

高职高专机电类规划教材

冲压工艺与模具设计

李大成 主编

刘军辉 副主编

人民邮电出版社

北京

高职高专机电类规划教材

编 审 委 员 会

主 任：郭建尊

副主任：赵小平 孙小捞 马国亮

委 员：（以姓氏拼音为序）

毕建平	陈建环	陈桂芳	陈 静	程东风	杜可可
巩运强	霍苏萍	郝 屏	黄健龙	孔云龙	李大成
李俊松	娄 琳	李新德	李秀忠	李银玉	李 英
李龙根	马春峰	宁玉伟	瞿彩萍	施振金	申辉阳
申晓龙	田光辉	童桂英	王 浩	王宇平	王金花
解金榜	于保敏	杨 伟	曾和兰	张伟林	张景耀
张月楼	章志芳	张 薇	赵晓东	周 兰	

丛书前言

目前, 高职高专教育已成为我国普通高等教育的重要组成部分。“十一五”期间, 国家将安排 20 亿元专项资金用来支持 100 所高水平示范院校的建设, 如此大规模的建设计划在我国职业教育发展历史上还是第一次, 这充分表明国家正在深化高职高专教育的深层次的重大改革, 加大力度推动生产、服务第一线真正需要的应用型人才的培养。

为适应当前我国高职高专教育如火如荼的发展形势, 配合高职高专院校的教学和教材改革, 进一步提高我国高职高专教育质量, 人民邮电出版社在相关教育、行政主管部门的大力支持下, 组织专家、高职高专院校的骨干教师及相关行业的工程师, 共同策划编写了一套符合当前职业教育改革精神的高质量实用型教材——“高职高专机电类规划教材”。

本系列教材充分体现了高职高专教育的特点, 突出了理论和实践的紧密结合, 本着“易学, 易用”的编写原则, 强调学生创造能力、创新精神和解决实际问题能力的培养, 使学生在 2~3 年的时间内充分掌握基本技术技能和必要的基本知识。

本系列教材按照如下的原则组织、策划和编写, 以尽可能地适应当今高职高专教育领域教学改革和教材建设的新需求和新特点。

1. 着重突出“实用”特色。概念理论取舍得当, 够用为度, 降低难度。对概念和基本理论, 尽量用具体事物或案例自然引出。
2. 基本操作环节讲述具体详细, 可操作性强, 使学生很容易掌握基本技能。
3. 内容紧随新技术发展, 将新技术、新工艺、新设备、新材料引入教材。
4. 尽可能将实物图和原理图相结合, 便于学生将书本知识与生产实践紧密联系起来。
5. 每本书配备全面的教学服务内容, 包括电子教案、习题答案等。

本系列教材第一批共有 22 本, 涵盖了高职高专机电类各专业的专业基础课和数控、模具、CAD/CAM 专业的大部分专业课, 将在 2007 年年底出版。

为方便高职高专老师授课和学生学习, 本系列教材将提供完善的教学服务体系, 包括多媒体教学课件或电子教案、习题答案等教学辅助资料, 欢迎访问人民邮电出版社网站: <http://www.ptpress.com.cn/download/>, 进行资料下载。

我们期望, 本系列教材的编写和推广应用, 能够进一步推动我国机电类职业技术教育的教学模式、课程体系和教学方法的改革, 使我国机电类职业技术教育日臻成熟和完善。同时欢迎更多的老师参与到本系列教材的建设中来。对本系列教材有任何的意见和建议, 或有意向参与本系列教材后续的编审工作, 请与人民邮电出版社教材出版分社联系, 联系方式: 010-67145004, panxinwen@ptpress.com.cn。

“高职高专机电类规划教材”丛书编委会

2007.5

编者的话

模具是现代工业生产中重要的工艺装备，它在多种生产行业中得到广泛应用。我国模具工业的总产值中，冷冲压模具的产值约占 50%，在美国、日本等发达国家，比例更高。现代模具技术的发展，在很大程度上依赖于模具标准化的提高，优质模具材料的研究，先进的模具设计和加工制造技术的开发，专用的机床设备的制造及科学的生产管理等，但其中合理的工艺编制和模具设计是至关重要的一个方面。

冲压工艺与模具设计包括两个方面。冲压工艺设计是对冲压件的生产过程，包括工艺方案分析、工序安排、工艺计算、使用设备和模具类型的选择，以及各项技术经济指标的确定等内容所做的综合性的总体规划；而模具设计则是按照冲压工艺设计的要求，设计所需模具的具体结构，并绘制出模具装配图和模具零件图，为模具的加工制造提供依据。本书包括上述两个方面的内容，故确定书名为《冲压工艺与模具设计》。

