

王东胜 范春华 主编

王东胜 范春华 主编



模具实用技术丛书

模具设计与制造基础

王东胜 范春华 主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书在注重理论知识的同时,结合模具的实际应用,系统、全面地论述了模具的材料、生产、设计技术等内容;同时还结合实际经验对各种典型模具的结构进行了介绍及讲解。

本书共8章:第1~4章侧重介绍模具的基本知识、材料、热处理及模具加工技术;第5章介绍冲压模、冲裁模、弯曲模的设计方法及设计要点;第6、7章详细介绍了塑料模具的设计、选用及注意事项;第8章根据当前模具发展的趋势,详细介绍了模具CAD/CAM技术的原理。

本书主要供从事注塑模具设计与制造的技术人员使用,也可作为注塑模具从业人员的培训教材和大专院校模具相关专业的补充教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

模具设计与制造基础 / 王东胜, 范春华主编. —北京: 电子工业出版社, 2009.6

(模具实用技术丛书)

ISBN 978-7-121-08633-5

I. 模… II. ①王…②范… III. ①模具—设计②模具—制造 IV. TG76

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第056146号

策划编辑: 李 洁

责任编辑: 刘 凡

印 刷: 北京市海淀区四季青印刷厂

装 订: 涿州市桃园装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 11.5 字数: 302千字

印 次: 2009年6月第1次印刷

印 数: 5000册 定价: 22.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

随着当今工业的快速发展,模具已广泛地应用于汽车、仪器仪表、家用电器、石油化工、轻工日用品、电子器件等国民经济部门,成为实施规模生产的关键性技术。许多企业利用模具这种特殊的工艺装备进行高质量、高效率、低成本、大规模的生产。

目前,模具设计与制造技术已成为衡量一个国家产品制造水平的重要标志,对于促进国民经济的发展具有特别重要的意义。我国模具工业有着巨大的发展潜力,模具设计与制造人才也是许多企业所急需的。

要成为一个高素质的模具从业人员,应该能够全面掌握模具的设计、制造、装配、生产工艺;要能根据产品的功能及外形要求,设计出合理的产品结构,选择合适的生产工艺,确定科学的模具结构,制定经济的生产工艺,生产出符合要求的产品。这就要求技术人员深入了解模具,灵活运用所学的知识设计生产出合理的模具。

本书编者根据自己的实际工作经验,结合模具的生产流程,细致地介绍了模具的各种相关知识,详细地介绍了模具的基础知识、模具的制造技术、模具的材料、冲压模的设计生产技术、注塑模的设计生产技术。通过阅读本书,读者可以快速掌握模具的基本知识,迅速融入到模具的相关行业中。

本书可供从事注塑模具设计与制造的技术人员使用,也可作为注塑模具从业人员的培训教材或大中专院校模具相关专业的补充教材。

本书在编写过程中,参考了有关教材、手册、资料,并得到了众多同志的支持和帮助,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有错漏之处,恳请读者批评指正。

