

高职高专“十一五”机电类专业规划教材

MOJU ZHIZAO JISHU

MÓJU ZHIZAO JISHU

模具制造技术

■ 甄瑞麟 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

高职高专“十一五”机电类专业规划教材

模具制造技术

主 编 甄瑞麟

副主编 蔡 业 蒋树平

参 编 杨善义 周国胜 王增春 张振扬

主 审 蔡桂森

江苏工业学院图书馆
藏书章



机械工业出版社

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,以及有关模具制造的技术管理。主要内容包括:模具制造技术综述、模具零件机械加工及其他成形方法、模具零件的特种加工、光整加工、模具零件加工工艺分析、模具装配技术、模具管理与检测等。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和适度性。通过典型模具零件的工艺分析,突出模具制造技术的综合性,以体现“工学交替、做中得学、工学合一、专门知识够用为度的原则”,同时注重了知识与能力和技能培养之间的“接口”的打通。本书可作为三年制(或五年制、二年制)高等职业技术教育模具专业的教材,也可作为从事模具设计、制造的技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

模具制造技术/甄瑞麟主编. —北京:机械工业出版社, 2007. 12
高职高专“十一五”机电类专业规划教材
ISBN 978-7-111-22584-3

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

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第161839号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
策划编辑:王海峰 责任编辑:王德艳 责任校对:樊钟英
封面设计:马精明 责任印制:杨曦
三河市宏达印刷有限公司印刷
2008年1月第1版第1次印刷
184mm×260mm·17.5印张·431千字
0001-4000册
标准书号:ISBN 978-7-111-22584-3
定价:27.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010) 68326294
购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643
编辑热线电话:(010) 68354423
封面无防伪标均为盗版

前 言

本教材是为适应当前我国高职高专教育发展的需要,配合“国家示范性高等职业院校建设计划”,体现高职高专教育办学特色,促进示范建设院校专业(群)核心课程建设,打造高职高专精品教材,本着“工学交替、做中得学、工学合一”的宗旨,在反复论证、多方征求意见的基础上编写的。

本书的编写根据高等职业教育的特点、模具设计与制造的专业培养目标和教学要求,力求实用性和适度性,以体现高等职业教育特色和行业教育特色。本书从模具专业学生能尽快适应实际工作的特点出发,本着专门知识够用为度的原则,重点放在培养学生从事实际工作的基本能力和基本技能方面的设想,将模具制造工艺、特种加工、数控加工与编程、模具的技术经济指标、模具管理及试模的相关知识进行了科学的优化组合,力求突出实用性、系统性和知识的综合应用性。本书在教学内容上从企业对人才需求的角度,将课堂教学、现场教学及实训融成了一体。

本教材学时(总学时为90学时)分配见下表:

章 次	总 学 时		
	讲授	实训	合计
第一章	8		8
第二章	8	8	16
第三章	8	8	16
第四章	6	4	10
第五章	8	6	14
第六章	8	6	14
第七章	4	4	8
机动	4		4
总计	54	36	90

本书由陕西国防工业职业技术学院甄瑞麟任主编,由台州西得机械模具有限公司总经理蔡业、宁波大学蒋树平任副主编,由浙江宏振机械模具集团有限公司总经理蔡桂森任主审。全书编写分工如下:第一章、第三章由陕西国防工业职业技术学院甄瑞麟、西得机械模具有限公司总工程师蔡业编写;第二章由河北机电职业技术学院王增春编写;第四章、第七章由广西机电职业技术学院张振扬编写;第五章由陕西国防工业职业技术学院甄瑞麟、宁波大学蒋树平编写;第六章由安徽机电职业技术学院杨善义编写;电子课件由陕西国防工业职业技术学院周国胜制作;全书由甄瑞麟统稿。参加审稿的还有:西安理工大学刘航、陕西国防工业职业技术学院贾宝勤、河北机电职业技术学院胡占军等。

本书在编写过程中,参考了国内外公开出版的同类书籍并引用了部分例题、图和表格,在此向这些书籍的作者表示敬意!

