

CHONGYA
MUJU SHEJI SHOUCHE

冲压模具

设计手册

马朝兴 主编

徐立章 沈志钢 赵湛 副主编



化学工业出版社

CHONGYA
MUJU SHEJI SHOUCHE

冲压模具

设计手册

马朝兴 主编

徐立章 沈志钢 赵湛 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本手册共分7章。第1章为一般设计资料，第2章为冲裁模设计，第3章为弯曲模设计，第4章为拉深模设计，第5章为成形模设计，第6章为冷挤压模具设计，第7章介绍了冲压设备。

本手册根据编者在工厂从事冲压模具设计多年的经验，同时吸收了多家同行企业在该方面的经验编写而成。可供从事冷冲压工艺及模具设计的相关技术人员及高校教师参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

冲压模具设计手册/马朝兴主编. —北京: 化学工业出版社, 2009.9

ISBN 978-7-122-06356-4

I. 冲… II. 马… III. 冲模-设计-手册 IV. TG385.2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 125768 号

责任编辑: 王苏平 陈 丽
责任校对: 蒋 宇

文字编辑: 王 琪
装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 20¼ 字数 495 千字 2009 年 10 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 49.00 元

版权所有 违者必究



前言

模具是机械、电子、轻工、国防等行业生产的重要工艺装备。随着现代工业技术的迅速发展,对模具的使用寿命、尺寸精度和表面质量等不断提出新的更高的要求。

本手册从实用角度出发系统地介绍了冲裁、弯曲、拉深、成形、冷挤压等工艺及模具设计方面的设计数据、工艺参数、模具结构等,对于每种工艺列举了部分模具结构示例,重点充实了工厂在模具设计方面的经验数据和经验公式。

本手册内容丰富、实用、简明、重点突出、通俗易懂,力求使书中实用的各种数据、公式、图、表做到易读易用,便于读者设计时使用方便。

本书在编写过程中参考了同行的设计资料及文献,得到同行专家和企业的支持和帮助,在此一并致谢。

本书由江苏大学马朝兴主持编写,江苏大学戈晓岚教授担任主审。参加本书编写的还有戈晓岚、沈志钢、徐立章、赵湛、尹建军、王匀、居蕴萍、居藻萍、王华、周剑飞、李洪昌、唐忠、马朝国、马小川。

由于编者水平有限,书中难免存在一些不足,恳切希望广大读者批评指正。

编 者

2009年6月



目录

第 1 章 一般设计资料	1
1.1 法定计量单位及单位换算	1
1.1.1 常用法定计量单位名称及符号	1
1.1.2 长度单位换算	2
1.1.3 面积单位换算	2
1.1.4 容积单位换算	3
1.1.5 质量单位换算	3
1.1.6 力矩和转矩单位换算	4
1.1.7 密度单位换算	4
1.1.8 材料的线膨胀系数	4
1.1.9 金属材料熔点、热导率及比热容	4
1.1.10 材料弹性模量、切变模量及泊松比	5
1.1.11 常用材料的密度	5
1.2 弹簧和聚氨酯的选用	6
1.2.1 圆柱螺旋压缩弹簧	6
1.2.2 碟形弹簧	10
1.2.3 弹簧和橡皮零件的计算	12
1.3 冲压常用材料力学性能与规格	13
1.3.1 冲压材料的基本要求	13
1.3.2 冲压常用材料的力学性能	14
1.3.3 冲压常用材料的规格	17
1.3.4 深拉深冷轧薄钢板的化学成分、力学性能及杯突试验的冲压深度	20
1.4 冷冲压模具常用材料及热处理要求	22
1.4.1 冲模材料的选用原则	22
1.4.2 冲压模具常用材料及热处理要求	22
1.4.3 冷挤压模具常用材料	24
1.4.4 常用冷冲压模具钢的其他热处理规范	24
1.5 冲模常用紧固件与定位件	27
1.5.1 螺钉孔的结构和尺寸	27
1.5.2 螺纹底孔尺寸	28
1.5.3 模具工作零件上螺钉孔与销钉孔的位置极限尺寸	28
1.5.4 内六角螺钉常用尺寸规格	30
1.5.5 六角头螺栓主要尺寸规格	30
1.5.6 圆柱头螺栓主要尺寸规格	31
1.5.7 沉头螺栓主要尺寸规格	31

