

职业教育实用教材

ZHIYE JIAOYU SHIYONG JIAOCAI

模具制造技术

MOJU ZHIZAO JISHU

周敏 主编
安光辉 张紫璇 副主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

职业教育实用教材

模具制造技术

周 敏 主 编

安光辉 张紫璇 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是针对职业教育教学的基础性、先进性、实用性、操作性等特点,并参照有关行业的职业技能鉴定规范和中级技术工人等级标准进行编写的。全书分为4章,分别介绍了模具零件的机械加工、特种加工、模具装配工艺和模具零件的特种加工。

本书的内容简洁,语言通俗易懂,具有较强的可读性。

本书适用于模具制造专业学生使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

模具制造技术/周敏主编. —北京:电子工业出版社,2007.8

ISBN 978-7-121-04779-4

I. 模… II. 周… III. 模具—制造—专业学校—教材 IV. TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 114288 号

责任编辑:李 影

印 刷: 北京市李史山胶印厂
装 订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张:10.75 字数:241 千字

印 次: 2007 年 8 月第 1 次印刷

定 价:15.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店缺货,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zls@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

随着科学技术的迅猛发展,我国模具工业作为一个独立的、新兴的工业,成为国民经济的基础工业之一,目前正处于飞速发展时期,并且有十分广阔的发展前景。当前世界制造中心正在向我国转移,然而我国模具技能人才的质量和数量却不能满足企业需求。为了更好地培养这类人才,满足国内对模具专业人才的需求,我们开展了职业教育实用教材的编写工作。本书是通过深入分析职业教育的实际情况,参阅大量相关专业书籍,并结合作者自身多年的实践经验编写而成。

本书针对职业教育的教学特点,突出其基础性、先进性、实用性、操作性,注重培养学生的基础理论知识和实际操作能力。书中内容以讲解理论知识为主,同时结合实例强化实际操作,将理论与实践紧密联系在一起。此外,各章都配有相应练习题,以帮助学生巩固每章知识并提升实际操作应用的能力。

全书共4章,第1章介绍了模具零件的机械加工,内容包括模架组成零件的加工、模架标准、冲裁凸模的加工、凹模型孔的加工、型腔的加工和模具工作零件的加工工艺路线;第2章介绍了成型零件的电蚀加工,内容包括电火花加工和数控线切割加工;第3章介绍了模具装配工艺,内容包括模具装配方法及应用范围、冷冲模装配和塑料模的装配;第4章介绍了模具零件的特种加工,内容包括超声加工、化学及电化学加工和型腔的挤压成型技术。

由于编者水平有限,书中难免存在一些不足和缺点,恳请广大师生及读者不吝批评、指正。在此深表谢意。

编 者

目 录

绪 论	1
第1章 模具零件的机械加工	4
1.1 模架组成零件的加工	4
1.1.1 导柱的加工	4
1.1.2 导套的加工	8
1.1.3 上下模座的加工	10
1.2 标准模架的加工	14
1.2.1 冷冲模标准模架	14
1.2.2 塑料注射模中、小型模架	16
1.2.3 压铸模标准模架	23
1.3 冲裁凸模的加工	26
1.3.1 圆形凸模与非圆形凸模的加工方法	26
1.3.2 非圆形凸模的加工方法	27
1.4 凹模型孔的加工	38
1.4.1 圆形凹模型孔的加工	38
1.4.2 异形凹模型孔的加工	39
1.4.3 坐标磨床加工	43
1.5 型腔的加工	45
1.5.1 回转曲面型腔的车削	45
1.5.2 非回转曲面型腔的铣削	46
1.5.3 型腔的机械抛光	54
1.6 模具工作零件的加工工艺路线	56
1.6.1 加工工艺路线的拟定	56
1.6.2 加工余量及工序尺寸的计算	61
第2章 成型零件的电蚀加工	67
2.1 电火花加工	67
2.1.1 电火花加工原理、特点及应用	67
2.1.2 电火花加工精度及生产率的影响因素	70
2.1.3 凹模型孔的电火花加工	73
2.1.4 型腔的电火花加工方法	80
2.1.5 电火花加工的操作步骤	83
2.2 数控线切割加工	84
2.2.1 线切割加工的特点及工作原理	84

