



火力发电设备技术手册

第一卷
锅炉

中国动力工程学会 主编



火力发电设备技术手册

第一卷

锅 炉

中国动力工程学会 主编

机械工业出版社

火力发电设备技术手册是一套系统概括火力发电设备各专业技术主要内容的技术工具书。全套手册总结了我国 80 年代以来发展火力发电设备的实践经验，内容丰富、实用，技术先进。全套手册共分锅炉、汽轮机、自动控制、火电站系统与辅机等四卷。

本书是第一卷锅炉。重点介绍电站锅炉的总体布置、性能计算、各部件的结构设计与特点和有关的系统，全书共分二十二章。主要内容包括锅炉总体设计，燃料，物质平衡与热平衡，锅炉热力计算，水动力计算，制粉系统计算，锅炉构架计算，强度计算，通风计算，锅炉炉膛与燃烧设备的设计，蒸发系统，过热器、再热器、省煤器、空气预热器等部件的结构布置与设计，并介绍了各主要部件的制造工艺和计算机辅助设计制造的特点。最后举例介绍了当前我国电站建设中主力机组 300MW 直流锅炉与自然循环锅炉，600MW 控制循环锅炉的典型设计。

本手册主要为从事火力发电行业设计、制造、运行、科研和管理等方面的科技人员查阅使用，也可供有关的高等学校师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

火力发电设备技术手册 第一卷：锅炉/中国动力工程学会主编。—北京：机械工业出版社，2000.3

ISBN 7-111-07693-1

I. 火… II. 中… III. 火力发电-发电设备-技术手册
IV. TM611-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 69144 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑：王琳 吴曾评 版式设计：霍永明 责任校对：张佳 韩晶

封面设计：姚毅 责任印制：路琳

中国建筑工业出版社密云印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2000 年 4 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm $\frac{1}{16}$ ·67.25 印张·3 插页·2073 千字

0 001—2 500 册

定价：110.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677-2527

荟萃火电技术精华
促进能源事业发展

祝贺火力发电设备
技术手册出版

陆燕荪

一九九七·十

编 辑 委 员 会

主任委员	陆燕荪				
副主任委员	周鹤良	杨锦山	陈尚文	陈宾墨	梁维燕
委 员	(按姓氏笔划为序)				
	丁 一	史习仁	田雨时	吕兆璧	吴一权
	吴晓华	沈天锡	岑可法	李宗文	张攸民
	陈之航	陈延豪	陈德昌	陈瑞藻	宗福新
	陆忠麟	周锡生	姜承谟	徐大懋	翁史烈
	都兴有	高京生	陶鼎文	谢毓麟	赵昌宗
顾 问	姚福生	汪 耕	霍宏先	郭俊贤	
编辑部主任	张攸民				
副 主 任	宋汉武				

第一卷 锅 炉

主 编 史习仁

副主编 王孟浩

陈春元

陆知明

前 言

随着社会主义现代化建设的快速发展，能源在国民经济中的重要作用已越来越为人们所认识。根据我国的资源情况，火力发电在电力工业中始终占着较大的比例。1995年底，全国的发电设备装机容量已达2.14亿kW，其中火电1.61亿kW，占76.8%。在火电设备中，我国制造部门提供的机组占80%左右。

我国火电设备制造行业从无到有，由小到大，经历了一个不断奋进的过程。进入80年代后，短短的十多年，发生了很大的变化：大力发展大容量、高参数火电机组；大型火电设备的生产能力大幅度增长；积极发展优质辅机，提高电站成套水平；进一步提高火电站自动化水平；科技攻关取得显著成就。从1956年研制了我国首台单机容量为6MW中压机组到目前开始批量生产300MW和600MW机组，火电设备的年生产能力已达到15000MW。在这一过程中，科研、设计、制造、工艺、材料等方面都积累了十分丰富的经验。认真总结经验，这既是当前进一步快速发展火电设备制造能力的迫切要求，也是以更高的质量水平、技术水平迎接新世纪的历史使命。要瞄准更高的目标，进一步提高火力发电的安全、经济运行，继续发展高参数、大容量、高效率、高可靠性、调峰性能好和低污染的机组，积极开发大容量超临界机组；兴建坑口、路口火电站群，建设大型和超大型火电基地；开发新型清洁煤燃烧发电技术以及大容量空冷机组。