由于编者水平有限,书中难免有错漏之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言		第四节 电解修磨抛光	167
第一章 模具制造技术综述	1	复习思考题	170
第一节 本课程的性质、任务和要求	1	第五章 模具零件加工工艺分析	171
第二节 模具工业在现代化生产中的作用、地位及发展趋势	1	第一节 冷冲模主要零件加工工艺分析	171
第三节 模具的生产过程	3	第二节 锤锻模主要零件加工工艺分析	204
第四节 模具制造的基本要求与特点	5	第三节 压铸模主要零件加工工艺分析	205
第五节 模具制造的流程	19	第四节 注射模主要零件加工工艺分析	207
复习思考题	40	复习思考题	210
第二章 模具零件机械加工及其他成形方法	42	第六章 模具装配技术	214
第一节 机械加工	42	第一节 概述	214
第二节 零件的配作	51	第二节 装配尺寸链	215
第三节 模具零件成形磨削	55	第三节 装配方法及应用范围	217
第四节 模具零件的精密加工	72	第四节 模具零件的固定方法	219
第五节 模具零件的数控加工	75	第五节 间隙控制方法	224
第六节 模具零件的其他成形方法	84	第六节 模架装配	225
复习思考题	91	第七节 冷冲模的装配、试模	230
第三章 模具零件的特种加工	92	第八节 塑料模的装配、试模	239
第一节 电火花成形加工	92	第九节 压铸模装配	252
第二节 电火花线切割加工	109	复习思考题	258
第三节 电化学加工	145	第七章 模具管理与检测	260
复习思考题	150	第一节 模具标准化	260
第四章 光整加工	153	第二节 模具生产技术管理	262
第一节 概述	153	第三节 模具的保管和维护	265
第二节 手工研磨抛光	155	第四节 模具测量	268
第三节 超声波抛光	163	复习思考题	273
		参考文献	274

第一章 模具制造技术综述

学习目的与重点

本章除介绍了模具制造技术的性质、任务、要求外，还重点介绍了模具制造的全过程（即模具生产合同的签订—模具设计—零件加工—装配—试模—管理）。其目的是想使初学者有一个模具制造技术的完整概念，以使读者懂得模具在整个制造过程中的次序、各个环节的主要内容及学习时要注意的问题。其重点为模具制造全过程的完整概念。

第一节 本课程的性质、任务和要求

本课程是模具专业的一门专业课。在学习本课程之前，学生应修完了“机械制造基础”课程，并开始学习“冷冲压与塑料成型机械”、“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，对模具设计已有初步的了解。由于模具设计与制造技术之间有着密切的关系，作为一个模具设计人员如果不熟悉模具制造工艺知识，甚至连自己设计出来的模具都不知道应该用什么方法制造，那么不管其设计的模具功能有多全，精度定得多高，仍然不可以说这是一副好的模具。因为其所设计的模具工艺性和经济性未必是合理的，甚至可能无法加工。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，只有这样才能避免理论脱离实际，也只有这样，才能成为一个优秀设计师，即“一个好的设计师首先必须是一个好的工艺师”。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。由于工业生产的发展和金属成形新技术的应用，对模具制造技术的要求越来越高，使之趋于复杂化和多样化。模具的制造方法已不再是过去的手工作业和传统的一般机械加工，而是广泛采用电火花成形、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。本课程的实践性很强，涉及的知识面很广，因此，在学习本课程时，既要重视必要的工艺原理与特点等理论知识的学习外，又要注重实践环节，认真参加现场教学和实训，以不断丰富自己的实践知识。

第二节 模具工业在现代化生产中的作用、地位及发展趋势

一、模具工业在现代化生产中的作用及地位

模具在现代生产中，是生产各种工业产品的重要工艺装备，它以其特定的形状通过一定的方式使原材料成型。例如，冲压件和锻件是通过冲压或锻造方式使金属材料在模具内以塑性变形的方式而获得的；金属压铸件、粉末冶金零件以及塑料、陶瓷、橡胶、玻璃等非金属材料绝大多数也是用模具成型的。由于模具成型具有优质、高产、省料和低成本等特点，在

