

吴泊良 梁庆 雷日扬 编著

模具机械加工

工艺分析与操作案例

MUJU JIXIE JIAGONG

GONGYI FENXI YU CAOZUO ANLI



化学工业出版社

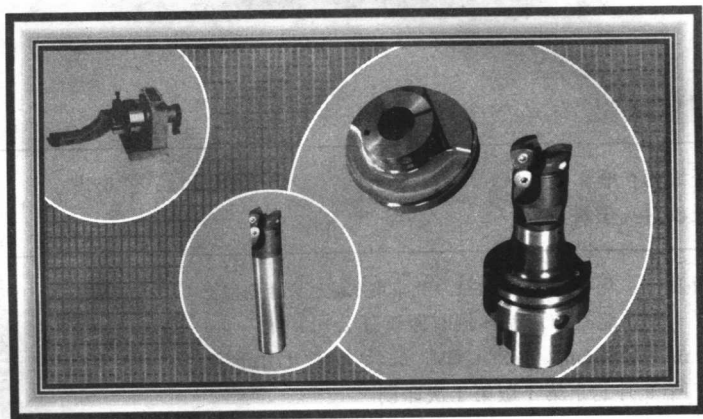
吴泊良 梁庆 雷日扬 编著

模具机械加工

工艺分析与操作案例

MUJU JIXIE JIAGONG

GONGYI FENXI YU CAOZUO ANLI



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

模具机械加工工艺分析与操作案例/吴泊良, 梁庆, 雷日扬编著. —北京: 化学工业出版社, 2007.9

ISBN 978-7-122-01013-1

I. 模… II. ①吴…②梁…③雷… III. 模具-机械加工-加工工艺 IV. TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 132731 号

责任编辑: 李军亮

装帧设计: 尹琳琳

责任校对: 王素芹

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: 北京市彩桥印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张 6¼ 字数 170 千字

2007 年 9 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: 18.00 元

版权所有 违者必究

前 言

社会的发展和科学技术的进步,使得塑料、五金制品的应用几乎遍布各个领域。而所有这些领域所应用到的产品,大多是要通过塑料、五金等模具来生产的。模具是相关产业社会化大生产中最为重要的一个环节,理所当然也得到了长足的发展和进步。

伴随着我国的经济的发展,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占据着举足轻重的地位,因此产生了社会对模具产业人才的大量需求,同时也对模具产业人才的水平提出了更高的要求。模具生产的工艺水平及科技含量的高低,已成为衡量一个国家科技与产品制造水平的重要标志,它在很大程度上决定着产品的质量、效益、新产品的开发能力,决定着一个国家制造业的国际竞争力。加入世贸组织后,中国正在逐步变成“世界制造中心”,为了增强竞争力,制造企业已开始广泛使用先进的数控技术来生产制造模具,模具制造已成为先进制造技术的一个重要组成部分。为了顺应形势的需要,满足广大模具制造技术人员和管理人员的需求,我们编写了《模具机械加工工艺分析与操作案例》、《模具数控铣削加工工艺分析与操作案例》、《模具数控电火花成型加工工艺分析与操作案例》、《模具数控电火花线切割加工工艺分析与操作案例》一系列图书,希望能对模具加工行业人员技术水平的提高有所帮助。

本书是根据我们多年实际工作中积累的经验编写而成的,采用了通俗的语言、详细的引导、对比的说明,使得读者更易于吸收。本书所列实例,全部经过生产验证,所给数据也都来自于实际的模具加工,读者可以参考使用。本书内容详细、齐全,只要读者能够认真地学习本书,加以吸收、消化,并能在实际模具生产中加以应用,相信将有助于提高模具制造技术水平。

本书以模具机械加工工艺为主线,详细、系统地讲解了作为模

具加工人员在实际工作过程中所应具备的知识。本书语言通俗易懂，可供模具制造业相关加工技术人员参考，也可供职业院校模具专业的师生参考。

本书在编写过程中，得到了深圳市嘉达机械厂 CNC 部、东莞振鹏塑胶模具厂设计部、广西诚基永信工程公司产品研发部、南宁燎旺车灯有限责任公司设计部、南宁职业技术学院机电系等单位提供的大量信息技术和宝贵的意见，在此一并表示衷心的感谢！

