

高 等 学 校 教 材

火 电 厂 辅 机 设 备

河海大学 胡沛成 主编

水利电力出版社

(京)新登字115号

内 容 提 要

本书介绍火电厂辅机设备及其构成的各功能系统。全书共分九章,包括厂外输卸煤机械、煤场机械、筛分机械、破碎机械、磨粉机械、除尘设备、除灰机械、泵与风机等。

本书取材注意反映我国大中型火电厂辅机设备的现有状况及近年来的技术发展。

本书是为高等学校机械、热能动力类专业编写的教材,也可供有关工程技术人员参考。

高等学校教材

火电厂辅机设备

河海大学 胡海成 主编

*

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 13.75印张 309千字

1993年6月第一版 1993年6月北京第一次印刷

印数0001—4350册

ISBN 7-120-01747-0/TK·263

定价3.60元

前 言

本书是根据能源部教育司《一九九〇~一九九二年高等学校教材编审出版计划》，为高等学校机械、热能动力类专业的“火电厂辅机设备”课程教材。

本书由胡沛成主编。编写中参考了河海大学机械学院孙芸生、林岗、陈鑫宝、张广胜、范林同志编写的《电厂机械与设备》讲义文本的基础上，根据试用的意见，调整体系，增补内容，全面改写。并新编第九章。参加本书编写的有：孙芸生编第一、五、六、七、八章，胡沛成编第二、三、四章，倪福生编第九章。全书最后由胡沛成修改定稿。王佩文高级工程师和王作宾高级工程师主审。

由于我们水平和实践经验有限，书中缺点错误恳请读者批评指正。

编 者

一九九二年二月

目 录

前 言	
第一章 概论	1
第一节 发电厂概述	1
第二节 火力发电厂的生产过程及辅机设备	3
第二章 输煤和卸煤机械	9
第一节 铁路运输及其卸煤设备	9
第二节 其他型式输卸煤机械	15
第三章 煤场机械	19
第一节 桥式抓斗机(装卸桥)	19
第二节 斗轮机	21
第三节 带式输送机	34
第四章 筛分机械	45
第一节 滚筒筛	45
第二节 滚轴筛和波动筛	45
第三节 振动筛和共振筛	47
第四节 概率筛	55
第五节 除铁木设备	57
第五章 破碎机械	60
第一节 粉碎概述	60
第二节 辊式破碎机	64
第三节 冲击式破碎机	67
第六章 磨煤机械	77
第一节 概述	77
第二节 低速磨煤机	78
第三节 中速磨煤机	83
第四节 高速风扇磨煤机	99
第五节 分离器	100
第七章 除尘设备	104
第一节 除尘基本知识	104
第二节 常用除尘设备	112
第三节 电除尘器	121
第八章 除灰机械	127
第一节 除灰渣系统	127
第二节 气力除灰设备	133

第三节	油隔离泥浆泵	145
第四节	水隔离灰浆泵	154
第五节	喷水柱塞式灰浆泵	158
第九章	泵与风机	164
第一节	泵与风机的类型及基本参数	164
第二节	泵与风机的工作原理及基本方程式	173
第三节	泵与风机的性能	178
第四节	泵与风机的运行	195
第五节	电厂常用水泵	200
第六节	电厂常用风机	211
主要参考书目		213

第一章 概 论

第一节 发电厂概述

一、电力工业及发电厂

电力工业为现代化工业提供动力，是国民经济不断发展的基础。电力工业的发展已成为衡量国家技术和经济力量的重要标志。

电力工业是将某种能源的能量转化为电能的工业，它把一次能源（如：风能、水力、波浪能、潮汐能、太阳能、地热能、煤炭和石油等燃料的化学能、核能）转化为二次能源——电能。由于电能可以远距离输送，又可以方便地转化为其他形式的能量（如：机械能、热能、声能、光能、化学能），使用灵活，通用性强，易于控制和操作，所以它成为现代化生产不可缺少的动力源，电力工业的迅速发展已成为现代化生产的客观要求和规律。

生产电能的工厂叫做发电厂。

根据所利用的自然能源的形式，发电厂可分为多种类型，目前国内外常见的主要是火力发电厂、水力发电厂和核能发电厂。

二、火力发电厂分类

火力发电厂（火电厂）是将煤、石油、天然气或其他化石燃料所储存的化学能经燃烧转变为热能，再将热能转变为机械能，最后发出电能的工厂。

为了便于研究和归纳问题，我们将火电厂分类，使读者从名称中就可以粗略地了解此电厂的主要特征。

（1）按照容量大小分：

火电厂一般分为大型电厂，中型电厂和小型电厂。

（2）按照工质初参数的高低分：

中、低压电厂：汽轮机进汽绝对压力为3.5MPa以下。

高压电厂：汽轮机进汽绝对压力一般为9.0MPa左右。

超高压电厂：汽轮机进汽绝对压力一般为13.0MPa左右。

亚临界压力电厂：汽轮机进汽绝对压力一般为16.5MPa左右。

超临界压力电厂：汽轮机进汽绝对压力在临界压力22.129MPa以上。目前，世界上一般常用的超临界压力为23.5MPa，温度为538~540℃左右。

（3）按原动机种类分：

汽轮机发电厂：原动机采用以压力蒸汽为工质的汽轮机，带动发电机进行发电。

燃气轮机发电厂：原动机采用燃气轮机。

蒸汽—燃气轮机发电厂：原动机用汽轮机和燃气轮机。

(4) 按功用分:

