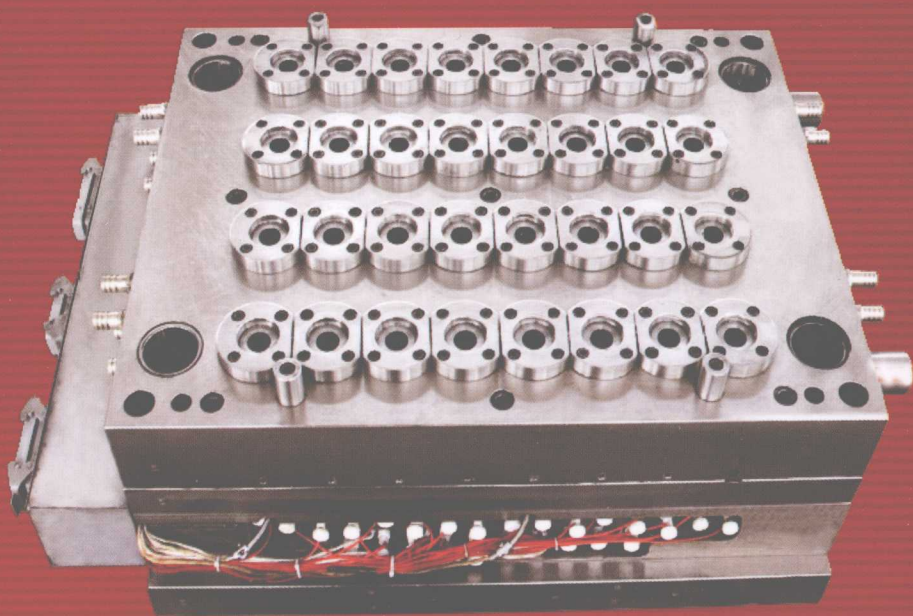
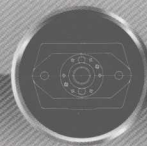
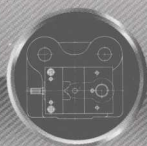
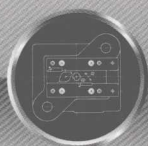


甄瑞麟 蔡 业 主编 蔡桂森 主审

MUJU ZHIZAO GONGYI RUMEN
模具制造工艺 **入门**

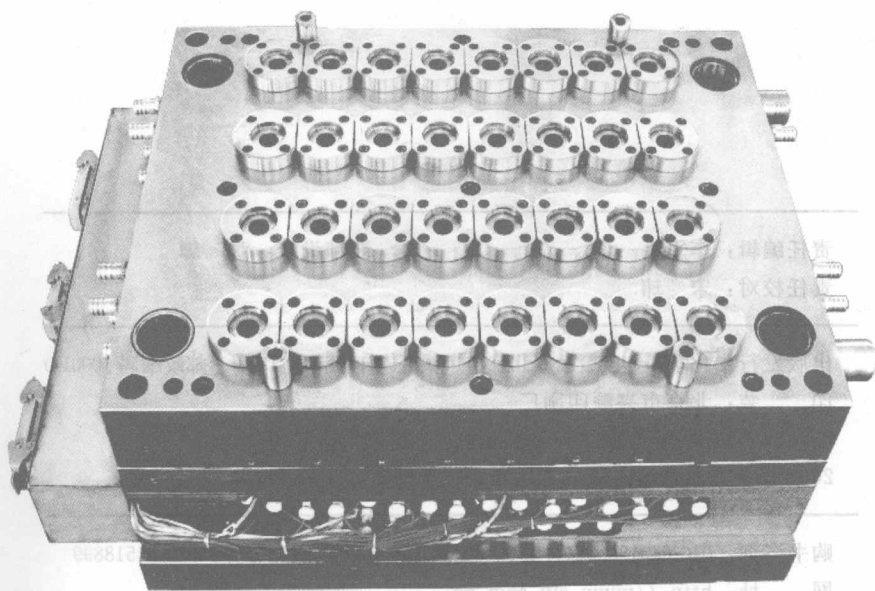
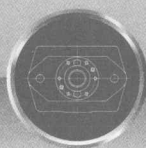
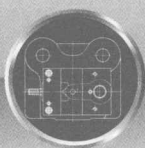
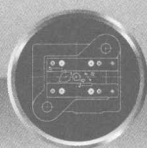


