

高等院校塑料模具设计与制造专业系列教材

模具制造与管理

邹继强 刘矿陵 编著



清华大学出版社

高等院校塑料模具设计与制造专业系列教材

模具制造与管理

邹继强 刘矿陵 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书共 8 章,系统详尽地介绍了塑料模具各类零件制造的基础知识、基本原理、加工方法、加工设备以及设备的配置,塑料模具零部件的组装、总装的装配顺序、装配方法、要领以及冷冲模的加工装配方法,国内外各类现代具有代表性的先进模具的制造、装配方法(如全镶拼结构模具、热流道模具、冷流道模具;注压模、双色模、叠层模、精密模具、二次轴芯、二次推出模具、多型腔模具等)。另外本书还着重介绍了模具生产管理、全面质量管理(包括 ISO 9000~9005 国际质量认证体系)、模具档案管理和模具库的管理以及引进工作实施细则的具体内容。

本书以通俗的语言、简明而又丰富的实例和数据,通过深入浅出、循序渐进的方式,将具有代表性的模具结构的相关知识,系统地介绍给各种层次的读者,使读者能举一反三、触类旁通。

本书可作为大专院校模具设计与制造专业、材料成型专业的教材,也可作为大专院校机械设计与制造专业的参考教材,还可以作为塑料制品开发、制造企业、模具制造企业的岗位技术培训教材以及自学参考书。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13901104297 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用清华大学核研院专有核径迹膜防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

模具制造与管理/邹继强,刘矿陵编著.—北京:清华大学出版社,2005.2
(高等院校塑料模具设计与制造专业系列教材)
ISBN 7-302-10177-9

I.模… II.①邹…②刘… III.模具制造—高等学校—教材 IV.TGT60.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 137606 号

出 版 者:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦
http://www.tup.com.cn 邮 编:100084
社 总 机:010-62770175 客 户 服 务:010-62776969

组稿编辑:邹 杰

文稿编辑:桑任松

封面设计:陈刘源

印 装 者:三河市春园印刷有限公司

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印 张:20.25 字 数:470 千字

版 次:2005 年 2 月第 1 版 2005 年 2 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-10177-9/TH·156

印 数:1~5000

定 价:30.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770175-3103 或(010)62795704

前 言

《模具制造与管理》是模具设计与制造系列教材中的第二本，是第一本《塑料制品及其成型模具设计》的续编和配套教材。本书介绍如何通过人、机的协调配合，将图纸上的模具加工成用户满意的商品模具；介绍对模具如何进行管理，使之在生产过程中发挥其最佳效益。

模具制造属精密机械加工的范畴，其基础理论就是机械加工的理论。本教材无论在诠释这些理论方面，还是在分析讲解模具制造和装配的方法、要点方面，始终围绕企业的生产实际，针对生产常见的实际问题和具有代表性的要点、难点进行分析，力图使学习者在学后能应用于生产实际，能解决生产中的类似实际问题，以突出其实用性。

本书所举的实例，既有入门的基础加工知识、方法和技巧，也不乏现代模具的加工、装配方法和在装配中可能遇到的难点、要点，突出其先进性和典型性。

本书内容从最简单的平面加工、圆柱形、筒体形零件加工到各种异形、复杂成型面的三维数控加工，成型磨削加工；从零件加工到组装再到总装配，由浅入深，由易到难，循序渐进，系统性强。书中实际图例甚多并附以必要的简要说明，直观、易懂、清晰简明，便于学习掌握。建议在学习本课程时配合模具拆装、教学实习基地的操作实习以及深入企业的生产实习，使教学内容与生产实际紧密结合，加深印象和理解，以求达到融会贯通。

本书五月初下笔，七月底脱稿，为时三个月。审视全稿，无处不是与模具师傅们，与从事模具制造工艺工作的同行们几十年摸、爬、滚、打，苦乐与共，点点滴滴，日积月累收集、记录、整理和总结出来的。其中不少宝贵资料则是众多挚友无私相赠所得。因此，如果说本书尚有可取之处，那也是同行们几十年如一日勤奋工作的成果积累，是大家心血的结晶。感激二字已远远不能表达对大家的敬意和感激之情。

