

高等院校模具课系列教材

模具制造技术

主编 ◆ 贾全义

MOJU ZHIZAO JISHU



合肥工业大学出版社
HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

高等院校模具课系列教材

模具制造技术

主 编 贾全义

副主编 张信群 张桂侠 张新建

合肥工业大学出版社

内 容 提 要

本书全面、系统地阐述了模具制造技术的基本原理、特点和加工工艺,主要包括:模具制造技术概述、模具材料及热处理、模具钳工技术、模具零件的机械加工及特种加工、模具典型零件加工工艺分析、模具装配技术以及现代模具制造技术等。本书在保证各种加工方法的完整性和系统性的同时,突出工艺方法的实用性;通过对典型模具零件的工艺分析,突出模具制造技术的综合性。本书可作为高等院校模具设计与制造专业的教材,也可作为从事模具设计和制造工作的技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

模具制造技术/贾全义主编. —合肥:合肥工业大学出版社,2010.9

ISBN 978-7-5650-0274-8

I. ①模… II. ①贾… III. ①模具—制造—高等学校:技术学校—教材 IV. ①TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 173282 号

模 具 制 造 技 术

主 编 贾全义

责任编辑 汤礼广

出 版 合肥工业大学出版社
地 址 合肥市屯溪路 193 号
邮 编 230009
电 话 总编室:0551-2903038
发行部:0551-2903198
网 址 www.hfutpress.com.cn
E-mail press@hfutpress.com.cn

版 次 2010 年 9 月第 1 版
印 次 2010 年 9 月第 1 次印刷
开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16
印 张 13
字 数 293 千字
印 刷 合肥学苑印务有限公司
发 行 全国新华书店

ISBN 978-7-5650-0274-8

定价:22.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社发行部联系调换

前 言

模具是制造业重要的工艺基础,用模具生产的零部件具有高精度、高复杂度、高一致性、高生产率和低耗能、低耗材等特点,这使得模具工业在制造业中的地位越来越重要。模具水平的高低,直接反映了制造业水平的高低,所以,要想提高制造业的水平,模具制造的水平提高至关重要。

模具制造技术包括冷冲压加工、锻压加工、塑料成型等多种工艺方法。通过模具生产的产品涉及汽车、仪器仪表、家用电器等各个行业。目前,社会上需要大量的既具有较高理论水平又具有丰富实践经验,并且掌握了一定现代模具制造技术的高技能人才。基于此,我们特编写本书。

本书共分八章。首先概略介绍了模具的制造过程及生产特点、模具毛坯及工艺规程的制订;接下来系统地介绍了作为一名高技能模具制造加工人员所必备的各种基础理论知识,包括常用模具材料及热处理、模具钳工技术、模具零件的常规机械加工及各种特种加工的方法与工艺,以及模具的装配、调试等方面的基本知识;最后对一些现代模具制造技术分别做了介绍。

本书由淮南联合大学贾全义老师担任主编,其中第一章、第三章、第四章、第八章由淮南联合大学贾全义老师编写,第二章、第六章由安徽机电职业技术学院张新建老师编写,第五章由安徽国防科技职业学院张桂侠老师编写,第七章由滁州职业学院张信群老师编写。全书由贾全义老师统稿。在编写过程中,我们参阅了有关教材、资料和文献;同时,淮南联合大学赵耀军教授、王韬副教授,安徽机电职业技术学院王桂英高级工程师等也分别以不同的方式对本书的编写给予技术上的指导,并提出了许多宝贵的意见,在此一并表示衷心的感谢。

本书可作为高等院校模具制造技术课程的教材,也可作为模具制造类技术工人的培训教材和从事模具制造加工、装配、维修等有关人员的参考用书。

由于编者水平所限,加之时间仓促,书中不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者



目 录

第一章 模具制造概述.....	(1)
第一节 模具的制造过程及生产特点.....	(1)
第二节 模具制造的工艺规程.....	(5)
第三节 模具零件的毛坯.....	(9)
第四节 我国模具工业的发展状况和趋势	(10)
第二章 模具材料及热处理	(14)
第一节 模具用材料	(14)
第二节 模具材料的选用原则	(27)
第三节 模具零件的热处理	(28)
第三章 模具钳工技术	(35)
第一节 模具钳工的基本知识	(35)
第二节 划线及孔加工	(35)
第三节 研磨与抛光	(42)
第四章 模具零件的机械加工	(50)
第一节 车削加工	(50)
第二节 铣削加工	(60)
第三节 磨削加工	(71)
第五章 模具零件的特种加工	(80)
第一节 电火花成形加工	(80)
第二节 数控电火花线切割加工.....	(100)



