

电力施工企业职工岗位技能培训教材

热工仪表及控制装置安装

中国电力企业联合会企业教育培训部
西北电力建设总公司
杨晋林 王志俊 主编



中国电力出版社

TK36

Y295

职工岗位技能培训教材

热工仪表及控制装置安装

中国电力企业联合会企业部组织

西北电力建设三公司

杨蔚然 王志银 主编

中国电力出版社

内 容 提 要

本书紧密结合现代大型火力发电厂热工仪表及控制装置工程的安装实际,在系统地总结以往工程施工经验的基础上,重点放在本专业的热工测量仪表、控制仪表的原理、结构、施工准备,取源部件及敏感元件,仪表管路,控制盘(箱、柜、合)及辅助装置,电气线路,热工测量仪表,控制仪表及系统,分散控制系统(DCS)安装及热工控制装置安装与其他专业的配合十个部分上,突出对施工工艺、施工程序、施工技术规定作了详细的介绍。全书适当穿插图表,紧扣施工验收规范和验评标准。因此,本书对热控安装工程有较强的实用性。

本书可供电力工业热工仪表及控制装置的安装、检修工人培训时使用,同时也可供安装、设计的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

热工仪表及控制装置安装/杨蔚然,王志银主编.
北京:中国电力出版社,2001

电力施工企业职工岗位技能培训教材

ISBN 7-5083-0645-7

I.热… II.①杨…②王… III.①热工仪表-安装-技术培训-教材 ②控制设备-安装-技术培训-教材 IV.
TH810.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第034225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>)

实验小学印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2001年9月第一版 2001年9月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 32开本 16.25印张 358千字

印数0001—3000册 定价26.00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)

电力施工企业职工岗位技能 培训教材编审委员会

名誉主任：张绍贤 刘 宏

主 任：赵宗鹤 贾国栋

副 主 任：孙永安 张克让 孙力源（常务）

王 钜

委 员：（排名不分先后）

程连飞 段景祥 周炳申 徐玉华

朱铁生 马惠廉 张乐安 杨逸云

杨万涛 乐秀弟 李新华（常务）

李汉型（常务） 徐相奎

前 言

为适应施工企业深化改革,加强管理和提高职工队伍素质的需要,继1994年出版发行了《电力施工企业中层干部岗位培训教材》之后,我们又组织编写了这套《电力施工企业职工岗位技能培训教材》。

组织编写这套教材,考虑到以下三个方面的情况:一是近十几年来我国电力建设事业发展速度很快,每年装机都超过1000万kW,这个发展速度不仅缓解了我国长期缺电的局面,同时也带动了电力施工企业管理和技术的进步,在施工中遇到了许多新设备,出现了许多新技术和新工艺,对此应当及时进行总结和推广,原来的培训教材已难以适应现在的需要;二是施工企业进入市场参与竞争,必须不断提高队伍素质和加强职工培训,因此教材建设就是一项不可缺少的基础工作;三是工人技术等级标准已修订并颁发了多年,也应有一套新的教材与之适应。总之培训教材必须适应情况的变化和满足实际需要。

这套教材覆盖了火电、送变电施工15个主要岗位工种,共14册,不仅适用于火电、送变电施工企业职工岗位技能培训,也适用于发供电企业安装、检修人员的岗位技能培训,电力系统中专技校及其他行业有关人员的岗位培训也可选用和参考。

这套教材的主要特点是紧密联系施工实际,突出操作技能,兼顾必要的基础技术知识。火电以国产300MW机组安装技术为主,送变电以500kV设备安装技术为主,兼顾了330kV和220kV送变电施工技术。

除“送电线路施工”两个分册外,每册书后附有“教材使用说明”,以便针对不同培训对象,灵活选用教材内容。

组织编写这套教材,得到了很多单位的支持,特别是陕西电建总公司、山东电力集团公司、山东电建一公司、上海电力建设局、陕西电建

一公司、陕西电建三公司、甘肃送变电公司、陕西送变电公司等单位及有关同志做了大量的工作。

主要参加编写人员及分工如下：

热工仪表及控制装置安装	钱承华
电气二次回路接线及施工	牟思甫
高压电气设备安装	魏国柱
管道安装	谢万军
厂用电安装	姚展祥
汽轮机本体安装	苏云祿
汽轮机辅机安装	李浩然
汽轮机调速器安装	党双海
起重技术	汤毛志
锅炉本体安装	刘永贵
锅炉辅机安装	李莹昌
锅炉钢架安装	刘永贵
送电线路施工（初、中级工）	朱延庆
送电线路施工（高级工）	王恒昌