由于作者水平所限，书中难免有不妥之处，恳请读者批评指正。

编著者

目 录

第 1 章 模具机械加工工艺基础	1
1.1 模具机械加工工艺规程设计	1
1.1.1 生产过程和工艺过程	1
1.1.2 工艺规程	2
1.1.3 确定零件加工工艺的步骤	6
1.1.4 定位基准和安装方式的选择	11
1.1.5 零件工艺路线的分析与拟定	16
1.1.6 加工余量与工序尺寸的确定	22
1.2 模具机械加工的表面质量	25
1.2.1 表面质量	25
1.2.2 表面粗糙度及其降低的工艺措施	29
1.2.3 影响表层金属力学性能的工艺因素及其改进措施	32
1.3 模具机械加工的制造精度	36
1.3.1 加工精度的概念	36
1.3.2 影响加工精度的因素	37
1.3.3 工艺系统的几何误差对加工精度的影响	37
1.3.4 工艺系统受力变形引起的加工误差	39
1.3.5 工艺系统的热变形对加工精度的影响	42
1.4 提高模具零件加工质量的工艺途径	44
1.4.1 提高加工精度的途径	44
1.4.2 提高表面质量的工艺途径	51
1.5 提高劳动生产率的主要措施	57
1.5.1 时间定额	57
1.5.2 提高劳动生产率的工艺措施	58
第 2 章 模具加工工艺方案的产品质量与成本分析	63
2.1 工艺方案的精度分析	63
2.2 工艺方案的成本核算	71
2.3 工艺方案分析综合实例	73

2.3.1 精度分析	73
2.3.2 经济分析	77

第3章 凸模类零件机械加工工艺分析与操作案例 79

3.1 凸模的结构特点及其常用的加工方法	79
3.1.1 凸模的基本结构样式	79
3.1.2 凸模类零件加工的技术要求	79
3.1.3 常用的凸模加工方法	81
3.2 圆形凸模的加工实例分析	83
3.2.1 零件分析	83
3.2.2 加工阶段划分	86
3.2.3 加工工艺方案比较分析	87
3.3 非圆形凸模加工实例分析	96
3.3.1 零件分析	96
3.3.2 加工阶段划分	97
3.3.3 加工工艺方案比较分析	97

第4章 型心类零件机械加工工艺分析与操作案例 105

4.1 型心类零件的结构特点及其常用的加工方法	105
4.1.1 型心类零件基本结构样式	105
4.1.2 型心类零件加工的技术要求	106
4.1.3 常用的型心类零件加工方法	108
4.2 实例之一 注射模侧滑块型心的加工	116
4.2.1 零件分析	116
4.2.2 加工阶段划分	117
4.2.3 加工工艺方案比较分析	118
4.3 实例之二 圆形型心加工	122
4.3.1 零件分析	122
4.3.2 加工阶段划分	124
4.3.3 加工工艺方案比较分析与操作详解	125

第5章 型孔类零件机械加工工艺分析与操作案例 128

5.1 型孔类零件的结构特点及其常用的加工方法	128
5.1.1 型孔类零件的基本结构	128
5.1.2 型孔类零件加工的技术要求	129

5.1.3 常用的型孔类零件加工方法	129
5.2 拉深凹模的加工实例分析	132
5.2.1 零件分析	132
5.2.2 加工阶段划分	133
5.2.3 加工工艺方案比较分析	133
5.3 连续模凹模的加工实例分析	137
5.3.1 零件分析	137
5.3.2 加工阶段划分	139
5.3.3 加工工艺方案比较分析	139
第6章 型腔类零件机械加工工艺分析与操作案例	153
6.1 型腔类零件的结构特点及其常用的加工方法	153
6.1.1 型腔类零件基本结构样式	153
6.1.2 型腔类零件加工的技术要求	153
6.1.3 常用的型孔类零件加工方法	154
6.2 实例之一 注射模哈夫型腔块的加工	154
6.2.1 零件分析	154
6.2.2 加工阶段划分	155
6.2.3 加工工艺方案比较分析	156
6.3 实例之二 盖板注射模型腔加工	161
6.3.1 零件分析	161
6.3.2 加工阶段划分	161
6.3.3 加工工艺方案比较分析与操作详解	162
第7章 模架零件机械加工工艺分析与操作案例	165
7.1 冲压模模架	165
7.1.1 上下模座的加工	166
7.1.2 导柱和导套的加工	168
7.2 注射模模架的加工	174
7.2.1 注射模的结构组成	174
7.2.2 模架的技术要求	176
7.2.3 模架零件的加工	176
7.2.4 浇口套的加工	177
附录	179

