

21 世纪技术工人操作技法与实例丛书

模具工

操作技法与实例

M UJUGONG
CAOZUO JIFA YU SHILI

张能武 主编

- 专业知识与操作技能相结合
- 突出典型实例
- 增加技巧、禁忌与注意事项

长三角国家高技能人才培养中心特别推荐
21 世纪技术工人操作技法与实例丛书

模具工操作技法与实例

张能武 主编

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

模具工操作技法与实例/张能武主编. —上海: 上海科学技术出版社, 2009. 6

(21 世纪技术工人操作技法与实例丛书)

ISBN 978—7—5323—9676—4

I. 模... II. 张... III. 模具—生产工艺—基本知识
IV. TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 184543 号

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

苏州望电印刷有限公司印刷

开本 850×1168 1/32 印张 9.25

字数: 250 千字

2009 年 6 月第 1 版 2009 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978—7—5323—9676—4/TG·182

定价: 19.80 元



本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题,
请向工厂联系调换



内容提要

本书着重介绍模具工必须掌握的专业知识与操作技能,以及一些成熟的实践经验,将专业知识与操作技能有机地融于一体,力求解决生产中的实际问题;并以典型实际模具加工为例,详细介绍了操作技能、技巧,操作禁忌及注意事项,供技术工人参考借鉴。本书内容涉及模具的基本结构组成、模具的基础加工工艺、模具零件的加工、模具的装配与调整、模具的验收与使用,以及模具的加工实例等。

本书不仅适用于职业技能培训,同时可供模具工自学使用。

“21 世纪技术工人操作技法与 实例丛书”编写委员会

丛书主编：徐 峰

编写人员：王吉华 夏祖印 任志俊 刘春玲 邱立功 陈忠民
张能武 周斌兴 黄 芸 楚宜民 马建民 王元龙
刘述芳 陶荣伟 薛国祥 张道霞 杨光明 唐亚鸣

前言

随着国民经济和现代科学技术的迅猛发展,特别是在中国走新型工业化道路发展战略的指引下,我国机械制造业得到了前所未有的发展。然而,我国各类高级技术人才的短缺正成为一个日益突出的问题。根据国家有关部门的统计,我国现有的从业人员中,初中以下文化程度的约占 84%;工人技术队伍中,技师和高级技师的比例仅占 1.5%,高级技工约占 3.5%,中级技工约占 35%,初级技工约占 60% 以上。而发达国家技术工人中,高级工约占 35%,中级技工约占 50%,初级工只约占 15%。由此看来,我们与之相比差距甚远。

模具工业是国民经济的基础工业,特别近几年汽车工业、农业机械、航空航天工业的飞速发展,对模具发展提出了巨大的挑战。另一方面,机电工业产品、日常生活用品的生产也都依赖于塑料模具的开发利用。为适应我国模具工业飞速发展的形势,加速培养模具工业急需的实用型人才,我们组织编写了这本《模具工操作技法与实例》。

本书由长三角国家高技能人才培养中心组织编写,张能武主编。该书在编写过程中参考了大量的相关图书和企业培训资料,在此向上述出版物的作者和有关企业表示衷心的感谢和崇高敬意!

由于本书涉及的范围非常广泛,编写时间较短,限于编者水平,难免有不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第一部分 专业基础知识	1
第一节 模具基础知识	1
一、模具的生产和工艺过程	1
二、现代模具制造的设备配置与组合	2
三、模具制造的工艺规程	4
四、模具加工工序的种类	6
五、模具制造的技术要求	8
六、模具常用材料的性能	13
七、模具零件的热处理	15
八、模具的修理	24
第二节 模具的结构组成	29
一、冲压模结构	29
二、注射模结构	32
三、压铸模具结构	33
四、锻模结构	33
五、粉末冶金模结构	35
第二部分 基本操作技能	38
第一节 模具的基础加工工艺	38
一、模具零件的毛坯加工	38
二、模具零件的划线加工	45
三、模具零件的研磨、抛光加工	50
四、模具零件的攻螺纹加工	55

五、模具零件的钻孔、铰孔加工	58
六、模具零件的磨削加工	63
七、模具零件的刨削加工	76
八、模具零件的铣削加工	80
九、模具成型件的坐标镗床加工	91
十、模具零件的电火花加工	96
第二节 模具零件的加工方法	104
一、冲压模模架的加工	104
二、塑料模模架的加工	109
三、凸模的加工	110
四、凹模的加工	113
五、弯曲模的加工	114
六、拉深模的加工	123
七、冷挤压模的加工	132
八、注射模的加工	135
九、压缩模的加工	144
十、压注模的加工	146
十一、锻模的加工	146
十二、粉末冶金模的加工	151
第三节 模具的装配与调整	153
一、冲压模具的装配	153
二、冲压模具的试模与调整	172
三、塑料模的装配	176
四、塑料模具的试模与调整	187
五、压铸模的装配、试模与调整	198
六、锻模的装配、试模与调整	204
七、粉末冶金模的装配、试模与调整	206
第四节 模具的验收与使用	213
一、模具的验收	213
二、模具的使用与维护	217