中国动力工程学会早在1985年就着手编辑火力发电设备技术手册，成立了手册编辑委员会。以理论联系实际为指导思想，以实用为编写原则，着重总结我国发展火电设备的实践经验，综合全行业科技人员的经验和智慧，同时有选择地吸取国外的先进科学技术，并力求体现内容的实用性、科学性和先进性。

本手册是我国发电设备行业的专业性手册，主要以从事火力发电行业的设计、制造、运行、科研和科技管理等方面的科技人员为主要读者对象。

本手册动员和组织了全行业主要单位的专家及有关高等院校教授进行编写、参与讨论、审稿的共达300多人。做到集思广议，博采众长。编写中还得到有关单位领导的大力支持。

由于手册的《锅炉》、《汽轮机》、《自动控制》和《火电站系统与辅机》四卷是分别编写的，作者人数多、范围广，在内容和形式上不易做到协调一致，错误与不足之处在所难免，热诚欢迎读者批评指正。

编辑说明

1. 《火力发电设备技术手册》是中国动力工程学会组织编写的。手册以理论联系实际为指导思想，以实用为编写原则，具有指导、启发、参考和备查的作用。

2. 《火力发电设备技术手册》全面总结了我国 40 多年来火电设备制造业的实践经验。参加本手册编写工作的有全国长期从事火电设备科研、设计、制造和教育的 140 余位专家，参加审定稿的人员则更为广泛。

3. 《火力发电设备技术手册》共分四卷。第一卷：锅炉；第二卷：汽轮机；第三卷：自动控制；第四卷：火电站系统与辅机。共计 600 余万字。

4. 本手册中一律采用法定计量单位。所用的名词、术语、符号、代号，凡有标准的一律按标准规定，凡尚未列入标准的，则采用本行业中通用的名称。

5. 本手册中图、表、公式的编号一律采用由短横相连的三个数字表示：第一个数字表示卷号，第二个数字表示章号，第三个数字表示顺序号。例如：图 2-4-26，即第 2 卷第 4 章中的第 26 图。

6. 本手册的编写工作始于 1986 年，历时十余年。作者又来自全国各地。因此，有些名词、术语尚有不尽统一，内容上也有重复遗漏的地方，敬请读者指正。

7. 本手册的署名以单位和个人相结合的方式。编辑委员会全体成员署于各卷前面，各卷的主编、主审署于相应卷前面，各章的编写人和审定人署于相应章前面。另外，参加本手册编写、审查、组织、协调的单位和人员还很多，恕不一一署名。

火力发电设备技术手册
编辑部

目 录

前言	
编辑说明	
第一章 锅炉总体设计	1-1
第一节 概论	1-2
一、锅炉的工作原理	1-2
二、电站锅炉的概况	1-2
三、电站锅炉蒸汽参数	1-3
四、锅炉常用术语	1-4
第二节 锅炉类型	1-4
一、按循环方式分类	1-4
二、按运行方式分类	1-5
三、按负荷方式分类	1-7
四、按主蒸汽出口压力分类	1-8
五、按燃料性质分类	1-8
六、按燃烧方式分类	1-9
七、按排渣方式分类	1-9
八、按炉内烟气压力分类	1-9
九、按炉型分类	1-11
第三节 总体设计	1-12
一、蒸汽参数、容量对总体布置的影响	1-12
二、燃料特性对总体设计的影响	1-14
三、锅炉总体的成套设计	1-18
四、锅炉总体设计中遵循的原则	1-20
五、总体设计的基本程序	1-21
六、总体设计的基本内容	1-23
第四节 电站锅炉的发展趋势	1-29
一、超临界机组的发展	1-29
二、中间负荷变压机组的应用	1-30
三、环保要求	1-31
四、沸腾燃烧技术的发展	1-32
五、锅炉的可靠性	1-34
第二章 燃料	2-1
常用符号表	2-2
第一节 燃料的化学成分和发热量	2-3
一、燃料的成分和性质	2-3
二、燃料成分的分析基准	2-4
三、煤的元素分析和工业分析	2-4
四、煤的发热量及测定方法	2-5
第二节 各种基准的燃料成分和发热量的换算	2-6
一、燃料分析基准的换算	2-6
二、各种“基”发热量间的换算	2-7
第三节 灰的成分及其特性	2-8
一、灰的成分及其对熔融性的影响	2-8
二、煤灰熔融性的测定	2-9
三、灰的特性对受热面磨损的影响	2-10
第四节 我国煤的分类	2-10
一、煤的分类方法	2-10
二、动力用煤的一般特性	2-10
第五节 煤质的特种分析及判别指数	2-12
一、热天平法	2-12
二、热显微镜法	2-23
三、煤粉着火指数炉法	2-23
四、比表面积测定法	2-23
五、煤粉的重力筛分法	2-24
六、灰的粘温特性测定法	2-24
七、管式沉降炉法	2-24
八、一维燃烧炉法	2-25
九、煤的燃烧特性综合判别指数及其分析	2-25
第六节 液体燃料和气体燃料	2-36
一、液体燃料	2-36
二、气体燃料	2-38
第七节 燃料特性对锅炉设计和运行的影响	2-39
参考文献	2-40
第三章 物质平衡与热平衡	3-1
常用符号表	3-2
第一节 空气量和烟气量的计算	3-3
一、空气量的计算	3-3
二、烟气量的计算	3-3
第二节 锅炉的空气平衡	3-4
第三节 过量空气系数的选择和测量	3-5
第四节 空气和烟气焓的计算	3-6

