



电力工程综合技术经济丛书

火电厂综合设计技术 (第二版)

杨旭中 梁玉兰 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn



电力工业出版社出版

火电厂综合设计技术

（第二版）

张维中 廖建忠 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

→ 电力工程综合技术经济丛书

火电厂综合设计技术 (第二版)

杨旭中 梁玉兰 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

《电力工程综合技术经济丛书》以介绍电力工程综合技术、经济和管理方面的理论、经验和政策为目的,共分为《电力工程造价控制》、《火电厂综合设计技术》、《电力工程技术经济知识》和《电力工程项目管理》等四个分册。

火电厂设计涉及多个专业,专业间的综合技术是当前最薄弱的环节。本书为《火电厂综合设计技术》,从概述、总体规划与总布置设计、主厂房布置、若干综合技术问题等方面进行了比较全面的阐述。本书作为第二版,以“九五”经验为基础,大幅度增加了“十五”期间的最新内容。

本书对从事或关心电力工程规划、设计、制造、施工、投资、管理、科研和教学等工作的同志有所帮助,也可作为电力设计部门培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

火电厂综合设计技术/杨旭中,梁玉兰编著. —2版.
北京:中国电力出版社,2007
(电力工程综合技术经济丛书)
ISBN 978-7-5083-5539-9

I. 火… II. ①杨…②梁… III. 火电厂-设计
IV. TM621

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第069670号

中国电力出版社出版、发行
(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)
汇鑫印务有限公司印刷
各地新华书店经售

*

1999年8月第一版
2007年6月第二版 2007年6月北京第三次印刷
787毫米×1092毫米 32开本 9.75印张 231千字
印数6901—9900册 定价16.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

第 二 版 前 言



改革开放以来,我国电力工业发展较快,继 1987 年装机容量跨上 1 亿 kW 的台阶以后,1995 年 3 月又突破 2 亿 kW,上了一个新的台阶。与此同时,受通货膨胀和其他种种因素的影响,电力工程造价上涨也较快。1986~1994 年,电力工业综合造价年增长率为 15.50%,其中火电为 16.83%,送电为 21.50%,变电为 15%,水电为 12%,工程造价水平的高低已成为影响电力建设健康发展的关键。

从 1995 年初开始,原电力工业部在原国家计委与国家开发银行的支持下,从调查研究入手,在分析工程造价上涨的主观与客观、内部和外部的具体原因,找出上涨的主要因素和次要因素的基础上,提出了一系列的控制造价措施。目前各种措施基本已成配套,通过参建各方共同努力,上涨势头已受到抑制,取得了一定的效果。

为了帮助参加和关心电力工程建设的同志了解与造价控制有关的内容,我们组织编写了《电力工程综合技术经济丛书》。该丛书由《电力工程造价控制》、《火电厂综合设计技术》、《电力工程技术经济知识》和《电力工程项目管理》等书组成。

本丛书自 1999~2001 年先后出版以来,受到广大读者的支持,已多次重印。进入 21 世纪以来,在总结“九五”电力

工程建设经验的基础上,我国进行了网厂分开、投资体制改革、宏观调控以及电价形成机制等一系列改革。2005年,我国装机已超过5亿kW,为了能及时更新、删除过时的内容,增加“十五”期间由于网厂分开、投资体制改革和宏观调控出台的政策及相关内容,我们对丛书进行了修订,形成了第二版。

本书为《火电厂综合设计技术》。火电厂设计牵涉专业很多,当前多专业综合技术是薄弱环节之一,各设计院特别是设计总工程师以上的人员必须认真做好有关工作,从总体规划、主厂房布置到多专业综合问题都要精心安排。《火电厂综合设计技术》一书对有关的内容进行了比较全面的阐述。本次再版,吸收了“十五”期间的成果,主要增加了第三章的第五节和第四章的第一、十三、十四节,对第二章及第四章的一些内容作了必要的修改与补充,并对第一章及第四章内容进行了重组。

