

○高级**技工**丛书

许超 / 主编

g
o
o
l
i
i
i
g
o
u
g
c
o
u
g
s
u
c



GAOJIZHUSUMOJUGONGJISHUYUSHILI

高级注塑模具工 技术与实例

江苏科学技术出版社

○高级技工丛书

许超 / 主编

6
0
1
1
1
1
6
0
u
6
c
o
u
6
s
y
u

G

GAOJIZHUSUMOJUGONGJISHUYUSHILI

高级注塑模具工 技术与实例

江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

高级注塑模具工技术与实例 / 许超主编. —南京: 江苏科学技术出版社, 2004. 5

(高级技工丛书)

ISBN 7-5345-4203-0

I. 高... II. 许... III. 注塑-塑料模具
IV. TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 041744 号

高级注塑模具工技术与实例

主 编 许 超
责任编辑 高志一

出版发行 江苏科学技术出版社
(南京市湖南路 47 号, 邮编: 210009)

经 销 江苏省新华书店
照 排 南京展望文化发展有限公司
印 刷 江苏新华印刷厂

开 本 850 mm×1168 mm 1/32
印 张 13.5
插 页 2
字 数 330 000
版 次 2004 年 5 月第 1 版
印 次 2004 年 5 月第 1 次印刷
印 数 1--5 000 册

标准书号 ISBN 7-5345-4203-0/TH·94
定 价 28.00 元

图书如有印装质量问题, 可随时向我社出版科调换。

高级技工丛书

编委会

主任 温文源

顾问 江建春

秘书 凌正珠

编委 (以姓氏笔画为序)

王 玲 王克鸿 王辰宝

王剑钊 许 超 李集仁

吴国梁 杨文保 恽君壁

前 言

注塑模具制造是一个技术密集型的行业,随着计算机技术的飞速发展和在模具工业中的广泛应用,这一传统上较多依赖于手工和经验的行业正在发生巨大的变革。鉴于模具的单件制造和复杂型腔造型特点,迫于模具市场对模具制造高质量、高精度、低成本和短周期的压力,计算机技术应用几乎渗透到模具制造过程中的每一个细节,模具制造也因此成为计算机辅助设计、分析和制造技术最可以体现其价值与精髓的应用对象。

作为处于现代注塑模具制造环境中的模具制造人员,学习和掌握先进模具制造技术已是为势所迫。在这种需求下,我们编写了《高级注塑模具工技术与实例》,希望可以为广大读者提供帮助和借鉴。全书共分十一章,大致内容分布如下:

第一章注塑模具的成本估算及报价和第二章计算机辅助注塑模具的设计制造工艺,适合于管理或运作注塑模具制造的人员,内容包括模具定价和网上报价,以及如何应用计算机技术进行并行作业,缩短制造周期的基本方法。

第三章模具制造数控加工及其应用,考



考虑到型腔模具的加工特点,围绕数控铣削、电加工和计算机直接数控 DNC 三个主题,并增加了高速加工的内容,这些应用技术在现代模具制造车间正在发挥重要作用。

第四章和第五章是关于气体辅助注塑成型和国际模具标准系列的介绍。虽然这些技术已发展多年,但在国内模具制造业应用还不多见。读者在阅读的过程中可以结合本书的最后一章中关于气体辅助注塑成型计算机辅助分析的内容。

本书的第六章到最后一章是关于注塑模具计算机辅助设计、分析和制造的应用技术,包括模具的三维设计、电极设计、成型分析以及加工编程,其中的实例均在计算机上实现。这几章内容对注塑模具制造人员全面了解注塑模具制造中的计算机辅助实用方法将有重要的参考价值。