第五节 完全燃烧方程式	3-7	二、各种燃气成分及特性	4-98
第六节 锅炉的热平衡	3-8	三、燃气喷射元件的型式和设计 计算	4-98
一、热平衡方程式	3-8	四、气体燃烧器设计	4-103
二、送入锅炉的热量	3-8	五、气体燃烧器型式	4-105
三、锅炉热损失	3-9	第九节 我国开发的稳燃技术和新型 煤粉燃烧设备	4-107
四、简化热效率计算	3-13	一、概述	4-107
五、换算到保证条件下的热效率	3-13	二、煤粉预燃室燃烧器	4-108
参考文献	3-14	三、钝体燃烧器	4-112
第四章 锅炉燃烧设备	4-1	四、夹心风燃烧器	4-114
第一节 炉膛	4-2	五、WR(高调节比)型燃烧器	4-116
一、设计基本要求	4-2	六、煤粉水平浓淡分流型低 NO _x 燃烧器	4-117
二、影响炉膛设计的主要因素	4-2	七、多功能(船型)煤粉燃烧器	4-117
三、炉型尺寸	4-10	八、大速差同向射流燃烧器	4-118
四、主要热力参数选择	4-11	九、扁平射流预燃室燃烧器	4-119
五、燃烧器在炉膛中的布置和要求	4-21	十、其他新型燃烧器	4-119
第二节 燃烧器概述	4-31	十一、配风方式及设计参数	4-119
一、燃烧器分类	4-31	第十节 锅炉的点火器、点火油枪和起动、 暖炉、助燃用油枪	4-121
二、设计基本要求	4-31	一、容量	4-121
三、射流特性比较	4-33	二、点火器型式和油枪型式	4-122
第三节 煤粉燃烧器	4-41	三、点火器的布置方式	4-122
一、型式和结构特性	4-41	四、炉前点火油系统	4-123
二、设计的主要影响因素	4-46	第十一节 炉膛安全监控系统(FSSS)	4-125
三、主要设计参数选择	4-48	参考文献	4-128
四、燃烧器设计计算	4-55	第五章 除渣设备	5-1
五、燃烧器喷口保护	4-63	第一节 除渣设备的基本要求	5-2
第四节 液态排渣炉的燃烧设备	4-64	第二节 除渣设备的布置方式	5-2
一、特殊要求	4-64	一、集中布置方式	5-2
二、燃烧器设计	4-65	二、分散布置方式	5-4
三、燃烧器示例	4-65	三、集中与分散联合布置方式	5-5
第五节 低质煤燃烧器的设计	4-67	第三节 除渣装置的分类	5-5
一、我国低质煤分类及其主要特性	4-67	第四节 除渣方式	5-8
二、我国各种低质煤燃烧器	4-68	一、干式定期除渣方式	5-8
第六节 低 NO _x 燃烧技术	4-72	二、水力排渣槽定期除渣方式	5-8
一、分级燃烧	4-72	三、虹吸式水力除渣方式	5-10
二、烟气再循环	4-73	四、水封斗式定期除渣方式	5-10
三、煤粉浓淡分流燃烧	4-74	五、刮板式连续排渣方式	5-15
四、新型旋流式低 NO _x 燃烧器	4-74	六、配圆盘捞渣机的除渣方式	5-19
五、改变运行条件的措施	4-74	七、其他除渣方式	5-20
第七节 油燃烧器	4-75	第五节 碎渣设备	5-22
一、油喷嘴	4-76		
二、调风器	4-85		
第八节 气体燃烧器	4-97		
一、概述	4-97		

