

新编职业教育课程改革规划系列教材

机电模具类

模具工程技术基础

MOJU GONGCHENG JISHU JICHU

主编 黄继平 程泽湘 主审 李京平



中国地质大学出版社

ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

新编职业教育课程改革规划系列教材(机电模具类)

模具工程技术基础

MOJU GONGCHENG JISHU JICHU

主 编 黄继平 程泽湘

编写委员会名单

主 任:刘志刚 熊良猛

副主任:熊华云 黄科祥

编 委:(按姓氏笔画为序)

王道广	邓世祥	冯德学	刘先春	刘松林	刘大军	刘 军
杨胜先	杨伟桥	杨爱国	杨关全	杨汉全	陈景春	陈 智
陈新华	陈国衡	张仕军	张小梅	张珍明	李京平	李兆学
李良敏	何世勇	邹福召	邹鸿斌	邹友志	汪 彬	罗再芳
郑 华	范维庆	林 涛	周志文	徐明成	徐祥成	顾文波
黄继平	黄成金	曹海源	章 毅	税清勇	董才荣	程泽湘
蒋廷采	彭海涛	熊大友	燕 宏			

总策划编辑:杨远恒

责任编辑:刘桂涛



中国地质大学出版社

ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

图书在版编目(CIP)数据

模具工程技术基础/黄继平,程泽湘主编. —武汉:中国地质大学出版社,2007.7

ISBN 978 - 7 - 5625 - 2183 - 9

I. 模…

II. ①黄…②程…

III. 模具—高等学校—教材

IV. TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 114254 号

模具工程技术基础

黄继平 程泽湘 主编

责任编辑:刘桂涛

责任校对:戴莹

出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路 388 号)

邮政编码:430074

电话:(027)87395799、67883511 传真:87399606、67883580

E-mail:cbb@cug.edu.cn

经 销:全国新华书店

<http://www.cugp.cn>

开本:787 毫米×1092 毫米 1/16

字数:310 千字 印张:12.125

版次:2007 年 7 月第 1 版

印次:2007 年 7 月第 1 次印刷

印刷:荆州市鸿盛印务有限公司

印数:1—3000 册

ISBN 978 - 7 - 5625 - 2183 - 9

定价:18.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

关于新编职业教育课程改革规划系列教材 编写说明

为了贯彻落实《中共中央国务院关于深化教育改革、全面推进素质教育的决定》和教育部《关于实施职业院校技能型紧缺人才培养培训工程的通知》等文件精神,根据《面向 21 世纪教育振兴行动计划》和教育部制定的教学指导方案的要求,中国地质大学出版社在全国范围内组织部分相关的高职、中职院校的骨干教师编写新编职业教育课程改革规划系列教材。

多年以来,我国职业教育机电、模具类专业以往的课程教材体系一直沿用的是机械制图、机械工程力学、金属工艺学、机械设计基础、电工基础、公差配合与技术测量等课程的设置方式,实行传统的学科本位教学模式,这种文化基础课、专业基础课和专业课严格区分的“三段式”教学模式重理论,轻实践;重知识,轻技能;课程之间缺乏联系,学科之间不便交融;课程门类繁多,内容较深,学生很难理解和掌握;培养出的学生难以适用于社会。为此,本系列教材编写以职业需求为出发点,以职业岗位(岗位群)的需要为依据,以现行职业教育课程、教材的弊端为突破口,借鉴各高、中职业院校的教学实际,广泛征求意见,确立了“以能力为本位”的指导思想,以“实用”、“够用”为培养原则,对课程内容进行了较大幅度的调整。如:将《极限配合与技术测量》的公差配合部分的内容并入到《机械制图》中;将技术测量部分内容并入到《机械制造技术》课程之中;把工程力学、金属材料、机械设计基础等内容合编成《机械工程基础》;将《电工基础》与《电子技术》合编成《电工与电子技术基础》,删去以前较复杂的理论,加强了实训部分;同时为了与岗位需求相适应,在《机械制图》中增加了计算机绘图等内容。

