

21 世纪普通高等院校规划教材——机械类

模具 制造技术

MUJU ZHIZAO JISHU

主 编 刘 勇
副主编 苏 蓉
主 审 刘 渝

IXIE LEI



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

21 世纪普通高等院校规划教材——机械类

模具制造技术

主 编 刘 勇

副主编 苏 蓉

主 审 刘 渝

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

模具制造技术 / 刘勇主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2008.9

21 世纪普通高等院校规划教材. 机械类

ISBN 978-7-5643-0038-8

I. 模… II. 刘… III. 模具—制造—高等学校—教材
IV. TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 131925 号

21 世纪普通高等院校规划教材——机械类

模 具 制 造 技 术

主 编 刘 勇

*

责任编辑 王 旻

封面设计 翼虎书装

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

成都蓉军广告印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 13.625

字数: 340 千字 印数: 1—3 000 册

2008 年 9 月第 1 版 2008 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-0038-8

定价: 23.50 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

通过高等学校的本科教学评估工作,深感模具专业方向要办出我们自己的特色,“模具制造技术”课程就应该有我们自己的教学特点,那就要充分利用我们现有的模具加工实验设备,发扬我们在特种加工教学科研上的长处,介绍一些先进的模具制造方法。现有的模具制造教材不能完全满足我们要求的教学特点,所以就萌生了自己编写一本适合我们自己教学特点的教材。

“模具制造技术”是高等工科院校模具专业方向的主要专业课程。通过我们多年来的教学经验,并参考了近年来出版的相关教材,我们编写了这本教材,本教材包括以下内容:模具制造工艺规程制订、模具零件各种普通机械加工方法、模具零件的数控加工、模具零件的电火花成形加工和电火花线切割加工、电解加工、电铸加工、激光加工、超声加工、模具的装配工艺、快速制模技术等内容。其特点是在课程的教学中强调培养学生应用各种技术的能力。本教材在编写中,力求反映模具制造技术的基础知识、核心技术和最新成就,培养学生实际的工艺分析能力,保证模具零件的制造质量,兼顾对学生的工程实践能力的培养,在内容上注重先进性、科学性和实用性,在文字叙述上力求通俗易懂、逻辑严谨、便于教学。

模具工业是现代制造工业的重要组成部分,随着模具工业的迅速发展,对模具的精度要求越来越高、模具结构越来越复杂,使模具制造技术和工艺方法不断更新,这就要求模具专业的学生必须掌握更多的新加工技术,并了解模具制造的各种不同的新工艺方法,以适应模具制造技术的发展,所以本教材的内容较广泛,使用时的讲授内容可根据具体情况增减。书中部分内容可供学生自学和课外阅读。本教材理论教学可安排为40~60学时。

本教材可供材料成形及控制工程专业(模具方向)本科专业教学使用,也可供专科、电大以及从事模具制造工作的技术人员使用,其他的机械类专业方向的师生也可参考阅读。

本书由西华大学教师编写,刘勇(第一章、第五章、第六章)、苏蓉(第二章)、邓志平(第三章)、周利平(第四章)、杜树浩(第七章)全书由刘勇任主编,苏蓉任副主编,刘渝教授主审。

在本书编写过程中西华大学蔡长韬教授给予了很多帮助,在此表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免有错误和不当之处,恳请读者批评指正。

编 者

2008年5月

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 模具工业的地位和发展趋势	1
第二节 模具制造的特点和要求	3
第三节 本课程的主要内容和学习的基本要求	4
第二章 模具制造工艺规程制订	6
第一节 概 述	6
第二节 模具机械加工工艺规程制订	9
第三节 尺寸链原理	23
第四节 加工余量和工序尺寸的确定	29
第五节 制订模具零件机械加工工艺规程举例	36
第三章 模具的机械加工	39
第一节 模具的划线加工	39
第二节 模具的车削加工	40
第三节 模具的铣削加工	47
第四节 模具的刨削和插削加工	54
第五节 模具的坐标镗床加工	59
第六节 模具的成形磨削加工	63
第七节 孔的加工	65
第四章 模具零件的数控加工	69
第一节 数控加工基本原理	69
第二节 数控加工编程	77
第三节 模具零件数控加工工艺	103
第五章 模具零件的特种加工	116
第一节 电火花成形加工	116
第二节 电火花线切割加工	139