由于本人学识有限、专业水平有限、时间也有限，缺欠、欠妥和错误之处在所难免。敬请同行们不吝赐教，当速速改正，以飨读者。

此书由本人与长沙航院的刘矿陵老师共同编写。其中，冲模内容由刘矿陵老师编写，第5章由叶荣飞老师编写，全书由李绪业教授校审，由符正同志打印成稿，在此一并致谢！

邹继强于岳麓山下

2004年7月

作者简介

邹继强，男，1937 年出生。1955 年毕业于成都高级工业职业学校，是我国解放后从事模具专业学习的第一批学生。毕业后分配到北京 718 厂任塑料模具设计员。德国专家进厂后师从德国著名模具专家莱茵里克。此后 40 余年在军工企业模具设计制造一线工作并兼任职工的职业技术培训工作，设计并参与了千余副模具制造。曾兼任航空航天部浙江模具开发中心诸暨模具研究所和株洲 608 研究所技术顾问。1993 年内退后，先后被广州军区长城公司、余姚日化工艺制品厂、深圳东方模具厂、宁波华翔华众公司聘任总经理助理兼总工程师，负责一线的生产、技术工作。在长期的工作实践中，积累了丰富的塑料模具设计与制造经验。现为长沙南方职业学院模具工程系教授级高级工程师，学科带头人，兼任湘火炬公司灯具厂和田心电力机车厂广缘研究所技术顾问、《模具制造》和《模具工程》杂志社编委。作者所撰写的数篇论文获得“全国现代模具设计、制造大奖赛”一、二等奖。2002 年编著出版《塑料模具典型结构图册》。

目 录

绪论	1	1.4.8 内、外圆研磨的加工余量	21
第 1 章 模具制造的基础知识	6	1.5 工序尺寸及其公差确定	21
1.1 模具的生产过程和工艺过程	6	1.5.1 工艺基准与设计基准 重合时工序尺寸及其 公差确定	21
1.1.1 模具的生产过程	6	1.5.2 工艺基准与设计基准 不重合时工序尺寸及其 公差确定	22
1.1.2 模具的工艺过程	6	1.6 各种加工方法的加工精度和 表面粗糙度	27
1.1.3 现代模具制造的设备 配置与组合	7	1.6.1 一般加工方法所能达到的 精度等级(公差等级 IT)	27
1.2 模具制造工艺规程	8	1.6.2 平面加工方法所能达到的 加工精度	28
1.2.1 工艺规程的性质和作用	8	1.6.3 轴的加工方法所能达到的 加工精度	28
1.2.2 制订工艺规程的要点	8	1.6.4 孔的加工方法所能达到的 加工精度	29
1.2.3 制造工艺规程的步骤	9	1.6.5 各种加工方法所能达到的 表面粗糙度(R_a 值)	30
1.2.4 工艺规程的内容和 常用格式	9	1.6.6 成型件的加工方法与 加工精度	32
1.2.5 工艺过程卡实例	10	1.6.7 成型件的加工方法与 表面粗糙度	32
1.2.6 工序卡实例	12	1.6.8 模具零件加工表面质量分析	33
1.3 模具制造工艺路线的确定	13	1.7 模具制造的技术要求	34
1.3.1 模具零件结构的 工艺性分析	13	1.7.1 注射模的制造精度要求	34
1.3.2 模具零件技术要求分析	13	1.7.2 注射模成型件、结构件 之间的配合精度要求	34
1.3.3 成型件加工方法的确定 原则	14	1.7.3 成型件、结构件之间的 位置精度要求	34
1.3.4 加工阶段的划分	14	1.7.4 成型件成型表面的 质量要求	35
1.3.5 工序的集中与分散	16		
1.3.6 加工顺序及其确定原则	16		
1.4 模具零件的加工余量	17		
1.4.1 影响工序加工余量的 因素	17		
1.4.2 确定加工余量的方法	17		
1.4.3 毛坯的加工余量	18		
1.4.4 孔的加工余量	18		
1.4.5 铣削的加工余量	19		
1.4.6 内孔磨削的加工余量	19		
1.4.7 外圆磨削的加工余量	20		

