

全国火力发电工人通用培训教材



燃料设备运行

高级工

中国电力出版社

内 容 提 要

本书是根据部颁电力工人技术等级标准中高级工必备知识及技能要求编写的。全书共四篇十五章,重点叙述了燃油接卸、计量验收保管及系统的质量检验和运行维护故障处理;卸储煤机械的控制原理、安装检修质量标准及测试方法以及内燃机的基础知识;通用带式输送机、气垫带式输送机的主要参数计算以及输煤设备的安装、检修、检验项目及质量标准;集控方式、微机控制、工业电视、上位机监控及管理在输煤系统的应用实例及前景以及变频调速、煤位检测等方面的新技术。附录中简述了寒冷地区煤的解冻问题。

本书可供火力发电厂燃油值班员、卸储煤值班员、输煤及燃料集控值班员(高级工)使用,也可供有关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

燃料设备运行:高级工/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 7-80125-222-5

I. 燃… II. 山… III. 火电厂—电厂燃烧系统—设备—运行—技术培训—教材 IV. TM621.2

中国版本图书馆CIP数据核字(97)第02026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)

(天津市水利局印刷厂印刷)

各地新华书店经售

*

1997年7月第 1 版 1997年10月北京第 1 次印刷
787毫米×1092毫米 32开本 12.375印张 267千字
印数 5141—9220册 定价 10.00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)

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《燃料设备运行》高级工培训教材，全部内容分成四篇，共十五章，适用于燃油值班员、卸储煤值班员、输

煤值班员和燃煤集控值班员（高级工）四个工种。其中第一篇由太原第一热电厂周宝康编写，第二篇第五章由太原第一热电厂的张强编写，第六章由山西神头第二发电厂的苗永旺编写，第七章由太原第二热电厂的阎玉山编写，第三篇由太原第二热电厂高仰田编写，第四篇的第十二章至第十五章由山西神头第二发电厂的贾岡杰编写，附录由山西电力勘测设计院的侯国荣编写。全书由高仰田主编，由山西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，本书由辽宁发电厂余呈林、盛勤及清河发电厂傅景芳、陶万春审定，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（在此特提出太原第二热电厂的王春林同志）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 燃 油 值 班 员

第一章 燃油接卸、计量验收及保管	1
第一节 燃油运输方式	1
第二节 燃油的计量验收	5
第三节 进厂燃油质量验收和卸油及保管	14
复习题	15
第二章 燃油系统及其质量检验和油泵结构	18
第一节 燃油系统的任务及其组成	18
第二节 燃油系统设备及管道质量检验	22
第三节 离心式油泵结构	27
复习题	37
第三章 燃油系统设备运行维护和故障处理	40
第一节 概述	40
第二节 泵的运行和维护	40
第三节 常见故障处理	43
复习题	49
第四章 燃油安全与消防技术	52
第一节 燃油安全技术	52
第二节 油区系统设备动火措施	61

第三节 油区着火现象、原因、处理方法	64
复习题	66

第二篇 卸储煤值班员

第五章 卸储煤机械的控制	69
第一节 翻车机的控制	69
第二节 翻车机卸车线的控制	79
复习题	100
第六章 卸储煤机械的安装检修质量要求	103
第一节 斗轮堆取料机装配与安装质量要求及测试方法	103
第二节 转子式翻车机的安装质量要求及测试方法	111
第三节 主要卸储煤机械检修后的质量验收要求	115
复习题	124
第七章 内燃机基础知识	128
第一节 概述	128
第二节 内燃机的工作原理	130
第三节 机体与曲轴连杆机构	134
第四节 配气机构	139
第五节 柴油机燃料供给系	142
第六节 润滑系	144
第七节 冷却系	147
第八节 启动系	147
复习题	153

第三篇 输煤值班员

第八章 通用带式输送机的主要参数计算	157
第一节 概述	157

第二节	带式输送机的主要参数计算	163
复习题		185
第九章	气垫带式输送机	188
第一节	概述	188
第二节	部件特点及选用	189
第三节	气垫带式输送机的设计计算	197
复习题		215
第十章	钢绳牵引带式输送机	218
第一节	概述	218
第二节	特殊部件	220
复习题		227
第十一章	输煤设备的安装、检修检验项目及 质量要求	230
第一节	概述	230
第二节	输煤设备的安装检验质量标准	234
第三节	输煤设备检修质量要求	249
复习题		256

