

现代加工技术丛书

现代模具 加工技术

赵月静 王永明◎主编



金盾出版社

现代加工技术丛书

现代模具加工技术

主编

赵月静 王永明

副主编

赵晓平 刘力健 秦志英

图书在版编目(CIP)数据

现代模具加工技术 / 赵月静, 王永明主编. — 北京: 金盾出版社, 2008.12

ISBN 958-7-2082-828-1

1. ①模... Ⅱ. ①赵... ②王... ③秦... ④刘... ⑤赵... ⑥秦... ⑦刘... ⑧秦... ⑨刘... ⑩秦...

①TG582

中国版本图书馆(CIP)数据核字(2008)第123456号

全民出版, 出版全

北京: 金盾出版社, 2008.12

ISBN 958-7-2082-828-1

定价: 28.00元

地址: 北京市丰台区... 电话: ...

网址: ...

电子邮箱: ...

印刷: ...

发行: ...

地址: ...

电话: ...

网址: ...

电子邮箱: ...

印刷: ...

发行: ...

地址: ...

电话: ...

网址: ...

电子邮箱: ...

金盾出版社

内 容 提 要

本书为《现代加工技术丛书》之一,主要内容有:概述,一般模具零件的加工,模具工作型面的加工技术和数控加工技术,数控电火花线切割加工,型孔和型腔的电火花加工,冷冲裁模、冷弯曲模、冷拉深模、压力铸造模、热注塑模和汽车覆盖件模具的加工。

本书介绍的模具实用加工技术,以加工工艺和基础操作方法为主,典型实例比较多,并尽量配图说明。模具加工技术的现代性包括两个方面,即加工方法、设备的现代性和模具产品构造的现代性。

本书可作为技工学校和职业学校模具制造及其相关专业的培训教材或学习参考书,亦可作为成人教育的教学用书,以及有关工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

现代模具加工技术/赵月静,王永明主编. — 北京:金盾出版社,2015.1
(现代加工技术丛书)

ISBN 978-7-5082-9339-4

I. ①现… II. ①赵… ②王… III. 模具—数控机床—加工 IV. ①TG76
②TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 059807 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 83219215

传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

封面印刷:北京精美彩色印刷有限公司

正文印刷:北京万友印刷有限公司

装订:北京万友印刷有限公司

各地新华书店经销

开本:705×1000 1/16 印张:28.5 字数:692 千字

2015 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1~3 000 册 定价:73.00 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

模具是制造业的基础工艺装备,也是现代工业生产的主要工艺装备之一,被广泛应用于制造业的各个领域。无论是工业制品的生产,还是新产品的开发,都离不开模具。现代工业的发展和技术水平的提高,很大程度上取决于模具工业的发展水平。许多新技术和新设备的产生与应用往往源于模具工业,无疑模具行业是先进制造技术的主要应用领域之一。模具制造技术水平代表了一个国家制造技术的发展水平,在我国制造业不断发展的今天,模具制造显得越来越重要,社会对模具专业技术人员和模具技工的需求也越来越大,为了适应模具制造业人才培养的需要,我们编写了此书。

《现代模具加工技术》一书的主要读者是模具行业的初始从业者和准备从业者,因此,本书简明讲解了加工原理,而对加工工艺和操作方法讲得多,典型实例比较多,并尽量配图说明,使读者能够自己对照学习,本书还有相当篇幅介绍传统模具加工工艺和数控加工工艺的比较。

本书介绍模具实用加工技术,以基础操作方面的技术为主。内容的现代性包括两个方面,即加工方法、加工设备的现代性和模具产品构造的现代性。

第1章为模具基础常识;第2~3章为模具零件加工常用方法与设备;第4~6章为在模具零件加工中已普遍应用的数控技术和特种加工技术,第2~6章基本以加工实例分析讲解;第7~12章在介绍不同模具的特点和技术要求的基础上,通过实例讲解模具的装配、调试以及该类模具零件加工中的专门技术。

