

全国电力出版指导委员会出版规划重点项目

火力发电职业技能培训教材

HUOLIFADIAN ZHIYE JINENG PEIXUN JIAOCAI

燃料设备运行

火力发电职业技能培训教材编委会 编

紧贴职业技能鉴定
体现火电技术发展
突出实际操作技能



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

全国电力出版指导委员会出版规划重点项目

火力发电职业技能培训教材

燃料设备运行

邓金福 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本教材是根据《中华人民共和国职业技能鉴定规范·电力行业》对火力发电职业技能鉴定培训的要求编写的。教材突出了以实际操作技能为主线,将相关专业理论与生产实践紧密结合的特色,反映了当前我国火力发电技术发展的水平,体现了面向生产实际为企业服务的原则。

本教材基本上按《鉴定规范》中的火力发电的运行与检修专业进行分册。全套教材总共 15 个分册,内容包括了《鉴定规范》中相关的近 40 个工种的职业技能培训。针对教材中的重点和难点,还将配套出版各分册的《复习题与题解》。

本教材的作者和审稿人均均为长年工作在生产第一线的技术人员,有较好的理论基础和丰富的实践经验和培训经验。

本书为《燃料设备运行》分册,包括 3 个工种的培训内容。本书分卸储煤值班员、输煤值班员和集控值班员三篇,适合于输煤一线工人学习使用。书中多实际应用,少理论计算,以图多字少的形式力求全面地介绍行业技术内容精华。本书按专业知识结构体系分类,从结构原理和使用维护到故障排除进行讲解,由系统到局部新旧对比、点面结合。

本教材为火力发电职业技能鉴定培训教材,火力发电现场生产技术培训教材。也可供火电类技术人员及技术学校教学使用。

图书在版编目(CIP)数据

燃料设备运行/《火力发电职业技能培训教材》编委会编.
—北京:中国电力出版社,2005
火力发电职业技能培训教材
ISBN 7-5083-2445-5

I. 燃… II. 火… III. 火电厂—电厂燃料系统—运行—技术培训—教材 IV. TM621.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 067189 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>)

北京密云红光印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2005 年 1 月第一版 2006 年 11 月北京第三次印刷
850 毫米×1168 毫米 32 开本 18 印张 616 千字 1 插页
印数 7001—10000 册 定价 32.00 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)

前言

近年来,我国电力工业正向着大机组、高参数、大电网、高电压、高度自动化方向迅猛发展。随着电力工业体制改革的深化,现代火力发电厂对职工所掌握知识与能力的深度、广度要求,对运用技能的熟练程度,以及对革新的能力,掌握新技术、新设备、新工艺的能力,监督管理能力,多种岗位上工作的适应能力,协作能力,综合能力等提出了更高、更新的要求。这都急切地需要通过培训来提高职工队伍的职业技能,以适应新形势的需要。

当前,随着《中华人民共和国职业技能鉴定规范》(简称《规范》)在电力行业的正式施行,电力行业职业技能标准的水平有了明显的提高。为了满足《规范》对火力发电有关工种鉴定的要求,做好职业技能培训工作的中国电集团公司、中国大唐集团公司与中国电力出版社共同组织编写了这套《火力发电职业技能培训教材》,并邀请一批有良好电力职业培训基础和经验、并热心于职业教育培训的专家进行审稿把关。此次组织开发的新教材,汲取了以往教材建设的成功经验,认真研究和借鉴了国际劳工组织开发的 MES 技能培训模式,按照 MES 教材开发的原则和方法,按照《规范》对火力发电职业技能鉴定培训的要求编写。教材在设计思想上,以实际操作技能为主线,更加突出了理论和实践相结合,将相关的专业理论知识与实际操作技能有机地融为一体,形成了本套技能培训教材的新特色。

《火力发电职业技能培训教材》共 15 分册,同时配套有 15 分册的《复习题与题解》,以帮助学员巩固所学到的知识和技能。

《火力发电职业技能培训教材》主要具有以下突出特点:

(1) 教材体现了《规范》对培训的新要求,教材以培训大纲中的“职业技能模块”及生产实际的工作程序设章、节,每一个技能模块相对独立,均有非常具体的学习目标和学习内容。

(2) 对教材的体系和内容进行了必要的改革,更加科学合理。在内容编排上以实际操作技能为主线,知识为掌握技能服务,知识内容以相应的职业必须的专业知识为起点、不再重复已经掌握的理论知识,以达到再培训,再提高,满足技能的需要。

凡属已出版的《全国电力工人公用类培训教材》涉及到的内容,如识绘图、热工、机械、力学、钳工等基础理论均未重复编入本教材。

(3) 教材突出了对实际操作技能的要求,增加了现场实践性教学的内容,不再人为地划分初、中、高技术等级。不同技术等级的培训可根据大纲要求,从教材中选取相应的章节内容。每一章后,均有关于各技术等级应掌握本章节相应内容的提示。

(4) 教材更加体现了培训为企业服务的原则,面向生产,面向实际,以提高岗位技能为导向,强调了“缺什么补什么,干什么学什么”的原则,内容符合企业实际生产规程、规范的要求。

(5) 教材反映了当前新技术、新设备、新工艺、新材料以及有关生产管理、质量监督和专业技术发展动态等内容。

(6) 教材力求简明实用,内容叙述开门见山,重点突出,克服了偏深、偏难、内容繁杂等弊端,坚持少而精、学则得的原则,便于培训教学和自学。

(7) 教材不仅满足了《规范》对职业技能鉴定培训的要求,同时还融入了对分析能力、理解能力、学习方法等的培养,使学员既学会一定的理论知识和技能,又掌握学习的方法,从而提高自学本领。

(8) 教材图文并茂,便于理解,便于记忆,适应于企业培训,也可供广大工程技术人员参考,还可以用于职业技术教学。

《火力发电职业技能培训教材》的出版,是深化教材改革的成果,为创建新的培训教材体系迈进了一步,这将为推进火力发电厂的培训工作,为提高培训效果发挥积极作用。希望各单位在使用过程中对教材提出宝贵建议,以使不断改进,日臻完善。

在此谨向为编审教材做出贡献的各位专家和支持这项工作的领导们深表谢意。

《火力发电职业技能培训教材》编委会

编者的话

1997年2月本社出版的全国火力发电厂工人通用培训教材《燃料设备运行》(初级工、中级工、高级工),在火电厂输煤行业得到了广泛的应用,随着全国大中型火电厂输煤系统的发展,燃料运输新技术不断提高。燃煤输送的生产任务主要是卸煤、储煤、输煤、配煤、碎煤和清除煤中杂质,保证及时足量供应合格的燃煤。对于目前日耗煤量10000t以上的大中型火电厂,在资源稀缺和煤质标准降低的情况下要完成合格清洁的供煤任务,对运行技术管理和设备的可靠性要求必然更高。运煤设备在不停地磨损、碰撞、修理或更换,整个输煤过程表现为资金量、劳动力和技术性高度集中的紧张状态,说明燃料运行在电力生产过程中是不可低估的咽喉环节。如何保证设备运行的可靠性、减少燃料运行人员与维护人员劳动强度、提高经济效益,成为一个象征火电企业进步的标志。

本书面向装机容量为1000MW左右的大中型火电厂编写,多实际应用,少理论计算,从燃料车间一线工人的技术实用性出发,以图多字少的形式力求全面地介绍行业技术内容精华,本书按专业知识结构体系分类,从结构原理到使用维护和故障排除进行讲解,由系统到局部新旧对比、点面结合。

根据工种按设备类型划分章节,每一章节内容的基本顺序是结构和工作原理→运行与故障判断→试运验收与经验总结,以使读者对设备可以有一个全面的了解与掌握,对于通用基础知识在各篇中分类出现、避免重复,但不同工种都应该对此有所掌握。

