

模具制作 与装配

主编 李卫民 王 荣

本书从内容上兼顾理论基础和设计实践两个方面,以工作过程为导向,针对每一工作过程,以冲模和塑料模具制造工艺为主线进行编写。

本书由工艺设计引出基础理论,将整个课程内容分为四个项目来讲授,在传统的模具制造工艺教材的基础上,引入了企业模具制造中最实用的加工过程与方法,按照项目教学法的思路增加了典型实例。通过贯穿始终的案例讲解基础理论的实际应用,并附以丰富的图表进行说明,实现了陈述性知识与过程性知识的整合、实践技能与理论知识的整合。本书理论够用,案例讲解详尽,实用性强,便于教学和自学。

本书可作为高等职业技术学院机械制造、模具设计、数控加工和机电一体化等专业的教学用书,也可供从事机械制造、模具设计、数控加工和机电一体化等工作的工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

模具制作与装配/李卫民,王荣主编.—北京:机械工业出版社,2013.1

ISBN 978-7-111-41212-0

I. ①模… II. ①李… ②王… III. ①模具—制造—高等职业教育—教材②模具—组装—高等职业教育—教材 IV. ①TG76

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第011919号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:孔劲 责任编辑:孔劲 吕芳

版式设计:霍永明 责任校对:卢惠英

封面设计:姚毅 责任印制:乔宇

三河市国英印务有限公司印刷

2013年3月第1版第1次印刷

169mm×239mm·13.5印张·266千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-41212-0

定价:29.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是按照以工作过程为导向，以项目化教学方法为要求的思路进行编写的。

1) 本书充分体现了“理论必须够用为度，实践动手能力为本”的高技能技术应用型人才培养的思想，对冲压工艺与模具设计的相关知识进行了必要的组合，抽象的理论阐述少，工程实际案例多，并兼顾了教材的深度与广度的有机结合。

2) 本书以冲模和塑料模具制造工艺为主线，详细介绍了零件工艺分析、毛坯选择、材料确定以及加工工艺路线的设计。

3) 全书结构严谨，语言简洁，表述明确，通俗易懂，案例的实用性和可操作性强，便于教学的组织与实施，也便于学生自学。

在设计的这四个项目中，融入了冲模和塑料模具制造工艺的知识点。通过对这四个项目的学习，能掌握冲模和塑料模具制造工艺制订方面的基本知识。为了让读者在学习中抓住重点以及培养思考问题的能力，在每个任务的开头列有本任务的学习目的与要求、学习重点和学习难点，供学习时参考。

本书由泰州职业技术学院李卫民和王荣任主编，秦松祥教授主审。绪论、任务1.1、任务1.2、任务2.1、任务4.1、任务4.2由泰州职业技术学院李卫民编写；任务3.1、任务3.2、任务3.3、任务3.4由泰州职业技术学院王荣编写；任务1.3、任务1.4、任务1.5由常州轻工职业技术学院谢宝智编写；任务2.2、任务3.5由江苏海事职业技术学院陈晓明编写。全书由李卫民统稿。

