

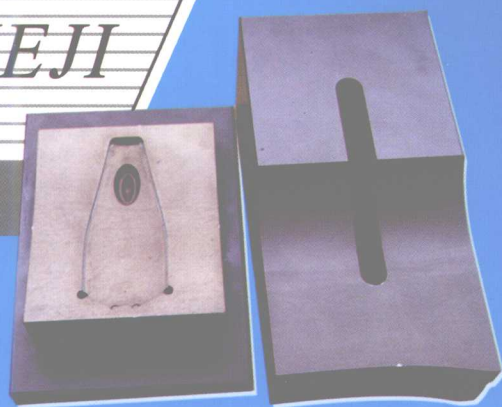


21世纪高职高专系列规划教材

冲压工艺与 模具设计

CHONGYA GONGYI
YU MOJU SHEJI

主编 李章东 刘 磊



西南师范大学出版社

21 世纪高职高专系列规划教材

冲压工艺与模具设计

主 编 李章东 刘 磊

副主编 陈东海 和平安 付永民

西南师范大学出版社

内容提要

本书是根据教育部关于要求发展高等职业技术教育,培养职业技术人才的精神编写的。本书主要介绍了冷冲压成型工艺概论、冲压变形基本理论、冲压工艺及冲裁模具设计、弯曲、拉深、冷挤压、多工位级进模设计和冲压工艺规程的制定等。本书以培养学生从事实际工作的基本职业能力和技术应用为目的,理论知识以必需、够用为度,按少而精的原则选取,重点突出实践能力的培养。全书对冲压工艺与模具设计的基本原理、方法、步骤有较系统、全面的介绍,内容通俗易懂,图文并茂,实用性强,方便学生学习。

图书在版编目(CIP)数据

冲压工艺与模具设计/李章东,刘磊主编. —重庆:西南师范大学出版社, 2008. 7

(21世纪高职高专系列规划教材)

ISBN 978-7-5621-4165-5

I. 冲… II. ①李… ②刘… III. ①冲压—工艺—高等学校—教材 ②冲模—设计—高等学校—教材 IV. TG38

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 104223 号

21 世纪高职高专系列规划教材

冲压工艺与模具设计

主 编: 李章东 刘 磊

策 划: 周安平 卢 旭

责任编辑: 杜珍辉

特约编辑: 杜颖华

封面设计: 辉煌时代

出版发行: 西南师范大学出版社

地址: 重庆市北碚区天生路 1 号

邮编: 400715 市场营销部电话: 023—68868624

网址: <http://www.xscbs.com>

经 销: 全国新华书店

印 刷: 北京市彩虹印刷有限责任公司

开 本: 787 mm×1092 mm 1/16

印 张: 11.75

字 数: 246 千

版 次: 2008 年 7 月 第 1 版

印 次: 2008 年 7 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5621-4165-5

定 价: 18.50 元

编写说明

作为高等教育的重要组成部分,高等职业教育是以培养具有一定理论知识和较强实践能力,面向生产、面向服务和管理第一线职业岗位的实用型、技能型专门人才为目的的职业技术教育,是职业技术教育的高等阶段。目前,高等职业教育教学改革已经从专业建设、课程建设延伸到了教材建设层面。根据国家教育部关于要求发展高等职业技术教育,培养职业技术人才的大纲要求,我们组织编写了这套《21世纪高职高专系列规划教材》。本系列教材坚持以就业为导向,以能力为本位,以服务学生职业生涯发展为指导思想,以与专业建设、课程建设、人才培养模式同步配套作为编写原则。

从专业建设角度,相对于普通高等教育的“学科性专业”,高等职业教育属于“技术性专业”。技术性专业的知识往往由与高新技术工作相关联的那些学科中的有关知识所构成,这种知识必须具有职业技术岗位的有效性、综合性和发展性。本套教材不但追求学科上的完整性、系统性和逻辑性,而且突出知识的实用性、综合性,把职业岗位所需要的知识和实践能力的培养融会于教材之中。

从课程建设角度,现有的高等职业教育教材从教育内容上需要改变“重理论轻实践”、“重原理轻案例”,教学方法上则需要改变“重传授轻参与”、“重课堂轻现场”,考核评价上则需改变“重知识的记忆轻能力的掌握”、“重终结性的考试轻形成性考核”的倾向。针对这些情况,本套教材力求在整体教材内容体系以及具体教学方法指导、练习与思考等栏目中融入足够的实训内容,加强实践性教学环节,注重案例教学,注重能力的培养,使职业能力的培养贯穿于教学的全过程。同时,使公共基础类教材突出职业化,强调通用能力、关键能力的培养,以推动学生综合素质的提高。