第六章 典型模具零件的加工工艺分析	(116)
第一节 套、杆类零件的加工	(116)
第二节 板类零件的加工.....	(122)
第三节 滑块加工.....	(130)
第四节 冷冲模的凸、凹模加工工艺	(134)
第五节 塑料模成型零件的加工工艺.....	(140)
第七章 模具装配技术	(147)
第一节 模具装配概述.....	(147)
第二节 模具零件的固定方法.....	(148)
第三节 模具间隙和壁厚的控制方法.....	(153)
第四节 模架的装配.....	(155)
第五节 冷冲模的装配.....	(161)
第六节 塑料模的装配.....	(175)
第八章 现代模具制造技术	(188)
第一节 模具 CAD/CAM	(188)
第二节 高速切削技术.....	(191)
第三节 逆向工程技术简介.....	(195)
第四节 快速成型技术.....	(198)
参考文献	(201)



第一章 模具制造概述

【内容提要】 本章除了介绍模具的一般用途、要求及特点以外,着重介绍了模具制造工艺规程在模具制造中的指导作用、模具零件毛坯的准备等方面的内容。

【目标要求】 掌握模具工艺规程的具体内容及制订工艺规程的步骤;掌握确定模具零件毛坯的方法。了解我国模具工业的一些现状。

第一节 模具的制造过程及生产特点

一、模具的种类与用途

模具作为工业生产中一种专门的工艺装备,在与相应的成形设备(如冲床、塑料注射机、压铸机等)相结合时,可直接改变原材料的状态、形状、尺寸,使之成为合格制件或半成品。

模具分类方法很多,根据成形加工的工艺性质和使用对象的不同,模具分类如表 1-1。

表 1-1 模具的种类

模具类别		模 具 品 种	使用对象
非金属材料成型模具	板材成形模具	冲压模具 冲裁模、弯曲模、拉深模、成形模、翻边模、胀形模、缩口模等	金属板材、非金属板材或型材
	塑料成型模具	注射成型模、压注模、压缩模、挤出成型模、吹塑成型模、真空成型模、发泡模等	热塑性塑料、热固性塑料
	玻璃模	铸压成型模具、吹一吹法成型模、压一吹法成型模等	玻璃
	橡胶模	压制成型模、注射成型模、挤出成型模等	橡胶
	陶瓷模	压力成型模	陶瓷
金属体积分成形模具	压铸模	压力铸造模	低熔点金属、合金
	锻模	锻造成型模、冷镦模、拉丝模等	有色、黑色金属块料、棒料
	铸造模	砂型模、壳型模、失蜡模、压力铸造模、金属型铸模等	金属粉末
	粉末冶金模	压力成型模、整形模	熔融合金及树脂



二、模具的技术要求

1. 模具的精度要求

模具精度包括加工中获得的模具零件精度和生产时保证产品精度的质量意识。模具加工中的精度是模具零件加工及组装后的实际几何参数与理论几何参数的符合程度；模具生产中的精度是企业职工在生产实践中逐步形成的、指导职工生产行为的一种思维模式。通常所讲的模具精度，主要是指模具工作零件的精度。

模具精度的内容包括尺寸精度、形状精度、位置精度、表面精度四个方面，由于模具在工作时分上模、下模(或动模、定模)两部分，故在四种精度中以这两部分的相互位置精度最为重要。

模具精度是为制件精度服务的，高精度的制件必须由更高精度的模具来保证。模具精度一般须高于制件精度 3 级或者 3 级以上。模具的表面粗糙度直接影响到制件的质量、成形终了模具与制件的分离。一般来说，模具成形表面的粗糙度 $R_a < 0.8 \mu\text{m}$ 。

对于一般精度的模具，模具的凸模或型芯、凹模或型腔类成型件的尺寸精度见表 1-2。

表 1-2 模具成型件的尺寸精度

模具类型	尺寸精度/mm	模具类型	尺寸精度/mm
冲模	大型 0.010	塑料注射模	0.010
	小型 0.005		
拉深模	0.005	玻璃模	0.015
精锻模	0.036	粉末冶金模	0.005
压铸模	0.010	陶瓷模	0.050