编写基于工作过程的项目教学法的教材任务繁重，由于水平有限，以及编写时间仓促，书中难免会有不妥之处，恳请各位读者和使用本教材的教师及时批评指正以便调整和改进。

编 者

目 录

前言

绪论	1
----------	---

项目 1 模具制造工艺基础	9
---------------------	---

任务 1.1 模具制造基本概念	9
-----------------------	---

任务 1.2 模具制造基础	16
---------------------	----

1.2.1 定位基准的选择	17
---------------------	----

1.2.2 工艺路线的拟订	24
---------------------	----

1.2.3 加工余量的确定	28
---------------------	----

1.2.4 工序尺寸及其公差确定	31
------------------------	----

1.2.5 机床与工艺装备的选择	32
------------------------	----

1.2.6 工艺文件	33
------------------	----

任务 1.3 模具材料选择	35
---------------------	----

1.3.1 模具及模具材料分类	36
-----------------------	----

1.3.2 模具材料的选用原则	37
-----------------------	----

1.3.3 冷作模具材料选择	39
----------------------	----

1.3.4 塑料模具材料选择	46
----------------------	----

任务 1.4 毛坯的选择与加工	50
-----------------------	----

1.4.1 毛坯选择	51
------------------	----

1.4.2 毛坯加工	56
------------------	----

任务 1.5 模具装配基础	66
---------------------	----

1.5.1 装配尺寸链的基本概念	66
------------------------	----

1.5.2 装配尺寸链的极值解法	67
------------------------	----

1.5.3 模具装配的方法	67
---------------------	----

1.5.4 模具装配工艺过程	70
----------------------	----

项目 2 模具辅助零件的加工	72
----------------------	----

任务 2.1 冲模模架的加工	72
----------------------	----

2.1.1 导柱和导套的加工	73
----------------------	----

2.1.2 上、下模座的加工	92
----------------------	----

任务 2.2 塑料模具模架的加工	98
------------------------	----

2.2.1 浇口套的加工	101
--------------------	-----

2.2.2 滑块的加工	102
-------------------	-----

2.2.3 斜导柱的加工	107
--------------------	-----

项目 3 模具工作零件的加工	109
----------------------	-----

任务 3.1 凸模的加工	111
--------------------	-----

3.1.1 圆形凸模的加工	111
---------------------	-----

3.1.2 非圆形凸模的加工	113
----------------------	-----

任务 3.2 型芯的加工	127
--------------------	-----

3.2.1 非圆形塑料模型芯 的加工	128
-----------------------------	-----

3.2.2 方形型芯的加工	145
---------------------	-----

任务 3.3 型孔的加工	152
--------------------	-----

3.3.1 圆形型孔的加工	152
---------------------	-----

3.3.2 非圆形型孔的加工	155
----------------------	-----

任务 3.4 型腔的加工	160
--------------------	-----

任务 3.5 凸凹模的加工	176
---------------------	-----

项目 4 模具装配	179
-----------------	-----

任务 4.1 冲模的装配	179
--------------------	-----

4.1.1 冲模装配的技术要求	179
-----------------------	-----

4.1.2 冲模零件的固定装配	183
-----------------------	-----

4.1.3 冲模的装配方法	191
---------------------	-----

4.1.4 试模	198
----------------	-----

任务 4.2 塑料模的装配	200
---------------------	-----

4.2.1 塑料模装配的技术要求	201
------------------------	-----

4.2.2 注射模部件的装配	202
----------------------	-----

4.2.3 注射模的装配	205
--------------------	-----

4.2.4 试模	206
----------------	-----

参考文献	209
------------	-----

绪 论

在现代工业生产中，模具是重要的工艺装备之一，它在铸造、锻造、冲压、塑料、橡胶、玻璃、粉末冶金、陶瓷等行业中得到了广泛应用。

模具是由多种机械加工零部件（模架、标准零部件）构成的成形工具，它与各种相应的成形机械（压力机、塑料注射机、压铸机等）配合使用，通过改变金属和非金属材料的形状、尺寸、相对位置及其性质，使之成为符合要求的制品或半成品。

1. 模具制造技术在模具工业中的地位

模具作为机械、电子、轻工和国防等行业生产的重要工艺装备，其性能的好坏、寿命的长短直接影响模具的质量和经济效益；模具材料的工艺性能将影响模具加工的难易程度、模具加工的质量和加工费用。因此，在模具设计时，除设计出合理的模具结构外，还应选用合适的模具材料及热处理方法，这样才能使模具获得良好的工作性能和长的使用寿命。所以世界各国都在不断地开发模具新材料，改进强化热处理新工艺和新技术。

现代模具的特点，一是量大面广，品种繁多；二是作为批量生产，模具在提高经济效益方面起着关键的作用；三是模具生产影响到产品开发、更新换代和发展速度；四是模具的成本占产品成本的 20% 左右，它的寿命影响到产品成本；五是现代模具向大型化、复杂化、精密化和自动化发展。随着机械技术的迅速发展，对模具的使用寿命、精度和表面粗糙度等提出了更高的要求。模具制造业已经成为一个发展极为迅速的产业。在许多工业发达国家，模具制造业的产值已经超过机床行业，成为经济发展的一个支柱产业。

上述特点导致对模具的要求越来越高，对模具材料及制造工艺的要求也越来越高，因为模具材料和制造工艺对模具的使用寿命、精度和表面粗糙度有着重要的影响。所以，研究开发高性能的模具材料，采用先进的生产工艺生产优质、低成本的模具材料，根据模具的工作条件合理选用材料，采用适当的热处理技术以充分发挥模具材料的潜力，根据模具材料的性能特点选用合理的模具结构，根据模具材料的特性采用相应的制造工艺等是十分重要的，这就要求大力推广新材料、新工艺和新技术。

2. 国内外模具制造工艺概况

（1）模具材料技术发展概况 近年来，我国模具钢生产技术发展较快，规模从小到大，从仿制到研制，目前模具钢产量已达到世界前列。经修订的标准 GB/T

1299—2000《合金工具钢》中有 37 个钢种,包括了冷作、热作和塑料模具用钢系列。我国生产的模具钢按使用来分,塑料模具钢约占 50%,冷作模具钢约占 28%,热作模具钢约占 20%,其余为特殊模具钢约占 2%。由于产品技术要求的不断提高,高档模具钢的进口量逐年上升,进口量约为每年 6 万吨左右。

汽车、化工、电子信息、机械等行业的飞速发展带动了模具工业的发展,将为模具材料开辟广阔的市场。2012 年中国汽车销量的增长占全球增量的 40%,在 2011~2016 年间,中国汽车销量的增长几乎会占到整个亚洲增量的 70%,需用的模具材料将占市场较大的份额,也需要研究一批具有更高性能的模具钢。

模具工况条件的日益苛刻对模具钢的冶金质量、外观质量和力学性能提出了更高的要求。目前从低级到高级、从低合金到高合金已研制了一系列新型优质的高性能模具材料。

1) 近年来,国内模具钢生产企业的投入力度也较大,北方建立了东北特钢公司,南方建立了宝钢特钢公司的模具钢生产基地,并投入大量资金进行设备和技术的更新,改进生产工艺技术规程,使模具材料的质量得到进一步提升,逐步向国外的模具钢生产标准靠拢,生产出我国高质量、高性能的模具钢产品。

