



面向21世纪机电及电气类专业高职高专规划教材



模具制造技术

■ 主 编 刘 航 主 审 贾宝勤



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

面向 21 世纪机电及电气类专业高职高专规划教材

模具制造技术

主 编 刘 航
副主编 张磊明 南 欢
参 编 李宏林
主 审 贾宝勤

西安电子科技大学出版社

2006

内 容 简 介

本书较全面、系统地讲述了现代模具制造过程中常用和特殊的加工工艺,主要供模具设计与制造专业使用。全书共分8章,分别是模具制造工艺规程,模具零件的机械加工,模具电火花加工,模具制造的其它方法,模具装配工艺,模具零件的加工质量,模具生产技术管理,模具加工技术的发展。为了使学生能深入学习本课程,每章均配有思考题。

本书以模具制造工艺原理为主线,从工艺实施的生产实际出发,将模具常规制造工艺和特殊制造工艺有机地结合起来,补充了一些当今模具制造的前沿实用技术,以适应高职院校专业教学改革急切要求。

本书供高等职业技术学院、中等专业学校的模具设计与制造、数控、机械制造等机械类专业使用,也可供职业大学、业余大学等有关专业使用,还可供有关工程技术人员参考。

★本书配有电子教案,需要的老师可与出版社联系,免费提供。

图书在版编目(CIP)数据

模具制造技术 / 刘航主编. —西安: 西安电子科技大学出版社, 2006.1

面向 21 世纪机电及电气类专业高职高专规划教材

ISBN 7-5606-1610-0

I. 模... II. 刘... 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(2005)第 140416 号

策 划 马乐惠

责任编辑 邵汉平 马乐惠

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

<http://www.xduph.com>

E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印 刷 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 19.5

字 数 459 千字

印 数 1~4000 册

定 价 22.00 元

ISBN 7-5606-1610-0 / TH·0049

XDUP 1902001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

前 言

本书按照教育部颁布的高等职业院校模具设计与制造专业《模具制造技术》教学大纲编写，是高等职业院校模具设计与制造专业、数控专业和机械制造专业的教学用书，也可供有关工程技术人员参考。

在开始编写本书之前，编者特邀请西仪集团有限责任公司、陕西烽火通信集团有限公司、陕西长岭电子科技有限公司、西安航空发动机(集团)公司、广东汉达集团以及天津绿点集团等一批技术专家就模具设计与制造技术进行了研讨。根据研讨形成的模具设计与制造技术岗位的技能要求及知识要求，对模具制造技术岗位上的新技术、新工艺的应用情况进行了调研，基于编者从事模具设计与制造二十多年之经验，并结合目前高等职业院校学生的学习现状及近几年在本课程教学过程中出现的一些新情况、新特点，最终确定了全书编写的思路和架构体系。

本课程的教学时数为 70~80 学时。全书共由 8 章组成，分别是模具制造工艺规程，模具零件的机械加工，模具电火花加工，模具制造的其它方法，模具装配工艺，模具零件的加工质量，模具生产技术管理及模具加工技术的发展。

本书编写分工为：西安理工大学高等技术学院刘航副教授编写绪论、第 1~4 章和第 7 章；深圳信息职业技术学院张磊明副教授编写第 8 章；陕西工业职业技术学院南欢工程师编写第 6 章；西安理工大学高等技术学院李宏林工程师编写第 5 章。陕西国防工业职业技术学院贾宝勤副教授担任主审。

本书以模具制造工艺原理为主线，对传统的教学内容和课程体系进行了重组和整合，从模具制造工艺实施的生产实际出发，将模具制造工艺过程及分析，模具电火花加工，超声波加工，化学及电化学加工，型腔的冷、热挤压成形技术，超塑成形技术，铸造成形技术，合成树脂模具制造，冷冲模装配工艺，塑料模装配工艺，提高模具加工精度的途径，模具生产技术管理，模具技术状态鉴定，快速成形技术的特点和应用，模具高速铣削加工的工艺特点等内容有机结合起来，注重了模具制造工艺原理的实际应用，以适应培养模具制造生产一线技术应用型人才的需要。本书的内容编排力求适应高等职业院校的教学需要，从生产实际出发，简明、通俗。

