

机电工人实用技术丛书

模具工实用技术



MUJUGONG
SHIYONG JISHU

赵世友
主 编



辽宁科学技术出版社
LIAONING SCIENCE AND TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

TG76

Z320

机电工人实用技术丛书

模具工实用技术

赵世友 主编

辽宁科学技术出版社

·沈阳·

图书在版编目 (CIP) 数据

模具工实用技术/赵世友主编. —沈阳:辽宁科学技术出版社,2004·1

ISBN 7-5381-4047-6

I.模… II.赵… III.模具—生产工艺
IV.TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 073253 号

出 版 者: 辽宁科学技术出版社

(地址:沈阳市和平区十一纬路 25 号 邮编:110003)

印 刷 者: 沈阳市北陵印刷厂

经 销 者: 各地新华书店

幅面尺寸: 203mm × 140mm

印 张: 8.5

字 数: 255 千字

印 数: 1~5000

出版时间: 2004 年 1 月第 1 版

印刷时间: 2004 年 1 月第 1 次印刷

责任编辑: 韩延本

封面设计: 庄庆芳

版式设计: 于 浪

责任校对: 刘 熙

定 价: 14.00 元

联系电话:024-23284360

邮购热线:024-23284502 23284357

E-mail:lkzsb@mail.lnpgc.com.cn

http://www.lnkj.com.cn

出版说明

当前国际上处于新一轮的产业调整中，制造业逐渐向发展中国家转移，我国正在成为世界上制造业的大国，机械制造业更是如此。机械制造业是技术密集型产业，它的发展离不开高素质的技术工人。目前我国有技术工人 8 000 万左右，其中初级工为 60%，中级工为 35%，高级工（包括技师和高级技师）为 5%，而发达国家则为高级工 35%，中级工 50%，初级工 15%，我国的中、高级技术工人短缺现象非常严重。劳动力市场急需掌握现代机械制造技术的技工，已经出现了高薪聘请不到高级技工的现象。

为适应机械工业大发展的形势和劳动力市场的需求，培养一大批掌握现代化机械制造技术的高素质技工是当务之急。而图书市场上，真正针对技术工人的实用技术辅导读物寥寥无几，鉴于这种状况，我们组织一些有丰富的教学和实践经验的作者，包括职业技术学院的教师、科研院所和工矿企业的高级工程师以及生产一线的高级技师，合作编写了“机电工人实用技术丛书”。

“机电工人实用技术丛书”按工种分类，选择的考虑是：从业人员较多，技术含量较高，多数企业急需。第一批出版 8 种，分别是《车工实用技术》、《冷作钣金工实用技术》、《数控铣工实用技术》、《铸造工实用技术》、《金属热处理工实用技术》、《电机修理实用技术》、《焊工实用技术》和《模具工实用技术》。

这套书在编写内容及方式上力争做到通俗易懂，具有先进性、科学性和可操作性，具体体现在：

（1）实用性。汇集近年来的现场经验技术、技术资料与工艺数据；

(2) 新颖性。采用新国标或向国际标准 (ISO) 靠拢;

(3) 先进性。体现新技术、新工艺等知识;

(4) 简明性。语言精练, 多用图表, 便于读者阅读;

(5) 普及性。通俗易懂, 适合读者自学提高, 通过典型示例介绍, 起到举一反三的作用。

这套书编排科学, 通俗易懂, 图文并茂, 非常适合中、高级技术工人及现场技术人员阅读。实用、新颖是这套丛书的特点。相信这套书为生产一线的技术工人和技术人员, 在提高技术水平和解决实际问题方面, 能够有一些有益的帮助。

前 言

模具工业是国民经济的基础工业。随着我国国民经济突飞猛进的发展,特别近几年来汽车工业、农业机械、航天航空工业的发展,对模具发展和要求提出了巨大的挑战。同时塑料工业的发展日新月异,机电工业产品、日常生活用品的生产都必须依赖于塑料模具的开发利用,需要模具制造业在尽可能短的时间内,为新产品的开发和投产提供高效、精密、长寿命的模具,从而促使模具加工技术进入一个新的阶段。

模具制造是技术密集型综合加工技术,对生产人员的技术水平要求不断提高。为培养中、高级模具技术专业人才,加强工程实践能力和专业技能的训练,在深入模具制造企业及模具应用行业进行广泛调查的基础上,针对生产中所急需解决的问题,我们组织编写了本书。

