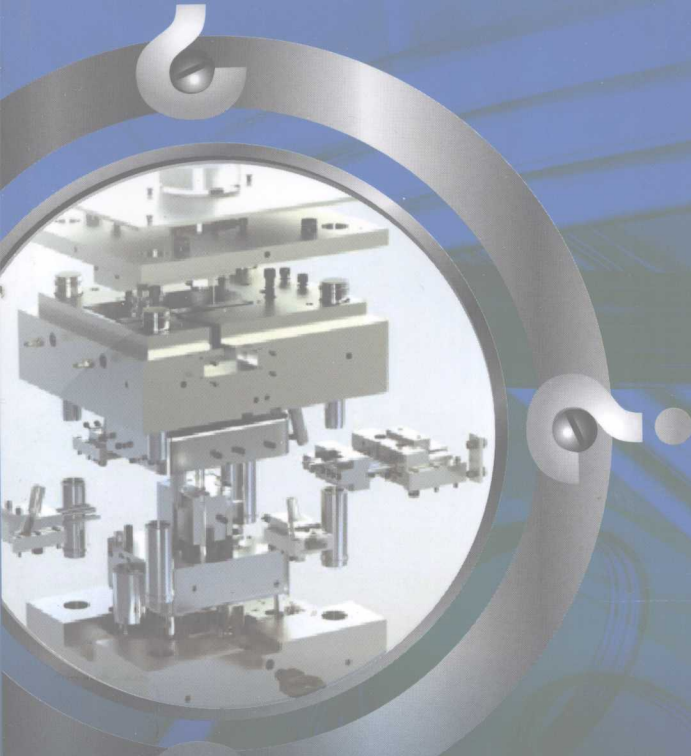


梁庆 编著



模具制造

技术问答

MUJU ZHIZAO JISHU WENDA



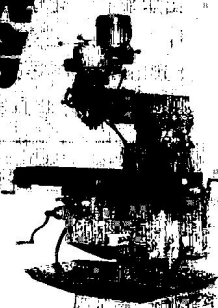
化学工业出版社

梁庆 编著

模具制造

技术问答

MUJU ZHIZAO JISHU WENDA



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

模具制造技术问答/梁庆编著. —北京: 化学工业出版社, 2009.6

ISBN 978-7-122-05431-9

I. 模… II. 梁… III. 模具-制造-问答 IV. TG76-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 063655 号

责任编辑: 李军亮

文字编辑: 项 澈

责任校对: 郑 捷

装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市延风印装厂

850mm×1168mm 1/32 印张 11¼ 字数 331 千字

2009 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

前 言

在现代化工业生产中，许多产品的开发和生产在很大程度上都依赖于模具，特别是汽车、轻工、电子、医疗、航空等行业尤为突出，模具工业已成为工业发展的基础。随着我国工业突飞猛进的发展，我国模具的总体水平得到了前所未有的提高，也大大地缩短了与世界强国的距离，我国的制造业在全世界已经有着举足轻重的地位，而模具在加工制造业占有非常重要的地位，模具加工技术自然就成为加工行业非常重要的技术。

目前，社会上非常缺少各种既具有较高理论水平，又具有丰富实践经验的模具制造加工方面的高技能人才，对具有高技能的模具制造加工人才的渴求，已成为众多相关企业进一步提升产品质量、扩大产品范围、提高劳动生产率、走向国际市场的一个迫切需求。为了顺应形势的需要，满足广大模具制造人员的需求，本书通过介绍模具加工技术，不仅讲述常规的模具加工，并且重点讲述了现代模具加工技术和手段，力求体现模具制造技术的实用性和先进性，希望能对模具制造行业人员技术水平的提高有所帮助。

本书以现代模具企业的先进实用制造技术和操作规范为基础，采用问答的形式，对模具实际加工中常见的问题有针对性地进行了解。书中内容非常注重对模具制造一线实际的生产经验进行总结，内容包括模具机械加工、数控加工、电火花加工、模具孔的加工、先进模具制造技术、模具材料热处理及表面加工处理，并结合实际详细介绍了塑料注射模具的加工。本书内容实用，题材大多来源于生产现场，突出了模具加工技术的实际应用。本书可供从事模具加工的技术人员学习使用，也可供模具专业师生参考。

