

47

小型火力发电厂 锅炉设备及运行



修订版

西安电力学校
锅炉教研组

13441

水利电力出版社

72.13441
207

小型火力发电厂

锅炉设备及运行

修 订 版

西安电力学校锅炉教研组



水利电力出版社

✓ 102375

内 容 提 要

本书主要讲述小型火力发电厂常用锅炉的工作原理、结构和运行知识。书中首先介绍了小型火力发电厂的基本生产过程和各主要设备的工作原理、结构，燃料燃烧和锅炉热平衡；接着介绍了锅炉本体汽水系统和燃烧设备；还着重分析了锅炉运行的基本原理和事故处理方法。此外，对锅炉设备的技术改造也作了简要的介绍。

此次修订，删去了水处理、仪表、水泵、风机和除氧器等辅机方面的内容；加强了燃料、燃烧原理和锅炉热效率等主机方面的内容；增加了小容量煤粉锅炉及其制粉设备、工业锅炉余热发电技术改造、锅炉热效率试验等方面的内容，锅炉容量由35t/h扩展至75t/h。

本书可供小型火力发电厂的锅炉运行工人学习，也可供锅炉技术人员参考。

2757/25
12

小型火力发电厂 锅炉设备及运行

修订版

西安电力学校锅炉教研组

*

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

水利电力出版社印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 14.5印张 322千字 2插图

1973年8月第一版

1988年6月北京修订版 1988年6月北京第三次印刷

印数44881—55900册 定价3.15元

ISBN 7-120-00086-1/TK·49

修 订 版 前 言

本书自1973年出版后,受到广大锅炉运行人员的欢迎,尽管本书已在书店脱销多年,但我们和出版社仍不断收到读者希望购买本书的信函。现决定将本书修订再版以满足广大读者的要求。

考虑到我国十几年来技术经济的发展,这次修订时将锅炉蒸发量由过去最大35t/h扩大到75t/h,同时增加了与煤粉炉有关的内容;新添了工业锅炉余热发电的技术改造以及锅炉热效率试验等方面的内容。对其它部分的内容也进行了必要的充实,还删去了辅机方面的内容,使全书内容更为合理,更适合读者学习。

参加本书修订工作的有余振国(第一章)、李效孟(第二章)、曾纬西(第三章)、林应师(第四章)和李恩辰(第五章)等五位同志。李恩辰、林应师同志对全书进行了统稿工作。

参加本书第一版编写工作的有余振国、李恩辰、曾纬西、李大志和林应师等同志。曾纬西、李恩辰、林应师参加了第一版的统稿工作。

本修订稿由北京电力学校刘玉铭同志详细审阅,在此谨致谢意。

水平有限,欢迎读者批评指正。

西安电力学校锅炉教研组

1987年3月

前 言

解放以来,我国在建设了很多大、中型火力发电厂的同时,各地都先后建设了不少小型火力发电厂,进一步保证了国民经济发展的用电需要。为了更好地保证这些小型火力发电厂锅炉设备的安全、经济运行,发挥应有的效益,我们特地组织编写了这本《小型火力发电厂锅炉设备及运行》,以供单机容量在3000kW以下的小型火力发电厂的锅炉运行工人及从事这方面工作的其他同志在工作和学习中参考。

由于我们业务水平不高,实践经验有限,书中不妥或错误之处在所难免,恳切希望同志们批评指正。

本书在编写过程中,曾承山东省滕县电厂、山东省临沂电厂、陕西省延安电厂、陕西省户县热电厂等单位对原稿仔细地进行了审查和修改,还得到了北京锅炉厂、广东省水电局、广东省连阳电厂、济南锅炉厂、河南省商丘电厂、河南省周口电厂、山东省枣庄电厂、总后3546厂、华中工学院、广东省汕头电厂、陕西省永平电厂等很多单位的大力支持和热情帮助,提供了很多有益的资料和经验。在此我们谨向所有这些单位和同志们表示衷心的感谢。

西安电力学校锅炉教研组

1972年11月

目 录

修订版前言

前言

第一章 基础知识	1
第一部分 发电厂基础知识.....	1
第一节 电力生产的基本过程.....	1
第二节 锅炉的基本概念.....	1
一、锅炉的风煤烟系统(2) 二、锅炉的汽水系统(3)	
第三节 汽轮机的基本概念.....	4
一、汽轮机的工作原理(4) 二、汽轮机的构造(5) 三、汽轮机的调速系统(10)	
第四节 发电厂电气部分简介.....	12
一、发电机的工作原理(12) 二、变压器的作用及其工作原理(13)	
第五节 发电厂的热力系统.....	15
一、原则性热力系统(15) 二、全面性热力系统(15)	
第六节 发电厂对锅炉运行的要求.....	17
第二部分 锅炉基础知识.....	18
第七节 蒸汽发生过程.....	18
第八节 煤.....	19
一、煤的组成及其性质(19) 二、煤成分基准(21) 三、煤的主要特性(22) 四、煤的分类(25) 五、标准煤的概念(26)	
第九节 燃烧的基本原理.....	26
一、煤的燃烧过程(26) 二、迅速而完全燃烧的必要条件(27)	
第十节 锅炉热平衡.....	29
一、热平衡方程(29) 二、锅炉输入热量(30) 三、排烟热损失(30) 四、化学不完全燃烧热损失(31) 五、机械不完全燃烧热损失(31) 六、散热损失(32) 七、炉渣物理热损失(33) 八、有效利用热量、热效率及燃料消耗量(33)	
第二章 锅炉本体汽水系统	35
第一节 锅炉本体简介.....	35
第二节 汽包及其附件.....	38
一、汽包(38) 二、汽水分离装置(39) 三、蒸汽清洗装置(42) 四、锅内水处理装置(43) 五、连续排污及分段蒸发装置(44) 六、汽包的给水装置(45) 七、水位计(46) 八、安全门(48)	
第三节 锅炉蒸发受热面.....	49
一、水冷壁——辐射蒸发受热面(49) 二、对流管束——对流蒸发受热面(51)	

