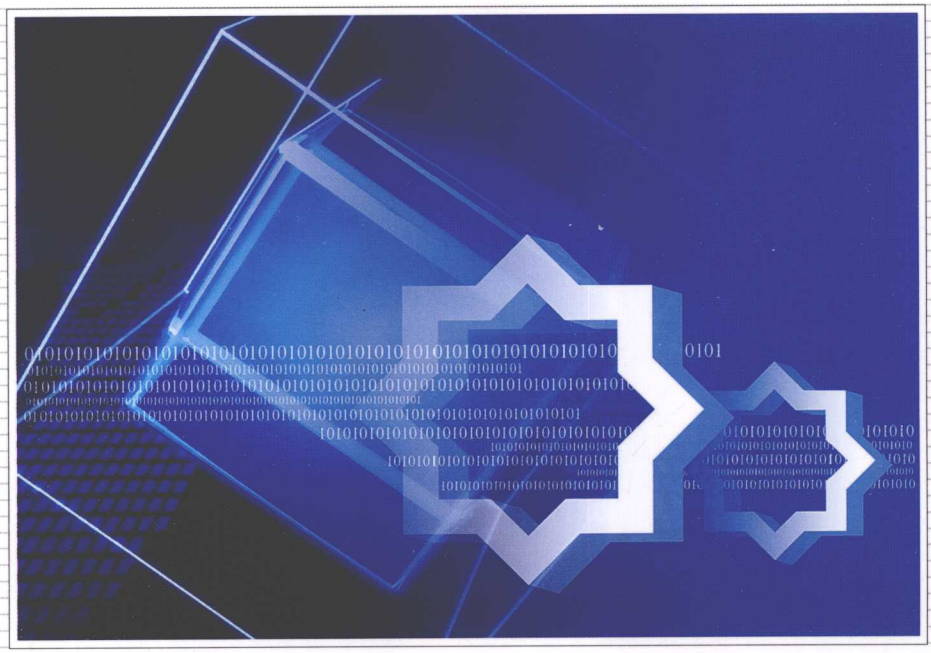
中等职业教育特色精品课程规划教材

中等职业教育课程改革项目研究成果

模具制造技术

muju zhizao jishu

主编 邓志久 刘建军 李冰辉



北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

21世纪中等职业教育特色精品课程规划教材
中等职业教育课程改革项目研究成果

模具制造技术

主　编　邓志久　刘建军　李冰辉
副主编　陈玉枢　邓萍华

北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 提 要

本书针对授课学生的特点，在注重基础性、全面性的同时又很看重实用性。本书着重介绍基本理论、基本概念及基本技能，还增设了工程实例分析，以增进学生分析实际问题的能力。在章节安排上，力求符合授课学生的接受能力。语言方面力求通俗易懂，图例力求与实际相符。

全书分六章讲述了模具制造的基础知识、模具制造工艺规程的制订、模具零件的机加工、模具零件的特种加工、模具先进制造技术、模具零件的装配工艺。本书适合作为中等职业学校模具设计与制造专业及相关专业的教学用书，也可作为相关技术人员的自学、参考用书。

版权专用　侵权必究

图书在版编目（CIP）数据

模具制造技术/邓志久，刘建军，李冰辉主编. —北京：北京理工大学出版社，2009. 8

ISBN 978 - 7 - 5640 - 2580 - 9

Ⅰ. 模…　Ⅱ. ①邓…②刘…③李…　Ⅲ. 模具 - 制造 - 高等学校：技术学校 - 教材　Ⅳ. TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2009）第 137367 号

出版发行 / 北京理工大学出版社
社　　址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号
邮　　编 / 100081
电　　话 / (010) 68914775（办公室）　68944990（批销中心）　68911084（读者服务部）
网　　址 / http：/ /www. bitpress. com. cn
经　　销 / 全国各地新华书店
印　　刷 / 北京通县华龙印刷厂
开　　本 / 787 毫米 × 1092 毫米　1/16
印　　张 / 8
字　　数 / 205 千字
版　　次 / 2009 年 8 月第 1 版　2009 年 8 月第 1 次印刷　　责任校对/陈玉梅
定　　价 / 13. 00 元　　责任印制/母长新

