

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

高级工

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



电厂化学仪表及程控装置

高级工

山西省电力工业局 编

中国电力出版社

内 容 提 要

本书内容分两篇。第一篇为电厂化学仪表,讲述了数字显示仪表的特点和组成、通用离子计、数字显示化学仪表介绍、智能化学仪表介绍、电厂化学仪表的管理以及几种化学仪表的检定方法;第二篇为电厂化学自动控制,讲述了可编程程序逻辑控制器及其应用,几种水处理工艺程控实例介绍。每章后有复习题。

图书在版编目(CIP)数据

电厂化学仪表及程控装置:高级工/山西省电力工业局编.-北京:中国电力出版社,(1998重印)

全国火力发电工人通用培训教材

ISBN 7-80125-212-8

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14392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)

北京鑫正大印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

1996年12月第一版 1998年1月北京第二次印刷

787毫米×1092毫米 32开本 7.625印张 161千字

印数5121—8490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
丁亥年春

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》高级工培训教材，由山西电力试验研究所的高级工程师编写。全部内容分成两

篇，共七章：第一篇（电厂化学仪表）的第一章、第二章由张应海编写，第三章、第五章由张增编写，第四章由杜丽香编写；第二篇（电厂化学自动控制）的第六章、第七章由张雷编写。全书由张增主编，由山西电力试验研究所高级工程师梁美珠、张新海审稿。

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 数字显示仪表	1
第一节 数字显示仪表的组成与特点	1
一、仪表的组成 二、仪表的特点 三、仪表的主要技术指标	
第二节 模数转换器的基本原理	5
一、逐位比较反馈式 A/D 转换器 二、脉宽调制型 A/D 转换器	
三、双积分式 A/D 转换器	
第三节 显示器	12
一、辉光数码管 二、荧光数码管 三、液晶显示器	
复习题	17
第二章 数字离子计	20
第一节 模拟转换电路	20
一、阻抗变换电路 二、放大器 三、温度补偿电路 四、等电势	
调节 五、隔离放大器	
第二节 模数转换电路	28
一、积分器 二、脉冲发生器 三、A/D 转换启动电路 四、基准	
电压、电子开关及驱动器 五、零位比较放大器与检零双稳 六、计数	
显示器 七、极性显示电路 八、控制电路	
第三节 A/D 转换器的逻辑工作过程	38
第四节 使用与调校	40

一、面板旋钮功能介绍	二、pXJ-1 型数字离子计的使用与调校	
复习题		44
第三章 数字显示化学仪表		46
第一节 LA-Ⅱ 型数字式联氨分析仪		46
一、原理与结构	二、仪表调整与维护	
第二节 SJG-7830 型联氨分析仪		51
一、仪表特点	二、工作原理	三、仪表结构
四、维护与使用		
第三节 数字显示酸度计		54
一、pHG-217 型工业酸度计	二、pHG-7680 型低电导 pH 计	
第四节 数显溶氧表		61
一、8878 型溶氧表	二、7258-D 型数字溶氧表	
复习题		68
第四章 智能仪表		70
第一节 智能仪表性能介绍		70
一、仪表工作程序的自动控制	二、自动校准功能	三、自动故障
四、数据处理功能	五、人机对话功能	检查功能
第二节 智能仪表的构成		76
一、数据总线和地址总线	二、测量部分	三、键盘部分
四、显示和输出部分	五、专用微型机	
第三节 pXSJ-216 型离子分析仪		87
一、技术参数	二、仪器结构	三、注意事项
第四节 1811 LL 型微钠监测仪		90
一、测量原理与组成	二、主要技术指标	三、调整与维护
第五节 国产智能钠度计		95
一、DWG-8023A 型钠监测仪	二、DWG-9323 型钠监测仪	
三、维护		
第六节 国产智能 pH 计		104
一、pHSJ-4 型实验室 pH 计	二、pHG-9311 型工业 pH 计	
第七节 瑞士 8888 型硅酸根监测仪		111
一、仪表特点	二、仪表测量原理	三、仪表校准

