

火电生产类学徒工初级工培训教材

燃料设备运行与检修

(试 用 本)

水利电力出版社

内 容 提 要

本书为火电生产类学徒工初级工培训教材之一。全书共分九章,包括:燃煤的基本知识及运输,受卸装置、煤场机械、运煤机械、筛碎设备、给配煤设备、计量设备、控制与保护和运煤系统除尘。每章之后均附有思考及作业题。

本书可供具有初中毕业文化程度的学徒工、初级工培训使用,也可供中级以上的技术工人自学时参考。

火电生产类学徒工初级工培训教材

燃料设备运行与检修

(试 用 本)

*

水利电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号)

水利电力印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 11.5印张 255千字

1983年12月第一版 1983年12月北京第一次印刷

印数00001—26000册 定价0.95元

书号 15143·5284

前 言

为了提高水利电力系统学徒工、初级工的技术水平，使技工培训工作逐步走向正规化、系统化，我们统一组织编写了水电生产、水电施工、火电生产、火电建设和供电等五类学徒工初级工的培训教材。

这五类培训教材是按照原水利部、原电力工业部颁发的工人技术等级标准中相应的应知技术理论要求编写的。每一工种的培训教材包括基础课与专业课两部分，注意到学徒工、初级工两个阶段技术理论教育的系统性和完整性，力求密切联系生产实际，深入浅出，突出工人培训教材的特点。

火力发电生产类培训教材包括22个工种共23本，其中基础课11本，专业课12本，委托山西省电力工业局组织编写，并约请各大区网局和省电力工业局的有关同志参加审稿。

《燃料设备运行与检修》系专业课教材之一，主要讲解燃煤部分，由山西省电力勘测设计院孟新民主编，参加编写者有：韩玉男（第一、四章）、侯国荣（第二、七章）、孟新民（第三、五、六章）、陈琼英（第八章）、袁捷（第九章）。山西省电力勘测设计院孙岱同志审查了书稿。青山热电厂、杨树浦发电厂、石家庄热电厂、抚顺发电厂、宝鸡电厂和郑州热电厂等单位参加了书稿审定工作。

由于编写时间仓促、又缺乏经验，培训教材中难免存在错误和不妥之处，现以试用本出版，内部发行。希望使用单位和广大读者提出宝贵意见，以便提高再版的质量。

水利电力部

1982年10月

目 录

前 言

第一章 燃煤的基础知识及运输..... 1

第一节 燃煤管理 1

第二节 煤的基本特性 5

第三节 厂外运输 12

第四节 运煤系统 14

第二章 受卸装置..... 25

第一节 概述 25

第二节 翻车机及翻车机卸车线 25

第三节 螺旋卸车机 69

第四节 链斗卸车机 76

第五节 煤漏斗底开车 83

第六节 受煤设施 87

第三章 煤场机械..... 94

第一节 概述 94

第二节 斗轮堆取料机 98

第三节 装卸桥 117

第四节 贮干煤设施 138

第四章 运煤机械 148

第一节 概况 148

第二节 胶带（输送带） 153

第三节 驱动装置 167

第四节 传动滚筒 172

第五节	改向滚筒	174
第六节	托辊	174
第七节	清扫装置	176
第八节	拉紧装置	177
第九节	卸煤与落煤装置	179
第十节	运行与检修	183
第五章	筛碎设备	200
第一节	碎煤装置	200
第二节	煤筛	204
第三节	碎煤机	218
第四节	清除杂物的设备	230
第六章	给配煤设备	239
第一节	叶轮给煤机	239
第二节	电磁振动给煤机	247
第三节	往复式给煤机	253
第四节	皮带给煤机	256
第五节	移动式皮带给煤机	258
第七章	计量设备	261
第一节	轨道衡与自动轨道衡	261
第二节	电子轨道衡	264
第三节	机械式皮带秤	268
第四节	电子皮带秤	270
第八章	控制与保护	276
第一节	概述	276
第二节	控制与保护的主要内容	277
第三节	传感器和执行机构	281
第四节	运煤系统集中控制	318
第九章	运煤系统除尘	327
第一节	概述	327

第二节	除尘点及常用除尘方式	330
第三节	吸尘罩及风管	334
第四节	除尘设备	336
第五节	卸尘装置	351
第六节	除尘系统的运行与检修	355

第一章 燃煤的基础知识及运输

第一节 燃 煤 管 理

一、燃煤管理的重要性

我国煤炭资源极其丰富。根据我国的能源政策，火力发电厂今后仍将以燃煤为主。故燃煤电厂会不断出现。由于电厂单位机组和电厂容量的增大燃煤量也相应增大，这就使得燃煤管理更为复杂。

