设的新书。我期待着这些新书能尽快和大家见面。我的第二本心得之作——《论新形势下的核电建设管理》权当为这些新书添章加段吧!

目 录

自 序

一、进一步认识核电——核电是人类的事业	1
二、当前我国核电发展形势	11
三、新挑战、新特点、新要求	13
(一)新挑战	13
(二)新特点	16
1. 市场化	16
2. 多单位竞争	17
3. 多项目、多基地	17
4. 多机组连续建设	18
5. 设备大型化、机械化、模块化	18
6. 队伍派遣、结构类型、建安一体化	19
7. 工程造价	22
8. 三维互动管理平台、电子文件	22
(三)新要求	23
1. 积极发展核电、大力发展核电一定会促进新生力量快速成长	23
2. 认真面对快速、大规模的发展和它对核电建设和项目管理 提出的一系列挑战	25
3. 多机组施工的许多新问题	26

4. 集约化、系列化、专业化、规范化、标准化和信息化	27
四、项目管理模式	28
(一) 法人负责制	28
(二) 总承包	29
(三) 三门核电站、海阳核电站模式	31
五、项目管理文化	33
(一) 六大控制和“安全第一, 质量第一”	34
(二) “四个凡事”	34
(三) “一级 QA, 两级 QC”	35
六、六大控制	37
(一) 安全控制	37
1. 安全的本质	37
2. 安全工作的根本是为了人	38
3. 安全方针	38
4. 安全管理的基本思路	39
5. 建设现场安全工作的要点	40
6. 安全文化	42
7. 冷眼看安全	42
(二) 质量控制	42
1. “质量是做出来的”	43
2. 质量保证和质量控制——“一级 QA, 两级 QC”的提出和推广	46
3. “联签”制度	50
(三) 进度控制	52
1. 进度控制的概念	52
2. 岭澳核电站进度控制的实践	55
3. 关于工期进度的新思考	57

(1)核电总工期有没有极限	57
(2)建安一体化	57
(3)关于“工程总体进度的量化评估系统”	58
(4)AP1000 现场管理中运用三维画面实施进度策划	58
(四)投资控制	59
1.工程控制和财务控制两条战线	59
2.成本控制	61
3.绩效管理	62
(五)技术控制	63
1.技术控制是六大控制的基础	63
2.节约和创新	64
3.系列化、标准化问题	66
(六)环境控制	67
1.绿色管理	67
2.“安全第一、质量第一、环境第一”	67
3.内陆厂址面临的挑战	68
(七)程序问题	69
七、设计管理	71
八、设备管理	73
(一)设备采购	73
(二)“电磁虫”	75
(三)设备晶间腐蚀	76
(四)落棒时间超差	77
九、核电建设前期工作	79
(一)核电建设前期工作的主要方面	79
(二)影响厂址布置的主要因素	80
(三)四通一平	82

十、工程招标	84
(一)承包商的选择	84
(二)评标过程	85
(三)议标	86
(四)严防招标中的腐败	87
十一、施工管理	91
(一)实施六大控制	91
(二)着力抓施工组织、部署	92
(三)多功能团队	94
(四)点系统	94
(五)区域转换与房间移交	95
(六)协调与评估	96
十二、调试和示范性运行	98
(一)调试启动的责任划分	98
(二)调试活动	100
十三、公司治理	102
(一)公司治理的建立和发展	102
(二)公司治理的原则	103
(三)公司和项目部之间的关系	104
(四)当前值得关注的问题	104
十四、多项目、多基地管理	106
(一)多项目管理的三个层面	106
(二)集约化是公司关于多项目、多基地公司管理的基本模式	107
1. 概述	107
(1)要让项目部成为一个独立的作战实体	109
(2)项目所在地两个独立实体各自的管理范围	109
2. 多项目、多基地管理的运作机制	111