2. 模具的寿命要求

模具寿命指在保证制件品质的前提下，所能加工出的制件数。它包括反复修复和更换易损件，直至模具的主要部分更换所成形的合格制件总数。模具正常失效前，生产出的合格制件的数目，叫模具正常寿命，简称模具寿命。模具首次修复前生产出的合格制件的数目，叫首次寿命；模具一次修复后到下一次修复前所生产出的合格制件的数目，叫修模寿命。模具寿命是首次寿命与各次修模寿命的总和。表 1-3、表 1-4 列出了冷冲模具和塑料注射模具寿命的概略值。

表 1-3 各类冲模的使用(总)寿命概略值

冲模的结构类型		冲件料厚 $t(\text{mm})$						
		≤ 0.5	0.5~1	1~2	2~4	4~6	6~8	10
		使用(总)寿命概略值(万冲次)						
单冲模	无导向敞开式	280~350	100~200	80~100	40~80	40~80	20~40	10~15
	导柱(模架)式	450~500	200~300	150~200	100~150	100~150	65~85	35~65
	导板式	300~400	150~200	100~150	60~100	60~100	-	-

(续表)

冲模的结构类型			冲件料厚 t (mm)						
			≤ 0.5	0.5~1	1~2	2~4	4~6	6~8	10
			使用(总)寿命概略值(万冲次)						
连续模	连续模	导板式	300~450	250~300	200~280	100~200	80~100	-	-
		刚性卸料板	-	-	320~400	200~320	120~180	65~85	35~65
		弹压卸料板	450~560	450~540	340~420	240~340	-	-	-
		弹压板小导柱	480~580	440~550	360~450	250~350	-	-	-
复合模	复合模	冲孔、落料复合模	440~550	400~500	350~400	320~400	-	-	-
		落料、拉深或弯曲复合模	400~500	350~420	300~400	280~360	-	-	-

模具寿命与模具类型和结构有关,它是一定时期内模具材料性能、模具设计与制造水平、模具热处理水平以及模具使用维护水平的综合反映。

表 1-4 塑料注射模具的寿命概略值

模具种类	模具寿命/万件	说 明
钢塑料注射模	40~60	模具采用中碳钢制
合金钢塑料注射模	100 以上	模具采用优质模具钢制

3. 模具的安全要求

以冲压加工为例,冲压制件就是靠上、下模具的相对运动来完成的。加工时由于上、下模具之间不断地分合,如果操作工人的手指不断进入或停留在模具作业区,便会对其人身安全带来严重威胁,为此:

在结构上应尽量保证进料、定位、出件、清理废料的方便。对于小型零件的加工要严禁操作者的手指、手腕或身体的其他部位伸入模具作业区,对于大型零件的加工,若操作者必须用手伸入模具作业区时,要尽可能减少入模的范围,尽可能缩短身体某部位在模内停留的时间,并应明确模具危险区范围,配备必要的防护措施;模具上的各种零件应有足够的强度及刚度,防止使用过程中损坏和变形,紧固零件要有防松动措施,避免意外伤害操作者。

不允许操作者在进行冲压操作时有过大的动作幅度,避免出现使身体失去稳定的姿势,不允许在作业时有过多和过难的动作。模具设计应在总图上标明模具重量,便于安装,保障安全。20 千克以上的零件加工时应有起重搬运措施,减轻劳动强度。装拆模具零件时应方便安全,避免有夹手、割手的可能;模具要便于解体存放。

总之,模具中的哪怕是细微的问题都会影响安全。只有对作业中的具体问题进行分析,才能提出模具中的安全注意事项。

4. 模具的生产效率要求

在大批量生产中,往往要求模具有高的生产效率。为此,模具设计时,首先要根据工艺方案选定模具类型,确定具体的模具总体结构形式。模具结构合理,生产效率才能提高。以



冷冲模为例,单工序模具由于其工序分散,生产中需要较多辅助时间,生产率最低;对复合模来说,有时制件必须用手或机械从模具工作面排除,生产效率稍低;在级进模上,工序间自动送料,可以自动排除工件,生产效率最高。

针对模具生产效率的要求,可以采取以下措施:

- (1)提高模具自动化程度,减少后续加工;
- (2)采用稳定可靠的模具结构,以减少修模时间;
- (3)优化模具操作动作,以减少额外的辅助时间;

(4)对注塑模来说,充分有效的冷却以缩短成型周期,或者使用热流道结构,不仅能使产品更加美观,原材料得到节约,生产效率也会更高。

三、模具的制造过程及特点

模具制造是在相应的制造装备和制造工艺下,直接对模具零件的坯料进行加工,以改变其形状、尺寸和性质,使之成为符合要求的模具零件,然后再经过配做、组装、调试,成为满足生产要求的模具的全过程。