1.5.8	圆柱头卸料螺钉主要尺寸规格	31
1.5.9	圆柱头内六角卸料螺钉主要尺寸规格	34
1.5.10	卸料螺钉工作尺寸计算	36
1.5.11	销钉	37
1.6	公差与配合	38
1.6.1	未注公差尺寸的极限偏差	38
1.6.2	常用优先孔的极限偏差	39
1.6.3	常用优先轴的极限偏差	42
1.6.4	冲压件未注公差尺寸的极限偏差	47
1.7	形状与位置公差	49
1.7.1	直线度、平面度公差值	49
1.7.2	圆度、圆柱度公差值	50
1.7.3	平行度、垂直度、倾斜度公差值	50
1.7.4	轴度、对称度、圆跳动、全跳动公差值	51
1.7.5	表面粗糙度与孔轴公差等级的对应关系	51
1.8	冲压模具零件标准件	52
1.8.1	冷冲模标准件	52
1.8.2	冲压模标准模架	54

第2章 冲裁模设计 72

2.1	冲裁件的工艺性	72
2.1.1	冲裁件形状和尺寸	72
2.1.2	冲裁件冲槽与悬臂的最小尺寸	72
2.1.3	冲裁件内外形转角处的圆角半径	72
2.1.4	自由凸模冲孔的最小尺寸	73
2.1.5	冲裁件的孔间距	73
2.1.6	弯曲件和拉深件孔的距离	73
2.1.7	工件上冲制矩形孔	74
2.1.8	冲裁件零件设计注意事项	74
2.1.9	冲裁件的精度与断面粗糙度	75
2.2	排样	77
2.2.1	材料的利用率	77
2.2.2	常见的排样方式	78
2.3	搭边	79
2.3.1	冲裁金属材料的搭边值	79
2.3.2	最小工艺搭边值	79
2.4	条料的宽度和导尺间距离的计算	80
2.4.1	有侧压装置条料和导尺的计算	80
2.4.2	无侧压装置条料和导尺的计算	80
2.4.3	条料的宽度公差	80
2.4.4	导尺与条料间的送料最小间隙	81
2.4.5	用侧刃定距条料宽度与导尺间距	81

2.5 凸、凹模间隙	82
2.5.1 理论确定法	82
2.5.2 经验确定法	83
2.5.3 汽车、拖拉机制造业常用的合理间隙值	83
2.5.4 电器仪表行业常用的合理间隙值	84
2.5.5 非金属材料冲裁模初始双面间隙值	84
2.5.6 机电行业常用的合理间隙值	85
2.6 凸、凹模刃口尺寸及公差	85
2.6.1 冲裁模刃口尺寸计算的原则	85
2.6.2 冲裁模凸模、凹模刃口尺寸计算	86
2.7 冲裁力的计算公式	89
2.7.1 冲裁力的计算	89
2.7.2 推件力、顶件力和卸料力的计算	89
2.7.3 总冲裁力计算	90
2.7.4 降低冲裁力的措施	90
2.7.5 各种刃口斜刃冲裁力的计算公式	90
2.8 压力中心的确定	92
2.9 模具闭合高度与压力机的尺寸关系	92
2.10 凸模设计	93
2.10.1 圆形凸模的结构形式	93
2.10.2 凸模长度的确定	94
2.10.3 凸模的强度校核	95
2.10.4 弯曲应力校核	95
2.10.5 凸模的常见固定方式	98
2.10.6 浇注固定法常用材料及配方	99
2.11 凹模设计	100
2.11.1 凹模刃口形式	100
2.11.2 非金属材料冲裁的刃口形式	101
2.11.3 凹模结构尺寸	101
2.11.4 凹模的外形尺寸	102
2.11.5 凹模的强度校核计算公式	102
2.11.6 凹模常见的固定方式	103
2.12 凸、凹模镶块结构设计	103
2.13 镶块的紧固方法	104
2.14 凸凹模固定时的螺孔、销孔尺寸	105
2.15 定位零件	105
2.15.1 定位销	106
2.15.2 挡料销	106
2.15.3 导正销	107
2.15.4 侧压装置	108
2.16 卸料装置	109

