

全国火力发电工人通用培训教材

电气设备运行

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

电气设备运行

初级工

山西省电力工业局 编

中国电力出版社

内 容 提 要

《电气设备运行·初级工》是全国火力发电工人通用培训教材之一。本书根据《电力工人技术等级标准》的要求,主要介绍火力发电厂电气值班员、厂用电值班员、电机氢冷值班员三个岗位初级工应具备的专业技能知识,其中主要包括:电气设备和制氢设备的简单结构、原理,监督维护、启停操作以及一般故障处理等方面的知识。

本书可作为上述三个岗位的培训教材,也可供从事电气工作的其他工种人员、专业技术人员以及中专、技工学校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

电气设备运行:初级工/山西省电力工业局编.-北京:中国电力出版社.

全国火力发电工人通用培训教材

ISBN 7-80125-153-9

I. 电… II. 山… III. 火电厂-电气设备-运行-技术培训-教材 IV. TM621

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 18187 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)

新科印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

1997 年 3 月第一版 1999 年 11 月北京第五次印刷
787 毫米×1092 毫米 32 开本 8.625 印张 182 千字
印数 14241—19240 册 定价 8.00 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、培训制度改革的不深化，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和掌握的技能，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评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300MW机组及其辅机为主，兼顾600MW和200MW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《电气设备运行》初级工培训教材，全部内容分成四篇，共十五章：

第一篇、第四篇中的第十二章由太原第一热电厂石耀坤同志编写；第二篇由神头第二发电厂左学渊同志编写；第三篇中第七、八、十一章，以及第九章中的第一至五节、第十章中的一至三节由太原第一热电厂梁天柱同志编写；第九章中的第六节、第十章中的第四节、第十四章中的第三节、第十五章中的第七节由山西省电力局中心调度所李养善同志编写；第四篇中的第十三章，第十四章中的一、二节，第十五章中的一~六节由全国电力工人技术教育研究所程逢科同志编写。全书由程逢科主编，三河发电厂李冀先同志主审。

在中电联教培部为本套培训教材组织的审定会议上，本书由北京石景山发电总厂张保国和邹琪同志审定，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

第一篇 岗位基础知识

第一章 电厂生产知识	1
第一节 概述	1
第二节 电厂的生产流程	4
复习题	8
第二章 电气运行岗位常用的仪表、工具和绝缘材料.....	10
第一节 常用仪表	10
第二节 电工常用工具	13
第三节 常用熔断器	14
第四节 电工常用绝缘材料	17
复习题	19
第三章 运行值班管理制度	21
第一节 值班职责	21
第二节 规章制度	28
复习题	30

第二篇 发电机的氢气冷却

第四章 发电厂用氢和氢的基本性质	32
第一节 发电厂用氢	32

第二节 氢气的特性	38
第三节 氢气的着火、燃烧与爆炸	39
第四节 目前我国火电厂用氢概况	42
复习题	43
第五章 氢气常用的化学监督方法	45
第一节 监督与取样	45
第二节 氢气纯度的测定	47
第三节 氢气湿度的测定	51
第四节 氢气泄漏的检测	56
复习题	58
第六章 DQ—4 型电解制氢系统	60
第一节 电解槽	60
第二节 DQ—4 型电解制氢系统的主要设备	65
第三节 DQ—4 型电解制氢系统的运行	69
复习题	74

第三篇 厂用系统

第七章 厂用电接线	76
第一节 高压厂用电的接线方式	76
第二节 低压厂用电的接线方式	81
复习题	84
第八章 电气设备倒闸操作的基本知识	86
第一节 概述	86
第二节 倒闸操作的组织及防止误操作技术措施	88
第三节 倒闸操作的技术原则	92
第四节 倒闸操作实例	99
复习题	102
第九章 电动机的运行	105

