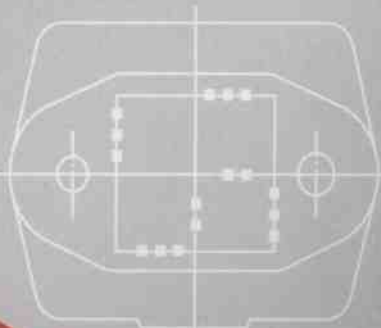
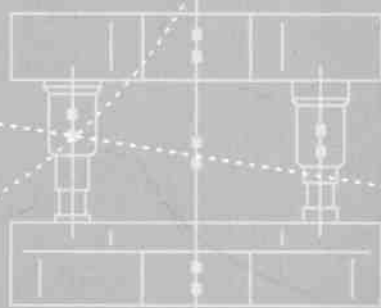


冷冲压模具 设计精要

周本凯 编著



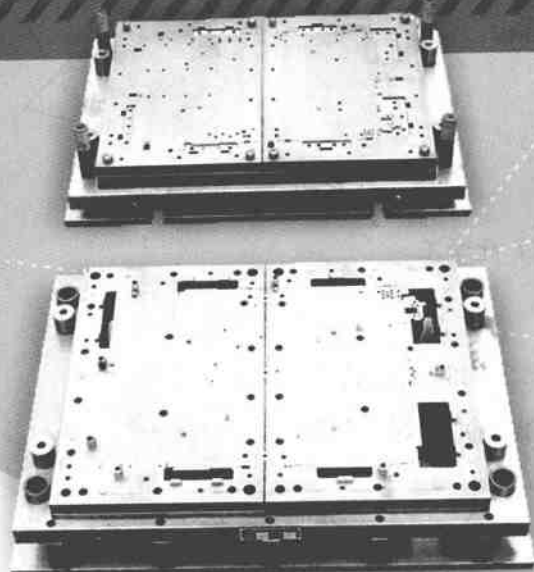
LENGCHONGYA MUJU
SHEJI JINGYAO



化学工业出版社

冷冲压模具 设计精要

周本凯 编著



LENGCHONGYA MUJU
SHEJI JINGYAO



化学工业出版社

· 北京 ·

本书主要包括：冷冲压工艺基本常识、冷冲压模具的基本类型和组成、主要零件的结构、设计参数、计算公式、废品及缺陷产生的原因分析和纠正措施，以及其他标准零件的结构及尺寸。大多数内容都是作者从40余年从事模具制造专业工作的经验中总结出来的，具有较强的参考价值，实用性强。

本书可供电子、机械行业模具专业从业人员，尤其是模具设计人员、模具制造人员、模具钳工及其他相关人员学习参考，也可作为模具专业各类实用型人才的业务技术培训教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

冷冲压模具设计精要/周本凯编著. —北京：化学工业出版社，2009.9

ISBN 978-7-122-06007-5

I. 冷… II. 周… III. 冷冲模-设计 IV. TG385.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 108095 号

责任编辑：宋 薇

文字编辑：项 激

责任校对：吴 静

装帧设计：史利平

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 装：三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张17 字数418千字 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：46.00 元

版权所有 违者必究

前言

由于用模具成形产品的诸多优点，因而模具成形已被越来越多的产品领域所利用。冷冲压模具又在整个模具领域内占有举足轻重的地位，自然而然地得到了非常广泛的应用。

冷冲压模具和其他模具一样，是为大批量生产产品服务的专用工具。因为有了模具，就形成了一个从设计、制作到使用的一条龙产业链，各环节间都有非常紧密的联系。同时，也就有了一支与模具有关的队伍。

要使模具能更好地为产品生产服务，达到产品质量稳定、生产效率高、成本低的目的，模具使用方便、安全、寿命长，设计、制作、使用都会对其产生很大的影响。

模具在设计、制作甚至使用过程中，需要很多的标准、计算公式、理论数据和在实践中经历、发现、收集整理的经验数据的帮助。而在通常情况下，这些内容可能分布在许多不同类型的书籍内，查找起来很不方便，更不用说无法查找的经验数据。

