

设备安装

工程师手册

刘一峰 主编

中国建筑工业出版社

设备安装工程师手册

刘一峰 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

设备安装工程师手册/刘一峰主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2009
ISBN 978-7-112-11236-4

I. 设… II. 刘… III. 设备安装-技术手册 IV. TB492-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 151597 号

本书包括的主要内容有: 常用资料、设备安装基本工艺与运输装卸、起重机械、输送机械、泵类、风机、制冷设备、电梯、工业锅炉及附属设备、工业炉砌筑等内容。文后还有附录: 安装名词术语、《工业锅炉运行规程》。本书资料翔实、内容丰富。

本书可供建筑安装施工企业的主任工程师、技术负责人、工长、施工员使用。还可供从事安装工程的建设单位、监理单位、质量监督单位使用。也可供大专院校师生参考使用。

* * *

责任编辑: 胡明安
责任设计: 张政纲
责任校对: 陈晶晶 刘 钰

设备安装工程师手册

刘一峰 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)
各地新华书店、建筑书店经销
霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版
北京蓝海印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 32 $\frac{1}{2}$ 字数: 812 千字
2009 年 11 月第一版 2009 年 11 月第一次印刷

定价: 78.00 元

ISBN 978-7-112-11236-4
(18505)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

设备安装行业是建筑业的重要组成部分，其涉及面相当广泛，要想在一本书中集中介绍几乎是不可能的。建筑电气、给水排水及暖通空调工程方面的施工类书籍已经十分丰富；钢结构工程的范围很广，作为建筑物主要承重结构的钢结构工程多半由土建单位总包，由设备安装公司或钢结构专业公司具体施工；金属容器（如油罐、球罐、气柜等）制作与安装工程中，制作与安装是紧密相连的，工序环环相扣，焊接及无损探伤占有重要地位，必须由具有相应资质的专业施工单位施工。

本书介绍的内容不包括建筑电气、给水排水、暖通空调、钢结构及金属容器工程的设备安装工程。具体地说，主要介绍设备安装基本工艺、运输装卸、起重机械、输送机械、泵类、风机、制冷设备、电梯、工业锅炉及附属设备的安装和工业炉砌筑。

考虑到设备安装行业工程师的学科背景和实践经历不同，本书不可能太偏重理论基础，也不能太偏重施工实践，我们力求两者兼顾，为同行提供一本涉猎范围广泛一点的书籍，如果读者有兴趣对某一领域作深入探讨，可以再学习或参考更专业一些的理论或施工类书籍。

由于各地质检部门和安监部门对施工现场和工程实施管理的具体做法有一定差异，且多数省市在国家相关规范、法规的基础上，又细化编制了成套的管理性表格，因此本书对这部分内容未多涉及，在施工中应当遵守国家规范、法规和地方质检、安监部门的具体规定。

本书由刘一峰主编，拟就主要章节目录，并编写第一章和第二章的一部分；田素哲编写第二章的一部分；张良才、孙友敏编写第三章；朱喜林编写第四章；曾凯、张瑞昌编写第五章；张辉、鞠英杰编写第六章；刘刚编写第七章；刘镭编写第八章；杨震编写第九章；张志贤编写第十章，并对全稿作了校阅。张义超、张钧棠、曾钧柯也为书稿录入和图稿加工付出了辛勤劳动。

在编写过程中，参考了多种技术书籍和期刊，不便在“参考文献”中一一列出，在此谨向各位编著者致谢。由于编者水平有限，时间仓促，书中难免有疏漏或失误之处，敬请读者不吝赐教。