各行业，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、轻工日用品等工业生产部门得到极其广泛的应用。例如汽车工业，一个车型的轿车，共需4000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2000套，其中，大中型覆盖件模300套。预测在2005~2010年期间，我国平均每年有20个当量车型（含新车型和更新改装型）投入生产。据国际生产协会预测，到2010年，产品零件粗加工的90%、精加工的65%将由模具直接成型。在产品生产的各个阶段，无论是大量生产，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。据统计，在2005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80%以上。采用模具生产零、部件具有生产效率高，质量稳定，一致性好，节省原材料和能源，生产成本低等优点。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。目前，模具已成为衡量一个国家、一个地区、一家企业制造水平的重要标志之一。随着社会经济的发展，人们对生活必需品的数量、品种、质量有着越来越高的要求。为了满足人们的这种要求，各个工业发达国家都十分重视模具技术的开发，加大在模具行业的投资，制模水平有了很大的提高并取得了可观的经济效益。模具工业能促进工业产品生产和质量的提高，并能获得极大的经济效益，因而引起了各个国家的高度重视。在日本，模具被誉为“进入富裕社会的原动力”；在德国则冠之以“金属加工业中的帝王”；在罗马尼亚视为“模具就是黄金”；我国将模具工业视为整个制造业的“加速器”。因此，随着工业生产的迅速发展，模具工业在国民经济中的地位将日益提高。

二、模具制造技术的发展趋势

随着社会主义市场经济的不断发展，工业产品的品种不断增多，产品的更新换代速度加快，市场竞争日益激烈。因此模具制造质量的提高和生产周期的缩短显得尤为重要，谁占有优势，谁就将占领市场。现代模具制造技术具有以下发展趋势：

(1) 模具粗加工技术向高速加工发展 以高速铣削为代表的高速切削加工技术代表了模具零件外形表面粗加工发展的方向。高速铣削可以大大改善模具表面质量状况，并大大提高加工效率和降低加工成本。例如：INGERSOLL公司生产的VHM型超高速加工中心的切削进给速度为76m/min、主轴转速为45000r/min；瑞士SIP公司生产的AFX立式精密坐标镗床主轴转速为30000r/min；日本森铁工厂生产的MV-40型立式加工中心，其主轴转速高达40000r/min。另外，毛坯的下料设备出现了高速锯床、阳极切割和激光切割等高速高效率加工设备。

(2) 成型表面的加工向精密、自动化发展 成型表面的精加工向数控、数显和计算机控制等方向发展，使模具加工设备的CNC水平不断提高。推广应用数控电火花成型加工设备、连续轨迹计算机控制坐标磨床和配有CNC修整装备和精密测量装置的成型磨削加工设备等先进设备，是提高模具制造技术水平的关键。

(3) 光整加工技术向自动化发展 在当前，模具成型表面的研磨、抛光等光整加工仍然以手工作业为主，不仅花费工时多，而且劳动强度大，表面质量低。目前工业发达国家正在研制由计算机控制的、带有磨料磨损自动补偿装置的光整加工设备，可以对复杂型面的三维曲面进行光整加工，并开始在模具加工上使用，它大大提高了光整加工的质量和效率。

(4) 快速成型加工模具技术 快速成型制造技术是20世纪80年代以来，制造技术上的

又一重大发展，它对模具制造具有重大的影响，特别适用于多品种、少批量生产用模具。当今，多品种、小批量生产方式将占工业生产的 75% 左右，因此快速成型制模技术必将有极大的发展前途。

(5) 模具 CAD/CAM 技术将会更快地发展 模具 CAD/CAM 技术在模具设计和制造上的优势越来越明显，它是模具技术的又一次革命，普及和提高模具 CAD/CAM 技术的应用是历史发展的必然趋势。