凝汽式发电厂: 使用凝汽式汽轮机组, 乏汽用凝汽器进行冷却, 向外只供应电能。

热电厂: 安装供热机组, 它除供电外, 还向用户供应蒸汽和热水。

(5) 按照所用燃料分:

一般分为燃煤电厂、燃油电厂和燃气电厂等。

目前, 我国的火力发电厂仍以燃煤为主。英国、西德燃煤电厂约占70%, 美国和苏联约占45%, 为此, 我们将以燃煤电厂为主, 来研究火力发电厂的特点和类型。

三、火力发电厂的技术经济指标

(1) 煤耗率 (g/kWh): 指每发一度电所需要的标准煤耗量。

煤耗率是表明火力发电厂运行状况的一项最有效、最简捷的技术经济指标, 它与磨煤制粉系统机械设备的运行情况、锅炉燃烧技术、锅炉热效率等都有关。

(2) 电厂效率: 是指燃料的化学能最后转化为电能的总效率。

在电厂的整个生产过程中, 燃料中的化学能不可能全部变为电能, 总是存在着各种损失。

电厂效率为整个电力生产过程中的各部分效率的乘积。即:

$$\eta_{ndc} = \eta_{dl} \cdot \eta_{ld} \cdot \eta_l \cdot \eta_{rl} \cdot \eta_i \cdot \eta_d^*$$

式中 η_{ndc} ——电厂效率;

η_{dl} ——锅炉效率;

η_{ld} ——管道效率;

η_l ——循环热效率;

η_{rl} ——汽轮机相对内效率;

η_i ——汽轮机机械效率;

η_d ——发电机与主变压器效率。

电厂效率是电厂经济技术指标中的一个重要指标, 一般火力发电厂效率仅为20%~30%, 近代凝汽式发电厂效率最高可达40%以上。

(3) 自用电率 (厂用电率): 发电厂自用电量 (厂内各种机械、设备及照明等用电量) 占发电厂发电量的百分数。

火电厂自用电率作为反映火电厂内部电能消耗的主要指标, 与电厂辅机的技术性能、燃料种类和发电设备工作条件等有关。一般凝汽式电厂自用电率约5%~8%。热电厂自用电率约10%。

对厂自用电率影响较大的机械为泵、风机、煤处理机械, 它们用电量占火电厂自用電量的70%~90%。表1-1列出各类辅机电占火电厂自用电总量的比例。

由此看出, 降低火电厂自用电率首先有赖于改善各种辅机的性能。

(4) 发电设备利用小时数: 它表示发电设备的利用情况。利用小时数越高, 设备利用程度越好。影响发电设备利用小时数的主要因素是主机和辅机的故障率。故障多, 发电设备利用小时数就低。

* 算式中未包括厂用电。

表 1-1

各类辅机电量占火电厂自用电总量的比例

	占 自 用 电 总 量 的 比 例 (%)					平均自用电率
	循环水泵	给 水 泵	送 风 机	制 粉	合 计	(%)
中压凝汽烧煤	20.4	12.0	24.8	21.4	78.6	9.54
中压凝汽烧油	23.0	19.5	24.8		67.3	5.88
高压烧煤机组	14.8	25.7	21.6	14.8	76.9	7.55
100MW烧油	22.1	39.8	21.8		83.7	5.30
超高压烧煤	11.9	31.7	20.7	16.6	80.9	8.00
超高压烧油	20.5	40.4	25.7		86.6	5.56
300MW烧煤汽泵	15.2		27.0	30.0	72.2	4.99
300MW烧煤电泵	14.7	40.5	15.0	13.0	83.2	6.13

注 表中300MW机组数据为参考数。

火电厂由于主机本身事故造成停机的约占30%~40%，而由于辅机性能不好或事故而造成停机的约占60%~70%，特别是风机、泵、输煤机械的故障，压力管路渗漏等造成停机较多。这就直接影响到发电设备利用小时数。因而提高机组主辅机设备的性能和质量是至关重要的。

