

教育部职业教育与成人教育司推荐教材
模具专业教学用书

模 具 制 造 技 术

教育部机械职业教育教学指导委员会 组编
中国机械工业教育协会

主 编 甄瑞麟
副主编 杨善义
参 编 王增春 张永军
何 晶 吴家安
主 审 胡占军



机 械 工 业 出 版 社

本书是五年制（或三年制）高等职业技术教育模具专业教材，也可供模具设计、制造的技术人员参考。

模具制造技术 靳瑞麟主编 北京：机械工业出版社，2006
教育部职业教育与成人教育司推荐教材 模具专业教学用书

中国版本图书馆 悦享数据核字 (圆) 豫 第 圆 圆 圆 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 8 号) 邮政编码 100037

策划编辑：汪光灿 责任编辑：汪光灿 徐 进

版式设计：冉晓华 责任校对：申春香

封面设计：姚 毅 责任印制：

印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

圆缘年 远月第 员版·第 员次印刷

苑 皂 伊 皂 $\frac{1}{16}$ · 圆 印 张 · 源 千 字

定价： 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 88379636

封面无防伪标均为盗版

机电类高等职业技术教育教材建设 领导小组人员名单

顾问：郝广发

组长：杨黎明

成员：刘亚琴 李超群 惠新才 王世刚
 姜立增 李向东 刘大康 鲍风雨
 储克森 薛 涛

模具设计与制造专业教材编审委员会

刘大康	戴 勇	刘 航	虞学军	武友德
甄瑞麟	胡占军	夏江梅	史铁梁	范建蓓
彭 雁	徐政坤	张 华	殷 铖	窦君英
杨善义	赵国增	夏 晔	汪光灿	

前 言

本书是根据全国机械职业教育模具设计与制造专业教学指导委员会会议精神以及机械教育发展中心北京“机电类高职专业教学计划及教材编写工作会议”上所审定的《模具制造技术》教材编写大纲编写的。

本书在编写中根据高等职业教育的特点以及模具设计与制造专业的培养目标和教学要求，力求突出适用性和适度性，以体现高等职业教育特色和行业教育特色。本书以培养模具专业学生能尽快适应实际工作为出发点，本着专业知识够用为度，重点培养从事实际工作的基本能力和基本技能的指导思想，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。从企业对人才要求的角度，将课堂教学、现场教学及实训融为一体，以全新的课程体系献给高职高专模具专业的教改。

本教材学时（总学时为 200 学时）分配见下表：

章次	总学时		
	讲授	实训	合计
第一章	圆		圆
第二章	远		远
第三章	愿	愿	愿远
第四章	愿	愿	愿远
第五章	远	源	愿远
第六章	愿	远	愿源
第七章	愿	远	愿源
第八章	源	源	愿
机动	源		源
总计	愿源	猿远	200

本书由陕西国防工业职业技术学院甄瑞麟任主编，安徽机电职业技术学院杨善义任副主编，全书由河北机电职业技术学院胡占军主审。本书编写分工如下：第一章、第二章、第四章、第六章由陕西国防工业职业技术学院甄瑞麟编写；第七章由安徽机电职业技术学院杨善义编写；第三章由河北机电职业技术学院王增春编写；第五章由陕西国防工业职业技术学院张永军编写；第八章由辽宁机电职业技术学院何晶与贵州省机械工业学校吴家安（编写第四节的实例）共同编写。全书由甄瑞麟统稿。参加审稿的还有太原理工大学长治学院郭伟、张家界航空工业职业技术学院徐政坤等。

本书在编审过程中得到许多单位和个人的大力支持，谨此致谢！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谢意！

