

电力建设工程经济专业培训教材

第三册

机务专业

电力工业部建设协调司 编

DIANLI JIANSHE
GONGCHENG

ING

I

ZHUANYE

水利电力出版社

培训教材

07.61

96
F407.61
3
2:3

电力建设工程 经济专业培训教材

第三册 机 务 专 业

本册主编 谢传胜 张春元

XAH-53/18

水利电力出版社

231046

(京)新登字 115 号

电力建设工程经济专业培训教材
第三册 机 务 专 业
电力工业部建设协调司 编

*

水利电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号)

各地新华书店经售

北京四季青印刷厂印刷

*

787×1092 毫米 16 开本 8 印张 175 千字
1995 年 4 月第一版 1995 年 4 月北京第一次印刷

印数 0001—8110 册

ISBN 7-120-02424-8/F·15

定价 21.80 元

内 容 提 要

本书是根据电力工业部建设协调司的要求,为提高电力建设工程经济人员(包括从事电力建设的各级领导、技术经济人员和工程经济管理人员)的技术经济知识水平和业务水平,由北京动力经济学院负责编写的《电力建设工程经济专业培训教材》丛书(共八册)中的一册,内容包括:锅炉及其辅助设备,汽轮机及其附属设备,热力系统管道及附属生产系统,机务专业安装工程的项目划分、预算定额、概预算工程量计算、施工图预算书的编制、概算指标和初步设计概算的编制。本书除作为电力建设工程经济人员的培训教材外,也可供其他部门有关人员和大专院校师生阅读参考。

前 言

由于电力建设事业的发展,从事电力建设工程经济专业的人员越来越多。在这些人员中,有些是从工程建设其它专业转来的,亦有一些是从各专业毕业后直接从事这方面工作的。这些人员渴望能有一部既有一定理论水平,又有一定实践经验的教学参考书来系统地丰富自己的工程经济专业方面的基础知识,并指导实际工作。随着社会主义市场经济的发展、新财会制度实施和工程经济管理模式逐步向国际靠拢,工程经济工作所涉及的范围亦更加广阔,即使是在电力建设工程经济专业工作多年的人员,也需要增补很多相关知识,熟悉新的情况,学习新的理论,进行新的实践。为此,原能源部基建司确定,组织力量编写这套培训教材。

1992年11月,基建司将这套教材的编写任务委托给北京动力经济学院牵头完成。北京动力经济学院从院内外遴选专家组成编写组起草编写大纲。1993年2月,在厦门召开全国电力建设定额站长和直属设计院技经处长会议,对教材编写大纲进行了审议;编写组依照修编大纲提出了教材初稿;1993年9月,电力部建设司召集各集团公司、直属设计院、部分省局、省院和施工企业、大专院校的工程经济专家在海拉尔进行了审查;之后,又组织了各方面专家在北京动力经济学院与编写人员进行了沟通、交流和探讨。在这个基础上,编写组完成了修改稿。电力部建设司于1994年4月再次邀集各集团公司、直属院、部分省局、省院和施工企业、大专院校工程经济专家对修改稿进行了审查。编写小组按照审查的意见作了修改、删简和补充,完成了报批稿。部建设协调司将此稿送交有关专家再次审阅,并请编写组完成最终修改,现拟印发给大家。

这套教材是为具有中等以上文化程度从事电力工程经济管理工作的在职人员再教育而编写的。可供从事电力建设各级领导人员、工程人员、技术经济人员和大专院校相关专业师生作学习参考读物。同时,亦将作为电力建设预算工作人员考核认证的培训教材。教材主要包括三方面内容:工程技术专业基础知识、工程经济专业基础知识、相关专业基础知识。在编写中力求能更好地吸取以往类似教材优点,使之更加充实、更加切合实际,选材力求广泛,案例力求实际并具有代表性,使之能较充分地反映和符合当前政策、法规和文件的规定。这套教材共分八册,即总论、土建专业、机务专业、电气专业、输电线路专业、工程经济分析、经济合同、施工企业会计。

为把这套教材编制工作做好,在编写中实行编审领导小组领导下的主编负责制。编审领导小组组长:刘本粹;副组长:卢元荣、周志芳;成员:吴瞻宇、孟加丰、孙宗诚;主审:周志芳;顾问:朱思义。北京动力经济学院谢传胜任本套教材主编。在编写过程中,部建设协调司组织各集团公司、省公司、直属院、省院、施工企业提供素材,并请中国工程造价管理协会副理事长朱思义高级工程师(教授级)、中国人民大学管理工程系主任王志儒教授以及张福银、吴锡钹、崔宏旺、齐广信、夏国忠、朱永修、王琨、卢士顺、邱仲文、李

彦波、王仲明等专家对教材进行了审议。在此，仅向提供素材并参与审查的所有人员表示感谢，对于在本教材中吸收和引用的一些专著的论述，各个分册的执笔人将分别注明出处，在此仅向原著作者致以敬意。

本册教材包括两部分内容：一是第一至三章，机务专业的技术基础知识；二是第四至九章，机务专业概预算编制的基础知识。本册除第六章由华北电力设计院张春元编写外，其余各章均由北京动力经济学院谢传胜编写，并负责全书的统稿。

