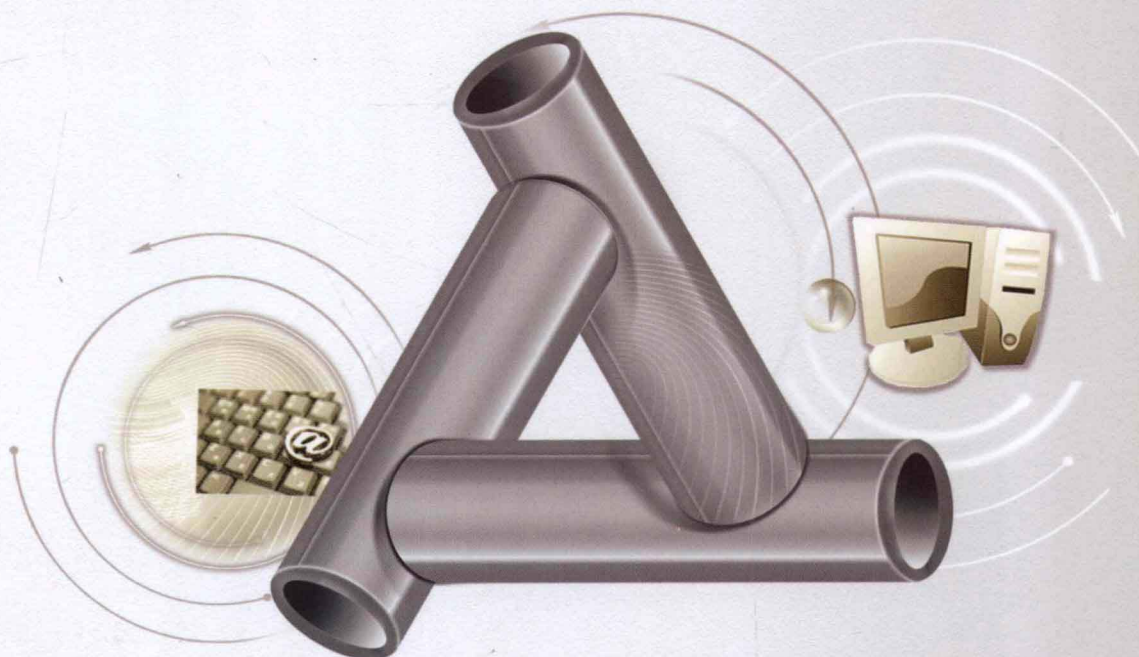


高职高专模具与数控技能实训规划教材

冷冲压与模具设计实训精讲

主编 孟新军 侯先勤



系统全面 视频讲解 ◯ 取材典型 实例丰富 ◯ 讲解独到 经验点评

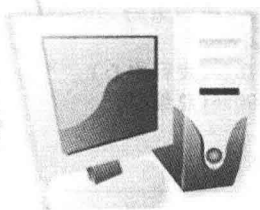
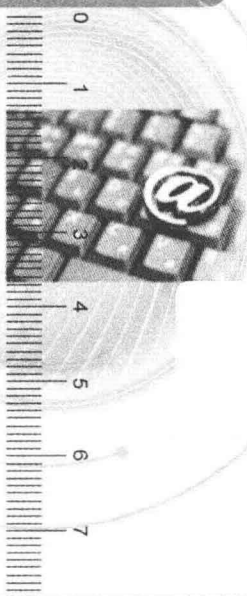
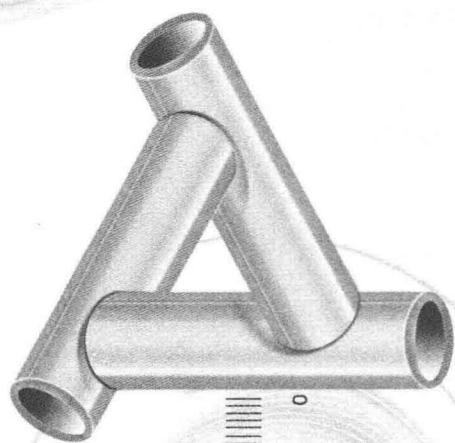


西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

高职高专模具与数控技能实训规划教材

冷冲压与模具设计实训精讲

主编 孟新军 侯先勤



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

内容简介

本书将模具理论知识与实践相结合,突出了专业知识的实用性、综合性、先进性,以培养读者从事冲模设计与制造的工作能力为核心,将冲压成型加工原理、冲压设备、冲压工艺、冲模设计与冲模制造有机融合,实现重组和优化,以通俗易懂的文字和丰富的图表,系统地介绍了模具设计的方法和步骤,并通过多个经典范例进行各类冲压模具设计。

本书以冷冲压模具为基础,详细讲解了各类冷冲压模具的设计方法及技巧。第1章讲解冷冲压模具的基本知识,具体介绍了冷冲压模具的概念、特点、优缺点、分类以及冲压设备分类及主要技术参数等。第2章讲解冲裁工艺及模具设计,具体介绍了普通冲裁的基本原理、冲裁间隙、冲裁力和压力中心的计算、排样设计等。3~6章依次介绍了弯曲模、拉伸模、冷挤压模具及其他成型工艺的设计方法,详细讲解了计算方法并附以典型实例。第7章讲解了冷冲压工艺规程的制定。

本书内容实用,所选实例典型,讲解透彻,可供从事冲压模具设计的技术人员使用,也可作为大中专院校模具专业师生的参考用书以及机电一体化专业各种层次的继续工程教育的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