本书由赵月静、王永明主编,赵晓平,刘力健、秦志英为副主编,参编人员有齐习娟、张海霞、李焕娜、廖冬梅、刘尧,在此对他们在编著过程中付出的劳动表示感谢。

限于编者水平,不当之处在所难免,恳请广大读者赐教。

编 者

目 录

第1章 概述	1
1.1 现代模具加工	1
1.1.1 现代模具的特点	1
1.1.2 现代模具行业的特点	2
1.1.3 现代模具加工技术的特点	2
1.2 模具类型与模具生产	3
1.2.1 模具的分类	3
1.2.2 模具的加工方法	4
1.2.3 模具的评价指标	5
1.2.4 模具的精度	6
1.2.5 模具生产	7
1.3 模具材料及热处理	13
1.3.1 模具用钢	13
1.3.2 常用材料的热处理	15
1.3.3 模具热处理质量检查	22
1.3.4 其他制模材料的应用	24
1.4 模具的表面处理	27
1.4.1 表面化学热处理技术	27
1.4.2 涂镀技术	32
1.4.3 气相沉积技术	35
1.4.4 其他表面处理技术	38
第2章 一般模具零件的加工	41
2.1 毛坯制备	41
2.1.1 毛坯的种类与特点	41
2.1.2 余量的概念	41
2.1.3 余量的确定	43
2.2 工序尺寸与公差	44
2.2.1 工艺基准与设计基准重合时工序尺寸及其公差的确定	44
2.2.2 工艺基准与设计基准不重合时工序尺寸及其公差的确定	45
2.3 平面加工	48
2.3.1 平面的加工路线及精度	48
2.3.2 平面的加工方法	49

2.4 外圆柱面的加工	50
2.4.1 外圆柱表面的加工路线及经济精度	50
2.4.2 轴类零件的装夹	51
2.4.3 外圆柱表面的磨削加工	53
2.4.4 外圆柱表面的研磨加工	55
2.5 孔的加工	56
2.5.1 孔的加工路线和经济精度	56
2.5.2 孔的加工方法	58
2.5.3 孔系的加工方法	61
2.6 冲头、芯杆的加工	63
2.6.1 圆冲头	63
2.6.2 塑料模芯杆	64
2.6.3 冲头、芯杆零件的加工特点	65
2.7 其他加工	68
2.7.1 型腔的冷挤压加工	68
2.7.2 快速成形技术	72
2.7.3 超塑性成形	75
2.7.4 电铸成形	77
2.7.5 环氧树脂型腔模	79
2.7.6 陶瓷型铸造成形	80
2.7.7 硅橡胶模具	81
2.7.8 模具高速测量及其逆向工程技术	82
第3章 模具工作型面的加工技术	83
3.1 型面的普通机械加工	83
3.1.1 外工作型面的机械加工	83
3.1.2 型孔的机械加工	85
3.1.3 型腔的机械加工	89
3.2 成形磨削	95
3.2.1 成形磨削的方法	96
3.2.2 夹具磨削法	96
3.2.3 成形砂轮磨削法	99
3.2.4 光学曲线磨床磨削	104
3.2.5 手动坐标磨床和数控成形磨床磨削	107
第4章 模具工作型面的数控加工技术	112
4.1 模具的数控加工及其特点	112
4.1.1 数控机床及其性能	112
4.1.2 数控机床的刀具系统	114

4.1.3 数控机床的夹具	117
4.1.4 数控加工工艺分析	120
4.1.5 数控编程基础	124
4.2 孔系加工	127
4.2.1 数控铣孔加工固定循环指令	127
4.2.2 孔系加工实例	129
4.3 平面轮廓加工	131
4.3.1 实例1——铣削外形轮廓零件	131
4.3.2 实例2——铣削型腔	132
4.3.3 实例3——平面轮廓和孔的铣削加工	134
4.4 平面轮廓的自动编程	141
4.4.1 自动编程的方法与过程	141
4.4.2 CAXA—ME 的工作界面	143
4.4.3 加工模型的创建	145
4.4.4 平面轮廓及区域加工	146
4.5 曲面造型加工	153
4.5.1 鼠标的曲面造型	154
4.5.2 加工前的准备工作	156
4.5.3 生成加工轨迹	157
4.5.4 加工仿真	158
4.5.5 生成加工轨迹明细单	159
4.6 回转面加工	160
4.6.1 数控车床的编程特点	160
4.6.2 数控车床编程指令	161
4.6.3 数控车床的基本操作	164
第5章 数控电火花线切割加工	173
5.1 电火花线切割加工概述	173
5.1.1 电火花线切割原理	173
5.1.2 电火花线切割加工的特点	174
5.1.3 电火花线切割加工的应用范围	174
5.2 电火花线切割加工设备	175
5.2.1 机床本体	175
5.2.2 脉冲电源	178
5.2.3 工作液及其循环系统	178
5.3 数控电火花线切割的控制系统和编程	179
5.3.1 电火花线切割控制系统	179
5.3.2 线切割数控编程要点	181

