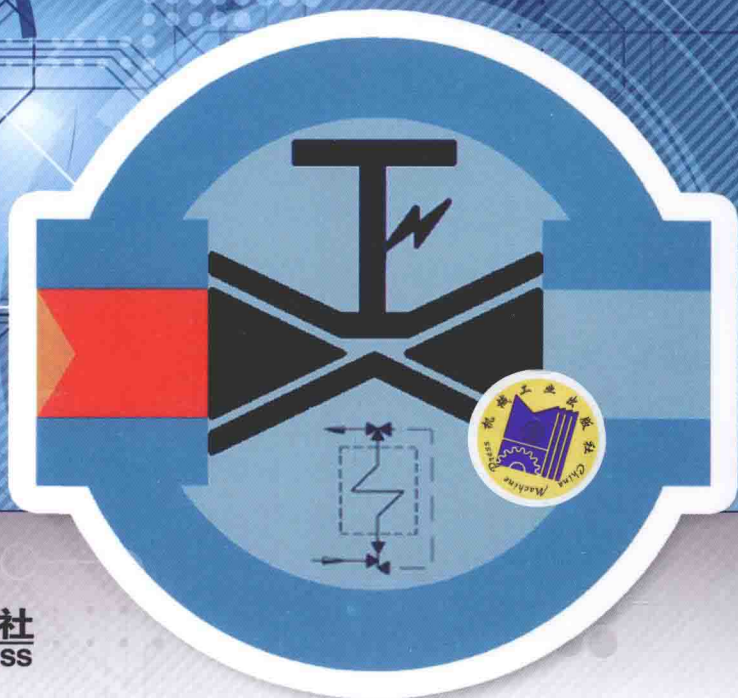


DIANZHAN FAMEN JIQI XUANYONG

电站阀门 及其选用

戴富林 戴健 陈国顺 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

电站阀门及其选用

戴富林 戴 健 陈国顺 编著

机械工业出版社

本书试图根据电厂用户工艺系统对阀门的要求,结合管道内的介质、压力、温度和流量等参数,给出电站阀门的选用原则或通过选型计算来正确选用阀门。为此,本书首先对电站系统做了介绍,并结合一些成功的案例,对阀门采取的特殊设计方法等做了进一步的阐述,旨在给工程设计人员及阀门用户提供一些有价值的建议。

本书分为6章,分别为燃煤电站的主要系统及其阀门的特点、燃气轮机-蒸汽联合循环电站的主要系统及特殊阀门、水力发电站及其主阀、控制阀的选用、核电站及其阀门、疏水阀的选用。

本书可供电力行业设计院设计人员,电力安装工程公司阀门选用、采购工程师,以及阀门供方设计、售后服务工程师工作时参考;也可供院校相关专业师生在进行系统设计和产品设计时参考。

图书在版编目(CIP)数据

电站阀门及其选用/戴富林,戴健,陈国顺编著. —北京:机械工业出版社,2016.9

ISBN 978-7-111-53953-7

I. ①电… II. ①戴… ②戴… ③陈… III. ①电站-阀门 IV. ①TH134

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第121232号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:沈红 责任编辑:沈红 崔滋恩 责任校对:刘怡丹

封面设计:路恩中 责任印制:乔宇

北京富生印刷厂印刷

2016年7月第1版第1次印刷

169mm×239mm·14.25印张·2插页·290千字

0001—2000册

标准书号:ISBN 978-7-111-53953-7

定价:69.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线:010-88361066

读者购书热线:010-68326294

010-88379203

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

金书网:www.golden-book.com

教育服务网:www.cmpedu.com

前 言

电力工业是国民经济中重要的基础工业之一。随着国民经济的发展，对于电力的需求也在迅速增长。阀门是火力、水力、燃机及核动力等发电站中，规格品种复杂、数量最多的一种配套设备。

为了满足电厂安全、满发的要求，安装在电站汽水管道中的各种阀门，首先是其密封性能要好，泄漏量应在标准允许的范围以内；其次是其强度和调节性能至关重要，既要保证打得开、关得严，也要经得起高温、高压蒸汽及汽水两相流的冲刷；同时，化学水处理系统和烟气脱硫系统的阀门还要考虑耐腐蚀的问题。另外，油系统的阀门还要防止阀门密封件对油的污染等。因此，如何正确设计、制造、选用满足电力生产要求的阀门，就成了每个“阀门人”追求的目标！