对同一工种的初级→中级→高级→技师没有细分小节,同设备同工种的技术级别应按系统或整体→单元或设备→局部或部件→零件及理论的顺序学习。读者可以按这些由浅入深的思路顺序对相应的专业知识系统掌握,全书是根据《中华人民共和国职业技能鉴定规范(电力行业) 燃料运行与检修专业》的要求编写的专业性书籍。适合于基层工人在技术深度和广度上兼顾学习,工种级别越高,涵盖的设备专业应越细越广。

各章将同类设备中应用较广代表性较强的设备放在前节,同时在其中介绍这类设备的公用技术知识,后面章节中的同类型的设备只介绍个别特性。全书编写人员如下:

主编:邓金福

主审：李恒煌

参编：邓金福 刘茹娜 丁彩珍 任效君 郭翠莲 康蕊峰 史忠裕
曹万华

由于水平有限，书中难免多有不妥之处，敬请读者批评指正。

2004年3月

目 录

前言

编者的话

火电厂燃料卸储运系统概况 1

第一篇 卸储煤值班员

第一章 实用液压传动与钢	第五章 装卸桥 94
丝绳传动 11	第一节 装卸桥的结构和
第一节 液压系统概述 11	工作过程 94
第二节 液压油 13	第二节 装卸桥的运行操
第三节 液压元件 14	作 98
第四节 钢丝绳传动 27	第三节 装卸桥的常见故
第二章 翻车机卸车系统 30	障及处理 100
第一节 翻车机系统概述 30	第四节 装卸桥的质量验
第二节 “C”型转子式翻	收标准 102
车机系统 35	第六章 卸船机和汽车卸
第三节 “O”型转子式翻车	车机 103
机系统 49	第一节 原煤卸船机 103
第四节 侧倾式翻车机 73	第二节 汽车卸车机 105
第三章 底开门自卸车系统 77	第七章 悬臂式斗轮堆取
第一节 底开门自卸车结构 77	料机 110
第二节 底开车的使用与维	第一节 悬臂式斗轮堆取
护 81	料机的结构 110
第四章 螺旋卸煤机和链斗	第二节 悬臂式斗轮机的运
卸车机 84	行与维护 129
第一节 螺旋卸的结构 84	第三节 斗轮机常见故障及
第二节 运行与维护 87	其处理 136
第三节 常见故障与处理 89	第四节 斗轮机调试与验
第四节 链斗卸车机 89	收 138

第五节 综述	139	和工作原理	152
第八章 门式斗轮堆取料机 及其他煤场机械	141	第二节 推煤机的技术性能 与结构	159
第一节 门式斗轮机的 结构	141	第三节 推煤机的使用	163
第二节 门式斗轮机的 运行	146	第四节 推煤机的保养	170
第三节 门式堆取料机的结 构改进	148	第五节 推煤机的验收质量 标准	171
第四节 圆形煤场堆取料机 介绍	149	第十章 储煤设施和冻煤 处理	173
第五节 其他煤场机械	150	第一节 储煤斗和储 煤罐	173
第九章 推煤机	152	第二节 干煤棚	177
第一节 柴油内燃机的结构		第三节 冻煤处理方案	179

第二篇 输煤值班员

第十一章 燃煤的特性 与管理	185	第一节 输煤系统概述	236
第一节 燃煤基本性能	185	第二节 普通带式输 送机	238
第二节 煤的燃烧特性	188	第三节 气垫皮带机	282
第三节 燃煤采样与 化验	190	第四节 钢丝绳芯胶带	284
第四节 燃煤管理综述	199	第五节 管状带式输 送机	286
第十二章 通用机械驱动 部件	205	第六节 其他连续运 输机	290
第一节 减速机传动及其 润滑	205	第十四章 给煤设备	299
第二节 减速机及其他设 备润滑	214	第一节 叶轮给煤机	299
第三节 联轴器	222	第二节 电磁式振动给 煤机	306
第四节 制动器	232	第三节 惯性振动给煤 机	309
第十三章 皮带输送机	236	第四节 激振式振动给	