庞罕、金霞、陈华、朱小建为本书编写提供了大量的资料,在此一并表示感谢。限于编者的水平,书中若有缺点或错误,恳请读者批评指正。

编者

2004年2月

目 录

1 注塑模具的成本估算及报价	1
1.1 注塑模具估价的一般方法	3
1.2 型腔加工成本	9
1.3 模架及基本功能元件成本	17
1.4 其他费用估计	20
1.5 模具报价的计算实例	22
1.6 计算机辅助模具快速报价系统	26
1.7 本章结束语	33
2 计算机辅助注塑模具的设计制造工艺	34
2.1 串行工程与并行工程	35
2.2 模具设计制造计算机辅助工程	39
2.3 软件配置	48
2.4 计算机辅助制模的图档资料及其管理	50
2.5 本章结束语	57
3 模具制造数控加工及其应用	58
3.1 数控加工的应用特点及范围	58
3.2 数控铣削加工应用技术	64
3.2.1 如何正确选择模具加工方法	64
3.2.2 高速加工的应用	67
3.2.3 高性能加工刀具的应用	73
3.3 数控电火花加工应用技术	75
3.3.1 电火花加工在模具中的应用特点和范围	75


3.3.2	电火花加工基本原理和过程	76
3.3.3	电火花加工的特性	78
3.3.4	数控电火花机床分类	80
3.3.5	电极材料及其种类	84
3.3.6	电火花加工参数设置	87
3.3.7	电火花加工应用策略	88
3.3.8	关于加工速度的判断	89
3.3.9	关于间隙的判断	92
3.3.10	关于电极消耗的判断	93
3.3.11	关于加工变质层的判断	96
3.3.12	关于加工液的选择	99
3.4	模具加工中 DNC 技术应用	101
3.4.1	模具制造中 DNC 的应用模式	102
3.4.2	传输协议及其设置	112
3.4.3	DNC 传输的联接方法	115
3.5	本章结束语	122
4	气体辅助模具设计及要求	123
4.1	气体辅助产品的优点	123
4.2	气体辅助注塑成型的工艺过程	126
4.3	气体辅助注塑模具的设计原则	130
4.3.1	塑料制品和模具的设计策略	131
4.3.2	气道设计	134
4.3.3	模具综合设计	141
4.4	气辅注塑加工的成本和效率	145
4.5	气体辅助设备系统	146
4.6	气体辅助注塑成型分析在模具设计中的作用	147
4.7	流体辅助注塑成型技术的发展	150
4.7.1	流体辅助注塑的基本原理	150
4.7.2	水辅助注射成型对制品壁厚的影响	151

4.7.3 水辅助注射的特点分析	153
4.8 本章结束语	155
5 国际流行标准模架及选用方法	156
5.1 DME	158
5.1.1 DME 的基本发展状况	158
5.1.2 DME 的模架分类	159
5.1.3 DME 的热流道系统	163
5.2 HASCO	169
5.2.1 HASCO 标准的基本分类	169
5.2.2 HASCO 标准查询及订购软件的应用	175
5.3 FUTABA	177
5.3.1 FUTABA 模架标准的零件定义	178
5.3.2 FUTABA 模架的分类和选择	178
5.4 基于 Web 的模具设计方式	182
5.5 本章结束语	185
6 计算机辅助模具设计的方法及应用	186
6.1 注塑模具三维曲面造型方法	187
6.1.1 直纹参数曲面的构造方法	188
6.1.2 过渡曲面	189
6.1.3 曲面修剪	191
6.1.4 分模线的生成	192
6.1.5 模腔收缩率的计算	196
6.1.6 工作平面与观察平面的应用	198
6.2 注塑模具三维实体造型的应用方法	198
6.2.1 型腔特征造型	199
6.2.2 实体造型中的型腔曲面造型	207
6.2.3 收缩率计算	212
6.2.4 凸凹模的分模应用	213
6.3 专业化注塑模具辅助设计系统及其应用	221