图书出现印装质量问题，本社负责调换

出版说明

中等职业教育是以培养具有较强实践能力，面向生产、面向服务和管理第一线职业岗位的实用型、技能型专门人才为目的的职业技术教育，是职业技术教育的初级阶段。目前，中等职业教育教学改革已经从专业建设、课程建设延伸到了教材建设层面。根据教育部关于要求发展中等职业技术教育，培养职业技术人才的大纲要求，北京理工大学出版社组织编写了《21世纪中等职业教育特色精品课程规划教材》。该系列教材是中等职业教育课程改革项目研究成果。坚持以能力为本位，以就业为导向，以服务学生职业生涯发展为目标的指导思想。主要从以下三个角度切入：

1. 从专业建设角度

该系列教材摒弃了传统普通高等教育和传统职业教育“学科性专业”的束缚，致力于中等职业教育“技术性专业”。主体内容由与一线技术工作相关联的岗位有关知识所构成，充分体现职业技术岗位的有效性、综合性和发展性，使得该系列教材不但追求学科上的完整性、系统性和逻辑性，而且突出知识的实用性、综合性，把职业岗位所需要的知识和实践能力的培养融于一炉。

2. 从课程建设角度

该系列教材规避了现有的中等职业教育教材内容上的“重理论轻实践”、“重原理轻案例”，教学方法上的“重传授轻参与”、“重课堂轻现场”，考核评价上的“重知识的记忆轻能力的掌握”、“重终结性的考试轻形成性考核”的倾向，力求在整体教材内容体系以及具体教学方法指导、练习与思考等栏目中融入足够的实训内容，加强实践性教学环节，注重案例教学和能力的培养，使职业能力的提升贯穿于教学的全过程。

3. 从人才培养模式角度

该系列教材为了切合中等职业教育人才培养的产学结合、工学交替培养模式，注重有学就有练、学完就能练、边学边练的同步教学，吸纳新技术引用、生产案例等情景来激活课堂。同时，为了结合学生将来因为岗位或职业的变动而需要不断学习的实际，注重对新知识、新工艺、新方法、新标准引入，在培养学生创造能力和自我学习能力的培养基础上，力争实现学生毕业与就业上岗的零距离。

为了贯彻和落实上述指导思想，在本系列教材的内容编写上，我们坚持以下一些原则：

1. 适应性原则

在进行广泛的社会调查基础上，根据当今国家的政策法规、经济体制、产业结

构、技术进步和管理水平对人才的结构需求来确定教材内容。依靠专业自身基础条件和发展的可行性，以相关行业和区域经济状况为依托，特别强调面向岗位群体的指向性，淡化行业界限、看重市场选择的用人趋势，保证学生的岗位适应能力得到训练，使其有较强的择业能力，从而使教材有活力、有质量。

2. 特色性原则

在调整原有专业内容和设置专业新兴内容时，注意保留和优化原有的、至今仍适应社会需求的内容，但随着社会发展和科技进步，及时充实和重点落实与专业相关的新内容。“特色”主要是体现为“人无我有”，“人有我精”或“众有我新”，科学预测人才需求远景和人才培养的周期性，以适当超前性专业技术来引领教材的时代性。结合一些一线工作的实际需要和一些地方用人单位的区域资源优势、支柱产业及其发展方向，参考发达地区的发展历程，力争做到专业课内容的成熟期与人才需求的高峰期相一致。

3. 宽口径性原则

拓宽教材基础是提高专业适应性的重要保证之一。市场体制下的人才结构变化加快，科技迅猛发展引起技术手段不断更新，用人机制的改革使人才转岗频繁，由此要求大部分专门人才应是“复合型”的。具体课程内容应是当宽则宽，当窄则窄。在紧扣本专业课内容基础上延伸或派生出一些适应需求的与其他专业课相关的综合技能。既满足了社会需求又充分锻炼学生的综合能力，挖掘了其潜力。

