



复旦卓越

职业教育21世纪规划教材

模具类



模具制造

乔建华 张秀清 • 主编

复旦卓越 · 职业教育 21 世纪规划教材 · 模具类

模 具 制 造

主 编 乔建华 张秀清
副主编 闫日平 王东群 杨丽君
主 审 张秀清

復旦大學出版社

图书在版编目(CIP)数据

模具制造/乔建华,张秀清主编. —上海:复旦大学出版社,2011.8
复旦卓越·职业教育21世纪规划教材·模具类
ISBN 978-7-309-08248-7

I. 模… II. ①乔…②张… III. 模具-制造-高等职业教育-教材 IV. TG76

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第130861号

模具制造

乔建华 张秀清 主编
责任编辑/张志军

复旦大学出版社有限公司出版发行
上海市国权路579号 邮编:200433
网址:fupnet@fudanpress.com <http://www.fudanpress.com>
门市零售:86-21-65642857 团体订购:86-21-65118853
外埠邮购:86-21-65109143
大丰市科星印刷有限责任公司

开本 787×1092 1/16 印张 14 字数 290 千
2011年8月第1版第1次印刷

ISBN 978-7-309-08248-7/T·423
定价:28.00元

如有印装质量问题,请向复旦大学出版社有限公司发行部调换。
版权所有 侵权必究

内 容 摘 要

本书是以培养技术应用型人才为重点,以提高学生综合能力为目标而编写的,以现代模具制造技术和加工工艺为主线,较全面系统地阐述了现代模具制造方法的基本原理、特点、加工工艺及应用。全书共分8章,主要内容包括模具制造基础、模具的加工精度和表面质量、模具工作型面及型腔的机械加工、模具零件的电火花加工、模具的数控加工、模具零件的光整加工、模具典型零件的制造工艺、模具的装配与调试等。

本书可作为高职院校、技师学院及中职学校的各类模具设计与制造等专业的教学用书,也可供从事模具设计与制造的专业人员和工程技术人员参考。

前 言

模具制造技术涉及汽车工业、机床工业、航天工业、民用工业等国民经济的各行各业,模具制造加工技术水平的高低,已成为衡量一个国家制造技术水平的标志之一。目前,我国工业技术飞速发展,社会上非常缺少各种既具有较高理论水平,又具有高技能的模具制造加工人才。这类紧缺人才的培养已成为众多相关企业进一步提升产品质量、扩大产品范围、提高劳动生产率、走向国际市场必须解决的问题。

本书遵循以学生为主体,以能力培养为目标,以就业为导向的原则,努力体现教学内容的先进性、前瞻性和教学组织与管理的科学性、灵活性;特别注重培养学生模具制造技术的综合应用能力。

本书由河南省鹤壁高级技工学校乔建华、张秀清任主编,由张秀清主审。具体编写分工如下:乔建华编写第3章,张秀清编写2,7,8章,河南省鹤壁高级技工学校闫日平编写第4,6章,鹤壁市教育局职教室王东群编写第1章,淮北职业技术学院杨丽君编写第5章,全书由张秀清负责统稿。

限于编者水平,书中错误之处在所难免,恳切希望有关专家和读者不吝赐教。

编 者

2011年6月

目 录

第一章 模具制造基础	1	第二节 电火花线切割加工	116
第一节 模具制造综述	1	第五章 模具的数控加工	135
第二节 模具制造工艺规程的 设计	4	第一节 数控加工的基本概述 ...	135
第二章 模具的加工精度和表面 质量	14	第二节 数控加工的工艺分析 ...	138
第一节 模具加工精度	14	第三节 数控加工工艺规程的 制定	140
第二节 模具加工表面质量	21	第六章 模具零件的光整加工	146
第三章 模具工作型面及型腔的 机械加工	32	第一节 研磨和抛光	146
第一节 模具外工作型面的 机械加工	32	第二节 电化学抛光	153
第二节 模具型孔的机械加工	54	第三节 超声波抛光	156
第三节 模具型腔的机械加工	60	第四节 其他光整加工	159
第四节 模具的数控机床加工	69	第七章 模具典型零件制造工艺 ...	163
第五节 模具主要工作零件的 加工规程	81	第一节 模架零件制造	163
第四章 模具零件的电火花加工	87	第二节 主要工作零件的制造 ...	174
第一节 电火花成形加工	87	第八章 模具的装配与调试	191
		第一节 概述	191
		第二节 冷冲模的装配与调试 ...	196
		第三节 塑料模的装配与调试 ...	206