本书是编者在多年从事教学和生产实际的基础上，参考了相关专著、文献及优秀教材，并研究了国外高职教育相关教材的教学体系和内容设计所编写的一本适合高等职业院校机电类专业的教材。在编写过程中，注意到工艺实践与成型理论的紧密联系，突出了高职院校以技能培养为目标的特色，并结合目前对模具标准化的要求，重点介绍工艺分析和典型模具结构的构成，增加了冷挤压部分的教学内容。

学生通过本课程的学习和课程设计的练习，初步掌握冲压成形的基本原理；掌握冲压工艺过程设计和冲压模具设计的基本方法；具有拟定一般复杂程度冲压件的工艺过程和设计一般复杂程度冲模的能力；能够运用已学习的基本知识，分析和解决生产中常见的产品质量、工艺及模具方面的技术问题；能够合理选用冲压设备和设计一般的自动送料和自动出件装置；了解冲压成形新工艺、新模具及其发展动向。

由于冲压工艺与模具设计属于应用技术科学，是一门实践性和实用性很强的课程，它以金属学与热处理、机械设计基础、金属塑性成形原理以及许多其他技术基础学科为基础，与冲压设备、模具制造工艺学密切联系，因此在学习本门课程时应注意与这些课程的衔接。对初学者来说，应首先对冲压生产现场有初步的感性知识，才能在学习时联系生产实际，对课程产生兴趣和加深理解。

本书由李大成主编，刘军辉任副主编，王富宽、钟燕辉参加了编写。其中，第 1 章、第 7 章由李大成编写，第 2 章、第 6 章由刘军辉编写，第 4 章由王富宽编写，第 3 章、第 5 章由钟燕辉编写。全书由李大成统稿和定稿。由于编者水平有限，错误及不妥之处在所难免，敬请读者不吝赐教。

编者
2007 年 8 月

目 录

第 1 章 冷冲压概述	1
1.1 冷冲压工序分类	2
1.1.1 断裂分离工序	2
1.1.2 塑性成形工序	2
1.2 冷冲压工件所用材料	4
1.2.1 对冷冲压工件所用材料的要求	4
1.2.2 冷冲压工件所用材料的检验	5
1.2.3 冷冲压工件常用材料	5
1.3 冷冲压模具所用材料与热处理	5
1.4 冷冲压设备及其选用	6
1.4.1 冷冲压设备的分类	6
1.4.2 冷冲压设备的选用	7
1.4.3 冷冲压安全技术	9
复习题	10
第 2 章 冲裁工艺与模具设计	11
2.1 冲裁变形分析	11
2.1.1 冲裁时板料的分离过程	11
2.1.2 冲裁件的断面特征	12
2.2 冲裁模具的间隙	12
2.2.1 间隙对冲裁件切断面质量的影响	12
2.2.2 间隙对尺寸精度的影响	13
2.2.3 间隙对冲裁力的影响	14
2.2.4 间隙对模具寿命的影响	14
2.2.5 凸、凹模间隙值的确定	15
2.3 凸凹模刃口尺寸的计算	15
2.3.1 尺寸计算原则	15
2.3.2 尺寸计算方法	15
2.4 冲裁力和压力中心的计算	19
2.4.1 冲裁力的计算	19
2.4.2 降低冲裁力的方法	20
2.5 排样	20
2.5.1 材料的经济利用	20

2.5.2	排样方法	20
2.5.3	搭边	21
2.6	冲裁工艺设计	22
2.6.1	结构工艺性	22
2.6.2	公差和粗糙度要求	24
2.6.3	冲裁材料的工艺性	24
2.7	冲裁模的结构设计	24
2.7.1	单工序冲裁模	25
2.7.2	复合冲裁模	29
2.7.3	级进冲裁模	31
2.8	典型冲裁模具设计实例	34
	复习题	40
第3章	弯曲工艺与模具设计	42
3.1	弯曲的基本原理	42
3.1.1	弯曲变形过程	42
3.1.2	弯曲的应力和应变	43
3.1.3	弯曲变形特点	45
3.1.4	弯曲变形产生的主要质量问题	46
3.2	应变中性层的位置、最小弯曲半径的确定及回弹现象	47
3.2.1	应变中性层的位置	47
3.2.2	最小弯曲半径	47
3.2.3	弯曲件的回弹	50
3.3	弯曲力和弯曲件的毛坯尺寸计算	54
3.3.1	弯曲力的计算	54
3.3.2	弯曲件毛坯长度的计算	56
3.4	弯曲件的工艺性	58
3.5	弯曲模具的设计	60
3.5.1	典型弯曲模的结构	60
3.5.2	设计弯曲模的结构时应注意的问题	68
3.5.3	弯曲模工作部分尺寸的设计	69
3.6	典型弯曲模具设计实例	72
	复习题	85
第4章	拉深工艺与模具设计	87
4.1	拉深变形过程分析	87
4.1.1	拉深变形过程	87
4.1.2	拉深中的起皱	90
4.2	拉深件的工艺性分析	91

