



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

模具制造技术

(模具设计与制造专业)

主编 柳燕君 杨善义



高等教育出版社

内容简介

本书是中等职业教育国家规划教材，是根据教育部 2001 年颁发的中等职业学校模具设计与制造专业教学指导方案，并参照有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准编写的。

本书主要内容包括模具零件的机械加工、模具零件的电加工、特种加工、模具装配和模具实训等。

本书可作为中等职业学校模具设计与制造专业教材，也可作为相关行业岗位培训教材或自学用书。

图书在版编目（CIP）数据

模具制造技术/柳燕君，杨善义主编. —北京：高等教育出版社，2002.4（2007 重印）

ISBN 978 - 7 - 04 - 010274 - 1

I . 模… II . ①柳…②杨… III . 模具 - 制造 - 高等学校 - 教材 IV . TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2001）第 088990 号

责任编辑	张春英	封面设计	王 睢	责任绘图	李维平
版式设计	马静如	责任校对	胡晓琪	责任印制	宋克学

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010 - 58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京地质印刷厂

开 本 787 × 1092 1/16
印 张 11.75
字 数 280 000

购书热线 010 - 58581118
免费咨询 800 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2002 年 4 月第 1 版
印 次 2007 年 3 月第 13 次印刷
定 价 14.40 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 10274 - 00

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成〔2001〕1 号）的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从 2001 年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲（课程教学基本要求）编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为学校选用教材提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的学校的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

二〇〇一年十月

前 言

本书是根据 2001 年教育部颁发的中等职业学校模具设计与制造专业主干课程“模具制造技术”教学基本要求编写的，是中等职业教育国家规划教材。

本教材的教学目标是：培养学生掌握模具零件加工方法及模具装配的基本知识，了解现代模具技术的发展动向，初步形成应用现代模具制造技术解决生产实际问题的能力。

本教材有如下特点：

1. 在编写中力求体现当前中等职业教育改革精神，注意培养学生的创新能力、创业能力和实践能力，在内容安排上按照教学基本要求，既适合 3 年制，也适合 4 年制使用，同时适合不同设备条件的学校使用。

2. 总体结构体现了学生学习规律，把模具制造技术知识的学习过程分为五个阶段，即模具零件的机械加工、模具零件的电加工、特种加工、模具装配和模具实训等。

3. 按生产现场实际，采用模块方式编写。通过结合实际应用举例，引导学生学习模具制造的有关知识，可使学生具备处理模具制造工艺技术问题的能力。

4. 采用目标教学法，使每一个单元都达到一定的目标。通过实践教学，使学生具备模具制造典型加工、操作典型模具制造设备及工装的能力。

5. 缩减了同类教材中关于机械加工工艺规程制订章节中有关不适应现代模具制造技术的内容，增加了模具制造技术中的新工艺、新方法和新技术。

6. 力求文字表述通俗易懂、简明扼要、图文对照，以便于教学和自学。

7. 前四章每章后均附有思考题，以供学生复习、巩固、提高之用。

8. 按最新的国家标准及行业标准规定的要求编写。

本教材学时（总学时为 60~80 学时）分配见下表：

章 次	总 学 时		
	讲 授	实 训	合 计
第一章	20 (21*)	4	24 (25*)
第二章	11		11
第三章	(17*)		(17*)
第四章	13		13
第五章		8	8
机动	4 (6*)		4 (6*)
总计	48 (68*)	12	60 (80*)

注：本表为 3 年制教学学时数，表中带 * 号的为四年制教学学时数。

本书主编柳燕君为本书的策划、编排、调研做了大量工作。本书的绪论和第一章由主编杨善义编写，第二章的第二节、第五章由段贤勇编写，第二章的第一节、第三章的第一、二、三

节由张景黎编写，第三章的第四、五、六、七节由傅宏生编写，第四章由陈德全编写。全书由杨善义统稿，张景黎协助统稿。

本书通过全国中等职业教育教材审定委员会的审定，由天津大学机械工程学院李双义教授担任责任主审，天津大学机械工程学院李印玺副教授、宋力宏副教授审稿。他们对本书给予充分肯定。一致认为，本书突出了职业教育特色，将学历教育与职业资格培训相结合，具有较强的职业导向性；内容先进，深浅适中，通俗易懂，编排合理，使用灵活，符合中等职业教育教学及学生心理结构构建规律和学生特点。此外，他们还对书稿提出了很多宝贵意见，在此表示衷心感谢。