第一章

模具制造基础

模具是以特定的结构形式通过一定的方式使材料成形为制品的工具产品,是工业生产基础工艺装备。模具以其生产制件所表现的高精度、高复杂度、高一致性、高生产效率和低能耗耗材,越来越引起各产业的重视,特别是轻工、电子、机械、通信、交通、汽车、军工等部门。如果没有模具就很难生产和发展产品;如果不能及时供应模具,就会影响生产的发展;如果模具精度低,则产品质量差;如果模具寿命短,则生产效率低、成本高。欧美工业发达国家将模具比喻为“点铁成金”的“磁力工业”、“金钥匙”、“金属加工皇帝”、“进入富裕社会的原动力”。我国把模具称为“工业之母”、“永不衰亡的工业”和“无以伦比的效益放大器”。

第一节 模具制造综述

1.1 模具生产和制造工艺的特点

模具专用工艺装备,与一般机械产品生产相比,有如下特点:

(1) 单件、多品种生产 通常一副模具只能生产某一特定形状、尺寸和精度产品。而设计合理、制造精良、用材恰当的塑料注射模,可连续生产 30~50 万次不下机,多型腔模具甚至每年可生产上千万件制品。精密冲模的寿命可达 1~2 亿次。所以,模具制造属单件、多品种的生产。一般采用通用机床和通用工量具,工序相对集中。

(2) 制造质量要求高 一方面加工精度要求高。一般塑料模具成形尺寸的精度在 0.1~0.010 mm 范围内,精密模具则达到 0.010~0.005 mm,有的甚至达到 0.003~0.001 mm 的高精度。在精密级进模中,凹模镶件的重定位精度要达到 0.005~0.002 mm,步距精度要达到 0.005~0.002 mm。其次是模具各相关结构件之间的配合精度和相对位置精度要求高。另外,加工表面质量要求高,模具加工后的表面不准有任何缺陷,工作部分的表面粗糙度要求达 $Ra = 0.4 \sim 0.1 \mu m$ 。

(3) 形状复杂,材料硬度高 模具工作零件(尤其是型腔)多为二维或三维的复杂曲面,同时为提高模具的使用寿命,模具的成形件和有相对运动的易磨损结构件,多选用优质钢材



并进行相应的热处理。经处理后的钢材,除预硬易切钢外,其余钢材只能进行电加工和磨削加工,故增加了加工的难度。

(4) 成套生产 当某个制件需要多副模具加工时,各副模具之间相互牵连制约,只有最终制件合格,这一系列模具才算合格。因此,在模具的生产和计划安排上必须充分考虑这一特点。

(5) 生产周期短 尽管模具制造的工序繁复,制造难度大,工艺流程长,但由于新产品更新换代快,市场决定产品,因此模具生产周期要求越来越短。

(6) 必须进行试模与修整 模具设计的经验性较多,有些尺寸必须经过试模,还要考虑前后工序模具的关系。

1.2 模具制造的主要方法

因其用途不同,精度要求不同,制造方法也各不相同。

(1) 试制性和批量小的试生产模具 常采用快速成形铸造法或用无须热处理且易于加工的材料,诸如铝合金、软质钢材等材料,进行快速制模,可大大减小制造的难度,缩短制模周期,满足试制要求。

(2) 大型的、形状简单且加工精度要求不高的模具 可采用焊接和局部焊接的方法,既省料又易于加工,所以快速但精度不高。而且焊接后,焊接处的内应力较大,比之整体加工的模具,其抗冲击强度较差。氩弧焊接的零件变形相对小些,多用于对成型零件局部损坏的修补。

(3) 一般的日用模具 此类制品(如玩具和日常生活用品等)只有形状和外观要求而无精度要求或精度要求不高,其模具用常规的机加工方法如铸、锻、车、钻、铣、镗、磨即可完成。

(4) 工程结构件制品的模具 分两部分:其一是标准件(包括整体标准模架)和通用件的加工方法,均有相关的国家标准,由专业生产厂按国标的要求,批量生产、供货。其制造方法仍以常规的车、铣、刨、钻、镗、磨为主,辅以一些专用设备和制造方法。其二是成形件加工,成形件的加工是模具加工的重点和核心。多采用诸如数控车床、仿形加工、数控铣床以及加工中心、成形磨削以及一系列特种加工。

由于数控机床和加工中心的日益普及,仿形加工在目前的模具制造业中已逐步被淘汰,故本书不再介绍。

1.3 我国模具制造业的现状与发展前景

由于国内汽车、摩托车、电器、电子通信、信息产业、仪器仪表、塑料制品、办公设备、建材等行业对模具具有强劲的需求,工业发达国家模具制造业向中国继续转移,“十一五”期间的全国模具需求量大于生产量的状况将在“十二五”期间延续,全国模具行业的发展速度将保持或高于“十一五”期间平均增长水平。这样大的市场需求和发展空间以及坚实的基础,提供了持续快速增长的良好机会,我国模具业前景将无限光明。