第四篇 输煤集控值班员

第十二章	集控方式	260
第一节	对系统设备的要求	260
第二节	控制方式	262
第三节	集中微机程序控制国内发展情况	266
第四节	集中微机程控的应用实例	275
第五节	PLC 的系统构成	292
第六节	工业电视及应用	298
第七节	上位机监控及管理	300
第八节	上位机监控及管理系统实例	304

复习题	310
第十三章 输煤系统常用的传感器	315
复习题	337
第十四章 变频调速及其应用	340
复习题	351
第十五章 集控值班员对设备的检查与验收	354
第一节 机械设备的检查与验收	354
第二节 电气设备的检查与验收	358
复习题	365
附录 煤的解冻	368
复习题	372
参考文献	374
后记	李振生

第一篇 燃油值班员

第一章 燃油接卸、计量验收及保管

第一节 燃油运输方式

燃油运输的方式很多，有铁路运输、水路运输、公路运输以及管道运输等。按分装方式不同，又可分为散装运输和整装运输。本节介绍的是发电及供热用燃料油的主要运输方式。

一、铁路油罐车运输

铁路油罐车是铁路运输石油的专用车辆。油罐车的容积，多数是 50m^3 。成列发运时，每列可编 35~50 辆，运量可达 2000t 左右。成列发运和单车分运都可以。它是我国目前石油运输的主要方式。

铁路油罐车按用途分为：轻油罐车、粘油罐车和润滑油罐车三种。

轻油罐车装运汽油、煤油、轻柴油，罐体为银铝色；粘油罐车装运重柴油、燃料油、原油，罐体为黑色；润滑油罐车为装运润滑油的专用车辆，罐体为银灰色。

为了便于卸油，粘油罐车和润滑油罐车下部均设有卸油管阀，罐内有固定的加温管和外部加温套层等装置。为了便于识别和使用，各罐体都按用途分别印有“轻油”、“粘油”和“滑油”的标记。

罐车的车型及油罐直径如表 1-1。

表 1-1 油罐车车型及油罐直径

序号	车型	型号	油罐直径 (mm)
1	G3	500	2048 (适用于竖直径 $D=2050\text{mm}$)
2	G3	500	2093 (适用于竖直径 $D=2100\text{mm}$)
3	G6、G9	4	2583
4	G10	700	1882
5	G11		2196
6	G12、G50	604	2596
7	G13	604	2596
8	G12、G16、G50	605	2594
9	G14	602	2596
10	G15	601	2573
11	G60A、G17A	662	2796
12	G60	600	2796
13	G18	—	2778

表 1-1 中使用最多的是国产 G12、G13、G14 和 G15 等型油罐车。在特殊情况下，有时也有用无下部卸油口的旧型油罐车承运粘度较大的重油和渣油。

汽车油罐车只能作容量不大的运输。而火力发电厂的耗油量很大，所以对发电厂来说，只在特殊情况下，急需补充运输燃油的时候使用。陆路运油一般是指铁路油罐车的来油方式。汽车油罐车本书就不介绍了。

二、船舶运输

船舶是我国沿海、沿江河一带常用散装石油的运输工具。

按航行能力和载重吨位的不同，油船可分为油轮及油驳两大类。

（一）油轮

油轮具有动力装置，除了航行系统外，还装有加热系统、自卸输入系统和消防系统。按载重吨位不同，分为 1000t、5000t、10000t、15000t、及 24000t 等几种。一般 15000t 级油轮有 19 个油仓，最多的有 27 个油仓。

因为油无挤压之忧，所以油船都是单甲板船。油船无吊货杆和吊货索具，有时为了起吊输油软管，在船首设置了辅助的吊货杆，油的装卸靠卸油泵。油船的船壳颜色几乎都漆成银灰、湖绿和淡蓝等冷色，以减少原油或成品油受热挥发。

