

全国火力发电工人通用培训教材

电厂化学仪表及 程控装置

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

- 燃料设备运行（初级工、中级工、高级工）
- 燃料设备检修（初级工、中级工、高级工）
- 电厂化学设备运行（初级工、中级工、高级工）
- 电厂化学设备检修（初级工、中级工、高级工）
- 电厂化学仪表及程控装置（初级工、中级工、高级工）
- 锅炉设备运行（初级工、中级工、高级工）
- 锅炉设备检修（初级工、中级工、高级工）
- 汽轮机设备运行（初级工、中级工、高级工）
- 汽轮机设备检修（初级工、中级工、高级工）
- 电气设备运行（初级工、中级工、高级工）
- 发电厂集控运行（初级工、中级工、高级工）
- 电机检修（初级工、中级工、高级工）
- 热工仪表及自动装置（初级工、中级工、高级工）
- 继电保护（初级工、中级工、高级工）
- 电测仪表（初级工、中级工、高级工）
- 电气试验（初级工、中级工、高级工）

ISBN 7-80125-162-8



9 787801 251626 >

ISBN 7-80125-162-8/TK · 35

定价：8.00 元

TM

S

全国火力发电工人通用培

电厂化学仪表及程控装置

初 级 工

山西省电力工业局 编

中国电力出版社

内 容 提 要

本书为全国火力发电工人通用培训教材《电厂化学仪表及程控装置》初级本，其内容分两篇共九章。第一篇的五章讲述电厂化学仪表，如电导率仪、浓度计、终点计、工业pH计，简述了仪表的基本原理、校验方法、采样系统、安装要点等；第二篇的四章讲述自动控制的基本知识及其应用，如自动调节系统、顺序控制系统、控制阀门及信号装置等。每章后编有复习题。

图书在版编目 (CIP) 数据

电厂化学仪表及程控装置：初级工/山西省电力工业局编。
-北京：中国电力出版社，1996

全国火力发电工人通用培训教材

ISBN 7-80125-162-8

I. 电… II. 山… III. ①火电厂-电厂化学-化工仪表-技术培训-教材 ②火电厂-程序控制-控制设备-技术培训-教材 IV. TM621.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 14390 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)

梨园彩色印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

1996 年 12 月第一版 1998 年 5 月北京第二次印刷

787 毫米×1092 毫米 32 开本 8 印张 170 千字

印数 5071—8130 册 定价 8.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

努力搞好教材建設
為提高電業職工
素質服務

史大楨
一九八三年春

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 杨定鑫 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：杨定鑫（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《电厂化学仪表及程控装置》初级工培训教材，全部内容分成两篇，共九章：第一篇（电厂化学仪表）的第

一章至第五章由山西电力试验研究所张增编写；第二篇（自动控制知识及应用）的第六章至第九章由山西电力试验研究所张雷编写。全书由张增主编，山西电力试验研究所高级工程师梁美珠主审。

在中电联教培部为本套培训教材组织的审定会议上，本书由山东黄台发电厂化学专工付希圣、山东辛店发电厂化学仪表班班长祝长民及山东邹县发电厂化学仪表班班长张汶审定，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 电厂化学仪表

第一章	电厂在线化学仪表监督的意义	2
第一节	电厂化学监督与在线化学仪表	2
第二节	在线化学仪表的安装与投运要求	22
第三节	在线化学仪表的主要技术指标与测量误差	24
第四节	分析仪表的分类与组成	28
复习题	.....	30
第二章	采样与采样冷却系统	32
第一节	水汽样品的采集	32
第二节	采样冷却系统	41
第三节	采样及其冷却系统的维护	43
复习题	.....	48
第三章	电导率仪	50
第一节	电导率测量原理	50
第二节	测量电导池	59
第三节	电导率仪的校验	68
第四节	电导率仪的投运、维护及故障处理	72

第五节	电导率仪介绍	80
复习题	.....	89
第四章	浓度计与终点计	92
第一节	音频电磁式酸碱浓度计	92
第二节	离子交换器终点计	95
复习题	.....	104
第五章	工业 pH 计	106
第一节	电位分析基础	107
第二节	测量电池	112
第三节	测量电池对变送器的一般要求	119
第四节	电极的检验与维护	122
第五节	工业 pH 计介绍	128
第六节	pH 计性能检验与维护	139
复习题	.....	150

第二篇 自动控制知识及应用

第六章	自动控制基础知识	152
第一节	概述	152
第二节	逻辑代数的基本概念	154
第三节	集成电路触发器	158
复习题	.....	165
第七章	自动调节系统的基本知识及应用	167
第一节	自动调节系统及其组成	167
第二节	自动调节系统的过渡过程	172
第三节	调节对象的特性	177
第四节	调节器的基本调节规律	181
第五节	锅炉给水加氨自动调节系统	191

复习题	200
第八章 顺序控制技术基础	202
第一节 概述	202
第二节 继电器程序控制器	207
第三节 继电器在水处理程序控制中的应用	216
第四节 锅炉定期排污顺序控制	220
复习题	226
第九章 常用控制阀门及信号装置	228
第一节 电磁阀原理特性及分类	228
第二节 气动阀门	232
复习题	234
后记	李振生

第一篇 电厂化学仪表

本篇将阐述化学在线监测仪表在电厂生产中的意义，介绍大中型火力发电厂在线化学仪表的配置情况，讲解化学仪表的基本知识以及仪表的安装、调校、使用与维护技术。重点讲解化学仪表安装及运行的必要条件，电导率表与pH酸度计的结构、测量知识及维护技术。通过本篇内容学习，要求初级工做到：了解电厂生产中化学监督及在线化学仪表监督的意义，从而自觉地完成化学仪表工有关的工作项目；熟悉在线化学仪表安装测点的名称，在热力系统中的位置、监测项目与指标；掌握采样与冷却系统的冲洗、水温调节、流量调节等操作要领；熟悉在线化学仪表的电源系统及其检查的方法；重点掌握电导率表及pH酸度计发送器的结构、调校、使用与维护技术；能独立进行在线化学仪表的投运及仪表运行期间的巡回检查，简单的调节系统及仪表的调校，能如实准确地汇报仪表异常情况和正确处理危及仪表安全的情况。

第一章 电厂在线化学仪表 监督的意义

第一节 电厂化学监督与在线化学仪表

一、电厂的化学监督

电厂化学监督的目的是防止或减缓热力系统中各种设备的结垢与腐蚀，防止化学原因引起的生产事故。有效地进行化学监督是电厂安全、经济生产的重要保障之一。

目前，我国电力工业发展迅速，高参数大容量机组所占比例越来越大。对于大型锅炉，尤其是直流锅炉，其给水与蒸汽质量指标要求十分严格，因而需要连续地监督水、汽品质。

在火力发电厂生产过程中，水是重要的工质。在锅炉中它被加热蒸发形成规定压力下的饱和蒸汽，经继续加热形成高温高压的过热蒸汽，过热蒸汽导入汽轮机，在汽轮机中蒸汽具有的热能转变为机械能，推动汽轮机转动，同时带动与汽轮机轴相连的发电机同步旋转。这样在发电机旋转中便将汽轮机传递来的机械能转变为电能。做了功的蒸汽在凝汽器内被循环冷却水冷却、凝结成为凝结水，凝结水再被泵入锅炉内循环使用。因此在整个发电过程中水和蒸汽贯穿了发电机组的热力设备。图 1-1 显示了凝汽式发电厂水汽循环的主要流程。

(一) 水质监督的意义