1. 我国模具制造业的特色和发展优势

(1) 模具制造将越来越普遍地应用高新技术。CAD/CAE/CAM 技术、高速切削技术、热流道技术、快速成形技术、逆向工程、敏捷制造、网络技术、虚拟技术、激光技术、复合加工



技术及超精加工技术和新材料技术等都会越来越多地用于模具制造。

(2) 模具技术含量将越来越高。模具日趋大型化、复杂化、精密化,模具的多功能复合化、高效化,以及对模具寿命要求的提高等,都将使模具技术含量越来越高,从而使大型、精密、复杂、长寿命模具比例不断提高。

(3) 模具的专业化生产和标准化程度将进一步提高。这方面虽然我国已做了很多工作,但与发达国家相比还有很大差距,实现再提高目标的潜力很大。

(4) 我国的模具市场竞争力将继续领先于其他国家。由于有良好的生产和需求基础,以及廉价的劳动力资源、信息通畅的销售渠道等各种有利条件,我国模具业在国际市场的竞争能力将进一步增强,出口量将继续扩大。模具进出口的发展和海外先进技术及管理的不断引进,必然使我国模具制造业快速融入世界模具市场。

(5) 加入 WTO 后,我国模具制造业的优势得到了充分的发挥,虽然模具价格有所上升,但仍比国际低很多。我国模具生产的强项,如塑料、橡胶制品,包装制品,五金制品,建筑材料等具有较强的比较优势,生产能力将不断扩大,质量水平和档次将不断提高。

(6) 我国经济持续调整增长,特别是汽车工业(主要是轿车)、机械工业、电子工业加速发展,对模具的需求量将越来越大,模具业发展拥有更广阔的空间。同时,随着世界经济一体化进程的加快,将会有更多发达国家的模具制造业向我国转移,加上我国已有的合资、民营和国营模具生产厂家的发展,中国已成为世界模具的制造中心。

2. 我国模具制造业存在的主要差距

我国模具制造业有鲜明的特色和发展优势,但是,与我国制造业发展的要求相比较,与发达国家的模具水平相比较,还存在着很大的差距。

(1) 结构不合理,既有企业组织结构、技术结构不合理的问题,又有产品结构不合理的情况。更加突出的是中低档模具供过于求,中高档模具自配率仍较低,特别是国内大型、精密、复杂、长寿命模具所占比例不足 30%,而国外在 50% 以上。

(2) 模具产品水平如精度、型腔表面粗糙度、寿命及模具复杂程度等比国际水平低,而模具生产周期却比国际水平长。

(3) 企业开发能力较差,技术装备水平较低,特别是管理落后更甚。我国大多数模具企业还沿用过去作坊式的管理模式,真正实现现代化企业管理的还不太多。

(4) 专业化、标准化的程度仍较低,模具企业之间难于有效协作去完成较大规模的模具成套生产任务,同时也不利于制造成本的降低和制造周期的缩短。

3. 我国模具制造业的发展方向

国民经济各产业的不断发展,对模具的需求量越来越大,技术要求也越来越高。为此,我国模具业今后发展重点应该是:既能满足大量需要,又有较高技术含量,特别是目前国内尚不能自给、需大量进口的模具和能代表发展方向的大型、精密、复杂、长寿命模具,一些重要的模具标准件以及出口前景好的模具产品。主要体现在如下几个方面:

(1) 大型精密塑料模具 塑料模具占我国模具总量近 60%,而且这个比例还在上升。塑料模具中为汽车和家电配套的大型注塑模具,为集成电路配套的塑封模,为电子信息产业



和机械及包装配套的多层、多腔、多材质、多色精密注塑模,为新型建材及节水农业配套的塑料异型材挤出模及管路和喷头模具等,目前虽然已有相当的技术基础并正在快速发展,但技术水平与国外仍有较大差距,总量也供不应求,每年进口超过1亿美元。

(2) 精密冲压模具 多工位级进模和精冲模代表了冲压模具的发展方向,精度要求和寿命要求极高,主要为电子工业、汽车、仪器仪表、电机电器等配套。这两种模具,国内已有相当基础,并已引进了国外技术设备,个别企业生产的产品已达到世界水平,但大部分企业仍有较大差距。总量也供不应求,有着巨大的发展潜力。

(3) 汽车覆盖件模具 汽车覆盖件模具主要为汽车配套,也包括为农用车、工程机械和农机配套的覆盖件模具,它在冲压模具中具有很大的代表性。模具大都是大中型的,结构复杂,技术要求高。尤其是为轿车配套的覆盖件模具,要求更高,它可以代表冲压模具的水平。随着我国汽车工业的崛起,中高档轿车覆盖件模具将是我国重点发展的模具,以适应车型开发的需要。