第三部分 加工实例	227
一、凸模成形磨削加工实例	227
二、型腔冷挤压模具加工实例	229
三、压铸模成形部分精加工实例	232
四、圆形凸模的加工实例分析	241
五、非圆形凸模的加工实例分析	256
六、拉深凹模的加工实例分析	264
七、注射模侧滑块型心的加工实例分析	268
八、冲裁模的装配实例	274
九、塑料模的装配实例	276
十、压铸模的装配实例	280

第一部分 专业基础知识

第一节 模具基础知识

一、模具的生产和工艺过程

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。模具生产的全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形工艺和成形模具的类型和总体结构。

2) 成形模具总装结构的设计是在完成总装配结构设计的基础上进行以下工作。

① 完成成形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 确定各成形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,并在这些工艺文件的基础上进行以下工作。

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 成形件、结构件毛坯加工;

第一部分 专业基础知识 ◀◀◀

③ 成形件加工程序(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。

4) 模具成形件结构件的加工和热处理。

5) 经检验,各成形件、结构件、标准件、通用件在均合格的前提下(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。

6) 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。

7) 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)。

2. 模具制造的工艺过程

模具制造的工艺过程是模具生产过程的重要组成部分,即将模具设计图转变为具有一定使用功能和实用价值、能连续生产出合格制品的商品模具的全过程。共包括成形件、结构件的加工;标准件、通用件的配购;模具组装和总装;试模验收交货这几个工艺过程。

二、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,例如导套加工,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 长径比特别大的杆件加工,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。而长径比特别大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 0.8 mm 以下的小孔和小孔推管则只好配备激光设备来加工了。

(2) 成形件加工的设备配置

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形机加工成形。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 的成形加工系统。上述复杂型面的精加工和超精加工还须配置成形磨床、精密坐标磨床等设备。根据制品和模具成形件的不同结构,成形件还可以进行冷挤压成形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,首先是成形件与标准模架中的成形件固定板的装配定位、导向及平稳地装入。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)及导向后装入并紧固;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;要求成形通孔的型芯与模板的涂红粉研配;导柱与导套的研配等)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

第一部分 专业基础知识 ◀◀●

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、保证装配的方便和安全。

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,例如 CNC 加工中心,应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。

三、模具制造的工艺规程

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,所配置的设备和辅助工装,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。

2. 制定工艺规程的要点

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,又要适应绿色环保的要求,为工人创造一个安全、良好的工作环境。

3. 制造工艺规程的步骤

1) 首先应对模具的设计意图和整体结构、各零部件的相互关系和功能以及配合要求等有详尽的了解,即把每个零部件的加工工艺性和装配性都了解透彻。这样才能事先发现问题,修改设计使之便于加工和装配。只有这样方能制订出切合实际、正确无误、行之有效的工艺规程。

2) 根据每个零件的数量确定其采用单件生产还是多件生产方式(多型腔模具)。

3) 根据所采用的毛坯类型确定毛坯的下料尺寸。

4) 根据图纸的技术要求,选定主要加工面的加工方法和定位基准,并确定该零件的加工顺序。

5) 确定各工序的加工余量即各工序尺寸和公差以及技术要求。

6) 配置相应的机床、刀具、夹具、工具、量具。

7) 确定各工序的切削参数和工时定额。

8) 填写并完成工艺过程综合卡的制订,经审批后下达实施。

4. 工艺规程的内容和常用格式

(1) 工艺规程的内容要求

1) 工艺规程应具有模具或零件的名称、图号、材料、加工数量和技术要求等标题栏,有编制、审核、批准者的签字栏和签字日期。

2) 工艺规程必须明确毛坯尺寸和供货状态(锻坯、型坯)。

3) 工艺规程必须明确工艺定位基准(应力求与设计基准一致)。

4) 工艺规程必须确定成形件的加工方法和顺序;确定各工序的加工余量、工序尺寸和公差要求以及工装、设备的配置。

5) 工艺规程必须确定各工序的工时定额。

6) 工艺规程必须确定装配基准(应力求与设计、工艺基准一致),装配顺序、方法和要求。

7) 工艺规程必须确定试模要求和验收标准。

第一部分 专业基础知识

(2) 工艺规程的常用格式

工艺规程包括加工工艺规程、装配工艺规程和检验规程三部分,但通常以加工工艺规程为主而将装配和检验规程的主要内容加入其中。而生产中常以工艺过程卡和工序卡来指导、规范生产。工艺过程卡的格式见表 1-1。