1.7.5 冲模制造的技术要求	35	3.4 复习、思考与分析	149
1.8 复习、思考与分析	39	第4章 型腔与型芯成型面的加工	150
第2章 模具零件制造的定位		4.1 用常规机械加工模具	
原理和方法	40	成型面的实例	151
2.1 模具零件加工的定位	40	4.1.1 球形体型腔的车削加工	151
2.1.1 模具零件加工的定位		4.1.2 型腔大内球面的	
原理与定位基准	40	加工方法	153
2.1.2 模具零件加工的定位方法	43	4.1.3 型腔半球面的车削	153
2.1.3 定位零件	45	4.1.4 立式车床上车削大	
2.2 定位误差的分析与计算	54	球面型腔	154
2.2.1 定位误差的分析	54	4.1.5 在车床上加工椭圆型腔	154
2.2.2 定位基准位置偏移		4.1.6 深孔型腔用成型 SR 刀片在	
产生误差的分析	55	车床上的加工方法	155
2.2.3 定位误差的计算	57	4.1.7 螺纹型环——盲孔内	
2.3 零件加工位置的紧固	59	螺纹的加工	156
2.3.1 零件加工位置的紧固要求	59	4.1.8 螺纹型芯的加工	156
2.3.2 紧固位置的误差分析	59	4.1.9 型腔深孔台阶的加工	157
2.4 模具零件制造误差分析		4.1.10 在刨床上刨内圆	
及其控制	60	弧面的方法	157
2.5 复习、思考与分析	61	4.1.11 龙门刨上加工大型	
第3章 模具零件的加工	62	型腔弧面	158
3.1 模板和矩形零件的加工		4.1.12 内球面型腔的铣削加工	158
(平面加工)	62	4.1.13 立铣床铣削内、外圆	
3.1.1 模板板类零件	62	弧面	159
3.1.2 模板加工的工艺要求	62	4.1.14 在立铣上铣削椭圆型腔	
3.1.3 模板的加工方法	63	(通孔或不通孔)	159
3.1.4 模板上圆孔和系列		4.1.15 铣内椭圆面型腔	160
圆孔的加工	87	4.1.16 偏心型芯的车削工具	161
3.1.5 矩形零件、矩形孔以及		4.1.17 牛头刨上加工异形型芯	161
异形孔的加工	106	4.1.18 用小直径刀盘铣大	
3.1.6 模板上的深孔加工	109	直径的截头球体	162
3.2 圆柱形零件的加工	114	4.1.19 车床上车削椭圆型芯轴	162
3.2.1 模具中的圆柱形零件	114	4.1.20 球体型芯的铣削加工	163
3.2.2 圆柱形零件的加工方法	114	4.1.21 铣端球体型芯	163
3.3 筒形体零件的加工	141	4.1.22 球头体专用研磨工具	164
3.3.1 模具中的筒形体零件	141	4.2 成型面的数控铣削加工简介	164
3.3.2 筒形体零件的加工方法	141	4.2.1 数控铣削加工简介	164
3.3.3 其他筒形体零件的加工	146	4.2.2 数控铣床和加工中心	

所用的刀具	165	表面粗糙度	218
4.2.3 数控加工工艺简介	167	4.5.6 慢走丝线切割加工的 工艺参数	219
4.2.4 子程序调用编程实例(1) (变量格式)	170	4.5.7 线切割常用加工材料 及其工艺性	220
4.2.5 编程实例(2)(子程序)	171	4.5.8 常见线切割加工的工件 形状一览	220
4.2.6 模具成型件加工常用 CNC 机床	172	4.5.9 成型镶件线切割编程 示例	223
4.2.7 模具成型件加工常用 数控机床技术规格	172	4.6 型腔冷挤压成形和压印加工	225
4.2.8 常用刀柄及其标准	176	4.6.1 型腔或型芯的冷挤压 成型简介	225
4.3 模具成型面的成型磨削加工	176	4.6.2 型腔或型芯的压印加工	226
4.3.1 成型磨削方法	178	4.7 复习、思考与分析	227
4.3.2 磨削的基本方法示例	181	第 5 章 特种加工	228
4.3.3 其他成型面、分型面的 磨削示例	183	5.1 超声波加工	228
4.3.4 成型磨削的工艺方式	183	5.2 电化学加工	229
4.3.5 成型磨削的工艺尺寸计算	185	5.3 化学加工	230
4.3.6 凸模成形磨削工艺过程 实例	186	5.3.1 化学蚀刻加工	231
4.3.7 凸模成形磨削工序和 操作要点	188	5.3.2 光化学蚀刻加工	231
4.4 成型面的电火花加工	190	5.3.3 化学抛光	232
4.4.1 电火花成型加工的特点	190	5.3.4 化学镀膜	232
4.4.2 电火花成型加工的方法	190	5.4 激光加工	233
4.4.3 混粉电火花镜面加工 技术简介	191	5.5 电子束加工	233
4.4.4 混粉与普通电火花加工 的电加工参数和加工 效果的比较	191	5.6 离子束加工	234
4.4.5 电火花成型机床介绍	191	5.7 等离子体加工	234
4.4.6 电火花成型加工工艺	198	5.8 快速模具制造技术(RPT)	236
4.5 成型零件的线切割加工	205	5.9 磁性磨料研磨和磁性 磨料电解研磨加工	239
4.5.1 线切割加工原理、特点和 应用范围	205	5.10 挤压珩磨	240
4.5.2 切割机床的分类、 型号和选用	205	5.11 复习、思考与分析	242
4.5.3 线切割工艺	215	第 6 章 冲模的装配	243
4.5.4 工件的定位与夹紧	217	6.1 冲模装配的工艺过程	243
4.5.5 线切割的加工精度和		6.2 冲模零件的组装	244
		6.2.1 模柄的装配	244
		6.2.2 导柱和导套的装配	246
		6.2.3 凸(凹)模的装配	248
		6.3 冲模装配示例	253