化学工业出版社

甄瑞麟 蔡 业 主编 蔡桂森 主审

MUJU ZHIZAO GONGYI RUMEN

模具制造工艺入门



化学工业出版社

北京 100011

· 北京 ·

元 00.01 : 份 3

图书在版编目 (CIP) 数据

模具制造工艺入门/甄瑞麟, 蔡业主编. —北京: 化学工业出版社, 2008.6

ISBN 978-7-122-02999-7

I. 模… II. ①甄…②蔡… III. 模具-制造-工艺
IV. TG760.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 076299 号

责任编辑: 李军亮

装帧设计: 张 辉

责任校对: 宋 玮

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 北京市兴顺印刷厂

850mm×1168mm 1/32 印张 6½ 字数 171 千字

2008 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 16.00 元

版权所有 违者必究

前 言

模具制造技术是现代制造技术的重要组成部分，其发展非常迅速，在模具行业中占有举足轻重的地位，直接决定着模具行业的发展水平。

本书根据模具制造行业的特点，以帮助读者快速了解和掌握模具制造工艺、尽快适应实际工作为目的，将编制模具机械加工工艺规程的原则方法、模具主要零件的加工工艺和方法、模具装配和维修的相关知识和技巧系统地结合在一起，力求内容的适用性和适度性，注重对模具制造工艺的分析和实际运用，使读者能够“工学交替、做中得学、工学合一”，轻松掌握并能编制模具制造工艺。本书在讲述模具零件的各种加工方法时，根据企业中实际工作的需要，以模具制造中最常用的成形磨削、电火花成型加工和电火花线切割加工为重点，并以图表的形式对不同类型模具的装配、试模及维修等相关内容进行汇总。

本书由陕西国防工业职业技术学院甄瑞麟教授、台州市西得机械模具有限公司总经理蔡业主编；台州市黄岩区机械模具职业学校苏伟、闫惠玲、童锋，陕西国防工业职业技术学院刘威参编；浙江宏振机械模具集团有限公司董事长、总经理蔡桂森主审。全书由甄瑞麟教授统稿。本书在编写过程中得到许多单位和个人的大力支持，谨此致谢！

由于编者水平有限，书中难免有疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 模具制造工艺综述	1
1.1 模具工业在国民经济中的地位	1
1.2 我国模具工业的现状与发展趋势	1
1.3 模具的生产过程	3
1.3.1 模具生产过程的概念	3
1.3.2 模具工艺编制	5
1.4 模具制造的基本要求与特点	7
1.4.1 模具制造的技术要求	7
1.4.2 模具成形件加工表面质量	19
1.4.3 模具制造周期及成本控制	23
1.4.4 模具的生产和工艺特点	24
1.5 模具制造的流程	26
1.5.1 模具的制造工艺过程及组成	26
1.5.2 模具制造工艺路线	29
1.5.3 模具设计	35
1.5.4 零件加工	36
1.5.5 毛坯加工	38
第 2 章 模具制造工艺过程的编制	54
2.1 零件图的工艺分析	54
2.1.1 零件的结构分析	54
2.1.2 机械产品的结构工艺性	56
2.2 毛坯选择	58

2.2.1	毛坯的分类和选择原则	58
2.2.2	毛坯的结构工艺性	59
2.3	定位基准的选择	62
2.3.1	定位基准的特点	62
2.3.2	定位基准分类	63
2.3.3	定位基准选择	63
2.4	工艺路线的拟订	68
2.4.1	表面加工方法的选择	69
2.4.2	工艺阶段的划分	72
2.4.3	工序的划分	75
2.4.4	加工顺序的安排	75
2.5	加工余量的确定	77
2.5.1	加工余量的概念	77
2.5.2	确定加工余量的方法	80
2.6	工序尺寸及其公差的确	81
2.6.1	基准重合时工序尺寸及公差的确	81
2.6.2	基准不重合时, 工序尺寸及其偏差的计算	82
第3章 模具零件机械加工		96
3.1	概述	96
3.2	机械加工	97
3.2.1	车削加工	97
3.2.2	铣削加工	102
3.2.3	刨削加工	105
3.2.4	钻削及铰削加工	105
3.2.5	磨削加工	107
3.3	零件的配作	109
3.3.1	压印锉修	109
3.3.2	复钻	114
3.3.3	合件加工	117