目前，关于阀门方面的出版物虽然不少，但涉及如何根据电厂各个不同系统、不同工况、不同起动方式和不同负荷下的参数变化，来合理选用阀门的指导文件很少。因此，根据电厂工艺系统对阀门的要求，选择合适的定型产品或开发专用的阀门产品，就显得非常重要。

本书试图根据电厂工艺系统对阀门的要求，结合管道内的介质、压力、温度等参数，给出电站阀门的选择原则或通过选型计算来正确选用阀门。为此，本书首先对电站系统进行了介绍，并结合一些成功的案例，对阀门进行的特殊设计等做了阐述，旨在给工程设计人员及阀门用户提供一些有价值的建议。

本书所引用的插图，一部分是国内、外厂家所生产和使用过的结构图和装置图，准确可靠。本书只重点介绍实用结构、计算公式、选择和使用方法，没有过多涉及数学推算和理论分析，目的在于提高实用性。本书不仅引用了国内、外有关的文献和资料，而且引用了相关设计院和阀门制造企业的参考资料，编著者在此一并表示衷心感谢！本书的最后，注明了相关参考文献，其中不乏国内、外早期有影响的经典之作，这既可方便读者直接查阅、核对，同时也借此机会表达对作者的无限敬意！

在本书的编写和出版过程中，还得到了曾文强、姚靛等同志的热心帮助，特此表示感谢！

由于电站阀门的工况条件极为复杂，而且电厂参数变化又非常迅速，部分情况难以及时、完全掌握。尽管编著者千方百计从各种渠道搜集资料及信息，但由于时间和水平所限，不当或错误之处仍在所难免，敬请读者予以指正！

编著者

2016. 1

目 录

前言

第 1 章 燃煤电站的主要系统及其阀门的特点	1
1.1 燃煤电站的主要系统及配套阀门的特点	1
1.2 燃煤电站的汽水管道	3
1.3 阀门的材料	5
1.4 蒸汽系统及其阀门	7
1.4.1 主蒸汽和再热蒸汽系统	7
1.4.2 旁路系统	10
1.4.3 轴封蒸汽系统	16
1.4.4 辅助蒸汽系统	18
1.4.5 回热抽汽系统	19
1.5 真空抽气系统及其阀门	22
1.6 凝结水系统及其阀门	23
1.6.1 系统概述	23
1.6.2 凝汽器管道中的真空阀门	25
1.6.3 冷凝水再循环阀及除氧器水位控制阀	26
1.7 给水系统及其阀门	26
1.7.1 系统概述	26
1.7.2 给水系统的阀门	28
1.8 循环水系统	40
1.8.1 循环水泵出口处液控止回蝶阀	41
1.8.2 凝汽器循环水进/出口电动蝶阀	42
1.8.3 开式循环冷却水和闭式循环冷却水系统的海水蝶阀	42
1.8.4 海水蝶阀的阴极保护（牺牲阳极法）	42
1.9 烟气脱硫系统用阀门	47
1.9.1 FGD 装置对阀门材质的耐磨损要求	48
1.9.2 FGD 系统中的主要腐蚀现象	48
1.9.3 FGD 介质条件下选材要求	50
第 2 章 燃气轮机-蒸汽联合循环电站的主要系统及特殊阀门	53
2.1 燃气轮机-蒸汽联合循环电站的工作原理	53
2.2 燃气轮机-蒸汽联合循环电站阀门的特点、结构长度	53
2.3 燃气轮机-蒸汽联合循环电站用特殊阀门	55
2.3.1 金属密封（高温）球阀	55
2.3.2 TCA 冷却空气冷却器旁通阀	58

2.3.3 电动(直流)真空破坏阀	61
2.3.4 轻型止回阀	62
2.3.5 带旁路高压闸阀	62
2.3.6 切换阀	63
2.3.7 对夹双瓣旋启式止回阀	66
2.3.8 跳闸阀	70
2.4 燃气过滤器	70
2.4.1 燃气过滤器的作用	70
2.4.2 燃气过滤器的基本要求	71
2.4.3 燃气过滤器的性能指标	71
2.4.4 燃气过滤器的设计计算实例	72
2.4.5 燃气过滤器的结构设计	72
2.4.6 滤芯的设计计算	73
第3章 水力发电站及其主阀	76
3.1 水电站与水轮机	76
3.2 水轮机主阀	76
3.2.1 主阀的作用	76
3.2.2 主阀的种类	79
3.3 主阀的选择	91
第4章 核电站及其阀门	93
4.1 核电站简介	93
4.2 核电阀门的特点、典型结构及驱动装置	95
4.2.1 核电阀门的特点	95
4.2.2 核电阀门的典型结构	98
4.2.3 核电阀门的驱动装置	102
4.3 核电阀门材料的选用	104
4.4 核电阀门的制造要求(EJ/T 1022.9—1996中规定)	106
4.5 核电阀门的出厂试验及新产品的开发试验	106
4.5.1 核级阀门出厂试验(压力试验)要求	107
4.5.2 新产品开发试验要求	111
第5章 控制阀的选用	112
5.1 控制阀的分类及结构	112
5.1.1 阀体部分	112
5.1.2 阀盖部分	121
5.1.3 阀芯及阀笼部分	122
5.1.4 执行机构	125
5.1.5 附件	129
5.1.6 控制阀的防爆	135
5.2 控制阀主要零件材料的选用	141