冷冲压与模具设计实训精讲/孟新军,侯先勤主编. —西安:西安交通大学出版社,2010.11

ISBN 978-7-5605-3617-0

I. ①冷… II. ①孟… ②侯… III. ①冷冲压-工艺-高等学校:技术学校-教材②冷冲模-设计-高等学校:技术学校-教材 IV. ①TG38

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 128871 号

书 名 冷冲压与模具设计实训精讲
主 编 孟新军 侯先勤
责任编辑 毛 帆

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路 10 号 邮政编码 710049)

网 址 <http://www.xjtupress.com>
电 话 (029)82668357 82667874(发行中心)
(029)82668315 82669096(总编办)

传 真 (029)82668280
印 刷 陕西江源印刷科技有限公司

开 本 787mm×1 092mm 1/16 印张 14.25 字数 333 千字
版次印次 2010 年 11 月第 1 版 2010 年 11 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5605-3617-0/TG·33
定 价 26.00 元

读者购书、书店添货、如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。

订购热线:(029)82665248 (029)82665249

投稿热线:(029)82664954

读者信箱:jdjgy@yahoo.cn

版权所有 侵权必究

前言 Foreword

模具是生产各种工业产品的重要基础工艺装备,是实现少、无切削不可缺少的工具,俗有“工业软黄金”、“金属加工业中的帝王”等美誉,其生产的产品所能达到的高精度、高复杂程度、高生产率和低耗能、低耗材是其他工艺装备难以胜任的,因而在汽车、机械、电子、轻工、家电、通信、军事和航空航天等领域的产品生产中获得了广泛应用。因此,模具在制造业中的地位越来越重要,并已发展成为一门产业。

本系列教材是依据高职高专职业学校、技工学校数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案和国家颁布的数控技术应用专业教学大纲编写的。分别涉及目前数控机床的主流操作系统:FANUC 系统、SIEMENS 系统、华中系统的车、铣、加工中心的手动及自动编程;冷冲模、注塑模设计;加工工艺、机械制图、机械原理、公差匹配与测量;机床维修,等。全套教材的编写坚持以就业为导向,充分体现了“教、学、做”合一的职教办学特色。

本书内容

全书共分 7 章,内容完整,由浅而深,层层剖析。主要内容简介如下:

第 1 章:冷冲压模具的基本知识

第 2 章:冲裁工艺及模具设计

第 3 章:弯曲模的设计与制造

第 4 章:拉伸工艺与拉伸模设计

第 5 章:冷挤压工艺与模具设计

第 6 章:其他成型工艺

第 7 章:冷冲压工艺规程的制定

读者对象

本书内容实用,层次清晰,所选实例典型,讲解透彻,可供从事冲压模具设计的技术人员使用,也可作为大中专院校模具专业师生的参考用书。

本书的主编是孟新军、侯先勤。此外,参与本书编写的还有杨海琴、丁荣跃、张继先等,在此一并表示感谢!

由于编写的时间较为仓促,书中难免会有疏漏和不足之处,肯请广大读者提出宝贵意见。如有问题可以通过电子邮件 371658132@qq.com 与编者联系。

编 者

2010 年 11 月

目录 Contents

前言

第1章 冷冲压模具的基本知识 (1)

1.1 冷冲压概述 (1)

1.1.1 冷冲压的概念 (1)

1.1.2 冷冲压的特点 (1)

1.1.3 冷冲压的发展现状及应用 (2)

1.1.4 冷冲压工序的分类 (3)

1.2 冲压设备分类及其主要技术参数 (4)

1.2.1 压力机的主要结构类型和工作原理 (4)

1.2.2 压力机的基本构成 (5)

1.2.3 曲柄压力机的主要技术参数 (7)

1.3 冷冲压模具的基础知识 (9)

1.3.1 冷冲压模具概述 (9)

1.3.2 冷冲压模具的结构及其特点 (10)

1.4 冲压常用材料 (10)

1.4.1 冲压常用材料的分类及用途 (10)

1.4.2 冲压常用材料的化学成分及力学性能 (12)

1.4.3 冲压用新材料 (13)

1.5 金属板材冲压成型指标 (13)

1.5.1 板材拉伸试验 (13)

1.5.2 杯突试验 (14)

1.5.3 液压胀形试验 (14)

1.5.4 拉伸力试验 (15)

1.6 成型极限图 (15)

1.6.1 成型极限图制作 (16)

1.6.2 成型极限图的应用 (17)

1.7 练习题 (18)

第2章 冲裁工艺及模具设计 (19)

2.1 普通冲裁的基本原理 (19)

2.1.1 冲裁变形过程分析 (19)

2.1.2 普通冲裁件断面质量及改进措施分析 (21)

2.2 冲裁间隙 (25)

2.2.1 间隙对冲裁过程各种因素的影响及要求 (25)

2.2.2 间隙对模具寿命的影响 (26)

2.2.3 间隙值的确定 (27)

2.3 冲裁模刃口尺寸的确定 (30)

2.3.1 尺寸计算原则 (30)

2.3.2 凸、凹模刃口尺寸的计算方法 (31)

2.3.3 冲裁凸、凹模案例 (32)

2.4 排样设计 (33)

2.4.1 材料的利用率 (34)

2.4.2 排样方法 (35)

2.4.3 搭边和料宽 (36)

2.5 冲裁力和压力中心的计算 (39)

2.5.1 力的计算 (39)

2.5.2 降低冲裁力的方法 (40)

2.5.3 压力机公称压力的核定 (42)

2.5.4 压力中心的计算 (42)

2.6 冲裁工艺设计 (44)

2.6.1 冲裁件的工艺性分析 (44)

2.6.2 冲裁工艺方案的确定 (47)

2.7 冲裁模的典型结构及分类 (50)