2.2.2	线切割加工程序编制	86
2.2.3	线切割加工的操作步骤	98
第3章	模具装配工艺	102
3.1	模具装配	102
3.1.1	模具装配的组织形式	102
3.1.2	模具装配尺寸链	103
3.2	模具装配方法及应用范围	105
3.3	冷冲模的装配	108
3.3.1	模具零件的固定方法	109
3.3.2	模架的装配过程	111
3.3.3	冷冲模的凸、凹模间隙的控制方法	114
3.3.4	冷冲模的装配要点	117
3.3.5	冷冲模的装配示例	118
3.4	塑料模的装配	124
3.4.1	塑料模导柱、导套、型芯、型腔、浇口套、推杆的装配方法	124
3.4.2	滑块抽芯机构的装配方法	129
3.4.3	塑料模具的总装配	131
第4章	模具零件的特种加工	132
4.1	超声加工	132
4.1.1	超声加工基本原理及特点	132
4.1.2	超声加工工艺	134
4.1.3	超声加工的应用	136
4.2	化学与电化学加工	136
4.2.1	化学腐蚀加工原理及特点	136
4.2.2	照相腐蚀加工工艺	137
4.2.3	电铸加工	139
4.2.4	电解加工工艺及特点	143
4.2.5	型腔的电解抛光加工技术	146
4.3	型腔的挤压成型技术	149
4.3.1	冷挤压技术的特点	149
4.3.2	热挤压技术的特点及工艺方法	155
4.3.3	超塑成型技术的特点及超塑成型工艺	156
附 录		160
实训1	单电极平动法加工型腔实训	160
实训2	数控线切割加工实训	162
实训3	模具拆装实训	164

绪 论

1. 模具技术在国民经济中的地位

在现代工业生产中,模具是制造业的重要工艺装备之一,在铸造、锻造、冲压、塑料、橡胶、玻璃、粉末冶金、陶瓷制品等生产行业中得到了广泛的应用。利用模具成形零件的方法,实际上是一种少切削、无切削、多工序重合的生产方法,它已成为现代工业生产的重要手段和工艺发展方向。由于采用模具成形的工艺代替传统的切削加工工艺,能提高生产效率、节约原材料、降低成本,并可以保证一定的加工质量要求,因此,大部分的拖拉机、电机、电器和仪表零件、塑料制品、日用五金零件都采用模具进行加工。模具生产技术水平的高低,已成为衡量一个国家产品制造水平高低的重要标志。

随着全球经济一体化进程加快,模具在国民经济中所发挥的作用越来越明显,世界上一些工业发达国家,模具的发展是很迅速的。在这些国家模具已摆脱了从属地位发展成为国民经济的基础。

模具能促进工业生产的发展和产品质量的提高,并能获得极大经济效益。因此,德国把模具称为“金属加工中的帝王”,把模具工业视为“关键工业”;美国把模具称为“美国工业的基石”,把模具工业视为“不可估量其力量的工业”;日本把模具说成“促进社会富裕繁荣的动力”,把模具工业视为“整个工业发展的秘密”;意大利认为“模具就是黄金”。所以,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,模具技术也会不断发展,并在国民经济发展过程中发挥越来越重要的作用。研究和发发展模具技术,对促进国民经济的发展具有特别重要的意义。

2. 模具技术的现状及发展趋势

为了适应工业生产对模具需求的增长,在模具生产中采用了许多新工艺并研制了许多先进加工设备,不仅改善了模具加工的质量,也提高了模具制造的机械化、自动化程度。此外电子计算机的应用更为模具设计和制造开辟了新的前景。

自20世纪80年代以来,我国模具工业发展十分迅速,目前全国已有模具生产厂上万个,拥有职工数万人,每年能生产上百万套模具。多工位级进模具和长寿硬质合金模具的生产及应用有了进一步的扩大。为满足新产品试制和小批量生产的需要,我国模具行业制造了多种结构简单、生产周期短、成本低的简单冲模。电火花加工和线切割加工已成为冷冲模制造的主要手段。为了对硬质合金模具进行精密成形磨削,研制成功了单层电镀金刚石成形磨轮和电火花成形磨削专用机床,使用效果良好。根据模具的不同类型对型腔的加工,可采用电火花加工、电解加工、电铸加工、陶瓷型精密铸造、冷挤压、超塑成形以及利用照相腐蚀技术加工型腔皮革纹表面等多种工艺。

当前模具工业发展有以下两个特点。

① 缩短制模周期、降低制模成本。由于人们对工业的品种和质量要求越来越高,产品更

新换代周期越来越短,而且多品种、小批量生产要求较大,因此对模具制造提出了严格的要求。

② 模具向大型化、复杂化、精密化和自动化方向发展。模具制造要求越来越高,制造工艺越来越复杂。为了降低模具生产成本,增加效益,保证质量,在采用先进设备和制造工艺的同时,必须采用多种工艺措施尽量延长模具的使用寿命。其中合理选用模具材料,采用先进的热处理和表面强化工艺,不断推广应用新材料就是主要的措施。