本书是编者 40 多年从事模具设计、制作、使用和管理实践中收集、整理出来的，内容包括：冷冲压工艺基本常识、冷冲压模具的基本类型和组成、主要零件的结构、设计参数、计算公式、废品及缺陷产生的原因分析和纠正措施，以及包括各种标准零件结构及尺寸等在内的其他相关内容，使读者从本书中获得更多、更全面的有用信息。

本书在编写过程中，得到了梁国炬、廖欢乐、冯啸野、周红军、李力、周芳、周秀兰、穆树梅、周军、周淑萍、昌世平、余远芳、齐登富、邱方勇、胡利华、谢强、魏祥惠、辛丽、蒋兵等同志的帮助，特在此表示感谢。

本书是以编者的经历收集、整理出来的，会有较大的局限性，不妥之处亦在所难免。诚请各位专家、同行及读者批评指正，共同为发展我国的模具事业作出贡献。

编者

2009 年 4 月

目 录

1 绪论	1
2 冷冲压工艺的基本常识	2
2.1 冷冲压工艺的概念	2
2.2 冷冲压工艺的分类	2
2.2.1 使材料分离的	2
2.2.2 使材料变形的	3
2.2.3 体积冲压类	4
2.3 冷冲压用的材料	5
2.3.1 冷冲压用材料的种类	5
2.3.2 对冷冲压用材料的一般要求	5
2.3.3 冷冲压用材料的力学性能	6
2.4 冷冲压常用的设备	10
2.4.1 冷冲压设备的分类	10
2.4.2 冷冲压设备的参数	11
2.4.3 常用冲压设备图例	12
3 冷冲压模具	14
3.1 冷冲压模具的种类及应用	14
3.1.1 按工艺性质分类	14
3.1.2 按工艺组合分类	15
3.1.3 按模架结构形式分类	15
3.1.4 按定位方式分类	16
3.1.5 按卸料脱模方式分类	17
3.1.6 其他特殊模具	18
3.2 冷冲压模具的组成及用途	18
3.3 冷冲压模具主要组成零件的结构形式	20
3.3.1 凸模	20
3.3.2 凹模	26
3.3.3 凸凹模	31
3.3.4 固定板	32
3.3.5 卸料板	34
3.3.6 推料零件	36

3.3.7 定位及导向零件	38
3.3.8 模架零件	43
3.3.9 垫板	45
3.3.10 冲头把	47
3.4 冷冲压模具的典型组合	47
3.4.1 落料模的典型组合及主要结构特点	47
3.4.2 冲孔模的典型组合及主要结构特点	57
3.4.3 复合模的典型组合及主要结构特点	62
3.4.4 跳步模的典型组合及主要结构特点	68
3.4.5 弯曲及拉伸模典型组合及主要结构特点	85
3.4.6 其他典型组合及主要结构特点	93

4 冲裁类模具..... 108

4.1 概念.....	108
4.2 冲裁件的工艺性	108
4.2.1 冲裁用材料	108
4.2.2 冲件的结构	108
4.2.3 冲裁件的精度	109
4.2.4 普通冲裁允许的毛刺	111
4.3 排样及材料利用率	111
4.3.1 排样	111
4.3.2 搭边	115
4.3.3 材料利用率的计算	115
4.3.4 排样方式的选择	118
4.4 冲裁力及压力中心的计算	118
4.5 凸、凹模的结构形式	120
4.5.1 凸模	120
4.5.2 凹模	122
4.6 凸、凹模的配合间隙	123
4.6.1 冲裁成形的工作状态	123
4.6.2 普通冲裁时凸、凹模之间的间隙	123
4.7 导头工作部分的尺寸	127
4.8 刀口模凸(凹)模的楔角	128
4.9 夹纸(布)胶板的冲裁	129
4.9.1 夹纸(布)胶板冲裁模尺寸计算	129
4.9.2 夹纸(布)塑料的加热范围	129
4.10 冲裁工艺缺陷原因分析及纠正措施	129