(4) 主要模具标准件 目前我国有较大产量的模具标准件,主要是模架、导向件、推杆推管等。这些产品不但国内配套需要量大,出口前景也很好。

(5) 其他高技术含量的模具 大型薄壁精密压铸模技术含量高,难度大。镁合金压铸模目前虽然刚起步,但发展前景好,有代表性。子午线橡胶轮胎模具也是发展方向,其中活络模技术难度最大。与快速成形技术相结合的一些快速制模技术及相应的快速经济模具在我国亦有很好的发展前景。

第二节 模具制造工艺规程的设计

模具的加工不同于一般机械产品的机械加工,但模具是机械产品,因此必须具备扎实的机械制造工艺基础知识和实践经验。

2.1 基本概念

1. 模具的生产过程和工艺过程

(1) 生产过程 生产过程是指将原材料或半成品转变为成品的各有关劳动过程的总和,主要包括原材料的运输和保存,生产的准备,毛坯制造,零件的加工和热处理,模具的装配、试模和校正,直至包装等。

(2) 工艺过程 工艺过程是把原材料变为成品或半成品的各种直接有关的过程,如制备毛坯、机械加工、热处理、表面处理和装配、试模等。模具的机械加工工艺过程是用机械加工的方法,直接改变毛坯的形状、尺寸和表面质量,使其成为模具零件的工艺过程。

2. 模具机械加工工艺过程的组成

模具的机械加工工艺过程比较复杂,根据被加工零件的结构特点和技术要求,常需要采用各种不同的加工方法和设备,并通过一系列加工步骤,将毛坯变成所需的零件。为了研究工艺过程,必须深入分析工艺过程的组成。机械加工工艺过程是由一个或若干个工序组成



的,而工序又分为安装、工位、工步和进给。

(1) 工步 工步是一个或一组工人在一个工作地对同一个或同时对几个工件所连续完成的那一部分工艺过程。它是工艺过程的基本组成单元,又是生产计划、经济核算的基础单元,也是确定设备负荷、配备工人、安排作业以及工具数量等的依据。划分是否为同一个工序的主要依据是工作地点(设备)、加工对象(工件)是否变动以及加工是否连续完成。如果其中之一有变动或加工不是连续完成,则应划为另一道工序。

(2) 工步 工步是在加工表面和加工工具不变的情况下,所连续完成的那一部分工序。一个工序可包括几个工步,也可能只有一个工步。加工表面与加工工具只要改变一个,就应算作不同工步。如对同一个孔进行钻孔、扩孔、铰孔,应作为3个工步。在工艺卡片中,按工序写出各加工工步,就规定了一个工序的具体操作方法及次序。

为了简化工序内容,对一次装夹中连续进行的若干相同的工步,通常填写为一个工步。为提高效率,用几把刀具或一把复合刀具同时加工一个工件上的几个表面称为复合工步。复合工步也视为一个工步,如图1-1所示,在转塔车床上用前刀架进行横向运动来画车端面2,4及用转塔装刀车外圆1,3和车孔5,即为复合工步的例子。

(3) 进给 切削工具在加工表面上切削,则每切去一层材料称一次进给(走刀),一个工步可以进行一次进给,也可以进行多次进给。例如外圆的余量较多,在粗车工步中可以进行多次进给。