2.7.1 单工序冲裁模 (50)

2.7.2 复合冲裁模 (50)

2.8 冲裁主要零部件设计	(51)	3.5 弯曲件的结构工艺性	(89)
2.8.1 凸模(工作零件)	(52)	3.6 弯曲件的工序安排	(90)
2.8.2 凹模(工作零件)	(55)	3.7 弯曲模的典型结构	(92)
2.8.3 定位零件	(57)	3.7.1 各类弯曲模结构	(92)
2.8.4 卸料与推件装置	(61)	3.7.2 弯曲模结构设计要点	(95)
2.8.5 导向零件	(63)	3.8 弯曲模工作零件设计及制造	(96)
2.8.6 固定、连接零件	(65)	3.8.1 弯曲模工作部分结构参数的确定	(96)
2.9 冲裁模设计程序	(67)	3.8.2 弯曲模工作零件的制造	(99)
2.9.1 冲裁模设计步骤	(67)	3.9 弯曲模装配特点	(99)
2.9.2 冲裁工艺性分析及冲裁工艺方案的确定	(70)	3.10 练习题	(100)
2.9.3 选择模具的结构形式	(70)	第4章 拉伸工艺与拉伸模设计	(101)
2.9.4 工艺计算	(70)	4.1 拉伸模设计	(101)
2.9.5 模具的主要零部件设计	(70)	4.1.1 拉伸的定义	(101)
2.9.6 校核模具闭合高度及压力机有关参数	(71)	4.1.2 拉伸的类型	(101)
2.9.7 绘制模具总装图和零件图	(72)	4.1.3 拉伸模结构与特点	(103)
2.10 练习题	(74)	4.1.4 拉伸模设计程序	(104)
第3章 弯曲模的设计与制造	(75)	4.2 拉伸工艺性分析	(105)
3.1 弯曲变形基础	(75)	4.2.1 对拉伸件形状尺寸的要求	(105)
3.1.1 弯曲变形过程	(76)	4.2.2 拉伸件圆角半径的要求	(106)
3.1.2 弯曲变形的基本规律	(77)	4.2.3 拉伸件上的孔位布置	(107)
3.1.3 弯曲变形时的应力、应变分析	(78)	4.2.4 大型覆盖零件的拉伸工艺性	(108)
3.2 弯曲卸载后的回弹	(79)	4.2.5 大型覆盖零件拉伸工序的工艺要素	(110)
3.2.1 回弹的表现形式	(79)	4.3 圆筒形件拉伸计算	(112)
3.2.2 影响回弹的因素	(80)	4.3.1 拉伸系数	(112)
3.2.3 回弹值的大小	(82)	4.3.2 无凸缘圆筒形拉伸件拉伸次数及工序尺寸计算	(113)
3.2.4 控制回弹的措施	(83)	4.3.3 带凸缘圆筒形的拉伸计算	(116)
3.3 弯曲件展开尺寸计算	(86)	4.4 拉伸件毛坯尺寸计算	(122)
3.3.1 中性层位置的确定	(86)	4.4.1 简单旋转体拉伸件坯料尺寸的确	(122)
3.3.2 各类弯曲件展开尺寸的			
计算	(86)		
3.4 弯曲力的计算	(87)		
3.4.1 自由弯曲力计算	(88)		
3.4.2 校正弯曲力计算	(88)		
3.4.3 顶件力和压料力	(88)		

4.4.2 复杂旋转体拉伸件坯料尺寸 的确定	(125)	5.3 冷挤压材料与坯料准备	(162)
4.5 拉伸凸、凹模结构设计	(126)	5.3.1 冷挤压原材料	(162)
4.5.1 凸、凹模的圆角半径 ..	(126)	5.3.2 冷挤压坯料形状和尺寸 的确定	(162)
4.5.2 拉伸模的凸、凹模间隙	(126)	5.3.3 毛坯热处理规范	(164)
4.5.3 凸、凹模结构	(127)	5.3.4 冷挤压时的润滑与表面处 理	(167)
4.6 拉伸件成型模具总体结构设计	(130)	5.4 冷挤压的工艺设计	(171)
4.6.1 拉伸模的压边装置	(130)	5.4.1 冷挤压工艺性分析	(171)
4.6.2 拉伸模的典型结构	(131)	5.4.2 冷挤压工艺方案的确定	(174)
4.7 旋转体件的拉伸	(135)	5.4.3 冷挤压变形程度计算	(175)
4.7.1 阶梯圆筒件的拉伸	(135)	5.4.4 冷挤压力的计算	(177)
4.7.2 曲面旋转体的拉伸	(137)	5.5 冷挤压模具的设计	(181)
4.8 其它拉伸方法	(139)	5.5.1 典型冷挤压模具结构	(182)
4.8.1 软模拉伸	(139)	5.5.2 冷挤压凸模与凹模的设计	(185)
4.8.2 变薄拉伸	(141)	5.6 练习题	(188)
4.8.3 爆炸成型	(143)	第6章 其他成型工艺	(189)
4.8.4 电水成型	(144)	6.1 胀形	(189)
4.8.5 电磁成型	(145)	6.1.1 胀形成型的特点和分类	(189)
4.8.6 激光冲击成型	(145)	6.1.2 起伏成型	(189)
4.8.7 超塑性成型	(146)	6.1.3 圆柱形空心毛坯胀形	(191)
4.9 拉伸工艺的辅助及工序拉伸次 品分析	(146)	6.1.4 胀形模结构	(192)
4.9.1 各次拉深的特点	(146)	6.2 翻边	(194)
4.9.2 拉伸次品分析	(147)	6.2.1 内孔翻边	(195)
4.9.3 拉伸工艺的辅助工序	(152)	6.2.2 外缘翻边	(197)
4.10 快速无模成型	(153)	6.2.3 翻边模结构	(197)
4.11 练习题	(154)	6.3 缩口	(197)
第5章 冷挤压工艺与模具设计 ..	(156)	6.3.1 缩口成型的特点	(197)
5.1 概述	(156)	6.3.2 缩口成型的变形程度	(199)
5.2 冷挤压金属流动分析	(158)	6.4 校平与整形	(201)
5.2.1 正挤压时的金属流动	(159)	6.4.1 校平	(201)
5.2.2 反挤压时的金属流动	(161)	6.4.2 整形	(203)
5.2.3 复合挤压时的金属流动	(161)		