限于编者水平，错误之处在所难免，恳请广大读者提出宝贵意见。

编 者

2001年8月

目 录

绪论	(1)
第一章 模具零件的机械加工	(4)
第一节 模架组成零件的加工	(4)
第二节 冲裁模凸模的加工	(19)
第三节 凹模型孔的加工	(34)
第四节 型腔加工	(42)
第五节 模具工作零件的工艺路线	(54)
思考题	(61)
第二章 模具零件的电加工	(63)
第一节 电火花加工	(63)
第二节 电火花线切割加工	(77)
思考题	(96)
第三章 特种加工	(98)
第一节 超声加工	(98)
第二节 化学及电化学加工	(101)
第三节 电解磨削	(111)
第四节 型腔的挤压成形	(115)
第五节 超塑成形	(123)
第六节 铸造成形加工	(126)
第七节 合成树脂模加工	(132)
思考题	(134)
第四章 模具装配	(135)
第一节 概述	(135)
第二节 冲模的装配	(141)
第三节 塑料模的装配	(156)
思考题	(168)
第五章 模具实训	(170)
第一节 电火花成形加工实训	(170)
第二节 电火花线切割加工实训	(172)
第三节 冲模拆装实训	(175)
第四节 塑料模拆装实训	(176)
参考文献	(178)

绪 论

一、模具技术在国民经济中的地位

模具是现代工业生产的重要装备。利用模具成形技术可以把金属、非金属材料制造成任意几何形状和具有一定尺寸精度的、用途各异的零件和工艺品，而且生产效率极高。由于模具成形技术的优越性，各行各业生产的各种产品都离不开模具。例如以零件总数的百分比来计算：汽车、拖拉机零件的 60%~70%，无线电通讯、机电产品中的 60%~75%；运载工具、钟表、家电、器皿和装饰品的 95% 以上都是通过模具生产出来的。可以说在人类生活中到处都可以看到由模具成形^① 技术生产出来的产品。在国防工业和航空、航天工业生产中，模具成形的零件也占有很大比例，某些特殊材料的模具成形还解决了宇航难题。

模具技术集中了机、电加工的精华，模具制造属于知识和技术密集型行业，模具生产是一种高技术活动。

模具工业发展的状况将直接影响到许多工业的发展，是关系到国计民生的大事，也是衡量一个国家工艺水平的重要标志之一。现代工业品种的发展、产品的更新换代、质量和生产率的提高、成本的降低等都离不开对新模具的需求。

二、模具技术的现状及其发展趋势

我国模具工业从起步到飞跃发展，经历了半个多世纪的历程。近几年来，我国模具技术有了很大发展，模具设计与制造水平有了较大提高，大型、精密、复杂、高效和长寿命模具又上了新台阶。

(1) 大型复杂冲模以汽车覆盖件模具为代表，我国主要汽车模具企业现已能生产部分轿车覆盖件模具。

(2) 体现高水平制造技术的多工位级进模覆盖面大增，已从电机、电器铁心片模具扩大到接插件、电子元器件、汽车零件、空调器散热片等家用电器零件模具上。

(3) 塑料模方面已能生产 48 英寸、50 英寸大屏幕彩电塑壳模具，大容量洗衣机全套塑料模具及汽车保险杠和整体仪表板等塑料模具。塑料模热流道技术更臻成熟，气体辅助注射技术已开始采用。

(4) 压铸模方面已能生产自动扶梯整体梯级压铸模及汽车后桥齿轮箱压铸模等。

(5) 模具质量、模具寿命明显提高，模具制造周期较以前缩短。

(6) 模具的 CAD/CAM 技术得到相当广泛地应用，并开发出了自主知识产权的模具 CAD/CAM 软件，例如：北航海尔公司开发的 CAXA，华中理工大学开发的 HS3.0 系统及 CAE 系统，上海

^① “成形”和“成型”词义相通，本书统一使用“成形”一词。

交通大学开发的冲模 CAD 系统等。

(7) 模具加工机床品种增多，技术水平明显提高。

(8) 快速经济制模技术得到进一步提高，尤其是这一领域的高新技术快速原型制造技术(RPM) 进展很快。

(9) 在模具材料方面，由于对模具寿命的重视，优质模具钢的应用有了较大的进展。

从我国整个模具工业的发展趋势看，虽然经过改革开放 20 年来的努力，缩小了与先进国家之间的差距，但要想在尽可能短的时间内赶上世界工业发达国家水平，还要在以下几个方面做大量艰苦的工作：

1. 新工艺、新模具的研究

在冷冲压加工技术方面，除了一般的成形方法外，又出现了冷、热及温挤压成形，液压成形，强力旋压成形，超塑性成形，爆炸成形以及精密冲裁和高速冲压等加工技术。

型腔模采用的自动开合模和自动顶出机构，在实现全自动生产的同时，还可保证制品能自动从模具上脱落。此外，对一些特殊制品研制了各种特殊结构的模具，如注射模采用热流道结构特点，气体辅助注射模中空吹塑模成形技术采用多层共挤挤出机头。

