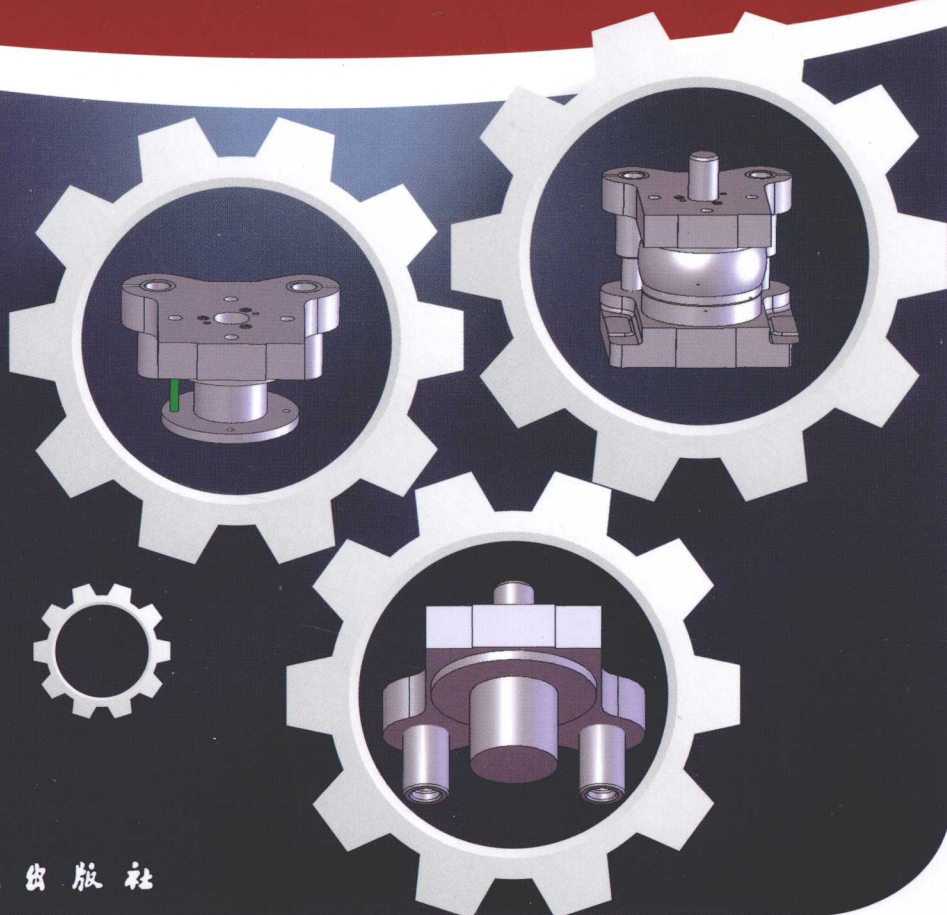
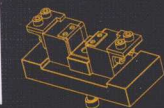
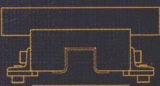
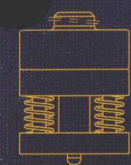
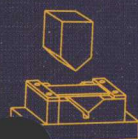


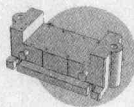
CHONGYA MUJU SHEJI JI SHILI JINGXUAN

冲压模具设计 及实例精选

宛强 编著



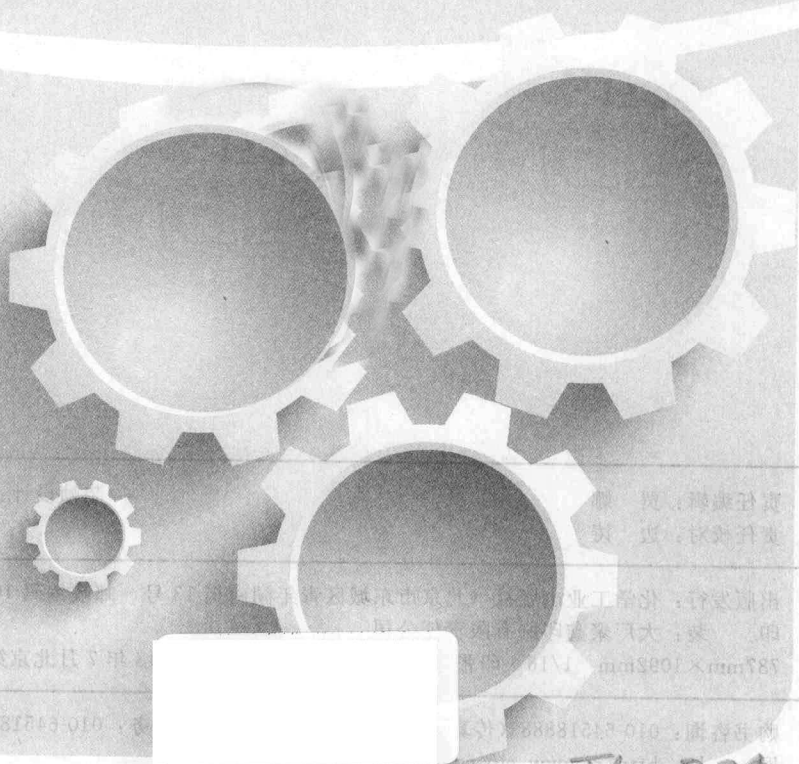
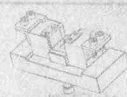
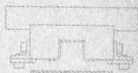
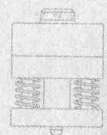
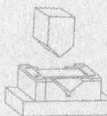
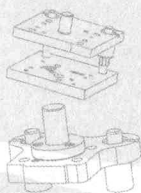
化学工业出版社



