

模 具 钳 工

主 编 戴 刚

副主编 饶传锋 胡云翔

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书是根据广大模具企业对从业人员的要求,结合我国模具行业的现状和技术发展方向,以培养模具制造技术人才为目标编写的,着重介绍了模具设计、制造、管理工作所需的必备技术知识。本书共分为6章,着重介绍了模具制造、检测和装配过程中的基础测量技术,钳工技术在模具制造过程中的应用,模具制造过程的超精加工技术和表面加工技术,模具制造过程中的工艺知识和加工工艺路线编制的方法,冲压模具、塑料模具装配的技术要点和装配方法,模具在使用过程中的管理、维护和维修技术。本书既是中等职业技术学校模具设计与制造专业用书,也是广大从事模具设计、制造以及生产管理人员的技术资料。

图书在版编目(CIP)数据

模具钳工/戴刚主编. —重庆:重庆大学出版社, 2007.9

(中等职业教育机械类系列教材)

ISBN 978-7-5624-4232-5

I. 模... II. 戴... III. 模具—钳工—专业学校—教材 IV. TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 117492 号

模具钳工

主 编 戴 刚

副主编 饶传锋 胡云翔

责任编辑 彭 宁 李定群 版式设计 彭 宁

责任校对 邹 忌 责任印制 张 策

*

重庆大学出版社出版发行

出版人 张鸽盛

社址 重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)内

邮编 400030

电话 (023) 65102378 65105781

传真 (023) 65103686 65105565

网址 <http://www.cqup.com.cn>

邮箱 fxk@cqup.com.cn (市场营销部)

全国新华书店经销

重庆大学建大印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 16.25 字数 406 千

2007年9月第1版 2007年9月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-4232-5 定价 25.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换
版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

序

当前,为配合社会经济的发展,职业教育越来越受到重视,加快高素质技术人才的培养已成为职业教育的重要任务。随着机械加工行业的快速发展,企业需要大批量的技术工人,机械类专业正逐步成为中等职业学校的主要专业,为培养出企业所需要的技术工人,大多数学校采用了“2+1”三年制教学模式。因此,编写适合中等职业学校新教学模式的特点,符合企业要求,深受师生欢迎,能为学生上岗就业奠定坚实基础的新教材,已成为职业学校教学改革的当务之急。为适应职业教育改革发展的需要,重庆大学出版社、重庆市教育科学研究院职成教所及重庆市中等职业学校机械类专业中心教研组,组织重庆市中等职业学校教学一线的“双师型”骨干教师,编写了该套知识与技能结合、教学与实践结合、突出实效、实际、实用特点的中等职业学校机械类专业的专业课系列教材。

在编写的过程中,我们借鉴了澳大利亚、德国等国外先进的职业教育理念,广泛参考了各地中等职业学校的教学计划,征求了企业技术人员的意见,并邀请了行业和学校的有关专家,多次对书稿进行评议和反复论证。为保证教材的编写质量,我们选聘的作者都是长期从事中等职业学校机械类专业教学工作的优秀的双师型教师,他们具有丰富的生产实践经验和扎实的理论基础,非常熟悉中等职业学校的教育教学规律,具有丰富的教材编写经验。我们希望通过这些工作和努力使教材能够做到:

第一,定位准确,目标明确。充分体现“以就业为导向,以能力为本位,以学生为宗旨”的精神,结合中等职业学校双证书和职业技能鉴定的需求,把中等职业学校的特点和行业的需求有机地结合起来,为学生的上岗就业奠定坚实的基础。

中等职业学校的学制是三年,大多采用“2+1”模式。学生在校只有两年时间,学生到底能够学到多少知识与技能;学生上岗就业,到底需要哪些知识与技能,我们在编写过程中本着实事求是的原则,进行了反复论证和调研,并参照了国家职业资格认证标准,以中级工为基本依据,兼顾中职的特点,力求做到精简整合、科学合理地安排知识与技能的教学。

第二,理念先进,模式科学。利用澳大利亚专家来重庆开展项目合作的机会,我们学习了不少澳大利亚职业教育的先进理念和教学方法,同时也借鉴了德国等

其他国家先进的职教理念,汲取了普通基础教育新课程改革的精髓,摒弃了传统教材的编写方法,从实例出发,讲述学生上岗就业需要的知识与技能,以适应现代企业生产实际的需要。

第三,语言通俗,图文并茂。中等职业学校学生绝大多数是初中毕业生,由于种种原因,其文化知识基础相对较弱,并且中职学校机械类专业的设备、师资、教学等也各有特点。因此,在教材的编写模式、体例、风格和语言运用等方面,我们都充分考虑了这些因素。尽量使教材语言简明、图说丰富、直观易懂,以期老师用得顺手,学生看得明白,彻底摒弃大学教材缩编的痕迹。

第四,整体性强、衔接性好。中等职业学校的教学,需要全程设计,整体优化,各教材浑然一体、互相衔接,才能够满足师生的教学需要。为此,充分考虑了各教材在系列教材中的地位与作用以及它们的内在联系,克服了很多教材之间知识点简单重复,或者某些内容被遗漏的问题。

第五,注重实训,可操作性强。机械类专业学生的就业方向是一线的技术工人。本套教材充分体现了如何做、会操作、能做事的编写思想,力图以实作带理论,理论与实作一体化,在做的过程中,掌握知识与技能。

第六,强调安全,增强安全意识。充分体现机械类行业的“生产必须安全,安全才能生产”的特点,把安全意识和安全常识贯穿教材的始终。

本系列教材在编写过程中,得到重庆市教育科学研究院职成教所向才毅所长、徐光伦教研员,重庆市各相关职业学校的大力支持与帮助,在此表示衷心地感谢。同时,在系列教材的编写过程中,澳大利亚专家给了我们不少的帮助和支持,在此表示衷心地感谢。

我们期望本系列教材的出版,能对我国中等职业学校机械类专业的教学工作有所促进,并能得到各位职业教育专家与广大师生的批评指正,便于我们能逐步调整、补充、完善本系列教材,使之更加符合中等职业学校机械类专业的教学实际。

中等职业教育机械类系列教材
编委会

前 言

模具是现代制造业中广泛使用的重要工艺装备。由于使用模具进行产品生产具有质量好、效率高、成本低的特点,在汽车、航空、航天、电子通讯、机电、仪表、家用电器等领域得到广泛应用。

就我国目前的模具制造业的现状来看,在制造设备、技术及工艺等方面已经大大缩短了与发达国家的差距。但是就从业人员的技术素养和素质方面来看,与发达国家比较,差距是十分明显和巨大的,这严重制约和影响了我国模具产业的健康发展以及自主创新能力,为了进一步加快我国模具工业的发展速度,进一步缩短与发达国家的差距,使我国模具产业尽快步入自主创新的良性发展轨道,我们必须采用务实、高效和先进的职业技术培训手段,优化从业人员结构,提高从业人员素质,特别是提高一线技术工人的职业能力。

本书根据对我国沿海以及内地的大量模具生产企业和从事模具设计与制造技术培训的中等职业技术学校进行大量的市场调查,针对广大模具制造企业对从业人员的技术要求以及技术发展的方向,以及中等职业技术学校进行模具技术培训的师资、设备和技术状况而编写的,充分地体现了“以就业为导向,能力为本位、学生为中心”的职业教育精神,其内容体现了知识应用的实用性、灵活性和可操作性。本书具有以下特点:

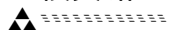
★ 将通用的技术知识与模具制造的工作实例紧密的结合,体现技术知识应用的针对性和专业性。

★ 对每一个技术要点进行了生产性的工艺流程说明,同时配以相应的工艺图解,既利于教师实施教学与教学管理,同时也利于学生的自主学习。

★ 内容编排上,遵循了由浅入深、循序渐进的原则,配以相应的思考练习,使学生在知识的学习应用中逐步提高自己的知识和技能能力。

★ 与配套的技能训练教材紧密结合,能快捷地将理论知识应用于技能训练与生产实践,十分有利于学生将知识转化为技能能力,同时也利于学生能力的扩展与创新意识的培养。

本书共分为6章,内容包括模具制造中的测量技术基础、模具制造中的钳工基本技能、模具制造中的表面加工技术、模具制造工艺知识、模具的装配技术、模具的使用、维护和维修技术。适度、系统、针对性地介绍了模具制造中必备技术知识,不但适合于中等职业技术学校模具设计与制造专业的专业课教学,也可作为



模具生产人员从事生产操作的专业指导书。

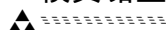
本书由戴刚任主编,饶传锋,胡云翔任副主编,参编人员有胡云翔等,其中第2、3、4、5章由戴刚编写,第1章由胡云翔编写,第6章由饶传锋编写。本书选用了部分书籍和企业提供的培训资料中的精彩内容,在此向各位作者和企业表示衷心感谢。

由于作者水平有限,加之时间仓促,书中难免存在一些不足之处,欢迎各位专家、读者对本书提出宝贵意见和建议。

编 者
2007 年 6 月

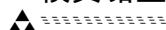
目 录

第 1 章 模具制造中的测量技术基础	1
1.1 测量与量具的基本概念	1
1.1.1 测量的基本概念	1
1.1.2 量具的类型	1
1.1.3 测量方法的分类	1
1.2 游标卡尺及应用	3
1.2.1 游标卡尺的结构与种类	3
1.2.2 游标卡尺的刻线原理与读数方法	4
1.2.3 游标卡尺的测量范围与测量精度	4
1.2.4 游标卡尺的使用方法	5
1.3 千分尺及其应用	6
1.3.1 千分尺的结构	7
1.3.2 千分尺的刻线原理和读数方法	7
1.3.3 千分尺的测量范围与精度	8
1.3.4 内径及其他千分尺	8
1.3.5 千分尺的正确使用	8
1.4 百分表及应用	10
1.4.1 百分表的结构与工作原理	10
1.4.2 百分表的刻线原理	10
1.4.3 内径百分表	12
1.4.4 百分表的正确使用	12
1.5 万能游标量角器及应用	14
1.5.1 游标量角器的结构	14
1.5.2 万能游标量角器的刻线原理与读数方法	15
1.5.3 万能游标量角器的测量范围	15
1.6 正弦量规的应用	16
1.6.1 正弦量规的结构与作用	16
1.6.2 正弦量规的正确使用	17
1.7 量块、塞尺及应用	18
1.7.1 量块及应用	18
1.7.2 塞尺及应用	20
1.8 量具的维护保养	21



1.8.1	量具维护保养的重要性	21
1.8.2	量具维护保养的措施	21
第2章	模具制造中的钳工基本技能	23
2.1	模具制造中的划线技术	23
2.1.1	划线概述	23
2.1.2	划线常用工具及其应用	25
2.1.3	划线的要求及注意事项	28
2.1.4	划线基准的确定	28
2.1.5	划线时的借料	32
2.2	錾削、锯削与锉削	34
2.2.1	錾削及其工艺过程	34
2.2.2	锯削及其工艺要点	36
2.2.3	锉削	40
2.3	模具制造中的钻孔加工技术	50
2.3.1	钻头与钻孔加工原理	50
2.3.2	钻孔方法	54
2.4	模具制造中的扩孔与铰孔技术	69
2.4.1	扩孔加工技术	70
2.4.2	铰孔加工技术	74
2.5	铰孔加工技术	76
2.5.1	常用铰刀的种类和用途	77
2.5.2	铰孔的加工方法	78
2.5.3	铰孔时常见工艺问题分析	84
2.6	模具制造中的螺纹加工技术	87
2.6.1	螺纹概述	87
2.6.2	攻丝	89
2.6.3	套丝加工技术	94
2.6.4	攻丝和套丝时的工艺问题分析	95
2.7	样板与应用	98
2.7.1	样板的种类与使用方法	98
2.7.2	样板的制作	100
2.7.3	样板在模具制造中的应用	102
第3章	模具制造中的表面加工技术	103
3.1	模具制造中的研磨技术	103
3.1.1	研磨加工技术	103
3.1.2	研磨工艺	110

3.1.3	影响研磨质量的因素	113
3.2	模具制造中的抛光技术	116
3.2.1	抛光工具	116
3.2.2	抛光工艺	121
3.2.3	超声波抛光	122
3.3	模具制造中的挤压珩磨技术	127
3.3.1	挤压珩磨的基本原理	127
3.3.2	挤压珩磨的工艺特点	128
3.3.3	粘性磨料介质	128
3.3.4	挤压珩磨的夹具	129
3.3.5	挤压珩磨加工的工艺步骤与后处理	130
3.4	模具制造中的其他表面加工技术简介	132
3.4.1	弹性体蠕动抛光法	132
3.3.2	可挠曲片状油石抛光	133
3.4.3	磁力抛光法	133
3.4.4	液体磨料与铁粉刷抛光法	134
3.4.5	超精研抛	134
第4章	模具制造工艺知识	139
4.1	模具制造中常用的加工设备简介	139
4.1.1	车床在模具制造中的应用	139
4.1.2	铣床在模具制造中的应用	140
4.1.3	磨床在模具制造中的应用	142
4.1.4	电火花机床在模具制造中的应用	143
4.1.5	线切割机床在模具制造中的应用	144
4.2	模具制造的工艺过程简介	146
4.2.1	模具制造的工艺过程	147
4.2.2	模具装配的工艺过程	147
4.3	模具零件的机械加工工艺过程	149
4.3.1	模具零件图的分析与研究	149
4.3.2	零件加工过程中的定位基准合理选择	150
4.3.3	零件加工工艺路线的拟定	151
4.3.4	零件加工阶段的划分	154
4.3.5	零件加工顺序的安排	154
4.3.6	加工机床及工艺装备的合理选择	154
4.3.7	切削用量的合理选择	155
4.4	主要模具零件加工的工艺路线	156
4.4.1	模具零件制造工艺	156



4.4.2	冲裁模具凸模、凹模加工	158
4.4.3	凸模、凹模加工工艺流程	158
4.5	模具型腔加工的工艺流程	159
4.5.1	型腔模具型腔、型芯技术要求与制造特点	159
4.5.2	型腔模具成型零件加工工艺流程	160
第5章	模具的装配技术	162
5.1	模具的装配技术基础	162
5.1.1	装配工艺概述	162
5.1.2	装配工艺过程的组成	163
5.2	尺寸链技术在模具制造和装配中的应用	164
5.2.1	尺寸链的基本概念	164
5.2.2	尺寸链的组成	165
5.2.3	尺寸链的解算	167
5.3	模具装配技术与应用	176
5.3.1	常用冲压模具的结构与工作原理	176
5.3.2	塑料模具结构	184
5.4	常用模具的装配技术	193
5.4.1	冷冲模具的装配	193
5.4.2	塑料模具的装配	206
第6章	模具的使用、维护和维修技术	222
6.1	模具的使用	222
6.1.1	模具检测	222
6.1.2	模具使用安全	223
6.1.3	模具使用的要求	224
6.2	模具的保管与维护	226
6.2.1	模具保管	227
6.2.2	模具使用现场要求	228
6.2.3	模具的编号	228
6.2.4	模具的标记	230
6.2.5	模具的维护与运输	231
6.3	模具使用期内的保养和修理	233
6.3.1	模具的检修	233
6.3.2	注射模的保养和修理	237
6.3.3	压铸模的保养和修理	240
6.3.4	模具其他方面的修理	242
参考文献		245

第 1 章 模具制造中的测量技术基础

1.1 测量与量具的基本概念

任务内容

1. 测量的基本概念。
2. 量具的分类。
3. 测量方法分类。

任务目标

1. 了解测量技术基本概念。
2. 熟悉测量方法的类型及特点。

任务过程

1.1.1 测量的基本概念

所谓测量 就是将测量对象被测的量与标准的量进行比较 ,以确定两者比值的过程。

测量技术的要求是被测量的误差控制在允许范围内 ,以保证零件的加工质量。在模具制造中正确地使用测量方法和量具是保证模具生产质量、高效低成本的重要手段。

1.1.2 量具的类型

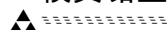
为了保证每一个模具零件和模具的质量 ,就必须使用量具进行测量。用来检测零件及产品尺寸和形状的工具称为量具。量具根据用途和特点分为 3 类 :

- 1)通用量具 这类量具一般有着刻线 ,在其测量范围内 ,可以测量出零件和产品的形状和尺寸的具体数值 ,如游标卡尺、千分尺、百分表和万能角度尺等。
- 2)专用量具 是根据所生产产品的具体结构形状所设计制造的具有某一固定尺寸量具 ,这类量具的适应性不如通用量具 ,它只能通过测量来判断零件是否合格 ,不能测出具体数值。
- 3)标准量具 这类量具要求测量精度非常高 ,一般只能制成某一固定尺寸 ,用于校对和调整其他量具(通用量具和专用量具)。

1.1.3 测量方法的分类

(1)按测量结果是否直接获得 ,可分为直接测量和间接测量

- 1)直接测量 被测量可以从量具的读数装置上直接获得或获得相对于标准量的偏差值的



测量方法,如使用游标卡尺、千分尺、百分表等直接测量工件。

2)间接测量 实际测量的量与需要测量的量之间存在某些特定的函数关系的测量方法。

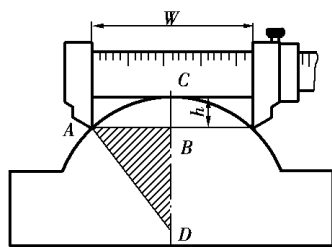
如图 1.1 所示为模具制造中常用的间接测量实例。

如图 1.1(a)所示,被测量的凸模圆弧半径(R)为

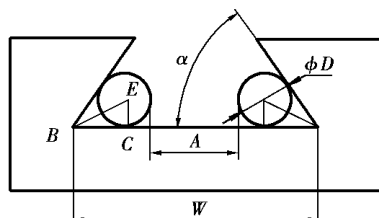
$$R = \left(\frac{l^2}{8h} \right) + (h/2)$$

如图 1.1(b)所示,被测量的燕尾槽底宽(W)为

$$W = A + D \left(1 + \cot \frac{\alpha}{2} \right)$$



(a)测量凸模圆弧半径



(b)测量凹模燕尾底宽

图 1.1 间接测量

(2)按测量结果读数不同,可分为绝对测量和相对测量

1)绝对测量 被测量直接从量具或量仪上显示出全值的测量方法,如使用千分尺、游标卡尺测量工件。

2)相对测量 测量时,量具或量仪上指示的数值表示被测量相对于标准量的偏差值,如使用百分表测量工件的偏差值。

此外,测量又分为单项测量和综合测量两种。例如,测量单一的尺寸大小,位置精度属于单项测量,而使用量规和样板对零件的测量则属于综合测量。

在进行零件的测量过程中,既可以单独使用上述测量方法,也可根据情况将以上测量方法结合使用。

练一练

一、填空题

1. 什么叫做测量?其目的是什么?
2. 量具有哪些类型?各用于什么场合?
3. 测量方法有哪些?各有什么特点?
4. 完成下列零件尺寸测量用什么测量方法?请正确连线。

一般精度要求的零件长度、直径、孔径的

直接测量

零件中心距的测量

相对测量

间接测量

零件的尺寸偏差

绝对测量

用内卡钳测壁厚 t(见图 1.2)

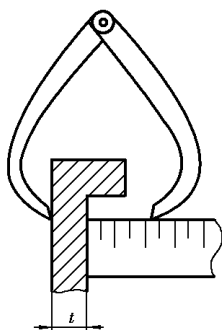


图 1.2 内卡钳测壁厚

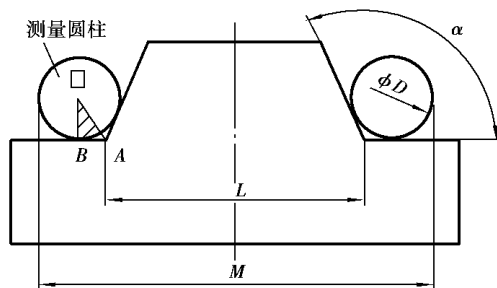


图 1.3 测量尺寸 L

二、如图 1.3 所示,是利用两个直径为 10 mm 的标准圆柱测量凸模尺寸 L,采用了什么样的测量方法?已知 $\alpha = 105^\circ$,测得尺寸 $M = 132.04$ mm,计算尺寸 L。其计算公式为:

$$L = M - D \left(1 + \cot \frac{\alpha}{2} \right)$$

1.2 游标卡尺及应用

任务内容

1. 常用游标卡尺的类型与刻线原理。
2. 游标卡尺的读数方法与正确应用。

任务目标

1. 理解游标卡尺的刻线原理。
2. 掌握游标卡尺的读数方法与正确应用。

任务过程

游标卡尺是一种中等精度的量具,可以直接测量出零件的外径、孔径、长度、宽度、深度和中心距等尺寸。

1.2.1 游标卡尺的结构与种类

如图 1.4 所示是目前常用的 4 种游标卡尺,在这 4 种游标卡尺中,外测量爪用于测量零件的外径、长度、宽度以及中心距等。内测量爪用于测量孔径、沟槽宽度等,测深尺主要用于测量孔深和槽深等。

其中Ⅲ型游标卡尺可以利用辅助游标进行测量中的微量调整,测量相对比较准确。而对于带表的游标卡尺和数字显示游标卡尺则具有使用方便、读数直观的优点。

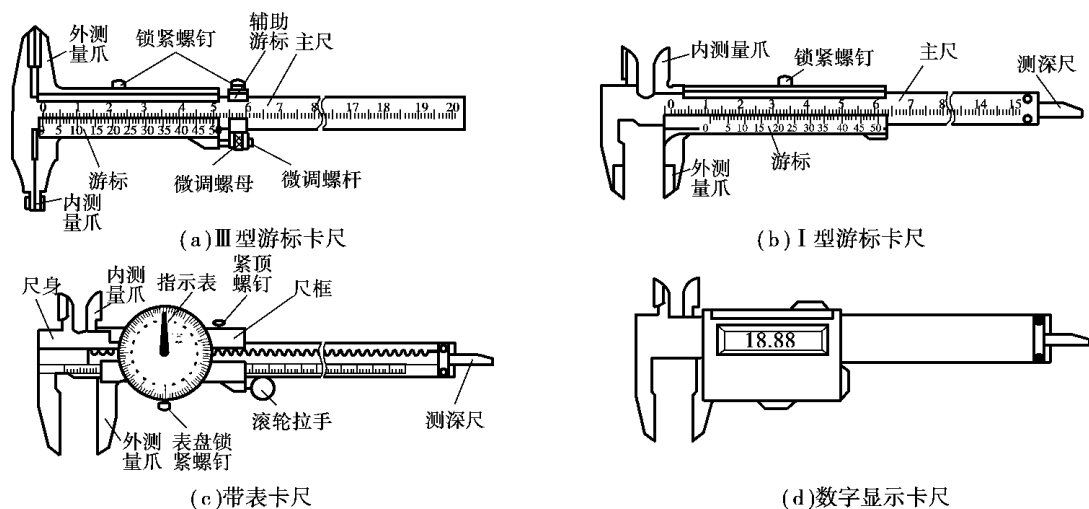


图 1.4 游标卡尺的种类与结构

1.2.2 游标卡尺的刻线原理与读数方法

(1) 游标卡尺的刻线原理

目前,常用的主要是精度为 $1/50 \text{ mm}$ (0.02) 的游标卡尺。如图 1.5 所示,其读数原理如下。

- 1) 尺身上 1 格的刻线距离是 1 mm 。
- 2) 游标上是 将 49 mm 的距离分为 50 格,每格的刻线距离是 $49/50 = 0.98 \text{ mm}$ 。
- 3) 该游标卡尺的分度值 = 主尺 1 格的刻线距离 - 游标上 1 格的刻线距离 = $1 - 0.98 = 0.02 \text{ mm}$ 。

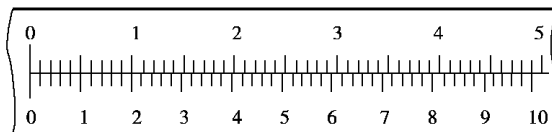


图 1.5 $1/50 \text{ mm}$ 游标卡尺读数原理

(2) 游标卡尺的读数方法

如图 1.6 所示,游标卡尺的读数方法:

- 1) 读整数:读游标零线左侧的整毫米数。
- 2) 读小数:看游标上的刻线第几格与主尺上某刻线对齐,将对齐格数 $\times$ 分度值 (0.02) = 小数。
- 3) 读整个数:将读出的整数 + 小数 = 整个数。

1.2.3 游标卡尺的测量范围与测量精度

(1) 游标卡尺的测量范围

游标卡尺的测量范围包括 $0 \sim 125$ $0 \sim 200$ $0 \sim 300$ $0 \sim 500$ $300 \sim 800$ $400 \sim 1\,000$ $600 \sim$

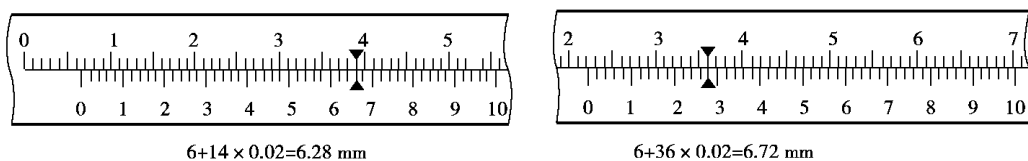


图 1.6 1/50 游标卡尺的读数方法

1 500 800 ~ 2 000 mm 等。

(2) 1/50 mm(0.02)游标卡尺的测量精度

测量工件时,应按照工件的尺寸大小、尺寸精度要求选择量具。游标卡尺属于中等精度(IT10 ~ IT16)测量工具,不能用于测量毛坯和精度要求很高的工件。1/50 mm 游标卡尺的示值误差为 $\pm 0.02 \text{ mm}$ 。

如果必须使用游标卡尺测量高精度的工件尺寸,必须先使用如量块之类的标准量具校对卡尺,然后考虑误差后,方能进行较为准确的测量。

注意,在使用游标卡尺时,一定要注意测量力的控制。若测量力过大,容易造成工件和卡尺变形,而产生较大的测量误差,使测量精度下降。若测量力过小,使卡尺测量爪与工件被测表面接触不好,也会使测量误差增大。

1.2.4 游标卡尺的使用方法

如图 1.7 所示为使用游标卡尺进行外径、深度、内径以及长度进行测量的操作方法。

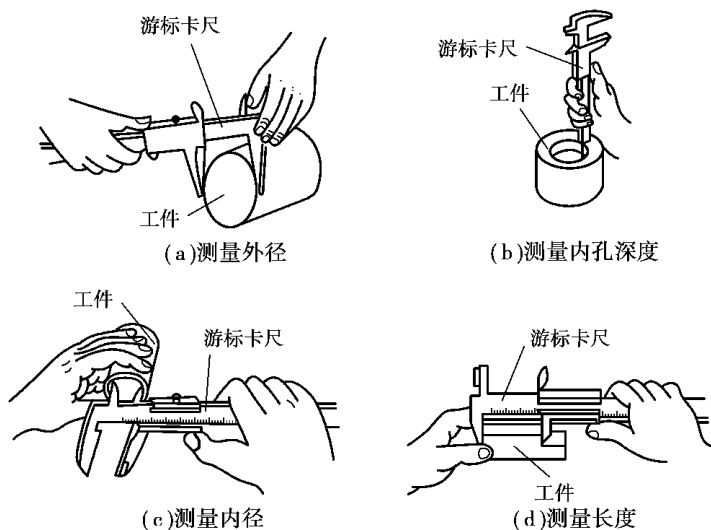


图 1.7 游标卡尺的使用方法

练一练

一、填空题

1. 游标卡尺是一种_____精度量具,不能使用游标卡尺来测量_____和

_____的零件。

2. 0.02 mm 的游标卡尺的游标是将主尺上_____ mm 的距离分成了_____等分,每格的刻线距离是_____ mm。其分度值是_____ mm。示值误差为_____ mm。

3. 常用的游标卡尺按分度值分有_____和_____两种。

二、判断题

1. 游标卡尺在量具中属于绝对的直接测量量具。 ()

2. 游标卡尺可以和量块结合完成较高精度工件尺寸的测量 ()

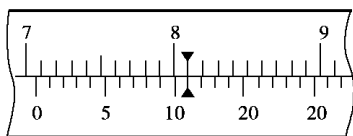
三、简答题

1. 使用游标卡尺时应注意些什么?

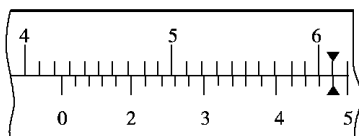
2. 试述 0.05 mm 游标卡尺的刻线原理。

四、请根据下列游标卡尺的测量情况正确读出所测量的实际尺寸,如图 1.8 所示。

(a)图中的测量值为_____ mm;(b)图中的测量值为_____ mm。



(a)分度值为1/20(0.05 mm)卡尺



(b)分度值为1/50(0.02 mm)卡尺

图 1.8 游标卡尺的读数

五、绘图题

1. 请根据 1/20 mm 游标卡尺的刻线原理,绘制出测量尺寸 28.75 mm 的测量图。

2. 请根据 1/50 mm 游标卡尺的刻线原理,绘制出测量尺寸 37.64 mm 的测量图。

六、游标卡尺测量练习

1. 用游标卡尺测量外径(长度、宽度)、内径(槽宽)、孔深(槽深)、台阶及中心距等尺寸。

2. 通过实物测量,达到熟悉游标卡尺结构与工作原理的目的,掌握游标卡尺的正确用法,能快速准确地读出被测尺寸的读数。

1.3 千分尺及其应用

任务内容

1. 千分尺的结构与刻线原理。

2. 千分尺的读数方法与正确应用。

任务目标

1. 理解千分尺的刻线原理。
2. 掌握千分尺的读数方法与正确应用。

任务过程

千分尺是一种精密量具,它的测量灵敏度和精度比游标卡尺高,适用于测量加工精度较高的工件尺寸。在模具制造中,与游标卡尺一样,千分尺也是使用得最为广泛的量具之一。

1.3.1 千分尺的结构

千分尺主要由尺架、砧座、测微螺杆、固定导管、微分筒、测力装置及锁紧手柄等组成,如图1.9所示。

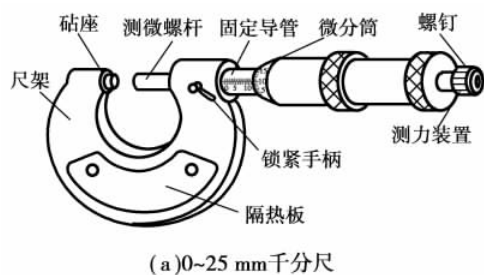


图 1.9 千分尺的结构

1.3.2 千分尺的刻线原理和读数方法

(1) 千分尺的刻线原理

- 1) 固定导管: 导管上面的刻线包括整毫米刻线(1格=1 mm)和半毫米刻线。
- 2) 测微螺杆: 它的螺距 $P = 0.5 \text{ mm}$, 当微分筒转一周, 测微螺杆移动 0.5 mm 。
- 3) 微分筒: 将一周分为 50 格, 则微分筒每转一格, 测微螺杆移动 $0.5/50 = 0.01 \text{ mm}$ 。此值也就是千分尺的分度值。

(2) 千分尺的读数方法

千分尺的读数方法如图 1.10 所示。

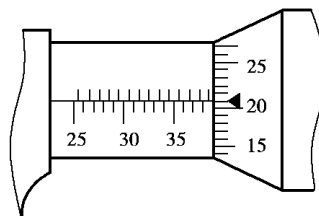
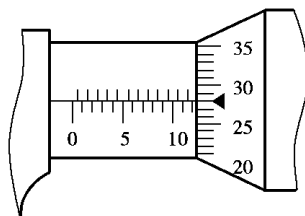


图 1.10 千分尺的读数

- 1)通过微分筒断面与固定导管刻线结合,读出整毫米数和半毫米数。
- 2)读小数:看微分筒上某一刻线是否与固定导管上的基线对齐,记录格数数据。其小数部分 = 对齐格数 × 分度值(0.01 mm)。
- 3)读整个数:将读出的整毫米或半毫米数 + 小数部分 = 整个数。

1.3.3 千分尺的测量范围与精度

千分尺是按规格划分测量范围的,包括 0 ~ 25、25 ~ 50、50 ~ 75、75 ~ 100、100 ~ 125 mm 等,使用时必须根据工件被测尺寸的大小来选择其规格。

千分尺的测量精度与制造精度直接相关,其制造精度有 0 级和 1 级两种,其中 0 级精度最高,1 级次之。一般千分尺的示值误差为 ± 0.01 mm。

1.3.4 内径及其他千分尺

(1)内径千分尺

前述的千分尺为外测千分尺,主要用于外径、长度、宽度等尺寸的测量。对于孔径、槽宽等精度要求较高的包容尺寸,一般使用内径千分尺进行测量,其结构如图 1.11 所示。

注意:刻线原理和读数方法与外测千分尺相同,但刻线方向相反。

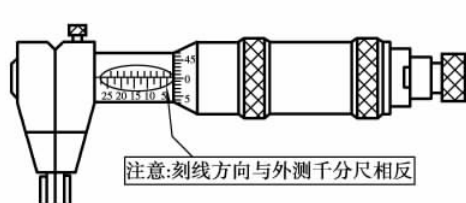


图 1.11 内径千分尺

(2)其他千分尺

除了外测千分尺和内径千分尺以外,还有深度千分尺、螺纹千分尺和公法线千分尺等。其刻线原理和读数方法与外测千分尺一样。

1.3.5 千分尺的正确使用

(1)千分尺的使用规则

- 1)必须根据被测尺寸的大小正确地选择千分尺的规格。
- 2)测量时,必须严格控制测量力,不能使用微分筒控制测量力,只能使用后部的棘轮装置控制测量力。
- 3)读数时必须认真仔细,特别是不要漏读了半毫米刻线。
- 4)使用者无权对量具进行拆解维修。与其他量具一样,千分尺也必须定时送到计量中心进行定期检定和维修。
- 5)量具必须独立安全放置,不能与工件、工具混放。使用完毕后,必须擦净后才能装入专用的量具盒内。

(2) 千分尺的使用方法

如图 1.12 所示为使用外径千分尺对工件进行测量的操作手法。

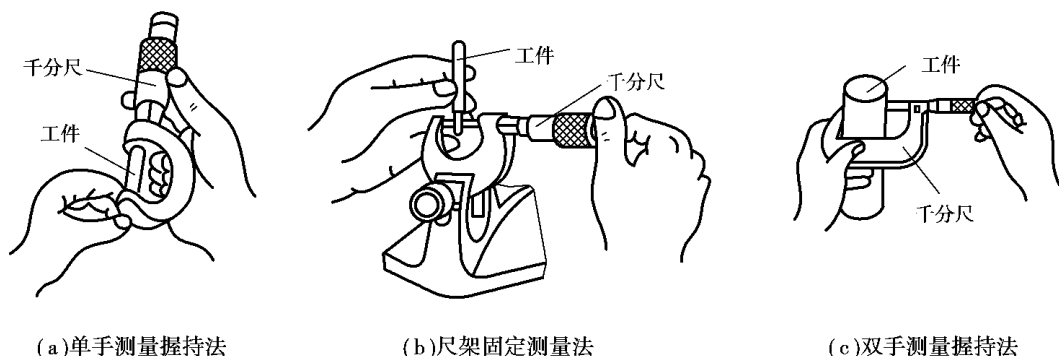


图 1.12 外测千分尺的使用方法

如图 1.13 所示为内径千分尺的使用方法。

练一练

一、填空题

1. 千分尺的测微螺杆的螺距是 _____ mm ,微分筒每转一周 ,测微螺杆移动 _____ mm。
2. 千分尺的分度值是 _____ mm ,示值误差为 _____ mm。
3. 千分尺是常用的 _____ 量具之一 ,其测量精度为 _____ mm。

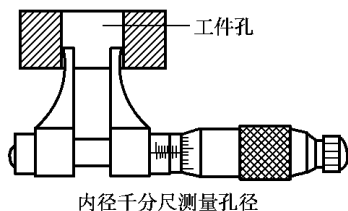


图 1.13 内径千分尺的使用

二、读数练习

如图 1.14 所示 ,准确地读出千分尺的测量尺寸值。

图(a)中的测量值是 _____ mm ;图(b)中的测量值是 _____ mm。

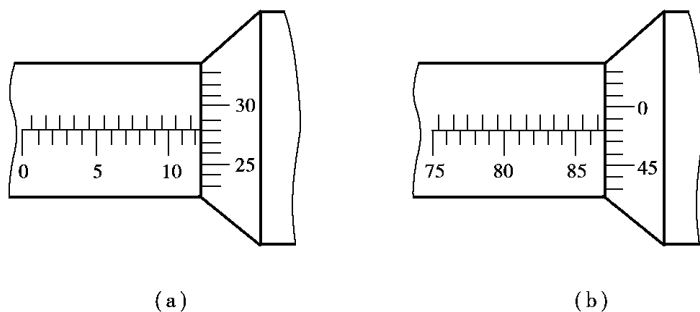
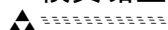


图 1.14 千分尺读数练习

三、简答题

1. 千分尺使用时 ,应注意哪些问题 ?
2. 为什么各种规格千分尺的测量调整范围均在 25 mm 之内 ?



3. 试述千分尺的刻线原理与读数方法。

四、画出尺寸 47.36 mm 和 12.68 mm 的千分尺测量图。

五、千分尺测量练习

1. 用千分尺测量外径(长度、宽度)、内径(槽宽)、孔深(槽深)、台阶及中心距等尺寸。

2. 通过实物测量,达到熟悉千分尺结构与工作原理的目的,掌握千分尺的正确用法,能快速准确地读出被测尺寸的读数。

1.4 百分表及应用

任务内容

1. 常用百分表的结构与刻线原理。

2. 百分表的正确应用。

任务目标

1. 理解百分表的刻线原理。

2. 掌握百分表的读数方法与正确应用。

任务过程

百分表属于相对测量量具,在模具制造中主要用于测量模具零件的尺寸、形状和位置误差。在模具制造中,百分表除了用于模具零件的尺寸、形状和位置误差检测以外,还用于模具零件在加工时的位置找正等。

1.4.1 百分表的结构与工作原理

(1) 钟表式百分表的结构原理

百分表的结构原理如图 1.15 所示。它主要是利用齿条测杆的往复运动,带动小齿轮转动,利用齿轮传动的传动比的改变,带动表针转动进行记录,并获得测数值或零件的误差值。

(2) 杠杆式百分表的结构原理

杠杆式百分表是利用杠杆式测杆的摆动,带动表内的扇形齿轮及其他传动机构运动,带动表针转动来完成对零件尺寸偏差的测量,如图 1.16 所示。

百分表中的短指针用来记录大指针转过的周数,当长指针转过一周时,小指针转过一格。主要目的是便于大行程测量时进行读数和记录。

1.4.2 百分表的刻线原理

百分表齿条测杆的齿距为 0.625 mm,当齿杆轴向移动 16 齿(即移动 $0.625 \times 16 =$

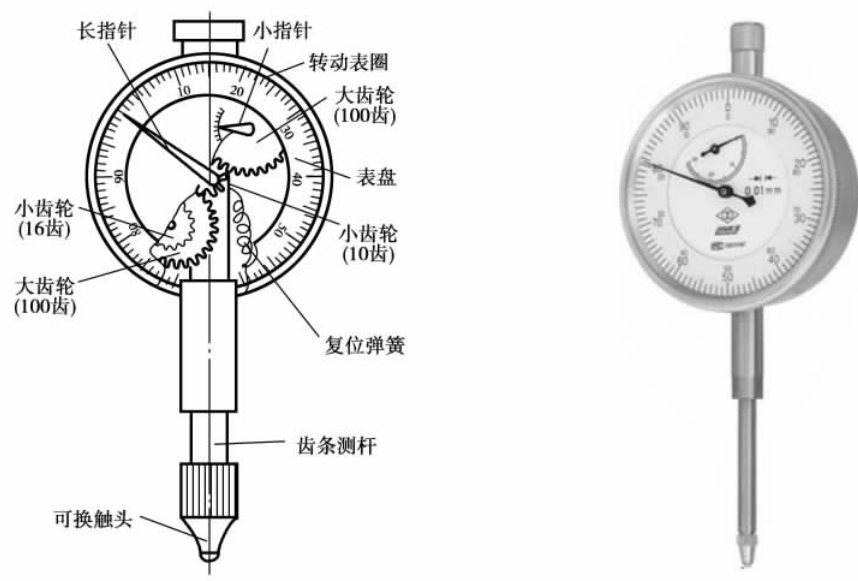


图 1.15 钟表式百分表及其结构原理



图 1.16 杠杆式百分表

10 mm) ,此时 16 齿的小齿轮转动 1 周 ,同时与之同轴的 100 齿的大齿轮也转动 1 周 ,与之啮合的 10 齿的小齿轮转动 10 周 ,即表示齿条测杆移动了 1 mm ,长指针即转动 1 周。表盘将一周等分为 100 格 ,因此 ,当长指针转动 1 格时 ,就表示测杆移动 $1/100 = 0.01$ mm。此值就是百分表的分度值 ,如图 1.15 所示。

百分表的示值误差一般为 ± 0.01 mm。

百分表中的复位弹簧用于测量中测杆复位和消除测量传动机构的间隙 ,以增加百分表的灵敏度和保证测量精度。而小指针则用于较大测量距离时记录大指针转过的圈数。

1.4.3 内径百分表

如图 1.17 所示为内径百分表的结构,它主要用于测量内孔的直径及沟槽的槽宽,以及它们的形状误差。

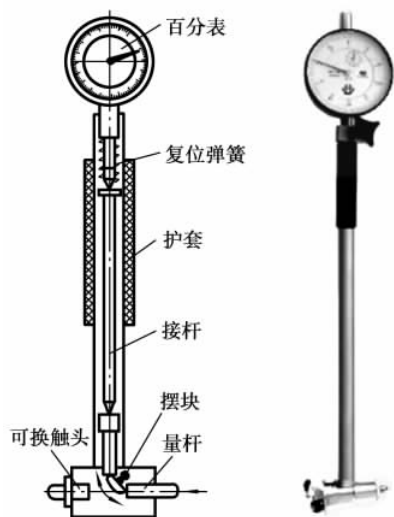


图 1.17 内径百分表

测量时,量杆随孔径的大小移动,带动摆块转动,推动接杆上、下移动,使百分表测杆移动,测出工件的尺寸误差。测量完毕后,在复位弹簧的作用下,量杆回到原位。

为了准确地测量孔径,使用内径百分表时,径向摆动时取最大值,轴向摆动时取最小值。当两个值大小一致时,即测出了准确的孔径,如图 1.18 所示。

内径百分表可根据被测孔径或槽宽的大小更换触头来调整其测量范围,内径百分表的测量范围有 6~10, 10~18, 18~35, 35~50, 50~100, 100~160, 160~250 mm 等。

内径百分表的示值误差一般为 ± 0.015 mm。

1.4.4 百分表的正确使用

(1) 百分表的正确使用原则

- 1) 测量前,应仔细检查表盘/表针是否有松动现象。
- 2) 测量时,为便于读数和记录,应转动表盘,使长指针

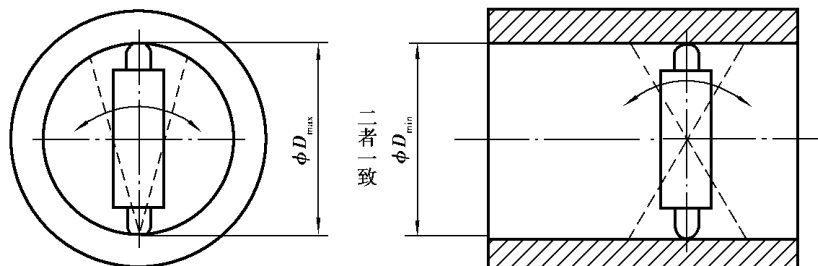


图 1.18 内径百分表的使用方法

对准零位。

3) 测量时,对于钟表类百分表,其测杆应与工件被测表面垂直或与被测曲面的法线方向一致;对于杠杆式百分表,其测杆与工件被测表面之间应具有一定夹角,但其夹角应尽量小一些。

4) 测量时,应使测杆有 0.3~1 mm 的压缩量,并保持一定的初始测量力,以使指针灵活、准确地正、反向转动,保证测量精度。

(2) 百分表的安装使用

百分表的正确安装使用如图 1.19 所示。

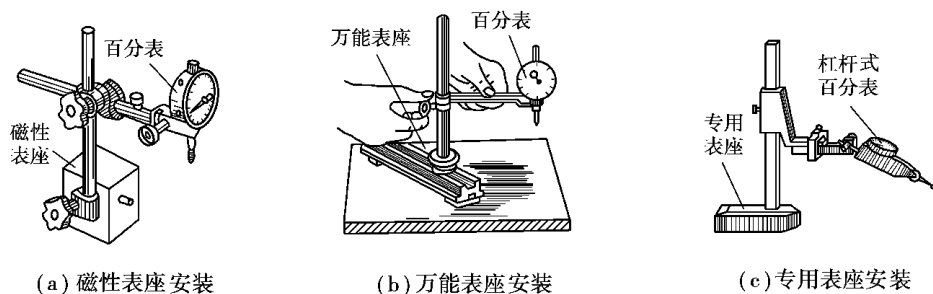


图 1.19 百分表的正确安装使用

练一练

一、填空题

- 百分表属于_____量具,在模具制造中主要用于测量零件的_____,_____和_____,以及在零件安装和装配时进行_____。
- 百分表齿条测杆的齿距是_____ mm,与测杆啮合的小齿轮的齿数是_____齿。当测杆移动 1 mm 时,百分表的长指针转动_____周,短指针转动_____。百分表长指针转动一格时,说明测微螺杆移动了_____ mm。
- 百分表的分度值是_____ mm,示值误差为_____ mm。内径百分表的示值误差为_____ mm。

二、选择题

- 使用杠杆式百分表测量时,应是摆动测杆与工件表面之间的夹角_____。
 - 大一些
 - 小一些
 - 为 90°
- 内径百分表的测量范围的调整是通过更换_____来实现的。
 - 百分表
 - 可换触头
 - 活动触头
- 内径百分表在进行孔径测量时,应取_____为准确的测量值。
 - 径向摆动的最小值
 - 轴向摆动的最大值
 - 径向摆动取最大值,轴向摆动取最小值。

三、简答题

- 试述百分表的刻线原理。
- 百分表在使用时,应注意些什么?

四、测量练习

- 用百分表测量零件的直线度、平面度、圆度和平行度等练习。
- 通过实物测量,达到熟悉百分表结构与工作原理的目的,掌握百分表的正确用法,能快速地准确地读出被测尺寸的读数。

1.5 万能游标量角器及应用

任务内容

1. 万能游标量角器的结构与刻线原理。
2. 万能游标量角器的读数方法与正确应用。

任务目标

1. 理解万能游标量角器的刻线原理。
2. 掌握万能游标量角器的读数方法与正确应用。

任务过程

在模具制造中,万能游标量角器是用来测量模具零件的内外角度的。其测量精度分为 $2'$, $5'$ 两种。其示值误差分别为 $\pm 2'$, $\pm 5'$ 。其测量范围是 $0^\circ \sim 320^\circ$ 。在此仅介绍 $2'$ 的万能游标量角器。

1.5.1 游标量角器的结构

测标量角器的结构如图 1.20 所示。其中尺身固定在扇形板上,可随扇形板转动,游标相对固定。直尺和角尺可根据测量角度的大小,在测量范围内进行组合使用。

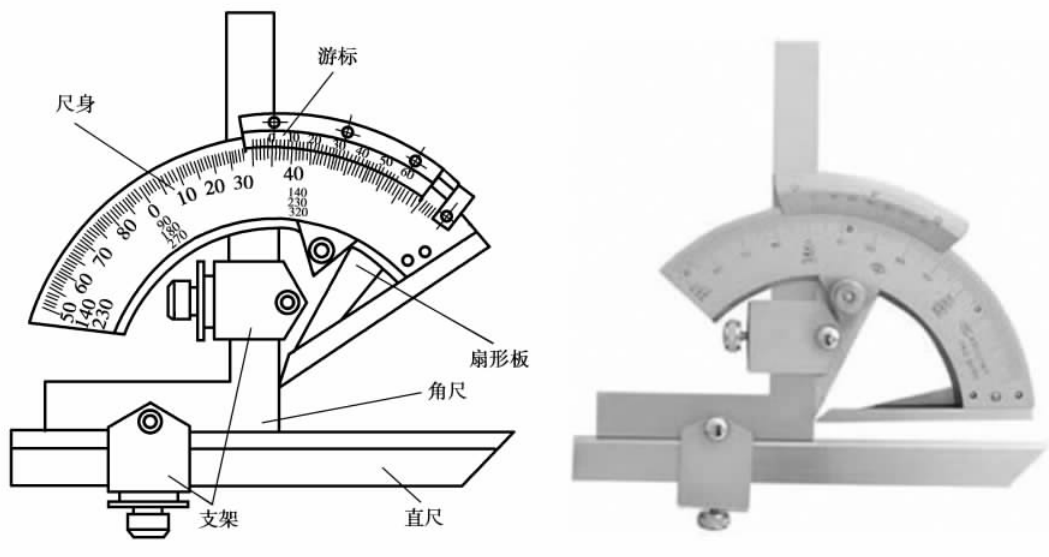


图 1.20 万能游标量角器



1.5.2 万能游标量角器的刻线原理与读数方法

(1) 刻线原理

- 1) 尺身 1 格 = 1° 。
- 2) 游标 将尺身上 29° 所对应弧长分为 30 等分, 每格的刻线角度 = $29/30 = 58'$ 。
- 3) 分度值 等于尺身 1 格刻线角度 - 游标 1 格刻线角度 = $1^\circ - 58' = 2'$ 。

(2) 读数方法

万能游标量角器的读数方法与游标卡尺相同。

- 1) 先读出游标零线前的整数度。
- 2) 再从游标上读出“'”的数值。
- 3) 读整个数 将读出的两个数相加, 即为被测的角度值。

1.5.3 万能游标量角器的测量范围

由于万能游标量角器上的直尺和角尺可以移动、组合和拆换, 它能测量 $0^\circ \sim 320^\circ$ 范围内的任意角度, 如图 1.21 所示。

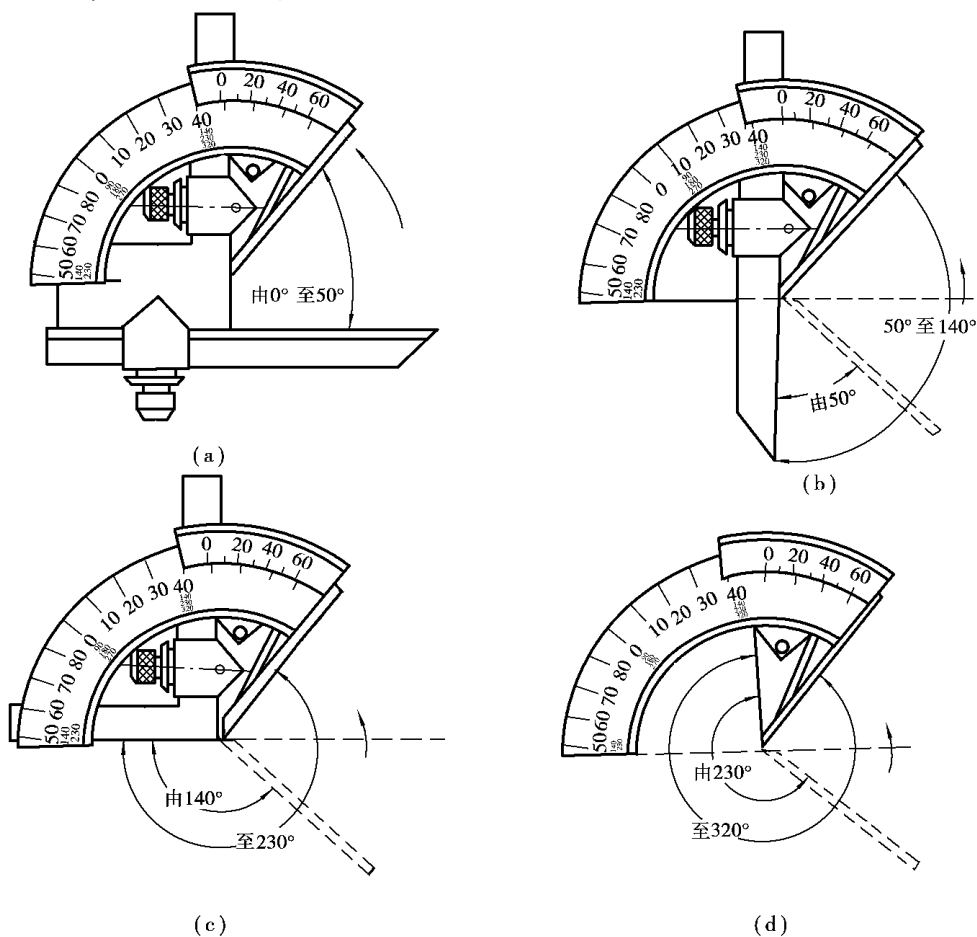


图 1.21 万能游标量角器上的测量范围

练一练

一、填空题

1. 万能游标量角器是用来测量_____的量具,其测量精度有_____和_____两种。
2. 测量精度为 $2'$ 的万能游标量角器的游标上,是将主尺上_____度的角度进行了_____等分,游标上的刻线值是_____,其分度值是_____。
3. 万能游标量角器的测量范围是_____~_____。

二、万能游标量角器的角尺、直尺的组合使用方法

1. 测量 $0^\circ \sim 50^\circ$ 范围内的角度时,应装上:_____。
2. 测量 $50^\circ \sim 140^\circ$ 范围内的角度时,应装上:_____。
3. 测量 $140^\circ \sim 230^\circ$ 范围内的角度时,应装上:_____。
4. 测量 $230^\circ \sim 320^\circ$ 范围内的角度时,不使用:_____。

三、测量练习

1. 使用万能游标量角器测量零件的角度和锥度练习。
2. 通过零件实物测量,达到熟悉万能游标量角器结构与工作原理的目的,掌握游标量角器的正确用法,能快速准确地读出被测角度和锥度的读数。

1.6 正弦量规的应用

任务内容

1. 正弦量规的结构与工作原理。
2. 正弦量规的正确使用方法。

任务目标

1. 熟悉和理解正弦量规的结构与工作原理。
2. 掌握正弦量规的正确使用方法。

任务过程

1.6.1 正弦量规的结构与作用

正弦量规是用于间接测量角度(或锥度)的量具。

正弦量规主要由主体工作平面和两个等径的正弦圆柱,以及便于工件安装定位的侧、后挡板组成,如图 1.22 所示。

正弦量规两正弦圆柱的制造和两圆柱的中心距(L)精度较高。其中心距偏差宽型为 $\pm 0.003 \text{ mm}/100$,窄型为 $\pm 0.002 \text{ mm}/100$ 。除此以外,其工作平面和两正弦圆柱均具有较高的形状和位置精度。因此,正弦量规是一种精密的角(锥)度测量工具。

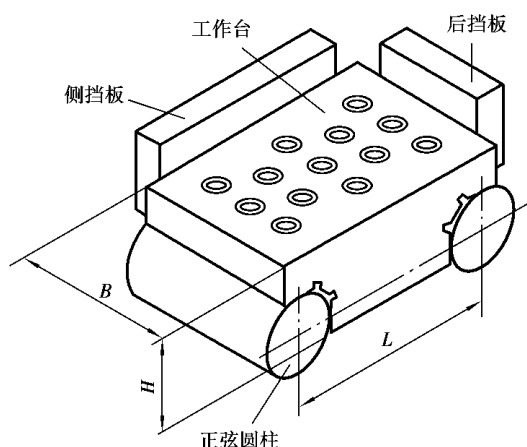


图 1.22 正弦量规的结构

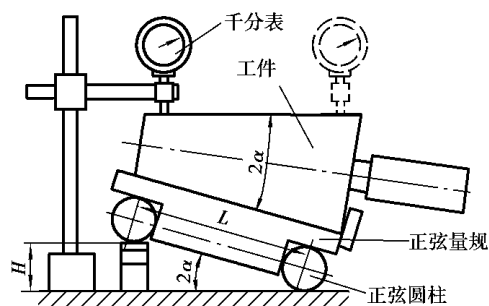


图 1.23 正弦量规的工作原理

1.6.2 正弦量规的正确使用

正弦量规的正确使用如图 1.23 所示。

- 1) 将正弦量规置于调整好水平的测量平板上。
- 2) 再将工件置于正弦量规的工作平面上, 固定并防止产生位移和旋转。
- 3) 在一侧的正弦圆柱下垫上合适尺寸的量块。
- 4) 根据测量高度, 安装并初步调整好百分表。使百分表的测杆轴线垂直于被测工件表面或母线。然后沿测量方向在一定距离内移动百分表, 观察并记录读数。
- 5) 一边测量, 一边调整量块高度(H), 直至百分表在移动测量范围内的读数不变(或为零), 此时表明被测表面处于水平状态。
- 6) 计算被测角度大小, 其计算公式为

$$\sin 2\alpha = \frac{H}{L}$$

这样就能精确地测出被测工件的角度或锥度。

在模具制造中, 通常使用该方法来测量模具工作零件和结构零件的斜度和锥度, 如凸模、凹模零件斜面的斜度(或锥度)、滑块斜面和斜导孔的斜度等。

练一练

1. 简述正弦量规的结构原理及作用。
2. 简述使用正弦量规进行模具零件斜度或锥度测量的操作过程。

1.7 量块、塞尺及应用

任务内容

1. 量块和塞尺的作用与规格。
2. 量块和塞尺的正确使用。

任务目标

1. 熟悉量块和塞尺的规格与作用。
2. 掌握量块和塞尺的正确使用方法。

任务过程

1.7.1 量块及应用

(1)量块的作用与规格

1)量块的结构

量块采用不易变形的耐磨材料(如铬锰钢等)制成长方形的六面体,具有两个工作表面和4个非工作表面。工作表面又称为测量面,是由一对相互平行且平面度误差极小的两个平面构成。

2)量块的作用

量块是一种标准量具,主要用于对量具和量仪进行检验和校正,也可与其他量具结合对模具零件进行精密测量和精密划线,还可用于高精度机床(如数控铣床、加工中心等)上对工件进行精确定位找正。

3)量块的规格

如图1.24所示,一般量块是做成一套的,每套有42块和87块等多种,它们的基本尺寸如表1.1所示。为了对其进行有效保护,一般都是将它们装入特制的木盒内。为了减小量块的磨损,每套量块中都备有若干块保护量块(护块)。



图 1.24 量块

表 1.1 成套量块

顺序	基本尺寸	尺寸间距	块 数		备 注
1	1.005	—	1	共 87 块	护块
	1.01 1.02 … 1.40	0.01	49		
	1.6 1.7 1.8 1.9	0.1	4		
	0.5 1 1.5 … 9.5	0.5	19		
	10 20 … 100	10	10		
	1 1 1.5 1.5	0.5	4		
2	1.005	—	1	共 42 块	护块
	1.01 1.02 … 1.09	0.01	9		
	1.1 1.2 … 1.9	0.1	9		
	1 2 3 … 9	1	9		
	10 20 … 100	10	10		
	1 1 1.5 1.5	0.5	4		
3	1.001 1.002 … 1.009	+ 0.001	9		
4	0.999 0.998 … 0.991	- 0.001	9		
5	0.5 1 1.5 2 各 2 块	—	8		
6	125 150 175 200 250	—	5	共 10 块	护块
	300 400 500	—	3		
	50 50	—	2		
7	600 700 800 900 1 000 各 1 块	100	5		

(2)量块的使用

1)量块的组合

①量块的研合

量块使用时 ,可根据校验和检测尺寸的大小 ,选择不同的量块进行组合。

由于量块具有极高的尺寸精度和平面度 ,以及极小的表面粗糙度 ,因此 ,量块具有较高的研合性。研合时 ,将两块量块擦净后 ,从角部开始 ,轻轻施压相互推合 ,即可将量块牢固的贴合在一起。

组合时 ,根据小数点后最后一位数的情况选择合适量块减除 ,然后按同样的方法 ,逐一减除最后一位数 ,直至最后选择整数量块。如组合 87.545 的尺寸：

$$\begin{array}{r}
 87.545 \\
 - 1.005 \text{—第一块} \\
 \hline
 86.54 \\
 - 1.04 \text{—第二块} \\
 \hline
 85.5 \\
 - 5.5 \text{—第三块} \\
 \hline
 80 \text{—第四块}
 \end{array}$$

②量块研合的注意事项

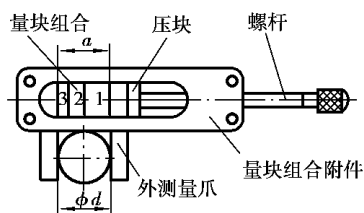
a. 研合前必须将量块擦拭干净,不允许有油污和杂质在研合面上,否则将影响尺寸组合精度和划伤量块的测量面。

b. 为了减小累计误差,进行尺寸组合时,应尽量选择最少的量块,一般不超过四块。进行组合时,尽量选择同一套量块。

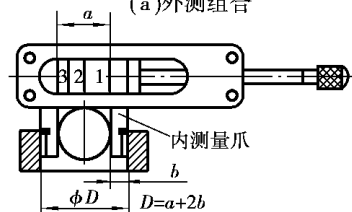
c. 为保持量块的精度,延长其使用寿命,一般不允许使用两块直接测量工件。

2)量块的扩展使用

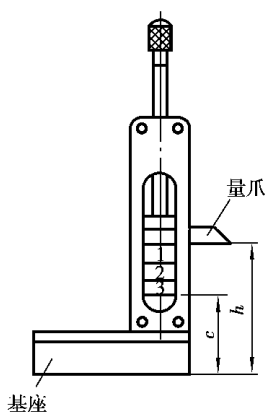
利用量块附件结合量块进行外尺寸(被包容尺寸)、内尺寸(包容尺寸)和高度测量,如图 1.25 所示。除了完成测量、划线工作以外,还可用于加工中工件与刀具(电极)位置的找正,如图 1.26 所示。



(a)外测组合



(b)内测组合



(c)测高度组合

图 1.25 量块附件结合量块使用

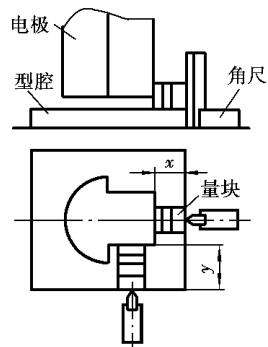


图 1.26 组合量块找正电极位置

1.7.2 塞尺及应用

(1)塞尺和塞尺的规格

塞尺又称为后薄规,是在模具制造中主要用于检验两个模具零件结合面之间隙大小的片状量规,如图 1.27 所示。它可与其他工具结合用于测量零件的形状和位置公差。

塞尺有两个平行的测量面,其规格长度可制成 50,100,200 mm,由若干片叠合在夹板盒内。其厚度如表 1.2 所示。

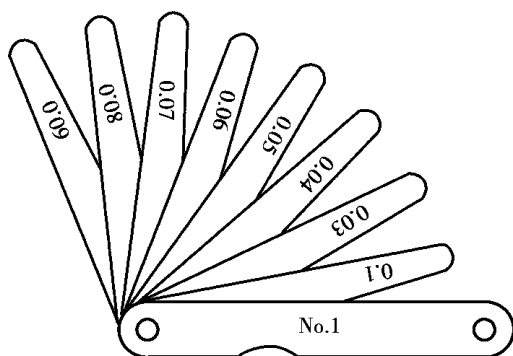


图 1.27 塞尺

表 1.2 塞尺的规格

规格分组/mm	厚度间隔/mm
0.02 ~ 0.10	0.01
0.1 ~ 1	0.05

(2)塞尺的使用

- 1)使用塞尺时,可根据被测间隙的大小,使用一片或几片组合一起插入间隙内。例如,0.3 mm的塞尺能插入间隙,但0.35 mm塞尺不能插入间隙,则说明工件结合表面的间隙为0.3~0.35 mm。
- 2)由于塞尺片很薄,使用时不能用力过猛,否则容易使塞尺弯曲和折断。
- 3)不能测量过高的工件,否则容易使塞尺产生变形。
- 4)使用完毕后,必须擦净后整齐地放入夹板盒内。

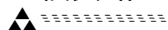
1.8 量具的维护保养

1.8.1 量具维护保养的重要性

为了保持量具的精度,延长其使用寿命,在工作中必须对量具进行良好的维护和精心的保养,否则在生产中将会造成很大的损失。

1.8.2 量具维护保养的措施

- 1)测量前应将量具的测量面和工件的被测量面擦拭干净,以免杂质、切屑等污物影响测量精度和加快量具磨损。
- 2)量具在使用过程中,绝不能将量具和工件、工具和刀具等混放在一起,以免碰伤和损坏量具。此外,量具也不能放在热源附近,以免受热产生热变形。
- 3)不能使用量具去测量运动着的工件,以免加快量具磨损和造成安全事故。
- 4)测量时,必须将工件冷却到室温或所要求的测量温度后方能进行,否则会使测量误差



增大而影响测量精度。

5)量具使用完毕,必须及时擦净、涂油,置于专用盒中,保存在干燥处,以免产生锈蚀。

6)精密量具必须实行定期检定制度,不能超期使用。当发现精密量具有不正常现象时,应及时送交计量部门进行检修。使用者没有任意拆解和维修量具的权利。

练一练

一、填空题

1. 量块是一种_____量具,在模具制造中主要用来对量具进行_____和_____。一般不使用量块_____测量工件。
2. 量块虽然不能直接测量工件,但是可以与_____结合使用,来对工件进行_____,工件加工定位是用于找正_____,还可用于模具零件的精密划线。
3. 塞尺是用来测量两结合面之间_____的片状量规。
4. 为了减小量块组合的_____误差,用于尺寸组合的量块一般不超过_____块。
5. 对量具进行维护保养的目的是_____和_____。

二、简答题

1. 简述量块使用的注意事项。
2. 简述塞尺使用的注意事项。
3. 如何对量具进行维护保养?

