

全国高等职业技术学院模具设计与制造专业教材

QUANGUO GAODENG ZHIYE JISHU YUANXIAO MUJU SHEJI YU ZHIZAO ZHUANYE JIAOCAI

模具制造工艺

MUJU ZHIZAO GONGYI

中国劳动社会保障出版社



全国高等职业院校模具设计与制造专业教材

模具制造工艺

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

模具制造工艺/汤忠义主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2005
全国高等职业技术学院模具设计与制造专业教材

ISBN 7-5045-4865-0

I. 模… II. 汤… III. 模具-制造-工艺 IV. TG760.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 006918 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出 版 人: 张梦欣

*

北京市艺辉印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 8.25 印张 204 千字

2005 年 4 月第 1 版 2005 年 4 月第 1 次印刷

印数: 5000 册

定价: 15.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64911190

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

前言

为贯彻落实《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》，推进高等职业技术教育更好地适应经济结构调整、科技进步和劳动力市场的需要，推动高等职业技术学院实施职业资格证书制度，加快高技能人才的培养，劳动和社会保障部教材办公室在充分调研和论证的基础上，组织编写了高等职业技术学院系列教材。从 2004 年起，陆续推出数控类、电工类、模具设计与制造、电子商务、电子类、烹饪类专业教材，并将根据需求不断开发新的教材，逐步建立起覆盖高等职业技术学院主要专业的教材体系。

在高等职业技术学院系列教材的编写过程中，我们始终坚持了以下几个原则：一是坚持高技能人才的培养方向，从职业（岗位）分析入手，强调教材的实用性；二是紧密结合高职院校、技师学院、高级技校的教学实际情况，同时，坚持以国家职业资格标准为依据，力求使教材内容覆盖职业技能鉴定的各项要求；三是突出教材的时代感，力求较多地引进新知识、新技术、新工艺、新方法等方面的内容，较全面地反映行业的技术发展趋势；四是打破传统的教材编写模式，树立以学生为主体的教学理念，力求教材编写有所创新，使教材易教易学，为师生所乐用。

模具设计与制造专业教材主要包括《机械制造工艺学》《金属材料及热处理》《冲压工艺与模具结构》《模塑工艺与模具结构》《冲压模具设计》《成型模具设计》《高级模具钳工工艺与技能训练》《模具制造工艺（2005 年出版）》《模具安装调试及维修（2005 年出版）》《模具 CAD/CAM（2005 年出版）》等，可供高职院校、技师学院、高级技校模具设计与制造、模具制造与维修专业以及其他相关专业使用。教材的编写参照了《工具钳工》《装配钳工》以及其他相关的国家职业标准，有些教材还配套出版了习题册。

在上述教材编写过程中，我们得到有关省市劳动和社会保障部门、教育部门，以及高等职业院校、技师学院、高级技校的大力支持，在此表示衷心的感谢。同时，我们恳切希望广大读者对教材提出宝贵的意见和建议，以便修订时加以完善。

劳动和社会保障部教材办公室

目 录

第一章 模具零件机械加工工艺规程	(1)
§ 1—1 模具零件机械加工工艺规程的编制	(1)
§ 1—2 模具制造的技术要求	(3)
第二章 模具零件的机械加工	(9)
§ 2—1 模具结构零件的机械加工	(9)
§ 2—2 凸模、型芯类模具零件的机械加工	(24)
§ 2—3 型孔的加工	(33)
§ 2—4 型腔的加工	(40)
第三章 模具制造中的机械加工质量	(50)
§ 3—1 模具零件的机械加工精度	(50)
§ 3—2 模具零件的表面质量	(54)
第四章 模具零件的特种加工工艺及设备	(59)
§ 4—1 电火花加工	(59)
§ 4—2 电火花线切割加工概述	(72)
§ 4—3 电化学加工	(78)
第五章 模具制造的其他方法及设备简介	(82)
§ 5—1 冷挤压加工技术及设备	(82)
§ 5—2 超塑性成形技术	(89)
§ 5—3 合成树脂模具制造	(94)
第六章 模具装配工艺	(97)
§ 6—1 模具装配尺寸链的基础知识	(97)
§ 6—2 模具的装配方法及其应用范围	(98)
§ 6—3 冲裁模的装配	(100)