CHONGYA MUJU SHEJI JI SHILI JINGXUAN

冲压模具设计 及实例精选

宛强 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

TG 385.2

元 28.00 份 65

冲压模具设计实例精选

图书在版编目 (CIP) 数据

冲压模具设计及实例精选/宛强编著. —北京: 化学工业出版社, 2013. 5

ISBN 978-7-122-16806-1

I. ①冲… II. ①宛… III. ①冲模-设计 IV. ①TG385.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 056820 号

责任编辑: 贾 娜
责任校对: 边 涛

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 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司
787mm×1092mm 1/16 印张 18¼ 字数 474 千字 2013 年 7 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: 58.00 元

版权所有 违者必究



随着我国科学技术的进步、社会经济快速发展，模具成型技术及模具设计与制造已成为当代工业生产的重要手段。近十几年来，中国模具工业发展十分迅速，特别是高新技术企业的快速发展加大了用于技术进步的投资力度，技术进步已成为企业发展的重要动力。虽然我国的模具工业和技术得到了快速发展，但与国外工业发达国家相比仍存在较大差距，未来的中国模具工业和技术的发展空间是巨大的。

冲压模具是实现冲压加工的主要工艺装备。随着冲压件在机械、电子、仪器仪表、家用电器、玩具、生活日用品等领域中所占比例的不断增长，冲压模具也得到了很大的发展。然而，冲压模具的设计是一项非常艰辛而又极富创造性的工作。为了给广大冲压模具从业人员提供帮助，我们编写了本书。

本书从生产实际出发，立足于实用性和先进性，详细讲解了冲压模具设计的步骤及方法，主要包括：冲压模具设计概论、冲裁模设计及实例、弯曲模设计及实例、拉深模设计及实例、成形模设计及实例、多工位级进模设计及实例等。书中精选了典型模具作为实例进行分析讲解，并介绍了实际设计过程中各种常见的问题及解决方法。本书图文并茂，通俗易懂，可为从事冲压模具设计的工程技术人员提供参考，也可供大中专院校相关专业师生学习使用。

本书由宛强编著，在撰写过程中得到了各界同仁和朋友的大力支持、鼓励和帮助，在此表示衷心的感谢！

由于作者水平所限，书中不足之处在所难免，敬请广大读者和专家批评指正。

编者

欢迎订阅化学工业出版社模具专业图书

书 名	书 号	定价/元
冲压模具排样工艺图册(多工位级进模)	15711	89
就业金钥匙——注塑机操作工上岗一路通(图解版)	15206	29
冲模设计技法及典型实例解析	14648	78
机械工人工作手册系列——模具工工作手册	14441	39
机械工人入门系列——模具工入门	14385	29
模具制造实用手册	13090	78
多工位级进模典型结构图册	12678	58
注塑模具设计方法与技巧	12429	36
冲压模具设计实例精选	12293	49
注塑机操作工快速上岗	11428	28
注塑模具设计实用手册	11229	98
压铸模具设计实用教程	11082	49
图解模具专业英语	10554	29
冲压模具设计技巧、经验及实例	10675	58
冲压模具快速入门	09746	38
注塑模具设计 33 例精解	08319	28
冲压模具典型结构图册与动画演示	08025	78
冲压模具设计师速查手册	09724	98
注塑模具典型结构图册与动画演示	09624	98
注塑模具设计师速查手册	08388	108
冲压模具工快速上岗	06809	19
MasterCAMX 数控加工自动编程从入门到精通	09326	39
Pro/E4.0 产品与注塑模具设计从入门到精通	09273	36
模具材料及热处理技术问答	07344	39
冲压模具精选 88 例设计分析	07178	46
模具数控线切割加工技巧与实例	07218	36
冲压模具工快速上岗	06809	19
AutoCAD 注塑模具 2D 排位设计技巧与实例(附光盘)	06198	39
冷冲压模具设计——全国高职高专工作过程导向规划教材	05707	29
模具试模与维修——全国高职高专工作过程导向规划教材	05706	26
塑料成型模具设计——全国高职高专工作过程导向规划教材	05705	28
金属压铸模具设计——全国高职高专工作过程导向规划教材	05704	26
中小型模具报价估算方法与实例	05776	28
模具材料及热处理技术问答	07344	39
冲压模具技术问答	01405	22
塑料模具技术问答	05782	28