三、量块的组合计算练习

试用量块组配下列尺寸 36.43 62.315 87.545 mm。

第2章 模具制造中的钳工基本技能

2.1 模具制造中的划线技术

任务内容

1. 划线的基本概念、作用及分配。
2. 划线工具的种类与应用。
3. 划线的基本要求与划线基准的选择。
4. 划线时的找正与借料。

任务目标

1. 理解划线的概念、作用与分类。
2. 掌握划线工具的合理选择与应用。
3. 掌握划线基准的合理选择。
4. 在对模具零件划线时,合理运用划线时的找正与借料技术。

任务过程

2.1.1 划线概述

(1)划线的概念

所谓划线,就是根据设计图样或实物所要求的尺寸,在毛坯或工件上,使用划线工具划出加工界限或作为基准的点、线、面的工艺操作。在模具制造中,型孔、型腔、销孔、螺孔的定位线,以及加工界限均需要使用划线技术。

(2)划线的作用

- 1)通过划线,可以确定模具零件加工表面的位置以及加工余量,使零件在加工中具有明确的尺寸界限。
- 2)通过划线,能及时发现毛坯的缺陷。对于误差不大的毛坯,可通过找正或借料划线的方法予以补救;对于形状或位置误差过大的毛坯可作及时报废处理,避免不必要的加工浪费。
- 3)便于形状复杂的工件在机床上的安装与找正。

(3)划线的分类

划线主要分为平面划线和立体划线两类。

1)平面划线

平面划线是指仅在工件的一个平面上进行划线即可确立定位或加工界限的划线方法。在规则模板类零件上的划线如图 2.1 所示。

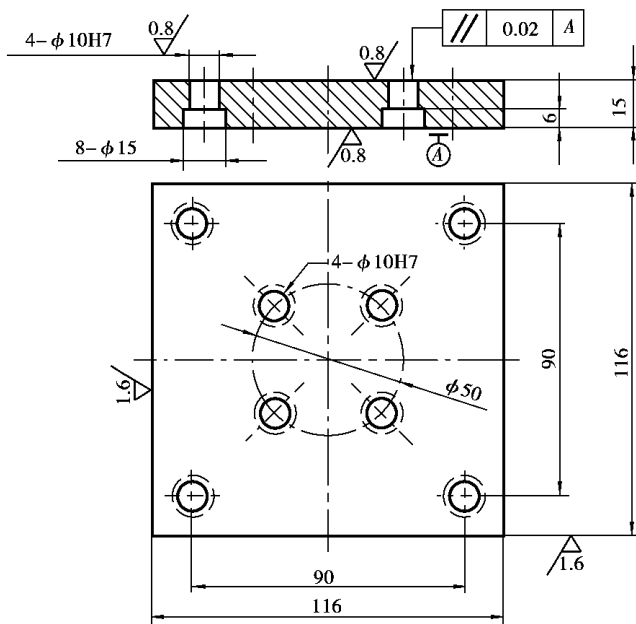


图 2.1 模板零件的划线

2) 立体划线

主体划线是指在工件上互成一定角度的两个或两个以上的表面上划线的操作。该方法主要适用于形状比较复杂、尺寸大而厚以及毛坯工件上划线,如冲压模具上、下模座粗加工之前的划线,各类型的型腔工件划线,以及侧抽芯塑料模具滑块斜面和斜导孔加工之前的划线,如图 2.2、图 2.3 所示。

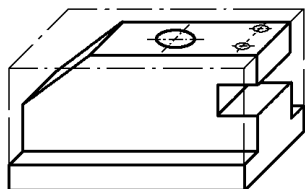


图 2.2 滑块实体

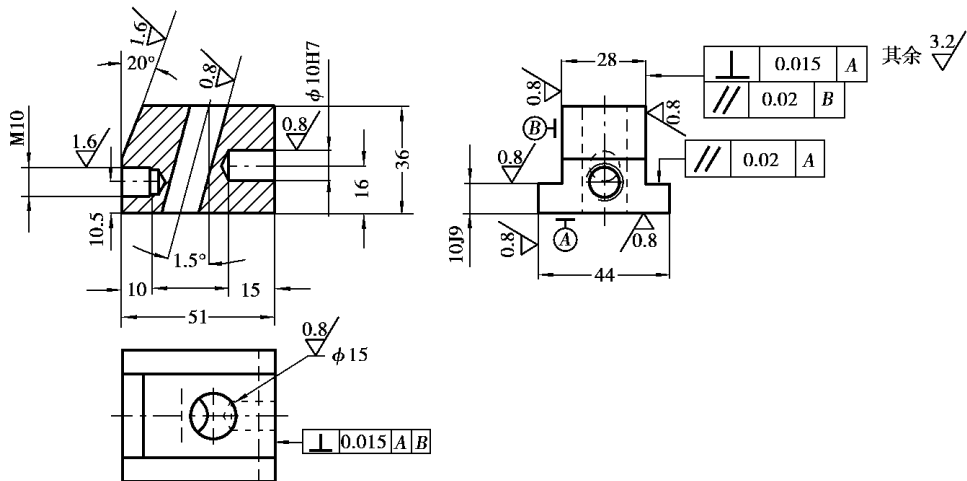


图 2.3 滑块划线示例



3)精密划线

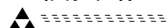
要求划线精度很高的划线,一般适用于高精密模具制造和样板制造时的划线。

2.1.2 划线常用工具及其应用

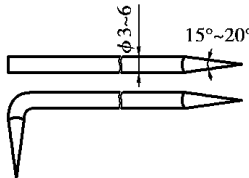
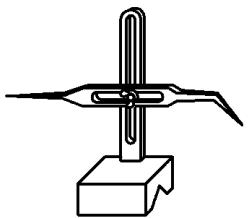
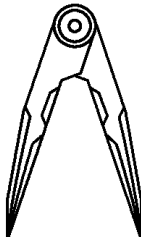
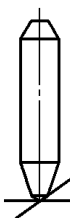
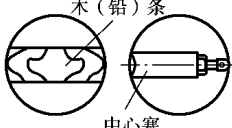
划线的常用工具及其应用如表 2.1 所示。

表 2.1 划线工具及其应用

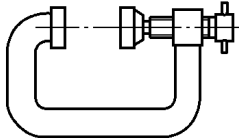
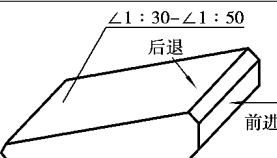
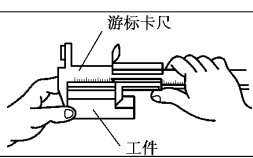
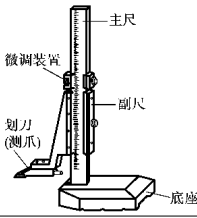
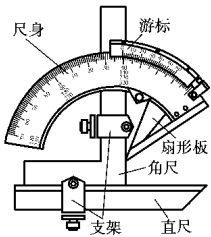
类别	名称	简图或组成	作用	使用注意事项
基准工具	划线平板		用于平板、长方体形、毛坯等形状规则或不规则的工件划线	1. 安放工件应避免冲击变形 2. 划线使用应交换进行,避免局部磨损
	V形铁		主要用于柱形零件、工件划斜线时基准支撑工具,便于工件自动对中	划线时应防止工件转动和轴向移动
	角铁		借助 C 型夹用于薄型工件划线,使工件在划线时稳定可靠	使用时利用 C 型夹将工件夹持稳固,重型零件必须防止发生倾斜
	方箱		用于立体划线时要求一次安装划出长、宽、高 3 个方向的线时使用	进行翻转划线时,必须使工件的基准面与划线平板贴合良好,才能保证划线准确 立体划线时,便于工件的翻转划出长、宽、高 3 个方向的线
导向工具	钢尺三角板		用于在工件上划直线,测量距离和量取尺寸	使用时应与工件贴合良好,防止产生移动和转动
	角尺		用于在工件上划垂直线、平行线和进行找正	使用时注意基准边与工件基准面贴合良好,避免划线时产生移动或转动
	曲线板或样板		在工件上用于圆弧连接和划曲线	使用时应定位准确(将样板曲线与对应坐标点重合),防止移动或转动



续表

类别	名称	简图	作用	使用注意事项
划线工具	划针		借助于导向工具的作用,用于划直线、曲线	1. 使用时划针外倾 $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$, 使针尖靠紧导向工具 2. 划针应向划线方向前倾 $45^{\circ} \sim 75^{\circ}$, 以减小划线阻力
	划针盘		用于水平划线和找正工件	1. 划线要求与划针相同 2. 进行工件找正时, 弯针尖应靠近工件
	划规		用于划圆弧、圆, 尺寸量取, 以及线段和圆弧的等分	1. 划线时, 一定要找准圆心, 绝不允许半径尺寸发生变化 2. 进行尺寸量取和等分工作时, 一定要注意尺寸量取准确, 尽量减小累计误差
	高度划线游标		主要用于划水平线、垂直线等, 也可用于零件的高度测量	1. 不能用其在毛坯工件上划线 2. 划线时应注意基准重合, 尽量减小累计误差 3. 必须保护好量爪, 避免磕碰和磨损过快
	样冲		主要用于划线后避免线条擦磨, 起记录作用	1. 打记号时一定要对准线条或交点中心, 不能用力过大或过小 2. 曲线和短线间距取小一些
	中心塞		主要用于内孔或中空零件划线时找正中心	中心塞一定要与孔壁结合紧密, 保证搬动和打样冲时不会松动, 并与孔端面平齐

续表

类别	名称	简图	作用	使用注意事项
辅助工具	C 型夹		主要用于在角铁上安装工件以及模具装配时模板的组合装夹	
	千斤顶		用于不规则工件或毛坯工件在划线平台上的支撑	在使用时,为增加安装支撑的稳定性,应采用 3 点支撑,并尽可能增大千斤顶之间的距离
	楔铁		主要用于大、重型零件的安装支撑	比千斤顶使用方便,只能作微量调整,调整时不能猛击楔铁,否则将会引起工件翻落
划线涂料	石灰水	石灰 + 乳胶 + 水	将其涂在划线部位,使工件表面划清晰	用于毛坯工件划线
	品紫	紫颜料 + 漆片 + 酒精		用于已加工零件表面划线
	硫酸铜	硫酸铜 + 水		用于精加工后的工件表面划线
	特种淡金水	乙醇 + 虫胶(红色)		
测量工具	钢尺		1. 用于划线时的尺寸量取 2. 用于加工时零件尺寸测量	
	游标卡尺			
	高度游标			
	万能角度尺		1. 用于划斜线时角度量取 2. 用于零件斜度或锥度测量	在进行角度量取或测量时,必须根据角度的大小范围灵活地选择角尺和直尺的使用

续表

类别	名称	简图	作用	使用注意事项
等分划线工具	分度头		用于零件的圆周上等分划线, 以及进行圆周等分表面的加工。 分度原理: $n = 40/z$, 其中 n 为分度头应转过周数; z 为零件的等分数	注意当计算结果不能整除时, 必须根据所选择的分度盘对应等分孔数进行计算。如当 $z = 30$ 时, $n = 40/30 = 1 \frac{1}{3} = 1 \frac{10}{30}$ 即表示选择 30 孔的分度盘, 在转过 1 周后, 再向前转过 20 个孔就完成 1 等分
	一块分度盘	正面 24 25 28 30 34 37 38 39 41 42 43 反面 46 47 49 51 53 54 57 58 59 62 66		
	两块分度盘	第 1 块	正面 24 25 28 30 34 37	反面 38 39 41 42 43
		第 2 块	正面 46 47 49 51 53 54	反面 57 58 59 62 66

2.1.3 划线的要求及注意事项

(1) 划线要求

- 1) 划线时, 首先必须保证定位和定形尺寸准确, 以保证零件的位置精度和余量分配合理。
- 2) 以保证线条清晰均匀, 便于加工和零件安装找正时准确辨析, 因此, 要求划线用力适当, 一根线条只划一次, 绝不能重复。
- 3) 当以毛坯表面作为划线基准划线时, 该表面只能使用一次, 以避免产生较大的累计误差。在加工过程中, 一般使用已加工表面作为划线基准。

(2) 划线的注意事项

由于受手工操作的影响, 划线的精度是不高的, 一般划线误差在 0.25 ~ 0.5 mm。因此, 零件加工时绝不能按线加工来保证其最终加工尺寸, 所划的线只能作为找正和加工的初步依据, 零件加工精度的保证, 必须依靠量具来准确测量。

2.1.4 划线基准的确定

(1) 划线基准的概念

划线基准是划线时用以确定工件各部分尺寸、几何形状以及相对位置所依据的零件上的点、线、面, 即划线时确定零件定位、定形尺寸的起点。划线时, 必须首先确定划线基准。

(2) 划线基准的选择原则

1) 合理选择划线基准的目的

① 可以简化划线时的尺寸换算, 使划线工作能快捷、准确地进行, 从而提高划线的质量和效率。



②可以减小或消除因基准不统一所造成的累计误差,提高划线精度。

2) 划线基准的选择原则

划线时,应尽可能使划线基准与设计基准重合,即划线前必须读懂零件图,根据零件的形体结构、尺寸标注形式,准确地判断出零件在长、宽、高3个方向的设计基准后,方能进行划线。

(3) 划线基准的选择

划线基准主要包括尺寸基准和找正基准。

1) 尺寸基准的选择

所谓尺寸基准,就是划线时用以确定零件上加工表面的位置、形状和大小的定位、定形尺寸所依据的点、线、面。

①以两个相互垂直的平面作为划线基准,如图2.4所示。

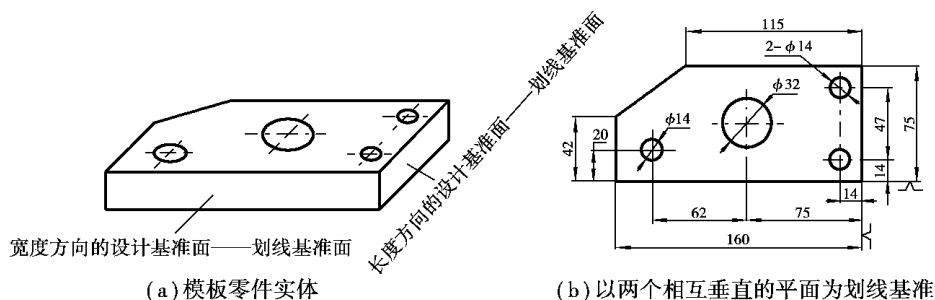


图2.4 模板类零件划线基准选择

②以一个平面和一条(个)中心线(面)作为划线基准,如图2.5所示。

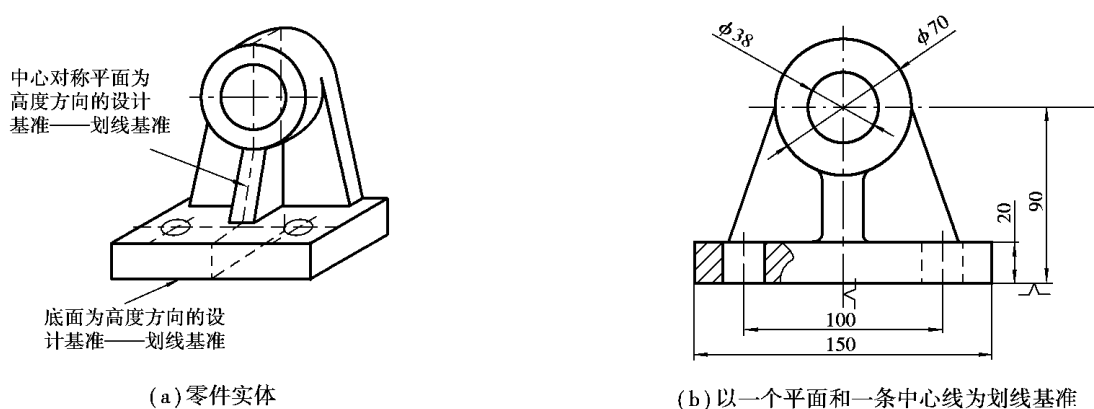


图2.5 立体类零件划线基准选择

③以两条相互垂直的直线作为划线基准,如图2.6所示。

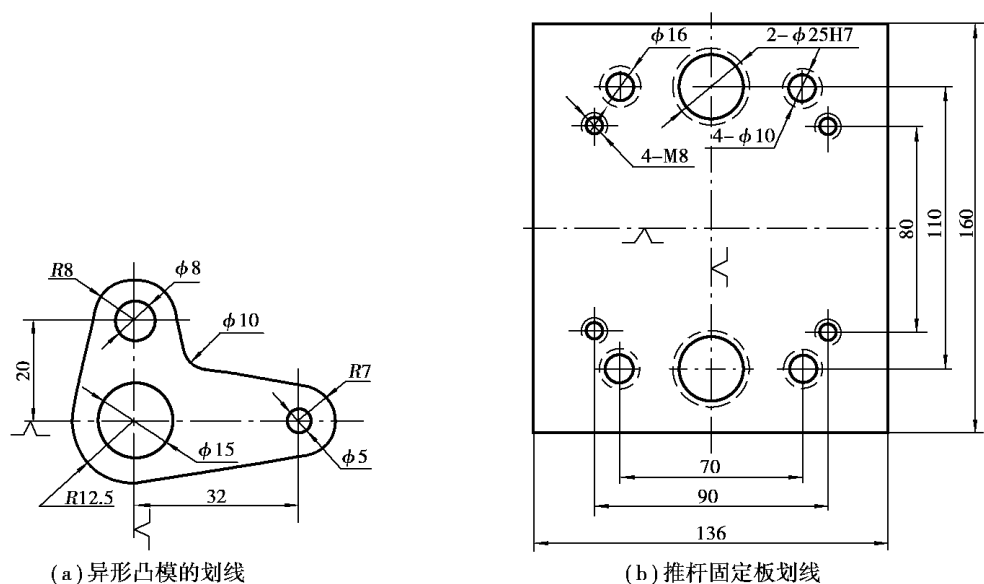


图 2.6 以两条相互垂直的中心线为划线基准

2) 找正基准的选择

找正就是利用划线工具(如划线盘、角尺、划规等),保证零件上的加工与部加工表面之间尺寸均匀,使每一个加工表面均具有合理的加工余量。

①当零件上有一个不加工表面时,应选择不加工表面作为找正基准,使加工与不加工表面之间尺寸均匀。

如图 2.7 所示为一冲压模具上模座的导套孔划线加工原理图,此时,为了保证尺寸 t 均匀,应以不加工的面作为找正基准。

如图 2.8 所示,为保证轮沿均匀而使其在运转过程中保持平衡,则应外撑不加工的内沿进行划线、找正和加工外沿。

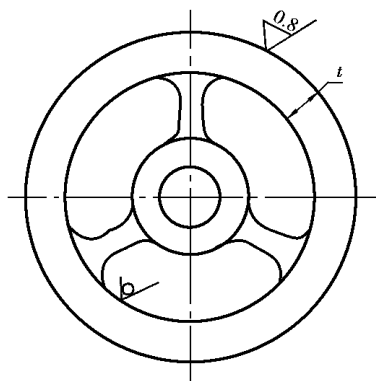


图 2.7 上模座的导套孔划线找正

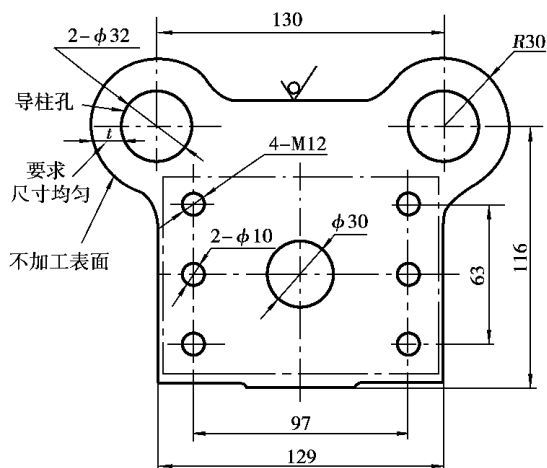


图 2.8 手轮轮沿均匀划线

②当零件上具有两个或两个以上的不加工表面时,应选择面积较大、外观质量较好,与加工表面之间具有重要位置关系的不加工表面作为找正基准,如图2.9所示。图中零件有许多个不加工表面,在划线时,首先应根据不加工表面Ⅰ找正好38孔的位置以后,再以不加工表面Ⅱ为基准划线,以分别保证定位尺寸90和定形尺寸20。

③当零件上没有不加工表面时,应选择加工余量最少的表面作为找正基准,如图2.10所示。

该凸模零件毛坯的第Ⅰ、第Ⅱ、第Ⅲ部分与零件图相比较,加工余量各有不同,其中第Ⅲ部分的余量最小。因此,在找正时应以它作为找正基准,只有这样才能保证各加工表面具有足够的加工余量。

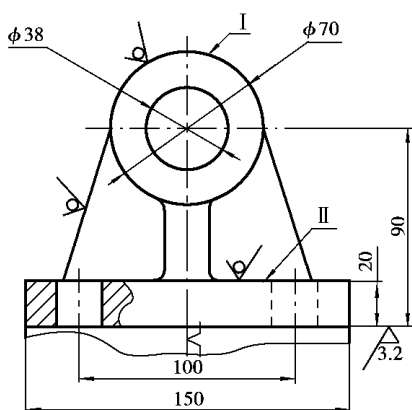


图2.9 轴承座的找正划线

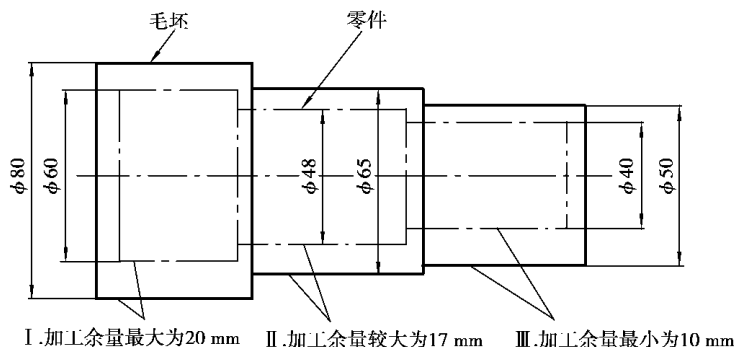


图2.10 凸模的加工

对于那些要求加工余量均匀或要求切除量最小的表面,应以该表面作为划线或安装找正的基准。如图2.11所示为一大型冲压模具的下模座,要求底面Ⅰ加工余量均匀或加工量最小。划线或安装找正时,先以面Ⅰ为基准对面Ⅱ划线或加工(见图1.11(a))然后再以加工后的面Ⅱ作为基准对面Ⅰ划线或加工,就能使面Ⅰ余量均匀或切除量最小。

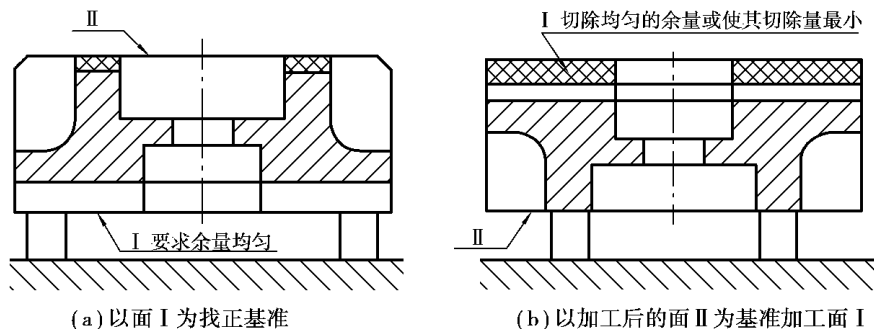


图2.11 大型冲压模具下模座找正基准选择

2.1.5 划线时的借料

由于模具零件的毛坯一般需要进行锻造或铸造,对于铸、锻造毛坯,一般都在尺寸、形状和位置上存在较大误差。特别是模具工作零件所选材料一般都较为昂贵,必须设法提高其材料和毛坯的利用率。

(1) 借料的概念与作用

1) 借料的概念

所谓借料,就是利用划线工具,在划线过程中通过试划线和调整,将有误差的毛坯上的各表面的加工余量重新分配,相互借用,使每一个加工表面都具有足够的加工余量的过程。

2) 借料的作用

借料是一种具有经济意义的划线方法,它能使某些铸、锻毛坯在尺寸、形状和位置上所存在的误差和缺陷,通过划线得以排除,减小毛坯的报废率。

(2) 借料划线的步骤

1) 对比零件图,测量毛坯各部分尺寸、形状,分析其误差状况。从而确定借料方向。

2) 对照各表面的加工余量,分析毛坯是否有足够的借料量,如没有就将毛坯及时报废,避免更大的浪费。

3) 对可以挽救的毛坯,按照划线要求进行试划线和调整,合理分配各加工表面之间的加工余量,使各表面具有足够加工余量,通过加工获得合格零件。如图 2.12 所示为一拉伸模具凹模毛坯。

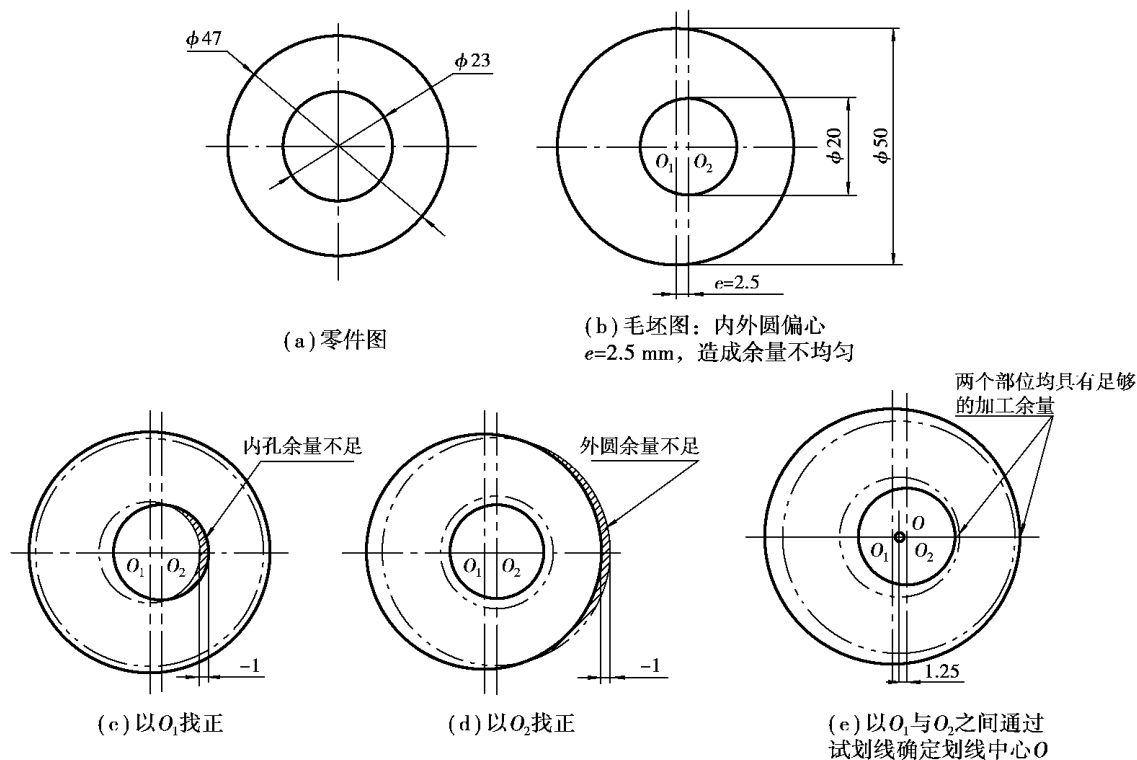


图 2.12 拉伸凹模借料划线过程

练一练

一、填空题

1. 划线就是根据_____或实物所要求的_____,在毛坯或工件上使用划线工具划出_____或作为_____的点、线、面的工艺操作。
2. 划线可分为_____和_____划线两类,其中平面划线需要_____个划线基准,立体划线需要_____个划线基准。
3. 划线时,其误差一般为_____mm,因此,零件的最后完工尺寸精度必须依靠_____来保证。
4. 划线的基本要求是_____和_____。
5. 划线时必须使_____基准与_____基准重合。
6. 进行划线时的找正,目的是使_____表面与_____表面之间尺寸均匀,合理分配_____,使每一个加工表面均具有_____的加工余量。

二、选择题

1. 当零件上只有一个加工表面时,应选择_____表面作为找正基准。
A. 加工表面 B. 不加工表面 C. 选择任意表面
2. 只需要在零件的一个平面上划线,就可以明确加工界限的划线,称为_____。
A. 平面划线 B. 复杂划线 C. 立体划线
3. 零件划线时,必须从_____开始。
A. 定形尺寸 B. 工件中心 C. 划线基准
4. 在已加工过的模具零件上划线,应使用_____进行涂色。
A. 石灰水 B. 蓝油 C. 红丹粉
5. 当对所有表面均需要进行加工的模具零件划线时,应使用_____的表面作为找正基准。
A. 余量最大 B. 余量适中 C. 余量最小
6. 划线中使用方箱安装工件,可以在一次安装后通过翻转划出_____的线。
A. 长、宽两个方向 B. 长、高两个方向 C. 长、宽、高3个方向
7. 为了保证线条清晰、均匀,每一根线条_____。
A. 只能一次划成 B. 应重复几次划成 C. 划成次数不限
8. 对于误差不大于一定限度的毛坯,借料划线的作用使各表面之间的加工余量相互借用,保证各加工表面均具有_____。
A. 足够的加工余量 B. 足够的加工时间 C. 足够加工误差

三、判断题

1. 划线时,划线基准与设计基准重合的目的是减小划线误差。 ()
2. 由于数控机床的大量使用,模具零件的加工不再需要划线技术。 ()
3. 立体划线需要长、宽、高3个方向的划线基准。 ()
4. 对要求加工余量均匀的表面,应首先对齐后进行划线。 ()

5. 划线过程中找正和借料必须分开进行。

()

四、简答题

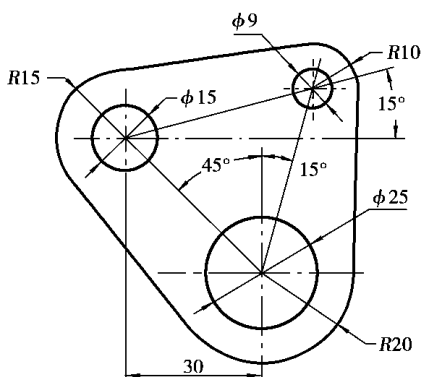


图 2.13 划线练习

1. 试述划线的作用。
2. 试述划线基准的选择原则和选择方法。
3. 试述找正划线的目的和方法。
4. 简述借料划线的目的和步骤。

五、划线练习

1. 如图 2.13 所示的凸、凹模零件的设计基准是 _____, 划线基准是 _____, 属于 _____ 划线。

2. 制订出该零件划线的工艺步骤。

六、在模具零件上进行 15 等分的圆周划线, 试计算分度手柄应转过的转数。

2.2 錾削、锯削与锉削

任务内容

1. 錾削及其工艺过程。
2. 锯削及其工艺要点。
3. 锉削及其工艺要点。

任务目标

1. 理解錾削的基本概念, 掌握錾子的种类与应用。
2. 掌握錾削的基本操作与安全事项。
3. 理解锯削的基本概念, 掌握锯削加工的工艺要点。
4. 理解锉削加工的基本原理, 掌握锉削加工的工艺要点与操作方法。
5. 掌握模具制造中锉配加工的基本原理与操作方法。

任务过程

2.2.1 錾削及其工艺过程

錾削、锯削和锉削是钳工加工平面和曲面的主要方法。在模具制造中, 对于机械加工难以加工的部位也常用这些方法。

(1) 錾削与錾子

1) 錾削的概念与作用

① 錾削是用锤子打击錾子对金属进行切削加工的方法。

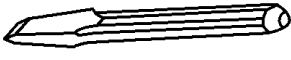
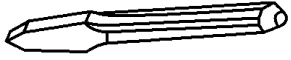
② 錾削的作用

- a. 适用于机械加工不便于加工的场所。
- b. 切割材料、去除毛坯上的凸沿以及飞边毛刺。

2) 錾子

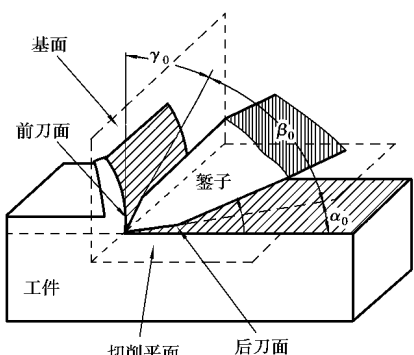
① 錾子的种类与作用(见表 2.2)

表 2.2 錾子的种类及用途

种 类	名称	特 点	作 用
	扁錾	切削部分扁平,刃口略带圆弧	錾切平面、去毛刺、切割材料等
	窄錾	刃口较短,从头向后逐渐变窄,防止錾槽时被卡住	錾切沟槽、分割曲线形材料等
	油槽錾	切削部分呈弯形,刃口圆弧状,较短,便于拐弯錾切	用来在平面或曲面上錾切油槽

② 錾子切削角及其作用(见表 2.3)

表 2.3 錾子的切削角度和对加工的影响

錾切原理图	角度	对加工的影响	选 择	
	楔角	影响錾子强度以及切削的锋利程度,在保证錾子强度的条件下选择较小值,以减小錾削阻力	软材料	30° ~ 50°
			中碳钢	50° ~ 60°
			高碳钢 铸铁	60° ~ 70°
	后角	影响錾切深度,越大錾切越困难,太小錾切易打滑	$\alpha_0 = 5^\circ \sim 8^\circ$	
	前角	减小切削变形,使切削省力,当 α_0 一定,其大小由所选择的 β_0 大小而定	$\gamma_0 = 90^\circ - (\beta_0 + \alpha_0)$	

(2) 錾削的工艺问题

1) 平面的錾削

① 窄平面的錾削 錾削时錾子最好与錾切方向倾斜一定角度,使切削刃与工件表面接触良好,易于保证錾切平面平整,如图 2.14 所示。

② 大平面錾削 :由于大平面切削面积大,切削面的宽度大于錾子切削刃宽度,錾子的切削部分易被卡住,使錾削费力,且錾出的平面也不会平整。在这种情况下,首先用窄錾间隔开槽,再用扁錾錾去其余部分,使錾削省力,保证錾切平

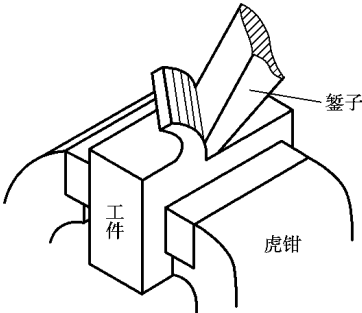
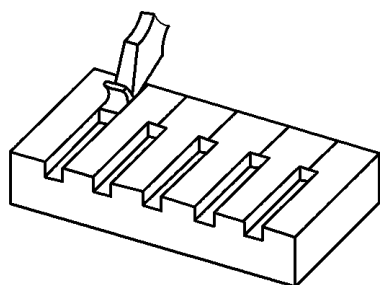
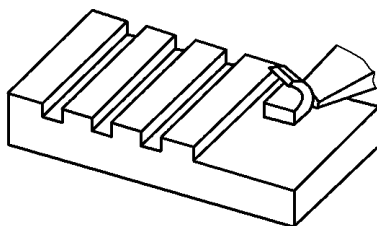


图 2.14 窄平面錾削方法



(a) 先用窄錾錾削等深沟槽



(b) 再用扁錾錾平凸起

图 2.15 大平面錾削方法

面的平面度,如图 2.15 所示。

2)油槽錾削

錾油槽的技术可以应用于模具型槽(如塑料模具流道)的加工。錾切型槽前应先根据槽的截面形状刃磨錾子,使切削部分的刃口形状与槽形相符;錾切过程中,錾子的倾斜度要随着曲面变化而变动,使錾子后角保持不变。由于錾切油槽的粗糙度大,一般用于型槽的粗加工,錾出的型槽一般都需要使用锉刀或油石进行修磨加工,如图 2.16 所示。

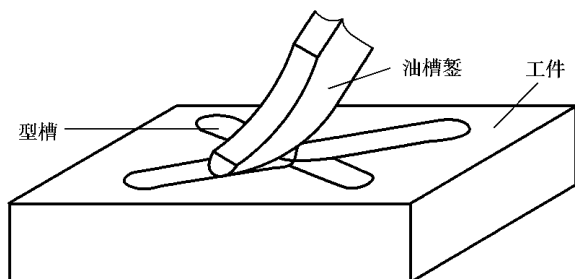
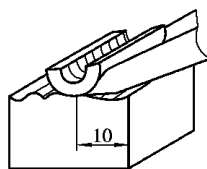
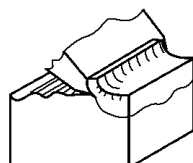


图 2.16 型槽錾削



(a) 正确——离尽头 10 mm 处掉头錾削



(b) 错误——造成崩角、崩棱现象

图 2.17 錾到尽头的方法

3)錾削注意事项

- ①起錾时应从工件侧面尖角处起錾,以便于控制錾切深度,减小錾切阻力。
- ②为防止錾切时工件产生崩角、崩棱现象,当錾切到离尽头的 10 mm 时,应掉头錾削,如图 2.17 所示。
- ③錾切时为防止飞屑伤人,必须安装防护网和戴好防护眼镜。

2.2.2 锯削及其工艺要点

(1)锯削工具

1)锯弓

锯弓是用来装夹锯条的,其结构分为固定式和可调式两种。如图 2.18 所示固定式锯弓的弓架是整体的,通常只能装夹长度为 300 mm 的锯条。可调式锯弓弓架分两段组成,前段可在后段中伸出或缩进,通过调整可以安装不同长度的锯条。装锯条时,把锯条两端的孔装入夹头定位销后,再旋紧蝶形螺母就可把锯条张紧。

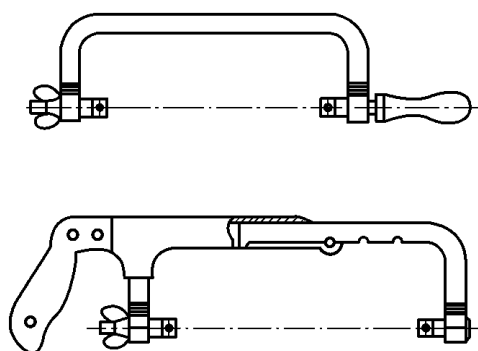


图 2.18 锯弓

2) 锯条

锯条材料一般用 T8、T10A 碳素工具钢制成,并经过热处理淬硬。

① 锯条的规格与切削角度

锯条的规格是用两端安装孔之间的中心距来表示,其规格有 200、250、300 mm 3 种。钳工常用的是 300 mm 的锯条。

锯条的切削部分是由许多锯齿组成的。锯削时,为了减少锯齿后面与工件之间的摩擦,并使切削部分具有足够的容屑空间,故锯齿的后角较大,一般后角 $\alpha_0 = 40^\circ$ 、前角 $\gamma_0 = 0^\circ$ 、楔角 $\beta_0 = 50^\circ$,如图 2.19 所示。

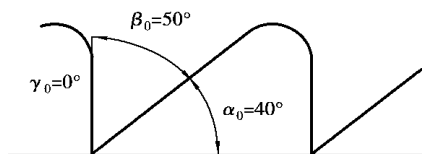


图 2.19 锯齿的切削角度

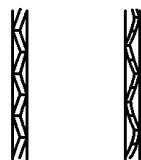


图 2.20 锯路

② 锯路

为了适应不同材料的锯削,锯条以齿距的不同做成粗齿、中齿和细齿 3 种。常用齿距有 1.4、1.2、1.1 mm,其中 1.4 mm 为粗齿,1.2 mm 为中齿,1.1 mm 为细齿锯条。锯削时,为了避免锯条被工件卡住,锯齿在制造时往往按一定的规律左右错开,排成一定的形状,称为锯路。锯路有交叉形和波浪形两种(见图 2.20)。锯条有了锯路后,使工件上的锯缝宽度大于锯条背的厚度。这样,在锯割时锯条既不会被卡住,又能减少锯条与锯缝的摩擦阻力,使锯割比较顺利,锯条也不致因摩擦过热而加快磨损。

③ 锯条的安装

安装锯条时,必须注意锯齿的方向,因为手锯在向前推进时才起到切削作用,因此,应将齿尖的方向朝前。如果方向相反,则使锯齿的前角为负值,就不能正常锯削,如图 2.21 所示。

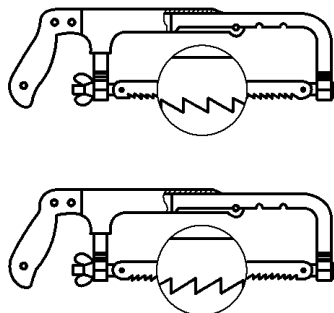


图 2.21 锯条的正确安装

④锯条的张紧

锯弓上的蝶形螺母可调节锯条的松紧,但调节时不能过紧或过松。若过紧则使锯条受力太大,锯削时用力稍有不当,就容易折断锯条;若过松则会使锯条受力后产生扭曲,也容易折断锯条,并且锯出的锯缝容易歪斜。调节锯条松紧的程度,可用手轻拨锯条,感觉不会发生弯曲即可。锯条安装调节后,应检查歪斜或扭曲,否则锯削时锯缝极易偏斜。

(2)锯削操作方法

1)锯削前的准备

①锯条的选用

锯条的选用主要是指对锯齿粗、中、细的选择,在选用时可参考表 2.4。

表 2.4 锯条的选用

锯条的规格	用 途
粗	锯削软钢、铝、纯铜、人造胶质料
中	锯削一般材料,中等硬性钢、硬铝、金属、黄铜、厚壁管子、较厚的型钢
细	锯削小而薄的型钢、板料、薄壁管子、电缆及硬性金属

②工件的夹持

A. 工件装夹时锯削表面在不影响操作的条件下,应尽量靠近钳口,否则将因伸出过长使刚性和稳定性变差,而产生振动和噪声。此外,锯削方向应与钳口边缘平行,并夹紧在台虎钳的左面,以便操作。

B. 夹紧力一定要适当,既保证工件在锯削时不产生位移,也不因夹紧力过大而使工件变形或损坏已加工表面。

C. 对于刚性差的零件(如薄板、管子等),应使用护木、槽块夹头等辅助工具进行装夹,这样既保证工件有足够的刚性,又能保证工件安装的稳定性,如图 2.22 所示。对于已加工表面的装夹,应使用软钳口或铜皮等进行保护。



图 2.22 特殊工件的装夹

2)锯削工艺要点

①锯削姿势

锯削时,必须控制好推力和压力。右手应握稳锯弓并控制推力,左手应扶稳锯弓并使锯削压力适当。运锯的方法主要有两种:一种是直线运动,主要用于锯缝和底面要求平直的槽子和薄壁工件的锯削;另一种是锯弓做上下摆动,这样可使操作自然,双手不易疲劳。

注意,在回程中,不再施加压力,应将锯条适当抬起直线退回,以减小锯条磨损。推锯时,应尽量使锯条的全长度都被使用。若只集中于局部长度使用,则容易造成锯条局部磨损严重,缩短锯条的使用寿命。一般往复使用的长度应不小于锯条全长的 2/3。

②锯削速度

一般锯削的速度为 20 ~ 40 次 / min 为宜。具体地说 , 锯削软材料可快一些 , 锯削硬材料应慢一些。速度过快 , 锯条发热严重 , 锯齿很易磨损。必要时可以加水或乳化液进行冷却 , 以减轻锯条的磨损。

3)起锯

起锯是锯削工作的开始 , 起锯质量的好坏直接影响锯削的质量。起锯有远起锯 (见图 2. 23(a)) 和近起锯 (见图 2. 23(b)) 两种。在一般情况下采用远起锯较好 , 因为此时锯齿是逐步切入材料 , 锯齿不易被卡住 , 起锯比较方便。如果用近起锯 , 若掌握不好时 , 锯齿由于突然切入较深的材料 , 锯齿容易被工件棱边卡住甚至崩断。

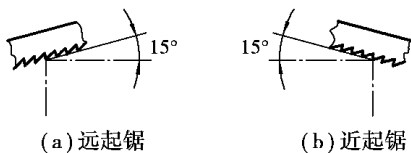


图 2. 23 起锯方法

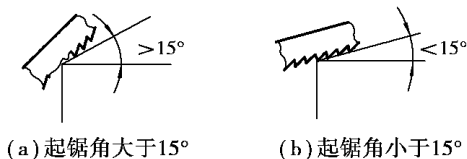


图 2. 24 起锯角的选择

无论用远起锯或近起锯 , 起锯的角度要小 , 一般不超过 15° 为宜 , 如图 2. 23 所示。如果起锯角度太大 (见图 2. 24(a)) , 则起锯不平稳 , 锯齿容易被钩住而使锯齿折断 , 尤其是近起锯时。如果起锯角太小 , 不易切入材料 , 且锯条起锯不易定位而产生打滑 , 损坏工件表面 , 如图 2. 24(b) 所示。

(3)锯削时常见工艺问题分析及安全知识

1)锯削加工工艺问题分析(见表 2. 5)

表 2. 5 锯削加工工艺问题分析

工艺问题	产生原因
锯缝产生歪斜	工件装夹时产生歪斜 , 使锯削后锯缝与表面不垂直
	锯条安装太松或与锯弓平面产生扭曲
	使用两段锯齿磨损不均匀的锯条
	锯削时压力过大 , 使锯条偏摆
	锯弓变形或用力后产生歪斜 , 使锯条斜靠在锯削断面的一侧
锯齿过早磨损	锯削速度太快 , 使锯条发热过度而使锯齿磨损加剧
	锯削硬材料时没有加冷却液
	锯削过硬的材料
锯削时的废品分析	尺寸锯小
	锯缝歪斜过多 , 超出要求范围
	起锯时把工件表面锯坏

续表

工艺问题	产生原因
锯条折断原因	锯条装得过紧或过松
	操作时压力太大,用力后偏离锯缝方向
	工件夹紧不稳定,锯削时受力后产生位移或转动
	锯缝产生歪斜后强行纠偏
	新换锯条在旧缝中被卡住而折断
	锯断工件时手锯与台虎钳等物相撞,或遇到缩孔和砂眼而折断锯条
锯齿崩裂原因	锯条选择不当,如锯薄板或管子时用粗齿锯条
	起锯时角度太大,锯削时锯齿被卡住后,仍用力推锯
	锯削速度过快,锯齿受到过于猛烈的撞击

当锯条发生锯齿折断后,若继续使用,常会使在断齿后面的锯齿被钩住或遇到冲击而继续折断。此时,应及时在砂轮机上进行修正,即将相邻的2~3个齿磨低成凹弧,并将断掉的齿磨平,避免后面的齿继续被折断,而使这锯条仍能使用,如图2.25所示。

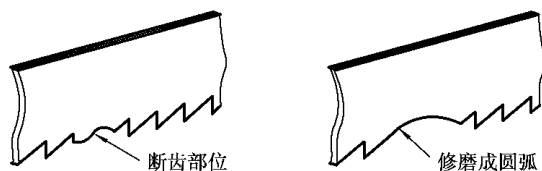


图 2.25 锯齿断裂处理

2) 锯削安全知识

①锯条应装得紧松适当,锯削时不可突然用力过猛,要防止锯条折断时从锯弓上弹出伤人。

②当工件将要锯断时,应减小锯削压力,避免因工件突然断开时手仍用力向前冲,产生事故。

③当工件将要断开时,应该用左手扶持工件即将断开部分,并减慢锯削力度和速度,避免工件跌落砸在脚上。

2.2.3 锉削

用锉刀对工件表面进行切削,使其达到所要求的尺寸、形状和表面粗糙度的加工方式称为锉削加工。锉削加工的精度可达0.01 mm,表面粗糙度值可达Ra0.8 μm。锉削范围较广,可锉削工件的外表面、内孔、沟槽和各种形状复杂的表面。在模具制造过程中,锉削主要用于模具型孔(型腔)、凸模和型芯的精修和配制加工。因此,锉削仍是当前模具钳工的一项重要基本操作内容。

(1) 锉刀

1) 锉刀的结构名称

锉刀是用高碳工具钢 T13A, T12A 或 T13, T12 制成,并经热处理,使锉刀的硬度为 62 ~

67HRC。锉刀的结构名称如图 2.26 所示。

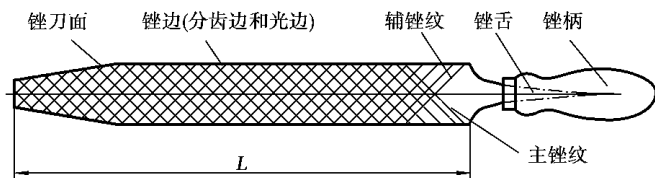


图 2.26 锉刀的结构

2) 锉刀的锉纹

锉刀的锉纹有单锉纹和双锉纹两种。

①单锉纹 锉刀上只有一个方向的锉纹称为单锉纹,如图 2.27 所示。单锉纹锉刀由于全锉纹宽都参加切削,因此,锉削时较费力。目前,单锉纹锉刀主要用来锉削铝、镁等有色金属材料。这些材料较软,锉削时费力也不太大,但可提高锉削效率。

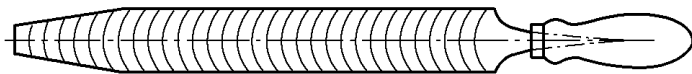


图 2.27 单齿纹锉刀

②双锉纹 锉刀上有主辅锉纹交叉排列的称为双锉纹,如图 2.26 所示。由于其角度值不相等,锉削时每个锉纹的锉痕不重叠,锉屑易碎裂,不易堵塞锉面,工件表面光滑,因此,锉削时常用双锉纹锉刀。

③锉刀面 锉刀面是锉刀的主要工作面,在纵长方向上做成凸弧形。锉削时,它在工件上有锉出凹弧面的趋势,其作用能够抵消锉削时由于两手上下摆动而产生的表面中凸现象,使工件锉平。

④锉刀边 即锉刀的两个侧面,其中没有锉纹的侧面称为光边。在锉内直角形时,用它靠在内直角的一个面上去锉削另一面,可使不加工作的表面免受损坏。

⑤锉柄 指锉身以外的部分,用以装入木柄,便于握持,以传递推力。由于锉柄是非切削部分,要求其硬度不得高于 38HRC。

(2) 锉刀的种类

1) 锉刀的种类与用途

钳工使用的锉刀分为钳工锉、异开锉和整形锉 3 类。

①钳工锉 适用于加工、锉修金属零件的各种形式的锉刀。按锉刀断面的形状不同,可分为齐头扁锉、方锉、圆锉、半圆锉和三角锉 5 种,如图 2.28 所示。

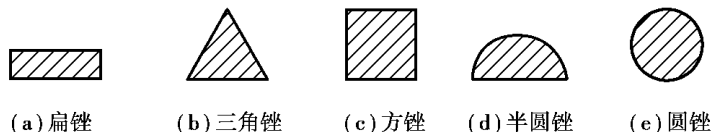


图 2.28 普通钳工锉刀

②异形锉 异形锉是锉削零件上的特殊表面时使用的,如模具工作零件(如型芯、型腔等)的中曲面修锉等。按其截面形状来分,除扁锉、方锉、圆锉、半圆锉和三角锉外,还有单面三角锉、刀形锉、双半圆锉和椭圆锉,如图 2.29 所示。

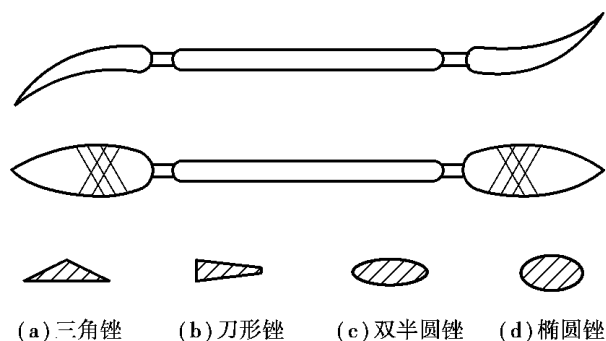


图 2.29 异形锉刀

③整形锉 :它适用于修整工件上的细小部位 ,它由若干把各种断面形状的锉刀组成一套 ,如图 2.30 所示。

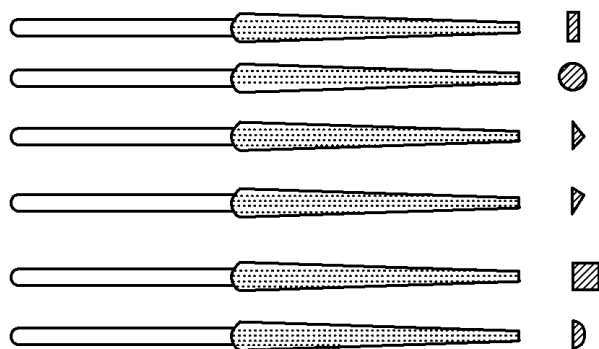


图 2.30 整形锉

2) 锉刀的规格与粗细

① 锉刀规格

钳工锉的规格是指自锉梢端至锉肩之间的距离(即锉身)。整形锉、异形锉的全长即为规格。

② 锉纹数

锉纹数是指锉刀轴向上 ,单位长度内的主锉纹数量。一般是指 10 mm 范围内的主锉纹数 ,其数量越大 ,说明锉刀越细。

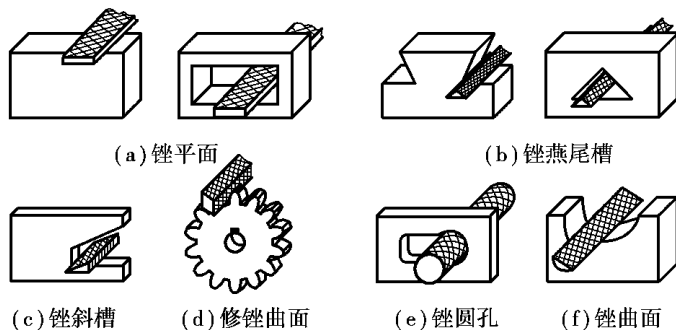


图 2.31 锉刀截面形状的选择

(3) 锉刀的选择

每种锉刀都有它一定范围的用途,如果选择不当,就不能充分发挥它的效能或过早地丧失其切削能力。因此,锉削之前必须正确选择锉刀。

1) 锉刀断面形状的选择

锉刀断面形状应与工件被加工表面的形状相适应。一般锉刀断面形状的选择取决于工件加工表面的形状,如图 2.31 所示。

2) 锉刀锉纹号的选择

选择锉刀锉纹号主要取决于加工余量、尺寸精度和表面粗糙度要求。以钳工锉为例,对于材料硬度低、粗加工、余量较大时,一般选择使用粗齿锉刀;对于材料硬度高、余量少、精加工、表面粗糙度要求较小时,则选择使用细齿锉刀。具体按表 2.6 选择锉纹号。

表 2.6 按锉削余量、锉削精度选择锉纹号

锉纹号	适用场合		
	锉削余量/mm	尺寸精度/mm	表面粗糙度 Ra/μm
1 2	0.5 ~ 1 以上	0.2 ~ 0.5	50 ~ 12.5
3	0.2 ~ 0.5	0.05 ~ 0.20	6.3 ~ 3.2
4	0.05 ~ 0.2	0.02 ~ 0.05	3.2 ~ 1.6
5	0.05 以下	0.01	0.8 ~ 0.4

3) 锉刀规格的选择

以钳工锉为例,选择锉刀长度取决于工件加工面的大小,工件加工面越大,所选锉刀规格也大,反之可选小规格的锉刀。

4) 锉刀的保养

合理使用和保养锉刀,可延长锉刀的使用期限,因此,必须注意以下使用和保养规则:

- ① 锉刀不能与其他金属硬物堆放,也不能多把锉刀重叠堆放,以免锉纹损伤。
- ② 放置锉刀时,不可挑出工作台边,以免掉下摔断和伤脚。
- ③ 不可用锉刀来锉毛坯件的硬皮或氧化皮以及经过淬硬的工件,否则锉纹很易磨损。对于这些工件,应先进行铣削或刨削去掉硬皮后方能使用锉削加工。
- ④ 新锉刀应先认定一面使用,待用钝后再用另一面,这样有利于延长锉刀的使用寿命。
- ⑤ 锉刀在使用过程中或使用完毕后,应用锉刷或划针刷去锉纹中的残留铁屑,以免影响工件表面粗糙度和产生腐蚀。
- ⑥ 锉刀在使用中,应防止沾水、沾油,以防锈蚀及锉削时锉刀打滑。
- ⑦ 不能把锉刀当做拆装工具使用,以免锉刀折断造成损伤。
- ⑧ 使用整形锉时,用力不可过猛,以免折断锉刀。

(4) 锉削方法

1) 锉削的操作要点

① 台虎钳的高度

台虎钳的高度应恰好在操作者的肘下,太低或太高都会使操作者的身体姿势不自然,从而

降低工作效率。

② 工件的装夹

A. 工件应尽量夹在台虎钳钳口的中间部位,如图 2.32 所示。

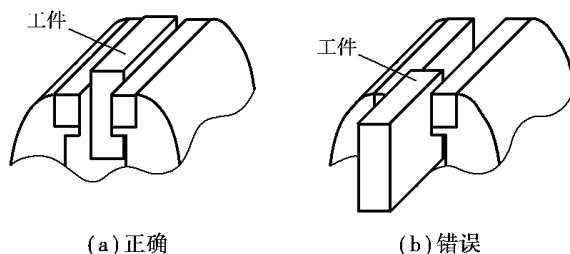


图 2.32 工件的正确夹持

B. 夹紧力大小适度,使夹持要牢固,但又不能使工件产生夹紧变形。因此不能使用加力杆夹紧工件。

C. 工件伸出钳口不能太高,以免锉削时因为刚性差而产生振动和噪声。

D. 对几何形状特殊的工件,夹持时要适当加衬垫。例如,夹持圆形工件,要衬 V 形块或弧形护木块;夹较长的薄板工件时,要先用两块较厚的铁板夹紧后,再一起夹入钳口,露出钳口部分要尽量少,以免锉削时工件振动。

E. 夹持已加工面或精密工件时,为避免夹伤工件已加工表面,台虎钳钳口应衬以软垫片或直接将钳口换成软钳口,如图 2.33 所示。

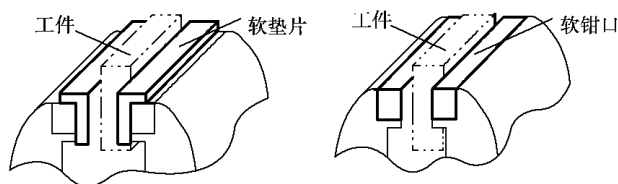


图 2.33 台虎钳护口应用

③ 锉削姿势

A. 站立要自然,便于用力,以能适应不同的锉削要求。

B. 锉削时身体的重心要落在左脚上,右膝伸直,左膝随锉削时的往复运动而屈伸。

C. 开始时,身体向前倾斜 10° 左右,右肘尽量收缩。

D. 锉最初的三分之一锉削行程时,身体向前倾斜 15° 左右,左膝稍有弯曲。

锉其次三分之一行程时,右肘向前推进锉刀,身体逐渐倾斜到 18° 左右。

锉最后三分之一行程时,右肘继续向前推进锉刀,身体自然地退回到 15° 左右。

E. 锉削行程结束后,手和身体都恢复到原来姿势,同时,应把锉刀略提起退至原位。

④ 锉削速度与压力

A. 锉削速度推进锉刀时的推力大小,主要由右手控制,而压力的大小,则是由两手控制的。为了保持锉刀平稳地前进,应满足以下的条件:锉刀在工件上任意位置时,锉刀前后两端所受的力矩应相等。由于锉刀的位置在不断改变,显然要求两手所加的压力也要随之做出相应的改变,即随着锉刀的推进,左手所加的压力由大逐渐减小,而右手所加的压力是由小逐渐