从人才培养模式角度,高等职业教育人才的培养模式的主要形式是产学结合、工学交替。因此,本教材为了满足有学就有练、学完就能练、边学边练的实际要求,纳入新技术引用、生产案例介绍等来满足师生教学需要。同时,为了适应学生将来因为岗位或职业的变动而需要不断学习的情况,教材的编写注重采用新知识、新工艺、新方法、新标准,同时注重对学生创造能力和自我学习能力的培养,力争实现学生毕业与就业上岗的零距离。

为了更好地落实指导思想和编写原则,本套教材的编写者既有一定的教学经验、懂得教学规律,又有较强的实践技能。同时,我们还聘请生产一线的技术专家来审稿,保证教材的实用性、先进性、技术性。总之,该套教材是所有参与编写者辛勤劳作和不懈努力的结果,希望本套教材能为职业教育的提高和发展作出贡献。

这就是我们编写这套教材的初衷。

前 言

冲压技术应用越来越广泛，冲模已占模具总数的一半以上。本书是为高等专科学校模具相关专业编写的一本实用专业教材，较全面地介绍了冲压工艺各工序特点以及相应的模具结构，有较完整的模具设计案例及相关数据和资料，并收集了典型模具结构图及常用冲模标准件。本书还可作为高等学校机械类专业学生的相应课程的教材或参考书，也可作为模具爱好者的学习资料及冲模设计人员的参考资料。

本书第1，4，5，6章由河南理工大学李章东、陈东海编写，第3章由通化市职业教育中心刘磊编写，第2，7章由河南理工大学和平安、付永民编写。

本书编写过程中参阅了大量参考资料，在此对相关作者表示感谢！

由于编者水平和经验有限，错误之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

2008年2月

目 录

第1章 冲压加工基本知识	1
第1节 冲压技术概述	1
第2节 冲压材料及其冲压成形性能	8
第3节 冲压设备及其选用	10
第4节 冲压变形理论基础	16
[练习与思考题]	16
第2章 冲裁与冲裁模具设计	17
第1节 概 述	17
第2节 冲裁变形过程分析	18
第3节 冲裁间隙	22
第4节 凸模与凹模刃口尺寸的确定	26
第5节 冲裁排样设计	31
第6节 冲裁力和压力中心的计算	37
第7节 冲裁的工艺设计	43
第8节 冲裁模设计	49
[练习与思考题]	61
第3章 弯曲及弯曲模具设计	63
第1节 概 述	63
第2节 弯曲变形分析	65
第3节 弯曲卸载后弯曲件的回弹	72
第4节 弯曲件坯料尺寸的计算	79
第5节 弯曲力的计算	81
第6节 弯曲件的工艺性	82
第7节 弯曲件的工序安排	86
第8节 弯曲模典型结构	87
第9节 弯曲模结构设计	96
[练习与思考题]	99
第4章 拉深工艺与拉深模具设计	100
第1节 概 述	100
第2节 圆筒形件拉深变形分析	101

第3节 旋转体拉深件坯料尺寸	105
第4节 圆筒形件的拉深工艺计算	109
第5节 阶梯形及曲面形状零件的拉深	119
第6节 盒形件的拉深	123
第7节 拉深件的工艺设计及拉深模的典型结构	125
第8节 拉深模凸、凹模设计	131
第9节 拉深工艺的辅助工序	137
[练习与思考题]	138
第5章 多工位级进模	139
第1节 多工位级进模的特点和分类	139
第2节 多工位级进模设计	140
[练习与思考题]	143
第6章 其他冲压加工方法	144
第1节 概 述	144
第2节 胀 形	145
第3节 翻 边	149
第4节 缩 口	154
第5节 旋 压	157
第6节 校 形	160
[练习与思考题]	162
第7章 冲压模具的制造与装配	163
第1节 概 述	163
第2节 冲裁模具零件制造与装配	165
第3节 成形模具零件制造与装配	174
第4节 多工位级进模零件制造与装配	176
[练习与思考题]	178
参考文献	179

第 1 章 冲压加工基本知识

本章学习冲压技术的基本概念及其相关知识，内容主要包括：冲压技术的定义、分类、应用；冲压工艺与设备；冲压模具的基本知识；冲压技术的标准化；冲压材料及其盛开性能；冲压模具 CAD/CAM 技术的发展等。