第三节 电化学加工	153
第四节 模具的超声加工	160
第五节 模具的激光加工	163
第六章 模具的装配	167
第一节 装配精度与装配方法	167
第二节 冷冲模的装配	170
第三节 塑料模装配	180
第七章 快速成形及快速制模技术	190
第一节 概 述	190
第二节 快速成形制造工艺	192
第三节 快速模具制造工艺	201
第四节 快速成形制造技术的应用	207
参考文献	212

第一章 绪 论

第一节 模具工业的地位和发展趋势

一、模具工业在国民经济中的地位

在机械装备工业的生产中,模具行业起着非常重要的作用,它是加工业生产的重要工艺装备,它以其特定的形状通过一定的方式使原材料成形。在金属材料、塑料、橡胶、玻璃、粉末冶金、陶瓷制品的成形加工中得到了广泛的应用,它的使用能大大提高生产效率、缩短生产周期、保证产品质量、节约材料、降低成本,给企业带来好的经济效益,所以现在已成为汽车、飞机、家电、仪器仪表、塑料制品、日用五金等生产的重要加工手段。据统计,75%以上的汽车、电机电器、仪器仪表零件,85%以上的塑料制品,85%以上的计算机和电子行业产品的零件,都是采用模具成型的方法来生产。在世界上,一些工业发达国家,模具制造技术的发展非常迅速,模具工业是衡量一个国家国民经济发展水平的标志之一。

随着工业生产水平的发展,模具工业也迅速发展。在世界上的一些发达国家,模具工业已是国民经济的重要基础工业。美国工业界把模具工业称为“美国工业的基石”,日本模具行业称“模具是促进社会富裕的动力”。模具的价值不仅在于其本身的价值,而且还在于它的应用为社会创造了巨大的经济效益和社会效益。模具技术,特别是制造精密、复杂、大型、长寿命的模具技术,能够反映出一个国家生产的产品先进性和竞争力。当然模具工业的快速发展,不断对模具制造技术提出更高的要求,在模具制造过程中采用更多数控加工、特种加工、反向制造工程等先进的加工技术和加工设备,不仅改善了模具的加工方法和加工质量,也提高了模具制造的机械化、自动化程度。同时,CAD/CAM的应用更使得模具设计和制造有了长足的进步和发展。

在新中国成立初期,大部分工业产品我们都不能自行生产,模具的制造也主要依靠钳工和简单机械仿制一些低精度模具。改革开放以来,我国的模具制造技术也有较大发展;到今天可以利用先进的制造技术生产各种大型的高档汽车覆盖件模具、精密的机电产品多工位级进模具、家用电器的大型复杂的精密塑料成形模具等。目前,全国已有模具生产厂家数千个,职工数十万人,每年能生产上百万套模具,模具制造业近十多年来的年工业产值,持续以15%的增长速度在迅速发展。虽然我们发达的欧美国家相比还有差距,但这个差距在逐渐缩小。模具工业已成为我们国民经济中举足轻重的工业。

二、模具工业的发展趋势

在机电产品不断的更新换代中,精度要求越来越高,尺寸变化范围越来越大,品种越来越

越多,生产周期越来越短,这就要求模具制造技术的发展也要不断适应这样的变化,以满足这种市场经济发展的需要。当然模具行业的发展也和相关技术行业的发展互相依赖的。从我们模具工业近几十年的发展过程来看,现在模具工业的主要发展方向表现在以下几个方面。