第二节 火力发电厂的生产过程及辅机设备

一、火力发电厂的生产过程

煤 → 热能 → 机械能 → 电能

火力发电厂的基本生产过程就是将燃料中的化学能转变为热能（在锅炉中进行），再将热能转换成机械能（在汽轮机中进行），机械能再进一步转变为电能（在发电机中进行）。图1-1为燃煤电厂的生产流程图。这里以宝钢自备电厂为例说明凝汽式燃煤电厂的生产流程。该电厂装机 $2 \times 350\text{MW}$ 。它的主要设备由三菱重工株式会社制造。采用单元机组可用煤、高炉煤气、重油、焦炉煤气等多种燃料。蒸汽参数为 16.6MPa ， 538°C 。烧煤机组效率为39.6%。锅炉为单汽包强制循环再热式，额定容量为 1160t/h ，炉膛平衡通风方式，四角切向喷燃，采用电气除尘器，除尘效率为98%。汽轮机为单轴双缸双排汽、抽汽再热凝汽式，功率 350MW ，额定转速 3000r/min ，凝汽器为钛管表面冷却，可半边运行。发电机为卧式隐极转子防爆结构，额定容量为 412MVA ，氢—氢内冷，无刷励磁。

运煤设备为皮带输送机，总长约 2000m ，生产率为 $500 \sim 700\text{t/h}$ 。该机采用电气控制，自动监测，皮带破裂一定程度可自动报警。煤场贮煤室内可贮 24000t ，室外可贮 12000t 。备有斗轮堆取料机，微型计算机自动控制，常规有八种运行方式。

运输过程中有电磁除铁器除铁，振动筛筛分。并采用反击式煤破碎机，美国斯托克设备公司电子重力式皮带给煤机，RP738型中速碗式磨煤机。

炉底灰采用水力输送。飞灰采用气力输送和水力输送。

下面分步说明凝汽式电厂的生产过程。

火电厂燃煤量很大，需要及时运煤，一般从煤矿运到电厂的方法有：铁路火车运输，公路卡车运输，水路船舶运输，长距离皮带运输，管道输送以及空中索道运输等多种方

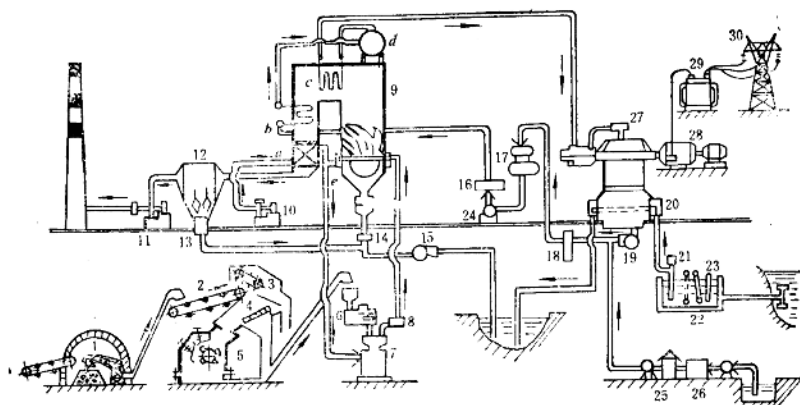


图 1-1 燃煤电厂生产流程图

- 1—斗轮堆取料机；2—皮带输送机；3—除铁器；4—振动筛；5—破碎机；6—电子重力式给煤机；
7—磨煤机；8—排粉机；9—锅炉；10—送风机；11—引风机；12—电气除尘器；13—高压冲灰器；
14—碎渣机；15—灰渣泵；16—高压加热器；17—除氧器；18—低压加热器；19—凝结水泵；
20—凝汽器；21—循环水泵；22—旋转式滤网；23—粗滤网；24—给水泵；25—补给水泵；
26—水处理设备；27—汽轮机；28—发电机；29—主变压器；30—电网输电线