由于编者水平所限，书中不足之处，恳请读者批评指正。

编著者

目 录

第 1 章 模具加工技术概论	1
1-1 模具制造的基本要求是什么?	1
1-2 模具制造的特点是什么?	2
1-3 模具制造加工的方法是如何分类的?	3
1-4 模具制造加工的过程是怎样的?	5
1-5 模具在切削加工中应注意考虑什么因素才能较好地预防模具 早期失效?	6
1-6 我国模具制造的发展趋势是怎样的?	6
第 2 章 模具传统加工技术	10
2.1 普通铣床	10
2-1 什么是普通铣床加工? 利用普通铣床加工模具零件的要点 是什么?	10
2-2 普通铣床的加工范围和加工方式是怎样的?	11
2-3 什么是普通铣床加工的“死角”?	14
2-4 普通铣床在模具制造中加工的速度和精度如何?	16
2-5 普通铣床的常用刀具有哪些?	18
2.2 普通车床	24
2-6 普通车床在模具制造加工中应用范畴是什么?	24
2-7 普通车床的常用加工刀具有哪些?	26
2-8 怎样用普通车床车削轴类模具零件?	26
2-9 车削螺纹时常见故障及解决方法有哪些?	27
2.3 普通磨床加工	29
2-10 普通平面磨床设备的结构是怎样的?	29
2-11 磨床在模具加工中是如何应用的?	31
2-12 在模具加工中使用平面磨床的加工精度和加工速度如何? 影响平面磨床加工精度的因素有哪些?	32
2-13 在模具制造中使用平面磨床加工的价格是如何计算的?	34
2-14 平面磨床操作注意事项有哪些?	34
2.4 钻床	35
2-15 在模具制造中使用钻床的种类有哪些? 台式钻床和摇臂 钻床的功能是什么?	35

2-16	摇臂钻床操作注意事项有哪些？	36
2-17	手工攻螺纹和机器攻螺纹的工艺步骤各是什么？攻螺纹断 锥后的取出方法有哪些？	36
2-18	钻头的保养与维护及钻孔注意事项是什么？	37
2.5	其他传统加工技术	38
2-19	在模具制造中普通锯床是如何应用的？	38
2-20	在模具制造中如何使用普通雕刻机进行加工？	38
第3章	模具钳工基础技术	40
3-1	模具钳工有什么特点？	40
3-2	模具钳工应具备什么操作技能和专业知识？	40
3-3	如何选择划线基准？	41
3-4	模具划线时的一般注意事项是什么？	42
3-5	模具零件常用孔的钳工方法有哪几种？	43
第4章	模具数控加工技术	44
4.1	数控加工技术概述	44
4-1	模具数控加工技术的特点是什么？	44
4-2	数控加工工艺路线设计应注意什么问题？	45
4-3	确定数控机床加工路线的原则是什么？	47
4-4	数控加工顺序的安排应遵循哪些原则？	47
4-5	数控加工工艺与通用机床切削加工工艺有什么不同？如何 合理选择数控加工与普通加工？	48
4-6	数控机床的主要性能指标有哪些？合理选用数控机床的 原则是什么？	49
4-7	在模具零件数控加工编程过程中如何判定数控程序的质量？ ...	50
4-8	模具零件数控加工对数控程序员的要求是什么？如何学好 CAM 数控编程？	51
4.2	数控车床	53
4-9	数控车削的主要加工对象是什么？	53
4-10	数控车床在模具加工中的应用有哪些方面？	55
4-11	如何合理地选择数控车削加工的切削用量？	56
4-12	数控车床加工中防止和减少薄壁类工件变形的措施有 哪些？	59
4-13	如何优化硬零件的数控车削？	59
4.3	数控铣床	61