第四节 锅炉水循环.....	56
一、水循环的基本概念(56)二、自然水循环的基本原理(56)三、自然水循环的不正常现象及防止方法(59)	
第五节 过热器.....	62
一、过热器的作用(62)二、过热器的分类及构造(63)三、对流过热器的布置(65)四、对流过热器的热力特性(66)五、对流过热器的热偏差(67)	
第六节 省煤器与空气预热器.....	68
一、省煤器(68)二、空气预热器(71)三、尾部受热面烟气侧的磨损与腐蚀(72)四、锅炉尾部受热面的布置(75)	
第三章 锅炉燃烧设备.....	77
第一节 典型燃烧方式.....	77
一、层状燃烧(77)二、悬浮燃烧(77)三、沸腾燃烧(77)	
第二节 层燃炉燃烧室.....	78
一、概述(78)二、炉墙(79)三、拱顶及二次风(82)	
第三节 炉排.....	87
一、摇动炉排(87)二、链条炉排(89)	
第四节 抛煤机	100
一、采用活塞式给煤板的风力机械抛煤机(100)二、带有刮板给煤机的风力机械抛煤机(104)三、抛煤机链条炉的特点(105)	
第五节 煤粉炉燃烧设备	105
一、煤粉炉燃烧室(105)二、煤粉喷燃器(106)	
第六节 制粉系统	109
一、概述(109)二、煤粉的性质与品质(109)三、磨煤机(111)四、制粉系统(113)五、制粉系统的其它部件(117)	
第四章 锅炉运行	125
第一节 概述	125
第二节 锅炉运行参数调节	125
一、参数调节的概念(125)二、单元机组的参数调节(128)三、并列锅炉的参数调节(131)四、参数调节小结(133)	
第三节 锅炉燃烧调节	133
一、抛煤机手摇炉排炉的燃烧调节(134)二、链条炉的燃烧调节(136)三、抛煤机链条炉的燃烧调节(139)四、层燃炉的看火与看煤(140)五、煤粉炉的燃烧调节(144)六、制粉系统的运行(149)	
第四节 锅炉升火及停炉	152
一、锅炉升火、停炉必须确保安全(152)二、并列锅炉的正常升火(153)三、锅炉的正常停炉(160)四、单元机组的滑参数启动和停机(162)	
第五节 锅炉常见事故的处理和预防	163
一、缺水事故(163)二、满水事故(164)三、汽水共腾事故(166)四、 <u>炉管爆破事故</u> (167)五、 <u>过热器管爆破事故</u> (168)六、 <u>省煤器管损坏事故</u> (169)七、炉排卡住事故(171)	

八、炉墙及拱碇崩坠事故(172)九、煤粉炉炉膛灭火打炮事故(173)十、烟道再燃烧事故(174)十一、甩负荷事故(175)十二、厂用电中断事故(175)

第五章 锅炉设备的技术改造177

第一节 概述177

第二节 燃用劣质煤的设备——沸腾炉177

一、沸腾燃烧简介(177)二、沸腾炉的基本结构(178)三、沸腾炉运行中存在的问题(184)
四、循环沸腾炉简介(187)

第三节 工业锅炉余热发电的改造要点188

一、概述(188)二、锅炉改造时对流受热面积的确定(188)三、锅炉加装过热器和省煤器对汽水系统压力的影响(205)四、锅炉加装受热面后对烟、风道流动阻力的影响(205)

第四节 关于炉内受热面的增减问题207

第五节 中、小型锅炉的热效率试验209

一、锅炉总有效利用热量 Q 的测算(209)二、锅炉燃料消耗量 B 的测定(215)三、锅炉输入热量 Q_1 的测定(215)四、机械不完全燃烧热损失 q_4 的测定(216)五、排烟热损失 q_2 的测定(218)六、化学不完全燃烧热损失 q_3 的测定(220)七、放热损失 q_5 的确定(221)八、炉渣物理热损失 q_6 的确定(221)九、热效率试验须注意的几个问题(221)

第一章 基础知识

第一部分 发电厂基础知识

第一节 电力生产的基本过程

电力生产的基本过程，可参照图1-1来进行简要的说明：煤送入锅炉1中燃烧，利用燃烧放出的热量加热锅炉受热面中的水，产生具有一定压力和温度的蒸汽，再将蒸汽送入汽轮机2内。当蒸汽流经汽轮机的喷嘴时，蒸汽膨胀，于是压力、温度降低，流速增大，高速汽流冲动汽轮机的叶片，使汽轮机的转子转动。汽轮机带动发电机3转动时，便可以生产出电能。

