

21 世纪高等院校应用型规划教材

模具制造工艺学

主 编 徐慧民
副主编 贾颖莲 韩 军
主 审 张岐生



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书主要讲述制定模具制造工艺规程的基础知识；模座、导柱、导套、凸模、凹模等主要组成零件及模具成形零件的加工工艺和加工方法；模具装配的基本知识和装配工艺和要求等。在讲述和分析模具零件的加工时，以机械加工、电火花成形加工及数控线切割加工为重点，并介绍了模具加工技术的发展。从生产实际出发，突出实用性，内容简明扼要、通俗易懂。本书是高等院校、成人高校模具设计及制造专业的教学用书，也可供有关工程技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

模具制造工艺学/徐慧民主编. —北京：北京理工大学出版社，2007.8
(2007.9 重印)

ISBN 978-7-5640-1265-6

I. 模… II. 徐… III. 模具—制造—工艺—高等学校—教材
IV. TG760.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 128833 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / [http:// www. bitpress. com. cn](http://www.bitpress.com.cn)

经 销 / 全国各地新华书店

刷 / 保定市中国画美凯印刷有限公司

开 本 / 787 毫米×960 毫米 1/16

印 张 / 12.75

字 数 / 260 千字

版 次 / 2007 年 8 月第 1 版 2007 年 9 月第 2 次印刷

印 数 / 4001~7000 册

定 价 / 22.00 元

责任校对 / 陈玉梅

责任印制 / 周瑞红

图书出现印装质量问题，本社负责调换

前 言

本书根据高等院校教育的特点、模具设计与制造专业的培养目标及教学要求，力求体现应用型教材的特色，贯彻“职业性、实用性、系统性、超前性”的原则，以典型模具及模具零件为例，主要讲述制定模具制造工艺规程的基础知识；模座、导柱、导套、凸模、凹模等主要组成零件及模具成形零件的加工工艺和加工方法；模具装配的基本知识和装配工艺和要求等。在讲述和分析模具零件的加工时，以机械加工、电火花成形加工及数控线切割加工为重点，并介绍了模具加工技术的发展。从生产实际出发，突出实用性，内容简明扼要、通俗易懂。本书是高等院校、成人高校模具设计及制造专业的教学用书，也可供有关工程技术人员参考。

本书由徐慧民主编，由张岐生主审。全书共7章，其中第1、2、3章由徐慧民编写，第5、7章由贾颖莲编写，第4、6章由韩军编写。

对本书编写给予帮助的——和本书所引用的文献、著作的作者，表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免有疏漏、错误之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第1章 绪 论	(1)
1.1 模具技术的发展	(1)
1.1.1 模具在现代工业生产中的作用	(1)
1.1.2 我国模具技术的现状及发展趋势	(2)
1.2 模具的生产过程和特点	(4)
1.2.1 模具的生产过程	(4)
1.2.2 模具的生产和工艺特点	(5)
1.3 模具的技术经济指标	(6)
1.3.1 模具的精度和刚度	(6)
1.3.2 模具的生产周期	(7)
1.3.3 模具的生产成本	(8)
1.3.4 模具的寿命	(9)
1.4 本课程的性质、任务和要求	(10)
第2章 模具加工工艺规程的编制	(11)
2.1 概 述	(11)
2.1.1 模具加工工艺规程及其作用	(11)
2.1.2 制定模具加工工艺规程的原则与要求	(14)
2.1.3 制定模具加工工艺规程的原始资料	(15)
2.1.4 制定模具加工工艺规程的步骤	(15)
2.2 模具零件加工工艺路线的制定	(17)
2.2.1 模具零件的工艺分析	(18)
2.2.2 毛坯的选择	(20)
2.2.3 基准及其分类	(20)
2.2.4 工件定位的基本原理	(22)
2.2.5 表面加工方法的选择	(30)
2.2.6 加工阶段的划分	(35)
2.2.7 加工顺序的安排	(37)
2.3 工序内容的确定	(40)

