

全国火力发电工人通用培训教材

锅炉设备运行

初级工

山西省电力工业局 编

安全第一 预防为主

中国电力出版社

全国火力发电工人通用培训教材



锅 炉 设 备 运 行

初 级 工

山西省电力工业局 编

中 国 电 力 出 版 社

内 容 提 要

全书共分二篇十一章,主要叙述了国内 300MW 以上锅炉辅机、除尘和除灰设备的工作原理、结构特点和运行监视检查操作的方法。

本书可供火力发电厂锅炉运行专业学徒工、初级工培训使用,也可供有关专业技术人员自学参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

锅炉设备运行:初级工/山西省电力工业局编. -北京:中国电力出版社,1997 (重印)

全国火力发电工人通用培训教材

ISBN 7-80125-164-4

I. 锅… I. 山… III. 锅炉运行-技术培训-教材 IV. TK227

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 11819 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 邮政编码 100044)

北京市地矿局印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

1997 年 1 月第一版 1997 年 10 月北京第二次印刷

787 毫米×1092 毫米 32 开本 7.75 印张 167 千字 1 插页

印数 5121—8690 册 定价 9.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

努力搞好教材建設
為提高電業職工
素質服務

史大楨
丁巳年春

全国火力发电工人通用培训教材

编 审 委 员 会

名 誉 主 任：卞学海

主 任：刘润来

常务副主任：郭连邦

副 主 任：程忠智 李宝祺 曹德声

贺至刚 张克让 王靖中

金明轩 刘治国 顾希衍

程纪奎 刘玉柱 刘向东

王文杰

委 员：阎刘生 陈懋龙 贾 诚

王清文 王解新 梁秀生

燕福龙 刘宇平 张建国

王扁桃 曹保林 王 震

周 新 郭林虎 乔文普

马家斌

办 公 室 主 任：程纪奎（兼）

办 公 室 副 主 任：刘向东 乔文普

马家斌 郭林虎

办 公 室 工 作 人 员：曹 璘 王荣辉

序

《全国火力发电工人通用培训教材》出版、发行了，这是电力职工培训工作的一件大事。

工人技术培训教材建设，是搞好培训、提高人员素质、直接为生产服务的一项重要基础工作。电力工业部领导对电力职工队伍的培训和教材建设非常重视，多次为之做过重要指示。

关于电力工人培训教材建设工作，多年来我部取得了较大的成绩，得到了劳动部的肯定。由原水利电力部组织、山西省电力工业局编写、原水利电力出版社出版的《火电生产类学徒工初级工培训教材》和《火电生产类中级工培训教材》已发行、使用10余年，并多次重印，基本上满足了电力行业火力发电工人培训、考核、提高技术水平的需要，有力地促进了培训工作的开展。在1987年全国电力普及读物评优中，这两套培训教材荣获了“普及电力科学技术知识特别奖”。

但是，随着我国电力工业技术装备的不断更新和技术水平的不断提高，对电业生产人员的素质相应地提出了更高的要求。此外，由于劳动、培训制度改革不断深化，关于工人培训教育的思想、方法和手段也发生了深刻变化。为适应这一新情况、新需要，进一步加强电力工人培训教材的建设，有必要对原编写的两套培训教材进行修订和增补。为此，决定由山西省电力工业局重新编写《全国火力发电工人通用培训教材》。这套新编的培训教材业经中电联教培部组织审定，

作为全国火力发电工人通用的培训教材，由中国电力出版社出版、发行。

《全国火力发电工人通用培训教材》具有相当的权威性。首先，这套培训教材的编写依据，是电力工业部、劳动部颁发的《中华人民共和国工人技术等级标准·电力工业·火力发电部分》和中电联教培部《关于电力工人培训教材建设的意见》，以及有关电业生产、建设的技术规程、规范。无论是在内容的取舍上，还是在深度的把握上，这套教材都是按以上国家标准和部颁规程、规范的要求来进行的。

其次，这套培训教材从总体设计上来讲，思路是清晰的，指导思想是正确的。教材的编写突破了传统的学校教科书模式，注意按照工人培训的特点和规律，安排教学内容，即强调实用性，并且“以工种立目，以岗位立篇”。与每一个专业工种对应的初、中、高三个分册在内容上是阶梯式递进的，互不重复或不简单重复。这些思路都是超前的、可行的，符合中电联教培部《关于电力工人培训教材建设工作的意见》的精神。

再有，这套培训教材的编写、出版力量都是相当强的。其作者是山西省电力系统中技术上比较权威的专家，有相当丰富的培训工作经验，基本上能够代表全国电力系统的技术力量水平。作为全国首批认定的15家优秀出版社之一的电力出版社，无论在编辑力量和水平上，还是在出版质量上，都是国内一流的。对于这套培训教材，出版社领导亲自挂帅，组织了20余人的编辑班子，精心策划，全面指导，精雕细刻，因此，其质量是高的。