第 1 节 冲压技术概述

冲压是指在常温下，利用冲压模具在压力设备上对板料或热料施加压力，使其产生塑性变形或分离，从而获得所需形状和尺寸的工件的一种压力加工方法。由于冲压过程通常是在常温下完成的，同时被冲压的材料通常都是板料，为与其他压力加工方法进行区分，也把冲压加工过程称为冷冲压或板料成形加工。

在冲压件的生产中，合理的冲压成形工艺、先进的模具、高效的冲压设备是必不可少的三要素，如图 1-1 所示。其中，冲压工艺是指冲压加工的具体方法（各种冲压工序的总和）和技术经验；冲压模具是指在冷冲压加工中，将板料（包括金属和非金属材料）加工成零件或半成品的一种特殊工艺装备，简称冷冲模；冲压设备是指用于安装冲压模具并实施加工过程的压力设备。

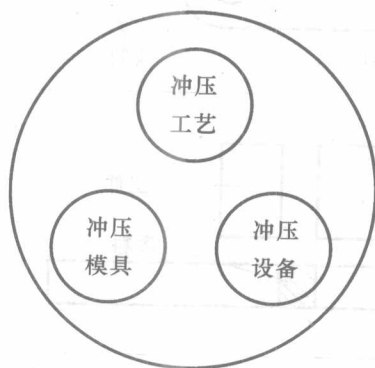


图 1-1 冲压加工三要素

冲压加工工艺所使用的材料可以是金属板料，也可以是非金属材料，如毛毡、纸板、纤维板等。

一、冲压技术分类

由于冲压工艺具有突出的优点，因此在国民经济各个领域得到了广泛的应用。例如，

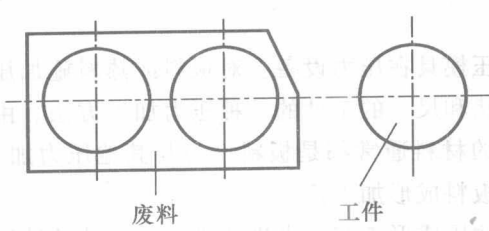
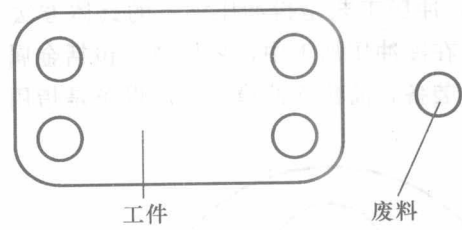
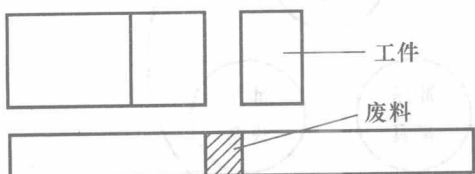
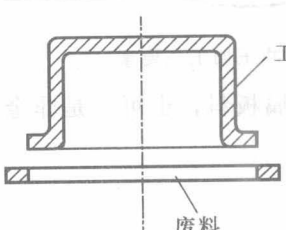
航空航天、机械、电子信息、交通、兵器、日用电器及轻工等产业都应用了冲压加工。冲压可制造钟表及仪器的小零件，也可制造汽车、拖拉机的大型覆盖件。冲压材料包括黑色金属、有色金属以及某些非金属材料。生产中为满足冲压零件形状、尺寸、精度、批量、原材料性能等方面的要求，可采用多种多样的冲压加工方法。

冲压加工因制件的形状、尺寸和精度的不同，所采用的工序也不同。概括起来，冲压加工可以分为分离工序与成形工序两大类。

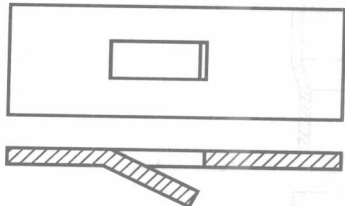
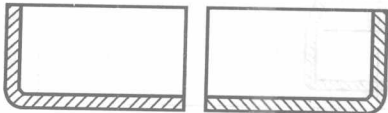
1. 分离工序

分离工序是指板料在冲压力作用下，变形部分的应力达到强度极限(σ_b)以后，使板料发生断裂而产生分离，分离出的部分即为需要的冲压件。分离工序主要有落料、冲孔和切断等。典型分离工序的分类说明如表 1-1 所示。