在汽轮机内作过功的蒸汽（叫乏汽）进入凝汽器4，在凝汽器中用冷却水（叫循环水）将乏汽冷却成凝结水。为了减少水中溶解的氧气和二氧化碳气体对热力设备的腐蚀，先用凝结水泵5把凝结水送入除氧器6中将氧气和二氧化碳气体除掉，再经给水泵7提高压力后送入锅炉。这样，在热力系统中工作物质（水和蒸汽）便完成了一个循环。重复以上所叙述的变化过程，就连续地生产出电能。

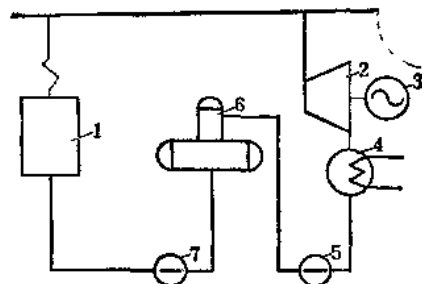


图 1-1 电力生产过程示意图
1—锅炉；2—汽轮机；3—发电机；4—凝汽器；
5—凝结水泵；6—除氧器；7—给水泵

能量是可以互相转换的。火力发电厂的生产过程就是能量转换过程。这个过程是通过发电厂的三大主要设备即锅炉、汽轮机和发电机来实现的。在锅炉中，将煤的化学能转换为蒸汽的热能。在汽轮机中，将蒸汽的热能转换为汽轮机轴的回转机械能。在发电机中，将机械能最后转换为电能。

第二节 锅炉的基本概念

在火力发电厂中，锅炉是生产具有一定压力和温度的过热蒸汽的设备。

锅炉是由“锅”与“炉”两部分组成的。所谓锅是锅炉设备中的汽水系统。送入锅炉的水，在汽水系统内首先吸收热量蒸发成饱和蒸汽，然后再吸收热量变成过热蒸汽，这一过程的特点是吸热。所谓炉是锅炉设备中的风煤烟系统。在这一系统中，煤与空气中的氧气化合燃烧放热，产生高温的火焰和烟气。烟气在炉膛和烟道中流动时，不断地把热量传递给汽水系统而使本身温度逐渐降低，最后被排出炉外，这一过程的特点是放热。

锅炉设备中的“锅”与“炉”，一个吸热，一个放热，这两个密切相关的系统组成了

一套完整的设备。为了对锅炉设备有一个总体的了解，下面以图1-2所示的SZP10-25/400型锅炉[S表示双汽包，Z表示纵置式，P表示抛煤机，10表示锅炉容量(t/h)，25表示过热蒸汽压力(大气压，约合2.5MPa)400表示过热蒸汽温度(℃)]为例，对锅炉的风煤烟系统和汽水系统作一简要介绍。

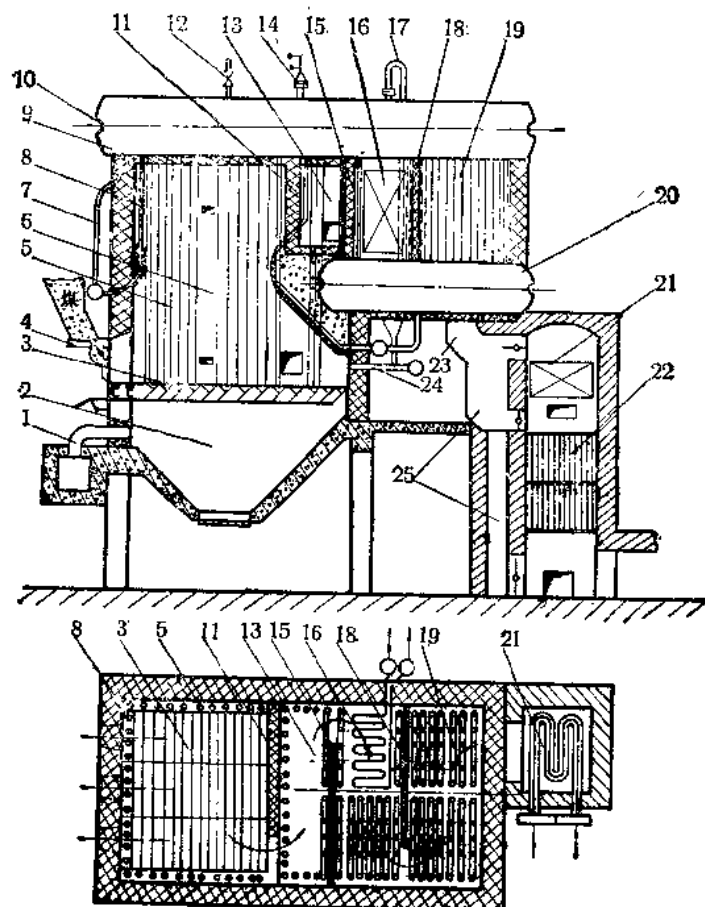


图 1-2 SZP10-25/400型锅炉简图

1—风管；2—灰渣斗；3—手摇炉排；4—抛煤机；5—侧水冷壁；6—炉膛；7—前下降管；8—前水冷壁；9—汽包；10—汽包人孔门；11、15、18—挡火墙；12—空气门；13—燃尽室；14—安全门；16—过热器；17—饱和蒸汽管；19—对流管束；20—下汽包；21—省煤器；22—空气预热器；23—烟道；24—飞灰复燃器；25—旁通烟道