煤机	313	第四节 振动筛和其 他筛	378
第五节 皮带给煤机	315	第二十章 计量设备	384
第六节 环式给煤机	316	第一节 电子皮带秤	384
第十五章 落煤装置	320	第二节 核子秤	387
第一节 落煤斗	320	第三节 料斗秤	388
第二节 煤料分流装置	321	第四节 电子汽车衡	389
第三节 缓冲锁气器	324	第五节 动态电子轨 道衡	391
第四节 输煤槽	327	第六节 激光盘煤装置	393
第十六章 碎煤设备	330	第二十一章 自动采制样 设备	396
第一节 环锤式碎煤机	332	第一节 自动采样装置	396
第二节 锤击式碎煤机	338	第二节 皮带机机械采制样 设备	398
第三节 反击式碎煤机	343	第三节 煤质在线监测仪	400
第四节 其他碎煤机	345	第二十二章 燃料现场防尘 抑尘措施	403
第五节 减振平台	347	第一节 概述	403
第十七章 配煤设备	349	第二节 输煤系统防尘抑 尘及综合治理	405
第一节 犁煤器	349	第三节 喷淋洒水部件	414
第二节 移动式皮带配 煤机	356	第二十三章 除尘器	418
第三节 配煤小车	357	第一节 水激式除尘器	418
第十八章 除铁器	360	第二节 其他湿式除 尘器	422
第一节 带式永磁除 铁器	361	第三节 袋式除尘器	423
第二节 带式电磁除 铁器	363	第四节 高压静电式除 尘器	428
第三节 其他电磁除 铁器	366	第五节 其他除尘器	431
第十九章 大块分离和筛 煤设备	369	第二十四章 排污系统	434
第一节 除大块装置	370		
第二节 固定筛	374		
第三节 滚轴筛	375		

第三篇 集控值班员

第二十五章 燃料设备动	力用电	443	第四节 给煤机的控制	501
第一节 输煤配电系统		443	第二十八章 输煤设备控制	
第二节 三相异步电动机的	使用	449	与保护	506
第三节 操作电工		454	第一节 输煤现场传感	
第二十六章 控制部分电器元件			器	507
和设备		458	第二节 输煤系统集中	
第一节 常用低压控制电器			控制	524
元件		458	第三节 输煤程序控制	527
第二节 变频器与软启动			第四节 综述	545
开关		468	第二十九章 输煤现场工业电	
第三节 可编程序控制			视监视系统	547
器		477	第一节 工业电视系统	
第二十七章 主要专用设备的			介绍	547
控制		492	第二节 监视系统的主要	
第一节 “O”型转子式翻			部件	553
车机的控制		492	第三节 输煤现场监控系	
第二节 “C”型转子式翻			统的软件组成与	
车机的控制		495	操作	556
第三节 悬臂式斗轮机堆取			第四节 监视系统日常维护	
料机的控制		498	与常见故障	560
			参考文献	562

火电厂燃料卸储运系统概况

火电厂是将动力燃煤的化学能生产转变为电能的工厂，煤是地球上储量最丰富的化石燃料，总量在十万亿吨以上。按世界目前的耗煤量推知，还可用数百年之久，但煤的开采、运输与使用过程也将变得更为困难复杂。

燃煤通过火车、大型卡车、驳船或带式输煤机等厂外运输工具由煤矿运到火电厂，火电厂燃料专业主要负责的是厂内运输，即如何将到厂的车船等运输工具上的燃煤送往主厂房的煤仓间或储煤场。