6.3.1 单工序冲裁模的 装配示例	253	7.2.5 火花塞外罩热流道注射模 的型腔加工及装配	280
6.3.2 级进冲裁模的装配示例	255	7.2.6 导滑轮简易叠层注射模的 制造装配工艺	282
6.3.3 落料、冲孔复合模 装配示例	256	7.2.7 扬声器塑料盆架温流道 注压模的装配要点	283
6.3.4 落料、拉伸复合模 装配示例	257	7.2.8 灯罩双清色注射模的 制造装配工艺	287
6.4 复习、思考与分析	259	7.2.9 后视镜镜体注射模的 制造装配分析	293
第 7 章 塑料模具装配实例分析	260	7.3 注射模具的试模和验收	298
7.1 零、部件的组装实例	261	7.3.1 试模前首先应选定相应 的成型机	298
7.1.1 导柱导套的组装	261	7.3.2 对所选定成型机的检查	299
7.1.2 圆锥定位件的组装	262	7.3.3 模具的安装、固定, 机床的 调整及试模	299
7.1.3 浇口套的组装	263	7.3.4 模具验收	301
7.1.4 热流道板的组装	264	7.4 复习、思考与分析	301
7.1.5 成型镶件的组装	265	第 8 章 现代模具管理	302
7.1.6 斜滑块(哈夫拼合件)的 组装	266	8.1 现代模具管理的特点	302
7.1.7 多件镶拼型腔的装配	267	8.2 模具制造的全面质量管理	302
7.1.8 型芯的组装	268	8.2.1 全面质量管理的实质和 目的	303
7.1.9 多件整体型腔凹模的装配	269	8.2.2 全面质量管理的要求	303
7.1.10 单型腔与双型腔拼块的 镶入装配	270	8.3 质量论证和质量论证体系	303
7.1.11 侧抽芯滑块的装配	270	8.4 成组技术	304
7.1.12 楔紧块的装配和修磨	271	8.5 即时生产	304
7.1.13 脱模推板的装配	272	8.6 看板管理	305
7.1.14 推出机构的装配	273	8.7 模具管理	305
7.1.15 耐磨板斜面精定位的 装配	275	8.7.1 模具档案管理(档案管理 的作用、内容和管理的 归属)	305
7.2 塑料模具典型结构装配实例及 分析	275	8.7.2 模具台账管理	306
7.2.1 动模型芯镶拼组合结构的 装配	275	8.7.3 模具库的管理	307
7.2.2 过滤球型腔全镶拼结构的 加工和装配	277	8.7.4 模具的使用、保养、维护、 维修和更新	308
7.2.3 集线套压缩模的制造 安装工艺	278	8.8 模具引进工作实施细则	311
7.2.4 热固性塑料果盘注、压模的 装配工艺	279	8.9 复习、思考与分析	311

绪 论

1. 本课程的作用与任务

本书是《塑料制品及其成型模具设计》课的延续和配套教材。本课程是模具设计与制造专业的主要专业课之一。本课程内容以塑料模具制造为主体, 兼顾冲压模具制造装配以及模具管理。各校可根据具体要求决定取舍。

塑料制品, 它只是一件样品或是一张设计图。而所设计的该制品的成型模具, 在尚未加工成为商品模具之前, 也仅仅是设计图纸和相关数据而已, 尚处于纸上谈兵状态或类似于沙盘上的“作战”演示阶段, 它必须通过一系列正确、快捷而又经济的加工方法, 使之成为具有一定功能和实用价值, 即能正常且持续地生产出合格制品的模具才行。否则, 没有任何意义和价值。因此, 模具制造的作用就是通过人、机的有机配合将图纸上的模具加工成商品模具。而模具制造工艺文件的作用则是用以指导和规范各工序的加工, 使加工达到好、快、省的最终目的。

本课程是一门实践性、综合性都很强的专业课, 其任务就是通过课堂讲授、实验实践、课程设计、实习工厂实训和模具制造厂的实习, 使学习者在学习并掌握《塑料制品及其成型模具设计》的基础理论和设计方法的同时, 要求: (1)掌握模具制造的基本知识和基础理论以及模具加工的方法和一般的装配技能, 从而能将不太复杂的模具图加工成商品模具, 并能正确分析和解决模具制造中常见的技术问题。(2)掌握模具管理的相关知识, 日后能胜任模具管理工作。(3)能应用新工艺、新技术解决模具制造中的新问题, 并以此为学习者的就业和进一步创业打下较为牢固的基础。

2. 本课程的要求和方法

制品(尤其是塑料制品)、模具(特别是塑料模具)及其制造工艺, 三者之间可谓水乳交融, 难以分离。很多设计独到、制造精良的模具, 其制品的结构和功能设计, 往往也是出类拔萃的。而能对制品的工艺结构中的任何一个不足之处提出独到的改进, 无疑也是出于对模具结构设计和制造有透彻、独到的理解并积淀了较为深厚的造诣所致。

一个优秀的制品开发、设计者, 在设计和确定制品的任何一处结构部位时, 此部位成型模具的结构, 实际上已经形成, 而同时, 此部位模具结构的加工、装配以及维修等一系列相关的技术问题, 实际上也已经有序地经过审视而得以确定。因此, 一个称职的产品设计者实际上已经是一位称职的模具工艺师和模具设计师了。

由此可知, 要成为一个优秀的制品开发者、设计者, 首先应成为一位称职的模具制造技师继而成为一个优秀的模具设计师。为此, 还必须从学会制造一颗合格的螺钉起步。这正是千里之行始于足下!

