

锅炉房实用设计手册编写组 编

锅炉房

实用

设计手册

第2版



机械工业出版社
China Machine Press

锅炉房实用设计手册

第2版

锅炉房实用设计手册编写组 编



机械工业出版社

本手册是一本较为实用的锅炉房设计工具书,全书共十三章,包括常用资料、锅炉设备、锅炉机组通风、烟气净化、水处理、锅炉给水设备、换热站、管道和保温及油漆、热工测量和控制、运煤和除灰渣、燃油贮备与输送、概(估)算编制方法及参考资料、锅炉房总体设计及工程实例等内容。

本书供从事工业企业及民用建筑的热力专业设计人员使用,亦可供施工安装、运行管理有关人员和大专院校有关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

锅炉房实用设计手册/锅炉房实用设计手册编写组编.

--2版. --北京:机械工业出版社,2001.1

ISBN 7-111-02708-4

I. 锅… II. 锅… III. 锅炉-设计-手册
IV. TK222

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第71226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:蓝伙金 孙本绪 版式设计:霍永明 责任校对:魏俊云 张莉娟

封面设计:姚毅 责任印制:郭景龙

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2001年1月第2版·第1次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·47.25印张·8插页·1646千字

30 001---34 000册

定价:86.00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

《锅炉房实用设计手册》第2版

编写组

主 编 洪向道 (机械工业部设计研究院)
副主编 舒世安 (机械工业部设计研究院)
徐振国 (机械工业部第三设计研究院)
施振球 (机械工业部第一设计研究院)
胡尚文 (兵器工业第五设计院)
唐家秀 (机械工业部第四设计研究院) (第1版)

编写人

审校人

第一章	叶全乐 (机械工业部第八设计研究院)	舒世安
第二章	史华光、戴綦文 (机械工业部设计研究院)	罗荣华 (机械工业部设计研究院)
第三章	武 洁 (机械工业部设计研究院)	洪向道
第四章	叶全乐	庄德安 (北京市劳动保护科学研究所)
第五章	陈国樑 (机械工业部第一设计研究院)	罗荣华
	何晓平 (上海机电设计研究院)	
第六章	杨世江 (轻工业部北京设计研究院)	舒世安
第七章	马文字 (兵器工业第五设计研究院)	张大中 (兵器工业第五设计研究院)
	张志武 (第1版)	
	张泉根	施振球
第八章	张泉根 (中船总公司第九设计研究院)	施振球
第九章	邓盛春 (机械工业部第八设计研究院)	苏振娟 (机械工业部设计研究院)
第十章	耿俊生 (机械工业部设计研究院)	秦芝芬 (机械工业部设计研究院)
	包永福 (第1版)	
第十一章	王英刚 (机械工业部设计研究院)	李征西 (中国石化北京设计院)
第十二章	张宗强、何天虹 (机械工业部设计研究院)	陈继跃 (机械工业部设计研究院)
	刘渭波、陈继跃 (第1版)	
第十三章	熊维镨、陈红斌 (机械工业部设计研究院)	罗荣华

定稿审校人 洪向道 舒世安 施振球 罗荣华 叶全乐

第 1 版 前 言

我国工业锅炉年耗煤数亿吨，总容量数十万蒸吨，每年以数万蒸吨的容量递增，新建锅炉房年达数千座，投资数十亿，面广量大。为使工业锅炉房的设计做到既安全可靠、经济合理，又便于操作管理，广大热力工作者迫切需要一本较实用的工业锅炉房设计工具书。

为此，机械工业动力科技情报网专门组织了多年从事热力工程设计工作的一些同志，编写了这本《工业锅炉房实用设计手册》。

本手册的特点是：力求做到简明、实用、多采用简化计算式和经验数据，并尽量图表化，做到便于查阅应用。

本手册编写组由机械电子工业部设计研究院，第一、二、三、四、八设计研究院，工程设计研究院，中国船舶总公司第九设计研究院及轻工业部设计研究院等单位的有关设计人员组成。

本手册主要供从事工业企业及民用建筑的热力专业设计人员、运行操作和施工安装人员，大专院校锅炉、暖通、供热专业师生及劳动部门安全监察人员使用和参考。

由于我们水平不高，能力有限，不足和错误之处请读者指正。

手册编写组

1990 年 7 月

第 2 版编写说明

《工业锅炉房实用设计手册》80年代末开始编写，1991年出版，历时近10年，销售近3万册，深受读者欢迎。10年来，其中所引用的一些规范、标准、技术经济指标有很大的变化，所选用的一些热力设备，有的已被淘汰，由节能产品代替，因此本手册有必要进行修订再版。

再者，近几年来，一些大中城市为了加强环保，改善环境大气质量，逐步改用油、气等洁净燃料。为了适应形势发展、满足设计需要，这次再版适当增加了有关燃油、燃气锅炉房的设计资料。

由于本手册包括工业锅炉房设计和民用锅炉房设计，因此本版书名改为《锅炉房实用设计手册》。

《锅炉房实用设计手册》、《燃油燃气锅炉房设计手册》、《锅炉房常用设备手册》（即将出版）、《动力及环保设计手册》（即将出版）、《动力管道手册》等是由机械工业动力科技信息网统一规划、统一组织编写的一套系列设计手册。

《锅炉房实用设计手册》是一本内容系统全面，可单独使用的锅炉房设计手册。已出版的《燃油燃气锅炉房设计手册》精简了的有关锅炉房一般设计，如通风、水处理、给水设备、管道、保温及油漆等内容，可参考本手册。