随着我国近二十多年来电力工业的迅速发展，大中型火电厂遍及各地，百万千瓦以上的大容量火电厂也不少，普通火电厂所用燃煤从日耗数百吨猛增到万吨以上，如此集中的用煤量不是靠简单的人力就可以完成的，没有现代化的重型机械输送设备是不可能实现的。惟有高度机械化、自动化的输煤系统才能很好地满足现代火电厂的锅炉用煤。国内外事实已经充分证明，高度机械化、自动化的输煤系统不仅可以解放劳动力，减轻工人的劳动强度、消除空气污染，改善劳动条件，而且还可以缩小占地面积，提高设备利用率，减少投资，增加效益。

一座装机容量为 600MW 的火电厂，每天需要 5500t 左右的标准煤，相当于其标准煤耗是 $382\text{g}/(\text{kW}\cdot\text{h})$ 。煤耗是火电生产的一项重要经济指标，是指每发 $1\text{kW}\cdot\text{h}$ 电所耗用的煤量，为了便于统计和比较，一般都以标准煤耗来表示火电厂的耗煤率。低位发热量为 $29.26\text{MJ}/\text{kg}$ 的煤定义为标准煤，如果某 600MW 火电厂实际上用的是发热量为 $16.72\text{MJ}/\text{kg}$ 的煤，则其实际日耗煤量将达到 9625t。随着电力生产的扩大和燃煤资源的紧缺，供需矛盾将越来越突出，燃料系统的出力和可靠性要求也将越来越高。一个容量为 1200MW 的百万电厂如果燃用这种煤时，日耗煤量将在 20000t 以上，相当于每日进 7 列车煤（每列 48 节，每节 60t）336 节，但一般火电厂都应燃用 $20.9\text{MJ}/\text{kg}$ 的中热值煤，这样日耗煤量也在 16000t 以上。可见火电厂燃煤运输任务是十分艰巨的。

目前,我国好多火电厂输煤系统已基本实现了自动化,将电子计算机应用于输煤系统,采用集中程序控制,在厂内连续运输与储存方面,输送如此大量的电力燃煤已经形成了一整套全电脑控制下的高度自动化的大型燃煤接卸、运输和粗加工工艺生产系统。作为电力生产公用系统的咽喉要道,对几十套重型机械化设备的使用与维护,更是一个具有一定深度与广度的专业知识结构体系。

火电厂煤场存煤既要保证数量,又要保证煤质,不降低发热量。因为煤在储存过程中要风化和自燃,煤场的煤储存原则是烧旧存新,也就是每日来的煤先储存起来,每日耗用的煤从煤场的存煤中取送。这样存煤就能保证煤的质量不受影响。煤场周边的煤因堆取料机取不到,需要用推煤机定期推向堆取料机工作区域,防止煤因长期不用而热值降低和自燃。储存的煤暂时或短期不用,最好用推煤机压实,尽量隔绝空气,保证煤质不会因储存期过长而热值大幅度降低。

一般火电厂的煤场储存量要求在满负荷下储存 7~15 天的燃煤,以防止因运输的中断(如因气候影响,铁路中断、水路中断、公路中断)的情况下,电厂仍能够安全生产。煤场容量与煤场机械的运行管理及整个运煤设施的布置和运行条件都有密切的关系。一般煤场多为条形煤场,常见的煤场机械有装卸桥(5t×40m)、DQ3025、DQ5030、DQ8030、DQ4022、DQ2400/3000·35 型斗轮堆取料机及 MDQ15050 型门式滚轮机等。处于山凹地区的多为圆形煤场,相应采用圆型煤场斗轮堆取料机(如 DQ4022 型)。另外也采用筒仓(也称为储煤罐)作为缓冲储煤仓,也可作为混煤仓。

在多雨的地区,发电厂要防止雨季因煤湿影响安全生产,需设置干煤棚。干煤棚可根据锅炉磨煤机和煤场设备的形式确定,其储存量为电厂日最大耗煤量的 3~5 倍。

厂内运输可分为两部分,一是及时将车船等运输工具上的燃煤全都卸下并运往主厂房的煤仓间或煤场的卸储煤部分;二是将车船或煤场等处的燃煤运送到煤仓间的输煤部分。由于各电厂情况有别,所使用的设备和流程也就各不相同,下面简要介绍几种燃料系统布局的典型结构。