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。

目 录

前言		第五节 其他光整加工	158
第一章 概论	1	复习思考题	158
第一节 本课程的性质、任务和 要求	1	第六章 模具零件加工工艺分析	159
第二节 模具制造技术的发展	1	第一节 冷冲模主要零件加工工艺 分析	159
第二章 模具制造技术综述	2	第二节 锤锻模主要零件加工工艺 分析	160
第一节 模具的生产过程	2	第三节 压铸模主要零件加工工艺 分析	161
第二节 模具制造的基本要求 与特点	2	第四节 注塑模主要零件加工工艺 分析	162
第三节 模具制造的流程	2	复习思考题	162
复习思考题	2	第七章 模具装配技术	163
第三章 模具零件机械加工及其他 成形方法	3	第一节 概述	163
第一节 机械加工	3	第二节 装配尺寸链	164
第二节 零件的配作	3	第三节 装配方法及应用范围	164
第三节 模具零件成形磨削	3	第四节 模具零件的固定方法	165
第四节 模具零件的精密加工	3	第五节 间隙控制方法	165
第五节 模具零件的数控加工	3	第六节 模架装配	166
第六节 模具零件的其他成形方法	3	第七节 冷冲模的装配、试模	166
复习思考题	3	第八节 塑料模的装配、试模	167
第四章 模具零件的特种加工	4	第九节 压铸模装配	167
第一节 电火花成形加工	4	复习思考题	167
第二节 电火花线切割加工	4	第八章 模具管理与检测	168
第三节 电化学加工	4	第一节 模具标准化	168
复习思考题	4	第二节 模具生产技术管理	168
第五章 光整加工	5	第三节 模具的保管和维护	169
第一节 概述	5	第四节 模具测量	169
第二节 手工研磨及抛光	5	复习思考题	169
第三节 超声波抛光	5	参考文献	169
第四节 电解修磨抛光	5		

第一章 概 论

学习目的与重点

本章介绍了模具制造技术的性质、任务、要求及模具制造技术的发展，其目的是为激发学生学习本课程的积极性，对本课程在本专业中的重要性有所了解。其重点为：了解本课程的性质、任务。

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，学生应已修完“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多全，精度定得多高，我们仍然不可说这是一副好的模具，因为所设计的模具未必是合理的，不仅工艺性和经济性很差，甚至无法加工。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、激光加工以及成形磨削、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的学习，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 模具制造技术的发展

一、模具工业在现代化生产中的作用及地位

模具是现代生产中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形。例如，冲压件和锻件是通过冲压或锻造的方式使金属材料在模具内发生塑性变形而获得的；金属压铸件、粉末冶金零件以及塑料、陶瓷、橡胶、玻璃等非金属制品绝大多数也是用模具成形的。由于模具成形具有优质、高产、省料和成本低等特点，所以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极其广泛的应用。例如汽车工业，一个车型的轿车，共需

源万多套模具，价值 圆-猿亿元。在各种类型的汽车中，平均一个车型需要冲压模具 圆套，其中，大中型覆盖件模达 猿套。预计在 圆-圆年期间，我国平均每年有 圆个当量车型（含新车型和更新改装型）投入生产。据国际生产协会预测，到 圆年，产品零件粗加工的 愿和精加工的 远将由模具直接成形。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。因此模具工业已成为国民经济的基础工业。据统计，在 圆年商品模具已占模具总量的 员左右，在工业发达国家，商品模具已占模具总量的 愿以上。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，现在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、质量的要求越来越高。为了满足人们的这种要求，各工业发达国家都十分重视模具技术的开发，在模具行业重点投资，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的发展和质量的提高，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”，在罗马尼亚被视为“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、我国模具技术的发展历史

我国的模具工业发展到今天经历了一个艰辛的历程。

解放前，由于我国工业基础薄弱，模具使用得很少，即使使用，模具也都是由个体的模具作坊制作的。这些模具大多结构简单，精度也很低，而就模具的形式而言，多为冲压模。抗日战争时期，当时的国营机械、电工、仪器等工厂和上海、天津等大城市的一些私人经营的五金企业制造了一些模具。制造方法多为由有经验的老钳工带领徒工采用圆剪机或外圆冲模落料而成，制作过程全靠钳工修研来保证质量。没有设计图和工艺资料，而模具的品种只限于冲裁模、拉深模和弯曲模。当时的模具工业是无从谈起的。