本手册编写人员和审校人都是多年来从事本专业设计研究的高级工程师。对保证本手册的质量和实用性具有较好的先决条件。尽管如此，不足和错误之处，尚祈读者指正。

目 录

第 1 版前言

第 2 版编写说明

第一章 常用资料

1 常用数表	1
1.1 常用单位换算	1
1.2 常用几何形体计算	6
1.3 饱和蒸汽表	7
1.4 过热蒸汽表	8
1.5 饱和水的物理常数	9
1.6 各种气体的特性	10
2 常用数据	11
2.1 常用压力容器钢材的许用应力	11
2.2 常用材料的力学、物理性能	12
2.3 焊缝和焊接材料	15
2.4 受压设备和管道水压试验的 有关规定	21
2.5 全国主要城市气象资料	24
3 常用材料	27
3.1 型材	27
3.2 管材	31
3.3 板材	40
3.4 紧固件	42
3.5 五金制品	48
3.6 通用耐火砖	50
4 其他	52
4.1 电动机	52
4.2 压力容器公称直径	63
4.3 碳素钢、低合金钢椭圆形封头	63
4.4 鞍式支座	67

第二章 锅炉设备

1 燃料及其燃烧计算	73
1.1 燃料的成分及其性质	73
1.2 空气需要量及烟气量	91
1.3 空气和烟气的比焓	93
1.4 燃料分类	94
2 锅炉机组的热平衡及燃料消耗量 计算	109

2.1 热平衡方程	109
2.2 燃料消耗量	111
2.3 热平衡计算实例	111
3 锅炉产品系列	114
3.1 锅炉产品型号编制方法	114
3.2 工业蒸汽锅炉参数系列	114
3.3 热水锅炉参数系列	115
4 锅炉计算数据	115
4.1 锅壳锅炉计算数据	115
4.2 燃煤水管蒸汽锅炉计算数据	117
4.3 燃煤热水锅炉计算数据	120
4.4 燃油燃气蒸汽锅炉计算数据	122
4.5 燃油燃气热水锅炉计算数据	131
4.6 燃油燃气热油锅炉计算数据	144

第三章 锅炉机组的通风

1 概述	145
2 风、烟管道设计及阻力计算	145
2.1 风、烟管道设计要点	145
2.2 风、烟管道流速及断面尺寸的 确定	145
2.3 风、烟管道阻力计算	146
3 烟囱的计算	152
3.1 烟囱高度	152
3.2 烟囱抽力计算	153
3.3 烟囱出口直径	154
3.4 烟囱的阻力	154
4 鼓风机、引风机选择及计算	154
4.1 选择风机的几点要求	154
4.2 鼓风机的选择	154
4.3 引风机的选择	155
4.4 二次风机的选择	155
4.5 风机及电动机功率的计算	155
4.6 风机性能与转速关系	156
5 常用风机	157
5.1 Y5-47-12 型高效低噪声离心引 风机	157

5.2	G _Y 4-73 型离心鼓风机、引风机	167
5.3	9-19 型离心鼓风机	177
5.4	T4-72-12 型离心鼓风机	179
5.5	ZDL 型中低压离心风机消声器	182
5.6	鼓风机、引风机调节门远动 执行机构	182

第四章 烟 气 净 化

1	有关标准和规定	184
1.1	环境空气质量标准 (GB3095— 1996)	184
1.2	锅炉大气污染物排放标准	184
2	锅炉大气污染物排放量计算	187
2.1	燃煤锅炉烟尘排放量和排放浓度的 计算	187
2.2	燃煤锅炉二氧化硫排放量的计算	187
2.3	燃煤锅炉氮氧化物排放量的计算	187
3	烟气除尘概述	188
3.1	除尘器的分类	188
3.2	除尘器的选用原则	188
3.3	除尘系统设计的要求	188
3.4	除尘器的主要技术性能指标	188
4	除尘器的选用	189
4.1	单筒旋风除尘器	189
4.2	多管旋风除尘器	190
4.3	陶瓷多管旋风除尘器	191
4.4	麻石水膜除尘器	194
4.5	湿式脱硫除尘器	199
5	除尘器的排灰装置	200
5.1	概述	200
5.2	干式排灰装置	200
5.3	湿式排灰装置	202
6	烟气中二氧化硫和氮氧化物的 防治	203
6.1	烟气中二氧化硫的防治	203
6.2	烟气中氮氧化物的防治	204

第五章 水 处 理

1	水处理设计资料	205
1.1	本章中常用单位说明	205
1.2	水质分析项目的校核	205
1.3	水质分析项目的校核	206
1.4	我国一些城市水厂的水质资料	206
1.5	硬度、碱度单位换算	206

1.6	常用元素及化合物的相对分子质量、 相对原子质量	206
1.7	低压锅炉水质标准	206
1.8	离子交换剂、再生剂及其它物品	206
2	锅外水处理	213
2.1	水的过滤	213
2.2	钠离子交换	215
2.3	钠离子交换后加酸处理	220
2.4	氢-钠离子交换	221
2.5	石灰软化	224
2.6	再生液的制备	225
2.7	除二氧化碳器计算	228
2.8	软化水系统的选择	230
3	锅内水处理	231
3.1	锅内加药水处理	231
3.2	磷酸盐防垢处理	232
4	给水除氧	233
4.1	热力除氧	233
4.2	真空除氧	234
4.3	解吸除氧	236
4.4	化学药剂除氧	237
4.5	还原铁粉过滤除氧	238
5	锅炉排污	239
5.1	连续排污	239
5.2	定期排污	239
6	锅炉化学清洗	240
6.1	新装锅炉碱煮	240
6.2	锅炉酸洗	240
6.3	停炉保护	242
7	化验设施	242
7.1	化验项目	242
7.2	化验设备和仪器	242
7.3	化验室的设计与布置	243
8	水处理设备	244
8.1	离子交换器	244
8.2	过滤设备	253
8.3	再生液制备设备	254
8.4	除二氧化碳器	259
8.5	加药设备	259
8.6	除氧器	263
8.7	排污膨胀器	274
8.8	取样冷却器	277