附录 1 常用的机械加工余量标准 179

附录 2 模具常用名词对照 183

参考文献 186

第 1 章

模具机械加工工艺基础

1.1 模具机械加工工艺规程设计

1.1.1 生产过程和工艺过程

(1) 生产过程

由原材料制成各种零件，并装配成成品的全过程称为生产过程。一般产品生产主要包括下列过程。

① 生产技术准备过程 这个过程主要是完成产品投入生产前的各项技术和生产的准备工作。如产品设计、工艺制订、各种生产资料的准备以及生产组织等方面的准备工作。

② 毛坯的制造过程 如铸造、锻造、焊接等。

③ 零件的各种加工过程 如机加工、热处理和表面处理等。

④ 产品的装配过程 如装配、调试、油漆等。

(2) 工艺过程

在生产的过程中直接改变原材料（或毛坯）形状、尺寸和性能，使之成为成品的过程，称为工艺过程。例如，毛坯的铸造、锻造和焊接，改变材料性能的热处理，零件的机械加工等，都属于工艺过程。工艺过程又包括若干工序。

工序是一个或一组工人在一个工作地点，对一个或一组工件所连续完成的那部分工艺过程。

工步与走刀。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。为了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，所完成的那部分工序称为工步。

在一个工步内由于被加工表面需切除的金属层较厚，需要分几

次切削，此时每进行一次切削就是一走刀。走刀是一工步的一部分，一个工步可包括一次或几次走刀。

1.1.2 工艺规程

工艺规程是记述由毛坯加工成为零件过程的一种工艺文件，它简要地规定了零件的加工顺序，选用的机床、工具、工序的技术要求及必要的操作方法等，因此，工艺规程具有指导生产和组织工艺准备的作用，是生产中必不可少的技术文件。

(1) 工艺规程的作用

① 工艺规程是指导生产的主要技术文件 合理的工艺规程是在总结广大工人和技术人员实践经验的基础上，依据工艺理论和必要的工艺试验而制订的，它体现了一个企业的技术水平。按照工艺规程进行生产，可以保证产品的质量，提高生产效率和经济效益，因此，生产中应严格地执行既定的工艺规程。

但是工艺规程也不是一成不变的。随着技术的进步，加工方法也在不断变化，特别是模具行业，制造技术的变革很快，过去用的一些传统的加工方法在不断被新的工艺方法（如电加工、快速成形等）所替代。因此，工艺人员应注意总结方方面面的革新创造，及时吸取国内外先进的工艺技术，对现行的工艺不断地予以改进和完善，以便更好地指导生产。

② 工艺规程是生产组织和管理工作的基本依据 有了工艺规程，在产品投产之前就可以根据工艺规程进行原材料、毛坯的准备和供应，机床设备和负荷的调整，专用工艺装备的设计与制造，生产作业计划的编排，劳动力的组织等，使整个生产有计划地进行。

③ 工艺规程是新建或扩建工厂或车间的基本资料 在新建或扩建工厂、车间时，只有依据工艺规程和生产纲领才能正确地确定生产所需的机床和其他设备的类别、规格和数量，车间的面积，机床的布置，生产工人的工种、等级及数量，以及辅助部门的安排等。

除此之外，工艺规程还是成本核算的依据，也是大规模工艺改进研究的原始资料。

(2) 制定工艺规程的原则

制定工艺规程的原则是在一定的生产条件下,要使所编制的工艺规程能以最少的劳动量和最低的费用,可靠地加工出符合图样及技术要求的零件。工艺规程首先要保证产品的质量,同时要争取最好的经济效益。在制定工艺规程时,要注意以下3个方面。

① 技术上的先进性 在制定工艺规程时,要了解国内外本行业工艺技术的发展。通过必要的工艺试验,优先采用先进工艺和工艺装备,同时还要充分利用现有的生产条件。

② 经济上的合理性 在一定的生产条件下,可能会出现几个保证工件技术要求的工艺方案。此时应全面考虑,通过核算或评比选择经济上最合理的方案,使产品的能源、物资消耗和成本最低。

③ 有良好的劳动条件 制定工艺规程时,要注意保证工人具有良好、安全的劳动条件,通过机械化、自动化等途径,把工人从笨重的体力劳动中解放出来。

制定工艺规程时,工艺人员必须认真研究原始资料,如产品图样、生产纲领、毛坯资料及生产条件的状况等,然后参照同行业工艺技术的发展,综合本部门的生产实践经验,进行工艺文件的编制。