本书重点介绍了模具工程、模具制造的相关知识,包括成形制件的生产工艺、模具构造及模具的加工制造、模具的材料及模具的使用维护等,以供广大从事模具制造与修理行业的工人、技术人员及大专院校师生参考。

本书由赵世友主编并编写,于丽君、孙红雨、张亦平、陈绪鹏、刘艳参加了部分内容的编写与审核工作,并对本书的编写提出了许多宝贵意见,在此表示感谢。

本书在编写过程中,得到沈阳市模具协会理事、总工程师周维智的关心,对本书进行了审阅,同时得到有关工厂企业、高等院校的大力支持,在此一并感谢。

编者期望本书成为关注模具技术的读者的良师益友。作者编写本书时虽然力求做到取材正确、内容精练、叙述简明,但因编者水平有限,书中错误在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

出版说明

前 言

第一章 模具概述	1
第一节 模具	1
第二节 模具制造	5
第二章 成形工艺简介	12
第一节 冷冲压工艺	12
第二节 塑料成形工艺	26
第三节 压铸成形工艺	41
第三章 模具结构	47
第一节 冲模的基本结构	47
第二节 塑料模的基本结构	64
第三节 压铸成形模的基本结构	78
第四章 模具制造	88
第一节 概述	88
第二节 模具零件的机械加工	89
第三节 模具工作零件的加工工艺路线	120
第四节 模具零件的电加工	130
第五章 模具装配	158
第一节 概述	158
第二节 冲压模具的装配与试模	165
第三节 塑料模具的装配与试模	186
第四节 压铸模具的装配与试模	205
第六章 模具材料及热处理	209
第一节 常见模具材料	209

第二节	模具材料的选用	216
第三节	模具热处理	234
第四节	模具材料的检测	237
第七章	模具的使用与维护	239
第一节	模具的合理使用	239
第二节	模具的维修	246
第三节	模具常见故障及排除方法	248
参考文献		264

第一章 模具概述

第一节 模 具

一、模具与模具的作用

模具是成形加工的基础,在现代机械制造业及日用品、轻工产品等生产中,用各种压力机和装在压力机上的专用工具,通过压力把金属或非金属材料制成所需形状的零件或制品,这种专用工具统称为模具。

模具是生产中使用非常广泛的工艺装备。用模具成形零件,具有生产率高、优质、低成本等特点。无论是在机械制造、石油化工、仪器仪表,还是在家用电器、轻工日用品及航空航天等工业部门都是不可缺少的。许多工业发达国家都将生产的模具化作为工艺发展的方向之一,从而对模具给予了高度重视。如汽车、电器、电机、仪表等行业,有 60%~90%的产品零件需用模具加工。螺钉、螺母等标准紧固件,没有模具就无法大批量生产,而推广工程塑料、粉末冶金、橡胶、压铸、玻璃成形等工艺则全部需要模具。据预测,到 21 世纪初,机械产品零件中 75%的粗加工和 50%的精加工件,将用精密模具直接生产,以取代常规的机械加工。所以,模具技术发展状况及水平的高低,直接影响到工业产品的发展,也是衡量一个国家工艺水平的重要标志之一。