编 者
2009年4月

目 录

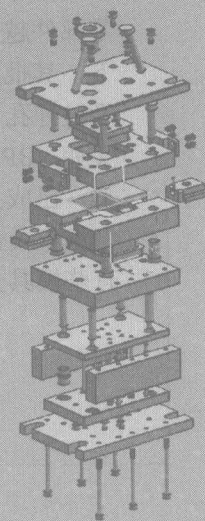
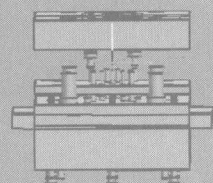
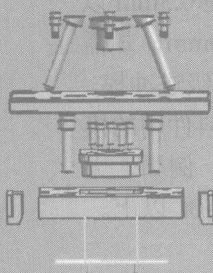
第 1 章 模具简介	(1)	4.2.8 电火花加工设备	(47)
1.1 模具的基本概念及作用	(2)	第 5 章 冲压模具设计	(53)
1.2 模具的分类及应用特点	(3)	5.1 冲压工艺类型及变形特点	(54)
1.2.1 模具的分类	(3)	5.1.1 冲压工艺对被加工材	
1.2.2 模具的应用特点	(4)	料的要求	(56)
1.3 模具的设计、制造及生产流程	(5)	5.1.2 冲压工序的变形特点	(57)
1.4 模具工业的现状与发展趋势	(10)	5.1.3 冲压件的冲压工艺性	(61)
第 2 章 常用模具材料	(12)	5.2 冲模分类及典型结构	(67)
2.1 模具材料的性能要求	(13)	5.2.1 单工序冲裁模	(67)
2.1.1 模具材料的基本性能	(13)	5.2.2 复合冲裁模	(70)
2.1.2 模具材料的工艺性能	(14)	5.2.3 级进冲裁模	(73)
2.1.3 模具材料的冶金质量及		5.2.4 冲模的零部件组成及	
其他应考虑的因素	(16)	作用	(75)
2.2 模具选材的原则	(17)	5.3 冲压模工艺及结构设计	(77)
2.2.1 模具材料的失效形式	(17)	5.3.1 冲模设计程序	(77)
2.2.2 模具的选材原则	(19)	5.3.2 冲裁排样设计	(79)
2.3 钢材	(20)	5.3.3 冲裁力与压力中心的	
第 3 章 常用模具加工的热处理方法	(23)	计算	(81)
3.1 钢的退火	(24)	5.4 弯曲模工序及典型结构	(86)
3.2 钢的正火	(28)	5.4.1 弯曲件的工序安排原则	(86)
3.3 钢的淬火和回火	(29)	5.4.2 弯曲模成形结构	(87)
3.4 钢的真空热处理	(32)	第 6 章 塑料基础	(92)
3.5 热化学处理方法	(34)	6.1 塑料成形基本知识	(93)
第 4 章 模具加工制造技术	(37)	6.2 塑料的基本知识	(98)
4.1 模具制造工艺与生产加工设备		6.3 塑料流变性质	(102)
种类及用途	(38)	6.4 塑料的成形特性	(108)
4.2 模具零件的结构及机械加工		6.5 常用塑料材料简介	(113)
特点	(40)	第 7 章 塑料注射模设计	(121)
4.2.1 车削加工	(41)	7.1 塑料模塑工艺	(122)
4.2.2 钻床	(42)	7.2 塑料模具分类及分型面选择	(127)
4.2.3 铣削加工	(43)	7.3 成形零件设计	(131)
4.2.4 镗削加工	(43)	7.3.1 凹模的设计	(131)
4.2.5 牛头刨床、龙门刨床、		7.3.2 型芯的结构设计	(134)
龙门铣床	(44)	7.3.3 螺纹成形零件的结构	
4.2.6 成形加工用机床	(45)	设计	(138)
4.2.7 磨削加工	(46)		

7.4 结构零件的设计及标准件的 选用	(141)	7.7 模具的温度控制	(158)
7.5 塑件的工艺性	(144)	第 8 章 CAD/CAM 概述	(164)
7.5.1 塑件的尺寸、精度、表 面粗糙度及形状要求	(145)	8.1 模具 CAD/CAM 简介	(165)
7.5.2 嵌件	(148)	8.1.1 常规设计与 CAD	(165)
7.6 塑料模具的流道、浇注、排气 系统	(151)	8.1.2 CAD 的主要工作内容	(166)
		8.2 模具 CAD/CAM 系统的硬件 与软件组成	(167)
		参考文献	(175)

第1章

模具简介

- 模具的基本概念及作用
- 模具的分类及应用特点
- 模具的设计、制造及生产流程
- 模具工业的现状与发展趋势



1.1 模具的基本概念及作用

人们日常生产、生活中使用的各种工具和用品,大到机床底座、机身外壳,小到螺钉、纽扣,以及各种家用电器的外壳,无不与模具有着密切的关系。模具的形状决定了这些产品的外形,模具的加工质量与精度也决定着这些产品的质量。

模具是利用其本身的特定形状去成形具有一定形状和尺寸的制品的工具,是工业生产中的重要基础装备之一。模具是工业产品生产用的工艺装备,主要应用于制造业和加工业。它和冲压、锻造、铸造成形机械以及塑料、橡胶、陶瓷等非金属材料制品成形加工用的成形机械相配套,作为成形工具来使用。

模具属于精密机械产品,主要由机械零件和机构组成。机械零件包括成形工作零件(凸模、凹模)、导向零件(导柱、导套等)、支撑零件(模座等)、定位零件等;机构则有送料机构、抽芯机构、推(顶)料(件)机构、检测与安全机构等。

为了提高模具的质量、性能、精度和生产效率,缩短制造周期,模具的零部件(又称模具组合)多由标准零部件组成。所以,模具应当属于标准化程度较高的产品。通常一副中小型冲模或塑料注射模,其构成中的标准零部件可达 90%,其工时节约率可达 25%~45%。

现代产品生产中,由于使用模具加工效率高、互换性好,节约原材料,所以模具得到广泛的应用。

现代工业产品的零件,广泛采用冲压、成形锻造、压铸成形、挤压成形、塑料注射或其他成形加工方法,与成形模具相配套,经单工序或多道成形工序,使材料或坯料成形加工成符合产品要求的零件,或成为精加工前的半成品件。例如,汽车覆盖件就需要采用多副模具,经过冲孔、拉深、翻边、弯曲、切边、修边、整形等多道工序,才能成形加工为合格的零件;电视机外壳、洗衣机内桶,是采用塑料注射方法成形为合格零件的;发动机的曲轴、连杆是采用锻造成形模具,经过滚锻和模锻成形加工为精密机械加工前的半成品坯件的。

