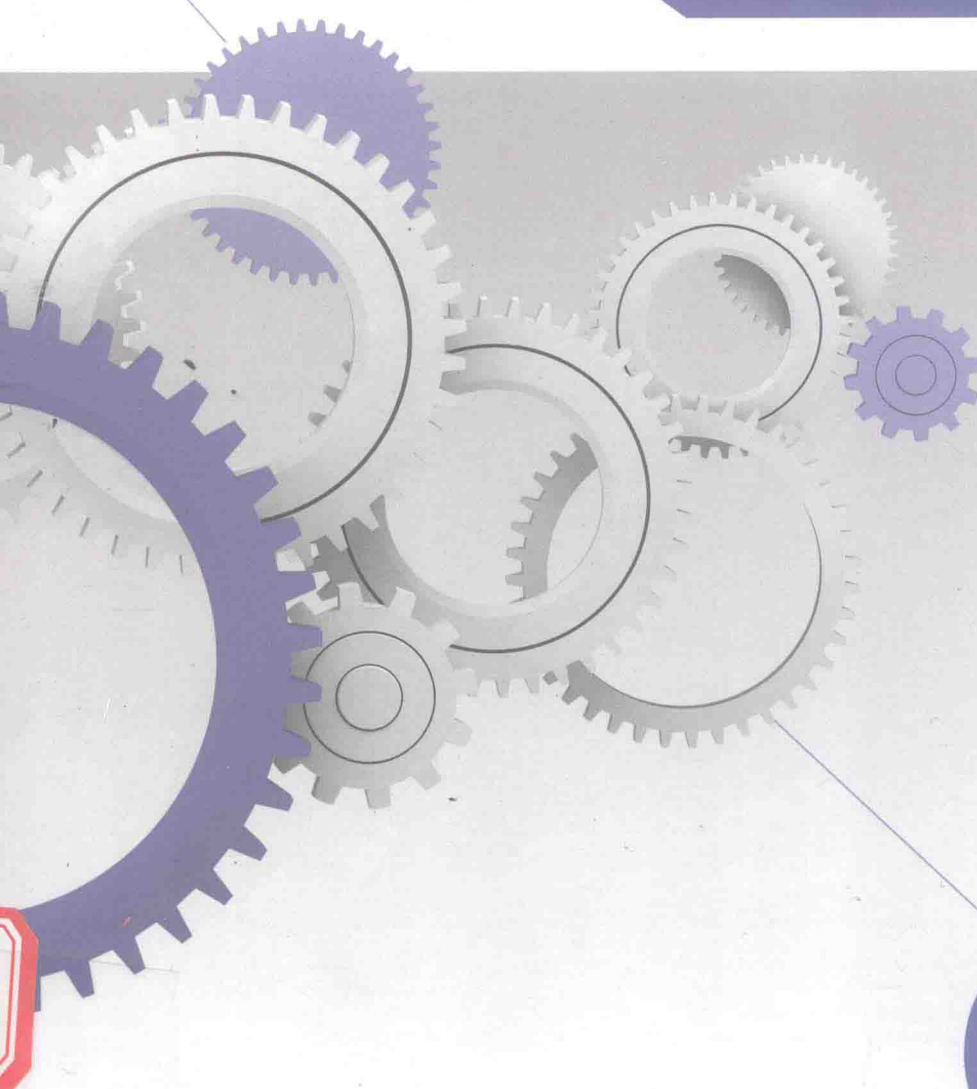


A small pink gear with a black outline is positioned in the upper left corner, connected by a thin black line to the main title area.

模具数控与电加工

A solid purple horizontal bar is located below the title.A large, complex arrangement of interlocking gears in various sizes and shades of purple and grey dominates the left and center of the cover. A thin black line extends from the bottom right of this gear assembly towards the editor's name.

张丽 主编

湘潭大学出版社

模具数控与电加工

主 审 孙孝文

主 编 张 丽

副 主 编 周青山 聂 颖

参编人员 王 华 邓 英 陈耀平 黄 中 彭 青

湘潭大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

模具数控与电加工 / 张丽主编. —湘潭: 湘潭大学出版社, 2015.6

ISBN 978-7-81128-826-1

I. ①模… II. ①张… III. ①模具—数控机床—加工—教材 IV. ①TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015)第 141246 号

模具数控与电加工

张丽 主编

责任编辑: 丁立松

封面设计: 周湘兰

出版发行: 湘潭大学出版社

社 址: 湖南省湘潭市 湘潭大学出版大楼

电话(传真): 0731-58298966 邮编: 411105

网 址: <http://press.xtu.edu.cn>

印 刷: 湘潭地调彩印厂

经 销: 湖南省新华书店

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 18.25

字 数: 462 千字

版 次: 2015 年 6 月第 1 版

印 次: 2015 年 8 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-81128-826-1

定 价: 36.00 元

(版权所有 严禁翻印)