3. 六大控制体系	112
4. 设计管理	113
5. 监督和控制机制	114
6. 合同管理和投资控制	115
7. 质量保证和审计	115
(三)关于软件	116
(四)业主公司、项目公司的分工和接口问题	116
(五)合同责任问题	118
十五、专业化经理	120
十六、做一个成功的建设者	121
(一)权威是什么? 权威从何而来?	121
(二)榜样就是权威	121
(三)坚定不移的执行力	122
(四)敢于负责,善于负责	122
(五)要平易近人,真诚待人,主动为群众排忧解难	124
(六)善于和人共事,团结人,尊重人,尊重同级,尊重下级	125
十七、世界观、价值观问题	126
十八、中国核电发展之路	128
后记	131
附录 1 大亚湾核电站建设中的施工准备及工程施工的若干特点 (2001 年 3 月)	132
附录 2 质量是做出来的(2006 年 3 月)	140
参考资料	146

一、进一步认识核电

——核电是人类的事业

当前,低碳经济是众望所归,核电作为安全的、清洁的、经济的能源,将成为经济社会实施低碳经济的主力。

半个世纪以来,核电在世界上的发展,经历了一段崎岖的坎坷不平的道路。20世纪60年代开始,核电在前苏联、美国相继兴起,接着在法国大规模地发展,到80年代,世界上运行的核电机组达430多个。1986年前苏联切尔诺贝利核电站发生了严重事故,造成不少的人员伤亡,对环境也造成很大影响,使方兴未艾的世界核电事业受到了很大打击。美国三哩岛核电站发生的事故,有人把它对环境的放射性影响,比作一个人在这个核电站围墙墙头上吸了一支烟,从这一支烟内所吸收的放射性剂量。尽管事故对环境的放射性影响是这么低微,但三哩岛核电站事故还是在世界上掀起轩然大波,使美国的核电建设几乎陷于停顿。

核电,作为一种新的能源生产方式,它关系到人类的现在和未来。尽管核电站是在一个国家兴建、运转,但是它的安全,特别是核安全,却关系到全人类。由此看来,核电绝不仅仅是一个国家的能源事业,核电关系到人类,核电是人类的事业。

在世界上,核电经过前一段时间的缓慢发展和停滞之后,现在又开始复苏了,它将成为规模化解解决世界能源问题的一个最切实的途径。特别在亚洲,它正以前所未有的步伐前进,其势头确实令人鼓舞。为了进一步认识核电,我在这里把有关核电的一些概念再陈述一下。

我们首先看一看不同能源生产过程产生温室气体情况,如表 1-1 所示。

表 1-1 不同能源生产过程产生温室气体情况

	煤	天然气	油	核
容量/MW	1 000	1 000	1 000	1 000
年发电量/亿 kW·h	55	55	55	65
燃料/万 t	148.5 ¹⁾	77	104	0.0024
CO ₂ /万 t	538	248	290	0
SO ₂ /万 t	4.2	0	0.2	0
NO _x /万 t	1.8	0.2	0	0
烟尘/万 t	0.56	0	0	0
灰渣/万 t	27.8			
中低放废物/年立方米				50~75 ¹⁾

注:1. 煤电站燃料:标准煤(万 t);油、气电站燃料为油、气(万 t);核电站为燃料组件(万 t)。

1)本表选自 2007 年某核电站初步可行性研究报告,对于煤电站根据玉环电厂的最新资料做了相应调整。核电部分选自大亚湾核电站有关资料。

2009 年国内效能最好的超临界百万千瓦火电机组煤耗是 270 g/kW·h,供电煤耗为 283.2 g/kW·h,其年用煤约 148.5 万 t。

从表 1-1 中可以看出,在现代规模化能源生产过程中,核电不排放二氧化碳、二氧化硫等有害气体,更没有烟尘、灰渣。

表 1-1 中所述系指能源生产的直接生产过程,然而,就碳排放而言,还有另外一个方面需要说明,即一般所谓的“碳足迹”,就是说任何能源生产过程,它们在整个生命周期里还会有二氧化碳排出。比如核电,其核燃料的生产、制备过程,核电设备的制造过程,核电站建设过程,以及运营后的退役、乏燃料的后处理,都会有二氧化碳排出。就核电站的运营来说,电站维修中的材料加工、设备处理过程,维修、运营人员的工作过程同样也会有二氧化碳“排”出。