第三节 模具的生产过程

一、模具生产过程的概念

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包括原材料的运输、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。目前，随着生产组织的专业化和产品的标准化程度的提高，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，包括冲压模、塑料模、锻造模、铸造模、粉末冶金模、橡皮模、无机材料成形模（玻璃成形模、陶瓷成形模等）、拉丝模等等。每种模具的结构、要求和用途各不相同，各自都有特定的生产过程。但是因为它们同属模具类，所以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：生产技术准备阶段；材料准备阶段；模具零、组件的加工阶段；装配试模和试用鉴定阶段。它们的关系和内容如图 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，对于模具生产的质量、成本、进度和管理都有重大的影响。这个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定以及模具成本的估价等等。

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环节，在模具生产中通过“三检制”的实施保证合格的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的必要条件，在转接中间和加工不均衡所造成的等待和停顿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进行充分的考虑。

二、模具工艺工作

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。

(一) 模具工艺工作的主要内容

(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流程、模具装配工艺要点或工艺流程、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、热加工设备条件以及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。在客观允许的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、仿形加工用靠模等，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的经常性工作之一，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作出正确的结论。

(二) 模具工艺文件的编制

模具零件加工工艺流程的常用格式见表 1-1，对于一般模具，模具装配工艺流程只编制装配要点、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流程。

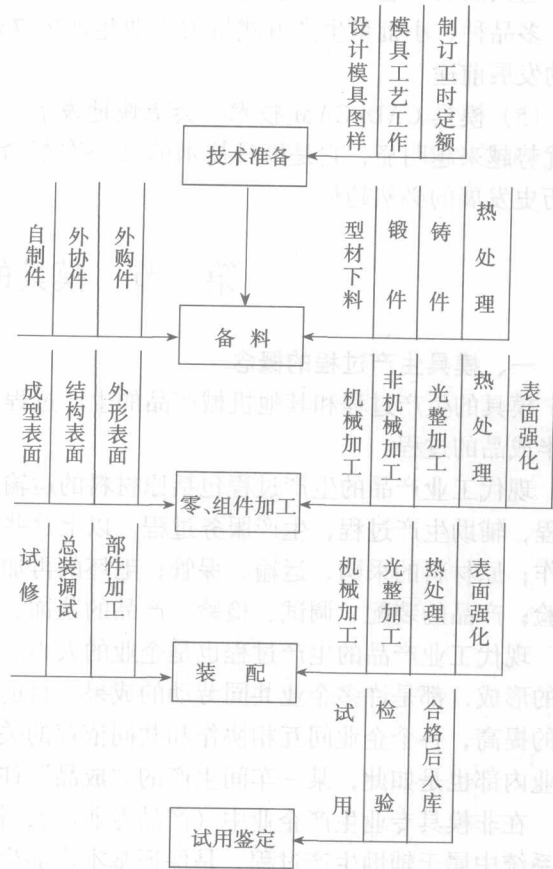


图 1-1 模具的生产过程示意图

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，提出合理的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该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、检验方法要作必要的说明。

第四节 模具制造的基本要求与特点

模具生产企业与用户之间，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：①模具精度、质量与使用性能；②模具生产周期，即供模期；③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

为满足用户对精度、质量和使用性能的要求，在整个模具设计制造过程中必须建立“精度”概念，而且应当是全员性的，这一点非常重要，其理由有以下两方面：

1) 模具是精密成型工具，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；保证制件大批量成型加工中的互换性；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精度 2 级或 2 级以上。

2) 模具精度还受成型件（如凸、凹模）的相互配合间隙及其均匀性的影响。因此，构成模具导向副、结构件和支撑件之间的配合精度、相联接零件之间的定位精度、位置精度等则进一步提高。也就是说，应考虑构成模具的每个零部件的精度与表面质量对模具成型件之间的配合间隙及其均匀性的影响，如图 1-2 所示。