第4章 模具零件的特种加工	118
4.1 电火花成形加工	118
4.2 电火花线切割加工	127
4.2.1 电火花线切割加工原理和特点	127
4.2.2 数字程序控制的基本原理	128
4.2.3 程序编制	131
第5章 模具装配、试模与调整、维修	140
5.1 模具装配概述	140
5.2 冷冲模装配与调试	142
5.2.1 冲裁模的装配和调试	142
5.2.2 落料拉深冲孔复合模具的装配要点	145
5.3 型腔模的装配	147
5.3.1 装配技术要求	147
5.3.2 各类型腔模装配特点	147
5.3.3 塑料注射模装配实例	153
5.3.4 压铸模装配实例	155
5.4 型腔模的调试	157
5.4.1 调试的目的与内容	157
5.4.2 模具调试与设计、制造的关系	158
5.4.3 塑料模的调试	159
5.4.4 压铸模的调试	168
5.4.5 试模后的模具验收	171
5.4.6 模具维修	173
第6章 模具管理	175
6.1 模具标准化	175
6.2 模具生产技术管理	178
6.3 模具的保管和维护	185
参考文献	194

第1章 模具制造工艺综述

1.1 模具工业在国民经济中的地位

利用模具成形零件的方法，就是一种少切削、无切削、多工序重合的生产方法，采用模具成形的工艺代替传统的切削加工工艺，可以提高生产效率、保证零件质量、节约材料、降低生产成本，从而取得很高的经济效益，因此，模具成形方法在现代工业中，如机械、电子、轻工、交通和国防工业中得到了极其广泛的应用。70%以上的汽车、拖拉机、电机、电器、仪表零件，80%以上的塑料制品，70%以上的日用五金及耐用消费品零件，都采用模具成形的方法生产。由此可见，利用模具生产零件的方法已成为工业上进行成批或大批生产的主要技术手段，它对于保证制品质量、缩短试制周期、进而占领市场以及产品更新换代和新产品开发都具有决定性意义。

从我国的情况来看，不少工业产品质量上不去，新产品开发不出来，老产品更新速度慢，能源消耗指标高，材料消耗量大，这些都与我国模具生产技术落后，没有一个强大的、先进的模具工业密切相关。因此，要使国民经济各个部门获得高速发展，尽快缩短和发达国家之间的差距，加速实现社会主义现代化，唯一的出路就是必须尽快将模具工业搞上去，使模具生产形成一个独立的工业部门，从而充分发挥模具工业在国民经济中的关键作用。