1. 制造装备的进步和新工艺的应用促进模具制造技术发展

新的机械加工设备和工艺方法的出现极大地提高了模具制造水平,如以高速铣削为代表的高速切削加工技术促进了模具零件外形表面粗加工速度和表面质量。主轴转速在40 000 r/min的高速铣削可以大大改善模具表面的质量状况,并大大提高加工效率和降低加工成本。另外,数控铣床、数控加工中心、高精度低损耗数控电火花成形加工机床、慢走丝精密电火花线切割机床,使模具成形表面的加工向计算机控制和高精度加工方向发展,而精密坐标磨床、连续轨迹数控坐标磨床、精密电解成形磨床等扩展了机械加工模具的范围,提高了加工精度并降低了模具表面粗糙度值。三坐标测量仪的应用使模具三维成形表面的精确检测得以实现,从而可进一步提高模具的精度,三坐标测量仪和激光快速成形设备的应用(反向制造工程)对新产品开发、评估、修改及功能试验得以实现,避免了新产品开发中对模具的依赖,缩短了研制周期,提高了新产品的竞争力。

模具成形表面的研磨、抛光等光整加工目前仍然以手工作业为主,费时而且劳动强度大,表面质量不稳定。而由计算机控制、带有磨料磨损自动补偿装置的光整加工设备,可以对复杂型面的三维曲面进行光整加工,并逐步开始在模具加工上应用,将极大地提高光整加工的效率和表面质量稳定性。

2. 新材料的应用使模具寿命、质量大大提高

高强度、高耐磨新型优质模具钢及硬质合金模具材料的应用,以及适于制造简易模具的新材料的开发研制对模具寿命、质量、生产效率和生产成本有着重要意义。只有高质量的、品种齐全的模具材料,模具的质量才有可能真正提高。目前我国模具的平均寿命和国外模具平均寿命相比还有一定的差距。虽然我国已经研究开发了几十种模具新钢种及硬质合金材料,且这些材料具有良好的使用效果,但在提高模具钢的强度韧性和表面的强化处理、表面润滑性、耐腐蚀性能,发挥模具钢潜力方面做得还不完美,还应努力。

模具材料的发展方向:一是研究高强度、高耐磨性及特殊性能的合金模具钢;二是为适应工业生产中多品种和小批量生产的需要,开发适于该生产类型的快速制模技术。目前,多数快速制模的途径主要是采用专门制模材料,以铸造或挤压成形法取代传统的机械加工,以简化模具制造工艺,缩短生产周期和降低成本。例如,用锌合金超塑成形制模,用合成树脂等材料制模等。

3. 进行专业化、标准化程度的生产

模具的专业化和标准化生产是模具技术发展的重要方向。有了模具的各项标准,才可能采用专用的先进生产设备和技术,建立专门的机械化和自动化的生产线,才可能采用高精度的、专用的质量检测手段,从而实现提高模具质量、缩短生产周期、降低制造成本的目标。虽然我国已经制定了冲压模、塑料模、压铸模和模具基础技术等几十项国家标准,但和国外欧美等发达国家相比我国的模具标准化程度还不够,为满足国内模具生产技术发展的需要还

应进一步完善各种标准,建立更多的模具专业化生产企业。模具的商品化程度是以标准化为基础的,随着各种标准的颁布实施,模具的商品化程度也会大大提高,从而推动了专业化生产的发展,缩短了制造周期,降低制造成本。所以模具的标准化、专业化生产必将促进我国模具工业的进步。

4. 计算机辅助模具设计和制造(模具 CAD/CAM)

模具 CAD/CAM 技术在模具设计和制造上的应用是模具技术的又一次革命,普及和提高模具 CAD/CAM 技术的应用是模具制造业发展的必然趋势。我国的模具设计与制造正朝着数字化方向发展,由于 CAD 的普遍应用,许多企业和工厂已经甩掉了图板,国内外一些通用或专用软件已经得到了比较普遍的应用,特别是模具成形零件方面的软件,PRO/E、UG、CIMATRON、MASTCAM 等三维造型软件的大力推广,不仅可为 CNC 编程和 CAD/CAE/CAM 集成提供保证,还可以在设计时进行装配干涉的检查,保证设计和工艺的合理性。采用计算机辅助设计,并将数据传输到加工制造设备上,实现计算机辅助制造,或将设计与制造连成一体实现设计制造一体化,可以依据设计模型进行自动加工程序的编制,还可以实现加工结束后的自动检测。