4. 稳定性和灵活性原则

中职职业教育的专业课程都有其内核的稳定性，这种内核主要是体现在其基本理论，基础知识等方面。通过稳定性形成专业课程教材的专业性特点，但同时以灵活的手段结合目标教学和任务教学的形式，设置与生产实践相切合的项目，推进教材教学与实际工作岗位对接。

为了更好地落实本教材的指导思想和编写原则，教材的编写者都是既有一定的教学经验、懂得教学规律，又有较强实践技能的专家，他们分别是：相关学科领域的专家；中等职业教育科研带头人；教学一线的高级教师。同时邀请众多行业协会合作参与编写，将理论性与实践性高度统一，打造精品教材。另外，还聘请生产一线的技术专家来审读修订稿件，以确保教材的实用性、先进性、技术性。

总之，该系列教材是所有参与编写者辛勤劳作和不懈努力的成果，希望本系列教材能为职业教育的提高和发展作出贡献。

北京理工大学出版社

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

前　言

模具是工业生产的基础工艺装备。振兴和发展我国的模具工业，日益受到人们的重视和关注。在电子、汽车、电机、电器、仪器、仪表、家电和通信等产品中，60%～80%的零部件，都要依靠模具成型。用模具生产制件所表现出来的高精度、高复杂程度、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、上百倍。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。模具工业地位之重要，还在于国民经济的五大支柱产业——机械、电子、汽车、石化、建筑，都要求模具工业的发展与之相适应。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，目前在质与量上都远不能满足这些支柱产业发展的需要。

本书针对授课学生的特点，在注重基础性、全面性的同时又很看重实用性。本书着重介绍基本理论、基本概念及基本技能，还增设了工程实例分析，以增进学生分析实际问题的能力。在章节安排上，力求符合授课学生的接受能力。语言方面力求通俗易懂，图例力求与实际相符。

全书分六章讲述了模具制造的基础知识、模具制造工艺规程的制订、模具零件的机加工、模具零件的特种加工、模具先进制造技术、模具零件的装配工艺。本书适合作为中等职业学校模具设计与制造专业及相关专业的教学用书，也可作为相关技术人员的自学、参考用书。

由于编者能力有限，书中总会存在缺点和不足之处，也难免有错误出现，还请广大师生批评指正，大家共同提高，在此深表谢意。

编　者

目　录

第一章　导　论 …… 1

第一节　模具的定义及分类 …… 1
第二节　模具制造技术的一般特点 …… 2
第三节　模具制造技术的发展现状 …… 3
第四节　模具制造技术的未来趋势 …… 3

第二章　模具制造工艺规程的制订 …… 6

第一节　模具制造工艺规程的基本理论 …… 6
第二节　模具制造工艺规程制订的实施细节 …… 12
第三节　制订模具零件机械加工工艺规程举例 …… 29

第三章　模具零件的机加工 …… 33

第一节　模具零件制造的划线工序 …… 33
第二节　零件外圆柱面的机加工 …… 34
第三节　零件表面的机加工 …… 39

第四章　模具零件的特种加工 …… 59

第一节　电火花成型加工 …… 59
第二节　电火花线切割加工 …… 63
第三节　电化学加工 …… 67
第四节　其他加工技术简介 …… 73

第五章　模具先进制造技术 …… 78

第一节　模具零件的数控加工技术 …… 78
第二节　模具零件的计算机辅助设计（CAD）和制造（CAM）技术 …… 83
第三节　快速成型制造技术 …… 86

第六章　模具零件的装配工艺 …… 94

第一节　模具零件装配工艺概述 …… 94
第二节　装配精度 …… 95
第三节　装配方法 …… 97
第四节　冷冲模的装配 …… 99
第五节　塑料模的装配 …… 109
附　　录 …… 118