增大。

B. 锉削的速度,要根据加工工件大小,被加工工件的软硬程度,以及锉刀规格等具体情况而定。锉削的速度一般为 30 ~ 60 次/min 为宜。速度太快,容易造成操作疲劳和锉齿的快速磨损,影响工作效率和锉刀使用寿命。

2) 锉削的方法

① 平面锉削方法

A. 顺向锉削法 顺向锉削是使用最普遍的锉削方法。采用这种方法可以获得顺直、美观的锉纹,常用于尺寸不大的平面和最后修光加工,如图 2.34 所示。

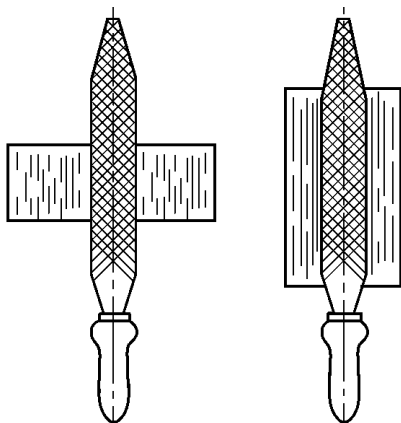


图 2.34 顺向锉

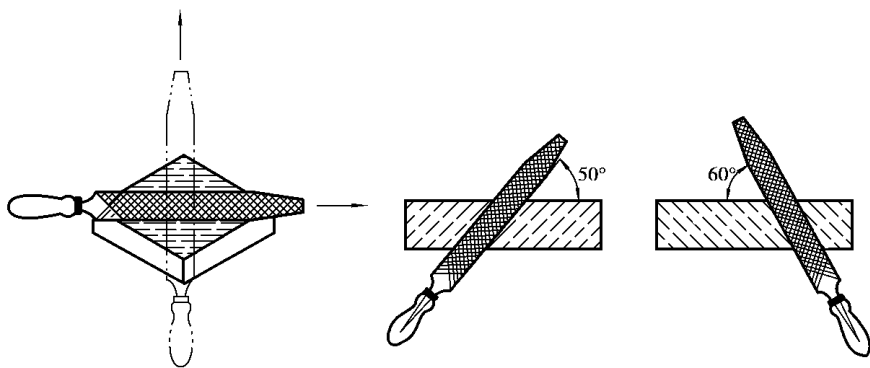


图 2.35 交叉锉

B. 交叉锉削法 锉刀与工件的接触长度较大,易于掌握平稳,还可以从锉纹上判断平面的高低,因此容易将平面锉削平整。但该方法只能用于粗加工,进入精加工阶段,仍然采用顺向锉削,如图 2.35 所示。

C. 推锉法。此方法不能充分发挥手的力量,加工效率不高。因此,该方法主要用于狭长平面或顺向锉受阻的加工条件下,只适用于精加工时的精修和修光加工,如图 2.36 所示。

② 曲面锉削方法

在模具制造中,免不了曲面的修整加工,因此曲面的锉修

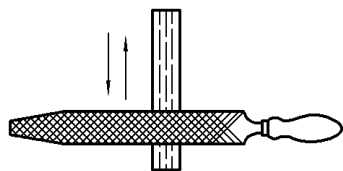


图 2.36 推锉加工

是十分重要的。下面介绍几种曲面的锉修加工方法：

A. 凸曲面的锉修加工方法：一般有顺向锉削和横向锉削加工两种方法。该方法主要用于凸模(或型芯)凸出曲面的修整加工,如图 2.37 所示。请注意锉削过程中的运锉方法。

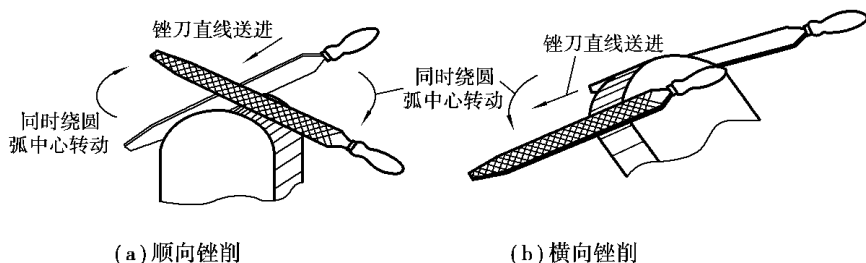


图 2.37 凸模的锉削方法

B. 凹曲面的锉削加工方法：主要用于凹模型孔的锉修加工,如图 2.38 所示。

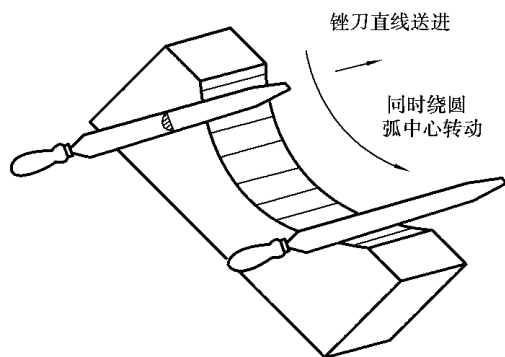


图 2.38 凹模的锉削加工

③球面的锉削加工方法

在模具制造中,许多零件的端部都需要进行球面加工,如导柱、导正销和曲面型芯等。具体的锉削加工方法如图 2.39 所示。

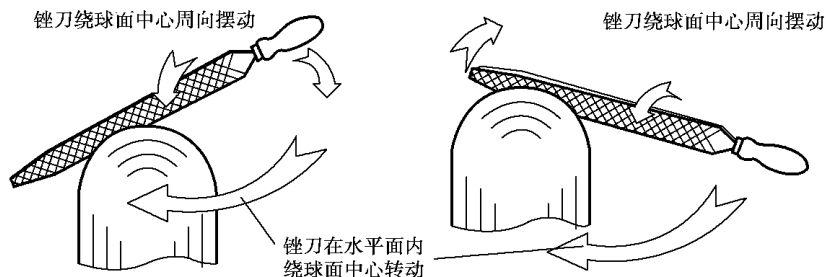


图 2.39 球面型芯的锉削加工

(5)凸模、凹模的钳工锉修加工

所谓锉修,就是在两个配合零件之间,根据加工要求,首先选择一个按照图样的技术要求加工好,然后根据二者的配合关心和配合性质,以已经加工好的零件作为尺寸基准,配加工另

外一个零件,使之达到配合要求的加工方法。

在模具制造中,特别是模具装配时,其凸模、凹模的工作间隙的保证,大部分都需要使用锉配技术。

1) 凸模的钳工锉修技术

① 操作步骤

一般凸模锉修加工都是采用的压印锉修,即将未淬火留有一定修锉余量的凸模,放置在已加工完毕淬硬的凹模刃口轮廓进行挤压,如图 2.40 所示。在凸模上压出修锉印痕,然后钳工按印痕均匀的锉削掉凸模上的加工余量,即完成凸模加工。此法一般用于落料模具凸模、凹模的锉修加工。

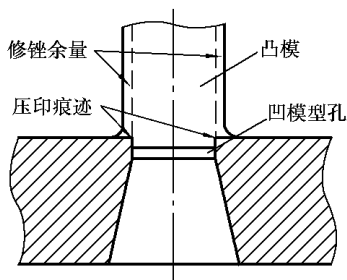


图 2.40 凹模压印凸模

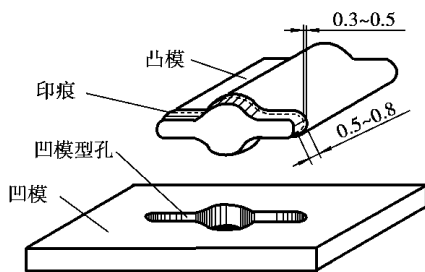


图 2.41 压印锉修事项

② 注意事项

一般需要锉修的凸模应预留 0.3 ~ 0.5 mm 的加工余量,如图 2.41 所示。

压印时必须严格调整好凸模与凹模基准面之间的垂直度,防止产生歪斜。必要时,应采用导向压印。

为保证压印表面的粗糙度,首次压印深度要小一些(一般为 0.5 ~ 0.8 mm 为宜),以后各次压印深度逐渐加大,如图 2.41 所示。

锉修过程中应经常使用塞尺检查修锉间隙的变化,检查时,将凸模靠紧凹模一侧,用厚度双倍于间隙的塞尺检验。

③ 应用场合

压印锉修法适用于加工无间隙模具,也可用于加工较小间隙的冲压模具。

2) 凹模的钳工锉修

对于冲孔模具,凸模的尺寸精度决定着制件的冲孔精度,因此,从工艺上应先加工好凸模,然后再根据冲压间隙大小配作凹模。对于无间隙或小间隙的冲裁模具,一般都是对凹模型孔进行压印锉修。其工艺步骤如下:

【粗加工切除中心废料】—【半精加工型孔,保证为锉修加工留下 0.3 ~ 0.5 mm 的单边余量】—【利用已加工好的凸模对凹模进行压印】—【利用凸模或凸模样板进行检验】—【保证凸模与凹模的间隙达到冲压间隙要求】。

(6) 模具锉修工艺问题分析与安全文明生产

1) 工艺问题分析

模具零件的锉修加工,一般都是在进入精加工阶段进行的,如果出了质量事故,将会造成很大的损失,如表 2.7 所示。

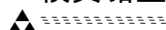


表 2.7 锉削加工工艺问题分析

工艺问题	产生原因
工件损坏	夹紧力过大 ,产生夹紧变形或破裂
	已加工过的表面未使用保护措施
	刚性差的工件未使用提高刚性和稳定性的工艺措施
工件尺寸形状不准确	划线误差过大
	加工余量不足
	出现夹紧和加工变形
	加工手法不正确 ,出现中凹和掉角现象
表面粗糙度过大	精加工锉刀锉纹粗细选择不当
	粗加工时锉痕太深 ,精加工无法去除
	未及时清除嵌入刀齿中切屑 ,拉伤工件表面
	进行清角锉削时未使用锉刀光边

2)安全文明生产

- ①不使用无柄或柄已开裂的锉刀。锉刀柄一定要装紧固 ,否则在锉削时不但用不上力 ,而且有可能因柄脱落而刺伤手腕。
- ②不能用嘴吹切屑 ,以防止切屑飞进眼睛 ;也不准用手清除切屑 ,以防扎伤手。
- ③锉刀放置时不要露出钳台边外 ,以防跌落而扎伤脚或损坏锉刀。
- ④锉削时不要用手去摸锉削表面 ,因手上有油污 ,会使锉削时锉刀打滑而造成事故。
- ⑤锉削直角面时 ,应采用带光面的锉刀。
- ⑥锉刀不能作撬棒和锤使用 ,以免锉齿损坏或锉刀折断造成事故。

练一练

一、填空题

1. 銼子的楔角决定着銼子切削部分的_____,同时也影响着銼切的_____程度。
2. 銼子的楔角选择的原则是 :在保证銼子具有足够的_____条件下 ,尽量选择_____值。
3. 在銼切模具零件上的曲线型槽时应选择_____銼 ,銼切平面时应选择_____銼 ,銼削直线沟槽时 ,应选择_____銼。
4. 锯条的粗细是在_____ mm 内锯齿数的多少来表示的 ;而锉刀锉齿的粗细则是用每_____ mm 范围内的主锉纹数表示的。
5. 锯削管子时 ,应选择_____锯条 ,采用_____次起锯 ,每次只锯到管壁_____,以防止锯条被钩住折断。
6. 起锯的方法包括_____和_____两种 ,无论采用哪一种起锯方法 ,起锯角均不能

15°。

7. 为了避免锯条和锉刀过早磨损,锯削时速度应控制在_____次/min为宜;锉削时速度应控制在_____次/min为宜。

8. 锉刀根据用途可分为_____锉刀、_____锉刀、_____锉刀3类,模具的曲面精修时应选择_____锉刀。

9. 安装锯条时,锯齿应向_____,而且必须将其适当_____。

二、选择题

1. 錾削铸铁等硬脆材料时,錾子的楔角应选择为_____。

A. $60^{\circ} \sim 70^{\circ}$ B. $50^{\circ} \sim 60^{\circ}$ C. $30^{\circ} \sim 50^{\circ}$

2. 锯削薄板、硬材料时,应选择_____锯条。

A. 粗齿 B. 中齿 C. 细齿

3. 锉刀的规格一般是用锉刀的_____来表示的。

A. 锉刀整体长度 B. 锉身长度 C. 锉刀的截面尺寸

4. 对模具型腔的曲面进行修锉加工时,应选择_____。

A. 普通钳工锉 B. 整形锉 C. 异形锉

5. 粗锉削大平面时,应选择_____。

A. 顺向锉 B. 交叉锉 C. 推锉

6. 为了避免錾削时产生蹦角、崩棱现象,当錾到尽头_____mm处,应调头錾削。

A. 15 B. 10 C. 5

7. 模具装配时,为修调凸模与凹模之间的间隙,经常使用_____加工技术。

A. 推锉 B. 配锉 C. 交叉锉削

8. 锯削要求切面平整的较大直径的棒料时,应使用_____次起锯,锯削完成。

A. 一 B. 多 C. 随意

9. 锉削铜、铝有色金属时,应选择_____锉刀。

A. 单齿纹 B. 双齿纹 C. 单齿纹和双齿纹

10. 如果是落料模具,应先加工好_____,再根据冲裁间隙配锉_____。

A. 凹模 B. 凸模 C. 凸凹模

三、判断题

1. 錾削低碳钢、低碳合金钢和有色金属材料时,錾子的楔角应选择为 $50^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 。()

2. 錾子的后角太小,将会产生錾削打滑现象。()

3. 在锯削时,为了保证锯条有足够的刚性,安装张紧时,张紧力越大越好。()

4. 起锯的方法有远、近起锯两种,一般情况下宜选择远起锯。()

5. 锯条的规格是用锯条两安装孔的中心距来表示的,通常用 300 mm 的锯条。()

6. 锉削加工时,为减小锉刀的磨损,加工中应加油或水进行冷却和润滑。()

7. 锉刀使用时,应将两面交替应用。()

8. 锉刀使用时,为延长其使用寿命,锉削行程应尽量与锉身长度相适应。()

9. 进行凸、凹曲面锉削时,必须注意锉刀运动与曲面半径相适应。()

四、简答题

1. 起楔角如何选择？试述铰子的 3 个基本角度对铰削的影响。
2. 试述锯条粗细的选择原则和方法。
3. 试述锉刀的选择方法。
4. 试述模具凸模、凹模修锉加工的方法。

2.3 模具制造中的钻孔加工技术

任务内容

1. 麻花钻的结构、修磨与钻削加工原理。
2. 钻孔加工的工艺过程与工艺要点。
3. 掌握模具制造中的钻孔加工技术。

任务目标

1. 熟悉麻花钻的结构特点,掌握钻头的修磨与钻孔加工原理。
2. 掌握钻孔加工的工艺过程与工艺要点。
3. 掌握模具制造中的钻孔加工技术。
4. 熟悉钻孔加工时容易出现的工艺问题,掌握其相应的预防措施。

任务过程

在模具制造中,有着许多的孔加工,包括安装孔、螺纹底孔、定位销孔、冷却道孔、排气孔等,由于这些孔都属于中小型孔,一般都是由钳工来完成。因此,孔加工技术是模具制造中的重要加工技术。

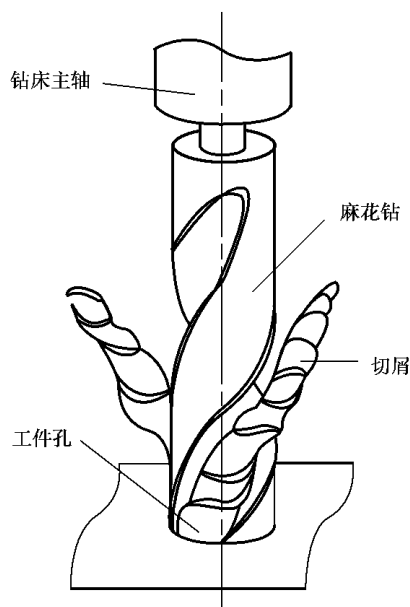


图 2.42 钻孔

2.3.1 钻头与钻孔加工原理

模具零件上的许多孔(如螺纹孔、螺栓过孔、销钉孔、顶杆孔及型芯固定孔等)都需要经钻铰加工,从而达到孔径、孔距精度及表面粗糙度的要求。这些孔大部分都在划线后加工,因此孔加工技术是模具钳工最为重要的加工技术之一。

(1) 概述

1) 钻孔的概念

用钻头在实体材料上加工出孔的操作,称为钻孔,如图 2.42 所示。

钻削运动分为主运动和进给运动。主运动是钻头在主轴带动下的旋转运动,进给运动是麻花钻的轴向直线运动。

2) 钻孔的工艺特点

①钻孔由于在工件的内部进行,钻头在封闭或半封闭状态下工作,不便于观察,测量较困难。

②钻头受孔径限制,强度、刚性和稳定性相对较差。

③冷却排屑困难。

钻孔的加工精度一般为 IT10 ~ IT11,表面粗糙度值为 Ra50 ~ 12.5 μm 。其精度不高,因此,钻孔只能加工精度要求不高的孔(如模具中螺栓联接孔等)或作为高精度孔(定位销孔等)的粗加工。

(2)麻花钻的结构

1)麻花钻的组成

麻花钻由工作部分、颈部和柄部组成,其中工作部分又分为切削部分和导向部分,如图 2.43 所示。

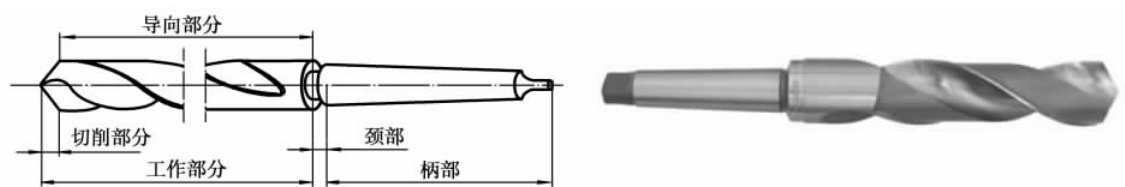


图 2.43 麻花钻的结构

①柄部:柄部是麻花钻的夹持部分,用来传递钻孔时需要的转矩和轴向力。它有两种形式:圆柱形为直柄,莫氏锥体为锥柄。扁尾是帮助传递转矩,也便于从主轴孔中卸下钻头。

一般直径小于 13 mm 的钻头做成圆柱直柄,因为制造方便,传递的转矩又较小。直径大于或等于 13 mm 的钻头做成莫氏锥柄,传递较大的转矩,装夹时的定位精度较高。

②颈部:位于工作部分和锥柄之间,作为加工时的退刀用,刻印钻头的规格(直径)、材料、商标等。

③工作部分:由切削部分和导向部分组成,如图 2.43 所示。主要用于钻孔时的切削、导向、排屑与输送切削液。

A. 切削部分是由两条螺旋槽参与形成的主切削刃及横刃,起主要切削作用。

B. 导向部分保持正直的钻削方向(导向)由二条狭的螺旋形的凸出的棱边(见图 2.44)实现。它的直径有一定的倒锥度,能修光孔壁,且减少孔壁与钻头间的摩擦。导向部分又是切削部分的后备部分,在钻头重磨时,导向部分逐渐变成切削部分。导向部分的螺旋槽在钻削时能容纳、排除切屑和输送切削液。

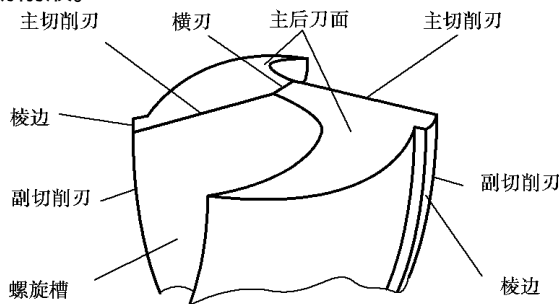


图 2.44 麻花钻工作部分结构

2) 麻花钻切削部分的几何参数

① 麻花钻的 6 个刀面

麻花钻的刀面如图 2.44 所示。

A. 前面 :是麻花钻切削部分的螺旋槽表面 ,切屑沿此排出。前面有两个。

B. 后面 :是麻花钻切削部分顶端的两个曲面(圆锥螺旋面) ,它与工件被加工表面相对。后面也有两个。

C. 副后面 :是麻花钻外圆上的两条棱边(刃带) ,它与工件的已加工表面相对。

② 麻花钻的 5 条切削刃

A. 主切削刃 :是前面与后面的交线。主切削刃有两条(见图 2.44) ,起主要切削作用。

B. 横刃 :是两个后面的交线。横刃长度应适当 ,否则定心不良 ,会产生很大的轴向抗力。

C. 副切削刃 :是前面与副后面(棱边)的交线。棱刃有两条 ,起修光孔壁和导向作用。

③ 麻花钻的主要角度

为了确切地表示出麻花钻的切削角度 ,先了解一下金属切削加工中确定刀具的 3 个辅助平面。

A. 顶角(2ϕ)。它是两条主切削刃在与两主切削刃平行的平面上投影的夹角 2ϕ ,如图 2.45 所示。

顶角的大小影响主切削刃上切削力的大小。在相同的切削条件下 ,顶角越小 ,在钻削时轴向抗力越小 ,而刀尖角 ϵ_r (见图 2.45)随之越大 ,散热好、钻头使用寿命延长。但钻尖强度降低 ,且切屑卷曲厉害 ,导致排屑不畅 ,妨碍切削冷却液的输入。

标准麻花钻的顶角 $2\phi = 118^\circ \pm 2^\circ$ 。在强度、硬度较高的材料上钻孔时 ,顶角可取得大些 ;反之 ,顶角可取得小些。

当顶角 2ϕ 等于 118° 时 ,麻花钻主切削刃呈直线型。

当顶角 2ϕ 小于 118° 时 ,麻花钻主切削刃呈凸曲线型。

当顶角 2ϕ 大于 118° 时 ,麻花钻主切削刃呈凹曲线型。

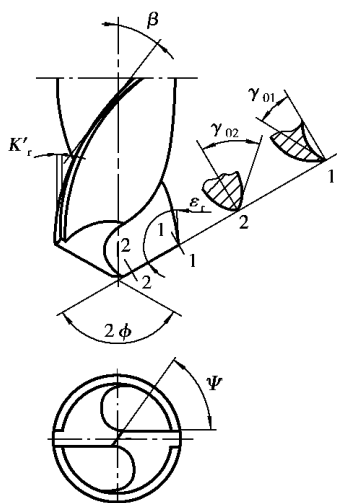


图 2.45 麻花钻的切削角度

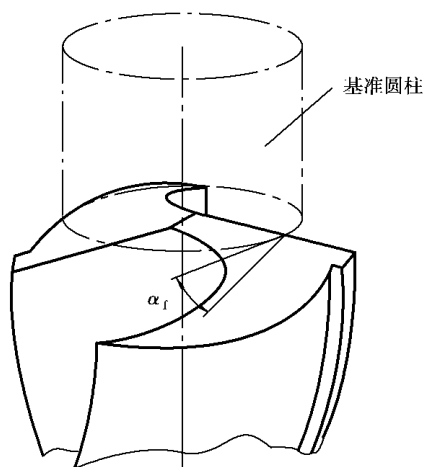


图 2.46 麻花钻的后角

B. 麻花钻的后角(α_f) :是指通过主切削刃上某一选定点 ,所作以钻头轴线为轴心的圆柱面的切平面上 ,主后面与切削平面(基准圆柱端面)间的夹角称为后角 ,如图 2.46 所示。

主切削刃上各点的后角是不相等的 ,其中外缘处的后角最小 ,约 $8^{\circ} \sim 14^{\circ}$ 。越靠近钻心 ,后角越大 ,近横刃处后角约为 $20^{\circ} \sim 26^{\circ}$ 。

C. 横刃斜角(ψ) :是在钻头端面投影上 ,横刃与中剖面之间的夹角 ,图 2.45 中的 ψ 。标准麻花钻的横刃斜角 $\psi = 50^{\circ} \sim 55^{\circ}$ 。

当钻头磨出两个后面时 ,横刃斜角就自然形成了。靠近横刃处的后角磨得越大 ,横刃斜角越小 ,使横刃变长 ,造成钻孔时定心不良 ,挤刮严重。

上述的顶角(2ϕ)、后角(α_f)及横刃斜角(ψ)是麻花钻刃磨时需要控制的 3 个几何角度。

D. 螺旋角(β) :是螺旋槽上任一点的切线与麻花钻轴心线的夹角 ,如图 2.45 所示。

麻花钻上副切削刃上的螺旋角最大 ,越趋近钻心 ,螺旋角越小。

E. 前角(γ_0) :是前刀面与基面间的夹角 ,如图 2.45 所示。麻花钻主切削刃上各点的前角是不相等的 ,其中外缘处的前角最大($\gamma_0 \approx 30^{\circ}$) ,越趋近钻心 ,前角越小 ,近横刃处的前角约 $\gamma_0 = -30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 。

F. 副偏角(K'_f) :副切削刃(棱边)某点的切线在该基面上的投影与进给方向的夹角如图 2.45 所示。一般标准麻花钻的副偏角很小 ,它是通过钻头导向部分的倒锥度而形成的。

3)标准麻花钻的结构缺陷与修磨(见表 2.8)

表 2.8 标准麻花钻的结构缺陷与修磨

结构缺陷	加工影响	修磨方法
横刃太长	定心不良 ,挤刮严重	修磨横刃 ,如图 2.47 所示 ,一般直径在 5 mm 以上的麻花钻均需要修磨横刃
主切削刃上前角不等	各点切削条件不同 ,近横刃 1/3 处开始为负前角切削条件很差	加工硬材料和用麻花钻扩孔时 :修磨小外缘处前角以增大强度 ,防止扎刀 ,如图 2.48 所示 加工塑性较好的材料时 :修磨大钻心处的前角 ,使钻头锋利 ,切削省力 ,如图 2.48 所示
麻花钻的负后角为零度	造成外缘处摩擦发热严重 ,使钻头磨损严重 ,与孔壁摩擦严重 ,使孔上表面粗糙度变大	修磨横刃 ,在外缘处磨出负后角 ,如图 2.49 所示
主切削刃太长	造成切屑宽大 ,不易排屑 ,堵塞容屑槽 ,影响孔壁粗糙度 ,影响冷却液进入切削区域	在前刀面上或后刀面上磨出分屑槽 ,如图 2.50 所示
外缘处刀尖角太小	影响刀尖强度 ,影响散热 ,加快钻头磨损 ,使钻头使用寿命降低	磨出双重顶角 ,增大刀尖角 ,提高刀尖强度 ,改善散热条件 ,如图 2.51 所示

注意 :麻花钻的修磨 ,不能单独理解为修磨某一项 ,有时应根据加工条件进行多项综合修磨。

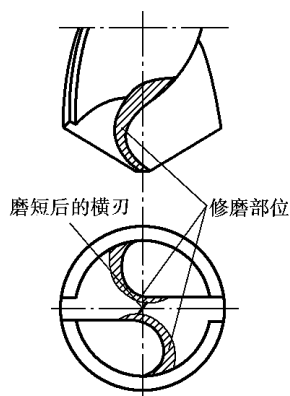


图 2.47 修磨横刃

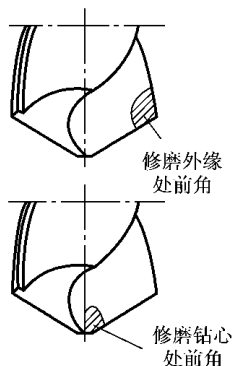


图 2.48 修磨前刀面

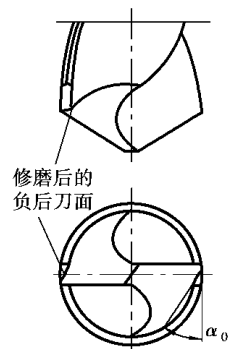


图 2.49 修磨副后角

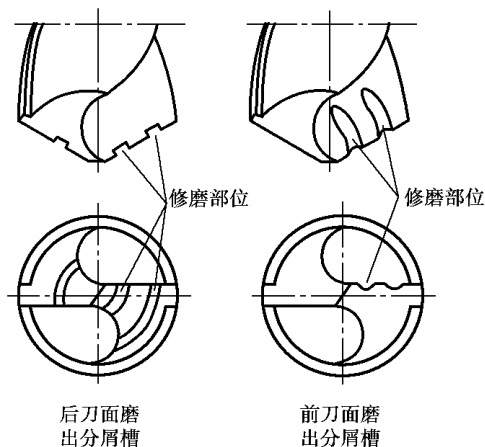


图 2.50 修磨单边分屑槽

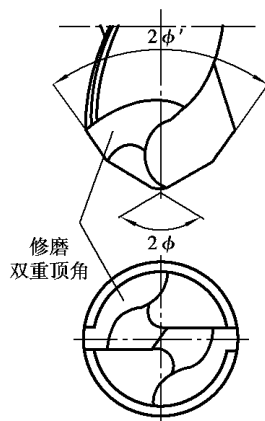


图 2.51 磨出双重顶角

2.3.2 钻孔方法

(1) 钻孔前的准备工作

1) 钻头的刃磨要求

① 标准麻花钻的两条主切削刃要求等长对称,并与轴线夹角相等,其顶角大小为 $2\phi = 118^\circ \pm 2^\circ$ 。否则将会使钻出的孔孔径扩大。

② 麻花钻的横刃斜角要求 $\psi = 50^\circ \sim 55^\circ$,否则将直接影响钻头的定心与轴向抗力的大小。

2) 切削用量

① 切削用量

切削用量是用来衡量切削运动大小的参数,包括背吃刀量、进给量、切削速度 3 个要素。如图 2.52 所示为钻孔加工时的切削用量。

A. 切削速度(v_c):是指主运动(钻头的旋转运动)的线速度。其大小为

$$v_c = \pi dn / 1000 \quad \text{m/min}$$

B. 进给量(f):是指主运动完成一周(钻头转一周),刀具(钻头)沿进给运动方向(轴线方

向)所移动的直线距离。

C. 背吃刀量(a_p) 是指切削加工时,待加工表面与已加工表面之间的垂直距离。钻孔时的背吃刀量(a_p)等于钻头直径的1/2,即 $a_p = D/2$ 。

②切削用量的选择

A. 合理的切削用量

所谓合理的切削用量,是指在保证加工质量的前提下,充分发挥机床和刀具潜能,保证安全,提高加工效率,降低加工成本的最大切削用量。

B. 切削用量的选择原则

a. 粗加工时切削用量的选择

粗加工时,加工余量大,要求在保证刀具强度和寿命的前提下,尽快切除大部分加工余量。因此,在选择切削用量时,首先应选择一个大的背吃刀量,然后再选择一个较大的进给量,最后选择一个合理的切削速度。

b. 精加工时切削用量的选择

精加工的主要目的是使零件的各项技术指标达到设计要求,此时加工余量较小,进给量受表面粗糙度的限制也应选择较小值,为充分发挥机床和刀具的潜能,应选择较高的切削速度。

切削速度是钻头外缘点(即半径处)的运动线速度。

C. 钻孔时切削用量的选择

a. 背吃刀量的选择

背吃刀量对切削力的影响最大,孔径越大,所选择的钻头越大,切削力也越大。在选择钻头时,直径 $D < 30 \text{ mm}$ 的孔,可一次钻成;直径 $D > 30 \text{ mm}$ 的孔,可先选择 $(0.5 \sim 0.7)D$ 的钻头钻孔,再选择与孔径相同的钻头扩孔。

b. 切削速度与进给量的选择

两者对加工效率的影响是相同的;但对刀具(钻头)寿命的影响切削速度大于进给量;对表面粗糙度的影响进给量则大于切削速度。

因此,在选择切削速度时必须综合考虑刀具材料、工件材料、孔径大小、加工精度以及表面粗糙度等因素的影响。在加工大孔和高强度材料时,可选择较小的切削速度;钻小孔和低强度材料时,才选择较高的切削速度。钻削孔、高强度材料和进给量受表面粗糙度限制时,选择较小的进给量。

当孔即将钻穿时,应减小进给量,否则钻头将会被“咬死”,易造成工件损坏、钻头折断以及造成人身和设备事故。

切削用量的选择除了靠经验选择以外,还应根据加工条件查阅相关工艺手册或有关资料来确定。

(2) 钻孔操作方法

1) 划线钻孔

【划线初步确定孔位】—【打样冲或钻中心孔】—【选择钻削用量】—【定位夹紧工件】—【试钻浅坑并测量孔位】—【借正】—【进行钻孔操作】。

该方法特别适用于在模板零件和其他模具零件的平面上钻孔。

2) 钻骑缝孔

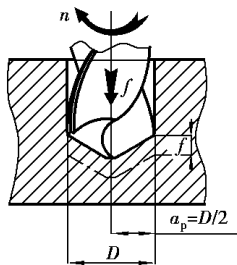


图 2.52 钻削用量

①工艺特点

在模具装配过程中,有时需要在模板和被固定零件(如模柄、凸模)之间加工防转的骑缝螺钉孔。由于两种材料硬度不同,如果将孔的中心定在接触缝隙,孔将向材质较软的一边歪斜。

②操作方法

划线和打样冲时可将孔位向硬度较高的材料一边偏移一定距离。钻孔后孔的中心正好在两个零件结合面的中间,如图 2.53 所示。

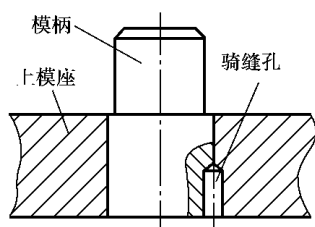


图 2.53 骑缝销(螺孔)的钻削

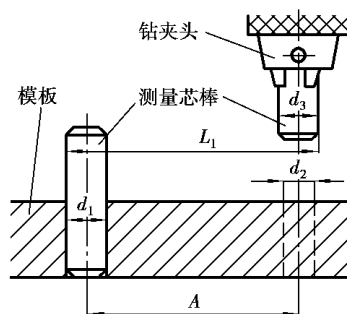


图 2.54 保证精确孔距的方法

3)多孔钻削技术

①工艺特点

在模具制造中,孔要求具有很高的孔位精度(如中心距等)以及很高的平行度要求。

②具体的操作方法

【划线】—【钻、铰好 d_1 】—【过渡配合安装测量芯棒于 d_1 孔内并找正】—【安装心轴 d_3 到主轴上并找正】—【调整芯棒 d_3 与被钻孔轴线重合】—【用外径千分尺测量尺寸 L_1 】—【钻孔、测量保证两孔中心距 A 】。

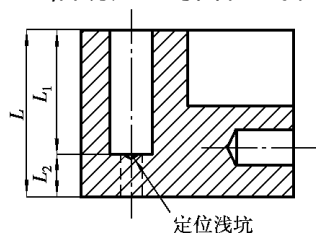
如图 2.54 所示,尺寸 L_1 的计算如下:

$$L_1 = A + \frac{1}{2}d_1 + \frac{1}{2}d_3$$

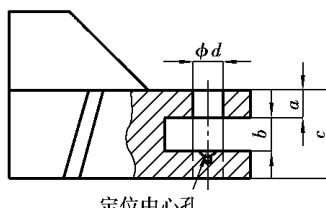
4)钻三联孔技术

①工艺特点

三联孔是指同一个中心线有直径不同的两个孔(见图 2.55(a))或同一个中心线的孔不是连续的即断裂成两个孔(见图 2.55(b))。三联孔的特点是:孔长度较长,钻削加工时钻头要伸出很长刚性差,容易产生弯曲和歪斜,不易保证两孔的同轴度要求。



(a) 不同孔径



(b) 裂开两孔

图 2.55 模具零件上常见的三联孔

②操作方法

【划线、打样冲、钻上段孔】—【利用钻顶或中心钻在上、下段孔联接面上钻定位孔】—【换上钻头以上段孔导向钻下段孔】。

这样就容易保证上、下段孔的同轴度要求,如图 2.55 所示。

5)小孔加工技术

通常将直径不大于 3 mm 的孔称为小孔。

①工艺特点

- 钻头太小,刃磨困难。对于直径小于 1 mm 的钻头必须借助放大镜才能完成刃磨。
- 钻头纤细,刚性极差,螺旋槽狭窄,排屑不畅,容易堵塞,使钻头容易折断。
- 不易冷却,钻头磨损快,寿命短。

②操作方法

【选择高速钻床($v_c = 20 \sim 25 \text{ m/min}$)】—【测试钻床的旋转精度、刚性和平稳性】—【选择并正确修磨钻头】—【正确安装钻头,保证与主轴的同轴度】—【选择钻模或钻中心孔对钻头进行定位和导向】—【选择合理的进给量或进给压力】—【经常退钻排屑、冷却】。

6)深孔加工技术

通常将深度(L)与孔径(D)之比(L/D)大于 5 的孔称为深孔。在模具制造中,通常需要在模具零件上钻冷却水道、模具装配时的联接螺栓孔等中小型深孔。

①工艺特点

- 钻头细长,强度、刚性差,易产生扭转、弯曲和折断现象。
- 钻头导向性差,很容易将孔钻偏、钻斜。因此,必须进行有效的定位和导向。
- 钻头长径比大,冷却排屑困难,必须进行强行冷却和排屑。

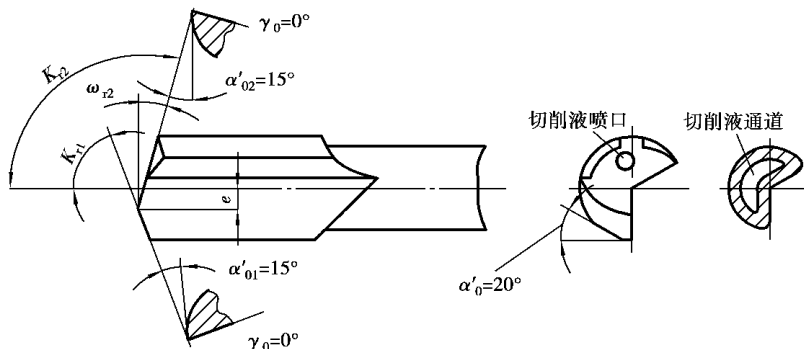


图 2.56 单孔外排屑小深孔钻

②深孔钻

A. 单孔外排屑小深孔钻(也称为枪钻)。该钻头的特点是通过钻头内通道通入高压切削液,将切屑从外部(缺口)冲出,冷却排屑效果好;它是依靠单刃工作,无横刃,切削效果和定心效果好,如图 2.56 所示。

B. 麻花钻改制深孔钻,如图 2.57 所示。该钻头采用增大容屑空间,排屑冷却效果好。使用 $130^\circ \sim 140^\circ$ 的顶角,修短横刃、磨出分屑槽等手段来提高切削加工性能。

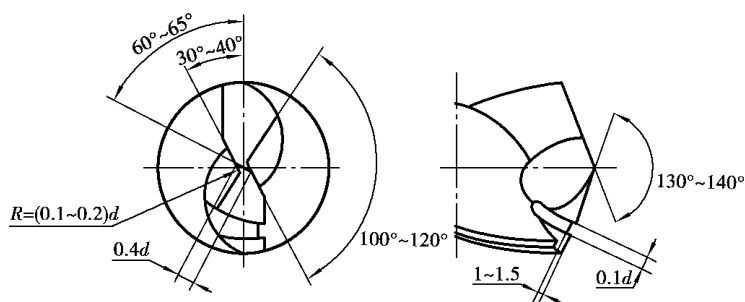


图 2.57 深孔麻花钻

C. 工艺特点

- a. 钻削时同轴度要好 :要求刀具导向套、零件支撑套、刀杆制成套。钻头必须与主轴严格同轴 ,其同轴度误差不大于 0.02 mm。
- b. 选择刚性和导向性好的钻头钻深孔。如使用接长麻花钻钻孔 ,要求接长杆必须进行调质热处理 ,同时还需在杆上镶嵌导向铜条 ,严格保证接长杆与钻头之间的同轴度。
- c. 切削用量不能太大 ,特别是孔即将钻穿时 ,进给量一定要小 ,否则将会损坏钻头和孔口。
- d. 刃磨钻头时 ,必须采用有效的分屑和断屑措施 ,使排屑顺利。如发现堵塞现象 ,应及时退钻排屑。
- e. 必须连续不断地通入具有一定压力和流量的切削液 ,保证送液和排屑通道畅通。
- f. 深孔钻削过程中 ,尽量不停车 ,否则将损坏工件和钻头。如果必须停车 ,应先停止进给 ,退出钻头 ,方能断液、停车。

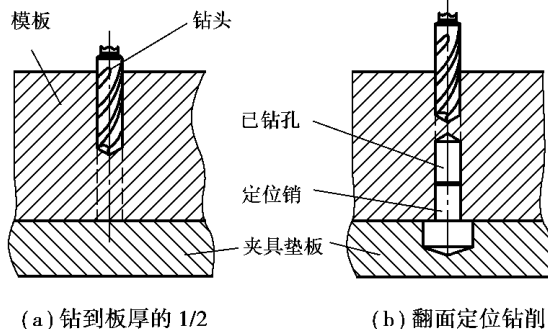
D. 操作步骤

a. 钻盲孔

【划线钻中心孔确定孔位】—【安装、支撑工件 ,使工件与主轴同轴】—【正确安装和支撑钻头 ,使钻头与主轴同轴】—【正确安装导向套与送液装置 ,使之密封性能好且与主轴同轴】—【连接调整送液系统 ,保证切削液的压力与流量】—【慢速钻入工件 ,使导向部分正常工作后 ,方能正常进给】。

b. 用麻花钻钻通深孔

当深孔深度在麻花钻工作部分长度 2 倍以内时 ,可使用普通麻花钻加工深孔(通孔) ,这样也能保证深孔同轴度。具体操作步骤如下(见图 2.58(b)) :



(a) 钻到板厚的 1/2

(b) 翻面定位钻削

图 2.58 工件两面钻深孔

【划线,钻中心孔确定孔位】—【正确安装工件】—【钻出孔深的一半(见图 2.58(a))】—【取下工件,在不移动工作台的情况下,在定位工具上钻出定位孔】—【装上与已钻孔相配合的定位销】—【反装工件,使已钻孔与定位销配合】—【从另一面将孔钻穿】。

7) 钻相交孔技术

模具零件中的冷却水道、排气和管路通道均为相交孔系,如图 2.59 所示。

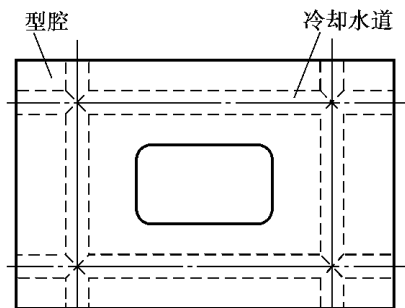


图 2.59 塑料模具型腔冷却水道

① 工艺特点

这些孔的轴线相互垂直相交。钻孔过程中,在两孔相交处极易将孔钻偏或钻歪。

② 操作要点

- a. 钻孔顺序:一般情况下,【大孔先钻】—【小孔后钻】;【长孔先钻】—【短孔后钻】。
- b. 切削用量不能过大,为减小钻孔深度,一个孔可分 2~3 次进行钻孔、扩孔。钻孔即将通过两孔相交部位时,必须减小进给量,以防止咬死和将孔钻歪。

8) 斜孔钻削技术

① 工艺特点

- a. 孔的轴线与平面不垂直导致钻孔时钻头轴线与平面不垂直,如图 2.60(a)所示。
- b. 钻孔时,钻头将受不垂直的平面作用而产生斜向力的影响,使之定位不准和极易将孔钻偏,如图 2.60(b)所示。因此,钻孔时必须采取有效的工艺措施来解决这个问题。

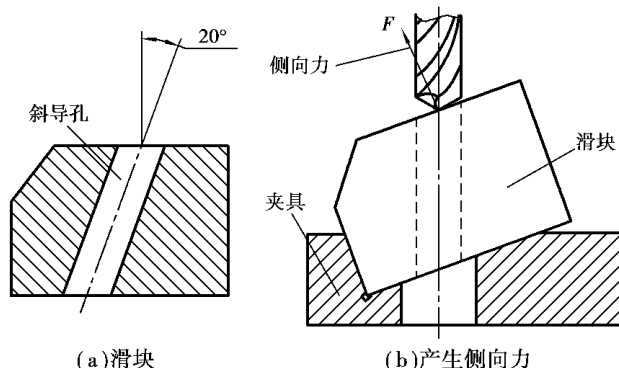


图 2.60 斜孔的工艺特点

② 操作步骤

【通过立体划线,初步确定孔位】—【将工件安装在夹具上,将斜孔旋转到垂直方向(图

2.60(b))】—【采取工艺措施引导钻头正确定心和导向(见图 2.61 ~ 图 2.65)】—【选择合适的切削用量实施钻孔】。

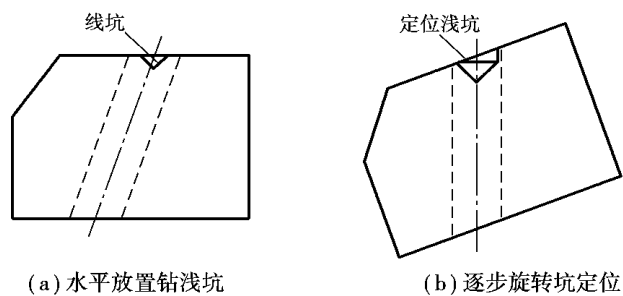


图 2.61 浅坑定心

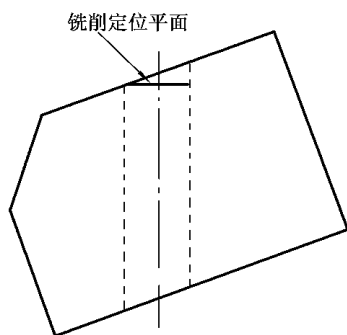


图 2.62 铣削平面定位

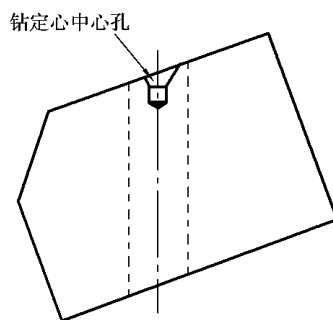


图 2.63 中心孔定心

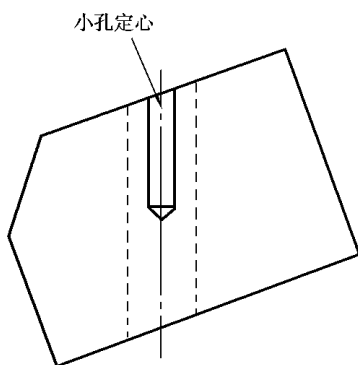


图 2.64 小孔定心

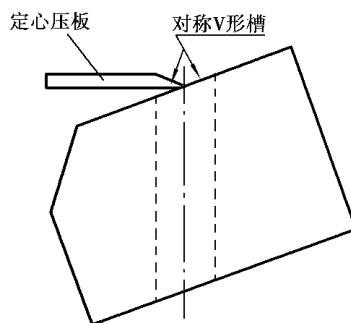


图 2.65 斜压板定心

除上述方法外,还可利用钻套进行定位和导向,如图 2.66 所示。

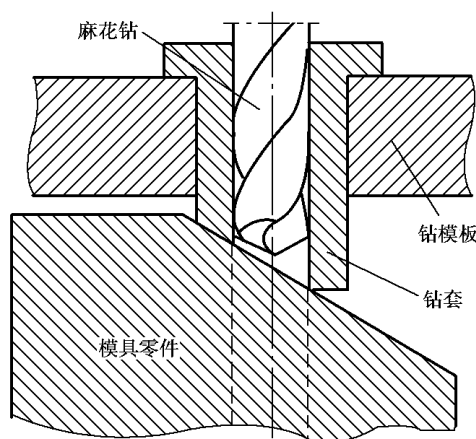


图 2.66 钻套定位导向钻斜孔

(3) 配钻与同钻铰加工技术

1) 配钻

通过已钻铰的孔对另一零件进行钻孔、铰孔。

模具零件上有许多孔,在模具组装时,各零件之间对孔位都要求有不同程度的一致性。除孔位精度要求较高的孔采用坐标镗床、立铣等机床来钻孔、镗孔外,当孔距本身公差要求不高,而只要求两个或3个零件组装时孔位一致,常采用配钻和同钻铰方法来加工。如图2.67所示为一冲压模具下模装配图,其中的螺纹联接孔和定位销孔就需要采用配钻和同钻技术。

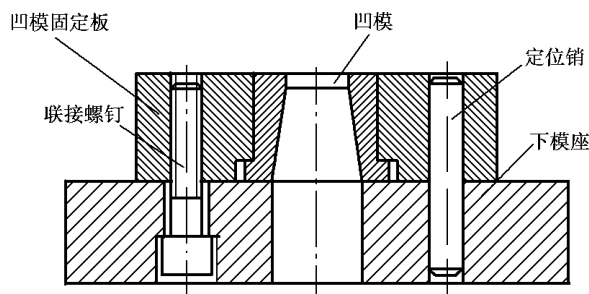


图 2.67 冲压模具下模装配图

① 配钻的概念

配钻是在钻削某一零件时,其孔位不是按照图样中的尺寸和公差来加工,而是通过另一零件上已钻铰好的实际孔位来配作,如图2.67所示。

② 配钻的工艺步骤(见图2.68)

【将配钻和被配钻的零件重叠安装】—【找正并用平行夹具固定】—【用钻头或其他工具在被配钻零件上加工出定位凹坑】—【将被配加工零件取下,单独地按定位凹坑进行配钻和其他加工】。

③ 配钻的目的

a. 划线误差较大,几个零件分别划线后钻孔,其累积误差更大。不易保证较高的同轴度和

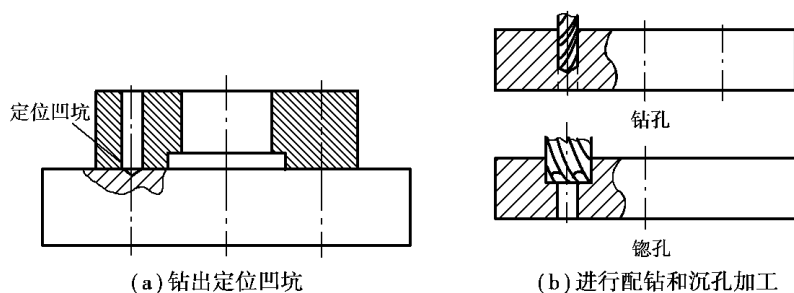


图 2.68 配钻加工原理

位置度要求。

b. 凸、凹模和模具的结构零件等在热处理后其螺孔、螺钉孔及其过孔因变形发生位置偏移,也可以用该方法进行修偏和矫正。

c. 装配质量除与凸、凹模上的螺孔、螺钉孔及其过孔的本身位置精度有关外,还与刃口(工作部分)的相对位置精度有关。因装配以刃口为基准,而刃口在零件的中部,螺孔、螺钉孔及其过孔在边缘,故该相对位置不易保证。

2)同钻铰加工

①所谓同钻铰加工,就是将待加工的有关零件夹紧成一体后,同时钻孔、铰孔。

采用配钻的加工方法,特别适用于配钻孔较多的场合,比划线后再钻孔的方法精度要高,且能保证良好的装配关系。

②同钻铰的工艺方法

【将需要同钻铰的零件重叠安装】—【找正后用平行夹具固定】—【对两个或两个以上的零件按划线位置同时钻孔和铰孔】。

如图 2.69 所示为模具上定位销孔的同钻铰加工。

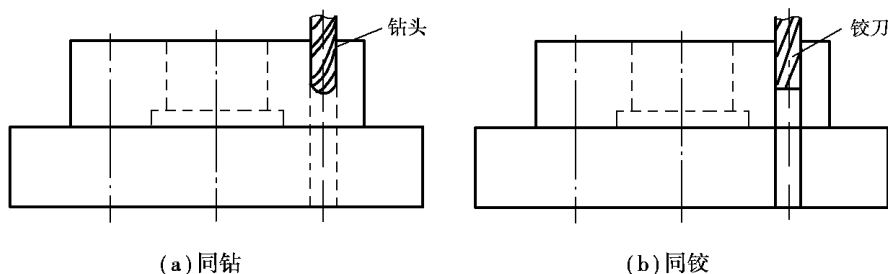


图 2.69 销孔的同钻铰加工

3)同钻和配钻铰的常用方法

①直接引钻法

A. 加工步骤

【将已加工好的光孔配钻螺纹底孔的零件与待加工零件按要求位置夹紧在一起】—【以光孔作引导,用与光孔直径相同的钻头在待加工件上先钻一锥坑】—【以锥坑定位,用直径略小于螺孔底径的钻头,在待加工件上钻孔】—【再把两个零件分开,把小孔扩大到所需直径】。

B. 工艺措施

a. 钻锥坑钻头顶角取 $105^{\circ} \sim 110^{\circ}$,以利导正后续钻头。

b. 钻锥坑时 ,当钻头接触到工件便缓慢进刀 ,达锥坑深度后略回升 ,再慢进刀 $0.2 \sim 0.3 \text{ mm}$,可达到较高的同轴度要求。

②压印法(见图 2.70)

【将淬硬的螺纹中心冲装入已加工螺孔内】—【找正水平位置和被加工工件之间的位置】—【进行导向压印】—【根据压印位置加工钻孔或进行其他加工】。

③复印法

在已加工的光孔或螺纹孔的平面上涂一层红丹粉 ,将两零件按装配位置叠在一起 ,使在待加工的平面上印出孔印 ,据此钻中心孔 ,然后再进行钻孔、扩孔、铰孔及攻丝等加工。

(4)孔系的加工

1)孔系概述

①孔系的定义

在模具零件加工中 ,有些零件(如凹模、凸模固定板、上下模座等)常带有一系列圆孔 ,各圆孔的尺寸及它们之间的相对位置都有一定的要求 ,这些孔称为孔系 ,如图 2.71 所示。

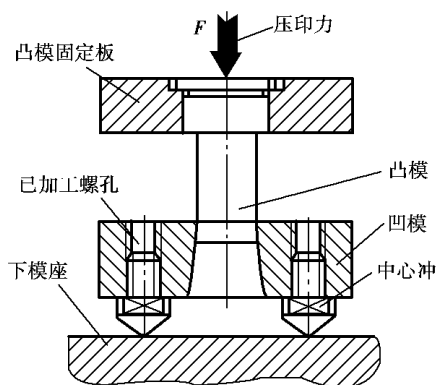


图 2.70 压印法配钻孔

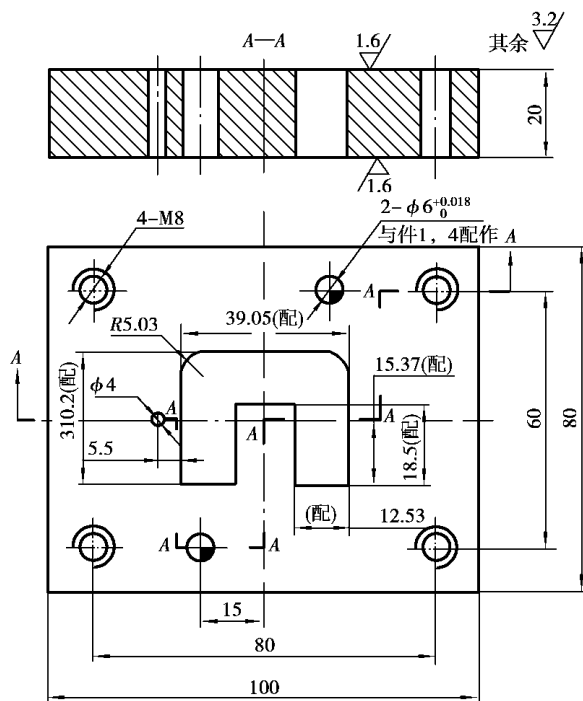


图 2.71 凹模零件的孔系加工

②孔系的技术要求

加工孔系时,除了要保证孔本身的精度外,还要保证孔与基准平面、孔与孔的距离尺寸及精度,有的还要求保证各平行孔的轴线平行度、各同轴孔的轴线同轴度、孔的轴线与基准平面的平行度和垂直度等位置精度要求。

2) 孔系加工方法

孔系加工时,一般是先加工好基准平面,然后再加工所有的孔。这些孔除了采用坐标镗床、数控机床加工外,也可以根据孔距精度要求的不同程度和孔的深浅,在钻床上采用以下两种方法加工:

① 精密划线加工法

A. 精密划线孔系加工顺序

【先在已加工的工件表面上精确地划出各孔的中心线】—【打样冲或用中心钻确定孔位】—【按照划线逐个找正和钻孔】—【进行铰孔、攻丝、扩孔或其他加工】。

由于划线和找正都有较大的误差,各孔间的相对位置精度比较低,孔距精度改为 ± 0.05 mm 以内。当孔的深度不深,精度要求不高时,可采用此方法加工。

B. 划线加工孔系的技术要点

- 钻孔前应先定好基准,划线要非常准确,直径较大的孔需划出扩孔前的孔圆周线。
- 用 0.5 倍孔径的钻头按划线钻孔,如出现孔位误差可及时纠正。
- 先对基准(可以是待加工的孔,也可以是已加工好的孔),然后一边加工一边测量,直到符合要求为止。

② 找正加工法

A. 量棒法加工孔系

【精密划线】—【用样冲或中心钻初定孔位】—【精密找正并加工好基准孔(见图 2.72(a))】—【分别在已加工好的孔中和钻床主轴内插入芯棒】—【移动工作台,在两芯棒之间用组合量块精确找正第 2 孔位(见图 2.72(b))】—【在精密钻床上加工第 2 孔】—【逐一加工其他孔,直至达到加工要求】。

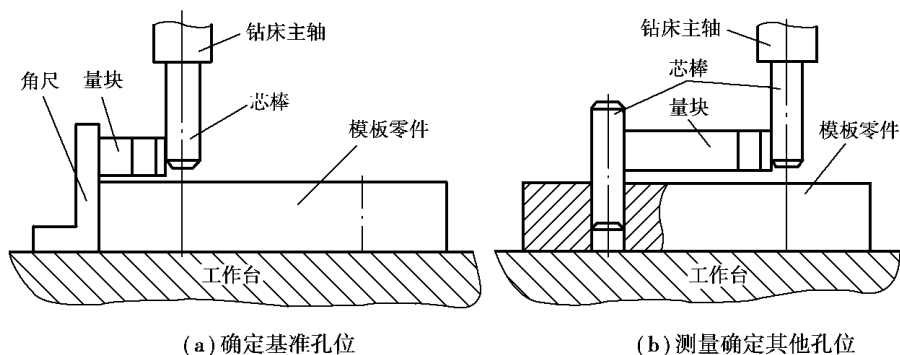


图 2.72 找正法加工孔系原理

B. 量套法加工孔系

【精密划线法划出各孔的圆周线】—【钻、攻制 M5 或 M6 螺纹】—【装入钻套(见图 2.73(a))】—【调整确定第 1 孔并紧固两套(见图 2.73(b))】—【移动工作台,调整使待加工孔轴线与钻床主轴轴线重合(见图 2.74)】—【拆去两套,分别对各孔进行精密加工,直至达到图样

要求】。

a. 量套位置的测量计算

$$H = A - \frac{D_1 + D_2}{2}$$

式中 A——两孔要求的中心距 ,mm ；

D_1 、 D_2 ——两量套的实际外径 ,mm。

b. 第 1 孔位的测量与计算

$$H = A - \frac{D}{2}$$

式中 A——孔中心到工件基准面的距离 ,mm ；

D——量套的实际外径 ,mm。

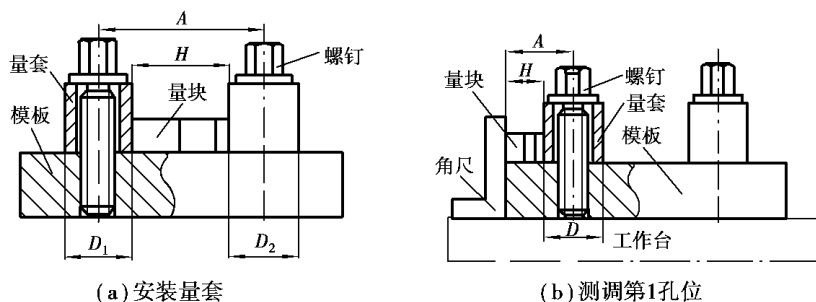


图 2.73 量套法加工孔系

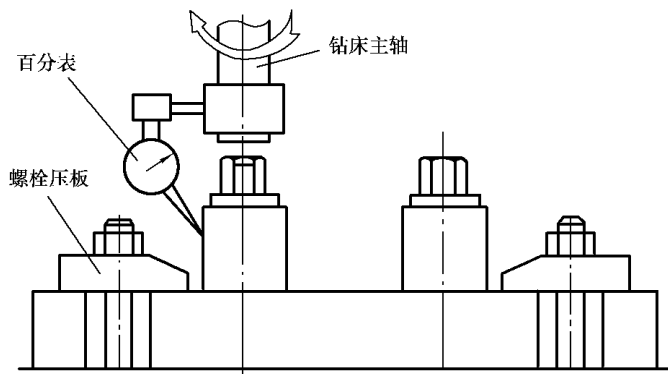


图 2.74 加工前工件位置找正

(5)在硬度高的钢材上钻孔

1)在硬度高的钢材上钻孔的工艺特点

硬度高的钢材是指经过热处理后 ,其硬度达到 38 ~ 43HRC 的钢材或弹簧钢和工具钢等难加工材料。在这些材料上钻孔时 ,其主要工艺问题是硬度高、强度大、切削力大。