本系列教材切实本着理论知识培养以“实用”、“够用”为培养原则,贯彻“知识与技能型”,着重培养学生的动手能力,实现职业技术岗位之间的“零距离”、“零适应期”的教学指导思想,使学生完全具备各个岗位的组织能力和各种操作能力,适用于机械加工技术专业及模具设计与制造专业的相关课程的教学需要。

希望各职业院校积极推广和选用本系列教材,并在使用过程中及时提出修改意见和建议,使之不断完善和提高。

编委会

前言

我国模具工业的现状与发展趋势,需要各种层次的工程技术人员协同努力,形成合理的人才结构,才能尽快地缩小我国模具工业与发达国家间的差距。模具工业的发展不仅要靠高学历人才的研究与开发,也要靠广大一线劳动者的应用与操作,而培养一大批技术应用型中等专门人才和技术操作者,正是中等职业教育责无旁贷和义不容辞的责任。

以党的十六大精神和“三个代表”重要思想为指导,为贯彻落实《国务院大力推进职业教育改革与发展的决定》精神,实施“职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程”,《模具工程技术基础》教材为培养出适应我国模具工业发展“适销对路”的应用型专门人才,积极推动职业教育体制创新、制度创新和深化教育教学改革,从劳动力市场的实际需要出发,坚持正确的办学指导思想,坚持以就业为导向,以全面素质为基础,以能力为本位,把提高学生的职业能力放在突出的位置,加强实践教学。

本书分模块介绍了金属件和塑料件的基本成形工艺、使用设备和模具的基本结构、功能以及其他与模具相关的技术,在内容安排上,以“实用”、“够用”为培养原则,贯彻“知识与技能”并重,特别增加了模具拆装实训及模具安装调整等相关知识。通过本课程的学习,能使学生了解模具的基本要求及制造技术,突出中职学生实际动手能力的训练,为学生进一步学习专业知识和专业技能打下基础。

本书共分五章,绪论及第一章由孝感工业学校黄继平编写;第二章由孝感工业学校李良敏编写;第三章由孝感工业学校杨爱国编写;第四章由湖北省工业建筑学校洪单平编写;第五章由湖北省工业建筑学校程泽湘编写。全书由黄继平、程泽湘主编,武汉市第一技术学校李京平主审。

限于编者水平,书中错误和缺点在所难免,恳请读者提出宝贵意见,以便修改。

编者

2007年7月

绪 论

模具工业在欧美等工业发达国家被称为点铁成金的“磁力工业”。在日本,模具工业被称为“进入富裕社会的原动力”,其模具产业年产值达 13 000 亿日元,远超过日本机床总产值的 9 000 亿日元。在德国,模具工业被当作加工工业的“帝王”,而欧盟的一些国家称“模具就是黄金”。

20 世纪 80 年代以来,中国模具工业发展十分迅速。国民经济的高速发展对模具工业提出了越来越高的要求,也为其发展提供了巨大的动力。在 1989 年国务院颁布的《关于当前产业政策要点的决定》中,模具被列为机械工业技术改造序列的首位。1997 年以来,又相继把模具及其加工技术和设备列入《当前国家重点鼓励发展的产业、产品和技术目录》和《鼓励外商投资产业目录》。经国务院批准,从 1997 年开始对部分模具企业实行了增值税返还 70% 的优惠政策。所有这些国家对模具工业采取的优惠政策也将对其发展提供有力支持。在模具工业的总产值中,冲压模具约占 50%,塑料模具约占 33%,压铸模具约占 6%,其他各类模具约占 11%,人们已经越来越认识到模具在制造业中的重要基础地位,模具技术水平的高低已成为衡量一个国家制造业水平高低的重要标志,并在很大程度上决定着产品质量、效益和新产品的开发能力。

我国生产的模具有些已接近或达到国际水平,但无论是在设计水平、加工设备、运作模式、质量控制、市场开拓,还是在人员素质、技术创新方面,与工业发达国家还有很大差距。我国模具工业的发展潜力巨大,前景广阔,也给模具行业的从业人员提供了广阔的发展空间。

一、模具工程的概念

模具是成形产品零件的专用工具,是工业生产中的主要工艺装备,与各种成形设备配套使用,可成形加工各种各样的金属和非金属零件,用模具成形出来的零件通常称为“制件”。我们平常所见的电视机外壳,汽车车身覆盖件、手机、电话外壳等都是模具所生产的制件。