我国模具的生产小而散乱、投资密集,专业化、商品化和技术管理水平都比较低。尽管各行各业产品更新换代快,对模具的需求量加大,一般模具国内可以自行制造,但很多大型、复杂、精密和长寿命的多工位级进模、大型精密塑料模、复杂压铸模和汽车覆盖件模等仍依靠进口,近年来模具进口量已超过国内生产的商品模具的总销售量。据统计,近 10 年全国模具产值及进出口量情况如绪表 1 和绪表 2 所示。

绪表 1 1995 年以来中国历年模具产值表

年 份	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
产值/亿元 人民币	145	160	200	220	250	280	316	360	450	530

绪表 2 1995 年以来中国历年模具进出口情况

年 份	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
进口/万美元	81100	91799	63000	66348	88274	97700	111174	127200	136930	181300
出口/万美元	4941	7000	9428	9591	13280	17374	18775	25234	33680	49100

由表可见,虽然我国模具工业发展迅速,但与需求相比,显然供不应求,其主要缺口集中于精密、大型、复杂、长寿命模具领域。由于在模具精度、寿命、制造周期及生产能力等方面,我国与国际平均水平和发达国家仍有较大差距,因此,每年需要大量进口模具。为了推进社会主义现代化建设,适应国民经济各部门发展的需要,我国模具工业面临着进一步技术结构调整和加速国产化的繁重任务。

随着市场经济的发展,工业产品品种的增多,产品更新换代加快,市场竞争日益激烈,所以提高模具质量和缩短生产周期尤为重要。模具制造技术的发展方向有以下几方面。

- ☆ 高速铣削加工;
- ☆ 电火花铣削加工技术;
- ☆ 模具高速扫描机数字化系统在逆向工程中的应用;
- ☆ 气体辅助注射技术;
- ☆ CAD/CAM/CAE 技术在模具设计制造中的推广;
- ☆ 热流道技术;
- ☆ 优质材料及先进表面处理技术;
- ☆ 模具研磨抛光的自动化、智能化;
- ☆ 超精加工和复合加工;

- ☆ 研制和发展模具自动加工系统;
- ☆ 模具标准化程度的提高。

3. 本课程的性质、任务和要求

模具制造技术是模具专业的一门必学课程。在学习本课程之前,学生应该已经学过关于机械设计和机械制造工艺等一些基础知识的课程,而且开始学习有关成型工艺的课程,对模具设计知识应已有了初步了解。由于模具设计与模具制造之间有着密切的联系,如果不熟悉模具制造技术知识,甚至设计出来的模具也不知道用什么方法制造,那么不管设计出来的模具功能多全,精度多高,也未必是一副好的模具,原因是其设计的模具不一定合理,还可能无法加工。因此,模具设计者为了避免理论脱离实际,必须熟悉模具制造技术方面的知识。

通过本课程的学习,学习可获得以下几方面能力的拓展。

- ① 掌握模具制造技术的基本知识、基本理论和制造方法的基本原则及特点,提高合理设计模具的能力。
- ② 初步掌握模具加工工艺规程的制定方法。
- ③ 了解模具加工和制造技术的发展趋势。
- ④ 初步具备分析模具结构工艺性的能力,并且能够灵活运用所学知识处理生产实践中的一般工艺技术问题。
- ⑤ 为进一步学习本专业新工艺、新技术打基础。
- ⑥ 初步具备数控线切割加工的一般知识,掌握一种数控线切割的程序编制,操作技能并达到初、中级水平。

本课程涉及的知识面很广,实践性很强,因此,学生在学习本课程时,除了要重视其中必要的基本原理和特点等理论知识外,还应密切关注模具制造技术的新发展。为了更好地学习本课程,要特别重视实训,注意理论与实践相结合,尽可能学以致用,认真参加现场教学和实训,以增加感性认识,提高动手能力,为以后制造和设计模具打下坚实的基础。

第 1 章 模具零件的机械加工

制造模具的方法有很多,但是机械加工方法仍然是生产模具的主要加工方法,也就是将原材料在普通机床、精密机床、数控机床、仿形机床上按图样要求加工成所需要的模具零件。

用机械加工方法制造模具,在工艺上要充分考虑模具零件的材料、尺寸、结构形状、精度和使用寿命等方面的不同要求,并采用合理的加工工艺路线和加工方法保证模具的加工质量,以提高生产效率、降低成本。

1.1 模架组成零件的加工

模架是由导向装置与支承零件组成,它的作用主要有两个,即“连接”和“导向”。连接作用是指把冲模的工作零件和辅助零件连接起来,以构成一副完整的模具结构;导向作用是指通过导柱和导套的配合保证凸模和凹模相对运动时具有正确的位置。