第二节 模具制造的特点和要求

模具生产是属于单件小批量生产类型,其种类繁多,各种模具零件是多种多样的,它具有一般机械产品生产的共性,同时又具有一些特殊性。在生产组织中尽量采用万能通用机床,通用的刀具、量具和仪器,要尽可能地减少对专用机床和工具的依靠。在制造工序安排上采用工序集中的原则,以便提高设备的利用率,减少安装次数,更易保证加工质量和精度,简化管理和减少工序周转时间。随着计算机控制技术的发展,数控机床、数控特种加工机床和加工中心等在模具制造中的应用越来越多,模具制造的精度、效率、自动化程度也得到了进一步提高。与一般机械制造相比,通常模具制造的精度高、形状复杂、材料的加工难度较大。模具作为现代工业生产中的重要工艺装备,它的制造质量、使用寿命、生产周期等均对其产品的生产成本、质量、周期有重要影响。因此对模具制造的基本要求是:精度高、寿命长、制造周期短、专业化和标准化生产、成本低。其模具生产和工艺主要有以下几个方面特点。

一、要求有高的制造精度和工作表面质量

模具不仅制造质量要求高,而且还要求加工表面质量好。模具的精度主要由制件精度和模具结构要求所决定。一般情况下,为保证成形制件的精度,模具成形部分的精度通常要求高于制件精度,其制造公差都应控制在 0.02 mm 以内,甚至更高,且模具加工后的表面质量要求也非常严格,工作部分的表面粗糙度 R_a 一般应小于 $0.8\text{ }\mu\text{m}$,所以最后的加工都要经过精磨或研磨完成。模具加工精度主要取决于加工机床精度、加工工艺条件、测量手段和工人的技术水平等。在模具生产中精密的数控加工设备使用越来越多,如平面和成形磨床、数控镗

铣床、加工中心、数控电火花加工和慢走丝线切割机床、连续轨迹坐标磨床、三坐标测量仪等,加工中还要采用一些特殊的工艺配制方法,以保证加工面间的位置精度和尺寸的一致性。模具在加工中的关键是凸凹模制造精度,它们的材料硬度高,结构和形状都比较复杂,一般都是二维或三维的复杂曲面,而不是一般机械加工的简单几何型面,加工方法有别于一般机械加工,加工中就有一定的难度。另外在模具的装配中还要保证位置准确和间隙均匀。

二、较长的使用寿命

模具实际上是一种价格较贵的机械加工装备。通常在产品的成本中,模具的加工费用约占10%~30%。因此,模具的使用寿命将直接影响产品成本的高低,故要求模具应有较长的使用寿命,特别是大批量生产,要保证生产效率,模具的使用寿命更为重要。模具寿命与模具的材料、热处理状态、制造精度、工作表面的粗糙度、装配质量等因素有关。众多因素中,尤其是模具工作表面的加工精度和表面质量最重要,因为工作表面质量越好,摩擦磨损就小,模具的使用寿命就高。

三、较短的制造周期

制造周期短是由新产品更新换代的加快和市场竞争的日趋激烈所要求的,要使产品具有市场竞争力,模具生产周期就越来越短。模具的生产周期与生产管理、产品设计和工艺工作都有关系。提高模具的现代设计水平、新的制造工艺水平以及标准化生产水平,是缩短制造周期的重要因素。

四、较低的模具成本

模具的制造成本与模具结构的复杂程度、模具材料、制造精度等要求及加工方法有关。模具在设计中就已经决定了模具的材料、结构和精度,而在制造中必须根据制品要求合理选择加工方法和制订合理的加工工艺,降低加工成本。另外模具设计中也应在满足使用的前提下尽量使模具的结构简单、材料便宜、精度够用就行,因为模具的寿命、精度和成本是相互关联的和相互影响的,不能只考虑某一个因素,如果仅要求精度高、寿命长,就必然使模具的成本增加。

第三节 本课程的主要内容和学习的基本要求

本课程为材料成形与控制工程专业(模具设计方向)的主要专业课,课程包含的主要内容有:模具制造工艺规程制订、模具零件的普通机械加工、模具零件的数控加工、模具零件的特种加工、模具装配、快速成形及快速制模技术等主要内容。该课程的综合性强,涉及机械类专业的基础课、技术基础课及有关专业课的多学科知识,是数学、物理学、金属工艺学、材料及热处理、互换性与技术测量技术、电工学、计算机技术及模具设计等诸多课程有关知