4.2.1 拉深件形状的要求	91
4.2.2 拉深零件圆角半径的要求	91
4.2.3 拉深件的公差	92
4.2.4 拉深件的材料	92
4.3 圆筒形零件的拉深工艺计算	92
4.3.1 毛坯尺寸的计算	92
4.3.2 拉深系数与极限拉深系数	96
4.3.3 无凸缘圆筒形拉深件工序尺寸计算	98
4.3.4 拉深时的压边力与拉深力	99
4.4 压边装置	101
4.4.1 压边装置的类型	101
4.4.2 压边圈的形式	102
4.5 拉深模典型结构	103
4.5.1 拉深模的分类	103
4.5.2 拉深模典型结构	104
4.6 拉深工作部分设计	106
4.6.1 凸、凹模间隙	106
4.6.2 凸、凹模的圆角半径	107
4.6.3 凸、凹模工作部分的尺寸和公差	107
4.7 拉深工序的辅助工序	110
4.7.1 拉深中的润滑	110
4.7.2 拉深工序间的坯件热处理	111
4.7.3 酸洗	112
复习题	113
第 5 章 其他冲压成形工艺与模具设计	114
5.1 胀形	114
5.1.1 胀形的变形特点与胀形极限变形程度	114
5.1.2 胀形工艺	115
5.2 翻边	119
5.2.1 圆孔翻边	120
5.2.2 外缘翻边	124
5.3 缩口	125
5.3.1 缩口成形的特点和变形程度	125
5.3.2 缩口工艺计算	126
5.4 校平与整形	127
复习题	128
第 6 章 冷挤压工艺与模具设计	130

6.1	冷挤压工艺的分类及冷挤压金属的变形特点	130
6.1.1	冷挤压工艺的分类及应用	130
6.1.2	冷挤压金属的变形分析	131
6.1.3	冷挤压的变形程度	134
6.2	冷挤压原材料与毛坯的准备	135
6.2.1	冷挤压用原材料	135
6.2.2	冷挤压毛坯形状及尺寸的确定	136
6.2.3	冷挤压毛坯的加工方法	136
6.2.4	冷挤压毛坯的软化和表面处理	137
6.3	冷挤压力的确定	138
6.3.1	冷挤压力—行程曲线	138
6.3.2	影响挤压力的主要因素	139
6.3.3	冷挤压力的确定	140
6.3.4	冷挤压力机的选用	142
6.4	冷挤压的工艺设计	142
6.4.1	冷挤压件的结构工艺性分析	142
6.4.2	冷挤压工艺方案的制定	144
6.4.3	冷挤压工艺分析的典型实例	145
6.5	冷挤压模具的设计	147
6.5.1	典型冷挤压工艺模具的结构	147
6.5.2	冷挤压凸模、凹模的结构设计	149
6.5.3	预应力组合凹模的设计	151
	复习题	153
第7章 冲压工艺规程的编制		155
7.1	冲压工艺规程编制的主要内容和步骤	155
7.1.1	分析冲压件的工艺性	155
7.1.2	确定冲压件的成形工艺方案	155
7.1.3	确定冲压模具的结构形式	159
7.1.4	选择冲压设备	159
7.1.5	冲压工艺文件的编写	161
7.2	典型冲压件冲压工艺的设计实例	161
7.2.1	冲压件的工艺分析	162
7.2.2	冲压件冲压工艺过程的确定	163
7.2.3	冲压工艺过程卡的编写	167
	复习题	168
参考文献		169

第 1 章 冷冲压概述

冲压加工是金属压力加工方法之一，它是建立在金属塑性变形的基础上，在常温下利用冲压设备（压力机）和冲模对材料施加压力，使其产生塑性变形或分离，从而获得一定形状、尺寸和性能的工件的一种加工方法。冲模是冲压加工中将材料加工成工件或半成品的一种工艺装备。