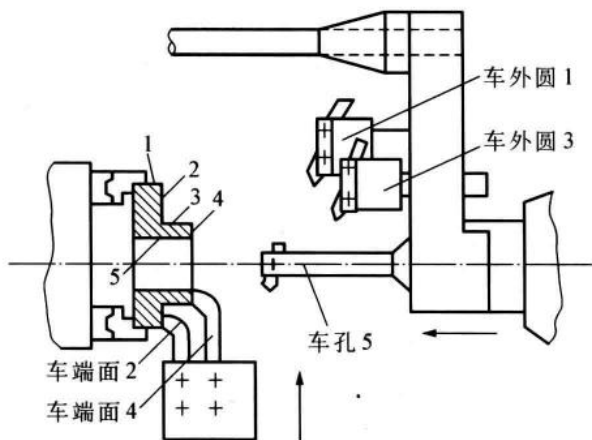


图1-1 复合工步示例

(4) 安装 安装是工件(或装配单元)经一次装夹后所完成的那一部分工序。一个工序中可以只有一次安装,也可以有多次安装。

例如车两端面属于一道工序,但需两次装夹。多一次装夹不但增加了装卸工件的时间,同时还会产生装夹误差。因此,在工序中应尽量减少装夹次数。

(5) 工位 工位是为了完成一定的工作,经一次装夹后,工件(或装配单元)与夹具或设备的可动部分整体相对刀具或设备的固定部分所占据的每一个位置。

图1-2所示就是利用回转工作台在一次装

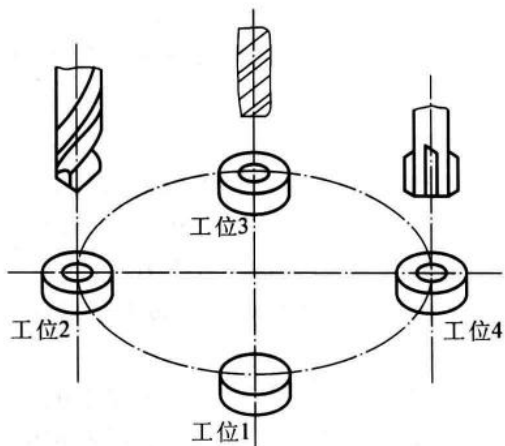


图1-2 多工位加工



夹后,依次完成装卸工件、钻孔、扩孔和铰孔的4工位的加工。

3. 生产纲领与生产类型

(1) 生产纲领 生产纲领指工厂制造产品(或零件)的年产量。在制定工艺规程时,一般按产品(或零件)的生产纲领来确定生产类型。零件生产纲领的计算公式为

$$N = Qn(1 + a + b),$$

式中, N 为零件的生产纲领; Q 为产品的生产纲领; n 为每台产品中该零件的数量; a 为该零件的备品率%; b 为该零件的废品率%。

(2) 生产类型 根据产品生产纲领的大小和品种的多少,模具制造业的生产类型主要可分为单件生产和成批生产两种类型。

① 单件生产。产品的品种较多,每种产品的产量很少,同一个工作地点的加工对象经常改变,且很少重复生产。如新产品试制用的各种模具和大型模具等都属于单件生产。

② 成批生产。产品的品种不是很多,但每种产品均有一定的数量。工作地点的加工对象周期性地更换。例如,模具中常用的标准模板、模座、导柱、导套等零件及标准模架等多属于成批生产。

同一产品(或零件)每批投入生产的数量称为批量。根据产品的特征和批量的大小,成批生产可分为小批生产、中批生产和大批生产。不同的生产类型,所考虑的工艺装备、对工人的技术要求、工时定额、零件的互换性等都不相同。

2.2 工艺规程

1. 工艺规程的作用和内容

工艺规程是规定零部件制造工艺过程和操作方法的工艺文件,是规范和指导生产过程的指导书。它简要地规定了零件的加工顺序,选用的机床、工具、工序的技术要求及必要的操作方法等。因此,工艺规程具有指导生产和组织工艺准备的作用,是生产中必不可少的技术文件。工艺规程的形式很多,随各企业的生产条件、组织形式和模具的加工批量不同而不同。模具的工艺规程可以分为零件的机械加工工艺规程、检验工艺规程、装配工艺规程等,但主要以零件的机械加工工艺规程为主,其他工艺则按需要而定。因为模具常为单件小批量生产,所以零件加工时常用工艺过程卡来指示加工过程。

2. 制定工艺规程的原则及注意事项

制定工艺规程的原则是在一定的生产条件下,要使所编制的工艺规程能以最高的生产效率和最低的生产成本,可靠地加工出符合图样及技术要求的零件。工艺规程首先要保证产品的质量,同时要争取最好的经济效益。在制定工艺规程时,要注意以下3个方面:

(1) 工艺技术上的先进性 在制定工艺规程时,要了解国内外本行业工艺技术的发展。通过必要的工艺试验,优先采用先进工艺和工艺装备,同时还要充分利用现有生产条件。

(2) 经济上的合理性 在一定的生产条件下,可能会出现几个保证工件技术要求的工艺方案。此时应全面考虑,通过核算或评比选择经济上最合理的方案,使产品的能源、物资消耗和成本最低。



(3) 优化的劳动条件 制定工艺规程时,要注意保证工人具有良好、安全的劳动条件,通过机械化、自动化等途径,把工人从笨重的体力劳动中解放出来。

制定工艺规程时,工艺人员必须认真研究原始资料,如产品图样、生产纲领、毛坯资料及生产条件的状况等。然后参照同行业工艺技术的发展,综合本部门的生产实践经验,进行工艺文件的编制。

3. 制定工艺规程的步骤

编制工艺规程,一般可按以下步骤进行:

- ① 零件图的研究与工艺审查。
- ② 确定生产类型。
- ③ 确定毛坯的种类和尺寸。
- ④ 选择定位基准和主要表面的加工方法,拟定零件的加工工艺路线。
- ⑤ 确定各工序尺寸、公差及其技术要求。
- ⑥ 确定各工序使用的机床、工艺装备、切削用量及时间定额。
- ⑦ 填写工艺文件。

4. 工艺文件的种类

将工艺规程的内容填入一定格式的卡片,即为生产准备和施工依据的技术文件,称为工艺文件。在我国,各企业的机械加工工艺规程表格不尽一致,但是其基本内容是相同的。常见的工艺文件有以下几种:

(1) 工艺过程综合卡片 这种卡片主要列出了整个零件加工所经过的工艺路线(包括毛坯、机械加工和热处理等),它是制定其他工艺文件的基础,也是进行生产技术准备、编制作业计划和组织生产的依据。在单件小批量生产中,一般简单零件只编制工艺过程综合卡片作为工艺指导文件。

(2) 工艺卡片 这种卡片是以工序为单位,详细说明整个工艺过程的工艺文件。它不仅标出工序顺序、工序内容,同时对主要工序还表示出工步内容、工位及必要的加工简图或加工说明。此外,还包括零件的工艺特性(材料、质量、加工表面及其精度和表面粗糙度要求等)、毛坯性质和生产纲领。在成批生产中广泛采用这种卡片,对单件小批量生产中的某些重要零件也要制定工艺卡片。

(3) 工序卡片 工序卡片是在工艺卡片的基础上分别为每一个工序制定的,是用来具体指导工人进行操作的一种工艺文件。工序卡片中详细记载了该工序加工所必需的工艺资料,如定位基准、安装方法、所用机床和工艺装备、工序尺寸及公差、切削用量及工时定额等。在大批量生产中广泛采用这种卡片。在中、小批量生产中,对个别重要工序有时也编制工序卡片。

2.3 模具加工的工艺分析

模具的零件图是制定工艺规程的最主要的原始资料。在制定工艺时,必须首先对其认真分析。为了更深刻地理解零件结构上的特征和主要技术要求,通常还要研究模具的总装图、部件装配图及验收标准,从中了解零件的功用和相关零件的配件,以及主要技术要求制



定的依据等。

1. 零件的结构分析

由于使用要求不同,模具零件具有各种形状和尺寸。但是,如果从外形上加以分析,各种零件都是由一些基本的表面和特殊表面组成的。基本表面有内、外圆柱表面,圆锥表面和平面等,特殊表面主要有螺旋面、渐开线齿形表面及其他一些成形表面等。

在研究具体零件的结构特点时,首先要分析该零件是由哪些表面组成的,因为表面形状是选择加工方法的基本因素。例如,外圆柱表面一般由车削和磨削加工出来,内圆柱面(孔)则多通过钻、扩、铰、镗和磨削等加工方法获得。除表面形状外,表面尺寸对工艺也有重要的影响。以内孔为例,大孔与小孔、深孔与浅孔均有不同的加工特点。

2. 零件的技术要求分析

零件的技术要求包括以下几个方面:

- ① 主要加工表面的尺寸公差;
- ② 主要加工表面的形状公差;
- ③ 主要加工表面之间的相互位置公差;
- ④ 各加工表面的粗糙度,以及表面质量方面的其他要求;
- ⑤ 热处理要求及其他要求。

根据零件结构的特点,在认真分析了零件主要表面的技术要求之后,对零件的加工工艺有了初步的认识。

首先,根据零件主要表面的公差和表面质量的要求,初步确定为达到这些要求所需的最终加工方法,然后再确定相应的中间工序及粗加工工序所需的加工方法。例如,对于孔径不大的 IT7 级公差的内孔,最终加工方法取精铰时,则精铰之前通常要经过钻孔、扩孔和粗铰孔等加工。

其次,要分析加工表面之间的相对位置要求,包括表面之间的尺寸联系和相对位置公差,认真分析零件图上尺寸的标注及主要表面的位置公差,即可初步确定各加工表面的加工顺序。

零件的热处理要求影响加工方法和加工余量的选择,对零件加工工艺路线的安排也有一定的影响。例如要求渗碳淬火的零件,热处理后一般变形较大。对于零件上精度要求较高的表面,工艺上要安排精加工工序(多为磨削加工),而且要适当加大精加工工序的加工余量。

3. 毛坯的设计和选择

模具零件毛坯的设计是否合理,对于模具零件加工的工艺性以及模具的质量和寿命都有很大的影响。在毛坯的设计中,首先考虑的是毛坯的形式,通常模具零件的毛坯形式主要分为各种原型材、锻件、铸件和半成品件 4 种。

(1) 原型材 原型材是指利用冶金材料厂提供的各种截面的棒料、丝料、板料或其他形状截面的型材,经过下料以后直接送往加工车间进行表面加工的毛坯。

(2) 锻件 经原型材下料,再通过锻造获得合理的几何形状和尺寸的模具零件坯料称为锻件毛坯。



(3) 铸件 模具零件中常见的铸件有冲压模具的上模座和下模座、大型塑料模的模架等,材料为灰铸铁 HT200 和 HT250;精密冲裁模的上模座和下模座,材料为铸钢 ZG270-500;大、中型冲压成形模的工作零件,材料为球墨铸铁和合金铸铁;吹塑模具和注射模具中的铸造铝合金,如铝硅合金 ZL102 等。