第六章 锅炉给水设备

1	离心泵的基本特性	278
---	----------------	-----

1.1 水泵的性能曲线和管路的特性曲线	278
1.2 比转速	278
1.3 离心泵的变工况换算	278
2 离心泵的电动机功率	279
3 离心泵的汽蚀	279
3.1 汽蚀和汽蚀余量	279
3.2 泵的吸上安装高度和灌注安装高度	280
4 离心泵的联合工作	280
4.1 水泵的串联工作	280
4.2 水泵的并联工作	281
5 锅炉给水泵的选择	281
5.1 锅炉给水泵的流量	281
5.2 锅炉给水泵的扬程	281
5.3 锅炉备用给水泵的确定	281
6 凝结水泵的选定	281
6.1 凝结水泵的容量	281
6.2 凝结水泵的备用	281
7 锅炉给水箱和凝结水箱	282
7.1 锅炉给水箱的总有效容量	282
7.2 给水箱的布置	282
7.3 凝结水箱的容量	282
7.4 水箱选择	282
8 常用水泵	282
8.1 IS 型单级单吸离心泵	282
8.2 Sh 型单级双吸离心泵	285
8.3 XA 型单级单吸离心泵	288
8.4 R 型热水循环泵	292
8.5 W 型旋涡泵	294
8.6 DG 型锅炉给水泵	295
8.7 GCA 型锅炉给水泵	300
8.8 CYG 型锅炉给水泵	303
8.9 G 系列管道泵	305
8.10 SLW (SLWR) 系列离心泵	309
8.11 LM (LP) 单头立式管道泵	321
8.12 CR 系列立式多级离心泵	324
8.13 HPK 型热水循环泵	327
8.14 蒸汽往复泵	330
9 常用水箱	331
9.1 方形开式水箱	331
9.2 隔板方形开式水箱	331
9.3 圆形开式水箱	331
9.4 方形膨胀水箱	333

9.5 圆形膨胀水箱	333
------------------	-----

第七章 换 热 站

1 概述	336
1.1 换热站组成	336
1.2 换热站的布置原则	336
2 换热站热力系统	336
2.1 换热站热力系统示例	336
2.2 换热站热力系统设计原则	338
2.3 换热站布置示例	339
3 换热器选型计算	341
3.1 换热器的分类	341
3.2 换热器的计算	341
3.3 换热器阻力计算	348
3.4 计算实例	352
4 换热站主要设备	358
4.1 管壳式换热器	358
4.2 螺旋板式换热器	377
4.3 板式换热器	380
4.4 汽-水(二段式)换热器	389
4.5 除污器	390
4.6 凝结水自动回收装置	392
4.7 汽水混合加热器	397
5 蒸汽蓄热器	398
5.1 概述	398
5.2 蓄热器系列设计	398
5.3 蓄热器工作原理	400
5.4 蓄热器选用计算	400
5.5 蓄热器系统设计	402

第八章 管道、保温及油漆

1 管道设计要则	404
1.1 设计压力和设计温度	404
1.2 公称压力与允许工作压力	404
1.3 管道材料选择	405
1.4 管道布置间距及坡度	406
2 管道水力计算	406
2.1 介质流速选取	406
2.2 管径计算	407
2.3 管道压降计算	414
2.4 锅炉放汽管及安全阀排汽管验算	414
3 管道热补偿设计	425
3.1 管道热伸长量计算	425
3.2 管道自然补偿计算	426

3.3 管道热伸长补偿器	427	5 仪表选型	507
4 管道支吊架	430	5.1 仪表选型的原则	507
4.1 支吊架型式和布置	430	5.2 自动检测仪表	507
4.2 支吊架间距的确定	431	5.3 自动调节仪表	522
4.3 支吊架荷重计算	434	5.4 微机控制装置	524
4.4 用图表法求解管道的推力和应力	438	5.5 锅炉热工控制成套装置的选用	526
4.5 支吊架弹簧选择	442	6 仪表供电、供气	526
4.6 支吊架生根结构强度计算	442	7 工程设计实例	526
5 管道附件	451		
5.1 常用管件选择原则	451	第十章 运煤和除灰渣	
5.2 常用法兰及法兰盖	452	1 概述	534
5.3 常用垫片	462	2 运煤系统的设计与计算	534
5.4 常用阀门	462	2.1 煤场的设计与计算	534
5.5 水封器	479	2.2 煤场卸煤设备的生产能力	535
5.6 分汽缸	479	2.3 受煤装置	535
6 设备和管道保温	480	2.4 运煤系统运输量的计算	536
6.1 保温材料	480	3 运煤系统运输方式的选择	537
6.2 保温层厚度的确定	481	3.1 小型锅炉房运煤方式及配套设备	537
6.3 保温结构	487	3.2 中型锅炉房运煤方式及配套设备	538
6.4 保护层	495	3.3 大型锅炉房运煤方式及配套设备	540
6.5 保温材料和辅助材料估算	495	4 运煤系统主要设备的选择	543
7 设备和管道油漆	497	4.1 输送设备	543
7.1 常用油漆	497	4.2 煤处理设备	554
7.2 油漆防腐的技术要求	497	4.3 计量设备	560
7.3 管道漆色	499	4.4 给料设备	562
7.4 油漆用量指标	499	4.5 UL 型阻移式料位计	563
		4.6 溜煤管	564
		4.7 装载机和起重设备	564
第九章 热工测量和控制		5 除灰渣系统的设计与计算	572
1 概述	500	5.1 概述	572
2 锅炉控制室	500	5.2 机械除灰渣系统	573
2.1 控制室面积的确定	500	6 低压水力除灰渣系统的设计与	
2.2 控制室位置的选择	500	计算	583
2.3 控制室建筑要求	501	6.1 低压水力除灰渣系统主要设备及设施	
2.4 控制室照明	501	的选择和设计	583
3 热工检测	501	6.2 低压水力除灰渣系统示例	592
4 热工控制	504		
4.1 蒸汽锅炉锅筒水位自动调节	504	第十一章 燃油的贮备和输送	
4.2 锅炉燃烧自动调节	505	1 油库容量的确定及布置	595
4.3 过热蒸汽温度自动调节	506	1.1 油库容量的确定	595
4.4 除氧器蒸汽压力、进水温度、水箱		1.2 油库的布置	595
水位自动调节	506	2 卸油	600
4.5 换热器温度控制——一次热介质流		2.1 粘质油槽车	600
量自动调节	506	2.2 卸油方式	602
4.6 电气联锁和自动保护	507		