如前所述, 本课程是一门实践性、综合性都很强而且涉及知识面较广的课程。因此要求学习者将大约 60%的精力和学习时间用于实验、实训和实习, 从做好第一颗螺钉起步,

迈开奔向本专业顶峰的二万五千里征程的第一步。再以大约 40% 的精力和时间, 学好本课程的基础理论和各种加工方法、加工技能; 学会模具的管理知识以及分析问题、解决问题的方法, 并在实验、实训和实习过程中和日后的工作中积淀、充实和提高。

制品, 是模具制造出来的, 而模具则是模具师傅们的双手创造出来的。因此, 要学会、学好这门模具制造课, 最好的方法就是踏踏实实地向模具师傅们学习并亲自动手去制造模具; 想学好模具管理知识就要脚踏实地的去管理模具。犹如想知道苹果的滋味就亲口尝尝的道理一样。实践出真知。任何人的真知灼见、一技之长, 无不来源于实践。

但是, 教材上的知识也是实践真知的总结和浓缩, 是精华。须知, 一个人一生所从事专业工作的经验积累和总结, 往往还难以满足编著一本教材的要求, 尚须参考、借鉴若干本他人教材中的许多经验的精华来启迪和补充自身的不足, 也才能使教材得以完善。于此亦可知其编著一本专业教材之不易。因此, 若轻视理论知识的学习也是不可取的。而惟一可取的方法仍然是: 理论紧密联系实际, 手脑并用双管齐下的方法。

学习, 无论学什么都要勤于动脑、善于思考。勤, 就是不断学习, 向老师傅、向一切有经验的人学习, 不耻下问, 持之以恒, 日积月累, 必有所获。正所谓积沙成塔、集腋成裘。因为知识在于积累。一曝十寒, 三天打鱼两天晒网是难成气候的。善于思考就是遇到问题不但要多想, 还要善于联想, 从而能举一反三, 触类旁通, 深入实质, 追根寻底。不懂要问, 问清楚, 弄彻底。不装懂, 不流于一知半解。

上述种种纯属笔者之管见, 乃抛砖引玉之谈, 仅供学习者参考。在人的一生中看似漫长而实则非常短暂的学习和工作过程中, 每个人均可根据自己的实际情况探索出一些切合自己的、行之有效的学习方法。条条大道通顶峰。路在每个人脚下。你走过去了, 留下的就是路。

3. 模具制造的特点

模具, 无论是塑料模、冲压模还是其他模具都是一种专用的、最适于大批量生产的、高技术含量的精密成型工(艺)装(备)。模具制造在机械制造中属于精密机械制造的范畴, 具有下述诸多特点:

- (1) 模具成型件尺寸的制造精度要求高。
 - 一般塑料模具成型尺寸的精度在 $(0.10 \sim 0.010)\text{mm}$ 范围内; 精密模具则达到 $(0.010 \sim 0.005)\text{mm}$ 的范围内, 有的甚至达到 $(0.003 \sim 0.001)\text{mm}$ 的高精度。
 - 在多工位级进精密冲模中, 凹模镶件的重复定位精度可达到 $(0.005 \sim 0.002)\text{mm}$; 步距精度亦可达到 $(0.005 \sim 0.002)\text{mm}$ 。
 - 塑料模具成型尺寸的测量公差: 一般模具成型尺寸的制造公差是制品尺寸公差(GB/T14486-93)的 $1/3 \sim 1/5$; 而精密模具成型尺寸的制造公差仅为制品尺寸公差的 $1/6 \sim 1/8$ 。
- (2) 模具各相关结构件之间的配合精度要求高。
- (3) 成型件之间、成型件与结构件之间、结构件之间的相对位置精度要求高。
- (4) 成型件的成型表面质量要求高: 可达 $R_a(0.4 \sim 0.1)\mu\text{m}$ 。
- (5) 成型件的制造难度大。
 - ① 塑料模的成型面是塑料制品各部分表面在一定温度和压力下, 在型腔和型芯上的复

制。而型腔和型芯的各成型面,多呈二维、三维的平面、斜面、曲面或曲面与平面、曲面与斜面、曲面与曲面的组合、交错、重叠等复杂异形的组合体。不但复杂而且精细,表面质量要求高、尺寸精度要求高、位置精度要求高。因此,非一般的机械加工设备和常规的刀具、夹具、工具、量具所能完成,而必须采用诸如数控车床、数控铣床、仿形铣和磨、成型磨、线切割、电火花成形、激光加工、超声波加工、电解研磨、珩磨等特种加工的配合并配之以相应的工具、夹具、刀具、量具如专用样板、专用量规等(均为非标准件),需专门设计和制造,方能满足其制造工艺的要求,故其加工难度大。