前言

本书是按照国家示范学校建设课程教学改革精神,根据模具数控加工技术领域职业岗位的技能需求,并参照国家职业标准《数控车工》、《数控铣工》及《电火花和线切割操作工》的理论知识要求和技能要求开发的一本特色教材。本书从学生认知的角度出发,借鉴企业的人才需求方向,本着“理论够用为度、培养技能为先、重在实际应用”的原则,以“工学结合”为切入点,以“工作任务”为导向,模拟“职业岗位情境”项目进行设计。为了能充分体现模具零件加工的特点,全书始终以模具零件为载体,并结合编写人员多年来的教学与实践经验,将编写的核心放在模具数控编程指令和编程实例的讲解以及模具零件工艺方案的制订方面。

全书划分为4个项目,分别为模具数控加工基础、模具零件的数控车削编程、模具零件的数控铣削编程和模具零件的数控电加工编程。每个项目又划分为2个模块,每个模块包含2~5个任务。每个任务均按“任务描述→任务分析→相关知识→任务解决→知识拓展→思考与练习”方式进行内容展开。每个任务内容的设计,力求贴近生产实际和反映模具数控加工的相关技术。在编程部分,都是选择模具零件作为任务内容,包括导柱、导套、冲裁模凸模和凹模、注塑模凸模和型腔、卸料板等,充分体现了模具加工的特色。

本书摒弃了传统的模具数控加工技术课程以编程指令为主线进行讲解的形式,在编写的过程中主要突出了以下特点。

1. 内容编写过程中,插入了大量的图、表,内容结构更简洁明了,图文并茂地展示了知识点和技能点,方便读者的阅读和使用。
2. 知识点按模块式编写,以基础知识、数控车、数控铣、电火花及线切割机床的加工来划分知识模块,改变传统教材中以知识点为主的模式,注重学生实际问题的解决能力。
3. 教材中大都采用工厂中实际生产加工的模具零件作为教学实例进行讲解,实用性非常强,编写时各工艺方案和程序都是能够真正实施的,而非纸上谈兵。

本教材内容新颖,可操作性强,可作为中等职业院校、技工类院校模具专业的教材,以及中职院校、技工类院校培训班的教材,也可供数控机床编程人员参考。

本书由湘潭技师学院张丽任主编,周青山、聂颖任副主编,参编人员有济南铸造锻压机械研究所有限公司王华、湘潭屹丰模具有限公司技术部邓英、湘潭技师学院彭青、湘潭技师学院陈耀平、湘潭技师学院黄中。全书由湘潭技师学院张丽进行统稿和定稿,由湘电力源模具有限公司副总孙孝文进行主审。

在本书的编写过程中,得到湘潭技师学院的课题经费支持和机械系陈芬桃主任的大力帮助,以及湘电力源模具有限公司、湘潭屹丰模具有限公司等企业的鼎力支持;本书在编写过程中还引用和参考了大量的文献资料和科研成果,有些来源网络,书中只列出部分参考文献,若有遗漏,敬请作者见谅,在此一并表示衷心的感谢!

由于时间仓促和编者水平有限,疏漏和不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正,不胜感激!

编 者

2015年6月

目 录

项目一 概 述

模块一 了解模具及数控加工	1
任务一 了解模具加工	1
任务二 了解数控机床	12
模块二 数控机床编程基础	25
任务一 认识数控机床的坐标系	25
任务二 认识数控加工程序	34

项目二 模具零件数控车削编程

模块三 数控车削基础知识	42
任务一 了解数控车削工艺	42
任务二 数控车床编程基础	60
模块四 模具零件数控车削编程	73
任务一 G00/G01 指令的应用——导柱类零件的加工	73
任务二 G02/G03 指令的应用——翻边凸模零件的加工	85
任务三 G90 指令的应用——导套类零件的加工	95
任务四 G71 指令的应用——塑料碗模具的加工	105
任务五 G92 指令的应用——螺纹轴零件的加工	117

项目三 模具零件数控铣削编程

模块五 数控铣削基础知识	126
任务一 了解数控铣削工艺	126
任务二 数控铣床编程基础	148

模块六 典型零件数控铣削编程.....	163
任务一 G41、G42 指令的应用——非圆凸模零件的加工	163
任务二 孔加工固定循环指令的应用——卸料板的加工	173
任务三 子程序的应用——注塑凹模零件的加工	189
任务四 可编程镜像指令的应用——注塑凸模零件的加工	197