6.3.1	分模线的自动计算及凸凹模的构造	222
6.3.2	注塑模具抽芯机构的设计	223
6.3.3	注塑模具浇口及流道系统的设计	228
6.3.4	专业注塑模设计与通用 CAD 的比较	231
6.4	注塑模具 CAD 应用中的规范	233
6.5	本章结束语	238
7	计算机辅助模具粗加工编程方法	239
7.1	模具型腔的加工工艺制定	241
7.2	加工坐标系	248
7.3	粗加工刀具选择的一般原则	251
7.3.1	模具加工中刀具的主要类型	251
7.3.2	刀具的选择原则	255
7.4	型腔粗加工中的刀具步距优化	262
7.5	CAM 粗加工编程中的基本参数及其设置	264
7.5.1	机床信息的定义	266
7.5.2	加工边界的定义	267
7.5.3	刀具快速运动平面及安全平面的定义	269
7.5.4	刀具的切入和切出定义	270
7.5.5	加工深度与步距的控制	273
7.5.6	切削参数的控制	275
7.5.7	其他应用参数的定义	276
7.6	模架板数控加工自动编程	277
7.7	具有凸模特征的零件粗加工编程	282
7.8	具有凹模特征的零件粗加工编程	289
7.9	本章结束语	296
8	计算机辅助模具精加工方法	297
8.1	精加工刀具选择的原则	298
8.2	控制表面粗糙度的参数	301
8.3	型腔精加工刀具轨迹的几种类型	303

8.4	刀具轨迹对模具型面加工质量的影响因素	310
8.5	计算机辅助数控精铣编程的参数设置	313
8.6	型腔拐角加工及清根加工	320
8.7	修改刀具加工轨迹	324
8.8	注塑模具型腔加工编程的应用实例	328
8.9	本章结束语	334
9	电极设计及加工方法	335
9.1	电极设计和加工的一般要求	335
9.2	基于曲面造型的电极设计方法	341
9.2.1	电极的设计及拆分	341
9.2.2	电极装夹图	343
9.2.3	电极的加工	345
9.3	基于实体造型的电极设计方法	347
9.3.1	电极模型的设计与拆分	347
9.3.2	电极装夹图	351
9.3.3	在实体造型环境下的电极加工	352
9.4	本章结束语	354
10	模具设计制造中的逆向工程	355
10.1	注塑模具制造逆向工程的基本原理	356
10.1.1	模具制造逆向工程的基本环境	356
10.1.2	传统靠模加工的基本原理	358
10.1.3	基于计算机技术的数字化逆向工程	362
10.1.4	数字化制模逆向工程与普通靠模加工方法的比较	375
10.2	数字化逆向制模的应用	378
10.3	本章结束语	385
11	注塑成型分析及应用	386
11.1	注塑成型分析在模具制造中的作用	387
11.2	注塑分析的一般方法及流程	392

11.2.1 注塑模具 CAE 软件的组成部分	392
11.2.2 注塑成型分析的一般流程	394
11.3 注塑成型分析的前置处理	395
11.4 注塑分析的参数设置	400
11.5 注塑件成型的熔接痕分析	401
11.6 模具浇口改变对注塑成型的影响	403
11.7 注塑冷却过程模拟及翘曲变形分析	404
11.7.1 模具结构对注塑制品的变形因素	404
11.7.2 注塑工艺对注塑制品的变形因素	405
11.7.3 塑件冷却过程分析	405
11.7.4 塑件翘曲分析	406
11.8 气辅注塑成型分析及举例	407
11.8.1 箱体盖板类型零件的气辅分析	407
11.8.2 厚薄结构塑件的气辅分析	414
11.9 注塑分析 CAE 中的智能化引导	419
11.10 本章结束语	421



注塑模具的成本估算及报价

掌握模具的成本估算及其报价无论是进行一项模具设计制造的项目,还是经营模具制造公司都是十分重要的。由于模具是单件生产,掌握模具的成本估算和报价对任何规模的模具公司来说都具有同样的意义。以往的观念是模具的报价应遵循科学、合理和实用的原则,对市场经济为主导的今天,模具的报价还应考虑诚信与竞争的因素。

有这样一个例子,欧洲某塑料制品公司要求国内一家模具制造公司对其所列的近二十个塑料产品提供模具的报价。但在这二十个塑料产品中,实际上有六个产品的模具已经制造。客户方的目的是通过模具制造商的报价可以从中比较价格的差异,同时也可以考察模具制造商所给的价格是否合理。事实上在模具制造市场上同时要求几家模具制造商提供模具报价已是非常普遍的现象。因此,模具制造成本的估算和报价必须同时考虑科学的计算原则和市场的竞争因素。