2)工艺要点

①采用钻硬材料的钻头 这种钻头如图 2.75 所示 ,其特点如下 :

a. 在外刃上磨出单边分屑槽 ,并适当减少钻头外刃部分的前角。提高了断屑能力 ,增强了刃口的强固性 ,保持了钻刃的切削能力。

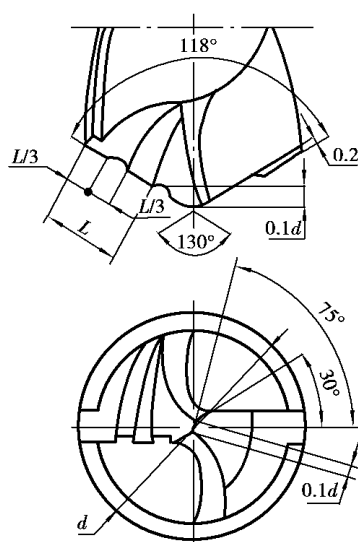


图 2.75 硬度较高钢钻头

b. 选用较小的顶角 ($2\phi = 118^\circ$) 和加大月牙槽圆弧半径, 增强了外缘刀尖角, 提高了刀刃强度, 增加了散热能力。

c. 横刃修窄后, 减少了轴向力。

②增强工艺系统刚性: 钻孔时要求系统刚性尽可能好, 避免产生振动。为此, 尽量选用刚性大的机床。此外工件装夹时, 也应采取有利的措施增大其安装的刚性和稳定性。

③选择较小的切削用量: 降低转速和减小进给量, 一般切削速度取 $2 \sim 5 \text{ m/min}$, 进给量为 $0.03 \sim 0.05 \text{ mm/r}$ 或用手动进给。

④选择切削油作切削液: 钻孔时最好不要用乳化液, 乳化液不利于切削刃对薄切削层的切削。钻削时应着重考虑切削液的润滑作用, 最好采用油作切削液。

(6) 在橡胶上钻孔

1) 在橡胶上钻孔的工艺特点

橡胶的弹性非常好, 受到很小的力就会有很大的变形。在橡胶上钻孔时, 如果钻头刃口不锋利, 橡胶会产生很大的变形, 使孔径收缩量很大, 易造成上大下小的锥形孔, 严重时孔壁有撕伤, 甚至不成孔形。

2) 工艺措施

①采用橡胶钻: 将钻头按如图 2.76 所示的形式进行修磨, 其要点如下:

a. 将两外缘处径向 (即朝向钻心) 的圆弧刃磨出一条很锋利的沿着刃带圆周切线方向的切削刃, 并使这一小段刃口稍向前倾斜。由于切向刃口方向与切削速度方向一致, 且循序切入, 减少了变形, 使切口光洁整齐。然后, 里边的圆弧刃把已经与孔壁分离的料心切屑成屑瓣, 减少对孔壁的影响。

b. 选用较大的后角 (图示为 30°), 减少材料变形对钻头切削刃后刀面的摩擦。

c. 修短横刃 (图示横刃长为 0.2 mm), 减少内刃锋角 (图示为 95°), 钻心先切入, 既能定住中心, 又能减轻轴向压力。

橡胶越软、越厚, 则越应将内刃锋角减小, 使圆弧刃尽量加深, 并进一步加大后角。

②提高转速和减小进给量: 采用较高的切削速度, 一般为 $30 \sim 40 \text{ m/min}$, 便于排屑。进给量要小, 一般取 $0.05 \sim 0.12 \text{ mm/r}$ 。

(7) 钻孔常见工艺问题分析及安全知识

1) 钻孔工艺问题分析

①钻孔时产生工艺问题的原因 (见表 2.9)。

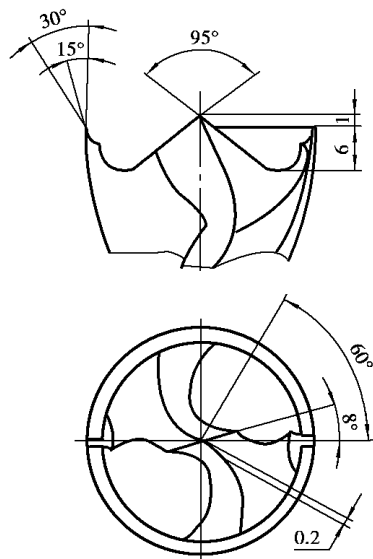


图 2.76 直径 23 mm 的橡胶薄板钻头

表 2.9 钻孔产生工艺问题的原因

工艺问题	产生原因
孔径大于零件图尺寸	钻头两切削刃长短不等 ,高低不一致 钻床主轴有摆动或没有锁紧 钻孔开始时未对钻头进行良好定心 钻头弯曲或装夹不好 ,使钻头摆动
孔呈多角形	钻头后角太大 钻头两切削刃长短不等 ,角度不对称
孔壁粗糙	钻头不锋利 进给量太大 切削液性能差或供给不足 钻屑堵塞螺旋槽
孔位置偏移	工件划线不准确或装夹不正确 钻头横刃太长 ,定心不稳 起钻孔偏而没有纠正
孔歪斜	工件与钻头不垂直 ,钻床主轴与台面不垂直。工件安装时 ,安装接触面不干净 进给量过大 ,钻头弯曲

②钻头损坏的原因(见表 2.10)

表 2.10 钻头损坏原因

损坏形式	损坏原因
钻头工作部分折断	1. 钻头用钝仍在钻孔 2. 没有经常退钻排屑 ,钻屑堵塞螺旋槽 3. 进给量过大 4. 孔将钻穿时没有减小进给量 5. 工件未夹紧 ,钻削时产生松动 6. 钻铸件时碰到缩孔
切削刃迅速磨损或碎裂	1. 切削速度太高 2. 钻头切削角度不适合工件材料的硬度 3. 工件有硬块或砂眼 4. 进给量太大 5. 切削液输入不足

2)刃磨钻头的安全知识

①刃磨前要检查砂轮机的罩壳、托架等是否安全牢固 ,清除工作场地的障碍物。

②刃磨时 ,操作者必须站在砂轮的两侧或斜侧面刃磨钻头。

③刃磨时 ,右手可放在托架上 ,以增加刃磨钻头时的稳定性。不能戴手套或用棉纱等物裹住钻头进行刃磨 ,刃磨时施加压力不能过大。

3)钻孔的安全知识

- ① 钻孔前检查钻床的润滑、调速是否良好。
- ② 工作台面清洁干净,不准放置刀具、量具等物品。
- ③ 装卸钻头时,必须用专用钥匙手柄或斜铁,不准用锤子或其他物品敲打。
- ④ 拿下钥匙手柄或斜铁后才能启动钻床。
- ⑤ 工件必须夹紧牢固。一般不允许手握工件钻孔。
- ⑥ 操作者将工作服衣袖纽扣扣好,女同志必须戴好工作帽。严禁戴手套或棉纱裹住工件去钻孔。
- ⑦ 操作者的头部不要太靠近旋转着的钻床主轴。
- ⑧ 用刷子清除钻屑,不准用手或棉纱,更不准用嘴吹(以免切屑的粉末飞入眼睛)。
- ⑨ 高速切削的切屑绕在钻头上时,用铁钩钩去或停机清除。
- ⑩ 钻床停车后变速或检测工件(不准用手捏钻夹头停车)。
- ⑪ 钻通孔时,应在工件下面先垫上木块或垫铁,防止钻坏工作台面。
- ⑫ 钻孔结束后,必须切断电源,把钻床打扫清洁,按规定加注润滑油。

练一练

一、填空题

1. 钻孔是麻花钻的_____运动为钻削加工的主运动;麻花钻的_____运动为进给运动。
2. 麻花钻的工作部分包括_____、_____两部分。
3. 标准麻花钻的顶角 2ϕ 为_____。此时麻花钻的主切削刃呈_____线形; $2\phi > 118^\circ$ 时,主切削刃呈_____线形; $2\phi < 118^\circ$ 时,主切削刃呈_____线形。
4. 麻花钻刃磨时,要求两条主切削刃_____、_____,否则将会使钻出的孔径扩大。
5. 切削用量是用来衡量_____大小的参数,它包括_____、_____和_____。
6. 麻花钻的前角是变化的,外缘处_____,近钻心处_____。
7. 标准麻花钻的横刃斜角为_____,其大小直接影响着横刃的长短。横刃太长将会使钻削加工时_____严重,_____不良。
8. 麻花钻主切削刃的后角也是变化的,其外缘处_____,近钻心处_____。
9. 麻花钻的柄部主要用来_____和_____。

二、选择题

1. 麻花钻的柄部形状是根据钻头直径来进行选择的,一般直径大于 13 mm 的钻头应选择_____。
A. 直柄 B. 锥柄 C. 直柄和锥柄
2. 一般直径在_____ mm 及以上的钻头都需要修磨横刃。
A. 5 B. 10 C. 12
3. 为改变标准麻花钻副后角为 0° 的状况,应修磨麻花钻的_____。
A. 外缘处的前刀面 B. 棱边 C. 外缘的后刀面
4. 当孔即将钻穿时,进给量应_____。

- A. 不变 B. 减小 C. 增大

5. 钻孔时,由于麻花钻的结构特点,使切屑宽大,不便于排屑,为改变这种状况应修磨_____。

- A. 横刃 B. 单边分屑槽 C. 双重顶角

6. 钻削小孔时,应选择_____的钻床。

- A. 刚性好、平稳性好 B. 转速高 C. 刚性、平稳性好 精度、转速高

7. 钻深孔必须解决钻头刚性差和_____问题。

- A. 工件安装 B. 机床 C. 冷却排屑

三、简述题

1. 简述标准麻花钻的结构缺陷和修磨方法。
2. 简述钻孔加工的工艺特点。
3. 什么是合理的切削用量?如何选择粗加工和精加工时的切削用量?
4. 试述钻孔加工时切削用量的选择原则。
5. 简述配钻和同钻技术在模具制造中的应用。
6. 简述模具制造中深孔加工的工艺步骤和技术要点。
7. 简述斜孔加工的技术要点。
8. 简述模具制造中孔系加工的技术要点。

四、计算题

1. 如图 2.77 所示的工件。(1)试计算钻孔的切削深度和切削速度。(2)如果进给量为 30 mm/min,那它的每转进给量是多少?

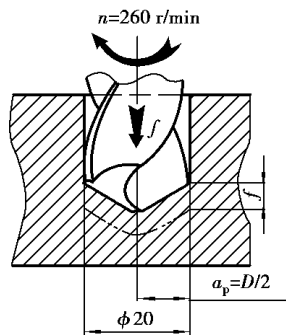


图 2.77

五、操作训练

1. 在老师的指导下,进行麻花钻的刃磨与修磨训练。
2. 结合训练课题,进行各类型孔的钻孔加工技能训练。

2.4 模具制造中的扩孔与铰孔技术

任务内容

1. 扩孔与铰孔所使用的工具与选择。
2. 扩孔和铰孔操作的工艺过程与操作方法。
3. 扩孔与铰孔加工工艺问题产生原因和预防措施。

任务目标

1. 熟悉扩孔与铰孔所使用的工具,能根据工件技术要求选用合适的工具。
2. 熟练掌握扩孔和铰孔的操作方法。
3. 了解扩孔与铰孔时常见弊病的产生原因和防止方法。

任务过程

2.4.1 扩孔加工技术

(1) 概述

1) 扩孔的概念

所谓扩孔,是用扩孔刀具对工件上已有的孔进行扩大加工,如对钻孔、铸孔、锻孔和冲孔的扩大加工。

2) 扩孔的应用与工艺范围

扩孔可以作为孔的最终加工,也可作为铰孔、磨孔前的预加工工序。扩孔后,孔的公差等级一般可达 IT10 ~ IT9,表面粗糙度值可达到 Ra12.5 ~ 3.2 μm。

(2) 麻花钻扩孔

对于直径较大的孔不能使用钻头一次钻出,一般是先使用(0.5 ~ 0.7)D 的麻花钻钻出底孔,然后再用直径为 D 的钻头扩孔。麻花钻扩孔是模具制造中常用的孔加工方法。

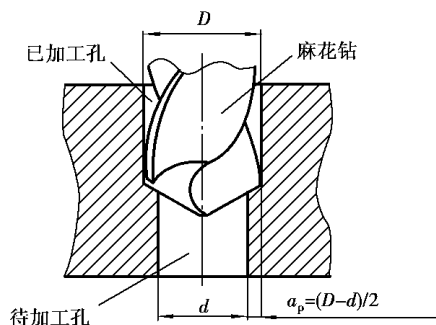


图 2.78 用麻花钻扩孔

1) 麻花钻扩孔的工艺步骤(见图 2.78)

【根据要求正确修磨麻花钻】—【正确安装工件】—【找正工件待加工孔的轴线与钻床主轴轴线重合】—【将扩孔麻花钻安装在钻床主轴上】—【选择合理的切削用量扩孔】。

2) 用麻花钻扩孔的工艺特点

①因麻花钻横刃不参加切削,避免了横刃所引起的不良影响;此外,背吃刀量(a_p)小(见图 2.78),故切削力小,钻头的相对刚性较好,导向性好。因此,扩孔常用作铰孔前孔位置和形状误差纠正的有效方法。

②由于以上原因,扩孔的加工质量比钻孔好。一般尺寸精度可达 IT10 ~ IT9,表面粗糙度值可达 Ra12.5 ~ 3.2 μm。常作为孔的半精加工。

③一般扩孔时切削用量的选择如下:

- 进给量(f)为钻孔的 2 倍。
- 切削速度为钻孔的 1/2。

(3) 用扩孔钻扩孔

1) 扩孔钻的结构特点

扩孔钻的外形与麻花钻相似,如图 2.79 所示。但是,扩孔钻的齿数较多,一般有 3 ~ 4 齿,因而扩孔时导向性较好。扩孔钻是对工件已有的孔进行扩大加工,切削刃不必自外缘延续到中心,可避免了横刃所引起的不良影响,改善了切削条件。扩孔钻的容屑槽较浅,钻心较粗,因而刚性较好,可采用较大的切削用量。

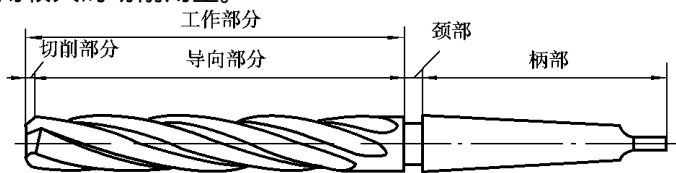


图 2.79 扩孔钻的结构

①扩孔钻的分组与应用

B. 硬质合金锥柄扩孔钻按直径精度分为 4 种, 1 号扩孔钻一般适用于铰前孔的扩孔, 2 号扩孔钻用于 H11 精度孔的最后加工, 3 号扩孔钻用于精铰前的扩孔, 4 号扩孔钻用于 D11 精度孔的最后加工。

②扩孔切削用量的选择

铰孔前使用的扩孔钻直径应等于铰孔后孔的基本尺寸减去铰削余量。铰削余量如表2.11所示。

扩孔钻直径 d	<10	10 ~ 18	18 ~ 30	30 ~ 50	50 ~ 100
铰孔余量 A	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5

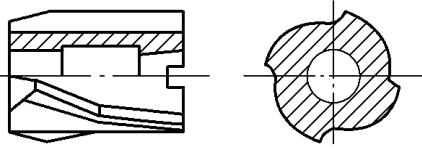
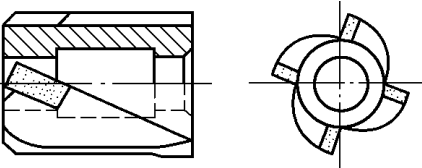
①扩孔的工艺步骤

②扩孔加工的工艺要点

表 2.12 扩孔钻的类型与应用范围

71

续表

名 称	结构形式	适用范围/($\phi \cdot \text{mm}^{-1}$)
套式扩孔钻	 整体式	25 ~ 80
	 焊接硬质合金刀片	25 ~ 80

对于套式扩孔钻使用时,必须结合相应的刀杆,才能顺利地将其安装在钻床主轴上,如图 2.80 所示。

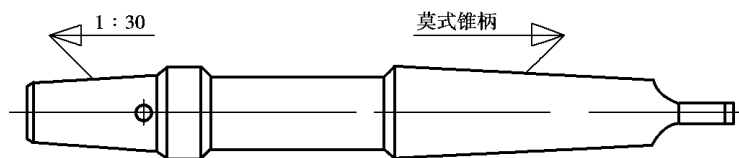


图 2.80 套式扩孔钻刀柄

B. 选择扩孔的切削用量 扩钻精度较高的孔或扩孔工艺系统刚性较差时,取较小的进给量;工件材料的硬度、强度较大时,选用较低的切削速度。

C. 避免扩孔钻轴线偏移 对孔径较小而深的孔进行扩孔时,可在扩孔前先用镗刀镗一段直径与扩孔钻外径相同的导向孔,使扩孔钻在开始切削时有比较好的引导;或利用钻套引导扩孔钻扩孔。

(4)用镗刀扩孔

1)镗孔的工作原理

镗孔是利用安装在机床主轴上镗孔刀具的旋转运动作为主运动,同时利用主轴的轴向进给运动来完成孔的加工。由于刀具的切削半径可根据实际情况进行灵活调节,故加工孔的灵活性比前述的钻孔扩孔都好,因此,适用于大中型孔的加工,如图 2.81 所示。

在模具制造中,该技术主要用于导套导柱孔、圆柱形型孔的加工。

2)镗孔刀的结构

镗刀主要由镗刀、镗刀杆及紧定螺钉等组成。该刀具与其他孔加工刀具相比较,刀具的切削范围(切削半径 R)可在加大的范围调节特别适用于大中型孔的加工,如图 2.81 所示。

用镗刀加工不通孔时,安装镗刀的方孔与镗杆轴线倾斜 $30^\circ \sim 40^\circ$,使镗刀安装后刀尖高于镗杆端面,如图 2.82(a)所示。

当被加工孔精度要求较高时,可使用图 2.82(b)这种镗杆,它可较灵活地利用调节螺钉,准确地调节镗刀的作用半径,精确控制加工尺寸。然后再用紧定螺钉锁紧镗刀。

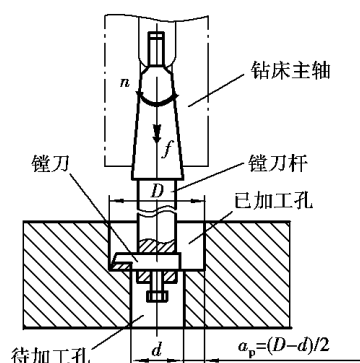


图 2.81 镗孔原理

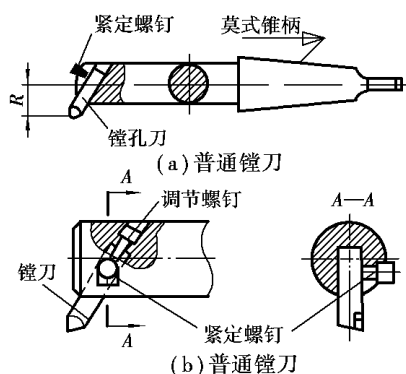


图 2.82 镗孔刀

3) 镗孔加工的工艺步骤

【安装调整好工件】—【将镗孔刀安装在机床主轴上,使其轴线与机床主轴重合】—【调整好工件与镗孔刀之间的关系,使被加工孔轴线、镗刀轴线和机床主轴轴线重合】—【用试切或其他方法准确调节镗刀切削半径 R ,使其符合被加工孔的精度要求】—【根据加工条件选择合理的切削用量】—【启动机床进行镗孔加工】。

在加工过程中,应注意根据工件要求合理地选择切削用量,并进行良好的冷却和润滑。

(5) 镗孔时常见工艺问题的产生原因和预防方法

在镗孔加工过程中,如果镗孔工具选择不当、切削用量选择不当、操作失误等,都会产生不同情况的工艺问题,具体分析如表 2.13 所示。

表 2.13 镗孔时常见工艺问题产生的原因和预防方法

工艺问题	产生原因	预防方法
孔轴线产生歪斜	钻床主轴与工作台平面不垂直	调整机床主轴与工作台平面的垂直度
	工件底平面与工作台平面之间有杂物	清除工作台平面上的杂物
孔呈椭圆形	钻床主轴径向圆跳动	调整轴承间隙,提高主轴精度
	工件装夹不牢固,产生位移	将工件装夹牢固
孔呈圆锥形	刀具磨损	及时重磨刀具
	刀具崩刃	
表面粗糙度差	刀具磨损,摩擦挤压严重	及时重磨刀具,保证刀具的锋利程度
	刀具后角太大,刀具失去抑振作用	减小刀具后角,增加抑制振动的作用
	切削液润滑性能差或供应不足	选性能好的切削液,并进行充分润滑
	进给量太大	适当减小进给量
镗孔位置偏或歪斜	预钻孔后,刀具和工件的相对位置发生变化	预钻孔后,立即换成扩孔钻进行扩孔,纠正孔位误差后,再进行镗孔
	镗刀扩孔的刀杆直径太小,刚性太差	选择合适的镗孔刀杆直径和进行适当的工艺支撑,提高镗刀的刚性和稳定性

2.4.2 铤孔加工技术

铤孔是用铤孔刀具在孔口表面加工出一定形状的沉孔或平面,使其表面平整并与底孔轴线同轴、垂直,以使螺钉或螺栓头部与被联接零件表面接触紧密,保证联接强度和可靠性,如图 2.83 所示。

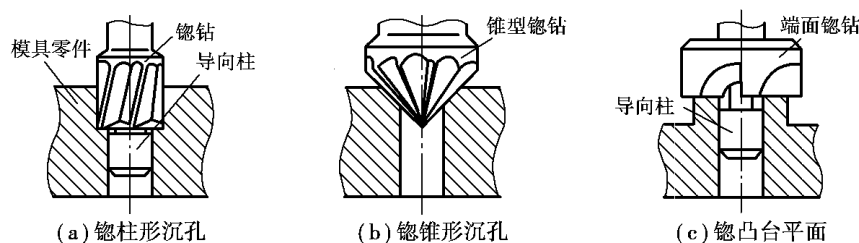


图 2.83 铤孔加工

在模具制造中,模具的上下模座和动定模固定板上均需要加工沉头螺钉孔。

(1) 铤钻及其用途

1) 柱形铤钻

柱形铤钻主要用于加工六角螺栓、带垫圈的六角螺母、圆柱头螺钉、圆柱头内六角螺钉的沉头孔,如图 2.84 所示。

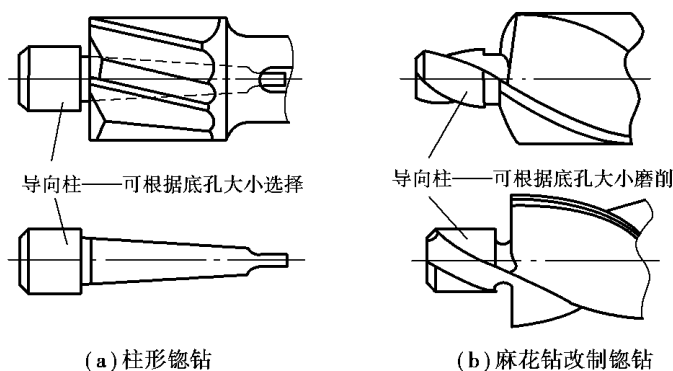


图 2.84 柱形铤钻结构

2) 锥形铤钻

它适用于加工沉头螺钉孔和对孔口进行倒角加工。通用的 4 种类型有 60° 、 75° 、 90° 、 120° ,其中 90° 锥形铤钻使用最多,如图 2.83(b)所示。

3) 断面铤钻

它适用于加工联接孔凸台和凸缘表面,如图 2.83(c)所示。

(2) 铤孔加工的工艺步骤

1) 铤孔加工的工艺步骤

【将工件正确安装】—【根据铤孔孔径的大小选择铤钻】—【根据底孔的大小选择或加工相应配合要求的导向柱】—【安装铤孔钻,使其与机床主轴轴线和工件孔同轴】—【选择合理的切削用量】—【启动机床进行铤孔加工,直至达到设计要求】。

2) 铤孔的工艺要点

铤孔加工时,由于切削表面大,切削力大,操作时应尽量增强工艺系统的刚性和稳定性。否则,很容易在所铤平面或锥面上出现振痕。因此,在进行铤孔加工时必须遵循以下工艺要点:

- ①用麻花钻改制的铤钻要尽量短,以减少铤削过程中的振动。
- ②铤钻的前角、后角不能太大,否则会因为“扎刀”使钻头咬死,此外,刃后面上要修磨一条零后角的消振棱。
- ③用麻花钻改制的铤钻铤削圆柱形沉孔之前,先用相同规格普通麻花钻扩出一个台阶孔作为导向,其深度略浅于圆柱形沉孔的深度,然后铤平圆柱形沉孔的底面,如图 2.85 所示。

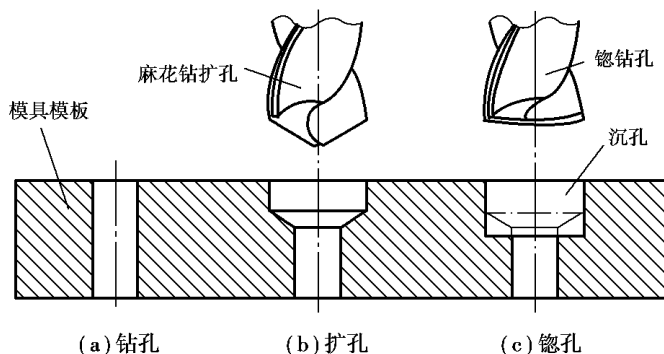


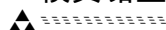
图 2.85 麻花钻铤孔

- ④铤削时的切削速度应比钻孔时低,一般为钻孔切削速度的 $1/3 \sim 1/2$,甚至利用钻床停机后主轴的惯性进行铤削。铤削时的进给量可取钻孔时的 $2 \sim 3$ 倍。
 - ⑤进行铤削时,必须进行良好的冷却与润滑工作。
 - ⑥当铤至所需深度时,停止进给后应让铤钻继续旋转几圈,然后再提起。
 - ⑦铤钻的刀杆和刀片都要装夹牢固,工件也要夹紧。
 - ⑧铤削钢制零件时,要在铤削表面添加切削液,在导柱表面加润滑油。
- (3) 铤孔时常见弊病的产生原因和防止方法

如果铤钻的几何参数选择不当,铤钻和工件装夹不当,切削用量选择不适当和操作不正确,就会产生废品,具体分析如表 2.14 所示。

表 2.14 铤孔时常见弊病的产生原因和防止方法

弊病形式	产生原因	防止方法
锥面、平面呈多角形	1. 前角太大,有扎刀现象 2. 铤削速度太高 3. 选择切削液不当 4. 工件或刀具装夹不牢固 5. 铤钻切削刃不对称	1. 减小前角 2. 降低铤削速度 3. 合理选择切削液 4. 重新装夹工件和刀具 5. 正确刃磨
平面呈凹凸形	铤钻切削刃与刀杆旋转轴线不垂直	正确刃磨和安装铤钻



续表

弊病形式	产生原因	防止方法
表面粗糙度差	1. 镗钻几何参数不合理 2. 选用切削液不当 3. 刀具磨损	1. 正确刃磨 2. 合理选择切削液 3. 重新刃磨

练一练

一、填空题

1. 扩孔是_____对工件上已有的孔进行_____加工。
2. 对于直径较大的孔,可以先选择直径为_____的麻花钻钻孔,然后再使用直径与孔径_____的钻头_____。
3. 扩孔加工时,扩孔钻的切削深度为_____。
4. 扩孔加工时进给量应取钻孔时的_____倍,切削速度应取钻孔时的_____。
5. 铰孔前,为保证孔的位置精度,应使用_____的方法来纠正钻孔时所产生的_____和_____误差。
6. 铰孔是用铰孔刀具在孔口表面加工出一定形状的_____,使其表面平整并与底孔轴线_____,以使螺钉或螺栓头部与被联接零件表面接触紧密,保证联接强度和可靠性。
7. 铰钻与麻花钻比较具有_____好、_____好的特点。
8. 铰削时的进给量可取钻孔时的_____倍,而进给量约为钻孔时的_____。

二、简答题

1. 比较扩孔与钻孔,扩孔加工有何特点?
2. 简述扩孔加工的工艺步骤。
3. 简述铰孔加工的工艺步骤。
4. 铰孔加工时,应注意哪些工艺要点?

2.5 铰孔加工技术

任务内容

1. 铰刀的种类及其特性与选择。
2. 铰孔的操作方法。
3. 铰孔时常见弊病产生的原因和防止方法。

任务目标

1. 熟悉铰刀的种类及其结构特点并能根据被铰孔的要求选用合适的铰刀。
2. 熟悉铰孔的工艺流程和掌握操作方法。
3. 了解铰孔时常见弊病产生的原因和防止方法。

任务过程

铰孔是用铰刀对已经粗加工的孔进行精加工的一种方法。铰削后孔的公差等级可达 IT9 ~ IT7 ,甚至达到 IT6 ,表面粗糙度值可达 $Ra1.6 \sim 0.4 \mu m$ 。在模具制造中 ,铰孔常用于中小型孔的精加工 ,如定位销孔、小型型孔等。

2.5.1 常用铰刀的种类和用途

(1) 整体式柱形铰刀

该类型铰刀主要用于中小型圆柱孔的精加工 ,主要由高速钢制成。根据使用方法不同 ,它可分为机用铰刀和手用铰刀两种。模具制造中主要用于圆柱形定位销孔的铰削加工 ,如图 2.86 所示。

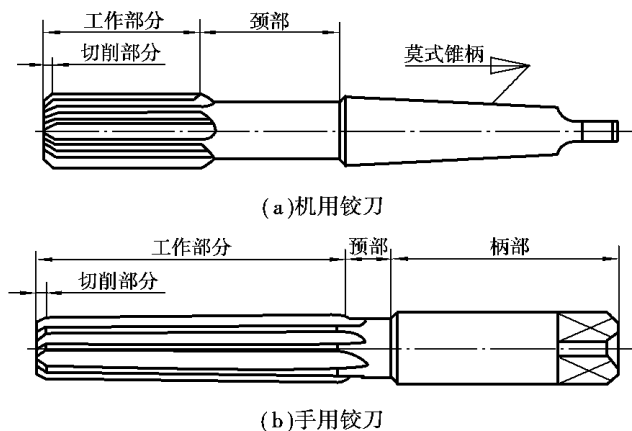


图 2.86 整体式柱形铰刀

(2) 整体式锥形铰刀

该类型铰刀主要用于圆锥定位孔的加工。它分为 1:10、1:30、1:50 等几种 ,其中 1:10 的锥铰刀分为粗铰刀和精铰刀 ,其中粗铰刀带分屑槽如图 2.87(a) 所示 ,精铰刀齿槽为螺旋槽如图 2.87(b) 所示。

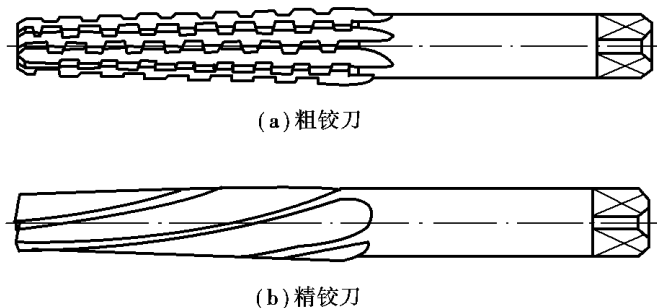


图 2.87 1:10 锥孔铰刀

铰刀由以下部分组成：

① 柄部 :用于铰刀的安装定心和加工扭矩的传递。

②工作部分 :分为切削部分和导向修光部分。其中一小部分主要用于铰孔时切削作用 ,导向修光部分用于铰孔时的定位、导向和孔壁的修光作用。

对于锥度较小的圆锥孔 ,因余量小 ,一般只需要一把铰刀完成小锥度锥孔的加工。如1:30和1:50的锥孔加工 ,如图2.88所示。

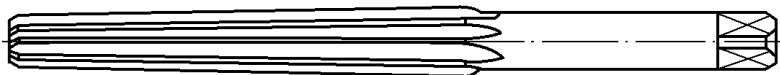


图 2.88 小锥度锥孔铰刀

(3)螺旋槽铰刀

铰刀根据容屑槽的形状 ,可分为直槽铰刀和螺旋槽铰刀两种。

①直槽铰刀 结构相对简单 ,制造方便 ,但铰孔时平稳性较差 ,不易保证被铰孔的精度和表面粗糙度。

②螺旋槽铰刀 :能克服直槽铰刀铰孔平稳性差的缺点 ,使铰孔加工的平稳性和稳定性增大 ,不但能很容易保证孔的加工质量 ,而且特别适用于带槽孔的铰削加工。根据螺旋槽的旋向又分为左旋和右旋两种 ,其中右旋前排屑用于铰削盲孔 ,但容易产生自动旋进现象 ,使用时应选择较小的切削用量。如图2.87(b)为左旋铰刀 ,左旋后排屑用于铰削通孔。

(4)手用可调节式柱形铰刀

整体式铰刀 ,由于在使用过程中无法补偿磨损量 ,使铰刀的寿命短 ;此外 ,同时加工各种孔 ,会造成制造铰刀规格繁多 ,不便于生产管理 ,且经济性价差。针对这种情况 ,设计制造了可调节式铰刀 ,如图2.89所示。

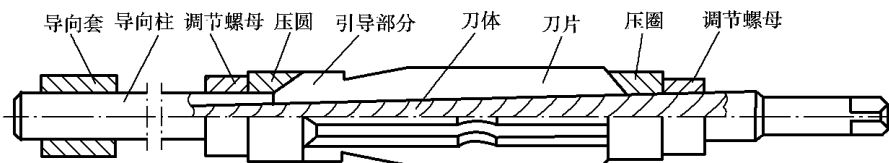


图 2.89 可调铰刀结构

目前 ,模具生产中 ,标准可调的手用铰刀的直径范围为6~54 mm ,全套有20把 ,每一把铰刀的直径可调节范围为0.5~10 mm。对于手用可调铰刀片可根据铰刀直径进行选择 ,一般直径为6.5~13.75 mm的铰刀使用碳素工具钢制造 ;直径大于13.75 mm的刀片使用高速钢制造。

2.5.2 铰孔的加工方法

(1)铰孔前的准备工作

1)铰孔前铰刀的准备工作

①铰刀直径的选择 铰刀未经研磨时 ,一般不能获得精度较高的孔 ,为了获得精度和表面粗糙度要求较高的孔必须对铰刀进行研磨。表2.15表明了研磨前和研磨后铰刀直径公差及精度范围。在研磨铰刀时铰刀的直径一定要选择合理 ,否则将会使铰出的孔孔径扩大或缩小 ,为了避免这种现象的产生 ,铰刀的公差应选择被铰孔公差的1/3 ,其公差带应为孔公差带的中间1/3 ,如图2.90所示。

表 2.15 研磨前后铰刀直径公差及精度范围

公称直径	1 号铰刀			2 号铰刀			3 号铰刀		
	上偏差 /mm	下偏差 /mm	公差 /mm	上偏差 /mm	下偏差 /mm	公差 /mm	上偏差 /mm	下偏差 /mm	公差 /mm
3 ~ 6	0.017	0.009	0.008	0.030	0.022	0.008	0.038	0.026	0.012
> 6 ~ 10	0.020	0.011	0.009	0.035	0.026	0.009	0.046	0.031	0.015
> 10 ~ 18	0.023	0.012	0.011	0.040	0.029	0.011	0.053	0.035	0.018
> 18 ~ 30	0.030	0.017	0.013	0.045	0.032	0.013	0.059	0.038	0.021
> 30 ~ 50	0.033	0.017	0.016	0.050	0.034	0.016	0.068	0.043	0.025
> 50 ~ 80	0.040	0.020	0.020	0.055	0.035	0.020	0.075	0.045	0.030
> 80 ~ 120	0.046	0.024	0.022	0.058	0.036	0.022	0.085	0.050	0.035
未经研磨适 用的场合	H9			H10			H11		
研磨后适 用的场合	N7 ,M7 ,K7 ,H7			H7			H9		

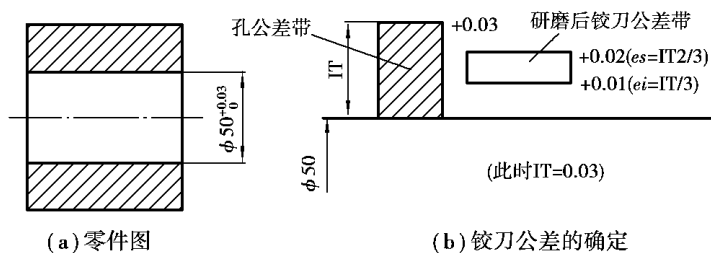
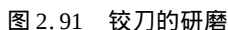


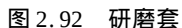
图 2.90 铰刀研磨公差确定

②铰刀的研磨步骤(见图 2.91)

【将研磨套套在研磨铰刀上】—【将铰刀连同研磨套一起装在机床上(如车床)】—【调节好研磨间隙】—【启动机床使铰刀旋转】—【手扶铰刀做匀速往复直线运动】—【检测研磨精度,直至达到研磨精度要求】。



研磨铰刀的工具是研磨套,常用的有整体式和可调节式两类,其中可调节式包括径向调节和轴向调节式两种。它们都是利用研磨套在调节螺钉或调节螺母的作用下,使研磨环产生弹性变形来调节研磨间隙的。在研磨过程中,要求研磨间隙应保持为 $0.025 \sim 0.05 \text{ mm}$,如图 2.92 所示。



一般情况, 铰孔余量应控制为 $0.1 \sim 0.2 \text{ mm}$ 较为合理。具体选择时, 应根据孔径大小、加工精度、表面粗糙度、铰刀种类和前一道工序的加工质量而定, 如表 2.16 所示。

表 2.16 铰孔余量的选择/mm

铰孔孔径	<5	5~20	21~32	33~50	50~70
铰孔余量	0.1~0.2	0.2~0.3	0.3	0.5	0.8

②机铰时进给量和切削速度的选择

铰孔时进给量和切削速度不能选择太大,否则将会产生很大的切削力、挤压和摩擦,使铰刀磨损加快,产生积屑瘤影响孔壁表面粗糙度;如果选得太小,将会因为强烈的挤压而产生加工硬化现象,影响表面质量。切削速度的选择见表 2.17,进给量的选择见表 2.18。

表 2.17 铰孔切削速度的选择/(m·min⁻¹)

工件材料	材料性质	铰刀种类	
		碳素工具钢和合金工具钢	高速工具钢
铸铁	软	4~5	5~6
	中	3~4	4~5
	硬	2~3	3~4
结构钢	软 中 硬	4~5 3~4 2~3	5~6 4~5 3~4
碳素工具钢			
铸 钢			
马口铁			
硬青铜	软 中 硬	10~12 8~10 6~8	12~15 10~12 8~10
纯 铜			
黄 铜			
铝			

表 2.18 铰孔进给量的选择/(mm·r⁻¹)

孔径 材料	1~5	6~10	11~15	16~25	26~40	42~60	62~100	102~200
钢								
铸铁	0.3	0.3~0.4	0.3~0.4	0.4~0.5	0.5~0.6	0.5~0.6	0.6~0.75	0.75~1.0
马口铁								
硬青铜								
铸铁								
纯铜	0.5	0.5~1.0	1.0~1.5	1.0~1.5	1.5~2.0	1.5~2.0	2.0~3.0	3.0~4.0
黄铜								
铝								

3) 铰孔时切削液的合理选择

① 切削液的作用

A. 冷却作用 :在切削加工过程中 ,切削液可以带走切削区域大量的切削热 ,从而减小了刀具磨损和工件的热变形。

B. 润滑作用 :切削加工时 ,切削液形成的润滑膜可以避免刀具与工件之间的直接作用 ,从而减小了刀具磨损和有利于减小工件的表面粗糙度。

C. 清洗作用 :切削加工时 ,加注充分的切削液 ,可以通过切削液的流动带走切削区域切屑 ,避免了切屑摩擦和划伤工件表面 ,利于减小工件表面粗糙度。

② 铰孔时切削液的选择

铰孔是孔的精加工方法 ,合理选择切削液 ,对于提高铰孔精度和减小孔壁表面粗糙度意义十分重大。具体见表 2. 19。

表 2. 19 铰孔时切削液的选择

工件材料	切削液配置(体积分数)
钢	10% ~ 20% 乳化液 铰孔要求较高时 ,采用 30% 菜油加 70% 浓度为 3% ~ 5% 的乳化液 铰孔要求更高时 ,可用菜油、柴油、猪油等
铸铁	不用 ,因为铸铁中的石墨有良好的润滑性能 煤油 ,但要引起孔径缩小 ,最大缩小量达 0. 02 ~ 0. 04 mm ,通过铰刀研磨避免 3% ~ 5% 低浓度乳化液
铝	煤油、松籽油
铜	5% ~ 8% 乳化液

(2) 铰孔的方法

1) 手用铰刀铰孔

① 工艺步骤

【正确安装工件 ,尽量使被铰孔的轴线处于垂直或水平位置】—【正确安装铰刀】—【使铰刀的轴线与孔的轴线重合和与工件基准面垂直】—【施加平稳、平衡压力 ,使铰刀顺利切入工件】—【切削过程中注意停歇位置 ,避免产生振纹】—【注意排屑润滑 ,保证孔壁质量】—【不可反转退刀 ,避免铰刀损坏和破坏孔壁质量】—【如果铰刀被卡 ,不可猛烈用力】。

② 手用铰刀铰孔操作

手用铰刀铰孔可分为手铰和顶铰两种方法。如图 2. 93 所示为顶铰的操作原理图。使用这种方法 ,可使铰刀获得良好的定位和定心 ,有利于提高铰孔质量。

2) 机用铰刀铰孔

① 机用铰刀铰孔的工艺步骤

【首先利用扩孔的方法纠正钻孔时产生的位置和形状误差】—【选择和正确安装工件】—【正确安装铰刀】—【找正工件、铰刀、与机床主轴同轴】—【合理选择切削用量和切削液】—

【手动进给】—【稳定(导向修光部分正常工作)后启动机动进给】。

②机用铰刀铰孔的工艺要点

- a. 铰削盲孔时,应经常退刀排屑。
- b. 铰通孔时,导向部分不能全部超出工件下沿,否则将会使铰刀导向、定心不良。
- c. 铰削过程中,必须进行充分的冷却与润滑。
- d. 铰孔完毕后,必须先退出铰刀,然后再停车,否则将损坏铰刀和影响工件的表面质量。
- e. 在使用浮动铰刀时(见图 2.94),必须先使用扩孔或其他加工方法,纠正钻孔所产生的位置和形状误差。

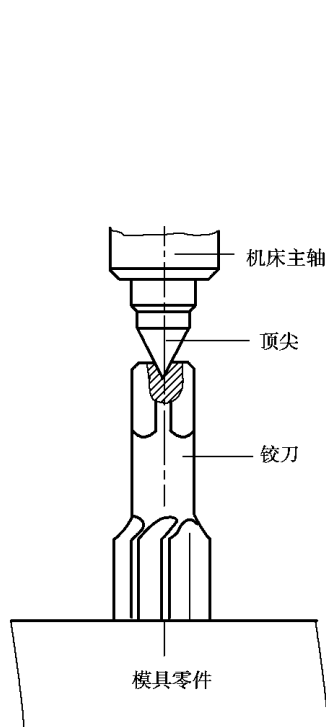


图 2.93 顶铰

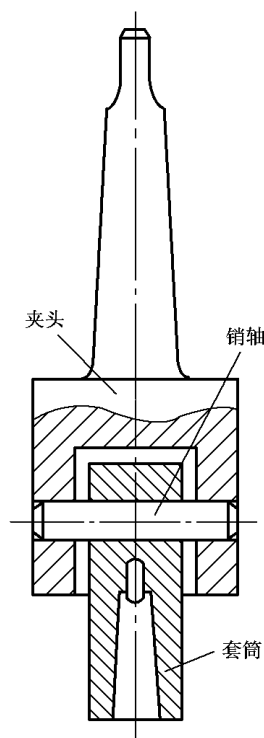


图 2.94 简单浮动夹头

3)圆锥孔的铰孔方法

①铰削直径较小的圆锥孔

【按小端直径选择钻头钻孔(留余量)】—【大端孔口处倒角】—【按操作步骤用锥铰刀铰孔】—【注意进行良好润滑和退刀排屑】。

②铰削尺寸较大的圆锥孔

【按小端直径选择钻头钻孔(留余量)】—【按要求将其扩成阶梯孔。(见图 2.95)】—【注意留下精铰余量,以减小直接铰孔带来的余量不均匀和铰刀磨损不均匀的缺陷。具体情况见表 2.20】—【使用粗铰刀铰孔】—【再进行精铰】。

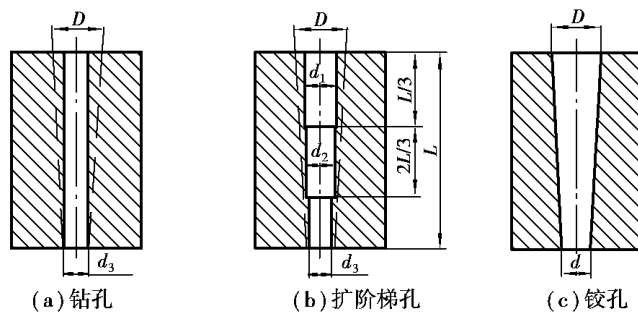


图 2.95 阶梯法铰锥孔

表 2.20 阶梯孔的扩孔深度

参数尺寸	计算公式	参数说明
大端直径 D	$D = d + L \cdot C$	d——圆锥小端直径 L——锥孔长(深)度 C——锥孔(锥)度 δ ——铰削余量
距上端 $L/3$ 处直径 d_1	$d + (2L \cdot C/3) - \delta$	
距上端 $2L/3$ 处直径 d_2	$d + (L \cdot C/3) - \delta$	
距上端 L 处直径 d_3	$d - \delta$	

③手用可调节式圆柱铰刀的铰孔方法

【先根据铰孔直径选择适当规格的手用可调节式圆柱铰刀】—【沿铰刀轴向移动刀片】—【用千分尺测量,将铰刀直径调节到比被铰孔直径略小】—【旋紧前、后螺母后进行试铰】—【当铰削深度达到 1~2 mm 时,退出铰刀测量孔口直径】—【如不符合要求,则重新调整刀片位置,用千分尺测量铰刀直径,试铰,测量孔径】—【重复多次,直至孔径尺寸符合精度要求,才可进行铰削】。

2.5.3 铰孔时常见工艺问题分析

(1)铰孔时常见工艺问题分析(见表 2.21)

表 2.21 铰孔时常见弊病产生原因和防止方法

弊病形式	产生原因	防止方法
表面粗糙度达不到要求	1. 铰刀刃口不锋利,刀面粗糙 2. 切削刃上粘有积屑瘤 3. 容屑槽内切屑粘积过多 4. 铰削余量太大或太小 5. 铰刀退出时反转 6. 手铰时铰刀旋转不平稳 7. 切削液不充足或选择不当 8. 铰刀偏摆过大 9. 前角太小	1. 重新刃磨或研磨铰刀 2. 用油石研去积屑瘤 3. 及时退出铰刀清除切屑 4. 选择合适的铰削余量 5. 严格按操作方法 6. 采用顶铰,两手用力均匀 7. 合理选择和充分加注切削液 8. 重新刃磨铰刀或用浮动夹头 9. 根据工件材料选择前角

续表

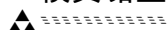
弊病形式	产生原因	防止方法
孔径扩大	1. 机铰刀轴心线与预钻孔轴心线不重合 2. 铰刀直径不符合要求 3. 铰刀偏摆过大 4. 进给量和铰削余量太大 5. 切削速度太高	1. 仔细校准钻床主轴、铰刀和工件孔三者同轴度误差 2. 仔细测量、研磨铰刀 3. 重新刃磨铰刀或用浮动夹头 4. 选择合适的进给量和铰削余量 5. 降低切削速度 ,加冷却切削液
孔位产生误差	铰孔前 ,特别是使用浮动铰刀铰孔时 ,未纠正孔的形状和位置误差	铰孔前 ,使用扩孔或其他方法 ,纠正钻孔所产生的形位误差
孔径缩小	1. 铰刀直径小于最小极限尺寸 2. 铰刀磨损 3. 铰削余量太大引起孔壁弹性恢复	1. 使用可调式铰刀或更换铰刀 2. 使用可调式铰刀或更换铰刀 3. 研磨和选择铰刀直径尺寸
孔呈多棱形	1. 铰削余量太大 2. 铰前孔不圆 ,使铰刀发生弹跳 3. 钻床主轴振摆太大	1. 选择合适的铰削余量 2. 提高铰前孔的加工精度 3. 调整轴承间隙 ,保证主轴精度

(2)铰刀损坏的原因

铰刀损坏是指铰刀在切削过程中突然或过早发生非正常失效 ,如过早磨损、崩刃和铰刀折断等。常见的铰刀损坏原因如表 2.22 所示。

表 2.22 铰刀损坏原因

损坏形式	损坏原因
过早磨损	1. 刃磨时未及时冷却 ,切削温度升高 ,使硬度和耐磨性降低 2. 切削刃不平直光滑 ,使耐磨性降低 3. 切削液选用不当 ,或切屑堵塞使切削液不能顺利地流入切削区域 4. 工件材料硬
崩刃	1. 前、后角太大 ,切削刃强度太差 2. 机铰时铰刀偏摆大 ,切削负荷不均匀 3. 铰刀退出时反转 ,使切屑卡入切削刃与孔壁之间 4. 刃磨时因热胀冷缩使切削刃产生裂纹
折断	1. 铰削用量太大 2. 工件材料硬 3. 铰刀被卡住后 ,继续猛力扳转 4. 两手用力不均匀 ,或铰刀轴心线与孔的轴心线不重合



练一练

一、填空题

1. 铰孔是用_____对中小型孔进行_____加工的一种方法。在模具制造中,常用于小型_____孔、_____孔等的加工。
2. 铰刀的柄部主要用于_____和_____。
3. 铰刀切削部分的作用是_____;导向定位部分的作用是用于铰孔时铰刀的_____和_____作用和进行孔壁的_____作用。
4. 未经研磨的铰刀的铰孔精度一般为_____,经过研磨后的铰刀的铰孔精度可达_____,甚至达到_____。铰孔的表面粗糙度可达_____ μm 。

二、选择题

1. 作为锥形定位销孔的铰刀都有_____的锥度。
A. 1:10 B. 1:30 C. 1:50
2. 为防止铰孔后孔径的扩大或缩小,研磨铰刀时,应将其公差带控制在被铰孔公差带的_____。
A. 中间 1/3 B. 靠近下偏差的 1/3 C. 靠近上偏差的 1/3
3. 铰削盲孔时,应选择_____槽螺旋铰刀。
A. 左旋 B. 右旋 C. 左旋或右旋
4. 单把可调节式铰刀的直径可调节范围是_____。
A. 6.5 ~ 13.75 mm B. 0.5 ~ 10 mm C. 6 ~ 54 mm
5. 铰孔余量一般控制在_____ mm 为宜。
A. 0.005 ~ 0.030 B. 0.3 ~ 0.5 C. 0.10 ~ 0.20
6. 使用浮动铰刀铰孔前,必须先纠正孔的_____误差。
A. 尺寸 B. 形状 C. 形状和位置误差
7. 退出铰刀时,应_____。
A. 先停车,再退出铰刀 B. 先退出铰刀后,再停车 C. 先停车或先退刀都可以
8. 从孔中退出铰刀,应_____退出。
A. 正转 B. 反转 C. 正、反转退出都行

三、简答题

1. 切削液在铰孔加工中起什么作用?
2. 为什么铰孔余量不能留得太大或太小?
3. 简述手用铰刀铰孔的工艺步骤。
4. 简述机用铰刀铰孔的工艺步骤。

四、操作练习

根据技能训练课题,完成模具零件上销孔、小型型孔的铰削加工。

2.6 模具制造中的螺纹加工技术

任务内容

1. 螺纹的概念与类型。
2. 攻螺纹与套螺纹的刀具及选择。
3. 攻螺纹和套螺纹的工艺与操作方法。
4. 攻、套螺纹时常见工艺问题分析和预防方法。

任务目标

1. 熟悉螺纹的概念与类型。
2. 掌握攻螺纹与套螺纹的刀具及选择。
3. 掌握攻螺纹和套螺纹的工艺与操作方法。
4. 了解攻、套螺纹时常见工艺问题分析和预防方法。

任务过程

2.6.1 螺纹概述

在模具的装配联接中,大部分零件的紧固都使用螺纹联接,因此,掌握螺纹特别是螺孔加工技术是相当重要的。

(1) 螺纹的基本概念

1) 螺纹 螺纹是指在圆柱或圆锥表面上按螺旋线切削加工出的连续的沟槽与凸起。

2) 螺纹的分类 螺纹从使用上分为联接螺纹和传动螺纹两种。模具零件的紧固与联接主要用的是联接螺纹。而联接螺纹主要以牙形角 $\alpha = 60^\circ$ 的普通三角形螺纹为主。

按照螺旋线的旋向,螺级可分为右旋螺纹和左旋螺纹(LH)两种。

按照牙形的粗细,又将螺级分为普通粗牙螺纹和细牙螺纹两种。

(2) 普通螺纹代号

1) 普通粗牙螺纹代号如图 2.96 所示。

如:M16—6H7H—12(或L、S,其中N不标出)——右旋内螺纹

M16LH—6h—10(或L、S,其中N不标出)——左旋外螺纹

2) 普通细牙螺纹代号如图 2.97 所示。

如:M16×1——螺距为1mm的右旋细牙螺纹。

3) 普通螺纹的配合代号:

对于国家标准规定的普通螺纹直径与螺距的关系如表 2.23 所示。

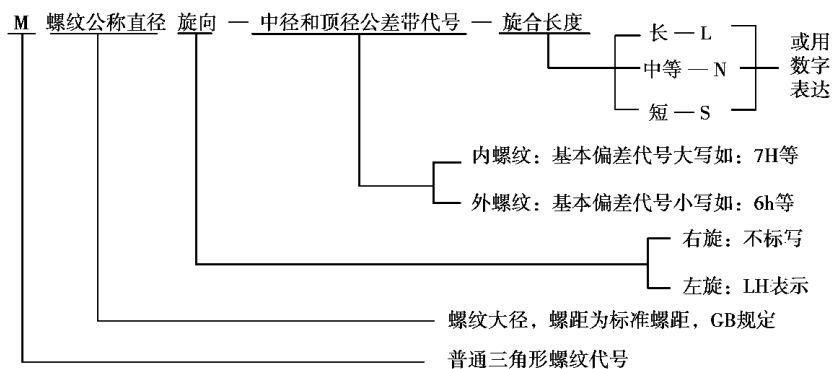


图 2.96 普通粗牙螺纹代号

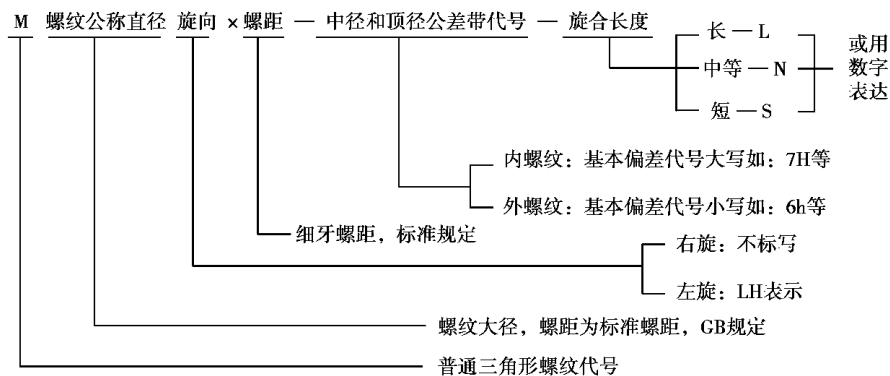


图 2.97 普通细牙螺纹代号

表 2.23 普通螺纹公称直径与螺距的关系 (GB 193—81)

公称直径(d、D)			螺距 P	
第 1 系列	第 2 系列	第 3 系列	粗牙	细牙
4			0.7	0.5
5			0.8	
6		7	1	0.75 0.5
8			1.25	1 0.75 (0.5)
10			1.5	1.25 1 0.75 (0.5)
12			1.75	1.5 1.25 1 (0.75) (0.5)
	14		2	1.5 (1.25) 1 (0.75) (0.5)
		15		1.5 (1)
16			2	1.5 1 (0.75) (0.5)
20	18		2.5	2 1.5 (0.75) (0.5)

续表

公称直径(d ,D)			螺距 P	
24			3	2 1.5 (0.75)
		25		2 1.5 (1)
	27		3	2 1.5 1 (0.75)
30			3.5	(3) 2 1.5 1 (0.75)
36			4	3 2 1.5 (1)
		40		(3) (2) 1.5
42	45		4.5	(4) 3 2 1.5 (1)
48			5	
		50		(3) (2) 1.5
		55		(4) (3) 2 1.5
56			5.5	4 3 2 1.5 (1)
	60		5.5	
80				6 4 3 2 1.5 (1)
90	85			6 4 3 2 (1.5)

注 ①优先选用第 1 系列 ,其次选用第 2 系列 ,第 3 系列尽可能不用。

②括号内的尺寸尽可能不用。

③M14 × 1.5 仅用于火花塞。

2.6.2 攻丝

(1)攻丝所用的刀具

1)丝锥

所谓攻丝 ,就是使用丝锥在工件上加工出内螺纹的加工方法。

①丝锥的结构

丝锥是在攻丝加工中所使用的主要刀具 ,其结构如图 2.98 所示。

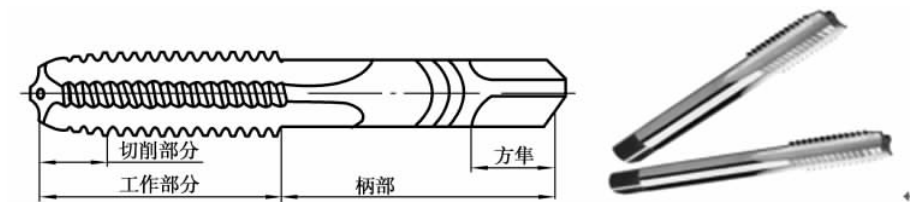


图 2.98 丝锥的结构

根据丝锥容屑槽的旋向 ,将其分为直槽丝锥和螺旋槽丝锥两类。直槽丝锥如图 2.98 所示。螺旋槽丝锥又分左旋和右旋两种 ,其中左旋丝锥的排屑方式是前排屑 ,主要用于加工通孔

螺纹,如图 2.99(a)所示;右旋丝锥是后排屑,主要用于加工不通孔螺纹,如图 2.99(b)所示。

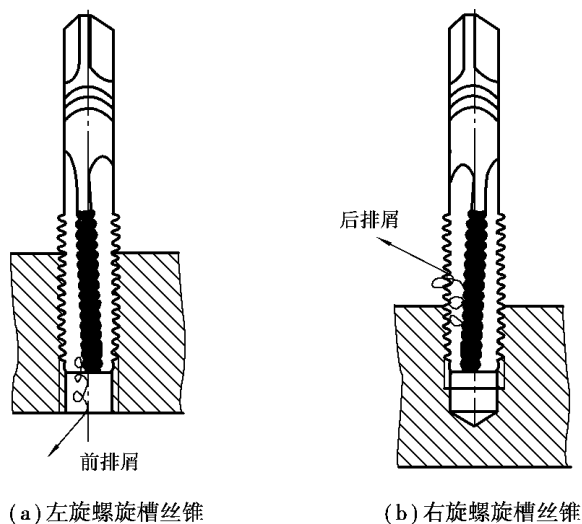


图 2.99 螺旋槽丝锥的排屑方向

②成组丝锥的余量分配

为了合理地分配攻丝时的切削负荷,提高丝锥的使用寿命和攻制螺孔的质量,攻螺纹时使用几把丝锥依次分担螺孔的切削量,这几把丝锥分别称为初锥、中锥和底锥。

在成组丝锥中,对每把丝锥的切削量分配有两种形式:锥形分配和柱形分配。

A. 锥形分配丝锥

锥形分配丝锥也称为等径丝锥,是指在一组丝锥中的大、中、小径是相等的,但每一支丝锥切削部分的锥角和参与切削的牙数不等,如图 2.100(a)所示。这种丝锥使用广泛。

