



全国高等职业教育示范专业规划教材 模具设计与制造专业

模具零件的普通加工

吕国伟 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

配电子课件
教师免费下载

全国高等职业教育示范专业规划教材
模具设计与制造专业

模具零件的普通加工

主 编 吕国伟
副主编 沈海群
参 编 陈国亮 王 霆
主 审 单 云



机械工业出版社

本书从模具零件实际制造过程出发,以典型零件为主线,深入浅出地讲解了模具零件的车削加工、铣削加工、磨削加工、钳工加工、模具材料的选择及热处理等相关知识。本书结构新颖,打破了传统的学科知识体系,采用项目形式组织内容,并且在每个模块后安排了相应的思考练习题,以便于学生对本模块知识进行巩固和补充练习。

本书可作为高职高专及成人院校模具设计与制造专业的机械制造基础教材,也可供从事模具制造技术研究和应用的工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

模具零件的普通加工/吕国伟主编. —北京:机械工业出版社,2010.9
全国高等职业教育示范专业规划教材 模具设计与制造专业
ISBN 978-7-111-31565-0

I ①模… II ①吕… III ①模具-零件-加工 IV. ①TG760.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第156609号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:郑丹 责任编辑:郑丹 刘远星

版式设计:张世琴 责任校对:李秋荣

封面设计:鞠杨 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2010年9月第1版第1次印刷

184mm×260mm·9 75印张·236千字

0 001—4 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-31565-0

定价 18.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

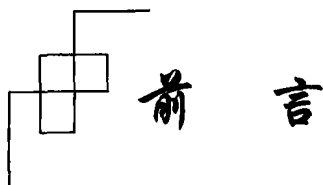
门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821 封面无防伪标均为盗版



为培养适合社会需要的高素质技能型应用人才，我们以模具设计与制造专业塑料成型与模具技术方向为试点，以常州机电职业技术学院承担的江苏省重点教改课题“重构高职模具设计与制造专业教学体系的研究与实践”为依托，开展高职课程模式改革。改革依据职业岗位（群）工作任务体系，结合模具行业的现状及其发展趋势，紧密跟踪现代模具设计与制造技术的发展方向，打破传统的课程体系，从岗位工作任务分析着手，通过课程分析、知识和能力分析，构建了“以工作任务为中心，以项目课程为主体”的高职模具设计与制造专业课程体系，课程内容充分体现了理论与实践的结合，以及知识、技能、态度、情感的综合，并将素质拓展贯穿全程。

本书就是基于高职模具设计与制造专业整体教学改革框架开发的。全书以典型的模具轴类零件、套类零件、板类零件、块类零件为项目主体，以各类型零件的制造工艺规程为模块主线，将模具零件的车削加工、铣削加工、磨削加工、钳工加工、模具材料的选择及热处理等相关知识深入浅出地传递给学生，使学生能边学边做，更加深刻地理解相关知识。

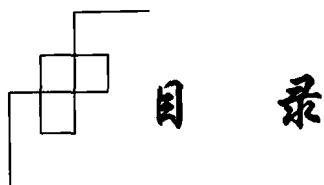
本书由常州机电职业技术学院吕国伟任主编，沈海群任副主编，陈国亮、王霆参加编写，无锡职业技术学院单云任主审。具体编写分工为：项目一（模块一、模块四）、项目二（模块一、模块三）、项目三（模块一、模块三）、项目四由吕国伟编写，各项目中的“工作化学习内容”由沈海群编写，项目一（模块三）、项目二（模块二）由陈国亮编写，项目一（模块二）、项目三（模块二、模块四）由王霆编写。全书由吕国伟、沈海群统稿、审稿和定稿。全书的图样由陈国亮提供。

常州机电职业技术学院校企合作单位常州展翔精密模具厂、常州博赢模具有限公司的工程师们为本书提供了大量的素材，并提出了许多宝贵意见，在此，一并致以衷心的感谢！

由于作者水平有限，加之时间仓促，书中欠妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者





前言

项目一 轴类零件的普通加工	1
模块一 轴类零件制造工艺规程的 制订	2
模块二 轴类零件毛坯的制备	6
模块三 轴类零件的车削加工	19
模块四 轴类零件的磨削加工	48
项目二 套类零件的普通加工	63
模块一 套类零件制造工艺规程的 制订	64
模块二 套类零件的车削加工	69
模块三 套类零件的磨削加工	74

项目三 板类零件的普通加工	84
模块一 板类零件制造工艺规程的 制订	85
模块二 板类零件的铣削加工	94
模块三 板类零件的磨削加工	107
模块四 板类零件的孔系加工	115
项目四 块类零件的普通加工	129
模块一 块类零件制造工艺规程的 制订	130
模块二 块类零件的磨削加工	133
模块三 块类零件的锉修加工	140
参考文献	149