4-14	模具数控铣削加工的特点是什么？	61
4-15	模具数控铣削加工对象及适用范围是什么？	61
4-16	如何对模具数控铣削加工工序进行划分？	64
4-17	模具数控铣削加工工序的安排应遵循什么原则？	66
4-18	如何选择数控铣削加工的走刀路线？	67
4-19	如何在数控铣削加工过程中进行监控与调整？	67
4-20	数控铣削加工零件的安装与夹具的选择方法是什么？	68
4-21	对模具零件曲面数控铣削时应注意什么问题？	69
4-22	刀具路径编出来之后，为什么还要进行后处理？ 什么是 DNC 通信？	70
4-23	螺纹数控铣削与攻螺纹的对比有什么优缺点？	70
4-24	数控铣床加工时定位安装和选择夹具的基本原则是什么？	75
4-25	数控编程前要做何准备？在编程中安全高度的设定有什么原则？	78
4-26	加工程序单有什么作用？在数控铣削加工程序单中应包括什么内容？	78
4-27	如何确定对刀点比较合理？工件坐标系与编程坐标系有什么关系？	78
4-28	数控铣削加工刀具的特点是什么？	79
4-29	数控铣削加工刀具系统的选择原则是什么？	80
4-30	常用的模具铣刀有哪几种？	81
4-31	如何选用模具数控铣削加工刀具？	82
4-32	模具零件数控铣削加工中使用刀具应注意事项是什么？	83
4-33	什么是切削用量？数控铣削加工如何选取合适的切削用量？	86
4-34	数控铣削加工及编程的注意事项是什么？	88
4-35	如何在数控铣削编程中对刀具位置进行工艺处理？	89
4-36	为什么将圆刀片铣刀作为模具粗加工刀具的首选？	91
4-37	数控刀具的失效形式有哪几种？	91
4-38	铣削应用场合使用长刀具时，应如何减少与振动相关的问题？	93
4-39	数控雕刻机加工有什么功能和作用？	94
第 5 章 电火花加工技术		96
5.1	电火花线切割	96
5-1	电火花加工工艺是如何进行分类的？	96

5-2	数控电火花线切割在模具加工中是如何应用的？	97
5-3	数控电火花线切割机床按电极丝的运行速度是如何分类的？	100
5-4	数控电火花线切割加工主要工艺指标是什么？	101
5-5	影响线切割加工精度的主要原因是什么？	102
5-6	如何根据加工中进给状态调整变频进给？	103
5-7	低速走丝线切割时如何根据切割工件的厚度合理选择电极丝直径？	103
5-8	电极丝直径对主要工艺指标是如何影响的？	104
5-9	数控电火花线切割锥度的加工要点是什么？	105
5-10	数控线切割机床高频电源的电参数使用有什么规律？	106
5-11	线切割加工时如何正确选择电极丝材料与电极丝直径？	107
5-12	线切割加工时穿丝孔直径与位置应如何确定？	107
5-13	如何正确选择线切割加工的路径？	108
5-14	如何去除线切割加工过程在切割表面出现的“突尖”？	109
5-15	如何预防新钼丝及钼丝自断？	109
5-16	如何通过调整电极丝张力及走丝速度来防止断丝？	109
5-17	慢走丝数控电火花线切割加工在模具生产中的作用是什么？	110
5-18	在模具加工中，为什么电火花慢走丝机床加工比快走丝机床加工能获得更好的表面粗糙度？	110
5-19	电火花慢走丝线切割加工过程中如何判断机床的加工状态正常？	111
5-20	电火花慢走丝线切割断丝的机理是什么？	111
5-21	电火花慢走丝线切割与电极丝相关的断丝因素有哪些？	112
5-22	如何合理配制线切割加工所需的工作液？	113
5-23	电火花线切割加工中变质层是如何形成的？它对模具寿命的影响有哪些？	113
5-24	如何通过处理线切割的变质层来延长模具寿命？	114
5-25	线切割加工模具零件开裂的原因及控制措施有哪些？	116
5.2	电火花成形	119
5-26	数控电火花成形机的结构和主要部件的功能是什么？火花放电成形的先决条件是什么？	119
5-27	数控电火花成形机主轴头的技术要求是什么？	122
5-28	电火花成形机平动的功能和特点是什么？	123
5-29	数控电火花成形加工对平动头的技术要求是什么？	124