(4) 半成品件 随着模具向专业化和专门化方向发展以及模具标准化程度的提高,以商品形式出现的冷冲模架、矩形凹模板、矩形垫板等零件,以及塑料注射模标准模架的应用日益广泛。当采购这些半成品件后,再进行成形表面和相关部位的加工,对于降低模具成本和缩短模具制造都大有好处。这种毛坯形式应该成为模具零件毛坯的主要形式。

在决定毛坯形式时主要考虑以下几个方面:

① 零件材料的工艺特性以及零件对材料组织和性能的要求。如凸模及凹模,为获得良好的力学性能,不论其结构形状复杂还是简单,均应选用锻件。

② 零件的结构形状及外形尺寸。如轴类零件,若各台阶直径相差不大,可直接选用圆棒料;若各台阶直径相差较大,则宜选择锻件。零件的外形尺寸对毛坯选择有较大的影响,大型零件可选择毛坯精度较低的砂型铸造和自由锻造的毛坯,中小型零件可选择标准模锻毛坯。

③ 零件的生产工艺和经济性。当零件的产量较大时,应选择精度和生产率较高的毛坯制造方法,如标准锻件和铸件的大批量生产。虽然用于毛坯制造的设备 and 工艺装备费用较高,但可以通过降低材料消耗和减少机械加工费用予以补偿。当零件的产量较小时,则选择自由铸造或手工造型的铸造毛坯。总之,毛坯类型和制造方法的选择,要考虑零件的生产工艺和经济性。

4. 定位基准的选择

在制定零件加工的工艺规程时,正确地选择工件的定位基准有着十分重要的意义。定位基准选择的好坏,不仅影响零件加工的位置精度,而且对零件各表面的加工顺序也有很大的影响。

(1) 基准的概念 零件都是由若干表面组成,各表面之间有一定的尺寸和相互位置要求。模具零件表面间的相对位置要求包括两方面:表面间的距离尺寸公差和相对位置公差(如同轴度、平行度、垂直度和圆跳动等)要求。研究零件表面间的相对位置关系离不开基准,不明确基准就无法确定零件表面的位置。基准就其一般意义来讲,就是零件上用以确定其他点、线、面的位置所依据的点、线、面。基准按其作用不同,可分为设计基准和工艺基准两大类。

设计图上用以确定其他点、线、面的基准,称为设计基准。例如图 1-3 所示的零件,其轴线 $O-O'$ 是各外圆表面和内孔的设计基准;端面 A 是端面 B 、 C 的设计基准;内孔表面 D 体现的轴线 $O-O'$ 是 $\phi 40h6$ 外圆表面径向圆跳动和端面 B 端面圆跳动的设计基准。

在工艺过程中所使用的基准,称为工艺基准。

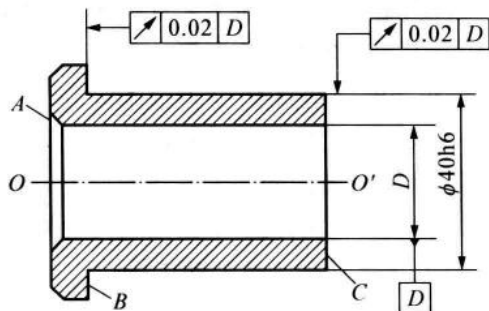


图 1-3 设计基准示例



工艺基准按用途不同,又分为工序基准,定位基准,测量基准和装配基准。

(2) 工件的安装方式 在机械加工前,必须使工件在机床上相对于工具占据某一正确的位置。通常把这个过程称为工件的定位。工件定位后,由于在加工中受到切削力、重力等的作用,还应采用一定的机构将工件夹紧,使其确定的位置保持不变。工件从定位到夹紧的整个过程,统称为安装。

在各种不同的机床上加工零件时,有各种不同的安装方法。安装方法可以归纳为直接找正法、划线找正法和采用夹具安装法等3种。

① 直接找正法。采用这种方法使工件在机床上占有正确位置,是通过一系列的尝试而获得的。具体的方式是将工件直接装在机床上后,用百分表或划针盘上的划针,以目测法校正工件的正确位置,一边校验一边找正,直至符合要求。

② 划线找正法。此法在机床上用划针按毛坯或半成品上所划的线来找正工件,使其获得正确位置。此法要多一道划线工序。划出的线本身有一定宽度,在划线时又有划线误差,校正工件位置时还有观察误差,因此该法多用于生产批量较小,毛坯精度较低,以及大型工件等不宜使用夹具的粗加工中。

③ 采用夹具安装法。夹具是机床的一种附加装置,它在机床上相对刀具的位置在工件未安装前已预先调整好,所以在加工一批工件时不必再逐个找正定位,能保证加工的技术要求,既省工又省事,是高效的定位方法,在成批和大量生产中广泛应用。