书 名	书 号 978-7-122-	定价/元
模具制造技术问答	05431	28
冲压模具简明设计手册 第二版	04487	88
压铸模具简明设计手册	06580	89
模具识图	03684	32
模具钳工速查手册	03268	42
模具钢选用速查手册	03605	36
模具制造基础与加工技术	04761	38
多工位级进模设计标准教程	02799	38
模具制造工艺入门	02999	16
冲压模具设计及实例精解(附光盘)	02190	38
新编工模具钢 660 种	01467	48
注塑成型工艺分析及模具设计指导	03486	38
模具钳工操作技能	02189	35
冲压模具设计与制造技术指南	02950	36
模具专业课程设计指导丛书——模具制造工艺课程设计指导与范例	03267	22
模具专业课程设计指导丛书——冲压模具课程设计指导与范例	01923	32
模具专业课程设计指导丛书——塑料模具课程设计指导与范例	05132	29
UG NX 注塑模具设计入门与技巧 100 例(附光盘)	03952	38
UG 冲压模具设计与制造(附光盘)	01902	52
UG 注塑模具设计与制造(附光盘)	7697	48
Pro/E 冲压模具设计与制造(附光盘)	01942	55
Pro/E 注塑模具设计与制造(附光盘)	01459	56
模具工工作手册	00145	25
模具机械加工工艺分析与操作案例	01013	18
模具数控铣削加工工艺分析与操作案例	01048	22
模具数控电火花成型加工工艺分析与操作案例	01449	18
模具数控电火花线切割工艺分析与操作案例	01461	18
Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 模具设计基础与实例教程(附光盘)	00888	39

以上图书由化学工业出版社机械分社出版。如要以上图书的内容简介和详细目录,或者更多的专业图书信息,请登录 www.cip.com.cn。如要出版新著,请与编辑联系。

地址:北京市东城区青年湖南街13号(100011)

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519688)

编辑电话:010-64519276

投稿邮箱: jiana@cip.com.cn

**第1章 冲压模具设计概论**

1

- 1.1 冲压加工基础知识..... 1
- 1.2 冲压模具的分类..... 2
- 1.3 冲压材料与冲压模具材料..... 2
 - 1.3.1 冲压材料..... 2
 - 1.3.2 冲压模具材料..... 4
 - 1.3.3 冲压模具工作部分用钢和结构部分用钢..... 7
- 1.4 冲压的基本工序..... 9
- 1.5 冲压模具设计的基本要求..... 11
 - 1.5.1 冲压模具设计应准备的资料..... 11
 - 1.5.2 冲压模具设计的程序与内容..... 11

第2章 冲裁模具设计及实例

21

- 2.1 冲裁模设计概述..... 21
- 2.2 条料排样..... 22
- 2.3 搭边..... 24
- 2.4 步距与条料宽度..... 25
- 2.5 材料的利用率..... 28
- 2.6 凸模、凹模和凸凹模的设计..... 29
 - 2.6.1 凸模的设计..... 29
 - 2.6.2 凹模的设计..... 32
 - 2.6.3 凸凹模的设计..... 37
- 2.7 冲裁过程与变形分析..... 40
- 2.8 凸模、凹模刃口部分的计算..... 45
- 2.9 冲裁力、卸料力、顶件力、推件力的计算..... 49
 - 2.9.1 冲裁力的计算..... 49
 - 2.9.2 卸料力、顶件力及推件力的计算..... 50
 - 2.9.3 降低冲裁力的方法..... 51
- 2.10 压力机的选择..... 51
- 2.11 定位部分的设计..... 52
- 2.12 卸料部分的设计..... 56
 - 2.12.1 卸料装置..... 56
 - 2.12.2 卸料板卸料方式..... 58
 - 2.12.3 卸料板外形尺寸的确定..... 59