项目一 轴类零件的普通加工

一、教学目标

1. 掌握制订轴类零件制造工艺规程的方法，能制订轴类零件制造工艺规程。
2. 掌握轴类零件毛坯材料的性质及毛坯形式的选择方法，能正确选择轴类零件的毛坯形式。
3. 掌握轴类零件车削加工的方法，能对轴类零件进行车削加工。
4. 掌握轴类零件磨削加工的方法，能对轴类零件进行磨削加工。

二、工作任务

教师演示任务：完成图 1-1 型芯零件的制造。

学生训练任务：完成图 1-2 推板导柱零件的制造。

（一）零件图

型芯和推板导柱的零件图如图 1-1 和图 1-2 所示。

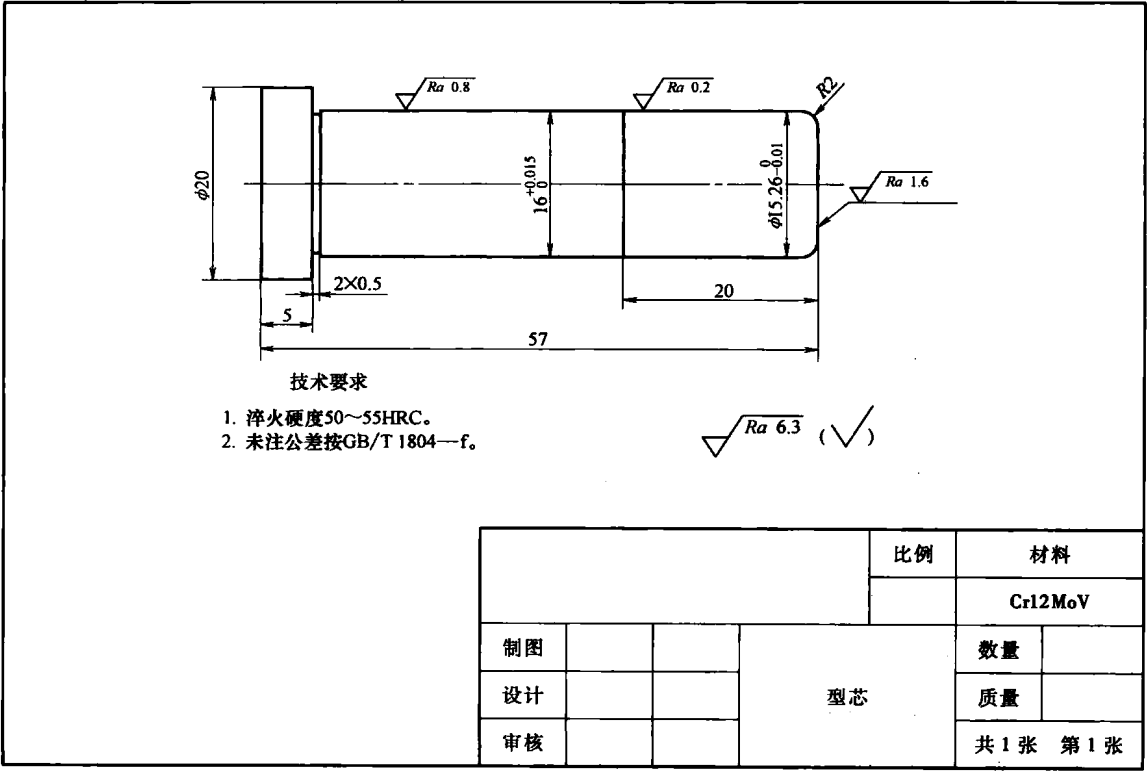
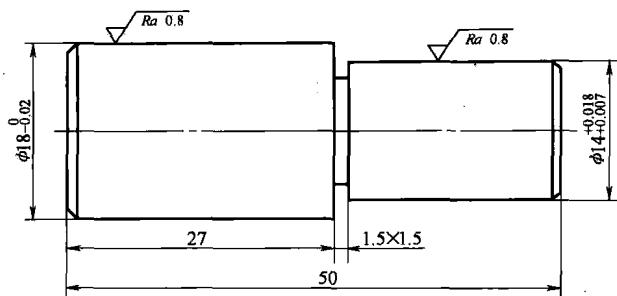


图 1-1 型芯



技术要求

1. 淬火硬度50~55HRC。
2. 未注公差按GB/T 1804—f。
3. 未注斜角C1。

$\sqrt{Ra\ 6.3}$ ($\sqrt{\quad}$)