式。

煤运到电厂后，经卸煤设备，如翻车机、翻船机、螺旋卸车机等卸至煤槽或贮煤场。

煤输送及制粉系统：把煤由煤场或煤槽，输送到锅炉车间。包括运煤，除去煤中杂物（木块、铁块、石块等），制成一定细度的煤粉，以满足锅炉对燃料质和量两方面的要求。

流程为：煤场→斗轮机及皮带运煤机→除三块设备→破碎机→皮带输送机→煤斗→给煤机→磨煤机→煤粉仓（或燃烧器）。

燃烧过程：根据负荷需要向锅炉供给燃料——煤粉，保证充分燃烧，把水加热成具有一定温度和压力的蒸汽，并把烟气除尘后经烟囱排出，把炉渣和灰排入灰场。

燃烧过程流程如图1-2所示。

热力系统：把水加热蒸发，成为具有一定压力和温度的过热蒸汽，推动汽轮机作功，达到从热能到机械能的转换。废气冷凝后和补充水一起回到锅炉，保证汽与水的循环。

热力系统如图1-3所示。

通过生产过程的分析，可以看出各种辅机在发电厂的生产过程中的位置和作用。

二、各种机械在火力发电厂生产过程中的作用

锅炉、汽轮机（或燃气轮机）、发电机是火力发电厂的三大主机，它们直接担负着进行能量转换（即由燃料的化学能转变为电能）的任务，是不可缺少的。

成百上千种各种型式的辅机，与主机组成协调的整体。主机、辅机在现代化电力生产过程中相辅相成地发挥作用，都是生产过程中不可缺少的部分。

锅炉辅机有：给煤机、磨煤机、送风机、引风机、锅炉给水泵、除尘器等。

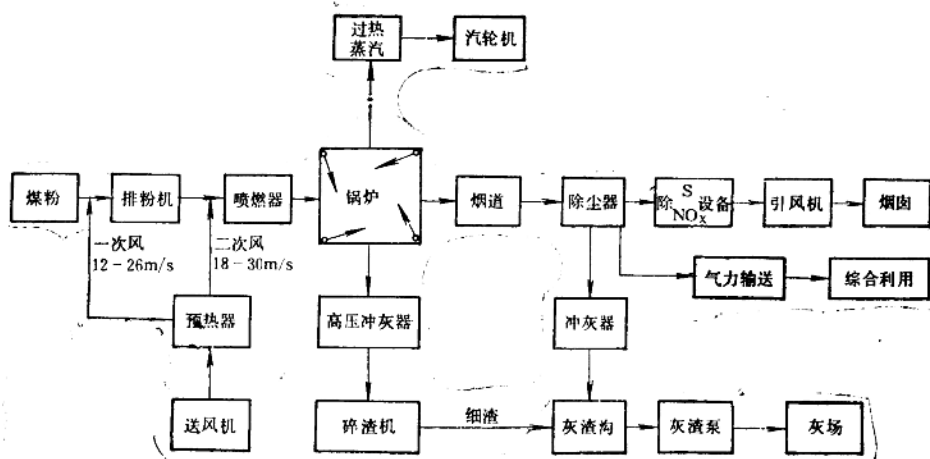


图 1-2 燃烧过程流程图

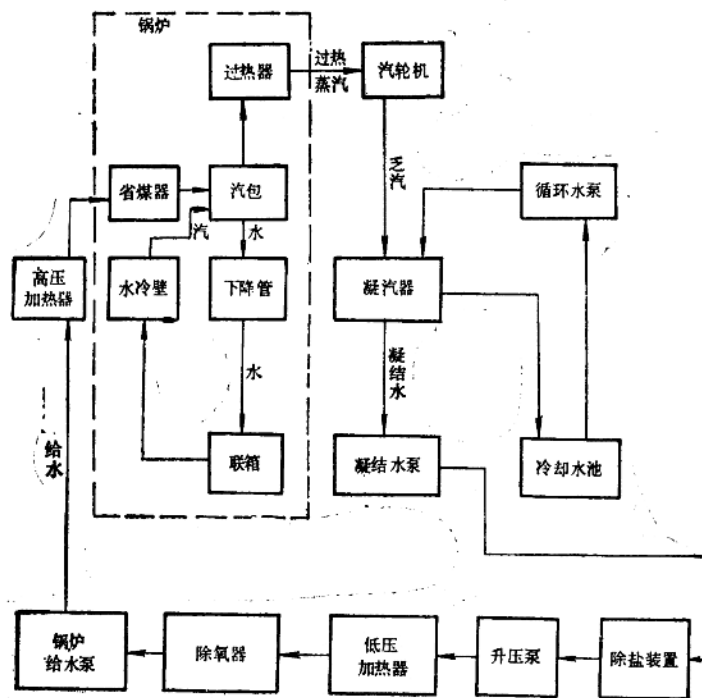


图 1-3 热力系统图

汽轮机辅机有：凝汽器、凝结水泵、抽气器、高压及低压加热器、除氧器等。

如果把主辅机看作主次关系，仅强调辅机为主机服务的一面，以主机选辅机，主机配

辅机, 仅仅在“选”和“配”上作文章, 是片面的。实际上, 辅机系统有其自身内在的规律特征, 我们要很好地研究它, 掌握它, 要从各热力系统、机械系统的整体出发来研究最佳的机械组合配置, 要从电力生产过程的角度, 加强对辅机使用性能、控制性能的研究和改进提高工作。

从火力发电厂的生产过程及系统图中, 可以看到有以下各辅助机械设备系统:

(一) 热交换器

凝汽器、除氧器、高压加热器、低压加热器等, 外壳都是承受有一定压力的钢板焊接制成, 以对流、传导等方式进行热交换, 是发电厂中的热交换设备。

(二) 泵和风机

泵类有锅炉给水泵、循环水泵、凝结水泵、灰渣泵等。

风机有送风机、引风机、排粉机等。它们可以是离心式的, 也可以是轴流式的。

泵和风机就像是电厂的心脏和肺。各种泵, 保证各汽水系统的正常循环。

各种风机供给锅炉等设备需要的空气, 排出粉尘炭灰。

泵和风机属于叶片机。大中型火电厂所用的泵和风机具有高参数、大流量、大功率的特点。如引风机, 电压6kV, 烟温130℃左右, 单机风量可达到 $2.1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{h}$, 功率可达6000kW。要求运行中具有可调性能, 以达到节省电能和适应负荷变化的要求。