§ 6—4 弯曲模和拉深模装配的特点·····	(109)
§ 6—5 塑料模的装配·····	(111)
§ 6—6 模具总装配示例·····	(115)
第七章 模具加工技术的发展·····	(118)
§ 7—1 应用高效精密机床加工模具·····	(118)
§ 7—2 开发应用模具计算机辅助设计和制造技术·····	(120)
§ 7—3 模具表面硬化处理·····	(122)
§ 7—4 新型模具材料的开发和应用·····	(123)
§ 7—5 快速经济制模技术·····	(125)

第一章

模具零件机械加工工艺规程

§ 1—1 模具零件机械加工工艺规程的编制

一、机械加工工艺过程的有关概念

1. 工艺过程的组成

一个模具零件的机械加工工艺过程由若干工序组成，而每一道工序又可细分为安装、工位、工步和走刀。

(1) 工序 工序是由一个或一组工人，在一个工作地点对同一个或同时对多个零件进行加工，所连续完成的那一部分工艺过程。如果工作地点、加工对象发生改变及加工过程不是连续完成的，都不能算作同一工序。如加工阶梯轴，见图 1—1 和表 1—1。

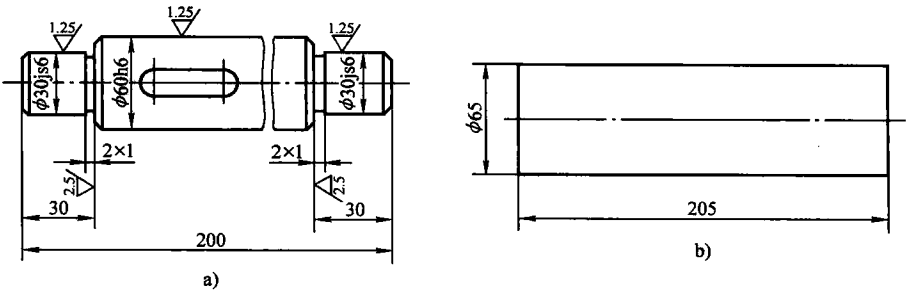


图 1—1 阶梯轴
a) 零件图 b) 毛坯图

表 1—1 阶梯轴工艺过程

工 序 编 号	工 序 内 容	工 作 地 点
1	车两端面打中心孔	车床
2	车外圆、切槽并倒角	车床
3	铣键槽	铣床
4	去毛刺	钳工台
5	磨外圆	外圆磨床

(2) 安装 工件经一次装夹后所完成的那一部分工序称为安装。在同一道工序中，有时工件需要进行多次装夹。例如：表 1—1 中，工序 1，车削左端面，打左端中心孔，安装时是夹持右端，完成后，需调头夹持左端，车削右端面及打右中心孔，是两次安装。

安装次数越多，所需辅助工时越多，还会产生装夹误差。

(3) 工位 一次装夹中，工件与夹具或设备的可动部分一起，相对于刀具或设备的固定

部分所占据的每一个位置，称为工位。

(4) 工步 工步是在加工表面和加工工具不变的情况下所连续完成的一部分工序。一个工序可能分为几个工步，也可能只有一个工步。如表 1—1 中工序 2 可划分为三个车外圆工步，两个切槽工步，四个倒角工步。