模具的制造过程包括以下五个阶段:技术准备——备料——零部件的加工——装配调试——试模鉴定,见图 1-1。

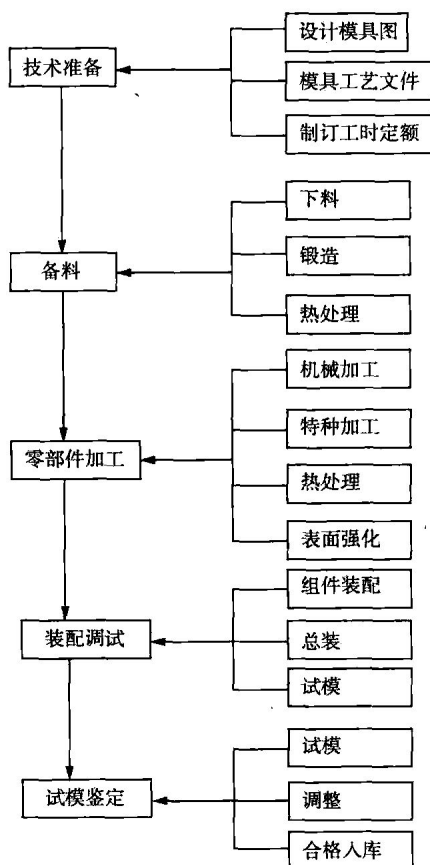


图 1-1 模具制造过程



需要说明的是,就模具的总体而言,永远是单件生产的,但也绝不是模具的每一个零件都要专门设计制造,组成模具的许多零件和组件都可以实现标准化与系列化。模具零件的标准化和系列化直接影响到模具的制造周期、制造成本及制造质量。模具的标准化程度高,意味着模具制造周期可以缩短,成本下降,互换性好。

模具制造的工艺特点主要表现为:

(1)模具制造难度大。由于模具零件形状复杂,模具材料硬度高,一般都是用淬火工具钢等材料制造,故采用常规的加工方法有时会难以获得所需形状,并达到制造标准,因此,多采用特种加工(如线切割、电火花等)和数控加工、CAD/CAM 等现代加工方法来制造。

(2)模具制造质量要求高。前面已讲过模具的精度要求,通常情况下,模具工作部分的制造公差要求控制在 $\pm 0.01\text{mm}$ 以内,有的甚至要求在微米级范围内。加工后的模具表面一般不允许有任何缺陷。

(3)模具零件加工过程复杂,加工周期长。模具零件的加工包括下料、锻打、粗加工、半精加工、精加工等工序,期间还需要安排热处理、表面处理、检验等工序。另外,有些工作部分的尺寸和位置必须经过试验后才能确定,所以,每一个零件加工周期都可能很长,有的往往长达一二个月甚至更长。

第二节 模具制造的工艺规程

一、模具制造工艺规程的性质和作用

模具制造工艺规程是规定模具零件加工工艺过程 and 操作方法等的工艺文件,是进行技术经济核算的依据。它是在具体的生产条件下,将最合理的或较合理的工艺过程 and 操作方法按规定的形式制成工艺文本,经审批后用来进行工艺过程控制与管理、指导生产并严格贯彻执行的指导性技术文件。

工艺规程的作用:

(1)工艺规程是企业进行生产准备工作的主要依据。

模具在制造之前要作大量的生产准备工作,包括原材料和毛坯的供应,机床的配备和调整,专用工艺装备的设计制造,核算生产成本以及配备人员等,所有这些工作都要根据工艺规程进行。

(2)工艺规程是企业组织生产的指导性文件。

企业管理人员根据工艺规程规定的要求,编制生产作业计划,组织工人进行生产,并按照工艺规程要求验收产品。

(3)工艺规程是新建和扩建机械制造厂(或车间)的重要技术文件。

新建和扩建工厂(或车间)须根据工艺规程确定机床和其他辅助设备的种类、型号规格和数量,厂房面积,设备布置,生产工人的工种、等级及数量等。

此外,先进的工艺规程还起着交流和推广先进制造技术的作用。典型工艺规程可以缩短工厂摸索和试制的过程。

不同的生产类型具有不同的工艺特征。模具的制造过程属于典型的单件生产,在制订模具零件加工工艺规程时,不同企业在具体做法上可能有所不同。



二、模具制造工艺规程的内容和制订步骤

模具制造工艺规程,是以凸、凹模及与之相关零件制造工艺过程的内容和模具装配工艺过程的内容为基础,应用工艺计算理论编制而成。

制订模具工艺规程的目的,在于控制模具制造的全过程,主要控制目标有三个:

(1)控制模具的制造精度与质量。

要求企业根据 GB/T9000 标准,制订质量保证和管理体系,使承制的每副模具,其制造工艺过程或工艺规程的内容始终处于受控状态。制订模具验收技术要求,作为模具制造精度和质量控制的依据。

(2)控制模具的制造费用。

作为商品模具,用户付给模具企业的模具价格总额以及付款方式等,在有关合同中,会做出明确规定,因此每副模具的总价格是固定的。这样,为了降低成本,对模具零件制造工艺规程内容的经济性须作出明确的要求、安排和控制。

(3)控制其工艺过程的计划进度,以保证模具的交货期。

模具的交货期,在用户合同中,都会作明确规定,同时对不能如期交货也会有相应的赔偿条款。因此,控制每道工序的时间,控制工艺过程的计划进度,是模具制造工艺规程中必须控制的一个目标。

模具生产周期 T 大致可以下式表述:

$$T = T_{\text{准备}} + T_{\text{设计}} + T_{\text{生产准备}} + T_{\text{零件制造}} + T_{\text{装配}} + T_{\text{试模}} + T_{\text{验收}} + T_{\text{终结}}$$

为此,在工艺规程和工艺文件中,规定最大限度的采用标准零部件设计模具;采用高效生产工艺和装备,以缩短模具零件的制造工艺过程;制订严格的时间控制,保证计划的如期完成。

模具制造工艺规程的制订,具有以下特点:

(1)由于模具标准化、通用化、系列化程度的提高,需要自己制造的模具零件会逐渐减少,主要是凸、凹模的制造。

(2)采用一般加工机床,其零件加工的工艺参数如切削用量、工序余量等,大多由工艺技术人员和操作人员依据工艺计算理论凭经验确定,一般不进行详细计算。但采用数控设备加工时,须对工序内容进行工艺计算,制订详细的工艺规程,作为编制数控程序的依据。

(3)由于模具装配工序内容中的手工劳动量大,装配精度严格,而且每副模具基本上都是单件制造,为了对装配精度、费用和工时进行工艺过程控制,必须制订装配工艺规程。

模具制造工艺规程的内容和编制步骤,见表 1-5。

表 1-5 模具制造工艺规程的内容和步骤

序号	项 目	内容、确定原则与方法
1	模具或零件	模具或零件名称、模具或零件图号、企业产品号
2	零件坯料的选择 与确定	坯料的种类和材料、坯料供货状态、外形尺寸
3	工艺基准的选择 与确定	工艺基准与设计基准重合原则、基准统一原则



(续表)

序号	项 目	内容、确定原则与方法
4	零件加工工艺路线设计(凸、凹模)	1. 分析零件结构要素及工艺性;2. 确定工艺方法、加工顺序;3. 根据现场装备,确定工序内容集中程度
5	模具装配工艺路线确定	1. 确定装配方法、装配顺序;2. 标准件的补充加工;3. 装配与试模;验收条件与验收检查
6	工序余量确定	模具零件加工余量常用查表修正法和经验估计法
7	工序尺寸与公差 的计算与确定	一般采用查表和经验估计法确定,当采用数控设备加工且工序集中时,须进行计算
8	机床与工装 的选择与确定	1. 机床的选择:(1)加工精度与零件的技术要求相适应;(2)加工范围与零件大小相符合;(3)生产率与零件的生产规模相一致。2. 工装的选择:包括夹具、刀具、检具,尽量选用通用夹具和机床附带夹具和标准刀具,其规格、类型、精度等级与加工等级相符合
9	工序或工步切削 用量的确定	机械加工的切削用量包括主轴转速、切削速度、走刀量、吃刀深度、走刀次数,电火花加工须确定电参数
10	工时定额的确定	$T_{\text{定额}} = T_{\text{基本}} + T_{\text{辅助}} + T_{\text{布置}} + T_{\text{休息}} + \left(\frac{1}{n} T_{\text{准终}}\right)$