一、锅炉的风煤烟系统

锅炉的风煤烟系统可用图1-2介绍如下：锅炉燃烧所需要的煤从煤场运来，先经碎煤机破碎后用输煤皮带送入煤斗，再经抛煤机4送入炉膛6，落在炉排3上。

锅炉燃烧所需要的空气由送风机供给，空气经送风机提高压力后先送入空气预热器22。空气预热器装在锅炉的尾部烟道中，它的作用是利用烟气的热量加热空气，使冷风变成热风。风温提高后，可以改善燃烧状况，节省燃煤，提高锅炉效率。

从空气预热器出来的热风经过风道送到炉排下面的分段风室，穿过炉排缝隙进入煤

层。绝大部分煤在炉排上进行层状燃烧，少量细小的煤粒被风吹起，在炉膛中进行悬浮燃烧。

燃烧产生的高温烟气在引风机的抽吸作用下，以一定的速度依次流过炉膛和各部烟道。烟气在流动过程中不断地把热量传递给锅炉的各个受热面（水冷壁、对流管束、过热器、省煤器、空气预热器），本身温度逐渐降低。

从锅炉尾部烟道排出的低温烟气先进入除尘器。除尘器装在引风机前面的烟道中，它的作用是把烟气中所携带的飞灰除掉，以减轻引风机的磨损和空气的污染。除尘后的烟气经引风机提高压力后，由烟囱排入大气。

锅炉风煤烟系统的工作流程，用图1-3可得到更清楚的概括。

二、锅炉的汽水系统

锅炉的汽水系统如图1-4和图1-5所示。由水泵送到锅炉来的水，先进入省煤器1。省煤器装在锅炉的尾部烟道中，它的作用是利用烟气的热量加热锅炉给水，降低排烟温度，减少排烟热损失，提高锅炉热效率。

水经省煤器提高温度后，进入汽包3。汽包是用钢板焊制而成的圆筒形容器，它能贮存一定的水量，增加锅炉运行的安全性和稳定性。由于汽包内有一定的蒸汽空间并装有汽水分离设备，因此它还有汽水分离作用。

汽包中的水沿对流管束4进入下汽包5。这些对流管束处于锅炉的后部烟道，烟气温度较低，对流传热较弱，水在这些对流管束中是自上而下流动的，因此它起着下降管的作用。

下汽包是比汽包小的圆筒形容器，也是用钢板焊制而成。它的作用是汇集和分配炉水。另外，下汽包中还设有定期排污装置。

下汽包中的水，一部分进入对流管束6。这些对流管束处于烟气温度较高的烟道，对流传热较强，对流管束中的水部分汽化，汽水混合物自下而上流动进入汽包3。下汽包中的水，另一部分则沿下降管7分别进入后联箱8和侧联箱10。后联箱中的水经过水冷壁9部分蒸发后，汽水混合物回到汽包，侧联箱中的水经过侧水冷壁11部分蒸发后，汽水混合物回到汽包。在锅炉的前部，汽包中有一部分水沿前下降管12进入前联箱13，然后沿前水冷壁14部分蒸发后，汽水混合物回到汽包。

联箱是用大口径的无缝钢管焊制而成，它起着汇集和分配炉水的作用。

前水冷壁、后水冷壁和两侧水冷壁都装置在炉膛内，由靠近炉墙并布置的许多较细

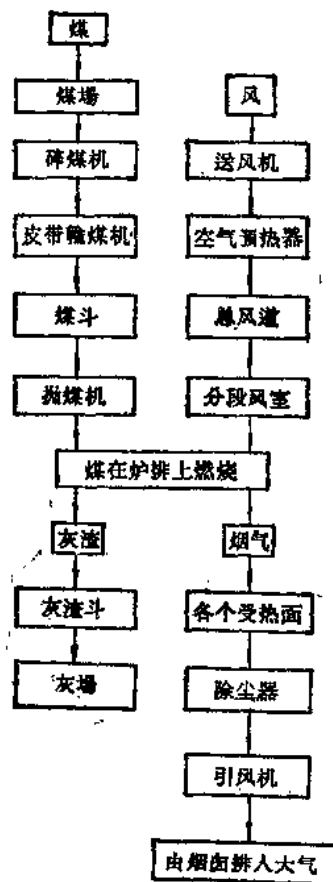


图 1-3 锅炉风煤烟系统方框图

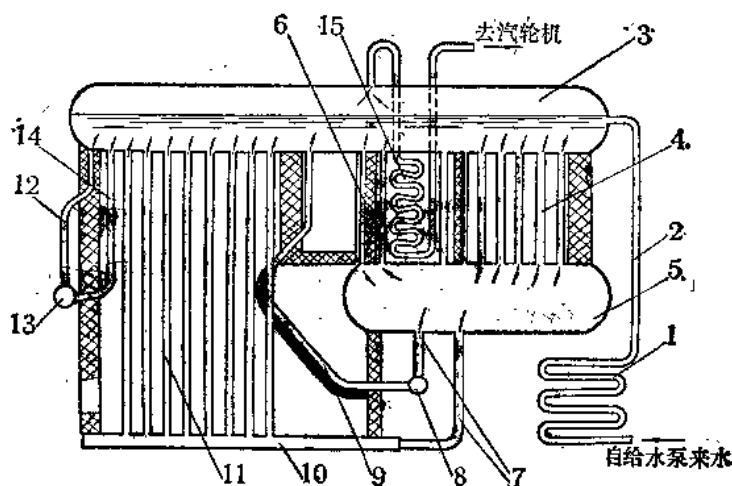


图 1-4 SZP10-25/400型锅炉汽水系统简图

1—省煤器；2—给水管；3—汽包；4、6—对流管束；5—下汽包；7—下降管；8—后联箱；9—后水冷壁；10—侧联箱；11—侧水冷壁；12—前下降管；13—前联箱；14—前水冷壁；15—过热器

