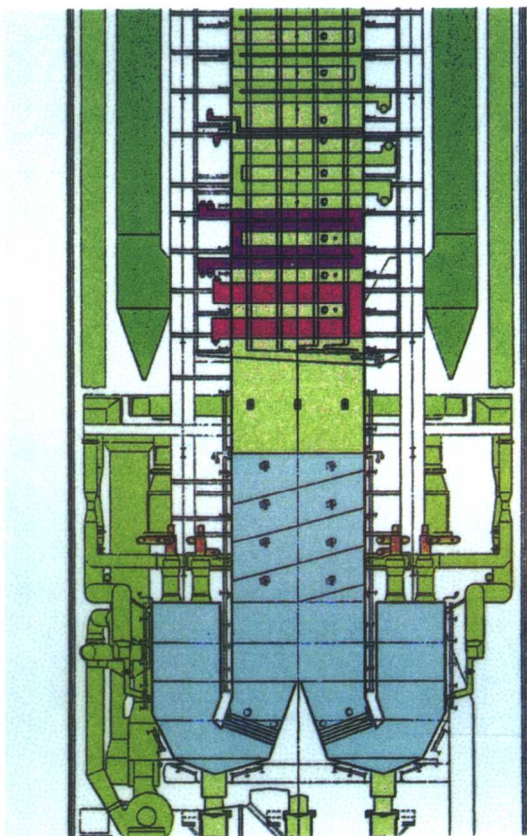




**GUO LU
BENTI
JIANXIU**

锅炉本体检修

陈海金 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

GUO LU BENTI 锅炉本体检修 **JIANXIU**

陈海金 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书由火力发电厂生产常识、锅炉本体结构特性及工作原理、燃烧设备及系统、汽水系统、工器具使用与维护、锅炉检修常用材料、相关专业检修等 10 个模块组成。

本书突出了岗位职业能力所需要的必备知识和必备的专业技能,适用于火力发电厂从事锅炉检修工作的技术人员。

图书在版编目 (CIP) 数据

锅炉本体检修/陈海金主编. —北京:中国电力出版社, 2006

ISBN 7-5083-3698-4

I. 锅... II. 陈... III. 火电厂-锅炉-炉体-检修 IV. TM621.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 131608 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)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2006 年 2 月第一版 2006 年 2 月北京第一次印刷

850 毫米 × 1168 毫米 32 开本 10.625 印张 282 千字

印数 0001—3000 册 定价 20.00 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

锅炉本体检修

随着我国电力工业装备的不断更新和技术水平的不断提高,对电力生产技术人员素质也提出了更高的要求。此外,由于劳动、培训制度的不断深化,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,建立新的职业培训模式势在必行。

目前,电力行业正大力开展职业技能培训和鉴定工作。新的培训模式要求职业培训的教材要具备新思路和新做法。为满足这一要求,特编写了本书。

本书由中国电力投资集团公司上海职业技能培训中心高级讲师陈海金担任主编。

本书的模块一、模块八由上海电力工业学校讲师余湘编写;模块二、六由上海电力工业学校高级讲师陈海金编写;模块三、模块十(单元一)由华能上海电力检修公司工程师黄晓东编写;模块四、九由上海上电电力工程有限公司专业工程师王苏明编写;模块五(单元一)、模块十(单元二、三、四)由上海高桥石化工程建设公司冷克平编写;模块五(单元二)由中电投上海技能培训中心讲师卫东编写;模块七由上海电力工业学校讲师陈晓峰编写。本书由陈海金统稿。全书由谢志文主审。

本书在编写过程中,得到了有关电力集团公司、省市电力公司的关心和支持,同时也得到了电力行业有关专家的热情帮助和指导,在此一并表示衷心的感谢!