由于编者水平有限，书中难免会有不妥之处，恳切希望广大读者批评指正。

编 者
2005 年 8 月

目 录

绪论.....	1	1.7.3 模具制造工艺规程的内容及其 确定原则与方法.....	32
第 1 章 模具制造工艺规程.....	3	1.7.4 模具制造工艺规程的文件化和 格式化.....	34
1.1 基本概念.....	3	思考题.....	41
1.1.1 生产过程和工艺过程.....	3	第 2 章 模具零件的机械加工.....	43
1.1.2 模具的机械加工工艺过程.....	3	2.1 概述.....	43
1.1.3 生产纲领与生产类型.....	6	2.2 冲模模架的加工.....	43
1.2 模具零件的工艺分析.....	7	2.2.1 导柱和导套的加工.....	45
1.2.1 零件图纸的完整性与正确性检查.....	7	2.2.2 上、下模座的加工.....	51
1.2.2 零件材料加工性能审查.....	8	2.3 注射模模架的加工.....	54
1.2.3 零件结构工艺性审查.....	8	2.3.1 注射模的结构组成.....	54
1.2.4 零件技术要求检查.....	8	2.3.2 模架组成零件的加工.....	56
1.3 定位基准的选择.....	8	2.3.3 其它结构零件的加工.....	57
1.3.1 基准的概念.....	8	2.4 冲裁凸模的加工.....	60
1.3.2 工件的安装方式.....	9	2.4.1 圆形凸模的加工.....	60
1.3.3 定位基准的选择原则.....	10	2.4.2 非圆形凸模的加工.....	61
1.4 工艺路线的拟定.....	12	2.4.3 成形磨削.....	62
1.4.1 表面加工方法的选择.....	13	2.5 凹模型孔加工.....	64
1.4.2 加工阶段的划分.....	14	2.5.1 圆形型孔.....	64
1.4.3 工序的集中与分散.....	15	2.5.2 非圆形型孔.....	66
1.4.4 加工顺序的安排.....	16	2.5.3 坐标磨床加工.....	68
1.5 加工余量及毛坯尺寸的确定.....	18	2.6 型腔加工.....	70
1.5.1 加工余量的基本概念.....	18	2.6.1 车削加工.....	70
1.5.2 加工余量及毛坯下料尺寸的确定.....	19	2.6.2 铣削加工.....	72
1.6 工序尺寸及其公差的确.....	23	2.6.3 数控机床加工.....	76
1.6.1 工艺基准与设计基准重合时工序尺寸 及其公差的确.....	23	2.6.4 光整加工.....	78
1.6.2 工艺基准与设计基准不重合时工序 尺寸及其公差的确.....	24	2.7 模具制造工艺过程及分析.....	85
1.7 模具零件工艺规程的制定.....	31	2.7.1 模具制造工艺路线.....	87
1.7.1 模具零件工艺规程的基本要求.....	32	2.7.2 冷冲压模制造工艺.....	90
1.7.2 制定模具工艺规程的步骤.....	32	2.7.3 注塑模制造工艺.....	93

思考题	99	思考题	193
第 3 章 模具电火花加工	101	第 5 章 模具装配工艺	194
3.1 电火花加工	101	5.1 模具装配方法	194
3.1.1 电火花加工的原理和特点	101	5.1.1 互换装配法	194
3.1.2 影响电火花加工质量的主要因素	104	5.1.2 非互换装配法	196
3.1.3 凹模型孔加工	107	5.1.3 模具装配工艺过程及装配方法	197
3.1.4 型腔加工	118	5.2 冷冲模装配	198
3.1.5 电极的制造	128	5.2.1 冷冲模装配技术要求	199
3.2 电火花线切割加工	129	5.2.2 冷冲模零件的固定装配	203
3.2.1 概述	129	5.2.3 冷冲模装配示例	222
3.2.2 3B 格式程序编制	131	5.2.4 其它冷冲模的装配特点、试模常见问题及调整	229
3.2.3 ISO 代码程序	140	5.3 型腔模装配	233
3.2.4 线切割加工工艺	141	5.3.1 型腔模装配技术要求	233
思考题	146	5.3.2 型腔模部件的装配方法	234
第 4 章 模具制造的其它方法	149	5.3.3 型腔模在装配中的修磨	237
4.1 超声波加工	149	5.3.4 型腔模整体装配方法	239
4.1.1 超声波抛光加工机的结构组成和 工作原理	149	5.3.5 型腔模装配示例	244
4.1.2 超声波抛光加工的特点	152	5.3.6 型腔模试模常见问题及调整	248
4.1.3 抛光工艺	152	思考题	250
4.1.4 影响抛光效率的因素	152	第 6 章 模具零件的加工质量	251
4.1.5 影响抛光表面质量的因素	153	6.1 模具零件的加工精度	251
4.2 化学及电化学加工	153	6.1.1 模具零件加工精度的概念	251
4.2.1 化学腐蚀加工	153	6.1.2 影响模具零件加工精度的因素	252
4.2.2 电铸加工	159	6.1.3 提高模具零件加工精度的途径	259
4.2.3 电解加工	164	6.2 模具零件的表面质量	261
4.3 型腔的挤压成形技术	173	6.2.1 模具零件的表面质量	261
4.3.1 冷挤压成形	173	6.2.2 影响模具零件表面质量的因素及 提高其表面质量的途径	262
4.3.2 热挤压成形	176	思考题	267
4.3.3 超塑成形	177	第 7 章 模具生产技术管理	268
4.4 铸造成形技术	180	7.1 模具的生产过程和特点	268
4.4.1 锌合金模具的制造	180	7.1.1 模具的生产过程	268
4.4.2 铍铜合金模具的制造	185	7.1.2 模具工艺工作	269
4.4.3 陶瓷型铸造	187	7.1.3 模具的生产和工艺特点	270
4.5 合成树脂模具制造	190	7.2 模具的技术经济指标	271
4.5.1 制造模具的树脂	190		
4.5.2 树脂模具的制作工艺	191		