第一节	概述	105
第二节	电动机允许运行方式	106
第三节	电动机的启动特点和方法	110
第四节	电动机的停送电操作	112
第五节	电动机的检查维护	117
第六节	电动机保护	120
复习题		147
第十章	厂用变压器的运行	151
第一节	允许运行方式	151
第二节	厂用变压器的监视与维护	156
第三节	厂用变压器操作准备工作	159
第四节	厂用变压器保护配置	165
复习题		171
第十一章	厂用配电设备的运行	175
第一节	厂用配电设备的检查维护	175
第二节	常用的几种测温方法	180
复习题		183

第四篇 主 系 统

第十二章	直流系统的运行	186
第一节	概述	186
第二节	直流系统的接线及运行方式	187
第三节	蓄电池的维护工作	194
复习题		200
第十三章	发电厂主接线及配电设备的运行	202
第一节	发电厂主接线	202
第二节	高压配电设备的运行维护	206
复习题		213

第十四章 主变压器的运行维护	215
第一节 主变压器的结构	215
第二节 主变压器的运行维护	218
第三节 主变压器的保护配置	222
复习题	223
第十五章 同步发电机的运行维护	226
第一节 同步发电机的结构	226
第二节 同步发电机的允许运行方式	229
第三节 发电机启动前的准备工作	234
第四节 发电机的启动和停机	237
第五节 发电机接带负荷与负荷调整	243
第六节 发电机在运行中的监视和维护	245
第七节 发电机几种常用的保护	247
复习题	250
附录 主要下角标意义	253
后记	李振生

第一篇 岗位基础知识

第一章 电厂生产知识

第一节 概 述

电力是国民经济发展的基础行业,是实现工业、农业、交通运输、国防现代化的主要动力,是提高和改善人民物质文化生活的重要条件。电力工业的发展水平反映了一个国家国民经济发展的状况。电能随着社会和国民经济的发展得到越来越广泛的利用。对电能的需求的急骤增长促进和推动了电力事业的发展,生产电能的小容量、低参数机组、低电压电网也逐步向大容量、高参数的单元机组、超高压远距离输送、大电网发展,使电力系统的规模不断扩大,电能生产的自动化水平越来越高。

由于电能的生产和使用是一体化连续生产消耗,电能输送、使用是在瞬间同时完成。因而电能的生产具有以下特点和基本要求。

一、电能生产的特点

1. 电能的生产是和消费同时完成的

电能的生产、输送、分配、消费实际上是同时进行的,即发电厂任何时刻生产的电能必须与该时刻消费与损耗的电能平衡。又由于电能目前还无法大量贮存,这就需电力工业在生产中必须实行统一管理、统一调度,并尽可能实现自动

化。

2. 过渡过程非常短促

发电机、变压器、输电线路等在电力系统中投入或切除都是在一瞬间完成的。电能以光的速度进行输送。电力系统从一种运行方式到另一种运行方式的过渡过程也非常短促。

3. 与国民经济各部门联系紧密

由于电能与其它能量形式之间转换方便,宜于大量生产、集中管理、远距离输送和自动控制,所以使用电能具有显著优点。各部门都广泛使用着电能,随着现代化发展,居民家用电器的普及,在生活中对电的依赖便越强。若供电不足将直接影响国民经济的发展以至整个社会的稳定,因此人们形象地把供电线比喻成生产和生活的生命线。

二、对电力系统运行的基本要求

1. 保证可靠地连续供电

由于供电的中断将使生产停顿、生活混乱甚至危及人身和设备安全,后果十分严重。停电给国民经济造成的损失大约是电价的五十到六十倍以上,更严重的是很多事故后果无法用数字来计算,也无法用物质和资金来弥补。也就是说电力事故是一大灾害,因此电力系统运行首先要满足安全发供电要求。虽然保证安全发供电是对电力系统运行的首要要求,但并不是所有负荷都是绝对不能停电的。按负荷在国民经济及社会中的重要性以及可靠性一般将负荷分为三类:第一类负荷,如供电中断会造成生命危险,造成国民经济的严重损失,损坏生产的重要设备,以致生产长期不能恢复;产生大量废品以及破坏大城市中重要的正常秩序或带来其它严重政治后果的负荷。此类负荷要求不间断供电。第二类负荷,如