掌握模具的报价对任何熟练的模具工或技师都非常重要。无论是经营一家模具制造公司,还是完成一项模具制造,在进行模具报

价或制造一副模具的成本估算时,实际上已隐含了报价者对模具的设计结构、模具的制造工艺的基本方案,同时反映了报价方对模具市场的开拓方针。过高估算模具的价格,极有可能失去客户,而且使客户对模具价格的科学性和诚信度持怀疑看法。模具价格过低,将导致模具项目赔本,或制造质量因价格原因下降,造成客户对制造质量缺乏信心,同样也会影响模具制造的市场发展。因此,模具制造的报价要求有较高的准确性。

模具制造报价的另一特点是快速,即要求在较短的时间内给客户详细的报价。一些报价研究将型腔模具的制造划分为若干因素,并将这些因素对应不同的条件系数。在进行报价时将这些因素逐一考虑,并根据一定的经验公式进行计算。这种方法在报价时比较繁琐,同时模具的型腔、结构的变化,有些因素不一定能被考虑,在报价快速上不能满足客户要求。因此一些采用计算机辅助报价的系统应运而生。计算机辅助报价系统可以在较短的时间内进行报价和报价单的输出或打印,但这种系统在教育推广中存在以下几个问题:

- 如何满足应用者当地模具制造条件和市场的变化?事实上,模具报价中一些因素不是一成不变的。比如,模具制造商具备制造较大规格模具的加工设备,即使所定的加工成本较高,但加工设备当前空闲,或模具制造周期要求较短,在考虑模具制造时都存在突破惯例的可能性。另外,模具材料的价格和供应渠道的因素都有可能使一些规则发生改变。

- 如何不断扩展报价系统的能力?随着模具报价系统的应用,必然产生许多新的案例或规则,一个系统是否可以自动添加这些新的知识,使得系统的能力不断发展是比较关键的问题。由于这些系统中的一些计算方法和规则是软件开发商事先做好的,这就导致在教育中存在较大的局限性。

- 模具结构具有三维模型特征,报价系统是否可以较好地集

成应用零件的三维模型电子文档？模具的报价除了需要知道客户的一些要求和基本参数，如塑料材料、收缩率、模具材料等，还需要了解塑件的形状与结构，这需要结合模具的图纸或塑件三维模型电子文档进行报价。即使是选择标准模架，在报价系统中采用三维视图不仅直观，而且实际需要，因为这些模架在结构上的异同采用语言方式或型号代码不易说明清楚。现在的一些模具报价系统仅仅是人机对话框式的操作，在与图形集成方面比较弱，因此限制了计算机辅助报价系统的应用与推广。

除采用计算机辅助报价解决模具快速报价外，在模具制造市场还广泛采用一些粗略的估算方法进行快速报价，如根据模具的材料费用进行的价格估算等。这些方法虽然计算较为简单，但在模具报价中存在较大的价格误差。对于当前不断成熟和完善的模具市场来说，这种方式比较落后，并会很快暴露其不科学的一面，最终将影响模具制造商的市场以及其在客户市场的形象。

1.1 注塑模具估价的一般方法

注塑模具的制造价格估算有多种方法，中国模具协会在 1993 年编写的《模具计价办法参考手册》中针对规格在 1215~9010 的型腔模具提出了模具价格的计算方法。该方法主要考虑模具的制造工费 G_{d1} ，模具原材料费用 C_1 ，制造模具专用工具费用 E_1 ，试模费 U_1 ，包装运输费用 Y_1 ，以及设计、利润和税等因素。其主要计算公式为：