表 1-1 分离工序

工序名称	工序简图	工序特征
落料		用模具沿封闭轮廓线冲切板料，被分离下的部分为工件。
冲孔		用模具沿封闭孔冲切板料，被冲切下的部分为废料。
切断		用模具沿不封闭的线冲切板料，使板料成为两个或多个部分。
切边		将工件边缘多余的部分冲切下来。

续表

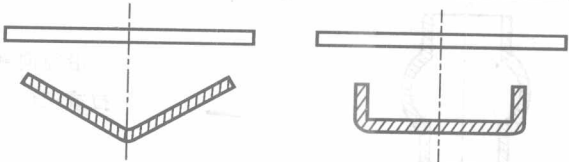
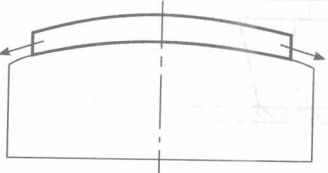
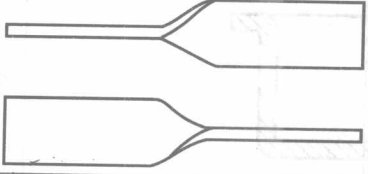
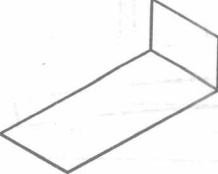
工序名称	工序简图	工序特征
切口		用模具沿不封闭轮廓冲出缺口，切口部分发生弯曲。
剖切		用模具把工件切开成两个或多个零件。

2. 成形工序

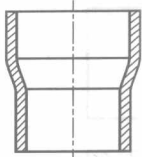
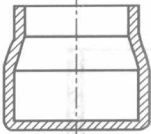
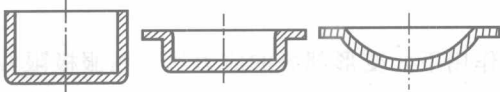
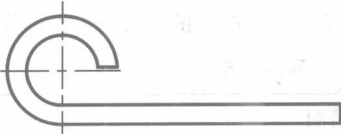
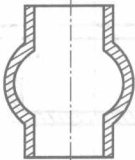
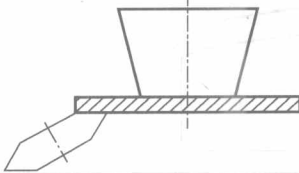
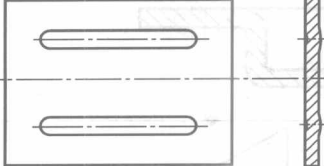
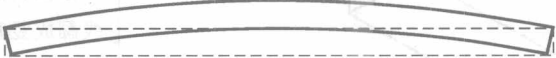
成形工序是指板料在冲压力作用下，变形部分的应力达到屈服极限(σ_s)，但未达到强度极限(σ_b)，使板料产生塑性变形，成为具有一定形状、尺寸与精度制件的加工工序。成形工序主要有弯曲、拉深、翻边、旋压等。典型的成形工序的分类说明如表1-2所示。

表 1-2

成形工序

工序名称	工序简图	工序特征
弯曲		利用压力使板料产生塑性变形，沿直线弯成一定的角度和曲率。
拉弯		在拉力与弯矩共同作用下实现弯曲变形。
扭弯		把工件的一部分相对于另一部分扭弯成一定的角度。
翻孔		沿工件上孔的边缘翻出竖直的边缘。
翻边		把板料边缘按直线或曲线翻成竖直的边缘。

续表

工序名称	工序简图	工序特征
扩口		用模具对空心件口部施加由内向外的径向压力,使局部直径扩张。
缩口		用模具对空心件口部施加由外向内的径向压力,使局部直径变小。
拉深		用模具将平板坯料或空心工件制成开口空心零件。
卷缘		把空心件的口部卷成接近封闭的圆形。
胀形		沿径向和轴向分别施加拉或压应力。
旋压		用滚轮使旋转状态下的坯料逐步成形为各种旋转体空心件。
整形		依靠材料的局部变形,少量改变工件形状和尺寸,提高加工精度。
起伏		依靠材料的伸长变形使工件形成局部凹陷或凸起。
校平		将有拱弯或翘曲的平板形件压平,提高其平面度。

二、冲压技术特点

1. 冲压加工的优点

冲压生产靠模具和压力机完成加工过程。与其他加工方法相比,它在技术和经济方面有如下优点:

- (1) 冲压件的尺寸精度由模具保证,所以其质量稳定,具有很好的互换性。
- (2) 由于利用模具加工,所以可获得用其他加工方法不能或难以制造的壁薄、重量轻、刚性好、表面质量高、形状复杂的零件。
- (3) 冲压加工一般不需要加热毛坯,也不像切削加工那样需大量切削金属,所以既能又节约金属材料。
- (4) 普通压力机每分钟可生产几十件冲压件,高速压力机每分钟可生产几百甚至上千件,所以它是一种高效率的加工方法。
- (5) 冲压零件的质量主要靠冲模来保证,所以操作方便,对工人技术等级的要求不高,便于组织生产。

2. 冲压加工的缺点

冲压加工的缺点主要表现在冲压加工时的噪声和振动方面。这些问题并不完全是冲压工艺及模具本身带来的,而主要是由传统冲压设备的落后所造成的。另外,受模具制造的技术要求高、结构复杂、制造周期长以及费用昂贵的影响,小批量生产一般不采用冲压加工。冲压件的精度取决于模具的精度,当零件精度要求很高时,用冲压生产难以达到用户的要求。

三、冲压技术的应用与发展

随着工业产品质量的不断提高,冲压产品生产正呈现多品种、少批量、复杂、大型、精密、更新换代速度快的特点,冲压模具正向高效、精密、长寿命、大型化方向发展。而计算机技术和制造技术的迅速发展,也使得冲压模具设计与制造技术正由手工设计、依靠人工经验和常规机械加工技术向以计算机辅助设计与分析(CAD/CAE)、数控切削加工、数控电加工为核心的计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)技术转变。

1. 冲压成形理论及冲压工艺的发展

冷冲压变形基础理论的研究发展迅速,更加准确、实用、方便的计算方法被应用于材料的受力分析之中,这使得人们可以正确地确定冲压工艺参数和模具工作部分的几何形状与尺寸,解决了冷冲压变形中出现的各种实际问题,进一步提高了冲压件的质量,新的工艺方法得以研究成功并推广。例如精冲工艺、软模成形工艺、高能高速成形工艺、超塑性成形工艺以及其他高效、经济的成形工艺等。冷冲压技术水平得到了进一步的提高。

随着计算机技术的飞跃发展和塑性变形理论的进一步完善,近年来国内外已开始应用塑性成形过程的计算机模拟分析技术,即利用有限元等数值分析方法模拟金属的塑性成形过程,通过分析数值技术结果,帮助设计人员实现优化设计。

2. 模具先进制造工艺及设备的发展

模具制造技术现代化是模具工业发展的基础。随着科学技术的发展,计算机技术、信息技术、自动化技术等先进技术正不断向传统制造技术渗透、交叉、融合,对其实施改

造,形成先进制造技术。模具先进制造技术的发展主要体现在以下方面:

(1) 高速铣削加工

普通铣削加工采用低的进给速度和大的切削参数,高速铣削加工则采用高的进给速度和小的切削参数。

(2) 电火花铣削加工

电火花铣削加工又称电火花创成加工,是电火花加工技术的重大发展,是一种替代传统用成型电极加工模具型腔的新技术。像数控铣削加工一样,电火花铣削加工采用高速旋转的杆状电极对工件进行二维或三维轮廓加工,无须制造复杂、昂贵的成型电极。日本三菱公司最近推出的 EDSCAN8E 电火花创成加工机床,配置有电极损耗自动补偿系统、CAD/CAM 集成系统、在线自动测量系统和动态仿真系统,体现了当今电火花创成加工机床的水平。

(3) 慢走丝线切割技术

目前,数控慢走丝线切割技术发展水平已相当高,功能相当完善,自动化已达到无人看管运行的程度。其最大切割速度已达 $300 \text{ mm}^2/\text{min}$,加工精度可达到 $\pm 1.5 \mu\text{m}$,加工表面粗糙度 $Ra \leq 0.1 \sim 0.2 \mu\text{m}$ 。直径 $0.03 \sim 0.1 \text{ mm}$ 细丝线切割技术的开发,可实现凹凸模的一次切割完成,并可进行 0.04 mm 的窄槽及半径 0.02 mm 内圆角的切割加工;锥度切割技术已能进行 30° 以上锥度的精密加工。

(4) 磨削及抛光加工技术

磨削及抛光加工由于精度高、表面质量好、表面粗糙度值低等特点,在精密模具加工中被广泛应用。目前,精密模具制造广泛使用数控成形磨床、数控光学曲线磨床、数控连续轨迹座标磨床及自动抛光机等先进设备和技术。