采用模具生产制件,具有生产效率高、质量好、成本低、节省能源和原材料等一系列优点,它已成为当代工业生产中的重要手段和发展方向,现代工业的发展和水平的提高在很大程度上取决于模具工业的发展水平。

使用模具生产,必须将模具安装到配套的设备上,选用合适的原料,采用适当的工艺,才能得到合格的制件。因此,模具的工程技术涉及成形设备、加工的原材料、制件、成形工艺、模具的设计与制造、材料与成本、精度与寿命、安装与调试、使用和维护以及模具标准化等方面的问题。模具工程就是研究模具及相关问题的系统工程。

二、模具的分类

由于制件材料和加工工艺特性不同,生产所用的设备各异,模具的种类繁多,所以分类方法也各有不同。总体上说,模具可分为两大类:金属材料成形模具和非金属材料成形模具,金属材料模具又分为冷冲压模具、金属压铸模具、锻造模具、粉末冶金模具等;非金属材料成形模具又分为塑料成形模具、橡胶成形模具、玻璃成形模具等。冷冲压模具根据冲压工艺不同,可细分为冲裁模、弯曲模、拉深模、复合模等。塑料成形模具根据塑料成形工艺不同,可细分为注射模、挤压模、传递模、压注模、吹塑模等。

以上的各种模具中,以冷冲压模、塑料注射模和压铸模应用最为广泛,本书着重介绍这三种模具。

三、模具工程技术的发展趋势

虽然我国的模具工业和技术在过去的 20 年得到了快速发展,但与国外工业发达国家相比仍存在较大差距,尚不能完全满足国民经济高速发展的需求。未来中国模具工业和技术的主要发展方向包括:

- (1)提高大型、精密、复杂、长寿命模具的设计制造水平。
- (2)在模具设计制造中广泛应用 CAD/CAM/CAE 技术,实现模具的设计、制造和工艺的仿真及一体化,建立模具制造柔性加工系统。
- (3)大力发展快速制造成形和快速制造模具技术。
- (4)在塑料模具中推广应用热流道技术、气辅注射成形和高压注射成形技术。
- (5)提高模具标准化水平和模具标准件的使用率。
- (6)发展优质模具材料和先进的表面处理技术。
- (7)逐步推广高速铣削在模具加工中的应用。
- (8)进一步研究开发模具的抛光技术和设备。
- (9)研究和应用模具的高速测量技术与逆向工程。
- (10)开发新的成形工艺和模具。

四、学习本课程的基本要求

“模具工程技术基础”是模具设计与制造专业的专业基础课程之一,它是学生进一步学好专业知识和职业技能的基础,具有很强的实践性和综合性。学习中应特别注重理论与实践相结合,勤思考、多动手,以对模具结构的认识为基础,结合设备和工艺要求,最后才能将模具的制造工艺和技术理解透彻。

目 录

第一章 冲压模具技术.....	(1)
第一节 冲压工艺概述.....	(1)
第二节 冲压工艺及设备.....	(1)
第三节 冷冲模的基本结构及工作原理.....	(6)
第四节 冷冲模拆装实训	(16)
第五节 冷冲模的试模与维护	(22)
复习思考题	(33)
第二章 塑料模具技术	(35)
第一节 注射成形工艺概述	(35)
第二节 注射成形工艺及设备	(45)
第三节 注射模的基本结构及零部件	(56)
第四节 注射模拆装实训	(85)
第五节 注射模具的试模与维护	(95)
第六节 其他塑料模具简介.....	(100)
复习思考题.....	(110)
第三章 压铸模具技术.....	(112)
第一节 压铸成形工艺概述.....	(112)
第二节 压铸工艺及设备.....	(113)
第三节 压铸模的基本结构及零部件.....	(121)
第四节 压铸模拆装实训.....	(133)
第五节 压铸模的试模与维护.....	(135)
复习思考题.....	(139)
第四章 模具的制造.....	(141)
第一节 模具的基本要求.....	(141)
第二节 机械加工.....	(146)
第三节 模具的特种加工.....	(151)
第四节 模具的其他加工方法.....	(156)
第五节 模具的装配.....	(158)
复习思考题.....	(163)
第五章 模具设计的基本知识.....	(164)
第一节 冲压模设计的一般原则.....	(164)
第二节 注射模设计的一般原则.....	(169)

