



教育部高职高专规划教材

职业技能 **人才** 培养培训教材

冲压模具设计与制造

▶ 刘华刚 编



化学工业出版社
教材出版中心

教育部高职高专规划教材

职业技能人才培养培训教材

冲压模具设计与制造

刘华刚 编



化学工业出版社
教材出版中心

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

冲压模具设计与制造/刘华刚编. —北京:化学工业出版社, 2005.12
教育部高职高专规划教材
(职业技能人才培养培训教材)
ISBN 7-5025-7976-1

I. 冲… II. 刘… III. ①冲模-设计-高等学校:技术学院-教材②冲模-制模工艺-高等学校:技术学院-教材 IV. TG385.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 145964 号

教育部高职高专规划教材
职业技能人才培养培训教材

冲压模具设计与制造

刘华刚 编

责任编辑:高钰

文字编辑:宋薇

责任校对:王素芹

封面设计:于兵

*

化学工业出版社
出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码 100029)

购书咨询:(010)64982530

(010)64918013

购书传真:(010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
北京永鑫印刷有限责任公司印刷
三河市延风装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 14½ 字数 371千字

2006年1月第1版 2006年1月北京第1次印刷

ISBN 7-5025-7976-1

定价:24.00元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

内 容 提 要

本书系统、综合地介绍了冷冲压成形工艺模具的设计方法和模具制造方法。本书包括五个项目，项目一介绍了冲压件材料及工艺性分析，其中涵盖板料冲压基本理论及材料和冲压件工艺性两部分内容；项目二介绍了冲裁模、弯曲模、拉深模的设计方法，也简单明了地描述了校平、整形、翻边与翻孔、缩口，同时介绍了压力设备以及压力设备上模具的装模与卸模步骤，最后以具体实例介绍了模具设计的全过程。项目三介绍了冲模零部件加工、冷冲压成形模具的装配、冷冲压成形模具的调试三部分内容，并分别给以具体实例；项目四介绍了模具拆装的内容和步骤等内容，为学生模具拆装的过程提供了依据。项目五是对学生从模具设计到制造的综合训练。

本书有综合性、实用性、先进性等方面突出的特点。适合高职高专学生、中等职业学校学生及具有初中以上文化水平的从事冷冲压成形模具设计制造和工艺编制的技术人员使用，从而使其快速了解和掌握冷冲压成形工艺与模具设计制造的知识和技能。

前 言

冲压技术广泛地应用于航空、汽车、电机、电器和通讯等行业零部件的成形。近年来我国模具技术有了很大发展，模具设计与制造水平有了较大的提高，大型、精密、复杂、高效和长寿命模具的需求量大幅度增加。模具质量、模具寿命明显提高；模具交货期明显缩短。冲压工艺具有生产率高、生产成本低、材料利用率高、能成形复杂零件、适合大批量生产等优点。因此，冲压技术在发展生产、增加效益、更新产品等方面具有重要作用。

本书遵循理论联系实际，体现了其应用性、实用性、综合性和先进性，激发读者创新。编者根据多年从事模具制造工作以及教学工作经验编写，本书以综合素质为基础；以能力为本位；以企业需求为基本依据；以就业为导向；适应企业技术发展；体现教学内容的先进性和前瞻性。本书包括冲压基本理论及模具材料的选择，模具结构设计，冲压设备的选择，冲压工艺方案的确定，编制冲压工艺规程、模具制造方法、模具制造实训等方面的内容。掌握模具加工的核心技术，了解周边技术和跟踪前沿技术，为模具行业培养复合型、复合型人才。

本书特点如下。

(1) 根据冲压模具设计与制造实际生产需要，以“必需、够用”为原则，重点介绍设计与制造中所应用的知识，并将两者有机地融为一体，加强了专业知识的广度，吸纳了新知识，体现了其应用性、实用性、综合性和先进性。