随着改革形势的发展,还会不断出现新问题、新经验与新政策,但现行的办法总归是它的基础,相信丛书的再版能对从事或关心电力工程规划、设计、施工、投资、建设、管理以及教学等方面工作的同志有所帮助,也可作为电力设计部门相关人员培训以及广大技术人员学习的教材。

编 者

2007年5月

第 一 版 前 言



火力发电厂设计分工较细，参与专业很多，而电厂设计又是一个整体，如何将这些专业综合起来，也是一项设计技术。从 70 年代末引进美国依伯斯公司设计技术以来，各设计院陆续为发、送、变电工程设计设置了设计总工程师，负责综合设计技术工作。可见，设总也有专业，他的专业就是综合设计技术。应华北电力设计院的邀请，笔者在该院举办的设总学习班上就此问题进行了讲解，主要介绍设总的职责与修养；总体规划与总布置设计；主厂房布置和若干综合设计技术问题。这些内容不仅对火电工程的设总有使用价值，也是电力设计部门技术管理人员及相关专业人员所关心的。此外，对于从事火电建设的制造、施工、调试、管理、投资的人员，以及科研和大专院校的同志也有一定的参考作用。现将有关讲课内容整理出来，如有不当之处，欢迎批评指正。

编 者

1999 年 3 月

第二版前言

第一版前言

》》 第一章 综 述 1

- 第一节 《大火规》修订原则简介..... 1
- 第二节 准确落实科学发展观 11
- 第三节 火电厂规划中的突出问题 16
- 第四节 做好技术与经济专业的协调工作 28
- 第五节 设总的职责与修养 36

》》 第二章 总体规划与总布置设计 44

- 第一节 总体规划 44
- 第二节 火力发电厂的总布置 54
- 第三节 厂区竖向布置 96
- 第四节 交通运输..... 103

》》 第三章 主厂房布置 122

- 第一节 布置格局沿革..... 122
- 第二节 参考设计..... 128
- 第三节 主厂房布置相关问题..... 139
- 第四节 主厂房布置格局案例..... 147

第五节	“十五”期间的新发展·····	155
-----	-----------------	-----

»» 第四章 综合设计技术问题 162

第一节	机炉电匹配问题·····	162
第二节	火电厂燃用煤种及煤质确定方法·····	187
第三节	发电厂冷端优化·····	196
第四节	供电煤耗高于设计值的原因及对策* ·····	201
第五节	建设新型电厂实现减人增效·····	207
第六节	施工组织大纲设计·····	218
第七节	火电厂的节水问题·····	232
第八节	超临界机组在中国的发展·····	256
第九节	洁净发电技术·····	263
第十节	环境空气影响评价·····	274
第十一节	热电联产的健康发展·····	290
参考文献	·····	299
后记	·····	302



第一章 综 述

》》 第一节 《大火规》修订原则简介

DL/T 5000—2000《火力发电厂设计技术规程》是火电厂设计的基本规程，是火电厂综合设计技术的主要依据，由于另编有 GB 50049—1994《小型火力发电厂设计规范》，因此本规程简称为《大火规》。

从 1998 年年初开始，电力规划设计总院对现行《大火规》进行了修订，已于 2000 年颁布。本节将对修订工作的背景、原则及方法简单介绍如下。

1

一、修订的背景

(一) 动态管理的需要

对照现行标准化工作管理的规定，对规程、规范应进行动态管理，一般每隔五年组织修改一次。要改变过去“十年不变”、“一改三年”的办法。

《火力发电厂设计技术规程》产生于 50 年代。第一版于 1957 年颁发，是前苏联专家组以该国的规程为主进行改编的。1959 年专家组撤走后，电力设计管理部门根据国情作了一次修改。从 1964 年起，为了总结“大跃进”及随后进行的填平补齐工作，正反两个方面的经验与教训，又组织了一次修改，提出了征求意见稿，后由于“十年动乱”而被迫中止。

1975 年与 1979 年，电力设计管理部门又先后两次进行了修改。进入 20 世纪 80 年代以后，在引进西方电力设计技术的基础上，以华东电力设计院为主，进行了一次较大规模的修