为改善模具材料的性能,提供尺寸精度高的产品,采用精锻机和快锻液压机锻造,以提高钢材的精度。通过机械加工,提高六面光和削皮模具材料的产量。

2) 根据前面分析的国内模具材料市场方面的情况,为了解决市场混乱、技术含金量低、售后服务差等问题,建立一个良好有序的模具材料市场已成为当务之急。

3) 我国经济已步入一个高速成长期,未来的 5~10 年,汽车模具、家电行业、建筑装潢三大行业的兴衰将对模具市场产生相当重要的影响,特别是汽车工业的发展。根据中国模具工业协会对国内模具市场发展的预测,我国模具生产将以 15% 的速度增长。

模具钢产量 2006 年达 62 万吨,2012 年产量将达到 100 多万吨。这必将给模具材料市场打出一片天地,也将给与模具材料生产有关的冶炼质量、生产工艺和热处理技术等方面带来更大的发展空间。

(2) 模具制造工艺发展概况 世界上一些工业发达国家的模具工业发展迅速。据介绍,有些国家的模具总产值已超过了机床工业的总产值,其发展速度超过了机床、汽车、电子等工业。模具技术,特别是制造精密、复杂、大型、长寿命模具的技术,已成为衡量一个国家机械制造水平的重要标志之一。为了适应工业生产对模具的需求,在模具生产中采用了许多新工艺和先进的加工设备,这不仅改善了模具的加工质量,也提高了模具制造的机械化、自动化水平。计算机的应用为模具设计和制造开辟了新的道路,预计工业发达国家的模具工业还将有新的发展。

近年来,我国的模具工业有较大发展。全国已有模具生产企业数万个,拥有职

工几百万人, 每年能生产上百万套模具。我国模具工业的发展有以下特点:

1) 模具向大型化、高精度方向发展。10 年前, 精密模具的精度一般为 $5\mu\text{m}$, 现已达到 $2\sim3\mu\text{m}$, 精度为 $1\mu\text{m}$ 的模具也已上市。

2) 多工位级进模和长寿命硬质合金模具的生产及应用领域有了进一步扩大, 多功能复合模具将进一步发展。新型多功能复合模具除了冲压成形零件外, 还要完成叠压、攻螺纹、铆接和锁紧等组装任务, 因此对钢材的性能要求越来越高。

3) 热流道模具在塑料模具中所占的比例将逐渐提高。

4) 随着塑料成形工艺的不断改进与发展, 气辅模具及适应高压注射成形等工艺的模具将随之发展。

5) 标准件的应用将日益广泛。模具标准化及模具标准件的应用将极大地缩短模具制造周期, 还能提高模具的质量和降低模具制造成本。

6) 随着车辆和电动机等产品向轻量化发展, 压铸模^①所占的比例将不断提高, 同时, 对压铸模的寿命和复杂程度也将提出越来越高的要求。

7) 以塑代钢、以塑代木的进程进一步加快, 塑料模具所占的比例将不断增大。由于机械零件的复杂程度和精度不断提高, 对塑料模具的要求也将越来越高。

8) 为满足新产品试制和小批量生产的需要, 我国模具行业制造了多种结构简单、生产周期短、成本低的简易冲模, 如钢皮冲模、聚氨酯橡胶模、低熔点合金模具、低合金模具、三合冲模等。

9) 先进加工设备的大量运用使模具制造业的技术水平迅速提高。数控机床、数控电火花加工机床、加工中心等加工设备已在模具生产中得到广泛应用, 并成功研制了单层电镀金刚石成形磨轮和电火花成形磨削专用机床, 加工效果良好。对型腔的加工正在根据模具的不同类型采用电火花加工、电解加工、电铸加工、陶瓷型精密铸造、冷挤压、超塑性成形以及利用照相腐蚀技术加工型腔皮革纹表面等多种新型工艺, 模具的计算机辅助设计和制造 (CAD/CAM) 已进行全面开发和应用。

尽管如此, 与发达国家相比, 我国的模具工业仍存在较大差距, 主要表现为模具品种少、精度差、寿命低、生产周期长等。中、低档模具市场竞争加剧, 产品价格降低过度, 对产品质量造成不良影响, 并降低了许多模具生产企业的效益。模具制造技术相对落后, 远不能适应国民经济发展的需要, 严重影响了生产品种的发展和质量的提高。由于许多模具 (尤其是精密、复杂、大型模具) 国内还不能制造, 不得不从国外高价引进。我国企业技术装备还相对比较落后, 劳动生产率也较低, 模具生产专业化、商品化、标准化程度也不够高。产品结构调整的任务较重, 人才紧缺, 管理滞后的状况依然突出。与国际水平相比, 模具企业的管理落后更甚于技术落后, 整个行业人才缺乏, 特别是中、高水平的技术人才和经营管理人才缺乏。