按导柱在模架中的位置和数量,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。

如图 1-1 和图 1-2 所示的分别是冷冲模模架和塑料模模架的常见结构。尽管这些模架的结构不相同,但是它们的主要组成零件上模座和下模座都是平板状零件,在工艺上主要是对面及孔系的加工。模架中的导套和导柱是机械加工中常见的套类和轴类零件,主要是对内外圆柱表面的加工。

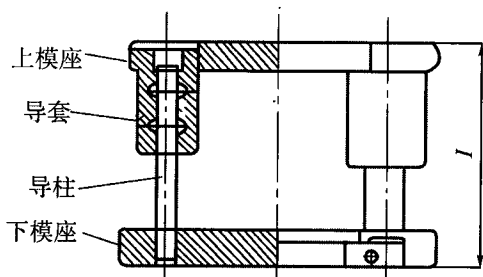


图 1-1 冷冲模模架

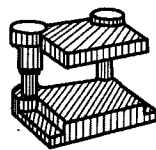


图 1-2 塑料模模架

模架的制造过程包括导柱、导套、上模座、下模座等零件的制造、装配和检验。下面以冷冲模模架为例介绍模架组成零件的加工工艺。

1.1.1 导柱的加工

导柱是各类模具中应用最广泛的导向机构零件之一。如图 1-3 所示的是冷冲模标准导柱

的结构形状,其中图 1-3 为直通式导柱。导柱和导套在模具中的作用是“定位”和“导向”。导柱安装在下模座上,它主要由两个不同直径的同轴圆柱面构成,根据它的材料、结构尺寸和形状精度要求,可选用适当尺寸的热轧圆钢做毛坯。

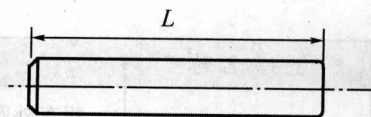


图 1-3 冷冲模标准导柱的结构形状

1. 导柱的技术要求

在机械加工过程中应保证导柱以下几个方面的技术要求。

① 导柱的工作部分圆柱度公差应满足以下几点:

导柱直径 $d \leq 30\text{mm}$ 时, 公差为 $0.003 \sim 0.004\text{mm}$;

$d > 30 \sim 45\text{mm}$ 时, 公差为 $0.004 \sim 0.005\text{mm}$;

$d \geq 45\text{mm}$ 时, 公差为 $0.005 \sim 0.006\text{mm}$ 。

② 导柱与固定模座配合部位直径的同轴度公差,不应超过工作部分直径公差的 $1/2$ 。

③ 导柱加工后,必须符合零件图样中所要求的各部分尺寸精度、表面质量以及热处理要求。

④ 导柱加工后,应该进行渗碳处理,而且工作表面的渗碳层要均匀,深度一般为 $0.8 \sim 1.2\text{mm}$ 。

⑤ 导柱工作表面应具有耐磨性。

2. 导柱的加工工艺过程

下面以实例来讲解导柱加工工艺的过程。

如图 1-4 所示的零件材料为“20 钢”,热处理渗碳深度为“ $0.8 \sim 1.2\text{mm}$ ”,硬度为“ $58 \sim 62\text{HRC}$ ”

分析如图 1-4 所示的导柱加工工艺过程,它的加工工艺路线如表 1-1 所示。

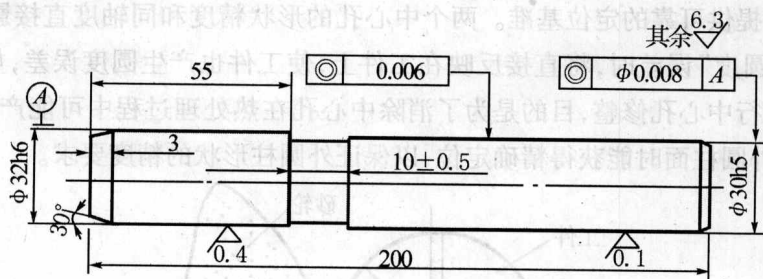


图 1-4 导柱加工工艺过程

表 1-1 导柱的加工工艺路线

序号	工序名称	工序内容要求
1	下料	用热轧圆钢按尺寸 $\phi 33\text{mm} \times 215\text{mm}$ 切断,导柱的材料一般为“20 钢”(或按图样要求选取材料)
2	车削端面、钻中心孔	车削一端,留出 $1.5 \sim 2.5\text{mm}$,作为另一端面车削余量,钻中心孔;调头车削另一端面,钻中心孔,保证长度尺寸 210mm