解放后，由于经济复苏的需要，特别是由于东北地区担负着电机、电器、仪表、变压器等产品的生产任务，在政府的组织下开始发展模具工业。当时虽然缺乏先进的技术和精良的设备，但工程技术人员的积极性很高，干劲很足，取得了明显的成果，冲模的结构由单工序模向复合模发展，模具制造技术由手工加工发展到采用成形磨削，在加工精度和加工效率上都有了很大的提高。

员年，苏联援助我国建设的 员个重点项目确定下来，苏联和东欧社会主义国家的模具技术和设备开始输入我国，这对我国模具工业的发展起到了促进作用，对以后模具技术人才的培养、工艺技术的发展和关键加工设备的使用都有很大帮助。在此情况下，成形磨削开始取代大部分手工加工操作，热处理变形基本上得到了控制，模具制造精度和表面粗糙度有了很大的提高，模具制造周期也大为缩短。随后于 员年和 员年，分别在天津和北京建立了我国首批专业模具厂。

从 员年开始，上海、广州、沈阳、武汉、南京等地也相继建立了一批专业模具厂，这些模具厂虽然设备条件较差、技术力量比较薄弱，但仍不愧为模具工业上的一支新生力量。在模具结构方面，复合模得到了进一步完善，并开始生产高效率的级进模和高寿命的硬

质合金模；塑料成形模则由热固性塑料模发展到热塑性注射模，并开始由单腔模结构发展至一模多腔的结构；压铸模也已扩大到铜合金铸件生产用模具，还研制了解析式组合冲模。在模具制造方面，除了研制成形磨削夹具外，还研制了专用成形磨床；电火花加工技术也被应用于模具零件加工；同时还自行研制了电火花线切割机床用于模具零件加工。此外还研制了用于型腔模加工的型腔冷挤压工艺与装备，同时还诞生了我国第一个模具标准：冷冲模零件标准与典型结构标准。

自 1956 年以来，由于机械、电子、轻工、仪表、交通等工业的蓬勃发展，对模具的数量、质量、供货期等要求愈来愈高，而我国模具工业的现状愈来愈不能适应这一形势的需要。近些年来，国家有关部门对模具工业非常重视，给专业模具厂加大了投资，以供其进行技术改造，并将模具列为“六五”和“七五”规划重点科研攻关项目，还派人员出国学习考察，引进国外先进模具技术，制订有关的模具标准。通过采取一系列措施，使模具工业有了很大发展，并在某些技术方面有所突破。第二汽车制造厂采用新技术和新材料，为日本五十铃厂制造了高质量的大型模具，赢得了良好的国际信誉。1982 年，上海已能制造一模 40 个型腔的大型热固塑料封装模，这种模具要求形位误差小，表面粗糙度值小于 0.05 μm，而近年来家用电器中大型复合塑料成型模具也陆续研制成功；此外还研制成功了平均刃磨寿命达 10 万冲次、毛刺在 0.05 mm 以下的硬质合金级进模，这种六工位转子片生产用模具已接近国际先进水平。同时，还制造出了 6 多个工位的精密级进模及精度和难度都较高的塑料成型模具，并通过消化引进技术，研制微米级精度的多工位级进模和多型腔塑料成型模具。此外，对精冲模、冲裁模和锻模的计算机辅助设计（CAD）和计算机辅助制造（CAM）技术已展开了深入的研究，并取得了可喜的应用成果。在这一时期，模具工业才真正得到了较大的发展，全国模具生产厂达到了 1000 多家，职工约 10 多万人，生产模具约 10 万套，标准模架 10 万余套，这说明我国模具工业已初具规模。

但是，我国模具工业要想在尽可能短的时间内赶上世界工业发达国家的水平，还要付出许多艰辛的努力，主要应从下列几个方面采取措施：

1. 进行专业化、标准化生产

发达国家的经验表明：要加快模具技术的发展，必须要实现专业化和标准化生产。目前，美国模具专业化程度已达 80% 以上，日本为 70% 左右，而我国仅为 50% 左右。