高精度、高效率、长寿命的冲模、塑料注射成形模具,可成形加工几十万件甚至几千万件产品零件,例如,一副硬质合金模具,可冲压硅钢片零件(E形片,电动机定、转子片)上亿件,这类模具被称为大批量生产用模具。而适用于多品种、少批量或产品试制的模具则有组合冲模、快换冲模、叠层冲模或成形模具以及低熔点合金成形模具等,在现代加工业中具有重要的经济价值,这类模具被称为通用、经济模具。

如今,电子、计算机、现代通信器材与设备、电器、仪器与仪表等工业产品的元器件或零部件越来越趋于微型化、精密化,零件结构设计中的槽、缝、孔尺寸往往要求在 0.3mm 以下,其批量生产对模具要求很高。例如,高压开关中的多触点零件,宽度仅为 10mm,却需经过冲孔、冲槽、弯曲、三层叠压等多道工序,模具需设计为有 70 个工位的精密级进冲模。又如,BP 机或手机中零件尺寸极其微小,对模具的要求更高。这类微型冲件和塑料件用的模具,已成为高技术模具或专利型模具。大型模具中,重量在 10t 以上的已很常见。例如,大型汽车覆盖件冲模、大型曲轴锻模、大尺寸电视机外壳用塑料注射模等重量都在 10t 以上。有些模具重量甚至达 30t 以上。

1.2 模具的分类及应用特点

1.2.1 模具的分类

模具的用途广泛、种类繁多，科学地进行模具分类，对有计划地发展模具工业，系统地研究、开发模具生产技术，促进模具设计、制造技术的现代化，充分发挥模具的功能和作用，对研究、制定模具技术标准，提高模具标准化水平和专业化协作生产水平，提高模具生产效率，缩短模具的制造周期，都具有十分重要的意义。

总体上来说，模具可分为三大类：金属板材成形模具，如冲模等；金属体积成形模具，如锻（锻、挤压）模、压铸模等；非金属材料制品用成形模具，如塑料注射模和压缩模，以及橡胶制品、玻璃制品、陶瓷制品用成形模具等。

模具分类方法很多，常用的有：按模具结构形式分类，如单工序模，复式冲模等；按加工件成形方法分类，如塑料成形模具中的压缩模、注射模、挤出模、吹塑模等；按使用对象分类，如汽车覆盖件模具、电视机模具、瓶体模具等；按加工材料性质分类，如金属制品用模具、非金属制用模具等；按模具制造材料分类，如硬质合金模具和钢模等；按工艺性质分类，如拉深模、粉末冶金模、锻模等。

上述这些分类方法中，有些并不能全面地反映各种模具的结构和成形加工工艺的特点和它们的使用功能。为此，可采用以使用模具进行成形加工的工艺性质和使用对象为主的综合分类方法，将模具分为十大类。各大类模具又可根据模具结构、材料、使用功能及制模方法等分为若干小类或品种，具体见表 1-1。

表 1-1 模具分类

序 号	模 具 类 型	模 具 品 种	成形工艺性质及使用对象
1	冲压模具（冲模）	冲裁模（无或少废料冲裁、整修、光洁冲裁、深孔冲裁、精冲模等），弯曲模具，拉深模具，单工序模具（冲裁、弯曲、拉深、成形等），复合冲模，级进冲模；汽车覆盖件冲模，组合冲模，电动机硅钢片冲模	板材冲压成形
2	塑料成形模具	压塑模具，挤塑模具，注射模具（立式、斜角式注射模具）；热固性塑料注射模具，挤出成形模具（管材、薄膜、扁平机头等），发泡成形模具，低刀具工具泡注射成形模具，吹塑成形模具等	塑料制品成形加黄岩工艺（热固性和热塑性塑料）
3	压铸模	热室压铸机用压铸模，立式冷室压铸机用压铸模，卧式冷室压铸机用压铸模，全立式压铸机用压铸模，有色金属（锌、铝、铜、镁合金）压铸模，黑色金属压铸模	有色金属与黑色金属压力铸造成形工艺
4	锻造成形模具	模锻和大型压力机用锻模，螺旋压力机用锻模，平锻机锻模，辊锻模等；各种紧固件冷锻模，挤压模具，拉丝模具，液态锻造用模具等	金属零件成形，采用锻压、挤压工艺
5	铸造用金属模具	各种金属零件铸造时采用的金属模具	金属浇铸成形工艺