这套教材尽管各方面给予了多方关注，编写组亦十分认真努力，几易其稿。但由于系统编制这套教材尚属首次，在理论和实践上都可能存在这样和那样的不足乃至错误之处，热诚欢迎提出宝贵意见，恳请各方面专家予以斧正。

电力工业部建设协调司

1995年2月

目 录

前 言

第一章 锅炉及其辅助设备	1
第一节 火电厂锅炉的组成.....	1
第二节 燃料供应系统.....	11
第三节 除灰系统.....	14
第四节 锅炉的类型.....	17
第五节 锅炉的工作特性.....	19
第六节 锅炉的技术经济指标.....	21
第二章 汽轮机及其附属设备	22
第一节 汽轮机设备的组成和作用.....	22
第二节 汽轮机的原理、结构及附属设备.....	23
第三节 汽轮机的分类和型号.....	27
第三章 热力系统管道及附属生产系统	31
第一节 热力系统的种类.....	31
第二节 热力系统管道的组成.....	32
第三节 汽水管道的范围.....	52
第四节 热电厂供热系统.....	53
第五节 附属生产系统.....	55
第六节 热力系统设备布置.....	57
第七节 凝汽式发电厂的主要技术经济指标.....	60
第八节 火电厂的效率.....	61
第九节 火电厂的运行.....	62
第四章 机务专业安装工程的项目划分	65
第一节 项目划分的作用.....	65
第二节 机务专业与电气、土建专业之间的界线.....	66
第三节 机务专业设备与材料的划分.....	67
第四节 项目划分的具体应用原则.....	68
第五章 机务专业安装工程预算定额	69
第一节 预算定额的种类.....	69
第二节 预算定额的作用.....	70
第三节 机务专业使用的预算定额.....	70
第四节 预算定额的范围.....	71

第五节	预算定额的内容	71
第六节	预算定额的规定	72
第七节	预算定额的使用	74
第六章	机务专业概预算工程量计算	79
第一节	工程量计算基础知识	79
第二节	工程量计算基本要求	83
第三节	工程量计算方法	83
第七章	机务专业施工图预算书的编制	96
第一节	编制原则	96
第二节	编制依据	96
第三节	编制预算的基本要求	97
第四节	价格的确定	97
第五节	编制程序及方法	98
第八章	机务专业概算指标	104
第一节	概算指标的作用	104
第二节	概算指标的范围	104
第三节	概算指标的编制依据	104
第四节	概算指标的工程内容	104
第五节	概算指标的使用	105
第九章	机务专业初步设计概算的编制	108
第一节	组成内容	108
第二节	编制原则	108
第三节	编制依据	108
第四节	编制的基本要求	109
第五节	工程量的确定	109
第六节	编制方法	110
第七节	装置性材料预算价格的调整	111
第八节	概算指标的使用	112
第九节	单位工程概算的编制	113
第十节	概算编制说明书的编写与概算投资分析	114
第十一节	可行性研究的投资估算	116
附录		
附录一	发电工程××部分汇总概(预)算表	117
附录二	发电设备及安装单位工程概(预)算表	117
附录三	管道油漆工程量计算表	118
附录四	炉墙保温材料重量	118
参考文献		119

第一章 锅炉及其辅助设备

第一节 火电厂锅炉的组成

火力发电厂生产电能的过程是一系列的能量转换过程。锅炉设备的任务,就是燃烧燃料,使燃料的化学能尽可能完善地转换为热能,尽可能多地将热能传给水蒸气,按外界电负荷的需要,不断地向汽轮机输送一定量的蒸汽,并保持蒸汽参数的稳定。

火电厂锅炉的组成包括锅炉本体和辅助设备两大部分。

锅炉设备的组成见表 1-1。

锅炉本体包括汽水部分、燃烧部分和锅炉附件。锅炉本体加上辅助设备组成锅炉系统。

一、汽水部分

1. 省煤器

省煤器由许多蛇形钢管组成,布置在烟道内。从给水泵来的锅炉给水,先流经省煤器,吸收烟道中烟气的热量,温度升高,再送入汽包。

2. 汽包

汽包是一个横置的厚壁钢圆筒,其下半部是存水空间,连接着下降管和水冷壁;上半部是存汽空间。汽包内部装有用来改善汽水品质的蒸汽净化装置和排污装置。汽包上还装有安全阀、水位警报器等安全装置。

3. 下降管

下降管布置在锅炉炉墙外侧,下端接在下联箱上,联箱是长圆筒形容器。下降管经下联箱与水冷壁管相连通。

4. 水冷壁

水冷壁由许多 $\phi 50 \sim \phi 83$ 的无缝钢管或鳍片钢管组成。钢管密集排列,布置在炉墙内壁四周。水冷壁接受炉膛内高温火焰的热量,是锅炉中最主要的受热面。水冷壁内的水受热汽化,汽水混合物不断上升,进入汽包,下降管中的水不断下降,进入水冷壁,形成自然循环回路,称为自然水循环(简称自然循环,如图 1-1 所示)。自然循环的形成,保证了蒸汽的连续产生,同时也保证了处于高温炉膛中的水冷壁有良好的冷却条件,使之不致烧坏。上升的汽水混合物进入汽包后,汽和水分离,蒸汽从汽包顶部的饱和蒸汽管进入过热器。