第一章 导 论

本章概述

本章讲述了模具的一些基本概念，让大家对模具行业有个初步的了解，包括模具的定义及分类，模具制造技术的特点、发展现状及未来趋势。在对模具有了整体的把握之后，在后面的学习实践中才能有的放矢，更好地学习本门课程。

教学目标

1. 掌握模具的概念及分类。
2. 掌握模具制造技术的特点。
3. 了解模具制造技术的发展现状及未来趋势。
4. 对模具行业有感官性的把握。

* * * * * * * * * *

第一节 模具的定义及分类

我们日常生产、生活中所使用到的各种工具和产品，大到机床的底座、机身外壳，小到一个胚头螺丝、纽扣以及各种家用电器的外壳，无不与模具有着密切的关系。那么，到底什么叫做模具呢？下面我们给出模具的定义。

模具(mold;matrix;pattern)：在工业生产中，用各种压力机和装在压力机上的专用工具，用以注塑、吹塑、挤出、压铸或锻压成型、冶炼、冲压、拉伸等方法把金属或非金属材料制出所需形状的零件或制品，这种专用工具统称为模具。

按照分类标准的不同，模具有不同的分类方法。按所成型的材料的不同，模具可分为金属模具和非金属模具。金属模具又分为铸造模具(有色金属压铸，钢铁铸造)和锻造模具等；非金属模具也分为塑料模具和无机非金属模具。而按照模具本身材料的不同，模具可分为砂型模具、金属模具、真空模具、石蜡模具等。其中，随着高分子塑料的快速发展，塑料模具与人们的生活密切相关。塑料模具一般可分为注射成型模具、挤塑成型模具、气辅成型模具等。

第二节 模具制造技术的一般特点

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。模具生产具有一般机械产品的共性，同时又具有其特殊性。与一般机械产品制造相比，模具制造的难度通常较大。作为一种专用工艺装备，模具生产和工艺有以下几方面特点。

1. 模具形状复杂，并要求有高的制造精度和工作表面质量

模具的工作部分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形面，因此模具的形状十分复杂。同时，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。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，如平面和成型磨床、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。

2. 模具材料的硬度高

因为模具是一种用来进行机械加工的工具，所以要求模具有很高的硬度。模具的重要零件一般都是采用淬火合金工具钢或硬质合金等材料制造的，硬度较高，采用传统的机械加工方法制造比较困难，所以模具加工方法有别于一般机械加工。

3. 模具要求有较长的使用寿命

模具一般价格比较贵，模具的加工费用占产品成本的 10% ~30%。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。模具的材料及热处理状态、制造精度、工作表面的粗糙度、装配质量等因素是影响模具寿命的重要因素。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，摩擦磨损就越小，模具的使用寿命就越高。

4. 模具要求有较短的制造周期

由于新产品更新换代的加快和市场竞争日趋激烈，要使产品具有市场竞争力，这就要求模具生产周期越来越短。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、提高模具的生产管理水平，是缩短制造周期的重要因素。

5. 模具要求有较低的成本

前面已经提到，模具的成本是产品成本的重要组成部分。要降低产品成本就要首先降低模具的制造成本。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。模具的材料、结构和精度在模具的设计中决定，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、精度够用即可。

第三节 模具制造技术的发展现状

采用模具成型方法生产零件，具有优质、高效、省料、低成本等优点，因此模具制造技术在国民经济各个部门得到了极其广泛的应用。据统计，利用模具制造的零件，在汽车、飞机、电机电器、仪器仪表等机电产品中占70%，在电视机、录音机、计算机等电子产品中占80%以上，在手表、洗衣机、电冰箱等轻工产品中占85%以上。