识的综合应用。因此学好上述课程并善于综合运用有关课程的知识,对学习本课程十分重要。由于现代工业生产的发展和材料成形新技术的应用,对模具制造技术的要求越来越高。模具的制造方法已不再只是过去意义上的传统的一般机械加工,而是广泛采用了电火花成形、数控线切割、电化学加工、超声波加工、激光加工以及成形磨削、数控仿形、高速铣削等现代加工技术等,并实施了现代管理模式。

模具制造是一门实践性很强的课程,涉及的知识面较广。因此,学生在学习本课程时,除了重视其中必要的工艺原理与特点等理论学习外,还应密切关注模具制造的新发展,特别注意实践环节,应在模具制造和使用工厂进行参观实习,对于任何一个模具零件,其制造工艺的制订和加工方法的选用,都与现场生产条件密切相关。对于同一模具零件,不同生产条件下可能采用不同的工艺路线和加工方法。因此在处理工艺技术问题时,必须结合现场具体加工条件,理论联系实际,学习、积累模具制造的基本理论、基本知识和基本技能。另外还应认真参加有关的模具加工实验课,进行模具零件制造工艺课程设计等,以增加感性认识,提高动手能力。

通过本课程的学习,应使学生掌握模具制造的基本专业知识和常用工艺方法;了解和掌握各种现代模具加工方法的基本原理、特点及加工工艺,具有分析模具结构工艺性的能力,提高模具设计的综合水平;掌握模具工作型面制造常用方法的基本原理和特点、适用场合,并能根据实际情况综合分析,选择合理的加工方法,制订出最佳工艺方案;掌握各种加工方法对模具结构设计的要求,从而设计出工艺性良好的模具结构;掌握模具装配工艺的基本知识,并初步学会模具安装、调试的基本技能,能够发现试模中出现的缺陷,找出产生原因,并提出解决办法;了解模具制造技术的发展趋势,熟悉行业发展概况;了解快速成形及快速制模的基本知识。使学生具有较强的从事模具制造工艺技术工作和组织模具生产管理的能力。

第二章 模具制造工艺规程制订

第一节 概 述

一、模具制造工艺规程的作用

模具制造工艺规程是说明并规定模具制造过程和操作方法,并以一定格式写成的、指导模具制造的工艺技术文件,它既是生产准备的基础,又是模具设计部门进行设计和生产管理部门用于指挥生产的重要依据。生产规模的大小、工艺水平的高低以及各种解决工艺问题的方法和手段都要通过模具制造工艺规程来实现。

模具制造工艺规程的制订,是一项复杂的综合性技术工作,通常是根据模具零件的结构特点、生产批量、现有设备和生产条件等拟订出技术上可行、经济上合理的最佳工艺方案,包括工序的安排、模具的结构形式、适用设备、检验要求等。制订工艺规程时,不仅要保证产品的质量,还要综合考虑成本、生产效率以及减轻工人劳动强度和保证安全生产等各方面的因素。

本章将阐述制订模具制造工艺规程的基本原理和需要解决的主要问题。

二、工艺规程的编制原则

模具加工工艺规程编制的基本原则是:在一定的生产条件下,以最少的劳动量和最低的费用按生产计划规定的进度,可靠地加工出符合技术要求的模具零件;正确组装模具,使生产的模具能加工出合格的制件,并能适应批量生产的要求和有较高的使用寿命;在保证模具加工质量的前提下,有较高的生产率和经济效益。

合理的工艺规程应体现在以下几方面:

(1) 技术上的先进性

要尽量采用新技术、新工艺和新材料,以先进的技术和装备获得较高的生产率和较高的加工质量。

(2) 工艺上的可靠性

编制的工艺规程应首先选择能保证产品质量、较可靠的工艺方案。例如,在选择精加工设备时,应以设备可能达到的加工精度能否满足零件加工技术要求作为首要条件。

(3) 经济上的合理性

要尽量采用经济合理的加工方案,并根据零件的加工要求选用规格相适应的设备,避免出现“大马拉小车”的不合理现象,对加工精度要求不高的零件,尽量不要使用高精度加工设备。