2.3 卸油装置	604
2.4 油槽车加热	605
2.5 卸油时间	605
2.6 卸油台位的确定	608
2.7 零位油罐(或集油贮槽)及自流下卸 系统的沟、管计算	608
2.8 卸油设施中的沟、管、罐(零位油 罐)的伴热	609
3 油罐、油罐附件及油罐加热	609
3.1 油罐的种类	609
3.2 油罐附件	617
3.3 油罐加热器的计算	620
4 供油系统	622
4.1 油罐母管的选择	622
4.2 加热回路	624
4.3 加热回路末端母管	624
4.4 二级泵供油系统	625
5 油泵房及有关设备	625
5.1 油泵房	625
5.2 油泵的选择	628
5.3 加热器	629
5.4 过滤器	630
6 油管道的的设计	632
6.1 水力计算	632
6.2 油管路吹扫	657
6.3 蒸汽伴热管	659
7 工程实例	660

第十二章 概(估)算编制方法及参考资料

1 工程概(估)算文件组成	661
1.1 概(估)算编制说明	661
1.2 概(估)算表的编制	665
2 锅炉房投资估算参考资料	668
2.1 参考资料计算原则	668
2.2 锅炉房综合估算及单位投资 参考指标	668
2.3 锅炉房主厂房建筑安装工程单位 面积造价参考指标	668
2.4 锅炉房主厂房建筑物单位面积三材 消耗量参考指标	668
2.5 烟囱造价参考指标	668
2.6 钢材、管材等参考价格	668
2.7 地区价格调整方法	668
3 概算编制实例	671

3.1 编制说明	672
3.2 实例	672

第十三章 锅炉房总体设计及工程实例

1 概述	683
2 设计原始资料	683
2.1 新建锅炉房	683
2.2 扩建、改建锅炉房	684
3 锅炉房位置的选择	684
4 锅炉房布置	687
4.1 锅炉房布置一般原则	687
4.2 锅炉间、辅助间、生活间的布置	687
4.3 锅炉房工艺设备布置的要求及基本 尺寸	689
5 锅炉房规模的确定	690
5.1 锅炉房热负荷的确定	690
5.2 锅炉类型选择原则	690
5.3 锅炉台数的确定原则	691
6 对各专业的要求和配合资料	691
6.1 总图运输专业	691
6.2 土建专业	691
6.3 电气专业	692
6.4 热控专业	693
6.5 给排水专业	693
6.6 运煤除灰专业	694
6.7 暖通专业	694
6.8 技术经济专业	695
6.9 环保专业	695
7 锅炉房综合指标	696
8 锅炉房人员编制参考	697
9 锅炉房工程实例	698
9.1 4×35t/h 蒸汽锅炉房(燃煤)	698
9.2 4×20t/h 蒸汽锅炉房(燃煤)	701
9.3 3×10t/h 蒸汽锅炉房(燃煤)	704
9.4 6×29MW 热水锅炉房(燃煤)	706
9.5 5×14MW 热水锅炉房(燃煤)	711
9.6 2×7MW 热水锅炉房(燃煤)	717
9.7 3×4.2MW 热水锅炉房(燃煤)	720
9.8 6×75t/h 蒸汽锅炉房(油、气两用)	721
9.9 5×14MW 热水锅炉房(燃气)	729
9.10 4×7MW 热水锅炉房(燃气)	732
9.11 3×4.1MW 热水锅炉房 (燃气)	737
参考文献	742

第一章 常用资料

1 常用数表

1.1 常用单位换算

1.1.1 长度单位换算(表 1-1)

1.1.2 面积单位换算(表 1-2)

1.1.3 体积单位换算(表 1-3)

1.1.4 质量单位换算(表 1-4)

1.1.5 密度单位换算(表 1-5)

1.1.6 比体积单位换算(表 1-6)

表 1-1 长度单位换算表

	m	in	ft	yd	km	mile	nmile
米	1	39.37	3.281	1.094	10^{-3}	6.21×10^{-4}	5.40×10^{-4}
英寸	0.0254	1	0.0833	0.0278	0.254×10^{-4}	1.578×10^{-5}	1.371×10^{-5}
英尺	0.3048	12	1	0.333	0.3048×10^{-3}	1.894×10^{-4}	1.646×10^{-4}
码	0.9144	36	3	1	0.9144×10^{-3}	5.682×10^{-4}	4.937×10^{-4}
公里	1000	3.937×10^4	3281	1094	1	0.621	0.540
英里	1609	63360	5280	1760	1.609	1	0.869
(国际)海里	1852	72913	6076	2025	1.852	1.151	1