2.3.1	工序尺寸和加工余量的确定	(40)
2.3.2	定位方案的确定	(50)
2.3.3	工步内容的确定	(55)
2.3.4	切削用量与时间定额的确定	(56)
2.4	机床(设备)及工艺装备的选择	(56)
2.4.1	机床的选择	(56)
2.4.2	工艺装备的选择	(57)
2.5	提高模具零件加工质量的工艺途径	(57)
2.5.1	提高尺寸精度的工艺途径	(58)
2.5.2	形状公差的保证	(59)
2.5.3	工件的装夹方法和位置公差的保证	(63)
2.5.4	表面粗糙度的形成及影响因素	(64)
2.6	提高劳动生产率的主要措施	(67)
第3章	模具数控加工工艺	(72)
3.1	模具数控加工工艺的特点	(73)
3.1.1	数控加工工艺的概念	(73)
3.1.2	数控加工工艺的特点	(73)
3.2	模具数控加工工艺设计	(74)
3.2.1	模具零件数控加工内容的选择	(74)
3.2.2	模具零件数控加工工艺性分析	(75)
3.2.3	数控加工工艺路线的设计	(77)
3.2.4	数控加工工序的设计	(79)
3.3	数控机床、刀具和夹具的选择与使用	(79)
3.3.1	数控机床的合理使用	(79)
3.3.2	数控刀具的选择	(80)
3.3.3	夹具的设计和使用	(84)
3.4	走刀路线与加工参数	(85)
3.4.1	走刀路线	(85)
3.4.2	切入点和切出点	(87)
3.4.3	切削用量的选择	(88)
3.5	数控加工工艺文件	(88)
3.5.1	数控加工工序卡	(89)
3.5.2	数控加工程序说明卡	(89)

3.5.3 数控刀具、机床调整卡	(89)
------------------	------

第4章 模具零件的制造工艺	(91)
---------------	------

4.1 模架的制造工艺	(91)
4.1.1 上、下模座的加工	(91)
4.1.2 导柱和导套的加工	(93)
4.1.3 模架的技术要求及装配	(96)
4.2 冷冲模制造工艺	(98)
4.2.1 冷冲模制造的技术要求	(98)
4.2.2 模具工作表面的制造工艺过程	(98)
4.2.3 冷冲模结构的工艺性	(103)
4.2.4 冲模的装配和试模	(104)
4.3 简易模具制造工艺	(109)
4.3.1 锌合金模具	(109)
4.3.2 低熔点合金模具	(110)
4.3.3 树脂模具	(112)
4.4 模具工作零件的工艺路线	(116)

第5章 模具的特种加工	(118)
-------------	-------

5.1 电火花成形加工	(118)
5.1.1 电火花加工的基本原理	(118)
5.1.2 型孔的加工	(122)
5.1.3 型腔的加工	(124)
5.1.4 电极设计与制造	(126)
5.2 电火花线切割加工	(133)
5.2.1 电火花线切割加工的原理与特点	(133)
5.2.2 线切割加工工艺	(135)
5.2.3 工作介质的选择	(136)
5.2.4 工件的装夹与预防变形	(137)
5.3 电化学及化学加工	(139)
5.3.1 电解加工	(140)
5.3.2 电解抛光加工	(144)
5.3.3 电铸成型加工	(145)
5.3.4 电解磨削加工	(147)

5.3.5	化学腐蚀加工	(150)
5.4	超声加工	(151)
5.4.1	超声波加工的基本原理及工艺	(151)
5.4.2	超声波抛光工艺	(152)
第6章	模具工作零件的其他成型方法	(153)
6.1	型腔的冷挤压加工	(153)
6.1.1	冷挤压加工的特点	(153)
6.1.2	冷挤压加工方式	(153)
6.1.3	冷挤压的工艺准备	(154)
6.2	快速成型技术	(157)
6.3	超塑成型工艺	(160)
6.4	电铸成型工艺	(161)
6.5	合成树脂模具的制造	(168)
6.6	陶瓷型铸造工艺	(169)
6.7	硅橡胶模具	(172)
第7章	模具装配工艺	(174)
7.1	概述	(174)
7.2	模具的装配精度及装配方法	(174)
7.2.1	冲模的装配精度及装配方法	(175)
7.2.2	注射模装配精度及装配方法	(180)
7.3	装配尺寸链	(180)
7.4	模具装配的工艺过程	(183)
7.5	模具间隙及位置的控制	(184)
7.6	模具零件的固定及连接	(186)
7.7	模具装配的调试与修整	(190)
7.8	模具装配示例	(191)
参考文献		(194)