(2) 本书采用项目、任务、案例的形式细化，明确了知识点，方便教学与自学。

(3) 书中配有讨论题、练习以及整个项目的课业任务书，便于自我检测。

本书可作为高等职业技术学院、高等专科学校和成人高等学校的模具设计与制造专业及机械、机电类各相关专业的教材，也是从事模具设计与制造工程技术人员的参考资料。

由于编者的水平有限，书中不妥之处，敬请读者指出。

编者

2005年7月

目 录

项目一 冲压件材料及工艺性分析	1
任务一 板料冲压基本理论及材料.....	1
案例 1 板料冲压工艺特点	1
案例 2 冷冲压工序分类	1
案例 3 冷冲压成形模具分类	3
案例 4 冷冲压成形模具结构	4
案例 5 冷冲压成形工艺中常用材料	5
案例 6 常用金属冲压材料的规格	6
案例 7 新型冲压材料	7
案例 8 冷冲压成形模具常用材料	8
检测	9
任务二 冲压件工艺性.....	9
案例 1 冲压件的工艺性	9
案例 2 冲裁件的工艺性	10
案例 3 弯曲件的工艺性	12
案例 4 拉深件的结构工艺性	13
检测	13
项目二 模具设计	16
任务一 冲裁件排样的设计	16
案例 1 冲裁变形过程分析	16
案例 2 冲裁断面特征及板料的受力分析	17
案例 3 冲裁间隙的选择	18
案例 4 合理冲裁间隙的计算与选择	19
案例 5 凸模、凹模尺寸确定	22
案例 6 冲压力	27
案例 7 压力中心的确定	31
案例 8 排样与搭边	33
检测	36
任务二 冷冲模典型零件设计	37
案例 1 冲模组成零件	38
案例 2 凸模	38
案例 3 凹模	43
案例 4 凸凹模的最小壁厚	46
案例 5 凸模、凹模的镶拼结构	47
案例 6 定位装置的设计	48
案例 7 挡料装置的设计	50

案例 8	导料装置的设计	52
案例 9	导正装置的设计	54
案例 10	卸料装置的设计	56
案例 11	推件与顶件装置的设计	58
案例 12	导板的设计	59
案例 13	压料装置的设计	61
案例 14	模架的选用	63
案例 15	凸模、凹模固定板和垫板的设计	65
案例 16	紧固零件的选用	66
检测	66
任务三	冲裁模典型结构	67
案例 1	无导向单工序冲裁模	67
案例 2	导板式单工序冲裁模	68
案例 3	导柱式单工序冲裁模	69
案例 4	冲孔模	69
案例 5	导正销定距的级进模	70
案例 6	侧刃定距的级进模	71
案例 7	无废料、少废料级进模	74
案例 8	正装式复合模	76
案例 9	倒装式复合模	77
检测	78
任务四	弯曲模具设计	78
案例 1	弯曲变形过程	78
案例 2	弯曲毛坯展开长度计算	80
案例 3	最小弯曲半径及弯曲力	82
案例 4	弯曲模工作部分的尺寸参数	83
案例 5	回弹	85
案例 6	弯曲模的典型结构	87
检测	89
任务五	拉深及其他成形模具设计	90
案例 1	拉深变形特点	90
案例 2	拉深件的毛坯尺寸计算 (圆筒件)	94
案例 3	拉深力的计算	97
案例 4	拉深模典型结构	98
案例 5	拉深模工作部分结构与尺寸计算	100
案例 6	校平与整形	105
案例 7	翻孔与翻边	107
案例 8	缩口	110
案例 9	胀形	112
案例 10	起伏成形	114
检测	115
任务六	冲压设备的选用	116