6.5 练习题	(206)	7.4.2 冷冲模设计的基本要求	(213)
第7章 冷冲压工艺规程的制定 ...	(207)	7.4.3 冷冲模设计的一般工作程序	(214)
7.1 制定工艺规程的步骤	(207)	7.4.4 分析制件的冲压工艺性及冲压件的综合分析	(214)
7.2 冲压件的工艺性分析	(208)	7.4.5 确定制件的总体工艺方案	(216)
7.3 工序方案确定	(209)	7.4.6 制订冲压工艺方案	(216)
7.3.1 工艺方案在技术上应满足的要求	(209)	7.4.7 合理选择冲模类型及结构	(217)
7.3.2 工序性质	(210)	7.4.8 选择冲压设备	(217)
7.3.3 工序内容、数量确定 ...	(211)	7.4.9 编写工艺文件和设计计算说明书	(218)
7.3.4 工序编排	(212)	7.5 练习题	(219)
7.3.5 工序组合与合并	(212)		
7.4 冲模具设计的基本内容和一般工作程序	(213)		
7.4.1 冷冲模设计的基本内容	(213)		

第1章 冷冲压模具的基本知识



1.1 冷冲压概述

日常生活中人们使用的很多用具是用冲压方法制造的,比如不锈钢杯子,它就是用一块圆形金属板料在压床上利用模具对圆形板料加压而冲出来的。由此可以看出,冷冲压就是以金属(或非金属)板料为原料,利用压力机上的模具作往复上下运动,在常温下对金属板料施加压力,使金属板料内部晶粒产生变形内力。当变形内力的作用达到一定的数值时,板料毛坯或毛坯制件的局部或整体产生与内力的作用性质相对应的变形,使坯料分离(或局部分离)或产生塑性变形,从而获得所需尺寸及形状的毛坯或零件的金属压力加工方法。

冷冲压是一种先进的金属加工方法。在冷冲压加工中,冷冲模就是冲压加工中所用的工艺装备。没有先进的冷冲压技术,先进的冲压工艺就无法实现。

1.1.1 冷冲压的概念

冷冲压是一种塑性加工方法,在常温下利用冲模在压力机上对材料施加压力,使其产生分离或变形,从而获得一定形状、尺寸和性能的零件的加工过程。在整个生产过程中,冷冲压必需具备两个硬件条件才能完成生产,即冲压设备和冲压模具。

1.1.2 冷冲压的特点

1. 冲压加工的优点

(1) 在技术上的优点

①冷冲压加工是一种高效的金属加工方法。与其他加工方法相比,在原材料消耗不大的前提下,能制造出质量更小、刚度更好、尺寸精度更高的零部件。由于在生产过程中材料的表面不受破坏,且经过塑性变形后,金属内部晶粒组织结构得到改善,从而使材料机械强度有所提高。

②在压力机压力的冲击作用下,机床一次行程即可完成由其他加工方法所不能或难以制造的较复杂形状零件的加工(大型覆盖件、异型板材件等)。

③制件的精度较高,且零件尺寸的一致性高和零件之间的互换性强。大多数制件不需要进一步的机械加工即可满足一般的装配和使用要求。

(2) 经济上的优点

①原材料是钢厂大批量生产的热、冷轧制板材或型材,原材料成本低。

②采用合理的冲压工艺后,可以节约金属材料,实现少切削或无切削的加工方法。材料利用率一般可达70%~87%,因而制件的材料成本相应较低。



③生产率高,一台冲压设备每分钟可以生产几件到几十件零件。目前高速冲床生产零件数每分钟高达百件甚至千件以上。

④操作简单,便于组织生产。在大批量的生产中,易于实现机械化和自动化,进一步提高劳动生产效率。

2. 冷冲压加工的缺点

(1) 模具要求高、制造复杂、周期长、费用高,因而在小批量生产和简单零件生产时,经济上适应性差。

(2) 冲压件的精度决定于模具精度,如果零件的精度要求过高,用冷冲压生产方式就难以达到。

1.1.3 冷冲压的发展现状及应用

由于冷冲压具有表面质量好、重量轻、成本低的优点,因而冷冲压工艺在机械制造业中得到广泛的运用,如汽车、飞机、导弹、电机、电器、仪器、仪表及各种民用轻工业中已成为主要的工艺之一。目前大量的产品均可以通过钢板冲压直接生产。

工业发达国家对冷冲压生产工艺的发展是很重视的。英、美、法、日等模具工业的产值已超过机床工业。我国冷冲压技术还比较落后,具体表现在冷冲压基础理论及成型理论、工艺 CAE 模拟分析、模具部件标准化、模具设计标准化、模具制造工艺及设备、模具材料等方面与工业发达国家尚有相当大的差距。随着我国装备制造业的发展,模具生产水平迅速提高。