续表

序 号	模 具 类 型	模 具 品 种	成形工艺性质及使用对象
6	粉末冶金模具	成形模：手动模（实体单向压制、实体双向压制手动模）； 实体浮动压模；机动模（大型截面实体浮动压模，极掌单向压模，套类单向、双向压模，套类浮动压模）；整形模：手动模：径向整形模，带外台阶套类全整形模，带球面件整形模等。 机动模（无台阶实体件自动整形模，轴套拉杆式半自动整形模，轴套通过式自动整形模轴套全整形自动模，带外台阶与带外球面轴套全整形自动模等）	粉末制品压坯的压制成形黄岩工艺。主模具电加工设备用于铜基、铁基粉末制品；机械零件，工具材料与制品易热零件等
7	玻璃制品模具	吹-吹法成形瓶罐模具，压-吹法成形瓶罐模具，玻璃器皿用模具等	玻璃制品成形工艺
8	橡胶成形模具	橡胶制品的压胶模、挤胶模、注射模。橡胶轮胎模，O形密封圈橡胶模等	橡胶压制成形工艺
9	陶瓷模具	各种陶瓷器皿等制品用的成形金属模具	陶瓷制品成形工艺
10	经济模具 （简易模具）	低熔点合金成形模具，薄板冲模，叠层冲模，硅橡胶模，环氧树脂模，陶瓷型精铸模，叠层型腔塑料模，快速电铸成形模等	适用于多品种少批量工业产品用模具，有很高的经济价值

1.2.2 模具的应用特点

由表 1-1 可见，每类每种模具都有其特定的用途、使用方法，以及与之相配套的成形加工机床和设备。

模具的功能和应用与模具类别、品种有着密切的关系。因为，模具和产品零件的形状、尺寸大小、精度、材料、材料形式、表面状态、质量和生产批量等，都需要相互符合才能满足零件要求的技术条件，即每个产品零件对应的生产用模具，只能是一副或一套特定的模具。为适应模具不同的功能和用途，都需要进行创造性设计，形成形式多变的模具结构，导致模具类别和品种繁多，并具有单件生产的特征。

尽管如此，由于模具生产技术的现代化，在现代工业生产中，模具已广泛应用于电动机与电器产品，电子与计算机产品，仪表、家用电器产品与办公设备，汽车、军械、通用机械等产品的生产中。其主要原因是模具有以下一些特点。

1. 模具的适应性强

针对产品零件的生产规模和生产形式，可采用不同结构和档次的模具与之相适应。例如，为适应产品零件的大批量生产，可采用高效率、高精度和高寿命的、自动化程度高的模具；若要适应产品试制或多品种、小批量的产品零件生产，可采用通用模具，如组合冲模、快换模具（可用于柔性生产线），以及各种经济模具。

根据不同产品零件的结构、性质、精度和批量，以及零件材料和材料性质、供货形式，可采用不同种类的模具与之相适应。例如，锻件需采用锻模，冲件则需采用冲模，塑件采用塑料成形模具，薄壳塑件则需采用吸塑或吹塑模具等。

2. 制件的互换性好

制件的互换性好,是指在模具一定使用寿命范围内,合格制件(冲件、塑件、锻件等)的相似性好,可完全互换。常用模具寿命参见表 1-2。

表 1-2 常用模具寿命

模具分类和名称		模具参考寿命(万件)	说 明
冲模	一般钢冲模	100~300	平均寿命
	电动机定、转子硬质合金冲模	4000~8000	
	E 形硬质合金冲模	6000~10000	
塑料注射模	钢塑料注射模	40~60	中碳钢制模具
	合金钢塑料注射模	100 以上	采用优质模具钢
铸模	中小型铝合金件用压铸模	10~20	
	中大型铝合金件用压铸模	5~7	
锻模	齿轮精锻模	1~1.5	
	一般锤锻模	1~2	

3. 生产效率高、低耗

采用模具成形加工,产品零件的生产效率高。高速冲压可达 1800 次/min,由于模具寿命和产品产量等因素限制,常用冲模也在 200~600 次/min 范围内。塑件注射循环时间可缩短在 1~2min 成形;若采用热流道模具,进行连续注射成形,则生产效率更高,可满足塑料件大批量生产的要求。若采用高效滚锻工艺和滚锻模,可进行连杆锻件连续滚锻成形。采用塑料异型材挤出模进行建筑用门窗异型材挤出成形,其挤出成形速度可达 4m/min。由此可见,采用模具进行成形加工与机械加工相比,不仅生产效率高,而且生产消耗低,可大幅度节约原材料和人力资源,是进行产品生产的一种优质、高效、低耗的生产技术。