案例 1 冲压设备分类、型号及特点	116
案例 2 冲压设备主要技术参数	118
案例 3 压力机上模具的装模与卸模	120
检测	121
任务七 冲裁模具设计实例	121
检测	126
项目三 冲模制造	129
任务一 冲模零部件加工	129
案例 1 模具制造过程	129
案例 2 冲模模架的制造	131
案例 3 冲模工作零件的加工	136
案例 4 冲模零件的电火花加工	144
案例 5 电火花线切割加工	149
案例 6 冲模工作零件的加工冲压模表面技术	159
案例 7 冲压模弹簧和橡胶的选用	162
任务二 冷冲压成形模具的装配	165
案例 1 冷冲模装配的技术要求	165
案例 2 装配模具前, 模具钳工应做的准备工作	166
案例 3 模具的装配方法	166
案例 4 在装配冲模时, 怎样控制凸模、凹模间隙	167
案例 5 确定冲模的装配顺序	169
案例 6 模具零件紧固——机械固定法	169
案例 7 模具零件紧固——物理固定法	170
案例 8 模具零件紧固——化学固定法	171
案例 9 冷冲压成形模具装配实例	173
任务三 冷冲压成形模具的调试	176
案例 1 冲模的安装步骤	176
案例 2 模具装配后进行试模与调整的原因	177
案例 3 模具调试的内容	177
案例 4 模具在调试过程中应注意的问题	178
案例 5 模具冲裁模调试的要点	178
案例 6 弯曲模的调整要点	179
案例 7 拉深模试模与调整要点	179
案例 8 冲裁模试冲时常会出现的弊病及调整	179
案例 9 弯曲模试模过程中常见的弊病及调整方法	182
案例 10 拉深模调试中的缺陷及调整方法	184
案例 11 试模常见问题及调整	186
任务四 冲模制造实例	187
检测	194
项目四 模具拆装测绘实训	197
案例 1 模具拆装的准备工作	197
案例 2 模具拆装的一般规则	197

案例 3 模具拆装的内容和步骤	197
案例 4 模具测绘的一般内容	198
案例 5 模具拆装的实训报告	199
案例 6 单工序模具拆装实例	199
检测	202
项目五 冷冲压成形模具综合实训	205
案例 1 综合实训的要求	205
案例 2 综合实训的准备及任务	205
案例 3 冲压工艺规程的编制	206
案例 4 冲压模具设计的基本内容和步骤	210
案例 5 冲压模具制造的基本内容和步骤	211
检测	212
综合实训题库	214
参考文献	221

项目一 冲压件材料及工艺性分析

知识目标：掌握冷冲压及冷冲压模具的基本概念；冷冲模具结构；冲模的分类；冲压工序的分类；冲压变形基础理论；掌握冲裁件、弯曲件、拉深件等冲压件的结构工艺性，分析并应用冲压件的结构工艺性。

能力目标：运用冲压工序分类的基本知识，对日常生活中看到的冲压件能够进行归类；根据冲压件图纸或实物进行结构工艺性分析。

任务一 板料冲压基本理论及材料

目标：掌握冷冲压及冷冲压模具的基本概念；冷冲模具结构；冲模的分类；冲压工序的分类；冲压变形基础理论。

案例1 板料冲压工艺特点

冷冲压是在常温下，利用冲压模在冲压设备上对板料或型材施加压力，使其产生塑性变形或分离，从而获得所需形状、尺寸和性能零件的一种压力加工方法。对于某些非金属材料，也可以采用冲压工艺制造零件。

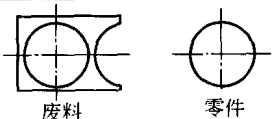
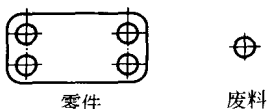
冷冲压工艺有以下特点。

- ① 用冷冲压加工方法可以得到形状复杂、用其他加工方法难以加工的工件。
 - ② 冷冲压件的尺寸精度是由模具保证的，因此尺寸稳定、互换性好。
 - ③ 操作简单，劳动强度低，易于实现机械化和自动化，生产率高。
 - ④ 材料利用率高，工件重量轻、刚性好、强度高，冲压过程耗能少，故工件的成本较低。
 - ⑤ 冲压加工中所用模具结构一般比较复杂、生产周期长、成本高。
- 所以单件、小批量生产采用冲压工艺受到一定限制，冲压工艺多用于批量生产。近年来发展的简易冲模、组合冲模、锌基合金冲模等为单件、小批量生产采用冲压工艺提供了条件。