(3) 工艺文件的格式及应用

将工艺规程的内容填入一定格式的卡片,作为生产准备和施工依据的技术文件,称为工艺文件。模具制造生产中常见的工艺文件有以下几种。

① 工艺过程综合卡片 这种卡片主要列出了整个零件加工所经过的工艺路线,包括毛坯、机械加工和热处理等,如表 1-1 所示。它是制订其他工艺文件的基础,也是生产技术准备、编制作业计划和组织生产的依据。在单件小批生产中,简单零件一般只编制工艺过程综合卡片,作为工艺指导文件。

② 加工工序卡片 工序卡片是在工艺卡片的基础上分别为每一个工序制订的,是用来具体指导工人进行操作的一种工艺文件。工序卡片中详细记载了该工序加工所必需的工艺资料,如定位基准、安装方法、机床、工艺装备、工序尺寸公差、切削用量及工时定额等。在大批量生产中,广泛采用这种卡片。在中、小批量生产中,对个别重要工序有时也编制工序卡片。其格式如表 1-2 所示。

表 1-1 工艺过程综合卡片

××××公司				模具机械加工工艺卡				模具编号		M01	零件图号		M01-03	PM01-03-1	
								模具名称		连续模	零件名称		卸料板	共 页 第 页	
材料牌号	Cr12	毛坯种类	板	毛坯尺寸	208×178×32	每毛坯件数	1	每模件数	1	工艺装备	测量工具	每件重量			
工序号	工序名称	工序简图			工序内容			加工设备	加工设备	测量工具	工时定额	备注			
1	下料				下料:φ90×186			锯床		钢尺		可以 外购			
2	锻造				将圆钢锻造成 208×178×32			空气锤		钢尺					
3	退火				退火软化			退火炉							
4	刨				刨六个面成 200.5×170.5×26			刨床	虎口钳	游标卡					
5	铣				铣台阶面,深 8			万能铣床	虎口钳	游标卡					
6	磨				磨平上下平面、磨相邻的两侧面 (后加工基准),侧面垂直度 0.02			平面磨	虎口钳	游标卡					
7	划线				划线			钳工台	高度尺						
8	钻孔				钻孔			台式钻床		游标卡					
9	热处理				热处理淬火+回火,58~62HRC			热处理炉		硬度计					
10	磨				磨平上下平面、磨相邻的两侧面 (后加工基准),侧面垂直度 0.02										
										编制 (日期)	审核 (日期)	批准 (日期)			
序号	标记	处数	更改文件号	签字	日期	更改描述									

值得注意的是模具加工一般是单件生产或小批量生产，所以用的工艺文件格式也比较简单，一般零件采用工艺过程综合卡，重点的工序用加工工序卡对加工过程做详细的规定。又因为大部分模具制作部门的模具师傅的技术水平比较高，对一般的模具加工工艺过程比较熟悉，加工时不看工艺卡或只看简单的工艺过程也能保证模具加工的质量，所以也有把加工工艺要点写在模具图纸上不另外编写模具加工工艺文件的，如图 1-1 所示。

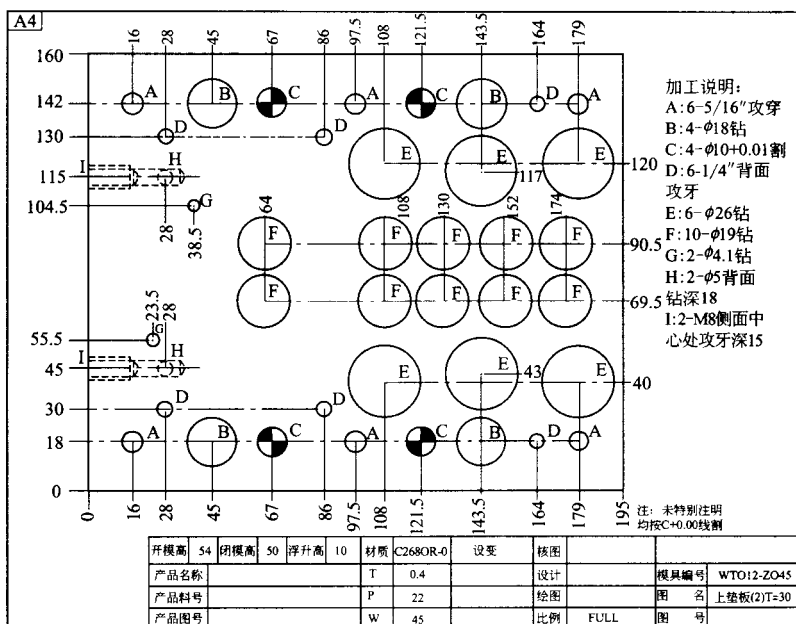


图 1-1 在图纸上写出加工工艺要点

1.1.3 确定零件加工工艺的步骤

在进行零件加工之前一般都应首先确定好零件的加工工艺。确定零件加工工艺、编制零件加工工艺规程，可按以下步骤进行。

(1) 零件图的研究与工艺分析

模具的零件图是制定工艺规程最主要的原始资料。在制定工艺时，必须首先对其加以认真分析。为了更深刻地理解零件结构上的

特征和主要技术要求，通常还要研究模具的总装图、部件装配图及验收标准，从中了解零件的功用和相关零件的配件，以及主要技术要求制订的依据等。零件图的分析主要从零件结构和零件技术要求两方面进行分析。