② 为提高模具的使用寿命,模具的成型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处理如调质、预硬、淬火回火;氧化涂复以及渗碳渗氮、碳氮共渗等处理以消除其内应力,提高耐磨性、耐腐蚀性、稳定性和综合机械性能,从而提高模具的使用寿命和使用精度,降低制品成本。经处理后的钢材,除预硬易切钢之外,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。

(6) 因模具制造精度高,制造要求高,加工难度大,因此对工人的技术水平和技能以及检测工艺装备和检测工艺水平都有相应的较高要求。

(7) 在模具的组装和总装工艺中常采用配制的加工方法,如配钻、铰、铣、镗、车、磨和配研等,以此保证两配制零件形状和相互位置(同轴度、垂直度、平行度、平面度、对称度、密合度等)的完全一致,以提高其装配精度。尤其在二次精定位中的两配合锥面,常采用研配工艺和涂红粉检验的方法,以此保证两配合面的密合。导柱与导套为保证其良好的导向和定位功能,加工后也必须进行研配。唯此,模具的整体综合质量才能得到可靠保证,制品的质量也才能得到有效保证。

(8) 正由于模具制造的工序繁复,多种多样,制造难度大,工艺流程长,致使制造周期加长。但周期又受其合同期限的严格限制,必须按时完成,就更增加了制造的难度。即在设计、制造的全过程中,不允许出现原则性失误。因此,促使模具生产企业必须严格、牢固地树立全员性的质量管理和保证体系,并以制度形式落实到各项工作中,使每副模具的每个零件,从设计始至交货止全过程的每个环节和影响质量的每个因素,都处于严格和有效的控制之中。

(9) 模具属大批量生产的专用成型工装设备。一副设计合理、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(10000~20000)万次。可见,在上述批量范围内的制品,有一副模具足矣。所以,模具制造属单件生产,还很难见到一件产品同时开几副模具的情况。唯有模具的标准件和通用件属批量生产,由专业制造厂按国家标准生产、供货。

(10) 模具,尤其是塑料模具,其型腔的装配和抛光,目前绝大多数仍为手工操作,尤其是复杂的中、小型模具更是如此。一时尚难实现机械化、自动化——尽管在此领域目前比之以往已有长足的进步。

4. 模具制造的主要方法

模具,因其用途的不同,精度要求的不同,制造方法也各不相同。

(1) 试制性和批量小的试生产模具,常采用快速成型铸造法或用无须热处理且易于加工的诸如铝合金,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。

快速成型铸造法最常用的材料是锌基合金。它熔点低、可铸造性好,易于成型形状较为复杂的模具,而且铸造精度也比其他同类材料的铸造精度高,并具有与软质钢材相同的强度、耐磨性和润滑性。缺点则是材质较软,不耐磨且耐热性差所以寿命短,尤其不宜制造成型温度要求高的塑料模具。

另外,也有用导热性和耐磨性相对较好的铍铜合金代替锌基合金的,有助于模具质量和使用寿命的提高。

还有将酚醛树脂、环氧树脂和聚酯树脂等合成树脂用于快速成型铸造制模的。合成树脂质轻、耐磨,故不易锈蚀;流动性好而易于充模成型。复制、修理也较为容易。其最大缺点是不耐热,温度过高时变形大,而且质软而不耐磨。强度不高,还易于老化。

(2) 大型的、形状简单且加工精度要求不高的模具零件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,比之整体进行加工的模具,其抗冲击强度较差。氩弧焊接的零件,其变形相对小些,多用于对成型零件局部损坏的修补。

(3) 一般的日用品模具,因其制品(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的模具,用常规的机加工方法如铸、锻、车、钻、铣、镗、磨即可完成。

由于加工技术与加工设备日新月异的发展,在昔日的传统机加工中被视之为特种加工的线切割和电火花加工,如今已广为应用,非常普遍,所以实际上已不再视为“特种加工”之列,而仅仅作为加快制造进度,缩短制造周期的一种辅助办法,而逐渐成为一种普通的常规加工方法之一。

(4) 除此之外的工程结构件制品的模具制造,其一是标准件(包括整体标准模架)和通用件的加工方法,如前所述,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。如长径比较大的、推管深孔加工和弹簧的专业加工方法以及各种标准件、通用件的热处理等。其二是成型件的加工:成型件的加工是成型类模具加工的重点和核心。

成型件的加工方法又分为两种类型:其一是各成型面的加工,多采用诸如数控车床、仿形加工、数控铣床以及加工中心、成型磨削以及个别情况下所采用的冷挤压成型、压印修磨成型等的加工方法。同时还辅之以超声、电化学、激光、电子束、等离子体加工以及与三坐标测试仪、扫描仪相配合的快速原型加工、电解研磨、挤压珩磨、镜面研抛等一系列特种加工。(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,故本教材不再介绍。)