(5) 走刀 有些工步，由于要去除的余量较大或为保证精度，需对同一表面进行多次切削。刀具从被加工表面上每切下一层金属就称为一次走刀。

2. 生产纲领和生产类型

(1) 生产纲领 生产纲领指的是企业生产产品的年产量。

某一零件的生产纲领可用下式计算：

$$N = Qn(1 + \alpha\% + \beta\%)$$

式中 N ——零件的生产纲领（年产量），件/年；

Q ——产品的生产纲领（年产量），台/年；

n ——每台产品中该零件的数量，件/台；

$\alpha\%$ ——零件的备品率；

$\beta\%$ ——零件的废品率。

(2) 生产类型 按产品的年产量可将生产类型划分为：

1) 单件生产 生产的产品品种较多，每种产品的产量很少，同一工作地的加工对象经常改变，且很少重复。例如：重型机械产品的制造，新产品试制及模具中工作零件的制造等。

2) 成批生产 产品的品种较多，但每一种产品均有一定的数量，同一工作地的加工对象周期性地改变，即为成批生产。例如：模具中结构零件的生产。

3) 大量生产 产品品种单一，产量很大，同一工作地长期固定进行一种零件的某道工序。如汽车、冰箱等。

二、模具零件机械加工的工艺规程及其编制

模具生产的工艺过程，包括毛坯的制造、机械加工、热处理、装配、试模和调整等等。规定模具产品或零部件制造工艺过程和操作方法的工艺文件就称为模具零件工艺规程。

1. 模具零件机械加工的工艺规程的内容

(1) 各工序的加工内容；

(2) 质量检验方法及精度要求；

(3) 切削用量；

(4) 时间定额；

(5) 所采用的机械设备及工艺装备。

2. 编制模具零件的加工工艺规程应注意的问题

(1) 产品质量的可靠性 编制时要充分考虑和采取一切确保产品质量的必要措施，以期能全面、可靠和稳定地达到设计图样上所要求的精度、表面质量和其他技术要求。

(2) 工艺技术的先进性 工艺规程的先进性指的是在工厂现有条件下，除了采用本厂成熟的工艺方法外，尽可能地吸收适合本厂情况的国内、外同行业先进工艺技术和工艺装备，以便提高模具零件的加工工艺技术水平。

(3) 经济性 在一定的生产条件下，要采用劳动量、物资和能源消耗最少的工艺方案，

从而使生产成本最低,使企业获得良好的经济效益。

(4) 良好的劳动条件 制定的工艺规程必须保证工人具有良好而安全的劳动条件。尽可能采用机械化或自动化的措施,以减轻某些笨重的体力劳动。

制定工艺规程时应具有相关的原始资料。主要有:模具的零件图和装配图;产品的生产纲领;有关手册、图册、标准、类似模具的工艺资料和生产经验;工厂的生产条件(机床设备、工艺设备、工人技术水平等)以及国内外有关工艺技术的发展情况等。这些原始资料是编制工艺规程的出发点和依据。

3. 编制模具零件的加工工艺规程的步骤

(1) 研究模具的装配图和零件图并进行工艺分析 分析模具零件图和装配图,熟悉模具用途、性能和工作条件。了解零件的装配关系及其作用,分析制定各项技术要求的依据,判断其要求是否合理。零件结构工艺性是否良好。通过分析找出主要的技术要求和关键技术问题,以便在加工中采取相应的技术措施。如有问题,应与有关设计人员共同研究,按规定的手续对图样进行修改和补充。

(2) 确定毛坯 在确定毛坯时,要熟悉本厂毛坯车间(或专业毛坯厂)的技术水平和生产能力,各种钢材、型材的品种规格。应根据产品零件图和加工时的工艺要求(如定位、夹紧、加工余量和结构工艺性),确定毛坯的种类、技术要求及制造方法。在必要时,应和毛坯车间技术人员一起共同确定毛坯图。

(3) 拟订工艺路线 工艺路线是指产品或零部件在生产过程中,由毛坯准备到成品包装入库,经过企业各有关部门或工序的先后顺序。拟订工艺路线是制定工艺规程十分关键的一步,需要提出几个不同的方案进行对比分析,寻求一个最佳的工艺路线。

(4) 确定各工序的加工余量,计算工序尺寸及其公差。

(5) 选择各工序使用的机床设备及刀具、夹具、量具和辅助工具。

(6) 确定切削用量及时间定额。

(7) 填写工艺文件,生产中常见的工艺文件的格式有:机械加工工艺过程卡片、机械加工工艺卡片、机械加工工序卡片,它们分别适合于在不同生产情况下采用。

§ 1—2 模具制造的技术要求

模具制造工艺过程应满足的基本要求,就是保证模具的质量,即按工艺规程生产出的模具,应能达到模具设计图样所规定的全部精度和表面质量。而模具零件的加工制造要求是保证模具质量的基础。在实际加工中,根据模具的使用情况,各零件的加工制造技术要求不同。本节讨论冷冲模和塑料模加工制造技术要求。

一、冷冲模制造的技术要求

1. 冲裁模的加工制造要求

在冷冲压模具制造中,冲裁模的尺寸、形状精度,凸、凹模间隙及其均匀性等方面的要求,对冲裁件质量影响最大。其中凸模与凹模对冲裁件质量影响最大。冲裁模的凸模与凹模的加工原则如下:

(1) 落料时，落料制件的尺寸精度取决于凹模刃口尺寸。因此，在加工制造落料凹模时，应使凹模刃口尺寸与最小极限尺寸相近。凸模刃口的基本尺寸，则应按凹模刃口的基本尺寸减小一个最小间隙值。

(2) 冲孔时，冲孔制件的尺寸精度取决于凸模刃口尺寸。因此，在制造及加工冲孔凸模时，应使凸模尺寸与孔的最大极限尺寸相近，而凹模基本尺寸，则应按凸模刃口尺寸加上一个最小间隙值。