5 整修类模具..... 132

5.1 概念.....	132
-------------	-----

5.2 整修方法分类	132
5.2.1 将坯件外缘余量切掉的整修方法	132
5.2.2 内缘整修模的设计要点	134
5.2.3 光洁冲裁凹模圆角半径	135
5.3 整修的精度	135
5.4 整修工艺缺陷分料及纠正办法	136

6 弯曲类模具..... 137

6.1 概念.....	137
6.2 弯曲件的工艺性	137
6.3 弯曲件的展开尺寸计算	138
6.3.1 弯曲件的中性层系数	138
6.3.2 板料冲件弯成直角时弯曲部分弧长尺寸	138
6.3.3 直接用直边长度计算展开尺寸的修正值	139
6.3.4 典型弯曲件坯件展开尺寸计算	140
6.4 弯曲模的凸、凹模工作部分设计	142
6.4.1 工作部分的尺寸计算	142
6.4.2 弯曲凹模的设计	143
6.5 管材弯曲	145
6.6 弯曲力的计算	145
6.7 弯曲件的回弹	146
6.8 弯曲件产生缺陷的原因分析及纠正措施	146

7 拉伸类模具..... 148

7.1 概念.....	148
7.1.1 拉伸工艺及拉伸模的特点	148
7.1.2 拉伸成形的种类	148
7.2 拉伸件的工艺性	149
7.3 拉伸系数	150
7.3.1 拉伸系数的计算	150
7.3.2 各种条件下的拉伸系数	150
7.4 拉伸坯料的展开尺寸计算	153
7.4.1 圆筒拉伸件毛坯展开尺寸计算	153
7.4.2 无凸缘矩形拉伸件毛坯展开尺寸计算	157
7.5 拉伸模凸、凹模设计	162
7.5.1 拉伸模凸、凹模工作部分尺寸计算	162
7.5.2 拉伸模工作零件的圆角半径	162
7.5.3 拉伸模凸、凹模的单面间隙	163
7.6 拉伸压力的计算	163
7.7 拉伸时压力机的选择	165

7.7.1 压力机吨位的选择	165
7.7.2 拉伸时选择压力机还应考虑的因素	165
7.8 各类拉伸件的切边余量	165
7.9 变薄拉伸	166
7.10 拉伸坯件的工艺处理	167
7.11 拉伸时的润滑	169
7.12 拉伸时废品及缺陷的产生原因和纠正措施	170

8 冷挤压类模具.....173

8.1 概念.....	173
8.1.1 冷挤压工艺的特点	173
8.1.2 冷挤压的分类	173
8.2 冷挤压的工艺性	174
8.3 冷挤压用材料	176
8.3.1 适用于冷挤压的材料	176
8.3.2 冷挤压常用有色金属的力学性能	176
8.4 冷挤压的体积计算	177
8.5 冷挤压力的计算	178
8.6 冷挤压凸、凹模的设计	179
8.7 摩擦因数及冷挤压的润滑	182
8.8 冷挤压产品废品及缺陷原因分析及纠正措施	183

9 其他模具.....185

9.1 冷镦压铆钉	185
9.2 冷镦压螺钉	186
9.3 翻边工艺	187
9.4 校平模	191

10 常用数据及标准.....193

10.1 模具制造常用配合件尺寸公差	193
10.2 表面粗糙度新旧标准符号.....	195
10.3 硬度对照	196
10.4 冷冲压模具常用材料.....	197
10.5 冷冲压模具制造常用螺纹及螺纹零件	198
10.5.1 公制普通三角螺纹的螺距	198
10.5.2 螺钉及相关孔径	199
10.5.3 常用螺纹标准零件	199
10.6 冷冲压模具的常用标准.....	203
10.6.1 典型组合形式及模架	203
10.6.2 模架标准零件	207

10.6.3 装配固定用孔	215
10.6.4 其他常用标准零件	220
10.7 冲模制造零件加工工序余量	233
10.8 冷冲压模具的技术要求	234
10.9 冷冲压模具模架的技术要求	235
10.10 冷冲压模具零件的技术要求	235