第三节 压铸模设计的一般原则.....	(174)
第四节 模具的 CAD/ CAM 技术简介	(175)
复习思考题.....	(180)
参考文献.....	(181)

第一章 冲压模具技术

第一节 冲压工艺概述

一、冲压工艺的特点及其优越性

冲压工艺是塑性加工的基本方法之一。它主要用于加工板料零件,所以有时也称之为板料冲压。冲压不仅可以加工金属板料,而且也可以加工非金属板料。

冲压工艺中最常用的是冷冲压。

冷冲压是将各种不同规格的板料或坯料(金属或非金属),在室温下对其施加压力(如通过压力机及模具等),使之变形或分离,以获得各种形状零件的一种加工工艺。

二、冲压工艺在工业生产中的地位和作用

在机械制造业中,冷冲压是一种生产效率很高的加工工艺,它给生产提供了极其方便和有利的条件。

冲压工艺的应用范围很广,大到汽车的覆盖件,小至钟表及仪器仪表的元件,大多是冷冲压制成的。冲压工艺应用的领域主要有:①IT行业的金属配件的冲压;②汽车等行业零部件类冲压;③电器件冲压;④生活日用品冲压;⑤家用电器部件冲压;⑥航空航天工业、国防工业。

统计表明,汽车制造业中,冲压件的比重占60%~75%;电机仪器仪表业中,冲压件的比重占60%~70%;国防工业中,冲压件的比重也相当大。

图1-1~图1-5是冲压应用的一些实例。

第二节 冲压工艺及设备

一、冲压工艺的工序和分类

由于冲压加工的零件形状、尺寸、精度要求、批量大小、原材料性能等不同,当前在生产中所采用的冲压工艺方法也是多种多样的。但是,概括起来可以分为两大类:分离工序和成形工序(表1-1)。