① 压铸模, 铸造中现称为压铸型, 本书中仍称为压铸模。

为了尽快改变这种状况,国家已采取了许多措施促进模具工业的发展,争取在较短的时间内使模具生产基本适应各行业产品发展的需要。

3. 模具制造的基本要求

在工业产品的生产中,应用模具的目的在于保证产品的质量,提高生产率和降低成本等。因此,除了正确进行模具设计,采用合理的模具结构外,还必须有高质量的模具制造技术。制造模具时,不论采取哪一种方法都应该满足如下几个要求。

(1) 制造精度高 为了生产合格的产品和发挥模具的效能,模具设计和制造必须具有较高的精度。模具的精度主要由制品精度要求和模具结构决定,为了保证制品的精度和质量,模具工作部分的精度通常要比制品精度高2~4级。模具结构则对上、下模之间的配合有较高的要求,组成模具的零件都必须有足够的制造精度,否则模具将不可能生产出合格的制品,甚至会导致模具无法正常使用。

(2) 使用寿命长 模具是比较昂贵的工艺装备,目前模具制造费用约占产品成本的10%~30%,其使用寿命将直接影响生产成本。因此,除了小批量生产和新产品试制等特殊情况下,一般都要求模具具有较长的使用寿命,在大批量生产的情况下,模具的使用寿命更加重要。

(3) 制造周期短 模具制造周期的长短主要决定于制造技术和生产管理水平的高低。为了满足生产的需要,提高产品的竞争能力,必须在保证质量的前提下尽量缩短模具制造周期。

(4) 模具成本低 模具成本与模具结构的复杂程度、模具材料、制造精度要求以及加工方法有关。模具技术人员必须根据制品要求合理设计和制订其加工工艺,努力降低模具制造成本。

必须指出,上述四个指标是互相关联、相互影响的。片面追求模具精度和使用寿命必将导致制造成本的增加,只顾降低成本和缩短周期而忽略模具精度和使用寿命的做法也是不可取的。在设计与制造模具时,应根据实际情况全面考虑,即应在保证产品质量的前提下,选择与生产相适应的模具结构和制造方法,使模具成本降低到最小。如果要提高模具制造的综合指标,就应该认真研究现代模具制造理论,积极采用先进制造技术,以满足现代工业发展的需要。

4. 模具加工程序

模具加工的一般程序是:模具标准件准备→坯料准备→模具零件形状加工→热处理→模具零件精加工→模具装配。

冲模由凸模、凹模、导向、顶出等部分组成,注射模及压铸模由型腔部分的定模以及型芯部分的动模,还有导向、顶出、支承等部分组成。一副模具的零件多达100种以上。其中除了标准件可以外购,直接进行装配外,其他零件都要进行加工。

坯料准备是为各模具零件提供相应的坯料。其加工内容按原材料的类型不同而

异。对于锻件或切割钢板要进行六面加工，除去表面黑皮，将外形尺寸加工到满足要求，磨削两平面及基准面，使坯料的平行度和垂直度符合要求。直接应用标准模块，则坯料准备阶段不需要再进行任何加工，是缩短制模周期的最有效方法。模具设计人员应尽可能选用标准模块。

模具零件形状加工的任务是按要求对坯料进行内外形状的加工。例如，按冲裁凸模所需形状进行外形加工，按冲裁凹模所需形状加工型孔、紧固螺栓孔及销钉孔。又如按照注射模型芯的形状进行内、外形状加工，或按型腔的形状进行内形加工。

热处理是使经初步加工的模具零件半成品达到所需的硬度的过程。

模具零件的精加工是对淬硬的模具零件半成品进行进一步加工，以满足尺寸精度、形状精度和表面质量的要求。针对精加工阶段材料较硬的特点，大多数采用磨削加工和精密电加工方法。

无论是冲模还是注射模都有预先加工好的标准件供模具设计人员选用。现在，除了螺栓、销钉、导柱、导套等一般标准外，还有常用圆形和异形冲头、导销、推杆等各种标准件。此外还开发了许多标准组合，使模具标准化达到更高的水平。模具制造中的标准化程度越高，则加工周期越短。

模具装配的任务是将已加工好的模具零件及标准件按模具总装配图的要求装配成一副完整的模具。在装配过程中，需要对某些模具零件进行抛光和修整。试模后还需要对某些部位进行调整和修正，使模具生产的制件符合图样要求，而且模具能正常地连续工作，模具加工过程才结束。在整个模具加工过程中还需要对每一道工序的结果进行检验和确认，才能保证装配好的模具达到设计要求。

5. 模具加工方法的分类

模具加工方法主要分为切削加工及非切削加工两大类。这两类中各自所包含的各种加工方法见表 0-1。

表 0-1 模具加工方法

分 类	加 工 方 法	机 床	使用工（刀）具	适 用 范 围
切 削 加 工	平面加工	龙门刨床 牛头刨床 龙门铣床	刨刀 刨刀 端面铣刀	对模具坯料进行六面加工
	车削加工	车床 数控车床 立式车床	车刀 车刀 车刀	加工内外圆柱锥面、端面、内槽、 螺纹、成形表面以及滚花、钻孔、 铰孔和镗孔等
	钻孔加工	钻床 横臂钻床 铣床 数控铣床 加工中心	钻头、铰刀 钻头、铰刀 钻头、铰刀 钻头、铰刀 钻头、铰刀	加工模具零件的各种孔