4. 社会效益高

模具是高技术含量的社会产品,其价值和价格主要由模具材料、加工、外购件的购买与消耗这三项直接发生的费用,以及模具设计与试模(验)等技术费用来决定。模具设计及试模的费用是模具价值和市场价格的主要组成部分,其中一部分技术价值计入了市场价格,而更大一部分价值则依靠使模具用户和产品用户受惠而变为社会效益。例如,电视机用模具的费用仅为电视机产品价格的 $\frac{1}{3000} \sim \frac{1}{5000}$,尽管模具的一次投资较大,但在大批量生产的每台电视机的成本中仅占极小部分,甚至可以忽略不计。所以实际上,很高的模具价值为社会所拥有,变成了社会财富。

模具是现代工业生产中广泛应用的优质、高效、低耗、适应性很强的生产技术,或称为成形工具、成形工装产品。模具是技术含量高、附加值高、使用广泛的新技术产品,是价值很高的社会财富。

1.3 模具的设计、制造及生产流程

当前,模具设计已经告别了传统的绘图板,不到十年时间,各种绘图软件已经完全普及

了；模具的制造也告别了传统的完全依靠手工的打磨工艺，数控设备成为了模具制造的基础设备；各种分析软件的出现，使过去完全凭个人经验的工艺决策模式有了科学性作为理论基础；模具零件的标准化已经确立；各种信息管理系统也得到了广泛的运用。所有这些，都为模具业再上新台阶奠定了坚实的基础。当然最重要的是，在这一过程中培养出一大批具有开拓意识和创新意识的人才。

目前模具生产的流程如下：

客户—订单一制定计划—工艺分析—模具设计—图纸审核—加工制造—试模—交货

这些过程都是并行或串行地进行的。随着竞争的日益激烈，如何降低成本、提高效率是每个企业都孜孜以求的。要降低成本、提高效率，就必须对整个制造过程进行成本控制。但是，许多企业把这个流程看成一成不变的模式“一条线”似地走下来，无形中禁锢了人们的思维，降低了人们对新思想技术的敏锐度。所以，对模具生产流程必须重新审视，这也是未来企业的发展方向。

下面以塑料模具为例简要介绍模具的设计、制造及生产的流程。

1. 接受任务书

成形塑料制件的任务书通常由制件设计者提出，其内容如下：

- ① 经过审签的正规制件图纸，并注明采用塑料的牌号、透明度等。
- ② 塑料制件说明书或技术要求。
- ③ 生产产量。
- ④ 塑料制件样品。

通常模具设计任务书由塑料制件工艺员根据成形塑料制件的任务书提出，模具设计人员以成形塑料制件任务书、模具设计任务书为依据来设计模具。

2. 收集、分析、消化原始资料

模具设计员收集整理有关制件设计、成形工艺、成形设备、机械加工及特殊加工资料，以备设计模具时使用。

(1) 消化塑料制件图，了解制件的用途，分析塑料制件的工艺性、尺寸精度等技术要求。例如，塑料制件在外表形状、颜色透明度、使用性能方面的要求是什么，塑件的几何结构、斜度、嵌件等情况是否合理，熔接痕、缩孔等成形缺陷的允许程度怎样，有无涂装、电镀、胶接、钻孔等后加工步骤。选择塑料制件尺寸精度最高的尺寸进行分析，估计成形公差是否低于塑料制件的公差，能否成形出合乎要求的塑料制件。此外，还要了解塑料的塑化及成形工艺参数。

(2) 消化工艺资料，分析工艺任务书提出的成形方法、设备型号、材料规格、模具结构类型等要求是否恰当，能否落实。

成形材料应当满足塑料制件的强度要求，具有好的流动性、均匀性和各向同性、热稳定性。根据塑料制件的用途，成形材料应满足染色、镀金属的条件、装饰性能、必要的弹性和塑性、透明性（或反射性能）、胶接性（或焊接性）等要求。

(3) 确定成形方法。采用直压法、铸压法还是注射法。

(4) 选择成形设备。设计员根据成形设备的种类设计模具，因此必须熟知各种成形设备的性能、规格、特点。例如，对于注射机来说，在规格方面应当了解以下内容：注射容量、锁模压力、注射压力、模具安装尺寸、顶出装置及尺寸、喷嘴孔直径及喷嘴球面半径、浇口定位圈尺寸、模具最大厚度和最小厚度、模板行程等。设计员要初步估计模具外形尺寸，判断模具能

否在所选的注射机上安装和使用。具体的参数可查阅相关技术资料 and 手册。

(5) 具体结构方案

① 确定模具类型, 如压制模(敞开式、半闭合式、闭合式)、铸压模、注射模等。

② 确定模具类型的主要结构。选择理想的模具结构在于确定必需的成形设备、理想的型腔数, 在绝对可靠的条件下能使模具本身的工作满足该塑料制件的工艺技术和生产经济的要求。对塑料制件的工艺技术要求, 是为了保证塑料制件的几何形状、表面光洁度和尺寸精度。对生产经济性的要求, 是为了使塑料制件的成本低、生产效率高、模具能连续地工作、使用寿命长、节省劳动力。