随着科技进步和企业技术创新,冲压件产品呈现多品种、小批量,复杂、大型、精密,更新换代速度快的特点,迫使冲压模具正向高效快速、精密、长寿命、大型化方向发展。为适应市场变化,随着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传统设计、依靠人工经验和常规机械加工技术,向以计算机辅助设计(CAD)、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. 冲压成型理论及冲压工艺

正确地确定工艺参数及冲模工作部分的形状与尺寸,提高冲压件的质量、缩短新产品试制周期应在加强冲压成型理论研究的基础上,使其达到能对生产实际起指导作用,逐步建立起一套密切结合生产实际的先进的工艺分析计算方法。近年来国内外已开始应用塑性成型过程的计算机模拟技术,即利用有限元等数值分析方法模拟金属的塑性成型过程,通过 CAE 分析数值技术结果,帮助设计人员实现优化设计,预测某一工艺方案对零件成型的可能性和可能出现的问题。

2. 模具制造工艺及设备

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几个方面。

(1) 高速铣削加工 铣削加工采用低进给速度和大切削参数,而高速铣削加工则采用高进给速度和小切削参数,高速铣削加工相对于普通铣削加工具有高效、高精度、高的表面质量、可加工高硬材料的特点。

(2) 电火花铣削加工 电火花铣削加工(又称为电火花创成加工)是电火花加工技术的重大发展,这是一种替代了传统的用成型电极加工模具型腔的一种新技术。

(3) 慢走丝线切割技术 数控慢走丝线切割技术发展水平已相当高,功能相当完善,自动化程度已达到无人看管运行的程度。切割速度高,精度可达到 $\pm 1.5 \mu\text{m}$,表面粗糙度 Ra 达到 $0.1\sim 0.2 \mu\text{m}$,可实现凹凸模的一次切割完成。

(4) 磨削及抛光加工技术 精密模具制造技术广泛使用数控成型磨床、数控光学曲线磨床、五轴数控铣、数控连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 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测量,模具加工过程的检测手段也取得了很大进展。

3. 新材料及热、表处理

随着产品质量的提高,对模具质量和寿命要求也越来越高。这迫使新材料以及热、表处理新工艺不断出现,以提高模具的使用性能,改善其加工性能。

(1) 模具新材料 冲压模具的使用材料属于冷作模具钢,它应用量大、使用面广、种类多,主要性能要求包括为强度、韧性和耐磨性。改善其性能的方法一是降低含碳量和合金元素量,提高钢中碳化物分布均匀度,突出提高模具的韧性,如 Cr12Mo1V1、DC53(Cr8Mo2SiV)等;二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,如 320CrVMo13,SKD11 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,实际应用效果很好。其中,化学气相沉积(CVD)、物理气相沉积(PVD)以及机关表面淬火的方法是几种发展较快的新工艺。

4. 模具 CAD/CAM/CAE 技术

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(CAD/CAM/CAE)这一新型技术。在我国,目前要特别注意多工位级进模 CAD/CAM 技术的研究,以加快产品更新换代,解决模具设计周期长的问题。

5. 快速经济制模技术

快速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、喷涂成型制模技术和叠层钢板制模技术,等等。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、降低模具生产成本,从而取得显著的经济效益。

1.1.4 冷冲压工序的分类

由于冷冲压加工的零件形状、尺寸、精度要求、批量大小、原材料性能的不同,其冲压方法也就多种多样,但概括起来可分为两大类:一类是分离工序,另一类是变形工序。分离工序是将原本为一体的材料相互分开,从而获得变形工序,使材料产生形状和尺寸的变化,成为所需要的制件。变形工序则是整块材料纤维组织不发生分开,只获得一定形状的工序。

冷冲压可以分为五个基本工序:

① 冲裁:使板料实现分离的冲压工序;

② 弯曲:将金属材料沿弯曲线弯成一定的角度和形状的冲压工序;



③ 拉伸:将平板料变成各种开口空心件,或者把空心件的尺寸作进一步改变的冲压工序;

④ 成型:用各种不同性质的局部变形来改变毛坯形状的冲压工序;

⑤ 冲击压制:将金属材料体积重新分布的工序。

以上每一种基本工序又有多种不同的加工方法,以满足各种冲压加工的要求。



1.2 冲压设备分类及其主要技术参数

在冷冲压生产过程中,对于不同的冲压工艺,应采用不同的冲压设备。压力机的种类很多,分类方法也不尽同。冲压设备属锻压机械,常见的冷冲压设备有机械压力机(以 J-xx 表示其型号)和液压机(以 Y-xx 表示其型号)。冲压设备分类如下:

① 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;

② 按滑块个数:可分为单动和双动;

③ 按床身结构形式:可分为开式(C型床身)和闭式(Ⅱ型床身);

④ 按自动化程度:可分为普通压力机和高速压力机等。

我国锻压机的分类和代号见表 1-1。

表 1-1 我国锻压机的分类和代号

类 别	代 号	类 别	代 号
机械压力机	J	锻 机	D
液 压 机	Y	剪 切 机	Q
自动锻压机	Z	弯曲校正机	W
锤	C	其 他	

1.2.1 压力机的主要结构类型和工作原理

机械压力机在冷冲压生产中应用最为广泛。机械压力机又可分为曲柄压力机和摩擦压力机,而曲柄压力机应用较广。常用冷冲压设备的工作原理和特点见表 1-2。

表 1-2 常用冷冲压设备的工作原理和特点

类型	设备名称	工作原理	特 点
机械压力机	摩擦压力机	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	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导致损坏机件。但飞轮缘磨损大,生产率低。适用于中小型的冲压加工,对于矫正、压印和成型等冲压工序尤为适宜