7.2.1 模具的精度和刚度.....	271	8.2 开发应用模具计算机辅助设计和 制造技术.....	287
7.2.2 模具的生产周期.....	272	8.3 模具的表面硬化处理.....	288
7.2.3 模具生产成本.....	273	8.3.1 CVD 法.....	289
7.2.4 模具寿命.....	273	8.3.2 PVD 法.....	290
7.3 模具加工分析.....	274	8.3.3 TD 法.....	290
7.3.1 模具表面分类.....	275	8.4 快速成形技术.....	291
7.3.2 各类表面的加工分析.....	276	8.4.1 快速成形方法.....	291
7.4 模具生产技术管理.....	279	8.4.2 快速成形技术的特点和应用.....	293
7.4.1 模具生产的组织形式.....	279	8.5 模具的高速切削加工.....	294
7.4.2 模具生产计划管理.....	280	8.5.1 高速切削原理.....	294
7.4.3 模具设计及工艺管理.....	283	8.5.2 模具高速铣削加工的工艺特点.....	295
7.4.4 模具的管理.....	283	8.6 模具发展方向探讨.....	299
7.4.5 模具技术状态鉴定.....	285	思考题.....	300
思考题.....	286		
第 8 章 模具加工技术的发展	287	参考文献	301
8.1 应用高级精密机床加工模具.....	287		

绪 论

由于模具成形具有优质、高效、省料和低成本等优点，因此在国民经济各个部门，尤其是在机械制造、汽车、家用电器、仪器仪表、石油化工、轻工用品等工业部门得到了极其广泛的应用，占有十分重要的地位。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。

模具制造水平的高低，已成为衡量一个国家产品制造水平高低的重要标志，振兴和发展模具工业日益受到国家的重视和关注。国务院颁布的《关于当前产业政策要点的决定》，就把模具制造技术的发展作为机械行业的首要任务。

1. 我国模具制造业的现状与发展

据资料统计，我国拥有 18 000 多家模具生产企业，年产值大于 300 亿元，模具工业已初具规模。在加入 WTO 后，机械制造业迅速向发展中国家转移，中国已成为世界制造业大国，同时带动了模具制造业质与量的高度需求。统计显示，1996 年至 2001 年，我国模具制造业年产值平均增长 14%~15%；2002 年，全国模具总产值突破 330 亿元人民币，居世界第四位。在模具产品中，有些产品已接近或达到国际水平。在国家产业发展的政策引导下，预计未来数十年，模具需求量每年仍以 15% 的幅度递增，这将形成一个巨大的需求市场。当前，我国的模具制造技术已从过去只能制造简单模具发展到可以制造大型、精密、复杂、长寿命的模具。

2. 我国模具制造技术取得的主要进步

(1) 研究开发了几十种模具新钢种及硬质合金新材料，并采用了一些热处理新工艺，使模具寿命得到延长。

(2) 发展了一些多工位级进模和硬质合金模等新产品，并根据国内生产需要研制了一批精密塑料注射模。

(3) 研究开发了一些新技术和新工艺，如三维曲面数控仿形加工、模具表面抛光、表面皮纹加工以及皮纹辗制技术、模具钢的超塑性成形技术和各种快速制模技术等。

(4) 模具加工设备已得到较大的发展。国内已能批量生产精密坐标磨床、CNC 铣床、加工中心、CNC 电火花线切割机床以及高精度的电火花成形机床等，高速加工中心和五轴加工中心已经在企业应用。

(5) 模具计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)和计算机辅助分析(CAE)已在国内得到开发和应用。

3. 我国模具制造技术的不足

虽然我国模具制造技术已得到很大发展，但仍然不能满足国民经济高速发展的需要，与发达国家相比还存在较大不足。其原因是：

(1) 专业化和标准化程度低。目前，我国有冲压模、塑料模、压铸模和模具基础技术等 50 多项国家标准，近 300 个标准号。但总体来说，模具专业化程度小于 20%，而标准化程度也只有 30% 左右。