油船容积大，船型较丰满，航速不快。远洋油船航速约 15~17 节，沿海油船大多为 13~15 节。因为大型油船的单位造价及运输成本都比小型油船低，因此对于原油长途运输，只要港口条件允许，世界各国都愿意建造和使用大型油船。

（二）油驳

油驳一般无自航能力，是依靠拖轮航行的。油驳按用途不同，分海驳和内河驳两类。载重吨位有 100t、300t、400t、600t、1000t、3000t 多种。1000t 油驳一般有 8 个油仓，油驳上装有加热管道、卸油泵、进出油管道和消防系统等设施。蒸汽和电源需由码头上供给。油驳的吃水都比较浅，载重 3000t 的油驳满载时，吃水也只有 3.3m。

（三）码头

目前，燃油电厂的卸油码头吨位都比较小，大多数电厂都不能停靠 5000t 以上的油轮。因此，油轮到港后多挂在江心浮筒上，再用千吨油驳或小油轮运到电厂卸油码头。

电厂码头的设施与港口的情况基本相同。卸油码头设有

固定卸油管道、蒸汽加热管道以及其他辅助设施（活络桥、卸油连接胶皮油管 and 蒸汽加热软管等）。为了将油卸净，在卸油管道上还装有旁路管道，当离心泵失去卸油能力时，可以开启旁路齿轮油泵，继续把油舱底的油料吸净。

三、管道运输

管道运输是石油运输中最经济、最安全的一种运输方式。管道输送压力最高达 $0.6 \sim 0.7 \text{ MPa}$ ，为便于长距离输送，在首站和尾站间设有若干个中间泵站或加温站，以提高输送效率。管道运输的主要优点是：

(1) 运输能力大。以直径为 720 mm 的输油管计算，连续输油每年可达 2000 万 t 左右。

(2) 运输成本低。管道运输的成本一般只有铁路运输时成本的 $1/3$ 。

(3) 损耗小。管道运输基本上为密闭输送，运输损耗在 2% 左右，并且不受季节、气候的影响。

我国各大油田生产的原油除了用铁路罐车直接输送给用户外，大部分原油通过输油管直达港口，各港口的码头上设有若干油罐以及输入输出系统、加热系统、消防系统等设施。装油时，从码头上将原油耐压胶管接在油轮的进口管上，即可往油轮上输油。成品油的运输，目前大部分依靠铁路完成。通过管道输送的只占全部产量的 14% 。

电厂距离炼油厂 15 km 以内时，一般采用管道将油从炼油厂输送到电厂，对于燃用高粘度燃料油的大容量电厂来说，即使距离炼油厂较远，经过技术经济比较，可以考虑采用管道输油。

四、燃油的安全运输

燃油是一种易燃易爆的物质。特别是含有轻质馏分的原

油和易挥发的某些成品油，在常温或加温时会挥发大量的油气，它的密度一般比空气大，往往沉积在油仓的空间和管道中。溢出的油气在无风时，会停留在船体周围或某些角落里，当燃油气体浓度积聚到爆炸界线范围之内时，一旦碰到明火或静电摩擦引起火花，就会着火或发生强烈爆炸。

为了安全，装卸燃油时，必须注意以下几点：

(1) 在油轮区内禁止任何火种。在装卸油时，船体周围50m内不得有明火作业。

(2) 油船装卸完了后，应及时将油舱盖盖好，并应有专人负责检查。

(3) 严禁穿有铁钉的鞋子上船，使用铁制工具应轻拿轻放。油船在装卸过程中油气大量溢出时，应停止某些作业，以防摩擦产生火花。如开启油门、舱盖时，禁止用铁扳手作业，必须使用铜制扳手。

(4) 在给油加热时，应掌握不得超过各类油品的安全温度。

(5) 船上一切电器设备均应为防爆型的。

(6) 定期检查油轮通风管道及消防设备，加强对船员和电厂码头卸油人员的安全、消防知识教育。

第二节 燃油的计量验收

目前国内计量散装石油及液体石油产品，采用体积质量法，即先对石油及液体石油产品的体积、温度、密度进行测定，进而计算石油及液体石油产品的质量。

一、石油及液体石油产品密度测定及计量换算

为了做好石油的计量验收工作，必须了解石油及液体石