(5) 数控测量

产品结构的复杂,必然导致模具零件形状的复杂。传统的几何检测手段已无法适应模具的生产,现代模具制造已广泛使用三坐标数控测量机进行模具零件的几何量的测量,模具加工过程的检测手段也取得了很大进展。三坐标数控测量机除了能高精度地测量复杂曲面的数据外,其良好的温度补偿装置、可靠的抗振保护能力、严密的除尘措施以及简便的操作步骤,使得现场自动化检测成为可能。

模具先进制造技术的应用改变了传统制模技术模具质量依赖于人为因素和不易控制的状况,使得模具质量依赖于物化因素,整体水平容易控制,模具再现能力强。

3. 模具新材料及热、表处理的发展

随着产品质量的提高,对模具质量和寿命的要求也越来越高。而提高模具质量和寿命最有效的办法就是开发和应用模具新材料及热、表处理新工艺,不断提高使用性能,改善加工性能。

(1) 模具新材料

冲压模具使用的材料为冷作模具钢,它的特点是应用量大,使用面广,并且种类最多。其主要性能要求为强度、韧性、耐磨性。目前,冷作模具钢的发展趋势是在高合金钢 D2 (相当于我国 Cr12MoV) 性能基础上,向两大分支方向发展:一种是降低含碳量和合金元素量,提高钢中碳化物分布的均匀度,突出提高模具的韧性。如美国钒合金钢公司的

8CrMo2V2Si、日本大同特殊钢公司的 DC53 (Cr8Mo2SiV) 等。另一种是以提高耐磨性为主要目的, 为适应高速、自动化、大批量生产而开发的粉末高速钢。如德国的 320CrVMo13 和 320CrVMo5 等。

(2) 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, 必须采用热、表处理新技术, 尤其是表面处理新技术。除人们熟悉的镀硬铬、氮化等表面硬化处理方法外, 近年来模具表面性能强化技术发展很快, 实际应用效果也很好。其中, 化学气相沉积 (CVD)、物理气相沉积 (PVD) 以及盐浴渗金属 (TD) 的方法是几种发展较快、应用最广的表面涂覆硬化处理的新技术。它们对提高模具寿命和减少模具昂贵材料的消耗, 有着十分重要的意义。

4. 模具 CAD/CAM 技术的发展

计算机技术、机械设计与制造技术的迅速发展和有机结合, 形成了计算机辅助设计与计算机辅助制造这一新型技术。

CAD/CAM 是改造传统模具生产方式的关键技术, 是一项高科技、高效益的系统工程。它以计算机软件的形式为用户提供一种有效的辅助工具, 使工程技术人员能借助计算机对产品、模具结构、成形工艺、数控加工及成本等进行设计和优化。模具 CAD/CAM 能显著缩短模具设计及制造周期、降低生产成本、提高产品质量已成为人们的共识。

随着功能强大的专业软件和高效集成制造设备的出现, 以三维造型为基础、基于并行工程 (CE) 的模具 CAD/CAM 技术正成为发展方向。它能实现面向制造和装配的设计, 实现成形过程的模拟和数控加工过程的仿真, 使设计、制造一体化。

5. 快速经济制模技术的发展

为了适应工业中多品种、小批量生产的需要, 加快模具的制造速度、降低模具生产成本、开发和应用快速经济制模技术, 越来越受到人们的重视。目前, 快速经济制模技术主要有低熔点合金制模技术、锌基合金制模技术、环氧树脂制模技术、喷涂成形制模技术、叠层钢板制模技术等。应用快速经济制模技术制造模具, 能简化模具制造工艺, 缩短制造周期 (比普通钢模制造周期缩短 70%~90%), 降低模具生产成本 (比普通钢模制造成本降低 60%~80%)。快速经济制模技术在工业生产中取得了显著的经济效益, 对提高新产品的开发速度, 促进生产的发展有着非常重要的作用。

6. 先进生产管理模式的应用

随着需求的个性化和制造的全球化、信息化, 以及企业内部和外部环境的变化, 改变了模具业的传统生产观念和和生产组织方式。现代系统管理技术在模具企业正得到逐步应用, 主要表现在: 应用集成化思想, 强调系统集成, 实现了资源共享; 实现由金字塔式的多层次生产管理结构向扁平的网络结构的转变, 由传统的顺序工作方式向并行工作方式的转变; 实现以技术为中心向以人为中心的转变, 强调协同和团队精神。先进生产管理模式的应用使得企业生产实现了低成本、高质量和高速度, 提高了企业市场竞争能力。