注: n ——加工件数; $\frac{1}{n} T_{\text{准终}}$ ——为每件所耗的终结时间; $T_{\text{基本}}$ ——机动加工时间; $T_{\text{辅助}}$ ——直接用于机动加工的辅助时间; $T_{\text{布置}}$ ——布置工作地、更换刀具、清理切屑、润滑机床等所耗时间; $T_{\text{休息}}$ ——休息与生理需要所需时间; $T_{\text{准终}}$ ——进行准备如阅读图样、领工具,终结时送交成品、归还工装所耗时间

模具制造工艺规程文件比较多,不同企业采用的文件类型也不尽相同,这里以图 1-2 翻边凹模为例,以加工工艺过程卡的形式,给出该模具零件的制造工艺规程文件,见表 1-6。

三、二类工具及设计

二类工具是指加工和装配模具时所用的各种专用工具。二类工具的质量和效率对模具质量和生产进度起着重要的作用,常用的二类工具有:型面检验样板、仿形加工用靠模、电火花成形加工用电极以及模具加工中用的一些辅助工装等。

表 1-6 翻边凹模加工工艺过程卡

工 艺 过 程 卡 片									
零件名称		翻边凹模	模具编号		零件编号				
材料名称		Cr12MoV	毛坯尺寸	$\phi 150 \times 127$	件数				
工序	机号	工序名称	施工简要说明		工时定额	实际工时	制造	检验	等级
5	G7016	备料	锯床下料 $\phi 150 \times 127$		30'				
10	C41—1750	锻打	锻打成 $\phi 205 \times 65$		1				



(续表)

15	RX3-15-9	热处理	退火	1				
20	C6132	粗车	按形状粗车,各处单面留 0.5mm 加工余量	3				
25	M7120	磨平面	磨上下平面,留 0.2mm 余量	30'				
30	划线台	划线	划锯缝线,6×M12 孔位线	30'				
35	X62W	铣	铣 3 处 4mm 锯缝,打标记	2				
40	划线台	划线	划锯缝处 $\phi 12$ 孔位线	30'				
45	Z512	钻	钻、攻各处孔及螺纹孔	2				
50	RX3-15-9	热处理	热处理 HRC58~62	1				
55	M7120	平磨	磨上下平面至要求	30'				
60	M1420E	圆磨	磨内外面至要求	2				
65	SHD-226	钳	修磨各处圆角	1				
工艺员		年 月 日		质量等级				

以图 1-2 的翻边凹模为例,该翻边凹模为三瓣式结构。由于凹模有形位公差以及型腔孔 $\phi 80^{+0.03}_0$ 内表面的粗糙度等要求,根据工艺安排,沿 4mm 铣缝铣开,半精加工结束后淬火,然后借助工艺孔将凹模固定在二类工具上,如图 1-3 所示,装夹后整体完成型腔孔以及 15° 锥面的加工。