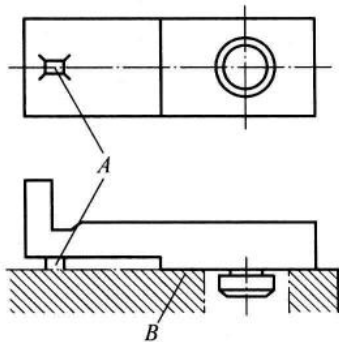


图 1-4 具有工艺凸台的刀架毛坯

(3) 定位基准的选择 设计基准已经由设计图给定,在以后的工序中可以采用已经加工过的表面来定位。有时可能遇到这样的情况:工件上没有能作为定位基准用的恰当表面,此时就必须在工件上专门设置或加工出定位的基面,称为辅助基准。例如,如图 1-4 所示车床小刀架的工艺凸台 A 应和定位面 B 同时加工出来,以使定位稳定可靠。辅助基准在零件工作中并无用途,完全是为了工艺上的需要,加工完毕后如有必要可以去掉辅助基准。

5. 零件工艺路线的分析与拟定

制定模具的加工工艺规程时,应该在充分调查研究的基础上,提出多种方案进行分析比较。因为工艺路线不但影响加工的质量和生产效率,而且影响到工人的劳动强度、设备投资、车间的使用面积、生产成本等。

拟定工艺路线就是制定工艺过程的总体布局。除合理选择定位基准外,其主要任务还有选择各个表面的加工方法和加工方案、加工阶段的划分、工序的集中与分散、确定各个表面的加工顺序以及整个工艺过程中的工序数目等。

(1) 表面加工方法的选择

① 首先要满足加工表面的加工精度和表面粗糙度的要求。由于获得同一精度及表面粗糙度的加工方法往往有若干种,实际选择时还要结合零件的结构形状、尺寸大小以及材料



和热处理等要求。例如对于 IT7 级公差的孔,采用镗、铰、拉和磨均可达到要求,但型腔体上的孔一般不宜选择拉孔或磨孔,而常选择镗孔或铰孔,孔径大时选择镗孔,孔径小时选择铰孔。

② 零件材料的性质及热处理要求对加工方法的选择也有影响。如淬火后的钢应采用磨削加工;对于有色金属零件,为避免磨削时堵塞砂轮,一般都采用高速镗、精密铣或高速精密车削进行精加工。

③ 考虑生产效率和经济性的要求。大批量生产时,应尽量采用高效率的先进工艺方法。但是在年产量不大的生产情况下,采用高效率加工方法及专用设备,则会因设备利用率不高,造成经济上的损失。此外,通过任何一种加工方法所获得的加工精度和表面质量均有一个相当大的范围,但只在一定的精度范围内这种方法才是经济的。这种一定范围的加工精度,即为该种加工方法的经济精度。选择加工方法时,应根据工件的精度要求选择与经济精度相适应的加工方法。

④ 考虑本厂、本车间现有的设备情况及技术条件。充分利用现有设备,挖掘企业潜力,发挥工人及技术人员的积极性和创造性,同时也应考虑不断改进现有的方法和设备,推广新技术,提高工艺水平。

(2) 加工阶段的划分 对于加工质量要求较高的零件,工艺过程应分阶段进行,这样才能保证零件的精度要求,充分利用人力、物力资源。

划分加工阶段的主要原因有:

- ① 保证加工质量。
- ② 合理使用质量。
- ③ 便于安排热处理工序。
- ④ 及早发现毛坯内部缺陷,避免损失。

模具加工的工艺过程一般可分为以下几个阶段:

① 粗加工阶段。主要任务是切除各加工表面上的大部分加工余量,使毛坯在形状和尺寸上尽量接近成品。因此,在此阶段中应采取措施尽可能提高生产率。

② 半精加工阶段。它的任务是使主要表面消除粗加工留下的误差,达到一定的精度及留有精加工余量,为精加工做好准备,并完成一些次要表面(如钻孔、铣槽等)的加工。

③ 精加工阶段。对于精度和表面粗糙度要求很高(如 IT6 级及 IT7 级以上的公差等级,表面粗糙度 R_a 值小于或等于 $0.4 \mu\text{m}$)的零件可采用光整加工。但光整加工一般不能纠正几何形状和相互位置误差。

(3) 工序的集中与分散 对同一零件的同样加工内容,可以安排两种不同形式的工艺规程:一种是工序集中的工艺规程,另一种是工序分散的工艺规程。所谓工序集中,是使每个工序中包括尽可能多的工步内容,因而使总的工序数目减少,夹具的数目和工件的安装次数也相应减少。所谓工序分散,是将工艺路线中的工步内容分散在更多的工序中去完成,因而每道工序的工步少,工艺路线长。

工序集中和工序分散的特点都很突出。工序集中有利于保证各加工面间的相互位置精