目前,人们普遍认识到,研究和开发模具技术,对促进国民经济的发展具有特别重要的意义。模具技术在生产中发挥着越来越重要的作用。

二、模具的类型与成形特点

模具的种类较多，一般的分类方法按材料在模具内成形的特点，可分为两大类：即冲压模模具（冲模）、型腔模模具。而每一大类又可细分为若干种，详见图 1-1。

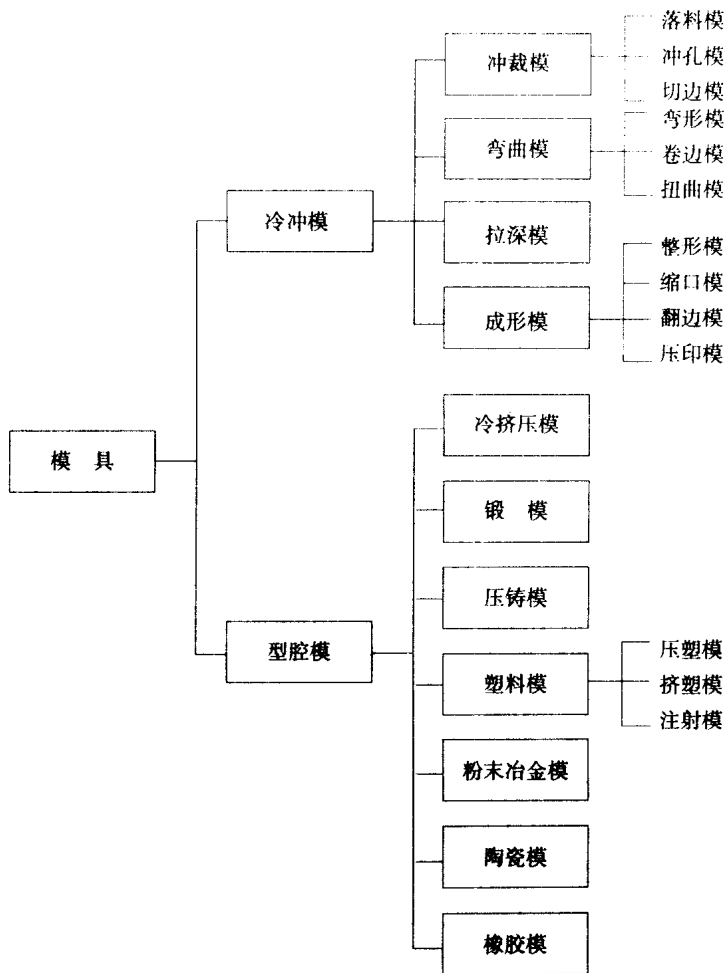


图 1-1 模具的分类

模具成型的方法与其他加工方法相比具有以下特点。

(1) 模具成型方法是少切屑、无切屑的先进成型方法,它具有节省能源、降低材料消耗的优点,制得的零件成本比较低。

(2) 模具可成型形状复杂的零件,用模具制造的产品精度高、表面质量好、质量稳定。

(3) 用模具制造的成型件是在压力作用下成形的,可以在一定程度上,克服工件组织上的缺陷,制件的组织致密,强度较高。

(4) 模具成型加工是在压力机或注塑机等成型机械驱动下进行的,操作简便,生产效率高,易实现机械化与自动化。如冲压加工每分钟可加工几十个甚至上千个零件;模锻每分钟可制造几十个零件;塑压加工、压铸加工每小时可加工几十至几百个零件。各类冷冲模成型特点见表 1-1, 型腔模成型特点见表 1-2。

表 1-1 各类冷冲模成型特点

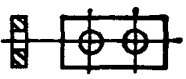
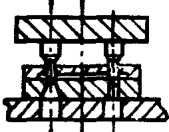
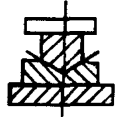
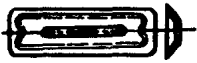
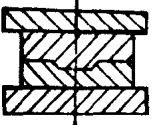
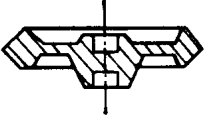
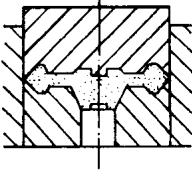
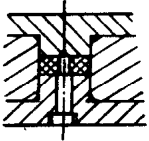
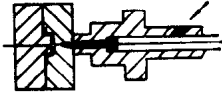
冲模名称	成型特点	零件图样	模具图样
冲裁模	将一部分材料与另一部分材料分离的过程		
弯曲模	将板料或冲裁后的坯料,弯成一定的角度和形状的过程		
拉深模	将冲裁所得的平板坯料,压制成交口的空心零件的过程		
成型模	用各种局部变形的的方式来改变零件或坯料的形状		

表 1-2 型腔模成形特点

型腔模名称	成形特点	零件图样	模具图样
锻 模	将金属毛坯加热后，放在模膛内，利用锻锤压力使材料发生塑性变形，充满模膛后形成锻件		
塑 料 模	将塑料放在模具型腔中，在液压机上加热加压，使软化的塑料充满型腔。保持一定的温度、压力、时间后，塑料硬化成零件		
	将塑料放入模具的专用加料室内，在液压机上加热加压，使软化的塑料经过浇注系统挤入模具型腔内而固化后形成零件		
	将塑料放入注射机料筒中，加热使其熔化成流动状态，再以很高的速度和压力通过推杆注射器注入模具型腔中形成零件		
压 铸 模	把熔化成液体的有色金属合金，放入压铸机的加料室中，用压铸机活塞加压后进入模具型腔而形成零件		