我国模具工业近年来发展很快，据不完全统计，2006年我国模具生产厂点有3万家左右，从业人员约100多万人，近年来，模具行业的发展保持了良好势头，模具企业总体上订单充足，任务饱满，增长在20%以上。2006年模具销售额为720亿元。2006年进口模具20.47亿美元，与上年基本持平，比2005年减少1.03%；出口总量为10.41亿美元，比2005年增长41.06%，出口首次突破10亿美元。为了加快模具工业的发展，国家采取了许多措施，如引进国外模具制造先进技术，给专业模具厂提供资金进行技术改造，制订相关模具国家标准等。虽然我国模具制造技术已取得很大发展，但是与先进国家之间还存在较大的差距。具体表现在：我国模具制造的专业化和标准化程度较低；模具品种少，生产效率较低，经济效益也不高；模具制造周期长，模具精度不高，与模具制造业相适应的先进设备相对较少；我国生产的模具普遍寿命较短，仅为国外模具寿命的1/5～1/3，模具材料和热处理是非常薄弱的环节；企业组织结构都不够合理；总量供不应求、产品结构不够合理等。

模具工业的快速发展，对模具制造技术不断提出更高更新的要求。世界上一些工业发达的国家，模具制造技术的发展非常迅速。模具制造水平的高低，已经成为衡量一个国家制造水平高低的重要标志。为了适应工业生产对模具的需求，模具制造过程不断采用新工艺和先进加工设备，不仅改善了模具的加工质量，也提高了模具制造的机械化、自动化程度。同时，CAD/CAM的应用给模具设计和制造开辟了广阔的前景。

第四节 模具制造技术的未来趋势

由于现代社会工业生产的产品品种多、更新快、市场竞争激烈，为了适应用户对模具制造的短交货期、高精度、低成本的迫切需求，模具工业呈现了如下的发展趋势。

1. 模具的精度将越来越高

10年前，精密模具的精度一般为5μm，现在已达2～3μm，不久1μm精度的模具即将上市。随着零件微型化及精度要求的提高，有些模具的加工精度要求在1μm以内，这就要求发展超精加工工艺。

2. 计算机辅助模具设计和制造（模具CAD/CAM）将会广泛应用

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，国内外一些通用或专用软件已经得到了比较普遍的应用，特别是模具成型零件方面的软件：PRO/E、UG、CIMATRON、MASTCAM等不仅可为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

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

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。

3. 模具检测、加工设备向多功能方向发展

新型多功能复合模具是在多工位级进模基础上开发出来的,一副多功能模具除了冲压成型零件外,还担负着叠压、攻丝、铆接和锁紧等组装任务,这种多功能模具生产出来的不再是单个零件,而是成批的组件,如触头与支座的组件、各种微小机、电器及仪表的铁芯组件等。

4. 模具材料及表面处理技术发展迅速

模具工业要上水平,材料应用是关键。因选材和用材不当,致使模具过早失效,大约占失效模具的45%以上。在模具材料方面,常用冷作模具钢有CrWMn、Cr12、Cr12MoV和W6Mo5Cr4V2等;常用新型热作模具钢有美国H13、瑞典QRO80M、QRO90SUPREME等;常用塑料模具用钢有预硬钢(如美国P20)、热处理硬化型钢(如美国D2,日本PD613、PD555、瑞典一胜白136等)、大型模架用HT250。多工位精密冲模常采用钢结硬质合金及硬质合金YG20等。在模具表面处理方面,其主要趋势是:由渗入单一元素向多元素共渗、复合渗(如TD法)发展;由一般扩散向CVD、PVD、PCVD、离子渗入、离子注入等方向发展;同时热处理手段由大气热处理向真空热处理发展。另外,目前对激光强化、辉光离子氮化技术及电镀(刷镀)防腐强化等技术也日益受到重视。

5. 快速经济模具的前景十分广阔

当今是多品种小批量生产的时代,21世纪,这种生产方式占工业生产的比例达75%以上。一方面是制品使用周期短,另一方面花样变化频繁,要求模具的生产周期愈短愈好,开发快速经济模具越来越引起人们的重视。例如研制各种超塑性材料来制作模具,用环氧(E)、聚酯(P)或其中填充金属(M)、玻璃(G)等增强简易模具制作。这些模具的主要特点是制造工艺简单,精度易控制,收缩率较小,价格便宜,寿命较高。