(2) 模具品种少，效率低，经济效益也差。比如，塑料制品的模具满足率仅约 40%，仪器仪表行业的模具满足率仅为 60%。

(3) 制造周期长，模具精度不高，制造技术落后，与模具制造业相适应的先进设备相对较少。

(4) 模具寿命短，新材料使用量仅约 10%，模具的热处理技术仍为薄弱环节。

4. 我国模具制造技术的发展方向

根据我国模具制造技术的发展现状及存在的问题，今后我国模具制造技术应向如下几方面进行发展：

(1) 开发、发展精密、复杂、大型、长寿命的模具，以满足国内市场的需要。

(2) 加速模具零部件标准化和商品化，建设有特色的专业化模具标准件生产企业，组建区域模具钢及标准件市场，以提高模具质量，缩短模具制造周期。

(3) 积极开发和推广应用模具 CAD / CAM / CAE 技术，提高模具制造过程的自动化程度。加快研究和自主开发三维 CAD / CAM / CAE 软件，同时搞好引进软件的二次开发，提高软件智能化、集成化程度。

(4) 积极开发模具新品种、新工艺、新技术和新材料；开发高速切削、电火花镜面加工、激光加工、复合加工、超精加工等模具加工新技术；开发高性能的模具材料，推广应用新型模具钢；对国外引进的新钢种要作二次研究，充分发挥其具有的优越性；进一步研究提高模具寿命的方法，建立正确选材用材的专家系统。

(5) 发展模具加工成套设备，以满足高速发展的模具工业需要。结合市场结构调整，进一步研究快速成形技术，开发适合我国国情的高性能、低成本的快速成形制造设备并使之商品化。

(6) 提高模具材料的热处理水平，扩大光亮淬火的适用范围。

(7) 建立模具高级人才培训基地，提高劳动力素质，提高模具工业技术水平。

5. 学习本课程的基本要求

“模具制造技术”课程是模具设计与制造专业的主要专业课之一。本课程的任务是使学生掌握模具制造所需的主要工艺方法及其选用原则，能够安排一般模具零件的制造工艺，处理一般工艺问题，熟悉模具的工艺性分析，了解国内外先进的制模技术及模具制造的新工艺、新技术。

本课程具有很强的实践性和综合性。因此，在学习本课程时，除了重视理论学习之外，还要重视实验、实习，注意理论与实践的结合，向具有丰富的实际经验的工程技术人员学习，注重应用。在冲压模具和塑料模设计完成之后，应安排一次模具制造技术的课程设计，以巩固和加深已经学过的理论知识，提高学生综合分析和解决模具制造技术中实际问题的能力。

第 1 章 模具制造工艺规程

1.1 基 本 概 念

1.1.1 生产过程和工艺过程

1. 生产过程

生产过程是指将原材料转变为成品的全过程。一般模具产品的生产过程包括原材料的运输和保管，生产的技术准备，毛坯的制造，模具零件的各种加工，模具的装配、检验，模具产品的包装和发送等。

在现代模具制造中，为了便于组织专业化生产和提高劳动生产率，一副模具的生产往往由许多工厂协作完成。如模具零件毛坯由专业化的毛坯生产企业来承担，模具上的导柱、导套、顶杆等零件由专业化的模具标准件厂来完成。这样，一个工厂的模具生产过程往往是整个模具产品生产过程的一部分。

一个工厂的生产过程又可划分为各个车间的生产过程。如铸锻车间的成品铸件就是机加工车间的毛坯，而机加工车间的成品又是模具装配车间的原材料。

2. 工艺过程

工艺过程是指直接改变加工对象的形状、尺寸、相对位置和性能，使之成为成品的过程。工艺过程是生产过程中的主要过程，其余如生产的技术准备、检验、运输及保管等，则是生产过程中的辅助过程。

1.1.2 模具的机械加工工艺过程

用机械加工方法直接改变毛坯的形状、尺寸和表面质量，使之成为模具零件的工艺过程，称为模具的机械加工工艺过程。而将模具零件装配成一副模具的生产过程，就称为模具的装配工艺过程。