2.12.4	推件(顶件)装置	59
2.12.5	卸料弹簧的选用与计算	59
2.12.6	橡胶的选用与计算	63
2.13	其他零件选用与设计	66
2.13.1	固定板外形尺寸的确定	66
2.13.2	垫板外形尺寸的确定	66
2.13.3	其他零件选用	66
2.14	压力中心的确定	71
2.15	模架与自制模架	72
2.15.1	模架	72
2.15.2	自制模架	74
2.15.3	模架规格	75
2.16	管材的冲裁方法	87
2.16.1	管材切断	88
2.16.2	管材剖口	88
2.16.3	管材冲孔	90
2.17	冲裁模典型结构	92
2.17.1	典型单、连续工序落料模	92
2.17.2	落料冲孔复合模	93
2.17.3	快速制作简易模	94
2.17.4	垫圈模	94
2.18	精密冲裁	95
2.18.1	带齿圈压料板精冲法(简称精冲)	95
2.18.2	精密冲裁的工艺方法	97
2.18.3	精冲件材料及精冲工艺特点	98
2.18.4	精冲零件的结构工艺性	99
2.18.5	精冲零件的质量要求	102
2.18.6	精冲的排样方法和搭边值的确定	103
2.18.7	精冲压力的计算	103
2.18.8	精冲模工作部分的设计	105
2.18.9	齿圈	106
2.18.10	精冲模结构	108
2.19	冲裁模设计实例	109
2.19.1	插片的设计	109
2.19.2	托板的设计	115

第3章 弯曲模设计及实例

128

3.1	弯曲模概述	128
3.2	弯曲件的变形与受力分析	129
3.3	弯曲零件的展开长度计算	132
3.4	弯曲件工序安排的顺序	134

3.5	提高弯曲件精度的工艺措施	135
3.5.1	影响弯曲件成形质量的因素	135
3.5.2	影响回弹的主要因素	135
3.5.3	减少回弹值的措施	136
3.6	弯曲模凸、凹模设计	138
3.7	弯曲力的计算及冲床的选用	141
3.8	管材的弯曲方法	142
3.9	弯曲模典型结构	146
3.9.1	单工序弯曲模	146
3.9.2	单工序卷圆模	148
3.9.3	冲孔/弯曲/落料连续模	148
3.10	弯曲模设计实例	149
3.10.1	弯曲件工艺性分析	149
3.10.2	零件分析	151
3.10.3	确定工艺方案	151
3.10.4	工艺计算	154
3.10.5	模具工作零件的计算及初绘总装配图	155

第4章 拉深模设计及实例

161

4.1	拉深件的工艺性	161
4.2	圆筒形拉深件	163
4.2.1	拉深件工艺性分析	163
4.2.2	无凸缘、窄凸缘圆筒形拉深件的工艺计算与设计	164
4.2.3	宽凸缘拉深件的工艺计算与设计	178
4.2.4	圆筒形拉深模具典型结构(首次拉深与后续拉深)	186
4.2.5	拉深力的确定与选压力机	189
4.3	矩形拉深件	190
4.3.1	浅矩形拉深件的工艺计算	191
4.3.2	深矩形拉深件的工艺计算	195
4.4	球形拉深件的工艺计算	199
4.5	锥形拉深件的工艺计算	201
4.6	台阶形拉深件的工艺计算	204
4.7	消除拉深过程中冷作硬化的措施	207
4.8	拉深模典型结构	208
4.8.1	单动压力机首次拉深模	208
4.8.2	后续拉深模	210
4.8.3	落料拉深模	211
4.9	拉深模设计实例	213

第5章 成形模设计及实例

221

5.1	胀形模设计	221
5.1.1	胀形工艺分析	221
5.1.2	胀形模的工艺计算	222
5.1.3	胀形模具典型结构	223
5.1.4	充液拉深、胀形模具	223
5.2	缩口模设计	225
5.2.1	缩口工艺分析	225
5.2.2	缩口模工艺计算	226
5.2.3	缩口模设计实例	228
5.2.4	缩口模具典型结构	229
5.3	翻边模设计	230
5.3.1	翻圆孔工艺及计算	230
5.3.2	翻孔模的工艺计算与设计	234
5.3.3	非圆孔的翻边工艺与计算	235
5.3.4	平面内凹外缘与平面外凸外缘翻边工艺与计算	236
5.3.5	翻边模具典型结构	239

第6章 多工位级进模设计及实例

241

6.1	多工位级进模概述	241
6.2	排样工艺与设计	242
6.2.1	零件工艺分析	242
6.2.2	排样图设计	243
6.2.3	级进模排样载体选择	245
6.2.4	工艺切口设计	246
6.3	侧刃与挡块的设计	250
6.4	导正销带料的导正定位	252
6.5	凸、凹模的设计	253
6.5.1	凸模的设计	253
6.5.2	凹模的设计	254
6.5.3	凹模的标注方法	254
6.6	级进模的模架设计	254
6.7	带料连续拉深工艺与设计	255
6.8	双筒形制件级进拉深设计	256
6.9	常见的级进模工序组合	259
6.10	级进模排样示例	260
6.11	级进模设计实例	263