改,将机组容量适用范围下限从 12MW 提高到 50MW,与此同时,又组织编制了 25MW 及以下机组适用的规程,从而将一本规程分为《大火规(部标)》与《小火规(国标)》两本规程。

从 1992 年开始,仍以华东电力设计院为主,对 1984 年版《大火规》进行了修编,围绕“为生产服务”的宗旨适当提高了建设标准,工程造价增加了 2%~3%,并于 1994 年颁发。

由此可见,从 1957~1994 年的 37 年间,规程修改了 6 次,平均间隔 6 年左右,可以看出现行《大火规》已应改编。

(二) 巩固与发展控制造价成果的需要

从 1995 年初开始,原电力部抓了电力工程造价控制的工作,出台了不少规定,其中也包括对现行发、送、变电工程设计技术规程的动态修改意见。与《大火规》关系比较密切的有:

(1) 电建 [1995] 420 号文《控制电力工程造价的若干意见》中的第 29~42 条。

(2) 电建规 [1996] 910 号文《火电厂设计标准中若干问题的意见》共 9 条。

(3) 受原电力部委托,电力规划设计总院先后组织编制与审查了 300MW 与 600MW 引进型机组主厂房参考设计。这些设计针对当前有争议的技术政策提出了一批专题论证报告,以电规发 [1995] 235 号文、[1996] 211 号文、[1997] 26 号文印发的会议纪要,反映了解决这些问题的结论。

(4) 电电规 [1997] 274 号文《火力发电厂施工组织大纲设计规定》。

(5) 电电规 [1997] 523 号文《火电厂实行新管理办法若干设计问题的规定》,最近又以电电规 [1998] 438 号文《新型火电厂若干设计问题的规定》,进行了必要的修改。

(6) 国电办 [1998] 178 号文《火力发电厂节约用水的若

干意见》。

这些意见都需要纳入修改后的《大火规》。1998年年初召开的邹县基建现场会上,找出了“三大”(单元控制楼大、厂前区大、主厂房大)、“三多”(电厂定员多、福利设施多、非生产性设施多)、“两高”(工程造价高、施工事故率高)和“一差”(运行经济性差)等与国际水平的差距,提出了要进行设计革命的任务和要比现行“限额设计控制指标”降低造价5%的要求。修改《大火规》是电力规划设计总院提出的完成上述任务三大措施之一,预期可降低造价2%左右。

(三) 面向 21 世纪的需要

按照 1999 年版《大火规》设计的火电厂,投产时间均已进入 21 世纪,因此必须纳入一些新的内容,体现跨世纪的要求。

(1) 专门增加了一章,即第 21 章,阐述洁净发电技术,包括燃气-蒸汽联合循环、烟气脱硫与洁净煤燃烧等节,后者又包括循环流化床燃烧(CFBC)、整体煤气化联合循环(IGCC)及增压流化床燃烧(PFBC)等内容。这些内容中,前三项国内已有一定的实践经验,后两项国内刚开始抓试点。修订工作本着“成熟一条写一条,要有这方面的内容,但不追求完整”的精神进行编制。

(2) 由于机组容量上限不封顶,即已包括 1000MW 级(800~1300MW)机组,而 1000MW 级机组应采用超临界参数,600MW 级机组也可采用超临界参数,在 2000 版《大火规》有关章节中增加了与超临界机组有关的内容。

(3) 在总结近年来工程实践经验的基础上,适当增加了与空冷等新技术有关的内容。

二、处理几个关系

(一) 与项目法人责任制的关系

当前我国正处于由社会主义计划经济向社会主义市场经济

转变时期,要贯彻“政企分开”、“网厂分开”等原则,实行项目法人责任制,应给予项目法人在火电厂建设和设计决策中应有的权力。与此同时,也要看到我国市场经济的运行机制还需完善,项目法人尚未完全到位,对项目法人也要进行必要的指导和建立约束机制。因此,修编后的《大火规》,其性质必须与当前的决策体系相适应。