			比例	材料	
				T8A	
制图			推板导柱		数量
设计					质量
审核					共 1 张 第 1 张

图 1-2 推板导柱

(二) 生产纲领

型芯：单件生产。

推板导柱：小批量生产。

模块一 轴类零件制造工艺规程的制订

一、教学目标

1. 掌握制订模具零件制造工艺规程的基本概念、基本原则和步骤。
2. 掌握制订轴类零件制造工艺规程的方法，能制订轴类零件制造工艺规程。

二、工作任务

教师演示任务：制订图 1-1 型芯零件的制造工艺规程。

学生训练任务：制订图 1-2 推板导柱零件的制造工艺规程。

三、工作化学习内容

(一) 制订型芯零件制造工艺规程的准备工作

1. 零件毛坯形式的确定

型芯属轴类零件, 台阶不大, 故采用圆棒料型材。

2. 预备热处理确定

调质硬度 220 ~ 250HBW。

3. 工艺凸台的设置

由于型芯工作端面不允许保留中心孔, 故需设置工艺凸台, 在外圆磨削加工及外圆研抛后去除。

4. 车削加工设备的确定

车削加工设备选用 C6140 型车床。

5. 最终热处理的确定

根据图样要求, 淬火硬度 50 ~ 55HRC。

6. 外圆磨削加工设备的确定

外圆磨削加工设备选用 M1432B 型磨床。

7. 外圆研抛方案及研抛工具的确定

$\phi 15.26_{-0.01}^0 \text{ mm}$ 外圆柱面的研抛在 C6140 型车床上进行, 两顶尖装夹, 用磨石进行粗研、半精研、精研, 用金相砂纸最后抛光。

8. 去除工艺凸台方法的确定

采用线切割的方法去除工艺凸台, 去除后研抛端面至图样要求。

(二) 型芯零件机械加工工艺过程卡片 (见表 1-1)

表 1-1 型芯零件机械加工工艺过程卡片

模具零件机械加工工艺过程卡片							
零件名称		型芯	加工数量	1	材料	Cr12MoV	零件图号
工序号	工序名称	工序内容			加工设备	夹具	刀具、量具
10	备料	下料尺寸 $\phi 22 \text{ mm} \times 70 \text{ mm}$			G7125A	通用	通用
20	热处理	调质硬度 220 ~ 250HBW					
30	车	车端面 (光出), 打中心孔 A1.5, 调头对总长 57mm 车为 66mm, 打中心孔 A1.5			C6140	中心钻 A1.5, 鸡心夹头	通用
40	车	两顶尖装夹, 车外圆 $\phi 16_{-0.01}^{+0.015} \text{ mm}$ 为 $\phi 16.4_{-0.1}^0 \text{ mm}$; 车 $\phi 15.26_{-0.01}^0 \text{ mm}$ 至尺寸 $\phi 15.66_{-0.1}^0 \text{ mm}$; 车工艺凸台 $\phi 10 \text{ mm} \times 9 \text{ mm}$, 倒 R2mm 圆角; 调头车 $\phi 20 \text{ mm}$ 至尺寸			C6140	鸡心夹头	通用
50	检验						
60	热处理	淬火硬度达 50 ~ 55HRC					
70	修研	修研两端中心孔			C6140	通用	锥形砂轮
80	磨外圆	磨外圆 $\phi 16_{-0.01}^{+0.015} \text{ mm}$ 至图样尺寸; 磨外圆 $\phi 15.26_{-0.01}^0 \text{ mm}$, 留研抛余量 0.01mm; 表面粗糙度达 $Ra = 0.8 \mu\text{m}$			M1432B	鸡心夹头	通用

(续)

模具零件机械加工工艺过程卡片									
零件名称		型芯		加工数量	1	材料	Cr12MoV	零件图号	
工序号	工序名称	工序内容				加工设备	夹具	刀具、量具	工时定额
90	研抛	研抛 $\phi 15.26_{-0.01}^0$ mm 至尺寸, 使表面粗糙度达图样要求				C6140	通用	磨石, 金相砂纸	
100	线切割	线切割工艺凸台					通用	通用	
110	研抛	研抛端面使其表面粗糙度至图样要求					通用	磨石	
120	检验								
工艺设计			日期		标准化		审核	校对	

四、相关知识

(一) 基本概念

1. 模具的生产过程及其组成

在模具制造厂中, 由原材料转化为最终产品的一系列相互关联的劳动过程的总和称为生产过程。它包括生产组织准备, 原材料准备及储运, 毛坯制造, 零件的机械加工, 热处理和表面处理, 部件和产品的装配、调整、检验、试验、涂装和包装、发运等。

2. 模具的工艺过程及其组成

(1) 工艺过程 在模具产品的生产过程中, 那些与把原材料变为成品直接有关的过程称为工艺过程。它是生产过程中的主要部分。采用机械加工的方法, 直接改变毛坯的形状、尺寸和表面质量等, 使其成为零件的过程称为模具的机械加工工艺过程。确定合理的机械加工工艺过程后, 以文字形式形成施工的技术文件, 即为模具的机械加工工艺规程。