5. 过热器

过热器由许多蛇形无缝钢管组成,一般布置在炉膛顶部和水平烟道中。从汽包来的饱

表 1-1 锅炉设备的组成

部 分		包括的部件和设备
锅 炉 本 体	汽水部分	省煤器、汽包、下降管、水冷壁、过热器、再热器
	燃烧部分	炉膛和燃烧设备、烟道、热风管道、炉墙、预热器
	锅炉附件	水位计、安全门、防爆门及一次表计
辅助设备		给水泵、制粉设备、引送风机、除尘设备、除灰设备

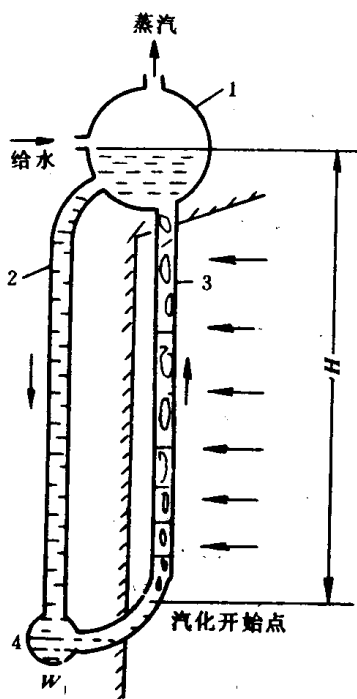


图 1-1 自然循环原理图

1—汽包；2—下降管；3—上升管（水冷壁）；
4—下联箱

和蒸汽在过热器中进一步加热为过热蒸汽，过热器管的外侧是高温烟气，内部是冷却能力比较差的蒸汽，因此管壁的温度很高，高温段过热器要用耐热合金钢管制成。

过热器的作用是将蒸汽从饱和温度加热到额定的过热温度。在锅炉负荷或其他工况变动的情况下，保证过热温度的波动在允许的范围之内。在现代电站锅炉中，过热器是锅炉的一个必备的重要部件，在很大程度上影响着锅炉的经济性和运行安全性。

6. 再热器

随着蒸汽压力的提高，为了减少汽轮机尾部的蒸汽湿度以及进一步提高电站热经济性，在高参数电站中普遍采用中间再热系统，即将汽轮机高压缸的排汽再回到锅炉中加热到高温，然后再送到汽轮机的中压缸和低压缸中膨胀做功。这个加热蒸汽的部件称为再热器。通常把过热器中加热的蒸汽称为一次过热蒸汽，

在再热器中加热的蒸汽称为二次过热蒸汽或再热蒸汽。

再热器构造和过热器基本相同，布置在过热器后的烟道内。

二、燃烧部分

锅炉本体的燃烧部分主要包括炉膛、燃烧设备和空气预热器。

1. 炉膛

炉膛是炉壁和炉顶围成的空间，是燃料着火燃烧的地方。燃料的化学能在炉膛内转变成热能。炉膛内温度很高。炉墙和炉顶要有很好的保温性能，尽可能减少热量损失。炉膛结构和型式，随燃烧设备和燃烧方式的不同而不同。如链条炉、煤粉炉、及燃油炉，各自的炉墙结构和燃烧方式都有很大区别。

2. 燃烧设备

煤粉喷燃器是煤粉炉的主要燃烧设备，喷燃器的性能对燃烧的稳定性 and 经济性有很大影响，煤粉喷燃器的形式分为直流和旋流两类。

油喷燃器是燃油炉的主要燃烧设备，油喷燃器由油雾化器和配风器组成。

3. 空气预热器

为了提高炉膛温度，改善燃料着火燃烧的条件，提高锅炉效率，供燃烧用的空气要先在空气预热器中加热到 $250 \sim 400^{\circ}\text{C}$ 。空气预热器布置在尾部烟气中，其结构有管式和回转式两种型式。管式空气预热器是由许多两端焊接在管板上的钢管束组成，管径为 $25 \sim 51\text{mm}$ 。烟气自上而下流经管内。管束由横隔板隔成若干段，空气从管外反复横向流过各段，吸收管内烟气的热量。

回转式空气预热器的受热面是由许多波形金属薄板组成，由电动机经过减速器带动其缓缓旋转，烟气和空气交替流过受热面，将烟气的热量传递给空气。

管式空气预热器工作可靠，漏风少，但体积庞大；回转式空气预热器结构紧凑，占据空间小，传热效果好，但漏风量大。对大型电厂锅炉来说，后者的优点是主要的。因此，容量超过 400t/h 的电厂锅炉现在都普遍采用回转式空气预热器。

三、锅炉附件

锅炉附件是锅炉安全运行不可缺少的设备，主要有水位计、安全门、防爆门、吹灰器等。

1. 水位计

水位计是用来监视水位的仪表。

2. 安全门

安全门是一种自动开启和关闭的阀门。当锅炉内汽压上升到预定的限度时，就自动开启，放掉一部分蒸汽，使汽压降低，防止锅炉爆炸。汽压恢复正常后，自动关闭。锅炉汽包上及过热器出口联箱上都装有安全门。