(1) 在原经贸委电力司的职能和原电力部《对推行项目法人责任制的意见》中都已规定,政府要组织制定行业技术标准。项目法人在决策时要遵循这些标准的规定或指导,因此,《大火规》仍是需要的。

(2) 为了满足“大家办电厂”的要求,《大火规》应该是一本不分投资主体都适用的行业标准。

(3) 根据标准分类、《大火规》内容与推行项目法人责任制的要求,它应该是指导性的标准,对设计过程中,设计、施工、生产等单位如何进行“结合”和在决策过程中,项目法人、咨询评估单位以及各级主管部门如何审定设计起到指导作用。

(4) 条文应尽量体现新的决策体系的要求,适应计划经济向市场经济过渡的特点。

(二) 与设计革命的关系

设计规程历来是总结过去经验的产物,但也要满足当前设计革命的需要。修编后的《大火规》要协调好先进与成熟这两个方面的要求。

(1) 在修编工作中,要以减少与国际的差距为重点,采纳近年来为控制工程造价已颁发文件的成果,进一步调查总结实践经验,研究当前尚有争议的问题,提出指导意见。

(2) 要阐明今后的努力方向。但由于尚需探索,可以先原则一些,具体问题可不强求一致,以能指导今后5年左右的设

计工作为准。

(3) 参考设计、典型设计等标准化工作成果,长期以来对于提高质量、减少工日消耗和统一建设标准起到了很好的作用。我们一方面仍要坚持积极采用的方针;另一方面也强调在工程设计中各院更要结合具体条件进一步优化,努力创新,争取通过实践验证,成为修改参考设计和典型设计以及其他标准化成品的范本。

(三) 与其他规程、规范和技术规定的关系

1. 与不同级别规程、规范和技术规定的关系

(1) 对于国家标准和规范,要贯彻执行;个别不合理或难以执行的条文,可以反映意见;在《大火规》中写明要执行的现行国标和规范的名称,但不要成条重复抄录。

(2) 对于各部委、部级公司、行业协会颁发的规程,也要贯彻执行,也可在《大火规》中写明要执行的现行规程的名称,也不要成条重复抄录,但对于个别不合理或难以执行的条文,一方面要努力协调,另一方面也可以提出适当的补充意见,以适应火电厂建设的实际情况。

(3) 对于司局级单位颁发的规定,因属下一级规定,不能在《大火规》中直接引用它们的名称;但可以纳入其可用的内容。

2. 与火电厂设计技术规定的关系

电力规划设计总院为火电厂设计已编有一大批设计规定,过去一个专业一本,随着技术的发展,一个专业往往已有多本技术规定(如热控专业计划编制七本),还编制了一些需要多专业共同执行的技术规定(如输煤系统的除尘)。《大火规》与这些技术规定有什么不同,如何分工是修编时需要妥善处理的实际问题。

(1) 《大火规》的任务侧重于:

- 1) 确定设计原则。
- 2) 确定影响安全与投资的主要建设标准。
- 3) 指导设计如何优化与决策。

(2) 各专业技术规定的任务侧重于:

1) 根据历来实践经验, 指导设计人员做好设计, 从而提高设计质量。

2) 规定或推荐计算方法与取值。

3) 指导本专业设计人员如何向其他专业提供资料和设计
要求。

(3) 《大火规》主要面向设计、施工、生产等参加电力建设工作的单位, 也面向项目法人、咨询评估单位以及其他主管部门, 因此需要部级单位进行协调、审定和进行动态管理, 只有设计审批单位才能灵活处理; 而技术规定主要面向设计单位, 目前仍由电力规划设计总院负责组织编制、审定和进行动态管理, 设计单位总工以上的人员有权灵活处理。《大火规》是制定各专业技术规定的依据; 各专业的技术规定是《大火规》的具体化, 它们是母子关系, 分属不同等级。

(4) 《大火规》本身是一个整体, 各章节内容不应重复, 除第 3、4、5、6、15、19、21 等综合性章节包含了较多专业的内容外, 其他有关两个以上专业的条文只能写在某一章节, 或以某一章节为主, 其他章节有所呼应。章节编写的分工与设计单位内部的专业分工没有必然的联系。