实现模具专业化的前提是模具的标准化。模具零件标准化后可降低成本约 20%。国外发达国家模具标准化率达 80%，我国仅为 50% 左右。只有实现标准化，才有可能采用专用的先进的生产设备和先进的制造技术，才有可能建立高自动化程度的生产线，才有可能采用高精度的、专用的质量检测手段，从而实现高质量、低成本、短生产周期的目的。

2. 采用先进的制造技术

目前，我国模具生产在很大程度上改变了凭手工制造的局面，某些模具厂也采用了一些先进的加工设备和技术，但就整个模具工业来说，模具制造的技术水平仍是落后的，模具的加工精度、表面粗糙度和自动化程度仍不能满足当前微米级精度的要求。因此，应改变模具加工设备以通用的车、铣、刨、磨为主的局面，向高效、自动、精密、专用的方向发展。具体来说：

① 模具毛坯下料方面应发展高速锯床、高速磨床、阳极切割、激光切割等高效设备。

② 粗加工方面应发展高速铣床、高速磨床、强力磨床、万能工具铣床、多用磨床等设备。

源 精加工方面应发展数控电气仿形铣、数控连续轨迹坐标磨床、数控光学曲线磨床、带缩放尺的成型磨床、悦晕悦等低速走丝精密线切割、数控电火花机、镜面电火花机、高精度坐标电火花机、精密小型电解加工、精密双孔镗、数控导柱导套研磨机、数控雕刻机、三坐标测量仪等精密加工设备。

源 在抛光设备中应发展挤压、珩磨、超声抛光、电解抛光、电动机械抛光、液体喷射抛光、化学抛光、复合抛光等先进技术。

缘 在自动化方面应发展各种数控铣床、仿形与数控组合加工铣床、悦晕悦单片机、加工中心、自动线切割、电火花、电解、抛光等复合加工装置（云耘杂）。

远 还应发展相应的检测、加热冷却控制等配套设备及材料。

此外，为了缩短模具制造周期，还应研究和推广各种快速制模和简易制模技术，如超塑成形、冷挤成形、快速电铸成形、易熔合金浇注成形、喷镀成形、聚氨酯成形等，这些工艺均可将制模周期缩短一半以上，降低成本 缘圆像以上，从而使经济效益明显提高。

猿 研制和开发模具用材料

模具材料是影响模具寿命、质量、生产效率和生产成本的重要因素，没有充足的、高质量的、品种系列齐全的模具用材料，模具工业要赶上世界先进水平只能是一句空话。目前，我国模具的平均寿命仅为国外的 员缘到 员裁，其中模具材料与热处理方面的原因占 远缘像以上。可见加大模具材料和热处理方面的研究对于我国模具工业的发展尤为重要。

对于玻璃模、简易模具使用的高耐磨铸铁、稀土球铁、锌合金、锌铝合金、熟石膏、塑料、木材、橡胶等应增加品种并提高性能。

热处理是提高模具钢的强韧性和表面性能、发挥模具钢潜力的有效措施。为了提高模具基体的强度、刚度和韧性，应进一步完善并扩大使用组织预处理、高淬低回、低淬低回、低温快速退火等热处理工艺。为了使模具表面强化及提高模具表面强度、润滑性、耐腐蚀性，则应推广化学热处理（氮化、硫化）、渗金属、化学沉积、电镀、涂层及电火花强化等技术。

源 开发计算机辅助设计和辅助制造（悦晕悦）

随着计算机技术的发展，计算机已应用到国民经济的各个部门，其中也包括模具工业。圆世纪 苑园年代后期，国外已采用模具的计算机辅助设计（悦晕悦）和计算机辅助制造（悦晕悦）技术，这是模具生产全面实现自动化的保证，也是模具生产的重大技术革命。如美国 员苑年开发了级进模的悦晕悦系统 孕悦悦，模具设计由几个月缩短为一天；英国于 员缘缘开发了冲裁模具悦晕悦系统，效率比手工提高十几倍。