3. 防爆门

防爆门是装设在锅炉和烟道上的安全门。当锅炉内发生爆炸，压力上升到一定限度时，防爆门自动打开，排出烟气，使炉膛压力降低，防止或减轻炉墙和烟道的破坏。

4. 吹灰器

为保持锅炉受热面管束的清洁，防止受热面积灰或堵灰，提高受热面传热效果，减少通风阻力，保持受热面工作安全，在受热面管束间装有一些吹灰器，定期使用蒸汽或压缩空气吹除管束间的积灰。

四、辅助设备

（一）给水设备

给水设备由给水泵、给水管道和阀门等组成。其作用是将升压后的给水按锅炉负荷的变化需要合理地向锅炉供应给水。

电厂锅炉在运行中需要不停顿地向汽轮机输送大量的蒸汽。因此要求连续不断地向锅炉补充同样数量的水，锅炉给水的压力是依靠给水泵来提高的。给水泵大都采用离心式水泵。由于电厂锅炉压力很高，故给水泵必须采用多级离心式水泵。现代电厂锅炉水容积都很小，因此一般中、小型电厂每台机组设两台电动给水泵供正常运行，还必须另设一台汽动给水泵作为备用，大型机组设 50% 容量的汽动给水泵两台和 50% 容量的电动给水泵一台。给水泵消耗的功率最大，因此，给水泵对整个机组的安全经济运行影响很大。

（二）制粉系统设备

1. 燃料输送设备

燃料输送设备是用来将燃料输送至锅炉车间的设备，包括卸煤设备、输煤皮带、提升机、碎煤机、磁铁分离器、自动磅秤等。

2. 制粉设备

制粉设备是将煤块磨制成适合于煤粉锅炉燃烧的煤粉。制粉设备包括：原煤仓、给煤

机、磨煤机、粗（细）粉分离器、给粉机、锁气器等。制粉系统可分为直吹式和仓储式两类。

(1) 原煤仓：又称煤斗，用于储存由燃料输送设备输送来的燃料。

(2) 给煤机：装在原煤仓的下部，用来调节从原煤仓进入磨煤机的煤量。它的种类很多，目前火电厂常用的给煤机有圆盘式、刮板式和电磁振动式等。

(3) 磨煤机：是把煤块磨制成锅炉所需要的煤粉的设备，是制粉系统的重要设备。磨煤机通常是靠撞击、挤压和碾压三种方式把煤磨制成煤粉，每一种磨煤机往往是用上述两种甚至三种方式，但以一种作用为主。

磨煤机的种类很多，按转速可分为低速、中速和高速三种磨煤机。低速磨煤机（16～25 r/min），如筒型钢球磨煤机；中速磨煤机（50～300r/min），如平盘磨、碗式磨和 E 型磨；高速磨煤机（500～1500r/min），如风扇磨、竖井磨等。

(4) 粗粉分离器：从磨煤机中排出的煤粉实际上是粗细不等的，包括一些不合格的粗粉，粗粉分离的作用就是将这些粗粉从气粉混合物中分离出来。

粗粉分离器按工作原理可分为重力分离、惯性分离、离心分离和撞击分离四种分离器。

(5) 细粉分离器：又称为旋风分离器，它的作用是将空气煤粉混合气流中的煤粉分离出来，储存在煤粉仓内。细粉分离器的工作原理与离心式粗粉分离器相同，是依靠煤粉气流旋转运动产生的离心力进行分离的，但细粉分离器要求将煤粉尽可能全部分离出来，需要强烈的旋转运动，故利用高速进入的气流来产生分离作用。气粉混合物由入口管切向引入，在外圆筒与中心管之间高速旋转，由于离心的作用使煤粉集中于圆筒壁，并沿壁落至筒底出口，然后进入煤粉仓或螺旋输煤机，气流则经中心管至出口管，再引往排粉机。这种细粉分离器的效率约为 85%。

(6) 给粉机：在仓储式制粉系统中，在煤粉仓下面装有给粉机。给粉机的作用是把煤粉仓里的煤粉按照锅炉的需要均匀地送入一次风管，经燃烧器喷入炉膛燃烧。炉膛能否稳定燃烧在很大程度上取决于给粉量的均匀性以及适应负荷的调节性能。若用挡板调节给粉量会引起煤粉的阻塞，工作不可靠，所以给粉量总是借助给粉机的转速来调节。火电厂广泛采用螺旋式和叶轮式两种给粉机。

(7) 锁气器：锁气器的作用是只允许煤粉通过而不允许空气流过的设备。常见的有平板活门锁气器和锥形活门锁气器两类。它们都是利用杠杆原理来工作的。

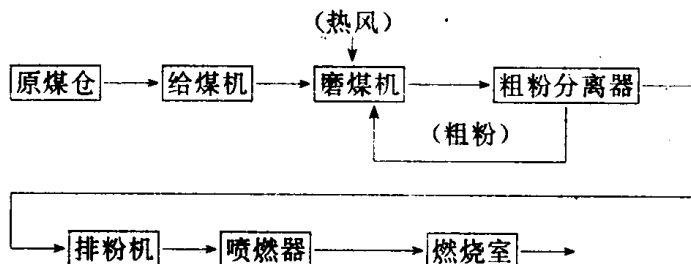
3. 制粉系统

煤粉制备系统可分为直吹式和中间储仓式两大类。直吹式系统，就是煤经磨煤机磨成煤粉后直接吹入炉膛内燃烧；中间储仓式制粉系统，是将磨好的煤粉先储存在煤粉仓中，然后再根据负荷的需要将煤粉从煤粉仓经过给粉机送入炉膛中燃烧。