(3) 对于单件生产的冲裁模和复杂形状制件的冲裁模，其凸、凹模应采用配作法加工。即先按图样尺寸加工凸模（凹模）；然后以此为基准，配作凹模（凸模），并加上间隙值。落料时，先制造凹模，凸模以凹模配制加工；冲孔时，先制造凸模，凹模则以凸模配制加工。

(4) 由于凸模、凹模长期工作受磨损会使间隙加大，因此，在制造冲模时，应采用最小合理间隙值。

(5) 在制造冲裁模时，同一副模具的凸、凹模间隙应力求在各个方向上均匀。

(6) 凸模与凹模的精度，应随制件的精度而定。一般情况下，圆形凸模与凹模应按 IT5～IT6 精度加工，而非圆形凸、凹模，可取制件精度的 1/4 来作为凸、凹模的加工精度。

2. 冲裁模各零件的热处理

冲裁是冷冲压的基本工序之一。它是利用冲裁模在压力机上把被冲材料分离的一种冲压工序。冲裁模是一种带刃口的模具。在冲裁时切刃陷进被冲材料之中，并承受着强烈的冲击和材料的激烈摩擦，使刃口部位严重磨损，由开始的锋利到最后变成圆钝，影响了后续制件的质量。为了保证制件质量的长期稳定性，这就要求冲模的凸模要有较高的耐磨性，而且还要有一定的抗压强度、抗弯强度和一定的冲击韧性。而对于凹模，除抗弯强度要求不高外，其抗压强度、韧性及硬度的要求应比凸模更高。因此，对于冲裁模凸、凹模制造时，应正确选用材料，并且用合理的热处理工艺来保证其硬度、韧性等要求。

冲裁模各类零件的热处理要求见表 1—2 和表 1—3 所示。其中表 1—2 为冲裁模工作零件的热处理要求，而表 1—3 为冲裁模辅助零件的热处理硬度要求。

表 1—2 冲裁模工作零件的热处理要求

冲裁模类型	材 料	热处理硬度 HRC	
		凸模	凹模
形状简单、冲裁材料厚度小于 3 mm 的模具所用凸模、凹模、凸凹模	T8, T8A, T10, T10A	58~62	60~64
形状复杂、冲裁材料厚度大于 3 mm 的模具所用凸模、凹模、凸凹模及凹模镶块、侧刃等	Cr12, CrWMn, Cr12MoV, 9Mn2V, GCr15, W2MoV	58~62	62~64
生产量较大的冲模工作部位	Cr12MoV, GCr15	≥58	≥62

表 1—3 冲裁模辅助零件的热处理要求

零 件 名 称	选 用 材 料	热处理硬度 HRC
上、下模板	HT210~400, Q235F, Q275	
导柱、导套	20, T8A, T10A	60~62, 20 渗碳淬火

续表

零件名称	选用材料	热处理硬度 HRC
模柄、固定板、卸料板、导板	45	
垫板	T7A, T8A	40~45
导正销、定位销	T7, T8	52~56
挡料销、挡料块	45	43~48
	T7A	52~56
螺母、垫圈	Q235	
各种弹簧	65Mn	40~48
圆柱销	45	43~48
内六角螺钉、螺杆	45	头部淬硬 43~48

3. 弯曲模的加工制造要求

弯曲模零件的加工方法基本与冲裁模相同。在此主要介绍其凸模和凹模的加工制造要求。

(1) 弯曲模工作部分一般形状比较复杂, 几何形状及尺寸精度要求较高。在制造时, 凸、凹模工作表面的曲线和折线需要用事先做好的样板及样件来控制, 以保证制造精度。样板与样件的精度一般应为 $\pm 0.05 \text{ mm}$ 。由于回弹的影响, 制造与加工出来的凸模与凹模形状不可能与制件最后形状完全相同。因此, 必须要有一定的修正值。该值应根据操作者的实践经验或反复试验后确定, 并根据修正值来加工样板及样件。

(2) 弯曲凸、凹模的淬火工序是在试模以后进行的。压弯时, 由于材料的弹性变形, 使弯曲件产生弹性回弹。因此, 在制造弯曲模时, 必须要考虑材料的回弹值, 以便使所弯曲的制件能符合图样所规定的技术要求。影响回弹的因素很多, 要求设计得完全准确是不可能的, 这就要求在制造模具时, 对其反复试验与修正, 根据实际情况, 对凸、凹模的尺寸和形状进行精修, 直到制品达到规定的要求为止。为了便于修整, 弯曲模的凸、凹模形状及尺寸经试模确定后, 才能进行淬硬定形。