1.2 我国模具工业的现状与发展趋势

我国的模具工业已初具规模，全国已有数以千计的模具专业生

产厂和模具生产点（附属在工厂内的模具车间或模具加工班组），还有数以万计的小型模具企业。可以说，中国在模具设计和制造方面已具有一支较强的队伍。

近年来，我国模具技术的发展进步主要表现在以下几方面。

① 研究开发了模具新钢种及硬质合金、钢结硬质合金等新材料，并采用了一些新的热处理工艺，延长了模具的使用寿命。

② 开发了一些多工位级进模和硬质合金模等新产品，并根据国内生产需要研制了一批精密塑料注射模。

③ 研究开发了一些模具加工新技术和新工艺，如三维曲面数控、仿形加工；模具表面抛光、表面皮纹加工及皮纹辊制造技术；模具钢的超塑性成形技术和各种快速成形技术等。

④ 模具加工设备已得到较大发展，国内已能批量生产精密坐标磨床、计算机数字控制（CNC）铣床、CNC 电火花线切割机床和高精度电火花成形机床等。

⑤ 模具计算机辅助设计和制造（模具 CAD/CAM/CAE）已在国内得到了广泛的开发应用。

我国的模具技术虽然得到了较大的发展，但仍然不能满足国民经济高速发展的需要，还需花费大量资金向国外进口模具，主要有以下几方面原因。

① 专业化生产和标准化程度低。当前专业化程度 $<10\%$ ，标准化程度 $<20\%$ 。

② 模具品种少，生产效率低，经济效益较差。

③ 模具生产制造周期长，精度不高，制造技术落后。

④ 模具寿命短，新材料使用量少。

⑤ 模具生产力量分散，管理落后。

根据我国模具技术发展的现状及存在问题，今后的发展方向：

① 开发和发展精密、复杂、大型、长寿命的模具，以满足国内外市场的需要；

② 加速模具的标准化和商品化，以提高模具质量，缩短模具生产周期；

③ 大力开发和推广应用模具 CAD/CAM/CAE 技术, 提高模具制造过程的自动化程度;

④ 积极开发模具新品种、新工艺、新技术和新材料;

⑤ 发展模具加工成套设备, 以满足高速发展的模具工业需要。

1.3 模具的生产过程

1.3.1 模具生产过程的概

模具的生产过程和其他机械产品的生产过程一样, 都是指由原材料开始经过加工转变为成品或半成品的过程。

现代工业产品的生产过程有: 原材料的运输、保存过程、生产技术准备过程、基本生产过程、辅助生产过程、生产服务过程。以上这些过程又具体体现在: 技术准备工作; 生产准备工作; 原材料的采购、运输、保管; 毛坯的再加工和改制; 产品零件、组件、部件的加工和检验; 产品的装配、调试检验; 产品的装饰、防锈、包装、运输等工作。

现代工业产品的生产过程也是企业的人力、物力、财力、信息的转化过程。任何一个产品的形成, 都是许多企业共同劳动的成果。在今天, 随着生产组织的专业化和产品标准化程度的提高, 各个企业间互相协作和共同依存的关系比以往都显得突出和重要。同样, 在一个企业内部也是如此, 某一车间生产的“成品”往往是其他车间组织生产的“原材料”。

在非模具专业生产企业中(产品专业厂), 模具作为工艺装备的一部分, 在基本产品生产系统中, 模具属于辅助生产过程, 是保证基本产品生产不可缺少的组成部分。在模具专业生产企业中, 模具作为企业的基本产品, 模具的生产过程始终贯穿于企业的全部生产过程之中。

模具的种类很多, 按照 GB 7635—87 规定, 包括冲压模、塑料模、锻造模、铸造模、粉末冶金模、橡胶模、无机材料成形模

(玻璃成形模、陶瓷成形模等)、拉丝模等。每种模具的结构、要求和用途不同，它们都有特定的生产过程。但是同属模具类，它们的生产过程具有共性的特点。因此模具的生产过程又可以划为五个主要阶段：即生产技术准备，材料准备，模具零、组件的加工，装配试模和试用鉴定。它们的关系和内容如图 1-1 所示。