各专业的技术规定本身也是一个整体, 为便于专业人员使用, 它可以整章节 (作为附录) 或整条引用《大火规》, 也可以从互提资料与提出要求的角度涉及相关专业的内容, 但应注意专业之间的相互协调, 避免各行其是。

(5) 过去有人理解《大火规》用于可研及初设, 而各专业的技术规定用于施工图, 这是不确切的, 因为:

1)《大火规》主要用于可研及初设,不宜涉及施工图深度的具体问题,但在施工图阶段以及施工过程中如何处理重大设计更改,仍要使用《大火规》。

2)可研、初设阶段都要进行必要的计算,专业之间也要互提资料,这些都是各专业技术规定的内容,不应写入《大火规》。

总之,从以上三个方面的分析均可看出,修订《大火规》是必要的,但必须转变观念,只有处理好与推行项目法人责任制的关系、与开展设计革命的关系、与各专业设计规定的关系,才能提高修订工作的质量,使《大火规》起到更大的作用。

三、修订的原则

(一)采用“下限标准”

过去历次版本的《大火规》,有的内容采用“上限标准”,有的采用“下限标准”,有的规定一个范围作为设计遵循的依据。当前的《大火规》,原则上采用“下限标准”,主要原因是:

(1)向社会主义市场经济转变的需要。从1998年4月开始,原电力部已撤销,按照政企分开的原则,到1998年底,原来行使的行政职能全部转给原国家经贸委电力局。因此,《大火规》由部标改为行业标准,性质也由强制性标准改为指导性标准。

与此同时,电力建设推行项目法人责任制。按照网厂分开的原则,由发电有限责任公司负责从前期策划、工程建设到整个合营期间的运行管理,因此,应给予项目法人一定的权限。即在《大火规》中只提供确保安全满发要求的“下限标准”,指导设计院设计与项目法人决策。项目法人有权根据工程的技术与经济等方面的条件,在某些项目中,采取超过

“下限标准”的做法，但总投资不能超过按限额设计要求，即由可研报告书审定的“额度”。

(2) 要符合“设备质量要搞好，运行管理要加强，备用裕度可减少”的原则。这三句话是一个整体，前两项是后一项的前提，这也正是我们与国际水平最根本的差距。

(3) 由于引进制造技术和合资、合作生产，近年来不少辅机质量已大幅度提高，接近或甚至达到国际水平，有的还已出口，从而具备了减少备用台数的条件。以灰渣泵为例，过去由于叶轮等易磨件材料不过关，替换周期很短，有的短到一周，被称为“礼拜泵”，不得不在运行备用泵之外增加了检修备用泵。目前由于引进制造技术，开发新的耐磨材料，使替换周期大大延长，具备了不再增设检修备用泵，即备用台数从两台改为一台的条件。又如厂用和仪用空气压缩机，由于阀门片耐磨部件寿命增加，也可以采取类似的决定。

(4) 通过争创一流等活动，近年来火电厂运行管理水平已有一定程度的提高，多项运行指标已有所改善。例如，国产阀门质量普遍提高，部分关键阀门进口，加上基建部门“达标投产”与运行部门争创一流，火电厂内跑、冒、滴、漏现象已大幅度减少，从而导致电厂汽水损失率下降，为降低锅炉补充水处理装置出力创造了条件。又如回转式预热器漏风率过去多在 20% 以上，现多降至 15% 以下，从而可以研究降低一次风机等设备的裕量问题。

基于运行指标正在向好的方向转化，从而逐步缩小了与国际水平之间的差距，在调研过程中已注意通过大量占有资料，进行统计与量化分析。以当时部分电厂（例如 1/3）可以做到，过 3~5 年（即目前设计的电厂投产之时）多数电厂（例如 2/3）预计可以做到的指标作为制定“下限标准”的依据。这样做，既不保护落后，又不脱离多数电厂的实际情况。