编者

目 录

1 常用资料	1
1.1 常用标准及代号	1
1.1.1 国内常用标准及代号	1
1.1.2 常用国际标准、国外标准及代号	1
1.2 希腊字母表	2
1.3 常用计量单位及换算	2
1.4 机械制图	5
1.5 表面粗糙度	10
1.6 钢铁材料力学性能常用名词和涵义	14
1.6.1 弹性指标	14
1.6.2 强度指标	15
1.6.3 硬度性能指标	16
1.6.4 塑性指标	18
1.6.5 韧性指标	18
1.7 常用金属材料	19
1.7.1 钢材品种	19
1.7.2 普通碳素结构钢	20
1.7.3 优质碳素结构钢	21
1.7.4 碳素工具钢	22
1.7.5 合金结构钢 (合金钢)	22
1.7.6 铸钢	24
1.7.7 铸铁	25
1.7.8 铜材	26
1.7.9 铝材	28
1.7.10 有色金属材料的交货状态	29
1.8 钢的热处理和表面处理	30
1.8.1 钢的热处理	30
1.8.2 钢的表面处理	32
1.9 土建施工技术资料	33
1.9.1 通用水泥的标号及强度	33
1.9.2 砖、砂的品种及规格	34
1.9.3 每立方米砌体主要材料用量	35
1.9.4 砂浆配合比	35
1.9.5 混凝土配合比及材料用量	38

1.9.6	耐热混凝土	39
1.10	施工组织设计和施工技术交底	40
1.10.1	施工组织设计	40
1.10.2	施工技术交底	41
1.11	“十一五”推广应用和限制禁止使用技术	44
2	设备安装基本工艺与运输装卸	51
2.1	设备安装基本工艺	51
2.1.1	设备基础检查	51
2.1.2	设备安装基准线	51
2.1.3	基础研磨处理	53
2.1.4	设备开箱	53
2.1.5	地脚螺栓、垫铁和灌浆	54
2.1.6	设备就位、找正	59
2.1.7	联轴器的装配	60
2.2	设备运输与装卸	62
2.2.1	设备短距离运输方法	63
2.2.2	设备装车与卸车	65
2.2.3	滑运、滚运设备牵引力的计算	66
2.2.4	运输设备的拉力估算	69
2.2.5	设备过坑(沟)搬运	69
3	起重机械	72
3.1	起重机械简述	72
3.1.1	起重机械的组成	72
3.1.2	起重机械的分类和基本参数	72
3.1.3	起重设备安装的一般规定	73
3.2	简单起重机械设备	74
3.2.1	千斤顶	74
3.2.2	手拉葫芦及电动葫芦	77
3.2.3	卷扬机	79
3.3	桥式起重机	82
3.3.1	桥式起重机的类型	82
3.3.2	桥式起重机的安装	85
3.3.3	桥式起重机的试运转	90
3.4	桅杆起重机	92
3.4.1	桅杆式起重机的分类	92
3.4.2	桅杆起重机的结构形式	93
3.4.3	关于缆风绳和地锚	99
3.4.4	桅杆式起重机使用注意事项	100
3.5	自行式起重机	101

3.5.1	自行式起重机特性曲线	102
3.5.2	汽车、轮胎式起重机	102
3.5.3	履带式起重机	104
4	输送机械	105
4.1	固定带式输送机	105
4.1.1	带式输送机的构成与类型	105
4.1.2	带式输送机的主要零部件	106
4.1.3	带式输送机安装	110
4.1.4	试运转	112
4.2	板式输送机	112
4.2.1	板式输送机的主要部件	112
4.2.2	板式输送机的安装	113
4.3	螺旋输送机	113
4.3.1	螺旋输送机	114
4.3.2	螺旋输送机的安装与试运转	115
4.4	气力输送机	115
4.4.1	气力输送机与输送形式	115
4.4.2	气力输送机的安装	116
5	泵类	117
5.1	离心式水泵综述	118
5.1.1	离心式水泵的分类	118
5.1.2	离心式水泵的性能参数	118
5.1.3	离心式水泵的特性曲线	121
5.1.4	水泵选配电动机	122
5.2	离心式水泵的构造和性能	123
5.2.1	单级单吸离心泵的构造	123
5.2.2	ISG、IRG、GRG型单级单吸管道离心泵	125
5.2.3	单级双吸离心泵	128
5.2.4	D型、DG型多级离心泵	131
5.2.5	MS型、MSL型多级离心泵	133
5.3	轴流泵和混流泵	136
5.3.1	轴流泵	136
5.3.2	混流泵	138
5.4	泵的安装	139
5.4.1	泵的开箱检查	139
5.4.2	离心泵的安装	140
5.4.3	水泵配管要求	143
5.4.4	泵的试运转	145
5.4.5	水泵常见故障及处理方法	147