2. 16. 1	卸件装置的常见结构	109
2. 16. 2	弹性卸料板、固定卸料板与凸模之间的间隙值	109
2. 16. 3	卸料机构中关系尺寸的计算	110
2. 16. 4	废料切刀的安装与结构形式	111
2. 16. 5	漏料孔和排料槽的设计	111
2. 16. 6	推件装置的结构形式	112
2. 17	导向装置	113
2. 17. 1	滑动式导柱导套	113
2. 17. 2	滚珠式导柱导套	113
2. 18	连接零件	114
2. 18. 1	模柄	114
2. 18. 2	模座	115
2. 18. 3	固定板、垫板	115
2. 19	冲压模具的总体设计	115
2. 19. 1	冲裁模设计的主要程序与内容	115
2. 19. 2	确定模具的结构形式	115
2. 19. 3	冲裁模设计要点	116
2. 19. 4	模具设计总体结构应考虑的其他因素	116
2. 20	常见冲模的结构	117
2. 20. 1	落料模	117
2. 20. 2	下顶出件落料模	117
2. 20. 3	镶块式落料模	118
2. 20. 4	带护套冲孔小孔模	119
2. 20. 5	精密冲孔模	120
2. 20. 6	球面冲孔模	120
2. 20. 7	悬臂式冲孔模	121
2. 20. 8	斜楔式冲孔模	121
2. 20. 9	冲槽模	122
2. 20. 10	角钢切断模	122
2. 20. 11	型材切断模	123
2. 21	精密冲裁	123
2. 21. 1	精密冲裁的特点	123
2. 21. 2	几种精密冲裁的方法	124
2. 21. 3	精密冲裁的材料	126
2. 21. 4	精冲零件的结构工艺性	126
2. 22	精密冲裁模的设计	128
2. 22. 1	精冲力的计算	128
2. 22. 2	凸、凹模间隙选取	128
2. 22. 3	凸、凹模刃口尺寸的确定	128
2. 22. 4	齿圈压板设计	129
2. 22. 5	精冲时的搭边值	131
2. 23	精冲模的结构要求	132

2.24	精冲设备	132
2.25	整修模设计	133
2.25.1	外缘整修	133
2.25.2	整修力的计算	134
2.25.3	内孔整修	134

第3章 弯曲模设计

136

3.1	弯曲件的结构工艺性	136
3.1.1	弯曲件的尺寸精度	136
3.1.2	弯曲件的最小弯曲半径	137
3.1.3	弯曲件的直边高度	141
3.1.4	弯曲件的孔边距	142
3.2	弯曲件的其他工艺要求	142
3.2.1	增添工艺孔、槽和转移弯曲线	142
3.2.2	冲连接带和定位工艺孔	142
3.2.3	弯曲件零件设计注意事项	143
3.3	弯曲件的回弹	143
3.3.1	影响回弹的因素	143
3.3.2	回弹值的确定	144
3.3.3	减少回弹的常见模具结构	146
3.4	弯曲件的毛坯尺寸计算	148
3.4.1	圆角半径 $r > t/2$ 的弯曲件	148
3.4.2	无圆角半径或圆角半径 $r < t/2$ 的弯曲件	149
3.4.3	弯曲部分展开长度的辅助公式	150
3.4.4	铰链式弯曲件	150
3.4.5	圆杆弯曲件毛坯的计算	151
3.4.6	弧线与直线的连接计算	151
3.5	弯曲力的计算	153
3.5.1	自由弯曲力	153
3.5.2	校正弯曲力	153
3.5.3	顶件力或压料力	154
3.5.4	弯曲时压力机压力的确定	154
3.6	弯曲模凸、凹模的间隙	154
3.7	弯曲模工作部分的尺寸计算	155
3.7.1	凸模的圆角半径的确定	155
3.7.2	凹模的圆角半径及凹模的工作深度	155
3.7.3	凸、凹模工作部分的尺寸与公差	156
3.8	弯曲件的工序安排	157
3.8.1	对称弯曲件的工序安排	157
3.8.2	形状复杂的弯曲件	158
3.8.3	批量大、尺寸小的弯曲件	158
3.8.4	非对称件的弯曲	159