3. 影响模具结构及模具个别系统的因素

(1) 型腔布置。这是指根据塑件的几何结构特点、尺寸精度、批量大小、模具制造难易程度、模具成本等因素来确定型腔数量及其排列方式。

对于注射模来说, 塑料制件精度为3级和3a级的, 重量为5g, 采用硬化浇注系统, 型腔数取4~6个; 塑料制件一般精度为4~5级, 成形材料为局部结晶材料, 型腔数可取16~20个; 塑料制件重量为12~16g的, 型腔数取8~12个; 而重量为50~100g的塑料制件, 型腔数取4~8个。对于无定型的塑料制件, 建议型腔数为24~48个、16~32个和6~10个。当塑料制件重量再增加时, 就很少采用多腔模具。7~9级精度的塑料制件的型腔数比4~5级精度的可增加50%。

(2) 确定分型面。分型面的位置要有利于模具加工、排气、脱模及成形操作, 以提高塑料制件的表面质量。

(3) 确定浇注系统(主浇道、分浇道及浇口的形状、位置、大小)和排气系统(排气的方法、排气槽位置及大小)。

(4) 选择顶出方式(顶杆、顶管、推板、组合式顶出), 决定侧凹处理方法和抽芯方式。

(5) 决定冷却、加热方式及加热冷却沟槽的形状、位置, 以及加热元件的安装部位。

(6) 根据模具材料、强度计算或经验数据, 确定模具零件厚度、外形尺寸和结构, 以及所有连接、定位、导向件的位置。

(7) 确定主要成形零件和结构件的结构形式。

(8) 根据模具各部分的强度要求计算成形零件的工作尺寸。

以上这些问题如果解决了, 模具的结构形式自然就解决了。这时就应该着手绘制模具结构草图, 为正式绘图做好准备。

4. 绘制模具图

要按照国家制图标准绘制模具图, 同时参照本厂标准和习惯画法。

在绘制模具总装图之前, 应先绘制工序图, 并要符合制件图和工艺资料的要求。由下道工序保证的尺寸, 应在图上注明“工艺尺寸”字样。如果成形后除了修理毛刺之外, 不再进行其他机械加工, 则工序图就与制件图完全相同。

在工序图下面最好标出制件编号、名称、材料、材料收缩率、绘图比例等。通常就把工序图画在模具总装图上。

绘制总装图应尽量采用1:1的比例, 先由型腔开始绘制, 主视图与其他视图同时画出。

5. 模具总装图的内容

① 模具成形部分结构。

② 浇注系统、排气系统的结构形式。

- ③ 分型面及分模取件方式。
- ④ 外形结构及所有连接件和定位、导向件的位置。
- ⑤ 标注型腔高度尺寸（不强求，根据需要）及模具总体尺寸。
- ⑥ 辅助工具（取件卸模工具、校正工具等）。
- ⑦ 按顺序将全部零件序号编出，并填写明细表。
- ⑧ 标注技术要求和使用说明。

6. 模具总装图的技术要求内容

- (1) 对于模具某些系统的性能要求，如对顶出系统、滑块抽芯结构的装配要求。
- (2) 对模具装配工艺的要求，如模具装配后分型面的贴合面的贴合间隙应不大于 0.05mm；模具上、下面的平行度要求；并指出由装配决定的尺寸和对该尺寸的要求。
- (3) 模具使用、装拆方法。
- (4) 防氧化处理以及模具编号、刻字、标记、油封、保管等要求。
- (5) 有关试模及检验方面的要求。

7. 绘制全部零件图

由模具总装图拆画零件图的顺序应为：先内后外；先复杂后简单；先成形零件，后结构零件。

(1) 图形要求。一定要按比例画，允许放大或缩小；视图选择合理，投影正确，布置得当；为了使加工专利号易看懂、便于装配，图形应尽可能与总装图一致，并要求清晰。

(2) 标注尺寸要求统一、集中、有序、完整。标注尺寸的顺序为：先标注主要零件尺寸和出模斜度，再标注配合尺寸，然后标注全部尺寸。在非主要零件图上先标注配合尺寸，后标注全部尺寸。

(3) 表面粗糙度。把应用最多的一种粗糙度标在图纸右上角，如标注“其余 3.2”。其他粗糙度符号在零件各表面分别标出。

(4) 其他内容。例如，零件名称、模具图号、材料牌号、热处理和硬度要求、表面处理、图形比例、自由尺寸的加工精度、技术说明等都要正确填写。

8. 校对、审图、描图、送晒

自我校对的内容如下。

(1) 模具及其零件与塑件图纸的关系：模具及模具零件的材质、硬度、尺寸精度、结构等是否符合塑件图纸的要求。

(2) 塑料制件：塑料流的流动、缩孔、熔接痕、裂口、脱模斜度等是否影响塑料制件的使用性能、尺寸精度、表面质量等方面的要求；图案设计有无不足，加工是否简单，成形材料的收缩率选用是否正确。