事实上,各种能源形式,这样的过程应该说都是存在的。而真正意

义上的可再生能源,像水电、风电、太阳能,就其整个生命周期来说,仍然有碳排放,与其他能源形式相比,其过程相对单一些,所以其碳排放也会少一些。

据表 1-1,如果我们以核电年发电量 65 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 做基数与火电对应的发电量 65 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 所需燃料进行比较,可以看出:核电 1 kg 核燃料可以抵得上火电 7.3 万 kg 的煤燃料。

我们可以看到,也可以这样想象,人类“利用”煤炭的过程,实际上是把煤从地下挖出来,通过燃烧,再以二氧化碳的形式排放到大气层。这个过程发展得越快,地下被掏空得就越快,我们自己在大气层“扬煤”的过程也就越快。到某一天,人类会发现,我们自己被自己从地下挖出来的煤“埋”了起来……

我们还可以再设想一下:大亚湾目前是 6 台百万千瓦核电机组在运行,如果是燃煤火电,一年则需要煤 890 多万 t,初算一下每天需煤达 2.5 万 t。一列有 50 个车皮的长列火车,每个车皮装 50 t 煤,每次运量不过 2 500 t,这样一来,每天必须有 10 列长列火车到达大亚湾才能满足 6 台机组的燃煤需求。考虑到煤在煤矿到电站之间的装、运、卸,一天至少要有 40 列火车围着大亚湾“煤的”需求转。当然,南方电网并不是只有一两个火电厂,如果这些电厂用煤,都要由火车运送,就为铁路增加了不少负担。事实上,南方电网的火电厂不都是燃煤电厂,燃煤电厂的用煤,也不全从我国北方运进,有些要从国外购入,有些要由海上运输。其实,就火电厂来说,也不仅是燃煤电厂,还有燃油、天然气电厂,煤也不会是从一个地方供应。煤电企业现在针对发电用煤开发了不少的运送方式,像管道运输、煤电联运等。

2008 年春天,一场暴风雪,给我国许多地方造成了困难,闹得全国上下救急,最突出的是燃煤电站,风雪挡道,煤运送困难,也造成了许多地区供用电紧张。2008 年核电发电量在全国仅占 2%,当时,如果这个份额大一些,在这种情况下就会好得多了。

关于装机容量,世界上一般把人均发电装机容量作为衡量一个国家综合国力的重要指标之一,一个国家的发达程度,在一定意义上也取

决于这个国家的电力发展情况,即人均发电容量(kW/人),其量值:发达国家一般在 2.0 左右,日本、法国是 2.0 以上,美国是 2.5,20 世纪的“亚洲四小龙”都在 1.0 以上。我国人多,过去一直不到 0.5,广东省好一些,也只是 0.6~0.7。广东水利资源不多,煤炭主要靠外部供给,如果想要超过 1.0,电力需要翻番。从资源上来看,水电、火电都很难满足要求,因此,发展核电是一条有效途径。现在,许多省、市都希望建核电站,也有这个因素。

2006 年,全国发电装机容量继 2005 年突破 5 亿 kW 后,达到 6.22 亿 kW,人均 0.478 kW。这几年又有很大发展,2009 年年底,全国发电装机容量已达到 8.74 亿 kW,其中水电 19 679 万 kW、火电 65 205 万 kW、风电 1 613 万 kW、核电 908 万 kW。可再生能源,如风电、太阳能发电,目前发展还是非常快的,2009 年风电上网容量超过了核电装机容量。