表 1-2 面积单位换算表

	m ²	in ²	ft ²	yd ²	市亩	acre	mile ²	km ²	ha
米 ²	1	1550	10.76	1.196	1.5×10^{-3}	2.471×10^{-4}	3.861×10^{-7}	10^{-6}	10^{-4}
英寸 ²	6.452×10^{-4}	1	6.944×10^{-3}	7.716×10^{-4}	9.677×10^{-7}	1.594×10^{-7}	2.491×10^{-10}	0.645×10^{-9}	6.452×10^{-8}
英尺 ²	0.0929	144	1	0.1111	1.394×10^{-4}	2.296×10^{-5}	3.587×10^{-8}	9.29×10^{-8}	9.29×10^{-6}
码 ²	0.836	1296	9	1	1.254×10^{-3}	2.066×10^{-4}	3.228×10^{-7}	8.361×10^{-7}	8.361×10^{-5}
市亩	666.7	1.033×10^6	7.176×10^3	797.3	1	0.1646	2.574×10^{-4}	6.667×10^{-4}	6.667×10^{-2}
英亩	4046.9	6.273×10^6	43560	4840	6.073	1	1.563×10^{-3}	4.047×10^{-3}	0.4047
英里 ²	2.59×10^6	4.014×10^9	2.788×10^7	3.098×10^6	3.885×10^3	640	1	2.590	2.590×10^2
公里 ²	10^6	1.55×10^9	1.076×10^7	1.196×10^6	1500	247.1	0.386	1	10^2
公顷	10^4	1.55×10^7	1.076×10^5	1.196×10^4	15	2.471	3.86×10^{-3}	10^{-2}	1

表 1-3 体积单位换算表

	m ³	dm ³ (L)	in ³	ft ³	yd ³	UKgal	USgal
米 ³	1	1000	61024	35.31	1.308	220	264
分米 ³ (升)	0.001	1	61.024	0.03531	1.308×10^{-3}	0.220	0.264
英寸 ³	0.1639×10^{-4}	1.639×10^{-2}	1	5.787×10^{-4}	2.143×10^{-5}	3.605×10^{-3}	4.329×10^{-3}
英尺 ³	0.02832	28.32	1728	1	0.03704	6.229	7.481
码 ³	0.7646	764.6	46656	27	1	168.2	202
英加仑	4.546×10^{-3}	4.546	277.42	0.1605	5.946×10^{-3}	1	1.201
美加仑	3.785×10^{-3}	3.785	231	0.1337	4.951×10^{-3}	0.8327	1

2 第一章 常用资料

表 1-4 质量单位换算表

	t	kg	g	ton	USton	lb	oz
吨	1	1000	10^6	0.9842	1.102	2204.6	35274
千克	10^{-3}	1	10^3	9.842×10^{-4}	1.102×10^{-3}	2.2046	35.274
克	10^{-6}	10^{-3}	1	9.842×10^{-7}	1.102×10^{-6}	2.2046×10^{-3}	0.03527
英吨	1.016	1016	1.016×10^6	1	1.12	2240	35840
美吨	0.9072	907.2	9.072×10^5	0.8929	1	2000	32000
磅	4.536×10^{-4}	0.4536	453.6	4.464×10^{-4}	5×10^{-4}	1	16
盎司	2.835×10^{-5}	0.02835	28.35	2.790×10^{-5}	3.125×10^{-5}	0.0625	1

表 1-5 密度单位换算

	kg/m ³	g/cm ³	g/mL	t/m ³	ton/yd ³	lb/ft ³	lb/in ³	lb/UKgal	lb/USgal
千克/米 ³	1	0.001	1.00003×10^{-3}	10^{-3}	7.525×10^{-4}	6.243×10^{-2}	3.613×10^{-5}	1.002×10^{-2}	0.835×10^{-2}
克/厘米 ³	10^3	1	1.00003	1	0.7525	62.43	0.03613	10.02	8.345
克/毫升	999.97	0.99997	1	0.99997	0.7525	62.43	0.03613	10.02	8.345
吨/米 ³	10^3	1	1.00003	1	0.7525	62.43	0.03613	10.02	8.345
英吨/码 ³	1329	1.329	1.329	1.329	1	82.93	0.048	13.32	11.09
磅/英尺 ³	16.02	1.602×10^{-2}	1.602×10^{-2}	1.602×10^{-2}	0.0121	1	5.787×10^{-4}	0.1605	0.1337
磅/英寸 ³	27680	27.680	27.681	27.68	20.83	1728	1	277.4	231
磅/英加仑	99.78	0.09978	0.09978	0.09978	0.0751	6.229	3.605×10^{-3}	1	0.833
磅/美加仑	119.8	0.1198	0.1198	0.1198	0.0902	7.481	4.329×10^{-3}	1.201	1

表 1-6 比体积单位换算表

	m ³ /kg	L/kg	ft ³ /lb	in ³ /lb	ft ³ /ton	UKgal/lb
米 ³ /千克	1	1000	16.02	27680	35881	99.78
升/千克	0.001	1	0.01602	27.68	35.88	0.09978
英尺 ³ /磅	0.06243	62.43	1	1728	2240	6.229
英寸 ³ /磅	3.613×10^{-5}	0.0361	5.787×10^{-4}	1	1.296	3.605×10^{-3}
英尺 ³ /英吨	2.787×10^{-5}	0.0279	4.464×10^{-4}	0.7714	1	2.781×10^{-3}
英加仑/磅	10.02×10^{-3}	10.02	0.1605	277.4	359.6	1