(三) 煤输送及处理机械

这些机械设备要保证火电厂必需而适量的燃料供给, 维持电厂的正常生产。它的特点是输送处理量大。

1. 煤场机械

包括斗轮机、装卸桥、皮带机、翻车机等一系列运输、卸煤、装煤机械, 要求设备高效、安全、可靠, 同时易于实现自动化操作。当前较为迫切并能实现的是厂内运输、翻卸煤自动线, 堆取料机自动化, 输煤称重自动控制。

2. 筛分破碎机械

各种筛煤机、破碎机。筛煤机有固定筛、振动筛、共振筛、概率筛等类型。破碎机有辊式、锤式、反击式、环式等型式。

煤在处理过程中, 粉尘污染严重。防止堵塞保证生产量十分必要。

3. 磨煤机械

低速磨机有钢球磨煤机。中速磨煤机有: 平盘磨; 碗式磨; 球型磨和辊式磨等。高速磨煤机有风扇磨等。

磨煤机应保证锅炉对煤粉颗粒度的要求。磨煤机械耗电大, 粉尘污染严重。

(四) 除尘、排灰机械

除尘设备, 排灰机械是火电厂的清洁工, 是保障发电生产持续正常进行的必要条件。

1. 除尘器

除尘器有各种类型, 如水膜除尘器、旋风子除尘器、布袋式除尘器、电气除尘器等。

除尘器应对排出的烟气成分严加控制。如 SO_2 、 NO_x 及粉粒尘埃等物质散失在空气中会造成对环境的污染。

2. 排灰机械

电厂排灰有水力除灰和气力除灰等方式。水力除灰机械有：高压喷射泵，pH泵，油隔离泥浆泵，柱塞泵，水隔离泥浆泵等。气力除灰设备有：仓式气力除灰装置，正压、负压除灰装置等。排灰机械多按两相流（液固相、气固相）理论进行设计。对排灰机械来说，远距离、高浓度、大容量输送是发展方向，同时还要考虑灰的综合利用。

（五）阀门及其电动装置

火电厂使用了各种手动、电动截止阀，节流阀，止回阀，安全阀及电动提升控制装置。这些阀门的介质多是高温高压的，应保证阀门灵活严密，线性度好，便于自动化操作。

（六）水处理设备

补给水的预处理设备，如高速双滤料机械过滤器，反渗透装置，各种类型的离子交换器和清洗罐等设备。这些设备一般是用钢板焊接的罐和槽，以过滤形式与化学反应形式处理水中的各种杂质。

总之，随着高参数、大容量、多机组的现代化大型电厂的出现，设备操作要求都非常严格，这就对电厂辅机提出了更为严峻的要求。如何满足主机对辅机性能、参数的严格要求就成为十分突出的问题。辅机承担的任务十分繁重，又处于高温高压或高粉尘和高腐蚀等恶劣的条件下工作。近年来辅机出现了较多的问题和故障，出现了某些辅机与主机不相适应的情况。辅机对电厂生产的影响越来越大。

1965年美国纽约发生了大面积停电事故，除因电网送变电操作不当外，还由于电厂的风机和水泵出力降低，以至停运，迫使发电机与电力系统断开。纽约市内三台主力机组（包括1000MW的机组），由于润滑油泵停运，润滑油断供，轴承损坏，终于导致全市停电13.5小时。造成高楼电梯、地铁客车、交通信号灯以至路灯停电，事故惨重，教训深刻。

1981年12月某电厂送风机发生断叶片事故，抢修三天两夜。只有一台风机送风工作，机组出力减少110MW，相当于少一台125MW机组参加生产。

据电厂安全生产情况通报，1982年全国锅炉及辅机发生故障停机多次，其中：

引、送风机、磨煤机	占13.4%；
制粉系统	占1.3%；
其他辅机	占12.2%；
合 计	占26.9%。

近几年来，世界各国的火力发电机组对自动化程度都提出了更高的要求。只有在高度自动化的前提下，才能确保这类机组的安全、可靠和经济运行。

由于机组容量大，生产工况变化多，操作频繁和复杂，使辅机设备数量增多、容量加大，结构更加复杂，并且必须跟随主机工况变化而频繁调整操作。

各类机组的监视和操作项目数量如表1-2。

其中，各种辅助机械设备的起动，切换，控制，调整等监视、操作项目就占有很大比重。以锅炉燃烧为例，以前司炉值班员通过观察锅炉的主蒸汽压力表，判断锅炉的出汽量

表 1-2

各类机组监视和操作项目数量表

机 组 容 量	50MW	125MW	200MW	300MW
监视项目(测点数)	115~135	540~600	~600	950~1050
操作项目(执行器数)	70~75	142	280	410~450