(1) 直吹式制粉系统：由于在直吹式制粉系统中磨煤机磨好的煤粉全部直接送入炉膛内燃烧，因此，在任何时候整台锅炉磨煤机的制粉量均等于锅炉的燃烧需要量。就是说，制粉量是随锅炉负荷的变化而变化的。这样，若采用筒式钢球磨煤机，在低负荷下运行时，制粉系统的经济性将很差，所以直吹式制粉系统一般都是配中速或高速磨煤机。只对带基本负荷的锅炉才考虑采用筒式钢球磨煤机的直吹式制粉系统。

直吹式制粉系统按磨煤机所处的条件又分为正压系统和负压系统。

1) 中速磨直吹式负压系统。图 1-2 为中速磨直吹式负压系统，其工作流程示意如下：



负压系统的特点是：排粉机装在磨煤机后面，磨煤机是在排粉机产生的负压下工作，煤粉与气混合通过排粉机分配器至喷燃器进入炉膛。

负压系统的优点是：磨煤机在负压下运行，不会向外冒粉，工作环境较清洁；缺点是：排粉机叶片容易磨损，影响风机效率，排粉机转子叶片需经常更换，检修工作量大。磨煤机发生故障时，会立即影响锅炉出力，可靠性较差，维修费用较高。

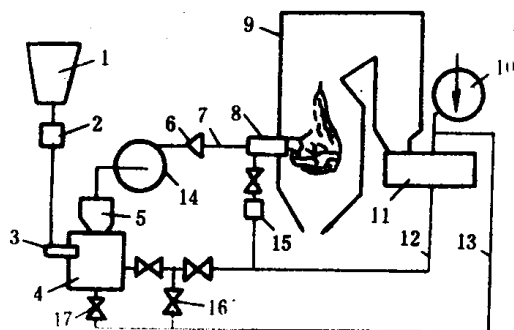


图 1-2 中速磨直吹式负压制粉系统

1—原煤仓；2—自动磅秤；3—给煤机；4—磨煤机；
5—粗粉分离器；6—一次风箱；7—去喷燃器的煤粉管道；8—喷燃器；9—锅炉；10—送风机；11—空气预热器；12—热风管道；13—冷风管道；14—排粉机；15—二次风箱；16—冷风门（调温用）；
17—冷风门（磨煤机密封用）

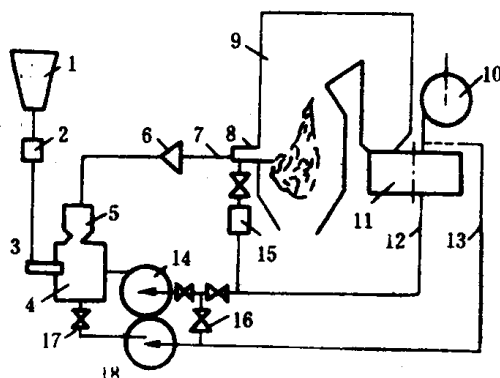
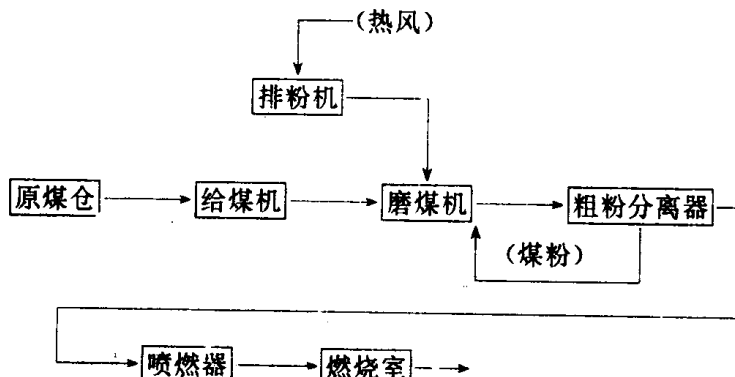


图 1-3 中速磨直吹式正压制粉系统

1—原煤仓；2—自动磅秤；3—给煤机；4—磨煤机；
5—粗粉分离器；6—一次风箱；7—去喷燃器的煤粉管道；8—喷燃器；9—锅炉；10—送风机；11—空气预热器；12—热风管道；13—冷风管道；14—排粉机；15—二次风箱；16—冷风门（调温用）；
17—冷风门（磨煤机密封用）；18—密封风机