各单位和广大读者在使用本书的过程中,如发现不妥之处,敬请随时函告,以便再版时修改。

作者

2005年10月

目 录

锅炉本体检修

前言

模块一 锅炉检修人员的职业道德	1
模块二 火力发电厂生产常识	8
单元一 火力发电厂生产过程	8
单元二 电站锅炉概述	12
单元三 火力发电厂自动化系统概述	24
模块三 电业安全工作规程	31
单元一 电力工业压力容器验收过程	31
单元二 电力安全工作规程、消防规程	35
单元三 电力生产安全保护	45
单元四 安全用电、消防、急救知识	50
单元五 锅炉本体检修安全技术措施	53
单元六 电力工业锅炉压力容器监察规程	55
模块四 锅炉本体结构特性及工作原理	59
模块五 燃烧设备及系统	84
单元一 常见燃烧设备类型、结构、安装工艺	84
单元二 燃烧理论	103
模块六 汽水系统	114
单元一 受热面管子的破坏、检查、修理	114
单元二 水压试验	127

模块七 工器具使用与维护	134
单元一 常用手动工具及量具	134
单元二 电动工具	147
模块八 锅炉检修常用材料	153
单元一 金属材料、密封填料、保温材料	153
单元二 锅炉本体设备常用钢材	179
模块九 化学水处理、化学清洗	190
模块十 相关专业检修	204
单元一 焊接、起重知识	204
单元二 锅炉辅机	243
单元三 锅炉管道阀门	309
单元四 锅炉启停及锅炉停炉保护	317
参考文献	334

锅炉检修人员的职业道德

一、职业道德

道德是调整个人与个人、个人与集体、个人与社会之间关系的行为准则。道德的重要社会功能之一就是对人类社会的具体生活和具体行为进行制约和引导。道德渗透到具体的职业生活、职业行为中,就表现为丰富多彩的职业道德。

在日常生活中,在我们的电力行业中,我们所见的各种规章制度、工作守则、生活公约、劳动规程、行动须知等,就是我们从事不同职业活动的人们所遵循的职业道德准则,也是职业道德的具体表现形式。

一般来说,职业道德就是指人们在从事各种职业活动的过程中,思想和行为所应遵循的道德准则和道德规范,也就是调整职业内部、职业之间、职业与社会之间的各种关系的行为准则。职业道德是重要的社会行为准则,对人类社会生活有着特殊的影响意义。

人类社会生活中的职业有多种,涉及的职业道德的内容也千差万别,各个行业一般都会根据本行业的特点和要求,结合具体的职业环境、职业条件以及本行业从业人员的素质、水平,制定出不同行业的职业道德内容。

二、电业人员职业道德的特点

(一) 电业人员职业道德具有多样性和同一性

电力工业是为社会生产和人民生活提供电能的工业系统,是现代化和集中程度很高的技术高度密集的社会化大生产体系,构成这个复杂而又完整系统的各个部门,又分别有各自的特点,其职业行为都具有各自特征,其行为规范也要求不同,所以电业人员职业道德在其适用范围上具有多样性。

然而，尽管电力行业生产系统庞杂，但生产的高度联合性，生产方式的集中化，终极产品的单一性，把各部门的生产目的和服务部门高度统一起来。例如：发电厂（站）、供电系统都在围绕发电、输电、配电和供电，都在为完成电的一次产出和一次消费而运行着。这种生产目的和服务对象的同一性决定了电力系统职业道德的同一性。同一性和多样性的结合提供了电业人员职业道德的基本原则，同时为制定电业人员的职业道德提供了基础。

（二）电业人员职业道德的高度组织纪律性

电业人员强调职业生活的高度组织纪律性，要以高度自觉又不盲从的态度执行命令，听从指挥。

电力生产、供应、使用是同时进行，一次完成的。这种生产、供应和使用的同时性和无隙性，要求电力工业按用电需求建立从发电到送电、变电、配电统一的发、供电系统——电网，并实行联合管理，统一调度。