5.5	离心水泵的调节	148
5.5.1	性能调节	148
5.5.2	运行调节	149
6	风机	151
6.1	概述	151
6.1.1	风机的分类与应用	151
6.1.2	通风机的工作原理	151
6.1.3	通风机的基本工作参数	152
6.2	离心式通风机	153
6.2.1	通风机的类型、型号及外形尺寸	153
6.2.2	离心式通风机的常见故障及消除方法	158
6.3	轴流式通风机	159
6.3.1	T35-11 型轴流通风机	159
6.3.2	BT35-11 型玻璃钢轴流风机	160
6.3.3	两级轴流式通风机	161
6.3.4	轴流式通风机的传动方式	161
6.4	离心式鼓风机	162
6.4.1	离心式鼓风机的工作原理	162
6.4.2	GM 型单级高速离心鼓风机	163
6.4.3	DG 超小型离心鼓风机	164
6.5	罗茨式鼓风机	165
6.5.1	罗茨式鼓风机的工作原理	165
6.5.2	R 系列标准型罗茨鼓风机	167
6.5.3	SSR 型罗茨鼓风机	170
6.5.4	L 系列罗茨鼓风机	170
6.5.5	鼓风机用消声器	171
6.6	风机的安装	174
6.6.1	一般规定	174
6.6.2	离心通风机安装	175
6.6.3	轴流通风机的安装	178
6.6.4	罗茨风机和叶氏鼓风机的安装	179
7	制冷设备	181
7.1	制冷设备简述	181
7.1.1	蒸汽压缩式制冷	181
7.1.2	吸收式制冷	187
7.1.3	蒸汽喷射式制冷	191
7.1.4	冷水机组的选择	191
7.2	制冷设备安装	193
7.2.1	制冷设备安装的一般规定	193

7.2.2	活塞式制冷压缩机安装	194
7.2.3	螺杆式制冷压缩机组安装	199
7.2.4	离心式制冷机组安装	199
7.2.5	溴化锂吸收式制冷设备的安装	200
7.3	制冷附属设备及管道安装	201
7.3.1	主要附属设备安装	201
7.3.2	制冷管道安装	207
7.3.3	阀门安装	214
7.4	制冷设备的试运转	217
7.4.1	活塞式制冷压缩机和压缩机组的试运转	217
7.4.2	螺杆式制冷压缩机组的试运转	219
7.4.3	离心式制冷机组的试运转	220
7.5	压缩式制冷系统的试运转	221
7.5.1	制冷系统的吹扫排污	221
7.5.2	制冷系统的气密性试验	221
7.5.3	制冷系统的抽真空试验	222
7.5.4	充灌制冷剂	222
7.5.5	制冷系统的负荷试运转	226
7.5.6	溴化锂吸收式制冷系统的试运转	226
8	电梯	230
8.1	电梯简述	230
8.1.1	电梯的分类	230
8.1.2	曳引式电梯的基本结构	233
8.2	曳引式电梯安装工艺	247
8.2.1	井道测量	247
8.2.2	导轨架及导轨安装	249
8.2.3	机房设备安装	252
8.2.4	对重安装	257
8.2.5	轿厢安装工艺	260
8.2.6	电梯门安装	265
8.2.7	电梯安全装置安装	270
8.2.8	钢丝绳安装	280
8.2.9	补偿装置安装	282
8.3	电梯电气装置安装	282
8.3.1	控制柜安装	282
8.3.2	机房布线	283
8.3.3	电源开关	283
8.3.4	减速开关、限位开关安装	284
8.3.5	极限开关及联动机构安装	284