3.9	弯曲模的结构设计	159
3.9.1	V形件弯曲模	159
3.9.2	U形件弯曲模	160
3.9.3	U形件弯曲模	161
3.9.4	Z形件弯曲模	161
3.9.5	圆筒形件弯曲模	162
3.9.6	铰链件弯曲模	162
3.9.7	连续弯曲模	162
3.10	弯曲件产生废品的原因与消除方法	163
3.11	斜楔的计算	165
3.11.1	斜楔的尺寸与角度计算	165
3.11.2	楔块的受力状态	166
3.11.3	斜楔的结构	166
3.12	利用折弯机弯曲的模具简介	167
3.12.1	复杂的多角度弯曲件加工	167
3.12.2	用薄板直接压制管、筒形件加工	168
3.12.3	缝、筋加工	169
3.12.4	异型工件的弯曲加工	169

第4章 拉深模设计

4.1	拉深件的工艺性	170
4.1.1	拉深件的形状与尺寸	170
4.1.2	拉深件的圆角半径	171
4.1.3	拉深件的精度	171
4.1.4	拉深件的材料	172
4.1.5	拉深件上孔的合理位置	172
4.2	圆筒形零件的拉深工序计算	173
4.2.1	修边余量的计算	173
4.2.2	毛坯尺寸的计算	173
4.2.3	圆筒形零件拉深系数与拉深次数确定	188
4.2.4	控制起皱的措施	191
4.2.5	控制拉裂的措施	191
4.3	凸缘件的拉深	192
4.4	阶梯件的拉深	195
4.4.1	判断能否一次拉深成形	195
4.4.2	阶梯圆筒形件多次拉深的方法	195
4.5	球形件的拉深	197
4.5.1	半球形件的拉深	197
4.5.2	浅球形件的拉深	198
4.6	锥形件的拉深	198
4.6.1	浅锥形件的拉深	198
4.6.2	中等深度锥形件的拉深	199

4.6.3	深锥形件的拉深	200
4.6.4	锥形件拉深次数的确定	200
4.7	抛物面形零件的拉深	200
4.7.1	浅抛物面形零件的拉深 ($h/d < 0.5 \sim 0.7$)	200
4.7.2	深抛物面形零件的拉深 ($h/d \geq 0.5 \sim 0.7$)	201
4.8	盒形件的拉深	201
4.8.1	盒形件的毛坯计算	202
4.8.2	盒形件的拉深系数、拉深次数及工序尺寸计算	205
4.9	拉深力计算	211
4.9.1	拉深力的计算	212
4.9.2	压床吨位的选择	214
4.10	压边力计算	214
4.10.1	压边条件	214
4.10.2	压边力的计算	215
4.11	拉深辅助工序	215
4.11.1	润滑	215
4.11.2	热处理	217
4.11.3	酸洗	218
4.12	拉深模工作部分尺寸计算	219
4.12.1	拉深模凸模与凹模的圆角半径	219
4.12.2	凸模、凹模的结构	221
4.12.3	拉深模凸、凹模间隙的确定	222
4.12.4	凹模、凸模的尺寸及公差	223
4.13	拉深件的起皱及其防止措施	225
4.13.1	影响起皱的主要因素	225
4.13.2	控制起皱的措施	225
4.13.3	弹性压边圈	225
4.13.4	刚性压边圈	227
4.14	拉深典型工序安排示例	227
4.14.1	零件的工艺性分析	227
4.14.2	确定工艺方案	227
4.14.3	拉深力与压料力计算	230
4.14.4	模具工作部分尺寸计算	230
4.14.5	模具的总体设计	230
4.14.6	压力机选择	230
4.15	拉深模的典型结构	231
4.15.1	正装式拉深模	231
4.15.2	倒装式拉深模	231
4.15.3	落料、拉深、冲孔模	231
4.15.4	锥形压边拉深模	231
4.15.5	球形件拉深模	231