1. 冷冲压加工的特点

冲压加工与其他加工方法相比，无论在技术上，还是在经济效益方面，都有许多优点。

(1) 冲压加工是少切屑、无切屑加工方法之一，是一种省能、低耗、高效的加工方法，操作简单，便于组织生产，因而制品的成本较低。

(2) 冲压件的尺寸公差由模具保证，具有“一模一样”的特征，具有较好的互换性和较高的尺寸精度，所以产品质量稳定，一般不需要做进一步机械加工。

(3) 冲压加工可以在耗费不大情况下加工壁薄、强度高、刚性大而重量轻的工件。

(4) 由于冲压件大多用板料作材料，所以它的表面质量较好，为后续的表面处理工序（如电镀、喷漆等）提供了方便条件。

(5) 冲压生产靠压力机和模具完成加工过程，其生产率高，操作简便，易于实现机械化与自动化。用普通压力机进行冲压加工，每分钟可达几十件；用高速压力机生产，每分钟可达数百件或数千件以上。

但冷冲压生产也有一定的局限性，主要是由于冷冲模制造成本较高，并需要一定的制模技术，故对一般单件及少量生产的零件不宜使用。

2. 冷冲压加工和冲模在工业生产中的地位

冷冲压可用于加工金属材料，也可以加工非金属材料。它同切削、铸造和电加工等加工方法一样，广泛地用于工业生产中。由于冲压加工具有上述突出的优点，因此在批量生产中得到了广泛的应用，它在航空、汽车、拖拉机、电机、电器、仪表和日用品的生产中已占据十分重要的地位。据初步统计，仅汽车制造业差不多有 60%~75% 的零件是采用冷冲压加工工艺制成的，而冷冲压生产所占的劳动量却为整个汽车工业总劳动量的 25%~30%。在电子产品中，冲压件（包括钣金件）的数量约占工件总数的 80% 以上。在飞机、导弹、各种枪弹与炮弹的生产中，冲压件所占的比例也是相当大的。

在冷冲压生产中，冲模在实现冲压加工中是必不可少的工艺装备之一。为了适应冲压工艺水平的发展和提高，对冲模的要求也在不断提高，要求模具制造周期短而且方便，模具使

用寿命长，因而模具的结构和材料也相应地不断革新。没有先进的模具技术，先进的冲压工艺就无法实现。众所周知，产品要具有竞争能力，除了应具有先进技术水平、稳定的使用性能、结构新颖、更新换代快等特点外，还必须具有价格竞争优势。这就需要采用先进、高效的生产手段，不断降低成本。要达到上述目的，途径是多方面的，模具就是其中的重要因素之一，它的重要性早已为国内外所重视，并为工业发达国家的发展过程所证实。在美、日等工业发达国家，模具工业年产值早已超过机床工业。在模具工业中冲模占的比例很大，由此可以看出冲压技术与冲模在国内外生产中的重要地位。

1.1 冷冲压工序分类

一个冲压件往往需要经过多道冲压工序才能完成。由于冷冲压的零件形状及尺寸、精度要求、批量大小、原材料性能等不同，所采用的冷冲压工艺方法是多种多样的。但冷冲压工艺按加工性质不同，基本上可分为两大类型：断裂分离工序和塑性成形工序。

1.1.1 断裂分离工序

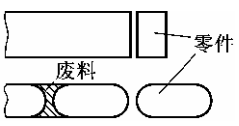
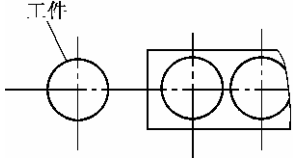
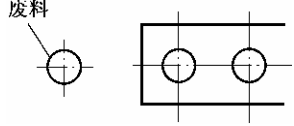
断裂分离工序是指板料或坯料受力后，应力超过材料的强度极限，而使板料发生剪裂或局部剪裂。其目的是在冲压过程中，使冲压零件与板料沿一定的轮廓线相互分离。根据所要求的分离断面质量，这种分离工序又可分为以破坏形式实现分离的普通冲裁及以变形形式实现分离的精密冲裁两种形式的工序，如切断、冲孔、落料等。

1.1.2 塑性成形工序

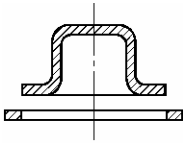
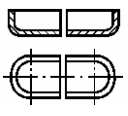
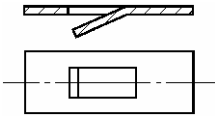
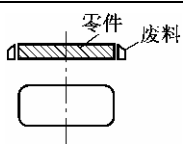
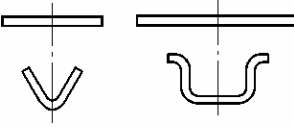
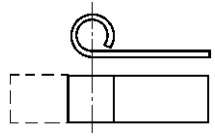
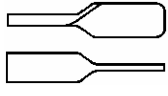
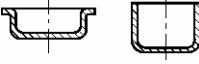
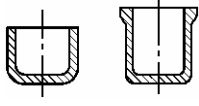
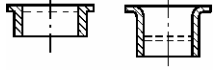
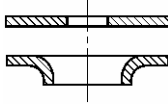
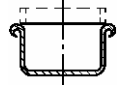
塑性成形工序是指坯料受力后，应力超过了材料的屈服极限，经过塑性变形后，材料在不破裂的条件下产生塑性变形，从而获得一定形状、尺寸和精度要求的零件，如弯曲、拉深、胀形、翻边、缩口、冷挤压等。