随着电网装机容量的增大，覆盖地域的扩大，主输电线路电压等级的升高，变电所、站的层次的增加，各生产环节之间、生产部门与用户之间相适应的问题显得更加复杂多变，由此决定了电网统一管理的高度组织纪律性，并要求所属各部门和个人必须服从命令、听从指挥。这种服从的严格性是一般行业所不及的。如执行调度命令不差分秒；发电厂的发电负荷必须满足外界的需电量，锅炉负荷必须满足汽轮机的负荷，汽轮机的负荷又必须满足发电机的负荷功率；变电操作不能有丝毫误差等，否则就会导致事故，给国家和人民生命、财产带来重大损失。

（三）电业人员职业道德的高度责任心

电力企业是资金、技术密集型企业，不仅装备技术程度高、工程造价高、建设工期长、投资多，而且在能源转换过程中，一次性能源消耗量大，占用资金多。同时电力生产过程相互联系紧密，自动化程度高，所以电业人员的职责范围大，自由活动范围相对较小，人与设备的制约性较强。

如果电厂的运行工人不负责任，玩忽职守，将会影响整个企

业甚至整个电网的安全运行，所以电业人员必须时时刻刻保持高度负责的态度和严肃认真的作风，听从电网调度的指令，做好自己的本职工作。

（四）电业人员职业道德的强烈“安全第一”意识

由于电能的生产、输送是同时完成的，在电力生产过程中，发电厂锅炉的蒸汽参数高，燃料又具有易燃的性质，就决定了电业人员在职业道德方面必须具有“安全第一”的思想意识。强调“安全第一”就是要做到如下几点。

1. 生产的安全可靠性

生产的安全可靠性是指电力生产安全、设备维护良好、电力供应可靠、电力产品优质。

电网只有安全、可靠地运行起来，才能多发电、供好电，满足社会需要，企业才能有较好的经济效益。电力生产上的不安全性会引发事故，造成事故的直接后果就是影响工农业生产，影响交通运输和各项社会事业的正常进行，影响人民群众的正常生活，给企业和社会带来重大的经济损失和不良影响。作为电业人员，不管在什么岗位上，保证生产安全，提高设备完好率，做到安全、可靠、稳定地供应电力始终是首要职责和基本的职业道德要求。

2. 电力生产和使用人员的“安全第一”意识

电力的生产和使用都存在着一定的危险性，稍有疏忽就会造成人身伤亡和财产的损失。所以，要求电业人员必须在自己的职业生活中有高度的警惕性，要保护好自己，保护好他人，以良好的安全道德意识来约束自己的行为，模范地执行规章制度，养成注重安全的良好习惯。电业职工必须严格遵守相关的安全工作规程、设备安全操作规程，还要把用户的安全用电作为自己的工作职责范围，做好安全用电的宣传和示范。

（五）电业人员职业道德的公益服务性

电力工业是基础工业，又是公益性事业。电力工业既为国民经济的各部门提供基本动力，又为人民达到小康生活提供不可缺

少的能源。随着人民生活水平的提高和各项社会事业的发展，社会对电力的依赖程度和需求数量越来越大，电力已成为现代化不可缺少的前提条件和物质基础。

电力供需不仅制约社会经济的发展，还影响人民的日常生活质量，影响正常的生产、生活秩序，影响人们的心理情绪甚至影响社会的稳定。所以电业人员必须树立为社会服务、为人民服务的思想和全方位的整体服务观念，在电业内部做到团结协作，无私奉献；对社会则应全心全意提供优质服务。把社会和人民的利益同自己的职业活动联系起来，把为人民服务、对社会负责的崇高思想和献身电业的牺牲精神视为电业人员的职业道德精髓，自觉提高服务质量，不断维护电力企业的声誉，发好电，供好电，为社会主义现代化作出自己应有的贡献。