是否与炉内燃烧状况相平衡,当出汽量增加,而燃烧没跟上,则汽压下降;出汽量减少而燃烧没有相应减少,则汽压上升,司炉人员要跟踪主蒸汽压力的变化而改变给煤量(给煤机)和进风量(送风机),从而调节燃烧。同时观察火焰,处理结焦,定期吹灰,以至调节磨煤、运煤机械的供给运输量,尽可能适应不同煤种的要求。有些对安全至关重要的参数,如锅炉水位、汽压、汽温、炉膛压力、燃烧情况以及各种主辅机的电流、电压、轴承温度和压力等等也要有值班员定期监视,进行调节,处理。对于单机容量不大时,靠单项自动装置,通过远动装置用手动操作就可以实现。而对于单机容量大到200~300MW,锅炉蒸发量达1000t/h,辅机大型化时,虽有单项自动远动装置,操作仍是十分困难,操作把手数量剧增,难于做到眼明手快地进行操作,此时需要配置综合调节的自动化装置。单机容量大到600MW或1000MW以上时,则由于信息太多,如果不经过一定的综合分析,已不易直观地辨识和处理问题,因此必须用计算机来协助监测和调节。目前,应用多微处理器分层分散控制的自动化体系,是正在实现的新技术。因而电厂辅机的选择配置必须适应用计算机进行监控调节的要求。

综上所述,辅机的性能和自控水平,对发电厂的安全、可靠、经济运行,有着直接的影响。电厂主机辅机设备的设计制造水平和运行自动化水平,已成为国家机械设计制造水平和国民经济发展水平的一个重要标志和全面反映。

第二章 输煤和卸煤机械

我国火力发电厂除少数燃油外，多数仍是以煤作为主要燃料。我国有着丰富的煤炭资源，今后火力发电的发展仍是立足于燃煤。技术发展的主要趋势是增大机组容量，以提高它的技术经济指标。这样必然造成电厂绝对日耗煤数量增大，煤的输送、翻卸、贮存以及处理将成为一项十分繁重的工作。输煤系统的生产率最近已提高到 $1400\sim 1600\text{t/h}$ ，而新的大型现代化火力发电厂的输煤系统生产率要求达到 $4000\sim 5000\text{t/h}$ 。

火力发电厂输煤系统包括：厂外输煤，进厂卸煤，煤场贮煤，破碎筛分，清除杂物，计量，取样直到把煤输送到锅炉房原煤斗为止。对燃烧多煤种的电厂还要在输煤过程中进行混配煤作业。

厂外输煤方式常见的有：铁路运输、水路运输、长距离带式输送机运输、汽车运输、架空索道及管道运输等。

第一节 铁路运输及其卸煤设备

铁路运输是国内外普遍采用的最主要的一种厂外输送方式。新建大型电厂多采用专用车及专列运输。美国公用电厂所用煤的85%是铁路运输。

专用车辆主要有：底开门车和翻卸用的平底敞车。

现有煤漏斗底开门车的最大载重量为90t。石横、平圩电厂采用的 T_{11} 型煤漏斗底开门车为引进美国普尔曼—斯坦德公司的技术，由大连重型机器厂制造。车箱前后坡板倾角大于 50° ，能边走边卸车，也可停车分组卸或单节卸。可远方操纵及单车就地操作，具有电控和手控两种方式。漏斗门开度800mm。有可进行解冻处理的烘烤装置。装煤量为60t。

翻卸用的平底敞车，载重量可达 $100\sim 120\text{t}$ 。

60年代起，美国发展了一种“整体列车”的运煤方式。这种“整体列车”是由运煤专用车箱组成，到电厂后不解列，两车箱之间设置回转式挂钩。这种不解列卸煤方式，效率高，运费低。

对车皮卸煤机械的要求是：卸煤速度快，彻底干净，不损伤车皮。

一、链斗卸车机

链斗卸车机由钢结构门架、行走机构、卷扬机构、链斗工作装置和输送机五个主要部分所组成。门架、行走机构基本上与门式起重机的相应机构类似。输送机采用短小的皮带输送机，用电动滚筒驱动。链斗工作装置采用斗式提升机，可在门架的导轨上作上下移动。卸车时，先由卷扬机将斗式提升机提到最高位置，待列车进入门架后，使其慢慢放入敞车车箱，链斗切取车箱内的物料并把物料提升，卸到皮带输送机上，由皮带输送机将物料卸到铁路两侧，链斗的宽度比车箱的宽度略小，故斗可下到车箱底部。在链斗切取物料

的同时，门架可沿轨道慢慢前进。当一节车箱卸完时，斗式提升机上提，再卸第二节车箱（也可门架不走动，列车慢慢前进）。皮带输送机装在门架上面的横梁中，可以在横梁的轨道上左右移动4m，以扩大铁路两侧的卸料范围，皮带可以正反转，故能在铁路两侧卸料。当卸车条件较好时，这种卸车机械的综合出力为250~300t/h。

对于卸松散性较好的原煤，这种机械能充分发挥作用，处理冻煤的能力与螺旋卸煤机相近，它的主要缺点是：车箱内两端有少许剩料（约0.5t），需人力清理；不适用于潮湿和沾结性较大的物料。