2. 研制和发展模具专用材料

模具材料是影响模具质量、寿命、生产效率和生产成本的重要方面。我国模具的寿命仅为先进国家的三分之一左右，造成这一差距的主要原因是模具材料和热处理技术的落后。因此，今后应大力加强模具材料和热处理技术的研制和开发。要加速研制新的钢种，建立起符合我国资源情况、满足各行各业需要的模具钢标准系列，大力推广应用效果明显的模具新材料。要大力发展应用模具的强化处理新工艺及表面处理新技术，充分挖掘模具材料的潜力，提高模具材料的使用质量。

3. 大量采用高效自动化模具结构

模具工业所生产的高效率、自动化、大型、精密、高寿命的模具，在整个模具产量中所占的比重将越来越大。如在普通的冲压设备上，一般每分钟可压制几十个制件；若在高速冲压设备上配合以先进的模具，每分钟则可压制几百个甚至上千个制件。

4. 革新模具制造工艺

为缩短模具的生产周期，减少钳工等手工操作的工作量，在模具加工工艺上做了许多改进。特别是复杂曲面型腔的加工，采用了数控镗铣床、数控仿形铣床、精密磨床、加工中心及数控电火花机床和电火花线切割机床。目前国内已可以加工 50 多个工位的级进模，型腔模的加工范围最大可达 $4\text{ m} \times 5\text{ m}$ ，制造精度都在微米级。为适应更新产品的需要，对于多品种、小批生产使用的模具，也已广泛采用快速制模技术。如采用低熔点有色金属合金浇注或喷涂制模的锌合金模具；以铝粉或铁粉填充的环氧树脂及聚氨酯弹性体制模；还有如激光加工组合的三维模具、CNC 光敏材料加工型腔模技术、电铸成形制模及模具加工柔性同步系统等新工艺。

5. 进行专业化、标准化生产

开展模具标准化工作，使模板、导柱等通用零件标准化、商品化，才可能采用先进的生产设备和技 术，实现专业化生产，以保证模具的质量，提高生产率，降低模具制造成本，缩短模具制造周期，提高模具业的整体经济效益。

6. 开发 CAD/CAE/CAM (计算机集成化生产网络技术)

CAD/CAE/CAM 是一项实用性很强的系统技术。采用 CAD 技术, 模具设计师能从繁琐的绘图和计算工作中解放出来, 集中精力从事诸如方案构思和结构优化等创造性的工作。使用 CAE 技术, 可以分析、预测模具结构设计中有关参数的正确性, 尤其对于高温熔融成形的压注模和注射模, 可以改进模具的流道系统、温度调节系统、成形工艺参数, 从而提高模具制品的质量和生产效率。采用 CAM 技术, 使得各种数控机床成为模具加工的主要设备, 模具型腔的几何数据, 可以直接地转换为数控机床的刀具运动轨迹, 形成 NC 代码, 从而大大地提高了型腔和型芯的加工精度和效率。

三、本课程的性质、任务和要求

本课程是模具专业的一门必修的专业课。在学习本课程前, 学生应该已经学完“机械工程基础”、“机械制造工艺与装备”、“模具工程技术基础”等课程, 对模具设计与制造知识已有了初步了解。但是其内容仅局限于传统的机械加工方法, 缺少模具制造新工艺、新技术的专业化知识。通过本课程的学习, 要求学生能达到如下要求:

- (1) 具备根据模具零件正确选择加工方法、工艺装备并制定模具加工工艺规程的初步能力。
- (2) 具备数控加工的一般知识, 初步掌握一种数控机床的程序编制, 操作技能达到中初级水平。
- (3) 初步具备模具的装配技能, 会装配中等复杂程度的冲模、塑料模。
- (4) 初步具备运用所学模具制造技术的基本知识, 处理生产实践中一般工艺技术问题的能力。

本门课程的理论性和实践性很强, 涉及的知识面广。因此, 学生在学习本课程时, 除重视理论学习之外, 还要重视实训、实习, 注意理论与实践的结合, 尽可能参观一些模具制造厂家, 向具有丰富实际经验的工程技术人员学习, 增加感性认识, 以便于更好地学好本门课程。

第一章 模具零件的机械加工

机械加工方法是制造模具零件的主要加工方法，即将原材料在普通切削机床、精密机床、仿形机床、数控机床上按图样要求加工成所需的模具零件。

第一节 模架组成零件的加工

模架由导向装置与支承零件组成，其主要作用是把模具的其他零件连接起来，并保证模具的工作部分在工作时具有正确的相对位置。

图 1-1 和图 1-2 分别是冲模模架和塑料模模架的常见结构。尽管这些模架的结构各不相同，但它们的支承零件如模座、垫板、固定板都是平板零件，在工艺上主要都需进行平面及孔系加工。模架中导向装置的导套和导柱都是机械加工中常见的套类和轴类零件，都需进行内、外圆柱表面的加工。下面以冲模模架为例介绍模架组成零件的加工工艺。