8.3.6	轿顶电气装置	286
8.3.7	轿厢电气装置	287
8.3.8	管路、线槽及接线盒敷设安装原则	287
8.3.9	随行电缆安装	289
8.3.10	管及线路安装	291
8.4	电梯调试	292
8.4.1	调试前的检查	292
8.4.2	不挂曳引钢丝绳的通电动作试验	292
8.4.3	悬挂曳引钢丝绳后的慢车运行调试	293
8.4.4	电梯的快速运行及整机性能调试	294
9	工业锅炉及附属设备	297
9.1	锅炉的基础知识	297
9.1.1	锅炉的概念	297
9.1.2	锅炉的基本特性	298
9.1.3	工业锅炉的分类及型号	300
9.2	蒸汽锅炉的分类及型式	302
9.2.1	蒸汽锅炉的分类	302
9.2.2	火管锅炉的形式	303
9.2.3	水管锅炉的形式	307
9.2.4	水火管锅炉结构	311
9.3	热水锅炉的分类和形式	313
9.3.1	强制循环热水锅炉	313
9.3.2	自然循环热水锅炉	314
9.3.3	铸铁锅炉	314
9.4	特种锅炉简介	315
9.4.1	间接加热锅炉	315
9.4.2	余热锅炉	316
9.4.3	废料锅炉	317
9.4.4	特种工质锅炉	317
9.5	蒸汽锅炉的基本结构	318
9.5.1	锅筒	319
9.5.2	水冷壁	320
9.5.3	对流管	320
9.5.4	蒸汽过热器	321
9.5.5	省煤器	322
9.5.6	空气预热器	324
9.5.7	燃烧设备	324
9.6	工业锅炉安装	325
9.6.1	锅炉基础验收及放线	325

9.6.2	钢架及平台安装	327
9.6.3	锅筒和集箱的安装	331
9.6.4	受热面管的胀接准备	335
9.6.5	受热面管的胀接	339
9.6.6	过热器安装	344
9.6.7	省煤器安装	346
9.6.8	空气预热器安装	348
9.6.9	安全阀	349
9.6.10	压力表	352
9.6.11	水位计	353
9.6.12	高、低水位报警器	355
9.6.13	锅炉水压试验	357
9.6.14	燃烧设备的安装	359
9.7	锅炉炉墙砌筑	370
9.8	烘炉、煮炉、严密性试验和试运行	370
9.8.1	烘炉	370
9.8.2	煮炉	373
9.8.3	严密性试验	374
9.8.4	锅炉带负荷试运行	375
9.8.5	施工及验收交工的资料	375
9.8.6	关于附录《工业锅炉运行规程》	375
10	工业炉砌筑	376
10.1	工业炉分类和结构组成	376
10.1.1	工业炉的分类	376
10.1.2	一般工业炉的结构组成	377
10.2	主要材料和辅助材料简介	377
10.2.1	耐火材料	377
10.2.2	隔热性材料	379
10.2.3	锚固性材料	380
10.2.4	辅助材料	380
10.2.5	耐火材料的质量标准与验收	382
10.3	常用耐火材料	382
10.3.1	耐火材料的分类	382
10.3.2	常用耐火材料	383
10.3.3	砌筑用泥浆简述	386
10.4	砌筑用泥浆	387
10.4.1	采用的泥浆种类和成分	387
10.4.2	对泥浆的要求	387
10.4.3	几种常用砌筑用泥浆的组成及用量	389