一、破碎设备的分类	5-22	第五节 锅筒、附件、汽水品质及其	
二、辊式碎渣机	5-22	控制	6-78
三、冲击式碎渣机	5-25	一、锅筒	6-78
第六节 除渣设备的设计计算	5-28	二、锅筒附件	6-81
一、定期出渣方式的湿式水封斗的设计		三、汽水品质及其控制	6-81
计算	5-28	参考文献	6-87
二、定期除渣方式的水力排渣槽		第七章 过热器和再热器	7-1
的设计	5-30	第一节 概论	7-2
三、排渣粒化的耗水量	5-30	一、过热器和再热器的作用	7-2
四、刮板式捞渣机的排渣能力	5-30	二、过热器和再热器的分类	7-2
五、灰渣斗热平衡计算	5-31	三、过热器和再热器设计应考虑	
参考文献	5-32	的主要因素	7-2
第六章 蒸发系统	6-1	第二节 结构型式	7-3
第一节 循环方式、基本原理及其		一、对流过热器和再热器的结构	
特点	6-2	型式	7-3
一、自然循环锅炉	6-2	二、半辐射过热器和再热器的结构	
二、控制循环(辅助循环)锅炉	6-6	型式	7-6
三、直流锅炉	6-7	三、辐射过热器和再热器的结构	
四、复合循环锅炉	6-10	型式	7-9
五、超临界压直流锅炉	6-14	第三节 汽温特性	7-10
第二节 蒸发受热面热负荷分配	6-14	一、辐射与对流吸热比例对汽温的	
一、炉膛壁面局部热负荷的计算	6-14	影响	7-10
二、沿炉膛高度方向热负荷的确定	6-19	二、进口烟温对汽温的影响	7-13
第三节 回路设计原则与主要设计参数		三、运行方式对汽温的影响	7-13
选择	6-26	四、给水温度对汽温的影响	7-14
一、自然循环回路设计原则与主要参数		五、燃料对汽温的影响	7-14
的选择	6-26	六、过量空气系数对汽温的影响	7-14
二、控制循环回路主要设计原则与		第四节 蒸汽温度调节方式	7-15
参数选择	6-35	一、蒸汽温度调节的基本要求	7-15
三、UP 直流炉蒸发受热面主要设计		二、蒸汽侧调节蒸汽温度方式	7-15
参数选择	6-47	三、烟气侧调节蒸汽温度方式	7-19
四、低循环倍率回路主要设计特点		第五节 过热器、再热器热偏差及	
与方法	6-53	温度偏差	7-21
五、下部倾斜围绕、上部一次上升回路		一、热偏差的定义和计算公式	7-21
主要参数选择	6-61	二、减小热偏差的措施	7-21
第四节 蒸发系统的结构特点	6-73	第六节 对流过热器和再热器的积灰	7-22
一、水冷壁的类型与管屏结构特点	6-73	一、高温粘结灰	7-22
二、折焰角的功能、结构尺寸与		二、干粉灰	7-23
支吊型式	6-74	第七节 对流过热器和再热器的磨损	7-24
三、壁式再热器(或壁式过热器)与		一、磨损机理及影响因素	7-24
水冷壁连接型式	6-76	二、防磨措施	7-25
四、下降管的布置型式及其利弊		第八节 过热器和再热器的高温腐蚀	7-27
分析	6-77	一、煤粉锅炉的高温腐蚀	7-27