6. 随着热流道技术的日渐推广应用,热流道模具在塑料模具中的比重将逐步提高

由于采用热流道技术的模具可提高制件的生产率和质量,并能大幅度节约制件的原材料,因此,热流道技术的应用在国外发展很快,已十分普遍。许多塑料模具厂所生产的塑料模具已有一半以上采用了热流道技术,有的厂使用率甚至已达80%以上,效果十分明显。

7. 随着塑料成型工艺的不断改进与发展,气辅模具及适应高压注射成型等工艺的模具将随之发展

塑料件的精度分为尺寸精度、几何形状精度和外观精度(即光译、色调等)。为了确保精度要求,模具生产企业将继续研究发展高压注射成型工艺,以及注射压缩成型工艺。在注射成型中,影响成型件精度的最大因素是成型收缩,高压注射成型可减小树脂收缩率,增加塑件尺寸的稳定性。气体辅助注射成型技术已比较成熟,它能改善塑件的内在和外观质量,具有注射压力低、制品变形小、易于成型壁厚差异较大的制品等优点,而且可以节约原料及提高制件生产率,从而大幅度降低成本。

8. 模具技术含量将不断提高，中、高档模具比例将不断增大，这也是产品结构调整所带来的市场走势

小锦囊

如何学好本门课程？

模具制造技术的一大特点就是有很强的综合性和实践性，涉及的知识面较广，要求思维比较灵活。因此，学生在学习本课程时，除了重视基本的概念及工艺原理等理论学习外，还应特别注意实践环节，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，要善于将相关课程的知识综合运用到模具制造的实际问题当中。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。另外还应认真参加实训篇安排的训练项目，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。另外，与本课程相关的基础课程有“机械工程材料与热处理”、“公差测量技术”、“工程力学”、“机械基础”、“金属切削机床与刀具”等，其中的知识将在本课程中得到综合应用。

每章一练

1. 如果给模具下一个定义，你会如何表述？
2. 简述模具制造技术的一般特点。
3. 根据近几年模具行业的发展状况，你认为模具制造技术有何前景？发展趋势是什么？

第二章 模具制造工艺规程的制订

本章概述

本章详细讲述了模具制造工艺规程的基本理论和基本概念以及它们是如何制订的。根据工艺规程制订实施细节的要求，我们就能制订出科学合理的工艺规程来指导我们的模具制造过程。实施的细节包括：毛坯的选择、工艺路线的拟订、加工余量和工序尺寸及公差的确定、机床与工艺装备的选择等。我们在制订的时候要综合考虑多方面的因素且细致耐心才能使方案更加合理。

教学目标

1. 掌握模具制造工艺规程的基本理论和基本概念。
2. 知道模具制造工艺规程实施有哪些细节。
3. 明确模具制造工艺规程实施中应该注意的事项。
4. 尝试自己制订一套简单的工艺规程。

* * * * * * * * * *

第一节 模具制造工艺规程的基本理论

让我们先来了解一下模具制造工艺规程的基本理论和基本概念，为后面的学习打下基础。模具加工工艺规程是规定模具零部件机械加工工艺过程和操作方法等的工艺文件。它集中体现了模具生产工艺水平的高低和解决各种工艺问题的方法和手段，所以制订模具加工工艺规程不仅需要深厚的机械制造工艺理论知识，还必须具备丰富的生产实践经验。模具加工工艺规程是否先进、合理，直接影响到模具的加工质量、加工周期和加工成本。

一、模具零件加工工艺过程的组成

模具虽然也是机械产品，但是它具有特殊性，表现在：模具生产批量小，大多具有单件生产的特点，而模具标准件是成批生产。模具零件加工精度较高，有些零件形状复杂，因此除了一般的机械加工方法以外，还需采用特种加工方法与设备。所以，模具加工工艺规程也具有其特殊性。模具的机械加工工艺过程由一个或几个按顺序排列的工序组成。