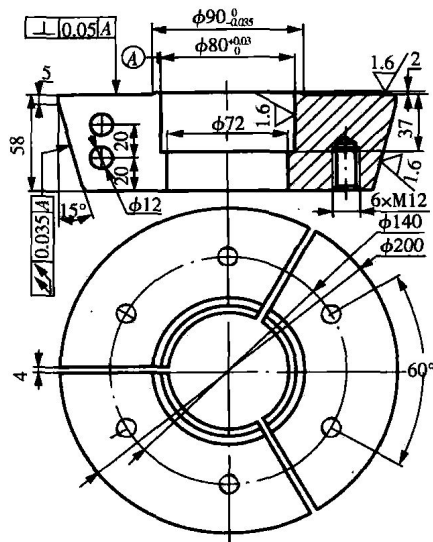


图 1-2 翻边凹模

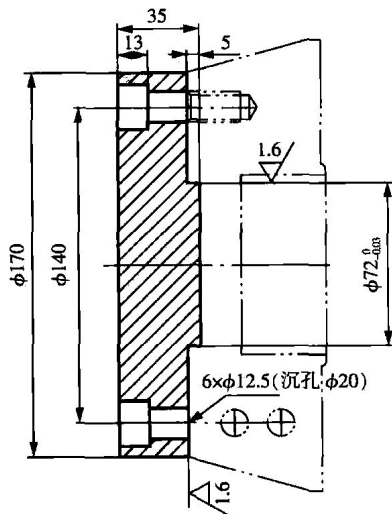


图 1-3 二类工装具



第三节 模具零件的毛坯

一、毛坯种类的确定

毛坯的种类、形状和特性在很大程度上决定着模具制造过程中工序的多少、机械加工的难易程度、材料的消耗量以及模具的寿命。

毛坯种类的影响。模具加工中,常用的毛坯有铸件、锻件、焊接件等。铸铁因其具有一定的强度、良好的铸造成型性能、切削性能、耐磨与润滑性能,以及价格低等特性广泛用于表面承压力较小的标准模架上,如上、下模座。锻件毛坯是制造中、小型模具凸、凹模等成形零件毛坯的主要方法。常作为凸、凹模材料的 Cr12、Cr12MoV 等合金钢,在钢锭冷凝过程中,由于浇注钢锭的温度与浇注速度、冷却速度等因素,产生共晶反应,形成具有鱼骨状的莱氏体共晶碳化物,称作碳化物偏析。它使碳化物分布不均匀,造成材料力学性能下降,耐磨性与冲击韧度降低,热处理变形大,易产生过热或裂纹等缺陷,从而使制造成功的凸、凹模在使用时易产生崩刃或断裂等事故,影响模具使用寿命。如果采用锻造方法使碳化物破碎,并进行反复锻粗或拔长,那么可使碳化物分布趋于均匀。为了保证坯料在锻造过程中的变形程度,还要注意锻造比(坯料锻造前后的截面积之比)问题。以高速钢为例,锻造比应不小于 3。在有时工期较紧等情况下,为了缩短铸件的生产时间,也用到焊接件,不过要进行时效处理。

二、毛坯尺寸、形状的确定

毛坯尺寸通常是根据模具零件的尺寸增加适当的加工余量而确定的。首先,模具零件毛坯应考虑为模具加工提供方便,应尽可能根据所需的尺寸确定毛坯,以免浪费,提高模具制造成本。同时,确定毛坯尺寸还要考虑毛坯在制造过程中产生的各种缺陷(例如锻造夹层、裂纹、脱碳层、氧化皮、表面不平)的影响,在加工时必须完全去除,常见毛坯加工余量见表 1-7~表 1-8。

毛坯的形状应尽可能与模具形状一致,以减少机加工的工作量,但有时为了适应加工过程中的工艺要求,在确定毛坯形状时,需作一些调整,下面举例说明。

如图 1-4 所示的两段式冲孔凸模,为了保证磨削时刃口部分和固定部分的同轴度要求,工艺上安排两部分在一次装夹中同时磨出,但是能够夹持的部分仅仅是端头很短一部分,很不可靠。为此,在刃口端面加了一段工艺搭子,打出中心孔。这样,左端用三爪卡盘(或鸡心夹头)夹持大端头,右端用顶针顶着中心孔,在外圆磨床上同时磨削两部分,最后用工具磨将工艺搭子部分去除。

图 1-5 所示为一检具,中间为一轴心线位于上平面的 R25 半圆柱形。在磨削加工 R25 半圆时,因为内表面的不连续而造成振动。采用图 b 所示毛坯形状,整体磨削,再去除上面多余部分,可解决上述振动问题,但是用料又比较浪费。现在一般采用两件同时加工的工艺,按照图 a 准备两件坯料,分别加工 R25 半圆面,并留出加工余量,再精磨上平面 A,然后将两件对合成图 b 状并压紧,整体加工 $\phi 50$ 整圆。



表 1-7 铸件加工余量

铸件最大尺寸	单面加工余量	
	铸件毛坯	铸钢毛坯
≤ 315	3~5	5~7
$> 315 \sim 500$	4~6	6~8
$> 300 \sim 800$	6~8	8~10
$> 800 \sim 1250$	7~9	9~12

表 1-8 锻件加工余量

圆 形		矩 形	
锻件直径	直径加工余量	锻件尺寸	单面加工余量
≤ 50	3~6	≤ 100	2~2.5
$> 50 \sim 80$	4~7	$> 100 \sim 250$	3~5
$> 80 \sim 125$	5~9	$> 250 \sim 630$	6~10
$> 125 \sim 200$	6~10		