2) 中速磨直吹式正压系统。图 1-3 为中速磨直吹式正压制粉系统，其工作流程如下：



正压系统的优点是：由于排粉机是装在磨煤机前面，排粉机输送的是洁净空气，叶片不会受到煤粉气流的磨损，并避免了制粉系统漏入冷风的问题，因此，正压系统的经济性比负

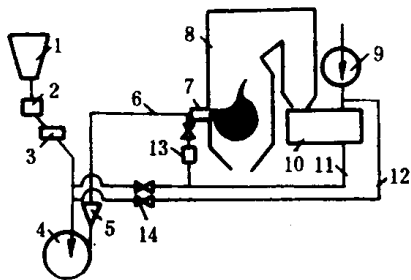


图 1-4 风扇磨煤机直吹式制粉系统
1—原煤斗；2—自动磅秤；3—给煤机；4—磨煤机；5—粗粉分离器；6—去燃烧器的煤粉管道；7—燃烧器；8—锅炉；9—送风机；10—空气预热器；11—热风管道；12—冷风管道；13—二次风箱；14—冷风门

压系统高；缺点是：这种系统要求排粉机在高温下工作，故对其结构有特殊要求，运行可靠性较差。由于磨煤机处于正压下运行，容易向外喷粉，污染润滑油及四周环境，因此，必须采取加装密封空气的措施。

3) 风扇磨煤机直吹系统（如图 1-4 所示）。该系统由于风扇磨煤机具有排粉机的作用，因而代替了排粉机，大大简化了制粉系统。

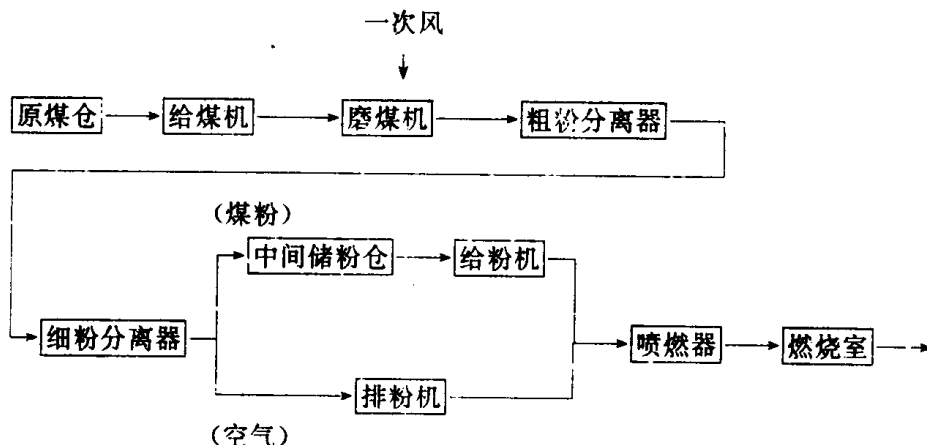
(2) 中间储仓式制粉系统：中间储仓式制粉系统较直吹式系统增加了细粉分离器、螺旋输粉机及煤粉仓等设备。由磨煤机出来的煤粉空气混合物经粗粉分离器后不直接送入锅炉，而先让它经细粉分离器将煤粉从混合物中分离出来，储存在煤粉仓或经螺旋输粉机送入其他锅炉的煤粉仓

中。进入锅炉的给粉量（燃料消耗量）由给粉机根据锅炉负荷来调节，因此磨煤机的出力与锅炉燃料消耗量可不相等。这样磨煤机就可按本身的经济出力运行，而不受锅炉负荷的影响，提高了制粉系统的经济性。筒式钢球磨煤机一般都用在中间储仓式制粉系统中。

由于细粉分离器不可能将煤粉全部分离出来，气流中仍含有大约 10% 的细煤粉。为了利用这部分煤粉，一般把它送入炉膛中燃烧（作为一次风或三次风），这种系统称为闭式制粉系统。如果原煤水分较大，若再将含细粉的气流送入炉内燃烧，将影响燃烧工况，这时将它排至大气可能反而经济，这种系统称为开式制粉系统。

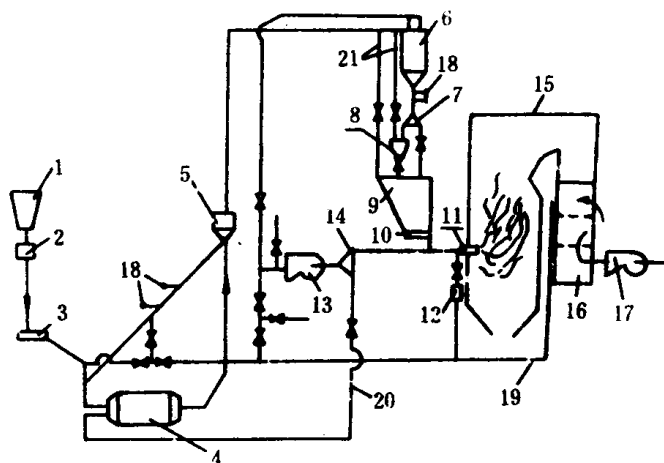
1) 钢球磨中间储仓式乏气送粉制粉系统（如图 1-5 所示）。这种系统中送风机用的一次风就是燃烧的干燥剂，就是利用含细粉的气流（亦称磨煤乏气）将由给粉机下来的煤粉输送到主燃烧器内燃烧，适用于原料水分较少、挥发分较高的燃料。