一、上下模座的加工

按导柱在模座中的位置和数量，模架可分为对角、中间、后侧、四导柱模架；按导柱导向的方式，模架可分为滑动、滚动、可卸导柱模架。模座的主要作用是用来安装导柱、导套，连接上下模固定板零件，其结构、尺寸已标准化。图 1-3 为标准对角导柱模架的上下模座，模座材料一般多采用铸铁或铸钢。

(一) 模座的技术要求

模座在机械加工后，应满足如下技术要求：

- (1) 模座的上下平面应保持平行，不同尺寸模座的平行度公差要求见表 1-1。
- (2) 模座上的导柱、导套孔必须与基准面垂直，其垂直度公差见表 1-2。
- (3) 模座上的未注公差尺寸按 IT14 级精度加工。
- (4) 模座上下工作面精磨后的表面粗糙度值 Ra 为 $1.6 \sim 0.4 \mu m$ ，其余面的 Ra 为 $6.3 \sim 3.2 \mu m$ ；四周非安装面可按非加工表面处理。

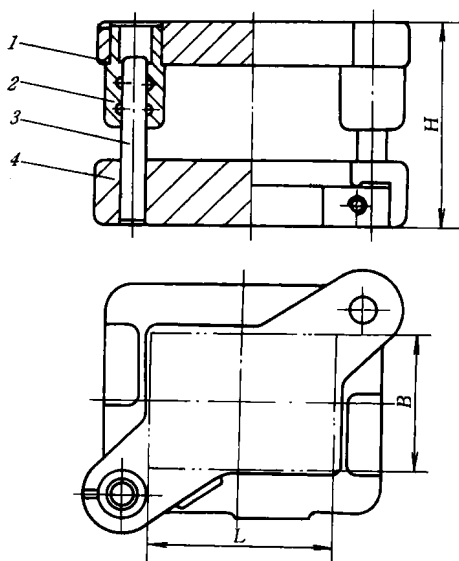


图 1-1 冲模模架

1—上模座；2—导套；3—导柱；4—下模座

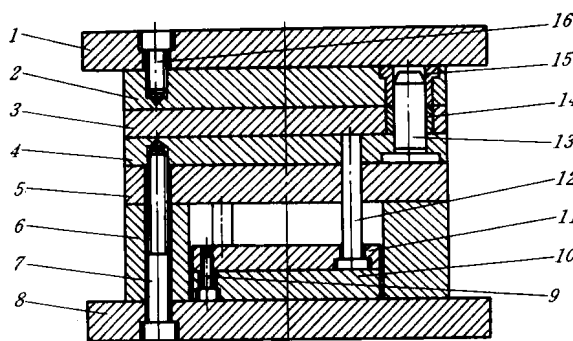


图 1-2 塑料模模架

1—定模座板；2—定模板；3—顶板；4—动模板；5—垫板；6—垫块；
7—内六角螺钉；8—动模座板；9—内六角螺钉；10—顶板；11—顶杆固定板；
12—复位杆；13—阶梯导柱；14—直导套；15—阶梯导套；16—内六角螺钉