燃煤电厂每天大量来煤需妥善管理，这些煤炭的数量、质量以及贮存翻烧都需要一定的设施和办法，因此电厂的煤炭管理是电力生产过程中的一个不可缺少的环节。尤其对大中型电厂往往由于对燃料管理不够妥善而影响投产和正常运行。所以电厂对燃煤管理是不容忽视的。

二、燃煤的验收与管理

从国内电厂的运行经验可以看出，一个中型电厂每天来煤6000~7000吨，一个大型电厂每天来煤要上万吨，对这样大数量的来煤，必须进行燃煤的验收与管理。

（一）煤的验收

电厂应首先认真准确地验收来煤量，以利验证锅炉煤耗，切实地提高电厂的经济性。应把好质量关，以保证锅炉的合理燃烧。为此，当煤运到电厂后，必须进行来煤的检斤计量，取样分析（供化验室化验）。

1. 计量验收

计量方法有以下几种

(1) 人工法 人工法也称量尺法，即按车皮进行检斤计量。煤经煤矿装车运到电厂后，由电厂煤管理员计算出煤的体积，再根据煤的容重算出每车煤重。

每车煤的体积系根据测出车皮内煤的长、宽、高进行计算，其体积为

$$V = LBH$$

式中 V ——煤的体积，米³；

L ——煤的长度，米；

B ——煤的宽度，米；

H ——煤的高度，米。

煤的重量 G 按下式计算

$$G = V\gamma$$

式中 G ——煤的重量，吨；

V ——煤的体积，米³；

γ ——煤的容重，吨/米³。

煤的容重可由煤矿的分析资料得到，但一般通过实测决定，即把单位体积的标准容器装满煤炭，经运输振动，到电厂后称出容器内煤重，量出体积，可计算出容重 γ 。

此法所测得煤的容重，必需得到煤矿与电厂双方承认，方能作为计算来煤量的依据。容重必须相隔一定时间进行复测修正，保证电厂来煤量计算的准确性。

(2) 采用计量设备的称量法 对采用铁路运输的电厂，来煤进厂未卸车前，先经轨道衡进行称量同时记录来煤量。现在应用的动态轨道衡有机械式、电子式两种。煤车在要求的速度下通过衡器进行自动称量（轨道衡具体称量方法、称量原理见第七章）和记录，然后再到受卸装置中卸下。

(3) 其它称量法 水路运输来煤量，一般采用测量船

的排水深度和皮重表来确定。

采用设备仪表计量时，计量用的一切设备和仪表应定期进行校验和调整。轨道衡等设备还应得到国家专门机关定期校验所发给的合格证书。

2. 取样分析验收

煤质应保证锅炉的燃烧效率和稳定安全运行，为此应取得可靠的煤质资料，电厂设有化验室，每天对来煤进行取样化验。在运煤系统中还需要设置取样装置，定期供给化验室煤样。

取样的方法有人工取样和取样器取样。人工取样比较简单，它是由人员到煤车、船或运煤系统中按规定方法取样。取样器取样分为机械取样器和电磁取样器。它们分别以头部滚筒为动力和电磁铁吸引力为动力带动取样装置，间隔 5 ~ 10 分钟取样一次，取得的煤样经落煤管到小型的破碎装置破碎后再经旋转缩分装置到取样筒。

（二）燃煤的管理

运煤车间除做到上述要求外，保证不间断的向原煤斗供煤是运煤车间的主要任务。

由于电厂与煤源点有一定的距离，煤要经过长途运输，运输方法也有所不同，有时几个煤源点同时向一个电厂供煤。使得电厂来煤总是间断性的。以铁路运输为例，每天进车列数要以电厂容量而定，由一列到数列，每次来煤几百吨到几千吨。这些煤卸下后，一部分运到主厂房原煤斗，一部分贮存在煤场，待煤斗缺煤时使用。另外厂内的贮煤也作为来煤不均衡或厂外运输及煤矿故障时的调节之用。