类型	设备名称	工作原理	特 点
机械压力机	曲柄压力机	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,经过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	生产效率高,适合于各类冲压件的生产
	高速冲床	工作原理与曲柄压力机相同,但其刚度、精度、行程次数都比较高,一般带有自动送料装置、安全检测装置等辅助装置	生产效率很高,适用于大批量生产,模具一般为级进模
液 压 机	油压机 水压机	利用帕斯卡原理,以油或水为工作介质,采用静压力传递进行工作,使滑块上下往复运动	压力大,而且是静压力,但生产率低,适于拉伸挤压等成型工序

1.2.2 压力机的基本构成

曲柄压力机主要由以下几部分组成,如图 1-1 所示。

(1) 床身 床身也叫机架。在床身上直接或间接地安装着压力机上的所有其他零部件,它是这些零部件的安装基础。在工作中,床身承受冲压载荷,并提供和保持所有零部件的相对位置精度。因此,除了应有足够精度外,床身还应有足够的强度和刚度。

(2) 运动系统 运动系统的作用是将电动机的转动变成由滑块连接的模具的往复冲压运动。运动的传递路线为:电动机→小带轮→传动带→大带轮→传动轴→小齿轮→大齿轮→离合器→曲轴→连杆→滑块。大齿轮转动惯量较大,滑块惯性也较大,在运动中具有储存和释放能量,并且使压力机工作平稳的作用,如图 1-2 所示。

(3) 离合器 离合器是用来接通或断开大齿轮与曲轴的运动传递的机构,即控制滑块是否产生冲压动作,由操作者操纵,如图 1-3 所示。

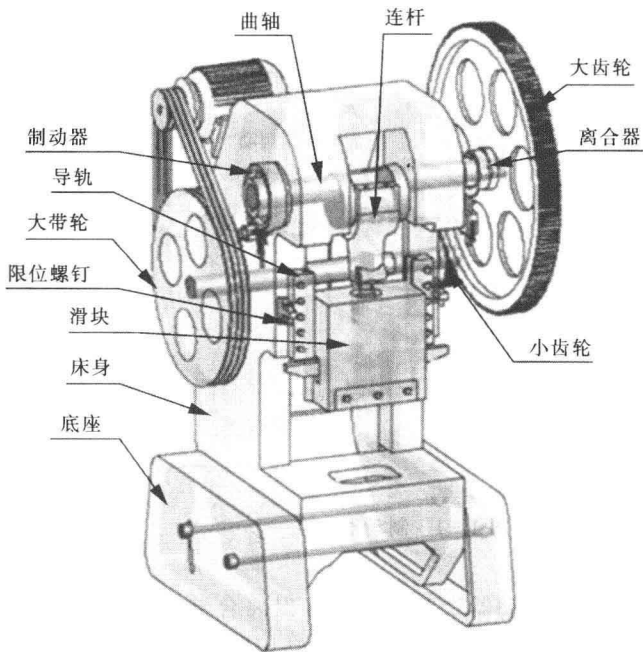


图 1-1 曲柄压力机结构简图

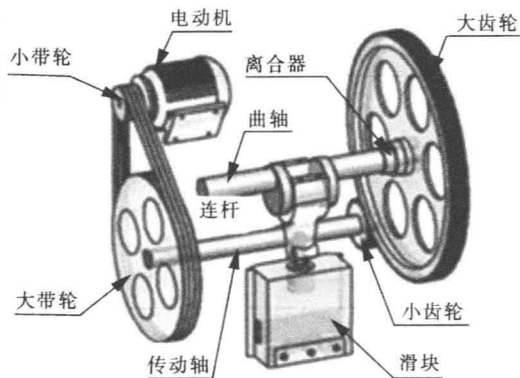


图 1-2 运动系统

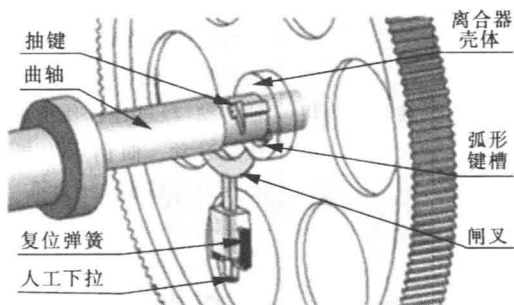


图 1-3 离合器

离合器的工作原理是：大齿轮空套在曲轴上，可以自由转动，离合器壳体和曲轴通过键刚性连接。在离合器壳体中，键随着离合器壳体同步转动。通过键插入到大齿轮中的弧形键槽或从键槽中抽出来，实现传动接通或断开。由操作者将闸叉下拉使键在弹簧作用下插入大齿轮中的弧形键槽，从而接通传动。当操作者松开时，复位弹簧将闸叉送回原位，闸叉的楔形和键的楔形相互作用，使键从弧形键槽中抽出，从而断开传动。