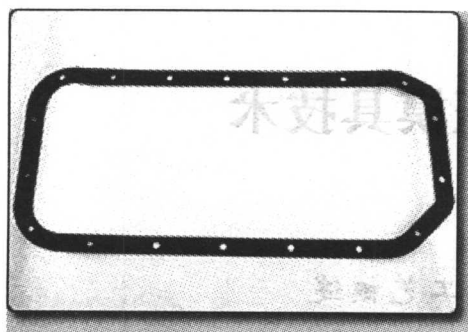


图 1-1 汽车发动机垫圈

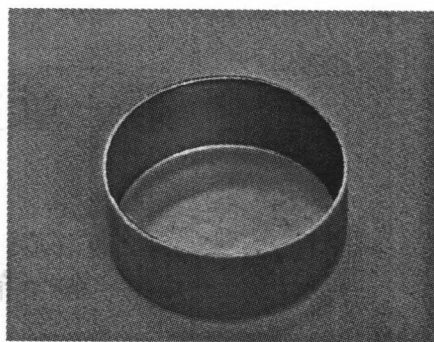


图 1-2 圆柱形容器

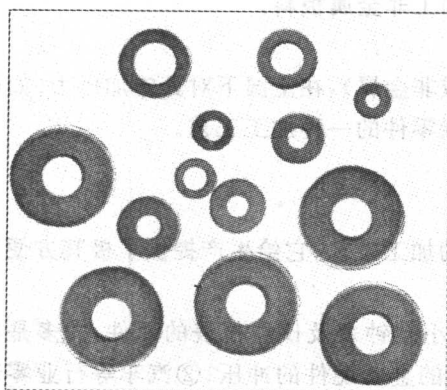


图 1-3 普通垫片

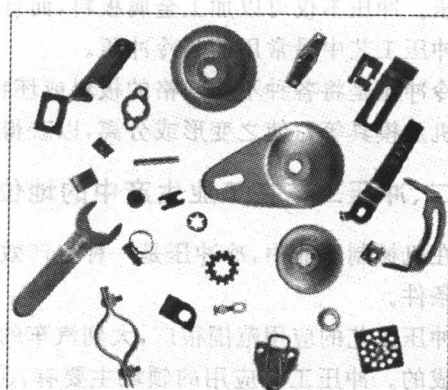


图 1-4 常用五金件

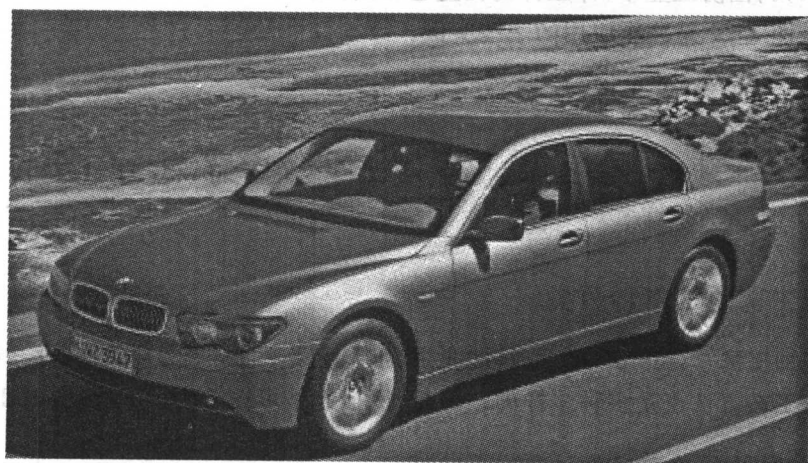
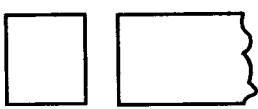
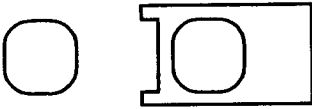
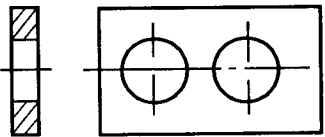
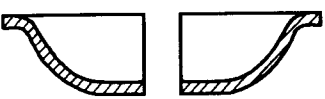
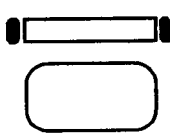
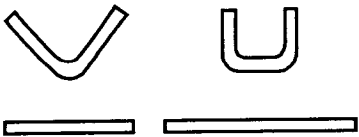
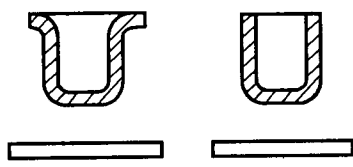
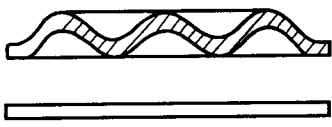
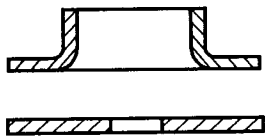


图 1-5 汽车覆盖件

表 1-1 冲压的基本工序

工序性质	工序名称		工序简图	工序定义
分离工序	切 断			用剪刀或冲模沿不封闭轮廓曲线切断
	冲裁	落料		用冲模沿封闭轮廓曲线冲切,冲下部分是零件
		冲孔		用冲模按封闭轮廓曲线冲切,冲下部分是废料
	剖切			将冲压加工成的半成品切开成为两个或多个零件,这种方法常用于对称零件或成组冲压的零件
	修边 (切边)			将成形零件的边缘修切整齐或切成一定的形状
成形工序	弯曲			将板料沿直线弯成各种形状,可以加工形状极为复杂的零件
	拉深			将平板毛坯冲制成各种空心的零件
	成形	局部成形		将板料局部拉伸形成凸起和凹进部分
		翻边		将板料上的孔或外缘翻成一定角度的直壁,或将空心件翻成凸缘

(一)分离工序

分离工序是指板料受冲压力后,应力超过材料的强度极限 σ_b ,而使板料产生剪裂或局部剪裂的加工工序。其目的是在冲压过程中,使冲压件与板料沿一定的轮廓线相互分离,同时,冲压件分离断面的质量也要满足一定的要求。

普通冲裁工艺中,将分离工序分为以下几种:

落料——用冲模沿封闭轮廓曲线冲切,冲下部分是零件。用于制造各种形状的平板零件。

冲孔——用冲模按封闭轮廓曲线冲切,冲下部分是废料。

切断——用剪刀或冲模沿不封闭轮廓曲线切断,多用于加工形状简单的平板零件。

切边——将成形零件的边缘修切整齐或切成一定的形状。

剖切——将冲压加工成的半成品切开成为两个或多个零件,多用于不对称零件的成形或成组冲压成形之后。

(二)成形工序

成形工序是指板料受力后,应力超过了材料的屈服极限 σ_s (但小于材料的拉伸强度极限 σ_b),经过塑性变形后,成为一定形状的零件的加工工序。其目的是使冲压坯料在不破坏的前提下发生塑性变形而转化成所需要的成品形状。

弯曲——将板料沿直线弯成各种形状,可以加工形状极为复杂的零件。

拉深——将平板毛坯冲制成各种空心的零件,也有称之为拉延、压延、引伸。

变薄拉深——将拉深加工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。

成形——将弯曲和拉深以外的许多变形类工序统称为成形。包括:翻边、局部成形、胀形、扩口、缩口、旋压、强力旋压、校平与整形等。

二、冲压设备

(一)常见冲压设备

1. 机械压力机(以 Jxx 表示其型号)

(1)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,其传动系统如图 1-6 所示。摩擦压力机传动系统结构简单,当超负荷时,只会引起飞轮与摩擦盘之间的滑动,而不致损坏机件。但飞轮轮缘磨损大,生产率低。

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。

(2)曲柄压力机

通过曲柄滑块机构将电动机的旋转运动转变为冲压生产所需要的滑块直线往复运动的一

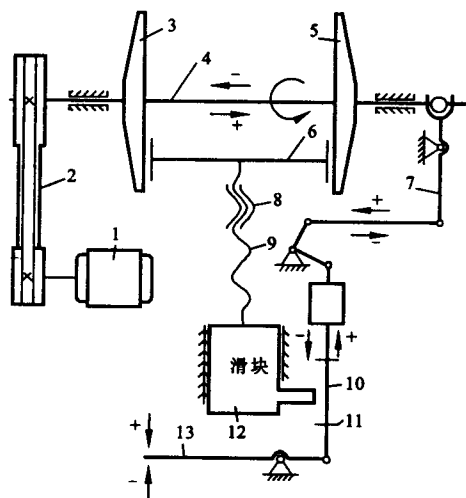
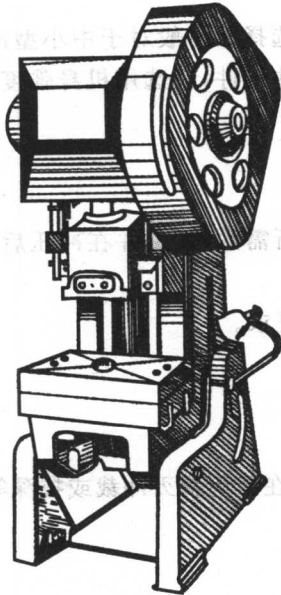


图 1-6 摩擦压力机传动系统

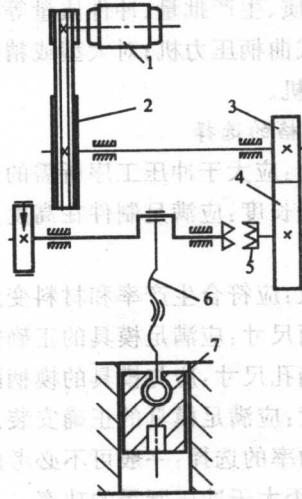
1-电动机;2-传送带;3、5-摩擦盘;4-轴;6-飞轮;
7、10-连杆;8-螺母;9-螺杆;11-挡块;12-滑块;
13-手柄

种冲压设备,在冲压生产中广泛应用于冲裁、弯曲、拉深及成形等工序。图 1-7 是 JB23-63 型曲柄压力机的外形图和工作原理图,其机身呈“C”形,前面和左右均敞开,也称做开式压力机。为适应安装不同闭合高度的模具,一般曲柄压力机上的连杆长度是可以调节的,用于调整滑块上下位置。