项目四 模具零件数控电加工编程

模块七 典型模具零件的电火花成形机床加工.....	205
任务一 电火花成形加工基础.....	205
任务二 电火花成形加工工艺.....	219
任务三 数控电火花成形加工编程简介.....	236
模块八 典型模具零件的数控线切割编程.....	247
任务一 了解数控线切割机床的加工工艺.....	247
任务二 3B 格式程序的应用——凹模零件的加工	264
任务三 ISO 格式程序的应用——落料模的加工	275

参考文献	286
------------	-----

项目一 概述

模块一 了解模具及数控加工

任务一 了解模具加工

【任务描述】

你见过模具吗？你见过用模具加工出的零件产品吗？观察你日常生活中所接触过的工具或用品，你能说说，哪些是采用模具加工的呢？查查资料，想想这个模具属于哪种类型呢？

【学习目标】

1. 能够说出模具的定义、作用；
2. 能够了解模具制造技术的现状和发展；
3. 能够说出模具零件的制造特点及模具零件常用的加工方法；
4. 能够了解模具的分类及注塑模、冷冲模的典型结构和典型零件。

【任务分析】

模具是现代工业生产的重要基础工艺装备，广泛应用于机械、汽车、轻工、电子、化工、冶金、建材等各个行业，模具制造技术已成为衡量一个国家制造业水平的重要标志之一。

模具被称为无与伦比的“效益放大器”。用模具加工产品可大大提高生产效率，还可节约原材料，降低能耗和成本，保持产品高互换性。

模具与我们的生产生活息息相关，在我们周围随处可见利用模具生产加工的制件，模具制件涉及领域非常广泛，我们可以通过网络、参考教材或咨询讨论等途径去发现我们日常生产和生活中的模具制件。

【相关知识】

一、模具的定义

模具是一种有一定形状与尺寸的型腔工具,与模具内各种系统或辅助机构配合使用,将各种高温液态的材料(塑料或金属合金等)填充至模具型腔内,即可生产出具有特定的形状、尺寸、功能和质量的工业零件。

二、模具的作用

在电子、汽车、电机、仪器、电器、仪表、家电和通信等产品中,60%~80%的零部件都要依靠模具成形。用模具生产零件所表现出来的高精度、高复杂度、高一致性、高生产率和低消耗是其他加工制造方法所不能比拟的。模具又是“效益放大器”,用模具生产的最终产品的价值,往往是模具自身价值的几十倍,甚至上百倍。目前全世界的模具年产值约有 600 亿美元,日、美等工业发达国家的模具工业产值已超过机床工业产值。从 1997 年开始,我国模具工业产值也超过了机床工业产值。模具生产技术水平的高低已成为衡量一个国家产品制造水平高低的重要标志,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。

1. 模具工业是高新技术产业的一个组成部分。例如,属于高新技术领域的集成电路的设计与制造,不能没有做引线框架的精密级进冲模和精密的集成电路塑封模;计算机的机壳、插件和许多元器件的制造也必须有精密塑料模具和精密冲压模具;数字化电子产品(包括通信产品)的发展没有精密模具也不行。不仅电子产品如此,在航天航空领域也离不开精密模具。例如,形状误差小于 $0.1\sim 0.3\ \mu\text{m}$ 的空空导弹、红外导弹红外线接收器的非球面反射镜就必须用高精度的塑料模具成形。因此,可以说,许多高精度模具本身就是高新技术产业的一部分。有些生产高精度模具的企业已经被命名为“高新技术企业”。

2. 模具工业又是高新技术产业化的重要领域。模具制造技术水平的提高和模具工业的技术提高离不开同高新技术的嫁接。CAD/CAE/CAM 技术在模具工业中的应用和快速原型制造技术的应用使模具的设计制造技术发生了重要变革。模具的开发和制造水平的提高有利于采用数控精密、高效的加工设备;逆向工程、并行工程、敏捷制造和虚拟技术高速加工等先进制造技术在模具工业中的应用也要与电子信息等高新技术嫁接,实现高新技术产业化。

3. 模具工业是装备工业的一个重要组成部分。模具作为基础工艺装备,在装备工业中自然拥有其重要地位。因为国民经济各产业部门需要的装备的零部件有很大一部分是利用模具做出来的。各产业部门需要的装备有许多是电子信息技术的载体。好像一个人,不仅要有聪明的脑袋和灵敏的神经系统,还要有坚强的躯干和灵巧的双手和双脚。机械工业制造的装备一旦与电子信息技术嫁接,就会如虎添翼,“脑袋”更灵光,“神经”更灵敏,“手脚”更灵巧了。

4. 模具工业地位的重要,还在于国民经济的五大支柱产业——机械、电子、汽车、石化和建筑都要求模具工业的发展与之相适应,以满足五大支柱产业发展的需要。机械、电子、汽车工业需要大量的模具,特别是轿车大型覆盖件模具、电子产品的精密塑料模具和冲压模具,目前在质与量上都还不能满足这些支柱产业发展的需要。