10.5 砌筑施工的一般规定	390
10.5.1 名词术语	390
10.5.2 耐火砌体的分类	391
10.5.3 工业炉砌筑的允许误差	391
10.5.4 工业炉砌体的砖缝厚度	392
10.5.5 其他有关规定	392
10.6 工业炉砌筑	393
10.6.1 砖的加工	393
10.6.2 砌砖的基本规则与操作方法	397
10.6.3 砌筑的工序条件	399
10.6.4 炉底砌筑	400
10.6.5 炉墙砌筑	403
10.6.6 拱顶砌筑	409
10.7 不定形耐火材料的施工	412
10.7.1 耐火浇注料的施工	412
10.7.2 隔热耐火浇注料的施工	414
10.7.3 耐火喷涂料的施工	415
10.7.4 耐火可塑料的施工	416
10.7.5 耐火捣打料和喷涂料	418
10.7.6 耐火喷涂料	419
10.8 耐火陶瓷纤维的施工	422
10.8.1 层铺式耐火纤维毡的施工	422
10.8.2 叠砌式耐火纤维毡的施工	424
10.9 膨胀缝的留设	425
10.9.1 砌体膨胀缝留设	425
10.9.2 耐火浇注料内膨胀缝的留设	427
10.9.3 膨胀缝的质量要求	428
10.10 工业锅炉砌筑	429
10.10.1 炉墙的基本结构	429
10.10.2 炉体主要部位的结构	434
附录1 安装名词术语	438
附录2 工业锅炉运行规程 JB/T 10354—2002	484
参考文献	505

1 常用资料

1.1 常用标准及代号

1.1.1 国内常用标准及代号

国内常用标准及代号见表 1-1。

国内常用标准及代号

表 1-1

代号	标准类别	代号	标准类别
GB	国家标准(强制性)	SYJ	石油天然气行业建设标准
GB/T	国家标准(推荐性)	SH	石油化工业标准
GBn	国家内部标准	HG	化工行业标准
GBJ	原国家工程建设标准	HGJ	化工行业建设标准
GJB	国家军用标准	MT	煤炭行业标准
CJJ	城镇建设行业标准	JTJ	公路交通行业标准
JGJ	建筑工程行业标准	TB	铁道行业标准
JC	建材行业标准	EJ	核工业行业标准
JB	机械行业标准	CB	船舶行业标准
JB/Z	机械行业指导性技术文件	CH	测绘行业标准
SJ	电子行业标准	SL	水利行业标准
SJ/Z	电子行业指导性技术文件	QB	轻工行业标准
DL	电力行业标准	YD	通信行业标准
YS	黑色冶金行业标准	QC	汽车行业标准
SY/T	黑色冶金行业指导性技术文件	SN	商检行业标准
YS	有色冶金行业标准	JJG	国家计量检定规程
SY	石油天然气行业标准	WM	外贸标准

1.1.2 常用国际标准、国外标准及代号

常用国际标准、国外标准及代号见表 1-2。

常用国际标准、国外标准及代号

表 1-2

代号	标准名称	代号	标准名称
ISO	国际标准化组织标准	CSA	加拿大标准
ISA	国际标准协会标准	UNI	意大利标准
IEC	国际电工委员会标准	JIS	日本工业标准
ANSI	美国国家标准	ГОСТ	原苏联国家标准
NBS	美国国家标准局标准	OCT	原苏联全苏标准
ASME	美国机械工程师协会标准	AS	澳大利亚标准
AISI	美国钢铁学会标准	DS	丹麦标准
ASM	美国金属学会标准	NBN	比利时标准
ASTM	美国材料试验学会标准	NEN	荷兰标准
BHMA	美国建筑小五金制造商协会标准	SIS	瑞典标准
EN	欧盟标准	SN	瑞士标准
BS	英国标准	UNE	西班牙标准
NF	法国标准	S. S	新加坡标准
DIN	德国标准	KBS	韩国标准