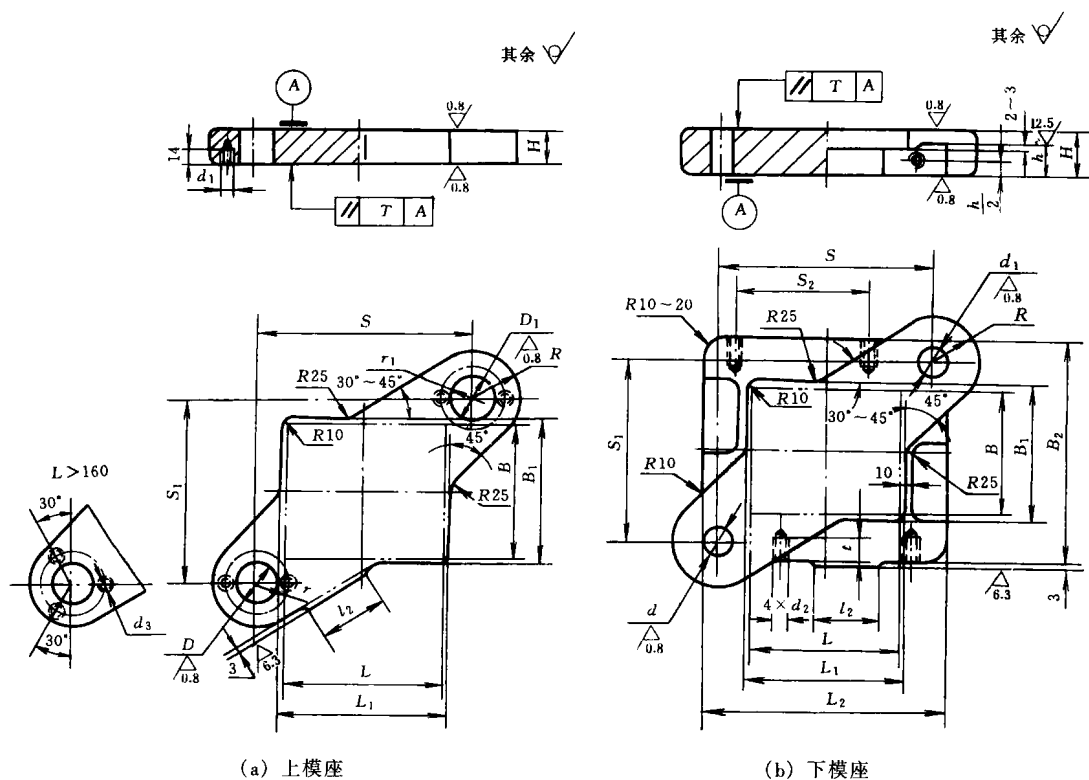


图 1-3 冲模模座

(二) 模座的加工原则

模座的加工主要是平面加工和孔系加工。在加工过程中为了保证技术要求和加工方便，一般应遵循先面后孔的加工原则，即先加工平面，然后再以平面定位加工孔系。模座的毛坯经过刨削或铣削加工后，再对平面进行磨削，这样可以提高模座平面的平面度和上下平面的平行

表 1-1 模座上下平面的平行度公差

mm

基本尺寸	模架精度等级	
	0 I、I 级	0 II、II 级
	平行度	
> 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

注：1. 滚动导向模架的模座采用 0 I、I 级。
 2. 其他模座和板的平行度误差采用公差等级 0 II、II 级。

表 1-2 模座上的导柱、导套孔与平面的垂直度

mm

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

度，同时容易保证孔轴线与模座上下平面的垂直度要求。

上下模座孔可根据加工要求和工厂的生产条件，在镗床、铣床或摇臂钻等机床上采用坐标法或利用引导装置进行加工。生产批量较大时可以在专用镗床上进行加工。为了使导柱、导套的孔中心距尺寸一致，在镗孔时经常将上下模座重叠在一起，一次装夹同时镗出导柱和导套的安装孔。

（三）模座的加工工艺过程

模座通常都用铸铁或铸钢作毛坯，其工艺过程如下：

- （1）铸造 铸造后的毛坯应留有适当的切削加工余量，并不允许有夹渣、裂纹和过大的缩孔、过烧现象。
- （2）热处理 进行退火处理消除内应力，以利于后续工序的切削加工。
- （3）钳工划线 根据模座的尺寸要求进行划线。
- （4）铣（或刨）削 铣（或刨）削上、下平面，上下各留单面磨削余量 0.15 ~ 0.20 mm。
- （5）钻削 钻导套、导柱孔，各孔留镗孔余量 2 mm。
- （6）刨削 刨削气槽、油槽，加工到尺寸。

(7) 磨削 磨削上下平面，加工到尺寸要求。

(8) 铣削 铣削肩台至尺寸。

(9) 镗削 镗削导柱、导套孔。在镗孔时，上下模座的导套及导柱孔应配对加工，其余各螺孔、销钉孔应与凸模固定板、凹模配钻加工，以保证两零件孔的同轴度要求。

加工模板孔时，需以模板平面为基准，用专用镗床或钻床加工。其上下模座相应的导柱、导套孔应保持同轴，而孔的中心线应与模板平面保持垂直并达到孔径尺寸。

(10) 检验 按图样要求进行检验。

(11) 钳工 加工后的模板应去除未加工表面的毛刺、凸起或对非加工表面涂漆。

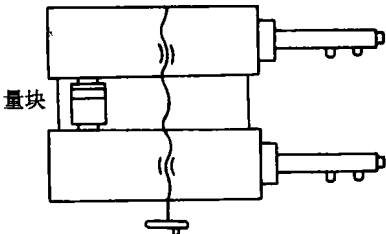
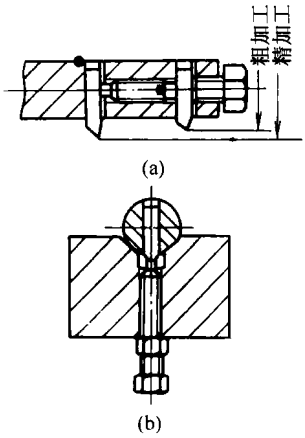
(四) 上下模座孔的加工