第2节 冲压材料及其冲压成形性能

冲压成形加工方法与其他加工方法一样,都是以材料自身的可加工性能作为加工依据。材料实施冲压成形加工,必须有好的冲压成形性能。

一、材料的冲压成形性能

材料对各种冲压加工方法的适应能力称为材料的冲压成形性能。材料的冲压成形性能好,就是指其便于冲压加工,一次冲压工序的极限变形程度和总的极限变形程度大,生产率高,容易得到高质量的冲压件,模具的使用寿命也能更长。冲压成形性能是一个综合性的概念,它涉及的因素很多,但主要有两个方面:成形极限和成形质量。

1. 成形极限

在冲压成形过程中,材料能达到的最大变形程度称为成形极限。对于不同的成形工艺,成形极限是采用不同的极限变形系数来表示的。在变形坯料的内部,凡是受到过大拉应力作用的区域,都会使坯料局部严重变薄,甚至拉裂而使冲件报废;凡是受到过大压应力作用的区域,若超过了临界应力,则会使坯料丧失稳定而起皱。因此,从材料方面来看,为了提高成形极限,就必须提高材料的塑性指标和增强其抗拉、抗压能力。

冲压时,当作用于坯料变形区内的拉应力的绝对值最大时,在这个方向上的变形一定是伸长变形,故称这种冲压变形为伸长类变形(如胀形、扩口、内孔翻边等);当作用于坯料变形区内的压应力的绝对值最大时,在这个方向上的变形一定是压缩变形,故称这种冲压变形为压缩类变形(如拉深、缩口等)。伸长类变形的极限变形系数主要取决于材料的塑性;压缩类变形的极限变形系数通常是受坯料传力区的承载能力的限制,有时则受变形区或传力区的失稳起皱的限制。

2. 成形质量

冲压件的质量指标主要是尺寸精度、厚度变化、表面质量以及成形后材料的物理机械性能等。影响工件质量的因素很多,不同的冲压工序,情况又各不相同。

材料在塑性变形的同时总伴随着弹性变形,当载荷卸除后,由于材料的弹性回复,造成制件的尺寸和形状偏离模具,影响制件的尺寸和形状精度。因此,掌握回弹规律,控制回弹量,是非常重要的。

冲压成形后,一般板厚都要发生变化,有的是变厚,有的是变薄。厚度变薄直接影响冲压件的强度和使用,对强度有要求时,往往要限制其最大变薄量。

材料经过塑性变形后,除产生加工硬化现象外,还由于变形不均,造成残余应力,从而引起工件尺寸及形状的变化,严重时还会导致工件的自行开裂。所有这些情况,在制定冲压工艺时都应予以考虑。

影响工件表面质量的主要因素是原材料的表面状态、晶粒大小、冲压时材料粘模的情况以及模具对冲压件表面的擦伤等。原材料的表面状态直接影响工件的表面质量:晶粒粗大的钢板拉深时会产生所谓“橘子皮”样的缺陷(表面粗糙);冲压易于粘模的材料则会擦伤冲压件并降低模具寿命。此外,模具间隙不均、模具表面粗糙也会擦伤冲压件。

二、冲压材料

1. 对冲压材料的要求

冲压所用的材料，不仅要满足产品设计的技术要求，还应当满足冲压工艺的要求和冲压后继的加工要求（如切削加工、焊接、电镀等）。冲压工艺对材料的基本要求主要有以下几方面。

(1) 对冲压成形性能的要求

为了有利于冲压变形和制件质量的提高，材料应具有良好的冲压成形性能，而冲压成形性能与材料的机械性能密切相关。通常要求材料：具有良好的塑性，屈强比小，弹性模量高，板厚方向性系数大，板平面方向性系数小。典型冲压工序对板材性能的具体要求如表1-3所示。

表1-3 不同工序的板料性能要求

工序名称	板料的性能要求
冲裁	具有足够的塑性，在进行冲裁时板料不开裂；材料的硬度一般应低于冲模零部件的硬度。
弯曲	具有足够的塑性、较低的屈服极限和较高的弹性模量。
拉深	具有高塑性、高屈服极限，板厚方向性系数大，板料的屈强比、板平面方向性系数小。

(2) 对材料厚度公差的要求

材料的厚度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，材料厚度公差太大，不仅直接影响制件的质量，还可能导致模具和冲床的损坏。