1.2 希腊字母表

希腊字母表见表 1-3。

希腊字母表

表 1-3

正体		斜体		近似读音	正体		斜体		近似读音	正体		斜体		近似读音
大写	小写	大写	小写		大写	小写	大写	小写		大写	小写	大写	小写	
A	α	A	α	啊耳发	I	ι	I	ι	约塔	P	ρ	P	ρ	洛
B	β	B	β	贝塔	K	κ, χ	K	κ, χ	卡帕	Σ	σ	Σ	σ	西格马
Γ	γ	Γ	γ	嘎马	Δ	λ	Δ	λ	兰姆达	T	τ	T	τ	滔
Δ	δ	Δ	δ	得耳塔	M	μ	M	μ	谬	T	υ	T	υ	宇普西龙
E	ϵ, ϵ	E	ϵ	衣普西龙	N	ν	N	ν	纽	Φ	ϕ, φ	Φ	ϕ, φ	费衣
Z	ζ	Z	ζ	截塔	Ξ	ξ	Ξ	ξ	克西	X	χ	X	χ	喜
H	η	H	η	衣塔	O	\omicron	O	\omicron	奥密克戎	Ψ	ψ	Ψ	ψ	普西
Θ	θ, ϑ	Θ	θ, ϑ	西塔	Π	π	Π	π	派	Ω	ω	Ω	ω	欧米嘎

1.3 常用计量单位及换算

常用计量单位及换算关系见表 1-4~表 1-11。

常用计量单位及不同制别的换算

表 1-4

量的名称	制别	单位名称	单位符号及换算关系	不同制别的主要换算关系
长度	米制	米	m(1m=10dm)	1m=1.094yd 1m=3.281ft 1yd=0.914m 1ft=30.48cm 1in=25.4mm
		分米	dm(1dm=10cm)	
	厘米	cm(1cm=10mm)		
长度	英制	毫米	mm(1mm=1000 μ m)	
		微米	μ m	
		码	yd(1yd=3ft)	
长度	英制	英尺	ft(1ft=12in)	
		英寸	in(1in=1000mil)	
		密耳	mil	
英分(即 1/8 英寸)是我国的习惯称呼,1 英寸=8 英分,1 英分=3.175mm。英制原本无英分称谓				
面积	米制	平方千米(平方公里)	km ² (1km ² =1×10 ⁶ m ²)	1m ² =1.196yd ² 1m ² =10.764ft ² 1ft ² =0.0929m ² 1in ² =6.45cm ² 1 市亩=666.67m ²
		平方米	1m ² (1m ² =100dm ²)	
	平方分米	1dm ² (1dm ² =100cm ²)		
面积	英制	平方厘米	cm ² (1cm ² =100mm ²)	
		平方毫米	mm ²	
	平方码	yd ² (1yd ² =9ft ²)		
面积	英制	平方英尺	ft ² (1ft ² =144in ²)	
		平方英寸		
面积	市制	平方市丈	1 市亩=60 市丈 ²	
公顷(hm ² ,国际符号为 ha)、公亩(a)是国际单位。我国已采用公顷作为计量单位,而公亩未予采用。在农业和房地产业中仍以(市)亩作为计量单位。 1 公亩=100m ² ,1 公顷=100 公亩				

续表

量的名称	制别	单位名称	单位符号及换算关系	不同制别的主要换算关系
体积 (容积)	米制	立方米 升 毫升	m^3 ($1m^3=1000L$) L 或 l ($1L=1000ml$) ml (毫升旧时称 cc, $1ml=1cm^3$)	$1m^3=35.315ft^3$ $1L=0.220UKgal$ $1L=0.2642USgal$ $1ft^3=28.32L$ $1ft^3=1728in^3$ $1in^3=16.39mL$ $1UKgal=4.546L$ $1USgal=3.785L$
		将升称为公升、立升都是不规范的,因为没有市升,升本身就是体积(容积)单位,无需加“立”字		
	英制	立方英尺 立方英寸 英加仑 美加仑	ft^3 ($1ft^3=1728in^3$) in UKgal ($1UKgal=277.42in^3$) USgal ($1USgal=231in^3$)	
		国际上,石油以桶(美制,符号 bbl)作为计量单位, $1bbl=42USgal=158.987L$ (即 1 桶 = 42 美加仑 = 158.987 升)		
质量 (重量)	米制	吨 千克(公斤) 克 毫克	t ($1t=1000kg$) kg ($1kg=1000g$) g ($1g=1000mg$) mg	$1t=0.9842ton$ $1t=1.1023sh ton$ $1kg=2.2046lb$ $1g=0.0353oz$ $1ton=L 12 sh ton$ $1lb=453.68g$ $1oz=28.35g$
		英制	英吨 美吨 磅 盎司	
	英吨(也称长吨)符号也有用 UK ton 表示的,美吨(也称短吨)符号也有用 US ton 表示的			