低耗、高效、优质、环保型的热处理加工工艺也是成型件加工中极为重要而不可忽视的一环。

其二是成型件与结构件的配合部分的加工以及成型件之间的镶拼结构配合部分的加工,一般大多采用精密机械加工方法如铣、镗、磨,以及线切割、电火花加工等。

5. 现代模具制造技术的发展趋向

(1) 首先是加快模具的标准化、商品化发展,以及提高模具的制造质量、缩短模具的

制造周期。

(2) 模具 CAD/CAM 技术是模具设计、制造技术的又一次革命, 其优势越来越明显。普及和提高 CAD/CAM 技术的应用是模具制造走向现代化的必由之路。

(3) 以高速铣削为代表的高速切削加工技术代表了模具外表面粗加工的发展方向。

(4) 成型面的加工向精密、自动化方向发展。

(5) 光整加工技术向自动化方向发展。

(6) 以三坐标测试仪和快速原型制造技术为代表的制模技术是模具制造技术的又一重大发展。尤其是用于反向制造工程和复杂模具的制造, 对缩短制造周期有着非常重要的作用。

(7) 节能、优质、高速、绿色热处理工艺是模具零件热处理的主导方向。

(8) 进一步提高模具钢材的耐磨、耐蚀、综合机械性能、加工性能和抛光性能是提高模具质量的稳定性和使用寿命的主要途径和发展趋向。

6. 模具的现代生产方式

在完全实现模具标准件、通用件的生产专业化, 供应商品化的基础上, 利用现代 IT 技术, 组成局域通信网络, 将计算机设计完成的各成型面、配合面数字化并编成代码直接输入数控机床或(CNC)加工中心进行自动编程继而完成自动加工。加工过程中则完成自动检测和结果的自动显示, 从而实现产品、模具设计以及模具制造的自动化和智能化并以此提高设计和制造的速度和质量, 减少人为的多层次的失误造成的缺陷, 从而缩短模具生产周期, 提高模具质量以及使用的可靠性和寿命。

第 1 章 模具制造的基础知识

1.1 模具的生产过程和工艺过程

1.1.1 模具的生产过程

模具的生产过程即是从接受客户产品图(或样品)和相关的技术资料、技术要求并与客户签订模具制造合同起,至试模合格交付商品模具和进行售后服务的全过程的总称。此过程包括下述各生产阶段:

(1) 对制品工艺结构和技术要求的分析、判别,并以此确定制品的成型工艺和成型模具的类型和总体结构。

(2) 成型模具总装结构的设计;在完成总装配结构设计的基础上,①完成成型件的造型和结构设计以及浇注、定位导向、侧向分型抽芯、推出、温控、排溢各系统的设计,②确定标准件(标准模架等)、通用件的规格型号和相关要求,③确定各成型件结构件的材料和热处理要求。

(3) 根据模具设计图和技术要求,确定模具的制造工艺规程,编制工艺过程卡和工序卡。

(4) 根据第 3 项的工艺文件进行以下工作:①标准件(首先是标准模架)、通用件的配置选购和进厂入库时的检验;②成型件、结构件毛坯加工;③成型件加工程序(如线切割、数铣、磨或加工中心加工的程序)的编制;④与上述各项加工相适应的工具、夹具、刀具、量具的配置。

(5) 模具成型件结构件的加工和热处理。

(6) 装配:经检验,各成型件、结构件、标准件、通用件均合格的前提下(即尺寸精度、位置精度、表面质量、热处理等均满足要求)进行组装和总装。

(7) 试模验收,交付使用。总装完成后进行试模并检验其试模样品。样品合格,且试模后模具无异常现象,即可根据合同要求或模具技术条件验收。

(8) 模具投产后,制品质量状况和模具使用状况的信息反馈、记录、整理存档以及相应的售后服务工作(如开展模具使用、维护保养、维修更新、库房管理的建议和指导)。

上述八项过程即为模具生产全过程。

1.1.2 模具的工艺过程

模具制造的工艺过程是模具生产过程的重要组成部分,即是将模具设计图转变为具有一定使用功能和实用价值即能连续生产出合格制品的商品模具的全过程。共包括成型件、

结构件的加工；标准件、通用件的采购；模具组装和总装，试模验收交货这几个工艺过程。

1.1.3 现代模具制造的设备配置与组合

1. 模具零件加工所需的设备配置

1) 标准件、通用件加工的设备配置

为满足标准件、通用件大批量、专业化生产的要求、不同零件的不同配置如下：

(1) 模板加工

模板加工应配以铣、镗为主的、能自动换刀的数控铣、镗精加工机床，用以加工模板的各板面和模板上的孔；还应配置精密平面磨床或精密立式磨床对模板各板面以及板上的孔(尤其是基准面)进行精加工以保证各平面相互的平行度和垂直度；配以数控铣床或精密坐标镗床，用以保证模板上精密孔距的精度要求以及孔与板件结构尺寸相互位置的精度要求。