XII 目 录

二、燃油锅炉的高温腐蚀	7-28	二、堵灰	9-6
第九节 过热器和再热器的动态特性	7-29	三、磨蚀	9-7
一、动态特性和结构参数的关系	7-29	四、火灾	9-7
二、简化传递函数和受热面最宜长度 计算公式	7-31	五、振动	9-7
第十节 过热器和再热器的材料选择	7-36	第三节 管式空气预热器	9-9
一、材料选择依据	7-36	一、结构	9-9
二、过热器和再热器的常用材料	7-37	二、主要设计参数选择	9-11
第十一节 过热器和再热器的热膨胀及 热应力	7-41	三、利用系数	9-12
一、膨胀间隙和偏摆量计算	7-41	第四节 风罩回转再生式空气 预热器	9-12
二、过热器和再热器定位结构及定位管 流量计算	7-43	一、结构	9-12
三、集箱的高度计算	7-45	二、密封装置	9-17
四、管系和集箱应力计算	7-46	第五节 受热面回转再生式空气预 热器	9-21
第十二节 过热器和再热器的典型 设计	7-51	一、标记、符号、型号和主要特性 参数	9-22
一、过热器的典型设计	7-52	二、设计顺序	9-23
二、再热器的典型设计	7-54	三、初步设计	9-25
参考文献	7-55	四、性能和结构设计	9-28
第八章 省煤器	8-1	五、性能保证值	9-29
第一节 概论	8-2	六、结构	9-29
一、省煤器的作用	8-2	七、漏风控制装置	9-39
二、省煤器的型式	8-2	第十章 锅炉构架	10-1
第二节 布置方式及结构	8-3	第一节 概论	10-2
一、布置方式	8-3	一、构架选型	10-2
二、结构	8-5	二、构架设计原则	10-2
第三节 省煤器设计	8-6	三、材料及其强度设计值	10-2
一、设计数据选取	8-6	第二节 荷载统计与分配	10-5
二、省煤器的设计计算	8-8	一、荷载分类与组合	10-5
第四节 设计中应考虑的几个问题	8-9	二、荷载统计	10-6
一、飞灰磨损及其防止措施	8-9	三、荷载分配原则	10-8
二、省煤器受热面的飞灰粘积	8-14	第三节 静力分析	10-8
三、尾部振动及其消除措施	8-16	一、静力分析的目的	10-8
第九章 空气预热器	9-1	二、计算简图的建立	10-9
第一节 概论	9-2	三、连接的计算简图	10-9
一、空气预热器的功用	9-2	四、有侧移和无侧移框架	10-9
二、空气预热器的类型及其 优缺点	9-2	五、构架计算简化	10-9
三、空气预热器型式选择依据	9-2	第四节 梁的设计	10-10
四、单级或双级布置	9-3	一、截面选择	10-10
第二节 设计中应考虑的几个问题	9-3	二、强度计算	10-11
一、低温腐蚀	9-4	三、挠度计算	10-12
		四、整体稳定性	10-12
		五、局部稳定	10-13

六、构造要求	10-16	一、锅炉炉墙传热计算	11-31
第五节 柱的设计	10-17	二、设备及管道传热计算	11-34
一、截面型式	10-17	三、伴热保温计算	11-34
二、长细比	10-17	第十二章 膨胀密封和支吊装置	12-1
三、实腹式轴心受压柱的计算	10-19	第一节 锅炉的热膨胀	12-2
四、实腹式压弯柱的计算	10-20	一、概述	12-2
五、局部稳定	10-21	二、锅炉整体的膨胀	12-2
六、柱头设计	10-21	第二节 锅炉的密封	12-15
七、柱脚设计	10-22	一、概述	12-15
八、构造要求	10-24	二、密封设计的基本要求	12-15
第六节 桁架设计	10-24	三、密封设计的一般问题	12-16
一、桁架构件计算	10-24	四、影响锅炉密封的因素	12-17
二、计算长度和容许长细比	10-25	五、锅炉密封元件的结构设计	12-20
三、炉顶梁格支撑系统	10-25	第三节 锅炉的支吊装置	12-28
四、垂直支撑	10-26	一、概述	12-28
五、水平支撑	10-26	二、支吊装置的基本类型和结构	
六、构造要求	10-27	型式	12-29
第七节 连接设计	10-27	三、锅炉支吊装置的典型布置	12-32
一、焊接连接	10-27	四、吊杆装置强度计算的基本参数	12-35
二、高强度螺栓连接	10-30	五、普通支吊架装置	12-40
第八节 刚性梁	10-34	六、锅筒吊架装置	12-56
一、设计荷载	10-34	第十三章 金属材料	13-1
二、刚性梁的最大间距	10-34	第一节 锅炉钢的性能	13-2
三、强度限值	10-35	一、材料技术条件规定的性能	13-2
四、挠度容许值	10-35	二、设计用的性能	13-4
五、校平装置	10-35	三、制造和运行要求的性能	13-6
六、连结结构	10-35	第二节 锅炉元件用材的选择和应用	13-8
第十一章 炉墙及管道保温	11-1	一、锅炉管件用钢	13-8
第一节 概论	11-2	二、锅筒筒体用钢	13-29
一、炉墙的作用	11-2	三、吹灰器、固定装置、燃烧器用	
二、炉墙的要求	11-2	耐热材料	13-42
三、炉墙分类和管道保温	11-3	四、吊杆用钢	13-48
第二节 炉墙和管道保温结构	11-7	五、锅炉构架用钢	13-52
一、重型炉墙结构	11-7	六、空气预热器用耐蚀钢	13-56
二、轻型炉墙结构	11-9	第三节 材料失效和剩余寿命估算	13-58
三、敷管炉墙结构	11-13	一、材料失效的几种形式	13-58
四、管道保温	11-16	二、剩余寿命估算	13-58
五、炉墙和管道保温的防护	11-19	参考文献	13-60
第三节 炉墙材料	11-22	第十四章 制粉系统计算	14-1
一、耐火材料	11-22	第一节 原煤和煤粉	14-2
二、保温材料	11-27	一、原煤	14-2
三、防护材料	11-30	二、煤粉	14-3
第四节 炉墙传热和管道保温计算	11-31	第二节 磨煤机磨煤出力的计算	14-5