(3) 弯曲凸、凹模的加工次序, 应按制件外形尺寸标注情况来选择。对于尺寸标注在内形的制件, 一般先加工凸模, 而凹模按凸模配制加工, 并保证规定的间隙值; 对于尺寸标注在外形的制件, 应先加工凹模, 凸模按凹模配制加工, 并保证规定的间隙值。

(4) 弯曲凸、凹模的圆角半径及间隙应加工均匀, 工作部位表面应进行抛光, 表面粗糙度值 R_a 应在 $0.40 \mu\text{m}$ 以下。

4. 拉深模的加工制造要求

(1) 拉深模的加工制造要求

1) 拉深模的凸、凹模工作部分边缘应加工成光滑的圆角。其圆角的大小要符合图样规定的要求, 并经反复试验直到合格时为止。

2) 拉深模凸、凹模表面粗糙度一般要求较高 (R_a 值在 $0.40 \mu\text{m}$ 以下), 一般可在修整尺寸合格后进行抛光、研磨或镀铬。

3) 拉深凸、凹模的间隙在装配时要均匀。一般情况下, 在模具装配之前, 钳工应首先按制件产品图样制成一个样件, 以便在装配模具时作为样板调整间隙值及检验时用。

4) 拉深模的凸、凹模热处理淬硬工序,一般在装配试模合格后进行。

5) 对于大、中型拉深模,其凸模应留有通气孔,以便于制件拉深后容易卸出。

6) 拉深件的毛坯尺寸与形状,通过理论计算很难计算得特别准确。故要通过试模后才能确定其毛坯尺寸及形状。因此,对于拉深模的加工顺序应该是:先制造拉深模,待拉深模试模合格后,再以其所需的毛坯尺寸制造首次落料拉深模。

(2) 拉深模热处理 拉深又称拉延和压延。它是利用模具使平面材料变成开口空心零件的冷冲压方法。其机理是利用拉深凸、凹模使材料在一定的压力下,产生塑性变形,制造出与拉深模型腔相仿的制件。

为适应拉深的工作特点,拉深模的凸、凹模应具有高硬度、良好的耐磨性和抗粘附性能。所以拉深模在热处理时,应注意以下几点:

1) 拉深模在淬火过程中,往往会产生表面脱碳或造成软点,使模具的表面硬度和耐磨性降低,造成模具在使用中“拉毛”,影响模具寿命和产品质量。所以,在热处理过程中,应设法防止表面脱碳和出现软点。

2) 拉深模工作零件采用的材料,如 T10, CrWMn 等,经淬火后表面硬度尽管较高,但因其所含高硬度的合金碳化物较少,致使耐磨性较低。工作时,在较大的表面压力下由于被拉深材料的流动与模具型腔表面硬的微凸体尖峰剧烈摩擦,形成了加工硬化结点,加剧了相互摩擦,引起金属材料与模具的咬合。在热处理时,可采用渗氮等化学处理的方法,减少这种咬合现象。实践证明,模腔表面经化学热处理渗氮后,使其表面形成 0.02~0.04 mm 的化合物强化层,可起到减少磨损和提高表面硬度的作用,使模具寿命大大提高。

总之,拉深模的热处理要求,可根据所采用材料来确定。一般中、小型拉深模,采用 T10A, 9Mn2V, Cr12, Cr12MoV 等,其热处理硬度要求为:凸模 58~62HRC;凹模 60~64HRC。

5. 冷挤压模加工制造要求

冷挤压模的制造要求基本上与普通冲模相同。但由于冷挤压时,其模具在压力下强迫金属流动,所需挤压力很大,而且磨损遍及凸、凹模的整个表面。

(1) 冷挤压模凸模与凹模的加工

1) 在加工凸模时,凸模的两端应预留磨削时打中心孔所需的凸台,并在磨削后切除。

2) 凸模在最终加工后,其工作部分应加工出光滑的圆角过渡,即尺寸的变化程度要小,以防在使用时由于应力集中而使凸模被挤裂损坏。

3) 凸模经最后磨削加工后,工作部位应与紧固部位保持同心。工作部位的形状也应严格保持对称,否则不仅会使挤出的制件壁厚不均,而且凸模本身也由于单边受力而被折断。

4) 凸、凹模在磨削加工前,表面粗糙度值 R_a 不应高于 $3.2 \mu\text{m}$,表面不允许有凹、凸不平现象。凸、凹模磨削余量应不小于 0.1 mm。磨削后应进行研磨抛光,研磨量应不小于 0.01~0.02 mm。研磨后的表面粗糙度值 R_a 为 $0.20 \mu\text{m}$ 以下。