5.3.3 自动编程	183
5.4 线切割加工的工艺指标	185
5.4.1 主要工艺指标	185
5.4.2 电参数及其影响	185
5.4.3 非电参数及其影响	186
5.5 线切割加工工艺	187
5.5.1 工件材料内部残余应力对加工的影响	188
5.5.2 电极丝初始位置的确定	189
5.5.3 电规准的选择	189
5.5.4 直纹曲面的电火花线切割加工	190
思考题和习题	190
第6章 型孔和型腔的电火花加工	192
6.1 电火花加工简介	192
6.1.1 电火花加工的原理和特点	192
6.1.2 电火花加工的物理本质	194
6.2 电火花加工机床	197
6.2.1 脉冲电源	198
6.2.2 自动调节系统	198
6.2.3 机床本体	200
6.3 型孔的电火花加工	201
6.3.1 电火花加工的工艺因素	201
6.3.2 电极的构造	203
6.3.3 穿孔加工过程	209
6.3.4 加工实例	213
6.3.5 电火花加工凹模的特点	214
6.4 型腔的电火花加工	216
6.4.1 型腔电火花加工的特点	216
6.4.2 电火花加工机床	216
6.4.3 电极的设计和制作	218
6.4.4 型腔电火花加工工艺	221
6.5 模具表面的电火花强化	224
6.5.1 超高速淬火	225
6.5.2 渗氮	225
6.5.3 渗碳	225
6.5.4 电极材料的转移	225
第7章 冷冲裁模的加工	227
7.1 冷冲裁模的构造	227

7.1.1 冲裁模的结构组成	227
7.1.2 冲裁模的典型结构	228
7.1.3 模具零部件	230
7.2 冷冲裁模技术要素	243
7.2.1 冲裁变形分离过程和冲裁件断面特征	243
7.2.2 冲裁间隙	245
7.2.3 凸、凹模刃口尺寸的计算	247
7.2.4 冲裁工艺	248
7.3 模具零件的固定方法	251
7.3.1 紧固件法	251
7.3.2 压入法	251
7.3.3 铆接法	251
7.3.4 热套法	251
7.3.5 焊接法	252
7.4 模具的间隙与控制	252
7.4.1 凸凹模间隙的控制	252
7.4.2 凸凹模位置的控制	254
7.5 模架的加工	254
7.5.1 导柱和导套的加工	254
7.5.2 上下模座的加工	261
7.6 模具的总装及试模	263
7.6.1 组件装配	263
7.6.2 总装	264
7.6.3 冲裁模具装配过程	264
7.7 冷冲裁模制造实例	267
7.7.1 确定方案	267
7.7.2 工艺与设计计算	268
7.7.3 选用模具零部件	269
7.7.4 绘制模具总装图和非标准模具零件图	270
7.7.5 制定模具零件加工工艺过程	273
7.7.6 模具装配及试模	275
第8章 冷弯曲模的加工	276
8.1 弯曲模的构造	276
8.1.1 V形件弯曲模	276
8.1.2 U形件弯曲模	277
8.1.3 Z形件弯曲模	277
8.1.4 匚形件弯曲模	279