三、电业人员职业道德的基本要求

（一）热爱本职工作

热爱本职工作体现了电业人员对本职工作的理解、认识和负责的态度，也体现了电业人员干一行就爱一行、钻一行、守一行的精神，这也是电业人员在平凡的岗位上做出成绩的前提。

热爱本职工作首先就是要做到能够正确对待不同的内部分工，正确对待不同的劳动报酬，正确对待不同的工作环境。在客观现实中，个人的志愿往往与企业的安排会有出入，如果持有抱怨的态度，用不良的职业道德来支配自己的职业实践，那迟早会发生事故，最终必然被社会所淘汰；如果能正确地对待自己的职业分工，热爱自己的本职工作，不攀比、不懈怠，自强不息，最终就会成为这个领域内的行家。所谓行行出状元，正是这种道德实践的结果。作为电业人员，既然选择了这个职业，那就要认识到电力生产的重要性、安全性，就应该尽职尽责地努力工作。社会、企业和同事也一定会给电业人员一个公正的评价。

热爱本职工作还要求电业人员要按照生产规程和岗位的要求，自觉地在自己的工作岗位上尽职尽责，搞好工作，做到“一开一关对国家负责，一举一动让人民放心”。

（二）刻苦钻研技术

技术是人类在认识自然、改造自然的实践中积累起来的有关生产劳动的知识、经验和技巧，是完成生产任务的基础。没有过硬的技术和业务能力，安全生产、产品质量、生产效率、经济效益就无从谈起，就更谈不上为国家、为人民作贡献。

电力行业是个技术密集型企业，自动化程度很高，这就要求电业人员必须努力学习科学文化知识，刻苦钻研业务技术，以适应电力事业发展和科学技术不断更新的要求。无论是现在还是将来，学习科学文化知识、钻研科学技术都是电业人员必须具备的重要职业道德素质。

（三）严格遵守守法

纪就是泛指企业的各种纪律、章程和制度。

遵纪就是要严格遵守各类规章、制度，如电业安全规程、运行规程、检修规程、技术规范，以及企业内部制度等；自觉遵守劳动纪律，不迟到、不早退、不旷工、不怠工，听从指挥。在工作上不仅要有严肃的态度，还要有认真的作风和严谨的秩序。反映在道德实践中，那就要求电业人员在生产上要遵照规章制度办事，爱护工具、设备，杜绝跑、冒、滴、漏，减少环境污染；对检修从业人员来说，通过检修来杜绝设备的“七漏”，即：漏煤、漏粉、漏水、漏汽、漏气、漏油、漏灰，在服务上要礼貌待人，语言文明、热情周到，努力营造一个和谐的工作氛围。

法律是反映并调整一定社会关系并由国家制定或认可，以国家强制力保证实施的全部行为规范的总称。

守法就是要求电业人员自觉遵守国家法律法规，在生产、经营和管理中，必须以电业法律、法规来约束自己的言行，事事都以法作为自己的行为准则。在电业活动中，电业人员必须严守法律、法规，维护电业法律、法规的权威，自觉地把活动制约在法纪许可的规范内，切实履行对国家、社会应承担的法律义务，绝不能以为电业法律、法规是对别人的限制，而电力行业则

可以随意违反。

应当指出，电力行业的各种劳动纪律和规章制度是前人用血的教训换来的实践经验的结晶，遵纪守法是广大电业人员在长期从事现代化大生产中培养起来的一种美德。因此，遵纪守法是每个电业人员应当具备的起码的职业道德。

（四）爱护电力设备、工具

电力设备和工具是我们电业人员的生产工具，只有保证设备和工具始终处于良好的工作状态，才能保证电力企业的安全、经济运行。电业人员只有自觉地爱护电力设备和工具，才能保证设备和工具处于良好的工作状态。所以电业人员必须把爱护设备和工具作为其应当具备的基本品质。爱护设备、工具表现在职业实践中，首先，要努力学习，刻苦钻研业务技术，不断提高自身的技能素质，以适应电力生产的需要。也只有掌握了技术，了解了设备和工具的特性，才能使设备始终处于良好的工作状态。其次，在工作中要加强责任心，严格按照规章制度办事，加强设备运行和设备的日常巡视、维护，也只有这样才能保证电力的安全和经济生产。