第二节 模具制造

一、模具制造的特点

模具制造属于机械制造的研究范畴，但与一般机械制造有所不同，模具制造的难度较大。模具制造技术集中了机、电加工的精华，它是知识和技术密集型行业。对模具制造者来说，它又富于秘密性，缺乏公开性，主要在于模具的技术多源于实践经验的积累，是一种高技术活动。其制造特点如下。

1. 模具生产方式的选择

(1) 模具以单件、多品种制造。由于模具是一种使用寿命较长的专用工艺装备，并且制件的成形，形状各异，品种又比较繁多，这就决定了模具制造是多品种、单件及配制的方式。单件、多品种生产，在工艺上的特点就是“配作”。由于在单件制造中，一方面在一般情况下没有互换的要求，因而没有必要绝对地按照通常图纸上标注的配合公差来加工；另一方面，如果相配合的两个零件都完全按照图纸上标注的标准配合公差去加工，有时也难以保证所需的配合性能。因此，在模具制造中，广泛地应用“配作”的方法。

(2) 模具制造的成套性。模具制造应根据模具的标准化、系列化来设计，使毛坯成套地供应。模具零件的备料，锻、车、铣、刨、磨等初次或二次加工成套地投入和交出，由一个（组）模具钳工负责精加工、热处理、电加工等，直到整修成形并按总装配图装配。这样可使模具制造周期较短，质量也较稳定。

如果同一种制件，需要两套、三套甚至更多的模具来完成，在制造和调整过程中，各套模具常常是不可分割并互相联系的。因此，在调整中必须保持前后的连续性，也应由一个（组）模具钳工负责调整，完成模具的制造。

2. 模具制造的特点

模具多为单件制造，由于模具型面复杂，精度要求高，加工难度大，因此制造周期一般较长。在加工中，某些模具的工作部分尺寸及位置必须经过试验来决定，模具在装配后，虽按设计图纸检验合格，但仍不能成为最后的产品，它必须经过调整安装，在压力机上进行试模。并将试模时出现的缺陷进行修整，直到加工出符合要求的零件。

在实际工作中，我们研究和掌握模具制造的特点，必须从积极的方面辩证地去认识和运用它。例如，在单件、多品种制造中，设计和工艺问题较多，操作者过于强调模具零件的“配作”，而忽视了图纸的积极作用，不按图纸要求尺寸及精度加工，那么试模时调整的次数就要增加。另外，也不能由于强调模具制造的成套性，而对于特殊紧急任务也得零件筹备齐后再加工；更不能因模具要经试模，而装配操作时就忽视了质量要求。正确的做法应该是：掌握模具制造特点后，应根据具体情况来采取各种不同措施和方法，尽量缩短模具制造周期，降低模具制造成本，以最快的速度制作出优质、高精度的模具来。

二、模具制造的工艺过程

模具制造的工艺过程如图 1-2 所示，首先根据制品零件图或实物进行工艺分析，然后进行模具设计、零件加工、装配调整、试模。

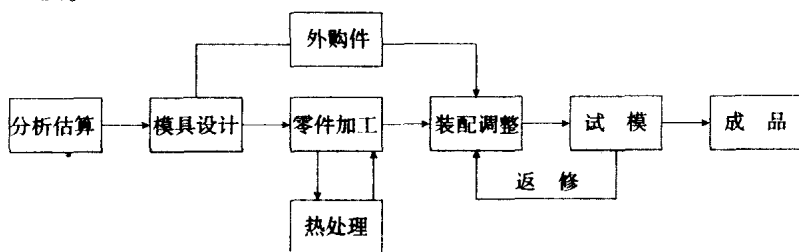


图 1-2 模具制造的工艺过程

1. 分析估算

在接受模具制造委托时，首先根据制品零件图样或实物，分析研究采用什么样的成形方案，确定模具套数、模具结构及主要加工方法，然后估算模具费用及交货期等。

2. 模具设计

经过认真的工艺分析，然后进行模具设计。

(1) 装配图设计。模具设计方案及结构确定后，就可绘制装配图。

(2) 零件图设计。根据装配图拆绘零件图，使其满足装配关系和工作要求，并注明尺寸、公差、表面粗糙度等技术要求。

3. 零件加工

每个需要加工的零件都必须按照图样制定其加工工艺，然后分别进行毛坯准备、粗加工、半精加工、热处理及精加工或修研抛光。

4. 装配调整

装配就是将加工好的零件按照规定的技术要求组合在一起，构成一副完整的模具。除紧固定位用的螺钉和销钉外，一般零件在装配过程中仍需一定的人工修整或机械加工。

5. 试模

装配调整好的模具，需要安装到机械设备上进行试模。检查模具在运行过程中是否正常，所得到的制品是否符合要求。如有不符合要求的，则必须拆下模具加以修正，然后再次试模，直到能够完全正常运行，并能加工出合格的制品。