国务院 2009 年 11 月 25 日常务会议决定,到 2020 年,中国单位国内生产总值的二氧化碳排放要比 2005 年下降 40%~50%。通过大力发展可再生能源,积极推进核电建设,到 2020 年我国非化石能源将达到一次能源消费量的 15%左右。

有资料估计,到 2049 年,我国人口会达到 15 亿,如果希望人均 1 kW,起码需 15 亿 kW。中国未来 30 年经济会继续迅猛发展,人均 1 kW 的水平,绝不能满足国家经济社会发展的需要。最近有资料表明,到 2020 年,我国发电装机容量就可能达到 15 亿 kW。

我国水电资源仅有 7 亿 kW,水电开发程度一般为 60%,即 4.2 亿 kW 或者多一些。

到 2010 年底,火电发电达到 7 亿 kW。火力发电特别是燃煤电站受燃料资源、运输和环境的制约,会有不少问题。现在火电机组中燃煤机组占到 73.4%。就燃煤电站来说,如果到 7 亿 kW,按百万千瓦机组考虑,7 亿 kW 装机就得有 700 台,以最新百万千瓦燃煤机组煤耗水平(270 g/kW·h)来计算,则每个百万千瓦机组每年需用煤 148.5 万 t,700 个百万千瓦煤电机组每年需用标准煤 700×148.5 万 t,即

10.4 亿 t。事实上,百万千瓦火电机组在国内当前还不多,现在全国平均煤耗在 $330 \text{ g/kW} \cdot \text{h}$ 左右。有关方面预计 2010 年全国发电供热用煤将达到 16 亿 t。

煤炭是国家最重要的资源之一,现在全国每年产煤 25 亿 t 左右。这些年,全国火电上得很快,火电机组仍然是我国能源结构中的顶梁柱,对我国经济发展,解决国民经济发展的瓶颈,功不可没。然而需清醒地看到,火电有力地解决了经济社会发展对电力的需求,然而,又加重了环境污染。

环境污染是现代经济社会发展中最突出的问题,发展、开发过程在许多地方带来环境“污染”,而环境污染又严重地制约发展,在经济社会又引发出其他问题,发展固然是硬道理,关注社会健康问题同样是硬道理。科学地解决好经济社会发展和环境污染问题是摆在国人面前,甚至是世界面前的急切的战略问题。

现在又有一种说法,由于大气中二氧化碳含量增加,改变了人类的保护屏障(植物)由叶面蒸发水分的功能。从整个地球的平均水平看,地表升温有 16% 的“贡献”份额是由于植物水分蒸发减少造成的。近五十年来,气候变暖主要是由于人类活动引起的。未来一百年内大气中的二氧化碳含量的急剧增加,将会对人类生存带来极大的灾难!从现在的发展趋势看,全球二氧化碳排放总量使气温升高 4°C 的时间较原估计的时间要短得多,对全球来说,气温升高 4°C 应该是一条警戒线。看来降低二氧化碳,包括二氧化硫等有害气体的排放已不是通常意义上的经济技术问题,控制二氧化碳排放已经关系到人类的生存问题,人类需要对抑制二氧化碳排放采取断然措施!

就装机容量来说,除水电、火电外,装机 15 亿千瓦中还有几亿的空间需要新能源和可再生能源做贡献。

风电、太阳能是典型的可再生能源。作为补充能源,其前景非常广阔,唯其设备单机容量相对比较小,且像水电一样,其发展受地区限制,受电力传输限制,也会受气候情况影响。在一定区域内大量地发展,会不会形成人和设备争空间,会不会衍生出其他新的问题?有人质疑,风

电叶片的材质会不会对环境也有一些影响,这需要仔细评估。对于风电、太阳能的输送问题,有关方面也在积极研究推进,目前提出的“智能电网”还有不少争论。

核电是当代唯一可以大规模替代化石燃料能源的清洁能源,发展核电是大势所趋。核电已经成为当前优化我国能源结构,保证能源安全,改善环境的一项重要措施。

核电建设有它的特点,也有它的特殊性,特别是涉及核安全的问题,必须慎之又慎。核电建设中,核安全的理念和文化的建设,对于各个方面来说是个促进,也是个考验,从时间上来说,也需要有一个过程,特别是理念和文化的建设过程。