8.2 弯曲模的技术要素	280
8.2.1 弯曲部位的变形	280
8.2.2 最小弯曲半径	281
8.2.3 防止弯裂的方法	282
8.2.4 弯曲的回弹现象	283
8.2.5 偏移	284
8.2.6 弯曲件展开长度	284
8.2.7 弯曲力	286
8.2.8 凸凹模圆角半径及凹模深度	287
8.2.9 凸凹模间隙	288
8.3 弯曲模的加工	289
8.3.1 弯曲模的工作零件	289
8.3.2 弯曲模的装配与调试	290
8.4 弯曲模加工实例	291
8.4.1 模具结构方案	291
8.4.2 坯料的展开长度	291
8.4.3 弯曲力	291
8.4.4 弹簧	292
8.4.5 凸模与滑块(凹模)工作部位尺寸	293
8.4.6 主要零件	293
8.4.7 主要模具零件的加工工艺	294
第9章 冷拉深模的加工	296
9.1 冷拉深成形的特点	296
9.1.1 拉深变形过程	296
9.1.2 拉深变形特点	297
9.1.3 拉深过程中的应力与应变	297
9.1.4 起皱与破裂	298
9.2 典型零件的拉深工艺	299
9.2.1 拉深件的工艺性	299
9.2.2 拉深次数	301
9.3 拉深模的构造	303
9.3.1 拉深凸、凹模	303
9.3.2 拉深模间隙	305
9.3.3 凸、凹模的尺寸和公差	306
9.3.4 压边装置	307
9.3.5 首次拉深模	308
9.3.6 以后各次拉深模	309
9.3.7 落料拉深复合模	310

9.3.8 带凸缘杯形件的拉深	310
9.4 拉深模的加工与装配实例	313
9.4.1 零件的工艺性分析	313
9.4.2 确定工艺方案	314
9.4.3 拉深力与压料力计算	314
9.4.4 模具工作部分尺寸的计算	314
9.4.5 模具的总体构造	315
9.4.6 压力机选择	315
9.4.7 模具主要零件设计	315
9.4.8 模具主要零件的结构工艺过程	317
9.5 拉深模的试模与调整	318
第10章 压力铸造模的加工	321
10.1 压力铸造的特点	321
10.2 压力铸造的工艺过程	322
10.3 压力铸造模的组成	322
10.3.1 压铸模的组成	322
10.3.2 压铸模的种类	323
10.4 压力铸造模的构造	328
10.4.1 浇注系统和溢流排气系统	328
10.4.2 压力铸造模具的刚性	333
10.4.3 压力铸造分型面	334
10.4.4 压铸件的收缩率	335
10.4.5 压铸模的温度控制	336
10.5 典型构件及其装配	340
10.5.1 抽芯机构	340
10.5.2 推出机构	343
10.6 压铸模的总装及试模要求	345
10.6.1 总装技术要求	345
10.6.2 试模合格条件	346
10.6.3 模具材料及热处理要求	347
第11章 热注塑模的加工	348
11.1 热注塑制件	348
11.1.1 塑件尺寸及其精度	348
11.1.2 塑件构造	348
11.2 热注塑成形的工艺过程	353
11.2.1 热注塑成形原理及特点	353
11.2.2 注射成形工艺过程	354
11.2.3 注射成形工艺参数	355

11.3 热注塑模的构造	356
11.3.1 注射模的结构组成	356
11.3.2 单分型面注射模	357
11.3.3 侧分型与抽芯机构	360
11.4 注塑模的制造	373
11.4.1 注塑模制造的基本要求	373
11.4.2 注塑模的设计和工艺	373
11.4.3 注塑模零件的材料要求	375
11.4.4 注塑模零件常用加工方法	377
11.4.5 模具主要零件图及加工工艺规程	377
11.5 热注塑模的装配与试模	382
11.5.1 模具的总装配	382
11.5.2 模具的安装与试模	382
第12章 汽车覆盖件模具的加工	386
12.1 汽车覆盖件及其模具的特点	386
12.1.1 汽车覆盖件	386
12.1.2 覆盖件模具	386
12.1.3 覆盖件的工艺设计	387
12.1.4 拉延件工艺	389
12.2 典型零件的成形工艺与模具	391
12.2.1 拉延模的基本型式	391
12.2.2 拉延模的典型结构	391
12.2.3 修边模	398
12.2.4 修边冲孔模	407
12.3 覆盖件模具的加工与装配	410
12.3.1 覆盖件冲模制造特点	410
12.3.2 拉延模加工	411
12.3.3 修边模加工	420
12.3.4 覆盖件冲模制造新技术	430
12.4 试冲与调整	435
12.4.1 制造调整与使用调整	435
12.4.2 拉延模的试冲	436
12.4.3 翻边模试冲	438
12.4.4 修边模试冲	439
12.5 三坐标测量机在汽车模具检测中的应用	439
12.5.1 三坐标测量机	439
12.5.2 测量技术在汽车模具行业中的应用和发展	442
参考文献	444