序号	工序名称	工序内容要求
3	车削外圆	粗车外圆各部分, $\phi 32\text{mm}$ 外圆柱面留磨削余量 0.5mm , 其余的应达到图样上的要求尺寸
4	检验	检验前几道工序的加工尺寸
5	热处理	按照热处理工艺进行, 保证渗碳层深度 $0.8 \sim 1.2\text{mm}$, 渗碳后的淬火硬度为 $58 \sim 62\text{HRC}$
6	研磨中心孔	研一端中心孔, 然后调头研另一端中心孔
7	磨削外圆	用外圆磨床或无心磨床磨削 $\phi 32\text{mm}$ 的外圆, $\phi 30\text{h}5$ 的表面留研磨余量为 $0.01 \sim 0.05\text{mm}$
8	研磨	加工后的导柱为了降低其外圆表面的粗糙值, 要研磨 $\phi 32\text{h}6$, 表面达到设计质量要求, 抛光圆柱面
9	检验	检验各工序的加工尺寸

3. 导柱的光整加工

导柱的光整加工一般有两项: 中心孔的修整和导柱的研磨加工。

(1) 中心孔的修整

在导柱加工时, 外圆柱面的车削和磨削都是以两端的中心孔定位, 这样可以使外圆柱面的设计基准与工艺基准重合, 并使各主要工序的定位基准统一, 易于保证外圆柱面间的位置精度和使各磨削表面都有均匀的磨削余量。所以, 在外圆柱面进行车削和磨削之前先加工中心孔, 以便为后继工序提供可靠的定位基准。两个中心孔的形状精度和同轴度直接影响加工精度。当中心孔出现“圆度”误差时, 将直接反映在工件上, 使工件也产生圆度误差, 如图 1-5 所示。导柱在处理后进行中心孔修整, 目的是为了消除中心孔在热处理过程中可能产生的变形和其他缺陷, 使磨削外圆柱面时能获得精确定位, 以保证外圆柱形状的精度要求。

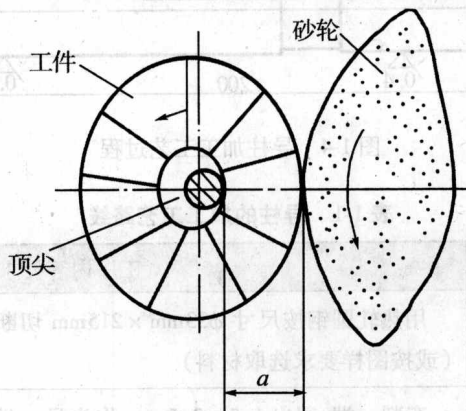


图 1-5 中心孔的圆度

中心孔的修整一般采用磨削、研磨和挤压中心孔3种方法。它们可以在车床、钻床或专用机床上进行。

① 磨削方法。在车床上用磨削方法修整中心孔如图1-6所示。在修整中心孔时,用车床三爪卡盘夹持砂轮,在待修整的中心孔处加入少量的煤油或机油,手持工件利用车床尾座顶尖支撑,然后转动主轴进行磨削。该方法效率高、质量好,但是砂轮容易磨损,需要经常修整。

② 研磨方法。如果将图1-6中的锥形砂轮用锥形铸铁研磨头来代替,并在被研磨的中心孔表面涂上研磨剂进行研磨,将达到更高的配合精度。用它磨削出来的外圆柱面的圆度和同轴度误差不会超过 0.002mm ,可以保证中心孔与磨床顶尖达到良好的配合。

③ 挤压中心孔方法。挤压中心孔的硬质合金多棱顶尖如图1-7所示。挤压时多棱顶尖装在车床主轴锥孔内,它的操作和磨前顶尖孔方法类似,使用车床的尾座顶尖将工件压向多棱顶尖,然后通过多棱顶尖的挤压作用,修整中心孔的几何形状误差。此方法生产效率很高,但是质量稍差,一般用于修整精度要求不高的中心孔。