我国的模具悦晕悦技术刚刚着手研究开发，主要集中在冲模和锻模两类模具上，而且由于原始数据不足，材料性能、温度、应力等工艺优化计算参数的确定尚缺乏理论依据，因此模具悦晕悦技术的应用还受到一定的限制。要使模具悦晕悦技术尽快得到推广和应用，必须从基础做起，组织专门的技术力量，进行必要的基础理论和试验研究，同时应根据我国的国情，制订模具悦晕悦技术开发的近期规划和长远战略决策。

缘 加强模具技术人才的开发

模具是技术密集型产品，要求设计水平高、加工技术先进，但是这一切都必须要有专门的技术人才去实施，即使在无人操作的生产线或计算机辅助设计的过程中，也需要理论水平与技术水平较高的专业技术人员从事技术准备、过程监察、软件设计等一系列具体的技术工作。

目前,我国模具行业的技术人员占职工人数的 15%左右,模具工人的技术等级平均为 4 级,这是非常低的水平,与模具工业的发展及国民经济对模具工业的要求根本不相称。要大力开发模具技术,将模具工业搞上去,就必须大力开发人才。只有这样,才能在尽可能短的时间内,造就一支有文化、有技术的模具生产队伍。

随着国民经济的不断发展,机械技术与电子技术日趋结合为机电一体化,模具制造工艺技术将跨入程序控制无人操作的时代,计算机和 CAD 技术将被普遍采用,整个模具工业将从过去的技能密集、劳动密集型转变为技术密集、资本密集型的工业。

为了适应模具工业的发展,迎接新时代技术革命,今后将改变“大而全”、“小而全”的生产体制,大力推进专业化生产,在管理体制上实现科学化。在模具方面将朝着高效率、高精度、高寿命的方向发展,以适应制品日趋精密、复杂和成形工艺的高速化、自动化、精密化的要求;在模具加工设备方面将着重研制和开发高效、高精度、大型、自动化的关键设备。此外,健全和完善模具的有关标准,并大力推广和实施这些标准;建立保质、保量、供应及时的模具标准件商品化供应渠道;加强智力开发和人才培养,狠抓模具的基础理论研究和关键的技术开发……,使整个模具工业在范围和素质上获得更大的发展。

三、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,工业产品的品种日益增多、产品更新换代速度加快,市场竞争日趋激烈。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,促使模具制造技术的发展出现以下趋势。

(一) 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,德国西门子公司生产的 800 型超高速加工中心的切削进给速度为 1000mm/min,主轴转速为 10000r/min,瑞士 ABB 公司生产的 400 立式精密坐标镗床主轴转速为 10000r/min,日本森铁工厂生产的 800 型立式加工中心的转速达 10000r/min。另外,毛坯下料设备也出现了高速锯床、阳极切割和激光切割等高速高效率的加工设备。

(二) 成形表面的加工向精密、自动化发展 成形表面的精加工向数控、数显和计算机控制等方向发展,使模具加工设备的精度水平不断提高。推广应用数控电火花成形加工设备、连续轨迹计算机控制坐标磨床、配有修整装备和精密测量装置的成形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。

(三) 光整加工技术向自动化发展 当前,模具成形表面的研磨、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、带有磨料磨损自动补偿装置的光整加工设备,它可以对复杂型面的三维曲面进行光整加工,并可在模具加工上使用,这将大大提高光整加工的质量和效率。

(四) 快速成形加工模具技术 快速成形制造技术是 20 世纪 80 年代以来制造技术的又一重大突破,它对模具制造具有重大的影响。特别适用于多品种、少批量用模具。由于目前,多品种、小批量生产方式占工业生产的 70%左右,因此快速成形制模技术必将有极大的发展前途。

(五) 模具 CAD/CAE 技术将有更快的发展 模具 CAD/CAE 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/CAE 技术的应用是历史发展的必然趋势。

第二章 模具制造技术综述

学习目的与重点

本章完整而简要地介绍了模具制造的全过程（即模具合同的签订—模具设计—零件加工—装配—试模—管理）。其目的是想给初学者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 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。在今天，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，按照 ~~国家标准~~ 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）、拉丝模等等。每种模具的结构、要求和用途各不相同，有各自特定的生产过程，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；材料准备；模具零、组件的加工；装配试模和试用鉴定五个阶段。它们的关系和内容如图 ~~图2-1~~ 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。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需的，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