第1章 概述

1.1 现代模具加工

模具以其特定的形状,通过一定的方式使原材料成形。现代工业生产中,模具是加工各种制品的重要工艺装备,特别是汽车、航空、无线电、电机、电器、仪器、仪表、兵器、日用品等工业,模具必不可少。几乎所有的金属零件,如锻件、冲压件、压铸件、粉末冶金零件,以及非金属零件如塑料、陶瓷、橡胶、玻璃等制品,都是用模具成形的。

模具技术的现代化包含两个方面,一是模具的构造与功能的现代化,二是模具制造方式的现代化。

1.1.1 现代模具的特点

就构造与功能而言,现代模具的特点是精度高、结构复杂、尺寸和质量大、生产率高、寿命长。

1. 精度高

现代模具要求的精度比传统模具高出一个数量级。多工位级进模、精冲模、精密塑料模的精度已达 0.003mm , 甚至更高。一些高精度、无毛刺的冲压件和精密塑料件都用高精度模具加工。全拼嵌、全互换的长寿命多工位级进模的精度更高。

2. 结构复杂

随着人们对产品形状、尺寸精度、整体性及生产效率等要求的提高,以及许多新材料工艺的广泛应用,现代模具的结构和型腔日益复杂。例如,一台大型复合材料成形模具,其结构复杂程度和价格超过一台精密机床;一些大型覆盖件成形模具,不仅型腔形状复杂,而且模具配套性要求极高,要求多个相关模具型腔协调一致,用传统加工方法无法达到其质量要求。

3. 尺寸和质量大

随着加工设备的大型化,以及材料规格的大型化,模具的工艺尺寸和质量不断刷新。以往一些大型覆盖件需要部分成形组对而成,而大型模具却可以整体成形,一次完成。

4. 生产率高

现代模具生产效率比传统模具高得多,其主要原因是现代模具有多工位、多模腔甚至多功能。例如,高生产率级进模有 50 多个工位,塑胶鞋模有 18 个工位。一套多能模具除了冲压成形外,还担负叠装、铆接、锁紧等组装任务,可直接生产组合件。一模多腔的注塑模和叠层模具可达每模一次生产数十件,塑封模每模一次生产数百件。生产塑料汽水瓶的四工位注塑模,生产率达每小时 8000 件。

5. 寿命长

现代冲模寿命一般在 500 万次以上,硬质合金多工位级进模可达 2 千万~6 千万次,

注塑模具 40 万~60 万件, 压铸模 50 万~100 万件, 而传统模具的使用寿命只有现代模具的 $1/10 \sim 1/5$ 。

1.1.2 现代模具行业的特点

就模具行业而言, 其特点是: 独立的制造行业, 技术、人才和资本密集, 附加值高, 大量采用先进技术。

1. 独立的制造行业

模具的标准化、专业化水平不断提高, 逐步形成模具标准件和优质模具材料的生产与供应系统。模具行业已成为工业体系的一个重要方面。

2. 技术、人才和资本密集

模具已从传统的劳动密集型产业转变为技术密集、人才密集和资本密集的产业。技术密集体现在模具的 CAD/CAM。而先进的设计制造手段和设备必然需要高素质的从业人员, 形成人才密集。模具企业投资大, 设备先进, 形成资本密集。

3. 附加值高

工业先进国家的模具年总产值超过机床的总产值, 模具行业人均产值也高于一般工业。当前模具制造技术正朝着高速、高精、高效及高寿命方向迈进, 正以超过机械制造总体发展速度的步伐前进。先进的设计方法和加工工艺的应用, 使模具制造业成为一项新兴的高附加值的朝阳产业。

1.1.3 现代模具加工技术的特点

现代模具加工技术主要体现在以下几方面。

1. 先进设计制造技术在模具加工中普遍应用

在设计制造方法上, 广泛采用计算机辅助设计与制造, 使用设计分析软件模拟成形过程, 采用交互式设计方法, 使人和计算机的信息交流轻松而友好。数据库和计算机网络技术使设计人员拥有大量资料和信息。设计与制造之间的直接传输便于设计中的反复修改。模具标准化、系列化、通用化程度高。模具加工方法的发展主要表现为采用更先进、更成熟的表面处理工艺, 以及高速、高精度切削加工技术和快速制模技术的广泛应用。