表 1-1 列出了常用冷冲压基本工序的名称与特征。

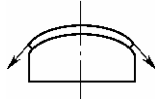
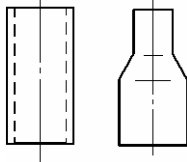
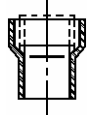
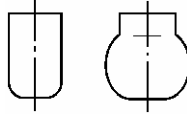

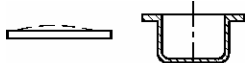
表 1-1 常用冲压工序名称和特征

变形种类	序号	工序名称	工序简图	工序说明
分离工序	1	切断		按不封闭的外形，从坯料中分离出零件或毛坯
	2	落料		按封闭外形，从坯料中分离出零件或毛坯
	3	冲孔		按封闭轮廓，在坯料上冲出通孔，冲下部分是废料

续表

变形种类	序号	工序名称	工序简图	工序说明
分离工序	4	切边		将成形零件的边缘修切整齐
	5	剖切		将已成形的半成品分离为两个或多个零件
	6	切口		将毛坯局部分离
	7	整修		将冲裁件的外缘(或内孔)刮削去一薄层切屑,以提高其尺寸精度和表面光洁度
成形工序	8	弯曲		将板料沿直线弯成各种形状的零件
	9	卷圆		将板料的端部按一定的半径卷圆
	10	扭曲		把冲裁后的坯料扭转一定的角度
	11	拉延		将板料毛坯冲压成各种空心零件
	12	变薄拉延		把拉延后的空心半成品进一步加工成底部厚度大于侧壁厚度的零件
	13	翻孔		将毛坯或半成品上的孔冲制成竖立的边缘
	14	翻边		把板料毛坯的边缘按曲线翻成竖立的边缘
	15	卷边		将空心件的边缘卷成圆边

续表

变形种类	序号	工序名称	工序简图	工序说明
成形工序	16	拉弯		在拉力与弯矩共同作用下实现弯曲变形，可提高零件成形准确度
	17	胀形		将空心件的直径沿径向胀大
	18	扩口		将空心件口部直径扩大
	19	缩口		将空心件口部直径缩小
	20	起伏		将坯料局部拉伸成形出各种形状的凸起与凹陷
	21	校形		为提高已成形零件的尺寸精度或获得小的圆角半径而采用的成形方法

1.2 冷冲压工件所用材料

1.2.1 对冷冲压工件所用材料的要求

冷冲压工件所用材料绝大多数是板料、卷料及块料，有时也可对某些型材进行冲压加工。为了适应各种冲压加工，冲压材料不仅要满足设计的技术要求，还应满足冲压工艺要求。冲压工艺的主要要求如下。

(1) 材料应具有良好的塑性，即要有较高的延伸率或断面收缩率、较低的屈服极限和较高的强度极限。这样，在变形工序中其允许的变形程度大，冲压加工所需的变形力小，从而减少工序以及中间退火的次数，或者根本不需要中间退火，有利于冲压工艺的稳定性和变形的均匀性，提高了工件的尺寸精度，并可提高模具的寿命，降低了工件的成本。

(2) 材料应具有光洁平整无缺陷损伤的表面状态。金属表面状态有缺陷损伤的材料，加工时除能改变材料变形中的应力状态使塑性变坏外，还会产生应力集中现象，使加工时材料过早破裂；金属表面状态好的材料，加工时不易破裂，也不容易擦伤模具，制成的工件表面状态也好。

(3) 材料厚度的公差应符合国家规定标准。因为一定的模具间隙，适用于一定厚度的材料，

材料厚度的公差太大，不仅会影响工件的质量，还会导致废品、损坏模具甚至损坏冲压设备。

(4) 材料应对机械结合及继续加工，如电镀、焊接、抛光、喷漆等有良好的适应性能。

1.2.2 冷冲压工件所用材料的检验

为了使各种金属材料适用于不同的冲压工件，可以通过一系列的检验工作来确定。检验的内容主要包括如下几个方面：外形尺寸及表面状态、材料的化学成分与金相组织、材料的机械性能等。这些必须符合国家有关标准规定。另外还有工艺试验，作为一般常规检验的补充试验，主要决定金属材料对冲压工艺的适应性，其重要意义在于工艺试验方法简单，试验过程与材料的使用条件相似，试验结果能显示材料的塑性、强度及其部分质量问题，主要包括拉伸试验和弯曲试验两种方式。