(2) 模具机械加工工艺过程的组成 机械加工工艺过程是由一个或若干个顺序排列的工序组成的。毛坯依次通过这些工序就成为成品。

1) 工序。工序是指一个或一组工人在一个工作地(指机床、钳工台等)对一个(或同时加工的几个)工件所连续完成的那部分机械加工工艺过程。划分工序的主要依据是工作地是否变动和工作是否连续, 兼顾其他因素, 综合考虑。一般来讲, 工作地(设备)改变应划为不同的工序, 但在单件生产时, 如模具制造中某孔的加工由钳工划线与钻削、扩削、铰削工艺组成, 尽管在不同的工作地完成, 也可划分为一道工序。若在同一台设备上加工内容不连续, 则除单件生产外也应划分为多个工序。例如旋入式模柄, 当单件生产时, 车两端面、钻孔、车外圆、切槽、倒角、车螺纹和切断都是在同一台车床上连续完成的, 这算作一道工序; 当大批量生产时, 车两端面、倒角一般不能连续完成, 因而划为两道工序。相反, 在同一台设备 CNC 加工中心上, 加工成形模具的凹模时, 成形铰削型腔、铣槽、铣平面、钻孔、扩孔、镗孔等工艺内容, 只要连续完成均应算作一道工序。

2) 工步与走刀。工步是指在加工表面和加工工具不变的情况下, 所连续完成的那一部分工序。一道工序可能只有一个工步, 也可能包含几个工步。划分工步的主要依据是加工表面、切削工具和切削用量中的切削速度与进给量是否发生改变。

当需要切除的金属层较多, 或为了提高加工精度、降低表面粗糙度值时, 往往需要对同

一表面进行多次切削。刀具从被加工表面切下一层金属称为一次走刀。因此,一个工步可能只一次走刀,也可能要几次走刀。

3) 安装与工位。工件在加工之前,应先把工件放准确。确定工件在机床上或夹具中占有正确位置的过程称为定位。工件定位后将其固定,使其在加工过程中保持定位位置不变的操作称为夹紧。将工件在机床上或夹具中定位、夹紧的过程称为装夹。工件(或装配单元)经一次装夹后所完成的那一部分工序内容称为安装。

为了完成一定的工序部分,一次装夹工件后,工件(或装配单元)与夹具或设备的可动部分一起相对刀具或设备的固定部分所占据的每一个位置称为工位。

3. 生产纲领和生产类型

(1) 生产纲领 工厂制造产品(或零件)的年产量称为生产纲领。在制订工艺规程时,生产纲领决定生产类型。

零件的生产纲领 N 的计算

$$N = Qn(1 + a + b)$$

式中 Q ——产品的生产纲领;

n ——每台产品中该零件的数量;

a ——该零件的备品率;

b ——该零件的废品率。

(2) 生产类型 根据产品生产纲领的大小和品种的多少,模具制造企业的生产类型主要可以分为单件生产和成批生产两种(模具企业很少出现大批量生产的情况)。

1) 单件生产。单件生产的基本特点是产品品种多,同一产品的产量少,很少重复生产。例如专用夹具、刀具、量具以及模具的生产都是单件生产。

2) 成批生产。成批生产的特点是一年中分批地制造若干相同产品,生产呈周期性重复的情况。按批量大小,成批生产又可分为小批、中批和大批生产三种。

生产纲领与生产类型的关系见表 1-2。

表 1-2 生产纲领与生产类型的关系

生产类型		同种零件/(件/年)		
		轻型零件(质量 $\leq 100\text{kg}$)	中型零件(质量为 $100 \sim 200\text{kg}$)	重型零件(质量 $\geq 200\text{kg}$)
单件生产		100 以下	20 以下	5 以下
成批生产	小批生产	100 ~ 500	20 ~ 200	5 ~ 100
	中批生产	500 ~ 5000	200 ~ 500	100 ~ 300
	大批生产	5000 ~ 50000	500 ~ 5000	300 ~ 1000
大量生产		50000 以上	5000 以上	1000 以上

(二) 工艺规程制订的原则和步骤

1. 工艺规程的作用

规定产品或零部件制造工艺过程和操作方法的工艺文件称为工艺规程。生产过程中,工艺规程是指导工人操作和用于生产、工艺管理工作的主要技术文件,又是新产品投产前进行生产准备和技术准备的依据和新建、扩建车间或工厂的原始资料。此外,先进的工艺规程还起着交流和推广先进经验的作用。

2. 制订工艺规程的基本原则

工艺规程应尽量做到保证以最低的生产成本和最高的生产率，可靠地加工出符合设计要求的零件。因此，在制订工艺规程时，应从工厂实际条件出发，充分利用现有生产条件，尽可能利用国内外的先进技术和经验。

3. 制订工艺规程的原始资料

原始资料主要有产品的零件图和装配图，产品生产纲领，相关手册、图册、标准，类似产品的工艺资料，工厂的生产条件（机床设备、工艺装备、工人技术水平等），国内外相关工艺技术的发展情况等。