附录

274

附录 1	冲模零件材料及热处理标准	274
附录 2	部分模具用钢热处理工艺	275

附录 3 冲压常用金属材料的力学性能·····	276
附录 4 冲压常用压力机技术参数表·····	277
附录 5 冲压常用油压力机技术参数表·····	279

参考文献

280

第1章



冲压模具设计概论

1.1 冲压加工基础知识

(1) 冲压的定义

冲压就是利用模具（主要是凸模、凹模、凸凹模及其他部件）安装在压力机（如冲床、油压机等设备）或其他相关设备上，对黑色金属板材、有色金属板材、非金属板材（在常温下）施加压力，使其产生分离或变形，从而获得一定形状和尺寸零件的加工方法。

(2) 冲压加工的要素

冲压加工的三要素是：模具、材料和压力机。此三要素的先进与否是决定冲压质量、精度和生产效率的关键因素，是不可分割的。先进的模具只有配备先进的压力机和优质的材料，才能充分发挥作用，做出一流产品，取得良好的经济效益。

(3) 冲压加工的特点

冲压是生产中应用广泛的一类加工方法。冲压加工必须制备相应的模具，而模具是技术密集型产品，其制造属单件小批量生产，具有难加工、精度高、技术含量高、生产成本高的特点。所以，只有在冲压零件大批量生产的情况下，冲压加工的优点才能充分显现。

目前，我国冲压技术与先进工业发达国家相比还有一定差距，主要表现在我国的冲压基础理论及成形工艺、模具标准化、模具设计、模具制造工艺及设备、材料等方面。随着外资企业的进入，先进工业发达国家的许多技术本地化，差距正在缩短。冲压模具正向高效、精密、长寿命、大型化方向发展。

另外，随着我国计算机技术和制造技术的迅速发展，冲压模具设计与制造技术正由手工设计、依靠人的经验和常规机械加工技术转向以计算机辅助设计（CAD/三维软件）、数控加工（CNC）为代表的计算机辅助设计与制造（三维造型/CAM）技术。计算机辅助设计软件与模具设计和制造技术相结合的模具设计技术目前我国已迅速发展，已经形成了CAD/CAE/CAM这一新型技术链。以三维造型为基础的模具显著缩短了模具设计及制造周期，使设计、制造一体化，降低了生产成本，提高了产品质量。

(4) 热处理、表处理新工艺

为了提高模具工作表面的耐磨性、硬度和耐蚀性，近年来模具表面性能强化技术发展很快，采用了表处理新技术。除人们熟悉的镀硬铬、氮化等表面硬化处理方法外，物理气相沉积（PVD）的方法已经得到迅速普及。真空离子镀膜是在真空状态下沉积镀层之物理气相沉积（PVD）的一种新工艺，能在金属表面产生极大的硬度并使之耐磨、抗氧化。PVD技

术包括氮化钛 (TiN)、碳化钛 (TiC)、氮碳化钛 (TiCN)、氮化锆 (ZrN)、氮化铬 (CrN)、氮化铝钛 (TiAlN) 等, 统称镀钛。例如: 拉伸模的凹模、弹片端子模的凸凹模、挤压模等, 以及精密模具所有需要耐磨的表面、抗腐蚀的零件。PVD 技术可以提高产品寿命 2~10 倍。

1.2 冲压模具的分类

(1) 按照工艺性质分类

根据工艺性质分类, 冲压模具通常分为以下几种。

① 冲裁模 沿封闭或敞开的轮廓线使材料产生分离的模具。如落料模、冲孔模、切断模、切口模、切边模、剖切模等。

② 弯曲模 使板料毛坯或其他坯料沿着直线 (弯曲线) 产生弯曲变形, 从而获得一定角度和形状的工件的模具。

③ 拉深模 把板料毛坯制成开口空心件, 或使空心件进一步改变形状和尺寸的模具。

④ 成形模 将毛坯或半成品工件按凸、凹模的形状直接复制成形, 而材料本身仅产生局部塑性变形的模具。如胀形模、缩口模、扩口模、起伏成形模、翻边模、整形模等。

(2) 按照工序组合程度分类

根据工序组合程度分类, 冲压模具通常分为以下几种。

① 单工序模 在压力机的一次行程中, 在一个工位只完成一个冲压工序的模具。

② 复合模 在压力机的一次行程中, 仅在一个工位, 并在此同一工位上同时完成两道或两道以上冲压工序的模具。

③ 级进模 也称连续模。在压力机的一次行程中, 在毛坯的送进方向上, 具有两个或更多的工位, 在不同的工位上逐次完成不同的冲压工序, 往往在最后一工位上冲出工件的模具。