附录	237
----------	-----

附录一 模具标准件零件图	237
附录二 模具履历册	255

参考文献	261
------------	-----

1 绪论

由于模具的诸多优点，它已成为现代制造业必不可少的重要组成部分。模具的最终目的是使用，是为多、快、好、省地生产出用户所需的产品。而要保证得到最好的使用效果，模具本身的综合质量是非常重要的。而要使模具有好的综合质量，仅依靠抓好制作环节是不够的，必须首先保证模具的设计质量。

冷冲压模具由于应用范围广，是模具的重要组成部分，在模具行业占有非常重要的地位。所以，模具的设计理应受到特别关注。一般来说，冷冲压模具的设计，都要受到多种因素的影响，如：

- ① 冲件的成形内容；
- ② 冲件成形的结构形状、尺寸大小、精度及其他相关的质量技术要求；
- ③ 冲件的材料种类、坯料类型、力学性能及质量状态，材料的厚度及规格；
- ④ 产品生产的批量；
- ⑤ 模具制作单位的基本条件及制作习惯；
- ⑥ 模具使用单位的设备状况。

为了保证模具的最终使用效果，模具设计时必须认真对待上述这些影响因素，从而采取有效的应对措施。

本书用图样、数据、表格及附加说明的方式，总结整理了冷冲压模具中各种整体及组成零件的结构形式及应用场合、相关设计参数等，供设计时选用和参考。

2 冷冲压工艺的基本常识

2.1 冷冲压工艺的概念

利用冲压设备和模具，在常温环境下对材料进行分离或变形的加工，从而获得具有一定形状、尺寸大小及相关精度、技术质量要求的产品的工艺技术方式，称为冷冲压工艺。为冷冲压工艺服务的专用工具，就是冷冲压模具。冷冲压工艺的主要优点是：

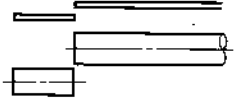
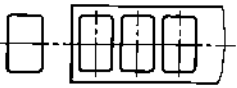
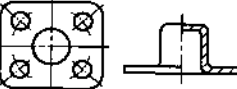
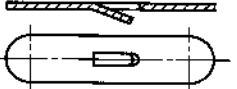
- ① 生产效率高；
- ② 产品质量稳定，互换性好；
- ③ 材料利用率高；
- ④ 操作简单，工人劳动强度低；
- ⑤ 产品成本低；
- ⑥ 适应范围广。

2.2 冷冲压工艺的分类

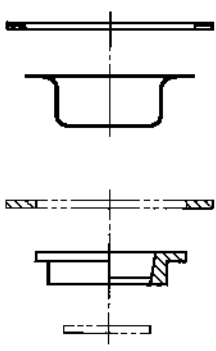
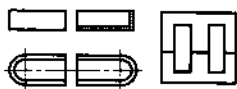
2.2.1 使材料分离的

各种分离工艺的特点及应用见表 2-1。

表 2-1 各种分离工艺的特点及应用

序号	工艺名称	工艺简图	特点及应用
1	切断		直接从毛坯板(条、棒)料上切割分离出所需宽度或长度的坯料或冲件。常用于下料或简单冲件的直接成形
2	落料		直接从坯料上切割分离出所需形状、尺寸的外形零件或工序坯件。多用于板状零件的首次冲压成形
3	冲孔		在工序坯件上按规定的方向、位置，切割分离出一定数量、形状、尺寸的内形(即孔)。冲孔既可单独进行，也可与其他工艺内容同时进行
4	切口		在冲件规定的位置、方向进行不完全冲切，形成材料部分分离，还有一部分仍与基体相连。多用于特殊需要的场合

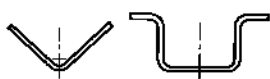
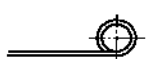
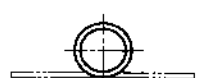
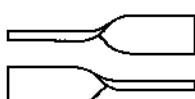
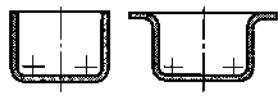
续表