模具零件加工工艺规程的常用格式如表 9-1 所示，对于一般模具，模具装配工艺规程只编制装配要点、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

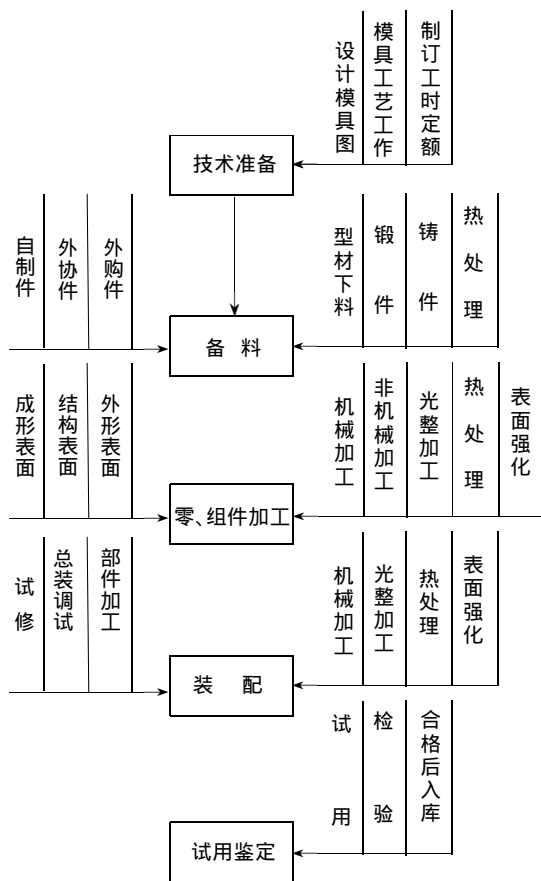


图 9-1 模具的生产过程示意图

愿

制较详细的装配工艺规程。

表 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。
- (员 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。
- (圆 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。
- (獭 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。
- (源 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。

第二节 模具制造的基本要求与特点

- 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：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。
- 兕模具制造中的“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：
- 员 模具是精密成形工具，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 圆级或以上。

圆 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、相联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，将涉及构成模具的每个零部件的精度与表面质量，见图 圆圆

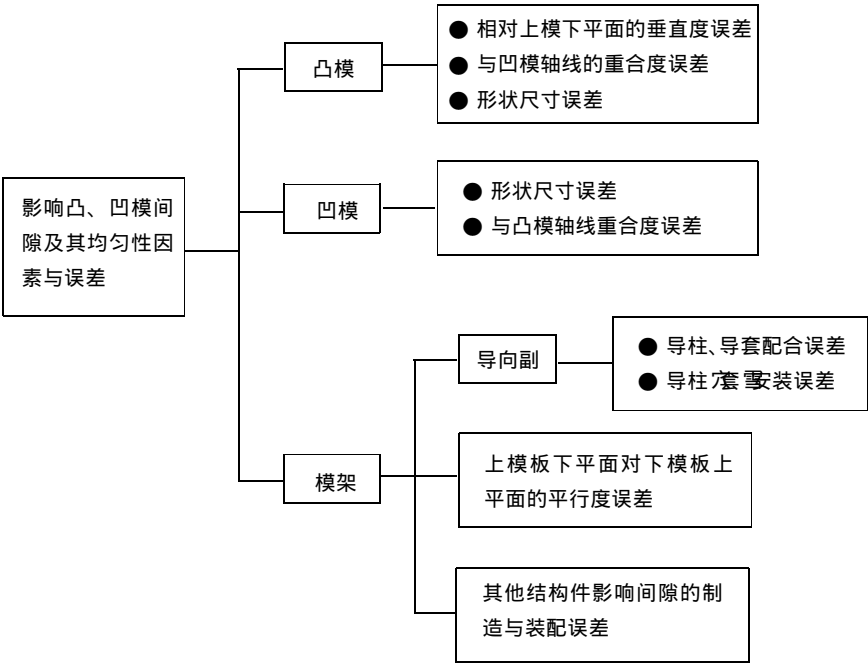


图 圆圆 影响间隙均匀性的因素

由图可见，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。

圆 模具是单件生产的专用产品

这必要求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控制之中，并且始终要贯彻质量第一、用户第一的思维方式和服务理念。