某厂 2×300MW 机组的以翻车机接卸火车煤的燃料供应系统如图 0-1 所示,这种布局共有 4 个煤场,2 台斗轮机,2 套翻车机系统,8 段共 16 条皮带机。斗轮机可以堆料又可以取料,煤场有汽车可以辅助卸煤。

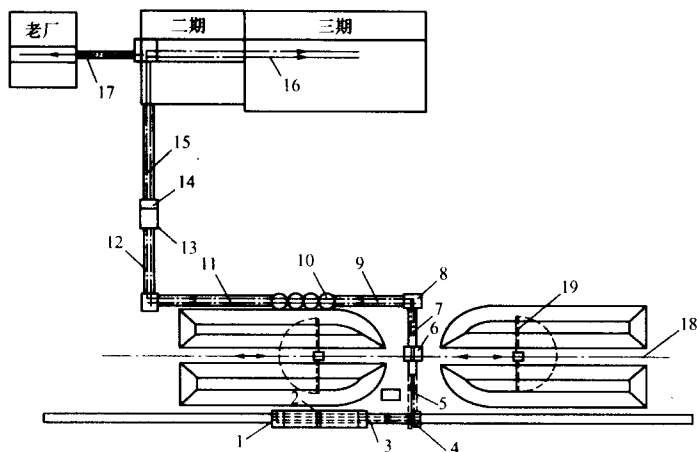


图 0-2 螺旋卸车机和斗轮机为主的燃料供应系统

1—双线缝式煤槽；2—螺旋卸车机；3、5、7、9、11、12、

15~18—带式输送机；4—地下转运站；6、8—转运站；10—混煤罐；

13—碎煤机室；14—除尘间；19—斗轮堆取料机。

1800t/h 的上煤任务。

全书第一篇将介绍翻车机、卸煤机和斗轮机卸煤部分和储煤部分的设备。将燃煤送往煤仓间的过程还要经过几百米甚至上千米的多条皮带机多级提升后才能到达三十多米高的配煤间，输送中还要对燃煤进行各种必要的加工处理，筛分、破碎、清除燃煤中的铁木石三大块，以及除尘、自动计量、在线化验和自动混配燃煤等，这一输煤过程也是比较复杂的，将在本书第二篇做详细介绍。

耗煤量如此大、设备如此多的大型运煤系统没有高度的自动化技术装备仅靠人力是难以完成生产任务的，高度机械化的输煤技术是现代火电厂具备先进生产力的进步标志。实现火电厂燃料输送系统自动化是电力工业建设中的一个重要环节，随着电子技术的发展，很多高性能传感、检测元件和可编程序控制器（PLC）在输煤系统中得到推广、应用，为实现燃料输送系统的远距离程序控制创造了条件，我国有很多大型火电厂的输煤系统已实现了微机程序控制、工业电视监视系统。在燃料输送现场几乎看不到人力操作，完全实现了燃料输送系统的自动控制。一座装机容量为