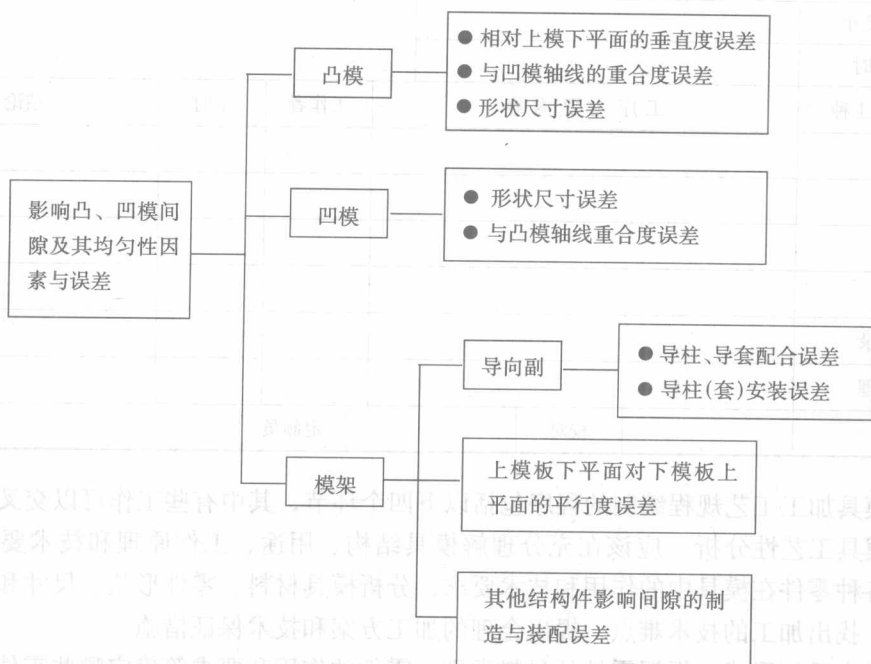


图 1-2 影响成型件之间的间隙及其均匀性的因素

由图可见，成型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

根据模具生产的这一特点，则必须要进行严格的工艺技术和经营服务质量管理。因此，在生产过程中必须做到保证每个质量环节和质量因素始终都处于受控制状态，并且始终要贯彻质量第一、用户第一的意识和服务理念。

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。模具制造时，不论采用哪一种方法都应满足以下几个基本要求：

(1) 制造精度高 为了生产合格的产品和发挥模具的效能，所设计制造的模具应具有较高的精度。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、下模之间的配合有较高的要求，为此组成模具的零、部件都必须有足够高的制造精度，否则不可能生产出合格的制品，甚至会使模具损坏。

(2) 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。

(3) 使用寿命长 模具是比较昂贵的工艺装备,目前模具制造费用约占产品成本的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。

(4) 制造成本低 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因素有关。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,应根据实际情况作全面的考虑,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。

一、模具的精度要求

1. 模具成型件尺寸精度

(1) 模具成型件,主要指凸模或型芯,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

1) 冲件尺寸精度。它是进行模具设计、成型件制造、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

(单位: mm)

精度等级	零件尺寸	材料厚度			
		<1	1~2	>2~4	>4~6
经济级	<10	0.12	0.18	0.24	0.30
		0.08	0.10	0.12	0.15
	10~50	0.16	0.22	0.28	0.35
		0.10	0.12	0.15	0.20
	>50~150	0.22	0.30	0.40	0.50
		0.12	0.16	0.20	0.20
	>150~300	0.30	0.50	0.70	1.00

(续)

精度等级	零件尺寸	材料厚度			
		< 1	1~2	>2~4	>4~6
精度级	< 10	0.03	0.04	0.06	0.10
		0.25	0.03	0.04	0.06
	10 < 50	0.04	0.06	0.08	0.12
		0.04	0.05	0.06	0.10
> 50 ~ 150	0.06	0.08	0.10	0.15	
	0.05	0.06	0.08	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。

表 1-4 孔距公差

(单位: mm)