1. 工序

由一个（或一组）工人在一台机床（或一个工作地点）对一个（或同时几个）工件所连续完

成的那部分工艺过程，称为工序。每一个工序又可以分为安装、工位、工步和走刀。区分工序的主要依据是工作地点是否改变和加工是否连续。这里所说的连续是指该工序的全部工作要不间断地连续完成。模具制造工艺过程是由一个或若干个顺序排列的工序组成，即：构成机械加工工艺过程的基本单元是工序。

一个工序内容由被加工零件结构的复杂程度、加工要求及生产类型来决定，同样的加工内容，可以有不同的工序安排。例如，加工如图 2－1 所示的阶梯轴，当加工数量较少时，可按表 2－1 所示划分工序；当加工数量较大时，可按表 2－2 所示划分工序。

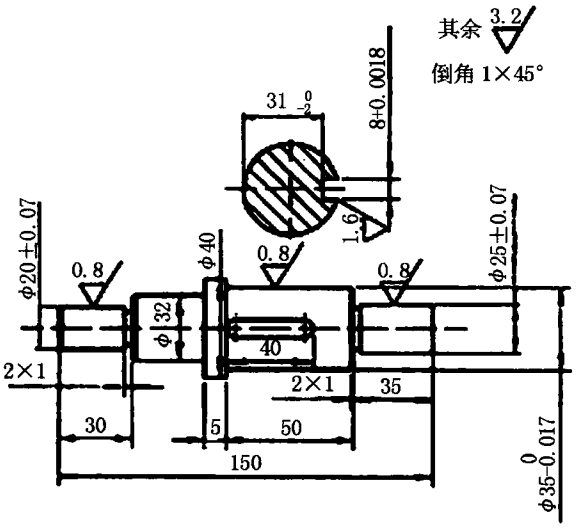


图 2－1　阶梯轴

2. 划分工序

表 2－1　阶梯轴工艺过程（加工数量少时）

工序号	工序内容	设备
1	车端面，钻中心孔	车床
2	车外圆，退刀槽、倒角	车床
3	铣键槽，去毛刺	铣床
4	粗磨外圆	磨床
5	热处理	高频淬火机
6	精磨外圆	磨床

表 2－2　阶梯轴工艺过程（加工数量大时）

工序号	工序内容	设备
1	两边同时铣端面，钻中心孔	铣端面钻中心孔机床
2	车一端外圆，退刀槽和倒角	车床

续 表

工序号	工序内容	设备
3	车另一端外圆,退刀槽和倒角	车床
4	铣键槽	铣床
5	去毛刺	钳工台
6	粗磨外圆	磨床
7	热处理	高频淬火机
8	精磨外圆	磨床

从表2-1和表2-2可以看出,当工作地点变动时,即构成另一工序。同时,在同一工序内所完成的工作必须是连续的,若不连续,也即构成另一工序。

工序是组成机械加工工艺过程的基本单元,也是制订生产计划和进行生产成本核算的基本单元。

3. 安装

零件加工前,使其在机床或夹具中相对刀具占据正确位置并给予固定的过程,称为装夹(装夹包括定位和夹紧两过程)。零件通过一次装夹后所完成的那一部分工序称为安装。在一道工序中,工件可能需要装夹一次或多次才能完成加工。如表2-2所示的工序1要进行两次装夹:先夹工件一端,车端面,钻中心孔,称为安装1;再调头车另一端面,钻中心孔,称为安装2。工件在加工中,应尽量减少装夹次数,以减少装夹误差和装夹工件所花费的时间。

4. 工位

为了完成一定的工序内容,同时也为了减少零件装夹次数,在零件的一次安装中,使零件与夹具或设备的可动部分一起,相对于刀具或设备的固定部分所占据的每一个位置称为工位。工位的变换可以借助于夹具的分度机构或机床工作台实现。采用多工位连续加工,可提高生产率和保证被加工表面的相互位置精度。