(续)

分 类	加 工 方 法	机 床	使用工（刀）具	适 用 范 围
切削加工	钻孔加工	深孔钻	深孔钻头	加工注射模冷却水孔
	镗孔加工	卧式镗床 加工中心 铣床	镗刀 镗刀 镗刀	镗削模具中的各种孔
		坐标镗床	镗刀	镗削高精度孔
	铣削加工	铣床 数控铣床 加工中心	立铣刀、端面铣刀 立铣刀、球头铣刀 立铣刀、球头铣刀	铣削模具各种零件
		仿形铣床	球头铣刀	进行仿形加工
		雕刻机	小直径立铣刀	雕刻图案
	磨削加工	平面磨床	砂轮	磨削模板各平面
		成形磨床 数控磨床 光学曲线磨床	砂轮 砂轮 砂轮	磨削各种形状模具零件的表面
		坐标磨床	砂轮	磨削精密模具孔
		内、外圆磨床	砂轮	圆形零件的内、外表面
		万能磨床	砂轮	可实施锥度磨削
	电加工	型腔电加工	电极	用上述切削方法难以加工的部位
		线切割加工	线电极	精密轮廓加工
		电解加工	电极	型腔和平面加工
	抛光加工	手持抛光机	各种砂轮	去除铣削痕迹
		抛光机或手工抛光	锉刀、砂纸、 油石、抛光剂	对模具零件进行抛光
非切削加工	挤压加工	压力机	挤压凸模	难以切削加工的型腔
	铸造加工	铍铜压力铸造 精密铸造	铸造设备 石膏型铸造设备	铸造注射模型腔
	电铸加工	电铸设备	电铸母模	精密注射模型腔
	表面装饰纹加工	蚀刻装置	装饰纹样板	在注射模型腔表面加工

通常，按照模具的种类、结构、用途、材质、尺寸、形状、精度及使用寿命等各种因素选用相应的加工方法。各种加工方法均有可能达到所要求的加工精度和经济精度。为了降低生产成本，根据模具各部位的不同要求尽可能使用各种加工方法的经济精度。

6. 传统模具制造向现代模具制造的过渡

传统模具技术主要是根据设计图样，用仿形加工、成形磨削以及电火花加工方

法来制造模具。近年来,随着计算机网络的高速发展,引发了一场信息技术革命,并构造了一个全球范围的虚拟环境,极大地缩短了人与人之间的距离。计算机技术、自动化技术、网络通信技术,这三者的有机结合给现代制造技术准备了技术条件和奠定了物质基础。

现代模具制造是伴随这些技术的发展而提出并得到实质性应用的。模具制造能够利用 CAD/CAE/CAPP/CAM 技术和数控加工技术有效地对整个设计制造过程进行预测评估,迅速获得样本,有利于争取订单、赢得客户,同时节省大量的模具试制材料费用,降低模具返修率,缩短生产周期,大大降低了模具成本。在此期间,人们还针对新的技术环境进行了深入的探讨研究,甚至可以利用网络通信技术,在世界范围内组织最精良的动态联盟队伍来完成每个项目,快速解决各种难题。可见,高新技术的发展给模具注入了新的生机,模具制造现代化正成为国际模具业发展的一种趋势。国内模具业也正从传统模具制造模式向着现代模具制造模式过渡。

7. 现代模具制造技术的特点

1) 传统制模的质量依赖于人为因素,再现能力差,整体水平不易控制;现代制模的质量依赖于物化因素,再现能力强,整体水平容易控制。

2) 传统制模采用串行方式进行,易造成设计与制造脱节,重复劳动多,加工周期长;现代制模则采用并行方式进行,设计和制造基于共同的数学模型,可以在模具总体工艺方案的指导下通过公共数据库并行通信,相互协调,共享信息,重复劳动少,加工周期短。

3) 传统制模只能通过试模来完成对模具质量的评价,返修多,成本高;现代制模则通过计算机数据模拟和仿真技术来完善模具结构,返修少,成本低。

正因为有了各种新的制造途径和手段,模具制造水平得到了有效的提高。表 0-2 反映了传统模具制造与现代模具制造技术水平的差别。

表 0-2 传统模具制造与现代模具制造的技术比较

项 目	分 类	传统模具制造	现代模具制造
精度/mm	冲模 (定转子模)		
	尺寸精度	0.01 ~ 0.016	0.002 ~ 0.005
	步距精度	0.01 ~ 0.02	0.002 3 ~ 0.005
	塑料模具 (电视机外壳模具)	0.05 ~ 0.1	0.005 ~ 0.01
表面粗糙度 $Ra/\mu\text{m}$	锻模	0.05 ~ 0.1	0.02 ~ 0.03
	冲模	1.6 ~ 0.8	0.4 ~ 0.2
	塑料模具	0.8 ~ 0.4	0.1 ~ 0.05
	压铸模	0.4 ~ 0.2	0.1
	锻模	1.6 ~ 0.8	0.4
制造周期	汽车覆盖件模具	1 年左右	6 ~ 7 个月
	电视机外壳模具	7 ~ 8 个月	2 ~ 3 个月
	化油器压铸模	4 ~ 5 个月	2 ~ 3 个月
	锥齿轮锻模	3 ~ 4 个月	1 ~ 2 个月