序号	工艺名称	工艺简图	特点及应用
5	切边		将经变形冲压后的工序坯件不规则的多余部分材料用冲切的方式分离出来,使冲件成形达到规定的形状及尺寸要求。外形和内形均可进行切边作业。常用于拉伸件凸缘及锻件的飞边冲切
6	修整		对粗冲成形冲件的内、外形进行修整式冲切,在保证冲件形状、尺寸获得较高精度的同时,提高冲件剪切面的质量——平直、光洁。多用于冲件剪切面有特殊要求的场合
7	剖切裁开		将已冲切(压)成形、连接在一起的冲件,用切割分离的冲切方式分开。常用于两件连接在一起更有利成形的场合

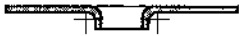
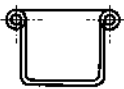
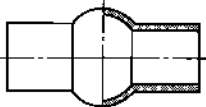
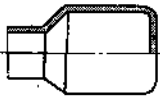
2.2.2 使材料变形的

各种变形工艺的特点及应用见表 2-2。

表 2-2 各种变形工艺的特点及应用

序号	工艺名称	工艺简图	特点及应用
1	弯曲		利用冲压,改变板状(或棒、管)坯件的形状,获得由直边带角度和圆弧过渡的立体零件。应用极为广泛
2	卷曲		对坯料一端弯曲成封闭的圆形。用以改善薄壁冲件边沿的机械强度或其他用途
3	卷圆		将定长坯料,用卷曲的方式变成一个封闭的圆形工件。多用于焊接圆筒形工件的成形加工,节省材料,厚度均匀
4	扭曲		用扭转变形的方式,将冲件原来平行的两端改变为具有一定角度关系。用于特定场合的中间连接件
5	拉伸		将平板坯件加压变形,使之成为空心带底的盒形零件。可带凸缘,也可不带凸缘。多数拉伸件为圆形,圆形件也更易成形

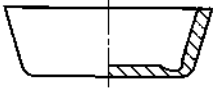
续表

序号	工艺名称	工艺简图	特点及应用
6	翻边		利用板坯上的底孔加压变形, 成形一个直径和直边高度符合使用要求的新孔。可用作螺纹底孔、连接件通过孔和提高板状零件的强度
7	起伏成形		在薄壁板料上成形类似波浪的凸凹形, 可以有效提高薄壁板件的强度
8	卷边		将薄壁空心冲件的口部边缘向外完成整体卷曲成形, 可以大幅提高冲件口部强度
9	压筋		在板料坯件上采用浅拉伸工艺压制出所需形状和深度的沟槽(另一面凸出)。压筋的目的多是提高板件的强度
10	凸肚		对空心件采用轴向压缩的方式, 迫使中段局部凸起。可用于对冲件外圆长度分段
11	缩口		对带底薄壁空心冲件, 在口部定长范围内施压, 迫使口部缩小。常用于便携式液体容器, 利用缩小的口部厚度增大制作螺纹, 以便加盖密封

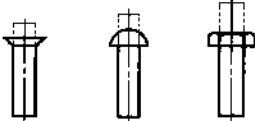
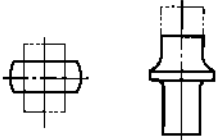
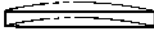
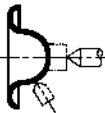
2.2.3 体积冲压类

各种体积冲压工艺的特点及应用见表 2-3。

表 2-3 各种体积冲压工艺的特点及应用

序号	工艺名称	工艺简图	特点及应用
1	体积冲压		对块状坯料施压, 在大面上形成凸出或凹进的结构。可以用于型腔模具精细结构的挤压加工, 也可用于成形产品表面所需的花纹图案、商标或编号标记。要求坯料有很好的塑性
2	整形		对初步成形的工序坯件, 在模具内再次施压后, 获得更加准确的形状和尺寸。必要时还可适当安排新的成形内容