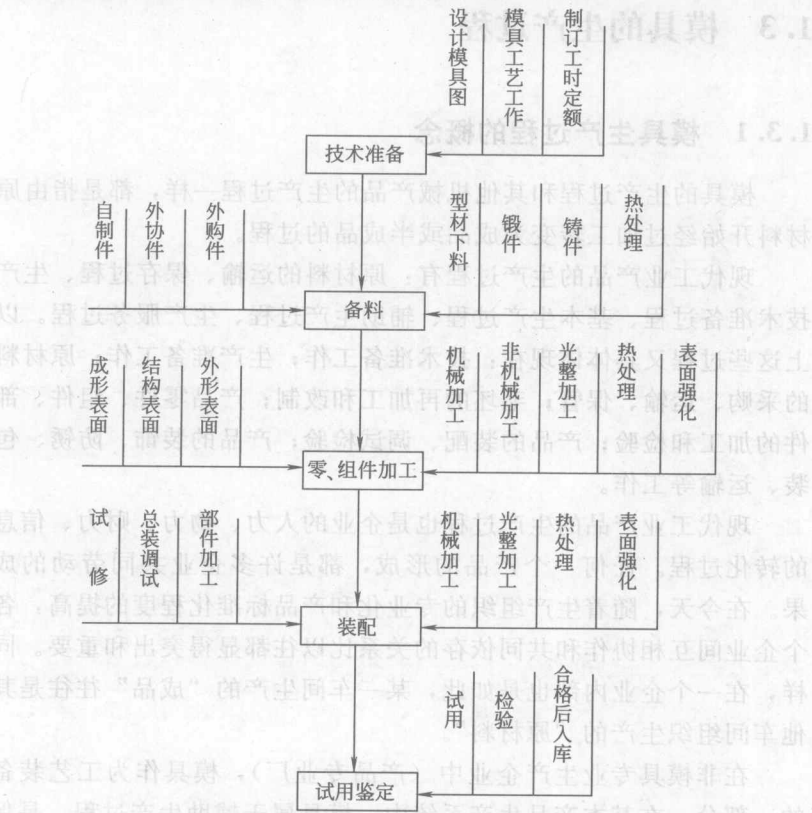


图 1-1 模具的生产过程示意图

在上述生产过程中，生产技术准备阶段是整个生产的基础，对于模具的质量、成本、进度和管理都有重大的影响。生产技术准备阶段工作包括模具图样的设计；工艺技术文件的编制；材料定额和加工工时定额的制订；模具成本的估价等。

在模具加工过程中,毛坯、零件和组件的质量保证与检验是必不可少的环节,在模具生产中通过“三检制”的实施保证合格制件在生产线上流转。在模具加工过程中,相关工序和车间之间的转接是生产连续进行所必要的,在转接中间和加工不均衡所造成的等待和停歇是模具生产中的突出问题,作为模具生产组织者应该将这部分时间降低到最小程度,同时在确定生产周期上要充分的考虑。

1.3.2 模具工艺编制

在模具生产过程中,直接改变制件的形状、尺寸、相互位置、性能的生产过程称为工艺过程。工艺技术人员应该根据模具的特点和要求、模具生产具体条件和工艺规律等编制工艺技术文件,用于指导生产。

(1) 模具工艺编制的主要内容

① 编制工艺文件 模具工艺文件主要包括模具零件加工工艺规程、模具装配工艺要点或工艺规程、原材料清单、外购件清单和外协件清单等。模具工艺技术人员应该在充分理解模具结构、工作原理和要求的前提下,结合本企业冷、热加工设备条件,本企业生产和技术状态等条件编制模具零件加工和模具装配等工艺文件。

② 二类工具的设计和工艺编制 二类工具(二级工具)是指加工模具零件和模具装配中所用的各种专用工具。这些专用的二类工具,一般都由模具工艺技术人员负责设计和工艺编制(特殊的部分由专门技术人员完成)。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。在客观允许条件下可以利用通用工具改制,注意应该将二类工具的数量和成本降低到客观允许的最小程度。

经常设计的二类工具有:非标准的铰刀和铣刀、各型面检验样板、非标准量规、仿形加工用靠模、电火花成形加工电极、型面检验放大图样等。

③ 处理加工现场技术问题 处理模具零件加工和装配过程中出现的技术、质量和生产管理问题是模具工艺技术人员经常性工

作之一。如解释工艺文件和进行技术指导、调整加工方案和方法、办理尺寸超差和代料等。在处理加工现场技术问题时，既要保证质量又要保证生产进度。

④ 试模和鉴定工作 模具在装配之后的试模是模具生产的主要环节，模具设计人员、工艺人员和其他人员通过试模中出现的问题，提出解决问题的对策，并对模具的最终技术质量状态做出正确的结论。

(2) 模具工艺文件的编制

模具零件加工工艺规程的常用格式如表 1-1 所示，模具装配工艺规程的编制，对于一般模具只编制装配要点、重要技术要求的保证措施以及在装配过程中需要机械加工和其他加工配合加工的要求，而模具的具体装配程序多由模具装配钳工自行掌握。只有对于大型复杂模具才编制较详细的装配工艺规程。