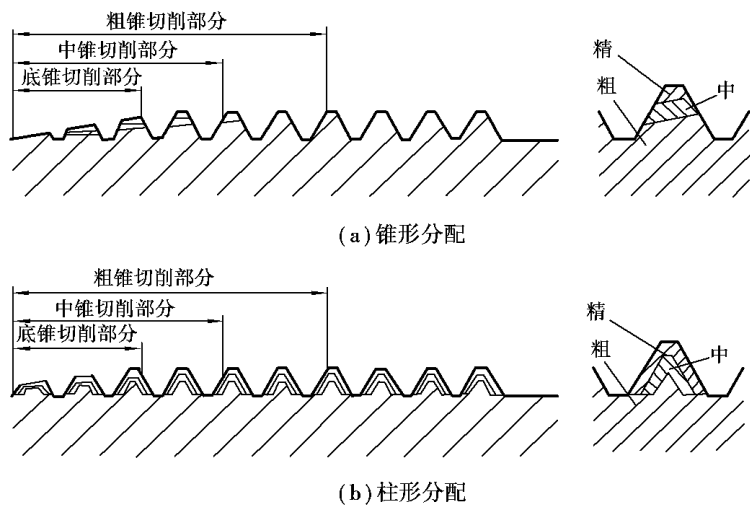


图 2.100 成组丝锥切削余量分配

B. 柱形分配丝锥

柱形分配丝锥也称为不等径丝锥,是指在一组丝锥中,每一支丝锥的大、中、小径是不相等

的,如图 2.100(b)所示。一般情况下,两支一组的余量分配为 7.5:2.5;三支一组的丝锥余量分配为 6:3:1。

2) 铰杠和螺纹夹头

① 铰杠

铰杠是手工攻丝时所使用的丝锥安装和传力工具,常用的有普通铰杠(见图 2.101)和丁字形铰杠(见图 2.102)两种。

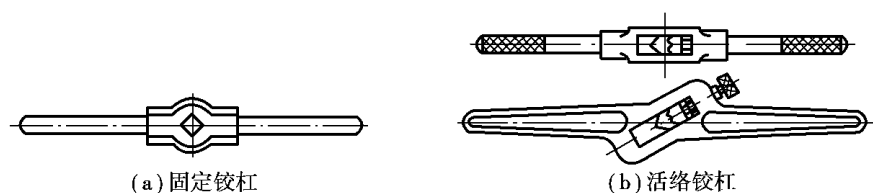


图 2.101 普通铰杠

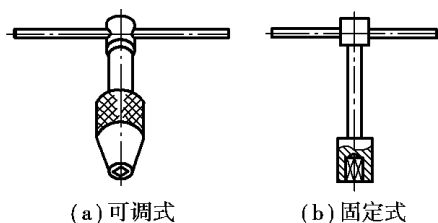


图 2.102 丁字铰杠

② 机用丝锥夹头

在机床(钻床、铣床和车床等)上攻丝时,一般丝锥都不是直接安装在机床主轴上的,而是使用一定工具进行装夹的,这种工具就是机用丝锥夹头。常用的是摩擦式丝锥夹头,如图 2.103所示。

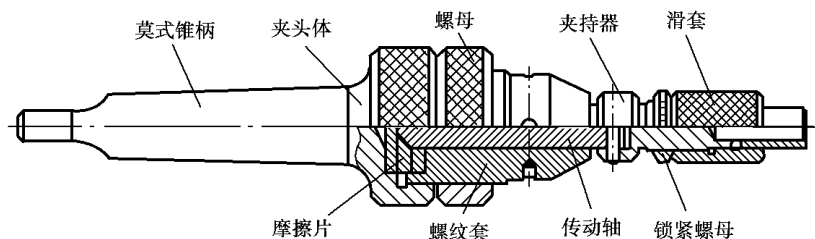


图 2.103 机用丝锥夹头

(2) 手工攻丝的方法

1) 底孔直径和钻孔深度的确定

① 底孔直径的确定

螺纹的底孔直径不能太小也不能太大。如果底孔直径太小,会因为攻丝时丝锥对工件材料的挤压产生塑性变形而胀满丝锥牙槽,产生强烈的挤压和摩擦,容易产生烂牙和断锥现象;如果底孔直径太大,会因为牙形高度不够而影响螺纹联接强度。一般要求螺孔的底孔直径应约大于螺纹的顶径(小径),如图 2.104 所示。螺纹底孔直径的确定和钻头选择按照表 2.24 内的公式进行计算。

表 2.24 攻丝底孔直径确定和钻头选择

工件材料	计算公式	参数说明
钢及其他塑性大的材料	$D_{\text{孔}} = D - P$	$D_{\text{孔}}$ ——攻丝前的底孔直径 D ——螺纹公称直径(大径) P ——螺距
铸铁及其他塑性小的材料	$D_{\text{孔}} = D - (1.05 \sim 1.1)P$	

② 钻孔深度的确定

对于不通孔螺纹,由于丝锥的切削部分的牙形不完整,为保证螺纹工作的有效深度($h_{\text{有效}}$),应适当加大钻孔深度(H),如图 2.104 所示。即

$$H = h_{\text{有效}} + 0.7D$$

当丝锥磨损后必须对丝锥进行适当的修磨。对于切削部分磨损比较严重的,应修磨丝锥的后刀面;当丝锥的校准部分磨损严重时,应修磨丝锥的前刀面。对磨损较小时,不必在砂轮上修磨,可利用油石修磨相应的磨损部位。

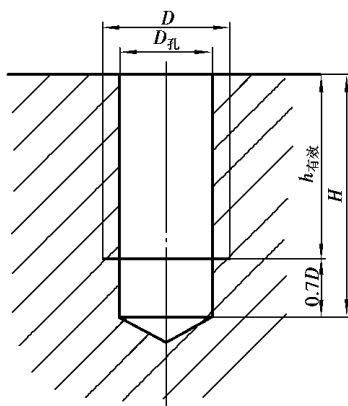


图 2.104 底孔直径与钻孔深度

2) 切削液的合理选择

切削液的合理选择,可以减小螺纹表面粗糙度和丝锥的磨损,详见表 2.25。

表 2.25 各种不同加工条件下切削液的合理选择

加工条件		切削液的选择
钢	精度要求一般	L-AN68 全损耗系统用油,乳化液
	精度要求较高	菜油,二硫化钼
不锈钢		L-AN32 全损耗系统用油,黑色硫化油
灰铸铁	精度要求一般	不用切削液
	精度要求较高	煤油
可锻铸铁		乳化液
黄铜、青铜		不用切削液
纯铜、铝、铝合金		浓度较高的乳化

3) 手工攻丝的工艺步骤与要点

【计算底孔直径 选择钻头】—【正确安装工件和钻头】—【钻削螺纹底孔 孔口倒角便于丝锥切入】—【正确安装丝锥】—【中心施压 引导丝锥顺利切入底孔】—【切入2~3牙后 用角尺检验丝锥与工件基准面的垂直度】—【切入3~4牙后 停止施压 让丝锥自动旋进攻制螺纹】—【分别使用粗、中、精锥 按工艺顺序攻切螺孔】—【每旋进1~2圈 应反转丝锥1/2圈断屑排屑 不通孔螺纹应适时退锥排屑】—【通孔螺纹校准部分不能全部出头】—【铰杠平稳反转退出丝锥 当感觉能用手旋退时 改用手旋出丝锥 以防止铰杠偏摆影响螺纹质量或折断丝锥】。

(3) 机器攻螺纹方法

1) 机攻螺纹的工艺顺序

【选择合理的切削速度(见表2.26)】—【选择钻头钻底孔】—【正确安装丝锥 使螺孔、丝锥轴线与机床主轴重合】—【适当施压 手动引导丝锥切入工件】—【切削部分全部切入工件后 应停止施压 让丝锥自动旋进攻制螺纹】—【攻到确定深度时 机床反转推出丝锥】。

表2.26 机器攻丝的切削速度选择

工件材料	切削速度 $v/(m \cdot \min^{-1})$	工件材料	切削速度 $v/(m \cdot \min^{-1})$
一般钢材或调质钢	6~15	不锈钢	2~7
较硬钢	5~10	铸 铁	8~10

注 丝锥直径较小时 取较大值 直径较大时 取较小值。

2) 断锥的取出方法

一般模具零件的价值较高 在进行模具零件的攻丝加工时 应特别注意防止丝锥折断。一旦产生断锥现象 必须设法取出断锥 否则将会造成极大损失。下面介绍几种取出断锥的方法 请根据实际情况选择使用。

①当丝锥断口露出孔口 可使用钳子反向旋转或用錾子反向敲击旋出断锥。

②当丝锥断在靠近孔口处 可使用旋取器(见图2.105)取出断锥。当没有合适的旋取器时 也可在断锥的前部拧上两螺母 在容屑槽内插入钢丝 其数量与容屑槽数相同 直径尽可能大 然后用铰杠反转退出断锥 如图2.106所示。

③如使用以上方法仍不能奏效 可使用电火花熔掉断锥。也可在断锥断面上堆焊弯杆或螺母 然后反转退出断锥 如图2.107所示。

④利用退火降低断锥硬度 利用麻花钻重钻底孔后再攻丝。

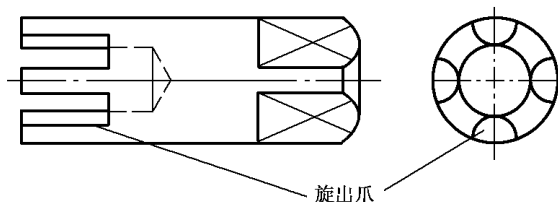


图2.105 断锥旋出爪

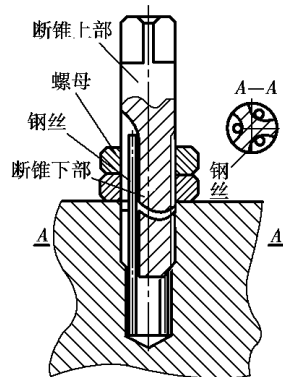


图2.106 钢丝法取出断锥

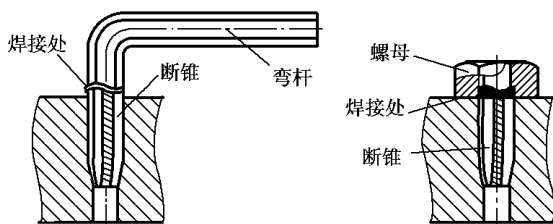


图 2.107 焊接法取出断锥

2.6.3 套丝加工技术

套丝是使用板牙在圆杆上加工出外螺纹的操作。

(1)套丝所使用的刀具

1)板牙

主要用来完成外螺纹的切削加工。其结构如图 2.108 所示。

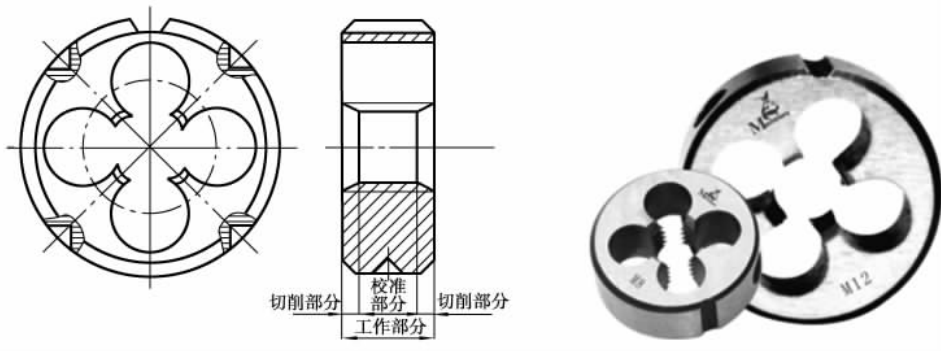


图 2.108 板牙结构

2)板牙架

主要用来安装板牙和调整板牙的直径尺寸。其结构如图 2.109 所示。

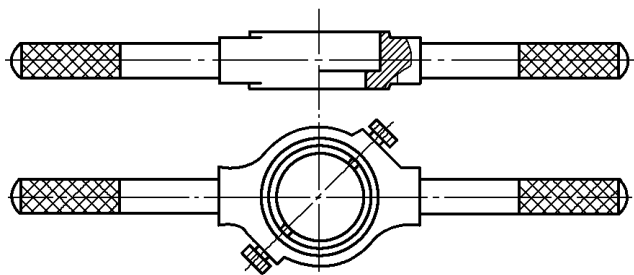


图 2.109 板牙架

(2)套丝的方法

1) 圆杆直径的确定

圆杆直径($d_{杆}$)要求稍小于外螺纹的公称直径(d),否则会因工件材料挤压变形堵塞板牙螺旋槽,造成烂牙和损坏板牙的现象。具体按下式计算:

$$d_{\text{杆}} = d - 0.13P$$

式中 P——螺距。

2)套丝的工艺步骤

【加工圆杆 控制圆杆直径】—【端部倒角 ,便于板牙切入】—【安装板牙至板牙架上 ,注意紧定防转】—【中心施压 ,引导板牙切入工件】—【套入 2 ~3 圈后 ,检测板牙断面与圆杆轴线的垂直度】—【套入 3 ~4 圈后 ,停止施压 ,让板牙自动旋进套切螺纹】—【注意适时反转 ,断屑排屑 ,防止切屑过长拉毛牙侧和损坏板牙】—【套切钢件应加注乳化液或机油为切削液】。

2.6.4 攻丝和套丝时的工艺问题分析

(1)攻丝时的工艺问题分析(见表 2.27)

表 2.27 攻丝时的工艺问题分析

工艺问题	产生原因	预防方法
烂牙 (乱扣)	1. 螺纹底孔直径太小 ,丝锥攻不进 ,孔口烂牙 2. 手攻时 ,铰杠掌握不正 ,丝锥左右摇摆 ,造成孔口烂牙 3. 机攻时 ,丝锥校准部分全部攻出头 ,退出时造成烂牙 4. 粗锥攻螺纹位置不正 ,中锥、精锥强行纠正 5. 中锥、底锥与初锥不重合而强行攻削 6. 丝锥没有经常倒转 ,切屑堵塞把螺纹啃伤 7. 攻不通孔螺纹时 ,丝锥到底后仍继续扳旋丝锥 8. 用铰杠带着退出丝锥 9. 丝锥刀齿上粘有积屑瘤 10. 没有选用合适的切削液 11. 丝锥切削部分全部切入后仍施加轴向压力	1. 检查底孔直径 ,把底孔扩大后再攻螺纹 2. 两手握住铰杠用力要均匀 ,不得左右摇摆 3. 机攻时 ,丝锥校准部分不能全部攻出头 4. 当初锥攻入 1 ~2 圈后 ,应及时检测纠正 5. 换用中锥、底锥时 ,应先用手将其旋入 ,再用铰杠攻制 6. 丝锥每旋进 1 ~2 圈要倒转 1/2 圈 ,使切屑折断后排出 7. 攻制不通孔螺纹时 ,要在丝锥上做出深度标记 8. 能用手直接旋动丝锥时应停止使用铰杠 9. 用油石进行修磨 10. 重新选用合适的切削液 11. 丝锥切削部分全部切入后应停止施加轴向压力
螺纹歪斜	1. 手攻时 ,丝锥位置不正 2. 机攻时 ,丝锥与螺纹底孔不同轴	1. 目测或用角尺等检查丝锥与端面的垂直度 2. 钻底孔后不改变工件位置 ,直接攻制螺纹
螺纹牙深不够	1. 攻螺纹前底孔直径过大 2. 丝锥磨损	1. 正确计算底孔直径并正确钻孔 2. 更换丝锥
螺纹表面粗糙度过大	1. 丝锥前、后刀面表面粗糙度大 2. 丝锥前、后角太小 3. 丝锥磨钝 4. 丝锥刀齿上粘有积屑瘤 5. 切屑拉伤螺纹表面	1. 重新修磨丝锥 2. 重新刃磨丝锥 3. 修磨丝锥 4. 选择适当的切削用量并进行充分润滑 5. 经常倒转丝锥 ,折断切屑 ;采用左旋容屑槽

(2)套丝时的工艺问题分析(见表 2.28)

表 2.28 套丝时的工艺问题分析

工艺问题	产生原因	防止方法
烂牙 (乱扣)	1. 圆杆直径太大 2. 板牙磨钝 3. 板牙没有经常倒转,切屑堵塞把螺纹啃坏 4. 铰杠掌握不稳,板牙左右摇摆 5. 板牙歪斜太多而强行修正 6. 板牙切削刃上粘有切屑瘤 7. 没有选用合适的切削液	1. 把圆杆加工到合适的尺寸 2. 修磨板牙或换新的板牙 3. 经常反转板牙,使切屑折断后容易排出 4. 两手握住铰杠用力要均匀 5. 板牙端面应与圆杆轴线垂直,并经常检查 6. 用油石进行修磨 7. 重新选用合适的切削液
螺纹歪斜	1. 圆杆端面倒角不好,板牙位置难以放正 2. 两手用力不均匀,铰杠歪斜	1. 把圆杆加工到合适的尺寸 2. 修磨板牙或换新的板牙 3. 经常倒转板牙,使切屑折断后容易排出 4. 两手握住铰杠用力要均匀 5. 板牙端面应与圆杆轴线垂直,并经常检查 6. 用油石进行修磨 7. 重新选用合适的切削液
螺纹牙深不够	1. 圆杆直径太小 2. 板牙 V 形槽调节不当,直径太大	1. 圆杆直径必须限制在规定的范围内 2. 重新调节板牙的 V 形槽,并试切螺纹
螺纹表面粗糙度过大	与攻螺纹时的原因相同	防止方法与攻螺纹时相同

(3)丝锥、板牙损坏的原因及预防方法(见表 2.29)

表 2.29 丝锥板牙损坏的原因

损坏形式	损坏原因	预防方法
断锥崩牙	工件硬度太高或软硬不均	模具零件应在热处理前进行螺纹加工
	丝锥修磨几何参数选择不当,造成切削部分强度下降	适当控制丝锥板牙切削部分的前、后角
	螺纹底孔太小或圆杆直径太大	准确计算和合理加工螺纹底孔或圆杆
	丝锥或板牙与工件位置不正确,歪斜后强行纠偏	准确安装和调整工件与刀具之间的位置,适时调整纠偏
	两手用力不均或用力过大,造成丝锥和板牙偏摆	两手用力均衡,切不可单手操作
	未及时反转排屑,切屑堵塞,阻力过大	及时反转断屑排屑
	丝锥板牙磨损未及时重磨,切削用量不当,产生刀瘤	及时重磨刀具,选择合理切削用量
	攻盲孔螺纹,丝锥到底,继续转动	控制进给行程,在丝锥上做标记

练一练

一、填空题

1. 螺纹按用途的不同,可分为_____螺纹和_____螺纹。按旋向的不同,又可分为_____螺纹和_____螺纹。
2. 常用的联接螺纹是牙形角为_____的普通螺纹。普通螺纹按牙形的粗细又可分为_____螺纹和_____螺纹。
3. 丝锥根据容屑槽的形状分为_____槽丝锥和_____槽丝锥两种,其中的_____丝锥适用于攻制盲孔螺纹。
4. 丝锥根据余量分配的形式不同分,可为_____丝锥和_____丝锥。
5. 板牙有_____个切削部分,_____个校准部分,它是用来加工_____螺纹的刀具。

二、选择题

1. 锥形分配丝锥的头锥、中锥、底锥的大、中、小径是_____。
A. 不相等的 B. 相等的 C. 可能相等,也可能不相等
2. 模具中,模具零件之间的联接常使用的是_____。
A. 英制螺纹 B. 普通三角形螺纹 C. 梯形螺纹
3. 下面属于细牙/左旋螺纹的是_____。
A. M16 B. M16 × 1 C. M16 × 1LH
4. 3支一组的不等径丝锥的余量分配比例是_____。
A. 5:4:1 B. 6:3:1 C. 7:2:1
5. 在脆性材料上攻丝时的螺纹底孔直径比在塑性材料上攻丝时的螺纹底孔直径_____。
A. 稍大0.1P B. 相等 C. 稍小0.1P
6. 攻丝时,必须使丝锥轴线与螺纹端面之间保持_____。
A. 平行 B. 倾斜 C. 垂直

三、判断题

1. 与粗牙螺纹比较,细牙螺纹联接的自锁性较好。 ()
2. M10 螺纹的标准螺距是 2 mm。 ()
3. 在塑性材料的圆杆上套丝,其圆杆直径应稍大于外螺纹大径。 ()
4. 进行攻丝时,要求螺纹底孔直径应稍大于内螺纹小径。 ()
5. 攻、套螺纹时,应经常反转丝锥和板牙,以便于断屑和排屑。 ()

四、简答题

1. 为什么要求攻丝和套丝时,其底孔直径应稍大于或圆杆直径稍小于螺纹的顶径?
2. 试述手工攻丝的工艺步骤与要点。
3. 试述机器攻丝的工艺步骤和工艺要点。
4. 举出螺纹断锥的形式与相应的取出方法。

五、计算题

1. 在冲压模具的上下模座和钢制模板上攻制 M10 的螺纹。
 - (1) 试分别计算出在模座上和在模板上攻丝底孔直径。
 - (2) 如果攻制的是有效深度为 20 mm 的盲孔螺纹, 试计算钻孔深度。
2. 试计算套制加工 M12 螺纹的圆杆直径。

2.7 样板与应用

任务内容

1. 样板的种类与使用方法。
2. 样板的制造工艺过程与工艺要点。

任务目标

1. 熟悉样板的种类与使用方法。
2. 掌握样板的制造工艺过程与工艺要点。

任务过程

2.7.1 样板的种类与使用方法

在模具零件加工中, 经常使用样板。对于一些形状较复杂、空间曲线和曲面过渡的零件, 在其划线、加工和检验过程中更是不可或缺。因此, 样板制作的质量和正确使用方法的正确与否, 将直接关系到模具零件加工质量的优劣。

(1) 样板的种类

样板是检查确定工件尺寸、形状或位置的一种专用量具。按其使用范围, 样板可分为标准样板和专用样板两大类。

1) 标准样板

标准样板只用来测量和检验工件的标准化部分的形状和尺寸, 如螺纹样板(又称螺距规, 见图 2. 110(a))、半径样板(见图 2. 110(b))、角度样板(见图 2. 110(c))。

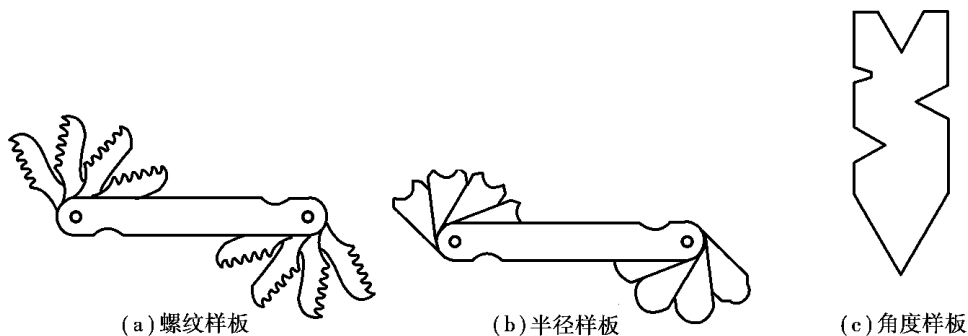


图 2.110 标准样板

2) 专用样板

专用样板是根据加工和装配要求专门制造的样板。按其用途不同,可分为以下几种:

①划线样板:用于复杂工件的划线,如图 2.111(a)所示。

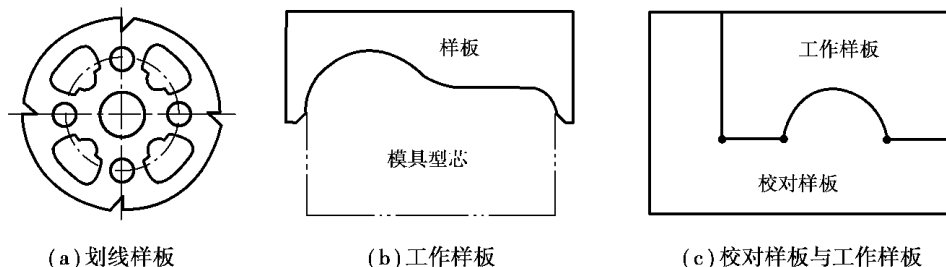


图 2.111 专用样板

②工作样板(又称测量样板):是用来检查工件表面轮廓形状和尺寸的样板,如图 2.111(b)所示。

③校对样板:是用来检验工作样板形状、尺寸的高精度样板,其工作轮廓形状与工作样板相反,如图 1.111(c)所示。

④辅助样板(又称分型样板):是用来检验工作样板局部形状、尺寸的高精度样板。

(2) 样板的使用方法

样板主要是用于检测模具型面或型腔的特定部位截面形状和尺寸。通常用样板检测模具的方法有间隙法、叠合比较法和划线定位法 3 种。

1) 间隙法

间隙法是将样板与模具零件被测界面结合,通过观察光透过间隙的位置和均匀程度,或与塞尺结合来检测和判断零件的形状、位置以及尺寸是否合格。

如图 2.112 所示为使用极限截面样板检测模具型腔的原理图。当使用 $R_{\min}$ 检测时,间隙位于两侧;当使用 $R_{\max}$ 检测时,间隙位于圆弧中部,则说明实际间隙介于 $X_{\min}$ 与 $X_{\max}$ 之间,说明被测型腔圆弧合格。

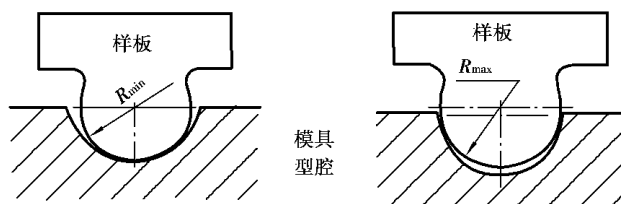


图 2.112 极限样板检测模具型腔

如图为 2.113 所示为样板间隙检测法。该方法可以使用眼睛观察或与塞尺结合使用来判断间隙的位置和大小,从而判断模具的型面、型腔和角度是否合格。

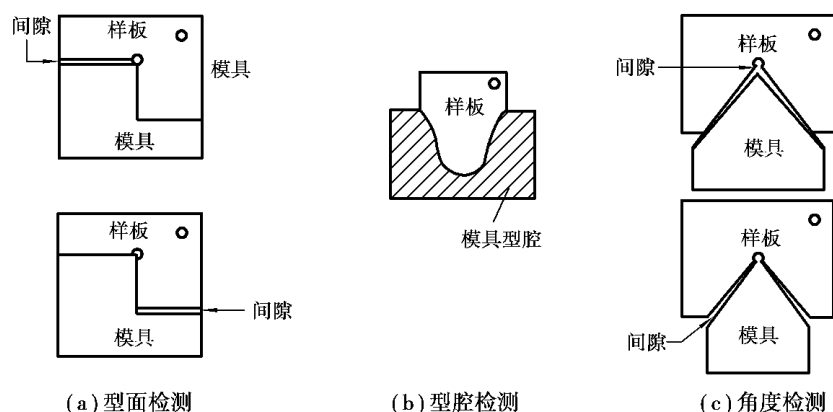


图 2.113 间隙法检测模具零件

2) 叠合比较法

叠合比较法是将样板复合在工件表面上,按样板轮廓形状对工件轮廓形状进行检查的方法,称为叠合检查。叠合检查的测量精度较低。

3) 划线定位法

划线定位法是使用划线样板与模具零件表面贴合良好和确定位置后,划出模具型面的加工界限或定位找正位置。如模具制造中复杂型孔加工前,或电火花加工型腔时电极与模具零件位置的找正线等。

2.7.2 样板的制作

(1) 样板制作的技术要求

1) 工作样板的尺寸公差为

$$\delta_{\text{样板}} \leq \delta_{\text{工件}} - \delta_{\text{测量}}$$

式中 $\delta_{\text{样板}}$ ——样板的公差,包括制造公差和磨损公差,mm;

$\delta_{\text{工件}}$ ——被测工件的制造公差,mm;

$\delta_{\text{测量}}$ ——样板测量的最大可能公差,mm。其中

$$\delta_{\text{测量}} = S_{\text{最大}} - S_{\text{最小}}$$

式中 $S_{\text{最大}}$ 、 $S_{\text{最小}}$ ——样板与零件间最大和最小允许间隙,mm。

2) 要求较高的配对使用样板,其轮廓要吻合,应用“灯箱”透光检查,要求透光均匀或不透光。

3) 具有对称轴的样板必须轮翻对中心。

4) 尽量采用机械加工方法或线切割机床制作样板,提高样板制作精度。

5) 样板的测量面应与样板的大平面严格垂直。

6) 样板测量面的表面粗糙度值 Ra 应小于 $0.8 \mu\text{m}$ 。

(2) 样板的制作方法

1) 手工加工方法

这种加工方法主要是由模具钳工用手工制作。其主要工艺过程如下:

【选择合适材料——碳素工具钢或合金工具钢(板料)】—【矫正坯料并进行磨削加工】—

【进行钳工划线】—【使用钳工加工手段粗加工和半精加工样板轮廓】—【打标记】—【进行淬火+低温回火和防腐热处理,以获得要求的硬度和耐磨性和耐蚀性】—【矫正热处理变形】—【使用研磨精加工样板轮廓,达到形状、位置、尺寸和粗糙度要求】。

2) 机械切削加工方法

这种方法主要是使用精密磨床、成型磨床和各种特殊夹具来加工。具体工艺过程如下:

【选择合适材料】—【矫正坯料并进行磨削加工】—【进行钳工划线】—【使用机械加工方法(如车、铣等)完成样板轮廓的粗加工】—【检验后进行淬火+低温回火和防腐热处理】—【矫正热处理变形】—【利用磨削加工(成型磨削或光学曲线磨削等)完成样板轮廓的半精加工】—【刻印标记】—【使用研磨技术完成样板的精加工】。

3) 电加工方法

这种方法主要是使用电火花、线切割机床按指令程序加工。其加工工艺过程如下:

【选择合适材料】—【矫正坯料并进行磨削加工】—【进行钳工划线,划出找正线或穿丝孔位置线】—【钻穿丝孔或完成其他辅助表面的机械加工】—【检验后进行淬火+低温回火和防腐热处理】—【矫正热处理变形】—【平面磨削】—【利用线切割或电火花机床加工样板轮廓】—【利用磨削加工(成型磨削或光学曲线磨削等)完成样板轮廓的半精加工】—【刻印标记】—【使用研磨技术完成样板的精加工】。

4) 样板的研磨加工方法

①对于小型样板,可以使用成型油石研磨。研磨时,样板根据其轮廓进行运动,而研具固定不动。如图 1.114 所示是在小型研具上研磨样板;如图 1.115 所示是在平板上研磨样板。该方法也可用于小型模具拼合件和镶件的研磨。

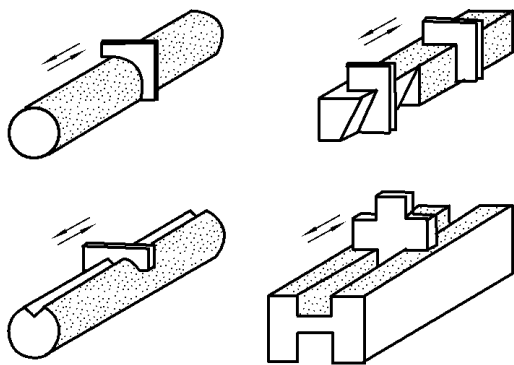


图 1.114 小型研具上研磨样板

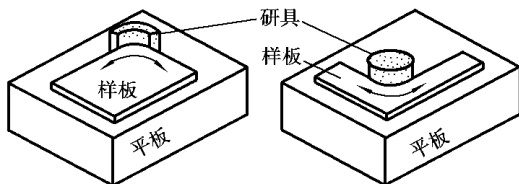


图 1.115 在平板上研磨样板

为了提高样板研磨的工作效率,也可在机床上进行样板研磨。如图 1.116 所示为在钻床

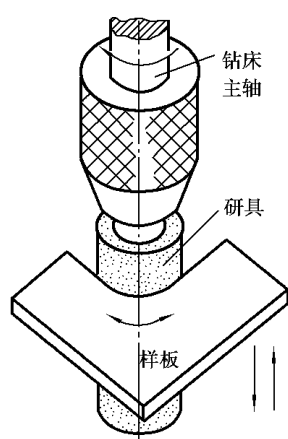


图 1.116 钻床主轴上研磨样板

主轴上研磨样板。

②对于大型样板研磨时,由于不便使样板运动,只能将研具修磨成相应的形状,然后沿样板轮廓进行研磨。

5) 样板的标记

样板的标记必须刻在指定位置上,要求耐磨、清晰美观,但打标记时不能使样板变形。制作样板标记的方法主要有钢印法、电刻法和腐蚀法3种。

2.7.3 样板在模具制造中的应用

1)用于在冲裁模具凸模、凹模的端面上划线。

2)用做工作样板来检验凸模、凹模的形状和尺寸。

3)用于检验凸模、凹模的间隙是否合理,以及装配时凸模、凹模的间隙修配与调整。

4)利用样板,有利于模具制造过程中零件加工位置的找正。

练一练

一、填空题

1. 样板制作的_____和_____方法的正确与否,将直接关系到模具零件_____的优劣。
2. 样板按其使用范围分类,可分为_____样板和_____样板两类。
3. 标准样板是用来测量和检验工件标准化部分的_____和_____的。
4. 校对样板是用来检验_____形状、尺寸的_____样板。
5. 工作样板是用来检查工件表面_____和_____的样板。

二、简述题

1. 试述样板的正确使用方法。
2. 试述手工制作样板的工艺过程。
3. 试述线切割加工法制造样板的工艺过程。

第3章 模具制造中的表面加工技术

3.1 模具制造中的研磨技术

任务内容

1. 研磨的工作原理。
2. 研磨常用工具的类型与选用。
3. 研磨剂的组成与选择。
4. 研磨的工艺流程与工艺要点。

任务目标

1. 熟悉研磨的工作原理。
2. 掌握研磨常用工具的类型与选用。
3. 掌握研磨剂的组成与选择。
4. 理解研磨的工艺流程,掌握研磨的工艺要点。

任务过程

在模具制造中,模具零件的加工通常使用车床、铣床、磨床等切削加工和电火花、线切割等特种加工方法。对于一些精度要求高、表面粗糙度值要求很小的模具零件,在使用上述方法无法达到设计和使用要求时,必须借助于更加精细的加工技术——研磨和抛光技术。在模具制造中,把这些加工工艺称为省模。

在模具制造中,使用研磨和抛光加工技术的主要目的如下:

- 1) 提高模具工作零件(凸模、凹模等)的表面质量和加工精度,以满足制件的表面质量和精度要求。
- 2) 有利于提高模具结合面之间的接触精度,提高模具零件表面的疲劳强度和耐蚀性能。
- 3) 有利于减小运动表面之间摩擦阻力,使其运动平稳、灵活。
- 4) 可以消除其他加工方法(如电火花、线切割加工等)造成的表面缺陷。
- 5) 有利于提高或保持模具良好的工作性能,延长模具的使用寿命。

3.1.1 研磨加工技术

(1) 研磨的工作原理

所谓研磨,就是使用研磨工具以及研磨剂,从工件表面上切去极薄金属层的加工方法。

1) 研磨的作用

①可以提高零件的尺寸精度,减小表面粗糙度。其精度可达 IT6 级以上,表面粗糙度值可达 $Ra\ 0.16 \sim 0.012\ \mu m$ 。

②可以提高工件的形状精度。

2) 研磨的原理

①物理原理:研磨是将研磨剂均匀涂在研具表面上,工件与研具之间做相对运动,利用嵌存在研具表层和游离状态的磨料对工件进行微量切削加工。此称为研磨的物理原理,如图3.1所示。

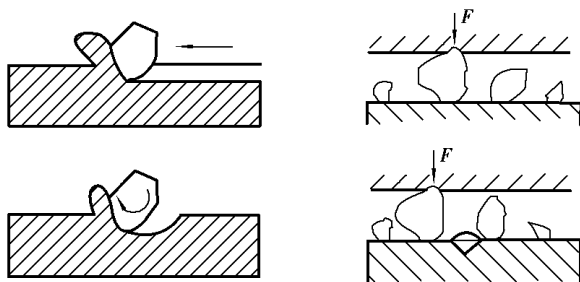


图 3.1 研磨加工原理

②化学原理:由于研磨是微量切削加工,加工效率低下,为了提高研磨的效率,在粗研磨阶段,在研磨剂中加入适量油酸或硬脂酸的具有氧化作用的物质,利用其氧化作用降低工件研磨层的硬度,以加快研磨效率的原理就是化学原理。

注意:在精研时,切不可加入具有氧化、腐蚀作用的物质,否则将影响工件表面质量。

3) 研磨余量

工件在研磨前的预加工很重要,它将直接影响到以后的研磨加工精度和研磨余量。因此,为了保证研磨的精度和加工余量,工件在研磨前的预加工,应有足够的尺寸精度、几何形状精度和表面精度。

研磨余量不能太大,否则会使研磨过程中的摩擦和发热严重,不利于保证研磨质量,同时也会影响研磨的生产效率。当然,也不能太小,否则前一道工序留下的加工缺陷就不能通过研磨消除。一般情况,研磨余量应小于被研磨工件表面的尺寸公差,其取值一般为 $0.005 \sim 0.030\ mm$ 。具体如表 3.1 所示。

表 3.1 淬硬钢件双向研磨余量

工序名称	加工余量/mm	磨料粒度	表面粗糙度 $Ra/\mu m$
备料成型	$1^{+0.1}_{-0.2}$	—	3.2
淬火前粗磨	$0.35 \sim 0.05$	46 [#]	0.8
淬火后精磨	$0.05 \sim 0.01$	60 [#]	0.4

续表

工序名称		加工余量/mm	磨料粒度	表面粗糙度 Ra/μm
I 次	粗 研	0.011 ~ 0.003	W5 ~ W7	0.1
II 次		0.004 ~ 0.001	W3.5	0.05
I 次	半精研	0.001 5 ~ 0.000 05	W2.5	0.025
II 次		0.000 5 ~ 0.000 3	W1.5	0.012
精 研		达到最后公称尺寸	W1 ~ W1.5	0.008

注 其中 I 次粗研为敷砂粗研磨。

(2)研磨工具

1)对研磨工具的基本要求

①研磨工具的材料硬度不能高于被研磨工件材料的硬度 ,以防止研磨过程中与工件直接接触和摩擦损害工件表面质量。

②研磨工具材料必须具有均匀的硬度和耐磨性 ,而且还应具有良好的减磨性。

③必须具有微小的针孔和良好的嵌存 ,便于磨料的嵌存。

2)常用研具材料的性能及其选用(见表 3.2)

表 3.2 常用研具材料的性能及其应用

研具材料	性 能	选 择
铸铁	具有良好的耐磨性 ,硬度适中 ,研磨剂涂布均匀	通用
球墨铸铁	易均匀、牢固的嵌存磨料 ,耐磨性好	通用
低碳钢	韧性好 ,不易折断	小型研具 ,适用于粗研 ,不适合于制造精密研具
铜合金	质软 ,易嵌存磨料	适用于粗研和低碳钢工件研磨
皮革毛毡	柔软 ,对研磨剂有良好的保持性	适用于抛光工件

3)研磨工具的结构与用途

①平面研磨工具(见图 3.2)

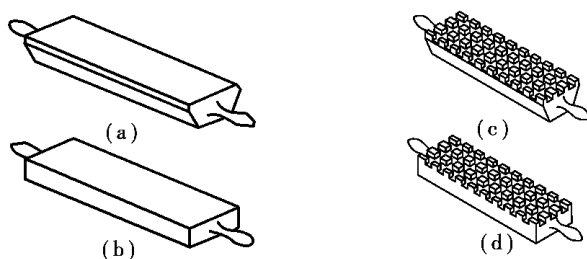


图 3.2 平面研磨工具

如图 3.2(a) 为光滑型板形研具, 图 3.2(b) 为光滑型条形研具, 图 3.2(c) 为带槽的板形研具, 图 3.2(d) 为带槽的条形研具。对于带槽的研具一般用于零件粗研, 而光滑的研具用于平面的精研。它们常用于具有高精度要求的模具零件(如级进模具的拼块及其他高精度模具镶件等)的研磨加工。

②内孔研磨工具

内孔研磨通常使用的是研磨棒,圆柱孔研磨使用的是圆柱形的研磨棒,如图 3.3 所示。对于圆锥孔的研磨,则使用的是圆锥形的研磨棒,如图 3.4 所示。

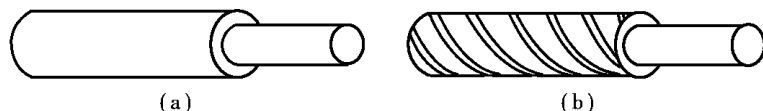


图 3.3 圆柱形研磨棒

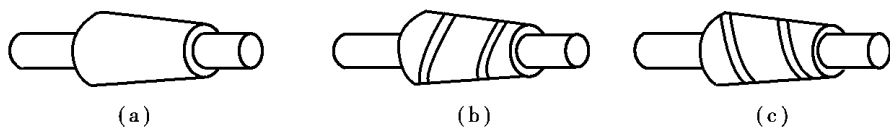


图 3.4 圆锥形研磨棒

图 3.3(b)和图 3.4(b)、(c)中带槽的用于粗研,图 3.3(a)和图 3.4(a)中光滑的用于精研。上述研磨棒都是整体式的,在使用过程中磨损后,不能对磨损量进行补偿,并且使用寿命短。为了便于磨损后的补偿和扩大研磨棒的工作范围,可将其设计成为可调式结构,如图 3.5 所示。

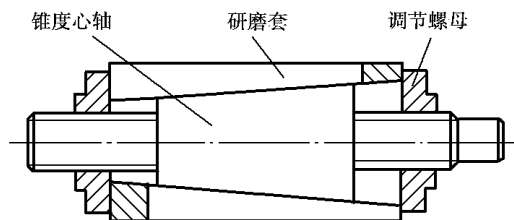


图 3.5 可调式研磨棒

在模具制造中,研磨棒常用于导套、导柱以及具有回转表面的型孔研磨。

③外圆的研磨工具

外圆研磨包括圆柱面和圆锥面研磨,其研磨工具分为柱形研磨套(见图 3.6(a))和锥形研

磨套(见图 3.6(b)) ,为了便于在研磨过程中调节和控制研磨间隙 ,也可使用可调式研磨套 ,如图 3.6(c)所示。

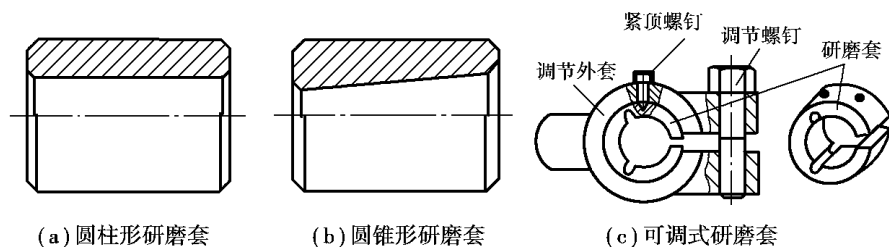


图 3.6 研磨套

在模具制造中 ,研磨套常用于导柱等具有回转表面的高精度模具零件的研磨加工。

④异形研磨工具

对于模具工作零件和结构零件不便于使用上述研磨工具研磨的曲面、转角、沟槽等 ,必须根据零件被研磨表面的形状设计或修磨研磨工具 ,为降低加工成本 ,通常使用油石进行修磨 ,如图 3.7 所示。

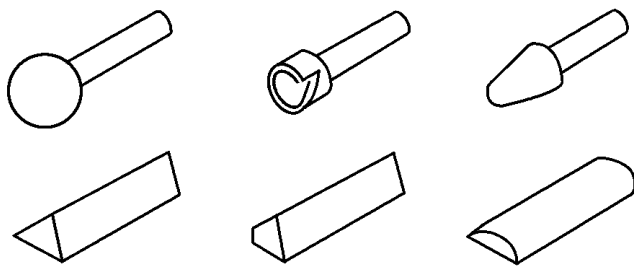


图 3.7 异形研磨工具

(3) 研磨剂

研磨剂是由磨料、研磨液以及其他辅助材料混合而成的混合剂。常用的研磨剂有液体和固体(或膏状)两大类。

①液体研磨剂 液体研磨剂由研磨粉、硬脂酸、航空汽油、煤油等配制而成。

②固体研磨剂 固体研磨剂是指研磨膏而言。常用的有抛光用研磨膏、研磨用研磨膏、研磨硬性材料(如硬质合金等)用研磨膏 3 大类。一般研磨膏是选择多种无腐蚀性载体(如硬脂酸、硬脂、硬蜡、三乙醇胺、肥皂片、石蜡、凡士林、聚乙二醇硬脂酸脂及雪花膏等)加不同磨料进行配制的。

1) 磨料

①磨料的种类和应用

磨料在研磨中主要起切削加工作用。根据其性能和用途不同分为金刚石系列、碳化物系列、氧化物系列、刚玉系列。其性能和用途如表 3.3 所示。

表 3.3 用磨料的种类及用途

系列	磨料名称	代号	颜色	硬度和强度	用 途	
					工件材料	应用范围
金刚石系	人造金刚石	JR	灰色至黄白色	最硬	硬质合金、光学玻璃	粗研磨 精研磨
	天然金刚石	JT				
碳化物系	黑碳化硅	TH	黑色半透明	比刚玉硬 脆性而锋利	铸铁、黄铜	
	绿碳化硅	TL	绿色半透明	较黑碳化硅硬而脆	硬质合金	
	碳化硼	TP	灰黑色	比碳化硅硬而脆	硬质合金	
刚玉系	棕刚玉	GZ	棕褐色	比碳化硅稍软 ,韧性好 ,能承受较大压力	淬硬钢及铸铁	
	白刚玉	GB	白色	硬度比棕刚玉高 ,而韧性稍低 ,切削性能好		
	铬刚玉	GG	紫红色	韧性比白刚玉高		
	单晶刚玉	GD	透明、无色	多棱 ,硬度高 ,强度高		
氧化物	氧化铬	—	深绿色	质软	淬硬钢、铸铁、黄铜	极细的 精研磨 (抛光)
	氧化铁	—	铁红色	比氧化铬软		
	氧化镁	—	白色	质软		
	氧化铈	—	土黄色	质软		

②磨料的粗细及其选用

磨料的粒度(粗细程度)选择得是否合理 ,直接影响着研磨的加工精度和表面质量 ,其表示方法主要有以下两种 :

A. 粒度 :用来表示磨粒的粗细程度 ,一般以每吋筛网长度内的筛孔数表示。粒度号越大 ,其越细 ,研磨精度越高。

B. 微粉(W) :也是用来表示磨粒的粗细程度的 ,其代号数字越小表示磨粒越细。磨料的粒度和用途如表 3.4 所示。

表 3.4 磨料粗细应用及工艺范围

组别	粒度号数	颗粒尺寸/ μm	研磨加工类别	可达到的表面粗糙度 $R_a/\mu\text{m}$
磨粉	100 [#]	160 ~ 125	用于最粗研磨加工	0.4
	120 [#]	125 ~ 100		
	150 [#]	100 ~ 80		
	180 [#]	80 ~ 63		
	240 [#]	63 ~ 50		
	280 [#]	50 ~ 40		
微粉	W40	40 ~ 28	用于粗研加工 用于半精研加工	0.4 ~ 0.2 0.2 ~ 0.1
	W28	28 ~ 20		
	W20	20 ~ 14		
	W14	14 ~ 10		
	W10	10 ~ 7		
	W7	7 ~ 5		
超微粉	W5	5 ~ 3.5	用于半精研加工	0.1 ~ 0.05
	W3.5	3.5 ~ 2.5		
	W2.5	2.5 ~ 1.5		
	W1.5	1.5 ~ 1		
	W1	1 ~ 0.5		
	W0.5	0.5 ~ 更小	用于抛光镜面研磨	0.025 ~ 0.01

2) 研磨液

研磨液在研磨工作起到调和磨料以及冷却和润滑的作用 , 或者与工件材料产生化学反应加快研磨进程 , 从而提高研磨效率。它分为液体型研磨液和固体型研磨液两种 , 如表 3.5 所示。

表 3.5 研磨剂的用途和配制

类别	成 分		比例	用途	配 制
液体型	1	氧化铝粉 硬 脂 酸 航空汽油	20 g 0.5 g 200 ml	用于平板 , 工具研磨	磨料与汽油等混合浸泡一周后使用
	2	研 磨 粉 硬 脂 酸 航空汽油 煤 油	15 g 8 g 200 ml 15 ml	用于硬质 合金量具 刀具研磨	1. 硬度为 100 ~ 120HBS 的材料研磨 , 煤油应加得有些 2. 硬度大于 140HBS 材料研磨 , 煤油加入量适当少些

续表

类别	成分	比例	用途	配 制
固体型	1	氧化 铬	60%	将硬脂酸、石蜡、蜂蜡加热熔化 ,加入汽油搅拌后使用多层纱布过滤 ,最后加入磨料调匀 ,冷却后成膏状。使用时 ,取少量研磨膏用蒸馏水调成糊状 ,均匀涂在工具或工件表面进行研磨
		石 蜡	22%	
		蜂 蜡	4%	
		硬 脂 酸	11%	
		煤 油	3%	
	2	氧化铝粉	40%	
		氧化铬粉	20%	
		硬 脂 酸	25%	
		电 容 油	10%	
		煤 油	5%	

3.1.2 研磨工艺

(1)研磨的方法

1)湿研磨

湿研磨是在研磨过程中将研磨剂涂抹在研具或工件上 ,用分散的磨粒进行研磨。这是目前最常用的研磨方法。研磨剂中除磨粒外 ,还有煤油、机油、油酸、硬脂酸等物质。在研磨过程中 ,磨粒有的嵌入了研具 ,极个别的嵌入至工件 ,但大部分游离于研具与工件之间 ,如图 3.8 (a)所示。

此时磨粒的切削作用以滚动切削为主 ,生产效率高 ,但加工出的工件表面一般没有光泽 ,加工的表面粗糙度值一般也只会达到 $0.025\ \mu\text{m}$ 。

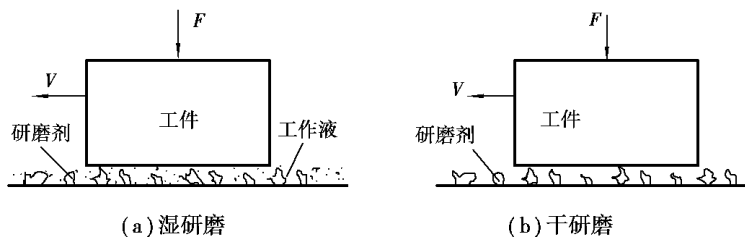


图 3.8 研磨方法

2)干研磨

干研磨是在研磨以前 ,先将磨粒压入研具 ,用压砂研具对工件进行研磨。这种研磨方法一般在研磨时不加其他物质 ,进行干研磨 ,如图 3.8 (b)所示。在研磨过程中磨粒基本固定在研具上 ,它的切削作用以滑动切削为主。

这种方法的生产效率不如湿研磨 ,但可以达到较高的尺寸精度和较好的表面粗糙度。

(2)研磨运动轨迹

1)研磨运动及运动轨迹

研磨时 ,研具与工件之间所做的相对运动 ,称为研磨运动。在研磨运动中 ,研具(或工件)上的某一点在工件(或研具)表面上所走过的路线 ,就是研磨运动的轨迹。研磨时 ,选用不同的运动轨迹能使不同形状和大小的工件表面各处都受到均匀的研削。

2) 研磨运动的基本要求

①研磨运动应保证工件均匀地接触研具的全部表面。这样可使研具表面均匀受载、均匀磨损,因而能长久地保持研具本身的表面精度。

②研磨运动应保证工件受到均匀研磨,即被研工件表面上每一点的研磨量均应相同。这对于保证工件的几何形状精度和尺寸均匀性来说是至关重要的。

③研磨运动应使运动轨迹不断并有规律地改变方向,避免过早地出现重复。这样可使工件表面上的无数切削条痕能有规律地相互交错抵消,即越研越平滑,从而达到提高工件表面质量的目的。

④研磨运动应根据不同的研磨工艺要求,具体选取最佳运动速度。例如,当研磨细长的大尺寸工件时,需要选取低速研磨,而研磨小尺寸或低精度工件时,则要选取中速或高速进行研磨,以提高生产效率。

⑤整个研磨运动自始至终应力求平稳,特别是研磨面积小而细长的工件,更要注意使运动方向的改变缓慢,避免拐小弯,运动方向要尽量偏于工件的长边方向并放慢运动速度。否则会因运动的不平稳造成被研表面的不平,或掉边、掉角等质量弊病。

⑥在研磨运动中,研具与工件之间应处于弹性浮动状态,而不应是强制的限位状态。这样可以使工件与研具表面能够更好地接触,把研具表面的几何形状准确地传递给工件,从而不受研磨机床精度的过多影响。

常用的手工研磨运动形式有直线、摆线、螺旋线和仿“8”字形等几种。不论哪一种轨迹的研磨运动,其共同特点都是工件的被加工面与研具工作面做紧密贴合的研磨运动。这样的研磨运动既能获得比较理想的研磨效果,又能保持研具的均匀磨损,提高研具的耐用度。具体研磨轨迹的确定,应根据工件表面的形状等因素进行选择。

如图 3.9 所示的研磨运动轨迹适用于接触面较大的平面研磨。如图 3.10 所示的研磨轨迹适合于狭长平面的研磨加工。

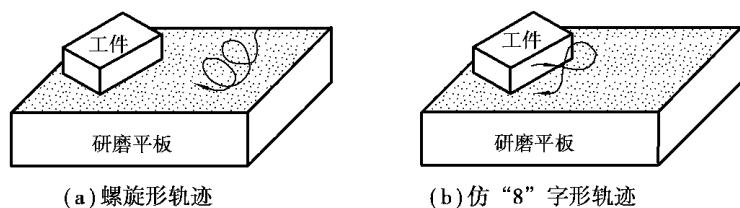


图 3.9 研磨轨迹

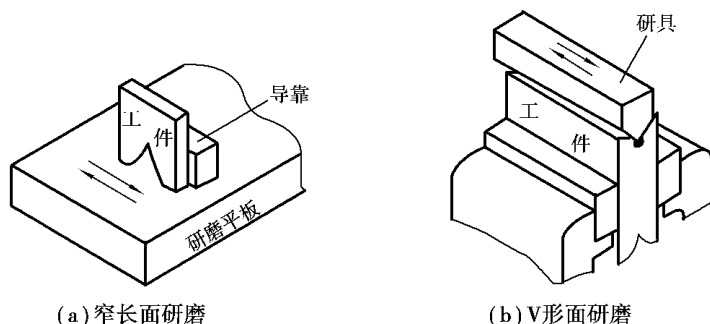


图 3.10 根据工件表面形状确定研磨轨迹

(3) 研磨的压力、速度和时间

1) 研磨的压力

研磨过程中,适当地调整研磨压力,可以获得较高的效率和较好的表面粗糙度。

① 合理的研磨压力的选择

研磨的压力不能太大,否则将会压碎磨粒,会使磨粒被大量嵌进研具表面,使切削能力大大增强,容易导致工件和研具受热变形,直接影响到研磨质量和研具的寿命;反之,研磨的压力过小,会使切削能力和生产效率降低。在一定范围内,研磨压力与生产效率成正比。

② 研磨压力的选择

A. 手工研磨:研磨压力一般取 $0.01 \sim 0.5 \text{ MPa}$ 。一般手工粗研磨的压力为 $0.1 \sim 0.2 \text{ MPa}$,精研磨的压力为 $0.01 \sim 0.05 \text{ MPa}$ (注 $1 \text{ MPa} = 1 \text{ N/mm}^2$)。

B. 机器研磨:机器研磨时,研磨压力一般控制在 $0.04 \sim 0.2 \text{ MPa}$ 为宜,工件表面粗糙度随研磨压力的降低而降低。对较薄工件的平面研磨,允许的最大压力以 0.3 MPa 为好。

2) 研磨的速度

研磨加工时,必须选择合理的研磨速度,否则将会造成摩擦发热严重、研具磨损快,从而影响工件的研磨精度、表面粗糙度以及几何形状精度。

合理地选择研磨速度应考虑加工精度、工件的材质、硬度、研磨面积,以及研磨的加工方式等多方面的综合影响。

① 对于机器研磨:研磨速度一般应控制在 $10 \sim 150 \text{ m/min}$ 。对于精密研磨来说,其研磨速度应选择小于 30 m/min 。

② 手工研磨:其研磨的往复运动速度应以 $40 \sim 60 \text{ 次/min}$ 为宜;精研磨应控制在 $20 \sim 40 \text{ 次/min}$ 。

3) 研磨的时间

研磨时间的选择除了必须考虑以上两个因素以外,还必须充分考虑工件材料、磨料种类及研磨前工件的原始表面粗糙度等因素的影响,并不是研磨时间越快或越慢就好。

在实际操作中,对粗研磨来说,为获得较高的研磨效率,其研磨时间主要根据磨粒的切削快慢来决定。对精研磨来说,研磨时间宜控制在 $1 \sim 3 \text{ min}$,超过 3 min 对研磨效率的提高没有显著变化。

(4) 研磨的工艺步骤与工艺要点

对于精度要求高且表面粗糙度要求较小的模具零件(如某些塑料模具的型腔和型芯等),要使工件表面呈镜面,并不是最后抛光一个工序所能加工出来的,而要经过粗研磨、半精研磨、精研磨等多道工序的预加工。工件表面粗糙度数值要求得越低,抛光之前的预研磨工序也就越多,而表面粗糙度数值的降低是循序渐进的。一般进行 1 次粗研磨,可使工件表面呈暗光泽面;进行 2 次粗研磨,可使工件表面呈亮光泽面,表面粗糙度值达 $Ra0.05 \mu\text{m}$;进行 1 次半精研磨,可使工件表面呈镜状光泽面,表面粗糙度值达 $Ra0.025 \mu\text{m}$;进行 2 次半精研磨,可使工件表面呈雾状镜面,表面粗糙度值只能达到 $Ra0.012 \mu\text{m}$;进行最终精研磨(抛光),可使工件表面呈镜面,表面粗糙度值达 $Ra0.008 \mu\text{m}$ 。

1) 研磨的工艺步骤

【根据工件材料和加工要求选择磨料和研磨液】—【根据加工要求配置研磨剂】—【根据工

件的结构选择研磨工具】—【根据工件的工艺结构选择安装方式,保证研磨加工时工件具有足够的强度、刚性和稳定性】—【均匀涂抹研磨剂于研具上】—【合理选择研磨的运动轨迹】—【合理选择研磨压力和研磨速度,严格控制研磨时间】—【按照加工要求逐步进行粗研、半精研和精研,逐渐达到研磨的工艺要求】。

若磨粒粗,切削能力强,研磨效率高,所获得的研磨表面质量低。若磨粒细,切削能力弱,研磨效率低,所获得的研磨表面质量高。因此,为提高研磨效率,选择磨料粒度时,应从粗到细分级研磨,最终研磨到工件所要求的表面粗糙度数值。

2) 研磨加工时的工艺要点

①为保证研磨加工的质量及减少工时,对前道磨削加工或电加工模具工作零件的表面粗糙度应提出明确要求。

②研磨用磨料粒度应由粗到细,顺次更换。在更换磨料时,应将前道工序的磨削痕迹完全去除,研磨要进行到只能看见本次磨削痕迹为止,这对于逐步提高模具零件的表面质量非常重要。

③同一研具只能使用同一粒度的磨料。

④每次改换粒度之前,必须将工件彻底清理一遍,以不使较粗的磨粒或其他污物带到下一工序,造成研磨表面的划伤。

⑤每次向下一粒度转换时,应以与上一次磨削方向成 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 进行磨削。

⑥若有较深的伤痕时,不能只对此局部位置进行研磨,否则会产生局部凹陷。应做全面修整,去除凹坑。对容易研磨和不容易研磨的部位都需注意进行均匀的研磨。

⑦对模具工作零件的细小部位、狭槽、小孔等进行研磨时,宜使用相配的、灵活的小型研磨工具(见图3.11)和研磨头(见图3.12)。

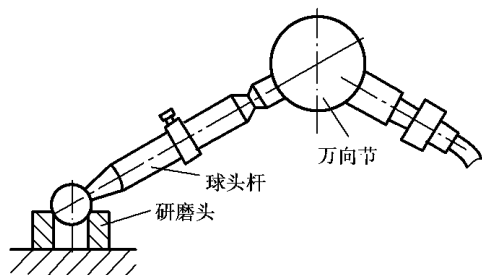


图 3.11 手持式往复研抛头

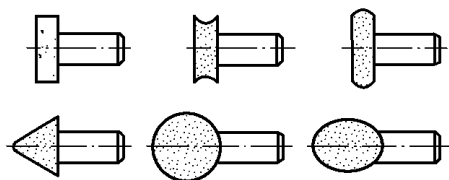


图 3.12 带轴小研磨头

⑧最终的研磨纹路应与塑件的脱模方向一致。

⑨对表面凹凸形状进行修整时,应使用砂轮进行修磨,磨削时应施加较小的工作压力,否则会使已加工平滑的表面出现波浪形。

3.1.3 影响研磨质量的因素

在使用磨料进行加工的各道研磨工序中,被研表面粗糙度主要是大量磨粒切削刃尖在被研表面上所形成的无数切痕互相重叠的结果。总的来说,被研表面粗糙度的高低,取决于磨粒的粗细,或者说取决于磨粒压下工件表面的深度及通过工件单位横截表面的有效磨粒数量。

在实际研磨过程中,并不是选择了最细的磨料(如 W0.5),就能研出最理想的表面粗糙度来,还有很多因素影响其研磨质量。

(1) 磨料粒度

在研磨加工中,磨粉和微粉这两组粒度号数较大的磨料,常用于加工余量大的粗研磨加工,零件表面粗糙度值可达 $Ra\ 0.025\ \mu m$,而粒度号数小的超微粉磨料,则适用于微量切削的精研磨加工,零件表面粗糙度值可达 $Ra\ 0.008\ \mu m$ 。这说明磨料的粒度,不仅决定着研磨能力的大小,更重要的是决定着研磨加工质量的好坏。磨料的粒度越细,所获得的尺寸精度越高,表面粗糙度值越低。因此,在选用磨料粒度时,应根据预加工形成的原始表面粗糙度、加工余量、工件成品要求的表面粗糙度等综合考虑。此外,每批同种粒度的磨料中,基本颗粒数量的多少对研磨质量的影响较大。同种粒度的磨料中,粗粒与细粒都对研磨加工质量不利,粗粒磨料粉碎快,会降低研磨效率,细粒磨料切削作用小。因此,在研磨工作中,要求磨料的颗粒基本均匀一致。

(2) 研磨运动轨迹

不同的研磨运动轨迹对研磨表面质量的影响亦不相同。其中,直线往复式研出的表面粗糙度最差,这是因为运动的方向性强,单纯的直线往复运动其研磨纹路是平行的,易使切痕重复加深,不利于表面粗糙度的改善。而其他如螺旋式、“8”字形、摆线式及正弦曲线式研磨轨迹的共同特点是,运动的方向在不断地变化,研磨纹路是纵横交错的,在一定的研磨条件下,可研出较为理想的表面粗糙度。