上下模座上的孔都是压入导套和导柱用的，因此孔距精度、孔径尺寸及孔与上下模底板平面的垂直度都有严格的要求。上下模座孔的加工方法如下：

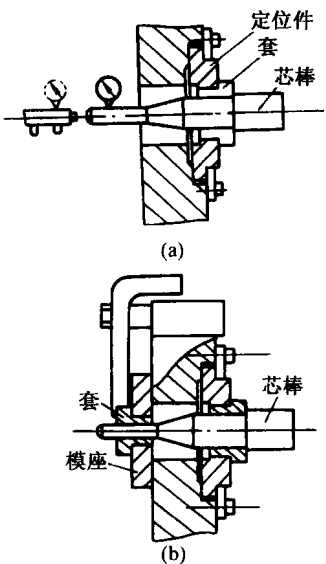
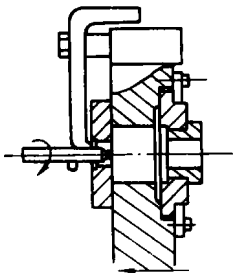
1. 利用卧式双轴镗床加工

利用卧式双轴镗床加工模座上的孔，是目前经常采用的一种加工方法。镗孔的典型加工过程见表 1-3。

表 1-3 用卧式双轴镗床的模座镗孔加工过程

序号	内 容	简 图	说 明
1	调节两主轴 间距离		通过丝杠移动滑板调节两主轴间距离。 根据镗孔的孔距要求，在两主轴头间垫以相应尺寸的量块或标准垫块
2	安装镗刀		镗刀插入刀柄，用紧定螺钉紧固 (a 图)。 镗刀伸出长度按镗孔尺寸调节，一般粗镗应镗去余量的 2/3 ~ 3/4 镗刀伸出长度可用 b 图对刀工具核对

续表

序号	内 容	简 图	说 明
3	工件（模座） 的定位与装夹	 (a) (b)	(1) 将套与芯棒插入定位件 (a 图) (2) 移动定位件, 使芯棒对准镗刀柄 (3) 将定位件紧固 (4) 将套插入模座的毛坯孔内, 并将芯棒插入套孔内 (b 图) (5) 起动电动机使压板将模座压紧
4	镗孔		取去芯棒等工具, 进行镗孔

2. 利用摇臂钻床加工安装孔

为了便于在钻床上加工模座上的导柱、导套安装孔, 导柱可以设计成如图 1-4 所示的锥形, 底部带有螺纹丝杆, 在装配模架时, 导柱的底端用螺母紧固在下模座上即可。

在加工图 1-4 中的锥形导柱安装孔时, 以下模座的上下平面作为基准进行划线, 可用摇臂钻床进行加工。其加工方法是:

(1) 校正模座的位置。将模座放在工作台上, 转动摇臂, 用装在机床主轴上的百分表校正模座的平行度及垂直度, 并用垫片或倾斜工作台的方式进行调整, 如图 1-5 所示。

(2) 钻毛坯孔。调整好模座的位置, 按划线钻孔。钻孔时用小于锥孔小端尺寸 $0.5 \sim 0.8 \text{ mm}$ 的钻头。

(3) 精钻孔。用精钻钻孔并留有 0.5 mm 的精铰余量。

(4) 铰孔。用专用锥形铰刀在机床上铰出锥孔。

(5) 用上述同样的方法, 钻铰第二个导柱安装孔。

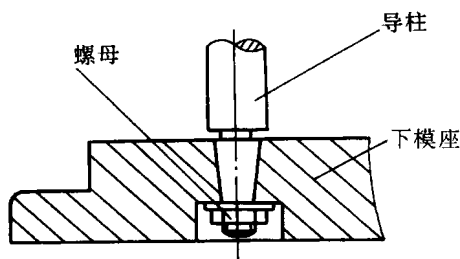


图 1-4 可卸式锥形导柱

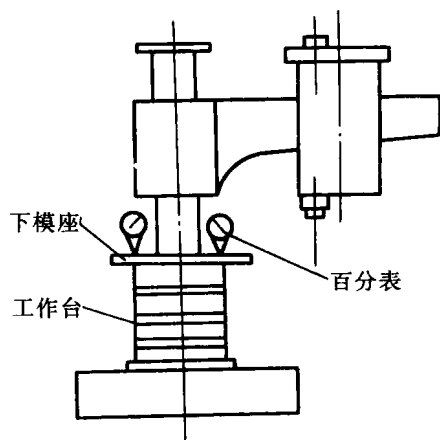


图 1-5 用摇臂钻床加工导柱、导套安装孔

(6) 钻沉孔。翻转模座进行钻沉孔或铰孔。

此外，上下模座孔还可在坐标镗床上加工。若在立式铣床工作台上附加量块、百分表测量装置，则也可在立式铣床上加工。

二、导柱的加工

模具应用的导柱结构种类很多，其标准的结构形状如图 1-6 所示。导柱主要构成的表面为不同直径的同轴圆柱面，根据它们的结构尺寸和材料要求，可直接选用适当尺寸的圆钢作为毛坯料。在机械加工过程中应保证导柱的技术要求。