1.2.3 冷冲压工件常用材料

在冷冲压生产中冲压件所用的材料是多种多样的。其中主要是黑色金属材料、有色金属材料、非金属材料三大类，包括各种规格的板料、条料、带料、丝料和小直径棒料等，它们的尺寸规格均可在有关标准中查得。在生产中常把板料切成一定尺寸的条料或片料进行冲压加工。在大批量生产中，可将带料在滚剪机上剪成所需宽度，用于自动送料的冲压加工。

1.3 冷冲压模具所用材料与热处理

在冲压过程中，凸模、凹模及复合模中的凸凹模是冲压模具中的主要工作零件，它不但承受冲击载荷，而且在工作的刃边及工作表面，由于冲击会产生强烈的应力集中，并伴有温度的升高，所以对凸凹模的材料要求有好的耐磨性、耐冲击性，在工艺性能方面则要有好的热处理性和切削性。所用材料主要有碳钢、合金钢、铸铁、铸钢、硬质合金、低熔点合金、聚氨酯橡胶等。除此以外，还要根据冲压工件批量的大小、冲压材料的性质、工序种类以及冲模零件的工作条件和作用合理选择模具材料及热处理方法，如导柱、导套要求有较好的耐磨性和韧性，可以采用低碳钢表面渗碳淬火。

常用冷冲压模具零件的材料与热处理要求如表 1-2 所示。对于高寿命硬质合金模具的上模座和下模座，应采用 A3 或 A5 甚至 45 号钢制成。对于其他工艺零件材料的要求，也应相应地提高。

表 1-2 常用冷冲压模具主要零件材料与热处理要求

零件名称		材料牌号	热处理	硬度 HRC	
				凸模	凹模
冲裁	凸模	T8A、T10A、9Mn2V、CrWMn、Cr12MoV、GCr15、Cr4W2MoV、Cr2Mn2SiWMoV、W6Cr12、6W6Mo5Cr4V、65Nb、GT35、DT、TLW50、GD、CH-1、LD-1、CG-2、012A1 YG15、YG20	淬火	58~62	62~64
	凹模				

续表

零件名称		材料牌号	热处理	硬度 HRC	
				凸模	凹模
弯曲	凸模、凹模	T8A, T10A, CrWMn, Cr12, Cr12MoV 5CrNiMo, 5CrMnMo, 4CrMoVSi	淬火	58~62	62~64
拉深	凸模	CrWMn, Cr12MoV, G6WV, 9Mn2V, W6Mo5Cr4V2, 6W6Mo5Cr4V, GD, GT35、	淬火	58~62	60~62
翻边	凹模	TLW50, GW50, DT			
	加热拉深	5CrNiMo, 5CrMnMo, 4Ct5MoVSi YG8, YG15			
凸模固定板 凹模固定板 卸料固定板 垫板		Q235、Q275、T10A, CrWMn, 9Mn2V、 Cr12, 40Cr, 42CrMo	淬火	Q235: HB300~400 HRC58~60	
		45			
		T8A	淬火	HRC54~58	
侧刃、废料切刀、斜楔 滑块、导正销、顶销、 推板、顶板、固定卸料 板、导料板、定位板、 挡料销		T8A, T10A, CrWMn, 9Mn2V, G6WV, Cr12, Cr12MoV, W6Mo5Cr4V2	淬火	HRC58~60	
弹簧		65Mn, 60Si2MnA, SiCrVA	淬火	HRC43~48	
上、下模座		HT20-40, Q235、Q275、45、ZG45			
导柱、导套		20号钢	渗碳淬火	HRC58~62	
		GCr15、T10A	淬火	HRC62~66	

1.4 冷冲压设备及其选用

在冷冲压生产中，为了适应不同的冲压工作情况，应采用各种不同类型的压力机，这些压力机都具有自己独特的结构形式及作用特点。

1.4.1 冷冲压设备的分类

冲压设备的种类繁多，按驱动滑块力的种类可分为机械的、液压的、气动的，其中机械传动的压力机在生产中最为常用；按滑块数可分为单动、双动、三动等；按驱动滑块机构的种类又可分为曲柄式、连杆式、摩擦式，其中曲柄式压力机在冲压生产中应用比较多；按曲柄形式可分为偏心式、曲轴式；按连杆的数目不同，又可分为单连杆、双连杆与四连杆（通常分别称为单点、双点与四点压力机）；按机身结构形式可分为开式和闭式、单柱、双柱及可倾式。