四、可能出现的故障

复习题	116
-----------	-----

第五章 电厂化学仪表的管理

第一节 主要管理内容	118
------------------	-----

一、在线化学仪表档案 二、管理制度与规程

第二节 检修工艺规程	120
------------------	-----

一、仪表拆装工艺要求 二、仪表检修工艺规程 三、二次表的检修 四、发送器检修

第三节 电导计量器具检定规程	131
----------------------	-----

一、电导计量器具检定系统 二、电导率仪检定规程

第四节 酸度计检定规程	139
-------------------	-----

一、pH（酸度）计量器具检定系统 二、实验室 pH（酸度）计检定规程 三、标准溶液的配制和保存

第五节 可见分光光度计检定规程	156
-----------------------	-----

一、概述 二、技术要求 三、检定条件 四、检定项目和检定方法 五、检定结果处理和检定周期 六、标准溶液的配制

复习题	166
-----------	-----

第二篇 电厂化学自动控制

第六章 可编程序逻辑控制器应用

第一节 系统硬件设计根据	168
--------------------	-----

一、工艺要求 二、设备状况 三、控制功能 四、I/O 点数和种类

第二节 系统硬件的机型选择	170
---------------------	-----

一、CPU 的能力 二、I/O 点数 三、响应速度 四、指令系统 五、机型选择的其他考虑

第三节 可编程序控制器的程序设计	174
------------------------	-----

一、PC 编程步骤 二、梯形图设计原则 三、编程要点 四、程序的输入

第四节 电厂水处理 PC 控制系统的调试	188
一、调试前的准备工作 二、控制柜外围设备的调试	
三、控制柜的调试 四、整体设备的调试运行	
复习题	191
第七章 水处理工艺程控实例介绍	193
第一节 补给水处理工艺程控实例	193
一、工艺流程图 二、程序设计及调试	
第二节 脱碳水处理工艺程序控制实例	205
一、工艺流程图 二、程控装置的配置及功能 三、调试	
第三节 凝结水处理工艺程序控制实例	213
一、工艺流程图 二、程序控制系统及功能 三、调试	
复习题	222
后记	李振生

第一篇 电厂化学仪表

第一章 数字显示仪表

第一节 数字显示仪表的组成与特点

一、仪表的组成

数字显示仪表（以下简称数显仪表）是在传统的指针式模拟仪表的基础上发展起来的新型仪表。它可将待测的模拟量信号，加工处理转换成为数字量信号，并用数字显示。图 1-1 为数显仪表的基本组成框图。

图 1-1 数显仪表的组成框图

(1) 传感器：传感器的作用是将生产工艺过程中的非电量待测信号转换成容易测量的电信号。

(2) 模拟信号处理电路：模拟信号处理电路的作用一般包括隔离和阻抗变换、放大、校正等。①隔离作用是指防止意外强电信号损坏数显仪表；起阻抗变换作用，消除低输入阻抗放大器对传感器高阻信号源的影响。②放大作用是指对

传感器输出的微弱信号进行放大,使其满足 A/D 转换器所要求的电压范围。③校正作用是指对模拟量电信号进行必要的校正,如传感器的斜率校正、非线性校正、温度补偿等,使输出到 A/D 转换器的模拟电压与生产工艺过程中待测的物理量成线性关系。

(3) A/D转换器: A/D 转换器是数显仪表的核心部件。数显仪表的主要技术指标都取决于 A/D 转换器,如准确度、速度、分辨率等。A/D 转换器的作用是将处理过的与物理量呈线性关系的模拟量转换成数字量,供显示和输出使用。

(4) 显示输出电路: 将 A/D 转换器输出的数据译码驱动数码管显示。大多数数显仪表还设有数据输出口,为数据的记录(打印)、过程控制(如计算机数据处理)系统提供数据接口。

(5) 控制电路: 控制电路的作用是控制 A/D 转换器、数据显示器,使数据的输出按一定的时间进行隔离、采样、转换、显示、输出(有的还设置自校系统,定时对数显仪表进行自动校正,以提高测量准确度)。

(6) 参考电压源: 参考电压源(也称基准电压源)是 A/D 转换器转换的参考标准电压源。一般来讲,转换器的准确度与参考电压源的准确度和稳定性有着直接的关系。参考电压源电压的大小,决定了转换器的转换范围和转换比例(单位数字代表的电压数值)。例如: 一个三位数显仪表,若参考电压为 5V,那么它的 A/D 转换器能够转换的最大电压不能大于 5V,分辨力为 $\frac{5}{1000}$ V,即单位数字所代表的电压为 $\frac{5}{1000}$ V。

二、仪表的特点

随着电子技术、半导体制造技术的发展,数显仪表的性