三、模具制造技术的现状和发展

1. 现状

模具的特点决定了模具工业的快速发展,模具制造水平是衡量一个国家机械制造业水平的重要标志。

我国已经具备制造大型、精密、复杂、长寿命模具的能力。例如,硬质合金多工位级进模,步距精度 $<0.005\text{ mm}$,成形表面粗糙度达 $0.4\sim0.1\text{ }\mu\text{m}$,镶件的重复定位精度 $<0.005\text{ mm}$,互换性好,模具寿命达1亿冲次,具有自动冲切、叠压、铆合、扭角、计数分组和安全保护功能。又如,大型的塑料模,重达10吨以上,尺寸精度为 0.01 mm ,型腔 $Ra=0.1\text{ }\mu\text{m}$,模具寿命达30万次以上,达到国际同类模具产品的技术水平。

2. 发展状况

(1) 制造设备水平的提高促进模具制造技术的发展

先进的模具加工设备拓展了机械加工模具的范围,提高了加工精度,降低了表面粗糙度,大大提高了生产效率,如数控仿形铣床、加工中心、精密坐标磨床、数控坐标磨床、数控电火花成形机、慢走丝线切割、精密电加工机床、三坐标测量机、挤压研磨机、激光快速成形机等。

(2) 模具新材料的应用促进模具制造技术的发展

模具材料是影响模具寿命、质量、生产效率和生产成本的重要因素,目前我国模具寿命仅为发达国家的 $1/5\sim1/3$,而其中材料和热处理原因占60%以上。随着新型优质模具钢的不断开发(如65Nb、LD1、HM1、GR等)以及热处理工艺和表面强化处理工艺的进一步完善和发展(如组织预处理、高淬低回、低淬低回、低温快速退火等热处理工艺以及化学热处理、气相沉积、渗金属、电火花强化等新工艺、新技术),都将极大地促进和提高模具制造技术的快速发展。

(3) 模具标准化程度的提高促进模具制造技术的发展

模具的标准化程度是模具技术发展的重要标志,目前我国的标准化程度约占30%(50多项国家标准300多个标准号),而发达国家为70%~80%,标准化促进了模具的商品化,商品化推动了模具生产的专业化,从而提高模具制造质量,缩短制造周期,降低制造成本,也促进新材料、新技术的应用。

(4) 模具现代设计和制造技术促进了模具制造技术的发展

CAD/CAM/CAE技术的发展,使模具设计与制造向着数字化方向发展,尤其在成形零件方面软件(如UG、Pro/E)的广泛应用,实现了模具设计与制造的一体化,极大地提高了模具制造技术和制造水平,也是未来模具制造技术的主要发展方向。

3. 发展趋势

社会快速发展,产品不断增多,更新换代加快,模具质量和生产周期尤为重要,从而决定了模具制造技术的发展趋势:

(1) 粗加工向高速加工发展。

例如,VHM超高速加工中心 $F=76\text{ m/min}$, $S=4\,500\text{ r/min}$ 。此外,还有高速车削中心、精密坐标镗床、高速锯床、激光切割等。

(2) 成形表面的加工向精密、自动化方向发展。

(3) 光整加工向自动化方向发展。

减少研磨、抛光等光整加工的手工作业,实现计算机控制的自动加工设备,提高光整质量和工效。

(4) 反向制造工程制模技术的发展。

以三坐标测量机和快速成形技术为代表的反向制模技术是以复制为原理的制造技术,是模具制造技术的又一重要发展方向,特别适用于多品种、小批量、形状复杂的模具制造。

(5) 模具 CAD/CAM/CAE 技术将有更快的发展。

从模具结构设计→模具工作状态的模拟→自动加工程序的生成→自动化加工、自动检测,实现设计到制造的一体化是模具制造业发展的必然趋势。

四、模具零件加工的特点

1. 加工精度要求高。一副模具一般由凹模、凸模和模架组成,有些还可能是多件拼合模块。于是上、下模的组合,镶块与型腔的组合,模块之间的拼合均要求有很高的加工精度。精密模具的尺寸精度往往达 μm 级。