精度等级	孔距尺寸	材料厚度			
		< 1	1~2	2~4	4~6
经济级	< 50	± 0.10	± 0.12	± 0.16	± 0.20
	50 ~ 150	± 0.15	± 0.20	± 0.25	± 0.30
	> 150 ~ 300	± 0.20	± 0.30	± 0.35	± 0.40
精密级	< 50	± 0.10	± 0.02	± 0.03	± 0.04
	50 ~ 150	± 0.02	± 0.03	± 0.04	± 0.05
	> 150 ~ 300	± 0.04	± 0.05	± 0.06	± 0.08

表 1-5 任意冲件允许的毛刺高度

(单位: μm)

冲件材料厚度/mm	材料抗拉强度 σ_b/MPa											
	< 250			250 ~ 400			400 ~ 630			> 630 和硅钢		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
≤ 0.35	100	70	50	70	50	40	50	40	30	30	20	20
0.4 ~ 0.6	150	110	80	100	70	50	70	50	40	40	30	20
0.65 ~ 0.95	230	170	120	170	130	90	100	70	50	50	40	30
1 ~ 1.5	340	250	170	240	180	120	150	110	70	80	60	40
1.6 ~ 2.4	500	370	250	350	260	180	220	160	110	120	90	60
2.5 ~ 3.8	720	540	360	500	370	250	400	300	200	180	130	90
4 ~ 6	1200	900	600	730	540	360	450	330	220	260	190	130
6.5 ~ 10	1900	1420	950	1000	750	500	650	480	320	350	260	170

注：I、II、III为冲模精度等级。

表 1-6 弯曲件、拉深件公差等级

材料厚度/mm	经济级			精密级		
	A	B	C	A	B	C
≤ 1	IT13	IT15	IT16	IT11	IT13	IT13
1 ~ 4	IT14	IT16	IT17	IT12	IT13 ~ 14	IT13 ~ 14

注：表中 A、B、C 表示基本尺寸的部位与三种不同类别的公差等级。A 部位尺寸公差与模具尺寸公差有关；B 部位尺寸公差与模具公差、拉深件和弯曲材料厚度极限偏差有关，C 部位尺寸公差与模具公差、材料厚度极限偏差及展开尺寸的尺寸误差有关。

表 1-7 弯曲件角度公差

弯角短边尺寸/mm	> 1~6	> 6~10	> 10~25	> 25~63	> 63~160	> 160~400
经济级	$\pm 1^{\circ}30' \sim 3^{\circ}$	$\pm 1^{\circ}30'$	$\pm 50' \sim 2^{\circ}$	$\pm 50' \sim 2^{\circ}$	$\pm 25' \sim 2^{\circ}$	$\pm 15' \sim 30'$
精密级	$\pm 1^{\circ}$	$\pm 1^{\circ}$	$\pm 30'$	$\pm 30'$	$\pm 20'$	$\pm 10'$

注：为达到精密级角度公差，需采用校正工序。

2) 冲裁间隙及其均匀性。冲模的凸模与凹模之间的间隙值及其均匀性也是确定模具制造精度等级的重要依据。同时，冲模导向副中的导套与导柱配合精度及其对上、下模座板的垂直度，以及上、下模座板平面之间的平行度及位置精度，都与凸、凹模之间的间隙值及其均匀性有关，即冲裁间隙值 (Δ) 越小，间隙的均匀性要求越高。这说明，上、下模的定向运动精度与间隙 (Δ) 及其均匀性有关。而上、下模的定向运动精度，还与导向副中的导套与导柱之间的滑动配合的极限偏差 (δ) 有关，综合以上情况，其关系式为

$$\delta = K (\Delta \pm \Delta') \quad (1-1)$$

式中 Δ' ——间隙值允许变动量；

Δ ——单边冲裁间隙值。参见指导性文件 JB/Z 211—1986、HB/Z167—1990；《板料冲裁间隙》；常用经验公式为： $\Delta = 0.6 \sim 1.5t$ (板厚)；

K ——导柱外径，与导柱、导套配合长的比值。

例 设板厚 (t) 为 0.35mm；间隙值 (Δ) 的允许变动量为其 30%；导柱外径为 $\phi 25\text{mm}$ ；导柱与导套的配合长度 (L) 为 60mm，求导向副中导套与导柱之间的允许配合精度。