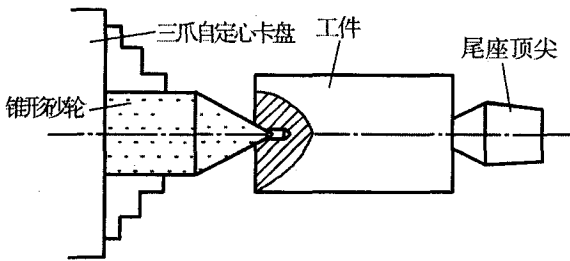


图1-6 用磨削方法修整中心孔

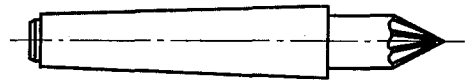


图1-7 硬质合金多棱顶尖

(2) 导柱的研磨加工

采用导柱的研磨加工工序,目的是为了进一步提高被加工表面的质量,以达到设计的要求。大批量生产时,如专门从事模架生产,可以在专用研磨机床上研磨;单件小批生产时,可采用简单的研磨工具,常采用如图1-8所示研磨套在卧式车床上研磨。研磨时,将导柱安装在车床上,在导柱表面涂上一层研磨剂(它是由磨料与磨液混合而成,其配制方法如表1-2所示,使用时加入煤油或汽油稀释),由主轴带动旋转,然后在导柱研磨表面套上研磨工具,并用手握住,作轴向往复运动即可。

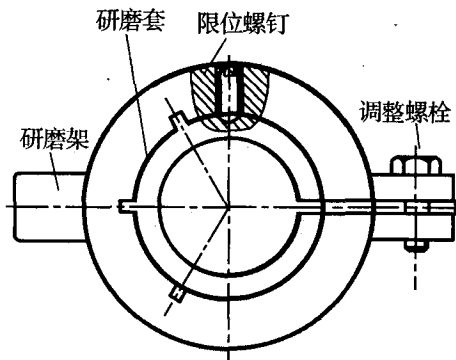


图1-8 研磨套

表 1-2 导柱研磨剂的配制

用途	成分	浓度/%	配制方法
加工导柱用的研磨剂	抛光膏 302 号	50	将猪油溶化,与锭子油、氧化铬均匀搅拌即成
	猪油	25	
	机械油 32 号	25	

研磨套是用铸铁制造的,它的内径比工件的外径大 0.02 ~ 0.04mm,长度一般取工件研磨表面长度的 25% ~ 50%。研磨套研磨导柱的加工方法比较简单、加工效果好。

在导柱的研磨加工中,粗磨时,研磨速度取 40 ~ 60m/min;精磨时,取 6 ~ 12m/min。通过研磨工具上的调整螺栓,调节磨研的直径来控制研磨量的大小。研磨的工作压力,粗研磨取 $(1 \sim 2) \times 10^5 \text{ Pa}$;精磨取 $(0.1 \sim 1) \times 10^5 \text{ Pa}$;研磨余量一般取 0.05 ~ 0.012mm。

1.1.2 导套的加工

与导柱配合的导套也是模具上应用广泛的导向零件之一。常见的标准导套结构形状如图 1-9 所示。因为它的应用不同,结构形状也不同,但是导套的主要结构是内外圆表面,所以根据它们的材料、结构尺寸和形状精度要求,可选用适当尺寸的热轧圆钢做毛坯,渗碳淬火后,再磨削。

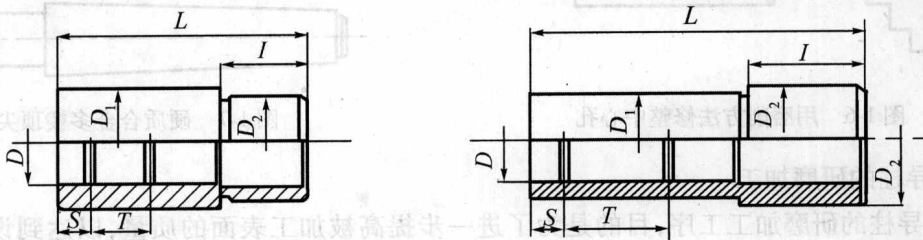


图 1-9 标准导套结构

1. 导套的技术要求

① 导套与导柱配合面的表面粗糙度 R_a 应小于 $0.4 \mu\text{m}$ 。

② 导套加工后其工作部分圆柱度公差应满足以下要求:

导套内孔直径 $d \leq 30\text{mm}$ 时,公差为 $0.004 \sim 0.005\text{mm}$;

$d > 30 \sim 45\text{mm}$ 时,公差为 $0.005 \sim 0.007\text{mm}$;

$d \geq 45\text{mm}$ 时,公差为 $0.007 \sim 0.008\text{mm}$ 。

③ 导套加工后,应进行渗碳处理,工作表面的渗碳层要均匀,渗碳后淬火硬度为 58 ~ 62HRC。

④ 导套与固定模座装合部位直径的同轴度公差,应不超过工作部分直径公差的 1/2。

⑤ 导套加工后,必须符合零件图样中所要求的形状以及尺寸精度。

2. 导套的加工工艺过程与导套的光整加工

分析如图 1-10 所示(零件材料为“20 钢”,热处理的渗碳深度为“0.8 ~ 1.2”,硬度为“58 ~ 62HRC”)导套加工工艺过程,它的加工工艺路线如表 1-3 所示。