模具的机械加工工艺过程由若干个顺序排列的工序组成，毛坯依次通过这些工序而变为成品。

1. 工序

一个或一组工人，在一个工作地点，对一个或同时对几个工件加工所完成的工艺过程，

称为工序。图 1-1 所示的限位导柱，加工数量较少时，有五道工序，两端面在装配时磨平，见表 1-1；加工数量较大时，就需要九道工序，见表 1-2。

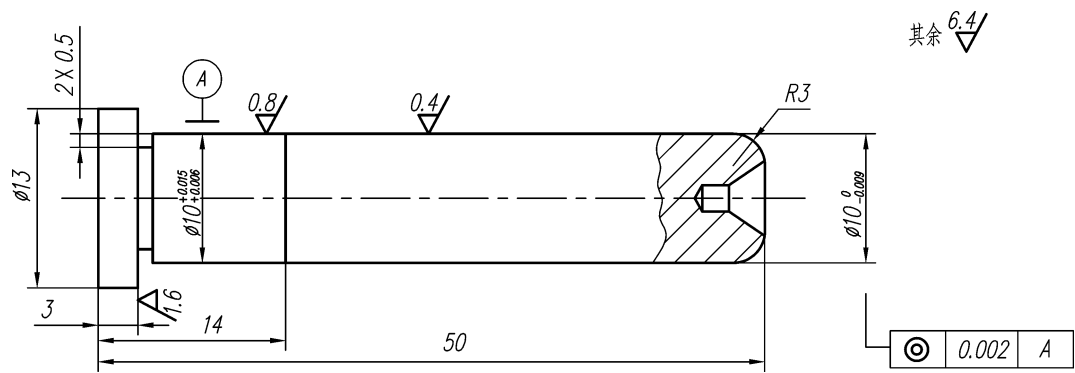


图 1-1 限位导柱简图

划分工序的主要依据是：

- (1) 加工零件的工人不变；
- (2) 加工的地点不变；
- (3) 加工的零件不变；
- (4) 加工须连续进行。

表 1-2 中第 5、6 和 7 号工序虽然都是磨削工序，但加工地点各不相同，应划分为三道工序。第 2、3 号工序的加工地点虽然可在同一台车床上完成，但由于零件加工数量大，应先将一批零件的两端面、双顶尖孔在一台车床上全部加工完毕，重新对刀后再车外圆、切槽、倒角，其间的加工不是连续的，因此属于两道工序。

表 1-1 限位导柱的加工工艺过程(单件生产)

工序号	工序名称	工 序 内 容	工作地点
1	备料		
2	车	① 车两端面，车钻双顶尖孔； ② 双顶尖装夹，车全部外圆， $\phi 10^{+0.015}_{+0.006}$ 及 $\phi 10^{0}_{-0.009}$ 处留余量 0.15； ③ 切槽，倒角，样板刀车 R3	车床
3	热处理	淬火、回火 HRC50~55	
4	磨	① 研双顶尖孔； ② 双顶尖装夹，磨 $\phi 10^{+0.015}_{+0.006}$ 及 $\phi 10^{0}_{-0.009}$ 至尺寸	外圆磨床
5	校验		

表 1-2 限位导柱的加工工艺过程(成批生产)

工序号	工序名称	工 序 内 容	工作地点
1	备料		
2	车	① 车两端面； ② 车钻双顶尖孔	车床
3	车	① 双顶尖装夹，车全部外圆， $\phi 10^{+0.015}_{+0.006}$ 及 $\phi 10^0_{-0.009}$ 处留余量 0.15； ② 切槽，倒角，样板刀车 R3	车床
4	热处理	淬火、回火 HRC50~55	
5	磨	① 研双顶尖孔； ② 双顶尖装夹，磨 $\phi 10^{+0.015}_{+0.006}$ 及 $\phi 10^0_{-0.009}$ 至尺寸	外圆磨床
6	磨	砂轮机上装碗形砂轮，割去吊装段顶尖孔	砂轮机
7	磨	专用夹具安装，多件集中磨平两端面，保证尺寸 50	平面磨床
8	钳	研光 R3	
9	校验		

2. 工步

在一个工序内，往往需要采用不同的刀具和切削用量对不同的表面进行加工。为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，所完成的这部分工序称为工步。如表 1-1 中的工序 2 内有三个工步。

3. 安装与工位

为了在工件的某一部位上加工出符合规定技术要求的表面，须在机械加工前让工件在机床或夹具中占据一个正确的位置，这个过程称为工件的定位。工件定位后，由于在加工过程中受到切削力、重力等的作用，因此还应采用一定的机构将工件夹紧，以使工件先前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。在一个工序内，工件的加工可能只需安装一次，也可能需要安装几次。工件在加工过程中应尽量减少安装次数，因为多一次安装就多一份误差，而且还增加了安装工件的辅助时间。

为了减少工件的安装次数，常采用各种回转工作台、回转夹具或移位夹具，使工件安装后可在几个不同位置进行加工。此时工件在机床上占据的每一个加工位置称为工位。图 1-2 所示为利用回转台在一次安装中顺次完成装卸工件、钻孔、扩孔和铰孔 4 个工位的加工实例。