(4) 生产率高

生产准备周期要短,以降低生产成本,即在满足加工精度前提下尽可能减少不必要的加工工序,以达到缩短制造周期,降低制造成本的目的。

(5) 合理利用人力资源

根据加工要求,配置技术等级不同的岗位操作人员。

(6) 具有良好的工作条件,避免环境污染

在制订工艺规程时,要注意保证工人具有良好而安全的劳动条件,尽可能地采用先进的技术措施,将工人从繁杂笨重的体力劳动中解脱出来。同时,要根据国家《环境保护法》的有关规定避免环境污染。

三、工艺规程的编制步骤

(1) 设计准备工作

工艺规程设计之前应首先收集、调查研究并掌握有关设计的原始资料,这些资料是工艺规程设计的依据。在此基础上分析模具总装配图,熟悉该模具结构特点和动作原理,了解并分析各个零件在装配图中的位置、作用和相互间的配合关系。

(2) 对零件图进行工艺分析

编制模具零件的加工工艺规程必须根据零件结构形状、加工精度要求、加工数量、零件材料性能和具体生产条件进行。在编制工艺规程时首先要对零件进行工艺分析,根据现有的生产条件及工艺装备等选择加工方法进而确定其加工方案。

(3) 确定零件的加工工艺路线

一种零件可以采用不同的加工方法,零件上有配合要求的表面要认真分析如何安排先后加工顺序。如凸模和凹模的加工方法选择可从下面几方面考虑:

- ① 根据凸、凹模工作部分尺寸标注的方法不同来选择加工方法。
- ② 根据加工企业现有设备加工的能力选择加工方法。
- ③ 根据模具结构和冲件批量来选择加工方法。

编制工艺规程时,应根据不同需求对各种加工方法进行认真的分析研究后确定一条方便、经济、可行的加工工艺路线。

(4) 确定毛坯的提供方式、毛坯的形状和尺寸

应根据选定的加工工艺来确定毛坯的形状和尺寸,如选用数控线切割机床加工直通式凸模时,可采用通用的定尺寸坯料加工。

(5) 机床和工艺装备的选择

在选择机床时,应根据零件的加工精度要求、零件的尺寸大小,并结合现有的生产设备,既要考虑生产的经济性,又要考虑其适用性和合理性。

工艺装备的选择,主要包括夹具、刀具、量具和工具电极等,这些将直接影响机床的加工精度、生产效率和加工的可能性,应按不同要求正确选用。模具多为单件生产,夹具、刀具和量具应尽量选用通用的。工具电极的制造精度直接影响模具零件的加工质量,应根据机床和模具零件的具体要求进行正确的设计制造。

(6) 工序尺寸和加工余量的确定

在零件加工工艺路线确定之后根据设计、工序、定位和测量基准计算有关的工艺尺寸。

(7) 确定重要工序和关键尺寸的测量方法

(8) 确定每个工序的切削用量和时间定额

(9) 在零件加工工艺流程确定之后, 选择模具装配工艺方法

(10) 填写工艺文件

四、工艺规程的类别

模具加工工艺流程是指从事模具制造的工艺人员, 在模具加工与制造之前编制的一种能指导整个生产过程的工艺技术文件。

用于冲压模具生产企业的加工工艺流程有通用工艺流程和针对具体模具编制的工艺流程(工艺过程卡和工序卡)。

1. 通用工艺流程

有一定生产规模, 加工技术水平较高的模具生产企业, 可根据本行业产品的加工工艺标准, 结合本企业加工技术现状和经验, 编制出通用工艺流程, 如《加工工艺守则》等, 以此作为模具加工的通用指导性工艺文件, 也可作为工艺人员编制具体加工工艺的技术依据。

《加工工艺守则》等通用工艺流程, 可以提出本企业适用的典型加工工艺方案、精密和专用加工设备的适用范围及选择依据、典型零件加工工艺的技术参数等。

2. 工艺过程卡和工序卡

(1) 工艺过程卡

工艺过程卡是以工序为单位简要说明模具或零部件的加工与装配过程的一种工艺文件。它主要按加工顺序列出整个模具产品或零部件加工的工艺路线、工艺内容、使用设备及工艺装备、测量方法和时间定额等。工艺过程卡是进行生产准备、编制生产计划和组织生产的技术依据, 是模具制造中的主要工艺文件。工艺过程卡格式如表 2.1 所示。