5.1	局部成形	234
5.1.1	局部成形的特点	234
5.1.2	局部成形的形式和尺寸	234
5.1.3	局部成形的变形程度	235
5.1.4	局部成形的冲压力计算	235
5.1.5	直角制件角部压制加强筋	235
5.2	翻边	237
5.2.1	圆孔翻边	237
5.2.2	非圆形孔翻边	240
5.2.3	外缘的翻边	240
5.2.4	变薄翻边	241
5.2.5	卷边	242
5.3	常见翻边模结构	243
5.3.1	外凸与内凹翻边模的特点	243
5.3.2	翻孔模	243
5.3.3	内外缘翻边模	243
5.3.4	端头翻孔模	243
5.4	缩口模具	244
5.4.1	缩口工艺的特点及变形程度	244
5.4.2	缩口工艺计算	244
5.4.3	缩口模的常见结构形式	246
5.5	胀形模具设计	247
5.5.1	胀形系数	247
5.5.2	胀形的毛坯计算	248
5.5.3	胀形力的计算	248
5.5.4	胀形的方法及模具	248
5.6	校平和整形模具设计	249
5.6.1	校平	249
5.6.2	整形	250
5.7	旋压模具设计	251
5.7.1	不变薄旋压	251
5.7.2	变薄旋压	253

第6章 冷挤压模具设计

6.1	冷挤压的工艺性	255
6.1.1	挤压件的分类	255
6.1.2	挤压件的类别	255
6.1.3	常见挤压件成形工艺	256
6.1.4	冷挤压件的合理形状	259
6.1.5	冷挤压件的基本要求	260
6.2	冷挤压常用材料	261
6.3	冷挤压件的合理尺寸	261

6.3.1	冷挤压的特点	261
6.3.2	反挤压的合理尺寸	261
6.3.3	正挤压的合理尺寸	262
6.3.4	低碳钢复合挤压合理尺寸	262
6.4	冷挤压件的尺寸精度	263
6.4.1	影响冷挤压件精度的因素	263
6.4.2	不同挤压方式制件的尺寸精度	263
6.5	冷挤压毛坯的制备与处理	266
6.5.1	冷挤压件图的设计	266
6.5.2	毛坯尺寸的计算	267
6.5.3	坯料的制备	269
6.5.4	毛坯的软化热处理	269
6.5.5	毛坯的表面处理与润滑	270
6.6	冷挤压变形程度	272
6.6.1	变形程度的表示方法	272
6.6.2	许用变形程度的影响因素	273
6.6.3	冷挤压变形力计算	273
6.6.4	影响冷挤压压力的主要因素	275
6.7	冷挤压模具设计	277
6.7.1	冷挤压模具的特点	277
6.7.2	冷挤压模具的设计要求	277
6.7.3	冷挤压模具凸、凹模工作部分设计	277
6.7.4	凸、凹模工作部分尺寸计算	286
6.7.5	组合凹模	287
6.7.6	组合凹模的压合方法	289
6.7.7	凹模的固定方法	289
6.8	卸料装置	290
6.8.1	常见卸料机构	290
6.8.2	卸料力的计算	292
6.9	冷挤压模具的破坏形式及防止措施	292
6.9.1	凸模的破坏形式和防止措施	292
6.9.2	凹模的损坏形式和防止措施	292
6.10	冷挤压模具的典型结构	292
6.10.1	正挤压模	292
6.10.2	反挤压模	293
6.10.3	复合挤压模	294

第7章 冲压设备

7.1	冲压设备的种类	296
7.2	常用的冲压设备	296
7.2.1	开式压力机	296
7.2.2	闭式压力机	296

7.2.3	摩擦压力机	296
7.2.4	液压机	296
7.2.5	压力机型号的选择	296
7.3	压力机的选用原则	302
7.4	冲压加工的其他设备简介	302
7.4.1	剪板机	302
7.4.2	折弯机	304
7.4.3	冲剪机	305
7.4.4	卷板机	306
7.5	部分挤压设备技术参数	307
参考文献		310