一、钢球磨煤机磨煤出力的计算	14-5	第三节 对流受热面的热力计算	15-19
二、中速磨煤机磨煤出力的计算	14-6	一、基本方程	15-19
三、风扇磨煤机磨煤出力的计算	14-9	二、传热系数	15-20
第三节 制粉系统干燥出力的计算	14-14	三、传热温压	15-35
一、干燥剂量的计算	14-14	四、屏式过热器的计算	15-39
二、干燥剂初温的计算	14-17	五、对流过热器和再热器的计算	15-40
第四节 磨煤机台数和规格的确定	14-22	六、蒸发管束及附加受热面的计算	15-41
一、中间贮仓式制粉系统磨煤机		七、省煤器的计算	15-44
台数和规格的确定	14-22	八、空气预热器的计算	15-45
二、直吹式制粉系统磨煤机台数		九、烟气再循环的计算	15-46
和规格的确定	14-22	第十六章 水动力计算	16-1
第五节 风粉混合物的氧含量、二氧化碳含量、水含量及露点的计算	14-23	常用符号表	16-2
一、风粉混合物的氧含量计算	14-23	第一节 概论	16-3
二、风粉混合物的二氧化碳含量		一、计算的任务	16-3
计算	14-24	二、锅炉的循环方式	16-3
三、风粉混合物的水含量计算	14-24	第二节 水动力计算的基础知识	16-3
四、风粉混合物的露点计算	14-25	一、管组和区段的划分	16-3
第六节 制粉系统的阻力计算和动力		二、吸热量的分配	16-3
设备的选择	14-25	三、管段内压降的计算	16-4
一、摩擦阻力	14-25	四、蒸发管内传热恶化工况的计算	16-7
二、局部阻力	14-26	第三节 自然循环锅炉的水循环计算	16-10
三、设备阻力	14-26	一、概述	16-10
四、带粉气流的阻力	14-26	二、回路循环特性的计算	16-10
五、自生通风	14-26	三、循环停滞、自由水面及倒流的	
六、制粉系统进、出口的压力	14-27	校验	16-15
七、制粉系统的计算阻力	14-27	四、界限循环倍率及传热恶化的	
八、制粉系统通风动力设备的选择	14-27	校验	16-16
第七节 磨煤机碾磨件使用寿命	14-28	五、自然循环锅炉的水循环特性和	
参考文献	14-31	确定水循环特性的简捷线图	16-18
第十五章 热力计算	15-1	六、提高循环可靠性的方法及循环	
第一节 热力计算的任务和顺序	15-2	回路的设计	16-27
一、设计计算	15-2	七、水循环计算中应注意的几个	
二、校核计算	15-2	问题	16-28
三、计算顺序	15-3	参考文献	16-30
第二节 炉膛热力计算	15-3	第十七章 受热面热偏差及金属壁温	
一、计算炉膛结构尺寸及参数原则	15-3	计算	17-1
二、炉膛传热计算的基本方程	15-7	第一节 概论	17-2
三、我国常用的炉膛换热计算方法	15-7	第二节 基本计算公式	17-2
四、双炉室的换热计算	15-10	一、热偏差系数计算公式	17-2
五、分区段炉膛热力计算方法	15-14	二、炉内受热管子金属壁温计算	
六、几种热力计算方法的特点	15-15	公式	17-2
		第三节 屏间及管间流量不均匀	
		系数	17-5