5-30	电火花成形加工的特点是什么？	124
5-31	电火花成形加工技术在模具制造中是如何应用的？	126
5-32	普通型电火花成形机与精密型电火花成形机的区别是 什么？	128
5-33	电火花加工过程中可能存在哪几种放电状态？ 哪种 放电状态必须避免？	128
5-34	火花放电与电弧放电的区别是什么？	129
5-35	电火花成形加工时出现问题如何解决？	130
5-36	电火花成形加工的局限性？ 如何克服？	131
5-37	如何计算与确定电极单边放电间隙？	132
5-38	如何对电火花成形加工稳定状况进行准确评判？	135
5-39	电参数调节不正确对放电稳定会产生什么不良影响？	136
5-40	根据不同电极材料，如何在加工时对电参数进行配对？	136
5-41	电火花成形加工注意事项是什么？	137
5-42	使用石墨材料做电极有什么优点？	138
5-43	注塑模具电火花加工的工艺余量是如何确定的？	139
5-44	型腔类模具电火花成形加工一般工艺规程是什么？	140
5-45	如何对注塑模具型腔电火花加工工艺规程进行提高和 改进？	141
5-46	电火花加工和数控铣削的区别是什么？ 型腔电火花加工 与其他加工方法的比较？	142
5-47	电规准的调整对电火花成形加工工艺有什么影响？	143
5-48	选用不同电极材料与电火花成形加工特性的关系如何？	145
5-49	数控电火花成形加工新工艺有什么特点及优势？ 数控电火花 成形加工技术的发展趋势是什么？ 电火花加工机床的发展趋势 是什么？	146
5-50	什么是混粉电火花加工？ 为什么混粉电火花加工可以大 面积达到准镜面？	149
5-51	在精密模具加工中如何使用精密数控电火花成形机床的 数控摇动功能？	151
第 6 章	模具孔加工技术	152
6-1	模具制造中孔的加工有何特点？	152
6-2	模具制造中孔的加工方法有哪些？	153
6-3	模具孔的加工余量、加工精度和表面粗糙度是如何 确定的？	155

6-4	在模具零件上镗孔的加工方案有哪些? 加工余量如何确定? 镗孔主要有哪几种方法?	155
6-5	模具零件精密孔的加工方法有哪几种?	158
6-6	坐标镗削在模具孔系加工中的作用是什么?	159
6-7	模具常用钻深孔的方法有哪几种?	160
6-8	模具细孔电火花穿孔加工的原理是什么?	161
6-9	如何在模具零件表面上钻斜孔?	162
第 7 章	模具先进制造加工技术	163
7.1	高速加工	163
7-1	模具的高速切削加工与传统切削加工相比较有什么工艺特点?	163
7-2	模具的高速切削加工与电火花加工相比有什么特点?	165
7-3	高速加工在模具制造中是如何运用的?	166
7-4	高速切削技术的发展趋势是什么?	170
7.2	激光加工	172
7-5	激光加工在模具制造上的应用有哪些?	172
7-6	激光雕刻在模具加工中如何应用?	174
7-7	激光模具烧焊机在模具加工中如何应用?	175
7.3	超声加工	176
7-8	超声加工在模具制造上的应用有哪些?	176
7-9	超声波模具抛光机的工作原理、主要特点和主要用途是什么?	177
7-10	超声波模具抛光机为什么抛不出镜面效果?	178
7-11	超声波抛光的注意事项是什么?	178
7.4	快速成形及快速制模技术	179
7-12	快速成形制造工艺常用的有哪几种? 各有什么特点?	179
7-13	其他快速成形工艺有哪些?	184
7-14	快速成形技术与传统制造方法有什么区别和关系?	185
7-15	快速模具制造技术的含义是什么? 它与传统模具制造有什么区别和联系?	186
7-16	如何选用主要快速成形技术方法?	188
7-17	利用快速成形技术制作模具电火花加工电极的方法有哪些?	189
7-18	常用快速原型间接制造模具的方法有哪几种?	190
7-19	基于 RP 原型的硅橡胶模具制造工艺的特点是什么?	192

7-20	使用硅橡胶模具少量翻制塑料产品的流程是怎样的？	194
7-21	使用快速成形方法制作硅橡胶模具时的注意事项是什么？	194
7-22	电弧喷涂制模的特点是什么？	196
7-23	电弧喷涂涂层缺陷分析与防止对策是什么？	197
7-24	金属树脂模具特点是什么？环氧树脂作为金属树脂模具的基体材料有什么特性？	200
7-25	使用快速成形技术的金属环氧树脂制模常见问题及解决方法是什么？	202
7-26	手板的概念是什么？它是如何分类的？手板的常用制作方法有哪些？	204
7-27	快速模具制造技术的发展方向是什么？	206
7.5	逆向工程	209
7-28	什么是逆向工程？其主要用于什么领域？	209
7-29	逆向工程的工作过程是怎样的？其在模具制造上是如何应用的？	210
7-30	以逆向工程为技术支持的模具数控加工有哪几种途径？	212
7-31	实现逆向工程的关键技术是什么？	213
7.6	3R 工艺基准定位系统	214
7-32	什么是 3R 工艺基准定位系统？它的特点是什么？采用 3R 工艺基准系统全面解决方案能给加工企业带来什么样的经济效益？	214
7-33	3R 工艺基准定位系统的适用范围是什么？使用传统加工工艺与使用 3R 工艺基准系统加工工艺有什么不同？3R 工艺基准定位系统在模具制造中是如何应用的？	215
7.7	模具的网络化制造技术	219
7-34	什么是模具的网络化制造技术？其优点及存在的问题是什么？	219
7-35	模具网络化制造的条件和关键技术是什么？	221
第 8 章	模具热处理及表面加工处理技术	222
8.1	模具热处理	222
8-1	冷冲模工作零件常用材料及热处理是怎样的？	222
8-2	塑料模零件常用材料及热处理是怎样的？	223
8-3	什么是钢的真空热处理？模具零件真空热处理时的注意事项是什么？	225
8.2	表面加工处理	226