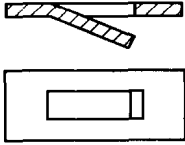
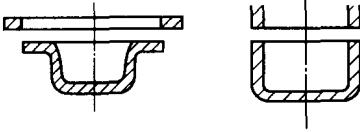
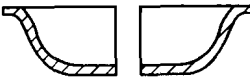
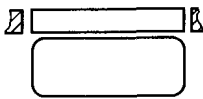
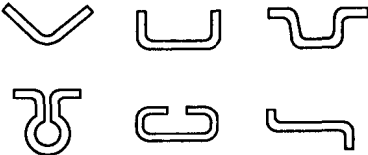
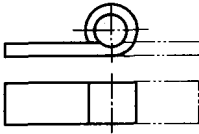

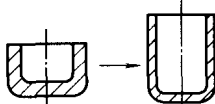

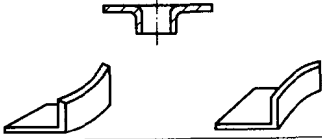
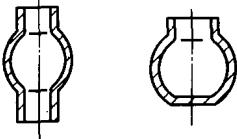
案例2 冷冲压工序分类

常用的冷冲压工序分类如表 1-1 所示。

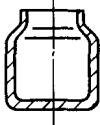
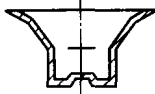
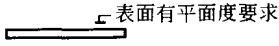
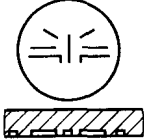
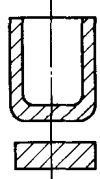
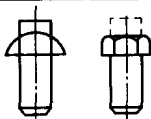
表 1-1 冷冲压的基本工序

工序性质	工序名称	工序简单图	特点
分离工序	落料		用落料模沿封闭轮廓冲裁板料或条料，冲掉部分是制件
	冲孔		用冲孔模沿封闭轮廓冲裁工件或毛坯，冲掉部分是废料

续表

工序性质	工序名称	工序简单图	特点
分离工序	切口		用切口模将部分材料切开、但并不使它完全分离, 切开部分材料发生弯曲
	切边		用切边模将坯件边缘的多余材料冲切下来
	剖切		用剖切模将坯件弯曲件或拉深件剖成两部分或几部分
	整修		用整修模去掉坯件外缘或内孔的余量, 以得到光滑的断面和精确的尺寸
成形工序	弯曲		用弯曲模将平板毛坯(或丝料、杆件毛坯)压弯成一定尺寸和角度, 或将已弯件作进一步弯曲
	卷边		用卷边模将条料端部按一定半径卷成圆形
	拉深		用拉深模将平板毛坯拉深成空心件, 或使空心毛坯作进一步变形
	变薄拉深		用变薄拉深模减小空心毛坯的直径与壁厚, 以得到底厚大于壁厚的空心制件
	起伏成形		用成形模使平板毛坯或制件产生局部拉深变形, 以得到起伏不平的制件
	翻边		用翻边模在有孔或无孔的板件或空心件上, 翻出直径更大而成一定角度的直壁
	胀形		从空心件内部施加径向压力使局部直径胀大

续表

工序性质	工序名称	工序简单图	特点
成形工序	缩口		在空心件外部施加压力,使局部直径缩小
	整形 (立体)		用整形模将弯件或拉深件不准确的地方压成准确形状
	整形 (校平)	 表面有平面度要求	将零件不平的表面压平
	压印		用压印模使材料局部转移,以得到凸凹不平的浮雕花纹或标记
	冷挤压		使金属沿凸模、凹模间隙或凹模模口流动,从而使原毛坯转变为薄壁空心件或横断面小的半成品
	顶墩		将杆状坯料局部墩粗

案例3 冷冲压成形模具分类

冲压件的表面质量、尺寸精度、生产效率、经济效益等与模具结构密切相关。为了便于研究,将冲压模具按不同特征进行分类。一般有以下几种分类方法。

1. 按冲压工艺进行分类

(1) 冲裁模具

冲裁模具可分为:①落料模具;②冲孔模具;③切断模具;④切口模具;⑤剖切模具;⑥整修模具;⑦精冲模具。

(2) 弯曲模具

弯曲模具可分为:①自由弯曲模具;②校正弯曲模具;③V形弯曲模具;④U形弯曲模具;⑤异形弯曲模具;⑥变薄弯曲模具。

(3) 拉深模具

拉深模具可分为:①无凸缘圆筒拉深模具;②有凸缘圆筒拉深模具;③盒形件拉深模具;④锥形件拉深模具;⑤阶梯形件拉深模具;⑥球面拉深模具;⑦抛物面拉深模具;⑧异形件拉深模具;⑨变薄拉深模具。