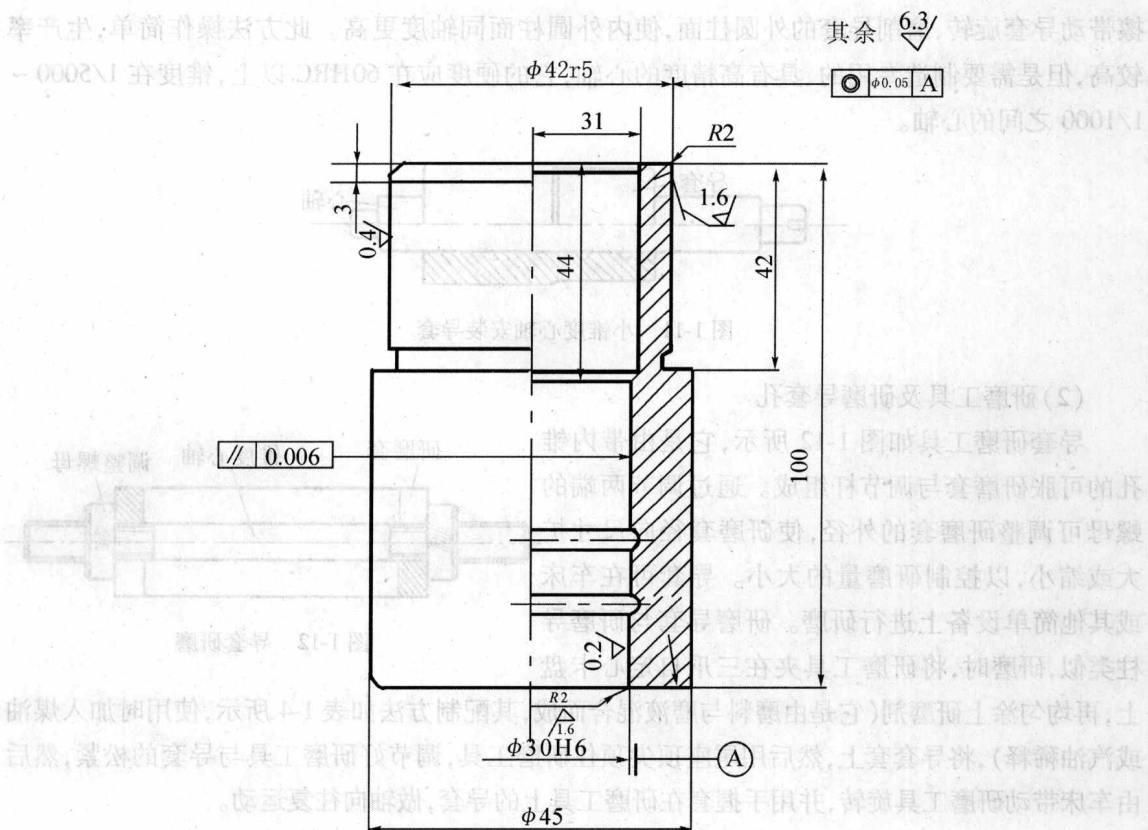


图 1-10 导套加工工艺过程

表 1-3 导套的加工工艺路线

序号	工序名称	工序内容要求
1	下料	用热轧圆钢按尺寸 $\phi 49\text{mm} \times 104\text{mm}$ 切断
2	车外圆及内孔	车外圆并钻、镗内孔,外圆面及内孔留磨削余量 0.4mm ,其余的应达到图样上的尺寸
3	检验	检验前几道工序的加工尺寸
4	热处理	按照热处理工艺进行,保证渗碳层深度 $0.8 \sim 1.2\text{mm}$,渗碳后的淬火硬度为 $58 \sim 62\text{HRC}$
5	磨内外圆	用万能外圆磨床外圆面达到设计要求,磨内孔留磨削余量 0.01mm
6	研磨	研磨内孔达到设计要求,磨研孔口圆弧
7	检验	检验各个工序的加工尺寸

为了减小导套表面粗糙度 R_a 和提高内孔尺寸精度,光整加工法通常采用以下 3 种方法。

(1) 磨削导套外圆

在磨削导套外圆过程中,可先将导套内孔磨削出所需要的尺寸精度,然后将其安装在小锥度心轴上,以保证内外圆柱面的同轴要求,如图 1-11 所示。以心轴和导套内孔表面之间的摩