8-4	塑料模常用表面处理方法有哪些？	226
8-5	光整加工在模具制造中的作用是什么？	227
8-6	塑料注射模具制造中使用研磨与抛光的目的是什么？	227
8-7	在进行模具抛光前应做好什么准备工作？	228
8-8	模具零件研磨的注意事项是什么？抛光加工的注意事项 是什么？	229
8-9	零件抛光中可能出现的缺陷是什么？如何解决这些问题？	230
8-10	万能磨头抛光和自仿形磨头仿形研抛各自适应于什么 模具的研抛加工？	230
8-11	成形带图文制品的模具加工方法有哪几种？	231
8-12	照相腐蚀在模具制造上的应用有什么特点？是如何 具体运用的？	232
8-13	如何通过改变模具拔模斜度来预防塑料制件的拖花、 拉伤？	234
8-14	模具加工方法对装饰纹加工有什么影响？	235
8.3	表面电化学加工	235
8-15	电镀在模具制造中是如何应用的？	235
8-16	电铸加工的工作原理是什么？电铸加工的特点是什么？	236
8-17	不同电镀工艺的主要区别是什么？	237
8.4	表面强化处理	238
8-18	为什么要对模具表面进行强化处理？模具表面强化处理方法 有哪些？	238
8-19	模具表面强化方法的特点是什么？模具表面强化方法的 选择原则是什么？	239
8.5	其他表面强化处理技术	242
8-20	电火花表面强化处理的工作原理是什么？其在模具制造上 如何应用？	242
8-21	模具经过喷丸表面强化处理后有什么性能特点？	244
8-22	激光表面处理技术在模具制造中是如何应用的？	245
8-23	气相沉积技术在模具制造中是如何应用的？	245
8-24	离子注入技术在模具制造中使用的特点是什么？	246
8-25	TD 处理技术在模具制造中是如何应用的？	248

第 9 章	模具安装调试及维修保养	249
9-1	如何做好模具的保管工作？	249
9-2	如何对模具进行必要的定期维护保养？	250

9-3	模具修理常用的方法有哪几种?	252
9-4	什么叫刷镀?它的工作原理是什么?	254
9-5	型腔模的主要修复方法有哪些?	256
9-6	冷冲模装配的技术要求和装配原则是什么?	256
9-7	冷冲模装配时凸、凹模间隙如何调整?	261
9-8	冲裁模凸、凹模间隙变大了如何修理?	262
9-9	冲模装配时将凸模压入固定板的工艺要点是什么?	263
9-10	冲裁模试模的常见缺陷、产生原因及调整方法是什么?	263
9-11	弯曲模弯曲后的制品产生裂纹或开裂如何修理?	265
9-12	弯曲模试模的常见缺陷、产生原因及调整方法是什么?	265
9-13	拉深件出现起皱、裂纹或破裂现象如何修理?	266
9-14	拉深模试模的常见缺陷、产生原因及调整方法是什么?	268
9-15	塑料注射制品成形缺陷及其产生原因是什么?	269
9-16	塑料模具安装滑块型芯时,其顶端面的修磨过程是 怎样的?	272
9-17	塑料模具装配型芯、型腔凹模时的注意事项有哪些?	272
9-18	塑料模具型腔凹模与模板的装配方法有哪几种?	273
9-19	塑料模具楔紧块与斜导柱是如何装配的?	274
9-20	压铸模的失效形式及原因是什么?如何通过提升模具加工 质量来提高压铸模的使用寿命?	275
9-21	压铸模试模中可能出现的缺陷、产生原因及调整方法是 什么?	276
9-22	锻模在试模中可能出现的缺陷、产生原因与调整方法 是什么?	278