(3) 研磨压力

在所用压力范围内工件表面粗糙度值随着研磨压力的降低而降低。从某种意义上说,研磨的切削能力和工件表面粗糙度是由研磨压力来决定的。对于研磨压力的增加,在同样研磨条件下磨粒承受的载荷也增加。如果研磨压力过大,使磨粒切入深度加深,切削作用加快,磨料的粉碎也加快,这时工件所获得的表面粗糙度则较差。为此,要获得较低的表面粗糙度值,则需合理地选择研磨压力。

(4) 工件材质的硬度

当研磨软质材料工件时,磨粒容易嵌入工件表面,使研痕加深,因而破坏了工件的表面质量。为了得到较低的表面粗糙度值,可采用干研磨或者采用材质较软的研具进行研磨。

一般来说,被研表面粗糙度是随着被研工件材料硬度的增加而得到改善的。因此,对于淬硬钢的工件,可通过提高淬火硬度的方法来改善研磨条件。

在实际研磨过程中,除了上述影响因素外,研磨的速度、润滑剂的选用、研具的质量、嵌砂技术、研磨时间、研磨运动的平稳性、工件的原始表面粗糙度及其几何形状精度、工作环境的清洁程度等都会影响到研磨质量。

练一练

一、填空题

1. 研磨就是使用_____以及_____,从工件表面上切去_____的加工方法。
2. 研磨可以使零件获得较高的_____精度和较小的_____. 其精度可达_____级

以上 表面粗糙度可达_____ μm 。同时还可以使模具的工作零件获得较高的形状和位置精度。

3. 研磨的原理包括_____原理和_____原理。

4. 研磨由于是模具零件的超精加工方法 ,研磨余量不能留得____和____。一般情况 ,研磨余量应_____被研磨工件表面的尺寸公差 ,其取值一般为_____。

5. 研磨工具有带槽与光滑之分 ,其中带槽的用于_____ ,光滑的用于_____。

6. 对于模具上的特殊型面、转角、沟槽等部位的研磨应使用_____形研磨工具。

7. 研磨剂是由_____、_____和其他辅料按一定的比例混合而成。

8. 磨料在研磨剂中主要起_____作用。研磨碳素钢、合金钢时应选择_____磨料。研磨硬质合金材料时 ,应选择_____磨料。

9. 研磨液在研磨剂中起_____和_____的作用。

二、选择题

1. 手工精研磨时的压力为_____为宜。

A. 0.01 ~ 0.05 MPa

B. 0.01 ~ 0.5 MPa

C. 0.1 ~ 0.2 MPa

2. 手工研磨的往复运动速度为_____为宜。

A. 20 ~ 40 次/min

B. 40 ~ 60 次/min

C. 60 ~ 80 次/min

3. 机器研磨的切削速度应控制在_____范围内。

A. 10 ~ 150 m/min

B. 5 ~ 10 m/min

C. 200 ~ 300 m/min

4. 研磨时 ,同一研具_____。

A. 可以使用多种磨料

B. 可是用多种粗细的磨料

C. 只能使用同一粒度的磨料

5. 研磨用磨料粒度应 _____ ,顺次更换。

A. 由细到粗

B. 由粗到细

C. 粗细混杂

6. 对模具工作零件的细小部位、狭槽、小孔等进行研磨时 ,宜使用_____小型研磨工具和研磨头。

A. 比其大一些的

B. 比其小一些的

C. 相配的、灵活的

7. 研磨时间宜控制在_____范围内。

A. 1 ~ 3 min

B. 0.5 ~ 1 min

C. 5 ~ 10 min

三、问答题

1. 简述研磨的原理。

2. 简述研磨的工艺步骤。

3. 简述研磨的工艺要点。

4. 简述研磨工艺参数的合理选择。

3.2 模具制造中的抛光技术

任务内容

1. 抛光的概念与作用。
2. 抛光常用工具与应用。
3. 手工抛光加工的工艺过程与工艺要点。
4. 超声波抛光的基本原理、工艺过程与操作方法。

任务目标

1. 理解抛光的概念与作用。
2. 掌握抛光常用工具与应用。
3. 掌握手工抛光加工的工艺过程与工艺要点。
4. 了解超声波抛光的基本原理、工艺过程与操作方法。

任务过程

抛光是使用抛光工具(含抛光头和抛光轮等)与抛光膏结合,并与工件相对运动,切去工件表面微量金属层后获得微小表面粗糙度值的加工方法。

抛光是在所有的机械加工痕迹都消除(如研磨)后,获得洁净的金属表面以后进行的。通过抛光可以获得较高的表面质量,表面粗糙度值可达 $Ra\ 0.008\ \mu m$,并使加工面呈现光泽。由于抛光是工件的最后一道精加工工序,要使工件达到尺寸、形状、位置精度和表面粗糙度的要求,加工余量应适当。一般加工余量在 $0.005\sim 0.05\ mm$ 较为适宜,并可根据工件尺寸精度而定,有时加工余量就在工件的公差范围以内。

抛光可以是机械抛光,也可以是手工抛光。抛光时可用与研磨相同的电动或气动磨削工具。

3.2.1 抛光工具

(1)手工抛光工具

1)平面用抛光器

平面用抛光器主要用于模具零件的平面抛光。

①手工平面抛光器的结构

如图 3.13 所示的是用硬木、皮革和绒布制成的平面抛光工具。抛光器手柄的材料为硬木,在抛光器的研磨面上,用刀刻出大小适当的凹槽,在离研磨面稍高的地方刻出用于缠绕布类制品的止动凹槽。

②平面抛光器的使用

A. 粗研加工 进行研磨加工时,只需将研磨膏涂在抛光器的研磨面上进行研磨加工即可。

B. 使用极细的超微粉(如 W1)进行抛光加工:可将人造皮革缠绕在研磨面上,再把磨粒放在人造皮革上并以尼龙布缠绕,用铁丝沿止动凹槽捆紧后进行抛光加工。

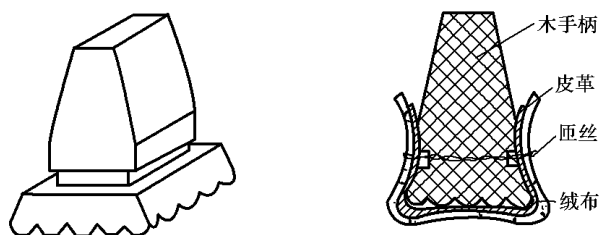


图 3.13 平面手工抛光器

若使用更细的磨料进行抛光,可把磨料放在经过尼龙布包扎的人造皮革上,用粗料棉布或法兰绒再包扎后,进行抛光加工。

原则上是磨粒越细,采用越柔软的包卷用布。每一种抛光器只能使用同种粒度的磨粒。各种抛光器不可混放在一起,应使用专用密封容器保管。

2) 球面用抛光器

如图 3.14 所示,球面用抛光器的制作方法与平面用抛光器基本相同。

抛光凸形工件用研磨面,其曲率半径一定要比工件曲率半径大 3 mm,即 $r > R$ 。抛光凹形工件的研磨面,其曲率半径比工件曲率半径小 3 mm,即 $r < R$ 。

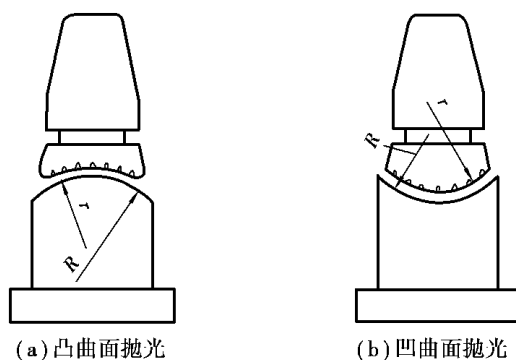


图 3.14 球面抛光

3) 自由曲面用抛光器

对于平面或球面的抛光作业,其研磨面和抛光器是保持密接的位置关系,故不在乎抛光器的大小。但是自由曲面是呈连续变化的,使用太大的抛光器时,如果结构形状选择不合理,就会损伤工件表面的形状,如图 3.15(a)所示。因此,对于自由曲面应使用小型抛光器进行抛光,抛光器越小,越容易模拟自由曲面的形状,如图 3.15(b)所示。

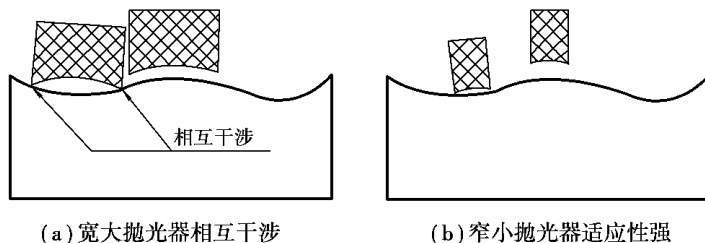
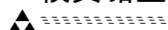


图 3.15 自由曲面抛光



(2) 电动抛光工具

1) 电动抛光工具的种类

① 常用电动抛光工具的种类

常用的电动抛光工具种类如图 3.16 所示。

② 电动抛光工具的应用

电动抛光工具主要是以交流电作为抛光动力,与气动抛光机比较相对转速较低,与各种形状的磨头(盘)联接,可完成平面、凸凹曲面模具零件的磨光加工;与各种抛光轮联接,可完成模具的平面、曲面以及各种成型面的抛光加工。如图 3.16(a)、(b)、(c)所示的 3 种抛光工具主要用于平面的磨光和抛光;如图 3.16(d)所示抛光工具能灵活地完成各种凸、凹曲面的抛光加工。



图 3.16 电动式抛光工具

2) 电动抛光机的使用方法

由于模具工作零件型面的手工研磨、抛光工作量大,因此,在模具行业中已经大量应用了电动抛光工具,以提高抛光效率和降低劳动强度。

电动抛光机的结构在前面已经介绍过,下面主要介绍两种常用的抛光方法:

① 加工面为平面或曲率半径较大的规则面时,采用手持角式旋转研抛头或手持直身式旋转研抛头,配用铜环,抛光膏涂在工件上进行抛光加工。

② 加工面为小曲面或复杂形状的面时,采用手持往复式研抛头,配用铜环,抛光膏涂在工件上进行抛光加工。

③ 新型抛光磨削头。它是采用高分子弹性多孔性材料制成的一种新型磨削头,这种磨削头具有微孔海绵状结构,磨料均匀,弹性好,可以直接进行镜面加工。使用时磨削力均匀,产热少,不易堵塞,能获得平滑、光洁、均匀的表面。弹性磨料配方有多种,分别用于磨削各种材料。磨削头在使用前,可用砂轮修整成各种需要的形状。

(3) 气动式抛光工具

气动式抛光工具与电动抛光机相比较,是以压缩空气为动力的高速抛光工具,一般可达到 10 000 ~ 30 000 r/min,它是与磨轮(头)和抛光轮联接完成模具零件的磨光、抛光加工,如图 3.17 所示。



图 3.17 气动抛光工具

图 3.17(a)用于曲面、成型面以及沟槽等表面的磨光和抛光加工;图 3.17(b)、(c)、(d)用于平面的抛光加工。

如图 3.18 所示,气动刻磨笔主要用于模具成型表面上的文字、饰纹,以及细小沟槽和成型表面的修切、刻磨与抛光加工。



图 3.18 气动刻磨笔

(4) 超声波抛光机

1) 超声波抛光机与工作原理

超声波抛光的原理是,利用超声波发生器和换能器所产生的高频振荡,迫使研磨剂中的磨料产生振荡,冲击工件表面产生微量切削来完成研抛加工的。常用的便携式超声波抛光机如图 3.19 所示。

2) 超声波抛光的特点及其应用

超声波抛光由于抛光效率高,能适用于各种材料,以及狭缝、深槽、异形型腔等的加工,在模具零件的抛光中得到广泛应用。超声波抛光是超声波加工的一种特殊应用,它只对工件进



图 3.19 便携式超声波模具抛光机

行微量尺寸加工,加工后提高的是表面精度,不但可减小工件表面粗糙度值,甚至可得到近似镜面效果的表面粗糙度。

(5) 研磨抛光中常使用的研抛头

1) 磨轮与磨头

在模具制造中,切削加工后难免会产生毛刺和切削痕迹,以及时效和热处理以后产生锈迹和氧化皮。为了不影响模具零件的精加工和超精加工,必须对其进行处理,以达到消除切磨痕迹的目的。为适应各种模具零件的结构形状和技术要求,可根据实际情况选择使用各种不同形状的磨轮和磨头,如图 3.20 所示。

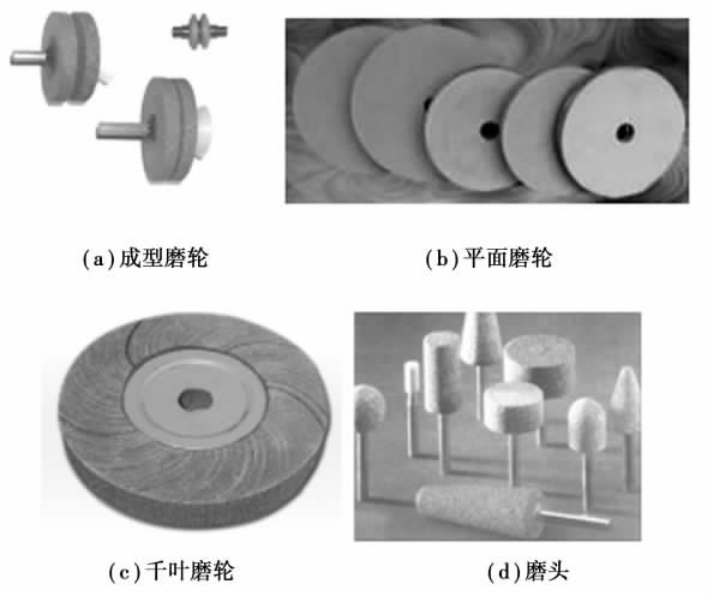
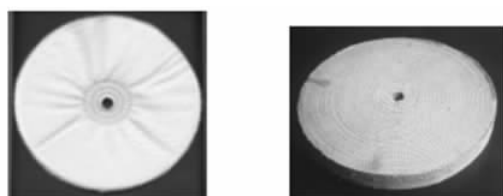


图 3.20 磨轮和磨头

图 3.20(a)主要用于成型表面的磨抛工作,可根据成型面的形状进行修整;图 3.20(b)主要用于平面的磨抛工作;图 3.20(c)主要用于除锈和粗抛工作;图 3.20(d)主要用于沟槽、曲面以及联接圆弧面的磨抛工作。

2) 抛光轮

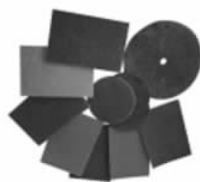
抛光轮如图 3.21 所示。



(a) 布轮



(b) 尼龙轮



(c) 尼龙片



(d) 羊毛轮



(e) 海绵轮



(f) 羊毛布、锥、球轮

图 3.21 抛光轮

抛光轮是用具有柔软纤维的布、尼龙、羊毛及海绵等材料制成,使用时将抛光(研磨)膏均匀地涂在其工作面上,利用抛磨工具的旋转或往复移动来完成模具零件的抛光工作。使零件表面达到所要求的表面粗糙度。上述的抛光工具可根据零件的尺寸大小、形状和被抛光部位及要求进行灵活选择。

3.2.2 抛光工艺

(1) 影响可抛光性的因素

抛光可达到的表面粗糙度值取决于下面 3 个因素:

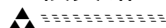
1) 抛光工艺要求

抛光是工件的最后一道精加工工序,对研磨的工艺要求同样适用于抛光。

2) 模具工作零件的钢材等级或材质

钢材中所含的杂质有不理想的成分。要改善模具钢的性能,可采用真空抽气冶炼法和电炉去杂质冶炼法。在模具制造中,大部分用的是优质碳素工具钢和合金钢。

3) 钢材的热处理



模具钢的硬度越高则越难进行研磨和抛光,但是较硬的模具钢可以得到较低的表面粗糙度值。因此,可以通过提高模具钢的淬火硬度来提高钢材的可抛光性。

(2)抛光的工艺步骤及操作要点

1)抛光的工艺步骤

【进行精细研磨去除切削加工工序留下的加工痕迹】—【根据模具零件的材质和抛光要求选择使用抛光膏】—【根据模具零件的结构工艺性要求选择抛光工具】—【合理选择抛光设备】—【根据抛光方法的不同,将抛光膏均匀地涂抹在工具或工件表面上】—【合理选择抛光运动形式和工作压力】—【从模具零件的角部、凸台、边缘或较难抛的部位开始进行抛光】—【根据抛光的工艺进程适时更换抛光工具和抛光膏】—【使用样块或对比仪检验表面粗糙度变化情况,直至达到工艺要求】。

2)抛光加工的工艺要点

①抛光工具的选择 先用硬质抛光工具抛光,再换用软质抛光工具最终精抛。对于要求尖锐的边缘和棱,应选择使用较硬的抛光工具。

②确定抛光膏的粒度的选择 选用中硬的抛光工具,先用较粗粒度的抛光膏,再逐步减小抛光膏的粒度进行抛光加工。

③在抛光工序中,清洗相当重要。每个抛光工具,只能用同一种粒度的抛光膏。

④手抛时,抛光膏涂在工具上;机械抛时,抛光膏涂在工件上。

⑤要根据抛光工具的硬度和抛光膏粒度采用适当的压力。磨粒越细,作用于抛光工具上的压力应越轻,采用的抛光剂也应越稀。

⑥最终抛光方向应与塑件的脱模方向或金属塑性成形过程中的金属流动方向一致。

(3)抛光中可能出现的工艺问题及解决方法

抛光加工中的工艺问题分析和解决方法如表 3.6 所示。

表 3.6 抛光加工中的工艺问题分析和解决方法

工艺问题	产生原因	解决方法
橘皮现象	抛光压力过大 抛光时间过长 工件材料质软	适当控制抛光压力 适当控制抛光时间 使用渗氮处理提高硬度或对于较软的材料选择较软的抛光工具
表面针孔	材料中杂质含量较大 使用氧化铝抛光膏	选择使用优质合金材料 在适当的压力下做最短时间的抛光

3.2.3 超声波抛光

(1)超声波抛光的基本原理

1)超声波抛光的基本原理

超声波抛光的原理是在超声波发生器和换能器的作用下,利用工具端面做超声频振动,迫

使工作液中悬浮的磨粒以较大的速度和加速度高频(16 000 ~ 25 000 Hz)撞击、磨削被加工表面,把加工区域的材料粉碎成很细的微粒,并从材料上打击下来以达到减小表面粗糙度值的加工方法,如图 3.22 所示。

根据超声波加工的原理,一般来说硬度越高的材料(如淬火钢、硬质合金等),抛光加工的效率和质量越好。

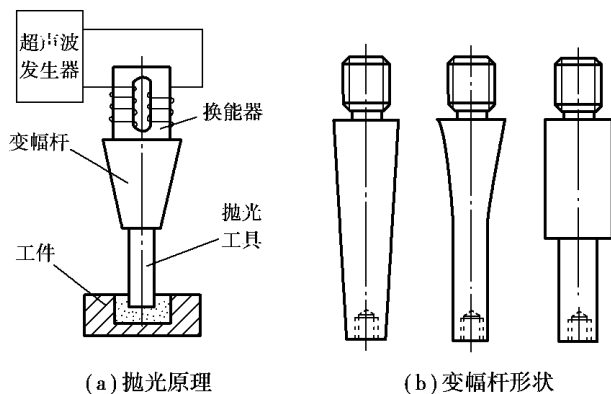


图 3.22 超声波抛光原理

2) 超声波抛光的特点

①采用超声波抛光可以大大提高生产效率。例如,超声波抛光硬质合金的生产效率比普通抛光提高 20 倍,超声波抛光淬火钢的生产效率比普通抛光提高 15 倍,超声波抛光 45# 钢的生产效率比普通抛光提高近 10 倍。

②显著降低表面粗糙度 Ra 值,超声波抛光的表面粗糙度值可达 $Ra\ 0.012\ \mu m$ 。

③能高速地去除电火花加工后形成的表面硬化层和消除线切割加工的黑白条纹。

④对于窄槽、圆弧及深槽等的抛光尤为适用。抛光方法和磨具材料与传统手工抛光相比没有更高要求。

⑤采用超声波抛光,可提高已加工表面的耐磨性和耐腐蚀性。

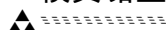
(2) 超声波抛光工具

超声波抛光时,其工具是通过变幅杆下端的联接螺纹固定在变幅杆上的。发生器发出的超声频电振荡经换能器转换成同一频率的机械振动,超声频的机械振动再经变幅杆放大后传给抛光工具,使磨粒和工作液以一定的能量冲击工件表面而进行抛光加工,如图 3.23 所示。



图 3.23 超声波抛光工具

抛光工具的好坏直接影响超声波的传输效率与抛光质量,抛光工具头与工件表面接触部分,可根据需要加工成扁、圆、尖等各种形状。抛光工具有以下几种形式:



①铜质工具：一般选用 J62 或 H59 黄铜，1.5 mm × 8 mm 截面的铜片或 ϕ 4 mm 直径的铜棒，前端锉扁。

②竹质工具：选用老而不枯，无节纹直的毛竹，制成截面为 3 mm × 12 mm（留皮）的竹片，后端倒角，敲入变幅杆紧固后，由中间开始到前端逐渐削薄至约 1 mm，再根据工件要求削成合适形状。

③木质工具：选用材质均匀、无粗纤维、无节纹直的木头制成截面 3 mm × 12 mm 的木具，后端用老虎钳夹扁，敲入变幅杆，前端削扁即可使用。

另外，如锯条、金刚石锉刀等物，只要紧固在变幅杆上，长度适中，都可作为抛光工具，而且在某些场合特别有效。

(3) 超声波抛光工艺

1) 超声波抛光的工艺步骤

【根据工件材质选择磨料种类】—【根据抛光工艺级数（工步）选择变换磨料的粗细】—【根据抛光要求选择工作液并按质量分数配制介质液】—【根据模具零件抛光表面的工艺结构特点选择或制备抛光工具】—【根据抛光的工艺进程选择各抛光阶段的工作频率】—【将工具装在变幅杆上】—【将抛光介质置于被抛光的模具零件表面上，调整工作压力】—【按照抛光工艺级数逐级选择磨料、抛光工具及加工参数，逐步完成零件的抛光工作】。

2) 影响超声波抛光表面质量的因素

① 磨料的粗细

超声波抛光的表面粗糙度数值的大小，取决于每个磨料每次撞击工件表面后留下的凹痕大小，它与磨料颗粒的直径、被加工的材料性质、超声振动的振幅以及磨料悬浮工作液的成分等有关。

当磨粒尺寸较小、工件材料硬度较大、超声振幅较小时，可获得较小的表面粗糙度值，但生产率也随之降低。

磨料粒度是决定超声波抛光表面粗糙度数值大小的主要因素，随着选用磨料粒度的减小，工件表面的粗糙度值也随之降低。采用同一种粒度的磨料而超声振幅不同，则所得到的表面粗糙度也不同。表 3.7 表明了各种磨料粒度在大、中、小 3 种不同超声振幅下所能达到的最终表面粗糙度值。

表 3.7 磨料粒度与表面粗糙度值

金刚石研磨块粒度	输出振幅	表面粗糙度 Ra / μ m	金刚石研磨块粒度	输出振幅	表面粗糙度 Ra / μ m
200 [#]	大	3.5	600 [#]	大	0.7
200 [#]	中	3.0	600 [#]	中	0.6
200 [#]	小	2.5	600 [#]	小	0.4
400 [#]	大	1.5	1 000 [#]	大	0.25
400 [#]	中	1.0	1 000 [#]	中	0.2
400 [#]	小	0.8	1 000 [#]	小	0.15

② 磨料种类与工作液的选择

A. 磨料的选用

磨料的粒度要根据加工表面的原始粗糙度和要求达到的表面粗糙度来选择。磨料的粒度应根据加工表面的原始粗糙度从粗到细采用分级抛光工艺,直到达到要求的表面粗糙度值为止。通常从电加工的表面粗糙度值 $Ra\ 3.2\ \mu m$ 降至 $Ra\ 0.16\ \mu m$ 以下,需要经过从粗抛到精抛的多道工序。粗抛时磨料粒度可选 280[#] 左右,中间采用烧结刚玉、W40 微粉半精抛光,最后用 W3.5 或 W0.5 微粉精抛。

B. 工作液的选用

超声波抛光用的工作液,可选用煤油、汽油、润滑油或水。磨料悬浮工作液体的性能对表面粗糙度的影响比较复杂。实践表明,用煤油或润滑油代替水可使表面粗糙度有所改善。在要求工件表面达到镜面光亮度时,也可采用干抛方式,即只用磨料,不加水液。

C. 抛光余量的大小

抛光时的最小抛光余量应大于电加工变质层或电蚀凹穴深度,以便将热影响层抛去,因此电加工所选用的规范不同,抛光去除厚度也有所区别。电火花粗规范加工的抛光量约为 0.15 mm。电火花中精规范加工的抛光量为 0.02 ~ 0.05 mm。为了保证抛光效率,一般要求电加工后的表面粗糙度 Ra 小于 $2.5\ \mu m$,最大也不应大于 $Ra\ 5\ \mu m$ 。

(4) 超声波抛光效率及其影响因素

1) 抛光工具的振幅和频率的影响

增大振幅与工作频率固然可以提高抛光效率,但过大的振幅和过高的频率将会使抛光工具以及变幅杆的疲劳强度和使用寿命降低,使联接处的损耗也增大,因此,一般振幅为 0.01 ~ 0.02 mm,频率为 16 000 ~ 25 000 Hz。在实际加工中,应调至共振频率,以获得最大的振幅。

2) 压力的影响

加工时抛光工具对工件应有一个适当的压力。压力过小,抛光加工间隙增大,从而减弱了磨粒对工件的撞击力,使抛光效率降低;压力过大,磨粒对工件的撞击力和撞击深度增大,工件表面粗糙度值则变大。抛光工具对工件的静压力一般保持为 3 ~ 5 N 较合适。

3) 磨料种类和粒度的影响

磨料硬度越高,抛光速度越快,但应考虑价格成本。金刚石研磨膏适用于合金工具钢及硬质合金。白色氧化铝磨料适用于淬火钢,黑色碳化硅适用于渗碳钢,绿色碳化硅适用于氮化钢。

另外,磨料越粗,抛光速度越快,但表面粗糙度值越大。

4) 磨料悬浮液浓度的影响

磨料悬浮液浓度低,加工间隙内磨粒少,可能造成加工区局部无磨料的现象,使抛光速度下降。随着悬浮液中磨料浓度的增加,抛光速度也增加。但浓度太高时,磨料在加工区域的循环运动和对工件的撞击运动受到影响,又会导致抛光效率降低。通常采用的浓度为磨料对水的质量比,约为 0.5 ~ 1。

5) 被加工材料的影响

被加工材料硬度越高,抛光效率越低,但易获得较低的表面粗糙度值。

(5) 超声波抛光的注意事项

1) 每次表面粗糙度值的降低应以不破坏工件表面为前提,否则减小磨料粒度是无效的。

- 2) 注意清理每次抛光残留物,包括工件、润滑液、抛光工具及擦布等。
- 3) 应特别注意的是,软质抛光工具每件只能专用一种粒度的磨料,否则粗细混杂,不能使用。
- 4) 磨料粒度应从粗到细逐级降低,不能破坏顺序使用。
- 5) 功率选择应防止振断刚玉,飞溅磨料,但亦应防止振力太小而使抛光效率降低。注意抛光工具联接的损耗,避免抛光工具得不到最大的输出功率。
- 6) 应注意操作手法平稳,压力一致,运动路线按顺序进行,抛光工具沿工件相对移动频率为 10~30 次/min,实际操作可按振动情况灵活使用。
- 7) 应采取一些方法提高抛光效率。如对于较大平面,可加大抛光工具面积,软抛光工具在全功率时,能加至 $\phi 40$ mm 以上。磨料粒度的降低,可采用跳跃降级的办法,即抛光工具头削成 45° 斜面,这样可以提高抛光效率。对于有对称图形的工件,可专门制作仿形工具,以提高抛光速度和精度,从而减少操作困难。
- 8) 电源电压的变化会引起频率的变化,使用时必须注意电压是否正常和进行稳压操作。
- 9) 抛光过程中抛光工具是同时磨损的,对于细小、精密的模具应特别注意在抛光过程中抛光工具的损耗,防止被加工工件超差或变形。自制易耗抛光工具时,应该保持长度、材料、公差及等效质量均与原零件设计一致。

练一练

一、填空题

1. 抛光是使用_____与_____结合,与工件之间的_____,切去工件表面_____后获得_____粗糙度的加工方法。
2. 选择手工抛光工具进行凹曲面抛光时,抛光工具的半径应适当_____曲面半径。
3. 选择手工抛光工具进行凸曲面抛光时,抛光工具的半径应适当_____曲面半径。
4. 手工对自由曲面抛光时,要求抛光工具的宽度应_____ (宽或窄) 一些,以防止产生相互干涉。
5. 常用的手控机械抛光工具有_____和_____两种。
6. 超声波抛光的原理是,利用超声波发生器和换能器所产生的_____,迫使抛光剂中的磨料产生_____,_____工件表面,产生微量切削来完成研抛加工的。
7. 手抛时,抛光膏涂在_____上;机械抛时,抛光膏涂在_____上。
8. 被加工材料硬度_____,抛光效率_____,但易获得_____的表面粗糙度。

二、选择题

1. 通过抛光加工可获得的表面粗糙度值可达_____。
 - A. $0.1 \mu\text{m}$
 - B. $0.01 \mu\text{m}$
 - C. $Ra 0.008 \mu\text{m}$
2. 抛光前,应为抛光留下_____ mm 的余量为宜。
 - A. $0.001 \sim 0.005$
 - B. $0.005 \sim 0.050$
 - C. $0.03 \sim 0.40$
3. 超声波抛光时,抛光工具对模具抛光表面的压力一般_____为宜。
 - A. 保持在 $3 \sim 5 \text{ N}$
 - B. 小于 3 N
 - C. 大于 10 N

4. 超声波抛光的介质通常采用的浓度为磨料对水的质量比,约_____为宜。

A. 2

B. 0.5 ~ 1

C. 0.3

5. 超声波抛光时,抛光工具与工件相对移动频率为_____,实际操作可按振动情况灵活使用。

A. 80 ~ 100 次/min

B. 50 次/min

C. 10 ~ 30 次/min

三、简答题

1. 简述手工抛光的工艺步骤。

2. 简述手工抛光的工艺要点。

3. 简述超声波抛光的工作原理。

4. 简述超声波抛光的工艺步骤。

3.3 模具制造中的挤压珩磨技术

任务内容

1. 挤压珩磨的工作原理与工艺特点。

2. 研磨常用工具的类型与选用。

3. 挤压珩磨介质的组成与夹具选择。

4. 挤压珩磨的工艺过程与工艺要点。

任务目标

1. 理解挤压珩磨的工作原理与工艺特点。

2. 熟悉研磨常用工具的类型与选用。

3. 了解挤压珩磨介质配制与夹具应用。

4. 掌握挤压珩磨的工艺过程与工艺要点。

任务过程

挤压珩磨也称磨料流动加工,它是 20 世纪 70 年代发展起来的一项表面加工的新技术。最初主要用于去除零件内部通道或隐藏部分的毛刺,随后扩大应用到零件表面的抛光。

3.3.1 挤压珩磨的基本原理

挤压珩磨是利用一种含磨料的半流动状态的粘性磨料介质,在一定压力下强迫通过被加工表面,由磨料颗粒的切削作用去除工件表面微观不平材料的工艺方法。如图 3.24 所示为挤压珩磨加工过程的示意图。工件安装并压紧在夹具中,夹具与上、下磨料室相连,磨料室内充以粘性磨料,由活塞对粘性磨料施加压力,并做往复挤压运动,使粘性磨料在一定压力作用下反复在工件待加工表面上滑移通过,从而达到表面抛光的目的。

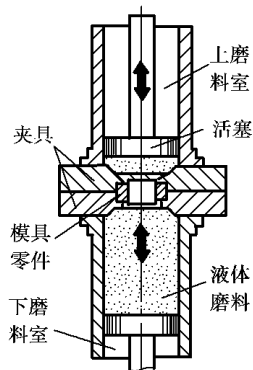


图 3.24 加压珩磨原理

3.3.2 挤压珩磨的工艺特点

(1)适用范围

由于粘性磨料是一种半流动状态的粘弹性材料,它可以适用各种复杂表面的抛光和去毛刺,如模具的各种型孔、型面等,而且几乎能加工所有的金属材料,同时也能加工陶瓷及硬塑料等。

(2)抛光效果

抛光后的表面粗糙度和原始状态有关,可达原始表面粗糙度值的 $1/10$,一般可提高 3 级左右,最好的表面粗糙度值可以达到 $Ra\ 0.025\ \mu m$ 的镜面。磨料流动加工可以去除在 $0.025\ mm$ 深度的表面残留余量,可以去除前面工序(如电火花加工、线切割加工)形成的表面变质层和其他表面微观缺陷。

(3)加工效率

一般材料去除量为 $0.01 \sim 0.1\ mm$,加工时间通常为 $1 \sim 5\ min$,最多十几分钟即可完成。与手工抛光相比,加工时间可减少 90% 以上。对于一些小型零件,可以多件同时加工,效率可大大提高。

(4)加工精度

挤压珩磨是一种表面加工技术,因此,它不能修正零件的形状误差。切削均匀性可以保持在被切削量的 10% 以内,因此,也不至于破坏零件原有的形状精度。由于去除量较少,可以达到较高的尺寸精度,一般尺寸精度可控制在微米的数量级。在这里特别指出,由于珩磨不能纠正模具零件加工表面的位置误差,因此,在进行珩磨加工前,必须使用磨削等加工手段保证其位置精度后,方可进行珩磨。

3.3.3 粘性磨料介质

粘性磨料介质是将磨料与特殊的基体介质均匀混合而成,其作用相当于切削加工中的刀具,是挤压珩磨加工的最关键因素,其性能直接影响到抛光效果。

(1)粘性磨料介质应具备的性能

1)具有一定的流动性和粘弹性,以适应不同表面的加工。当在通过零件的孔时使磨料对孔壁产生足够的切削力。

2)磨料颗粒在介质中分散均匀,并要求介质有很强的内聚力。介质不能粘到磨料上,以致在磨料上形成一层膜,包住了磨料的切削刃,使它不能起到很好的抛光作用。

3)必须具有很小的内摩擦力。只有这样才能使磨料本身很好地传递压力,使磨料顺利通过零件表面进行往复切削运动。增大磨料对零件的摩擦力,减小磨料内部摩擦力,从而提高抛光的效率。

4)稳定性好,使用寿命长。粘性磨料在上、下磨料室内和零件表面上往复运动时,需要克服阻力,必然会产生热量,因此,要求粘性磨料介质不会因温升而软化,否则将降低抛光效果。

5)磨料在配制好之后虽是柔软的,但绝不能发粘。它不应粘到零件上,给清洗造成困难,也不能粘到操作者手上,影响操作人员的正常工作。

6)切削作用强,加工速度快,要有显著的抛光效果。介质对零件无腐蚀作用,对人体无

害,不会产生刺激作用而引起皮肤过敏等。

(2) 粘性磨料介质的组成

粘性磨料介质一般由基体介质、添加剂、磨料 3 种成分均匀混合而成。各成分起着不同的作用。

1) 基体介质 :它是一种半固体、半流动状态的聚合物,其成分属于一种粘弹性的橡胶类高分子化合物,主要起着粘结磨料颗粒的作用。

当加工的孔径较大或孔形比较简单的表面时,一般使用较稠粘的基体介质。而加工小孔和长弯曲孔或细孔、窄缝时,则应使用低粘度或较易流动的基体介质。

2) 添加剂 :这是为获得理想的粘性、稠性、稳定性而加入到基体介质中的成分。其种类有增稠剂、减粘剂、润滑剂等。

3) 磨料 :磨料一般使用氧化铝、碳化硼、碳化硅。当加工硬质合金等坚硬材料时,可以使用金刚石粉。磨料粒度范围是 $80^{\#} \sim 1\ 200^{\#}$;质量分数范围是 $10\% \sim 60\%$ 。应根据不同的加工对象确定所需的磨料种类、粒度、含量。

粗磨料可获得较快的去除速度,细磨料可以获得较小的表面粗糙度值。故一般抛光时用细磨料,去毛刺时用粗磨料。对微小孔的抛光应使用更细的磨料。此外,还可利用细磨料作为添加剂来调配基体介质的稠度。在实际使用中,通常是几种粒度的磨料混合使用,以获得较好的性能。

3.3.4 挤压珩磨的夹具

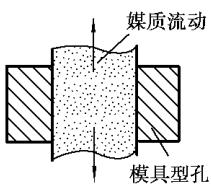
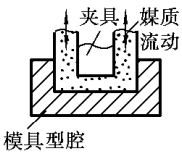
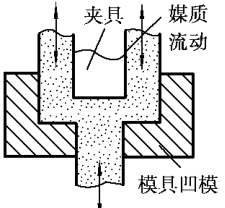
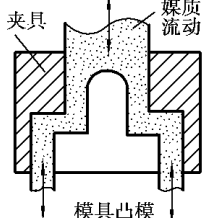
夹具是采用挤压珩磨使模具工作零件达到理想抛光效果的一个很重要的措施。夹具是挤压珩磨的重要组成部分,也是加工中比较灵活的因素,需要根据其具体的工件形状尺寸和加工要求而进行设计,但有时需通过试验加以确定。

夹具的主要作用除了用来安装、夹紧零件、容纳介质并引导它通过零件外,更重要的是在介质流动过程中必须更具对被珩磨零件的结构性状进行相应的约束,以控制介质的流程。因为粘性磨料介质和其他流体的流动一样,最容易通过那些路程最短、截面最大、阻力最小的途径。为了引导介质到所需的零件部位进行切削,可以利用特殊设计的夹具,在某些部位进行阻挡、拐弯、干扰,迫使粘性磨料通过所需抛光的部位,如图 3.25 所示。珩磨夹具内部的密封必须可靠,因为微小的泄漏都将引起夹具和工件的磨损,并影响抛光效果。

模具型面分为:通孔、阶梯孔、凹模型腔、凸模型芯 4 种类型,表 3.8 为 4 种类型型面和夹具的加工原理图。

如图 3.26 所示为挤压珩磨底部不通的型腔的夹具。对凸模外型挤压珩磨,夹具就做成将凸模包围起来。

表 3.8 常用珩磨夹具类型和应用

型面类型	加工机构	模具种类	型面类型	加工机构	模具种类
通孔		挤压模 拉丝模 冲压模 塑料模	凹模型腔		冲压模 塑料模 钢铸模
阶梯孔		锻模 压型模 冲压模 塑料模	凸模型芯		冲压模 塑料模 锻模

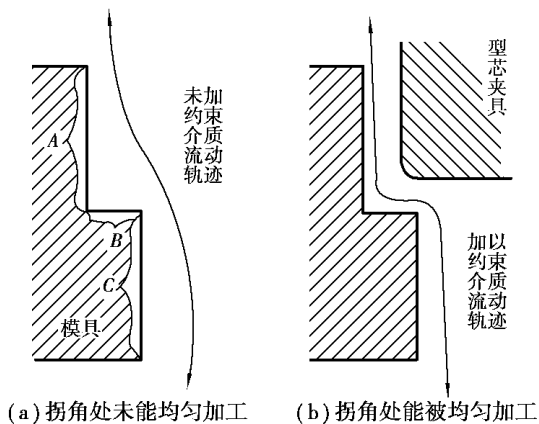


图 3.25 介质流动约束与珩磨加工

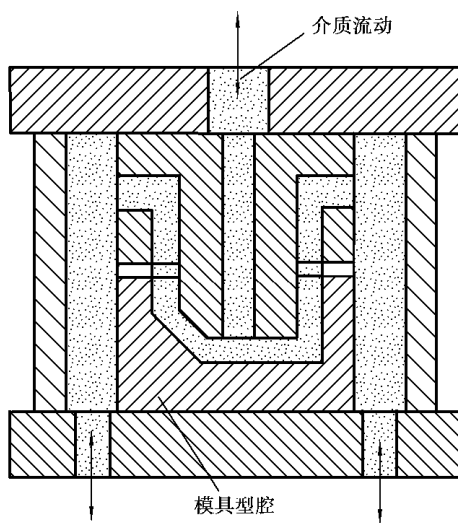


图 3.26 模具型腔的珩磨夹具

3.3.5 挤压珩磨加工的工艺步骤与后处理

(1) 珩磨加工的工艺步骤

【根据工件材料选择介质磨料和介质液】—【根据加工要求配制介质液】—【根据模具零件的结构工艺特点设计和制造珩磨夹具】—【将模具零件和夹具按要求进行安装】—【在珩磨机上选择合理的珩磨压力和介质流速】—【选择控制珩磨时间】—【启动进行珩磨工作】—【控制检验表面质量,直至达到设计要求】—【取出填充介质】—【对模具零件和夹具进行清理、清洗】。

(2) 珩磨加工的后处理

挤压珩磨结束后,在工件和夹具中填充了介质,需要将其取出。由于介质本身的结合力强,因此,当剥离介质有困难时,则可准备少量介质使其与工件上的介质相互结合而简单地引出。用手接触不到之处可用压缩空气清洗。如果将用压缩空气吹过的模具凸、凹模型面放入有机溶液中浸渍,介质很容易地被溶解而清洗得更好。如与超声波清洗方法合用则效果会更好。

(3) 挤压珩磨工艺参数和工艺规律

挤压珩磨工艺参数除了粘性磨料介质的稠粘度、磨料种类和粒度外,主要的还有挤压压力、磨料介质的流动速度(或单位时间介质流量)、加工时间等。挤压压力、流量、加工时间由挤压珩磨机控制。挤压压力一般控制在 $3 \sim 15 \text{ MPa}$,流量一般控制在 $7 \sim 25 \text{ L/min}$,加工时间由几分钟到几十分钟范围内。

1) 挤压压力:单位时间的研磨量大体上随挤压压力的增大而增加。

2) 磨料介质的流动速度:

① 磨料介质的流动速度随挤压压力的增加而增加。

② 磨料介质的流动速度随介质温度的增高而增加。

3) 加工时间:工件表面粗糙度最初随加工时间的增加而迅速改善,但达到一定表面粗糙度后,再增加抛光时间,表面粗糙度却不再改善。

练一练

一、填空题

1. 挤压珩磨是利用一种含_____的半流动状态的粘性磨料介质,在_____下强迫通过被加工表面,由磨料颗粒的_____去除工件表面微观不平材料的工艺方法。
2. 挤压珩磨材料去除量在_____ mm,加工时间通常为_____ min。
3. 挤压珩磨的粘性介质主要由_____、_____和添加剂组成。

二、选择题

1. 挤压珩磨的压力应控制在_____。
A. 小于 1 MPa B. $3 \sim 15 \text{ MPa}$ C. 大于 20 MPa
2. 挤压珩磨粘性介质的流量宜控制在_____范围内。
A. $7 \sim 25 \text{ L/min}$ B. 5 L/min C. 30 L/min

三、简答题

1. 简述挤压珩磨的工作原理。
2. 简述挤压珩磨夹具的作用。
3. 简述挤压珩磨的工艺步骤。

3.4 模具制造中的其他表面加工技术简介

任务内容

1. 弹性体蠕动抛光的原理和工艺方法。
2. 可挠曲片状油石抛光的原理与工艺方法。
3. 磁力与铁粉刷抛光的原理与工艺方法。
4. 超精研抛的工作原理与工艺方法。

任务目标

1. 了解弹性体蠕动抛光的原理和工艺方法。
2. 了解可挠曲片状油石抛光的原理与工艺方法。
3. 了解磁力与铁粉刷抛光的原理与工艺方法。
4. 熟悉超精研抛的工作原理与工艺方法。

任务过程

近年来,为了提高模具工作零件研磨、抛光的机械化、自动化水平,研发了许多机械化、自动化研磨、抛光装置及技术。其中有利用弹性体反复变形进行模具工作零件的自动化抛光;利用板状弹性油石反复弯曲变形对模具工作零件表面进行抛光;自动仿形对模具工作零件轮廓进行摇动式抛光及由数据驱动的模具抛光机械手等多种形式。

3.4.1 弹性体蠕动抛光法

利用如聚氨酯橡胶一类的弹性体在受外力压缩时其体积横向膨胀的原理,把研磨粉放在被抛光工件与弹性体之间,然后加压,使弹性体与工件的接触面产生横向蠕动,以起到抛光作用的方法,对于型腔隅角处的抛光特别有效。其工艺方法如图 3.27 所示。

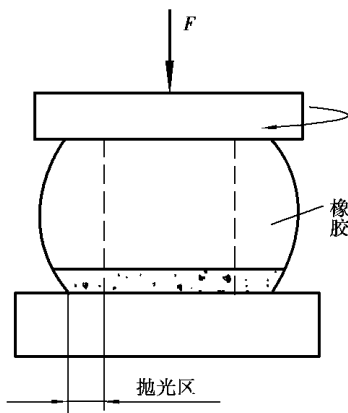


图 3.27 弹性体蠕动抛光

这种方法除了利用弹性体的压缩之外,还发展为利用弹性体的旋转进行抛光。就是把装有聚氨酯橡胶的工具联接于万向接头,然后装在回转轴上,一边加压,一边旋转。所用的聚氨酯橡胶邵尔 A 硬度为 70~80,也可以用邵尔 A 硬度为 50 的丁苯橡胶。

为提高抛光效率,常将研磨粉混于橡胶中,用混有研磨粉的橡胶进行研磨、抛光。橡胶中含研磨粉的质量分数越大,抛光性越好。

如果只使用单纯混有研磨粉的橡胶,研磨粉含量过高时,会使橡胶在多次反复加压时破裂。为提高弹性体寿命,将弹性体制成上部高度为 22 mm 的无研磨粉的纯橡胶,下层厚度为 3 mm 的含研磨粉的橡胶,提高橡胶中研磨粉的含

量,以改进抛光效果。

旋转抛光适用于抛光曲面零件。其中弹性体直径为 20 ~ 30 mm ,高度约 25 mm 为宜。

3.4.2 可挠曲片状油石抛光

片状油石是用氧化铝长纤维为研磨料,以环氧树脂为粘结剂制造的。粗抛用直径为 22 μm 的长纤维,中抛用直径为 15 μm 的长纤维,精抛用直径为 10 μm 的长纤维。把片状油石倾斜装在抛光用压力头上,当压力头上下移动时,片状油石便受压弯曲而做往复抛光运动,如图 3.28 所示。

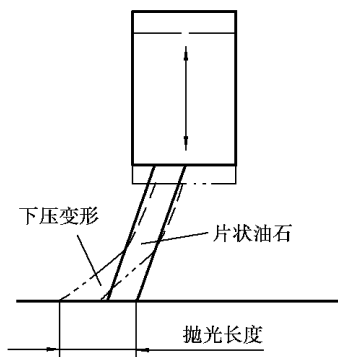


图 3.28 可挠曲片状油石抛光

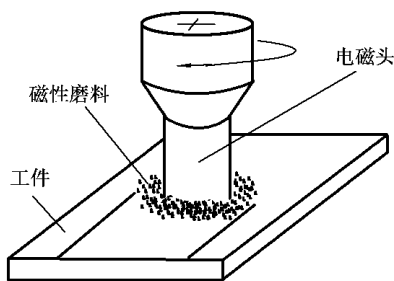


图 3.29 磁力抛光

压力头的上下运动频率为每秒 22 次。片状油石的预变形量越大,抛光深度越深,抛光效率越高。抛光时的进给速度越低,抛光深度越深。因此,油石的预变形大,而进给速度低时,能获得高质量、高效率的抛光面。

可挠曲片状油石抛光的实例:模具工作零件材料为 55# 中碳钢,经电加工后表面粗糙度值为 $Ra\ 28 \sim 17\ \mu\text{m}$ 。粗抛光 2 min 后,模具工作零件表面粗糙度值达到 $Ry5 \sim 4\ \mu\text{m}$;中抛光 4 min 后,模具工作零件表面粗糙度值达到 $Ry3.5 \sim 2.5\ \mu\text{m}$;精抛光 2 min 后,模具工作零件表面粗糙度值达到 $Ry2\ \mu\text{m}$ 以下。

3.4.3 磁力抛光法

磁力抛光法是用带磁性的研磨料,在电磁头的吸引下,按照磁场的形状呈刷子状排列。此磁刷在旋转铁芯电磁体的作用下,在工件表面移动进行研磨、抛光。由于这种研磨工具具有柔性,能较好地与曲面相接触,因而是一种具有发展前途的研磨方法。如图 3.29 所示为磁力抛光法的原理图。

对于曲面抛光时,可以使用如图 3.30 所示的磁力头。磁力头为球面,工件为自由曲面,由于加工间隙不均匀,必然存在有磁力线不均匀的现象,导致对倾斜面及曲面的抛光量有差异,倾斜面的倾斜角越大,抛光量越小,曲率半径越小,抛光量越小。

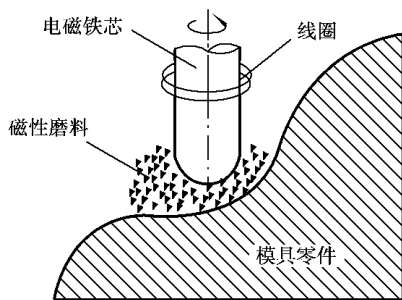


图 3.30 曲面磁力抛光

3.4.4 液体磨料与铁粉刷抛光法

这是以铁粉作为刷子,在切削用润滑油中加入磨料的抛光方法。在数控铣床上加装电磁抛光头,把被抛光零件置于装有液体磨料的容器中进行抛光,如图 3.31 所示。

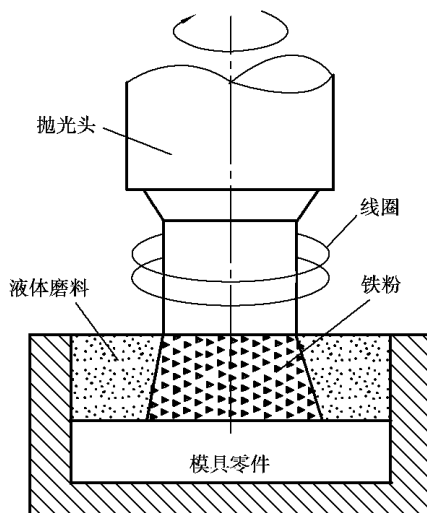


图 3.31 液体磨料抛光

液体磨料的主要成分为体积分数 20% 的研磨粉、脂肪酸、有机溶剂。铁粉粒子的直径为 $60 \sim 150 \mu\text{m}$ 。铁粉粒子粗,抛光后工件表面粗糙度值较大。抛光头转速高,抛光量增大,但表面粗糙度值也增大。一般以 $1\,000 \text{ r/min}$ 为宜。工具与被抛光件之间的间隙过大时,磁通密度减小,抛光效率低;而间隙过小时,工件表面粗糙度值也增大,一般以 0.8 mm 为宜。抛光后,则可获得 $Ra\,0.1 \mu\text{m}$ 的表面粗糙度值。

3.4.5 超精研抛

(1) 超精研抛的工作原理

1) 超精研抛概念

超精研抛加工方法是一种具有均匀复杂轨迹的光整加工方法。超精研抛加工的运动原理是:磨具在含有自由磨粒的研抛液中,紧压在工件被加工表面上作高速旋转运动,工件固定安装在工作台上,工作台由两个做同向同步旋转运动的立式偏心轴带动,做纵向直线往复运动(工作台这两种运动的合成运动称为旋摆运动)。磨具的高速旋转运动与旋摆运动合成了极其复杂、均匀而又细密的运动轨迹。

超精研抛加工是一种新运动形式的复合光整加工技术。由于超精研抛技术同时具有研磨、抛光和超精加工的特点,故称这种加工方法为“超精研抛”。

2) 超精研抛运动原理

超精研抛加工的运动原理如图 3.32 所示。超精研抛加工的磨具呈圆环形,超精研抛磨头与磨具座的组件称为超精研抛具。超精研抛具安装在超精研抛机床的主轴上,由分离传动和

采取隔振措施的电动机带动做同步旋转。超精研抛具受主轴箱内的压力弹簧作用,将装夹在工作台上的工件压紧。工件浸泡在超精研抛液池中。工作台由机床侧面一对具有同偏心量的偏心轴带动,做同向同步旋转,这时,被一对偏心轴带动的工作台做旋摆运动。为了使工件能在全部待加工表面上均得到研磨,则需另外给工作台一个直线运动。

3) 超精研抛的特点

①高速、高效、轨迹复杂的研磨特性。一般研磨的速度比较低,而超精研抛为 $120 \sim 150 \text{ m/min}$ 。超精研抛效率一般为研磨的 15 倍。

超精研抛轨迹是一种复杂的复合轨迹,它以次摆线为母轨迹,沿着次摆线母轨迹做另一种次摆线的复合轨迹。超精研抛轨迹网纹交点在纵横两个方向上的间距大致相等。在超精研抛的工件表面上每一点的研抛几率几乎相同,轨迹网纹均匀细密。

②可直接加工出镜面。由于超精研抛使用的磨具、磨料与抛光所使用的磨具、磨料相似,因此,超精研抛也具有抛光的特性。超精研抛由于研抛轨迹复杂均密,因而从加工原理上消除了“中间白带”,同时因为超精研抛是在研抛液中进行加工的,因此,从加工条件上消除了灼焦、划伤等表面缺陷。即使由于偶然的原因,工件的表面侵入灰尘、杂质、微屑等也会被液流推移到研抛液池底,不致伤害被加工表面。

③在自由磨粒的研抛液中超精加工。超精研抛加工时,将工件浸泡在超精研抛液池中,研抛液中的自由磨粒在研抛力的作用下,不断地翻滚,使其各刃边均能充分地发挥作用。同时研抛液还具有冷却润滑作用,能及时排除因研抛过程中工件与研抛磨头剧烈摩擦和去除微屑时产生的局部切削热。

④超精研抛机理。超精研抛加工分为一般超精研抛加工与修饰超精研抛加工两种。一般超精研抛加工使用脱脂木材超精研抛具,修饰超精研抛加工也称为清理超精研抛加工,使用无杂质的细毛毡超精研抛具。

(2) 超精研抛具

1) 超精研抛具的组成

超精研抛加工使用的超精研抛具是由超精研抛磨头和超精研抛磨头座两部分组成。超精研抛磨头是直接“携带”磨料(指超精研抛液中的自由磨粒)的部分。研抛磨头的形状先制成短圆柱形,再将其中心部位挖成小圆形空洞。

研抛磨头的材料有两种:一种是脱脂木材,另一种是高质量的细毛毡。如图 3.33 所示,研抛磨头座 1 是联接研抛磨头 3 与机床主轴的座体。研抛磨头座的形状,其主体制成圆柱体,上部制有内螺纹,用以与机床主轴相连,研抛磨头的下端,可用火漆 2 粘接研抛磨头。研抛磨头座用黄铜或不锈钢制成,这是为了在超精研抛过程中耐磨,并保证浸泡在研抛液中不会锈蚀。

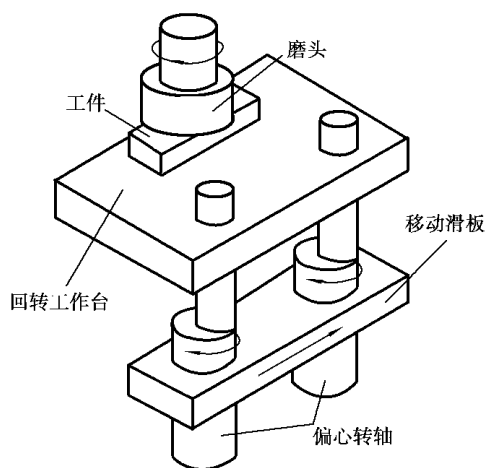


图 3.32 超精研抛加工的运动原理

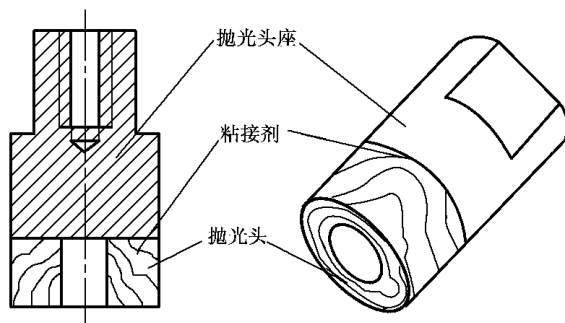


图 3.33 研抛具

2) 超精研抛液

① 超精研抛液的作用

超精研抛液由研抛剂(自由磨粒)及其介质(纯水)组成。自由磨粒在研抛过程中相当于无数多的微型刀具。微细的自由磨粒采用二氧化二铬,以不同的比例与纯水混合,搅拌均匀。磨料分散到液体介质中进行超精研抛有以下优点:

A. 由于超精研抛是在研抛液中进行加工,能使磨粒分散得比较均匀,因此,工件的被加工表面可获得比较均匀的轨迹。研抛磨头和工件在研抛液中的复杂运动起着自动搅拌的作用,这样研抛液浓度就是均匀的,工件表面上任一点受到的研抛几率也是相同的。

B. 发挥充分的清洗作用。在研抛液中研抛时,微屑被研抛运动带到研抛液池底,起到了清洗作用,因而,研抛液中研抛的工件表面质量较高。

C. 研抛液中研抛具有充分的冷却润滑作用。

② 超精研抛液的组成

A. 超精研抛磨料。超精研抛剂不采用比工件还硬的金刚石磨料,因为金刚石易于嵌砂,往往撕裂工件表面,留下较深的划伤。软磨料最好采用工业用三氧化二铬作为自由磨粒。三氧化二铬有两种:一种是高纯的,还有一种是普通的。一般采用纯度(质量分数)为 99.0% 的二级普通三氧化二铬,即可满足研抛要求。

采用天然旦石作研抛剂只能用于粗研抛或预研抛工序,因为旦石粉末颗粒粗大而不规则,研抛效果比较差。将其直接修整后兼作研抛头使用,可直接安装在研抛具支座上。

B. 研抛介质。纯水是一种良好的研抛介质,要求其清洁而又无杂质,一般用蒸馏水。其制法简单,成本低廉。

可将特制无杂质的磨削加工用的乳化液过滤后加入 10 倍左右的蒸馏水稀释后使用。乳化液多用于粗研抛工序或预研抛工序,不宜用于精研抛工序。

③ 超精研抛液的配方

粗研抛的研抛液浓度高,即研抛剂占的比例高,使用磨料粒度较粗;精研抛的研抛液浓度低,使用磨料粒度较细。

粗研抛磨料粒度用 W2 ~ W5;精研抛磨料粒度用 W1.5 ~ W5;终精研抛磨料粒度用 W1.5 ~ W0.5,甚至用更细的磨料粒度。

在研抛过程中,可不断地向工件被研抛表面流入或注入研抛液,为防止研抛剂在水中沉

淀,可在研抛液中添加少量的重铬酸钾和聚乙烯醇,其配方如表 3.9 所示。

表 3.9 防止研抛剂沉淀的研抛液配方(体积比)

成分	名称	三氧化二铬	重铬酸钾	聚乙烯醇	纯水
	分子式	Cr ₂ O ₃	K ₂ Cr ₂ O ₃	(CH ₂ -CHOH) _x	H ₂ O
混合体积比		1	16	16	10 000

为了提高研抛质量与研抛效率,采用研抛液中研抛,其研抛液配方如表 3.10 所示。

表 3.10 研抛液中研抛的超精研抛液配方

研抛液种类	配方(体积比)		
	研抛剂	纯水	乳化液
纯水介质研抛液	1	10 000	—
乳化液介质研抛液	1	—	20 000

粗研抛可选用较高浓度的研抛液,是一种不透明深绿色的稠状液体。精研抛中选用较低浓度的研抛液,是一种半透明黄绿色的半稠状液体,终精研抛可选用最低浓度的研抛液,是一种透明浅黄色的液体。

(3)超精研抛工艺参数

1)超精研抛加工余量

由于超精研抛加工的工件表面一般需要加工至镜面,因此,在确定研抛加工余量时,应考虑到研抛前工序加工形成的表面粗糙度。研抛前工件的表面粗糙度值越小,即表面越光洁,研抛达到镜面所需的时间越短,研抛效率越高。研抛前表面足够光洁时,则可直接使用预制的“壳膜化”研抛头加工。

2)超精研抛压力

只有选择合适的研抛压力,才能获得良好的研抛效果。一般精研抛采用较低的研抛压力,修饰清理研抛采用更低的研抛压力。一般可按表 3.11 选取研抛压力。

表 3.11 研抛压力的选取

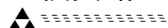
项目名称	粗研抛	精研抛	修饰清理研抛
研抛压力/N	10 ~ 30	5 ~ 10	5 ~ 10

3)超精研抛机的运动参数

①超精研抛具的线速度 粗研抛主要考虑生产效率高,可选择 70 ~ 100 m/min;精研抛可选择 40 ~ 60 m/min。

②旋摆振幅 旋摆圆的直径称为旋摆振幅。旋摆振幅等于 2 倍的旋摆偏心量。旋摆偏心量一般取 1 ~ 2 mm,旋摆振幅一般取 2 ~ 4 mm。

③旋摆频率 f 旋摆圆的转数称为旋摆频率。一般旋摆频率越高,研抛效率越高。在机床具有高运动平稳性能保证不影响研抛质量的条件下,可选取高的旋摆频率。普通刚度与精度



的超精研抛机床选取旋摆频率 $f = 60 \sim 300$ 次/min,机床不会产生振动,能获得满意的研抛质量。

④直线往复运动进给量 S :工件(工作台)的直线往复运动进给量越大,则研抛的生产率越高,进给量越小,一般对改善研抛表面粗糙度越有利。但进给量过小,容易产生爬行,当进给量趋近于零时,表面粗糙度值会变大。选择过小的进给量,会大大降低研抛效率。一般选取 $S = 0.5 \sim 2$ mm/s。

练一练

1. 简述弹性体蠕动抛光法的工作原理。
2. 简述可挠曲片状油石抛光的工作原理。
3. 简述磁力抛光法的工作原理。
4. 简述液体磨料与铁粉刷抛光法的工作原理。
5. 简述超精研抛加工的工作原理。