（五）安全文明生产

电力行业要求所有电业人员在从事电力生产和经营过程中严格执行“安全第一，预防为主”的电业方针，以体现安全高于一切的行为准则。

安全生产是电力行业根据自身的生产特性所提出的客观要求，也是电力生产的基本条件。在电力生产中忽视安全而造成的事故往往是突发性的，使人措手不及的，严重影响和危及电力企业以及从业人员和用户的生命财产安全。电力生产从发电、输电、变电、配电到用电，无论哪一个环节发生问题都会直接影响整个电网，都会造成不可估量的损失。所以，电业人员必须具备必要的安全道德素质。

电力行业要求所有的电业人员在自己的职业活动中不断修正自身的言行，创造文明环境，提高自己的职业道德品质。电业人

员在电力职业活动中通过观察、比较能发现自己身上存在的不文明行为而加以改正。同时在自己的心目中树立一个文明典范，时时处处要求自己按这个典范去说话办事，使自己逐步达到文明职工的标准。

电业人员要能够从自我做起，带动他人，在职业活动中形成一种文明气氛。通过全体电业职工的努力能够营造一种既严谨又宽松，既紧张又和谐的工作氛围。

(六) 团结协作

电力企业技术密集、自动化程度高，又是 24h 连续作业的；电力生产单靠一个企业、一个部门是完不成的。发电企业要进行发电生产，需要各岗位人员互相配合，没有团结协作的精神是难以运营的。因此密切配合、团结协作不仅是电力生产的必然要求，也是电业人员职业道德的基本要求之一。

团结协作包含了人与人之间的关系协调和工作上的密切配合，只有在认识上形成一致的意见，才能齐心协力搞好电力生产，才能最大限度地调动和发挥广大电业人员的积极性和创造性，才能为实现共同的目标而奋斗。

团结协作表现在职业实践中，一是热爱本职工作，虚心向学有专长的师傅学习，形成尊重知识、尊重人才的风尚；二是岗位之间要认真负责，讲团结、讲友爱、讲协作、讲奉献；三是尊重电力企业的客观规律，坚持原则，照章办事，不扯皮，不推诿，不刁难，不设障碍，不袖手旁观，不相互拆台。每位电业人员一定要树立团结协作的风尚。

火力发电厂生产常识

单元一 火力发电厂生产过程

一、电站锅炉的作用、组成及火力发电厂生产过程

锅炉是利用燃料燃烧释放的热能加热水，以获得规定参数和品质的蒸汽的设备。锅炉是火力发电的一个主要设备，而火力发电是利用煤（少量用油或天然气）等燃料的化学能来生产电能的，其生产过程如图 2-1 所示。

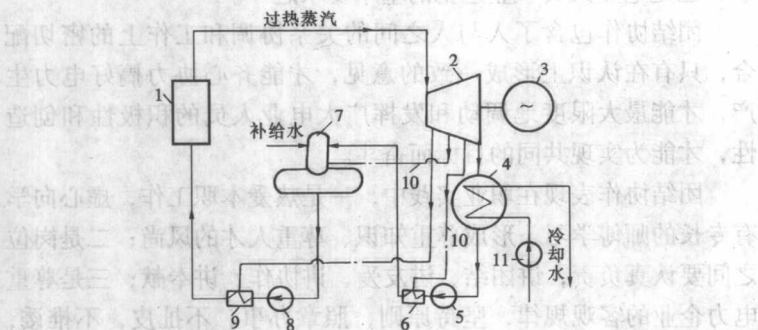


图 2-1 火力发电厂生产过程

- 1—锅炉；2—汽轮机；3—发电机；4—凝汽器；5—凝结水泵；6—低压加热器；
7—除氧器；8—给水泵；9—高压加热器；10—汽轮机抽汽管道；11—循环水泵

燃料在锅炉中燃烧放出热量，加热给水形成饱和蒸汽，饱和蒸汽经进一步加热后成为具有一定温度和一定压力的过热蒸汽，过热蒸汽经蒸汽管道进入汽轮机膨胀做功，带动发电机转子一起高速旋转发电；在汽轮机中做完功的蒸汽，排入凝汽器，蒸汽在凝汽器中被冷却水冷却成为凝结水，凝结水经凝结水泵升压后进入除氧器除氧，除氧后的凝结水与补给水由给水泵送入高压加热器，给水在高