第1章

绪 论

1.1 模具技术的发展

1.1.1 模具在现代工业生产中的作用

在现代工业生产中，模具是重要的工艺装备之一，它以其特定的形状通过一定的方式使原材料成型。模具成型由于具有优质、高产、省料和低成本等特点，现已在国民经济各个部门，特别是汽车、拖拉机、航空航天、仪器仪表、机械制造、家用电器、石油化工、轻工日用品等工业部门得到了广泛的应用。据统计，利用模具制造的零件，在飞机、汽车、拖拉机、电机电器、仪器仪表等机电产品中占 60%~70%；在电视机、录音机、计算机等电子产品中占 80%以上；在自行车、手表、洗衣机、电冰箱、电风扇等轻工产品中占 85%以上。例如汽车工业，一个车型的轿车共需 4 000 多套模具，价值 2~3 亿元。在各种类型的汽车中，平均一个车型需要冲压模具 2 000 套，其中需要大中型覆盖件模具 300 套。采用模具生产零、部件具有生产效率高、质量稳定、一致性好、节约原材料和能源、生产成本低等优点，模具的应用已成为当代工业生产的重要手段和工艺发展方向之一。

模具工业已成为工业发展的基础，许多新产品的开发和生产在很大程度上都依赖于模具生产。而作为制造业基础的机械行业，据国际生产技术协会预测，21 世纪机械制造工业的零件，其粗加工的 75%和精加工的 50%都将依赖于模具来完成。在产品生产的各个阶段，无论是在大量生产，批量生产，还是产品试制阶段，也都越来越多地依赖于模具。因此模具工业已是国民经济的基础工业。

模具工业发展的关键是模具技术的进步，模具技术又涉及多学科的交叉。模具作为一种高附加值和技术密集型产品，其技术水平的高低已成为衡量一个国家制造水平的重要标志之一。世界上许多国家，特别是一些工业发达国家都十分重视模具技术的开发，大力发展模具工业，积极采用先进技术和设备，提高模具制造水平，已取得了显著的经济效益。美国是世

界超级经济大国，也是世界模具工业的领先国家，早在 20 世纪 80 年代末，美国模具行业就约有 1.2 万个企业，从业人员约 17 万人，模具总产值达 64.47 亿美元。日本模具工业是从 1957 年开始发展起来的，当年模具总产值仅有 106 亿日元，到 1998 年总产值已超过 4.88 万亿日元，在短短的 40 年内增加了 460 多倍，这也是日本经济能飞速发展并在国际市场上占有一定优势的重要原因之一。在 20 世纪 90 年代初，日本全国就有 13 115 家模具工业企业，其中生产冲模的占 40%，生产塑料模的占 40%，生产压铸模的占 5%，生产橡胶模的占 4%，生产锻模的占 3%，生产铸造模的占 3%，生产玻璃模的占 3%，生产粉末冶金模的占 2%。据统计，在 1997 年，商品模具已占模具总量的 1/3 左右，在工业发达国家，商品模具已占模具总量的 70% 以上。模具已成为当代工业生产的重要手段和工艺发展方向之一。现代工业产品的品种发展和生产效益的提高，在很大程度上取决于模具的发展和技术经济水平的提高。目前，模具已成为衡量一个国家制造水平的重要标志之一。

纵观世界经济的发展，模具工业在经济繁荣和经济萧条时代都不可或缺。经济发展较快时，产品畅销，自然要求模具能跟上；而经济发展滞缓时，产品不畅销，企业必然想方设法开发新产品，这同样会给模具带来强劲需求。因此，国内外行家都称现代模具工业是“不衰的工业”。

1.1.2 我国模具技术的现状及发展趋势

我国模具工业起步晚，底子薄，与工业发达国家相比有很大的差距。但改革开放以来，在国家产业政策和与之配套的一系列国家经济政策的支持和引导下，尤其是国民经济的高速发展，大大地提高了模具的商品化程度，推动了模具技术和模具工业的迅速发展。这主要表现在以下几方面。