2. 形面复杂。有些产品如汽车覆盖件、飞机零件、玩具、家用电器,其形状的表面是由多种曲面组合而成,因此,模具型腔面就很复杂。有些曲面必须用数学计算方法进行处理。

3. 批量小。模具的生产不是大批量成批生产,在很多情况下往往只生产一副。

4. 工序多。模具加工中总要用到铣、镗、钻、铰和攻螺纹等多种工序。

5. 重复性投产。模具的使用是有寿命的。当一副模具的使用超过其寿命时,就要更换新的模具,所以模具的生产往往有重复性。

6. 仿形加工。模具生产中有时既没有图样,也没有数据,而且要根据实物进行仿形加工,就要求仿制精度高、不变形。

7. 模具材料优异,硬度高。模具的主要材料多采用优质合金钢制造,特别是高寿命的模具,常采用 Cr12、CrWMn 等莱氏体钢制造。这类钢材从毛坯锻造、加工到热处理均有严格要求。因此加工工艺的编制就更加不容忽视,热处理变形也是加工中需认真对待的问题。

根据上述诸多特点,在选用机床上要尽可能满足加工要求。数控机床因具有系统功能强、机床精度高、刚性好、热稳定性好,具有仿形功能等特点,在模具加工中得到了广泛应用。

五、模具零件加工的方法

根据模具零件的结构特点和精度要求,可以采用普通的金属切削加工(车削、铣削、钻削、镗削、磨削等)、数控加工(数控车削、数控铣削、加工中心加工等)、特种加工(电火花成形加工、数控电火花线切割加工、电铸加工)等方式来制造模具零件。实际加工中,对于一个模具零件,往往要采用多种加工方法,经过多道工序才能满足加工的需要。

本教材将重点介绍采用数控车削加工、数控铣削加工、电火花成形加工、数控电火花线切割加工时,模具零件程序编制及工艺分析的方法,其他的加工方法请读者查阅其他教材及参考资料。

六、模具的种类及结构简介

目前常见的模具具有锻模、冲裁模、塑料成型模、粉末冶金压型模、精密铸造模等。它们分别用于模锻、冷冲压、塑料成型、粉末冶金成型以及精密浇注。表 1.1.1 列出了模具详细的种类划分。

表 1.1.1 模具的分类

冲压模	锻造模	拉丝模
普通冲裁模 级进模 复合模 精冲模 拉深模 弯曲模 成形模 切断模 其他冲压模	热锻模	热拉丝模
	冷锻模	冷拉丝模
	金属挤压模	无机材料成型模
	切边模	
	其他锻造模	玻璃成型模
	铸造模	陶瓷成型模
		水泥成型模
	压力铸造模	其他无机材料成型模
	低压铸造模	模具标准件
	失蜡铸造模	
翻砂金属模	冷冲模架	
塑料模	粉末冶金模	塑料模架
	金属粉末冶金模 非金属粉末冶金模	顶杆
橡胶模		其他模具
	橡胶注射成型模	食品成型模具 包装材料模具 复合材料模具 合成纤维模具 其他类未包括的模具
橡胶压胶成型模		
橡胶挤胶成型模		
橡胶浇注成型模		
橡胶封装成型模		
其他橡胶模		

上述模具类型中,以冲压模具中的冲裁模和塑料模具中的注射模最为典型,也是我们接触最多的模具类型。下面简单介绍注塑模和冲裁模的典型结构。

1. 注塑模

如图 1.1.1 所示为一种常用的单分型面注射模。模具由定模和动模两大部分组成。模具只有一个分型面,是注射模中最简单、最常用的一种。如图 1.1.1 所示为单分型面注射模的立体图,如图 1.1.2 所示为单分型面注射模的三视图。主流道设在定模一侧,分流道设在分型面上,开模后塑件连同流道凝料一起留在动模一侧。动模上设有脱模装置,可以推出塑件和流道凝料。

此注射模的工作原理为:合模时,在导柱和导套的导向和定位作用下,注射机开合模系统带动动模向定模方向移动,使模具闭合,并提供足够的锁模力。模具闭合后,在注射液压缸的作用下,塑料熔体通过注射机喷嘴经模具浇注系统进入型腔,待熔体充满型腔并经过保压、补缩和冷却定型后开模,注射机开合模系统带动动模向后移动,模具从分型面分开,塑件包在凸模上随动模后退,同时拉料杆从浇口套内拉出流道凝料。当注射机顶杆与模具推板接触时,注射机顶杆推动模具脱模机构,推杆和拉料杆分别顶出塑件和浇注系统凝料,塑件和凝料自动落