第 10 章 塑料注射模具制造技术 280

10.1	塑料注射模具制造技术基础	280
10-1	塑料注射模模具零件制造加工有什么特点?	280
10-2	塑料模具成形零件的加工方法有哪些?	282
10-3	塑料模具零件的一般制造过程和加工工艺过程是什么?	284
10.2	塑料注射模模架的加工	286
10-4	塑料注射模模架的结构如何?它的加工要求是什么?它的 制造要点是什么?	286
10-5	塑料注射模模架的制造工艺流程是什么?模架中导柱和 导套的加工工艺方案是什么?	289
10-6	塑料注射模模架中平板状零件的加工工艺如何?	291

10-7	模架加工中的注意事项有哪些？	293
10.3	塑料注射模型腔、型芯加工	293
10-8	如何对型腔、型芯模具材料做出正确选择与应用？	293
10-9	模具型腔的加工工艺是什么？型腔模具成形零件加工工艺路线是什么？	295
10-10	塑料注射模型芯、型腔的加工工序是怎样的？如何正确选用加工型腔、型芯的方法？	296
10-11	塑料注射模型腔的电火花成形加工的特点和方法是什么？	299
10-12	注塑模具型腔电火花加工工艺基本规程是什么？举例说明模具型腔是如何运用火花放电加工的。	300
10-13	模具型芯数控铣削加工工艺是什么？	303
10-14	塑料注射模模具型腔、型芯技术要求与制造特点是什么？	304
10-15	塑料注射模模具型腔加工注意事项是什么？型芯加工注意事项是什么？	305
10.4	电极加工	306
10-16	什么是火花机成形使用的电极？为什么要分拆电极？分拆电极的目的是什么？分拆电极的原则是什么？	306
10-17	数控电火花成形加工所用电极的制造工艺如何？	308
10-18	铜电极数控加工使用什么参数？其数控加工注意事项是什么？	309
10-19	石墨电极的加工方法有哪几种？	311
10-20	石墨电极的加工程序和机械加工的要点是什么？	312
10-21	石墨加工对于刀具选择方面应注意些什么？	313
10.5	滑块加工	316
10-22	塑料注射模具的滑块是如何工作的？如何对导滑槽进行加工？滑块的加工工艺路线是怎样的？	316
10-23	滑块加工中的注意事项有哪些？	319
10.6	塑料注射模其他部件加工	319
10-24	塑料注射模其他部件的制造要点是什么？	319
10-25	塑料注射模浇口套的加工工艺路线是怎样的？	321

第 11 章	冷冲压模具制造技术	323
11.1	冲裁模具加工	323
11-1	冲裁模凸模和凹模的加工工艺过程是怎样的？	323

11-2	冲裁模其他零件的常用的加工方法是什么？	323
11-3	冷冲模凸、凹模的加工技术要求是什么？	324
11-4	冲裁模凸模和凹模的加工方案相比有什么特点？	325
11-5	在加工冲裁凸、凹模时应遵循什么原则？	326
11-6	硬质合金冲模加工制造要点是什么？	326
11-7	冲裁模试冲时发现冲裁件毛刺较大的原因和解决方法是什么？	328
11.2	弯曲模具加工	329
11-8	弯曲模工作零件的制造有何特点？	329
11-9	弯曲模试冲时发现冲压件弯曲部位产生裂纹的原因和解决方法是什么？	330
11.3	拉深模具加工	330
11-10	拉深模零件制造有何特点？	330
11-11	深模试冲时发现冲压件壁部被拉裂的原因和解决方法是什么？	331
11.4	成形模具加工	332
11-12	成形模工作零件的加工特点是什么？	332