(2) 圆形零件加工的设备配置

① 圆柱形零件如导柱、推杆、拉杆、复位杆斜销等零件加工，应配置车床、精密仪表专用车床、数控车床进行粗加工和半精加工，再配以精密外圆磨床等进行精加工。

② 圆筒形零件的加工设备配置 比如导套加工，除配置精密仪表车床、数控车床进行粗加工和半精加工之外，还须配置精密内圆磨床、内圆研磨机等设备。

③ 长径比特别悬殊的杆件加工，除配以圆柱形零件加工所需的机床外，还应配以专用夹具以保证其同轴度和平直度的精度要求。而长径比特别悬殊的推管加工则应配以枪钻、深孔钻和相应的专用深孔加工机床和夹具。用机械加工无法完成的 0.8mm 以下的小孔和小孔推管则只好用激光来加工了。

2) 成型件加工的设备配置

非圆形凸模和型芯的加工常用线切割机，而非圆形的凹模型腔则多用电火花成型机加工成形。形状不规则的型面以及带有沟槽、凸起和曲面的复杂型面，应配置数控铣床或加工中心，组成 CAD/CAM 的成型加工系统。上述复杂型面的精加工和超精加工还须配置成型磨床、精密坐标磨床等设备。根据制品和模具成型件的不同结构，成型件还可以进行冷挤压成型加工或采用压印修磨成形。因此须配置相应规格和功能的压力机以及专用定位夹具。

2. 模具装配所需设备的配置与组合

按其装配工艺要求，首先是成型件与标准模架中的成型件固定板的装配定位、导向和平稳地装入。为保证其装配精度，装配时应有专用定位工具和定位基准，还应配置相适应的压力机。然后是结构件与模板的装配；模板之间的组装；都必须选择设计、制造中的基准面作为装配基准，经定位件定位(比如定位销钉等)和导向后装入并紧固；其后是装配时有配合要求的两零件中之一的研磨、修配(比如斜滑块斜面与固定板斜面固定孔的涂红粉研配；楔紧件与侧抽芯滑块斜面的修配；要求成型通孔的型芯与模板的涂红粉研配；导柱与导套的研配等等)以及装配后的配磨、配铣(比如数个支承钉装入顶板后，应一同磨平，以保证其高度的一致；再如型芯或成型型腔镶套装入固定板后，型芯或镶套带台阶的大端应

与模板同磨, 保证齐平(亦即型芯或镶套台阶的高度应比台阶孔的高度大 $(0.05\sim 0.1)\text{mm}$ 才行)。导柱和带台阶导套装入模板后, 其大端台阶也应与模板一同磨平)。

在上述装配过程中, 如果是小模具, 零件的传送、移动、翻转等, 均可由模具装配钳工完成。如果是中等模具或大型模具, 则须配置吊装装置或模具专用装配翻转机以减轻工人的劳动强度, 提高装配效率而且更加方便和安全。

最后是试模, 也应配置吊装装置或模具装卸机。

总之, 模具制造既要高效率还应高质量。为达此目的, 零件粗加工应配置高速高效的加工设备, 而精加工则要配置高精度高效率的精加工或超精加工设备。同时还应配置相适应的专用刀具、夹具, 必需的辅助工具和相应的量具进行优选组合。比如 CNC 加工中心, 当配置三坐标测试仪; 精密坐标镗床则应配置光学投影仪等。大进刀量的高速铣削粗加工, 当然应配置优质硬质合金铣刀和有足够强度的夹具。

1.2 模具制造工艺规程

1.2.1 工艺规程的性质和作用

模具零件加工工艺规程就是以规范的表格形式和必要的图文, 将模具制造的工艺过程以及各工序的加工顺序、内容、方法和技术要求, 所配置的设备 and 辅助工装, 所需加工工时和加工余量等内容, 按加工顺序, 完整有序的编入其中所形成的模具制造过程的指导性技术文件。因此, 模具制造工艺规程的作用即是用以组织、指导、管理和控制模具制造的各个工序。与模具设计图一样, 模具制造工艺规程一经编制者、审核和批准者确认无误并签字之后即具有企业法规的性质, 任何人未经填报“更改通知单”, 说明更改原因并证明更改的必要和正确, 未经审核和批准者确认更改并签字, 均不得进行任何改动。

1.2.2 制订工艺规程的要点

制定工艺规程的目的就是为了能有效地指导并控制各工序的加工质量, 使之能有序地按要求实施, 最终能以先进而又可靠的技术和最低的生产成本、最短的时间制造出质量符合用户要求的模具。为达此目的, 制定工艺规程时必须做到:

- (1) 技术上具有先进性, 尽可能采用国内外的先进工艺技术和设备, 取人之长补己之短。
- (2) 选择成本最低, 即能源、物资消耗最低, 最易于加工的方案。
- (3) 既要选择机械化、自动化程度高的加工方法以减轻工人的体力劳动, 又要适应环保的绿色要求, 为工人创造一个安全、良好的工作环境。