擦带动导套旋转,磨削导套的外圆柱面,使内外圆柱面同轴度更高。此方法操作简单,生产率较高,但是需要制造专用的、具有高精度的心轴,它的硬度应在 60HRC 以上,锥度在 1/5000 ~ 1/1000 之间的心轴。

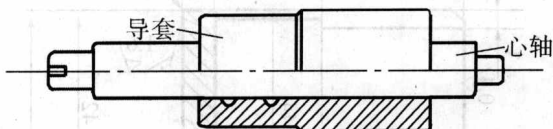


图 1-11 小锥度心轴安装导套

(2) 研磨工具及研磨导套孔

导套研磨工具如图 1-12 所示,它是由带内锥孔的可胀研磨套与调节杆组成。通过调节两端的螺母可调整研磨套的外径,使研磨套径向尺寸扩大或缩小,以控制研磨量的大小。导套可在车床或其他简单设备上研磨。研磨导套与研磨导柱类似,研磨时,将研磨工具夹在三爪自定心卡盘上,再均匀涂上研磨剂(它是由磨料与磨液混合而成,其配制方法如表 1-4 所示,使用时加入煤油或汽油稀释),将导套套上,然后用尾座顶尖顶住研磨工具,调节好研磨工具与导套的松紧,然后由车床带动研磨工具旋转,并用手握套在研磨工具上的导套,做轴向往复运动。

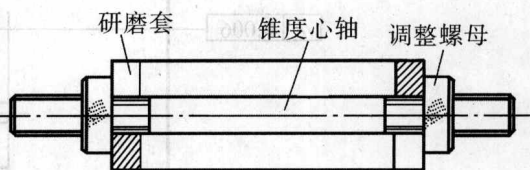


图 1-12 导套研磨

表 1-4 导套研磨剂的配制

用途	成分	浓度/%	配制方法	备注
加工导套用的研磨剂	氧化铝	52	将油酸、凡士林、猪油、混合脂混合加热至 60℃ 时,将氧化铝粉倒入,搅拌均匀后,冷却即可使用	磨料粒度为 220 [#] ~ W7,混合脂由 60% 的硬脂、28% 的牛骨油、12% 的蜂蜡混合制成
	油酸	7		
	凡士林油	10		
	猪油	5		
	混合脂	26		

研磨导套时,经常会出现“喇叭口”现象,这主要是由于磨研时工件的往复运动,使磨料在孔口处堆积,导致在孔口处切削作用增强而产生的。因此在研磨过程中,应及时清理堆积在孔口处的研磨剂,以防止缺陷。

(3) 用挤压方法加工导套孔

在挤压前,内孔应留有 0.25 ~ 0.3mm 的挤压余量,然后将加工后的导套放到专用挤压工具里进行冷挤压成形。导套采用粘接方式与模座装配,其内孔尺寸小,长度大,外圆加工要求不高,但导套在挤压后的热处理时需注意防止导套的变形,热处理后再研磨内孔。

1.1.3 上下模座的加工

模座一般用铸铁(HT200、QT400-18)或铸钢(ZG310-570)制造。冲模的上、下模座主要用于

安装导柱、导套、凸模和凹模等零件。上模座通过模柄固定在压力机的滑块上,通过螺钉和销钉连接垫板、凸模固定板、凸模等零件,上模座与导套采用过盈配合或粘接方式连接。下模座主要是固定和安装凹模、凹模固定板和导柱等零件,并通过螺钉和压板固定在压力机的工作台面上。上、下模在工作时应有足够的承受冲击载荷的能力。注意:下模座必须有良好的抗弯曲能力。

1. 模座的技术要求

为保证模架工作时上模座在导柱上平稳移动且无阻滞现象,上、下模座必须按照以下技术要求进行加工。

① 模座的上、下平面应保持平行,对于不同尺寸的模座其平行度公差必须达到如表 1-5 所示的规定。

表 1-5 模座上、下平面的平行度公差

基本尺寸/mm	模具精度等级	
	0 I 级、I 级	0 II 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

注:滚动导向模座采用公差等级 0 I 级和 I 级。

其他模座和模板的平行度公差采用公差等级 0 II 级和 II 级。

② 上、下模座导柱、导套安装孔间距尺寸应保持一致。

③ 导柱、导套安装孔的轴心线应与基准面垂直,其垂直度公差不超过 0.01/100,不同的被测尺寸,垂直度不同,具体如表 1-6 所示。

表 1-6 模座上的导柱、导套孔与平面的垂直度公差

被测尺寸/mm	模具精度等级	
	0 I 级、I 级	0 II 级、II 级
>40 ~ 63	0.008	0.012
>63 ~ 100	0.010	0.015
>100 ~ 160	0.012	0.020
>160 ~ 250	0.025	0.040