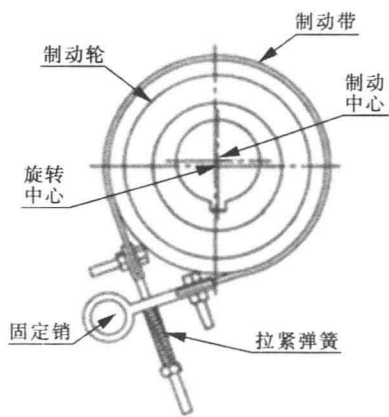


图 1-4 制动器

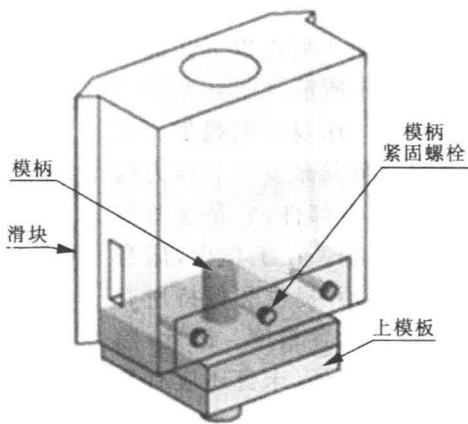


图 1-5 上模紧固

(4) 制动器 制动器是确保离合器脱开时，滑块比较准确地停止在曲轴转动的上死点位置。制动器的工作原理是：利用制动轮对旋转中心的偏心，使制动带对制动轮的摩擦力随转动而变化来实现制动。当曲轴转到上死点时，制动轮中心和固定销中心之间的中心距达到最大。此时，制动带的张紧力就最大，从而在此处产生制动作用。转过此位置后，制动带放松，制动器则不制动。制动力的大小可通过调节拉紧弹簧来实现，如图 1-4 所示。

(5) 上模紧固装置 模具的上模部分固定在上模板上，由压块、紧固螺钉压住模柄来进行固定，如图 1-5 所示。

(6) 滑块位置调节装置 为便于不同的模具高度，滑块底面相对于工作台面的距离必

须能够调整。由于连杆的一端与曲轴连接,另一端与滑块连接,所以拧动调节螺杆,就相当于改变连杆的长度,即可调整滑块行程下死点到工作台面的距离。

(7) 打料装置 在模具的工作中,需要将制件从上模中排出。这要通过模具打料装置与曲柄压力机上的相应机构的配合来实现。打料装置的工作原理是:当冲裁结束以后,制件会紧紧地卡在模具孔里面,并且托着打料杆下端。而打料杆上端顶着横杆,三者一起随滑块向上移动。当滑块移动到接近上死点时,横杆受到两端的限位螺钉的阻挡,便停止移动,迫使打料杆和与其紧密接触的制件也停止移动。而模具和滑块仍然向上移动若干毫米,于是,打料杆、制件就产生了相对于滑块的运动,就将制件从模具中推下来,如图 1-6 所示。