一、管组的平均阻力系数	17-5	第七节 减小过热器和再热器同屏(片) 热偏差的方法	17-19
二、由并联各管长度不同所造成的流量 不均匀系数	17-5	第八节 钢材的热导率	17-20
三、由并联各管内径不同或所用材料不 同所造成的流量不均匀系数	17-6	第九节 管内表面传热系数的计算	17-21
四、由并联各管中介质平均比体积不同 所造成的流量不均匀系数	17-6	一、欠热水在管内流动时的表面 传热系数	17-21
五、由集箱中静压变化所造成的 流量不均匀系数	17-7	二、蒸汽(临界压力以下)在管内 流动时的表面传热系数	17-21
六、由集箱中局部涡流所造成的 流量偏差	17-8	第十节 过热器和再热器的壁温计算	17-21
七、由各种流量偏差所造成的总流量 不均匀系数	17-9	一、计算点及校验线的选择	17-21
八、各种管组中容易产生流量不均匀的 种类和实例	17-9	二、计算点的蒸汽温度	17-22
第四节 屏间及管间热力不均匀系数	17-11	三、校验线上烟气的平均温度	17-22
一、炉膛水冷壁的热力不均匀系数	17-11	四、计算点的热负荷	17-23
二、对流烟道中管组沿宽度的热力 不均匀系数	17-11	五、计算点的最大热负荷	17-24
第五节 同屏(片)各管受热面积的 不均匀性	17-13	六、均流系数	17-24
一、由炉膛火焰或管组前后烟气容积对 各排管子辐射受热面积的 不均匀性	17-13	第十一节 水冷壁管的壁温计算	17-25
二、由管组间烟气容积对各排管子 辐射受热面积的不均匀性	17-14	一、光管水冷壁的壁温计算	17-26
三、同片各管吸收对流热量(或对流受 热面积)的不均匀性	17-14	二、膜式水冷壁的壁温计算	17-26
四、同屏(片)各管由长度偏差引起的 受热面不均匀性	17-15	第十八章 强度计算	18-1
第六节 过热器和再热器的热偏差 计算	17-15	第一节 元件强度	18-2
一、壁式过热器和再热器的热偏差 计算	17-15	一、元件强度的常规计算方法	18-2
二、屏式过热器和再热器的热偏差 计算	17-15	二、元件强度的应力分析方法	18-15
三、高温对流过热器和再热器的 热偏差计算	17-16	三、元件强度的疲劳分析方法	18-18
四、低温对流过热器和再热器的 热偏差计算	17-17	四、带伤受压部件的安全性和使用 寿命分析	18-23
五、几台锅炉的过热器和再热器同屏 (片)热偏差的实测值及计算值与 实测值的比较	17-17	第二节 系统强度	18-27
		一、膨胀中心	18-27
		二、锅炉本体与客户管道应力分析 的关系	18-28
		三、锅炉范围内管系的应力分析	18-30
		四、炉膛的强度和刚度	18-38
		五、炉顶管系的应力分析	18-40
		六、过热器和再热器管屏的变形 分析	18-43
		参考文献	18-44
		第十九章 通风计算	19-1
		第一节 概论	19-2
		一、通风计算的目的	19-2
		二、通风方式	19-2
		第二节 基本原理和计算公式	19-2
		一、流动阻力	19-2
		二、自生通风	19-3
		三、测量静压值	19-3