《全国火力发电工人通用培训教材》的另一个特点是实用性较强。一方面，这套培训教材是从生产实际需要和工人实

际水平出发，进行设计、编写的。为了使教材更具有针对性，更加实用，我们做了大量的前期工作，对电力系统的人员结构、整体素质进行过调查和认真分析。这套培训教材不仅适用于具有初中及以上文化程度、没有经过系统专业培训的电力生产人员，而且对于现场的工程技术人员，也是有参考价值的。另一方面，这套培训教材以培养工人实际能力为重点，以提高工人操作技能为主线，教材中所提供的“知识”是为“技能”服务的，因而增强了教材的实用性，使经过培训的工人能较快运用所学的知识 and 掌握的技能，指导或改进所从事的生产实践。

此外，这套培训教材图文并茂，通俗易懂，好学好用，特别适合于工人学习。

当然，《全国火力发电工人通用培训教材》所反映的是普遍适用的主要内容。各单位在使用过程中，只要结合本单位的设备、工艺特点和人员素质的实际情况，在内容上做适当的补充和调整，便可有针对性地对本单位职工开展培训。

《全国火力发电工人通用培训教材》是《全国电力工人公用类培训教材》的延伸，两套培训教材要配合使用。这些培训教材的出版，必将对我国电力职工培训工作的有效开展和“九五”期间电力职工素质的提高，产生积极而深远的影响。

中国电力企业联合会教育培训部

1996年12月

前 言

由原水利电力部组织、山西省电力工业局编写、原水利电力出版社出版的《火电生产类学徒工初级工培训教材》和《火电生产类中级工培训教材》，发行、使用已历时 10 余年。其间，《学徒工初级工》各分册分别重印 5 至 9 次，《中级工》各分册分别重印 4 至 7 次，发行量很大，深受全国电力系统广大读者的欢迎，基本上满足了电力行业火力发电工人培训、考核、提高技术水平的要求，取得了显著的社会效益。为此，这两套培训丛书在全国电力普及读物评优中，荣获了“普及电力科学技术知识特别奖”。

10 余年来，由于改革开放的不断深入发展，我国的电力工业有了很大的发展，现已普遍进入大机组、大电网、高参数、超高参数、高电压、超高电压和高度自动化的发展阶段，对电业生产人员的素质提出了更高的要求。继 1991 年 12 月原能源部颁发的《电力工人技术等级标准》之后，1995 年 9 月电力工业部、劳动部又颁发了《中华人民共和国工人技术等级标准·电力工业·火力发电部分》。因此有必要根据电力生产的新情况和电力工人技术等级标准的新要求，对上述两套培训教材进行修订并增补高级工培训教材。经山西省电力工业局和中国电力出版社通力合作，并在全国电力工人技术教育研究所的支持下，现编写、出版了这套《全国火力发电工人通用培训教材》。本套丛书的内容覆盖了火力发电 16 个专业对初、中、高级工的技术要求，每个专业分初级工、中级工、高级工三个分册出版，共计 48 个分册；每一分册中又

以各专业的不同岗位工种设“篇”，共覆盖了 40 余个工种。

在编写本套丛书的过程中，首先根据工人技术等级标准中对每一工种的定义、工作内容、技术等级、适用范围等的规定，紧扣标准提出的知识要求和技能要求，从火电生产实际需要出发拟出初步的编写提纲；经数月重点调查研究、广泛征求意见、认真修订后形成正式的编写提纲；之后，又历时半年余，始成初稿。初稿形成后，在局系统内进行了专家审稿和主编者的修改、统稿工作。因此，定稿后的火力发电工人培训教材，深信是紧扣新的工人技术等级标准的实用性教材。

火力发电工人培训教材，体现了工人技术培训的特点以及理论联系实际的原则，尽量反映了新技术、新设备、新工艺、新材料、新经验和新方法；教材以 300 MW 机组及其辅机为主，兼顾 600 MW 和 200 MW 机组及其辅机的内容，因而有相当的先进性和普遍适用性，适应于“九五”期间主要机型的技术要求。与每一专业对应的初、中、高级工三个分册，自成一个小的系列，呈阶梯式递进，内容上互不重复。每一分册的具体内容又分为核心内容和复习题两大部分。核心内容主要讲解必备知识以及与技能要求对应的一些专业知识。复习题的形式多种多样，解答习题的目的在于巩固和深化所学知识。有些习题，如操作题、读绘图题、设计试验题等，主要用以培养和巩固必备的技能。鉴于全国电力系统各基层单位、部门培训力量和师资水平并不平衡，学员水平也参差不齐，所以有必要为每一分册编写相应的《教材使用说明和习题解答》，这将在本套丛书出版后陆续推出。