续表

序号	工艺名称	工艺简图	特点及应用
3	冷挤压		对厚壁坯料施加强大快速压力,迫使材料沿模具预留的间隙流动,成形理想工序坯件。坯件可以是有底直通件或中空直通、上大小小结构
4	镦头		对棒(杆)料一端头施压,使头部变粗,获得头部理想形状及尺寸。多用作螺钉、铆钉头部成形
5	镦粗		对杆状坯料轴向施压,迫使全部或局部变粗,成为后工序坯件,节省材料,组织结构好
6	冲窝(眼)		对厚壁坯料或坯件实施点冲,形成不穿的浅坑。常用作标记或成形的中心
7	校平		对冲裁后出现变形、大面不平的冲件施压,达到大面平整的目的。多用于成形工序不能解决平整的冲件
8	旋压 (赶形)		对旋转状态下的坯料,用工具施加挤压力,形成中空的回转形工件。材料厚度可有变化

2.3 冷冲压用的材料

2.3.1 冷冲压用材料的种类

- ① 金属类: 包括各种铁、钢、铜、铝及其合金以及金、银等贵金属。
- ② 非金属类: 包括塑料、橡胶、纸板、皮革、毛毡、夹布胶板、夹纸胶板、云母片等。
- ③ 坯料的类型: 如板料、片材、棒料、管料、型材及铸锻坯件。

2.3.2 对冷冲压用材料的一般要求

- ① 良好的剪切性能。
- ② 板料平整光洁, 无锈蚀、划伤、裂纹等缺陷, 厚度均匀一致。
- ③ 棒料、管料、型材平直, 截面尺寸稳定, 一致性好。表面光洁无机械损伤, 内部组织无物理和化学缺陷。

- ④ 硬度符合规定要求, 全面积、全长度内均匀一致。
- ⑤ 用于冲裁成形的材料应有一定的强度。
- ⑥ 用于非冲裁成形的材料, 必须具有良好的塑性。

2.3.3 冷冲压用材料的力学性能

- ① 非金属材料的抗剪强度见表 2-4。
- ② 黑色金属的力学性能见表 2-5。
- ③ 有色金属的力学性能见表 2-6。

表 2-4 非金属材料的抗剪强度

材料种类	抗剪强度 τ /MPa		材料种类	抗剪强度 τ /MPa	
	采用普通冲裁方式	采用刀口凸模冲裁		采用普通冲裁方式	采用刀口凸模冲裁
夹纸胶板	140~200	100~130	石棉板		40~50
夹布胶板	120~180	90~100	橡胶、皮革、毛毡	20~80	1~10
夹玻璃布胶板	160~185	120~140	云母片(0.2~0.8mm)	60~100	50~80
金属箔的玻璃布胶板	160~220	130~150	人造云母	140~180	120~150
金属箔的纸胶板	140~200	110~130	有机玻璃、聚氧乙烯	100~130	70~80

注: 用普通冲裁方式时, 加热后取下限, 不加热取上限。

表 2-5 黑色金属的力学性能

材料名称	材料牌号	材料状态	极限强度		伸长率 δ /%	屈服点 σ_s /MPa	弹性模量 E /MPa
			τ /MPa	σ_b /MPa			
电工用工业纯铁	DT1 DT2 DT3	已退火的	180	230	26		
电工硅钢	D11, D12 D21, D31 D32, D370 D310~D340 D41~D48	已退火的	140	230	26		
普通碳素钢	(A0)	未经退火的	260~380	320~470	18~22	190	
	(A1)		260~320	320~400	28~33		
	Q215		270~340	340~420	26~31	220	
	Q235		310~380	440~470	21~25	240	
	Q245		340~420	490~520	19~23	260	
	Q275		400~500	580~620	15~19	280	
碳素结构钢	05	已退火的	200	230	28		
	05F		210~300	260~380	32		
	08F		220~310	280~390	32	180	
	08		260~360	330~450	32	200	190000
	10F		220~340	280~420	30	190	
	10		260~340	300~440	29	210	198000