5.2.1	阀体	141
5.2.2	阀内件材料	142
5.2.3	垫片与填料的选用	144
5.3	控制阀的三断保护系统	146
5.4	控制阀的泄漏等级	148
5.5	控制阀的气蚀和闪蒸	148
5.6	控制阀的噪声计算	150
5.6.1	噪声计算中的几个名词术语	150
5.6.2	噪声的估算公式	151
5.6.3	估算方法的使用范围及结果的精确度	154
5.6.4	计算举例	154
5.7	控制阀的选型计算	155
5.7.1	工艺系统控制阀的设置范围	155
5.7.2	电站用控制阀的特点	155
5.7.3	控制阀的选型参数	156
5.7.4	控制阀选型的计算	157
5.7.5	流速计算	180
5.8	控制阀的选择	181
5.8.1	控制阀流量特性的选择	181
5.8.2	控制阀公称尺寸的选择	183
5.8.3	控制阀的泄漏等级的选择	185
5.8.4	执行机构的选择	186
5.8.5	选型实例	187
5.8.6	控制阀订货清单的编写	190
5.9	控制阀的布置	191
5.10	控制阀的技术要求	192
第6章	疏水阀的选用	196
6.1	疏水阀的用途和分类	196
6.2	机械型疏水阀	197
6.2.1	吊桶式疏水阀	197
6.2.2	浮球式疏水阀	198
6.2.3	自由半浮球疏水阀	198
6.3	热动力型疏水阀	199
6.3.1	圆盘式疏水阀	199
6.3.2	脉冲式疏水阀	200
6.4	热静力型疏水阀	200
6.4.1	波纹管式疏水阀	201
6.4.2	双金属片式疏水阀	202
6.4.3	膜盒式疏水阀	203

6.4.4 温控式疏水阀	204
6.5 疏水阀的性能比较	205
6.6 疏水阀的选用	207
6.6.1 选择疏水阀的三要素	207
6.6.2 根据疏水阀的工作性能来选择	208
6.6.3 根据疏水阀的容量来选择	209
6.6.4 根据疏水阀的压力差来选择	211
6.6.5 根据设备加热温度和对排出凝结水的要求选择	211
6.6.6 电站疏水阀的选择	211
6.7 疏水阀的安装、维护管理	212
6.7.1 蒸汽疏水阀在蒸汽输送管中设置的注意事项	212
6.7.2 蒸汽设备上安装蒸汽疏水阀的基本原则及一般要点	212
6.7.3 蒸汽疏水阀的维修管理	213
6.7.4 疏水阀的常见故障及排除	214
参考文献	218