(3) 成形设备：注射量、注射压力、锁模力够不够，模具的安装、塑料制件的南芯、脱模有无问题，注射机的喷嘴与浇口套是否正确接触。

(4) 模具结构方面

① 分型面位置及精加工精度是否满足需要，会不会发生溢料，开模后是否能保证塑料制件留在有顶出装置的模具一边。

② 脱模方式是否正确，推出杆和推管的大小、位置、数量是否合适，推板会不会被型芯卡住，会不会擦伤成形零件。

③ 模具温度调节方面，加热器的功率、数量以及冷却介质的流动线路位置、大小、数量

等是否合适。

④ 处理塑料制件侧凹的方法、脱侧凹的机构是否恰当,如斜导柱抽芯机构中的滑块与推杆是否相互干扰。

⑤ 浇注、排气系统的位置、大小是否合适。

(5) 设计图纸

① 装配图上各模具零件安置部位是否恰当,表示得是否清楚,有无遗漏。

② 零件图上的零件编号、名称、制作数量、零件内制还是外购的、是标准件还是非标准件、零件配合处理精度、成形塑料制件高精度尺寸处的修正加工及余量、模具零件的材料、热处理、表面处理、表面精加工程度等是否标记、叙述清楚。

③ 零件主要零件、成形零件工作尺寸及配合尺寸是否标注清楚。尺寸数字应正确无误,不要使生产者换算。

④ 检查全部零件图及总装图的视图位置,看投影是否正确、画法是否符合制图国标,有无遗漏尺寸。

(6) 校核加工性能(所有零件的几何结构、视图画法、尺寸标注等是否有利于加工)。

(7) 复算辅助工具的主要工作尺寸。

(8) 专业校对原则上是按设计者自我校对项目进行,但是要侧重于结构原理、工艺性能及操作安全等方面。

描图时要先消化图形,按国标要求描绘,填写全部尺寸及技术要求。描后要求自校并签字。

(9) 把描好的底图交设计者校对签字,习惯做法是由模具制造单位有关技术人员审查,会签、检查制造工艺性后才可送晒。

(10) 编写制造工艺卡片。通常是由模具制造单位技术人员编写制造工艺卡片,并且为加工制造做好准备。

在模具零件的制造过程中要加强检验,把检验的重点放在尺寸精度上。模具组装完成后,由检验员根据模具检验表进行检验,主要是检验模具零件的性能情况是否良好,只有这样才能控制模具的制造质量。

9. 试模及修模

虽然是在选定成形材料、成形设备时,在预想的工艺条件下进行模具设计,但是设计往往是不完善的,因此必须在模具加工完成以后,进行试模试验,看成形的制件质量如何。发现问题以后,进行排除错误性的修模。

塑件出现不良现象的种类居多,原因也很复杂,有模具方面的原因,也有工艺条件方面的原因,二者往往交织在一起。在修模前,应当根据塑件出现的不良现象的实际情况,进行细致的分析研究,找出造成塑件缺陷的原因后提出补救方法。因为成形条件容易改变,所以一般的做法是先变更成形条件;当变更成形条件不能解决问题时,才考虑修理模具。

修理模具更应慎重,没有十分把握不可轻举妄动。因为一旦变更了模具条件,就不能再做大的改造或恢复原状。

10. 整理资料并进行归档

模具经试验后,若暂不使用,应该完全擦除脱模渣滓、灰尘、油污等,涂上黄油或其他防锈油或防锈剂,放到保管场所保管。

把从设计模具开始到模具加工成功、检验合格为止,在此期间所产生的技术资料,如任

务书、制件图、技术说明书、模具总装图、模具零件图、底图、模具设计说明书、检验记录表、试模修模记录等,按规定系统整理、装订、编号后进行归档。这样做似乎很麻烦,但是对以后修理模具、设计新的模具都是很有用处的。

1.4 模具工业的现状与发展趋势

随着现代化工业和科学技术的发展,模具的应用越来越广泛,其适应性也越来越强,已成为工业国家进行各项生产及运作中必不可少的一部分。模具生产技术水平的高低,已成为衡量一个国家产品制造水平高低的重要标志,因为模具在很大程度上决定着产品的质量、效益和新产品的开发能力。

近年来,随着塑料工业的飞速发展以及工程塑料在强度和精度等方面的不断提高,塑料制品的应用范围也在不断扩大,如家用电器、仪器仪表、建筑器材、汽车工业、日用五金等众多领域,塑料制品所占的比例正迅猛增加。一个设计合理的塑料件往往能代替多个传统金属件。工业产品和日用产品塑料化的趋势不断上升。