在冲压工作时,为了从上模中打下工件或废料,在冲床床身和滑块中装有打料装置,通过打料装置中的打杆可将模具中的工件或废料从上模打出。



(a)外形



(b)传动系统

图 1-7 JB23-63 型曲柄压力机

1-电动机;2-皮带轮;3、4-齿轮;5-离合器;6-连杆;7-滑块

2. 液压机(以 Yxx 表示其型号)

包括油压机和水压机,利用帕斯卡原理,以水或油为工作介质,采用静压力传递进行工作,使滑块上、下往复运动(图 1-8)。

3. 数控冲床

近年来,随着通讯、电器开关、仪器仪表等行业的迅速发展,钣金件冲压工艺制造过程中多工位数控冲床的应用呈迅猛发展的趋势,其中绝大部分选用了日本村田、CENTRUM 和 AMADA 公司的系列数控冲床。数控冲床能实现自动换模、自动冲压,实现冲头的精确定位,最终保证加工产品的精度。全部的机器动作由程序控制,实现了人机分离,彻底消除了工伤事故隐患,改善了劳动条件。

与普通冷冲模具不同,进口多工位数控冲床用冷冲模具的凹凸模定位精度要求高,因此要求模具制造

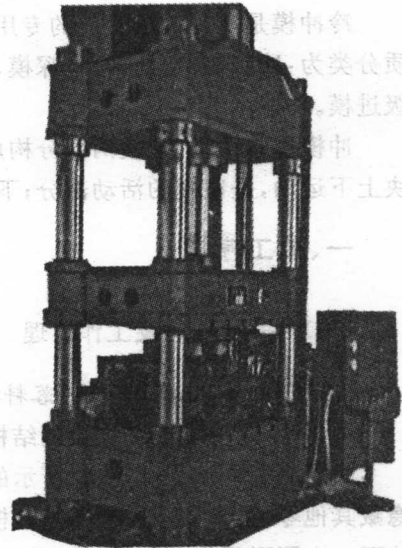


图 1-8 液压机

尺寸精度也很高,同时由于数控冲床的冲速远高于普通冲床,因此对模具的使用性能也相应提高,这就对模具的材料选择、热处理工艺和表面处理工艺等提出了更高的要求。

关于数控冲床及专用模具在此书中只作简单的介绍,不是学习的重点。

(二) 冲压设备的选用

冲压设备的选用包括压力机类型的选择和压力机规格的选择。

1. 压力机类型的选择

根据工序性质、生产批量、冲件质量等要求进行选择。一般对于中小型冲裁、弯曲件或拉深件,多采用开式曲柄压力机;对大型或精度较高的冲压件,应选用机身强度和刚度较大的闭式压力机或液压机。

2. 压力机规格的选择

(1) 公称压力:应大于冲压工序所需的压力。

(2) 滑块行程长度:应满足制件在高度上能获得所需的尺寸,并在冲压后能顺利地 from 模具上取下来。

(3) 行程次数:应符合生产率和材料变形速度的要求。

(4) 工作台面尺寸:应满足模具的正确安装。

(5) 滑块模柄孔尺寸:应与模具的模柄配合。

(6) 闭合高度:应满足模具的正确安装。

(7) 电动机功率的选择:一般可不必考虑功率,但在采用斜刃冲裁或拉深等情况时,应校核电动机的功率是否大于冲压所需的功率。

第三节 冷冲模的基本结构及工作原理

冷冲模是实现冲压生产的专用工具和主要工艺装备。冲模的类型很多,通常根据工艺性质分类为:冲裁模、弯曲模、拉深模、成形模等。根据工序组合程度分类为:单工序模、复合模、级进模。

冲模通常由上、下模两部分构成。上模通过模柄或上模座安装在压力机的滑块上,可随滑块上下运动,是冲模的活动部分;下模通过下模座固定在压力机的工作台上,是固定部分。

一、单工序模

(一) 冲裁模结构及工作原理

1. 无导向落料模(敞开式落料模)