第 1 章 燃煤电站的主要系统及其阀门的特点

1.1 燃煤电站的主要系统及配套阀门的特点

燃煤机组的工艺流程简单来说，就是加热液态的水，使之变成蒸汽，再由蒸汽推动蒸汽轮机带动发电机旋转切割磁场，从而产生电流，如图 1-1 及彩图 1 所示。

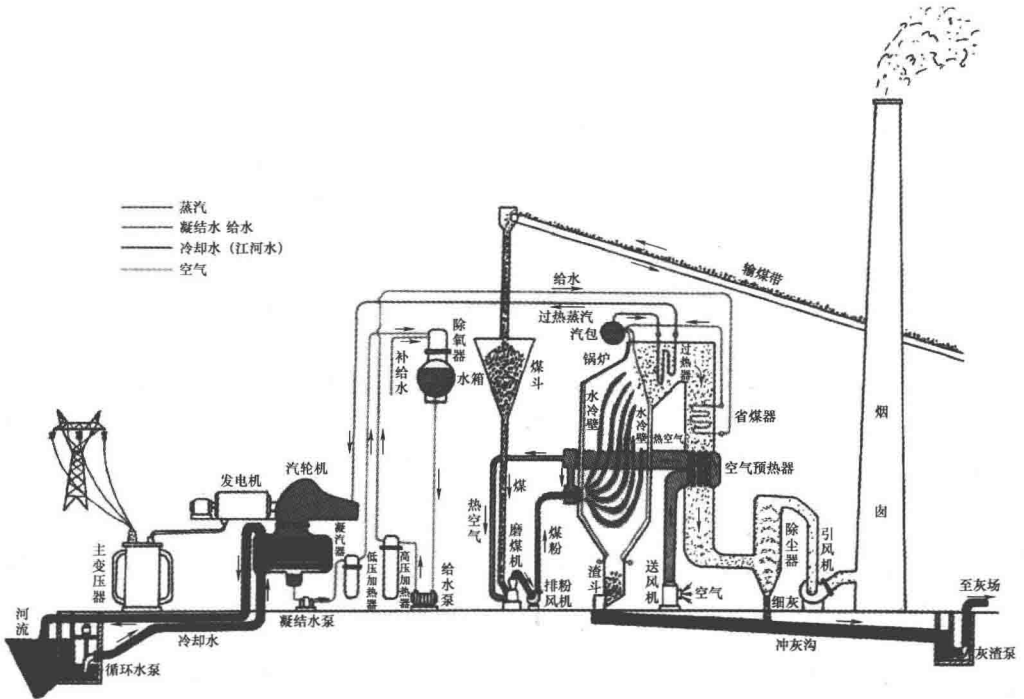


图 1-1 发电站生产过程和主要设备示意图

根据主蒸汽压力和温度的不同，燃煤机组又分为亚临界、超临界和超超临界机组。

我们知道，水的临界点参数： $p = 22.12 \text{ MPa}$ ， $t = 374.12^\circ\text{C}$ 。

亚临界火电机组的蒸汽参数： $p = 16 \sim 19 \text{ MPa}$ ， $t = 538^\circ\text{C}/538^\circ\text{C}$ 或 $t = 540^\circ\text{C}/540^\circ\text{C}$ 。

当蒸汽参数超过水临界点的参数时，称为超临界机组。根据 GB/T 28558—2012《超临界及超超临界机组参数系列》的规定，超临界机组的蒸汽压力为 $24 \sim$

26MPa，其典型参数： $p = 24.2\text{MPa}$ 、 $571^\circ\text{C}/569^\circ\text{C}$ ；我国正在建造的 600MW 超临界机组的参数为 25.4MPa 、 $538^\circ\text{C}/566^\circ\text{C}$ ，以及 $p = 25.4\text{MPa}$ 、 $566^\circ\text{C}/566^\circ\text{C}$ 。

超超临界机组实际上是在超临界机组参数的基础上，进一步提高蒸汽压力和温度。我国把主蒸汽压力在 $26.15 \sim 27.46\text{MPa}$ 、主蒸汽/再热蒸汽温度为 $605^\circ\text{C}/603^\circ\text{C}$ 的机组定义为超超临界机组。

国产亚临界、超临界和超超临界机组的基本参数见表 1-1 和表 1-2。

表 1-1 国产部分亚临界机组的基本参数







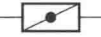

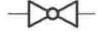








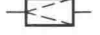





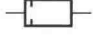

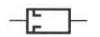




参数	单位	300	600	500
		MW		
机组功率	MW			
蒸汽流量(MCR)	t/h	1025	2026.8	1650
过热蒸汽压力	MPa	18.2	18.19	17.46
过热蒸汽温度	℃	540	540.6	540
再热蒸汽流量	t/h	860	1704.2	1481
再热蒸汽进口压力	MPa	4.0	4.3	4.21
再热蒸汽出口压力	MPa	3.79	4.176	4.0
再热蒸汽进口温度	℃	330	313.3	333
再热蒸汽出口温度	℃	540	540.6	540
给水温度	℃	276	276	255

表 1-2 国产部分超临界和超超临界机组的基本参数

参数	单位	600MW 超临界机组			1000MW 超超临界机组		
		600	600	600	1000	1000	1000
机组功率	MW	600	600	600	1000	1000	1000
蒸汽流量(MCR)	t/h	1900	1900	1795	2953	2953	3033
过热蒸汽压力	MPa	25.4	25.4	26.15	27.56	27.56	26.25
过热蒸汽温度	℃	543	571	605	605	605	605
再热蒸汽流量	t/h	1640.3	1607.6	1464	2457	2446	2469.7
再热蒸汽进口压力	MPa	4.61	4.71	4.84	6.0	4.92	4.99
再热蒸汽出口压力	MPa	4.42	4.52	4.64	5.8	4.77	4.79
再热蒸汽进口温度	℃	297	322	350	359	375	356.3
再热蒸汽出口温度	℃	569	569	603	603	603/613	603
给水温度	℃	283	284	293	296	297	302.4