(1) 模具零件的高速加工 这是一种以高主轴转速、快速进给、较小的切削深度和间距为加工特征的高效、高精度数控加工方式, 可以极大地提高模具表面的加工质量。例如, 用直径 10mm 球头刀, 切削间距为 0.2mm 进行走刀, 留在工件表面上的理论残留高度仅为 0.001mm, 在这种情况下, 对于覆盖件模具则无须打磨。对于塑料模, 除数控加工不到位的凹圆角需电火花加工外, 型腔的型面部分稍做抛光处理就可以获得要求的表面质量。

(2) 快速成形技术 这项技术是集激光、材料、信息及控制等技术于一体的先进制造技术。其突出特点就是能直接根据制件的 CAD 电子模型, 快捷地制造出具有一定结构和功能的原型, 而不需要任何工装夹具。快速成形技术发展非常迅速, 已有数十种工艺问世。利用这种方法, 制作周期一般为传统数控切削方法的 $1/10 \sim 1/5$, 成本仅为 $1/5 \sim 1/3$, 特别适合于注射模、发泡成形模、玻璃模、橡胶模、压铸模及板料拉延模的快速制造。

(3) 激光相变硬化技术与硬质化合物涂覆技术 激光以高能量密度快速扫描钢材表

面,瞬时吸收光能,加热速度使作用区的温度急剧上升,在低于融化温度情况下,形成奥氏体,在冷态基体与加热区之间产生极高的温度梯度。扫描后,加热区表面层骤然冷却而进行自冷淬火,获得相变硬化。激光相变硬化技术是一种有效的模具热处理工艺。为了提高模具的加工效率和质量,减少昂贵材料的消耗,对模具进行硬质化合物涂覆处理已成为提高模具寿命最有效的方法之一。通过该技术,有效地提高了模具材料的塑性抗力、疲劳强度和耐磨损能力,经此处理的模具,其型腔的使用寿命大幅提高。

2. 模具材料和模具结构大量涌现

研制出各种特殊模具结构、模具材料和制造方法,如粉末冶金陶瓷模、低熔点合金模、激光切割的多层组合模、等温锻模和超塑性成形模等。

3. 模具加工设备快速更新

数控模具加工设备,如三坐标测量仪、CNC 数控机床、高精度坐标磨床、机电结合的电火花加工、数控线切割加工及各类特种加工已成为现代模具加工的基本手段。高精度数控坐标磨床、数控光学曲面磨床、慢走丝高精度线切割机、多功能数控电加工中心等先进机床已成为必备设备。

1.2 模具类型与模具生产

1.2.1 模具的分类

通常,模具按尺寸大小可分为大型、中型和小型模具,按生产批量可分为大量、成批和单件小批,按精度要求可分为高精度、中等精度和低精度。表 1-1 为按制品零件成形方法对模具进行的分类。

由表 1-1 可知,按制品成形的方法和模具结构的不同,可将模具分为两大类:一类为贯通类模具,包括冲裁模、拉延模、拉拔模、挤压模、粉末合金压模等;另一类为型腔类模具,包括压弯模、锻模、压铸模、塑料注射模和压制模、玻璃模、橡胶模等。

表 1-1 模具的分类

类 别	成形方法	成 形 加 工 材 料	模 具 材 料
冲压模	冲裁	金属	工具钢、硬质合金
	弯曲	金属	工具钢、铸铁
	拉伸	金属	工具钢、铸铁
	压缩	金属	工具钢、硬质合金
塑料模	压铸成形	热固性塑料	硬钢
	注射成形	热塑性塑料	硬钢
	挤出成形	热塑性塑料	硬钢
	吹塑成形	热塑性塑料	硬钢、铸铁
	真空成形	热塑性塑料	铝