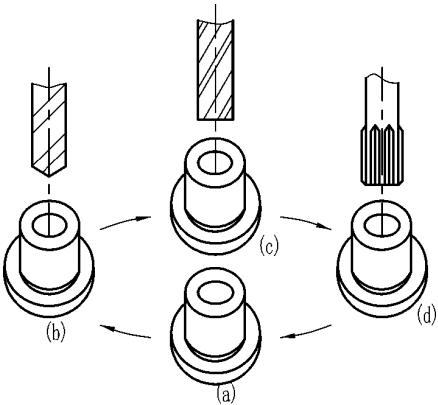


图 1-2 多工位加工实例

(a) 装卸工件；(b) 钻孔；(c) 扩孔；(b) 铰孔

4. 工步的合并

构成工步的任一因素(加工表面、刀具或切削用量)改变后,一般即变为另一个工步,但为简化工序内容的叙述,有时需将一些工步加以合并。

(1) 对于性质相同、尺寸相差不大的表面,可合并为一个工步。如表 1-2 的工序 2 中两个端面的车削(车两端面)及两个不同尺寸的外圆表面的车削(车全部外圆),习惯上各算作一个工步。

(2) 对于那些在一次安装中连续进行的多个(数量不限)相同的加工表面,可合并为一个工步。图 1-3 所示的模具垫板零件上有 6 个 $\phi 10\text{ mm}$ 的孔需分别钻削,由于这 6 个加工表面完全相同,因此合并为一个工步,即钻 6 个 $\phi 10\text{ mm}$ 孔。

(3) 为了提高生产率而将几个表面用几把刀具同时进行加工,或用复合刀具同时加工工件的几个表面,也算作一个工步,称为复合工步。图 1-4 所示为用一个钻头和两把车刀同时加工导套内孔和外圆的复合工步,需合并为一个工步。

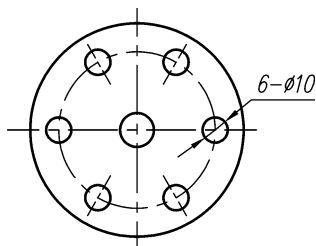


图 1-3 模具垫板零件

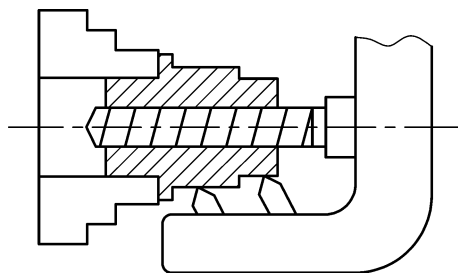


图 1-4 导套零件加工

5. 走刀

在一个工步内,由于被加工表面需切除的金属层较厚,因此需要分几次切削,则每一次切削就是一次走刀。走刀是工步的一部分,一个工步包括一次或几次走刀。

1.1.3 生产纲领与生产类型

1. 生产纲领

每批需要制造的产品数量称为生产纲领,也称为生产量。零件的生产纲领 $N_{\text{零}}$ 可按下式计算:

$$N_{\text{零}} = N_{\text{产}} n (1 + \alpha) (1 + \beta)$$

式中: $N_{\text{产}}$ ——产品的生产纲领(台/批);

n ——每台产品中的零件数量(件/台);

α ——零件的备品率(百分数);

β ——零件的平均废品率(百分数)。

2. 生产类型

零件的生产纲领确定后,就要根据车间的具体情况按一定期限分批投产,每批投入的零件数量称为批量。模具制造业的生产类型主要分为两种:单件生产和批量生产(大批量生产的情况在模具制造业中很少出现)。

单件生产：每一个产品只做一个或数个；一个工作地点要进行多品种和多工序的作业。模具制造通常属于单件生产。

成批生产：产品周期地成批投入生产；一个工作地点需分批完成不同工件的某些工序。例如，模具中常用的标准模板、模座、导柱、导套等都属于成批生产类型。根据产品的特征和批量的大小，成批生产又可分为小批生产、中批生产和大批生产。

模具生产类型的工艺特点见表 1-3。

表 1-3 模具生产类型的工艺特点

特 点	单 件 生 产	成 批 生 产
零件互换性	配对制造，无互换性，广泛用于钳工修配	普遍具有互换性，保留某些试配
毛坯制造与加工余量	木模手工造型或自由锻造，毛坯精度低，加工余量大	部分用金属模或模锻，毛坯精度高，加工余量较小
机床设备及布置	通用设备，按机床用途排列布置	通用机床及部分高效专用机床，按零件类别分工段排列
夹具	多用通用夹具，由划线法及试切法保证尺寸	专用夹具，部分靠划线保证
刀具与量具	采用通用刀具及万能量具	多采用专用刀具及量具
对工人的技术要求	熟练	中等熟练
工艺规程	只编制简单的工艺规程卡	有较详细的工艺规程，对关键零件有详细的工序卡片
生产率	低	高
制造成本	高	低