(4) 成形模具

成形模具可分为:①胀形模具;②翻边模具;③压印、校平模具;④整形模具;⑤缩口模具。

2. 按工序组合程度进行分类

①单工序模；②复合模具；③连续模具。

3. 按上下模的导向方式进行分类

①无导向的开式模具；②有导向的导板模具；③有导向的导柱模具。

4. 按导料或定位形式进行分类

①固定导料销模具；②活动导料销模具；③导正销定位模具；④侧刃定位模具。

此外，还可以把模具分为精密冲裁模具和普通冲裁模具；小型模具、中型模具和大型模具等。

案例4 冷冲压成形模具结构

1. 模具结构介绍

图 1-1 所示为垫圈的落料冲孔复合冲裁模，为典型的导柱导套冲裁模。模具处于闭合状态，工作时，滑块带动模柄 7、上模板 1 等上部零件上行，毛坯送入模具，并与导料销 15、活动挡料销 20 接触，来保持毛坯在冲压时的正确位置。滑块向下运动时，首先是卸料板 23 与凹模 3 夹住毛坯，随后开始冲裁，冲下的工件被卡在凹模 3 内并紧包在凸模 10 上。冲孔的废料落在凸凹模 18 的孔内，而外部的毛坯材料则紧包在凸凹模 18 上。当冲床滑块回程时毛坯由卸料板 23 靠弹簧 22 的作用而退出凸凹模。工件仍留在凹模 3 的孔内，直到打料杆 8 碰到冲床的打料横梁而向下移动，推动推板 9，再传到推销 12，推动推件块 14 向下运动，将工件顶出凹模孔。

导柱冲裁模导向准确可靠，保证冲裁间隙均匀稳定，冲裁件的精度较高。缺点是冲模外形尺寸轮廓较大，结构较为复杂，制造成本高。目前，各工厂逐渐采用标准模架，这样可以大大减少设计时间和制造周期。

2. 模具结构分类及功能

冲压件是多种多样的，其冲压工序所使用的模具也是各不相同，通过分析各种模具的结构组成，按其功能用途，模具大致由六部分组成：

第一部分是工作零件；第二部分是卸料零件；

第三部分是定位零件；第四部分是导向零件；

第五部分是基础零件；第六部分是紧固零件。

此外，从工作时模具的运动情况来看，整副模具又可以分为上模部分和下模部分。上模部分被安放在压力机的滑块上，并随压力机的滑块作上、下往复运动。下模部分安放在压力机的工作台面上，它是固定不动的。上模部分由模柄、上模板、导套、止转销、垫板、凸模固定板、凸模等组成。下模部分由固定卸料板、凹模、固定挡料钉、下模板、导柱等组成。

3. 冲裁模的工作过程

落料冲裁模，其工作原理如下，直接或间接固定在上模板 1 上的组成模具的上模，通过模柄 7 与冲床滑块相连接。固定在下模板 25 上的零件组成了模具的下模，并利用压板固定于冲床的工作台上。上模与下模通过导柱 24、导套 2 导向。工作时，条料靠着挡料 20 送进定位，当上模随滑块下降时，卸料板 23 先压住板料，接着冲凸凹模上面的材料，获得工件。这时工件卡在凸模与顶块之间，废料也紧紧箍在凸模上。在上模回升时，工件由推件块靠推销借推杆的压力从凹模洞口中顶出；同时箍在凸凹模上的废料，由卸料板靠弹簧的弹力卸掉，再取走工件，至此完成整个落料过程。再将条料送进一个步距，进行下一次冲裁落料过程，如此往复进行。