1.3 冲压材料与冲压模具材料

1.3.1 冲压材料

冲压材料最常用的是金属板料, 有时也可以是非金属板料。金属板料分黑色金属和有色金属两种。

(1) 黑色金属板料

黑色金属是指铁和碳的合金。如钢、生铁、铁合金、铸铁等。钢和生铁都是以铁为基础, 以碳为主要添加元素的合金, 统称为铁碳合金。

① 普通碳素钢钢板 如 Q195、Q235、Q275 等。

② 优质碳素结构钢钢板 这类钢板的化学成分和力学性能都有保证。其中碳钢以低碳钢使用较多, 常用牌号有: 05、08F、10、20、70 等, 冲压性能和焊接性都好, 目前是用得最多的冲压件板材。

③ 低合金结构钢板 常用的如 16Mn、10Mn2。用以制造有强度、弹性要求的重要冲压件。

④ 电工硅钢板 如DT1、DT2。

⑤ 不锈钢板 如我国的1Cr18Ni9Ti、1Cr13等,美国的304、日本的SUS304等。通常拉深件用的不锈钢材料就是不锈钢板,用以制造有防腐蚀防锈要求、外观漂亮的产品。

(2) 有色金属板料

有色金属又称非铁金属,指除黑色金属外的金属和合金,如铜、锡、铅、锌、铝以及黄铜、青铜、铝合金和轴承合金等。另外,在工业上还采用铬、镍、锰、钼、钴、钒、钨、钛等,这些金属主要用作合金附加物,用以改善金属的性能,其中钨、钛、钼等多用于生产刀具用的硬质合金。此外,还有贵重金属铂、金、银等和稀有金属,包括放射性的铀、镭等。

① 纯铜及铜合金(如电解铜、黄铜) 牌号有T1、T2、H62、H68等,其塑性、导电性与导热性均很好。

② 纯铝及铝合金 常用的牌号有L2、L3、LF21、LY12等,有较好塑性,变形抗力小且轻。

(3) 非金属材料板料

如胶木板、橡胶板、塑料板、纸板、云母板等。

(4) 冲压用材料的要求

现代企业最常用的是张片、捆片与卷料(企业通常是外面订购)或企业自己对购进的板料(通常是 $2\text{m}\times 1\text{m}$)用剪板机按需求进行剪板。有时也采用边角废料,边角废料因为来源有限,只适用于小批量生产和生产价值昂贵的有色金属的产品。板料按厚度公差可分为A、B、C三种;按表面质量可分为I、II、III三种,钢板表面不得有裂纹、气泡、夹杂、结疤、折叠和明显的划痕。钢板不得有分层。其他缺陷允许存在,但其深度或高度不得超过钢板厚度允许公差之半。

用于拉深复杂零件的铝镇静钢板,其拉深性能可分为ZF、HF、F三种。一般深拉深低碳薄钢板可分为Z、S、P三种(Z是最深拉深,S是深拉深,P是普通深拉深料)。板料供应状态可分为:退火状态M、淬火状态C,外企和部分大陆地区也分硬料、半硬料(1/2硬)、(3/4硬)、软料等。板料有冷轧和热轧两种轧制状态。

常用冲压用材料交货时,交付到企业的一般是捆片或张片或卷料。

(5) 常用冲压材料

① 钢板类(需要说明的是许多所谓的进口钢材并非真正的进口,其实是我们大陆中外合资企业生产的)

国标:Q235(旧标准A3)(美国:Gr.D,日本:SM400A)。

国标:20~50(如45钢)(美国:1020~1050,日本:S20C~S50C)。

如标有SPCD、SPCC或SPCEN,是指日本冷轧钢板,有单光片(如SPCC-SD)、双光片(如SPCC-SB)等。日本钢材(JIS系列)的牌号第一部分表示材质,如:S(Steel)表示钢,F(Ferrum)表示铁;第二部分表示不同的形状、种类、用途,如P(Plate)表示板,T(Tube)表示管;第三部分表示特征数字,一般为最低抗拉强度。SPCC相当于普通冷板(1/2硬),表示一般用冷轧碳素钢薄板及钢带,相当于我国Q195-215A牌号。其中第三个字母C为冷Cold的缩写。需保证抗拉试验时,在牌号末尾加T为SPCCT。