根据式 (1-1)

$$\Delta = 0.35 \times 0.06\text{mm} = 0.021\text{mm}$$

则允许的间隙均匀性

$$\Delta' = 0.03 \times 0.021\text{mm} = 0.00063\text{mm}$$

其中

$$K = 25/60 = 0.417$$

$$\delta = 0.417 (0.021\text{mm} \pm 0.00063\text{mm})$$

$$= +0.011\text{mm}, -0.006\text{mm}$$

可见，其公差值为 0.017mm，基本上符合标准规定的要求。

3) 冲模标准零、部件精度。

① 凸、凹模精度要求。根据 GB/T 14662—2006《冲模技术条件》，凸模装配的垂直度偏差要在凸、凹模间隙值的允许范围以内。推荐的垂直度公差等级见表 1-8。

表 1-8 凸模垂直度公差等级

间隙值/mm	垂直度公差等级	
	单凸模	多凸模
薄料、无间隙 (≤ 0.02)	5	6
$> 0.02 \sim 0.06$	6	7
> 0.06	7	8

② 冲模模架精度。根据 JB/T 8050—1999《冲模模架技术条件》和 JB/T 8071—1995《冲模模架精度检查》标准规定，其模架精度等级划分为：

滑动导向模架：I级和II级。

滚动导向模架：0I和0II级。

冲模模架：上、下模座为铸铁材料的称为铸铁模架，其材料为钢时，则称为钢板模架。它们的精度等级划分相同。

上、下模座导柱与导套安装孔的轴线对基准面的垂直度公差规定为：

0I级和I级的模座：0.005/100。

0II级和II级的模座：0.010/1000。

冲模模架的位置精度和导向副的配合精度见表1-9~表1-12。

表 1-9 模架上、下平面的平行度公差 (单位：mm)

基本尺寸	模架精度等级			
	0I级	I级	0II级	II级
>40~63	0.008		0.012	
>63~100	0.010		0.015	
>100~160	0.012		0.020	
>160~250	0.015		0.025	
>250~400	0.020		0.030	
>400~630	0.025		0.040	
>630~1000	0.030		0.050	
>1000~1600	0.040		0.060	

表 1-10 钢板模架上、下模座两基面的垂直度公差 (单位：mm)

基本尺寸	垂直度偏差
>63~100	0.030
>100~160	0.040
>160~250	0.050
>250~400	0.060
>400~630	0.080
>630~1000	0.100

表 1-11 模架模座上、下两平面的平行度公差 (单位：mm)

基本尺寸	模架精度等级			
	0I级	I级	0II级	II级
	平行度公差			
>63~100	0.005		0.010	
>100~160	0.006		0.012	
>160~250	0.008		0.016	
>250~400	0.010		0.020	
>400~630	0.012		0.025	
>630~1000	0.015		0.030	
>1000~1600	0.020		0.040	

(mm : 单位)

表 1-12 导柱轴线对下模座下平面的垂直度公差

(单位: mm)

被测尺寸	模架精度等级	
	0 I 级	I 级
	0 II 级	II 级
	垂直度偏差	
> 40 ~ 63	0.008	0.012
> 63 ~ 100	0.010	0.015
> 100 ~ 160	0.012	0.020
> 160 ~ 250	0.025	0.040

4) 冲件批量与模具精度。冲件批量也是确定模具精度等级的重要依据,同时还会影响模具结构。如为保证模具寿命和性能,使与冲件批量生产相适应,从而采用完全互换性的拼块结构的凸、凹模。这些拼合件的精度比一般模具的精度要高一个数量级,见表 1-13。

表 1-13 精密冲模的寿命与精度

(单位: mm)

模 具	级 进 冲 模				精 密 冲 模		
	寿命/万次	材料	拼合件精度	步距精度	寿命/万次	材料	凸、凹模精度
电动机定转子硅钢片冲模	10000	硬质合金	0.002 ~ 0.0005	0.002 ~ 0.005	60 ~ 300	Cr12MolV1 (D2)	0.008 ~ 0.012
E 形片冲模	20000		0.010 ~ 0.005	0.005			