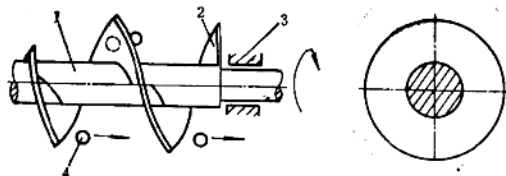


图 2-1 螺旋体工作示意图
1—轴；2—螺旋面；3—轴承；4—物料

二、螺旋卸车机

螺旋卸车机由钢结构机架、行车机构、卷扬机构、螺旋装置四个主要部分组成。机架的形式有桥式、门式和“Γ”式三种。行走机构、卷扬机构基本上与门式起重机相应机构类似。

螺旋装置是由轴和螺旋面组成螺旋体机构，如图2-1所示，由电动机带动螺旋体转动，物料被旋转的螺旋面推向一端，从车箱排出。螺旋卸车机的螺旋有单向（单侧卸料）和双向（双侧卸料）两种，螺旋直径 D 一般为600mm到1000mm，螺距一般取 $S=(0.8\sim1.0)D$ 。

螺旋卸车机的行走速度通常为10~20m/min，个别的达到30m/min以上。螺旋回转速度一般为45~80r/min，有的可达100r/min。

螺旋卸车机的综合出力可达300~400t/h，它比较适用于小块物料，对于卸冻煤也有一定适应性，当冻层不超过100mm时，卸煤可以比较顺利地进行，它的主要缺点是卸煤不彻底，要配以人工清扫，对车皮也有损伤。

三、翻车机

翻车机是现代发电厂的重要卸车设备，它具有卸车效率高、生产能力大等特点，并显著地改善了劳动条件，翻车机卸车作业机械化程度高，可采用逻辑控制实现半自动化和自动化的生产，节省人力。所以它广泛应用于以敞车为主，运输粉状、块状以及含有冻块的散状物料（如煤、原矿、粉矿）的铁路运输系统中。常用的有以ZFJ-100，ZFJ-Y-100及KFJ-2A为代表的转子式翻车机和以CFH-1，KFJ-1A为代表的侧倾式翻车机。

我国容量在400MW以上或耗煤量在200t/h以上的电厂，一般均考虑装设翻车机。翻车机日最大卸煤量可达5500t。

翻车机用机械的力量将车箱翻转卸出物料。翻车机有转子式、侧倾式、端倾式和复合式四种类型。而按一次翻卸车皮节数分：有单翻机、双翻机、三翻机和四翻机。翻车机按车皮型式又可分为适应标准车辆和适应非标准车辆两大类。适应标准车辆的翻车机又有旋转车钩和固定车钩之分。

（一）翻车机的类型和构造

1. 转子式翻车机

转子式翻车机是用于火力发电厂翻卸各种标准轨铁路敞车的设备。表2-1为转子式翻

表 2-1

转 子 式 翻 车 机

型 号	ZFJ-100	ZFJ-Y-100	KFJ-2A
最大载重(t)	100	100	100
每小时翻卸车辆数	30	30	30
最大翻转角度	170°	170°	175°
翻转速度(r/min)	1.186	1.186	1.14
夹车机构最大行程(mm)	钢丝绳机构 1575~3570	液压机构 2000~3500	回连杆摇臂机械
传动电动机功率(kW)	2×48 $J_c=40\%$	2×48 $J_c=40\%$	2×45
缓冲器最大受车速度(m/s)	1.2	1.2	
翻车机总重量(t)	172	160	128

车机的型号及技术参数。工作时，被翻卸的车辆中心与翻车机转子回转中心基本重合，转子带着车辆一同回转170°~180°左右，将煤卸到翻车机正下方的受料斗中。

图2-2为ZFJ-100型转子式翻车机的基本构造图。该翻车机由转子、传动装置、夹具机构、平台及振动物、电控装置等部分组成。

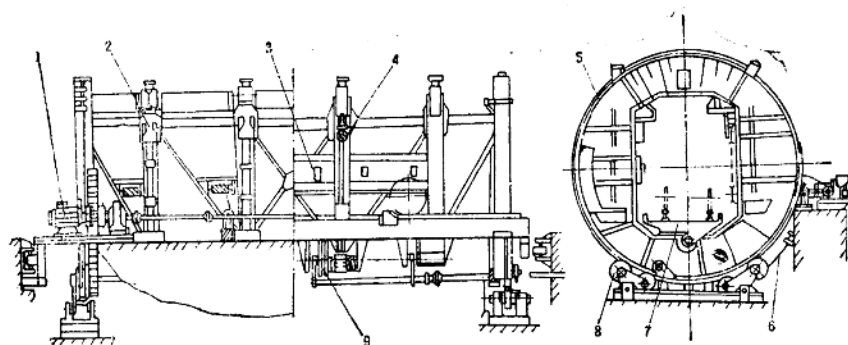


图 2-2 ZFJ-100型转子式翻车机

1—传动装置；2—转子桥架；3—靠板与振动物；4—夹具机构；5—转子本体；6—曲线板；7—定位及推车平台；8—托辊装置；9—小车导板及制动器

转子：系一个中空圆形钢结构体，其两端各有一个转子圆盘，转子圆盘之间，用转子桥架架连系，转子圆盘与构架的连接处全部采用铆钉连接，转子桥的左右两侧各有四个立柱，每对立柱上安装有开式齿轮及滚道，两端圆盘的滚道自由地放在两组支承的托辊上，由传动装置带动转子旋转。