SPCD:相当于国产08L冷板(深拉深板1/4硬),表示冲压用冷轧碳素钢薄板及钢带,相当于我国08AL(13237)优质碳素结构钢。

SPCEN:冷板(最深拉深软板)表示深冲用冷轧碳素钢薄板及钢带,相当于我国08AL(5213)深冲钢板。需保证非时效性时,在牌号末尾加N为SPCEN。冷轧碳素钢薄板及钢

带调质代号：退火状态为 A，标准调质为 S，1/8 硬为 8，1/4 硬为 4，1/2 硬为 2，硬为 1。表面加工代号：无光泽精轧为 D，光亮精轧为 B。如：SPCC-SD 表示标准调质、无光泽精轧的一般用冷轧碳素薄板；SPCCT-SB 表示标准调质、光亮加工，要求保证力学性能的冷轧碳素薄板。

SECC：矽钢片。

SPHC（热轧板）：表示一般用热轧钢板及钢带。首位 S 为钢 Steel 的缩写，P 为板 Plate 的缩写，H 为热 Heat 的缩写，C 为商业 Commercial 的缩写。

SGCC：镀锌板。

C5102：C5191 是指日本磷铜片。

C1720：是指日本铍青铜片。

② 铜板类（国内 GB）

纯铜：T1，T2，T3，含铜量 99.95%~99.97%，其余为银。

黄铜：H90，含铜量 88%~91%，其余为锌。

黄铜：HNi65-5，含铜量 64%~67%，含镍量 5%~6.5%。

黄铜：HSn90-1，含铜量 88%~91%，含锡量 0.25%~0.75%。

白铜：B5，含铜量 4.4%~5%，其余为镍+银。

锡青铜：QSn4-3。

铍青铜：Qbe2。

③ 铝板类（国内 GB）

纯铝：Al，含铝量 99.95%~99.995%。

L1~L6：工业纯铝。

LG1~LG5：工业高纯铝。

LF2~LF43：防锈铝。

LY1~LY17：硬铝。

LD2~LD31：锻铝。

LC3~LC12：超硬铝。

LT1~LT66：特殊铝。

④ 不锈钢板类

国产 1Cr18Ni9（日本 SUS302，美国 302），奥氏体，高强度，用于建筑装饰部件。

国产 0Cr18Ni9（日本 SUS304，美国 304），奥氏体，拉深用的不锈钢材料就是它。

国产 1Cr17Ni7（日本 SUS301，美国 301）奥氏体，现在做端子连续模用的条料（有弹性的弹片）就是它。

国产 1Cr17（日本 SUS430，美国 430，俗称不锈钢），用于燃烧器部件、家用电器。

国产 1Cr13（日本 SUS410，美国 410）马氏体，耐蚀，一般用于刀刃零件、餐具等。

国产常用冲压材料的力学性能见表 1-1。

1.3.2 冲压模具材料

制作冲压模具的材料属于冷作模具钢，是应用量大、使用广泛、种类最多的模具钢种类。主要性能要求有强度、韧性、耐磨性（硬度）。目前使用最多的我国国产的模具钢种以 Cr12、Cr12 MoV 为代表，国外以日本的 SKD 类，美国的 D2、D3 类，瑞典的 XW-41、DF-2 类等为代表。

表 1-1 国产常用冲压材料的力学性能

材料名称	牌 号	材料状态 及代号	力 学 性 能			
			抗剪强度 τ_b /MPa	抗拉强度 R_m /MPa	屈服点 σ_s /MPa	伸长率 δ /%
普通碳素钢	Q195	未经退火	255~314	315~390	195	28~33
	Q235		303~372	375~460	235	26~31
	Q275		392~490	490~610	275	15~20
碳素结构钢	08F	已退火	230~310	275~380	180	27~30
	08		260~360	215~410	200	27
	10F		220~340	275~410	190	27
	10		260~340	295~430	210	26
	15		270~380	335~470	230	25
	20		280~400	355~500	250	24
	35		400~520	490~635	320	19
	45		440~560	530~685	360	15
	50		440~580	540~715	380	13
	不锈钢		1Cr13	已退火	320~380	440~470
1Cr18Ni9Ti		经热处理	460~520	560~640	200	40
铝	1060、1050A、1200	已退火	80	70~110	50~80	20~28
		冷作硬化	100	130~140	—	3~4
硬铝	2A12	已退火	105~125	150~220	—	12~14
		淬硬并经 自然时效	280~310	400~435	368	10~13
		淬硬后冷作硬化	280~320	400~465	340	8~10
纯铜	T1、T2、T3	软	160	210	70	29~48
		硬	240	300	—	25~40
黄铜	H62	软	260	294~300	—	3
		半硬	300	343~460	200	20
		硬	420	≥ 12	—	10
	H68	软	240	294~300	100	40
		半硬	280	340~441	—	25
		硬	400	392~400	250	13