如图2-2所示是一个利用移动工作台或移动夹具,在一次装夹中顺次完成铣端面、钻中心孔两个工位的加工。这样不仅减少了装夹工件所花的时间,而且在一次装夹中加工完毕,避免了重复安装带来的误差,提高了加工精度。

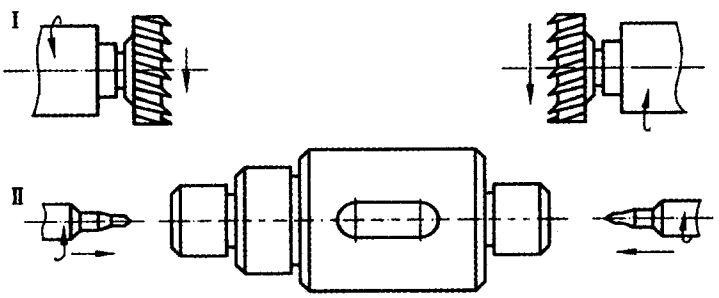


图2-2 多工位加工

5. 工步

在一道工序的一次安装中，可能要加工几个不同的表面，也可能用几把不同刀具进行加工，还有可能用几种不同的切削用量（不包括背吃刀量）分几次进行加工。为了描述这个过程，工序又可细分为工步。工步是指加工表面、加工刀具和切削用量（不包括背吃刀量）都不变时，所完成的那一部分工序内容。一般情况下，上述三个要素中任意改变一个，就认为是不同的工步了。

但下述两种情况例外。第一种情况，对那些连续进行的若干个相同的工步，可看做一个工步。如图2－3所示零件，连续钻4个ϕ15 mm的孔，可看做一个钻4个ϕ15 mm孔的工步，以简化工艺文件。另一种情况，有时为了提高生产率，用几把不同的刀具，同时加工几个不同表面，如图2－4所示，也可看做一个工步，称为复合工步。

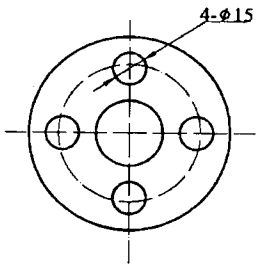


图2－3 钻4个相同孔的工步

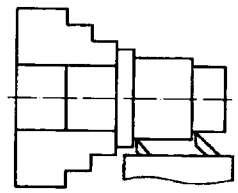


图2－4 复合工步

6. 走刀

有些工步，由于加工余量较大，需要对同一表面分几次切削，刀具从被加工表面每切下一层金属层即称为一次走刀。每个工步可以包括一次走刀或几次走刀。

二、工艺规程制订的原则和步骤

规定产品或零部件制造工艺过程和操作方法等的工艺文件称为工艺规程。模具的工艺规程可以分为零件的机械加工工艺规程、检验工艺规程和装配工艺规程等，但主要以机械加工工艺规程为主，其他工艺规程按需要而定。

1. 工艺规程的作用

工艺规程是在具体生产条件下的，最合理或较合理的工艺过程和操作方法，并按规定的形式书写成工艺文件，经审批后用于指导生产。它简要地规定了零件各个工序的排列顺序，加工尺寸、公差及技术要求，切削用量和工时定额，选用的机床和工艺设备及工艺措施等内容。它的作用体现在以下几方面。

（1）工艺规程是指导生产的重要技术文件　工艺规程是经过生产验证而确定的，对生产起指导作用，也是产品质量的保证，所以在生产中应该严格遵守。但是工艺规程也不是固定不变的，随着工艺技术的不断改进和完善，工艺规程也可以根据生产的实际情况进行修改，经过审批后执行。

（2）工艺规程是生产组织和生产管理的依据　工艺规程是生产计划、调度、工人操作、工时定额、质量检验和成本核算等制订的依据，能够使各工序科学有序地衔接，使生产达到优质、低成本和高效率的目的。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com