第 4 章 模具制造工艺知识

4.1 模具制造中常用的加工设备简介

4.1.1 车床在模具制造中的应用

任务内容

1. 车床的种类与工作原理。
2. 车床在模具制造中的应用。

任务目标

1. 熟悉车床的种类与工作原理。
2. 熟悉车床在模具制造中的应用。

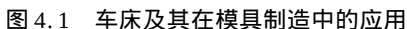
任务过程

(1) 车床的种类与工作原理

车床是主要以工件旋转作为主运动,车刀在平面内做横向、纵向直线运动或做复合进给运动,对工件进行车削加工的机床。根据控制方式的不同,一般分为普通车床(见图 4.1(a))和数控车床(见图 4.1(b))两种。数控车床属于自动车床,它主要是通过计算机用程序进行控制,其自动化程度高,加工质量稳定,生产效率高,加工的适用范围广,目前在机械制造中得到广泛应用。普通车床属于半自动车床,其加工过程主要由人工控制,其通用性好,但由于受控制方式的限制,其生产效率较低,劳动强度大。车床主要用于加工轴、盘、套和其他具有回转表面的工件,如图 4.1 所示。

(2) 车床在模具制造中的应用

车床主要用于回转体零件的加工。在模具制造中,主要用于导套、导柱、推杆、顶杆,具有回转表面的凸模(型芯)、凹模(型腔)回转型面,以及内外螺纹等模具零件的粗加工或半精加工,也可以利用各种夹具来完成如磨削、镗孔、铣削等加工工作。掌握了车床的工作性能 and 操作方法,对于模具中具有回转表面零件的加工有十分重要的意义,如图 4.1 所示。



任务内容

1. 铣床的种类与工作原理。
2. 铣床在模具制造中的应用。

1. 熟悉铣床的种类与工作原理。
2. 熟悉铣床在模具制造中的应用。

(1) 铣削加工工作原理

140

的切削加工,如各种平面、沟槽、孔及孔系、曲面的加工。铣床根据主轴的位置不同,可分为卧式万能铣床和立式铣床两种;根据控制方式的不同,可分为普通铣床(见图4.2(a))和数控铣床(见图4.2(b))以及铣削加工中心(见图4.2(c))3种。特别是数控铣床与铣削中心,在计算机程序的控制之下,可以运用数控程序实现机床的二又二分之一轴、3轴、5轴等方式的自动控制(见图4.2),也可以与多种CAD/CAM软件链接,完成复杂机械零件的数控加工。在模具制造中,铣床是应用得最为广泛的机床之一。

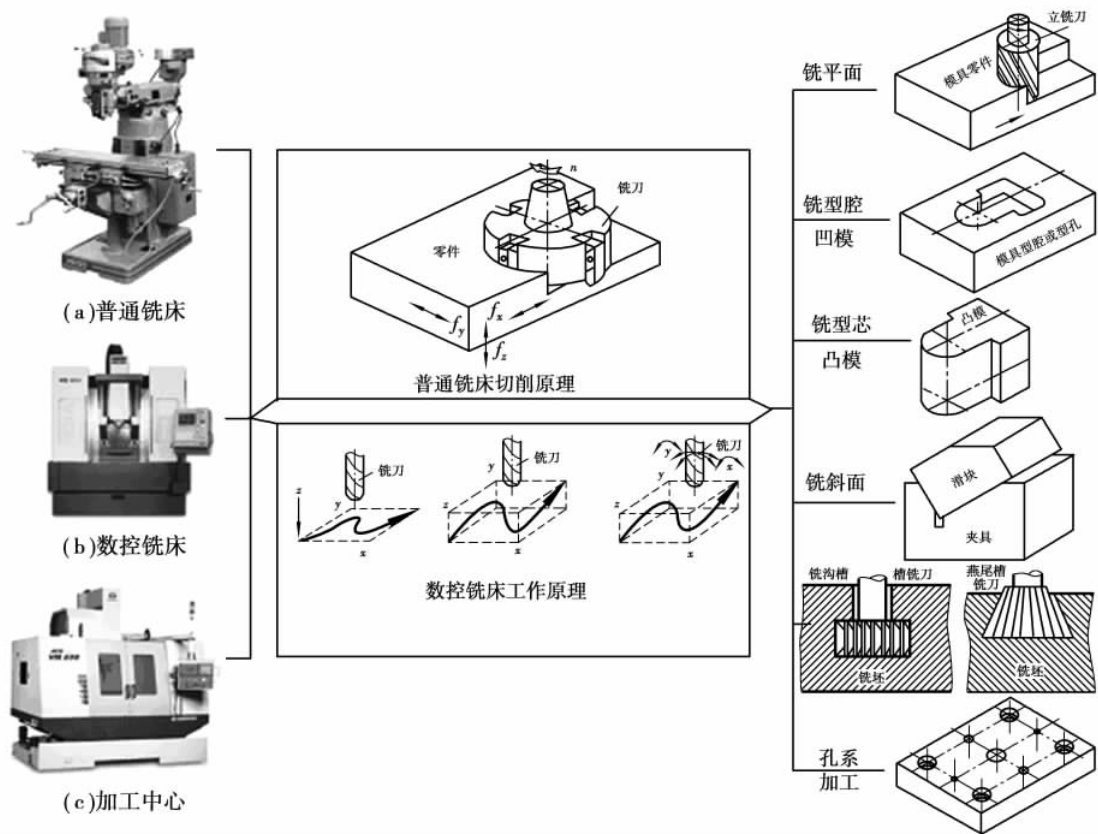


图4.2 铣床、加工中心及其在模具制造中的应用

(2) 铣床加工在模具制造中的应用

在模具零件中,由于其大多数零件均需要进行平面加工、孔系加工、沟槽加工、曲面以及成型表面加工,而铣床是最适合这样一些表面加工的,因此,铣床是模具制造过程中应用最为广泛,也是最为重要的加工设备之一。

在模具制造中,铣床可以很方便地加工出各种平面(水平面、垂直面、斜面等),利用其进给运动形式和方向较多的特点,很方便地实现各种曲面的加工,如模具中的凸模(型芯)、凹模(型腔)等零件的加工。利用成型铣刀完成成型面加工,完成各种沟槽的加工(直槽、V形槽、T形槽、螺旋槽等),还可以很方便地进行钻孔、铰孔、攻丝以及镗孔等加工,很容易地完成圆柱孔及其孔系的镗削加工等,如图4.2所示。

4.1.3 磨床在模具制造中的应用

任务内容

1. 磨床的种类及工作原理。
2. 磨床在模具制造中的应用。

任务目标

1. 熟悉磨床的种类及工作原理。
2. 熟悉磨床在模具制造中的应用。

任务过程

(1) 磨床的种类及工作原理

磨床是一种精密加工机床,它主要是利用砂轮的高速旋转作为主运动,以工作台带动工件做往复区间运动,或磨头头架带动工件做旋转运动以及磨床砂轮架带动砂轮做往复直线运动来作为进给运动,从而完成对工件的磨削加工,如图 4.3 所示。

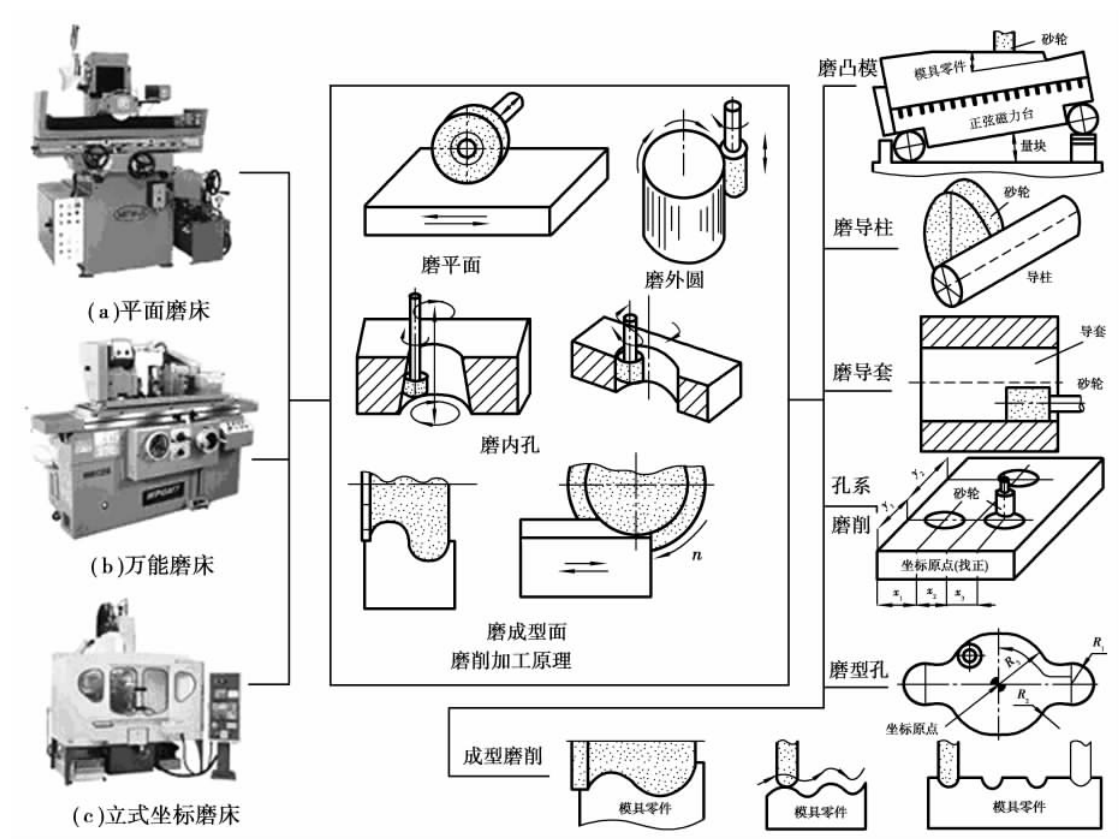


图 4.3 磨床及其在模具制造中的应用

根据进给运动的形式不同,磨床可分为有用于平面及成型磨削的平面磨床(见图4.3(a))、用于内孔及外圆磨削的万能磨床(见图4.3(b))以及专用于孔系精密磨削的立式坐标磨床(见图4.3(c))等。又根据控制方法的不同,可分为普通磨床和数控磨床。

磨床磨削加工的进给运动形式,除了与被磨削工件的结构形状有关外,还与磨床的结构原理有关,如平面磨床、万能磨床、坐标磨床等的进给运动形式和运动方向是不同的。

数控磨削时,其进给运动由计算机控制,与CAD/CAM软件结合,根据被磨削模具零件的曲面或曲线轮廓,通过编制程序控制进给运动部件协调合成运动,来完成模具型孔和型腔的磨削加工。

由于模具零件的一般加工精度都比较高,以及模具工作零件均要求具有较高的强度、硬度和耐磨性,这些零件往往都需要淬火热处理或使用高强度、高硬度材料制造,而磨床是最适合这些材料的加工的。因此,磨床和铣床一样,也是模具制造中最为重要的设备之一。

(2)磨床在模具制造中的应用

磨床在模具制造中的应用如图4.3所示。

1)适用于对模具零件的水平面、垂直面、斜面的磨削加工,也可以通过对砂轮进行成型修整后,完成形状比较简单的曲面等成型面的磨削。

2)适用于磨削如导套、导柱之类的内、外圆柱(锥)面,以及砂轮修磨后对成型回转表面的磨削加工。

3)适用于对精密孔系以及型孔的磨削加工,也可利用CNC技术完成对复杂型面(如复杂型孔、型腔等)的磨削加工。

4.1.4 电火花机床在模具制造中的应用

任务内容

1. 电火花机床的种类与工作原理。
2. 电火花机床在模具制造中的应用。

任务目标

1. 熟悉电火花机床的种类与工作原理。
2. 熟悉电火花机床在模具制造中的应用。

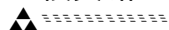
任务过程

(1)数控电火花机床的种类与工作原理

常用的电火花加工机床有中小型的单柱式(见图4.4(a))、大型精密的龙门式(见图4.4(b))和用于对高硬材料进行高速穿孔加工的电火花穿孔加工机床(见图4.4(c))。

电火花机床在加工时,是在液体绝缘介质中,通过机床的自动进给调整装置,使工具电极与工件之间保持一定的放电间隙,然后在工具与工件电极之间施加强脉冲电压,击穿绝缘的介质层,形成能量高度集中的脉冲放电,使工件与工具电极的金属表面,因产生的高温(10 000 ~ 12 000 ℃)被熔化甚至被汽化,同时产生爆冲效应,使被蚀除的金属颗粒抛出加工区域,在工

模具钳工



件上形成微小凹坑。然后绝缘介质恢复绝缘,等待下一次脉冲放电,这种周期往复形成对工件的电火花加工。

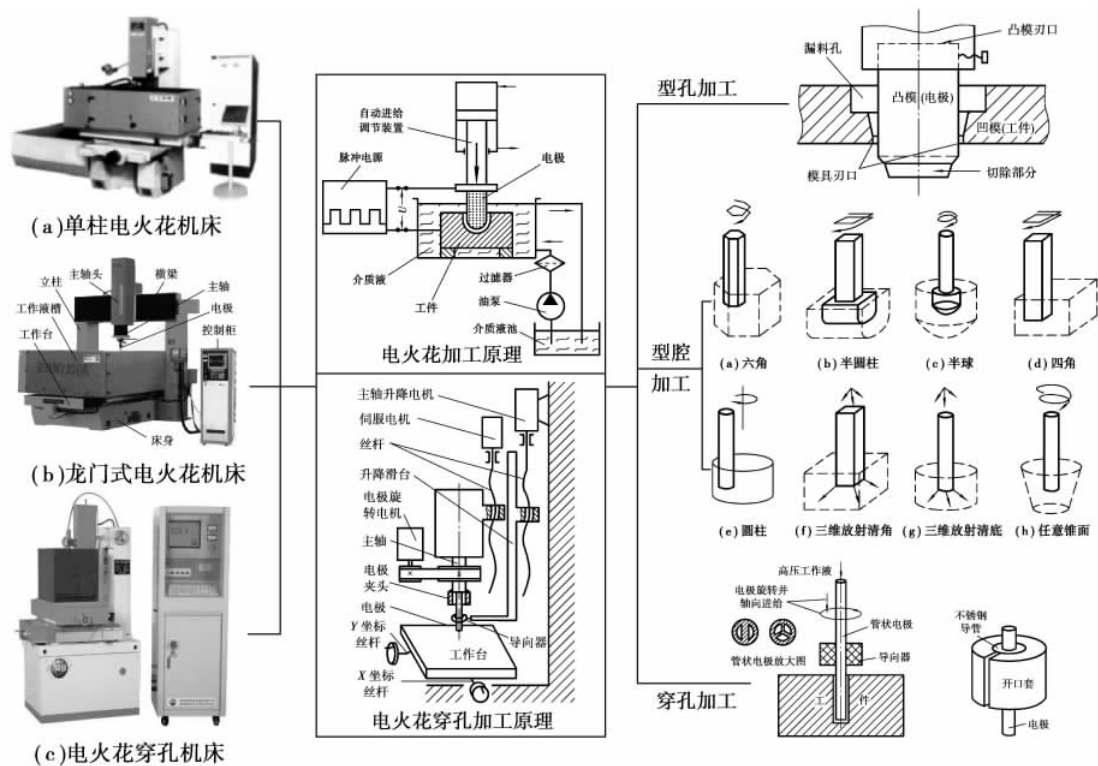


图 4.4 电火花机床在模具制造中的应用

(2) 电火花加工在模具制造中的应用

根据电火花加工的特点,电火花特别适用于淬火钢、硬质合金和各种合金等材料的成型加工,这样就解决了材料淬火后除磨削以外就不能再进行切削加工问题,也解决了各种难加工材料的成型加工问题。同时,电火花也特别适合模具中一些细小孔洞和狭小沟槽的加工。

从模具零件的结构来说,电火花既可以加工各种形状复杂的型孔和型腔,也可以很方便地应用于凸模以及其他形状复杂的结构零件的加工,如图 4.4 所示。

4.1.5 线切割机床在模具制造中的应用

任务内容

1. 数控线切割机床的种类及工作原理。
2. 数控线切割机床在模具制造中的应用。

任务目标

1. 熟悉数控线切割机床的种类及工作原理。
2. 熟悉数控线切割机床在模具制造中的应用。

任务过程

(1) 数控线切割机床的结构与工作原理

如图 4.5 所示,数控线切割机床的基本原理与电火花机床一样,也是通过电极与工件之间的脉冲放电所产生的电腐蚀作用,对工件进行加工的。其工作过程是:根据工件的形状和尺寸,按规定的格式编写程序,通过线切割的数控装置,将输入的程序转化为脉冲型信号,控制其伺服系统使机床进给系统产生相应切割运动轨迹,来完成工件的切割加工。

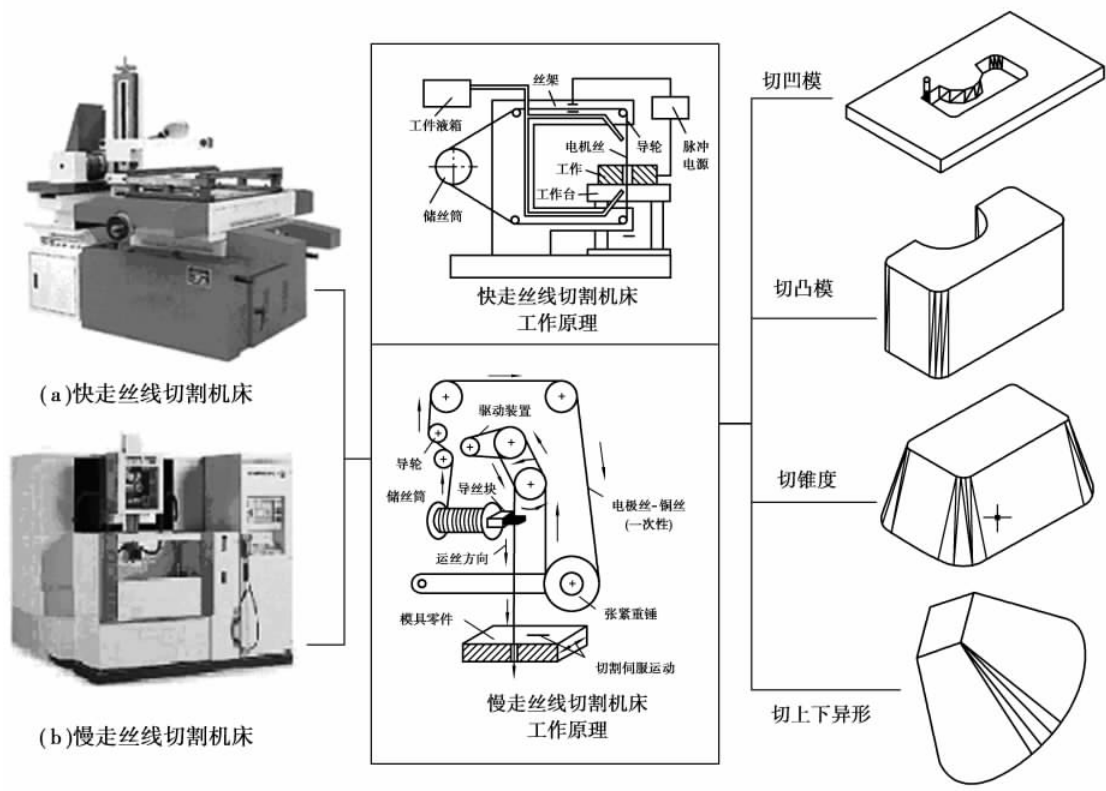


图 4.5 线切割机床在模具制造中的应用

(2) 数控线切割机床的性能及其在模具制造中的应用

- 1) 加工冲裁模具的凸模、凹模、固定板和卸料板等。
- 2) 加工塑料模具型腔及镶件。
- 3) 加工粉末冶金模具、拉丝模具、波纹板成型模具、热挤压模具及冷拔模具等。
- 4) 加工模具中的细小孔槽和细小窄缝等。
- 5) 也可用于成型刀具和样板加工。

在模具制造中还需要使用其他设备,在这里不作赘述了。

练一练

一、填空题

1. 车床工作的主运动是_____,进给运动是_____。
2. 铣床工作的主运动是_____,而其基本的进给运动则包括 3 种,即工作台带动工件做_____,_____和_____运动。工作时,可根据模具零件的结构、形状的复杂程度,来选择单一或复合的进给运动,并完成零件的铣削加工。
3. 磨床工作的主运动是_____。其进给运动则根据磨削工件的不同而不同:
 - (1)磨削外圆时:为工件的低速_____运动和_____运动。
 - (2)磨削圆柱孔时:砂轮磨头的_____运动和_____运动。
 - (3)磨削圆锥孔时:砂轮磨头的_____行星运动和_____运动。
 - (4)磨削平面时:为工件的_____运动和砂轮架的_____运动。
 - (5)砂轮成型修整后,在平面磨床上进行成型磨削:工作台_____和间歇性的切深运动。
4. 电火花机床是利用工具电极与工件电极之间保持一定的_____间隙,在脉冲放电的条件下产生_____放电,来完成对模具零件的成型加工的。
5. 线切割机床工作时,电极丝在储丝筒的带动下做快速的_____切割运动,工件在工作台的带动下,做_____向和_____向的合成进给运动,来完成对模具简单和复杂型孔的切割加工。

二、简答题

1. 试述车床在模具制造中的作用。
2. 试述铣床在模具制造中的作用。
3. 试述磨床在模具制造中的作用。
4. 试述电火花机床在模具制造中的作用。
5. 试述数控线切割机床在模具制造中的作用。

三、调查了解题

1. 调查自己学校的实习车间,了解车间里的设备种类、型号、性能和工作任务。
2. 进入工厂,了解目前机械制造中常用设备的种类、型号、性能和主要工作任务。
3. 在互联网上查询,了解目前模具制造中常用的主流设备的种类、型号、性能及其用途。

4.2 模具制造的工艺过程简介

任务内容

1. 模具制造和装配的工艺过程。
2. 模具钳工在模具制造中的地位。

任务目标

1. 熟悉模具制造和装配的工艺过程。
2. 明确模具钳工在模具制造中的地位。

任务过程

4.2.1 模具制造的工艺过程

(1)模具零件制造的工艺过程

模具零件制造的工艺过程如图 4.6 所示。

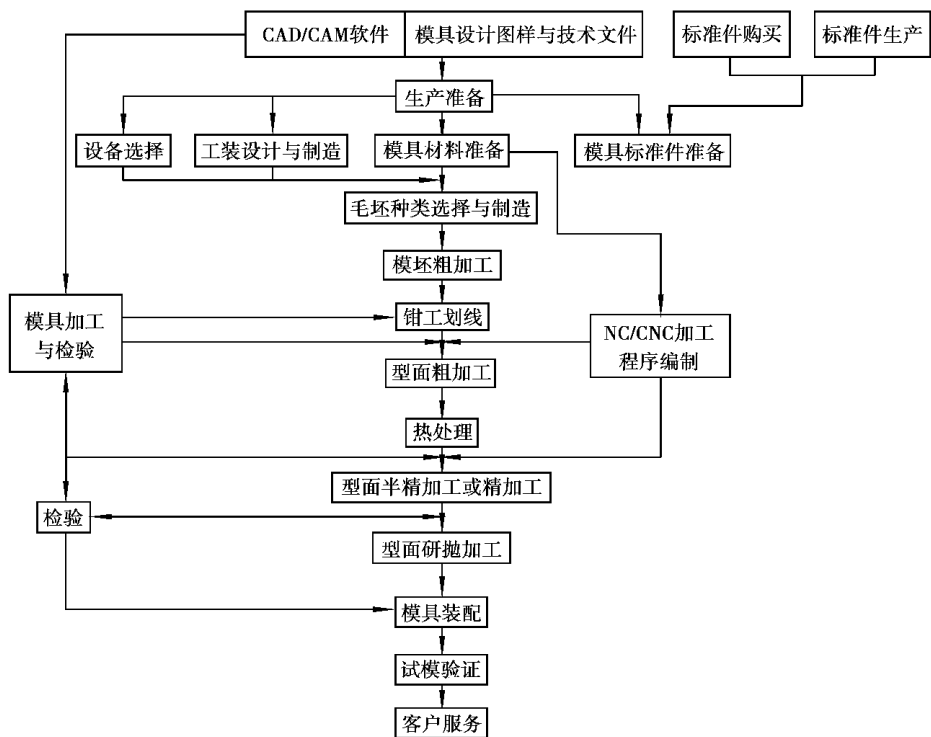


图 4.6 模具零件制造工艺过程

(2)模具标准件制造的工艺过程

模具标准件制造的工艺过程如图 4.7 所示。

4.2.2 模具装配的工艺过程

模具装配的工艺过程如图 4.8 所示。

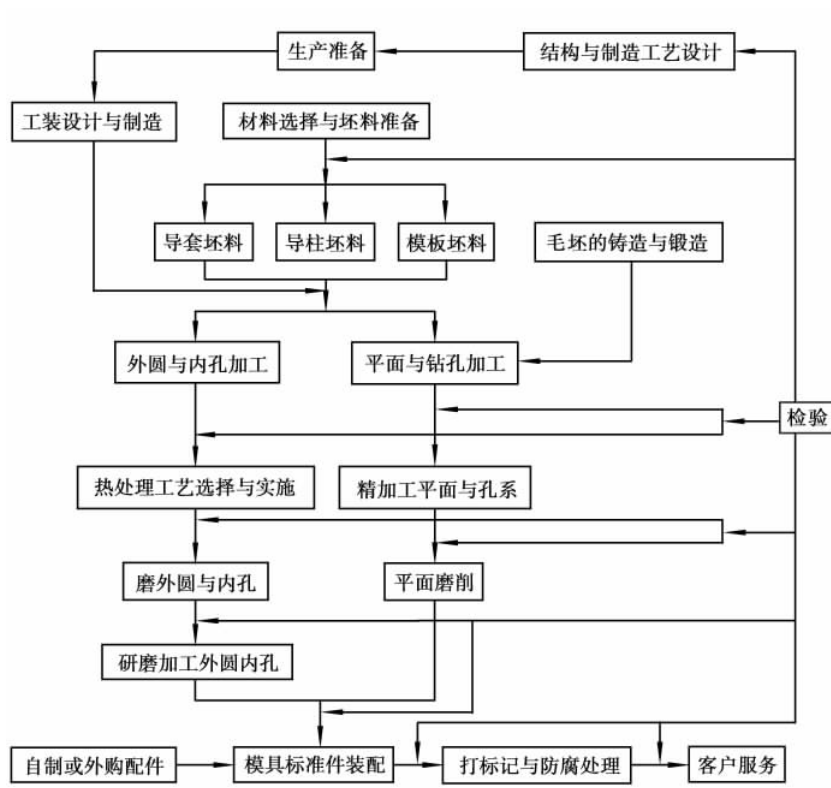


图 4.7 模具标准件制造工艺过程

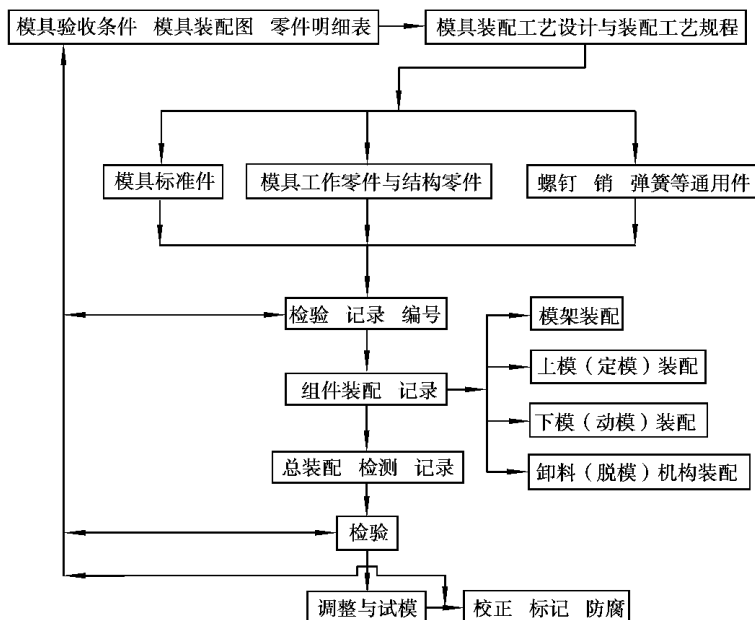


图 4.8 模具装配工艺过程

练一练

- 1. 针对 4.2.1 节中的模具制造工艺流程,了解一下自己将要学习技术课程和技能训练项目。
- 2. 结合前面所学模具钳工的技术知识和其他专业基础知识以及技能训练项目,建立初步模具制造的整体概念。

4.3 模具零件的机械加工工艺过程

任务内容

- 1. 模具机械加工的工艺流程。
- 2. 模具机械加工中的技术分析与定位基准、加工方案的选定。
- 3. 模具机械加工中表面加工方案的制订。
- 4. 模具机械加工机床以及工艺装备的选择原则。

任务目标

- 1. 熟悉模具机械加工的工艺流程。
- 2. 掌握模具机械加工中的技术分析与定位基准、加工方案的选定。
- 3. 掌握模具机械加工中表面加工方案的制订。
- 4. 理解模具机械加工机床以及工艺装备的合理选择。

任务过程

4.3.1 模具零件图的分析与研究

(1)模具零件的结构分析

分析模具零件的结构,确定模具零件由哪些表面组成,以及这些表面的组合形式和组合顺序,根据零件的结构特征,初步选定这些表面的加工方案。

(2)零件的技术要求分析

零件的技术要求分析如表 4.1 所示。

表 4.1 模具零件的技术要求分析

零件技术要求	分析目的
加工表面的尺寸精度	可以初步确定为达到这些技术要求所需的最终加工方法和相应的中间工序,以及粗加工和半精加工工序所需的加工方法
主要加工表面的形状精度	
各加工表面的表面粗糙度以及其他质量方面的要求	

续表

零件技术要求	分析目的
主要加工表面之间的位置精度	可以确定零件加工时粗、精基准的选择以及加工过程中基准的转换顺序,初步确定零件的各加工表面的加工方案和加工顺序,以及零件在加工过程中的定位、夹紧方案和夹具的选择
热处理及其他要求	确定热处理工序的合理安排,科学地选择加工工艺路线

4.3.2 零件加工过程中的定位基准合理选择

(1) 粗基准的选择原则

粗基准的选择原则如表 4.2 所示。

表 4.2 粗基准的选择原则

条 件	选择方案	目 的
零件上具有一个不加工表面	选择不加工表面作为粗基准	保证加工与不加工表面的位置要求,使加工后的零件壁厚均匀、外形对称
零件上具有几个不加工表面	选择位置精度要求较高的不加工表面作为粗基准	
零件上具有较多不加工表面或所有表面都需要加工	选择余量最小的加工表面作为粗基准	使每一个加工表面都具有足够、合理的加工余量
	尽量选择余量要求均匀的不加工表面作为粗基准	使被加工表面获得均匀的组织,使其硬度和耐磨性好而均匀
	选择加工面积较大,表面形状比较复杂,加工量较大的加工表面作为粗基准	使各加工表面的切除量最小,同时还可以简化
	选择表面质量好,尽量宽大平整,没有浇口、冒口、飞边的表面作为粗基准	便于工件的定位和夹紧

注意 粗基准只能使用一次。重复使用,会产生较大的误差累积,使加工表面之间产生较大的位置误差。

(2) 精基准的选择原则

精基准的选择原则如表 4.3 所示。



表 4.3 精基准的选择原则

选择原则	内 容	目 的
基准重合原则	尽量使加工表面的定位基准与其设计基准重合,如导柱加工车削、磨削加工;孔系的镗削、磨削加工等	消除基准不重合误差,提高零件的定位精度和制造精度
基准统一原则	尽量使用一组定位基准定位,加工出零件上尽量多的加工表面或全部加工表面,如加工多型孔(腔)凹模,采用数控车、数控铣及加工中心完成复杂模具零件的加工	减少零件的安装次数,减少加工工序,减小因为多次安装定位基准转换所产生误差累积
自为基准原则	选择加工表面本身作为定位的精基准,如铰孔、珩磨孔、研磨凸模、型孔及型面等	利用已存在的具有一定位置精度要求的被加工表面作为定位精基准,通过精加工后,进一步提高被加工表面的加工质量
互为基准原则	使零件加工时的定位基准和被加工表面互相作为定位基准,来加工对方。对于平行度要求较高的模板的剩下平面的交替磨削加工等	将被加工表面和基准表面互为基准交替加工,逐步提高加工精度
注意: 1. 当基准重合原则与基准统一原则发生矛盾时,应首先考虑基准重合原则的选择使用,当选择使用基准重合原则不利于零件的定位和加工时,为避免误差累积,必须进行工艺尺寸链的换算,以减小定位误差。 2. 精基准的选择必须要便于工件的定位和夹紧,以在保证定位精度和强度的情况下,简化夹具结构。		

4.3.3 零件加工工艺路线的拟定

(1) 表面加工方法的选择原则

1) 首先要保证加工表面的加工精度和粗糙度要求。

2) 根据工件材料的性质选择零件表面的加工方法。例如,淬火钢、硬质合金等硬脆材料,应采用磨削加工,而有色金属等较软金属材料一般不能采用磨削加工。

3) 必须考虑生产率与经济性之间的关系。

4) 必须考虑本厂、本校具体的设备与技术条件。

(2) 外圆及其凸模、型芯表面的加工方案

外圆及其凸模、型芯表面的加工方案如表 4.4 所示。

表 4.4 外圆及其凸模、型芯表面的加工方案

结构形状	加工方案	经济精度	表面粗糙度/ μm	适用范围
圆柱形外表面 (导柱)和圆形 凸模或型芯的 加工	粗车	IT11 以下	Ra 50 ~ 12.5	用于淬火钢 以外的各种金 属加工
	粗车—半精车	IT10 ~ IT8	Ra 6.3 ~ 3.2	
	粗车—半精车—精车		Ra 1.6 ~ 0.8	
	粗车—半精车—精车—抛光		Ra 0.2 ~ 0.025	
	粗车—半精车—磨削	IT8 ~ IT7	Ra 0.8 ~ 0.4	用于淬火钢 或未淬火钢的 加工,但不能用 于有色金属的 加工
	粗车—半精车—粗磨—精磨	IT7 ~ IT6	Ra 0.4 ~ 0.1	
	粗车—半精车—粗磨—精磨—超精 加工	IT5	RZ0.1	有色金属加工
	粗车—半精车—精车—金刚石车	IT7 ~ IT6	Ra 0.4 ~ 0.025	有色金属加工
	粗车—半精车—粗磨—精磨—超 精磨	IT5 以上	< Ra 0.025	极高精度加工
	粗车—半精车—粗磨—精磨—研磨	IT5 以上	< Ra 0.025	
非圆凸模或型 芯的加工	刨削—磨削	IT8 ~ IT7	Ra 0.8 ~ 0.4	用于形状比 较简单的凸模 或型芯等模具 零件的加工
	刨削—粗磨—精磨	IT5	RZ0.1	
	刨削—粗磨—精磨—研磨	IT5 以上	< Ra 0.025	
	铣削—磨削	IT8 ~ IT7	Ra 0.8 ~ 0.4	用于形状比 较复杂的凸模 或型芯的加工
	铣削—粗磨—精磨	IT5	RZ0.1	
	铣削—粗磨—精磨—研磨	IT5 以上	< Ra 0.025	
	铣削(刨削)—磨削—线切割—磨削	IT7 ~ IT6	Ra 0.4 ~ 0.1	用于形状复 杂的凸模的加工
	铣削(刨削)—磨削—线切割—磨 削—研磨	IT5	Ra 0.4 ~ 0.025	
	铣削(刨削)—磨削—电火花—磨削	IT7 ~ IT6	Ra 0.4 ~ 0.1	用于形状复 杂的型芯的加工
	铣削(刨削)—磨削—电火花—磨 削—研磨—抛光	IT5	< Ra 0.025	

(3)内孔及其型孔、型腔表面加工方案

内孔及其型孔、型腔表面加工方案如表 4.5 所示。

表 4.5 内孔及其型孔、型腔表面加工方案

结构形状	加工方案	经济精度	表面粗糙度 /Ra	适用范围
圆柱形、圆锥内孔零件(导套、推管)以及圆形型孔(孔系)或型腔的加工	钻孔	IT12 ~ IT11	Ra 12.5 ~ 6.3	用于未淬硬钢、铸铁以及有色金属材料上加工孔径在 15 mm 以下的小孔
	钻孔—铰孔	IT9	Ra 3.2 ~ 1.6	
	钻孔—粗铰—精铰	IT8 ~ IT7	Ra 1.5 ~ 0.8	
	钻孔—扩孔	IT11 ~ IT10	Ra 12.5 ~ 6.3	用于加工未淬硬钢、铸铁以及有色金属材料上孔径在15 ~ 20 mm 的小孔
	钻孔—扩孔—铰孔	IT9 ~ IT8	Ra 3.2 ~ 1.6	
	钻孔—扩孔—粗铰—精铰	IT7	Ra 1.6 ~ 0.8	
	钻孔—扩孔—拉孔	IT9 ~ IT7	Ra 1.6 ~ 0.1	大批量生产中小型孔(包括非圆形孔)
	粗镗—半精镗	IT9 ~ IT8	Ra 3.2 ~ 1.6	适用于加工除淬硬钢以外的各种材料的大、中型孔
	粗镗—半精镗—精镗	IT8 ~ IT7	Ra 1.6 ~ 0.8	
	粗镗—半精镗—磨孔	IT7 ~ IT6	Ra 0.8 ~ 0.2	主要用于淬硬钢等硬材料的加工,但不能用于有色金属的加工
	粗镗—半精镗—粗磨—精磨	IT6 ~ IT5	Ra 0.2 ~ 0.1	
	粗镗—半精镗—精镗—金刚镗	IT7 ~ IT6		用于高精度的孔及其他有色金属的加工
	钻—(扩)—粗铰—精铰—珩磨		Ra 0.4 ~ 0.05	
	钻—(扩)—拉—珩磨			
	粗镗—半精镗—精镗—珩磨			
非圆型孔(孔系)及其型腔的加工	铣削—磨削	IT8 ~ IT7	Ra 1.6 ~ 0.8	适用于形状较复杂的型孔加工
	铣削—磨削—线切割加工—磨削	IT7 ~ IT6	Ra 0.4 ~ 0.2	
	铣削—磨削—电火花—磨削	IT7 ~ IT6	Ra 0.4 ~ 0.2	
	铣削—磨削—电火花—磨削—抛光		< Ra 0.025	适用于形状复杂表面质量要求较高的型腔加工
	铣削—磨削—电解加工—磨削—抛光			
	铣削—冷挤压—铣削—磨削—研磨			

(4)平面的加工方案

平面的加工方案如表 4.6 所示。

表 4.6 平面的加工方案

零件结构	加工方案	经济精度	表面粗糙度	适用范围
圆柱形零件的端面、阶台面	粗车—半精车	IT9	Ra 6.3 ~ 3.2	适用于端面台阶面加工
	粗车—半精车—精车	IT8 ~ IT7	Ra 1.6 ~ 0.8	
	粗车—半精车—磨削	IT9 ~ IT8	Ra 0.8 ~ 0.2	
窄长水平面加工,加工效率较高	粗刨(铣)—精刨(铣)		Ra 6.3 ~ 1.6	适用于未淬火工件的平面加工
	粗刨(铣)—精刨(铣)—刮削	IT7 ~ IT6	Ra 0.8 ~ 0.1	
	粗刨(铣)—精刨(铣)—磨削	IT7	Ra 0.8 ~ 0.2	适用于精度要求较高的淬火或未淬火工件的加工
	粗刨(铣)—精刨(铣)—粗磨—精磨	IT7 ~ IT6	Ra 0.4 ~ 0.02	
平面技术要求较高	粗铣—精铣—磨削—研磨	IT6 以上	< Ra 0.1	
狭小平面	铣削—拉削—磨削—研磨	IT9 ~ IT7	Ra 0.8 ~ 0.2	批量较大工件加工

4.3.4 零件加工阶段的划分

1)粗加工阶段:去除工件加工表面上大部分加工余量,使工件毛坯尺寸尽量接近成品,如粗车、粗铣及粗刨等。

2)半精加工阶段:进一步改善工件的误差状况,为精加工做好准备,同时也可以完成一些次要表面的最终加工。

3)精加工阶段:使工件各主要表面达到图样规定的技术要求。

4)光整加工阶段:对于精度要求在 IT7 以及 IT6 级以上、表面粗糙度值要求在 Ra 0.4 以下的零件必须经过研磨、抛光、镀层等光整加工,如模具零件中的导柱、导套、凸模、凹模、型芯、型腔等,一般都通过光整加工来达到其各自的技术要求。

4.3.5 零件加工顺序的安排

零件加工顺序的安排原则是先粗后精、先主后次、先基准后其他、先面后孔(套类及模板类零件的孔系的加工)、先大后小(轴类零件加工)。

4.3.6 加工机床及工艺装备的合理选择

加工机床及工艺装备的合理选择如表 4.7 所示。

表 4.7 机床及工艺装备的选择方案

项 目	注意事项
设备选择	设备的主要规格参数必须与零件外廓尺寸相适应 设备的精度应与工序精度相适应 设备的生产率应与零件加工的生产类型相适应 设备的选择必须结合生产场所的实际情况
夹具选择	夹具的精度应与零件的加工精度相适应 选择夹具时 ,应尽可能优先选择通用夹具 在进行专用夹具的设计与制造时 ,在满足精度、强度要求的情况下 ,应尽可能简化夹具结构 ,降低研发成本
刀具选择	刀具的结构、形状、尺寸精度必须与被加工零件表面的结构形状以及精度要求相适应 一般情况下 ,尽可能采用强度、刚性好 ,生产效率高 ,切削性能好的刀具
量具选择	量具的精度必须与工件加工精度相适应 量具的结构必须与工件被测表面的结构形状相适应 一般情况下 ,尽可能选择使用通用量具

4.3.7 切削用量的合理选择

(1) 零件机械加工时的切削用量

1) 合理的切削用量

必须在保证加工质量的前提下 ,选择能充分发挥机床和刀具潜能 ,保证生产安全 ,提高劳动生产率 ,降低生产成本的最大切削用量。

2) 选择机械加工切削用量应考虑的因素

①工件方面 :工件的材质、毛坯情况 ,被加工工件的形状结构、被加工表面的尺寸精度、形状、位置精度、表面粗糙度及工件的生产类型等。

②刀具方面 :刀具材料、刀具形状及其几何角度。

③机床和夹具 :机床和夹具的强度、刚性。

④生产成本方面 :保证生产安全 ,提高生产效率、降低劳动成本。

⑤其他加工参数选择 :如模具电火花、线切割加工时的电规准的选择。

(2) 粗、精加工时切削用量的选择原则

粗、精加工时切削用量的选择原则如表 4.8 所示。

表 4.8 切削用量的选择原则

加工性质	目 的	特 点	选 择	
			考虑因素	选择原则
粗加工	为提高生产率,在短的时间内将大部分余量切除,为半精加工和精加工留下合理均匀的加工余量(一般电火花和线切割等特种加工前必须进行预加工)	切削深度大,切削变形大,摩擦发热严重,刀具磨损严重,工件变形较大	刀具的寿命、工艺系统(机床、夹具、工件、刀具)的强度、刚性等	首先应选择较大的切削深度、然后选择较大的进给量,最后选择一个合适的切削速度
半精加工	进一步改善粗加工后工件的误差状况和表面质量,为精加工留下合理均匀的加工余量和表面粗糙度	加工余量在粗加工后留下,进给量受粗糙度限制应选择得较小,因此,切削深度和进给量减小,切削力、摩擦力、发热减小,刀具磨损减小	零件加工的尺寸精度、形状和位置精度及表面粗糙度等技术要求,机床和刀具的潜能,加工质量和加工效率	为保证加工质量和加工效率,降低加工成本,首先选择一个较高的切削速度,再根据粗糙度要求选择一个合理的进给量
精加工	必须达到图样所要求的尺寸精度、形状和位置精度及表面粗糙度要求			

4.4 主要模具零件加工的工艺路线

任务内容

1. 模具零件制造工艺方案及选择。
2. 模具主要零件(凸模、凹模等)的技术要求分析。
3. 模具工作零件的制造工艺路线拟定。

任务目标

1. 模具机械加工工艺方案及选择。
2. 掌握模具主要零件(凸模、凹模等)的技术要求分析。
3. 能制订具体的模具工作零件的制造工艺路线。

任务过程

4.4.1 模具零件制造工艺

模具零件制造的工艺方案如表 4.9 所示。



表 4.9 模具零件制造的工艺方案

工艺顺序	工艺类型		工艺方法	说 明
1	金属切削加工工艺	传统机械加工	刨削加工工艺 钻、铰、攻丝加工工艺 车削加工工艺 普通铣削加工工艺 镗削加工工艺 雕刻工艺	一般用于模具的工作零件和结构零件的粗加工或半精加工
		高效精密加工	NC 仿型铣削加工工艺 NC 铣、镗、钻加工工艺 CNC 机床加工工艺(加工中心)	若采用 NC 或 CNC 机床加工应采用工序集中原则编制 NC 或 CNC 加工工艺
2	热处理		预先热处理： 退火、正火、调质 最终热处理： 淬火、回火、渗碳 淬火、渗氮、冷处理	渗氮、冷处理应安排在精加工后进行
3	精密磨削与成型磨削		平面磨削加工工艺 内、外圆磨削加工工艺 成型磨削加工工艺 坐标磨削加工工艺 NC、CNC 磨削加工工艺和成型磨削加工工艺	成型磨削包括砂轮成型磨削、展成法成型磨削、光学曲线磨削等
4	特种加工		电火花成型加工工艺 电火花线切割加工工艺 电火花成型磨削加工 电解成型加工工艺 电解磨削加工工艺	一般用于高硬、高强度等难加工材料和淬火热处理后模具零件的加工
			型腔的冷挤压成型加工工艺 化学腐蚀加工工艺 型腔的电铸加工工艺 超声波加工工艺	用于中小型模具型腔制造 大型模具凸模、凹模制造 超硬材料加工
5	精饰加工和光整加工		孔的研磨、珩磨加工工艺 风动、电动工具研磨、抛光工艺 饰纹加工工艺	用于尺寸精度高、表面粗糙度小的模具零件加工
6	表面强化		表面火焰淬火强化加工工艺 喷丸强化工艺 电火花强化加工工艺 镀层强化加工工艺	目的是提高强度、硬度、耐腐蚀性和疲劳强度

4.4.2 冲裁模具凸模、凹模加工

(1) 冲裁模具工作零件主要技术要求

冲裁模具工作零件的主要技术要求如表 4.10 所示。

表 4.10 冲裁模具零件的技术要求

技术要求	内 容
尺寸精度	根据冲裁制件的精度要求不同,一般要求为 IT9 ~ IT6,但必须保证凸模、凹模在工作时配合准确、间隙均匀
形状、位置精度	两侧面应平行或稍有斜度(有一定的冲裁后角),但不能有反向锥度 刃口端面应与冲裁方向垂直 圆形凸模工作部分应与装配部分同轴
粗糙度	刃口部分一般为 Ra 0.4 μm 装配部分一般为 Ra 0.8 μm
硬 度	凸模 58 ~ 62HRC 凹模 60 ~ 64HRC

(2) 冲压模具凸模、凹模加工方案的制订

冲压模具凸模、凹模加工方案的制订如表 4.11 所示。

表 4.11 冲压模具工作零件的加工方案

加工方案	加工特点	适用范围
凸模、凹模分开加工	凸模、凹模分开加工,分别满足图样所规定的各项技术指标,二者的配合间隙由凸模、凹模的实际尺寸来确定	1. 用于凸模、凹模形状比较简单,特别是直径大于 5 mm 的圆形凸模和凹模 2. 凸模、凹模具有互换性要求时 3. 加工设备及加工手段比较先进时
凸模、凹模配合加工(单件配制法)	方案二 先加工好凸模(或凹模),然后根据配合间隙的大小和加工好的凸模的实际尺寸来配合加工凹模	1. 刃口形状比较复杂的非圆冲孔模或落料模 2. 该两种方法适用冲裁间隙要求较小时
	方案三 先加工好凹模,然后根据配合间隙的大小和加工好的凹模的实际尺寸来配合加工凸模	

4.4.3 凸模、凹模加工工艺路线

凸模、凹模加工的工艺路线如表 4.12 所示。

表 4.12 凸模、凹模加工工艺路线

加工类型	工艺路线	加工特点
机械加工	下料—锻造—退火—毛坯外形加工(铣削六面—磨削基准面)—钳工划线—刃口轮廓粗加工—销孔、螺孔加工—其余辅助表面加工—淬火+低温回火—磨削基准面—刃口型面磨削加工—研磨或抛光	该工艺路线钳工工作量大,技术要求高,适用于形状较复杂,热处理变形较大的模具零件加工,但所有的切削加工必须在淬火前完成
特种加工	下料—锻造—退火—毛坯外形加工(铣削六面—磨削基准面)—钳工划线—刃口轮廓粗加工—销孔、螺孔加工—其余辅助表面加工—淬火+低温回火—磨削基准面—退磁处理—电火花型面加工—刃口型面的磨削或研磨加工	该工艺路线适用于形状复杂、热处理变形较大的淬火钢、硬质合金等其他难加工材料的加工
	下料—锻造—退火—毛坯外形加工(铣削六面—磨削基准面)—钳工划线—销孔、螺孔、穿丝孔加工—其余辅助表面加工—淬火+低温回火—磨削基准面—退磁处理—线切割加工—刃口型面的磨削或研磨加工	该工艺路线适用于形状比较复杂,热处理变形较大,直通式凸模、凹模以及其他模具零件的加工

4.5 模具型腔加工的工艺路线

任务内容

1. 模具型腔加工的技术特点。
2. 模具型腔加工工艺路线的拟定。

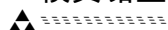
任务目标

1. 理解模具型腔的技术特点。
2. 掌握模具型腔加工工艺路线的拟定。

任务过程

4.5.1 型腔模具型腔、型芯技术要求与制造特点

1) 大部分型腔模具的型腔和型芯均由形状复杂的曲面或曲面与其他表面组合而成,特别是型腔多为盲孔型成型表面,形状都较复杂。因此,一般都采用数控加工、加工中心加工、电火花成型加工等方法进行加工。



2)塑料模具的尺寸精度要求较高,制造公差小(成型零件的尺寸精度一般为 IT9 ~ IT8 ,精密成型模具为 IT6 ~ IT5 ,配合部分 IT8 ~ IT7) ,制造困难。

3)成型零件的表面质量要求较高,型腔和型芯表面一般要求为 Ra 0.2 ~ 0.1 ,有镜面要求的成型零件其粗糙度要求达到 Ra 0.05 以上,因而,塑料模具的型腔和型芯表面除了进行磨削加工以外,一般都需要进行人工研磨、抛光,甚至进行镀层处理。

4)为提高型腔模具型芯或型腔表面的耐磨性、耐腐蚀性以及模具的使用寿命,必须对塑料模具成型零件进行必要的热处理。

4.5.2 型腔模具成型零件加工工艺路线

型腔模具成型零件加工工艺路线如表 4.13 所示。

表 4.13 型腔模具成型零件加工工艺路线

加工类型	工艺路线	应用特点
机械加工	下料—锻造—退火—坯料外形加工(铣、刨、磨)—型面的粗铣—退火去应力—型面的半精铣削加工—其他辅助表面加工—淬火+回火—型面的磨削加工—型面的光整加工—渗氮或镀铬、镀钛等	适用于要求有一定的尺寸精度和对材料进行完全淬硬热处理的情况
	下料—锻造—退火—坯料外形加工(铣、刨、磨)—型面的粗铣—调质—型面的半精铣削加工—其他辅助表面加工—型面的磨削加工—表面火焰淬火—型面的光整加工—渗氮或镀铬、镀钛等	适用于要求有一定的尺寸精度和对材料进行完全淬硬热处理的情况
	下料—锻造—正火—模坯外形加工(铣、刨、磨)—粗铣型面—去应力退火—半精加工型面—渗碳—淬火+回火—型面光整加工—镀铬等表面处理	适用于低碳和低碳合金钢制造尺寸要求不高的成型零件,要求进行表面硬化处理的情况
特种加工	下料—锻造—退火—坯料外形加工(铣、刨、磨)—型面的粗铣—去应力退火—其他辅助表面加工—淬火+回火—型面的基准面磨削加工—退磁处理—电火花型面加工—型面光整加工—渗氮或镀铬、镀钛等	适用于成型零件的电火花成型加工

续表

加工类型	工艺路线	应用特点
特种加工	下料—锻造—退火—坯料外形加工(铣、刨、磨)—型面的粗铣—去应力退火—其他辅助表面加工—淬火+回火—型面的基准面磨削加工—型面的电解加工—型面光整加工—渗氮或镀铬、镀钛等	适用于成型零件的电解(电化学)成型加工
	下料—锻造—退火—坯料外形加工(铣、刨、磨)—坯料的预加工—型面挤压成型加工(冷挤压、热挤压、超塑成型加工等)—去应力处理—其他表面的机械加工—表面热处理(渗碳淬火、渗氮、碳氮共渗等)—光整加工—镀铬等表面处理	适用于成型零件的挤压成型加工

练一练

1. 简述模具零件制造的技术要求分析的内容和目的。
2. 简述模具零件机械加工时粗、精基准的选择原则与目的。
3. 模具零件加工方案选择的原则是什么？
4. 根据训练课题中模具零件的结构形状、技术要求分析,选择具体合理的加工工艺流程,制订合理的加工工艺路线。

第5章 模具的装配技术

5.1 模具的装配技术基础

任务内容

1. 装配的概念及装配工艺过程。
2. 装配的组织形式及选择。

任务目标

1. 理解装配的概念并熟悉装配工艺过程。
2. 理解装配的组织形式及选择。

任务过程

5.1.1 装配工艺概述

(1) 装配的概念与重要性

所谓装配,就是按照规定的技术要求,将零件或部件进行配合,使之成为成品或半成品的工艺过程。

对于模具生产来说,装配是最后一道工序,对模具的工作性能和使用寿命起着决定性的作用。如果装配后的模具不符合技术要求,就会使模具中的各个零件之间没有确定的正确工作位置,致使模具不能正常工作,直接影响模具的工作性能和使用寿命。

模具的装配、调试、维护和维修工作是模具钳工最为重要的工作内容之一。

(2) 装配工艺过程与组织形式

1) 装配工艺过程

① 装配前的准备工作

a. 熟悉模具装配图、分析相关工艺文件和技术要求,了解模具的结构与工作原理,以及模具零件之间的联接和位置关系。

b. 根据分析结果,确定装配方法、装配顺序,选择装配所需的设备与工具。

c. 对模具零件进行清理和清洗工作,去掉零件上的毛刺、锈蚀、切屑和油污。

② 装配工作

a. 部件装配:是把模具零件装配成部件的装配过程,如分别完成模具的模架、上模、下模、动模、定模的装配工作。

b. 总装配 :是将装配好的模具部件与其他模具零件集合 ,完成整个模具的装配工作。

③调整、检测与试模

a. 调整模具机构与机构、零件与零件之间的相互位置 ,以及配合间隙 ,使模具各零件具有准确的工作位置 ,各机构之间均能协调工作。如调整模具工作零件之间的间隙与位置 ,成型机构与脱模机构之间协调工作等。

b. 对装配好的模具进行各项精度检验 ,包括静态的平行度、垂直度等 ,以及模具工作时的制件精度等工作精度。

c. 进行试模 :检验模具在工作中的运动灵活性和平稳性 ,并通过试模发现模具在设计预制造时的缺陷并进行及时的修正 ,以及冲压工艺和注塑工艺的修订。

2) 装配的组织形式

装配的组织形式是根据生产纲领(指产品的年产量)和产品的复杂程度来制订的 ,具体如表 5.1 所示。

表 5.1 装配的组织形式

生产纲领	特 点	装配组织形式
单件及少量生产	产品很少重复 ,其装配工作一般多在固定地点 ,由一个或一组工人完成 ,装配工序少 ,工序内容多 ,对工人的技术要求高 ,模具生产大多属此类	工序集中
批量生产	在指定时间内 ,产品相同 ,装配工作分为部件装配和总装 ,每一个部件由一个或一组工人完成 ,然后进行总装。如标准化模架的装配工作	工序分散
大批大量生产	产品数量庞大 ,每一个工作地点总是重复地完成某一装配工序 ,产品装配分为部件、组件和总装配 ,工序数量多 ,工序内容少 ,每一个装配工序只由一个或一组工人完成 ,称为移动式装配。产品装配质量和生产率高 ,成本低 ,对工人的技术要求较低	工序分散 ,一般组织流水式装配

5.1.2 装配工艺过程的组成

装配工艺过程可划分为若干工序 ,而各工序又可根据工作内容的多少和复杂程度划分为若干装配工步。

1) 装配工序 :由一个或一组工人在不变换工作设备或工作地点的情况下所完成的装配工作。

2) 装配工步 :用同一工具 ,不改变工作方法 ,在固定位置上所连续完成的装配工作。

练一练

一、填空题

1. 装配就是按照规定的_____,将零件或部件进行_____,使之成为成品或半成品的工艺过程。
2. 装配工作的组织形式有_____、_____和_____ 3 类。
3. 装配工序就是由一个或一组工人在不变换_____或_____的情况下所完成的装配工作。
4. 装配工步就是用_____,_____工作方法,在_____上所_____完成的装配工作。

二、简答题

1. 试述装配工作在模具制造中的重要性。
2. 试述装配的工艺过程和重要的工作内容。

5.2 尺寸链技术在模具制造和装配中的应用

任务内容

1. 尺寸链的概念、分类、组成及特点。
2. 尺寸链的解算与模具零件制造和模具装配之间的关系。
3. 尺寸链的解算过程与结算方法。

任务目标

1. 理解尺寸链的概念、分类、组成及特点。
2. 熟悉尺寸链的解算与模具零件制造和模具装配之间的关系。
3. 掌握尺寸链的解算过程与解算方法。

任务过程

5.2.1 尺寸链的基本概念

(1) 尺寸链

所谓尺寸链,是指在零件制造和产品装配过程中,由相关尺寸所构成的封闭尺寸组,如图 5.1 和图 5.2 所示。在图 5.1(a)中,统一了两个孔加工(划线)基准,以保证中心距 A_0 准确。图 5.1(b)的导套加工,尺寸 A_0 精度是通过保证 A_1 、 A_2 尺寸正确的条件下,通过控制孔深 A_3 得以保证的。

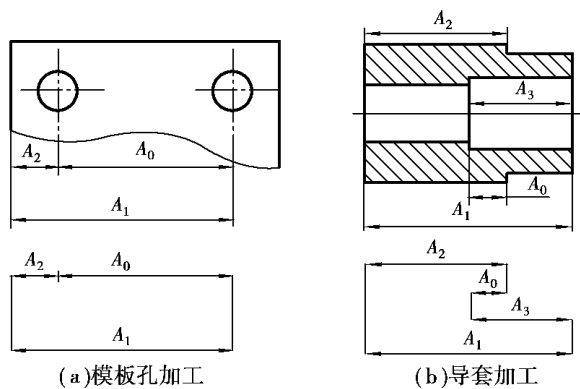


图 5.1 工艺尺寸链

(2) 尺寸链的分类

1) 设计尺寸链

设计尺寸链是指全部由设计尺寸所构成的尺寸链。

① 装配尺寸链 :是指零件装配时由不同零件的相关尺寸所构成的封闭尺寸组 ,如图 5.2 所示。

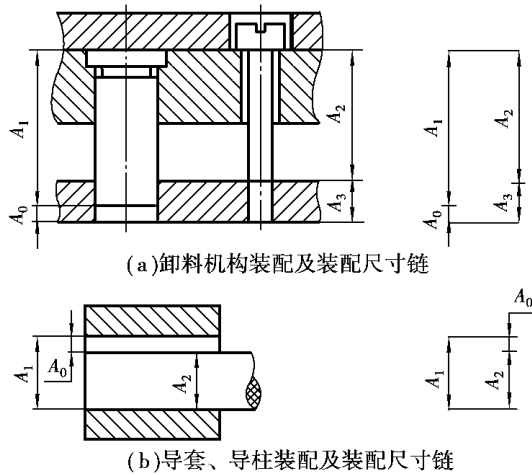


图 5.2 装配尺寸链

② 零件尺寸链

零件尺寸链是指同一零件上的设计尺寸所构成的封闭尺寸组。

2) 工艺尺寸链

零件尺寸链是指在零件制造时 ,由同一零件上的相关工艺尺寸所构成的封闭尺寸组 ,如图 5.1 所示。

5.2.2 尺寸链的组成

尺寸链的组成如图 5.1、图 5.2 所示。

(1) 尺寸链的组成

尺寸链主要由环组成。所谓环 ,就是构成尺寸链的所有尺寸。根据各尺寸在零件制造中

的属性不同,组成尺寸链的环又分为封闭环和组成环。

1) 封闭环(A_0)

① 封闭环的概念

所谓封闭环,是指在尺寸链中,自然形成、间接获得的尺寸。它的主要作用是用于协调各相关尺寸之间的误差,通过加工或装配后获得合格产品,如图 5.1 和图 5.2 中的 A_0 。

② 封闭环的特点

- 在一个尺寸链中只有一个封闭环。
- 在工艺尺寸链中,封闭环总是在其他尺寸获得后自然形成和间接获得的。作为封闭环的尺寸,一般表现为难以直接测量与控制。在工艺尺寸链中,封闭环的公差相对于其他环公差最大。
- 在装配尺寸链中,封闭环是由不同零件相关尺寸,在装配后所形成的配合间隙或过盈。

2) 组成环(A_i)

在尺寸链中除封闭环以外的其他组成尺寸。根据各组成环对封闭环的不同影响,又将组成环分为了增环和减环。

① 增环(A_i)

在尺寸链中,当其他组成环不变的条件下,封闭环随之增大而增大的组成环。

② 减环(A_i)