① 一些科研院所和高等院校在模具技术的基本理论、模具设计与结构、模具制造加工技术、模具材料以及模具加工设备等方面都取得了可喜的实用性成果。并培养了一批高级模具技术人才，使现代模具制造技术中的高科技含量逐渐增加。

② 模具标准化工作是代表模具工业和模具技术发展的重要标志。到目前为止，已经制定了冲压模、塑料模、压铸模和模具基础技术等 50 多项国家标准、近 300 个标准号，基本满足了国内模具生产技术的发展需要。

③ 一些先进、精密和高自动化程度的模具加工设备，如数控仿形铣床、数控加工中心、精密坐标磨床、连续轨迹数控坐标磨床、高精度低损耗数控电火花成型加工机床、慢走丝精密电火花线切割机床、精密电解加工机床、三坐标测量仪、挤压研磨机等模具加工和检测用的精密高效设备，由过去依靠进口到逐步自行设计制造，使模具加工工艺手段登上了一个新台阶，同时为先进加工工艺的推广奠定了物质基础。特别是模具成型表面的特种加工工艺的研究和发展，使模具加工的精度和表面粗糙度有了很大的改善。特种加工工艺设备的改进和提高，使模具加工的自动化程度和效率都得以提高。

④模具 CAD/CAM 技术已得到了较广泛的应用, 模具计算机仿真技术也已应用于模具设计制造中了。各院校、研究机构正在开展模具智能制造、并行工程、虚拟制造、敏捷制造和快速制造等先进制造技术的研究。

⑤研究开发了几十种模具新钢种及硬质合金等新材料, 并采用了热处理新工艺。模具新材料的应用, 以及热处理技术和表面处理技术的开发和应用, 使模具寿命得到了大幅度的提高。

⑥快速成型技术在模具制造上的应用, 是 20 世纪 80 年代以来模具制造技术的又一重大进展。快速成型制造技术是综合了机械工程、CAD、数控技术、激光技术和材料科学技术的一种全新的制造工艺。快速成型技术应用于模具制造, 使模具设计和制造更加快速、经济、实用, 对多品种、小批量产品的生产具有重要的意义。

⑦我国模具的品种、精度和产业规模有了很大的发展。据统计, 我国部分地区(未包括香港、台湾、澳门)现有模具生产厂 2 万余家, 从业人员 50 多万人, “九五”期间的年增长率为 13%, 2000 年总产值为 270 亿元, 占世界总量的 5%。“十五”期间, 我国模具市场在汽车(含摩托车)、家用电器、电子及通信产品、建材、玩具、仪器仪表等行业有更大的需求。模具制造技术水平, 也从过去只能制造简单模具发展到可以制造大型、精密、复杂、长寿命模具。例如在冲压模具方面, 我国设计和制造的电机定转子硅钢片硬质合金多工位自动级进模和电子、电器行业用的 50 余工位的硬质合金多工位自动级进模, 都达到了国际同类模具产品的技术水平。凹模镶件重复定位精度 $< 0.005\text{mm}$, 步距精度 $< 0.005\text{mm}$, 模具成型表面粗糙度 $Ra = 0.4 \sim 0.11\mu\text{m}$, 零件可以互换, 模具寿命 1 亿次。在塑料模具方面, 能设计和制造汽车保险杠及整体仪表盘大型注射模, 大型彩色电视机、洗衣机和电冰箱等多种精密、大型注射模。例如天津市通信广播公司模具厂设计和制造的汽车后保险杠模具重达 10 余吨、模具尺寸精度可达 $10\mu\text{m}$ 、型腔表面粗糙度 Ra 为 $0.11\mu\text{m}$, 型芯表面粗糙度 Ra 为 $3.2\mu\text{m}$ 、模具寿命达 30 万次以上, 已达到国际同类模具产品的技术水平。

从总体上看, 虽然我国模具工业已得到了较大的发展, 但仍然不能满足国内经济高速发展的需要。所以还需花费大量资金向国外进口一些模具, 特别是精密、大型、复杂、长寿命的模具, 仍主要依赖进口。目前, 就整个模具市场来看, 进口模具约占市场总量的 20% 左右, 其中, 中高档模具进口比例达 40% 以上。我国模具工业不能满足国内经济需要的原因主要有以下几个方面。