(3) 塑料注射模制造精度

1) 塑件精度的影响。塑件尺寸精度和塑件材料性能(如塑料收缩率等)是塑料注射模型芯和型腔型面尺寸与公差的主要依据。塑件尺寸公差见表 1-14。塑料注射模型芯和型腔的设计与制造公差一般为塑件尺寸公差的 1/4。

表 1-14 塑件尺寸公差

(单位: mm)

基本尺寸	使用范围	热固性和热塑性塑料 中收缩范围小的塑件			热塑性塑料中收 缩范围大的塑件		
		精密级	中级	自由尺寸级	精密级	中级	自由尺寸级
< 6		0.06	0.10	0.20	0.08	0.14	0.24
6 ~ 10		0.08	0.16	0.30	0.12	0.20	0.34
10 ~ 18		0.10	0.20	0.40	0.16	0.26	0.44
18 ~ 30		0.16	0.30	0.50	0.24	0.38	0.60
30 ~ 50		0.24	0.40	0.70	0.36	0.56	0.80
50 ~ 80		0.36	0.60	0.90	0.52	0.70	1.20
80 ~ 120		0.50	0.80	1.20	0.70	1.00	1.60
120 ~ 180		0.64	1.00	1.60	0.90	1.30	2.00
180 ~ 260		0.84	1.30	2.10	1.20	1.80	2.60
260 ~ 360		1.20	1.80	2.70	1.60	2.40	3.60
360 ~ 500		1.60	2.40	3.40	2.20	3.20	4.80
> 500		2.40	2.60	4.80	3.40	4.50	5.40

2) 塑料注射模精度等级

根据 GB/T 12556—2006 标准,塑料注射模精度等级共分为 I 级(合格)、II 级、III 级(优等),其分级指标见表 1-15。

表 1-15 塑料注射模分级指标

(单位: mm)

检查项目	主尺寸/mm		精度等级		
			I	II	III
			公差等级		
定模座板上平面对动模座板下平面的平行度	周界尺寸	≤400	5	6	7
		>400~900	6	7	8
模板导柱孔的垂直度	模板厚度	≤200	4	5	6

① 模架主分型闭合面贴合同隙值

I级: 0.020mm。

II级: 0.030mm。

III级: 0.040mm。

② 模架主要模板组装后基准面移位偏差值

I级: 0.020mm。

II级: 0.040mm。

III级: 0.060mm。

塑料注射模成型部位尺寸公差与脱模斜度, 见表 1-16 ~ 表 1-18。

表 1-16 成型部位转接圆弧未注公差尺寸极限偏差

(单位: mm)

基本尺寸		≤6	>6~18	>18~30	>30~120	>120
凸圆弧	极限偏差	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		-0.15	-0.20	-0.30	-0.45	-0.60
+0.15		+0.20	+0.30	+0.45	+0.60	
0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	
凹圆弧						

表 1-17 成型部位未注角度和锥度公差

锥度母线或角度短边长/mm	≤6	>6~18	>18~50	>50~120	>120
极限偏差	±1°	±30'	±20'	±10'	±5'

表 1-18 成型部位单边脱模斜度

脱模高度/mm	≥6	>6	>10	>18	>30	>50	>80	>120	>180
		~10	~18	~30	~50	~80	~120	~180	~250
自润性塑料, 如聚缩醛聚酰胺	1°45'	1°30'	1°15'	1°	45'	30'	20'	15'	10'
软质塑料, 如聚乙烯、聚丙烯	2°	1°45'	1°30'	1°15'	1°	45'	30'	20'	15'
硬质塑料, 如聚苯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物、聚碳酸酯、注射型酚醛塑料	2°30'	2°15'	2°	1°45'	1°30'	1°15'	1°	45'	30'

(4) 压铸模制造精度

1) 压铸件精度的影响。压铸模主要用于在较高温度或高温条件下, 使液态有色、黑色