的无缝钢管组成。由于水冷壁装置在炉膛内，温度很高的火焰和烟气对它产生强烈的辐射传热，使水冷壁管中的水受热汽化，产生蒸汽，汽水混合物自下而上进入汽包。因此，水冷壁是锅炉的主要蒸发受热面。另外，由于水冷壁的大量吸热，降低了炉膛内壁的温度，所以它能够保护炉墙不被烧坏，使炉墙在结构上可以减薄，并有防止炉膛结渣的作用。

进入汽包的汽水混合物，在汽包内分离成水和饱和蒸汽，前者将继续参加循环，后者将进入过热器15内过热。过热器是由许多蛇形的、较细的无缝钢管组成，装置在烟气温度较高的烟道中。它的作用是利用烟气的热量把饱和蒸汽加热成为过热蒸汽。过热蒸汽就是锅炉的产品，通过蒸汽管道送往汽轮机。

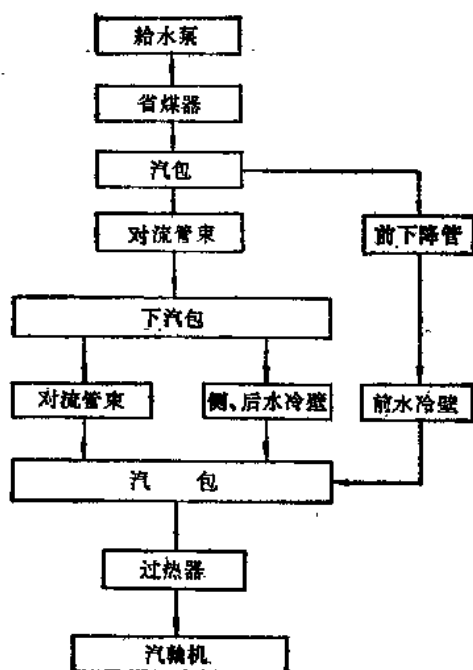


图 1-5 锅炉汽水系统方框图

第三节 汽轮机的基本概念

一、汽轮机的工作原理

汽轮机是利用蒸汽做功的一种转动机械。它可将蒸汽的热能转换为汽轮机轴的回转机械能。

对于最简单的冲动式汽轮机，其工作原理可参照图 1-6 来进行简要的说明。蒸汽送入汽轮机后，首先在喷嘴 4 中膨胀，

压力、温度降低，流速增大，蒸汽的热能变为动能。然后汽流从喷嘴中流出，以高速度喷射到动叶片3上。汽流在动叶片中改变方向产生冲动力，使转轮2转动，转轮带动汽轮机的轴1转动，便完成了热能到机械能的转换。如在轴的端部接上发电机，则机械能就可以转换成电能了。

汽轮机中的一列喷嘴及其后面的一个转轮组成汽轮机的一个级。按级数的多少汽轮机可分为单级汽轮机和多级汽轮机。

如果蒸汽的膨胀只在喷嘴中发生，这种汽轮机叫做冲动式汽轮机。如果蒸汽的膨胀除在喷嘴中发生以外，还在动叶片中发生，则这种汽轮机叫做反动式汽轮机。在实用上，为了提高汽轮机的效率，在冲动式汽轮机的动叶片中蒸汽也发生少许膨胀，这种汽轮机叫做带有反动度的冲动式汽轮机。

目前我国制造的12 000kW以下的小容量汽轮机都是冲动式汽轮机，这种汽轮机除了第一级为双列速度级（调节级）以外，其他各级均为压力级。

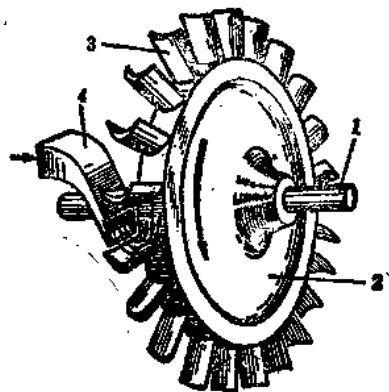


图 1-6 汽轮机工作原理图
1—轴；2—转轮；3—动叶片；4—喷嘴

二、汽轮机的构造

如图1-7所示，汽轮机是由以下三个主要部分组成的：

- (1) 静止部分：包括机座、汽缸、隔板、喷嘴、汽封和轴承等；
 - (2) 转动部分：包括转子和联轴器；
 - (3) 为了控制和调整汽轮机的运行，还装有油系统、调速系统和安全保护装置等。
- 下面对汽轮机的主要部件加以简要介绍。

1. 汽缸

如图1-8所示，汽缸是汽轮机的外壳，其作用主要是把汽轮机的通流部分（喷嘴、隔板、转子等）与大气隔开，保证蒸汽在汽轮机内完成做功过程。

汽缸通常自水平中心线分为上下两部分。上半部分叫上汽缸，也叫大盖。下半部分叫下汽缸。上汽缸与下汽缸用法兰和螺栓连接起来。

为了减少优质钢材料的消耗，还把汽缸分为高压缸和低压缸两部分。由于高压缸所承受的蒸汽压力和温度较高，所以使用较好的材料。低压缸可以采用铸铁制造。高压缸和低压缸之间有一垂直接合面，同样用法兰和螺栓连接起来。