系统工作流程如下：



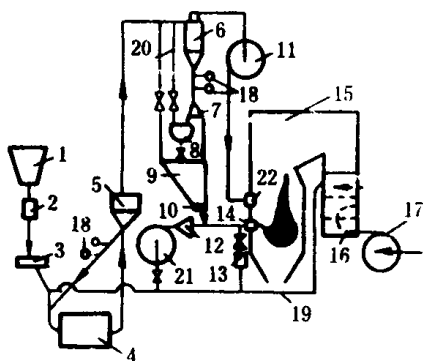
系统的功能如下：①将原煤仓内的原煤经给煤机送至磨煤机内进行碾磨，磨制的煤粉随着一定速度的干燥剂进入粗粉分离器。②煤粉在粗粉分离器内经过分离后，达到一定细度的煤粉随气流再入细粉分离器。③粗粉分离器将不合格的粗煤粉分离出来经过回粉管，回

中间储仓式钢球磨煤系统的优点是:运行可靠性高,系统发生故障时,不影响锅炉的运行;磨煤机的工作与锅炉运行工况无关,磨煤机可以经常保持满负荷运行,当锅炉燃煤量发生变化时,可用给煤机进行调节,滞延性较小;可采用热风送粉,保证煤粉着火和燃烧稳定。其缺点是:系统复杂,钢材消耗大,投资较大,管道长,流动阻力大,爆炸危险性较大。



1—原煤仓；2—自动磅秤；3—给煤机；4—磨煤机；5—粗粉分离器；6—细粉分离器；7—切换挡板；8—螺旋输粉机；9—煤粉仓；10—给粉机；11—喷燃器；12—二次风箱；13—排粉机；14—一次风箱；15—锅炉；16—空气预热器；17—送风机；18—锁气器；19—热风管；20—再循环管；21—吸潮管

送风机从锅炉房内吸入空气，升压后经空气预热器送入炉膛，其风量和风压根据燃烧的需要进行调整，使炉膛内压力比炉外大



1—原煤斗;2—自动磅秤;3—给煤机;4—磨煤机;5—粗粉分离器;6—细粉分离器;7—切换挡板;8—螺旋输粉机;9—煤粉仓;10—给粉机;11—排粉机;12—一次风箱;13—二次风箱;14—燃烧器;15—锅炉;16—空气预热器;17—送风机;18—锁气器;19—热风管
道;20—吸潮管;21—一次风机;22—三次风喷口

气压稍低一点，使烟气不致从炉膛和烟道的缝隙中喷出来。

微正压炉只有送风机，没有引风机，所以消除了冷空气漏进炉膛的可能性，可以强化燃烧，提高锅炉效率。

电厂锅炉所采用的送、引风机主要有离心式和轴流式两种类型。

离心式风机的主要优点是：结构简单，运行可靠，在额定负荷下效率较高，可达 92 % 左右；缺点是：体积庞大，低负荷运行时效率大幅度下降。

轴流式风机有固定动叶和可调动叶两种形式。动叶固定的轴流风机与离心式风机相比，结构比较复杂，但体积小，在额定负荷下效率接近于采用后弯式机翼型叶片的离心式风机，当锅炉负荷变动时能够保持风机的运行效率接近最高效率。

（四）除尘设备

除尘系统的关键设备是除尘器。除尘器按其工作原理可分为机械除尘器与电气除尘器两大类。除尘器的效率取决于除尘器的构造、安装质量和运行水平，飞灰的颗粒大小和物理性质，以及烟气中含灰浓度等因素。

各种锅炉出口处烟气中的飞灰量占煤中全部灰分的百分比大致如表 1-2 所示。

一座 400MW 电厂，若采用煤粉炉，每小时飞灰量约 30t，如烧劣质煤，飞灰量可达 100t 左右。由于飞灰排入大气会污染四周的

环境，不但有害于人们的身体健康，而且对植物的生长也有影响，因此必须装设除尘设备，使飞灰对大气的污染降低至符合环境保护的要求。

1. 机械除尘器

机械除尘器分干式除尘器和湿式除尘器两种。

干式除尘器是根据惯性原理工作的，它借助于灰粒的惯性力，使灰粒在烟气流动方向改变时，仍保持其原有的运动方向，与烟气流脱离而达到除尘的目的。这种除尘器的效率，随飞灰颗粒的加大而提高。干式除尘器一般常用的有旋风除尘器、多管式除尘器和百叶窗式除尘器三种。

湿式除尘器的工作原理，不仅利用惯性的分离作用，而且还利用水的冲洗、润湿、吸附作用，把飞灰从烟气中分离出来，用水冲入除灰系统。常用的有离心式水膜除尘器、湿式水膜除尘器、文丘里式除尘器三种。