(2) 预应力圈的加工 在冷挤压模具中,为了预防凹模的碎裂,提高其强度,节约贵重的金属材料,一般采用预应力圈组合凹模结构。

预应力组合凹模的预应力圈可以是单层,也可以是两层以上。其预应力一般是由预应力圈之间的过盈配合获得的。所以在加工时,应特别注意其尺寸配合精度。

(3) 冷挤压模热处理 冷挤压是在常温条件下,利用模具在压力机作用下对金属以一定

的速度施加相当大的压力，使金属发生塑性变形，从而获得所需形状和尺寸零件的一种加工方法。零件在冷挤压时，模具工作部分的凸、凹模要承受强大的压力，并且工作温度可高达300~400℃。因此，凸、凹模受压力及热疲劳影响，其强度不够会被墩粗或折断，这就要求模具应具有高强度以及足够的韧性与硬度，同时还需具有一定的红硬性，即回火稳定性。

冷挤压常用的凸模材料可选 Cr12MoV, W18Cr4V, 硬度要求是 60~62HRC；凹模材料可选 Cr12, W18Cr4V, Cr12MoV, 要求的淬火硬度是 58~60HRC。预应力圈的中圈可采用 5CrNiMo, 40Cr 等材料制成；而外圈则用 45, 40Cr, 35CrMoAlA 材料制成，热处理一般为 42~44HRC。

二、塑料模制造的技术要求

在此讨论塑料压塑模和塑料注塑模的制造技术要求。

1. 塑料压塑模加工制造要求

(1) 压塑模的型芯与型腔应配合加工。经配合加工后，可用石蜡或橡皮泥边修边试修整加工。待检验合格后，再淬硬及修磨。

(2) 为了便于取出制品，型芯与型腔应加工出脱模斜度。

(3) 导柱、导套安装孔位应一致，配合间隙应合适。成形孔、嵌件孔、型芯固定板上的型芯固定孔等均应与导柱、导套孔保持一定的位置精度，以便模具装配后运动灵活。

(4) 压塑模的成形零件应进行抛光和镀铬，使其表面粗糙度值 R_a 达到 0.02 μm 以下。

(5) 顶杆的位置和分布，除按设计加工外，一般应在试模修整后，保证压出的制品不变形来确定顶杆分布位置。

(6) 储料槽与溢料槽的形状和尺寸，一般也应根据试模情况边试边修整。

2. 塑料注塑模加工制造要求

(1) 零件的加工次序是：成形零件难以加工且热处理易变形，故成形零件应优先加工。如凸模型芯、凹模型腔等零件，并以此作为基准，配做其他零件。

(2) 成形零件一般均应钳工修整。修整的原则是，凸模尽可能修整到最大极限尺寸；凹模尽可能修整到最小极限尺寸，这样可以延长模具的使用寿命。

(3) 型腔加工后一般要进行抛光，其抛光纹路原则上应与脱模方向一致。

(4) 模具与塑料接触部位一般表面粗糙度值 R_a 为 0.32~1.25 μm 。

3. 塑料模的热处理

塑料模一般形状比较复杂，外观及表面质量要求较高。在热处理时一定要控制和避免表面氧化脱碳。而工作部位在工作时，都会承受压力、热及摩擦力，致使型腔和凸模有磨损、开裂、凹陷的危险。故工作部位一定要有较高的硬度和足够的耐磨性，同时还应具有可抛光性及尺寸的稳定性。压塑模具一般不要求整体淬透，只要求有一定的淬硬层。表 1—4 为塑料模工作零件热处理要求；表 1—5 为塑料模辅助零件热处理要求。

表 1—4 塑料模工作零件热处理要求

零件名称	材料	热处理要求 HRC
用于产量不大的热塑性塑料注射模的型芯、凸模、型腔板、镶件	45	调质 220~260HB

续表

零件名称	材料	热处理要求 HRC
用于有镜面要求的注射模型芯、凸模型腔板、镶件	Y55CrNiMnMoV	≤ 40
用于形状复杂、精度要求较高、产量大的注射模型芯、凸模、型腔板、镶件	CrWMn, 9CrWMn, Cr5NiSCa, 9Mn2V, 8Cr2MnWMoVS, 5CrNiMnMoVSCa	40~45
用于热固性塑料模型芯、镶件、凸模等	T10A, 9Mn2V, Cr12, CrWMn, GCr15, 7CrSiMnMoV	46~52