在教材出版发行之际，谨对上述单位及有关编审人员表示诚挚谢意。

由于我们经验不足、水平有限，致使培训教材出现疏漏以至错误之处在所难免，在此恳请给予批评指正。

电力施工企业职工岗位技能培训教材编审委员会
中国电力企业联合会企业部

1998年6月

编 者 说 明

在现代大型火力发电厂的连续生产过程中，随着分散控制系统的广泛使用，电厂的自动化水平有了很大的提高。热工测量和控制仪表处于特别显赫的地位，它主要用于对热力设备及系统的工况进行测量与控制，同时也对部分电气设备及系统的工况进行测量与控制。其安装质量直接关系到火力发电厂的正常生产和安全经济运行。因此，必须认真对待，高度重视。笔者结合现代大型火力发电厂安装工程实际，总结以往工程的施工经验，并结合现场施工编写了这本书。本书的编写目的是力求为本专业的安装人员，在施工程序、施工方法、施工工艺、施工技术规定及与其他专业的配合诸方面，提供系统的、比较完整的专业知识，以便进一步提高施工水平和工程质量。

本着系统化、少而精、结合实际、突出工艺的原则，本书在介绍热工测量和控制仪表时，以近年来发展的国产设备为主，同时对引进技术国内制造和进口的国外设备的原理结构作了简明、扼要的介绍，其他章节以施工程序、工艺、方法为主线进行介绍，以便使读者能够融会贯通，真正掌握本专业的施工工艺技能。

本书内容以有关的现行规范、标准为依据。由于本专业施工验收技术规范尚未修订完毕，各种类型的产品在不断地更新换代，各地区施工工艺亦不尽相同，因此，本书难以概全。凡本书中与国家新颁标准、规范、设计和产品不符者，均以国家标准、部颁规范、设计图纸和厂供说明书为准。

本教材由西北电力建设三公司杨蔚然、王志银主编，西北电力建设一公司周永文参编。其中第一、三、四、十一章由杨蔚然执笔，第二、五、八、九、十章由王志银执笔，第六、七章由周永文执笔。全书由杨蔚然统稿、审定。

由于编者经验、水平有限，书中难免有不少缺点和错误，恳请读者批评指正。

编者

2000年4月

目 录

前言	
编者说明	
第一章 概述	1
第一节 火力发电厂生产流程及热工仪表与控制装置的地位和作用	1
第二节 热控系统图简介	11
作业题	34
第二章 热工测量及控制仪表	37
第一节 热工测量及控制仪表的分类和用途	38
第二节 热工测量仪表的原理结构及用途	50
第三节 控制仪表的原理、结构及用途	91
作业题	114
第三章 施工准备	121
第一节 施工图纸会审和专业施工组织设计	122
第二节 常用材料、加工件的准备	128
第三节 热控就地设备与盘架的组装	134
第四节 热控常用工机具	135
第五节 安装设施和设备保管	143
作业题	146
第四章 取源部件及敏感元件安装	149
第一节 取源部件及敏感元件安装通用规定	149
第二节 测温元件安装	162
第三节 压力取源装置安装	173
第四节 流量检出元件安装	180

第五节	物位检出元件安装	188
第六节	分析取样装置安装	191
第七节	机械量传感器安装	195
第八节	火焰监视检出元件安装	203
	作业题	204
第五章	管路安装	212
第一节	管路安装概述	212
第二节	管路安装前的检查吹扫	216
第三节	管路安装	218
第四节	仪表阀门、排污门及排污装置安装	231
第五节	管路的严密性试验及挂牌	237
第六节	管路防冻、防腐及保温	240
	作业题	246
第六章	控制盘(箱、柜、台)	
	及辅助装置安装	250
第一节	控制盘的类型及开箱搬运	250
第二节	控制盘的安装	258
第三节	就地盘、箱的安装	264
第四节	辅助装置安装	271
第五节	控制盘(箱、柜、台)的接地	283
	作业题	285
第七章	电气线路安装	290
第一节	电线与电缆	290
第二节	电缆桥架的安装	299
第三节	电线、电缆保护管的安装	312
第四节	电线、电缆的敷设	322