最近我国新研制了四种模具用钢：65Cr4W3Mo2VNb（简称 65Nb）、7Cr7Mo3V2Si（简称 LD1）、5Cr4Mo3SiMnVAI（简称 012Al）、6Cr4Mo3Ni2WV（简称 CG2）。前两种耐磨性较好，后两种韧性较好。65Nb、012Al 和 CG2 相当并优于高速钢，抗压强度比 Cr12MoV 钢高。

目前冷作模具钢的发展趋势一种是突出提高模具的韧性，另一种是以提高耐磨性为主要目的，以适应高速、自动化、大批量生产而开发的粉末高速钢。

目前制造冲压模具的材料绝大部分以钢材为主。模具材料的选用，不仅关系到模具的使用寿命，而且也直接影响到模具的制造成本，因此是模具设计中的一项重要工作。在冲压过

程中, 模具承受冲击负荷且连续工作, 使凸、凹模受到强大压力和剧烈摩擦, 工作条件极其恶劣。因此选择模具材料应遵循如下原则。

- ① 根据模具种类及其工作条件, 选用材料要满足使用要求, 应具有较高的强度、硬度, 耐磨、耐冲击、耐疲劳等。
- ② 根据冲压材料和冲压件生产批量选用材料。
- ③ 满足加工要求, 应具有良好的加工工艺性能, 便于切削加工, 淬透性好、热处理变形小。
- ④ 满足经济性要求。

模具材料的种类很多, 应用也极为广泛。冲压模具所用材料主要有碳钢、合金钢、铸铁、铸钢、硬质合金、钢结硬质合金以及锌基合金、低熔点合金、环氧树脂、聚氨酯橡胶等。冲压模具中凸、凹模等工作零件所用的材料主要是模具钢, 常用的模具钢包括碳素工具钢、合金工具钢、轴承钢、高速工具钢、基体钢、硬质合金、钢结硬质合金、锌基合金、低熔点合金、铝青铜和高分子材料等。

(1) 碳素工具钢

在模具中应用较多的碳素工具钢为 T8A、T10A 等, 优点为加工性能好, 价格便宜, 但淬透性和红硬性差, 热处理变形大, 承载能力较低。

(2) 低合金工具钢

低合金工具钢是在碳素工具钢的基础上加入了适量的合金元素。与碳素工具钢相比, 减少了淬火变形和开裂倾向, 提高了钢的淬透性, 耐磨性亦较好。用于制造模具的低合金工具钢有 CrWMn、9Mn2V、7CrSiMnMoV (代号 CH-1)、6CrNiSiMnMoV (代号 GD) 等。

(3) 高碳高铬工具钢

常用的高碳高铬工具钢有 Cr12、Cr12MoV、Cr12Mo1V1 (代号 D2), 它们具有较好的淬透性、淬硬性和耐磨性, 热处理变形很小, 为高耐磨微变形模具钢, 承载能力仅次于高速钢。但碳化物偏析严重, 必须进行反复墩拔 (轴向墩、径向拔) 改锻, 以降低碳化物的不均匀性, 提高使用性能。目前正被大多数厂家使用。

(4) 高碳中铬工具钢

用于模具的高碳中铬工具钢有 Cr4W2MoV、Cr6WV、Cr5MoV 等, 它们的含铬量较低, 共晶碳化物少, 碳化物分布均匀, 热处理变形小, 具有良好的淬透性和尺寸稳定性。与碳化物偏析相对较严重的高碳高铬钢相比, 性能有所改善。

(5) 高速钢

高速钢具有模具钢中最高的硬度、耐磨性和抗压强度, 承载能力很高。模具中常用的有 W18Cr4V (代号 8-4-1) 和含钨量较少的 W6Mo5Cr4V2 (代号 6-5-4-2, 美国牌号为 M2) 以及为提高韧性开发的降碳降钒高速钢 6W6Mo5Cr4V (代号 6W6 或称低碳 M2)。高速钢也需要改锻, 以改善其碳化物分布。

(6) 基体钢

在高速钢的基本成分上添加少量的其他元素, 适当增减含碳量, 以改善钢的性能。这样的钢种统称基体钢。它们不仅有高速钢的特点, 具有一定的耐磨性和硬度, 而且抗疲劳强度和韧性均优于高速钢, 为高强韧性冷作模具钢, 材料成本却比高速钢低。模具中常用的基体钢有 6Cr4W3Mo2VNb (代号 65Nb)、7Cr7Mo2V2Si (代号 LD)、5Cr4Mo3SiMnVAL (代号 012AL) 等。