本分册是《锅炉设备运行》初级工培训教材，全部内容分成两篇，共十一章：绪论及第一篇（一～七章）锅炉辅机

由太原第一热电厂赵旭东编写；第二篇（八～十一章）除尘及除灰设备由太原第二热电厂张岩编写。全书由赵旭东主编，山西省电力试验研究所王绍武主审。

在中电联教培部为本套培训教材组织的审定会议上，本书由长春第二热电厂张清波高级工程师、陈玉田高级工程师和李振东高级工程师审定，并被推荐为全国火力发电工人通用培训教材。

在编写这套《全国火力发电工人通用培训教材》的过程中，得到了电力工业部领导的关怀以及中电联教培部和各有关司局的关心、支持，同时也取得了全国电力系统各有关单位和人员的关注、支持和帮助，他们为本书进行了审定，提供了咨询、技术资料以及许多宝贵的建议，在此一并表示衷心的感谢。

各单位和广大读者在使用本套教材过程中，如发现有不妥之处或需修改的意见，敬请随时函告，以便再版时修改。

山西省电力工业局 中国电力出版社

1996年11月

目 录

序	
前言	
绪论	1

第一篇 锅 炉 辅 机

第一章 磨煤机	5
第一节 概述	5
第二节 钢球磨煤机	6
第三节 中速磨煤机	11
第四节 高速磨煤机	26
第五节 磨煤机的运行	29
复习题	46
第二章 给煤机	49
第一节 圆盘式给煤机和电磁振动式给煤机	49
第二节 刮板式给煤机	51
第三节 皮带式给煤机	53
第四节 给煤机的运行	55
复习题	57
第三章 锅炉风机	59
第一节 离心式风机	59
第二节 轴流式风机	66
第三节 风机的运行	68
复习题	73

第四章 空气预热器和锅水循环泵	76
第一节 空气预热器	76
第二节 锅水循环泵	88
复习题	96
第五章 吹灰装置和空气压缩机	98
第一节 吹灰装置	98
第二节 空气压缩机	103
复习题	112
第六章 阀门	115
第一节 阀门的一般知识	115
第二节 阀门的基本结构	116
第三节 锅炉常用的阀门	118
第四节 阀门的检查	130
复习题	132
第七章 燃料	134
第一节 煤	134
第二节 燃料油	143
复习题	148

第二篇 除尘及除灰设备

第八章 电除尘器	150
第一节 概述	150
第二节 电除尘器的构造	156
第三节 电除尘器的工作原理	175
复习题	176
第九章 电除尘器的运行及维护	181
第一节 电除尘器的启动	181
第二节 电除尘器的运行维护	187

第三节	电除尘器的停运	189
第四节	电除尘器运行的注意事项	189
复习题		191
第十章	锅炉除灰设备	195
第一节	除灰专业理论知识	195
第二节	灰渣的组成及除灰方式	199
第三节	锅炉除灰设备	201
复习题		216
第十一章	锅炉水力除灰设备的运行及维护	219
第一节	锅炉内部除灰设备的运行及维护	219
第二节	锅炉外部除灰设备的运行及维护	221
复习题		228
参考文献		231
后记	 李振生	

绪 论

火力发电厂的生产过程是把燃料的化学能转变为便于输送和使用的电能。整个生产过程具有三个阶段：第一阶段是在锅炉中将燃料的化学能转变为热能；第二阶段是在汽轮机中将热能转变为机械能；第三阶段是通过发电机把机械能转变为电能。整个生产过程由发电厂三大设备即锅炉、汽轮机和发电机来实现。

锅炉是火电厂的三大主要设备之一。现代火力发电厂的锅炉是一个庞大而复杂的设备，它是由锅炉本体、辅助设备及配件构成的，如图 0-1 所示。

锅炉本体设备是锅炉的主要部分，它由“锅”和“炉”两大部分组成。“锅”是以省煤器、蒸发系统设备、过热器、再热器等组成的汽水系统。它的任务是吸收燃料放出的热量，使水蒸发并最后变成具有一定参数的过热蒸汽，供汽轮机使用。“炉”即燃烧系统，它的任务是使燃料在炉内良好地燃烧，放出热量。它由炉膛、烟道、燃烧器、空气预热器等组成。