表 2.1 工艺过程卡

零件名称				模具编号				零件编号							
材料名称				毛坯尺寸				件 数							
工序	机号	工种		施工简要说明				定额工时		实做工时		制 造 人		检 验	等 级
工艺员				年 月 日				零件质量等级							

(2) 工序卡

工序卡是针对零件某一工序所编制的工艺文件。它是为某一道工序详细制订的、用于具体指导工人进行生产的卡片。

在工序卡中列有该工序的技术要求、工序简图、工艺要求等内容，生产工人可按此卡进行生产操作，也叫操作卡。

工序卡主要在成批、大量生产中使用，所以在模具制造工艺规程中一般不使用工序卡。但是，由于模具制造工艺技术的进步使模具凸、凹模上的孔加工、槽加工、型面加工工序趋于在一次装夹中完成，从而提高了工艺集成度，这说明编制凸、凹模的 NC、CNC 加工工艺的工序卡，计算、确定、规定其工艺参数以保证其加工精度就非常重要了。工序卡格式如表 2.2 所示。

表 2.2 工序卡

模具		模具编号		工序号		(工序简图)	
零件		零件编号					
坯料材料		坯料尺寸		坯料件数			
序号	机号	工种	工序内容和 工艺要求说明	工时			
				工艺参数 (机加工切削用量或电加工工艺规程)		工装	
工艺员		年 月 日		制造者		年 月 日	
检验员		年 月 日		检验纪要			

第二节 模具机械加工工艺规程制订

一、制订模具工艺规程的原始资料

制订模具制造工艺规程所需的原始资料包括：模具结构设计图样及其制造技术要求和企业所拥有的加工机床、工艺装备以及相关的工艺文件资料等。

二、模具零件的毛坯选择

零件毛坯的选择，是原材料经加工转变为合格零件的第一步。因此，零件毛坯的结构要素和材料需与模具零件所要求的材料和结构要素相符合。毛坯选择正确与否，不仅影响产品质量，而且对制造成本也有直接影响。所以，正确地选择毛坯有着重大的技术经济意义。

1. 毛坯的种类与特点

毛坯的种类很多,同一种毛坯有多种制造方法。机械制造中常用的毛坯有以下几种。

(1) 铸件

铸铁具有良好的铸造成形性能、切削性能、耐磨与润滑性能,并具有一定的强度,价格低廉。故常用于表面承压较低的标准冲模模架的上、下模座。常用灰铸铁牌号和力学性能如表 2.3 所示。

表 2.3 常用灰铸铁牌号和力学性能 (GB/T 9439—1988)

牌 号	最小抗拉强度 σ_b (MPa)	牌 号	最小抗拉强度 σ_b (MPa)
HT100	100 (10.2)	HT250	250 (25.5)
HT150	150 (15.3)	HT300	300 (60.6)
HT200	200 (20.4)	HT350	350 (35.7)

球墨铸铁和合金耐热铸铁具有很好的铸造工艺性能、力学性能,常用于制造大型冲模,如汽车覆盖件成形冲模、玻璃模成形件毛坯的材料。球墨铸铁牌号和力学性能如表 2.4 所示。

表 2.4 球墨铸铁牌号和力学性能 (GB/T 1348—1988)

牌 号	抗拉强度 σ_b (MPa)	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ (MPa)	伸长率 δ (%)	布氏硬度 (HBS)	主要金相组织
	最 小 值			仅供参考	
QT400-18	400 (40.80)	250 (25.50)	18	130~180	铁素体
QT400-15	400 (40.80)	250 (25.50)	15	130~180	铁素体
QT450-10	450 (45.90)	310 (31.60)	10	160~210	铁素体
QT500-7	500 (51.00)	320 (32.65)	7	170~230	铁素体+珠光体
QT600-3	600 (61.20)	370 (37.75)	3	190~270	铁素体+珠光体
QT700-2	700 (71.40)	420 (42.85)	2	220~305	珠光体
QT800-2	800 (81.60)	480 (48.98)	2	240~335	珠光体
QT900-2	900 (91.80)	600 (61.20)	2	285~360	贝氏体+回火马氏体