力单位换算

表 1-5

牛(N)	千克力(kgf)	克力(gf)	磅力(lbf)	英吨力(tonf)
1	0.102	102	0.2248	0.0001
9.80665	1	1000	2.0046	0.000984
0.00987	0.001	1	0.0022	0.000001
4.448	0.454	453.6	1	0.000446
9964	1016	1016046	2240	1

注:有的资料中把千克力、磅力等单位的“力”字和符号省略,写为千克(kg)、磅(lb)。

力矩单位换算

表 1-6

牛·米 (N·m)	千克力·米 (kgf·m)	克力·厘米 (gf·cm)	磅力·英尺 (lb·ft)	磅力·英寸 (lb·in)
1	0.102	10197	0.7376	8.8508
9.80665	1	100000	7.233	86.8
0.000098	0.00001	1	0.000072	0.000868
1.356	0.13826	13826	1	12
0.113	0.01152	1152	0.0833	1

注:有的资料中把千克力、磅力等单位的“力”字和符号省略,写为千克(kg)、磅(lb)。

应力 (强度) 及压力 (压强) 单位换算

表 1-7

兆帕(MPa)或 牛/毫米 ² (N/mm ²)	千克力/毫米 ² (kgf/mm ²)	千克力/厘米 ² (kgf/cm ²)	千磅力/英寸 ² (1000lbf/in ²)	英吨力/英寸 ² (tonf/in ²)
1	0.102	10.2	0.14504	0.06475
9.80665	1	100	1.422	0.635
0.0981	0.01	1	0.01422	0.00635
6.895	0.70307	70.307	1	0.4464
15.44	1.575	157.5	2.24	1
帕(Pa)或 牛/米 ² (N/m ²)	千克力/厘米 ² (kgf/cm ²)	磅力/英寸 ² (lbf/in ²)	毫米水柱 (mmH ₂ O)	毫巴(mbar)
1	0.00001	0.000145	0.0102	0.01
98066.5	1	14.22	10000	980.665
6895	0.070307	1	703.07	68.95
9.80665	0.000102	0.001422	1	0.09807
100	0.00102	0.0145	10.2	1

注: (1) 1 帕 (Pa)=1 牛/米² (N/m²), 1 兆帕 (MPa)=1 牛/毫米² (N/mm²);
 (2) 1 巴 (bar)=1×10⁵ Pa=0.1MPa, 1bar=1000mbar. 巴 (bar) 在国际单位制中允许使用;
 (3) 1 毫米汞柱 (mmHg)=133.32 帕 (Pa);
 (4) “磅力/英寸²” 符号也可以写成 “psi”; 千磅力/英寸² 也可以写成 “ksi”。

功、能及热量单位换算

表 1-8

焦(J)	瓦·时 (W·h)	千克力·米 (kgf·m)	磅力·英尺 (lbf·ft)	卡 (cal, cal _{IT})	英热单位 (Btu)
1	0.000278	0.102	0.7376	0.2388	0.000948
3600	1	367.1	2655	859.9	3.412
9.80665	0.002724	1	7.233	2.342	0.009295
1.356	0.000377	0.1383	1	0.3238	0.001285
4.187	0.001163	0.4269	3.088	1	0.003967
1055	0.2931	107.6	778.2	252.1	1