$$M_1 = \frac{[G_{d1}(1+d_1) + C_1 + E_1 + U_1 + Y_1](1+r_{11})}{1-r_{12}}$$

式中 M_1 ——型腔模具的销售价格；

d_1 ——设计费系数；

r_{11} ——成本利润率；

r_{12} ——综合税率。

该方法中,工费是指型腔模具的制造工时费,是模具制造全过程中发生的全部工时费用的总和。计算这个工费主要是根据模具制造的基点工时以及单位工时的平均费用。模具制造的基点工时是根据模具的规格来确定,在基点工时的基础上进一步考虑模具型腔的深度、型腔的复杂性、塑件要求精度、型腔的表面粗糙度以及模具结构这些因素的影响。模具结构因素主要有是否有侧抽芯以及侧抽芯的数目,分模面的复杂性以及分模面的数目。工费的计算是这个计算方法中最复杂的部分。上式中的原材料费用是指模具的材料费用和购置模具标准件的费用之和。在模具材料费用中也要考虑模具结构有关的因素,如直浇口、点浇口、镶件、分模面、侧抽芯等。在这个计算方法中的专用工具是指模具制造中是否采用电极进行加工,是否需要专用的样板工具等。

这个方法计算模具的价格考虑较细,比如对型腔模具的设计费用系数考虑了三种情况:一是模具制造商根据客户提供的模具全套图纸进行模具的制造,对模具制造商来说只需要消化这些图纸,并确定模具的制造工艺路线;第二种情况是客户提供的只是塑件的图纸,模具制造商需要设计全套模具图纸,并确定制造的工艺;最后一种情况是客户只提供塑件的样品,模具制造商需要对样品进行测绘,再设计模具的图纸和确定制造工艺。按照一般的惯例,模具设计的费用占模具全部制造费用的10%~20%。这个设计费用系数是在这个工作量的范围内根据这三种情况进行分布。

这个方法基于的条件基本上是模具制造商采购制造模具的原材料,然后进行模具的制造,标准件的采购只占其中较小的部分。方法中基本上没有考虑应用标准模架进行模具制造的方式。在现代注塑模具的制造中,即使一些模具的结构很难找到对应的标准模架,模具制造商为了节省时间,仍采用专门订购的方式向模架供

应商订购专门的模架。这是因为模架供应商在模架加工方面有一整套成熟工艺,并有较强的加工能力。订购专用模架不仅可以缩短制造周期,保证质量,而且在制造费用上可能比模具制造商自己制造模架还要低。模具制造商采用的材料或模架的价格,与制造商通常保持联系的供应商相关。模具制造商在报价时必须熟知材料或模架的交货期,因此与自己熟悉的材料供应商联系是首选。报价估算的基本系数与这些供应商所提供的材料的当前价格有直接的联系。

随着国际制造业水平的不断发展,原先模具制造商完全封闭独立的制造模式已被广泛协作的虚拟制造联盟所取代。模具制造的估价已不能根据模具制造商自己所拥有的设备能力来计算,而应根据制造模具最合适的制造工艺来决定。一些模具制造厂只是负责设计模具的图纸,装配模具并完成模具的样品试验,而将模具的大部分制造任务外包,即通过协作加工。一些模架供应商不仅供应标准或专用模架,而且可以提供模具型腔粗加工或精加工服务。因此模具价格的估算已不能局限于一个模具制造商所具有的加工能力,而是取决于这个地区模具加工协作的能力。模具制造商在进行模具的估价时必须熟悉周边协作加工伙伴的一些价格计算方法,价格计算中的一些参数或系数应当根据这个模具制造企业周边的协作环境进行调整。由于这种虚拟的协作联盟在市场环境下本身构成一种行业内的竞争体系,在价格规律或计算方法上存在一定的规则,但同时又存在一定的波动性。模具制造的成本估算必须考虑到这种市场竞争的机制。

由德国乔治·蒙格斯推荐的另一种模具估算方法是将模具的费用分为四类,分别为型腔类、模架类、基本功能部件类和专门功能部件类。这种方法计算模具制造成本的基本流程如图 1.1-1 所示。这种方法在计算模具成本时考虑较细,因此估算的方法也比较复杂。由图可见,在大多数情况下,估算主要发生在前三类。