(3) 对表面质量的要求

材料的表面应光洁平整，无分层和机械性质的损伤，无锈斑、氧化皮及其他附着物。表面质量好的材料，冲压时不易破裂，不易擦伤模具，工件表面质量好。

2. 常用冲压材料

冲压用材料的形状有各种规格的板料、带料和块料。板料的尺寸较大，一般用于大型零件的冲压，对于中小型零件，多数是将板料剪裁成条料后使用。带料（又称卷料）有各种规格的宽度，展开长度可达几千米，适用于大批量生产的自动送料。块料只用于少数钢号和价钱昂贵的有色金属的冲压。

冷冲压常用材料有：

(1) 黑色金属：普通碳素结构钢、优质碳素钢、合金结构钢、碳素工具钢、不锈钢、电工硅钢等。

对厚度在4mm以下的轧制薄钢板，按国家标准GB/T 708—1991规定，钢板的厚度精度可分为A（高级精度），B（较高精度），C（普通精度）级。

对优质碳素结构钢薄钢板，根据GB/T 710—1991规定，钢板的表面质量可分为I（特别高级的精整表面），II（高级的精整表面），III（较高的精整表面），IV（普通的精整表面）组，每组按拉深级别又可分为z（最深拉深）、s（深拉深）、p（普通拉深）级。

(2) 有色金属：铜及铜合金、铝及铝合金、镁合金、钛合金等。

(3) 非金属材料：纸板、胶木板、塑料板、纤维板和云母等。

关于各类材料的牌号、规格和性能，可查阅有关手册和标准。

第3节 冲压设备及其选用

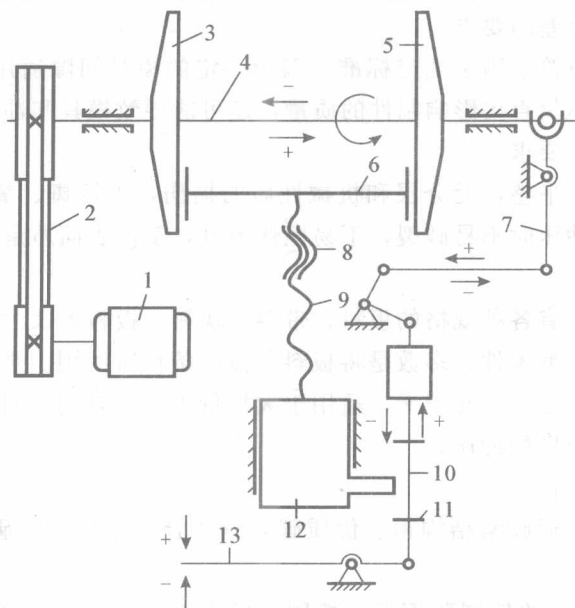
一、常见冷冲压设备

冲压设备属锻压机械。常见冷冲压设备有机械压力机（以 J×× 表示其型号）和液压机（以 Y×× 表示其型号）两种。

1. 机械压力机

机械压力机按驱动滑块机构的种类可分为曲柄式和摩擦式；按滑块个数可分为单动和双动；按床身结构形式可分为开式（C 型床身）和闭式（Ⅱ 型床身）；按自动化程度可分为普通压力机和高速压力机等。

其中，摩擦压力机是利用摩擦盘与飞轮之间相互接触并传递动力，借助螺杆与螺母相对运动原理而工作的。其特点是：结构简单，当超负荷时，只会引起飞轮与摩擦盘之间的滑动，而不会损坏机件；但飞轮轮缘磨损大，生产率低。它适用于中小型件的冲压加工，对于校正、压印和成形等冲压工序尤为适宜。摩擦压力机工作原理如图 1-2 所示。



1-电机；2-传送带；3、5-摩擦盘；4-轴；6-飞轮；7、10-连杆；8-螺母；
9-螺杆；11-挡块；12-滑块；13-手柄

图 1-2 摩擦压力机工作原理图

曲柄压力机是利用曲柄连杆机构进行工作，电机通过皮带轮及齿轮带动曲轴传动，经连杆使滑块作直线往复运动。曲柄压力机分为偏心压力机和曲轴压力机。二者的区别主要在于主轴，前者主轴是偏心轴，后者主轴是曲轴。偏心压力机一般是开式压力机，而曲轴压力机有开式和闭式之分。曲柄压力机的特点是生产效率高，适用于各类冲压加工工序。偏