注: (1) 1 焦 (J)=1 牛·米 (N·m);
 (2) 1 千瓦·时 (kW·h)=3.6 兆焦 (MJ);
 (3) 1 英热单位 (Btu) 是在标准大气压下, 1 磅 (1b) 纯水温度从 32~212°F 区间每升高 1°F 所需要的热量。

功率单位换算

表 1-9

千瓦(kW)	马力(米制马力,PS)	英制马力(hp)
1	1.36	1.341
0.736	1	0.986
0.746	1.014	1

注: 1 瓦 (W)=1 焦/秒 (J/s)。

密度单位换算关系

表 1-10

千克/米 ³ (kg/m ³)	吨/米 ³ (t/m ³) 千克/分米 ³ (kg/dm ³) 克/厘米 ³ (g/cm ³)	磅/英寸 ³ (lb/in ³)	磅/英尺 ³ (lb/ft ³)	英吨/码 ³ (ton/yd ³)	磅/英加仑 (lb/UKgal)
1	0.001	0.000036	0.062	0.00075	0.01
1000	1	0.036	62.43	0.7525	10.017
27683	27.68	1	1728	20.83	277.27
16.02	0.016	0.000578	1	0.01205	0.1605
1329	1.329	0.048	82.96	1	13.33
99.83	0.1	0.0036	6.2305	0.075	1

温度单位换算

表 1-11

温 度	摄氏度 $t(^{\circ}\text{C})$	华氏度 $t_1(^{\circ}\text{F})$	列氏度 $t_2(^{\circ}\text{R})$	开尔文 $T(\text{K})$
摄氏度 $t(^{\circ}\text{C})$	1	$\frac{9}{5}t+32$	$\frac{4}{5}t$	$t+273$
华氏度 $t_1(^{\circ}\text{F})$	$\frac{5}{9}(t_1-32)$	t_1	$\frac{4}{9}(t_1-32)$	$\frac{5}{9}(t_1-32)+273$
列氏度 $t_2(^{\circ}\text{R})$	$\frac{5}{4}t_2$	$\frac{9}{4}t_2+32$	t_2	$\frac{5}{4}t_2+273$
开尔文 $T(\text{K})$	$T-273$	$\frac{9}{5}(T-273)+32$	$\frac{4}{5}(T-273)$	T
水的沸点	100	212	80	373
水的冰点	0	32	0	273

注：开尔文（也称为开氏）温标过去也称为绝对温度，符号为 K，常误写为 $^{\circ}\text{K}$ 。

1.4 机械制图

机械制图是许多门类工程制图的基础。现行的《技术制图》是一项基础性的技术标准，设备安装工程技术人员在绘制、阅读生产图样时应当熟悉标准中有关规定。现扼要地介绍一下有关机械制图的主要内容。

一、图纸幅面

机械制图的基本图纸幅面见表 1-12。其中 A0 号（俗称零号）最大，A4 号（俗称四号）最小。

图纸幅面及边框尺寸

表 1-12

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
B×L	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

当基本幅面不能满足图样的布置时，可使用加长幅面。加长幅面是使基本幅面的短边成整倍增加。

二、图框格式

无论图纸是否装订，均应在图幅内画出图框，图框线用粗实线绘制。对于需要装订的图纸，要留出装订边，其格式如图 1-1 所示；对于不需要装订的图纸，则不留装订边，其格式如图 1-2 所示。图纸的边框尺寸 a 、 c 、 e 见表 1-12。

三、标题栏

图纸可以横放，也可以竖放。但每张图纸均要有标题栏，通常标题栏置于图纸的右下角，即图 1-1 中的标题栏设置方式。但特殊需要时，也可将标题栏移于右上方，见图 1-3。标题栏的外框是粗实线，其右边、底边与图框线重合。图框栏格式的具体要求在国家标准 GB 10609.1—89 中有规定，在此不作介绍。

四、比例

比例系指图形要素的线性尺寸与实物相应要素的线性尺寸之比。制图时如图样与实物