在冲压生产中，最常用的是摩擦压力机、偏心压力机和曲柄压力机（后两种俗称冲床），如表 1-3 所示。摩擦压力机是借助螺杆与螺母相对运动的原理工作的。摩擦压力机的特点是结构简单、价格低廉。当超负荷时，仅仅只引起飞轮与摩擦盘之间的滑动，而不致折断机件。它适用于弯曲较大而厚的工件，对校正、压印、成形等冲压工序尤为适宜。其缺点是飞轮轮缘磨损大，生产率低。

表 1-3 常用压力机主要列组

列 组	1	2	3	4	5	9
	单柱偏心压力机	开式双柱压力机	闭式曲轴压力机	拉延压力机	摩擦压力机	专用压力机
1	单柱固定台式	开式双柱柱台式	闭式单点压力机	闭式单动拉延压力机	圆盘式摩擦压力机	分度台式压力机
2	单柱活动台式	开式双柱活动台式	闭式侧滑块压力机	—	单盘式摩擦压力机	冲模回转头压力机
3	单柱柱形台式	开式双柱可倾式	—	开式双动拉延压力机	双盘式摩擦压力机	—
4	单柱台式	开式转台式	—	底传动双动拉延机	三盘摩擦压力机	—
5	—	开式双点压力机	—	闭式双动拉延机	上移动式摩擦压力机	—
6	—	—	闭式双点压力机	闭式双点双动拉延机	—	—
7	—	—	—	闭式双点四动拉延机	—	—
8	—	—	—	闭式三动压延机	—	—
9	—	—	闭式四点式压力机	—	—	—

注：本表只列出 1、2、3、4、5、9 列，6、7、8 列请查有关资料。

偏心压力机（偏心冲床）是曲柄压力机中的一种，是冲压生产中常用的设备。偏心压力机的主要特点是：行程不大且可调整，适宜作冲裁、弯曲和浅拉深等冲压工作，生产效率高。曲轴压力机（曲轴冲床）的结构和工作原理与偏心压力机基本相同，其主要区别是主轴结构不同，偏心压力机的主轴为曲拐轴或偏心轴（即没有曲柄臂的曲轴，主要用于有辅助支承的主轴纵放的压力机），而曲轴压力机的主轴为曲轴。曲轴压力机行程较大，它的行程等于曲轴偏心半径的两倍，因安装行程调整装置困难，所以行程不能调整。但是，由于曲轴在床身上有两个或多个对称轴承支持着，压力机所受负荷较均匀，故可制造大行程和大吨位的压力机。

1.4.2 冷冲压设备的选用

冲压设备的选择是冲压工艺及模具设计中的一项重要内容，它直接关系到冲压设备的安全使用、冲压工艺能否顺利实现和模具寿命、产品质量、生产效率、成本高低等重要问题。冲压设备的选用包括选择设备类型和确定设备规格两项内容。

1. 冲压设备类型的选择

冲压设备类型的选择主要是根据冲压工艺特点和生产率、安全操作等因素来确定的。在中小型冲压件生产中，主要选用开式压力机；在需要变形力大的冲压工序，应选择刚性好而

比较精密的闭式压力机；对于校平、整形等工序，最好选用摩擦压力机；对于薄材料的冲裁工序，最好选择导向准确的精密压力机；对于大型拉深件的冲压工序，最好选用拉深压力机；在大量生产中应选用高速压力机或多工位自动压力机；对于不允许冲模导套离开导柱的冲压工作，最好选择行程可调的偏心压力机。

2. 冷冲压设备规格的选择

(1) 公称压力（吨位）的确定

压力机的承载能力受压力机本身各主要构件强度的限制，其滑块上所能承受的压力（许用载荷），在曲柄旋转一周中不是定值，而是曲柄转角 α 的函数。公称压力（额定压力）是指滑块离下死点前某一特定距离 S_p （此距离称为公称压力行程或额定压力行程）或曲柄旋转到离下死点前某一特定角度 α_p （此角度称为公称压力角或额定压力角）时，滑块上所容许承受的最大作用力。所以，“公称压力”只有与“公称压力行程”或“公称压力角”联系在一起才有完整的使用意义。

在选择压力机吨位时，对于施力行程小于压力机公称压力行程的冲压工序，只要使冲压所需工艺力的总和不超过公称压力即可。但是，目前生产中使用的国产压力机，由于种种原因，其公称压力行程数值不符合现行国家标准，甚至没有给出这一重要技术参数。因此，在使用中最好查阅产品说明书的滑块许用压力曲线图。