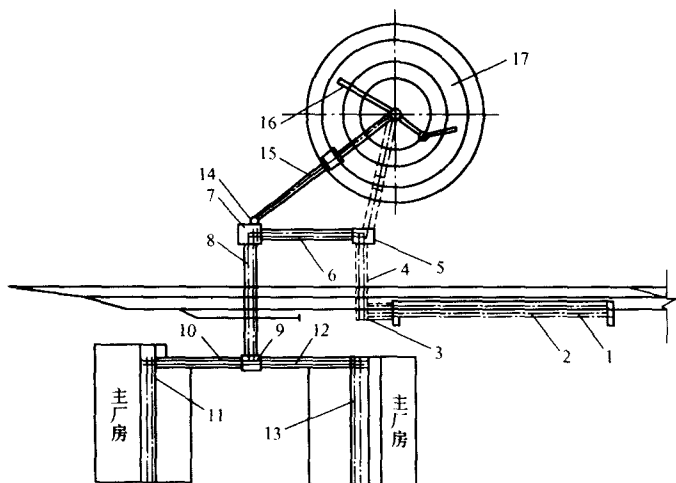


图 0-3 底开车和圆形储煤场斗轮机为主的燃料供应系统

1—单线缝式煤槽；2—带式输送机；3—转运站；4—带式输送机；

5—转运站；6—带式输送机；7—碎煤机室；8—带式输送机；

9—转运站；10~15—带式输送机；16—圆形斗轮堆取料机；17—储煤场

600MW 的现代化电厂，输煤设备遍布火电厂的大半个生产厂区，整个输煤系统的工作人员不到 30 名，平均每个班组的值班人员才 6 人左右，工作人员多在集控室内通过电视屏幕观察输煤系统的运行情况，对设备自动与保护性能的可靠性要求是不言而喻的，一旦某个部位出现故障，报警器应能立即发出信号，然后前往处理。本书将在第三篇中详细介绍有关电气与自动控制部分的内容。

在未来的发展中，管道水力输煤将被认为是火电厂输煤技术的发展方向，所谓管道输煤是将要运输的燃煤破碎后加入一定量的水后磨碎成 3mm 以下的粒度，再加水制成适于泵送的煤浆（固液比 1:1）。以 7MPa 的压力注入管道，中间根据需要适当设置加压泵站，将煤浆输送到发电厂。煤浆在终点站必须脱水，在脱水厂采用离心分离机和加压过滤器去掉大部分水分，使水分降到 10% 以下达到储存和使用的要求，必要时还应增加烘干方法。管道输煤的优点是运行费用低，可靠性高，并能够满足环境保护的要求，成本只相当于铁路运输的一半。管道输煤的主要缺点是脱水工艺复

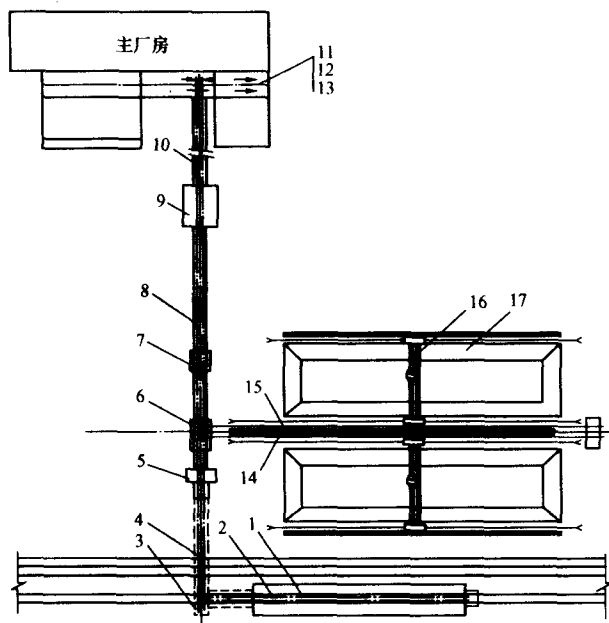


图 0-4 底开车和门式斗轮机为主的燃料供应系统

- 1—双线缝式煤槽；2—带式输送机；3—转运站；4—带式输送机；
5—输送机传动站；6—转运站；7—集中控制室；8—带式输送机；
9—碎煤机室；10~15—带式输送机；16—门式滚轮堆取料机；17—储煤场

杂，费用较高，使管道输煤的发展受到了限制。燃用洗中煤的矿区电厂可以考虑把当地洗煤厂的后半段中煤脱水工艺迁入电厂，中间用管道将中煤泥浆输送过来。降低了脱水费用后，管道输煤将变得更为环保经济实用。

提示 以上概括介绍了燃料系统的结构和组成，实用于卸储煤值班员、输煤值班员和集控值班员的初级工了解掌握。