据电力工业技术管理法规中规定，贮煤场的容量应根据交通运输条件和来煤情况确定。一般采用下列数值：

(1) 经过国家铁路干线来煤的发电厂为 7~15 天的耗煤量；

(2) 不经过国家铁路干线，而由煤矿直接来煤的发电厂为 5 天以下的耗煤量；对靠近煤矿的发电厂，当来煤可靠时，一般不设贮煤场；

(3) 由水路来煤的发电厂，根据水路可能停止运输的时间考虑贮煤量。

据上所述，除特殊情况外，火电厂存煤一般在七天到十五天。这对燃煤量较多的大、中型电厂来讲，厂内贮煤量是相当大的。这些贮煤需定期堆、取、翻烧。为延长存放时间应分层压实贮存。对易自燃的煤不宜长期存放时应有防止自燃的措施，要经常检查煤堆温度，做好通风散热。尤其对边坡温度的变化应随时注意，当温度升高到 60℃ 以上时应查明原因，采取措施，防止自燃。

南方多雨地区，煤场应设干燥棚。并设有相应的存取设备。

(三) 煤场的储煤方式及作业

电厂的贮煤有露天贮煤和封闭贮煤两种方式。采用何种方式要根据煤质情况、煤的发热量、挥发份含量、电厂与煤矿的距离、运输手段、存煤量的多少以及周围环境的要求等因素决定。

对运距远、煤源点多、煤的发热量低（即锅炉每小时燃煤量大）和电厂含水量大等需要存煤量多的情况，一般采用露天煤场。煤场中又分为燃用煤场和永久煤场。燃用煤场作为来煤的暂时存放以供经常使用。而永久煤场则堆成规则形状分层压实，可以存放一定时间，只进行有计划翻烧。其目的是为了减少煤场设备的作业范围和作业量，减少煤场设备动

用率。

对煤源点较近的电厂，燃用煤的发热量高而又不易自燃（挥发份低）时，可以采用封闭贮存如缝式煤槽或煤罐。燃用时通过给料设备送到运煤系统的带式输送机上运往原煤斗，这就可以省去大型煤场设备及相应的操作、管理和维修；又可减少煤的风化损失和对周围环境的污染。但要求运行时注意各煤罐轮流燃用，使罐中存煤经常流动和更新，避免压实结拱，或产生自燃。

第二节 煤 的 基 本 特 性

电厂是利用煤的燃烧放热使水变成蒸汽，推动汽轮机做功，带动发电机发电的。是一种把热能转换成机械能又转换成电能的过程，这一过程的基础就是煤的燃烧（通过煤的化学反应而得到热）。因此，对煤的性质要有所了解，才能做到经济合理地向锅炉供给燃料，并能针对不同煤种采取不同的管理办法。

我国煤炭资源丰富、种类繁多，根据工业要求以及煤的变质程度煤炭分为无烟煤、贫煤、瘦煤、焦煤、肥煤、半炼焦煤、弱还原煤、气煤、长焰煤、褐煤等十大类。

电厂常用的煤有无烟煤、烟煤、褐煤等。

无烟煤是碳化程度最深的煤种，它具有明亮的黑色光泽，机械强度一般较高，不易研磨，焦结性差。无烟煤含碳量很高，杂质又很少，故发热量高，大约为5000~6000大卡/公斤。但由于挥发份很少（ $V^r = 2 \sim 10\%$ ），故难以点燃。无烟煤贮存时不会自燃。

贫煤、瘦煤、焦煤、肥煤、半炼焦煤、弱还原煤、气煤

和长焰煤统称为烟煤，其中结焦性差的作为动力煤供电厂燃用，如长焰煤、弱粘结煤、贫煤等。烟煤的挥发分较高 V^r 在10~40%之间，灰分和水分一般又较少，故发热量通常都较高，低位发热量 $Q_D^y = 5000 \sim 7000$ 大卡/公斤。部分烟煤由于含氢量较多，其发热量甚至超过无烟煤；但也有灰分高发热量低于4500大卡/公斤的所谓劣质烟煤。烟煤容易着火和燃烧，对锅炉来说是最好的固体燃料。但是对于挥发分超过25%的烟煤，要防止贮存时发生自燃。

褐煤的外表似木质，呈棕褐色。由于它的碳化程度较低，挥发分可达40%以上，有利于着火。但褐煤中水分和灰分都较高，发热量较低，一般均小于4000大卡/公斤。对于褐煤亦应注意储存中自燃的发生。

另外发电厂还常燃用一种洗选厂的副产品洗中煤，洗中煤是指在重力选煤过程中选出的灰分高于精煤而低于洗矸的产品，灰分多在30~40%，低位发热量在4000大卡/公斤左右。