续表

材料名称	材料牌号	材料状态	极限强度		伸长率 $\delta/\%$	屈服点 σ_s/MPa	弹性模量 E/MPa
			τ/MPa	σ_b/MPa			
碳素结构钢	15F	已退火的	250~370	320~460	28		
	15		270~380	340~480	26	230	202000
	20F		280~390	340~480	26	230	200000
	20		280~400	360~510	25	250	210000
	25		320~440	400~550	24	280	202000
	30		360~480	450~600	22	300	201000
	35		400~520	500~650	20	320	201000
	40		420~540	520~670	18	340	213500
	45		440~560	550~700	16	360	204000
	50	已正火的	440~580	550~730	14	380	220000
	55		550	≥ 670	14	390	
	60		550	≥ 700	13	410	208000
	65		600	≥ 730	12	420	
	70		600	≥ 760	11	430	210000
碳素工具钢	T7~T12 T7A~T12A	已退火的	600	750	10		
	T8A	冷作硬化的	600~950	750~1200			
优质碳素钢	10Mn2	已退火的	320~460	400~580	22	230	211000
	65Mn		600	750	12	400	211000
合金结构钢	25CrMnSiA 25CrMnSi	已低温退火的	400~560	500~700	18	950	
	30CrMnSiA 30CrMnSi		440~600	550~750	16	1450 850	
优质弹簧钢	60Si12Mn 60Si12MnA	已低温退火的	720	900	10	1200	200000
	65Si12WA	冷作硬化的	640~960	800~1200	10	1400 1600	
不锈钢	1Cr13	已退火的	320~380	400~470	21	420	210000
	2Cr13		320~400	400~500	20	450	210000
	3Cr13		400~480	500~600	18	480	210000
	4Cr13		400~480	500~600	15	500	210000
	1Cr18Ni9	经热处理的	460~520	580~640	35	200	200000
	2Cr18Ni9	冷冲压的 冷作硬化	800~880	1000~1100	38	220	200000
	1Cr18Ni9Ti	热处理退火软的	430~550	540~700	40	200	200000

注：括号内牌号为老标准。

表 2-6 有色金属的力学性能

材料名称	牌号	材料状态	极限强度		伸长率 $\delta/\%$	屈服点 σ_s/MPa	弹性模量 E/MPa
			τ/MPa	σ_b/MPa			
铝	L2, L3	已退火的	80	75~110	25	50~80	72000
	L5, L7	冷作硬化的	100	120~150	4	120~240	
铝锰合金	LF21	已退火的	70~100	110~145	19	50	71000
		半冷作硬化的	100~140	155~200	13	130	
铝镁合金 铝镁铜合金	LF2	已退火的	130~160	180~230		100	70000
		半冷作硬化的	160~200	230~280		210	
高强度的 铝镁铜合金	LC4	已退火的	170	250		—	70000
		淬硬并经人工时效	350	500		460	
镁锰合金	MB1	已退火的	120~140	170~190	3~5	98	43600
	MB8	已退火的	170~190	220~230	12~24	140	40000
		冷作硬化的	190~200	240~250	8~10	160	
硬铝	LY12	已退火的	105~150	150~215	12		72000
		淬硬并经自然时效	280~310	400~440	15	368	
		淬硬后冷作硬化	280~320	400~460	10	340	
紫铜	T1, T2, T3	软的	160	200	30	70	108000
		硬的	240	300	3	380	130000
黄铜	H62	软的	260	300	35	380	10000
		半硬的	300	380	20	200	110000
		硬的	420	420	10	480	
	H68	软的	240	300	40	100	
		半硬的	280	350	25	—	
		硬的	400	400	15	250	115000
铝黄铜	HPb59-1	软的	300	350	25	142	93000
		硬的	400	450	5	420	105000
锰黄铜	HMn58-2	软的	340	390	25	170	100000
		半硬的	400	450	15		
		硬的	520	600	5		
锡磷青铜 锡锌青铜	QSn6.5~2.5	软的	260	300	38	140	100000
		硬的	480	550	3~5	—	
	QSn4~3	特硬的	500	650	1~2	546	124000
铝青铜	QA17	退火的	520	600	10	186	115000~ 130000
		不退火的	550	650	5	250	
铝锰青铜	QA19-2	软的	360	450	18	300	92000
		硬的	480	600	约 1	500	