- ①专业化和标准化程度低。
- ②模具品种少、效率低、经济效益也差。
- ③制造周期长、模具精度不高、制造技术较落后。
- ④模具寿命短, 新材料使用量不到 10%。
- ⑤力量分散、管理落后。

根据我国模具技术的发展现状及存在的问题，其今后应朝着如下几个方面发展：

- ①开发并发展精密、复杂、大型、长寿命模具，以满足国内市场的需要。国家已规划分别在山东、广东、北京、上海、广州等地的有关单位重点扶植发展热锻模、热铸模、塑料模、冷冲模、顶杆等，以便集中力量发展这些有影响的高水平模具及标准件。
- ②加速模具标准化和商品化，以提高模具质量，缩短模具制造周期。
- ③大力开发和推广应用模具 CAD/CAM 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的需要。

1.2 模具的生产过程和特点

1.2.1 模具的生产过程

模具的生产过程是指将原材料转变为模具成品的全过程。它主要包括以下方面。

- ①产品投产前的生产技术准备工作：包括产品的试验研究和设计、工艺设计和专用工艺装备的设计及制造、各种生产资料和生产组织等方面的准备工作。
- ②毛坯制造：如毛坯的锻造、铸造和冲压等。
- ③零件的加工过程：如机械加工、特种加工、焊接、热处理和表面处理等。
- ④产品的装配过程：包括零、部件的装配和总装配。
- ⑤试模：模具的调试和鉴定。
- ⑥各种生产服务活动：包括原材料、半成品、工具的供应、运输、保管以及产品的油漆和包装等。

它们的关系及内容如图 1-1 所示。

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。生产技术准备阶段的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和检验是必不可少的，在模具生产中可通过“三检制”的实施来保证合格制件在生产线上的流转。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需的，在转接中，由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减小到最小程度，同时在确定生产周期上要充分考虑。

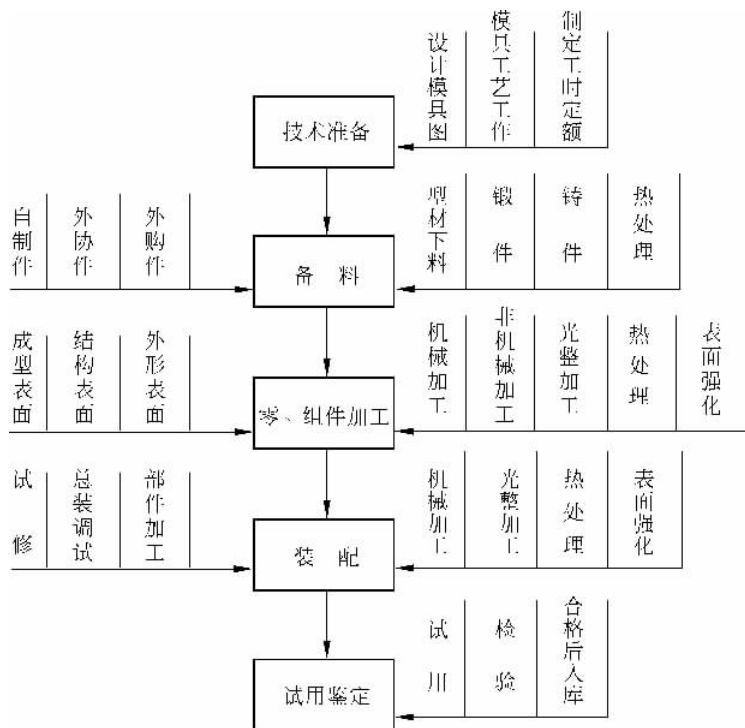


图 1-1 模具的生产过程示意图

1.2.2 模具的生产和工艺特点

1. 模具的生产特点

模具作为一种高寿命的专用工艺装备有以下生产特点。

①属于单件、多品种生产。模具是高寿命专用工艺装备，每副模具只能生产某一特定形状、尺寸和精度的制件，这就决定了模具生产属于单件、多品种生产规程的性质。

②客观要求模具生产周期短。当前由于新产品更新换代的加快和市场的竞争，客观上要求模具生产周期越来越短。模具的生产管理、设计和工艺工作都应该适应客观要求。

③模具生产的成套性。当某个制件需要多副模具来加工时，各副模具之间往往相互牵连和影响。只有最终制件合格，这一系列模具才算合格，因此，在生产和计划安排上必须充分考虑这一特点。