表 1-1 工艺过程卡

编 制		签 字		日 期		模具名称				代用材料	
						模具编号					
校 审						加工件名称				毛坯尺寸	
						加工件图号				× ×	
批 准						材料名称				件 数	
						材料牌号					
工序	工种	机床号	加工说明和 技术要求			额定 工时	实际 工时	制造者	工序 检验号	检具	质量
1											
2											
3											
4											
5											
6											
:											
现场 工艺执行		签 字		日 期		质量情况				等级	

四、模具加工工序的种类

模具加工工艺一般有铸造加工、切削加工和特种加工三种方法。各种加工工艺方法见表 1-2。在只用其中某一种加工方法不能达到要求时,就要根据加工的条件灵活选用。

模具加工工序除按表 1-2 加工工艺方法划分外,又可按所达到的加工精度分为粗加工工序、精加工工序及光整加工工序。

1. 粗加工工序

从工件上切去大部分加工余量,使其形状和尺寸接近成品要求的工

表 1-2 模具加工工艺方法

铸造加工	切削加工	特种加工
1) 锌合金 2) 低熔点合金 3) 肖氏铸造方法 4) 铍铜合金铸造 5) 合成树脂浇注	1) 普通切削机床 2) 精密切削机床 3) 仿形铣床 4) 雕刻机床 5) 有图形显示仪机床	1) 冷挤压加工 2) 超声波加工 3) 电加工 4) 化学加工 ① 电解加工 ② 电解磨削 ③ 电铸 ④ 腐蚀加工

序为粗加工工序。如粗车、粗镗、粗刨及钻孔一般都属于粗加工工序，其加工精度低于 IT11，表面粗糙度 $Ra > 6.3 \mu\text{m}$ 。粗加工工序一般用作要求不高，或非表面配合的最终加工，也作为精加工的预加工。

2. 精加工工序

从经过粗加工的表面上切去较少的加工余量，使工件达到较高的加工精度及表面质量的工序称为精加工工序。常用的加工方法有精车、精镗、铰孔、磨孔、磨平面及电加工等。

3. 光整加工工序

从经过精加工的工件表面上切去很少的加工余量，得到很高的加工精度及很小的表面粗糙度值称为光整加工工序。如导柱、导套的研磨、珩磨，以及成形模型腔的抛光等方法属于光整加工工序。

粗加工时，从工件上切去很多加工余量，产生大量的切削热，工件承受很大的切削力及夹紧力，故加工精度很低，只要选用功率大、刚性好、精度较低的机床即可满足粗加工的要求，这样选用机床，既能得到很高的生产率，又可降低机床的费用。

精加工是以提高工件的精度为主，所以应选用精度较高的机床，并采用小余量进行加工。小余量加工时切削力小，切削温度低，工件变形小，容易提高加工精度。此外，可以减少机床的磨损，有利于长期保持机床的精度。

模具成形零件还可按其一般加工工艺划分为：

- 1) 毛坯加工。
- 2) 划线。

- 3) 坯料加工,采用普通机床进行基准面或六面体加工。
 - 4) 精密划线,编制数控程序;制作穿孔纸带、刀具与工装准备。
 - 5) 型面与孔加工,包括钻孔、镗孔、成形铣削加工。
 - 6) 表面处理。
 - 7) 精密成形加工,包括精密定位圆孔及型孔坐标磨削、成形磨削、电火花穿孔成形加工、电火花线切割加工等。
 - 8) 钳工光整加工及整修。
- 在编制工艺时,还包括检验样板的制作、中间检验及后续零件处理等工序。

五、模具制造的技术要求

1. 注射模的制造精度要求

(1) 注射模成形件成形尺寸的制造精度要求

- 1) 一般模具在 $0.1 \sim 0.010 \text{ mm}$ 范围内。
- 2) 精密模具在 $0.010 \sim 0.005 \text{ mm}$ 范围内。
- 3) 高精度模具则要求达到 $0.003 \sim 0.001 \text{ mm}$ 范围内。

(2) 注射模成形尺寸的制造公差要求

- 1) 一般模具是制品尺寸公差的 $1/3 \sim 1/5$ 。
- 2) 高精度模具是制造尺寸公差的 $1/8$,有的甚至达到 $1/10$ 的高精度(塑料制品尺寸公差要求见 GB/T14486—90)。

2. 注射模成形件、结构件之间的配合精度要求

- 1) 紧固部分的配合精度一般选用 H7/k6 或 H7/m6。
- 2) 滑动部分的配合精度一般选用 H7/e6、H7/f7 和 H7/g6 三种。

3. 成形件、结构件之间的位置精度要求

(1) 同轴度要求

一般模具 $0.04 \sim 0.03 \text{ mm}$ 以内。
精密模具 $0.02 \sim 0.01 \text{ mm}$ 以内。

(2) 垂直度要求

按国标 GB/T1255.1 和 GB/T1256.1 的规定。

(3) 平行度要求

动、定模分型面的上、下两平面的平行度在 $0.03 \sim 0.01 \text{ mm}$ 范围