压加热器中利用汽轮机的高温抽汽进一步提高温度后，重新回到锅炉，再不断重复上述过程。所以，火力发电厂的生产过程是在三大设备中的能量转换过程：锅炉，是将燃料的化学能转变为热能；汽轮机，是将热能转变为机械能；发电机，是将机械能转变为电能。

电站锅炉是一个复杂庞大、具有高度技术水平的设备，其生产的是蒸汽，还需要不断地供水、送风、输入燃料，并进行组织燃烧。燃料燃烧后还要不断地将烟气引出和排除燃料燃烧后的灰渣。这样，电站锅炉的运行还需要许多附属设备来共同协作完成，所以锅炉设备由锅炉的本体和附属设备组成。

1. 电站锅炉的组成

锅炉本体包括汽水系统和燃烧系统两大部分。汽水系统由省煤器、汽包、下降管、联箱、水冷壁、过热器、再热器等组成。其主要任务是有效吸收燃料放出的热量，使炉水蒸发并形成具有一定温度和压力的过热蒸汽。锅炉燃烧系统由炉膛、烟道、燃烧器、空气预热器等组成，其主要任务是使燃料在炉内产生良好的燃烧，同时放出热量。

锅炉的附属设备又分为辅助设备和锅炉附件两部分。锅炉的辅助设备主要包括通风设备、输煤设备、给水设备、除尘、除灰设备等。通风设备有送风机、引风机、烟风道、烟囱等，其主要作用是提供燃料燃烧和煤粉干燥所需的空气，并将燃烧生成的烟气排出炉外；输煤设备主要有卸煤设备、输煤设备、煤场机械、输煤皮带、配煤设备等，其主要作用是将进入发电厂的煤或煤场中的煤送入锅炉原煤斗中；制粉系统设备包括原煤仓、给煤机、磨煤机、排粉机、粗粉分离器、细粉分离器等，其主要作用是将原煤干燥并磨制成合格的煤粉；给水设备由给水泵和给水管道组成，其主要作用是向炉内可靠地供水；除尘、除灰设备的主要作用是清除烟气中的飞灰和燃料燃烧后的灰渣。