图 1-9 是一套简易冲模的结构图。

为了更好地认识图 1-9 所示的模具结构,将其中的两个关键零件凸模 6 和凹模 8 保留,隐藏其他零件,如图 1-10 所示。模具在工作时其实是这两个零件对板料实施冲击,在板料上冲下一个圆形零件(制件),如图 1-11 所示。圆形制件的尺寸由凸模和凹模决定,因此,将这两个零件称为工作零件,下面介绍整套模具工作过程:

(1) 模具的上模通过模柄 1 安装在冲床的模柄孔,下模通过下模座 10 安装在冲床的工作

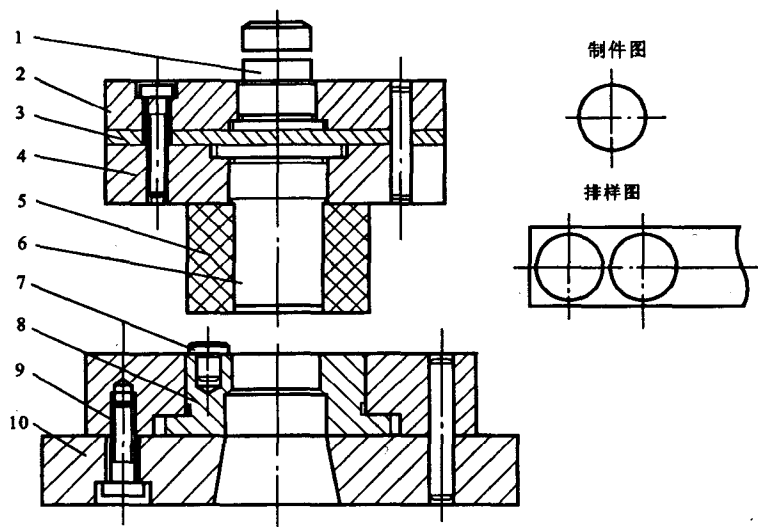


图 1-9 无导向落料模

1-模柄;2-上模座;3-垫板;4-凸模固定板;5-橡胶;6-凸模;7-固定挡料销;8-凹模;9-凹模固定板;10-下模座

台上。

(2)料从右向左送进,由挡料销 7 定位。

(3)冲床带上模向下运动,橡胶 5 压紧条料,凸模 6 快速穿过条料进入凹模 8 完成落料。

(4)冲得的制件由凸模从凹模孔逐次推下,并从冲床工作台孔漏下掉入到料箱中。

(5)箍在凸模上的条料在上模回程时由橡胶 5 卸下。

(6)继续送进条料,进行下次冲裁。

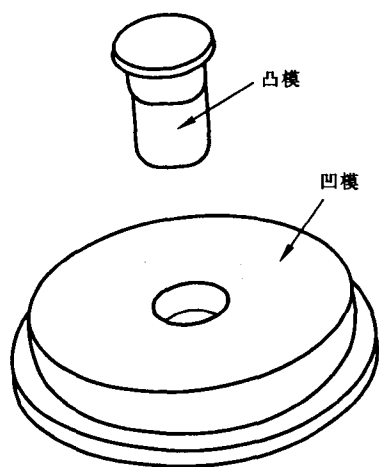


图 1-10 凸、凹模

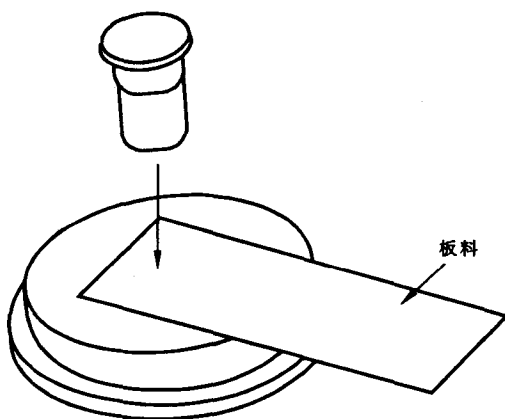


图 1-11 冲击板料

这套模具是在压力机的一次行程内完成一种落料工序,称为单工序落料模。因为上模在运动过程中只由压力机滑块导向,没有专用的导向机构,不易保证凸、凹模的间隙均匀,制件精