下面对电厂的几个主要系统进行说明。在此之前，为了方便看图先将阀门和管件在系统图上的图形符号列在表 1-3 中。

表 1-3 阀门和管件在系统图上的图形符号

名称		图形符号	名称	图形符号			
阀门	关断用 阀门	闸阀		连接件	大小头		
		截止阀			中间堵板		
		球阀			管间盲板		
		蝶阀			法兰		
		旋塞阀		节流孔板	单级		
		隔离阀			多级		
	调节用 阀门	节流阀		过滤装置	滤水器		
		控制阀			蒸汽或空气过滤器		
		减压阀			泵入口滤网		
		疏水器		水封装置	单级		
		减温减压器			多级		
	保护用 阀门	止回阀		流量测量 装置	孔板		
		安全阀	重锤式			喷嘴	
			弹簧式		排水	至排水管	
			脉冲式			至排水沟	

1.2 燃煤电站的汽水管道

发电站的管道作为热力系统各个设备（锅炉、热轮机及辅助设备）之间的连接管道，是发电站热力系统必不可少的重要组成部分。管道工作的可靠性，对电厂的安全运行影响很大。随着高参数、大容量再热机组的发展，现代大型燃煤电站的管道总长可达数千米，总重量可达几百吨甚至千吨以上。例如 600MW 机组仅主蒸汽、再热蒸汽和主给水管道的重量就达 650t，其中昂贵的高级耐热合金钢占有相当大的比例，这些合金钢必须具有强度高、耐高温腐蚀、耐汽侧氧化，以及有良好的焊

接性能和加工性能。

我国目前电站管道设计遵循的标准为 DL/T 5054 《火力发电厂汽水管道设计技术规定》（简称《管规》）。该规定是根据我国实际情况，参照国外有关规程，如美国 B31.1 规程制定的。

在《管规》中规定：主蒸汽管道的设计压力，取锅炉过热器出口的额定工作压力或锅炉最大连续蒸发量下的工作压力。当锅炉和汽轮机经允许超压 5% 运行时，应加上 5% 的超压值。主蒸汽管道的设计温度，取锅炉过热器出口蒸汽额定工作温度加上锅炉正常运行时允许的温度偏差 5℃。主蒸汽管道配套的阀门也是按这个设计温度和压力进行选型的。

为实现发电站的安全经济运行，不仅要求管道系统布置设计合理、安全可靠，还要求汽水管道中的介质流速在允许范围内。若选择的介质流速过大，则管径过小，虽然钢材消耗及投资减少，但管内介质流动阻力增大，运行费用增加，且使阀门密封面磨损加剧，甚至产生气蚀，使阀门密封面失效，管道产生振动。为此，《管规》中推荐了允许介质流速的范围，以核算管径。汽水管道介质允许的流速见表 1-4。

表 1-4 汽水管道介质的允许流速

介质种类	管道种类	流速/(m/s)
主蒸汽	超临界压力蒸汽管道	40 ~ 50
	亚临界压力蒸汽管道	40 ~ 60
	高压蒸汽管道	40 ~ 60
	中、低压蒸汽管道	40 ~ 70
中间再热蒸汽	热段再热蒸汽管道	40 ~ 60
	冷段再热蒸汽管道	30 ~ 50
其他蒸汽	抽汽管道	30 ~ 50
	饱和蒸汽管道	30 ~ 50
	至减压减温器的蒸汽管道	60 ~ 90
给水	高压主给水管道	2 ~ 6
	中、低压给水管道	0.5 ~ 3
	给水再循环管道	< 4
凝结水	凝结水泵出水管道	1 ~ 3
	凝结水泵进水管	0.5 ~ 1
化学净水、生水	离心水泵出水管道	2 ~ 3
	离心水泵进水管	0.5 ~ 1.5
工业用水	压力管道	2 ~ 3
	无压排水管道	< 1

综上所述，主蒸汽管道的设计压力、设计温度和汽水管道介质流速的规定，就构成了电站阀门的选型参数。其中设计压力和设计温度是选择阀门阀体材料和压力

等级的依据,通常按美国 ASME B16.34—2013 中规定的温度压力表进行 (Class 系列)。国家能源局在 2014 年 6 月颁发了 NB/T 47044—2014 (代替 JB/T 3595—2002) 电站阀门标准 (PN 系列),该标准也纳入了 ASME B16.34—2013 中的部分材料,为阀门设计和选型提供了指南。