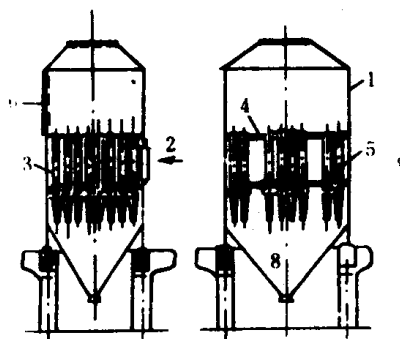
2. 电气除尘器

工作原理：它是利用高压直流电在阴阳两极间造成一个使气体电离的电场，气体电离后产生大量的阴阳离子，使通过电场的粉尘也获得相同的电荷然后沉集在与其极性相反的电极上，通过振打达到除尘的目的，其效率可达 99%。在电气除尘器中必须保持稳定的电晕放电过程。电气除尘器根据电极的构造，可分为管式与板式两种。管式电除尘器一般由装满圆角形截面、直立管的钢混凝土室所构成。板式电除尘器的电极排列成板和筛网形式。

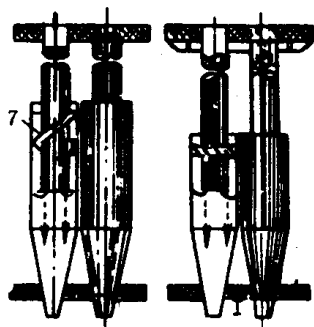
图 1-7~图 1-13 为几种不同类型的除尘器示意图。

表 1-2 不同锅炉出口烟气中的飞灰量 (%)

链条炉	煤粉炉	液态炉	旋风炉
0~20	80~90	30~50	5~20



(a)



(b)

(c)

图 1-7 多管旋风子除尘器

(a) 多管旋风子除尘器组；(b) 具有螺旋型导向叶片的旋风子；(c) 具有花瓣型导向叶片的旋风子
1—矩形外壳；2—烟气入口；3—烟气分配室；4—隔板；
5—旋风子；6—烟气出口；7—导向叶片；8—集灰斗

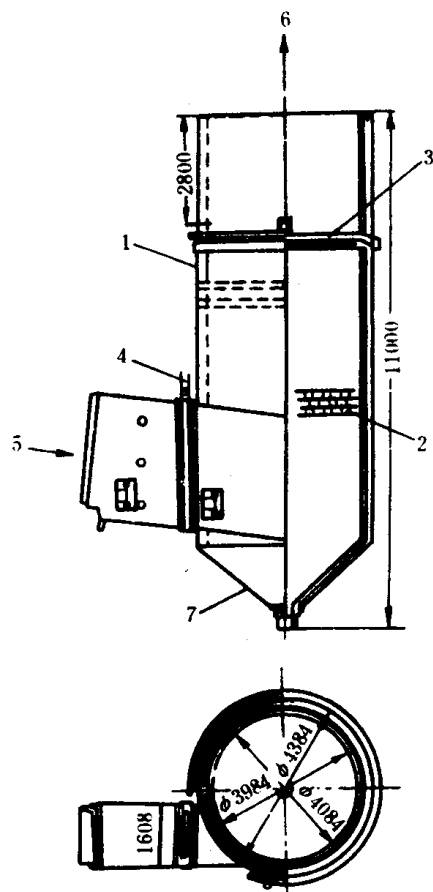


图 1-8 离心式水膜除尘器

1—洗涤器（离心塔）筒体；2—筒体内壁衬板；
3—筒体内壁溢水槽；4—定期冲洗喷嘴；
5—烟气进口；6—烟气出口；7—集灰斗

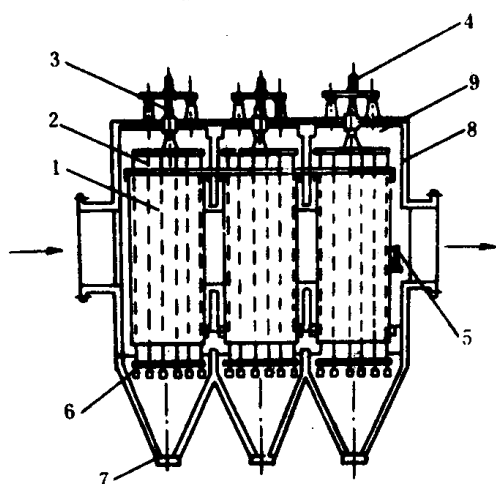


图 1-9 卧式电除尘器简图

1—阴极板；2—电晕线；3—电晕线悬吊管；4—电晕极
振打装置；5—阳极板振打装置；6—电晕线吊锤；
7—排灰装置；8—外壳；9—除尘室

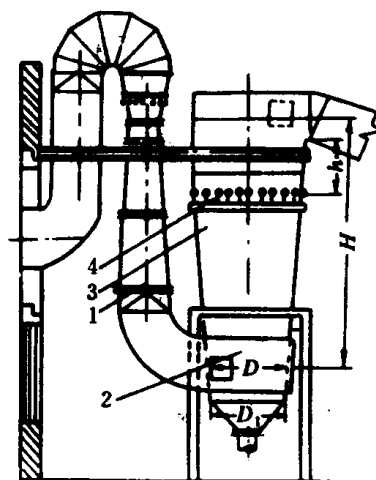


图 1-10 圆形立式文丘里湿式
除尘器示意图

1—圆形文丘里管；2—水平布置的进气蜗壳；
3—锥形旋风分离器；4—环形喷嘴