续表 1-1

类 别	成形方法	成 形 加 工 材 料	模 具 材 料
压铸模	压铸成形	低熔点合金: 锌合金、铝、锡、铝合金、镁铜合金	耐热钢
锻模	模锻成形	金属	模锻钢
粉末合金压模	压力成形	金属粉末	合金工具钢、硬质合金
陶瓷模	压力成形	陶瓷粉末	合金工具钢、硬质合金
橡胶模	压力成形	橡胶	钢
	注射成形	橡胶	钢、铸铁、铝
玻璃模	压模	玻璃	铸铁、耐热钢
	吹模	玻璃	铸铁
铸造模	砂型铸造	砂	铝、钢、铸铁
	壳型铸造	树脂、混合砂	铸铁、铸铜
	失蜡铸造	石蜡、塑料	钢
	压力铸造	熔融合金、铝	铸铁
	金属铸造	熔融合金、铝	铸铁

1.2.2 模具的加工方法

模具的种类很多,对于其加工方法的选择应予以慎重考虑,这不仅是负责加工制造的技术人员需要关心的,对于模具设计人员也是必须熟悉的,因为模具的加工方法是实现设计思想的手段。模具加工方法主要指模具型腔零件的加工,可分为切削加工方法、特种加工方法和铸造方法三大类。表 1-2 为各种加工方法的工艺特点。

表 1-2 模具的各种加工方法的工艺特点

加工方法	分 类		适用于模具种类	加工精度	主要技术	加工技术要求	后工序加工
	型腔类	贯通类					
切削加工法制造模具							
普通切削机床加工	√	√	全部	一般			手工精加工
精密切削机床加工		√	冲裁	精密			不需要
仿形铣床加工	√		全部	精密		仿形模型	手工精加工
雕刻机加工	√		全部	一般		仿形模型	手工精加工
图形显示仪		√	冲压	粗		编程	手工精加工
数控机床加工	√	√	全部	精密		自动编程	手工精加工

续表 1-2

加工方法	分 类		适用于模具种类	加工精度	主要技术	加工技术要求	后工序加工
	型腔类	贯通类					
特种加工法制造模具							
冷挤压加工	✓		塑料、橡胶	精密		冷挤压冲头	不需要
超声波加工	✓	✓	冲压	精密		悬挂模型	手工精加工
电加工	✓	✓	全部	精密		电极制造	手工精加工
电解加工	✓	✓	全部	粗		电极制造	手工精加工
电解磨削		✓	全部	精密		成形模型	不需要
电铸	✓		冲压、塑料、玻璃	精密		模型	不需要
腐蚀加工			塑料	一般		图纸	不需要
铸造法制造模具							
锌合金铸造	✓	✓	冲压	一般	铸造	型腔制造	不需要
低熔点合金铸造	✓		塑料、橡胶	一般	铸造	型腔制造	不需要
肖氏铸造法	✓		锻造、压铸、塑料	一般	铸造	型腔制造	表面处理
钎铜合金铸造	✓		冲压	一般	铸造	型腔制造	不需要
合成树脂浇注	✓		冲压	一般	铸造	型腔制造	不需要

1.2.3 模具的评价指标

模具品质的评价主要有以下 5 个方面:精度、寿命、工作效率、制造周期、制造成本。

①精度是最主要指标,也是其他指标的前提。

②寿命指模具的连续使用寿命和总寿命。连续使用寿命是一次维修调试后安装在主机上连续使用的次数,一般以多少千次计。总寿命指模具开始投入使用直至报废所能达到的总的次数,以千次或万次计。显然,总寿命等于多期连续工作寿命的累加和。这里所说的维修仅指模具的刃磨和预设易损模具配件的更换及调整。

③工作效率指单位时间内通过该套模具生产的零件数,因此,该项指标与主机的工作性能有关,应在模具设计阶段给予足够的考虑。

④制造周期是模具设计和制造所用的时间。它是模具制造企业和模具使用者获得效益的重要指标。一般模具制造过程包括设计、生产准备、零件加工、装配调试等。因此,制造周期是模具行业技术水平的综合反映。就一套特定模具的制造周期而言,直接体现模具设计者应用最新信息化技术的水平和设计经验,加工方法与设备的先进性,制造操作者的经验和技艺,模具制造企业的管理者能力和水平。

⑤制造成本同样是模具行业水平的综合反映。从技术的视角来看,降低成本应着眼于模具的设计阶段。