(续)

项 目	分 类	传统模具制造	现代模具制造
使用寿命	定转子级进模（硬质合金）	3 000 万次~5 000 万次	2 亿次~6 亿次
	电视机外壳模具	10 万件~20 万件	60 万件以上
	化油器压铸模	5 万件~10 万件	40 万件以上

8. 本课程的性质和要求

模具制造工艺是一门综合性较强、理论知识涉及面广的课程，是模具设计与制造专业的一门核心专业课。机械基础、工程材料及材料成形工艺、数控机床及编程、冲压模具设计、塑料模具设计、模具钳工等课程的有关内容都将在本课程中得到综合的应用。

学生在学完本课程后应达到如下基本要求：

- 1) 了解模具材料与热处理技术的发展现状和发展趋势。
- 2) 掌握模具材料及热处理技术与模具使用性能、寿命、成本之间的关系。
- 3) 掌握常用冷作模具材料和塑料模具材料的牌号、性能特点，并能合理选用。
- 4) 掌握金属切削的基本知识、基本理论，能正确选用刀具和机床完成金属切削加工。
- 5) 初步掌握模具制造的工艺过程和特点、模具零件机械加工工艺、特种加工工艺、模具工作零件的其他成形加工方法及模具装配工艺，具备编制中等复杂程度模具的工艺文件、简单的模具装配工艺文件的能力。
- 6) 能够运用模具的加工技术、质量测试技术、装配调试技术和使用维护技术初步分析和解决模具设计制造、生产中常见的质量、工艺方面的问题，为就业打下必要的基础。

本课程具有很强的实践性和综合性，因此，学习本课程时除了重视理论学习之外，还要重视实训和实习，注意理论与实践的结合，向具有丰富实际经验的工程技术人员学习，注重应用；在教学中应多采用项目化教学方法，并培养学生的自学能力，以增加课堂的信息量和提高课时的利用率，并在后续课程和生产实习、顶岗实习等教学环节中反复练习、巩固提高。

项目1 模具制造工艺基础

任务1.1 模具制造基本概念

【学习目的与要求】

- 了解生产过程及其组成。
- 学习工艺过程及其组成。
- 了解工艺规程的制订原则及步骤。
- 会分析工艺过程中的工序、装夹、工步、进给。

【学习重点】

- 掌握工艺过程及其组成。

【学习难点】

- 结合实例理解工序、工位、工步的概念。

1. 过程

生产过程是将原材料或半成品转变为成品的各有关劳动过程的总和。它主要包括：

(1) 产品投产前的生产技术准备工作 此过程主要完成产品投入生产前各种生产资料和生产组织等方面的准备工作，包括产品的试验研究和设计、工艺设计和专用工艺装备的设计及制造。

(2) 毛坯的制造过程 如毛坯的锻造、铸造和冲压等。

(3) 零件的各种加工过程 如机械加工、特种加工、焊接、热处理和表面处理等。

(4) 产品的装配过程 包括部件装配、总装配、检验、调试和油封等。

(5) 各种生产服务活动 包括生产中的原材料、半成品、标准件、外购件、工具的供应、运输、保管以及产品的涂装、包装和发送等。

为了便于组织专业化生产和提高劳动生产率，现代工业生产的发展趋势是自动化、专业化生产。这样各工厂的生产过程就变得比较简单，有利于保证质量、提高效率和降低成本，如模具零件毛坯的生产由专业化的毛坯生产工厂来承担，模具上的导柱、导套、顶杆等零件和模架的生产，由专业化的标准件厂来完成。这既有利于保证模具上各种零件的质量，也利于降低成本，对专业化零部件制造厂和模具制造厂都是有利的。

2. 工艺过程及其组成

在模具产品的生产过程中，将与把原材料变为成品直接有关的过程（如毛坯

的制造、机械加工、热处理和装配等过程)称为工艺过程。用机械加工的方法直接改变毛坯的形状、尺寸和表面质量,使之成为产品零件的工艺过程,称为机械加工工艺过程。确定合理的机械加工工艺过程后,以文字形式形成的加工技术文件,即为模具的机械加工工艺规程。

机械加工工艺过程是由一个或若干个按顺序排列的工序所组成的,而每一个工序又可细分为装夹、工位、工步和进给等。毛坯依次经过这些工序而变为成品。

(1) 工序 工序是一个或一组工人,在一个工作地点对同一个(或同时对几个)工件进行加工,所连续完成的那一部分工艺过程。它是组成工艺过程的基本单元,又是生产计划和经济核算的基本单元。划分工序的依据是工作地点(或设备)、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者加工不是连续完成,则构成另一道工序。