介质流速的规定是选择阀门的公称尺寸的依据。需要特别指出的是:阀门的公称尺寸要兼顾管道的尺寸,特别是对接焊连接的阀门。燃煤电站工艺流程及主要阀门布置图如彩图 2 所示。

1.3 阀门的材料

目前,虽然有多种材质可以满足阀门在不同工况下的使用要求,但是如能正确、合理地选择阀门的材料,可以获得阀门的最经济的使用寿命和最佳的性能。

选择电站阀门主要零件材质时,应考虑到工作介质的物理性能(温度、压力)和化学性能(腐蚀性)等,以及有无固体颗粒,还要参照《管规》的有关规定和要求。如果是焊接阀门,则必须考虑与管道材料的适应性,即为同种钢焊接。

现在常用的阀体材质、内件材质(通常把除阀体、阀盖以外,与介质接触的主要零件称为内件)和密封面材质见表 1-5 ~ 表 1-7。

表 1-5 常用阀体材料选用表

类别	材料		常用工况		适用介质
	材料牌号	代号	公称压力	$t/^\circ\text{C}$	
球墨铸铁	QT400-18 QT400-15	Q	$\leq\text{PN}40$	≤ 350	水、蒸汽、油类等
优质碳素钢	ZG205-415、ZG250-480、 ZG275-485、WCA、 WCB、WCC	C	$\leq\text{PN}160$	≤ 420	水、蒸汽、油类等
	Q235、10、20、25、35		$\leq\text{PN}320$	≤ 200	氨、氨氢气等
铬钼合金钢	12CrMo、WC6、15 CrMo、 ZG20CrMo	I	$P_{54}100$	540	蒸汽类
	Cr5Mo、ZGCr5Mo		$\leq\text{PN}160$	≤ 550	油类
铬钼钒合金钢	12Cr1MoV、15Cr1MoV、 ZG12Cr1MoV、 ZG15Cr1MoV、WCO	V	$P_{57}140$	570	蒸汽类
镍、铬、 钛耐酸钢	1Cr18Ni9Ti、 ZG1Cr18Ni9Ti	P	$\leq\text{PN}63$	≤ 200	硝酸等腐蚀介质
				$-196 \sim -100$	乙烯等低温介质
				≤ 600	高温蒸汽、气体等
镍铬钼钛耐酸钢	1Cr18Ni12Mo2Ti、 ZG1Cr18Ni12Mo2Ti	R	$\leq\text{PN}200$	≤ 200	尿素、醋酸等

(续)

材料			常用工况		适用介质
类别	材料牌号	代号	公称压力	t/℃	
优质锰钒钢	16Mn、15MnV	I	≤PN160	≤450	水、蒸汽、油类等
铜合金	HSi80-3	T	≤4.0	≤250	水、蒸汽、油类等
9 铬 1 钼钒钢	ASTMA217C12A、 ASTMA182F91	V	P ₅₇ 240	≤600	蒸汽类
9 铬 1 钼钨钢	ASTMA182F92		P ₆₀ 276	≤650	蒸汽类

表 1-6 阀门内件常用的材质及使用温度

阀门的内件材质	使用温度 下限/℃ (°F)	使用温度 上限/℃ (°F)	阀门的内件材质	使用温度 下限/℃ (°F)	使用温度 上限/℃ (°F)
304 型不锈钢	-268 (-450)	316(600)	440 型不锈钢 60RC	-29 (-20)	427(800)
316 型不锈钢	-268 (-450)	316(600)	17-4PH	-40 (-40)	427(800)
青铜	-273 (-460)	232(450)	6 号合金 (Co-Cr)	-273 (-460)	816(1500)
因可(科)镍尔合金	-240 (-400)	649(1200)	化学镀镍	-268 (-450)	427(800)
蒙乃尔合金 K	-240 (-400)	482(900)	镀铝	-273 (-460)	316(600)
蒙乃尔合金	-240 (-400)	482(900)	丁腈橡胶	-40 (-40)	93(200)
哈氏合金 B	-198 (-325)	371(600)	氟橡胶	-23 (-10)	204(400)
哈氏合金 C	-198 (-325)	538(1000)	聚四氟乙烯	-268 (-450)	232(450)
钛合金	-29 (-20)	316(600)	尼龙	-73 (-100)	93(200)
镍基合金	-198 (-325)	316(600)	聚乙烯	-73 (-100)	93(200)
20 号合金	-46 (-50)	316(600)	氯丁橡胶	-40 (-40)	82(180)
416 型不锈钢 40RC	-29 (-20)	427(800)			