4. 制订工艺规程的基本步骤

制订工艺规程的基本步骤如下：

1) 熟悉和分析制订工艺规程的主要依据，确定零件的生产纲领和生产类型，进行零件的结构工艺性分析。

2) 确定毛坯，包括选择毛坯类型及其制造方法。

3) 拟订工艺路线，这是制订工艺规程的关键步骤。

4) 确定各工序的加工余量，计算工序尺寸及其公差。

5) 确定各主要工序的技术要求及检验方法。

6) 确定各工序的切削用量和时间定额。

7) 进行技术经济分析，选择最佳方案。

8) 填写工艺文件。

五、思考与练习

1. 生产类型的主要工艺特点是什么？

2. 什么是工艺规程？在生产中起何作用？

3. 制订工艺规程的原则、主要依据、步骤及内容是什么？

模块二 轴类零件毛坯的制备

一、教学目标

1. 掌握模具零件的材料性质，能正确选用模具材料。
2. 熟悉模具零件毛坯的形式，能正确选用模具零件的毛坯。
3. 熟悉毛坯的下料方式，能选用正确的方式下料。

二、工作任务

教师演示任务：完成图 1-1 型芯零件的毛坯制备。

学生训练任务：完成图 1-2 推板导柱零件的毛坯制备。

三、工作化学习内容

1. 型芯零件的材料选用

型芯零件为单件生产, 选用 Cr12MoV。

2. 型芯零件毛坯形式的确定

轴类零件, 台阶不大, 采用圆棒料型材。

3. 圆棒料下料方法及设备的选用

采用锯切法, 选用 G7125A 型卧式弓锯床或带式锯床。

4. 加工余量及毛坯尺寸的确定

外圆在最大尺寸 $\phi 20\text{mm}$ 处取 2 mm 总加工余量, 对长度 57 mm 取 5 mm 总加工余量, 加工工艺凸台长度为 10mm, 毛坯尺寸为 $\phi 22\text{mm} \times 72\text{mm}$ 。

四、相关知识

(一) 模具材料的选择

模具作为提高生产率、减少材料消耗、降低产品成本、提高产品质量和市场竞争力的重要手段, 已越来越受到生产企业的重视。而且它作为工业生产的基础工艺装备, 在汽车、机械、航空航天、信息产业、国防工业等产品中被广泛应用。随着模具工业不断向前发展, 要求模具在更苛刻、更高速度的工作条件下工作, 对模具材料的要求也越来越高。因此, 如何在不同生产工艺条件下选用模具材料, 也成了一项迫切需要解决的问题。

模具材料的选择应根据模具生产的条件和工作状况, 选择适合模具需要的、经济上合理、性能指标满足要求的材料。有时几种模具材料都能符合要求, 这时要综合考虑对比模具使用寿命的长短、模具加工制造的难易、模具生产的成本等因素, 进行全面综合评判, 才能选择出合适的模具材料。一般来说, 模具材料的耐磨性、韧性、硬度、热硬性及加工性, 是必须加以考虑的。

1. 满足工作条件要求

(1) 耐磨性 模具材料的耐磨性是模具使用最基本的要求, 要求模具寿命长, 则其耐磨性一定要高, 在长期的工作条件下, 能保持其尺寸的精度和表面粗糙度, 不致早期磨损失效。坯料在模具型腔中塑性变形时, 沿型腔表面既流动又滑动, 使型腔表面与坯料间产生剧烈的摩擦, 从而导致模具因磨损而失效。所以材料的耐磨性是模具最基本、最重要的性能之一。

模具在工作时, 必须保持很高的硬度和强度, 以保持其尺寸和形状, 这是模具材料的主要技术指标。对冷作模具钢, 其使用硬度应控制在 60HRC 左右。对热作模具钢而言, 由于在高温下工作, 要求在工作温度时保持其硬度和抗软化能力, 这就是热硬性, 热硬性是热作模具钢的重要性能指标。硬度是影响耐磨性的主要因素。一般情况下, 模具零件的硬度越高, 磨损量越小, 耐磨性也越好。另外, 耐磨性还与材料中碳化物的种类、数量、形态、大小及分布有关。

(2) 强韧性 对于冷作模具钢, 若韧性不好则易早期开裂形成断裂损坏, 因此韧性是一个重要的性能指标。在保持模具材料高强度的同时, 应尽可能提高材料的韧性, 即达到高强韧性。模具的工作条件大多比较恶劣, 有些常承受较大的冲击负荷, 从而导致脆性断裂。为防止模具零件在工作时突然脆性断裂, 模具要具有较高的强度和韧性。

模具的强韧性主要取决于材料的含碳量、晶粒度及组织状态。

(3) 疲劳断裂性能 模具工作过程中, 在循环应力的长期作用下, 往往导致疲劳断裂。

其形式有小能量多次冲击疲劳断裂、拉伸疲劳断裂、接触疲劳断裂及弯曲疲劳断裂。

模具的疲劳断裂性能主要取决于其强度、韧性、硬度以及材料中夹杂物的含量。

(4) 高温性能 当模具的工作温度较高时,会使硬度和强度下降,导致模具早期磨损或产生塑性变形而失效。因此,模具材料应具有较高的抗回火稳定性,以保证模具在工作温度下具有较高的硬度和强度。