四、计算公式	19-3	一、CAD系统的类型	20-7
第三节 摩擦阻力计算	19-4	二、CAD硬件系统	20-7
第四节 横向冲刷管组的阻力	19-7	三、CAD软件系统	20-10
一、光管顺列管组的阻力系数	19-7	四、CAD系统的选择	20-11
二、光管错列管组的阻力系数	19-7	第三节 计算机图形处理技术	20-12
三、错列肋片管组的阻力系数	19-7	一、基本概念	20-12
四、顺列肋片管组的阻力系数	19-10	二、图形软件	20-13
五、纵向肋片管错列管组的阻力	19-11	三、工程图形的生成	20-14
六、直膜板错列膜式管组的阻力	19-11	四、三维模型的生成	20-15
第五节 局部阻力计算	19-12	五、产品图形库	20-18
一、截面变化的局部阻力系数	19-12	第四节 有限元分析	20-22
二、转弯的局部阻力系数	19-14	一、有限元通用软件	20-22
三、分流和合流集箱的阻力系数	19-16	二、有限元前后处理技术	20-30
第六节 锅炉烟气侧阻力计算	19-16	三、有限元法在锅炉受压部件结构设计 与分析中的应用实例	20-34
一、一般规定	19-16	第五节 锅炉设计计算程序	20-37
二、炉膛出口	19-16	一、应用程序在CAD中的地位	20-37
三、蛇形管组	19-16	二、用户对应用程序的要求	20-37
四、管式空气预热器	19-17	三、程序的研制和运行	20-39
五、烟道	19-17	四、应用程序的管理	20-39
六、自生通风	19-17	五、应用程序的使用	20-40
七、通道的全压降	19-18	六、国内已有的锅炉设计程序概况	20-40
八、微正压锅炉和带有烟气再循环锅炉 的烟气侧阻力计算特点	19-18	第六节 锅炉总体及其零部件 CAD系统	20-41
第七节 锅炉空气侧阻力计算	19-19	一、概述	20-41
一、一般规定	19-19	二、系统建立的方法和特点	20-41
二、冷风道	19-19	三、锅炉总体及其主要部件CAD 系统	20-43
三、空气预热器	19-19	参考文献	20-50
四、热风道	19-19	第二十一章 锅炉受压元件制造 工艺	21-1
五、燃烧装置	19-20	第一节 锅筒制造	21-2
六、自生通风	19-20	一、锅筒制造工艺过程	21-2
七、通道的全压降	19-20	二、厚壁封头压制	21-2
第八节 引风机和送风机的选择	19-20	三、厚壁筒节弯制	21-5
一、风机风量和压头的裕量	19-20	四、厚壁筒节纵环缝焊接	21-16
二、风机功率、风量和压头的计算	19-21	五、锅筒组装	21-22
参考文献	19-21	六、锅筒热处理	21-28
第二十章 锅炉计算机辅助设计 基础	20-1	第二节 膜式壁制造	21-29
第一节 概论	20-2	一、膜式壁制造工艺过程	21-29
一、CAD的概念及其组成	20-2	二、管子与扁钢拼焊	21-31
二、设计过程与CAD	20-3	三、管屏的折角弯曲	21-34
三、CAD应用现状及前景	20-4	四、膜式壁孔管的制造	21-35
第二节 CAD系统配置、性能和 特点	20-7		

五、管屏与集箱组装	21-38	九、热膨胀、密封与炉墙	22-13
六、膜式壁生产线	21-39	十、锅炉钢结构	22-17
第三节 蛇形管制造	21-42	十一、自动控制	22-17
一、蛇形管制造工艺过程	21-42	十二、锅炉的调节特性	22-17
二、管子焊接	21-43	十三、热力数据汇总	22-18
三、管子弯曲	21-50	第二节 600MW 控制循环锅炉	22-19
四、受热面管子加工后的热处理	21-57	一、锅炉本体简介	22-19
五、蛇形管生产线	21-61	二、燃料与燃烧方式	22-22
第四节 集箱制造	21-67	三、炉膛与水循环系统	22-24
一、集箱制造工艺过程	21-67	四、锅筒与内部装置	22-29
二、集箱对接管端加工	21-67	五、过热器和再热器	22-30
三、集箱环缝装配焊接	21-67	六、省煤器和空气预热器	22-34
四、管接头装配焊接	21-73	七、除渣出灰	22-35
五、集箱热处理工艺及设备 选择	21-77	八、热膨胀、密封与炉墙	22-37
六、集箱校正	21-77	九、锅炉构架	22-43
七、集箱端盖制造	21-78	十、自动控制	22-44
第五节 连接件制造	21-80	十一、锅炉运行	22-45
一、三通制造	21-80	十二、热力计算汇总	22-46
二、弯头制造	21-86	第三节 300MW 自然循环锅炉	22-47
第二十二章 典型电站锅炉设计		一、锅炉本体简介	22-47
结构	22-1	二、燃料特性与燃烧方式	22-50
第一节 300MW 直流锅炉	22-2	三、炉膛与水循环系统	22-51
一、锅炉本体简介	22-2	四、锅筒与内部装置	22-53
二、燃料与燃烧方式	22-5	五、过热器和再热器	22-53
三、炉膛与水冷系统	22-7	六、省煤器和空气预热器	22-57
四、起动旁路系统	22-9	七、除渣出灰	22-58
五、过热器和再热器	22-9	八、热膨胀、密封与炉墙	22-59
六、省煤器	22-12	九、自动控制与监控	22-61
七、空气预热器	22-13	十、锅炉构架	22-61
八、除渣出灰	22-13	十一、锅炉运行	22-62
		十二、热力计算汇总	22-63