1.1 法定计量单位及单位换算

1.1.1 常用法定计量单位名称及符号

国际单位制的基本单位和辅助单位见表 1-1。有专用名称的国际单位制导出单位见表 1-2。

表 1-1 国际单位制的基本单位和辅助单位

类别	量的名称	单位名称	单位符号
基本单位	长度	米	m
	面积	平方米	m ²
	体积和容积	升	L
		立方米	m ³
	重度	牛顿每立方米	N/m ³
	密度	千克每立方米	kg/m ³
	质量	千克	kg
	时间	秒	s
	速度	米每秒	m/s
	加速度	米每秒平方	m/s ²
	角速度	弧度每秒	rad/s
	角加速度	弧度每秒平方	rad/s ²
	电流	安[培]	A
	热力学温度	开[尔文]	K
物质的量	摩[尔]	mol	
辅助单位	发光强度	坎[德拉]	cd
	角[平面]	弧度	rad
	立体角	球面度	sr

表 1-2 有专用名称的国际单位制导出单位

量的名称	单位名称	代号	备注
频率	赫[兹]	Hz	1Hz=1s ⁻¹
力,重力	牛[顿]	N	1N=1kg·m/s ²
压力,压强,应力	帕[斯卡]	Pa	1Pa=1N/m ²
能[量],功,热量	焦[耳]	J	1J=1N·m
功率,辐[射能]通量	瓦[特]	W	1W=1J/s
电荷[量]	库[仑]	C	1C=1A·s
电位,电压,电动势	伏[特]	V	1V=1W/A
电容	法[拉]	F	1F=1C/V
电阻	欧[姆]	Ω	1Ω=1V/A
电导	西[门子]	S	1S=1A/V
磁通[量]	韦[伯]	Wb	1Wb=1V·s
磁通[量]密度,磁感应强度	特[斯拉]	T	1T=1Wb/m ²
电感	亨[利]	H	1H=1Wb/A
光通量	流[明]	lm	1lm=1cd·sr
[光]照度	勒[克斯]	lx	1lx=1lm/m ²
摄氏温度	摄氏度	℃	1℃=1K

1.1.2 长度单位换算

分数英寸、小数英寸与毫米对照见表 1-3。长度单位换算对照见表 1-4。

表 1-3 分数英寸、小数英寸与毫米对照

英寸(in)		毫米(mm)	英寸(in)		毫米(mm)	英寸(in)		毫米(mm)
1/64	0.015625	0.396875	23/64	0.359375	9.128125	45/64	0.703125	17.859375
1/32	0.03125	0.793750	3/8	0.375	9.525000	23/32	0.71875	18.256250
3/64	0.046875	1.190625	25/64	0.390625	9.921875	47/64	0.734375	18.653125
1/16	0.0625	1.587500	13/32	0.40625	10.318750	3/4	0.75	19.050000
5/64	0.078125	1.984375	27/64	0.421875	10.715625	49/64	0.765625	19.446875
3/32	0.09375	2.381250	7/16	0.4375	11.112500	25/32	0.78125	19.843750
7/64	0.109375	2.778125	29/64	0.453125	11.509375	51/64	0.796875	20.240625
1/8	0.125	3.175000	15/32	0.46875	11.906250	13/16	0.8125	20.637500
9/64	0.140625	3.571875	31/64	0.484375	12.303125	53/64	0.828125	21.034375
5/32	0.15625	3.968750	1/2	0.5	12.700000	27/32	0.84375	21.431250
11/64	0.171875	4.365625	33/64	0.515625	13.096875	55/64	0.859375	21.828125
3/16	0.1875	4.762500	17/32	0.53125	13.493750	7/8	0.875	22.225000
13/64	0.203125	5.159375	35/64	0.546875	13.890625	57/64	0.890625	22.621875
7/32	0.21875	5.556250	9/16	0.5625	14.287500	29/32	0.90625	23.018750
15/64	0.234375	5.953125	37/64	0.578125	14.684375	59/64	0.921875	23.415625
1/4	0.25	6.350000	19/32	0.59375	15.081250	15/16	0.9375	23.812500
17/64	0.265625	6.746875	39/64	0.609375	15.478125	61/64	0.953125	24.209375
9/32	0.28125	7.143750	5/8	0.625	15.875000	31/32	0.96875	24.606250
19/64	0.296875	7.540625	41/64	0.640625	16.271875	63/64	0.984375	25.003125
5/16	0.3125	7.937500	21/32	0.65625	16.668750	1	1.000000	25.400000
21/64	0.328125	8.334375	43/64	0.671875	17.065625			
11/32	0.34375	8.731250	11/16	0.6875	17.462500			