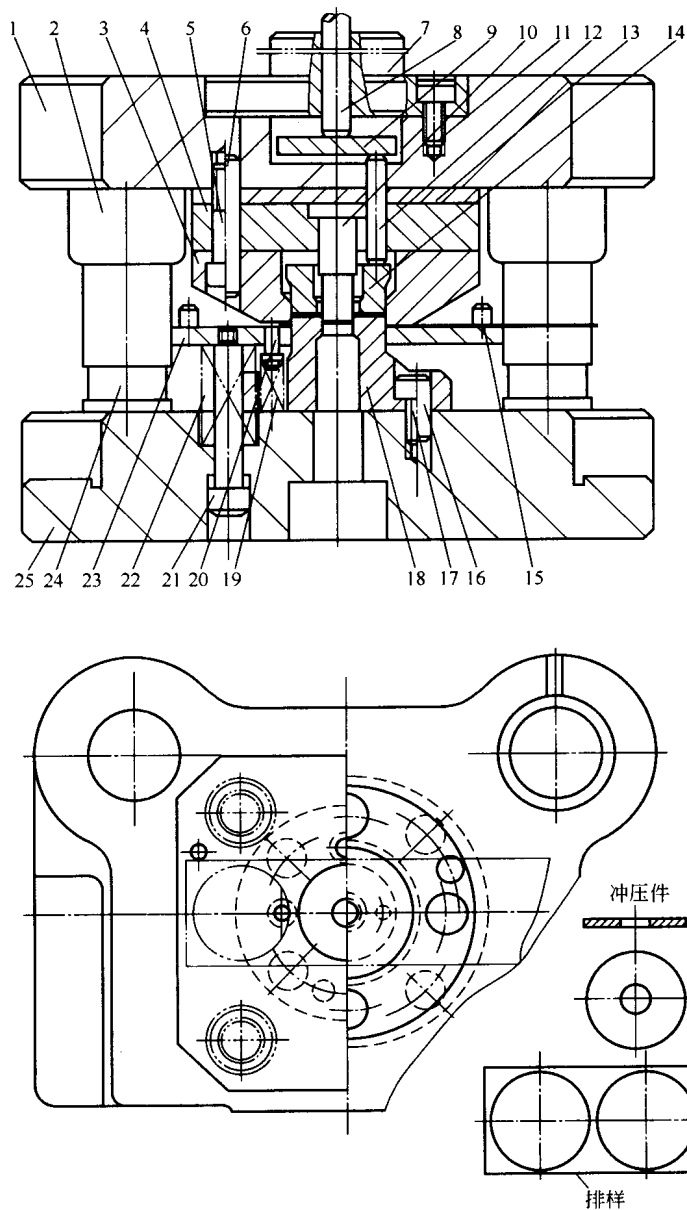


图 1-1 冲裁模

- 1—上模板；2—导套；3—凹模；4—凸模固定板；5—内六角螺钉；6—销钉；7—模柄；8—打料杆；
 9—推板；10—凸模；11—内六角螺钉；12—推销；13—推件杆；14—推件块；15—导料销；
 16—销钉；17—内六角螺钉；18—凸凹模；19—弹簧；20—活动挡料销；21—卸料螺栓；
 22—弹簧；23—卸料板；24—导柱；25—下模板

案例 5 冷冲压成形工艺中常用材料

冲压工艺对材料有以下要求。

- (1) 首先要满足冲压件的使用要求
- (2) 满足冲压工艺条件应具有良好的塑性和表面质量

(3) 材料厚度公差符合国家标准

冲压工艺适用于多种金属材料及非金属材料。表 1-2 列出了部分常用冲压材料。

表 1-2 部分常用冲压材料

黑色金属	碳素结构钢板如 Q234	有色金属	镍铜合金板
	优质碳素的结构钢板如 08F、10		其他
	低合金结构钢板如 Q345(16Mn)、Q295(09Mn2)	非金属	绝缘胶木板
	电工硅钢板 如 D12、D41		纸板
	不锈钢板 如 1Cr18Ni9Ti、1Cr13		橡胶板
其他	塑料板		
有色金属	纯铜板 如 T1、T2	纤维板	
	黄铜板 如 H62、H68	有机玻璃层压板	
	铝板 如 1050A(L3)、1035(L4)、3A21(LF21)	毛毡	
	钛合金板		