图 1-4 工艺搭子

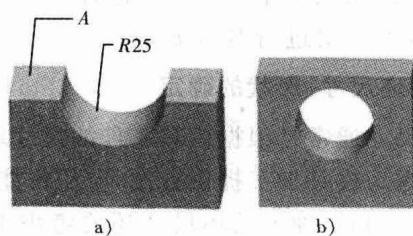


图 1-5 检具的坯料形状

第四节 我国模具工业的发展状况和趋势

我国国民经济的快速发展,给模具工业带来前所未有的机遇,同时也带来了新的挑战。

一、模具技术的发展现状和趋势

模具是制造业的重要基础工艺装备。工业产品大批量生产和新产品开发都离不开模具,用模具生产制件所达到的高精度、高复杂程度、高一致性、高生产率和低耗能、低耗材等一系列优点,使模具工业在制造业中的地位越来越重要。模具品种繁多,包括冲压、塑料、橡胶、铸造、锻压等,几乎涵盖制造业中所有产品的生产。现代模具技术已成为衡量一个国家产品制造水平的重要标志,没有高水平的模具就没有高水平的产品,这已成为共识。

现代模具业已成为技术密集型和资金密集型的产业,它与高新技术已成为相互依托的关系:一方面模具直接为高新技术产业化服务提供不可缺少的装备,另一方面模具本身又大



量采用高新技术,因此模具制造已成为高新技术产业的重要组成部分。模具成形零件的快速、优质、低耗、环保等特点也体现了国家可持续发展的战略和科学发展观的内容。

模具技术集合了机械、电子、化学、光学、材料、计算机、精密检测和信息网络等诸多学科,是一个综合性高学科的系统工程。模具技术的发展趋势主要是模具产品向着更大型、更精密、更复杂及更经济快速的方向发展。随着模具产品的技术含量不断提高,模具的制造周期不断缩短,模具生产朝着信息化、无图化、精细化、自动化的方向发展,模具企业也向着技术集成化、设备精良化、产品品牌化、管理信息化、经营国际化的方向发展。

目前在我国随着科学技术的进步,模具技术及制造方式发生了根本性的变化。模具行业已经从传统的手工设计,从以有经验的钳工师傅为主导的技艺型生产方式,转变到了以数字化、信息化、自动化生产为特征的现代模具工业生产时代。

1. 在模具设计制造中已广泛采用 CAD/CAM 技术

模具 CAD/CAM/CAE 技术是模具技术发展的一个重要里程碑。实践证明,模具 CAD/CAM/CAE 技术是模具技术的发展方向。现在全国大多数企业已广泛应用了模具 CAD/CAM 技术,少数企业应用了 CAE 技术,应用 CAPP 技术的企业更少一些。软件来源目前主要是应用国外软件比较多,国产模具软件的开发应用比较少。软件的应用还要进一步扩大应用范围。

2. 快速原型制造(RPM)及相关技术得到了更好的发展

RPM 技术是美国首先推出的,是伴随计算机技术、激光成型技术和新材料技术的发展而产生的。这种技术可直接或间接用于模具制造。这种方法制造模具具有技术先进、成本较低、设计制造周期短、精度适中等优点。从模具概念设计到制造完成仅为传统加工方法所需时间的 $1/3$ 和传统制造方式成本的 $1/4$ 左右,因此适用于低成本的小批量零件的制造,发展前景很好。

3. 高速铣削加工得到广泛的应用

国外近年来发展的高速铣削加工,主轴转速可达 $40000 \sim 100000 \text{ r/min}$,快速进给速度可达 $30 \sim 40 \text{ m/min}$,换刀时间可提高至 $1 \sim 2 \text{ s}$,这样就大幅度提高了加工效率并可获得 $R_a \leq 2 \mu\text{m}$ 的加工表面粗糙度。另外还可加工硬度达 HRC60 的模块。目前它已向更高的敏捷化、智能化、集成化方向发展,高速加工技术的发展促进了模具技术的发展。目前我国一些模具制造的骨干企业都已从国外购置这种高速的设备及相关的软件、刀具及卡具装置。如一汽、二汽及海尔等大的模具制造公司相继引进了多台高速加工铣床而提高了效率,促进了模具加工技术的发展。

4. 热流道技术已逐步广泛应用

由于采用热流道技术的模具,可提高制件的生产率和质量,并能大幅度的节省制件的原材料和节约能源,所以已在一些模具制造企业得到逐步推广。国外这项技术发展很快,许多塑料模具厂生产的模具已有一半用上了热流道技术,有的甚至已达 80% ,效果十分明显。国内近几年已开始推广应用,但总体还达不到 10% 。目前应用的热流道主要还是国外进口的,由于价格昂贵,影响了推广应用。加快国产化,积极生产价廉高质的元器件,是推广应用热流道技术的关键。

5. 优质材料及先进的表面处理技术取得快速的发展

随着模具制造精度要求越来越高,模具材料的应用就显得非常重要。近十多年来一些