如何判断一个工件在一个工作地点的加工过程是否连续呢?现以一批工件上某孔的钻、铰加工为例说明。如果每一个工件在同一台机床上钻孔后就接着铰孔,则该孔的钻、铰加工过程是连续的,应计为一道工序。若在该机床上将这批工件都钻完孔后再逐个铰孔,对一个工件的钻、铰加工过程就不连续了,钻、铰加工应该划分成两道工序。

图 1-1 所示为模柄及其毛坯,模柄的机械加工工艺过程可划分为三道工序,见表 1-1。

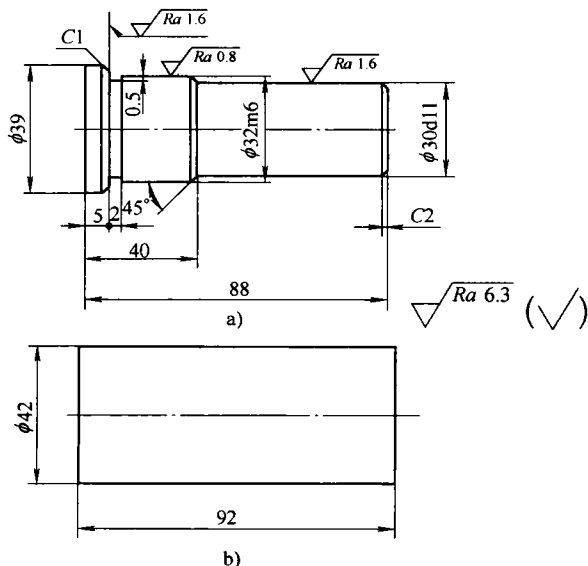


图 1-1 模柄及其毛坯

a) 模柄 b) 毛坯

表 1-1 模柄的工艺流程

工序编号	工序内容	设 备
1	车两端面钻中心孔	车床
2	车外圆（ $\phi 32\text{mm}$ 留磨削余量）、车槽并倒角	车床
3	磨 $\phi 32\text{mm}$ 外圆	外圆磨床

(2) 装夹与工位 确定工件在机床上或夹具中占有正确位置的过程称为定位。为防止在加工过程中因受切削力、重力、惯性力等的作用破坏定位，工件定位后应将其固定，使其在加工过程中保持定位位置不变，这种操作称为夹紧。将工件在机床上或夹具中定位、夹紧的过程称为装夹。在一道工序中，有时工件需要进行多次装夹，如表 1-1 中的工序 1，当车削第一个端面、钻中心孔时要进行一次装夹，调头车另一端面、钻中心孔又需要重新装夹工件，所以完成该工序，工件要进行两次装夹。多一次装夹，不单增加了装卸工件的辅助时间，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。为了减少工件装夹的次数，常采用各种回转工作台、回转夹具或移位夹具，使工件在一次装夹中先后处于几个不同的位置进行加工。此时，工件在机床上占据的每一个加工位置都称为一个工位。图 1-2 所示为利用回转工作台换位，使一个工件依次处于装卸工件（工位 I）、钻孔（工位 II）、扩孔（工位 III）和铰孔（工位 IV）四个工位的加工实例。

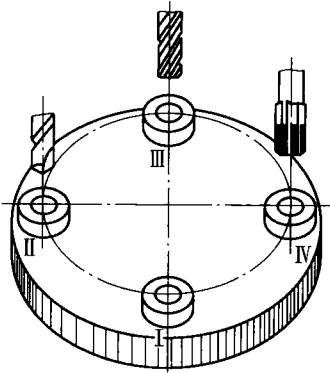


图 1-2 回转多工位加工

(3) 工步 在一个工序内，往往需要用不同的刀具和切削用量，对不同的表面进行加工。为了便于分析和描述工序的内容，工序还可进一步划分为工步。当加工表面、切削工具和切削用量中的转速与进给量均不变时，所完成的那部分工序称为工步。表 1-1 中的工序 1 可划分成四个工步（车端面、钻中心孔、车另一端面、钻中心孔）。决定工步的两个因素（加工表面、加工工具）之一发生变化，或者这两个因素虽然没有变化，但加工过程不是连续完成，则一般应划分为另一工步。当工件在一次装夹后连续进行若干个相同的工步时，为了简化工序内容的叙述，在工艺文件上常将其填写为一个工步，如图 1-3 所示，对零件的四个 $\phi 10\text{mm}$ 的孔连续进行钻削加工，在工序中可以写成一个工步——钻 $4 \times \phi 10\text{mm}$ 孔。

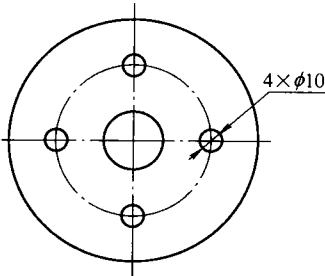


图 1-3 孔径相等的多孔工件加工

为了提高生产率,用几把刀具或者用复合刀具,同时加工同一工件上的几个表面,称为复合工步。在工艺文件上,复合工步应视为一个工步,图1-4所示为用一把钻头和三把车刀同时加工内孔和外圆的复合工步。图1-5所示为用复合刀具钻孔、铰锥面的复合工步。