形状复杂的毛坯,宜用铸造方法制造。根据铸造方法不同,铸件又可分为以下几种类型。

① 砂型铸造铸件。这是应用最为广泛的一种铸件,它又有木模手工造型和金属模机器造型之分。木模手工造型铸件精度低,加工表面需留较大的加工余量,手工造型生产率低,适合于单件小批生产或大型零件的铸造。金属模机器造型生产率高,铸件精度也高,但设备费用高,铸件的重量也受限制,适合于大批大量生产的中小型铸件。砂型铸造铸件材料不受限制,以铸铁应用最广,铸钢、有色金属铸造也有应用。

② 金属型铸造铸件。金属型铸造铸件比砂型铸造铸件精度高、表面质量和力学性能好,生产率也较高,但需专用的金属型腔模,适合大批量生产中的尺寸不大的有色金属铸件。

③ 离心铸造铸件。这种铸件结晶细,金属组织致密,零件的力学性能好,外圆精度及表面质量高,但内孔精度差,需要专门的离心浇注机,适合批量较大的黑色金属和有色金属的旋转体铸件。

④ 压力铸造铸件。这种铸件精度高,可达 IT13~IT11,表面粗糙度值小, R_a 可达 3.2~0.4 μm ,铸件的力学性能好,同时可铸造各种结构较复杂的毛坯,铸件上的各种孔眼、螺纹、文字及花纹图案均可铸出。但需要一套昂贵的设备和型腔模,适合于批量较大的形状复杂、尺寸较小的有色金属铸件。

⑤ 精密铸造铸件。精密铸造铸件精度高,表面质量好。一般用来铸造形状复杂的铸钢件,可节省材料,降低成本,是一项先进的毛坯制造工艺。

(2) 锻件

机械强度要求高的钢制件,一般可用锻件毛坯。锻件有自由锻造锻件和模锻件两种。

自由锻造锻件是在锻锤或压力机上用手操作而成形的锻件。它的精度低,加工余量大,生产率也低,适合于单件小批生产及大型锻件。

模锻件是在锻锤或压力机上,通过专用锻模而锻制成形的锻件。它的精度和表面质量均比自由锻造锻件好,可以使毛坯形状更接近工件形状,加工余量小。同时由于模锻件的材料纤维组织分布好,锻制件的机械强度高。模锻的生产率高,但需要专用的模具,且锻锤的吨位也要比自由锻造大。其主要用于批量较大的中小型锻件。

(3) 型材

型材按截面形状可分为:圆钢、方钢、六角钢、扁钢、角钢、槽钢及其他特殊截面的型材。型材有冷拉和热轧两种。热轧型材的精度低,价格较冷拉型材便宜,用于一般零件的毛坯。冷拉型材的尺寸较小,精度高,易于实现自动送料,但价格较贵,多用于批量较大且在自动机床上进行加工的情况。

(4) 焊接件

焊接件适于单件小批生产中制造大型毛坯,其优点是制造简便,周期短,毛坯重量轻;缺点是焊接件抗振性差,由于内应力重新分布引起的变形大,因此,在进行机械加工前需经时效处理。

(5) 冲压件

冲压件的尺寸精度高,可以不再进行加工或只进行精加工,生产率高。适于批量较大而零件厚度较小的中小型零件。

(6) 冷挤压件

冷挤压件精度高,表面粗糙度值小,可以不再进行机械加工。但要求材料塑性好,所用材料主要为有色金属和塑性好的钢材。其生产率高,适于大批量生产中制造形状简单的小型零件。

2. 毛坯的选择

毛坯的种类和制造方法对零件的加工质量、生产率、材料消耗及加工成本都会产生直接影响。提高毛坯精度,可减少机械加工的劳动量,提高材料利用率,降低机械加工成本,但毛坯制造成本随之提高,两者是相互矛盾的。选择毛坯应综合考虑下列因素。