表 1—5

塑料模辅助零件热处理要求

零件名称	选用材料	热处理硬度 HRC
动、定模座板, 上、下模座板, 动、定模板, 上、下模板, 支承板, 模套, 垫块	45	不进行热处理或调质 220~270HB
导柱、导套及推板	20 T8A	渗碳 50~60 50~55
浇口套、分流锥、拉料杆	T10A, 9Mn2V	50~55
斜销、滑块、推杆、推管	T8A, 7CrSiMnMoV	54~58
复位杆、推杆固定板、推板	45	43~48
加料室、柱塞	T8A, 7CrSiMnMoV	50~55

第二章

模具零件的机械加工

机械加工方法广泛应用于制造各种模具零件,根据模具设计的结构要求不同和工厂的设备条件,模具零件的机械加工大致有下列几种情况:

1. 用车、铣、刨、钻、镗、磨等通用机床加工模具零件,然后进行必要的钳工修配,装配成各种模具。这种加工方式,工件被加工表面的尺寸、形状精度大多由工人来保证,对工人的技术水平要求高,劳动强度大,生产效率低,模具制造周期长,成本高。一般在设备条件较差的情况下采用。

2. 用精密机床加工精度要求高的模具零件。用于模具加工的精密机床有坐标镗床、坐标磨床等。对于形状复杂的曲面零件,则采用仿形铣床加工。这些是提高模具精度不可缺少的加工手段。

3. 采用数控机床(如数控镗铣床、加工中心、数控磨床等)加工模具零件,不但能使模具加工更趋自动化,减少钳工修配的工作量,而且可提高模具的加工精度和生产率,节省工装,便于工程管理和设计更改,对于实现机械加工自动化,使模具生产更加合理、省力,改变模具机械加工的传统方式具有十分重要的意义,是模具加工的发展方向。

用机械加工方法制造模具,在工艺上要充分考虑模具零件的材料、结构形状、尺寸大小、精度和使用寿命等方面的要求,采用合理的加工方法和工艺路线,尽可能通过加工设备来保证模具的加工质量,提高生产效率和降低成本。在设计和制造模具时,应根据模具所加工制件的质量要求和产量,确定合理的模具精度和使用寿命。要特别注意避免盲目追求模具的加工精度和使用寿命,否则,将使制造费用增加,经济效益下降。

§ 2—1 模具结构零件的机械加工

模具结构零件主要由导柱、导套、模座及若干模板组成。尽管不同的模具有不同的结构,但模具的主要结构零件,导柱和导套是机械加工中常见的轴类和套类零件,主要是对内、外圆柱表面的加工;模座、模板则是平板状零件,主要是进行平面和孔系的加工。本节的基本内容分别介绍导柱、导套、冲模模座和塑料模模板的加工工艺。

一、导柱的加工

各类模具应用的导柱结构种类很多,但均属于实心轴类零件,其主要结构为不同直径的同轴圆柱表面及两端的圆形端平面。因此,可根据导柱的结构尺寸和材料要求,直接选用适当尺寸的热轧圆钢作毛坯料。

由于导柱的工作表面是容易磨损的表面,应有较高的硬度要求,所以导柱零件必须进行

适当的热处理，当选用 20 钢时，一般进行渗碳淬火；当选用 45，T8A 或 T10A 钢时，则应进行表面淬火或整体淬火处理，以满足使用要求。

下面以塑料注塑模具的滑动式标准导柱（图 2—1）为例，对导柱的制造方法和大致过程进行介绍。

1. 导柱加工方案的选择

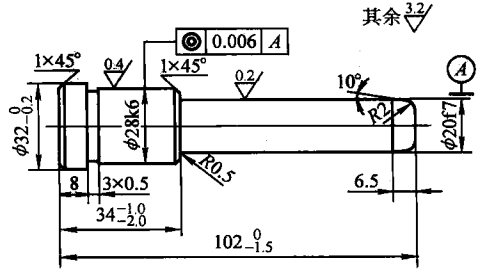
导柱的加工表面主要是外圆柱面和端面。其基本加工方案为：备料—粗车—半精车—精车—热处理—磨削—研磨。