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。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：

(员) 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 圆- 源级；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。

(圆 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。

(獭 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%~15%，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。

(源 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. 模具成形件尺寸精度

(1) 模具成形件 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，其成形件的尺寸精度见表 1-1

表 1-1 模具成形件的尺寸精度

模具类别	尺寸精度 等级	模具类别	尺寸精度 等级
冲模	大型 1~2级 小型 3~4级	塑料注射模	1~2级
拉深模	3~4级	玻璃模	1~2级
精锻模	1~2级	粉末冶金模	3~4级
压铸模	1~2级	陶瓷模	3~4级

(2) 冲模制造精度

(a) 冲件尺寸精度。它是进行模具设计、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 1-2 表 1-3

表 1-2 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			
		约 1mm	1~3mm	3~10mm	10~100mm
经济级	约 1mm	±0.05 ±0.06	±0.08 ±0.09	±0.10 ±0.12	±0.15 ±0.20
	1~3mm	±0.08 ±0.10	±0.12 ±0.15	±0.15 ±0.20	±0.25 ±0.30
	3~10mm	±0.10 ±0.12	±0.15 ±0.20	±0.20 ±0.25	±0.30 ±0.40
	10~100mm	±0.15 ±0.20	±0.20 ±0.25	±0.25 ±0.30	±0.40 ±0.50

(续)

精度等级	零件尺寸	材 料 厚 度			
		约员	员~ 圆	跃圆~ 源	跃原~ 远
精度级	约员圆	$\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$ $\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$	$\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$ $\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$	$\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$ $\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$	$\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$ $\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$
	员缘~ 缘圆	$\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$ $\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$	$\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$ $\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$	$\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$ $\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$	$\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$ $\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$
	跃缘圆~ 员圆圆	$\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$ $\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$	$\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$ $\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$	$\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$ $\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$	$\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$ $\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$
	跃员圆圆~ 猿圆圆	$\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$	$\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$	$\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$	$\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$

注：表中分子为外形公差值，分母为内孔公差值。

表 圆源 孔距公差 (单位：皂皂)

精度等级	孔距尺寸	材 料 厚 度			
		约员	员~ 圆	圆~ 源	源~ 远
经济级	约缘	依圆圆圆	依圆圆圆	依圆圆远	依圆圆圆
	缘圆~ 员圆圆	依圆圆缘	依圆圆圆	依圆圆缘	依圆圆圆
	跃员圆圆~ 猿圆圆	依圆圆圆	依圆圆圆	依圆圆缘	依圆圆圆
精密级	约缘	依圆圆圆	依圆圆圆	依圆圆圆	依圆圆圆
	缘圆~ 员圆圆	依圆圆圆	依圆圆圆	依圆圆圆	依圆圆缘
	跃员圆圆~ 猿圆圆	依圆圆圆	依圆圆缘	依圆圆远	依圆圆圆

表 圆缘 任意冲件允许的毛刺高度 (单位：μ皂)