表 1-7 密封面常用材料及适用介质

材料		代号	常用工况		适用阀类
			PN	t/℃	
橡胶		X	≤PN1	≤60	截止阀、隔膜阀、蝶阀、止回阀等
尼龙		N	≤PN320	≤80	球阀、截止阀等
聚四氟乙烯		F	≤PN63	≤150	截止阀、隔膜阀、蝶阀、止回阀等
巴氏合金		B	≤PN25	-70 ~ 150	氨用截止阀
陶瓷		G	≤PN16	≤150	球阀、旋塞阀等
搪瓷		C	≤PN10	≤80	截止阀、隔膜阀、止回阀、放料阀等
铜合金	QSN6-6-3、HMn58-2-2	T	≤PN16	≤200	闸阀、截止阀、止回阀、旋塞阀等
不锈钢	20Cr13、30Cr13 TDCr-2、TDCrMn	H	≤PN32	≤450	中高压阀门
渗氮钢 38CrMoAlA		D	P ₅₄ 10	540	电站闸阀、一般情况使用

(续)

材料		代号	常用工况		适用阀类
			PN	$t/^\circ\text{C}$	
硬质合金	WC、TiC	Y	按阀体材料确定		高温阀、超高压阀
	TDCoCr-1 TDCoCr-2				高压、超高压阀 高温、低温阀
在本体上加工	优质碳素钢	W	$\leq \text{PN}40$	≤ 200	油类用阀门
	1Cr18Ni9Ti Cr18Ni12Mo2Ti		$\leq \text{PN}320$	≤ 450	酸类等腐蚀性介质用阀门
蒙乃尔合金 K 蒙乃尔合金 S		M	按阀体材料确定		石油化工阀、低温阀、核阀
哈氏合金 B 哈氏合金 C					石油化工阀、耐腐蚀阀、电站阀
20号合金					石油化工阀、耐腐蚀阀、核阀

1.4 蒸汽系统及其阀门

蒸汽系统是指主蒸汽系统、再热蒸汽系统、旁路系统、轴封蒸汽系统、辅助蒸汽系统和回热抽气系统。

1.4.1 主蒸汽和再热蒸汽系统

主蒸汽和再热蒸汽系统是指锅炉从过热器联箱出口至汽轮机主汽阀进口的主蒸汽管道、阀门、输水管等设备及其部件组成的工作系统。锅炉过热、再热和给水系统的温度及偏差见表 1-8。

表 1-8 锅炉的压力、温度及温度偏差

锅炉类型		中压	次高压	高压	超高压	亚临界	超临界	超超临界
过热	过热蒸汽额定压力/MPa	$3.8 \leq p < 5.3$	$5.3 \leq p < 9.8$	$9.8 \leq p < 13.7$	$13.7 \leq p < 16.7$	$16.7 \leq p < 22.1$	≥ 22.1	≥ 22.1
	过热蒸汽额定温度/ $^\circ\text{C}$	440	440/475	540	540	541	540/570	613/623
	过热蒸汽温度允许偏差/ $^\circ\text{C}$	+10 -15	+10 -15	+5 -10	+5 -10	+5 -10	+5 -10	+5 -10
再热	再热蒸汽额定温度/ $^\circ\text{C}$	—	—	—	540	541	—	—
	再热蒸汽温度允许偏差/ $^\circ\text{C}$	—	—	—	—	+5 -10	+5 -10	+5 -10
给水	给水温度/ $^\circ\text{C}$	150	140/150/170	220	240	278	275	300

注：A 级锅炉指表压力 $p \geq 3.8 \text{ MPa}$ 的锅炉。

在主汽阀前，通常还设有电动主汽阀。如在汽轮机起动以前，电动主汽阀关闭，使汽轮机与主蒸汽管道隔开，防止水或主蒸汽管道中其他杂物进入主汽阀区。主蒸汽管道的最低位置处，设置有疏水止回阀及相应的疏水管道，用于在汽轮机起动前暖管至 10% 额定负荷之前，以及汽轮机停机后及时进行疏水，避免因管内积水而发生水击（水锤）现象。