① 零件的结构分析 由于使用要求不同，模具形状和尺寸各异。但是，如果从外形上加以分析，各种零件都是由一些基本的表面和异形表面组成的。基本表面有内、外圆柱表面，圆锥表面和平面等；异形表面主要有螺旋面、渐开线齿形表面及其他一些成形表面等。

在研究具体零件的结构特点时，首先要分析该零件是由哪些表面组成的，因为表面形状是选择加工方法的基本因素。例如，外圆表面一般由车削和磨削加工出来，内孔则多通过钻、扩、铰、镗和磨削等加工方法获得。除表面形状外，表面尺寸对工艺也有重要的影响。以内孔为例，大孔与小孔、深孔与浅孔在工艺上均有不同的特点。

在分析零件的结构时，不仅要注意零件各个构成表面本身的特征，还要注意这些表面的不同组合。正是这些不同的组合才形成零件结构上的特点。例如，以内、外圆为主的表面，即可组成盘、环类零件，也可构成套筒类零件。而套筒类零件，既可以是一般的轴套，也可以是形状复杂的薄壁套筒。上述不同结构的零件在工艺上往往有着较大的差异，在模具制造中，通常按照零件结构和加工工艺过程的相似性，将各种零件大致分为轴类零件、套类零件、板类零件、凸模类零件、型心类零件、型孔类零件、型腔类零件等，同类零件的加工工艺有一定的共性。

② 零件的技术要求分析 零件的技术要求包括下列几个方面：

- a. 主要加工表面的尺寸精度；
- b. 主要加工表面的形状精度；
- c. 主要加工表面之间的相互位置精度；
- d. 各加工表面的粗糙度，以及表面质量方面的其他要求；
- e. 热处理要求及其他要求。

根据零件结构的特点，在认真分析了零件主要表面的技术要求

之后，对零件的加工工艺有了初步的认识。

首先，根据零件主要表面的精度和表面质量的要求，初步确定为达到这些要求所需的最终加工方法；然后再确定相应的中间工序及粗加工工序所需的加工方法。例如，对于孔径不大的 IT7 级精度的内孔，最终加工方法取精铰时，则精铰孔之前通常要经过钻孔、扩孔和粗铰孔等加工。

其实要分析加工表面之间的相对位置要求，包括表面之间的尺寸联系和相对位置精度。认真分析零件图上的尺寸标注及主要表面的位置精度，即可初步确定各加工表面的加工顺序。

零件的热处理要求影响加工方法和加工余量的选择，对零件加工工艺路线的安排也有一定的影响。例如，要求渗碳淬火的零件，热处理后一般变形较大。对于零件上精度要求较高的表面，工艺上要安排精加工工序（多为磨削加工），而且要适当加大精加工的工序加工余量。

在研究零件图时，如发现图样上的视图、尺寸标注、技术要求有错误或遗漏，或零件的结构工艺性不好时，应提出修改意见。但修改时必须征得设计人员的同意，并经过一定的批准手续。必要时应与设计者协商进行改进分析，以确保在保证产品质量的前提下，更容易将零件制造出来。

（2）确定生产类型

根据产品产量的大小和品种的多少，主要分为单件生产、小批量生产和大批量生产 3 种生产类型。不同的生产类型，所用的生产设备和加工工艺有所区别。单件生产和小批量生产为了减少设备和工装成本，尽量使用通用的设备和通用工装，加工工序也比较集中，在一个工序中完成比较多的加工内容。在大批量生产中，为了提高效率，尽量采用专用设备和专用工装，加工工序也比较分散，实行专业化生产。模具加工一般是单件或小批量生产。

（3）确定毛坯的种类和尺寸

模具零件毛坯的设计是否合理，对于模具零件加工的工艺性以及模具的质量和寿命都有很大的影响。

在毛坯的设计中，首先考虑的是毛坯的形式，通常模具零件的