(5) 耐冷热疲劳性能 有些模具在工作过程中处于反复加热和冷却的状态,会使型腔表面受拉、压交变应力的作用,引起表面龟裂和剥落,增大摩擦力,阻碍塑性变形,降低了尺寸精度,从而导致模具失效。冷热疲劳是热作模具失效的主要形式之一,对这类模具应具有较高的耐冷热疲劳性能。

(6) 耐蚀性 有些模具如塑料模在工作时,由于塑料中存在氯、氟等元素,受热后分解析出 HCl、HF 等强侵蚀性气体,侵蚀模具型腔表面,会加大其表面粗糙度值,加剧磨损失效。

2. 满足工艺性能要求

模具零件的制造一般都要经过锻造、切削加工、热处理等几道工序。为保证模具的制造质量,降低生产成本,其材料应具有良好的可锻性、可加工性、淬硬性、淬透性及可磨削性,还应具有较小的氧化、脱碳敏感性和淬火变形开裂倾向。

1) 可锻性:具有较低的热锻变形抗力,塑性好,锻造温度范围宽,锻裂、冷裂及析出网状碳化物倾向低。

2) 退火工艺性:球化退火温度范围宽,退火硬度低且波动范围小,球化率高。

3) 可加工性:即模具的机械加工(如车削、铣削、刨削、磨削等)性能。一般来说,由于模具材料具有高碳高合金成分,形成的碳化物及组织对可加工性能造成一定的影响,为此需要通过改善钢的组织或通过热处理等工艺手段,来改善模具材料的可加工性。一般来说,切削用量大,刀具损耗低,加工表面粗糙度值低。

4) 氧化、脱碳敏感性:高温加热时抗氧化性能好,脱碳速度慢,对加热介质不敏感,产生麻点倾向小。

5) 淬硬性:淬火后具有均匀而高的表面硬度。

6) 淬透性:淬火后能获得较深的淬硬层,采用缓和的淬火介质就能淬硬。

7) 淬火变形开裂倾向:常规淬火体积变化小,形状翘曲,畸变轻微,异常变形倾向低。常规淬火开裂敏感性低,对淬火温度及工件形状不敏感。

8) 可磨削性:砂轮相对损耗小,无烧伤极限磨削用量大,对砂轮质量及冷却条件不敏感,不易发生磨伤及磨削裂纹。

3. 满足经济性要求

在模具选材时,必须考虑经济性这一原则,尽可能地降低制造成本。因此,在满足使用性能的前提下,首先选用价格较低的,尽量用碳钢而不用合金钢,尽量用国产材料而不用进口材料。另外,在选材时还应考虑市场的生产和供应情况,所选钢种应尽量少而集中,易购买。

模具材料的用途很广,其使用的工作条件差别很大。一般根据其用途分为三大类,即冷作模具材料、热作模具材料和塑料模具材料。下面对这三类模具进行分类讨论,见表 1-3 ~ 表 1-5。

表 1-3 冷作模具材料的选择

性能要求	钢种选择 (举例)
较高的强度和耐磨性, 良好的韧性	T8、CrWMn、Cr12MoV
耐磨性为主	合金铸铁、Cr12MoV
耐磨性良好, 淬透性好, 热处理变形小	T10、Cr5Mo1V、Cr12MoV
较高的强度和优良的耐磨性, 良好的韧性	Cr5Mo1V、Cr12MoV、高速钢
高强度, 高耐磨, 良好的韧性	CrWMn、Cr12MoV、高速钢

表 1-4 热作模具材料的选择

性能要求	钢种选择 (举例)
较高的强度, 较好的热硬性	5CrNiMo、4Cr5MoSiV、4Cr3Mo3SiV
高温耐磨损, 韧性好	5CrNiMo、8Cr3、5CrW2Si
高强度高耐磨, 抗回火稳定性好, 良好韧性	4Cr5MoSiV、5Cr4Mo2W2SiV、高速钢
冷热疲劳性能好, 高温强度高, 韧性好	3Cr2W8V、4Cr5Mo2MnVSi
高温强度高, 冷热疲劳性能好	5CrNiMo、4Cr5MoSiV、4Cr3Mo3W4VNb

表 1-5 塑料模具材料的选择

性能要求	钢种选择 (举例)
高强度, 高耐磨	3Cr2Mo、5NiSCa、10Ni3MnCuAl
热塑性高耐磨塑料模	8CrMn、Y20CrNi3AlMnMo
热固性高耐磨塑料模	06Ni6CrMoVTiAl
良好的耐蚀性	4Cr13、0Cr16Ni4Cu3Nb
高强度, 高耐蚀性	38CrMoAl、0Cr16Ni4Cu3Nb
良好的镜面性、耐蚀性	8CrMn、10Ni3MnCuAl