表 1-1 模具零件加工工艺规程格式

(单位) 工艺卡片				共 页		
				第 页		
工装图号		件号				
零件名称		数量				
材料牌号						
单件毛坯尺寸						
单件总工时						
工序号	工种	工序主要内容		工作者	工时	结论
更改记录						
超差处理						
编制		校对		定额员		

一般模具加工工艺规程编制的程序包括以下四个环节,其中有些工作可以交叉进行。

① 模具工艺性分析 应该在充分理解模具结构、用途、工作原理和技术要求的前提下,分析各种零件在模具中的作用和技术要求,分析模具材料、零件形状、尺寸和精度要求是否合理,找出加工的技术难点,提出合理加工方案和技术保证措施。

② 确定毛坯形式 根据零件的材料类别、零件的作用和要求等确定哪些零件分属于自制件、外购件和外协件,分别填写外购件清单和外协件清单。对于自制件确定毛坯形式,如型材、铸件、锻件、焊件和半成品件等,并填写毛坯备料清单。

③ 二类工具的设计和工艺编制 专用二类工具的设计原则应符合模具生产的特点。

④ 填写工艺规程的内容 填写时要尽量采用工厂常用语,对于关键工序的技术要求和保证措施、检验方法要做必要的说明。

1.4 模具制造的基本要求与特点

1.4.1 模具制造的技术要求

模具企业与用户之间,是以合同形式进行合作的。合同中的主要内容有三个方面,即:模具精度、质量与使用性能;模具生产周期,即供模期;模具价格。这三方面内容,实际上,也就是模具设计与制造的技术、经济要求的基本内容。

(1) 模具制造中的“精度”概念

为满足用户精度、质量和使用性能要求,在模具设计制造整个生产过程中须建立“精度”概念。模具是精密成形工具,反映在以下两个方面。

① 必须满足制件(冲件、塑料件、压铸件、锻件等)的尺寸精度、形状精度要求;保证制件大批量成形加工中的互换性;保证

其在长期使用（允许寿命范围）内的可靠性要求。因此，模具精度等级，通常需高于制件 2 级或以上。

② 模具精度还受成形件（如凸、凹模）相互配合间隙及其均匀性的影响。这样，构成模具导向副、结构件和支撑件之间的配合精度、相连接零件之间的定位精度、位置精度等则要进一步提高。就是说，为保证成形件之间的配合间隙及其均匀性，将涉及构成模具每个零部件的精度与表面质量，见图 1-2。

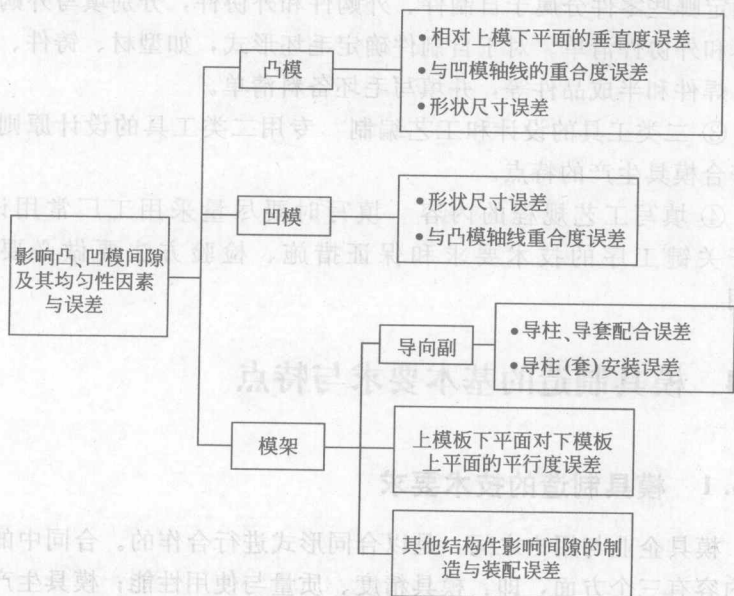


图 1-2 影响间隙均匀性的因素

由图 1-2 可见，成形件之间的配合间隙及均匀性，是组成模具装配尺寸链的“封闭环”。为了保证该封闭环的精度要求，必须提高零、部件的精度和质量。

(2) 模具是单件生产的专用产品

这必将要求进行严格的工艺技术和经营服务质量管理。

① 产品质量形成于生产全过程，每个质量环节和质量因素始

终都处于控制之中。

④ ② 要贯彻质量第一、用户第一的思维和服务理念。①

在工业产品的生产中,应用模具的目的在于保证产品质量、提高生产率和降低成本等。为此,除了正确进行模具设计,采用合理的模具结构之外,还必须以先进的模具制造技术作为保证。制造模具时,不论采用哪一种方法都应满足如下几个基本要求。