制造汽缸所使用的材料主要取决于蒸汽温度：普通铸铁只适用于250℃以下；蒸汽温度在250~300℃时，使用优质铸铁；蒸汽温度在300~400℃时，使用铸钢；蒸汽温度超过450℃时，应使用合金钢。

2. 隔板

在汽轮机中，隔板的作用是隔开相邻的压力级和装置喷嘴。为了便于拆装，隔板做成对分的上下两部分。上半部分装在上汽缸的凹槽内，下半部分装在下汽缸的凹槽内。

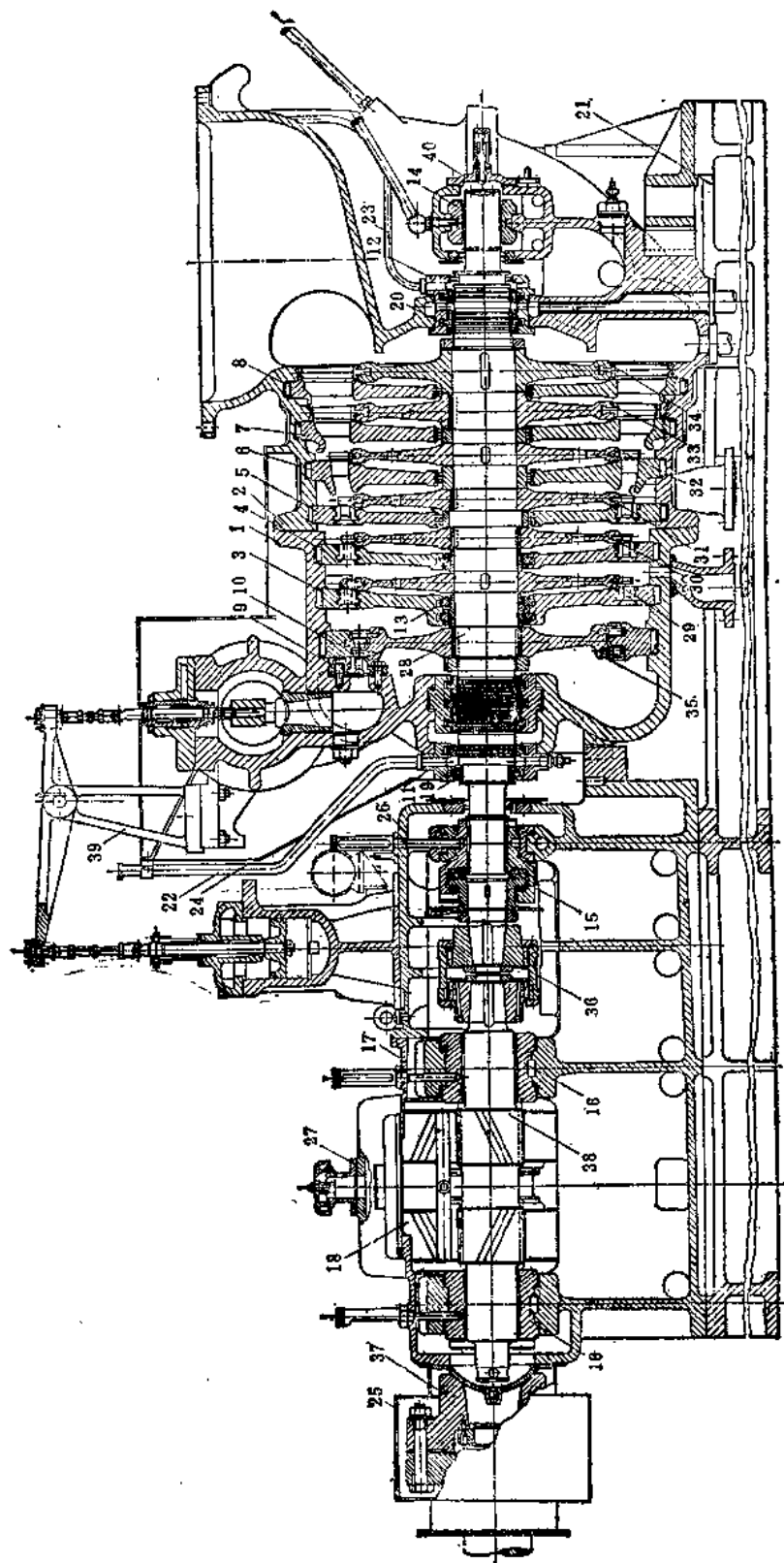


图 1-7 国产1500kW汽轮机剖面图

1—上汽缸(高压缸); 2—上汽缸(低压缸); 3—第一压力级隔板; 4—第二压力级隔板; 5—第三压力级隔板; 6—第四压力级隔板; 7—第五压力级隔板; 8—第六压力级隔板; 9—第一级喷嘴; 10—导叶环; 11—前轴封套; 12—后轴封套; 13—隔板汽封; 14、16—径向轴承; 15—径向推力联合轴承; 17—减漏箱; 18—大轴封; 19—前轴封环; 20—后轴封环; 21—机架; 22—前轴封讯号管; 23—后轴封讯号管; 24—化油板; 25—联轴器罩; 26—前轴封罩; 27—排气罩; 28—主轴; 29—第一压力级叶轮; 30—第二压力级叶轮; 31—第三压力级叶轮; 32—第四压力级叶轮; 33—第五压力级叶轮; 34—第六压力级叶轮; 35—调节级叶轮; 36、37—联轴轴; 38—小齿轮; 39—三角架; 40—相对位移指示器