下,完成一次注射过程。合模时,复位杆使脱模机构首先复位,准备下一次注射。

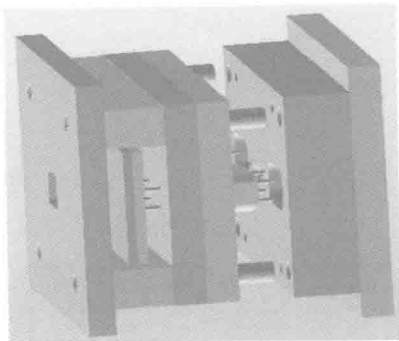
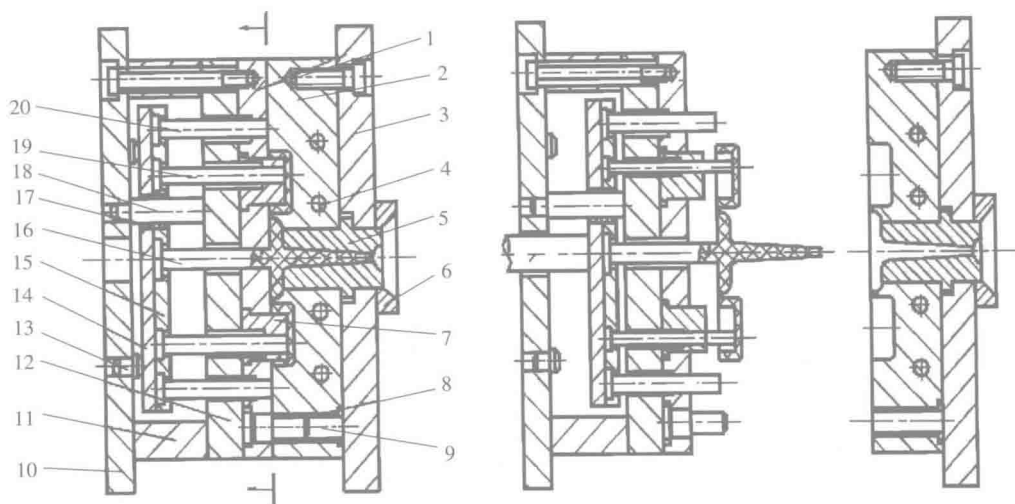


图 1.1.1 单分型面注射模的立体图



- 1-动模板;2-定模板;3-定模座板;4-冷却水道;5-主流道衬套;6-定位圈;7-凸模;
8-导套;9-导柱;10-动模座板;11-垫块;12-支承板;13-支承钉;14-推板;
15-推杆固定板;16-拉料杆;17-推板导套;18-推板导柱;19-推杆;20-复位杆

图 1.1.2 单分型面注射模的三视图

由于利用模具成型的零件精度主要取决于模具型腔(模膛、凹模)和型芯(凸模)的精度,因而,模具型腔(凹模)和型芯(凸模)就成为模具制造中比较重要的部分。

凸模(或型芯)是指成型塑件的内表面的凸状零件。习惯上,尺寸较大的称凸模,尺寸较小的称型芯,如图 1.1.3 所示。凹模(或型腔)是指成型塑件的外表面的凹状零件,如图 1.1.4 所示。

大部分模具的型腔(凹模)、型芯(凸模)形状复杂,由于制件内、外表面均是由型腔(凹模)、型芯(凸模)直接成型的,复杂的立体形状加工难度较大,尺寸精度、公差要求高,一般精度模具要 IT8~IT9 级,配合部分精度可达 IT7~IT8 级,一些精密模具型腔(凹模)、型芯(凸模)尺寸精度甚至可达 IT5~IT6 级;表面质量要求高,由于塑料制件的表面质量完全依赖于模具成型零件的表面粗糙度,随着塑料制件表面质量要求越来越高,一些型腔(凹模)、型芯(凸模)的表面粗糙度 R_a 值一般要求为 $0.1 \sim 0.2 \mu\text{m}$,有些镜面要求的成型零件表面粗糙度 R_a 值甚至要求达到 $0.05 \mu\text{m}$ 。

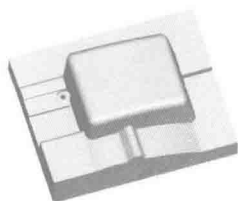


图 1.1.3 凸模

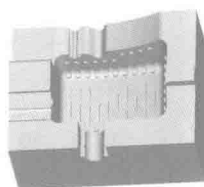


图 1.1.4 凹模

除了型腔(凹模)和型芯(凸模)这两种最重要的零件以外,注塑模上还有导向与定位零件、支承零部件、抽芯机构、推出机构、浇口套等。如图 1.1.5 所示为浇口套,其作用是将熔融的塑料由注射机喷嘴引向闭合的模具型腔。如图 1.1.6 所示为导柱和导套,其作用是为了保证合模时动模和定模准确对合,以保证塑件的形状和尺寸精度,避免模具中其他零件(经常是凸模)发生碰撞和干涉。