第 12 章 其他模具制造技术

12.1	压铸模具加工	333
12-1	什么是压铸模？压铸模制造的特点是什么？	333
12-2	压铸模型腔加工时应注意什么？	335
12-3	压铸模型腔零件制造的类型及加工工序是什么？	336
12-4	压铸模镶块的材料与加工方法有哪些？	336
12-5	压铸件产生较大飞翅的主要原因是什么？	337
12-6	如何对压铸模具进行修复？	337
12.2	其他模具加工技术	337
12-7	锌合金塑料模的适用范围及其工艺过程是什么？	337
12-8	陶瓷型模具的适用范围及其工艺流程是什么？	338
12-9	型腔挤压模具的特点及适用范围是什么？	339
12-10	什么是钢带冲模？钢带冲模有何优点？	339
12-11	钢带冲模制造特点是什么？	340
12-12	聚氨酯橡胶模具加工特点是什么？	341
12-13	使用快速成形方法制作硅橡胶模具时的注意事项是什么？	342

参考文献

344

第 1 章 模具加工技术概论

1-1 模具制造的基本要求是什么？

在工业生产中，模具的应用是为了保证产品质量、提高工作效率和降低成本等。因此，除了正确进行模具设计，采用合理的模具结构外，还必须以先进的模具制造技术作为保障。制造模具时，无论采用哪一种方法都应满足如下几个基本要求。

① 制造精度高。为了生产合格的产品和发挥模具的效能，所设计、制造的模具必须具有较高的精度。模具精度主要是由制品精度和模具结构的要求决定。为了保证制品的精度，模具的工作部分精度通常要比制品精度高 2~4 级，同时，模具对上、下模的配合有较高的要求，为此组成模具的零部件都必须有足够高的制造精度，否则将不可能生产出合格的产品，甚至会损坏模具。所以，只有同时满足以上两个精度条件，制造出的模具才能达到使用要求。

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%，其使用寿命长短直接影响产品成本的高低，长寿命模具是保证冲压设备实现高生产效率的基本条件之一。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取决于制模技术和管理水平的高低。为了满足产品上市快的需要，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的制造周期。

④ 模具成本低。模具成本与模具结构的复杂程度、模具材料、制造精度要求及加工方法有关。模具人员必须根据制品要求合理设计和制定其加工工艺，尽量降低其成本。

必须指出，上述四个指标是相互关联、相互制约的。片面追求制造精度和使用寿命会导致制造成本的增加。当然，只顾降低成本和缩短制造周期而忽视模具精度和使用寿命的做法也不可取。在设计 and 制造模具时，应根据实际情况全面考虑，即应在保证制品质量

的前提下,选择与制造生产量相适应的模具结构和制造方法,使模具成本降到最低。

1-2 模具制造的特点是什么?

模具的制造基本上都是单件生产,每一副模具都是一个新的项目,有着不同的结构特点,每一个模具的开发都是一项创造性的工作。模具的开发并非最终产品,而是为新产品的开发服务。而一般企业的新产品开发在数量上、时间上并不固定,从而造成模具生产的随机性强、计划性差,包括客户变动大、产品变化多。因此对模具制造企业的人员有更高的要求,要求模具企业的员工必须能快速反应,也就是要有足够的基础知识和实践经验。

① 制造周期短。随着新产品开发的周期越来越短,而模具又是在新产品开发中费时最多的项目之一,模具开发的周期随之缩短,因此模具在从报价到设计制造过程都要有很快速的反应。特别是模具制造过程必须要快,才能达到客户的要求。所以就要求模具的加工工序应高度集成,并优化工艺过程,在最短的加工工艺流程中完成模具的尽量多的加工。

② 制造质量要求高。模具制造不仅要求加工精度高,而且还要求加工表面质量要好。一般来说,模具工作部分的制造公差都应控制在 $-0.1\sim 0.01\text{mm}$ 以内,有的甚至要求在微米级范围内;模具加工后的表面不仅不容许有任何缺陷,而且工作部分的表面粗糙度都要求小于 $0.8\mu\text{m}$ 。

③ 形状复杂。模具工作部分一般都是二维或三维的复杂曲面,而不是一般加工的简单几何体。

④ 模具结构不确定。模具需要按制件的形状和结构要素进行设计,同时由于模具所成型的产品往往是新产品,所以在模具开发过程中常常有更改,或者在试模后,对产品的形状或结构进行调整,而这些更改需要进行重新加工。

⑤ 材料硬度高。模具实际上相当于一种机械加工工具,其硬度要求较高,一般都是用淬火工具钢或硬质合金等材料制成,若用传统的机械加工方法制造,往往十分困难。

因此,应用数控加工进行模具的制造可以大幅度提高加工精度、减少人工操作、提高加工效率、缩短模具制造周期。而同时,模具的数控加工具有一定典型性,并比普通产品的数控加工有更高