2. 导柱的制造工艺过程

图 2—1 所示导柱的加工工艺过程见表 2—1。

表 2—1 导柱的加工工艺过程

工序号	工序名称	工 序 内 容	设备	工序简图
1	下料	按图样尺寸 $\phi 35 \times 105$	锯床	
2	车端面，打中心孔	车端面保持长度 103.5，打中心孔。调头车端面至尺寸 102，打中心孔	车床	
3	车外圆	粗车外圆柱面至尺寸 $\phi 20.4 \times 68$ ， $\phi 28.4 \times 26$ ，并倒角。调头车外圆 $\phi 32$ 至尺寸并倒角。切槽 3×0.5 至尺寸	车床	
4	检验			
5	热处理	按热处理工艺对导柱进行处理，保证表面硬度 50~55HRC		
6	研中心孔	研中心孔，调头研另一端中心孔	车床	
7	磨外圆	磨 $\phi 28k6$ ， $\phi 20f7$ 外圆柱面，留研磨余量 0.01，并磨 10° 角	磨床	
8	研磨	研磨外圆 $\phi 28k6$ ， $\phi 20f7$ 至尺寸，抛光 R2 和 10° 角	磨床	
9	检验			



材料：T8A 热处理：50~55HRC

图 2—1 导柱

导柱加工过程中的工序划分、工艺方法和设备的选用应根据零件的形状、尺寸与结构、生产类型及工厂设备技术状况等条件来决定。不同的生产条件采用的设备及工序划分也不尽相同，所以，加工工艺需根据具体条件而选择。

3. 导柱加工过程中的定位

在导柱的加工过程中，为了保证各外圆柱面之间位置精度和均匀的磨削余量，对外圆柱面的车削和磨削，一般采用与设计基准重合的两端中心孔定位。所以，在车削之前需先加工中心孔，以便为后继工序提供可靠的定位基准。中心孔加工的形状精度对导柱的加工质量有着直接影响。特别是精度要求高的零件，保证中心孔与顶尖之间的良好配合是非常重要的。因此，中心孔在热处理之后和磨削之前均需进行修正，以消除热处理变形和其他缺陷，使磨削外圆柱面时能获得精确定位，保证外圆柱面的形状和位置精度要求。

中心孔的钻削和修正，是在车床、钻床或专用机床上按图样要求的中心定位孔的形式进行的。

图 2—2 所示为在车床上进行中心孔修正的示意图。加工时用三爪自定心卡盘夹持锥形砂轮，在被修正的中心孔内加入少量煤油或机油，手持工件，利用车床尾座顶尖支撑和车床主轴的转动进行磨削。此法效率高，质量较好，但砂轮易磨损，需经常修整。

采用图 2—3 所示的硬质合金梅花棱顶尖修正中心孔，是将梅花棱顶尖装入车床的主轴孔内，利用机床尾座顶尖将工件压向梅花棱顶尖，通过梅花棱顶尖的挤压作用，修正顶尖孔的几何误差。此法效率高，但质量较差。一般用于大批量生产，且要求不高的中心孔的修正。

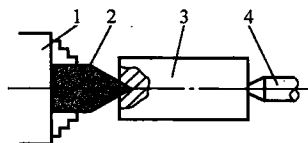


图 2—2 锥形砂轮修正中心孔

1—三爪自定心卡盘 2—锥形砂轮 3—工件 4—尾座顶尖



图 2—3 硬质合金梅花棱顶尖

4. 导柱的研磨

为了进一步提高导柱的表面质量，以达到设计的要求，即为了保证图 2—1 所示导柱的表面粗糙度，所以增加了研磨工序。

在生产批量大的情况下，研磨加工可在研磨机上进行。在单件或小批量生产中，则可采用如图 2—4 所示的研磨工具在普通车床上进行研磨。研磨时，在工件表面涂上研磨剂，将研磨工具套装在导柱被研磨表面上，利用车床拖板的往复运动和主轴的旋转运动进行研磨。

研磨套用铸铁制造，其内径比被研磨导柱的外径大 $0.02 \sim 0.04 \text{ mm}$ ，长度一般取工件研磨表面长度的 $25\% \sim 50\%$ ，研磨套的大小控制，可通过研磨工具上的调整螺栓调节，来调整研磨套的直径大小，以达到精度要求。

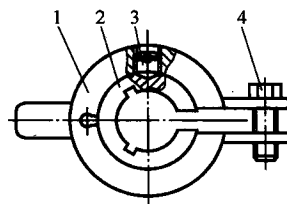


图 2—4 导柱研磨工具

1—研磨架 2—研磨套
3—限位螺钉 4—调整螺栓

导柱的研磨余量一般为 $0.005 \sim 0.012 \text{ mm}$ 。研磨时的工作压力，一般粗研磨时取 $100 \sim$