对于一台煤粉锅炉，其主要辅助设备包括通风设备、输煤设备、制粉设备，供油设备、给水设备、除尘除灰设备以及一些锅炉附件等。它们的作用为：

(1) 通风设备 提供燃料燃烧和制粉所需要的空气，同时把燃料燃烧生成的烟气排出炉外。它包括送风机、引风机、烟风道、烟囱等。

(2) 输煤设备 其作用是将进入发电厂的煤或者储煤场

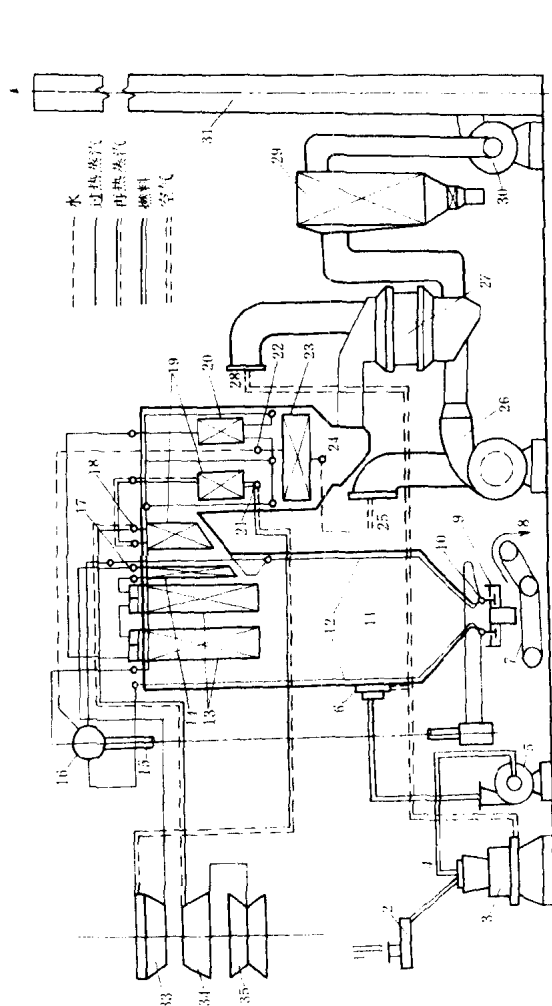


图 0-1 超高压自然循环中间再热煤粉锅炉设备简图

1—原煤进口; 2—给煤机; 3—磨煤机; 4—风粉混合物出口; 5—排粉风机; 6—燃烧器; 7—排渣装置; 8—排渣;
 9—水封装置; 10—下联箱; 11—炉膛; 12—水冷壁; 13—屏式过热器; 14—高温过热器; 15—下降管; 16—汽包;
 17—过热器出口联箱; 18—再热器出口联箱; 19—再热器; 20—低温过热器; 21—再热器进口联箱; 22—省煤器
 出口联箱; 23—省煤器; 24—省煤器进口联箱; 25—冷风进口; 26—送风机; 27—空气预热器; 28—热风出口;
 29—除尘器; 30—引风机; 31—烟囱; 32—排烟; 33—汽轮机高压缸; 34—汽轮机中压缸; 35—汽轮机低压缸

的煤输送到锅炉房的原煤斗内。它包括卸煤设备、受煤设备、煤场机械、输煤皮带、杂物清除设备、碎煤机、给配煤设备、计量设备等。在现代电厂中，输煤设备是由专门的燃料车间管理的。

(3) 制粉设备 其任务是将煤干燥并制成合格的煤粉，送入炉内燃烧。制粉设备一般由原煤仓、给煤机、磨煤机、煤粉分离器、排粉机或一次风机等设备组成。

(4) 给水设备 其任务是不断地向锅炉供应给水，它包括给水泵、给水管道和阀门等。

(5) 除尘除灰设备 除尘设备（除尘器）的作用是清除烟气中的飞灰，以减轻飞灰对环境的污染和对引风机的磨损。除灰设备是用来清除炉膛下部积聚的灰渣和由除灰器分离出来的细灰，并将其送往储灰场。现代发电厂大多采用水力除灰，它包括排渣装置、碎渣机、冲灰器、冲灰水泵、冲渣水泵、灰渣泵、冲灰管道沟道等。

(6) 锅炉附件 锅炉附件包括安全门、水位计、吹灰器、热工仪表、自动控制装置等，安全门用来控制锅炉蒸汽压力，以确保锅炉和汽轮机的安全。水位计用来监视汽包水位。吹灰器用来清除锅炉受热面的积灰，以保持受热面的清洁。热工仪表用来反映监视锅炉的热工参数。自动控制装置用来控制和调节锅炉的运行参数。

输煤设备系统庞大，虽然它从原理和功能上讲属于锅炉辅助设备的一部分，实际上它已从锅炉辅助设备中独立出来自成体系，在现代发电厂中输煤设备是由专门的燃料车间来管理的。燃油设备在许多电厂也属于燃料车间管理，因此这两项内容划归《燃料设备运行》一书叙述。

压缩空气设备是发电厂的公用系统，虽不属于锅炉辅助