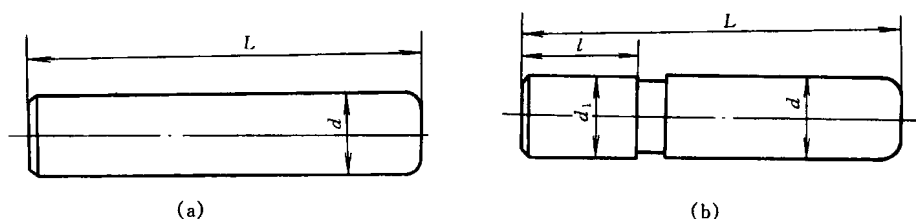


图 1-6 导柱的标准结构形状

(一) 导柱的技术要求

- (1) 导柱与固定模座装合部位直径的同轴度公差，不应超过工作部分直径公差的 1/2。
- (2) 导柱的工作部分圆柱度公差应满足表 1-4 的要求。

表 1-4 导柱工作部分圆柱度公差

mm

导柱直径	模架精度等级	
	0 I、I 级	0 II、II 级
	圆柱度	
≤ 30	0.003	0.004
> 30 ~ 45	0.004	0.005
> 45	0.005	0.006

(3) 导柱在加工后, 其各部分尺寸精度、表面质量及热处理要求都应符合图样要求。在渗碳处理时, 其工作表面上的渗碳层应均匀, 深度一般为 0.8~1.2 mm。

(二) 导柱的加工工艺过程

图 1-7 中的导柱加工工艺过程如下:

(1) 备料、切断 导柱的材料一般为 20 钢 (或按图样要求选取材料)。切断后, 断面应留有端面车削余量 3~5 mm, 外圆应留有 3~4 mm 的切削余量。

(2) 车削端面、钻中心孔 车削一端面, 留出 1.5~2.5 mm 另一端面车削余量, 钻中心孔; 调头车削另一端面至尺寸要求, 钻中心孔。

(3) 车削外圆 按图样粗车外圆, 两边各留 0.5 mm 的磨削余量, 如导柱有槽, 切槽至尺寸。

(4) 检验 检验前几道工序的加工尺寸。

(5) 热处理 按热处理工艺进行, 保证渗碳层深度 0.8~1.2 mm, 渗碳后的淬火硬度为 58~62 HRC。

(6) 研磨 研一端中心孔, 然后调头研另一端中心孔。

(7) 磨削 用外圆磨床或无心磨床磨削外圆。磨削后应留 0.01~0.05 mm 的研磨余量。

(8) 研磨 加工后的导柱, 为降低其外圆表面粗糙度值, 达到表面质量要求, 可抛光圆柱面。

(9) 检验 检验各工序的加工尺寸。

(三) 导柱的光整加工

1. 导柱的研磨加工

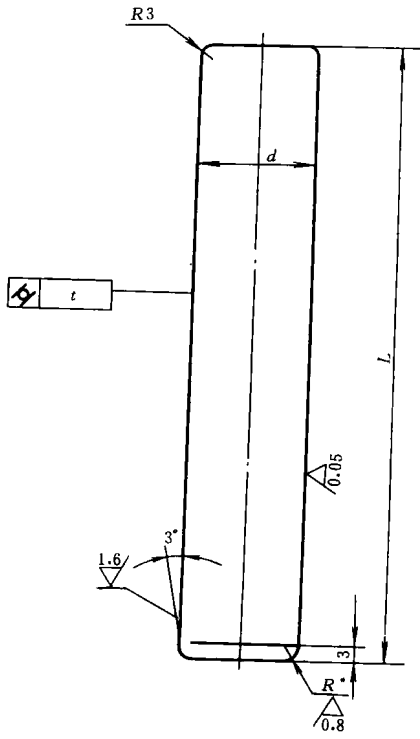
导柱经过粗加工、热处理及外圆磨削之后, 为进一步提高导柱圆柱面尺寸精度、减小表面粗糙度, 可在最后采用研磨导柱工序。在专业化、大批生产的情况下, 可以在专用研磨机床上研磨; 在单件小批生产中, 常采用导柱研磨套 (图 1-8) 在卧式车床上研磨。研磨时, 将导柱安装在车床上, 在导柱表面均匀涂上一层研磨剂, 然后把研磨工具套装在导柱被研磨表面上, 利用滑板的往复运动和主轴的旋转运动进行研磨。