第五节	电缆作头接线	332
第六节	电缆施工质量通病的消除	339
	作业题	342
第八章	热工测量仪表安装	348
第一节	压力指示仪表的安装	348
第二节	差压指示仪表的安装	357
第三节	变送器的安装	359
第四节	成分分析仪表及装置的安装	366
第五节	盘上仪表的安装	372
	作业题	382
第九章	控制仪表安装	385
第一节	开关量仪表安装	385
第二节	气动基地式仪表安装	398
第三节	可编程序控制器控制系统安装	404
第四节	执行器及执行机构安装	408
	作业题	428
第十章	分散控制系统安装	431
第一节	分散控制系统 (DCS) 简介	431
第二节	分散控制系统 (DCS) 安装	450
第三节	DCS 电磁干扰的抑制和接地	464
	作业题	474
第十一章	热控安装工程与其他专业的配合	480
第一节	热控安装在施工准备阶段与 其他专业的配合	480
第二节	热控安装在施工阶段与其他 专业的配合	483

第三节	热控安装在机组试运阶段与 其他专业的配合.....	489
第四节	热控安装验评签证及施工记录.....	494
	作业题.....	497
附表 1	499
附表 2	501
附表 3	502
附表 4	504
附录：	热工仪表及控制装置安装使用说明.....	505

第一章 概述

学习要求 了解火力发电厂的生产流程；熟悉热力设备及热力系统、热工仪表及控制装置的地位和作用；掌握热工测量和自动调节控制系统图、图形符号和字母代号的含义及热工控制安装工程的施工范围。

第一节 火力发电厂生产流程及热工仪表 与控制装置的地位和作用

火力发电就是开发利用燃料所蕴藏的化学能，通过高温燃烧将它转化为热能并释放出来，将水加热成为高温高压的蒸汽，然后利用蒸汽做功来推动汽轮机和发电机，使一部分热能转化为电能。