1.1.7 速度单位换算(表 1-7)

1.1.10 力、重力单位换算(表 1-10)

1.1.8 体积流量单位换算(表 1-8)

1.1.11 动力粘度换算(表 1-11)

1.1.9 压力单位换算(表 1-9)

表 1-7 速度单位换算表

	m/s	ft/s	yd/s	km/h	mile/h	nmile/h
米/秒	1	3.281	1.094	3.6	2.237	1.944
英尺/秒	0.3048	1	0.3333	1.0973	0.6819	0.5925
码/秒	0.9144	3	1	3.2919	2.0457	1.7775
公里/时	0.2778	0.9114	0.3033	1	0.6214	0.54
英里/时	0.4470	1.4667	0.4889	1.0693	1	0.8689
海里/时	0.5144	1.6881	0.5627	1.852	1.1508	1

表 1-8 体积流量单位换算表

	m ³ /s	ft ³ /s	yd ³ /s	L/s	UKgal/s	USgal/s	m ³ /h
米 ³ /秒	1	35.31	1.3079	1000	220.1	264.2	3600
英尺 ³ /秒	0.0283	1	0.0370	28.326	6.228	7.481	101.9
码 ³ /秒	0.7645	27	1	764.5	168.2	202	2752
升/秒	0.001	0.0353	0.0013	1	0.2201	0.2642	3.6
英加仑/秒	0.0045	0.1607	0.0059	4.544	1	1.2004	16.347
美加仑/秒	3.785×10 ⁻³	0.1337	0.0049	3.786	0.833	1	13.626
米 ³ /时	0.278×10 ⁻³	9.8×10 ⁻³	0.4×10 ⁻³	0.2778	0.0611	0.0734	1

表 1-9 压力单位换算表

	Pa (N/m ²)	mbar	at (kgf/cm ²)	atm	mH ₂ O	mmHg	inH ₂ O	lbf/ft ²	lbf/in ² (PSI)
帕(斯卡)	1	0.01	1.0197×10 ⁻⁵	9.869×10 ⁻⁶	1.0197×10 ⁻⁴	7.5×10 ⁻³	4.0146×10 ⁻³	2.0885×10 ⁻²	1.4504×10 ⁻⁴
毫巴	100	1	1.0197×10 ⁻³	9.869×10 ⁻⁴	0.0102	0.75	0.402	2.0885	1.4504×10 ⁻²
工程大气压 (千克力/厘米 ²)	9.8067×10 ⁴	980.7	1	0.9678	10	735.5	395	2048	14.22
标准大气压	1.0133×10 ⁵	1013.3	1.0333	1	10.333	760	407.5	2116.8	14.696
米水柱	9807	98.1	0.1	0.0968	1	73.556	39.40	204.77	1.4223
毫米汞柱	133.32	1.3332	1.36×10 ³	1.31×10 ³	0.0136	1	0.5352	2.7845	0.0193
英寸水柱	249	2.49	2.54×10 ⁻³	2.46×10 ⁻³	2.54×10 ⁻²	1.87	1	5.2023	3.61×10 ⁻²
磅力/英尺 ²	47.88	0.4788	4.883×10 ⁻⁴	4.724×10 ⁻⁴	4.884×10 ⁻³	0.3591	0.1922	1	6.944×10 ⁻³
磅力/英寸 ²	6894	68.95	0.0703	0.0680	0.703	51.72	27.72	144	1

表 1-10 力、重力单位换算表

	N	kgf	lbf	tf	tonf	UStonf
牛顿	1	0.10197	0.2248	1.0197×10 ⁻⁴	1.0036×10 ⁻⁴	1.124×10 ⁻⁴
千克力	9.8067	1	2.2046	10 ⁻³	9.842×10 ⁻⁴	1.102×10 ⁻³
磅力	4.448	0.4536	1	4.536×10 ⁻⁴	4.464×10 ⁻⁴	5×10 ⁻⁴
吨力	9.8067×10 ³	10 ³	2204.6	1	0.9842	1.1023
英吨力	9964	1.0161×10 ³	2240	1.0161	1	1.12
美吨力	8896	907.2	2000	0.9072	0.8929	1

表 1-11 动力粘度换算表

	Pa·s	cP	kgf·s/m ²	lbf·s/ft ²	lbf·h/ft ²
帕(斯卡)·秒	1	1000	0.10197	2.0885×10 ⁻²	5.8015×10 ⁻⁶
厘泊	10 ⁻³	1	1.0192×10 ⁻⁴	2.0885×10 ⁻⁵	5.8015×10 ⁻⁹
千克力·秒/米 ²	9.8067	9806.7	1	0.2048	5.689×10 ⁻⁵
磅力·秒/英尺 ²	47.88	47880	4.8824	1	2.7778×10 ⁻⁴
磅力·时/英尺 ²	1.7237×10 ⁵	1.7237×10 ⁸	1.7577×10 ⁴	3600	1

4 第一章 常用资料

- 1.1.12 运动粘度换算(表 1-12)
- 1.1.13 功、能及热量单位换算(表 1-13)
- 1.1.14 功率单位换算(表 1-14)
- 1.1.15 传热系数换算(表 1-15)
- 1.1.16 热导率(导热系数)换算(表 1-16)
- 1.1.17 温度换算(表 1-17)
- 1.1.18 角度换算(表 1-18)
- 1.1.19 角速度换算(表 1-19)
- 1.1.20 炉排热负荷换算(表 1-20)
- 1.1.21 炉膛容积热负荷换算(表 1-21)