传动装置：由两台48kW的电动机及减速机、制动器、开式齿轮（或销齿）等组成，安装在与推车平台同一层上，两套电动机、减速机、制动器或销齿啮合，带动转子回转。

夹车机构：见图2-3。夹车机构是翻车机的压车装置，共有四套，分别安装在转子桥

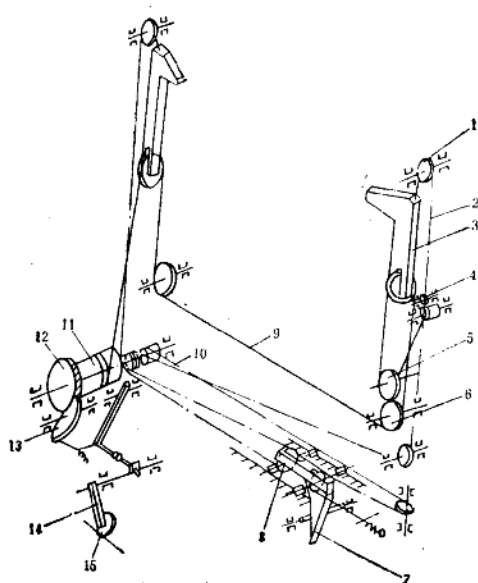


图 2-3 夹车机构

1—提升滑轮；2—提升钢丝绳（ $\phi 15$ ）；3—夹车钩；4—调整绞车；5、6—滑轮；7—平衡小车；8—平衡滑轮；9—压紧钢丝绳（ $\phi 19.5$ ）；10—平衡钢丝绳；11—滚筒；12—钩子；13—钩子；14—辊式杠杆；15—曲线轮

的四对立柱上。每套由左右夹车钩、绞车、小车、小车刹车及导板等组成。翻卸时，车皮向侧板靠拢，四套机构的八个夹子靠自重下降，当转子转到大约 60° 位置时，八个夹子就牢牢地锁住了整个重车。翻卸完毕转子返回零位，提升钢绳将八个夹子提升到极限高度。

平台：安装在转子桥的横梁上。沿平台纵向铺设铁路钢轨，轨距1435mm。在平台的出车端钢轨两侧设有定位装置，能使各种车辆准确地停在平台上的规定位置。进车端的推车装置，把卸完的空车自动推出翻车机。为了防止平台纵向窜动，在翻车机两端的基础上设有带滚轮的挡轮。平台下安装有四组弹簧机构，弹簧机构迫使平台和车辆同时向靠板位移，使车辆墙板靠紧转子桥上的靠板。

振动器：安装在一个可伸缩的装置上，通过平台的位移使振动器直接与车辆墙板接触。

ZFJ-100型转子式翻车机可以与卸车自动线中其它配套设备联动实现自动化卸车，也可以用于机车推送车辆作业，还可以人工操作。当一辆重车以小于1.2m/s的速度送进翻车机时，由定位器使重车停稳在规定位置，启动翻车机正转，当转子从 0° 转到 5° 时，平台及车辆靠自重和弹簧机构的作用移向靠板，直至车辆与靠板完全贴紧，同时四套夹车机构下降，使八个夹子完全压在车辆的墙板上。当转子转到约 60° 时，夹车机构刹车，这时八个夹子就锁住了整个重车。此时六台振动器的振动箱借助与平台的连杆伸出靠板，与车辆墙板接触贴紧。当转子转到 155° 时，六台振动器同时振动，翻车机正转到位后停转，再启动翻车机反转，待回到 150° 时振动器停止振动，当回到 60° 时，夹车机构绞车松闸，且提升八个夹子。约在 5° 左右时，平台及翻卸后的空车依靠设在转子两端站台上的平台挡铁及平台上的复位滚轮的臂，强制平台准确对轨，达到回位。

当转子反转到 0° 时，平台上定位器的制动靴下降，推车器将空车推出，定位器的制动靴上升，推车器返回原位，此时可接受另一辆重车，继续翻卸。

2. 侧倾式翻车机

侧倾式翻车机的特点是被翻卸的车辆中心远离翻车机回转中心，使车箱内的煤倾翻到车辆一侧的受料斗内。表2-2为侧倾式翻车机的型号及技术参数。图2-4是KFC-1A型侧倾式翻车机构造图，它是一种齿轮传动、液压锁紧压车的侧倾式翻车机。其构造由回转盘、压车梁、活动平台、压车机构、传动装置等组成。