冲件材料厚度 皂皂	材料抗拉强度 $\sigma_{\text{通}} \frac{\text{兆帕}}{\text{兆帕}}$											
	约圆圆			圆圆~ 源圆			源圆~ 远圆			跃远圆和硅钢		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
$\leq \frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$	员圆	苑圆	缘圆	苑圆	缘圆	源圆	缘圆	源圆	猿圆	猿圆	圆圆	圆圆
$\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$ ~ $\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$	员圆	员圆	愿圆	员圆	苑圆	缘圆	苑圆	缘圆	源圆	源圆	猿圆	圆圆
$\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$ 缘~ $\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$ 缘	圆圆	员圆	员圆	员圆	员圆	怨圆	员圆	苑圆	缘圆	缘圆	源圆	猿圆
员~ 员圆缘	猿圆	圆圆	员圆	圆圆	员圆	员圆	员圆	员圆	苑圆	愿圆	远圆	源圆
员圆远~ 圆圆源	缘圆	猿圆	圆圆	猿圆	圆圆	员圆	圆圆	员圆	员圆	员圆	怨圆	远圆
圆圆缘~ 猿圆愿	苑圆	缘圆	猿圆	缘圆	猿圆	圆圆	源圆	猿圆	圆圆	员圆	员圆	怨圆
源~ 远	员圆圆	怨圆	远圆	苑圆	缘圆	猿圆	源圆	猿圆	圆圆	圆圆	员圆	员圆
远圆缘~ 员圆圆	员圆圆	员圆圆	怨圆	员圆圆	苑圆	缘圆	远圆	源圆	猿圆	猿圆	圆圆	员圆

注：I、II、III为冲模精度等级。

表 圆远 弯曲件、拉深件公差等级

材料厚度 皂皂	经济级			精密级		
	粤	月	悦	粤	月	悦
$\leq \frac{圆}{圆}$	$\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$ 袁	$\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$ 缘	$\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$ 远	$\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$ 员	$\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$ 袁	$\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$ 袁
员~ 源	$\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$ 源	$\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$ 远	$\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$ 苑	$\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$ 圆	$\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$ 袁~ 员源	$\frac{圆}{圆}\frac{圆}{圆}$ 袁~ 员源

注：表中 粤 月 悦表示基本尺寸的部位与三种不同类别的公差等级。粤部位尺寸公差与模具尺寸公差有关。月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。悦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 圆苑 弯曲件角度公差

弯角短边尺寸 越皂	跃员~ 远	跃远~ 员园	跃员园~ 圆缘	跃圆缘~ 远猿	跃远猿~ 员园园	跃员园园~ 源园园
经济级	依员圆乙 猿般	依员圆乙 圆般	依圆乙 圆般	依圆乙 圆般	依圆乙 圆般	依圆乙 猿般
精密级	依般	依般	依圆乙	依圆乙	依圆乙	依圆乙

注：为达到精密级角度公差，需采用校正工序。

圆 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（△）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（△）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

δ 越 K（△ 依 △ 乙） （圆园）

式中 △ 乙——间隙值允许变动量；

△——单边冲裁间隙值。参见指导性文件 允许在圆员~ 员圆乙 匀许在圆员~ 员圆乙 《板料冲裁间隙》；常用经验公式为：△ 越圆近 员圆乙（板厚）；

K——导柱外径，与导柱、导套配合长的比值。

例：设板厚（贼）为 圆缘皂，间隙值（△）的允许变动量为其 猿般；导柱外径为 φ圆皂；导柱与导套的配合长度（蕴）为 远皂，求导向副中导套与导柱之间的允许配合精度。

根据式（圆园）

△ 越圆缘伊圆缘皂越圆缘皂

则允许的间隙均匀性

△ 乙 越圆缘伊圆缘皂越圆缘皂
运越圆缘皂越圆缘皂

其中

δ 越圆缘范（圆缘皂 依圆缘皂）
越垣圆缘皂，原圆缘皂

可见，其公差值为 圆缘皂，基本上符合标准规定的要求。

猿 冲模标准零、部件精度。

① 凸、凹模精度要求。根据 允许在圆员~ 员圆乙 《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 圆愿

表 圆愿 凸模垂直度公差等级

间隙值 越皂	垂直度公差等级	
	单凸模	多凸模
薄料、无间隙（≤ 圆缘）	缘	远
跃圆缘~ 圆远	远	苑
跃圆远~ 远	苑	愿

② 冲模模架精度。根据 允许在圆员~ 员圆乙 《冲模模架技术条件》和 允许在圆员~ 员圆乙 《冲模模架精度检查》标准规定，其模架精度等级划分为：