④试模和试修。由于模具生产的上述特点和模具设计的经验性，模具在装配后必须通过试冲或试压，最后确定是否合格。同时有些部位需要试修才能最后确定。因此，在生产进度安排上必须留有一定的试模周期。

⑤模具加工向机械化、精密化和自动化发展。目前，产品零件对模具精度的要求越来越

高、高精度、高寿命、高效率的模具越来越多。而加工精度主要取决于加工机床精度、加工工艺条件、测量手段和方法。精密成型磨床、CNC 高精度平面磨床、精密数控电火花线切割机床、高精度连续轨迹坐标磨床以及三坐标测量机的使用越来越普遍,使模具加工向高技术密集型发展。

2. 模具的工艺特点

当前,由于我国模具加工的技术手段还普遍偏低,同时具有上述生产特点,我国模具制造上的工艺特点主要表现为如下。

①模具加工上尽量采用万能通用机床、通用刀量具和仪器,尽可能地减少专用二类工具的使用数量。

②在模具设计和制造上较多的采用“实配法”、“同镗法”等,使模具零件的互换性降低,但这是保证加工精度,减小加工难度的有效措施。今后随着加工技术手段的不断改进,互换性程度将会逐渐提高。

③在制造工序安排上,工序相对集中,以保证模具加工的质量和进度,简化管理和减少工序周转时间。

1.3 模具的技术经济指标

模具也是一种商品。模具的技术经济指标概括起来可以归纳为:模具的精度和刚度、模具的生产周期、模具的生产成本和模具的寿命 4 个基本方面。在模具生产过程的各个环节都应该根据客观生产对模具 4 个方面的要求综合考虑。4 个指标是相互关联、相互影响的,而且影响因素也是多方面的。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。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,求得最佳的经济效益。模具的技术经济指标是衡量一个国家、地区和企业模具生产技术水平的重要标志。

1.3.1 模具的精度和刚度

1. 模具精度

为了生产合格的产品和发挥模具的效能,设计、制造的模具必须具有较高的精度。模具的精度主要体现在模具工作零件的精度和相关部位的配合精度上。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,如冲裁模刃口尺寸的精度要高于产品制件的精度。冲裁凸模和凹模间冲裁间隙的数值大小和均匀一致性也是主要的精度参数之一。平时测量出的精度都是在非工作状态下进行的,如冲裁间隙,即静态精度。而在工作状态时,受到工作条件的影响,其静态精度数值发生了变化,这时称为动态精度,这种动态冲裁间隙才是真正有实际意义的。一般模具的精度也应与产品制件的精度相协调,同时也受模具加工技

术手段的制约。随着模具加工技术手段的进步,模具精度将会有大的提高,模具工作零件的互换性生产将成为现实。

影响模具精度的主要因素有以下几方面。

(1) 产品制件精度

产品制件的精度越高,模具工作零件的精度就越高。模具精度的高低不仅对产品制件的精度有直接影响,而且对模具的生产周期、生产成本都有很大的影响。

(2) 模具加工技术手段的水平

模具加工设备的加工精度如何、设备的自动化程度如何,是保证模具精度的基本条件。今后模具精度将会更大地依赖模具加工技术手段的高低。

(3) 模具装配钳工的技术水平

模具的最终精度很大程度依赖装配调试来完成,模具光整表面的表面粗糙度主要依赖模具钳工来完成,因此模具钳工的技术水平是影响模具精度的重要因素。

(4) 模具制造的生产方式和管理水平

模具工作刃口尺寸在模具设计和生产时,是采用“实配法”,还是“分别制造法”是影响模具精度的重要方面。对于高精度模具只有采用“分别制造法”才能满足高精度的要求和实现互换性生产。