图 1.1.5 浇口套



(a) 导柱



(b) 导套

图 1.1.6 导柱和导套

如图 1.1.7 所示为支承零部件,包括定模座板、动模座板、垫块、支承板等。支承零部件是用来安装固定和支承型腔(凹模)和型芯(凸模)零部件或起定位和限位作用的。

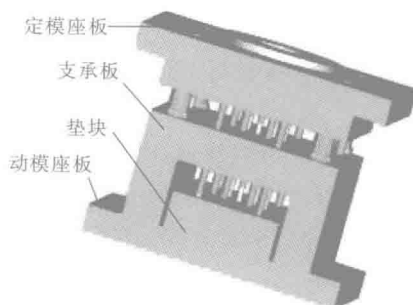


图 1.1.7 支承零部件

2. 冲裁模

冲裁模是一种沿封闭或敞开的轮廓线使材料产生分离的模具。常用的冲裁模有冲孔模、落料模、切断模、切口模、切边模、剖切模等。如图 1.1.8 所示为冲孔模,如图 1.1.9 所示为落料模。

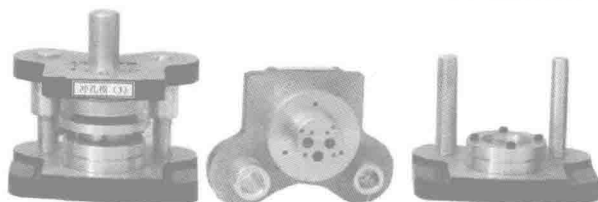


图 1.1.8 冲孔模

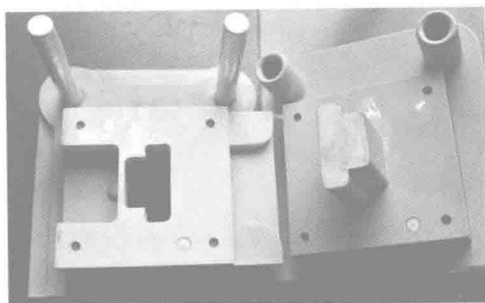


图 1.1.9 落料模

凸、凹模是冲裁模的主要工作零件,凸模和凹模都有与制件轮廓一样形状的锋利刃口,两者之间存在一周很小的间隙,如图 1.1.10 所示。在冲压时,坯料对凸模和凹模刃口产生很大的侧压力,导致凸模和凹模都与制件或废料发生摩擦,产生磨损。



图 1.1.10 冲裁间隙

合理的凸、凹模刃口间隙能保证制件有较好的断面质量和较高的尺寸精度,并且还能降低冲压力,延长模具使用寿命。

凸模属于长轴类零件,从长度上可分为两部分:固定部分和工作部分。固定部分的形状简单,尺寸精度要求不高;工作部分的尺寸精度和表面质量要求都较高。加工凸模时,主要强调刃口的锋利和高耐磨性。工作部分要求具有较高的硬度、耐磨性和良好的韧性,硬度通常为 58~62HRC,多用高碳钢制造。

凹模是板类零件,凹模型孔的尺寸、形状精度和表面质量要求较高。加工凹模时,要求刃口锋利和高耐磨性。凹模外形较简单,一般是圆形或矩形,其尺寸精度要求不高。

【任务解决】

模具应用非常广泛,这里仅列举几种我们日常生活中常见的一些模具制品,以供读者借鉴参考。

1. 冷冲模及其制件

如图 1.1.11 所示是剖切模和剖切件,如图 1.1.12 所示是切口模和切口件。剖切模和切口模是冲裁模中的两种,冲裁模是沿封闭或敞开的轮廓线使材料产生分离的模具。

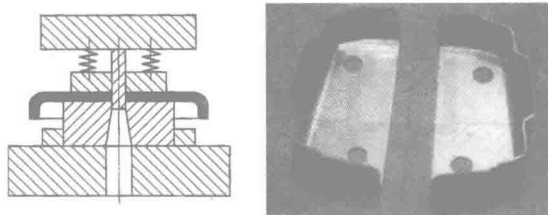


图 1.1.11 剖切模和剖切件

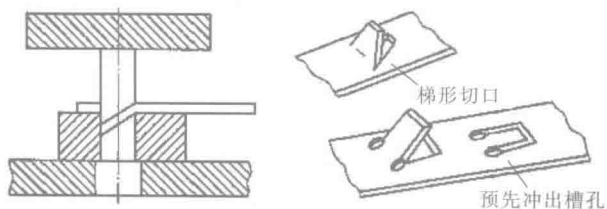


图 1.1.12 切口模和切口件

如图 1.1.13 所示是胀形模和胀形件。胀形模是拉深模中的一种。胀形模是把板料毛坯制成开口空心件,或使空心件进一步改变形状和尺寸的模具。

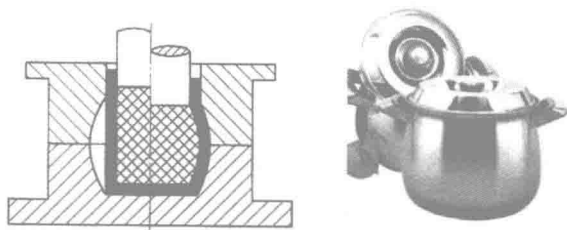


图 1.1.13 胀形模和胀形件

如图 1.1.14 所示是缩口模和缩口件,如图 1.1.15 所示是起伏成形模和起伏成形件。缩口模和起伏成形模都属于成形模。成形模是将毛坯或半成品工件按凸、凹模的形状直接复制成形,而材料本身仅产生局部塑性变形的模具。