不同煤种所具有的化学和物理特性有很大区别。煤的这些性能与设备的正常运行和管理都有密切的关系，煤的特性是运煤运行人员的应知常识。

一、煤的物理性质

煤的物理性质主要包括，颗粒组成、含水率、容重和比重、松散性（流动性）、机械强度、爆炸危险性、自燃习性等。

（1）颗粒组成 煤的颗粒一般具有几个方向的线尺寸，所谓粒度是指煤颗粒的最大线尺寸。而颗粒组成就是按其颗粒尺寸大小的分布情况所占重量的百分比。

煤的颗粒组成对筛碎设备、带式输送机、各种连结落煤

管等的正常运行都有着直接的影响。

当煤中大颗粒增多时，会使碎煤机负荷加大，带式输送机落料点受大块冲击和磨损，同样对连结落煤管亦有不同程度的冲击和磨损。

当煤中小颗粒数量增多时，要求筛子具有较高的筛分效率，此时带式输送机上煤流运行的稳定程度得到改善，不会滚落到地上。但由于小颗粒增加使各处落煤管壁、死角粘煤，粘煤区的扩大将会产生堵塞现象，此时对管道的冲击、磨损现象有所减少。

（2）含水率 煤里所含水分分为表面水分（亦称外在水分）和固有水分（亦称内在水分）。燃料经过自然干燥失去的水分称外在水分，其余水分则称内在水分，内在水分存在于煤中的某些矿物化合物中。这种水分为数很少，要在较高的温度下才能放出。

煤的水分对运煤系统和锅炉的燃烧都有一定的影响。尤其是表面水分，当其减少时，在运煤系统中的转运点、碎煤机室等处，煤尘飞扬严重，会造成恶劣的运行环境，有损运行人员的身体健康，同时也增加了清扫工作量。

当煤的含水量增大到6%以上时，将造成落煤管和煤斗的堵塞，尤其会降低筛分设备效率，不利于带式输送机的运行，并加速了设备的锈蚀。

（3）容重 单位容积煤的重量称为煤的容重。容重又分为静堆积容重和动堆积容重。

静堆积容重是指自然倾倒入标准容器中的煤重与该容器的容积之比。

动堆积容重是指煤在标准容器中，振动密实后，煤的重量与煤所占容器的容积之比。

在确定煤的容重时，标准容器的直径应大于典型颗粒尺寸的十倍。

(4) 煤的松散性 煤在整个运煤系统中的状态，可由煤的松散性表现出来，即用颗粒的流动性来说明。

煤的松散性，一般用自然堆积角来表示。自然堆积角为自由堆放着的煤堆的侧表面跟水平面所形成的最大夹角。自然堆积角大的松散性差，自然堆积角小的松散性好。

颗粒的流动性（即松散性）是散粒物料的主要特性之一，影响流动性的因素很多，其中主要有：内摩擦力、粘滞力、容重及输送物料中所含细小颗粒与空气的多少等。

煤的流动性还与所含水分有关，当煤的水分增加时煤的流动性变差，当流动性变得极差时煤的含水量称为极限水分。当煤的水分达到极限值时，往往引起落煤管、煤斗、碎煤机、煤筛的堵塞和粘结，设备出力下降，甚至无法正常运行。极限水分的数值列于下表1-1。

表 1-1 各种煤的极限水分

煤 种	应用基水份 W^y (%)	极限水分 W_j (%)
无 烟 煤	7	8~9
贫 煤	5~8	8~12
烟 煤	~12	10~15
褐 煤	17~56	27~56

(5) 机械强度 机械强度是指煤抵抗破坏性外力的能力。各种煤的机械强度不同，无烟煤较硬、烟煤次之，褐煤较软。煤的这种特性在实用上可以用可磨系数 K_{km} 表示。

$$K_{km} = \frac{N_1}{N_2}$$

式中 N_1 ——将单位重量标准煤磨到一定细度的耗电量；

N_2 ——将单位重量指定煤种磨到同样细度的耗电量。

(6) 磨损性 煤的颗粒在运动时，对与它接触的物体产生磨损。煤磨损性的大小，决定于它的硬度、表面特性、形状及尺寸。由于煤具有磨损性，而使运煤系统中的设备受到损坏，降低使用寿命。

(7) 腐蚀作用 腐蚀作用是指煤和与它相接触的表面产生的化学反应。这是因为煤中含有硫和硫铁化合物所造成的。因此，潮湿的煤对落煤管壁、钢煤斗壁等处的腐蚀作用更加显著。