4. 轴类零件材料的选择

一般轴类零件常用 45 钢, 根据不同的工作条件采用不同的热处理规范 (如正火、调质、淬火等), 以获得一定的强度、韧性和耐磨性。

对中等精度而转速较高的轴类零件, 可选用 40Cr 等合金钢。这类钢经调质和表面淬火处理后, 具有较高的综合力学性能。精度较高的轴, 有时还用轴承钢 GCr15 和弹簧钢 65Mn 等材料, 它们通过调质和表面淬火处理后, 具有更高耐磨性和耐疲劳性能。

对于高转速、重载荷等条件下工作的轴, 可选用 20CrMnTi、20MnZB、20Cr 等低碳合金钢或 38CrMoAlA 渗氮钢。低碳合金钢经渗碳淬火处理后, 具有很高的表面硬度、抗冲击韧性和心部强度, 热处理变形却很小。

(二) 零件毛坯形式的确定

产品从原材料加工到成品一般要经过多道工序才能完成。对于金属制品, 虽然可以应用少、无切削加工等新工艺直接从原材料制成成品, 但目前大多数还是通过铸造、锻造、冲压或焊接等加工方法制成毛坯, 再经过切削加工制成的。

毛坯的质量直接影响成品的质量。毛坯的选择是否合适, 会影响到零件的制造周期、成本、性能以及使用寿命。因此正确地选择毛坯是机械设计与制造中的首要问题。

毛坯种类的选择不仅影响毛坯的制造工艺及费用，而且也与零件的机械加工工艺和加工质量密切相关。为此需要毛坯制造和机械加工两方面的工艺人员密切配合，合理地确定毛坯的种类、结构形状，并绘出毛坯图。

常见的毛坯种类有以下几种：

1. 铸件

对形状较复杂的毛坯，一般可用铸造的方法制造。目前大多数铸件采用砂型铸造，对尺寸精度要求较高的小型铸件，可采用特种铸造，如永久型铸造、精密铸造、压力铸造、熔模铸造和离心铸造等。各种铸造方法及其工艺特点见表 1-6。

表 1-6 各种铸造方法及其工艺特点

铸造方法	最大质量/kg	最小壁厚/mm	形状的复杂性	材料	生产方式	公差等级(IT)	尺寸公差值/mm	表面粗糙度/ μm	特点
手工砂型铸造	不限制	3~5	最复杂	铁碳合金、非铁金属及其合金	单件生产及小批量生产	14~16	1~8	—	余量最大，一般为 1~10mm；由砂眼和气泡造成的废品率较高；表面有结砂硬皮，且结构颗粒大；适于铸造大件；生产率很低
机械砂型铸造	250	3~5	最复杂		大批生产及大量生产	14 左右	1~3	—	生产率比手制砂型高数倍至数十倍；设备复杂，但对工人的技术要求低；适于制造中小型零件
永久型铸造	100	1.5	简单或一般			11~12	0.1~0.5	12.5	生产率高，因免去每次制造铸型，单边余量一般为 1~3mm；组织细密，能承受较大压力；占用生产面积小
离心铸造	≈200	3~5	主要是旋转体			15~16	1~8	12.5	生产率高，每件只需 2~5min，力学性能好且少砂眼，壁厚均匀，不需泥芯和浇注系统
压力铸造	10~16	0.5 (锌合金) 1.0 (其他合金)	由模具制造难易程度而定	锌、铝、镁、铜、锡、铅等的合金		11~12	0.05~0.15	6.3	生产率最高，每小时可制 50~500 件，压铸设备昂贵，可直接制取零件或仅需少许加工

2. 锻件

锻件毛坯由于经锻造后可得到连续而均匀的金属纤维组织,因此锻件的力学性能较好,常用于受力复杂的重要钢质零件。其中自由锻件的精度和生产率较低,主要用于小批生产和大型锻件的制造。模锻件的尺寸精度和生产率较高,主要用于产量较大的中小型锻件。各种锻造方法及其工艺特点见表1-7。

表 1-7 各种锻造方法及其工艺特点

毛坯制 造方法	最大 质量 /kg	最小 壁厚 /mm	形状的 复杂性	材料	生产方式	公差等级 (IT)	尺寸 公差值 /mm	表面粗 糙度 / μm	特点
自由 锻造	不限制	不限制	简单	碳素 钢、合金 钢	单件及 小批生产	14~16	1.5~2.5	—	生产率低且需高级技工;余量大,为3~30mm;适于机械修理厂和重型机械厂的锻造车间
模锻	≈ 100	2.5	由锻模 制造难易 而定	碳素 钢、合金 钢及合金	成批及 大量生产	12~14	0.4~2.5	12.5~25	生产率高且不需要高级技工;材料消耗少;锻件力学性能好,强度增高
精密 模锻	≈ 100	1.5	由锻模 制造难易 而定	碳素 钢、合金 钢及合金	成批及 大量生产	11~12	0.05~0.1	6.3~3.2	光压后的锻件可不经机械加工或直接进行精加工

3. 型材

型材主要有板材、棒材、线材等。常用截面形状有圆形、方形、六角形和特殊截面形状。就其制造方法,又可分为热轧和冷拉两大类。热轧型材尺寸较大,精度较低,用于一般的机械零件。冷拉型材尺寸较小,精度较高,主要用于毛坯精度要求较高的中小型零件。