锅炉附件主要有安全门、水位计、吹灰器、热工仪表和控制设备等。

所以，电站锅炉又可以被认为由锅炉本体设备、辅助设备及锅炉的附件三部分组成，其设备构成如图 2-2 所示。

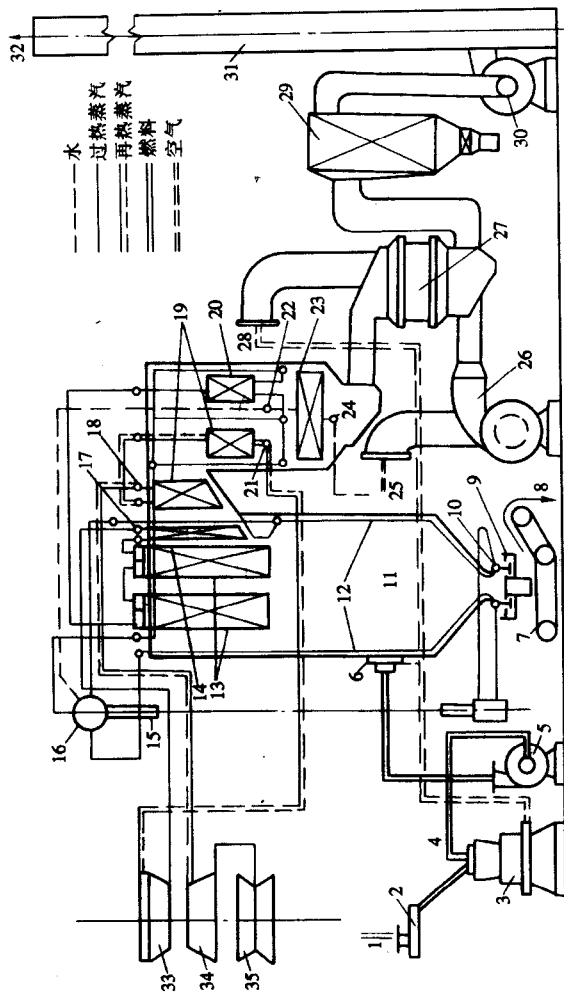


图 2-2 电站锅炉设备构成及生产过程示意图

1—原煤斗；2—给煤机；3—磨煤机；4—风粉混合物出口；5—排粉风机；6—燃烧器；7—排渣装置；8—排渣；9—水封装置；10—下联箱；11—炉膛；12—水冷壁；13—屏式过热器；14—高通过热器；15—下降管；16—汽包；17—过热器出口联箱；18—再热器出口联箱；19—再热器；20—低温再热器；21—再热器出口联箱；22—省煤器出口联箱；23—省煤器；24—省煤器进口联箱；25—冷风入口；26—送风机；27—空气预热器；28—热风出口；29—除尘器；30—引风机；31—烟囱；32—排烟出口；33—汽轮机高压缸；34—汽轮机中压缸；35—汽轮机低压缸

2. 电站锅炉的工作过程

图2-2所示为中间再热、配置直吹式制粉系统的煤粉炉。其工作过程如下：煤从原煤仓经给煤机2进入磨煤机3，煤在磨煤机中被从空气预热器27来的热风干燥，并被磨制成煤粉，由排粉风机5送至燃烧器。煤粉和空气的混合物在炉内燃烧放热，并通过燃烧生成的高温火焰和烟气，依次将热量传递给水冷壁、屏式过热器、高温过热器、再热器、低温过热器、省煤器和空气预热器，再由除尘器29除掉烟气中的飞灰，最后由引风机30将烟气送至烟囱31排往大气。

燃料燃烧需要的空气，由冷风入口25经送风机26升压后，进入空气预热器27，被烟气加热成热空气，再由热风出口28沿热风道将一部分连同送风机出口来的冷风送入磨煤机，用于干燥和输送煤粉；另一部分直接送入炉膛11作为二次风参与燃烧。

燃料燃烧后生成的灰，其中小部分较粗的灰粒由炉膛下部排渣装置7排出；大部分较细的飞灰由烟道尾部的除尘器收集，连同排渣装置排出的灰渣一并由灰水沟经灰渣泵送往灰场。

给水经给水泵升压后送入锅炉省煤器23，在省煤器中被烟气加热升温后，进入汽包16，沿下降管15经下联箱10进入水冷壁12，水在水冷壁中吸收炉内高温火焰和烟气的辐射热量，部分水蒸发形成汽水混合物进入汽包。在汽包中由汽水分离装置进行汽水分离，分离出的饱和蒸汽进入过热器，在过热器中被进一步加热成满足一定温度和压力的过热蒸汽。该过热蒸汽经蒸汽管道进入汽轮机高压缸33做功，做功后的蒸汽被引回锅炉再热器19，经再次加热提高温度后，送往汽轮机的中、低压缸34、35继续做功。

3. 锅炉、汽轮机、发电机的常见形式

(1) 电站锅炉的常见形式有：自然循环汽包炉、直流炉、强制循环控制炉等。

(2) 电站配套汽轮机的常见形式有：按工作原理分，有冲动式汽轮机（蒸汽主要在喷嘴中膨胀，在动叶中也有一定的膨胀）、