(8) 煤的自然 常温下煤在空气中由于氧的作用，产生有机部分的氧化过程。氧化的结果，煤开始放热自燃，直到燃烧。自燃的发生与煤的物理性能、化学成分、贮存方法及贮存时间有关，含可燃质挥发分高的煤存贮在煤场和煤斗内，都有产生自燃的可能。

二、煤的化学成分

煤由可燃质和不可燃的无机物及水分所组成。它含有下列元素：碳(C)、氢(H)、氧(O)、氮(N)、硫(S)。并以重量百分数来表明各种成分含量的多少。

碳 碳是组成煤的主要元素。它基本上决定了煤发热量的大小。一般含碳量愈多发热量愈高，但碳要在比较高的温度下才能燃烧。煤中含碳量随地质年代长短而变化，地质年代较长含碳量较高，可燃元素中碳的含量约占90%，而地质年代较短的，则仅有50%左右。

氢 煤中氢的含量大多在3~6%范围内。燃料中的氢可

分为游离氢和化合氢两种，一般认为，在燃烧时只有游离氢才能发出热量。氢比较容易着火燃烧，燃烧速度快，发热量高。因此，氢是煤中的有利元素。

氧和氮 氧和氮是有机物中不可燃成分。氧在各种煤中含量不同，也与煤化程度有关，煤化程度愈低的煤氧的含量愈高，最高可达30%左右。煤中含氮量很少，一般为0.5~2.5%。

硫 煤中的硫以三种形态存在，有机硫（硫与碳、氢、氧等结合成复杂的化合物），黄铁矿硫（ FeS_2 ）和硫酸盐硫（ CaSO_4 、 MgSO_4 、 FeSO_4 等）。前两种硫份参与燃烧，统称为可燃硫或挥发硫，以 S_R 表示。后一种硫不能再进行氧化，不参与燃烧是灰份的一部分。

硫化铁燃烧后生成的 SO_2 、 SO_3 的气体，对人体是有害的。它与凝结的水蒸汽化合成亚硫酸或硫酸，能使锅炉金属构件遭受腐蚀，含硫的煤在潮湿环境中，对运煤系统的设备也会产生腐蚀。

水分 煤种不同，水分含量有很大差别，最少的仅有2%左右，最多的可达50~60%。一般说埋藏年代愈久，煤中的水分愈少。煤中所含水分又和开采方法有关。

灰分 是煤燃烧后剩余的固体残余物。一般劣质煤含灰分量较高最多可达50%。

三、煤的特性

（1）煤的发热量 发热量是煤的主要特征之一，其单位以大卡/公斤表示。

煤的发热量分为高位发热量和低位发热量，高位发热量包括煤燃烧后所生成的水蒸汽全部凝结为水时所放出的凝结热。但锅炉运行中排烟温度一般总是大于100℃，因而水蒸

汽不会凝结而随烟气排出炉外，或者说，需要一部分热量消耗于水的汽化，因此燃烧的实际发热量减少。此时燃料的发热量，称为低位发热量，以 Q_D^y 表示。各种煤的发热量差别很大，为了便于计算和比较，采用标准煤的概念，把应用基低位发热量 $Q_D^y = 7000$ 千卡/公斤的煤，称为标准煤。

(2) 挥发分 煤加热时，首先放出所含水分，当温度继续升高而又不供给空气时，煤中的有机物开始分解，放出一种气态物质，称为挥发分。挥发分中包含有各种碳氢化合物，氢、一氧化碳等等。这些气态物质能引起煤的自燃，给运煤系统造成危害。

不同煤种随其形成的地质年代的远近而开始放出挥发分的温度有所不同，泥煤在较低的温度下，就能迅速放出挥发分，褐煤和烟煤开始放出挥发分的温度高些，无烟煤要在约 400°C 左右才开始析出挥发分。针对煤的这一特性，对运煤系统中各处积煤和存煤的温度变化要认真检测和注意。

根据上述分析，应充分了解和掌握不同煤种的化学物理性质。在煤的收受、管理、输送、破碎等方面应根据不同的煤种采取相适应的措施。

四、煤的分析

(1) 煤质分析的基准 煤质分析可采用应用基、分析基，干燥基及可燃基等几种分析基准。

应用基——实际供入锅炉设备范围的燃料成分，即俗称入炉燃料成分，包括了灰分及全水分。

分析基——是以自然干燥后去掉外在水分的煤样作为分析基准的。

干燥基——去掉全水分后的燃料成分作为分析基准。

可燃基——从燃料中除掉水分和灰分后的煤样作为分析