在使用中，为了简便起见，对于施力行程很小的（如冲孔、落料等）冲压工序，可直接选用公称压力大于冲压所需工艺力总和的压力机。对于施力行程较大的（如深拉深、深弯曲等）冲压工序，应按照冲压所需工艺力总和小于或等于压力机公称压力的 50%~60%的条件来选择压力机。

(2) 滑块行程的选择

滑块行程是指曲柄旋转一周，下死点至死点的距离，其值为曲轴半径 R 的两倍。滑块行程大小的选择，应保证方便毛坯的放入和零件的取出。对于上出件的拉深等冲压工序，滑块行程应大于零件高度的两倍。

(3) 行程次数的选择

行程次数是指滑块每分钟往复运动的次数，它主要根据所需生产率、操作的可能性和允许的变形速度等来确定。

(4) 工作台面尺寸的选择

工作台面（或工作垫板）尺寸一般应大于模具底座 50mm~70mm，其孔眼尺寸应大于工件或废料尺寸，以便漏料。对于有弹顶装置的模具，工作台孔眼尺寸还应大于下弹顶器的外形尺寸。

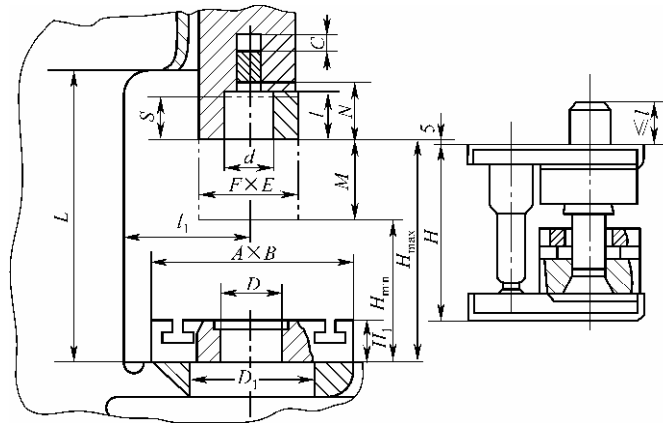
(5) 闭合高度的选择

压力机的闭合高度是指滑块在下死点位置时，滑块端面到工作台面（不是到垫板上表面）的距离。闭合高度减去垫板厚度的差值，称为压力机的装模高度。没有垫板的压力机，其装模高度与闭合高度相等。模具的闭合高度是指工作行程终了时，模具上模座与下模座之间的距离。选择压力机时，必须使模具的闭合高度介于压力机的最大装模高度与最小装模高度之间（见图 1-1），一般应满足

$$(H_{\max} - H_1) - 5 \geq H \geq (H_{\min} - H_1) + 10 \quad (1-1)$$

式中： H_{\max} ——连杆调到最短（偏心压力机的行程还应调到最小）时，压力机的闭合高度，

- 即最大闭合高度 (mm);
- H_{\min} ——连杆调到最长 (偏心压力机的行程还应调到最大) 时, 压力机的闭合高度, 即最小闭合高度 (mm);
- H_1 ——压力机工作垫板厚度 (mm);
- $(H_{\max}-H_1)$ ——压力机最大装模高度 (mm);
- $(H_{\min}-H_1)$ ——压力机最小装模高度 (mm);
- H ——模具的闭合高度 (mm)。



M -连杆调节长度 S -滑块行程 D -垫板孔眼直径
 N -打料杆至滑块端面的距离 C -打料杆行程

图 1-1 模具与压力机的相关尺寸

(6) 电动机功率的选择

一般在保证了冲压工艺力的情况下, 功率是足够的。但是, 在某些情况下 (如大型件的斜刃冲裁、深度很大的变薄拉深等), 也会出现压力足够而功率不足的现象, 此时必须对压力机的电机功率进行校核, 并选择电机的功率大于冲压所需功率的压力机。

1.4.3 冷冲压安全技术

冲压工作必须重视安全技术, 确保人身安全。除了必须制订和贯彻合理的安全操作规程, 加强安全技术教育以外, 有条件时应尽可能组织机械化、自动化生产, 这是防止工伤事故极其有效的措施, 也是提高劳动生产率、减轻劳动强度的重要途径。

大量的事故统计表明, 操作者的手、臂、头等进入冲模危险区的事故发生率最高。为了解决这方面的安全问题, 务必设法防止操作时将手伸进冲模危险区或安装安全装置。此外, 冲压车间的高噪声也将危害工人的健康, 当工人操作位置的噪声大于人的听觉限度 90dB 时, 就会引起操作者心情烦躁、疲劳、心慌、注意力不集中, 而容易造成人身和设备事故。因此对冲压生产中的声害应给予足够的重视, 采取合理有效的控制措施, 如用隔声罩将声源封闭、在模具设计上采用降低冲裁力的方法等。