就核电建设过程来讲,它有一定的逻辑,也可以说它有它自身的发展规律。如果没有注意理念、文化的建设,忽略了它的自身逻辑,没有注意按其规律办事,恐怕是要出问题的。大亚湾核电站建设过程中核岛辅助管道安装曾拖期 12~14 个月的根本教训就是,从传统的建设习惯过渡到现代核电建设的理念需要人们的思想、意识、行为和工作习惯上有一个根本的转变。

当前我国核电建设形势喜人,但是其装机总量在全国发电装机容量中仍是个“小头”。大力发展核电的希望和责任落在现代核电人身上,落在核电所有建设者的身上!在国家统一部署下,我们要下定决心,顽强拼搏,同心协力,刻苦创新,扎扎实实提升自主创新能力,提升核心竞争能力,希望在不远的将来中国核电的装机总量能再上一个台阶!

加快核电建设涉及许多方面,为了确保核安全,为了对国家、对人民、对世界的核电事业负责,就建设者来说,仍然要从根本上解决好质量和进度的问题。在大发展的形势下,尤其需要这样。

“安全第一,质量第一”是中国核电建设的传统,是核电事业的根本方针,这个传统任何时候都不能放弃,这个方针任何时候都不能动摇,不能有任何松懈。古今中外,人类违反客观规律受到惩罚的例子和教训时有发生,关于核电建设以往这方面的教训永远值得吸取。现在反

复讨论这个问题,不仅是希望核电建设者着力,而且希望人们在当前大发展形势下慎思,要上上下下从骨子里牢固地建立起“安全第一,质量第一”这样的理念、习惯,要以时代的责任感、使命感,励精图治;依靠科学、依靠群众,细致地组织部署,扎实地工作,实实在在地把核电事业干好。党的十七大提出的“科学发展观”是我国经济社会进一步发展的重大指导方针,也是核电建设者要下大力气为之奋斗的大课题。

现在世界上一些国家包括中国,很早就着手研究核聚变堆。聚变堆是指由质量小的原子,主要是指氘或氚,在一定条件下,如上亿度的高温,非常高的压力,其原子核聚合生成新的质量更重的原子核,并伴随着释放出比现在核电站通用的裂变反应堆的核裂变大 10 多倍的能量,这是另一种核反应形式,叫做核聚变。不论是现代反应堆中的核裂变还是未来的聚变堆中的核聚变,其原子核的变化都伴随着能量的释放。

与核裂变相比,人工核聚变(如氘聚变为氦)几乎不会带来放射性污染等环境问题,而且其聚变物质可直接从海水中取得。一升海水中约含有 0.03 g 的氘,这样,氘几乎是取之不尽的,核聚变可以说是理想的能源生产方式。过去我们说,“共产主义是苏维埃+电气化”,现在,我们是不是也可以说,我们的未来是“共产主义+核聚变”,到那时,人类生存的环境该是多么好啊!

环境问题已经成为对人类生存发出挑战的大问题,碳排放几乎是当代国际社会关注的核心问题之一。核聚变对减少碳排放、改善人类环境必将做出重大贡献。促进核聚变反应堆为人类服务,不应是太遥远的事!有资料介绍,世界上化石燃料大致可供人类未来 85 年的能源需求,铀、钚等裂变资源可供人类数万年的能源需求,而海水中的氘足以满足人类几十亿年对能源的需求。

目前人类已经可以实现不可控制的核聚变,如氢弹的爆炸,就是不可控制的核聚变。但是要令核聚变能量为人类有效地利用,必须合理地控制核聚变的速度和规模,科学家们正在努力研究如何控制核聚变。2008 年,有关方面宣布,我国在核聚变研究方面又取得新的进展。众所