1.2 模具零件的工艺分析

对模具零件进行工艺分析，就是要从加工制造的角度来研究模具零件图的各个方面是否存在不利于加工制造的因素，并将这些不利因素在制造开始前予以消除，这是确保后续制造过程顺利、高效及高质量实施的前提与基础，也是极其关键的环节。

1.2.1 零件图纸的完整性与正确性检查

零件图纸的完整性与正确性检查包括：

- (1) 检查相关零件的结构与尺寸是否吻合；
- (2) 检查零件图的投影关系是否正确、表达是否清楚；
- (3) 检查零件的形状尺寸和位置尺寸是否完整、正确。

若发现错误或遗漏，可与设计者核对或提出修改意见。

1.2.2 零件材料加工性能审查

需审查零件的材料及热处理标注是否完整、合理。此时，应注意如下事项：

(1) 需先淬硬、再用电火花或线切割加工的型腔或凹模类零件，不宜用淬透性差的碳素工具钢，而应采用淬透性好的材料，如 Cr12、Cr4W2MoV 等；

(2) 形状复杂的小零件，因热处理后难于进行磨削加工，所以必须采用微变形钢，如 Cr12MoV、Cr2Mn2SiWMoV 等。

1.2.3 零件结构工艺性审查

零件结构工艺性是指所设计的零件进行加工时的难易程度。若零件的形状结构能在现有生产条件下用较经济的方法方便地加工出来，该零件的结构工艺性就好；反之，则零件的结构工艺性差。如果属于模具结构本身需要，对应的零件即使形状结构很复杂，制造时难度较大，仍需采取特殊的工艺措施予以保证，则不属于零件结构工艺性差之列。

模具零件结构工艺性差的主要情况有：

- (1) 不必要的清角形状；
- (2) 不必要的极窄槽；
- (3) 不必要的极小尺寸型孔或外表面；
- (4) 矩形凸模类零件四面都设计了吊装台肩(应修改为两面吊装台肩)；
- (5) 尺寸接近的圆形过孔和圆形排料孔(应修改成统一尺寸的圆形过孔或排料孔)；
- (6) 不必要的平圆底镗孔(应改为 120° 的钻底孔形状)等。

1.2.4 零件技术要求检查

零件的技术要求包括：

- (1) 加工表面的尺寸公差；
- (2) 加工表面的几何形状公差；
- (3) 各表面之间的相互位置公差；
- (4) 加工表面的粗糙度；
- (5) 热处理要求和其他技术要求。

应分析图纸上技术要求是否完整、合理，在现有生产条件下能否达到或还需采取什么工艺措施方能达到。

1.3 定位基准的选择

1.3.1 基准的概念

模具零件由若干个表面组成，要确定各个表面的位置则离不开基准，不指定基准就无

法确定零件各个表面的位置。从机械制造与设计角度来看，可将基准的概念表述为：用以确定零件上其他点、线、面位置所依据的点、线、面称为基准。

基准按其作用不同，可分为设计基准和工艺基准两大类。

1. 设计基准

设计零件图时用以确定其他点、线、面的基准称为设计基准。图 1-5 所示为导套零件，其外圆和内孔的设计基准是零件的轴线，端面 B 的设计基准是端面 A，内孔 D 的轴线则与 $\phi 30h6$ 外圆的设计基准相同，是零件的轴线。

2. 工艺基准

零件在加工和装配过程中使用的基准称为工艺基准。按其用途不同又可分为定位基准、测量基准和装配基准。

(1) 定位基准。工件在夹具或机床上定位时使用的基准即为定位基准。该基准使工件的被加工表面相对于机床、刀具获得确定的位置。图 1-5 所示的导套零件若使用芯棒在外圆磨床上磨削 $\phi 30h6$ 外圆表面时，内孔即为定位基准。

(2) 测量基准。测量工件已加工表面位置及尺寸时所依据的基准称为测量基准。如图 1-5 所示的导套零件，当以内孔为基准(套在检验芯棒上)检验 $\phi 30h6$ 外圆的径向跳动和端面圆跳动时，内孔即为测量基准。