2. 模具刚度

对于高速冲压模、大型件冲压成型模、精密塑料模和大型塑料模,不仅要求精度高,还要求有良好的刚度。这类模具工作负荷较大,当出现较大的弹性变形时,不仅要影响模具的动态精度,而且关系到模具能否继续正常工作。因此在模具设计中,在满足强度要求时,模具刚度也应得到保证,同时在制造时也要避免由于加工不当造成的附加变形。

1.3.2 模具的生产周期

模具的生产周期是从接受模具订货任务开始到模具试模鉴定后交付合格模具所用的时间。模具生产周期的长短主要取决于制模技术和生产管理水平的**高低。当前,模具使用单位要求模具的生产周期越来越短,以满足市场竞争和更新换代的需要。因此,模具生产周期长短是衡量一个模具企业生产能力和技术水平的综合标志之一。

1. 模具技术和生产的标准化程度

模具标准化程度是一个国家模具技术和生产发展到一定水平的产物。目前,我国模具技术的标准化已有良好的基础,有模具基础技术标准、各种模具设计标准、模具工艺标准、模具毛坯和半成品件标准以及模具检验和验收标准等。由于我国企业小而全和大而全的状况,使得模具标准件的商品化程度还不高,这是影响模具生产周期的重要因素。

2. 模具企业的专门化程度

现代工业发展的趋势是企业分工越来越细。企业产品的专门化程度越高,越能提高产品

的质量和经济效益,并有利于缩短产品生产周期。目前,我国模具企业的专门化程度还较低,各模具企业只生产自己最擅长的模具类型,有明确和固定的服务范围,所以各模具企业只有互相配合搞协作化生产,才能缩短模具生产周期。

3. 模具生产技术手段的现代化

模具设计、生产、检测手段的现代化也是影响模具生产周期的因素之一。只有大力推广和普及模具 CAD/CAM 技术;促进粗加工向高效率发展,毛坯下料采用高速锯床、阳极切割和砂轮切割等高效设备,粗加工采用高速铣床、强力高速磨床;精密加工采用高精度的数控机床,如数控仿形铣床、数控光学曲线磨床、高精度数控电火花线切割机床、数控连续轨迹坐标磨床……;推广先进快速制模技术等,才能使模具生产技术手段提高到一个新水平。

4. 模具生产的经营和管理水平

管理上要讲效率,研究模具企业生产的规律和特点,采用现代化的管理手段和制度管理企业,也是影响模具的生产周期的重要因素。

1.3.3 模具的生产成本

模具生产成本是指企业为生产和销售模具所支付费用的总和。模具生产成本包括原材料费、外购件费、外协件费、设备折旧费、经营开支等。从性质上分,模具生产成本分为生产成本、非生产成本和生产外成本,这里所讲的模具生产成本是指与模具生产过程有直接关系的生产成本。

影响模具生产成本的主要因素有以下几方面。

1. 模具结构的复杂程度和模具功能的高低

现代科学技术的发展使得模具向高精度和多功能自动化方向发展,相应也使得模具生产成本提高。

2. 模具精度的高低

模具的精度和刚度越高,模具的生产成本也高。模具精度和刚度应该与客观需要的产品制件的要求、生产批量的要求相适应。

3. 模具材料的选择

在模具费用中,材料费在模具生产成本中约占 25%~30%,特别是因模具工作零件材料类别的不同,材料费也相差较大。所以应该正确地选择模具材料,使模具工作零件的材料类别首先和要求的模具寿命相协调,同时应采取各种措施充分发挥材料的效能。

4. 模具加工设备

模具加工设备向高效、高精度、高自动化、多功能发展,这使得模具成本也相应提高。但是,这些是维持和发展模具生产所必需的,所以应该充分发挥这些设备的效能,提高设备的使用效率。