三、模具零件的主要加工方法

一套模具由若干个零件构成。将金属材料加工成模具零件的方法，主要有机械加工、特种加工、塑性加工、铸造和焊接等。

1. 机械加工

机械加工方法广泛用于制造模具零件，例如模坯加工、模架

加工、模具型面加工以及孔类加工。机械加工的特点是加工精度高、生产率高，尤其是采用较先进的数控机床（如三坐标数控铣床、加工中心、数控磨床等），加工模具零件更显其优越性。但机械加工的缺点是加工复杂形状的工件（如工作型面）时，加工速度慢；硬的材料也难于加工；材料的利用率不高；要求有熟练的操作技术。尽管如此，在模具加工过程中，机械加工仍然是主要的加工方法。

2. 特种加工

在模具制造中，对形状复杂的型腔、凸模和凹模型孔等，采用切削方法往往难以加工。特种加工就是在这种情况下产生和发展起来的。特种加工是指利用电能、热能、光能、化学能、声能等进行加工的工艺方法。与传统的切削加工方法相比，其加工机理完全不同。有如下特点：

- （1）工具与工件一般不接触，加工过程不必施加明显的机械力；
- （2）加工时与工件的硬度无关，可以实现以柔克刚；
- （3）可以加工各种复杂形状的零件；
- （4）易于实现加工过程自动化。

由于特种加工具有以上的加工特点，所以，特种加工在模具制造中的应用越来越广泛，并成为一种重要的加工方法。

3. 塑性加工

塑性加工主要是冷挤压制模方法。即在常温条件下，将淬硬的工艺成型模（凸模）压入模坯，使坯料产生塑性变形，以获得与工艺凸模工作表面形状相同的内成形表面。

冷挤压方法适合于加工以有色金属、低碳钢、中碳钢、部分有一定塑性的工具钢为材料的塑料模型腔、压铸型腔、锻模型腔和粉末冶金压模的型腔。

塑性加工有如下特点：

- （1）可以加工形状复杂的型腔。尤其适合于加工某些难以

进行切削加工的形状复杂的型腔；

(2) 挤压过程简单迅速，生产率高，一个工艺凸模可以多次使用。对于多型腔凹模采用这种方法，生产效率明显提高；

(3) 加工精度高（可达 IT7 级或更高），表面粗糙度小（ $R_a=0.32\mu\text{m}$ 左右）；

(4) 冷挤压的型腔、材料纤维未被切断，金属组织更为紧密，型腔强度高。

4. 铸 造

对于一些精度不高和使用寿命不长的模具，可以通过铸造而快速制成。

(1) 铸铁。如加工汽车外壳等大件且不规则形状的模具，一般都用铸造方法制成。铸铁模在制造上的优点是可以制成复杂的形状，尺寸不受限制，便于机械加工，而且价格低廉，润滑性好。其缺点是耐磨性差、精度低。

(2) 锌合金。锌基合金是一种用铸造方法制造简单模具的典型材料。锌合金可以用于制造冷冲模、注塑、吹塑、陶瓷等模具的工作零件，其特点是熔点低，可铸性好，铸造精度相对较高，而且具有一定的强度和良好的耐磨性、润滑性。但锌基合金材质较软，所以制成的模具寿命短，多用于试制和小批量生产的模具。

(3) 合成树脂。合成树脂制作模具有湿式叠层法和浇注法。前者是指添加了硬化剂的树脂浸渗在玻璃纤维内，按模型逐次地叠起来，硬化后即为所需的模具零件。由于玻璃纤维的增强作用，使模具具有较好的抗磨性能。浇注法制造模具是用加入硬化剂的树脂，浇注在用模框围起来的模型上，树脂固化后与模型分离即成模具零件。合成树脂的优点是容易快速制模，轻而不锈，复制和维修都较为简单。但其耐磨性差，变形大，强度不高，易老化。

大量实践证明，用铸造方法代替机械加工方法（特别是对形