(3) 装配基准。装配时用来确定零件在模具中的位置时所依据的基准称为装配基准。装配基准常常就是零件的主要设计基准。

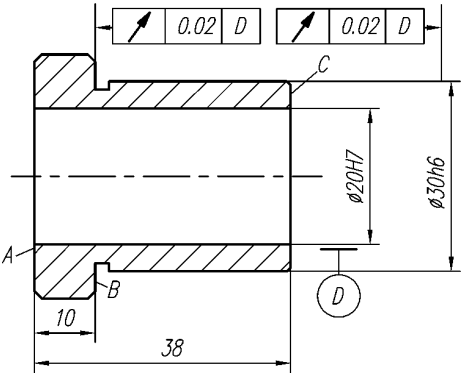


图 1-5 导套

1.3.2 工件的安装方式

在各种不同的机床上加工模具零件时，有各种不同的安装方式，可归纳为三种：直接找正法、划线找正法和采用夹具找正法。

1. 直接找正法

由工人利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称为直接找正法。图 1-6 所示为在车床上用四爪单动卡盘精车型芯，为使表面 B 的余量均匀，工人缓慢地转动夹持工件的卡盘，用百分表找正，其定位精度可达 0.02 mm。直接找正法适用于大多数模具零件的加工。

2. 划线找正法

图 1-7 所示是一模板的刨削加工。可先在工件上按设计要求划出中心线、对称线及各待加工表面的加工线，工件定位时再用划针按划线位置找正来确定其正确的加工位置。这种按划线找正确定工件加工位置的方法，叫做划线找正法。其定位精度一般为 0.2~0.5 mm。

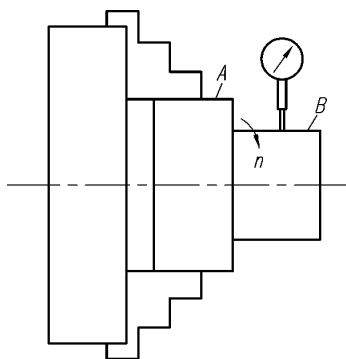


图 1-6 直接找正法装夹

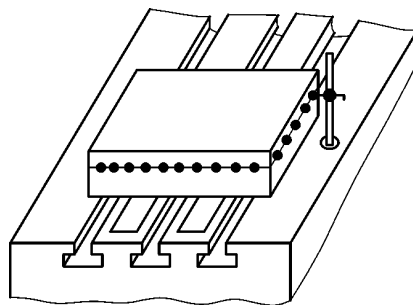


图 1-7 划线找正法装夹

3. 采用夹具找正法

夹具以它的定位面安装在机床上，工件按六点定位原则直接放置在夹具的定位元件上并夹紧，不需要另外进行找正操作。这种方法装夹迅速，定位精度高，但需要设计和制造专用夹具。模具标准件(如导柱、导套、推杆、拉料杆等)进行成批生产时，可采用夹具安装。

1.3.3 定位基准的选择原则

模具零件机械加工的第一道工序只能用毛坯上未经加工的表面作为定位基准，这种基准称为粗基准。在以后的工序中，则应用经过较好加工的表面作为定位基准，该基准称为精基准。

有时可能会遇到这样的情况：工件上没有能作为基准用的恰当的表面，这时就必须在工件上专门设置或加工出定位基准，称为辅助基准。图 1-8(a)所示的工艺夹头的外圆表面及其顶尖孔与图 1-8(b)所示的加工时旋入圆锥定位柱 2 头部螺孔内的工艺夹头 1，其外圆表面就是辅助基准。辅助基准在模具零件的工作中并无用处，完全是为了工艺上的需要而加工或设置的。加工完毕后，如有必要，可以去除辅助基准。在制定工艺规程时，总是先考虑选择什么样的精基准来保证零件各个表面的加工质量，然后再考虑选择什么样的粗基准把精基准加工出来。

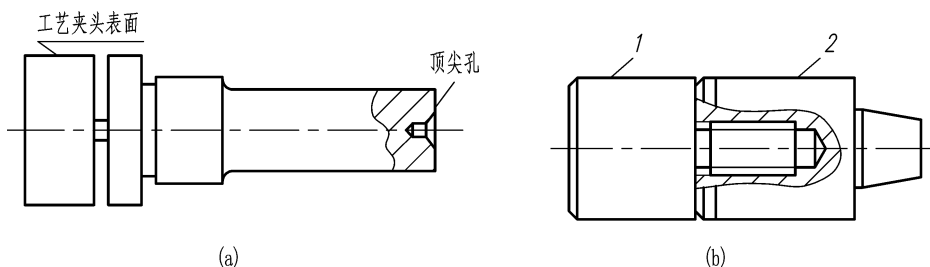


图 1-8 辅助基准实例

1. 精基准的选择原则

选择精基准时，主要应考虑减少定位误差和保证加工质量两个方面。

选择精基准时一般应遵循以下原则：