5. 模具的标准化程度和企业生产的专门化程度

这些都是制约模具成本和生产周期的重要因素，应通过模具工业体系的改革有计划、有步骤地解决。

1.3.4 模具的寿命

模具的寿命是指模具在保证产品零件质量的前提下，所能加工的制件的总数量，它包括工作面的多次修磨和易损件更换后的寿命。

模具寿命=工作面的一次寿命×修磨次数×易损件的更换次数

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%，其使用寿命的长短将直接影响产品的成本高低。在大批量生产的情况下，模具的使用寿命尤为重要。一般在模具设计阶段就应明确该模具所适用的生产批量类型或者模具生产制件的总次数，即模具的设计寿命。不同类型的模具正常损坏的形式也不一样，但总的来说工作表面损坏的形式有摩擦损坏、塑性变形、开裂、疲劳损坏和啃伤等。

影响模具寿命的主要因素有如下几种。

1. 模具结构

合理的模具结构有助于提高模具的承载能力，减轻模具承受的热—机械负荷水平。例如，模具可靠的导向机构，对于避免凸模和凹模间的互相啃伤是有帮助的。又如，承受高强度负荷的冷镦和冷挤压模具，对应力集中十分敏感，当承力件截面尺寸变化时，最容易由于应力集中而开裂。因此，对截面尺寸变化的处理是否合理，对模具寿命的影响较大。

2. 模具材料

应根据产品零件生产批量的大小，选择模具材料。生产的批量越大，对模具的寿命要求也越高，所以应选择承载能力强，服役寿命长的高性能模具材料。另外应注意模具材料的冶金质量可能造成的工艺缺陷及工作时承载能力的影响，同时应采取必要的措施来弥补冶金质量的不足，以提高模具寿命。

3. 模具加工质量

模具零件在机械加工，电火花加工，以及锻造、预处理、淬火硬化，表面处理时的缺陷都会对模具的耐磨性、抗咬合能力、抗断裂能力产生显著的影响。例如模具表面粗糙度、残存的刀痕、电火花加工的显微裂纹、热处理时的表层增碳和脱碳等缺陷都会对模具的承载能力和寿命带来影响。

4. 模具工作状态

模具工作时，使用设备的精度与刚度，润滑条件，被加工材料的预处理状态，模具的预热和冷却条件等都会对模具寿命产生影响。例如，薄料的精密冲裁对压力机的精度、刚度尤为敏感，所以必须选择高精度、高刚度的压力机，才能获得良好的效果。

5. 产品零件状况

被加工零件材料的表面质量状态、材料硬度、伸长率等力学性能，被加工零件的尺寸精度都与模具寿命有直接的关系。如镍的质量分数为 80% 的特殊合金在成型时极易和模具工作表面发生强烈的咬合现象，使工作表面咬合拉毛，最终直接影响模具的正常工作。

1.4 本课程的性质、任务和要求

“模具制造工艺学”是模具设计与制造专业的主要专业课之一。在学习本课程之前，学生应已修完机械制造基础（含工程材料）、数控机床与编程技术等课程，并开始学习冲压工艺与模具设计、塑料成型工艺与模具设计等有关课程，对模具设计已有了初步的了解。由于模具设计与制造工艺之间有着密切的关系，所以作为一个模具设计人员如果不熟悉模具制造工艺知识，那么不管其设计的模具功能有多全，精度定得有多高，仍然不能说这是一副好的模具，因为所设计的模具未必是合理的，可能不仅工艺性和经济性很差，甚至还无法加工。因此，作为模具设计人员，在掌握设计知识后还必须熟悉模具制造方面的工艺知识，本课程的任务是使学生掌握模具设计与制造所必须具备的工艺知识，提高合理设计模具的能力。

本课程具有很强的实践性和综合性，涉及的知识面较广。模具制造已广泛采用电火花成型、数控线切割、电化学加工、超声波加工、激光加工以及成型磨削、数控仿形等现代加工技术。通过本课程的学习，要求学生掌握各种现代模具加工方法的基本原理、特点及加工工艺，掌握各种制造方法对模具结构的要求，以提高学生分析模具结构工艺性的能力。学习中特别要注重理论和实践相结合，重在应用。尽可能参观一些模具厂，认真参加现场教学和实验，以增加感性知识。在冲压模和塑料模设计的课程设计完成之后，应安排一次“模具制造工艺”课的课程设计，以同学们自己设计的冲压模具或塑料模具为题目，进行模具制造工艺课的课程设计，以巩固和加深已经学过的理论知识，提高综合分析和解决工程实际问题的能力。