a. 制造精度高 为了生产合格的产品和发挥模具的效能,所设计制造的模应具有较高的精度。模具精度主要是由制品精度和模具结构的要求来决定的。为了保证制品精度,模具的工作部分精度通常要比制品精度高2~4级;模具结构对上、下模之间配合有较高的要求,为此组成模具的零、部件都必须有足够高的制造精度,否则将不可能生产出合格的制品,甚至会使模具损坏。

b. 制造周期短 模具制造周期的长短主要决定于制模技术和生产管理水平的高低。为了满足生产的需要,提高产品的竞争能力,必须在保证质量的前提下尽量缩短模具制造周期。

c. 使用寿命长 模具是比较昂贵的工艺装备,目前模具制造费约占产品成本的10%~30%,其使用寿命长短将直接影响产品的成本高低。因此,除了小批量生产和新产品试制等特殊情况下,一般都要求模具有较长的使用寿命,在大批量生产的情况下,模具的使用寿命更加重要。

d. 模具成本低 模具成本与模具结构的复杂程度、模具材料、制造精度要求及加工方法等都有关系。模具技术人员必须根据制品要求合理设计和制订其加工工艺。

必须指出,上述四个指标是相互关联、相互影响的。片面追求模具精度和使用寿命必然会导致制造成本的增加。当然,只顾降低成本和缩短制造周期而忽视模具精度和使用寿命的做法也是不可取的。在设计与制造模具时,应根据实际情况做全面的考虑,即应在保证制品质量的前提下,选择与制品生产量相适应的模具结构和制造方法,使模具成本降低到最低限度。

(3) 模具的精度要求

① 模具成形件尺寸精度 模具成形件主要指凸模或型心、凹模或型腔，它们都是由二维、三维型面组成。一般精度的模具，其成形件的尺寸精度见表 1-2。

表 1-2 模具成形件的尺寸精度

模具类别	尺寸精度/mm	模具类别	尺寸精度/mm
冲模	大型 0.010 小型 0.005	塑料注射模	0.010
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 冲模制造精度

a. 冲件尺寸精度 是进行模具设计、成形件制造、标准零件和部件配购、模具装配与试模的主要依据，见表 1-3～表 1-7。

表 1-3 冲件外形与内孔尺寸公差 mm

精度等级	零件尺寸	材料厚度			
		<1	1~2	>2~4	>4~6
经济级	<10	$\frac{0.12}{0.08}$	$\frac{0.18}{0.10}$	$\frac{0.24}{0.12}$	$\frac{0.30}{0.15}$
	10~50	$\frac{0.16}{0.10}$	$\frac{0.22}{0.12}$	$\frac{0.28}{0.15}$	$\frac{0.35}{0.20}$
	>50~150	$\frac{0.22}{0.12}$	$\frac{0.30}{0.16}$	$\frac{0.40}{0.20}$	$\frac{0.50}{0.20}$
	>150~300	0.30	0.50	0.70	1.00
精度级	<10	$\frac{0.03}{0.25}$	$\frac{0.04}{0.03}$	$\frac{0.06}{0.04}$	$\frac{0.10}{0.06}$
	10<50	$\frac{0.04}{0.04}$	$\frac{0.06}{0.05}$	$\frac{0.08}{0.06}$	$\frac{0.12}{0.10}$
	>50~150	$\frac{0.06}{0.05}$	$\frac{0.08}{0.06}$	$\frac{0.10}{0.08}$	$\frac{0.15}{0.12}$
	>150~300	0.10	0.12	0.15	0.20

注：表中分子为外形公差值，分母为内孔公差值。