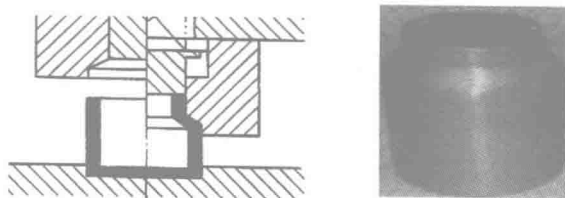


图 1.1.14 缩口模和缩口件

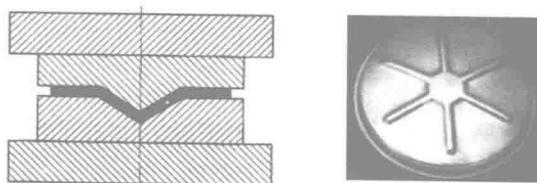


图 1.1.15 起伏成形模和起伏成形件

2. 注塑模制件

注塑模主要是用来生产塑料制品的模具。如图 1.1.16 所示为日常生活中各种塑料模具的制件。

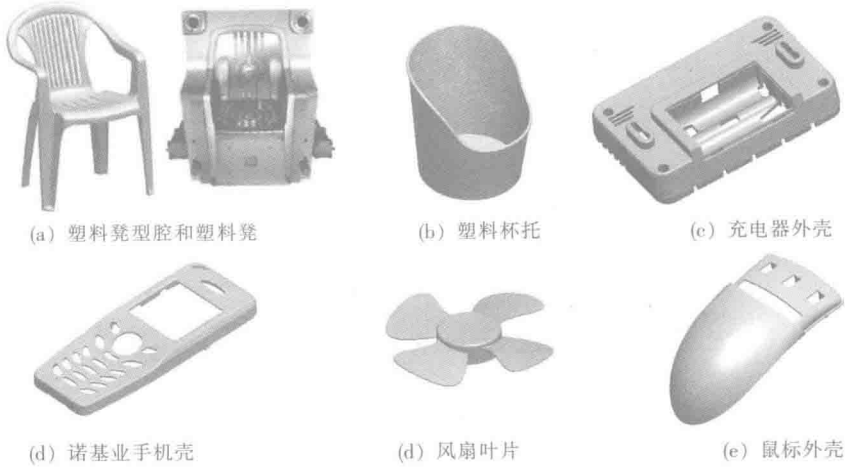


图 1.1.16 塑料模具制件

【知识拓展】

一、注塑模成形零件的工艺路线

注塑模型腔(凹模)、型芯(凸模)、镶块都属于成形零件,成形零件的加工过程与普通机械零件的加工过程有相似之处。近年来,随着对塑料模具的要求越来越高,以及成形零件本身的形状复杂且加工精度、表面粗糙度要求都比较高,除了要使用加工一般机械零件的通用机床外,更多的是采用数控机床和一些特种加工技术。

数控机床加工主要是指采用数控铣床、加工中心等设备对模具型腔(凹模)、型芯(凸模)、镶块进行粗加工以及半精加工,然后进行必要的热处理,再采用高精度的成形磨床、坐标镗床、光学曲线磨床等进行精加工,这类机床的加工属于切削加工。

表 1.1.2 注塑模的典型工艺路线

序号	工艺路线	工艺特点
1	备料→锻造→退火→粗加工→(退火)→半精加工→淬火与回火→精加工→光整加工→渗氮、镀铬、镀钛等→装配前修正	有尺寸精度要求,又要求钢材全淬硬
2	备料→锻造→退火→粗加工→(退火)→半精加工→调质→精加工→光整加工+火焰淬火、渗氮、镀铬、镀钛等→装配前修正	有尺寸精度要求,但钢材硬度要求不高
3	备料→锻造→正火→粗加工→退火→半精加工→渗碳→淬火与回火→光整加工+镀铬等表面处理→装配前修正	尺寸精度要求不高,但要求钢材全淬硬
4	备料→锻造→正火或退火→粗加工→半精加工→冷挤压→加工变形→调质→渗碳或碳氮共渗→光整加工→镀铬等表面处理→装配前修正	尺寸精度和钢材硬度要求都不高