粗磨时研磨速度取 40~60 m/min, 精磨时取 6~12 m/min。通过研磨工具上的调整螺栓, 调节研磨套的直径以控制研磨量的大小。研磨余量一般取 0.05~0.012 mm。研磨时的工作压力: 粗研磨时取 $(1\sim2)\times 10^5$ Pa; 精磨时取 $(0.1\sim1)\times 10^5$ Pa。

研磨套是用铸铁制造的, 其内径比工件的外径大 0.02~0.04 mm, 长度一般取工件研磨表面长度的 25%~50%。利用研磨套研磨导柱方法简单、加工效果好。

2. 中心孔的修整

在加工导柱时, 为保证各外圆柱面之间的位置精度和均匀的磨削余量, 外圆车削及磨削工



R* 由制造厂决定
材料: 20 钢
热处理: 渗碳深度 0.8~1.2 mm
58~62 HRC

图 1-7 导柱

序的定位基准应重合，导柱以中心孔定位，使其各道工序的定位基准应统一。导柱在热处理后要进行中心孔修整，目的在于消除中心孔在热处理过程中可能产生的变形和其他缺陷，使磨削外圆柱面时，中心定位孔与顶尖表面之间配合良好，获得准确定位，以保证外圆柱面形状和位置精度要求。具体有以下几种方法：

(1) 磨削方法 图 1-9 是在车床上用磨削方法修整中心孔的示意图。加工时，用三爪自定心卡盘夹持锥形砂轮，在被磨削的中心孔处，加入少量煤油或机油，手持工件，利用车床尾座顶尖支撑，开动车床，利用车床主轴的转动进行磨削。用这种方法修整中心孔效率高、质量好，但砂轮磨损快，需要经常修整。

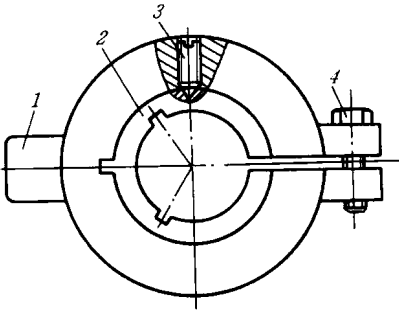


图 1-8 研磨套

1—研磨架；2—研磨套；3—限位螺钉；4—调整螺栓

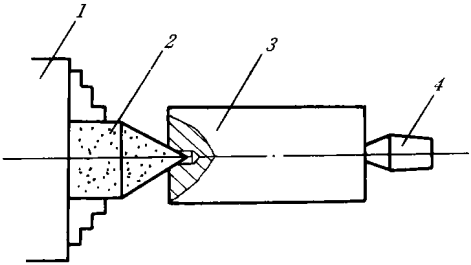


图 1-9 用磨削方法修整中心定位孔

1—三爪自定心卡盘；2—锥形砂轮；3—工件；4—尾座顶尖

(2) 研磨方法 这种方法是用锥形的铸铁研磨头代替锥形砂轮，在被研磨的中心孔表面加研磨剂进行研磨的。如果用一个与外圆磨床顶尖相同的铸铁顶尖作研磨工具，将铸铁顶尖和磨床顶尖一道磨出 60°锥角后再研磨中心孔，可保证中心孔与磨床顶尖达到良好配合，磨削出外圆柱面的圆度和同轴度误差不超过 0.002 mm。

(3) 挤压中心孔法 图 1-10 是挤压中心孔的硬质合金多棱顶尖。挤压时，多棱顶尖装在车床主轴的锥孔内，其操作与磨削顶尖孔方法相类似，利用车床的尾座顶尖将工件压向多棱顶尖，通过多棱顶尖的挤压作用，修整中心孔的几何形状误差。这种方法生产率较高（只需几秒钟），但质量稍差，一般用于大批生产且精度要求不高的中心孔修整。

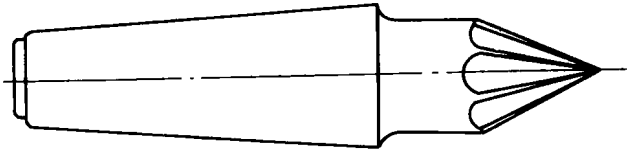


图 1-10 硬质合金多棱顶尖

三、导套的加工

导套和导柱一样，都是模具中应用最广泛的导向零件，其常见的标准结构形状如图 1-11 所示。构成它们的主要表面是内外圆柱面。因此，可根据它们的结构形状、尺寸和材料要求，选用适当尺寸的圆钢作为毛坯。