我国的模具工业的发展,日益受到人们的重视和关注。“模具是工业生产的基础工艺装备”也已经成为共识。在电子、汽车、电动机、电器、仪器、仪表家电和通信等产品中,60%~80%的零部件都要依靠模具成形,用模具生产制作的零件所具备的高精度、高复杂程度、高一致性、高生产率和低消耗,是其他加工制造方法所不能比拟的。模具又是“效益放大器”,用模具生产的最终产品的价值,往往是模具自身价值的几十倍、上百倍。目前全世界模具年产值约为600亿美元,日、美等工业发达国家的模具工业产值已超过机床工业。近几年来,我国模具工业一直以每年15%左右的增长速度迅猛发展。2005年,我国模具总产值超过600亿元人民币。

近年来,我国模具工业技术水平取得了长足的进步,模具制造水平不断提高,以汽车覆盖件为代表的大型复杂冲模、34英寸大屏幕彩电和48英寸背投式电视的塑壳模具、6.5kg大容量洗衣机全套塑料模具以及汽车保险杠和仪表板等塑料模具、自动扶梯整体踏板及汽车后桥齿轮箱的大型精密复杂压做模等都已能生产。模具CAD/CAE/CAM技术也已广泛应用,并开发出具有自主知识产权的模具CAD/CAE/CAM软件;电加工、数控加工技术在模具制造上普遍采用;一些骨干模具生产企业开始使用高速加工技术,快速经济制模技术得到了进一步发展。

被誉为“永不衰亡的工业”的模具产业具有无限的发展前景,这也为国产模具钢提供了一个潜在的巨大市场。如今整个模具制造业面临着产品品种多、更新快、市场竞争激烈的态势。为适应用户对模具制造的短交货期、高精度、低成本的迫切要求,未来模具产业将向下述十个方向发展:

- (1) 模具日趋大型化。这是由模具成形的零件日益大型化和高生产效率的要求而发展出来的“一模多腔”形成的趋势。
- (2) 模具的精度越来越高。十年前,精密模具的精度一般为 $5\mu\text{m}$,现在已达到 $2\sim 3\mu\text{m}$ 。不久, $1\mu\text{m}$ 精度的模具也将上市,这就要求必须进行超精加工。
- (3) 多功能复合模具将进一步发展。新型多功能模具是在多工位级进模具基础上开发的,除了冲压成形零件外,还担负着叠压、攻丝、铆接和锁紧等组装任务,对模具钢的性能的要求也越来越高。

(4) 热流道模具在塑料模具中的比重将逐步提高。由于采用热流道技术的模具可提高制件的生产率和质量,并能大幅度节约制作的原材料,所以热流道技术的应用在国外十分普遍,许多塑料模具厂生产的塑料模具已有一半以上采用了热流道技术,有的厂使用率甚至达到了80%,效果十分显著。热流道模具在我国也已开始生产,有些企业使用率上升到20%~30%,且已形成一种发展的趋势。

(5) 随着塑料成形工艺的不断改进和发展,气辅模具及适应高压注射成形等工艺的模具将随之发展。这类模具要求刚性好、耐高压,特别是精密模具的型腔必须淬火,浇口密封性好,模温能准确控制。因此,它对模具钢的性能要求十分严格。

(6) 标准件的应用将日渐广泛。模具标准化及模具标准件的应用将极大影响模具制造周期,而且还能提高模具的质量,降低模具的制造成本。因此,模具标准件的应用在“十一五”期间必将得到较大的发展。

(7) 大力发展快速制造模具,快速经济模具的前景十分广阔。现代工业生产已进入多品种、小批量生产的时代。在21世纪,这种生产方式占工业生产的比例将达到75%以上。随之而来的,一方面是制品使用周期缩短;另一方面则是花样变化频繁,要求模具的生产周期越短越好。因此,开发快速经济模具将越来越引起人们的关注和重视。

(8) 随着车辆和电机等产品向轻量化发展,压铸模的比例将不断提高,同时对压铸模的寿命和复杂程度也将提出更高的要求。

(9) 增多挤压模及粉末锻模。汽车、车辆和电机等产品正日益向轻量化发展,如以铝代钢,非全密度成形,高分子材料、复合材料、工程陶瓷、超硬材料成形和加工等。新型材料的采用,不仅改变了产品结构和性能,更使生产工艺发生了根本变革,相应地出现了液态(半固态)挤压模具及粉末锻模。对这些模具的制造精度要求是非常高的。

(10) 高档模具日益增多,一是用于汽车、飞机、精密机械的纳米级(nm)精密加工;二是用于磁盘、磁鼓制造的亚微米级($0.01\mu\text{m}$)精密加工;三是用于超精密电子器件的毫微米级($0.001\mu\text{m}$)精密加工。