一、火力发电厂的生产流程

图 1-1 为火力发电厂生产流程。

火力发电厂的主要生产系统：

1. 燃烧系统

它是用煤将水转化为蒸汽（化学能转化为热能）的生产过程。

它包括以下几个流程：

(1) 烟气流程：热烟气经锅炉各受热面传递热量后，流过除尘器及烟囱排入大气的过程。

(2) 通风流程：在这个流程中，由通风机供给煤粉燃烧

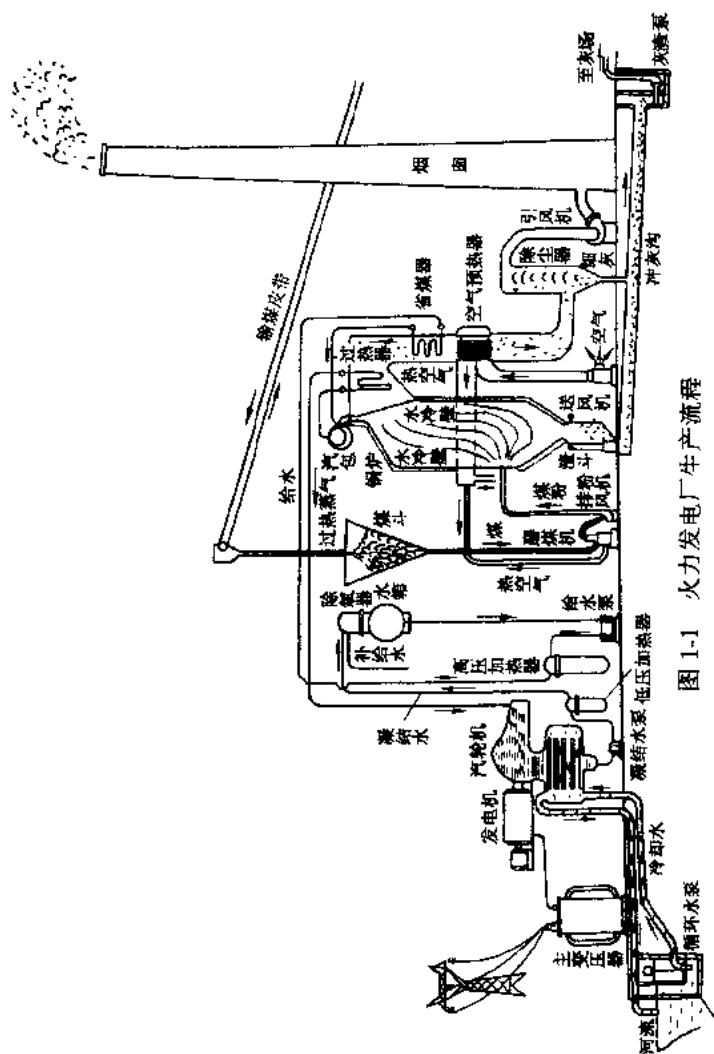


图 1-1 火力发电厂生产流程

所需的空气，由吸风机将燃烧后的烟气吸出排入大气的过程。

(3) 排灰流程：这一流程包括炉底排出灰渣，以及除尘器下部排出细灰并由机械力或水力排往贮灰场的过程。

2. 汽水系统

它是蒸汽推动汽轮机做功（热能转化为机械能）的过程。它包括以下几个流程：

(1) 汽水流程：蒸汽引入汽轮机做功后排入凝汽器冷凝成水，再经升压、除氧、加热后送回炉内，形成闭合汽水循环的流程。

(2) 补给水流程：汽水循环中必须经常补水，补给水要处理合格后送入汽水系统。

(3) 冷却水流程：排汽的大量潜热须由冷却水带走，由冷却水的吸取和冷却设施等构成冷却水流程。

3. 电气系统

它是发电机发出的电能经升压后向外供电的过程。它包括以下几个流程：

(1) 供电流程。在供电流程中，发电机发出的电能经升压后向外供电，以减少线路损失。

(2) 厂用电流程。在厂用电流程中，厂用电经降压后供给各种辅机用电。

4. 控制系统

它是实现操作机械化、自动化的系统。它包括以下几个方面：

(1) 燃料装卸、入仓、制粉机械化、自动化。

(2) 锅炉给水、汽温、燃烧自动调节。

- (3) 锅炉排灰机械化。
- (4) 汽轮机进汽参数自动调节。
- (5) 回热系统除氧、加温自动调节。
- (6) 汽轮机转速自动调节。
- (7) 自动切除电气故障。

5. 燃油点火系统

它是将燃油送入油枪，用高能点火器直接点燃柴油，再点燃煤粉的系统。

6. 输煤系统

它是将原煤输送到原煤仓的系统。它包括以下两个流程：

(1) 运卸煤流程。它是将汽车及火车运来的原煤卸到煤场的流程。

(2) 输煤流程。它是将煤场及汽车和火车运来的原煤输送到原煤仓的流程。

7. 制粉系统

它是将原煤仓的原煤制成煤粉送入锅炉燃烧的系统。

二、热力系统及其设备

把热力设备依照热力循环的顺序用管道连接起来构成的系统叫作热力系统。

火力发电厂的主要热力设备有锅炉、汽轮机。为锅炉、汽轮机服务的还有附属设备及辅助设备。

(一) 锅炉附属设备、辅机和热力系统

(1) 附属设备。它包括连续排污扩容器、定期排污扩容器、暖风器疏水箱、粗粉分离器、细粉分离器、渣仓及石子煤仓。

(2) 辅机设备。它包括送风机、引风机、一次风机、回

转式预热器、中速磨煤机、给煤机、钢球磨煤机、排粉机、给粉机、密封风机、暖风机疏水泵、火检冷却风机、刮板捞渣机、输渣皮带机、石子煤皮带机。

(3) 锅炉热力系统。它包括汽水系统、烟风系统、燃烧系统、制粉系统、燃油系统、吹灰系统、除灰系统、除渣系统、汽水取样系统及排污系统。

(二) 汽轮机附属设备、辅机和热力系统

(1) 附属设备。它包括除氧器及其水箱、高压加热器、低压加热器、凝汽器、管道疏水扩容器、主油箱、抗燃油箱、密封油箱、小机油箱、高压辅汽联箱、中压辅汽联箱、低压辅汽联箱。

(2) 辅机设备。它包括电动给水泵组、汽动泵前置泵、汽动泵、除氧器再循环泵、凝结水泵、凝结水输送泵、循环水泵、工业水回收泵、水环式真空泵、胶球清洗泵、冷却水升压泵、密封油泵、高压交流油泵、直流事故油泵、顶轴油泵、抗燃油泵、抗燃油循环泵、中和泵、小汽轮机交流润滑油泵、小汽轮机直流事故油泵。

(3) 汽轮机热力系统。它包括主蒸汽系统，冷再热汽系统，热再热汽系统，主给水系统，高、低压旁路系统，真空系统，凝给水系统，循环水系统，抽汽系统，工业水系统，发电机水冷系统，发电机氢冷系统，发电机密封油系统，汽轮机润滑油系统，顶轴油系统，抗燃油系统，轴封供汽系统，疏水放水系统，小汽轮机润滑油系统，仪表用空气系统，杂用空气系统，胶球清洗系统。

(三) 燃料供应系统及其设备

1. 燃油系统及其设备

(1) 设备。它包括贮油罐、卸油泵、供油泵。