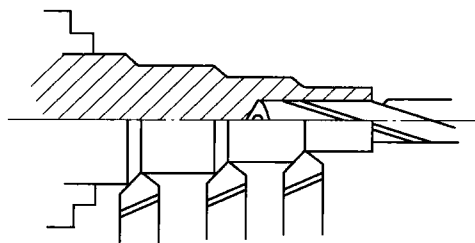


图1-4 阶梯轴的多刀加工

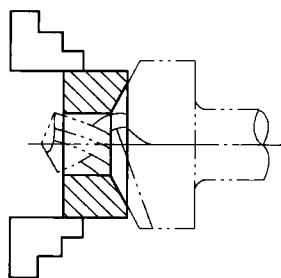


图1-5 用复合刀具钻孔、
铰锥面的复合工步

(4) 进给 有些工步,由于需要切除的余量较大或其他原因,需要对同一表面进行多次切削。刀具从被加工表面上每切下一层金属层即称为一次进给。如图1-6所示,车削两个不同直径的外圆柱面时应划分为两个工步,第一个工步车 $\phi 80\text{mm}$ 外圆仅一次进给,第二个工步车 $\phi 60\text{mm}$ 外圆为两次进给。

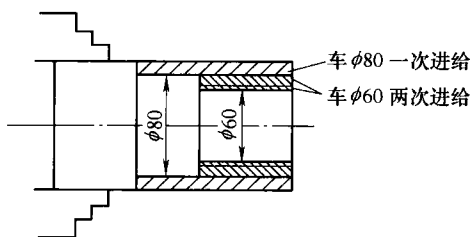


图1-6 车削不同直径外圆

3. 生产纲领和生产类型

(1) 生产纲领 企业在计划期内应生产的产品产量(年产量)和进度计划称为生产纲领。

某种零件的年产量可用以下公式计算

$$N = Qn(1 + \alpha + \beta)$$

式中 N ——零件的年产量,单位为件/年;

Q ——产品的年产量,单位为台/年;

n ——每台产品中该零件的数量,单位为件/台;

α ——该零件的备品率;

β ——该零件的平均废品率。

年产量的大小对工厂的生产过程和生产组织起决定性的作用。采用不同的生产纲领时,各工作地点的专业化程度、所用工艺方法、机床设备和工艺装备也各不相同。

(2) 生产类型的确定 企业(或车间、工段、班组、工作地点)生产专业化

程度的分类称为生产类型。按产品生产纲领的大小和品种的多少将生产类型划分为单件生产、成批生产和大量生产三种。

1) 单件生产的基本特点是产品品种较多, 每种产品仅生产一件或数件, 同一个工作地点的加工对象经常改变, 且很少重复生产。例如: 重型机械产品的制造、新产品的试制等多属于这种生产类型, 一般工厂的工具车间所进行的专用模具、夹具、刀具、量具的生产也多属于单件或小批生产。

2) 成批生产的基本特点是产品品种多, 且同一产品均有一定的数量, 工作地点的加工对象周期性地更换。例如机床制造、机车制造以及模具中常用的标准模板、模座、导柱、导套的生产等多属于成批生产。一次投入或生产的同一产品(或零件)的数量称为生产批量。按照批量大小, 成批生产又分为小批生产、中批生产和大批生产。小批生产在工艺方面接近单件生产, 常常将两者相提并论。中批生产的工艺特点介于单件生产和大量生产之间。大批生产在工艺方面接近大量生产。

3) 大量生产的基本特点是产品品种单一而固定, 同一产品产量很大, 大多数工作地长期进行一个零件某道工序的加工, 生产具有严格的节奏性。例如汽车、自行车、缝纫机、轴承的制造等, 常常以大量生产的方式进行。

生产类型不同, 产品制造的工艺方法、所采用的设备和工艺装备以及生产的组织形式等均不相同。各种生产类型的工艺特征见表1-2。

表1-2 各种生产类型的工艺特征

类型特点	单件生产	成批生产	大量生产
加工对象	经常改变	周期性改变	固定不变
毛坯的制造方法及加工余量	铸件用木模、手工造型, 锻造用自由锻。毛坯精度低, 加工余量大	部分铸件用金属型, 部分锻件采用模锻。毛坯精度中等, 加工余量中等	铸件广泛采用金属型机器造型。锻件广泛采用模锻以及其他高生产率的毛坯制造方法。毛坯精度高, 加工余量小
机床设备及其布置形式	采用通用机床。机床按类别和规定大小采用“机群式”排列布置	采用部分通用机床和部分高生产率的专用机床。机床设备按加工零件的类别分段排列布置	广泛采用高生产率的专用机床及自动机床。按流水线形式排列布置
工艺装备	多用标准夹具, 很少采用专用夹具, 靠划线及试切法达到尺寸精度 采用通用刀具与万能量具	广泛采用专用夹具, 部分靠划线进行加工 较多采用专用刀具和专用量具	广泛采用先进的高效夹具, 靠夹具及调整法达到加工要求 广泛采用高生产率的刀具和量具
对操作工人的要求	需要技术熟练的操作工人	操作工人需要一定的技术熟练程度	对操作工人的技术要求较低, 对调整工人的技术要求较高