表 1-12 运动粘度换算表

	St	cSt	m ² /s	m ² /h	ft ² /s	in ² /s
斯托克斯(施)	1	100	10 ⁻⁴	0.36	1.076×10 ⁻³	0.155
厘斯托克斯(厘施)	0.01	1	10 ⁻⁶	3.6×10 ⁻³	1.076×10 ⁻⁵	1.55×10 ⁻³
米 ² /秒	10 ⁴	10 ⁶	1	3600	10.764	1.55×10 ³
米 ² /时	2.778	277.8	2.778×10 ⁻⁴	1	2.99×10 ⁻³	0.4306
英尺 ² /秒	929.03	92903	9.2903×10 ⁻²	334.5	1	144
英寸 ² /秒	6.452	645.2	6.452×10 ⁻⁴	2.323	6.944×10 ⁻³	1

注：条件粘度（恩氏粘度）与运动粘度的换算：

$$\nu=0.0731^{\circ}\text{E}-\frac{0.0631}{^{\circ}\text{E}}$$

式中 ν ——运动粘度（St）；
°E——恩氏粘度（°E）。

表 1-13 功、能及热量单位换算表

	kJ	kW·h	kcal	kgf·m	Btu	马力小时	hp·h
千焦	1	2.778×10 ⁻⁴	0.2388	101.97	0.9478	3.777×10 ⁻⁴	3.723×10 ⁻⁴
千瓦小时	3600	1	859.8	367098	3412.14	1.36	1.341
国际千卡	4.1868	1.163×10 ⁻³	1	427.2	3.968	1.581×10 ⁻³	1.558×10 ⁻³
千克力米	9.807×10 ⁻³	2.724×10 ⁻⁶	2.341×10 ⁻³	1	9.291×10 ⁻³	3.701×10 ⁻⁶	3.653×10 ⁻⁶
英热单位	1.055	2.931×10 ⁻⁴	0.252	107.6	1	3.984×10 ⁻⁴	3.98×10 ⁻⁴
马力小时	2.648×10 ³	0.7353	632.5	2.702×10 ⁵	2510	1	0.9863
英制马力小时	2.685×10 ³	0.7457	641.2	2.737×10 ⁵	2544.4	1.0139	1

表 1-14 功率单位换算表

	W	kcal/h	kgf·m/s	马 力	hp	lbf·ft/s	Btu/h
瓦	1	0.8598	0.102	1.36×10 ⁻³	1.341×10 ⁻³	0.7376	3.412
千卡/时	1.163	1	0.1186	1.531×10 ⁻³	1.56×10 ⁻³	0.8578	3.968
千克力·米/秒	9.8067	8.432	1	0.01333	0.01315	7.233	33.46
马力	735.5	632.4	75	1	0.9863	542.5	2509.6
英制马力	745.7	641.2	76.04	1.0139	1	550	2544.4
磅力·英尺/秒	1.3558	1.1658	0.1383	1.843×10 ⁻³	1.818×10 ⁻³	1	4.626
英热单位/时	0.293	0.252	2.988×10 ⁻²	3.985×10 ⁻⁴	3.930×10 ⁻⁴	0.2162	1

表 1-15 传热系数换算表

	W/(m ² ·K)	cal/(cm ² ·s·K)	kcal/(m ² ·h·K)	Btu/(ft ² ·h·°F)
瓦/(米 ² ·开)	1	0.2388×10 ⁻⁴	0.8598	0.1761
卡/(厘米 ² ·秒·开)	41868	1	36000	7373.4
千卡/(米 ² ·时·开)	1.163	2.7778×10 ⁻⁵	1	0.2048
英热单位/(英尺 ² ·时·°F)	5.6783	1.356×10 ⁻⁴	4.8824	1

表 1-16 热导率(导热系数)换算表

	W/(m·K)	cal/(cm·s·K)	kcal/(m·h·K)	Btu/(ft·h·°F)
瓦/(米·开)	1	0.2388×10^{-2}	0.8598	0.5778
卡/(厘米·秒·开)	418.7	1	360	241.9
千卡/(米·时·开)	1.163	2.778×10^{-3}	1	0.672
英热单位/(英尺·时·°F)	1.731	4.134×10^{-3}	1.488	1

表 1-17 温度换算表

	K	°C	°F	°R
开[尔文]	—	°C+273.16	$\frac{5}{9}(°F-32)+273.16$	$\frac{5}{4}°R+273.16$
摄氏度	K-273.16	—	$\frac{5}{9}(°F-32)$	$\frac{5}{4}°R$
华氏度	$\frac{9}{5}(K-273.16)+32$	$\frac{9}{5}°C+32$	—	$\frac{9}{4}°R+32$
列氏度	$\frac{4}{5}(K-273.16)$	$\frac{4}{5}°C$	$\frac{4}{9}(°F-32)$	—

表 1-18 角度换算表

	rad	(°)	(')	(")
弧 度	1	57.296	3437.8	206265
度	0.01745	1	60	3600
分	2.909×10^{-4}	0.01667	1	60
秒	4.848×10^{-6}	2.778×10^{-4}	0.01667	1

表 1-19 角速度换算表

	rad/s	rad/min	r/s	r/min	(°)/s	(°)/min
弧度/秒	1	60	0.1592	9.549	57.296	3437.8
弧度/分	0.01667	1	2.653×10^{-3}	0.1592	0.955	57.296
转/秒	6.283	376.99	1	60	360	21600
转/分	0.1047	6.283	0.01667	1	6	3600
度/秒	0.01745	1.0472	2.778×10^{-3}	0.1667	1	60
度/分	2.909×10^{-4}	0.01745	4.63×10^{-5}	2.778×10^{-3}	0.01667	1