如图1-9所示，隔板由外缘、喷嘴和隔板本体三部分组成。按照喷嘴在隔板上的装置情况来，又可将隔板分成部分进汽隔板和全周进汽隔板两种。为了穿过主轴，隔板开有中心孔。主轴与中心孔之间有一定的间隙，为了减少漏汽，在主轴与中心孔之间装有隔板汽封。

目前，国产汽轮机的隔板有铸造和焊接的两种。如21-1.5型汽轮机和N3-24型汽轮机的低压段（最后三级）采用铸造隔板，而高压段则采用焊接隔板。

3. 喷嘴

在汽轮机中，当蒸汽流经喷嘴时，蒸汽的压力、温度降低，流速增大，然后按一定的方向喷射入动叶片中作功。所以，喷嘴的作用是把蒸汽的热能转换为动能，它是汽轮机的基本部件之一。

在汽轮机中，第一级喷嘴与其它各级喷嘴不同，它是直接装在汽缸的高压端或镶入专门的喷嘴室内。

第一级喷嘴的构造如图1-10(a)所示。每个喷嘴都是铣制而成的外形复杂的零件，喷嘴互相连接起来形成所需的蒸汽通道。把一定数量的喷嘴沿圆周方向组合起来，形成所需的喷嘴弧段。

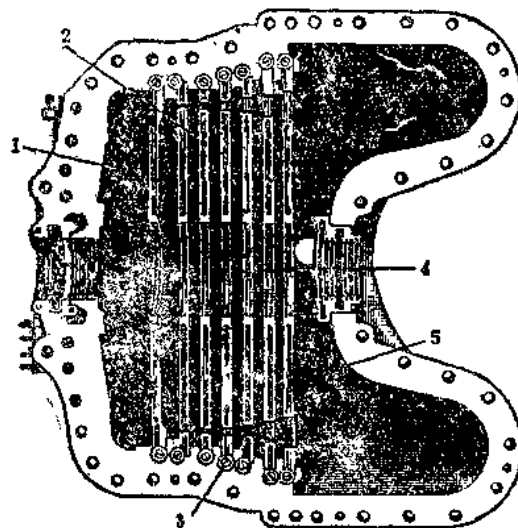


图 1-8 汽轮机的汽缸

1—第一级喷嘴；2—隔板；3—隔板锁销；4—隔板汽封注
膏；5—隔板条形键槽

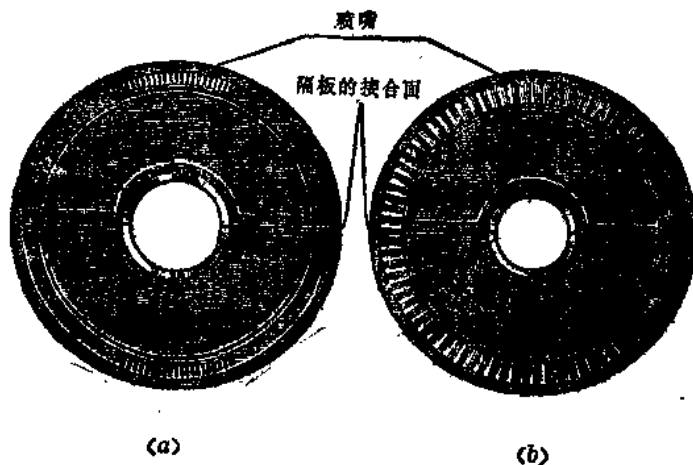


图 1-9 汽轮机的隔板
(a)部分进汽隔板；(b)全周进汽隔板

第一级喷嘴分成不同的喷嘴弧段，直接受调速汽门的控制，每一调速汽门控制一组喷嘴弧段。汽轮机就利用各组喷嘴来调节进汽量的多少，以适应负荷变化的需要。因此，第

一级喷嘴又称为调节级喷嘴。

第一级喷嘴在汽缸上的固定方法如图1-10 (b) 所示。喷嘴1具有凸出部分6，外面的凸出部分（从图上看是上面部分）嵌入汽缸2上车出的环形槽道内，内面的凸出部分则用盖板3压住，盖板用螺栓4固定在汽缸端部。

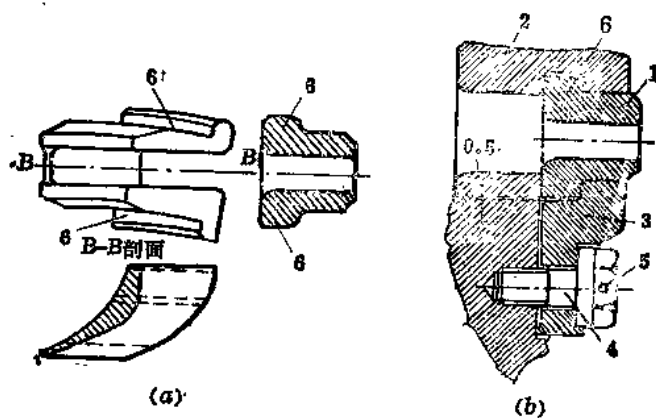


图 1-10 喷嘴及其在汽缸上的固定方法

(a) 喷嘴的构造；(b) 喷嘴在汽缸上的固定方法

1—喷嘴；2—汽缸；3—盖板；4—螺栓；5—销钉；6—喷嘴凸出部分

第一级喷嘴多采用不锈钢和耐热合金钢制造。例如，国产N3-24型和N1.5-24型汽轮机的第一级喷嘴均采用含铬的不锈钢制造。

各压力级的喷嘴装置在隔板上，其构造与第一级喷嘴相似，固定方法多采用铸造或焊接。

4. 汽封

汽轮机通汽部分的静止部件与转动部件之间留有一定的间隙，以避免动、静部件之间的摩擦和碰撞。此间隙对汽轮机的安全可靠运行是有利的，但却带来了漏汽损失，使汽轮机的效率降低。