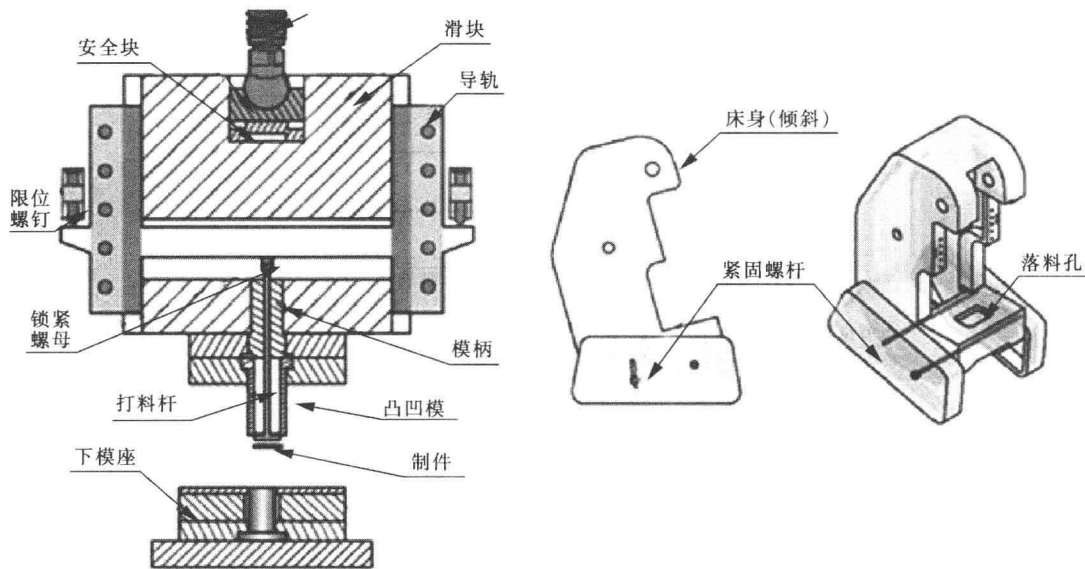


图 1-6 打料装置

(8) 曲柄压力机其他部分

① 导轨:导轨装在床身上,为滑块导向,但导向精度有限。因此,模具往往自带导向装置,如图 1-6 所示。

② 安全块:安全块的作用是当压力机超载时,将其沿一周面积较小的剪切面切断,起到保护设备和模具免遭破坏的作用,如图 1-6 所示。

③ 落料孔:压力机工作台中设有落料孔(又称漏料孔),以便冲下的制件或废料从孔中漏下,如图 1-6 所示。

④ 床身倾斜:通过对紧固螺杆的操作可以使床身后倾,以便落料向后自然滑落排出,如图 1-6 所示。

1.2.3 曲柄压力机的主要技术参数

压力机主要技术参数是反映压力机的工艺保证能力,包括制件的大小及生产效率等。同时,也是模具设计中选择所使用的冲压设备、确定模具结构尺寸的重要依据。

(1) 公称压力 压力机滑块通过模具在冲压过程中产生的压力就是压力机的工作压力。由曲柄连杆机构的工作原理可知,压力机滑块的静力学压力随曲柄转角的变化而变化。

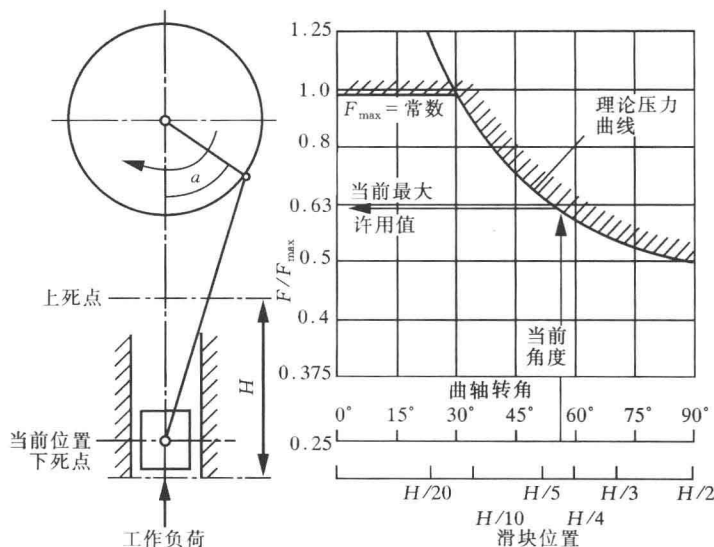


图 1-7 压力机的许用压力曲线

(2) 滑块行程 滑块行程是指滑块从上死点移动到下死点的距离。对于曲柄压力机，其值等于曲柄长度的 2 倍。

(3) 滑块冲压次数/每分钟 它反映了曲柄压力机的工作频率。滑块每分行程次数的多少，关系到生产率的高低。一般压力机的工作频率是不变的，但也有可变的，其变化值在一定范围内。

(4) 压力机装模高度 指压力机的闭合高度减去垫板厚度的差值。没有垫板的压力机，其装模高度等于压力机的闭合高度。模具的闭合高度是指冲模在最低工作位置时，上模座上平面至下模座下平面之间的距离，即模具的最大闭合高度。模具闭合高度与压力机装模高度的关系，如图 1-8 所示。

理论上为： $H_{\min} - H_1 \leq H \leq H_{\max} - H_1$

亦可写成： $H_{\max} - M - H_1 \leq H \leq H_{\max} - H_1$

式中： H 为模具闭合高度； $H_{\min}$ 为压力机的最小闭合高度； $H_{\max}$ 为压力机的最大闭合高度； H_1 为垫板厚度； M 为连杆调节量； $H_{\min} - H_1$ 为压力机的最小装模高度； $H_{\max} - H_1$ 为压力机的最大装模高度。

由于缩短连杆对其刚度有利，同时在修模后，模具的闭合高度可能要减小。因此一般模具的闭合高度接近于压力机的最大装模高度。所以在实用上为：

$$H_{\min} - H_1 + 10 \leq H \leq H_{\max} - H_1 - 5$$

(5) 压力机工作台面 压力机工作台面尺寸应大于冲模的相应尺寸。在一般情况下，

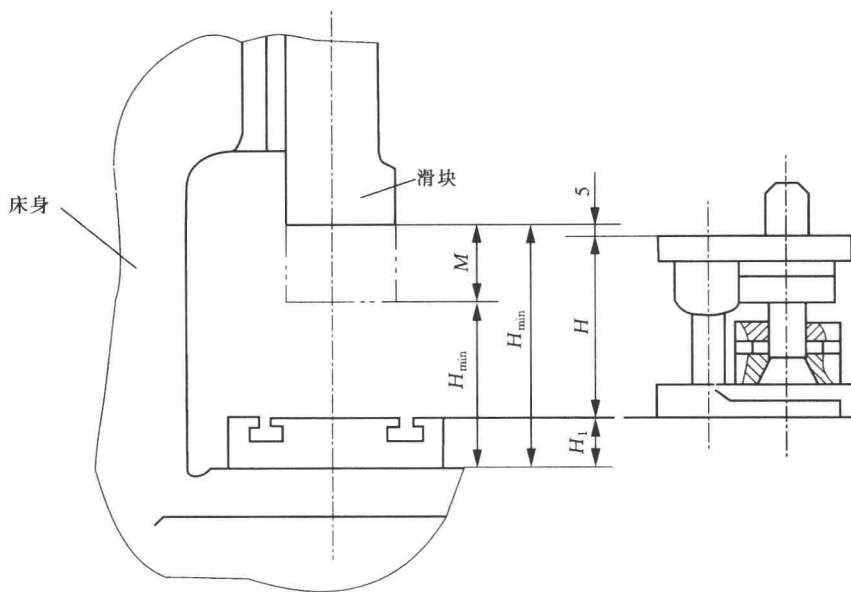


图 1-8 模具闭合高度与装模高度的关系

工作台面尺寸每边应大于模具下模座尺寸 50~70 mm,为固定下模板留出足够的空间。

(6) 落料孔尺寸 落料孔是为了冲件下落或在下模底部安装弹性顶料装置。下落件或弹性顶料装置的大小必须限制在落料孔所提供的空间以内。

(7) 模柄孔尺寸 模柄直径应略小于滑块内模柄安装孔的直径。模柄的长度应小于模柄孔的深度。大型模具铸有起重吊耳,一般没有模柄。

(8) 压力机电动机功率 压力机电动机功率应大于冲压时所需要的最大功率。



1.3 冷冲压模具的基础知识

冲压模具是冲压生产必不可少的工艺装备,是技术密集型产品。冲压件的质量、生产效率以及生产成本等,与模具设计和制造有直接关系。模具设计与制造技术水平的高低,是衡量一个国家产品制造水平高低的重要标志之一,在很大程度上决定着产品的质量、效益和新产品的开发能力及周期。

1.3.1 冷冲压模具概述

冲压模具的形式很多,一般可按以下几个主要特征分类。

1. 根据工艺性质分类

(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。