案例 6 常用金属冲压材料的规格

1. 常用金属材料的规格

冲压用材料大部分都是各种规格的板料、带料、条料、棒料和块料。

常用金属冲压材料以板料和带料为主，棒材仅适用于挤压、切断、成形等工序。

冷轧板制品一般不应用热轧板制品代替。值得注意的是冷轧钢板一般具有较大的纵横方向纤维差异，有明显的各向异性。板料供货状态分软硬两种，板料/带料的力学性能会因供货状态不同而表现出很大差异。

板料的尺寸较大，用于大型零件的冲压。主要规格有：500mm×1500mm、900mm×1800mm、1000mm×2000mm 等。

条料是根据冲压件的需要，由板料剪裁而成的，用于中、小型零件的冲压。

带料又称为卷料，有各种不同的宽度和长度，宽度在 300mm 以下，长度可达几十米，成卷供应，可以提高材料的利用率，主要是薄料，适用于大批量生产的自动送料。

块料一般用于单件小批量生产，价值较昂贵的有色金属冲压，并广泛用于冷挤压。

无论黑色金属还是有色金属，板料/带料的尺寸及尺寸公差一般都遵循相应的国家或行业标准。

2. 中外常用金属材料牌号对照

在工作中，会常常遇到各个国家的技术图纸，因此有必要了解中外常用金属材料的牌号对照，可参照技术资料。

3. 金属材料轧制精度、表面质量等的规定

对于冷轧板，由于金属材料的生产过程中，工艺设备不同，材料精度不同，根据国家标准 GB/T 708—1988 规定，按轧制精度分为两级（见表 1-3）。

表 1-3 轧制精度分级 (GB/T 708—1988)

表达符号	轧制精度
A	较高精度
B	普通精度

表 1-4 金属薄板表面质量分三组 (GB/T 13237—1991)

级别	表面质量
I	高级的精整表面
II	较高级的精整表面
III	普通的精整表面

对 4mm 以下的优质碳素结构钢冷轧薄钢板，根据国家标准 GB/T 13237—1991 规定，按钢板表面质量分类（见表 1-4）；按拉深级别分类可参见表 1-5。

表 1-5 金属薄板拉深级别分级（GB/T 13237—1991）

表达符号	拉深级别	表达符号	拉深级别
Z	最深拉深级	P	普通拉深级
S	深拉深级		

例 1-1 08 号钢，尺寸为料厚 1.0mm×料宽 1000mm×料长 1500mm 的钢板，轧制精度为 A 级，表面精度为 II 级，深拉精度为 S 级。

根据相应国家标准，可以在冲压工艺文件上用如下方式标注钢板的牌号。

钢板 $\frac{A-1.0 \times 1000 \times 1500 - GB/T 708 - 1998}{08 - II - S - GB/T 13237 - 1991}$

关于材料的牌号、规格和性能，可查阅有关设计资料和标准。

4. 冲压板料的准备

一般情况下，毛坯都是较大的板料，下料时要考虑冲压件的使用性能，剪板机按冲压工艺和工序情况进行剪切，剪成适合的形状，其中主要考虑的是剪切材料的纤维方向。

案例 7 新型冲压材料

随着产品的更新与发展，根据使用与制造的要求，冲压件的材料也不断推陈出新，由此设计并制造出一些新型的冲压材料。

1. 高强度钢板

高强度钢板屈服强度、抗拉强度高，高强度钢板的应用，能减轻冲压件的质量，节省能源和冲压产品成本。

2. 耐腐蚀钢板

耐腐蚀钢板主要是一类加入新元素的耐腐蚀钢板，如耐大气腐蚀钢板等。我国研制的耐大气腐蚀钢板中，有 10CuPCrNi（冷轧）和 9CuPCrNi（热轧），其耐蚀性比普通碳素钢板高 3~5 倍。所以，开发新的耐腐蚀钢板主要目的是增强普通钢板冲压件的抗腐蚀能力。