再热冷段：指从高压缸排汽至锅炉再热器进口联箱入口处的管道和阀门。在接近高压缸下方的排汽管道上，设有高压缸排汽止回阀。另外，该处还设有疏水管道及相应的疏水止回阀。

再热热段：指从锅炉再热器出口至中联门前的蒸汽管道。

在蒸汽系统中，除了上述的一些由主机厂提供的阀门以外，需要特别重视的是蒸汽系统安全阀的选型。安全阀是一种自动阀门，它不借助任何外力而利用介质本身的力来排出一定数量的流体，以防止系统内部压力超过预定的安全压力数值。当压力恢复正常值后，阀门自行关闭并阻止介质继续流出。

1. 安全阀

主蒸汽和再热蒸汽来自大容量的电站锅炉，且电站锅炉都配用弹簧直接作用式的全启式安全阀。对于按 ASME 规范设计的电站锅炉，不应采用重锤或杠杆式安全阀，而应采用弹簧直接作用全启式安全阀。

(1) 安全阀的安装数量

1) 每台锅炉至少应安装两台安全阀。即过热器出口、再热器进口和出口及直流锅炉起动分离器都必须装安全阀。

直流锅炉一次汽水系统中有截断阀者，截断阀前一般还应装设安全阀，其数量和规格由锅炉设计部门确定。

2) 锅炉汽包和过热器上所有安全阀的排放量总和应大于锅炉最大连续蒸发量，且当所有安全阀开启后，锅炉的超压幅度在任何情况下不得大于锅炉设计压力的 6%。

再热器进、出口安全阀的总排放量应大于再热器的最大设计流量；直流锅炉外置式起动分离器安全阀的总排放量应大于锅炉起动时的产汽量。

过热器、再热器出口安全阀的排放量在总排放量中所占的比例应保证安全阀开启时，过热器、再热器能得到足够的冷却。

3) 电站锅炉安全阀的配置应由锅炉制造厂或设计部门提出。

(2) 安全阀工作性能

1) 安全阀整定压力及偏差。安全阀的设计整定压力除制造厂有特殊规定外，一般应按表 1-9 的规定调整与校验（摘自电站锅炉安全阀应用导则 DL/T 959—2005）。

整定压力偏差见表 1-10（摘自 DL/T 959—2005）。

在现场调试时，允许将安全阀或安全泄压阀的弹簧重新调整，但重新整定的压力不得超出阀门铭牌上标记的整定压力范围的 5%。

表 1-9 安全阀整定压力

安装位置		整定压力	
汽包锅炉的汽包或 过热器出口	额定蒸汽压力 $p < 5.88\text{MPa}$	控制安全阀	1.04 倍工作压力
		工作安全阀	1.06 倍工作压力
	额定蒸汽压力 $p \geq 5.88\text{MPa}$	控制安全阀	1.05 倍工作压力
		工作安全阀	1.08 倍工作压力
直流锅炉的过热器出口		控制安全阀	1.08 倍工作压力
		工作安全阀	1.10 倍工作压力
再热器			1.10 倍工作压力
启动分离			1.10 倍工作压力

表 1-10 整定压力偏差

设备名称	整定压力 p_s/MPa	极限偏差/ MPa
压力容器(包括高压加热器、除 氧器、连排扩容器)	$p_s \leq 0.7$	± 0.02
	$p_s > 0.7$	$\pm 3\%$ 的整定压力
锅炉本体(包括汽包、过热器、再 热器)	$0.5 < p_s \leq 2.07$	
	$2.07 < p_s \leq 7.0$	± 0.07
	$7.0 < p_s$	$\pm 1\%$ 的整定压力

2) 安全阀的回座压力(摘自 DL/T 959—2005)。对可压缩介质,在压力低于整定压力 10% 的范围内,安全阀应关闭(不可压缩介质可为 20%)。

3) 启闭压差。一般应为整定压力的 4% ~ 7% (摘自 DL/T 959—2005),最大不得超过整定压力的 10%。用于水侧安全阀不超过整定压力的 20%。

GB/T12243—2005 有更明确的规定,见表 1-11。

表 1-11 GB/T 12243—2005 启闭压差

整定压力	启闭压差/ MPa	
	蒸汽动力锅炉	直流锅炉、再热器和其他
≤ 0.4	≤ 0.03	≤ 0.04
> 0.4	$\leq 0.07\%$ 整定压力($\leq 4\%$)	$\leq 10\%$ 整定压力

4) 安全阀的排放压力。蒸汽用安全阀一般应小于或等于整定压力的 1.03 倍,水或其他液体应小于或等于整定压力的 1.20 倍(DL/T 959—2005 与 GB/T 12243—2005 均如此规定)。

2. PCV 阀

PCV 阀亦称为电磁泄放阀,其主要功能是为了消除锅炉运行时,压力被动引起