表 1-4 长度单位换算对照

公里(km)	米(m)	厘米(cm)	毫米(mm)	英里(mile)	英尺(ft)	英寸(in)	海里(n mile)
1	1000			0.6214	3280.8	39370.7	0.53996
0.001	1	100	1000		3.2808	39.37	0.00054
	0.01	1	10		0.0328	0.3937	
	0.001	0.1	1		0.00328	0.03937	
1.6093	1609.3			1	5280		0.869
0.000914	0.9144	91.44		0.00057	3	36	0.000494
	0.3048	30.48	304.8	0.00019	1	12	0.00016
	0.0254	2.54	25.4		0.0833	1	
1.852	1852			1.1508	6076.21		1

注：1. 1 英海里=1853.184 米=6080.00 英尺。

2. 1 美海里=1853.27 米=6080.27 英尺。

1.1.3 面积单位换算

面积单位换算见表 1-5。

表 1-5 面积单位换算

公里 ² (km ²)	公顷 (ha)	公亩 (a)	米 ² (m ²)	厘米 ² (cm ²)	毫米 ² (mm ²)	英里 ² (mile ²)	英亩 (acre)	码 ² (yd ²)	英尺 ² (ft ²)	英寸 ² (in ²)
1	10 ²	10 ⁴	10 ⁶			0.3861				
	1	10 ²	10 ⁴				2.471	11959.9	107639	
		1	10 ²				0.02471	119.599	1076.39	
			1	10 ⁴	10 ⁶		0.00025	1.196	10.7639	1550
			10 ⁻⁴	1	10 ²			1.196×10 ⁻⁴	10.7639×10 ⁻⁴	0.1550
			10 ⁻⁶	10 ⁻²	1			1.196×10 ⁻⁶	10.7639×10 ⁻⁶	0.00155
2.5900						1	640			
	0.4047		4047				1	4840	43560	
			0.8361	0.8361×10 ⁴	0.8361×10 ⁶		0.0002	1	9	1296
			0.0929	0.0929×10 ⁴	0.0929×10 ⁶			0.1111	1	144
			6.4516×10 ⁻⁴	6.4516	645.16			7716×10 ⁻⁷	6944×10 ⁻⁶	1

1.1.4 容积单位换算

容积单位换算见表 1-6。

表 1-6 容积单位换算

米 ³ (m ³)	升 (L)	厘米 ³ (cm ³)	英加仑 (UK gal)	美加仑 (US gal)	码 ³ (yd ³)	英尺 ³ (ft ³)	英寸 ³ (in ³)
1	1000	1000000	220	264.2	1.308	35.315	61024
0.001	1	1000	0.22	0.2642	0.0013	0.0353	61.02
	0.001	1					0.061
0.0045	4.546	4546.1	1	1.201	0.006	0.1605	277.42
0.0038	3.7854	3785.4	0.8327	1	0.00495	0.1337	231
0.7646	764.6	764555	168	202	1	27	46656
0.0283	28.317	28317	6.2288	7.4805	0.037	1	1728
	0.0164	16.3871				5.787×10 ⁻⁴	1

注：1 毫升 (mL)=1 厘米³ (cm³)=1cc。

1.1.5 质量单位换算

质量单位换算见表 1-7。

表 1-7 质量单位换算

吨(t)	千克(kg)	克(g)	磅(lb)
1	1000		2204.6
0.001	1	1000	2.2046
	0.001	1	
	0.4536		1