表 1-20 炉排热负荷换算表

	W/m ²	W/in ²	kcal/(m ² ·h)	Btu/(ft ² ·h)
瓦/米 ²	1	6.452×10^{-4}	0.8598	0.317
瓦/英寸 ²	1550	1	1332.8	491.3
千卡/(米 ² ·时)	1.163	7.503×10^{-4}	1	0.3687
英热单位/(英尺 ² ·时)	3.155	2.035×10^{-3}	2.712	1

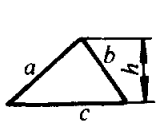
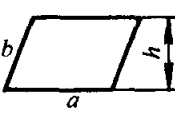
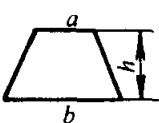
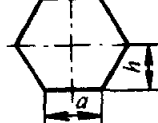
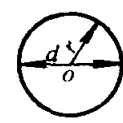
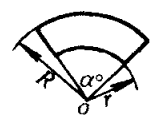
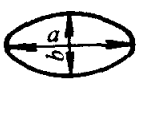
表 1-21 炉膛容积热负荷换算表

	W/m ³	cal/(cm ³ ·s)	kcal/(m ³ ·h)	Btu/(ft ³ ·h)
瓦/米 ³	1	0.2388×10^{-6}	0.8598	9.662×10^{-2}
卡/(厘米 ³ ·秒)	4.1868×10^6	1	3.6×10^6	4.0453×10^5
千卡/(米 ³ ·时)	1.163	2.778×10^{-4}	1	0.1124
英热单位/(英尺 ³ ·时)	10.35	2.472×10^6	8.899	1

1.2 常用几何形体计算

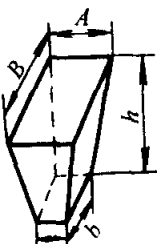
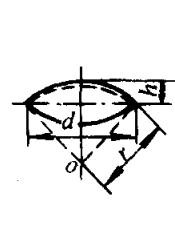
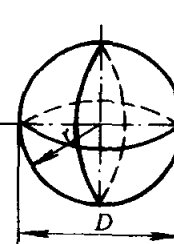
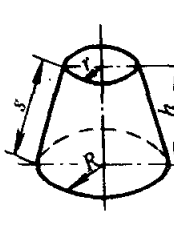
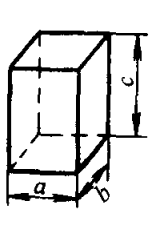
1.2.1 平面图形面积计算(表 1-22)

表 1-22 平面图形面积计算表

图 形							
计 算 公 式	三角形 $A = \frac{1}{2}ch$	平行四边形 $A = ah$	梯形 $A = \frac{a+b}{2}h$	正多(n)边形 $A = n \frac{ah}{2}$	圆 形 $A = \frac{\pi d^2}{4} = \pi r^2$	扇 形 $A = \frac{\alpha\pi}{360}(R^2 - r^2)$	椭 圆 形 $A = \frac{\pi}{4}ab$

1.2.2 多面体体积和表面积计算(表 1-23)

表 1-23 多面体体积和表面积计算表

图 形					
侧面积 F 全面积 S 体积 V	煤 斗 计算公式 $V = \frac{h}{6} [AB + ab + (A+a)(B+b)]$	球 缺 $F = 2\pi rh$ $= \frac{\pi}{4}(d^2 + 4h^2)$ $V = \pi h^2 \left(r - \frac{h}{3} \right)$	圆 球 $S = \pi D^2 = 4\pi r^2$ $V = \frac{4}{3}\pi r^3$ $= \frac{1}{6}\pi D^3$	圆 台 $F = \pi s(R+r)$ $S = F + \pi(R^2 + r^2)$ $V = \frac{\pi h}{3}(R^2 + r^2 + Rr)$	长方体 $F = 2(a+b)c$ $S = 2(ab + bc + ac)$ $V = abc$

1.2.3 贮罐内液体体积计算

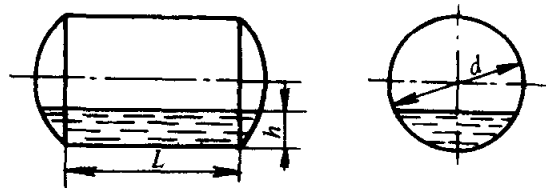


图 1-1 贮罐内液体体积计算图

贮罐内液体总体积 V(单位为 m³)

$V = V_1 + V_2$ (1-1)

式中 V_1 ——贮罐圆柱体部分的体积(m³);

$V_1 = \frac{\pi d^2}{4}LK$;

V_2 ——贮罐两端碟形封头部分的体积(m³);

$V_2 = 0.2155h^2(1.5d - h)$;

d ——贮罐圆柱体内径(m);

L ——贮罐圆柱体长度(m);

h ——贮罐内液体高度(m);

K ——系数,决定于比值 h/d ,见表 1-24。

表 1-24 贮罐内液体体积计算系数 K 值表

$\frac{h}{d}$	K	$\frac{h}{d}$	K
0.02	0.005	0.36	0.324
0.04	0.013	0.38	0.349
0.06	0.025	0.40	0.374
0.08	0.038	0.42	0.399
0.10	0.052	0.44	0.424
0.12	0.069	0.46	0.449
0.14	0.085	0.48	0.475
0.16	0.103	0.50	0.500
0.18	0.122	0.52	0.526
0.20	0.142	0.54	0.551
0.22	0.163	0.56	0.576
0.24	0.185	0.58	0.601
0.26	0.207	0.60	0.627
0.28	0.229	0.62	0.651
0.30	0.252	0.64	0.676
0.32	0.276	0.66	0.700
0.34	0.300	0.68	0.724