3. 涂层板

在涂层板中，各种涂覆有机膜层的板材具有更好的防腐蚀、防表面损伤的性能。因此，正被大量用作各类结构件。美、日开发了生产涂覆氯乙烯树脂钢板；在 0.2~1.2mm 厚的基体钢板上涂覆 0.1~0.45mm 厚的树脂，涂覆塑料薄膜钢板还有一个优点，即可以提高冲压成形性能。

4. 泡沫铝合金

泡沫铝合金密度很小，当承受很大的外力而变形压缩后，外力撤去时，凭着它自身的弹性可恢复到原来的形状，有点像橡胶。“泡沫金属”的质量很轻，密度只是铝合金材的 1/4 以下，热膨胀系数与铝合金材料一样，热导率又相当低，加上它的变形恢复性能极佳，又有一定的强度，因此受到汽车业的重视，可以在轻量化及安全性方面显示优势。

目前用泡沫铝合金做成的汽车零部件有发动机舱盖、行李厢盖、翼子板等。在安全性设计中，将泡沫金属用作吸收碰撞能量的主要材料是十分适宜的。因为目前汽车的安全设计不但要考虑乘用人的安全，还要考虑到其他车辆及行人的安全，即一旦发生碰撞时既可最大程度地保护自己又要最大程度地保护他人，因此在车身易发碰撞区域采用泡沫金属是一种很好

的选择。

5. 复合板材

涂覆塑料的钢板是一种复合板。不同金属板叠合在一起（如冷轧叠合等）的板材也是一种复合板，或叫叠合复合板。这类复合板材破裂时的变形比单体材料破裂时的变形要大，它的基本材料特性值（比如 n 值）变大。

案例 8 冷冲压成形模具常用材料

模具材料种类很多，同时，冲压工序和被冲材料种类也很多，实际生产条件又不尽相同，因此，要做到合理选择模具材料，提出恰当的热处理要求，必须根据模具的工作条件、生产量、模具材料市场供应情况及各模具材料的可加工性，进行认真的分析比较。

常用模具工作零件材料以及辅助零件材料如表 1-6 和表 1-7 所示。

表 1-6 模具工作零件常用材料及热处理要求

模具类型	零件名称及工作要求	常用材料	热处理
冲裁模	形状简单、批量小的凸模、凹模	T8A、T10A、9Mn2V	凸模 56~60HRC 凹模 58~62HRC
	形状复杂、批量大的凸模、凹模	Cr12、Cr12MoV、Cr6WV、GCr15 YG15	58~62HRC 86HRC
弯曲模	一般弯曲的凸凹模及其镶块	T8A、T10A	58~60HRC
	形状复杂、要求耐磨的凸凹模及镶块	CrWMn、Cr12、Cr12MoV	58~62HRC
	热弯曲时的凸凹模	5CrNiMo、5CrMnMo	52~56HRC
拉深模	一般拉深的凸模、凹模	T8A、T10A	58~62HRC
	连续拉深的凸模、凹模	T10A、CrWMn	
	变薄拉深及高耐磨的凸模、凹模	Cr12、Cr12MoV YG8、YG15	
	双动拉深的凸模、凹模	钼钒铸铁	火焰表面淬火 60~64HRC

注：碳素工具钢在 200~300℃ 范围内回火时，产生回火脆性，导致韧性降低，凡有一定要求的碳素工具钢零件，应避免开此回火温度。

表 1-7 模具辅助零件材料及热处理要求

零件名称	常用材料牌号	热处理	硬度	
废料切刀	T10A、9Mn2V	淬硬	56~60HRC	
定距侧刀	T10A、Cr6WV	淬硬	56~60HRC	
	9Mn2V、Cr12		58~62HRC	
侧刀挡块	T8A	淬硬	56~60HRC	
导正销	T8A、T10A	淬硬	50~54HRC	
	9Mn2V、Cr12		52~56HRC	
垫板	45 钢	淬火	43~48HRC	
	T7	淬硬	48~52HRC	
压边圈	一般拉深	T10A、9Mn2V	淬硬	54~58HRC
	双动拉深	钼钒铸铁	火焰表面淬硬	
滑动导柱、导套	20 钢	渗碳、淬火	58~62HRC	