4. 焊接件

焊接件主要用于单件小批生产和大型零件及样机试制。其优点是制造简单,生产周期短,节省材料,减轻重量。但其抗振性较差,变形大,需经时效处理后才能进行机械加工。

5. 其他毛坯

其他毛坯包括冲压件、粉末冶金件、冷挤件、塑料压制件等。

(三) 下料方法及设备

供锻造车间生产用的原材料绝大多数是各种型材(圆形直径最大可达250 mm,方形边长最大可达100 mm,两者长度规格为2~9m)和钢坯(经过初轧或锻造,截面形状为方形或多边形,方形边长可达450 mm),在锻前根据需要把它们分成若干段,这个过程称作下料。常见的下料方法有剪切法、锯切法、砂轮切割法、冷断法、气割法等多种,视材料性质、尺寸大小和对下料质量的要求进行选择。

1. 剪切法

剪切法是生产率最高的一种下料方法,通常采用棒料剪切机,也可在通用曲柄压力机上安装剪切模进行剪切。所得毛坯断面不太平整,常是马蹄形,尺寸和重量也有一定偏差。

基本原理：坯料在上剪刀和下剪刀的作用下，产生一个力矩，使坯料沿顺时针方向旋转。因此，坯料只与剪刀的尖端相接触，此力矩由压紧力所产生的力矩平衡。由于剪切的压力，开始时坯料被压缩，当压力增大时，剪刀切入坯料，坯料在两剪刀刃口接触处开始产生裂缝，随着上、下裂缝的会合，坯料便被切断。断面大致可由压缩区、拉伸区、塑剪区、断裂区四部分组成。

上、下剪刀切削刃之间的间隙对坯料剪切端面的质量有很大影响：间隙太小，则上、下裂缝不会相遇，所形成的裂缝碎片会留在剪刀端面上，对剪刀和工件有害，且剪切力增大；如果间隙过大，或切削刃变钝，剪切坯料就会有大的压缩带和显著的毛刺，增大了去毛刺工作量。合适的间隙与坯料的厚度（直径）有关，一般间隙取材料厚度的2%~5%。

剪切下料有冷剪和热剪两种方式。一般小于 $\phi 70$ mm的碳素钢或小于 $\phi 50$ mm的合金钢棒料，可以在室温下进行剪切，称为冷剪；对于直径较大的棒料，为了防止剪切时产生端面裂纹和降低剪切抗力，剪切前应将棒料预热到一定温度，称为热剪。

热剪时的预热温度可根据被剪切棒料的钢种和截面尺寸而定。

所给出的预热温度大约相当于该钢种的蓝脆区温度，在此温度进行剪切，断面的马蹄形变形较小，剪切断面呈不同程度的蓝颜色。

为了将棒料预热，大规模的棒料剪切机均配有棒料预热炉。

棒料剪切机由主机和辊道两部分组成。主机由电动机经一级带传动与两级齿轮传动，最后通过偏心轴带动滑块工作。飞轮与离合器等设在高速轴上，用压缩空气控制离合器与制动器。为了防止棒料在剪切时发生翻转，还设有上下压料装置。

2. 锯切法

锯切金属用的锯床，主要是圆盘锯、弓形锯和带锯。锯切下料尺寸精确，坯料断面质量高，但速度慢，金属消耗大。

1) 圆盘锯：锯片呈圆盘状，锯齿沿圆周分布。锯片的圆周速度一般为30~50m/min，比刀具的切削速度（大于1000m/min）低得多，因而生产率低。圆盘锯通常用来锯切直径较大的棒料，其锯切直径可达750mm，对于直径小的棒料也可以成捆地进行锯切。

2) 弓形锯：由弓臂及可以获得复杂运动的连杆机构等组成。弓形锯通常用来锯切直径小于100mm的棒料。

3. 砂轮切割法

砂轮切割机下料目前已得到广泛采用。它是利用高速旋转的砂轮盘对金属进行磨削以切割金属的方法。这种下料方法适于切割小直径、强度较高的棒材、管料和异形截面材料。其优点是下料尺寸准确，端面质量好，切割效率不受材料硬度限制。主要缺点是砂轮磨损快，易碎裂，需要经常更换。

4. 冷断法

近年来，对于大断面材料，冷断（冷折）下料方法应用得越来越广泛。冷断下料适用于含碳量较高的材料，其断面厚度可达200mm。进行冷断之前，须将坯料在欲折断处用火焰烧割或锯出一个5mm缺口，然后在水压机或大功率的曲柄压力机上进行折断。

冷断下料法生产率高，所用设备简单，切口损耗小，适于大断面坯料的切割。对于高碳钢、高合金钢，为避免冷折时产生裂纹，应先将坯料加热至300~400℃然后进行折断。这种方法的缺点是工艺程序多，断口不够平齐。