在主轴穿过汽缸的地方，高压端汽缸中的蒸汽压力大于外界的空气压力，蒸汽就会通过间隙向外漏出。低压端汽缸中的蒸汽压力小于外界的空气压力，空气就会通过间隙向里漏入。在主轴穿过隔板中心孔的地方，由于隔板前后压力差的存在，蒸汽就会通过间隙由隔板前向隔板后泄漏。

为了尽量减少漏汽损失，就必须在动、静部件之间的间隙中装置汽封。装在主轴穿过汽缸处的汽封叫轴端汽封，装在主轴穿过隔板中心孔处的汽封叫隔板汽封。

目前，应用最广的是迷路汽封（又称迷宫汽封）。迷路汽封有梳齿形、薄片形和针叶形三种结构。国产小型汽轮机以前两种为主，大、中型汽轮机多采用针叶形汽封。

梳齿形迷路汽封如图1-11所示。国产21-1.5型汽轮机的全部汽封都是这种结构，国产N3-24型汽轮机的隔板汽封也是这种结构。薄片形迷路汽封如图1-12所示。这种汽封的特点是当某种原因而造成薄片与主轴的摩擦时，薄片会被磨坏，而不致因摩擦发热较大引起主轴的弯曲变形。国产N3-24型汽轮机的轴端汽封就是这种结构。

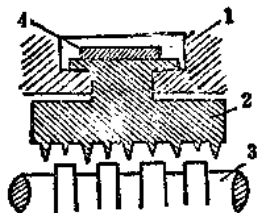


图 1-11 梳齿形迷路汽封
1—轴封套；2—轴封环；3—轴；4—弹簧片

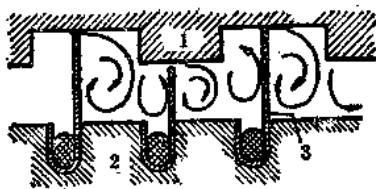


图 1-12 薄片形迷路汽封
1—汽缸；2—轴；3—镍铬合金片

5. 轴承

汽轮机的轴承包括主轴承(又称支持轴承)和推力轴承两种形式。主轴承的作用是承受汽轮机转子的重量及由于部分进汽、振动等引起的附加力,并保证转子与汽缸的中心一致。推力轴承的作用是承受加于汽轮机转子的不平衡轴向推力及保证转子对汽缸的轴向位置。

无论主轴承或推力轴承要起到它的作用,都必须使轴颈在轴承中转动时处于液体摩擦状态,即要使轴颈与轴承之间具有可靠的油膜,否则将使汽轮机的轴很快磨损,导致汽轮机不能继续运行。

6. 转子

汽轮机转动部件的组合物叫转子。转子的作用是把蒸汽的动能转换为汽轮机轴的回转机械能。

转子分为转轮型转子和转鼓型转子两大类。转轮型转子用于冲动式汽轮机,是国产汽轮机广泛采用的型式。

如图1-13所示,转轮型转子是由轴、轮盘、蜗母杆和推力盘等所组成。

转轮型转子的轴都是用碳钢锻造而成的。轴多做成中间较粗两端较细的阶梯形。一方面是由于轴的中间部分承受的弯曲力大而两端较小,没有必要做成一样粗细;另一方面轴的中间部分粗也便于叶轮的套装。只有很小容量的汽轮机才做成直径一样粗细的轴。图1-14所示为小容量冲动式汽轮机的轴。

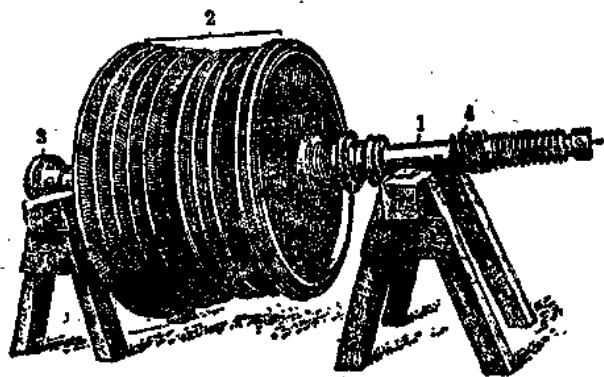


图 1-13 转轮型转子
1—轴；2—轮盘；3—联轴器；4—蜗母杆

7. 叶片

叶片和喷嘴一样,也是汽轮机的基本部件。叶片按其用途可以分为动叶片(又称工作叶片)和静叶片(又称导向叶片)两种。

动叶片装在转子的叶轮上,接受来自喷嘴的高速汽流,利用蒸汽的动能作功,使汽轮机的转子旋转。静叶片用在速度级中,保证汽流方向的必要改变,并引导蒸汽进入下一列