在尺寸链中,当其他组成环不变的条件下,封闭环随之增大而减小的组成环。

(2) 尺寸链图的建立

1) 封闭环的判别

在一个尺寸链中,只有一个封闭环,如果封闭环判断错误,将直接导致产品在设计、生产中的巨大错误和损失。在进行封闭环的判断时,必须根据模具在制造和装配中的工艺顺序,结合尺寸链的特点进行正确判别。

2) 组成环的查找

当封闭环判定后,以构成封闭环的两个尺寸界面为起点,寻其获得该尺寸的尺寸基准,逐一向前查找,直至两个方向的尺寸基准重合位置。其中包含的所有尺寸,即为该尺寸链的组成环。

3) 增、减环的判别

在尺寸链图中,首先在封闭环头上打上箭头,然后根据箭头方向寻其尺寸形成的顺序,分别在各组成环头上也打上箭头,直至封闭。再将各组成环头上的箭头方向与封闭环头上的箭头方向进行比较,如果两者的箭头方向相反则为增环,反之则为减环,如图 5.3 所示。

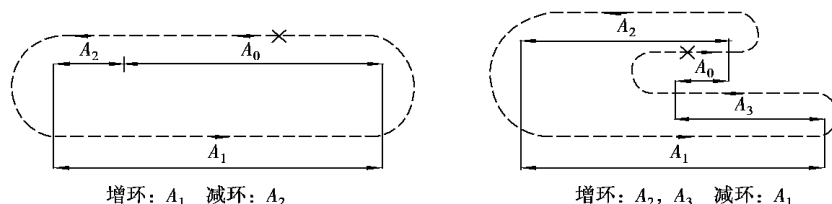


图 5.3 增、减环的判别

5.2.3 尺寸链的解算

尺寸链解算是在零件加工或产品装配过程中,计算出所需要工序尺寸或某装配组成尺寸的基本尺寸以及公差(上偏差、下偏差),目的是为达到加工精度或装配精度确定零件的加工尺寸。

(1) 尺寸链的解算方法

1) 极限尺寸法

该方法适用于零件检测时利用实际尺寸判断零件是否合格。

① 封闭环的最大极限尺寸 = 所有增环的最大极限尺寸之和 - 所有减环的最小极限尺寸之和。

$$A_{0\max} = \sum_{i=1}^m \vec{A}_{i\max} - \sum_{i=1}^n \overleftarrow{A}_{i\min}$$

② 封闭环的最小极限尺寸 = 所有增环的最小极限尺寸之和 - 所有减环的最大极限尺寸之和。

$$A_{0\min} = \sum_{i=1}^m \vec{A}_{i\min} - \sum_{i=1}^n \overleftarrow{A}_{i\max}$$

③ 封闭环的公差 = 所有组成环公差之和。

$$\delta_0 = \sum_{i=1}^{m+n} \delta_i$$

2) 极限偏差法

该法主要用于设计过程中校核计算。

① 封闭环的基本尺寸 = 所有增环的基本尺寸之和 - 所有减环的基本尺寸之和。

$$A_0 = \sum_{i=1}^m \vec{A}_i - \sum_{i=1}^n \overleftarrow{A}_i$$

② 封闭环的上偏差 = 所有增环的上偏差之和 - 所有减环的下偏差之和。

$$ES_{A_0} = \sum_{i=1}^m ES_{\vec{A}_i} - \sum_{i=1}^n EI_{\overleftarrow{A}_i}$$

③ 封闭环的下偏差 = 所有增环的下偏差之和 - 所有减环的上偏差之和。

$$EI_{A_0} = \sum_{i=1}^m EI_{\vec{A}_i} - \sum_{i=1}^n ES_{\overleftarrow{A}_i}$$

3) 竖式法

如表 5.2 所示,竖式法特别适用于零件制造过程中的快速计算。

表 5.2 竖式法计算尺寸链

项 目	基本尺寸		上偏差		下偏差		公 差		运算方向	
增环($\vec{A_i}$)	$\vec{A_{i1}}$	求和	$ES_{\vec{A_{i1}}}$	求和	$EI_{\vec{A_{i1}}}$	求和	$\vec{\delta_1}$	求和		
	$\vec{A_{i2}}$		$ES_{\vec{A_{i2}}}$		$EI_{\vec{A_{i2}}}$		$\vec{\delta_2}$			
	...		...		...		...			
	$\vec{A_{im}}$		$ES_{\vec{A_{im}}}$		$EI_{\vec{A_{im}}}$		$\vec{\delta_m}$			
运算符号	-		-		-		+			
减环($\overleftarrow{A_i}$)	$\overleftarrow{A_{i1}}$	求和	$EI_{\overleftarrow{A_{i1}}}$	求和	$ES_{\overleftarrow{A_{i1}}}$	求和	$\overleftarrow{\delta_1}$	求和		
	$\overleftarrow{A_{i2}}$		$EI_{\overleftarrow{A_{i2}}}$		$ES_{\overleftarrow{A_{i2}}}$		$\overleftarrow{\delta_2}$			
	...		...		...		...			
	$\overleftarrow{A_{in}}$		$EI_{\overleftarrow{A_{in}}}$		$ES_{\overleftarrow{A_{in}}}$		$\overleftarrow{\delta_n}$			
运算符号	=		=		=		=			
封闭环	A_0		ES_{A_0}		EI_{A_0}		δ_0			

注意:在填写减环的上、下偏差数值时,必须交换位置。

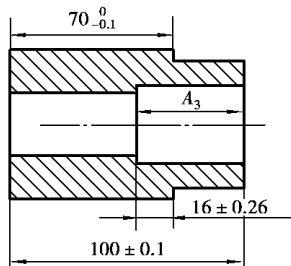
(2) 工艺尺寸链的解算

1) 工艺尺寸链的解算步骤

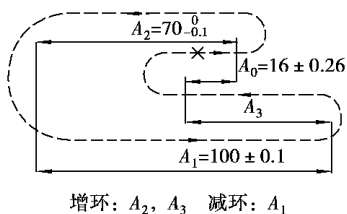
【分析零件图,确定封闭环】—【查找组成环,建立尺寸链简图】—【判定增环和减环】—【进行工序尺寸计算】—【验算计算结果是否正确】。

2) 举例

例 5.1 如图 5.4(a)所示为一导套加工的实例,试计算工序尺寸的基本尺寸和公差。



(a) 零件图



(b) 尺寸链简图

图 5.4 导套加工工序尺寸的计算

解 (1) 判定封闭环:由于尺寸 16 ± 0.26 不便直接控制和测量,加工时,一般都是通过保证其他相关尺寸(100 ± 0.1 , 70 ± 0.1 和孔深尺寸 A_3)的精度,间接获得并保证其加工精度。故 $A_0 = 16 \pm 0.26$ 。

(2) 查找组成环建立尺寸链简图,如图 5.4(b)所示。

(3) 判定增环、减环如图 5.4(b)所示。

(4) 计算工序尺寸 A_3 。在此使用两种计算方法,并注意进行比较,如表 5.3 所示。

表 5.3 尺寸链计算实例

计算方法	极限尺寸法计算	极限偏差法计算
计算过程	因为 $A_{0\max} = A_{2\max} + A_{3\max} - A_{1\min}$ $A_{3\max} = A_{0\max} + A_{1\min} - A_{2\max}$ $= 16.26 + 99.9 - 70$ $= 46.16$ 又因为 $A_{0\min} = A_{2\min} + A_{3\min} - A_{1\max}$ $A_{3\min} = A_{0\min} + A_{1\max} - A_{2\min}$ $= 15.74 + 100.1 - 69.9$ $= 45.94$ 故 $A_3 = 46^{+0.16}_{-0.06}$	$A_0 = A_2 + A_3 - A_1$ $A_3 = A_0 + A_1 - A_2$ $= 16 + 100 - 70$ $= 46$ $ES_{A_0} = ES_{A_2} + ES_{A_3} - EI_{A_1}$ $ES_{A_3} = ES_{A_0} + EI_{A_1} - ES_{A_2}$ $= +0.26 + (-0.1) - 0$ $= +0.16$ $EI_{A_0} = EI_{A_2} + EI_{A_3} - ES_{A_1}$ $EI_{A_3} = EI_{A_0} + ES_{A_1} - ES_{A_2}$ $= -0.26 + (+0.1) - (+0.1)$ $= -0.06$ 故 $A_3 = 46^{+0.16}_{-0.06}$
验算	$\delta_1 + \delta_2 + \delta_3 = 0.2 + 0.1 + 0.22 = 0.52 = \delta_0 \quad \text{故计算正确}$	

请用公差计算原则 推算极限尺寸法与极限偏差法之间的关系。

(3)装配尺寸链的解算

装配精度与零件制造精度之间的关系 :由于封闭环的公差等于所有组成环公差之和 ,装配精度直接取决于零件的制造精度。若零件的制造精度过高 ,则经济性较差 ,若零件的制造精度过低 ,则无法保证装配精度。

从生产经验来看 ,零件的制造精度是保证装配精度的基础 ,但是装配精度又不完全取决于零件的制造精度。

1)完全互换法解算装配尺寸链

①完全互换法解算尺寸链的特点(见表 5.4)

表 5.4 完全互换法解算尺寸链

概 念	特 点	适用场合
完全互换法 :是在装配时 ,零件不需要任何的挑选、修整就能顺利装配 ,并达到装配精度要求的装配方法	装配操作简单 ,生产效率高	适用于组成环数少 ,装配精度要求不高的场合
	易确定装配工时 ,易组织流水作业	
	零件磨损后容易更换 ,便于使用过程中的维修	
	该方法的装配精度完全取决零件的制造精度 ,在装配精度高和组成环数多的场合 ,零件的公差小 ,精度高 ,加工成本高	

②完全互换法解算尺寸链的步骤

【分析装配图,确定封闭环】—【查找组成环,建立尺寸链简图】—【判定增、减环】—【根据装配精度分配各组成环公差】—【留下协调环,使用入体原则确定各组成环极限偏差】—【计算协调环的基本尺寸和公差】—【验算】。

A. 公差分配原则

$$\delta_0 = \sum_{i=1}^{m+n} \delta_i = \delta_1 + \delta_2 + \dots + \delta_{m+n}$$

公差分配的依据：

- 对于大尺寸,难以加工和直接控制的尺寸、包容尺寸,可以分配较大的公差。
- 对于小尺寸,容易加工控制的尺寸、被包容尺寸,可分配较小的公差。

B. 偏差确定原则——入体原则

- 对于包容尺寸——取单向正偏差,即尺寸的下偏差为零(即 $EI = 0$) ;上偏差为正并等于公差值(即 $ES = +\delta_i$)。
- 对于被包容尺寸——取单向负偏差,即尺寸的上偏差为零(即 $ES = 0$) ;下偏差为负并等于公差值(即 $EI = -\delta_i$)。

③例证

例 5.2 如图 5.5(a)所示为一塑料模具的装配图,各零件的基本尺寸如图示,要求装配好后、定模之间保证有 $0.18 \sim 0.30 \text{ mm}$ 的间隙,试计算各组成环的公差与上下偏差。

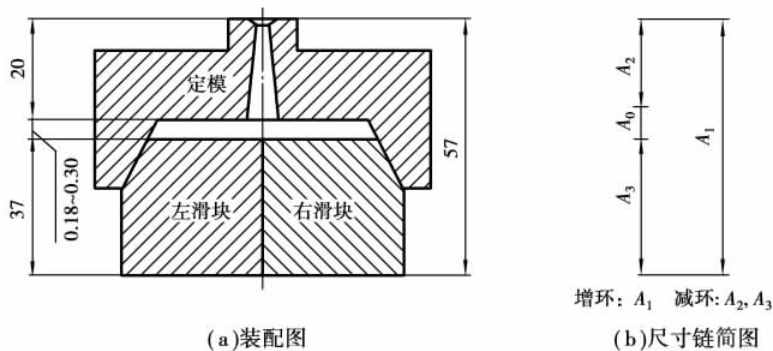


图 5.5 解塑料模具装配尺寸链

解 (1) 判定封闭环为 $A_0 = 0.18 \sim 0.30$ 。

(2) 查找组成环,建立尺寸链简图如图 5.5(b)所示。

(3) 分配公差 $\delta_0 = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 = 0.12$

根据分配原则 $\delta_1 = 0.06 \text{ mm}$ $\delta_2 = \delta_3 = 0.03 \text{ mm}$ 。

(4) 确定各组成环上、下偏差(根据入体原则):留 A_1 为协调环

$$A_2 = 20 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.03 \end{smallmatrix} \quad A_3 = 37 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.03 \end{smallmatrix}$$

(5) 计算协调环的公差和上、下偏差(见表 5.5)

表 5.5 竖式法解算尺寸链实例

项 目	基本尺寸		上偏差		下偏差		公 差		运算方向
增环($\vec{A_i}$)	57	求和	$ES_{A_1} = +0.24$	求和	$EI_{A_1} = +0.18$	求和	0.06	求和	
运算符号	-		-		-		+		
减环($\overleftarrow{A_i}$)	20 37	求和	- 0.03 - 0.03	求和	0 0	求和	0.03 0.03	求和	
运算符号	=		=		=		=		
封闭环	0		+0.30		+0.18		0.12		

由此可知 ,协调环 $A_1 = 57^{+0.24}_{+0.18}$,公差 $\delta_3 = 0.06$ 与分配数相符 ,计算正确。

使用该方法能获得预定的装配精度 ,但是由于模具零件的结构较复杂 ,显得上述各组成环公差过小 ,因此 ,在某些条件下使用完全互换法解决装配问题不一定经济。

2)修配法解算装配尺寸链

①修配法解算尺寸链的特点(见表 5.6)

表 5.6 修配法解算尺寸链的特点与应用

概 念	特 点	应 用
修配法 :是在装配时 ,根据实测结果 ,用修配的方法 ,改变尺寸链中某一预定组成环的尺寸 ,使封闭环达到预定装配精度的装配方法	尺寸链中的各尺寸均可放大制造公差 ,按经济公差制造 ,协调了高精度装配条件下的装配精度与零件制造精度之间的矛盾	在模具制造中 ,凸模与凹模之间的装配级进模具的各拼块的协调装配等
修配环 预留修配余量的组成环	对工人技术要求高 使用手工操作 ,生产效率低	

②修配法解算尺寸链

【根据装配精度按完全互换法分配各组成环公差】—【然后根据装配结构以及组成零件的工艺结构确定修配环】—【确定修配环的经济公差等级】—【计算修配环预留修配量】—【确定修配环的加工尺寸】。

③例证

例 5.3 如图 5.5 所示的塑料模具装配 ,使用修配法装配的解法。

解 (1)完全互换法分配公差为 $\delta_1 = 0.06 \text{ mm}$, $\delta_2 = \delta_3 = 0.03 \text{ mm}$, $\delta_0 = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 = 0.12 \text{ mm}$ 。

(2)选择 A_2 为修配环 ,各组成环的制造公差可放大为 $\delta'_1 = 0.12 \text{ mm}$, $\delta'_2 = \delta'_3 = 0.08 \text{ mm}$,此时 $\delta'_0 = \delta'_1 + \delta'_2 + \delta'_3 = 0.28 \text{ mm}$ 。

(3)确定修配环 A_2 的预留修配量(Δ) $\Delta = \delta'_0 - \delta_0 = 0.28 - 0.12 = 0.16 \text{ mm}$ 。

(4)确定修配环的尺寸为

$$A_2' = (A_2 + \Delta + \delta_2') \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.08 \end{smallmatrix} = (20 + 0.16 + 0.08) \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.08 \end{smallmatrix} = 20.24 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.08 \end{smallmatrix}$$

这样修配环 A_2 的加工尺寸为 $A_2' = 20.24 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.08 \end{smallmatrix}$,装配时根据装配的实际情况修去相应余量 ,以保证装配精度要求。

3)分组选配法解算尺寸链

①分组选配法解算尺寸链的特点(见表 5.7)

表 5.7 分组选配法解算尺寸链的特点与应用

概 念	特 点	应 用
将装配零件的相关尺寸认真测量后,根据实际尺寸的大小将其分为若干组,然后将大的包容尺寸(如孔)与大的被包容尺寸(如轴)配合,小的包容尺寸与小的被包容尺寸配合,以达到装配精度的装配方法	零件可按经济精度制造	在模具制造中,特别适用于导套导柱等要求配合精度高,生产批量较大的模具标准件的生产预装配 模具制造中组成环数少,生产批量大,装配精度高的场合
	装配精度由分组情况决定,可获得很高的装配精度	
	增加了对零件的逐一测量工作和零件的储运管理工作	
	易造成半成品和零件积压	

②分组选配法的解算步骤

【根据装配精度情况,确定所需分组装配的组件】—【按照完全互换原则分配各组成环公差】—【使用公差计算公式计算出协调尺寸的上、下偏差】—【根据经济加工方法,将各组成零件的公差按同一方向放大若干倍】—【计算各组成环的经济公差】—【验算分组】。

③例证

例 5.4 如图 5.6(a)所示为一模具导柱、导套装配原理图,要求其装配间隙为 $0.01 \sim 0.02 \text{ mm}$,使用分组选配法解算尺寸链,并确定各组成环的偏差值。

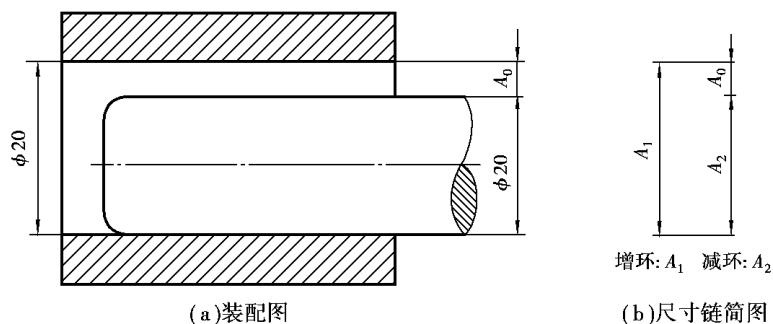


图 5.6 导套、导柱装配

解 (1)用完全互换法分配导套、导柱公差为: $\delta_0 = \delta_1 + \delta_2 = 0.01 \text{ mm}$ $\delta_1 = \delta_2 = 0.005 \text{ mm}$ 。

导套极限偏差为: $A_1 = 20 \begin{smallmatrix} +0.005 \\ 0 \end{smallmatrix}$ 。

$X_{\max} = ES - ei$ 得 $ei = -0.015 \text{ mm}$, $X_{\min} = EI - es$ 得 $es = -0.01 \text{ mm}$ 。两者的配合公差带如图 5.7(a)所示。

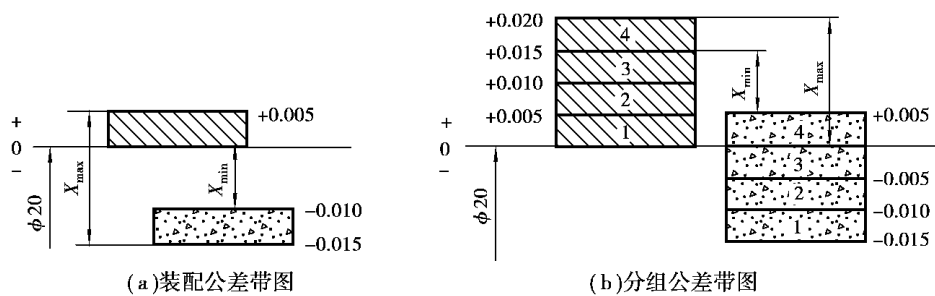


图 5.7 分组选配法

(2)将公差扩大 4 倍,得出 $4 \times 0.005 = 0.02 \text{ mm}$ 的经济制造公差。

(3)按同方向扩大制造公差,得导套制造的极限尺寸为 $\phi 20^{+0.02}_0$,导柱制造极限尺寸 $\phi 20^{+0.000}_{-0.020}$ 。

(4)制造后,按实际加工尺寸分 4 组,如图 5.7(b)所示。装配时大尺寸的导套与大直径的导柱配合,小尺寸的导套与小直径的导柱配合,即可获得所需要的装配精度。具体分组情况如表 5.8 所示。

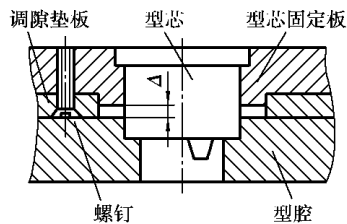


图 5.8 垫板法调整型芯与型腔的位置

表 5.8 导套、导柱分组选配法尺寸分组表

组别	导套直径	导套直径	配合情况	
			最大间隙	最小间隙
1	$\phi 20^{+0.005}_0$	$\phi 20^{-0.010}_{-0.015}$	+0.020	+0.010
2	$\phi 20^{+0.010}_{+0.005}$	$\phi 20^{-0.005}_{-0.010}$		
3	$\phi 20^{+0.015}_{+0.010}$	$\phi 20^0_{-0.005}$		
4	$\phi 20^{+0.020}_{+0.015}$	$\phi 20^{+0.005}_0$		

4)调整法解算尺寸链(见表 5.9)

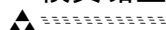


表 5.9 调整法解算尺寸链的特点与应用

概 念	分 类		特 点	应 用
装配时,通过调整某一零件的位置或尺寸的方法来达到装配精度的装配方法	可动调整法	通过调整零件位置来达到装配精度的方法	零件不需任何修配,只需调整就能达到装配要求	如图 5.2(a)所示的卸料机构装配,是用螺钉调整卸料板的位置来保证凸模与卸料板之间的相对位置的 如图 5.8 所示运用垫板法来调整型芯与型腔的位置
	固定调整法	就是在装配尺寸链中选定一个或加入一个零件作为调整环,根据实际情况选择按一定尺寸级别制成的专用零件(如垫圈、垫片等)进行补偿,以保证装配精度	对于易磨损零件可以通过定期调整,恢复配合精度 有时会影响配合件的位置精度和寿命,应仔细调整,调整好后固定应坚实牢固	

练一练

一、填空题

1. 尺寸链是指在零件_____和产品_____过程中,由_____所构成的_____尺寸组。
2. 尺寸链根据用途不同可分为_____和_____两种。
3. 尺寸链中各组成尺寸称为_____,根据这些组成尺寸形成的条件又分为_____和_____。
4. 在一个尺寸链中,有_____封闭环和_____个组成环。
5. 组成环根据各自对封闭环影响的不同,分为_____和_____。
6. 模具的装配方法包括_____,_____,_____和_____4 种。

二、选择题

1. 在尺寸链中间接获得,自然形成的尺寸成为_____。
A. 组成环 B. 封闭环 C. 协调环
2. 在尺寸链中,当其他组成环不变的条件下,封闭环随之增大而增大的组成环称为_____。
A. 封闭环 B. 减环 C. 增环
3. 在尺寸链中,当其他组成环不变的条件下,封闭环随之增大而减小的组成环称为_____。
A. 封闭环 B. 减环 C. 增环
4. 封闭环的公差_____。
A. 等于各组成环的公差之和
B. 等于增环的公差之和减去减环的公差之和

- C. 等于减环的公差之和减去增环的公差之和
5. 对于包容尺寸,在确定其上下偏差时,应采用_____。
- A. 单项负偏差 B. 对称 C. 单项正偏差
6. 对于被包容尺寸,在确定其上下偏差时,应采用_____。
- A. 单项负偏差 B. 对称 C. 单项正偏差
7. 所谓单向正偏差,即_____(δ 为尺寸公差)。
- A. $ES=0, EI=-\delta$ B. $ES=+\delta/2, EI=-\delta/2$ C. $ES=+\delta, EI=0$
8. 对于组成环数少,装配精度要求不高,生产批量大的条件下,宜选择_____装配。
- A. 完全互换法 B. 分组选配法 C. 修配法 D. 调整法
9. 模具中对于工作精度要求很高的凸模、凹模的装配宜选用_____进行装配。
- A. 完全互换法 B. 分组选配法 C. 修配法 D. 调整法
10. 导套、导柱的装配宜选用_____进行装配。
- A. 完全互换法 B. 分组选配法 C. 修配法 D. 调整法

三、简答题

1. 封闭环的特点有哪些?
2. 简述工艺尺寸链解算的步骤。
3. 简述装配尺寸链解算的步骤。
4. 什么叫完全互换法装配?有何特点?
5. 什么叫修配法装配?有何特点?
6. 什么叫分组选配法装配?有何特点?
7. 什么叫调整法装配?有何特点?

四、计算题

1. 如图 5.9 所示为一模板的导套孔系加工,为了避免基准不重合而造成的误差累积,加工孔 1、2 时,都选择 A 面作为定位基准,请计算孔 2 到 A 面之间的工艺尺寸(用完全互换法解算)。

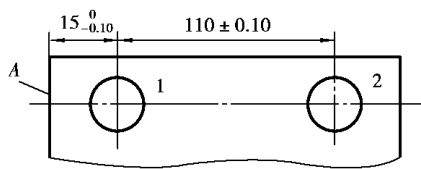


图 5.9 模板孔系加工

2. 有一组配合基本尺寸为 $\phi 40$ mm 导套和导柱,要求配合间隙为 $0.015 \sim 0.025$ mm,试用分组选配法解算尺寸链(导套和导柱的经济公差为 0.015 mm)。
3. 已知一精密冲裁模具要求双边冲裁间隙为 $0.06 \sim 0.16$ mm,凸模和凹模的基本尺寸为 $\phi 60$ mm,如果分别将二者的制造公差分别放大到凹模为 0.12 、凸模为 0.08 的经济公差,现选择凸模为修配环,试用修配法解算出修配环凸模的加工尺寸。

5.3 模具装配技术与应用

5.3.1 常用冲压模具的结构与工作原理

任务内容

- 1. 常用冲压模具的结构与工作原理。
- 2. 常用各类冲压模具的装配原理。

任务目标

- 1. 熟悉常用冲压模具的结构与工作原理。
- 2. 读懂常用各类冲压模具的装配原理。

任务过程

根据用途的不同 ,可将模具进行分类 ,如图 5.10 所示。

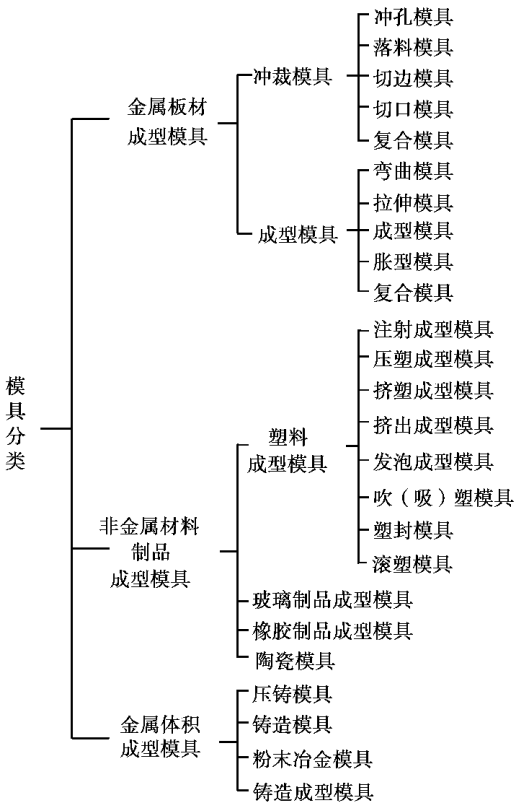


图 5.10 模具的分类

(1)冲裁模具

1)冲压模具零件的种类与作用(见图 5.11)

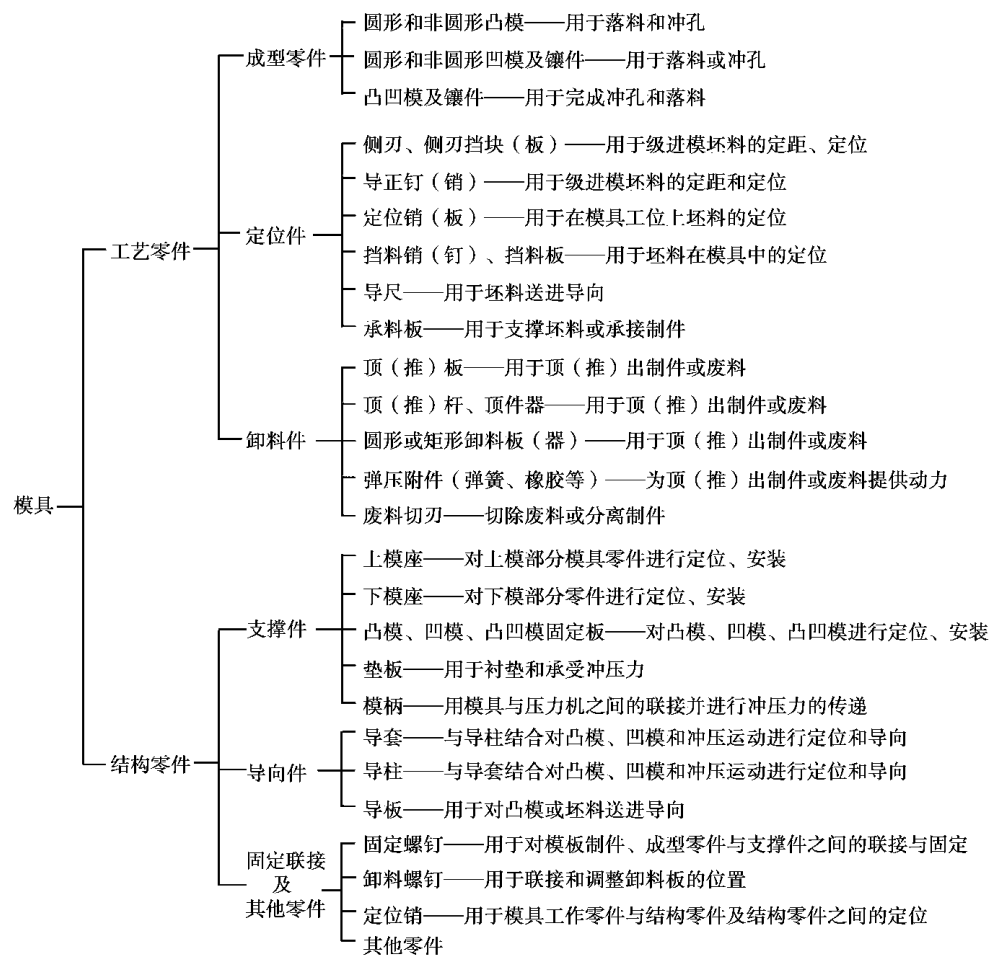


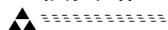
图 5.11 模具零件的分类与作用

2)冲裁模具的工艺特点

冲裁模具是用于将材料分离加工的冷冲模具。根据冲裁工序的性质将其进行分类,如表 5.10 所示。

表 5.10 冲裁模具的工艺与特点

工序名称	工艺简图	特点与应用
落料		沿封闭轮廓将制件与板料分离 用冲模沿封闭轮廓冲切,冲下的部分为制件。用于制造各种形状的零件,或作为进一步冲压加工的坯料



续表

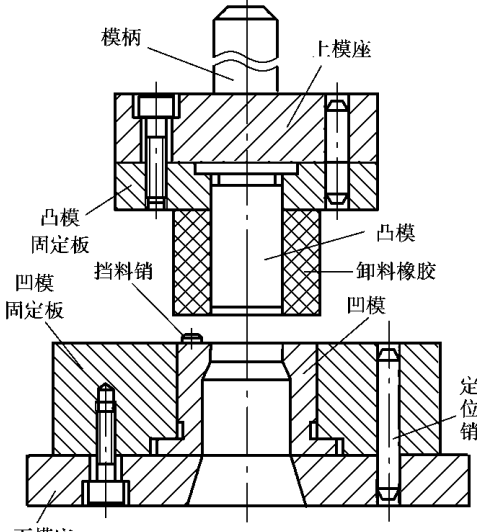
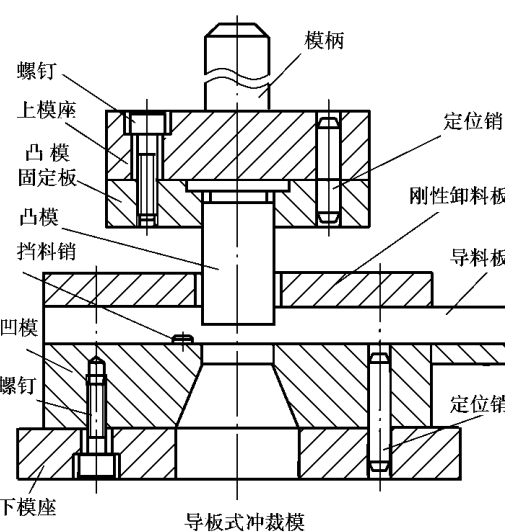
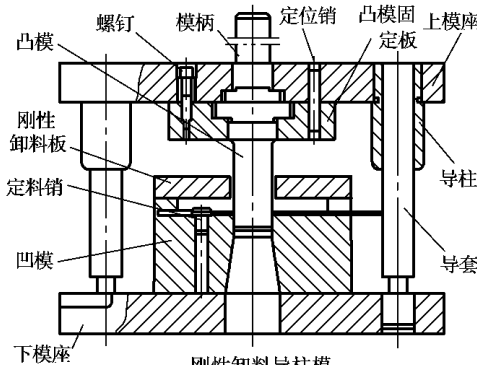
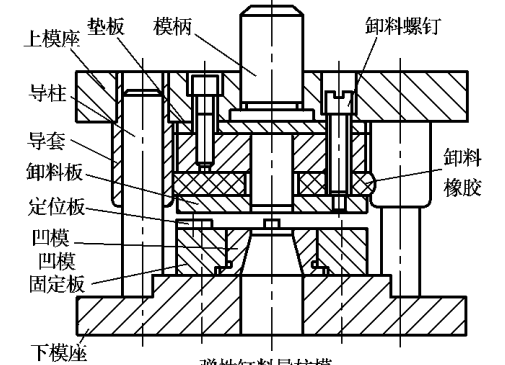
工序名称	工艺简图	特点与应用
冲孔		用冲模沿封闭轮廓将废料与制件分离,冲掉部分是废料
切口		板料沿敞开轮廓将制件冲切出缺口,同时将切口部分弯曲
切边		将制件不规则的边沿切除,使制件切口平整,形状和尺寸规则
切断		将坯料用切刀或冲模沿敞开轮廓切断或分离,用于加工形状简单的工件,或作为下料工序

3)常用冲裁模具的结构特点与应用

A. 单工序冲裁模具

单工序冲裁模具是在一次冲压行程中只能完成同一种冲裁工序的模具,如表 5.11 所示。

表 5.11 单工序冲裁模具的结构与用途

敞开式和导板模具	  敞开式冲裁模 导板式冲裁模
结构特点	结构简单,易于制造,成本低廉,主要依靠冲床滑导轨导向,安装调试复杂,刃口易磨损,安全性差,效率低、寿命短 结构简单,相对于敞开式而言,模具安装和工作时的导向性与安全性较好,冲制精度较高,受导板限制,冲裁行程较小,导板需要和凸模配作
应用	用于冲制批量不大、精度要求不高和形状简单的制件 用于冲制小型和形状不十分复杂的制件
导柱冲裁模具	  刚性卸料导柱模 弹性卸料导柱模
特点	模具工作时,有导柱、导套对凸模和凹模进行定位导向,容易保证二者的冲裁间隙均匀,冲制精度和生产效率高,使用寿命长。但结构复杂,制造成本高。弹性卸料模具工作的平稳性较好
应用	常用于精度较高的大批量生产时的零件冲制加工

B. 复合冲裁模具

复合冲压模具,就是在一次冲压行程中,在同一位置上完成两个或两个以上的不同冲压工

序的模具。如图 5.12 所示为一链板的复合冲孔-落料模具。除此之外,还有冲孔-成型、冲孔-拉伸、成型-切边等复合模具。

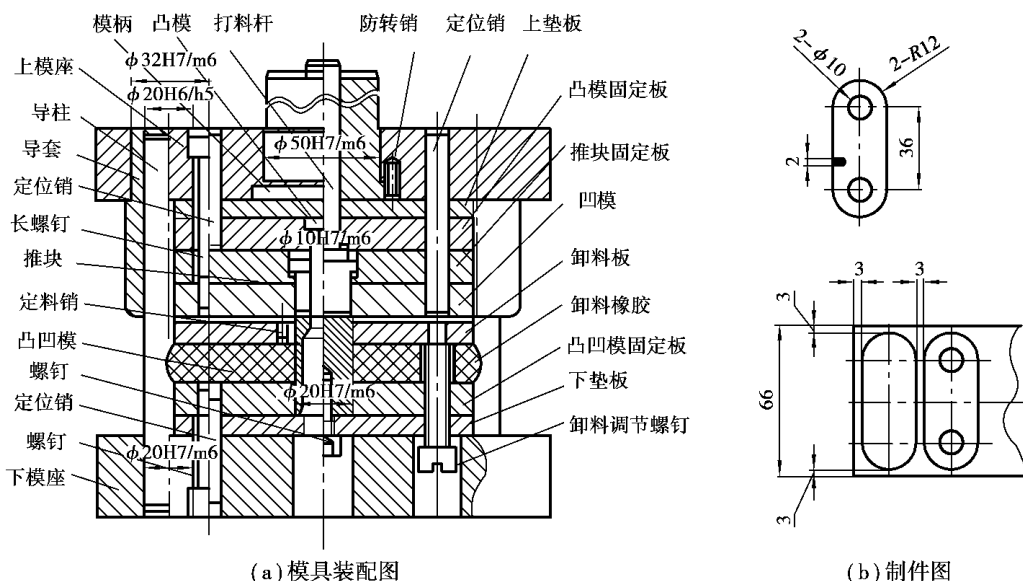


图 5.12 冲孔-落料复合模具

该类型模具的特点是 结构紧凑,生产效率高,可充分利用边角余料。但是结构复杂,生产周期长,成本高。一般适用于生产大批量、精度要求比较高的冲裁件。

C. 级进模具

级进模具又称为连续模或跳步模,在模具上有两个或两个以上的冲压工位,在一次冲压行程中,同时在两个或两个以上的工位上完成不同冲压工序的模具。如图 5.13 所示为垫圈的级进冲裁模具。

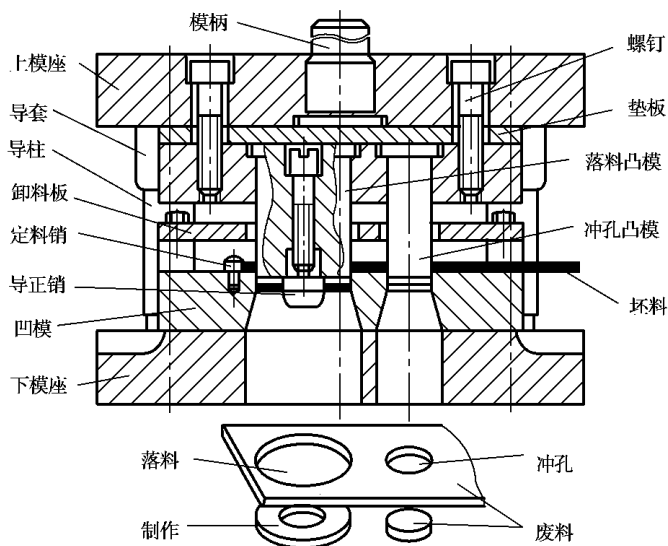


图 5.13 垫圈级进冲裁模

这类模具的特点是生产率高、操作方便、安全、便于实现自动化生产。但是模具结构复杂，工作零件定位精度要求较高，模具的装配调试比较麻烦，模具制造成本较高。

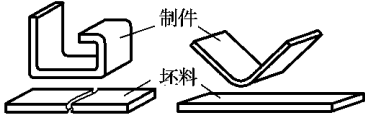
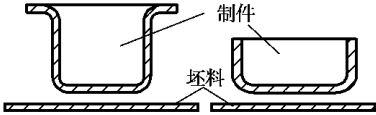
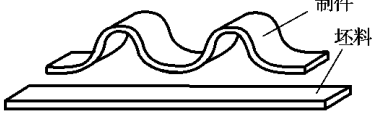
级进模具一般用于生产批量大、精度要求较高的多工序冲裁件，并在电子元器件的冲裁加工中广泛应用。

(2) 变形加工冲压模具

1) 变形加工工艺特点

变形加工冲压模具是指材料在压力作用下，使其产生塑性变形，将其制成具有一定形状制件的冲压模具。根据变形加工的特征，可分为弯曲模具、拉伸模具、成型加工等模具，如表 5.12 所示。

表 5.12 零件变形加工的种类与特点

工序名称		工艺简图	特点与应用
弯曲			将板料弯制成所需形状。用于加工如链环、板扣等零件
拉伸			将平板料制成任意形状的空心零件。用于加工杯子、饭盒等形状的零件
成型	起伏		将板料局部变形加工成起伏凸凹的零件。用于加工汽车箱板等零件
	翻边		将板料的边缘或管子(或空心制件)的口部进行折边或翻扩的加工
复合工序			在一次冲压行程中完成两道或两道以上与变形加工有关的组合冲压工序

2) 弯曲模具

弯曲模具是将条料或板料弯制成所需角度和形状的模具。根据制件的形状不同，它可分为 V 形件、U 形件、Z 形件以及其他形状的弯曲模具。

① V 形件弯曲模：如图 5.14 所示。

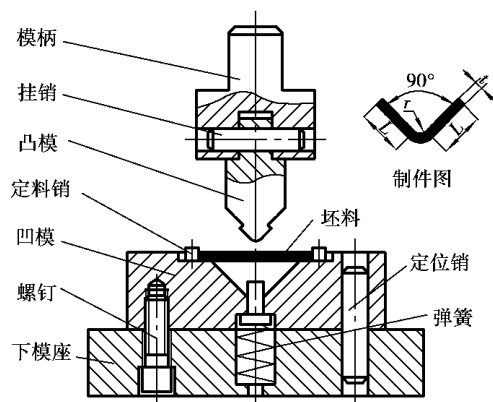
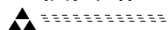


图 5.14 V 形件弯曲模

②Z 形件弯曲模 如图 5.15 所示。

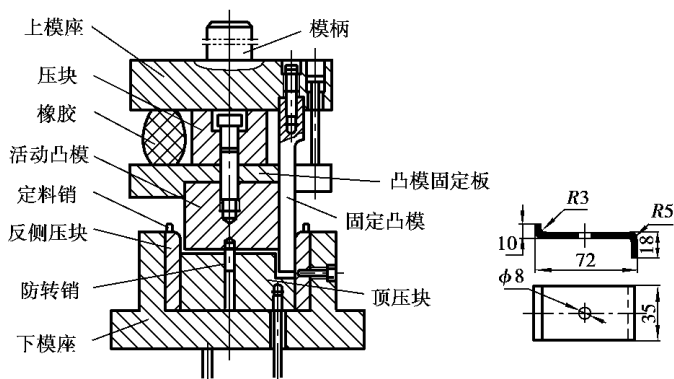


图 5.15 Z 形件弯曲模

③U 形件弯曲模 如图 5.16 所示。

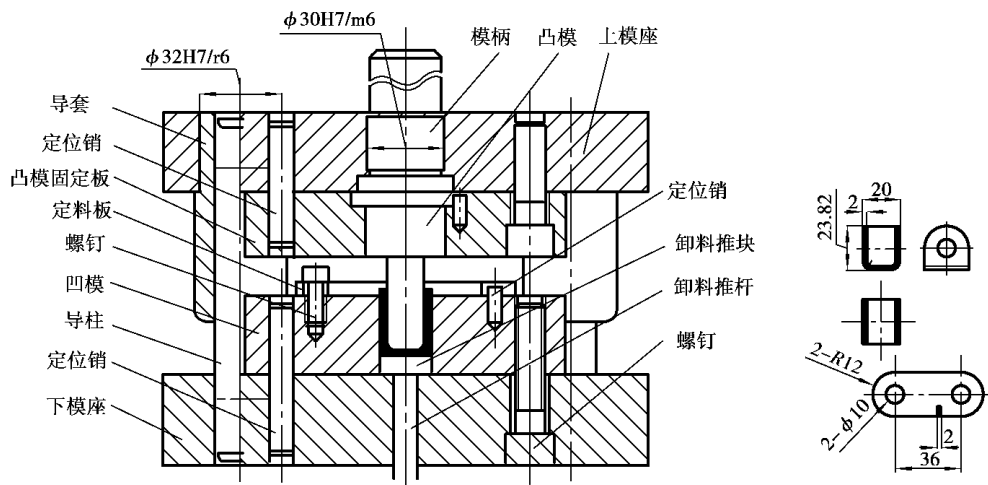


图 5.16 U 形件弯曲模

3) 拉伸模具

拉伸又称为拉延,拉伸模具是将板料或空心工序制件,在压力机的作用下制成开口空心零件的模具。

一副拉伸模具只能完成一次拉伸工作,故拉伸模具也是一种单工序模具。与冲裁模具比较,其结构相对比较简单,但其工作部分的圆角较大,工作零件的表面质量要求较高。拉伸模具已被广泛用于汽车、仪表、电子和航空航天等各种生产部门的产品生产中。

根据其结构的不同,拉伸模具可分为简单拉伸模具、复合拉伸模具和连续拉伸模具3类;根据产品的拉伸次数,又可分为首次拉伸模、半成品拉伸模和成品拉伸模。

①简单拉伸模:如图5.17(a)所示为不带压边圈的简单拉伸模;如图5.17(b)所示为带压边圈的拉伸模具。

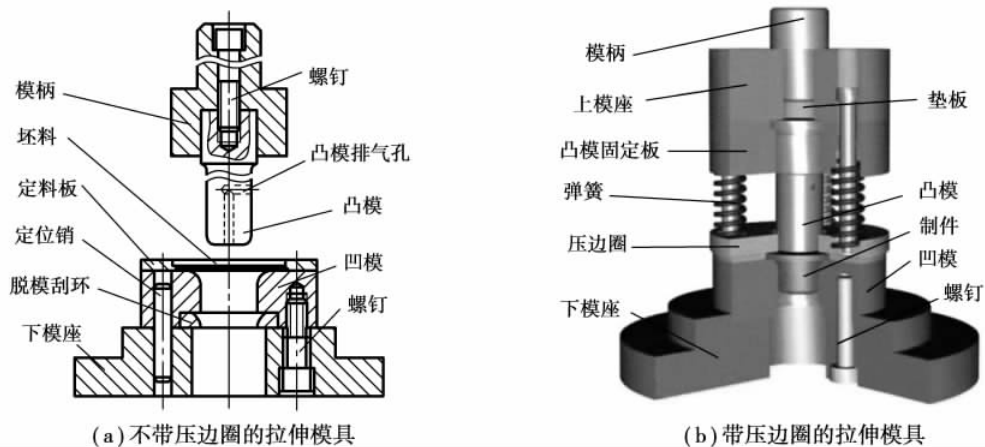


图 5.17 简单拉伸模具

比较上述两种模具可知,不带压边圈的拉伸模具,容易在拉伸过程中造成制件褶皱,只适合于直径变化不大的小型拉伸件,而带压边圈的拉伸模具可以避免或减小制件褶皱,因此,在一般情况下,为保证制件质量,半成品拉伸模具均应设置压边圈。

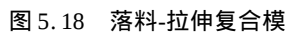
②复合拉伸模具

如图5.18所示的是落料-拉伸复合模具,它可以在落料完成后,在同一工位上立即进行拉伸。除此以外,还有切边-拉伸模、拉伸-成型等复合拉伸模具。

③连续拉伸模具

对于需要多次拉伸的中小型制件,往往需要使用多个简单拉伸模具,经过多次拉伸才能成型。如果将这些拉伸模具按工艺顺序排列起来,构成一套能连续拉伸的组合模具就成为连续拉伸模具。

如图5.19所示为一钢瓶拉制的连续拉伸模。该模具件钢瓶的拉伸总共分为4次拉伸。位置从高到低,当前一次拉伸结束后,半成品在其自重的作用下,自动进入下一次拉伸的工位-料槽,一次工艺顺序,半成品经过4次拉伸后,从第4个凹模脱出获得成品。



1. 熟悉常用塑料注射模具的结构与工作原理。

2. 读懂常用塑料注射模具的装配原理。

任务过程

塑料模具就是将熔融的塑料溶液 ,以一定的压力和速度注入与所需制件形状相同的容腔中 ,待其冷凝成型 ,或将固体的塑料原料加入容腔中加热、加压成型 ,获得一定形状和尺寸制件的模具。

根据不同的成型方法和原理 ,可将塑料模具分为注塑模具、压塑模具、挤出模具和吹塑模具等几大类。本书将主要以注塑模具作为介绍对象。

注塑模具根据模具结构不同 ,又将其分为单分型面注塑模具、双分型面注塑模具、斜导柱侧向抽芯注塑模具、齿轮齿条侧向抽芯注塑模具及热流道注塑模具等。

(1) 塑料模具的结构组成

注塑模具分为定模和动模两个部分 ,其中定模安装在注塑机的固定座板上 ,动模安装在注塑机的移动座板上。工作时动模和定模两大部分闭合 ,即可进行注射成型 ;开模时 ,动模和定模大部分分离 ,在顶出机构的作用下 ,推出塑件。

注塑模具各组成部分及其作用如表 5. 13 所示。

表 5. 13 注塑模具的组成和各部分作用

名 称	主要零件	作 用
成型零件	型芯、型腔、嵌件、镶块等零件	型芯 : 决定塑件的内部结构形状 型腔 : 决定塑件的外部结构形状 镶块和嵌件可以形成构成塑件某些形状特殊部分
浇注系统	浇口套及流道系统组成。流道系统包括主流道、分流道、浇口以及冷料井组成	主要是将熔融的塑料溶液输送入型腔 ,待其凝固获得塑件
导向系统	导柱、导套	主要用于塑料模具工作时的定位和导向 ,保证和保持型芯、型腔和其他工作与结构零件位置准确
侧向抽芯机构	侧滑块、斜导柱、侧型芯、导滑槽、限位块等零件组成	用于塑件侧面有侧孔、凹穴、凸台时的分型和成型工具 ,塑件在推出前 ,必须侧向抽出侧型芯后 ,方能顺利脱出
脱模顶出机构	顶杆、复位杆、推板、推杆固定板、拉料杆等零件组成	当塑件在型腔内冷却成型后 ,因为冷缩会抱紧在型芯上 ,若要将其脱出 ,必须使用脱模顶出机构
冷却和加热系统	冷却水道、加热用的热流道系统 ,以及模具的工作预热系统等	冷却系统 :为了提高生产率 ,使成型后的塑件尽快冷却 加热系统 :是模具工作部分或模具整体保持一定的温度 ,增强熔融塑料溶液的流动性 ,防止提前冷凝、结料和充不满型腔

(2) 塑料模具的结构原理

1) 单分型面注塑模具

单分型面注射模也称二板式注射模,它是注射模中最简单的一种结构形式。这种模具只有一个分型面。单分型面注射模具根据需要,既可以设计成单型腔注射模,也可以设计成多型腔注射模,应用十分广泛。

如图 5.20 所示为典型单分型面注塑模具的结构图。

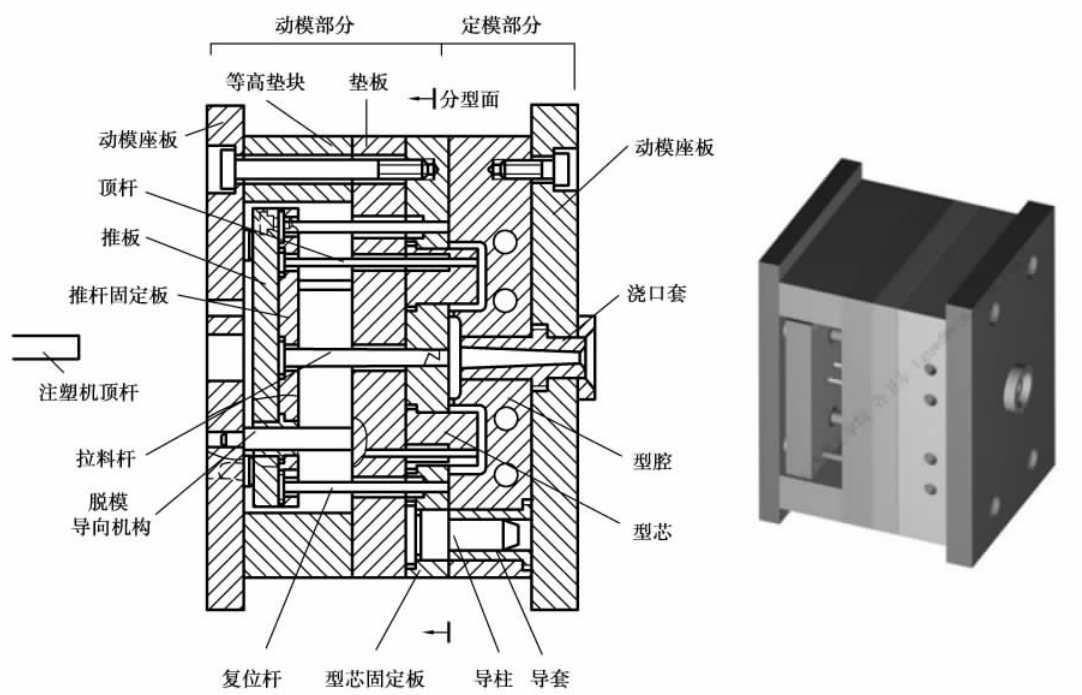


图 5.20 单分型面注射模具结构

单分型面注射模具的工作原理如图 5.21 所示。

2) 双分型面注塑模具

双分型面注塑模是指模具有两个分型面,分别用来取出塑件和凝料。模具开模以后,点浇口被拉断,塑件和浇注系统凝料分开,分别从 A、B 两个分型面取出。模具被 A、B 两个分型面分成定模、中间板和动模 3 部分。如图 5.22 所示为一定距拉板(杆)式双分型面塑料注射模具的结构原理图。

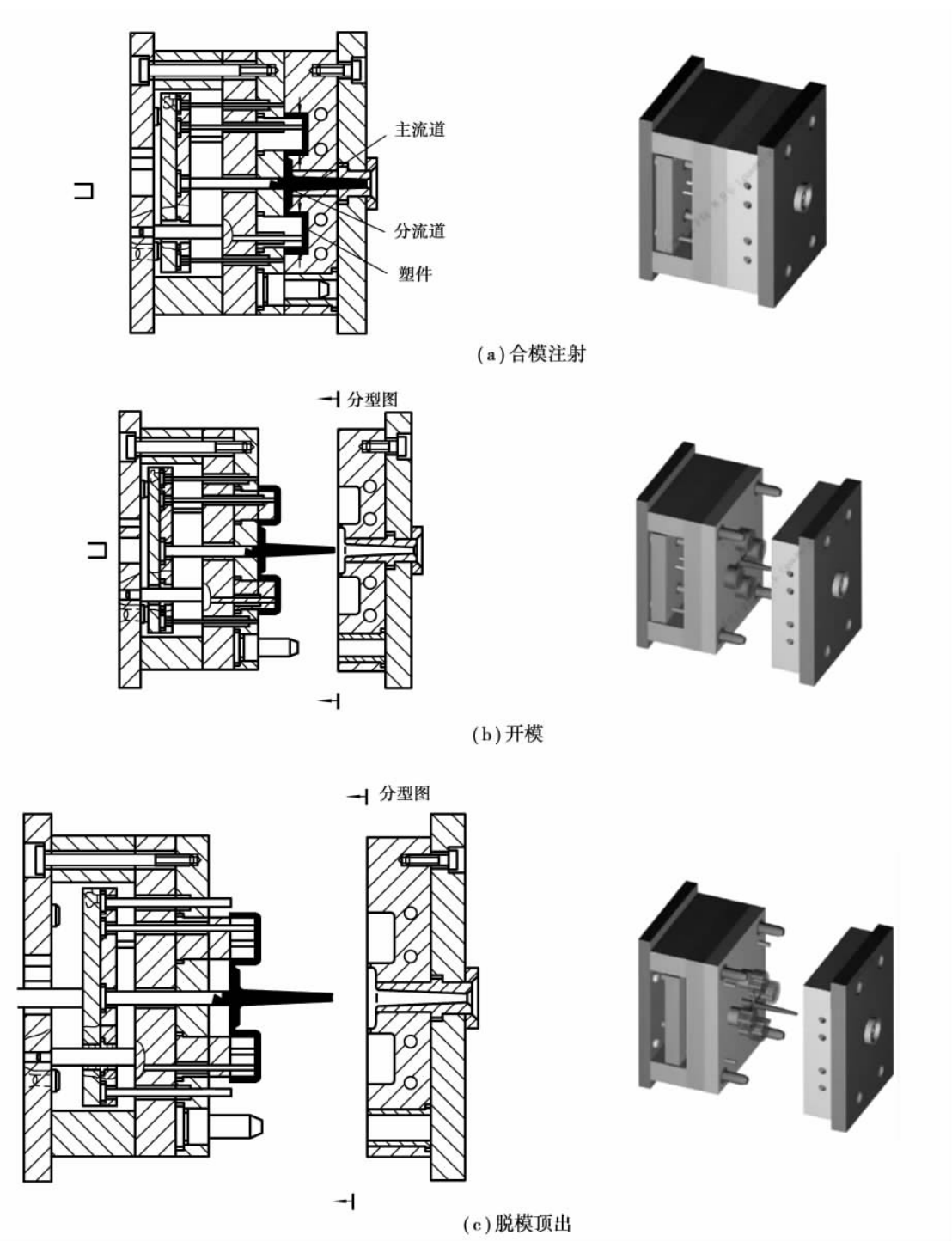


图 5.21 单分型面注射模具的工作原理

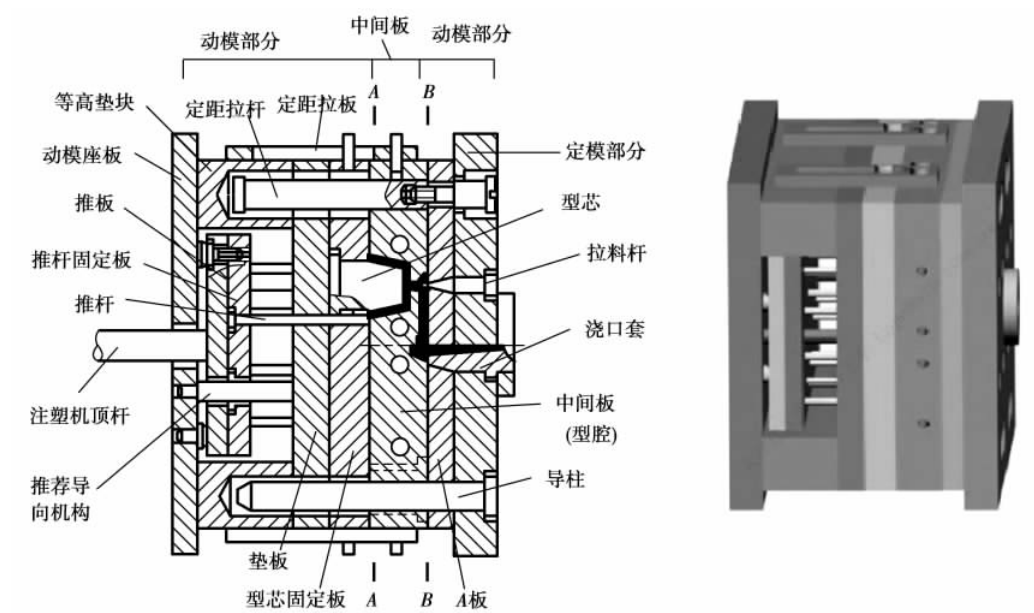
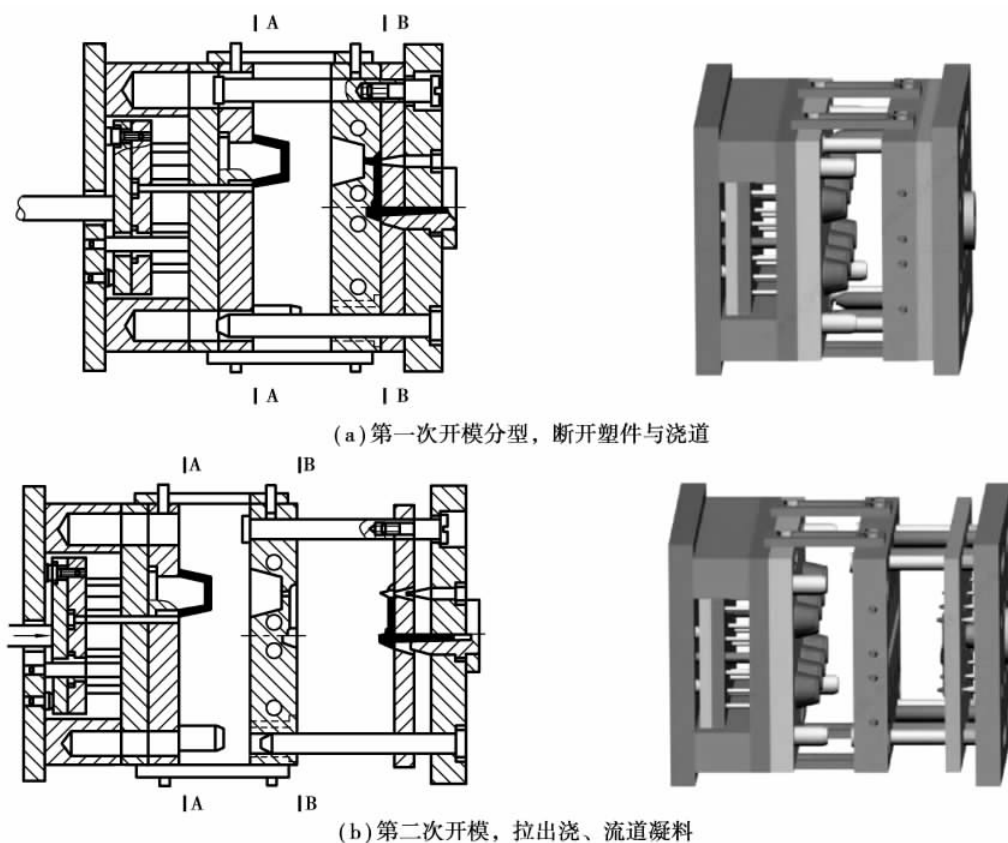


图 5.22 定距拉杆式双分型面塑料注射模具结构原理图(合模注射状态)

双分型面塑料注射模具的工作原理如图 5.23 所示。



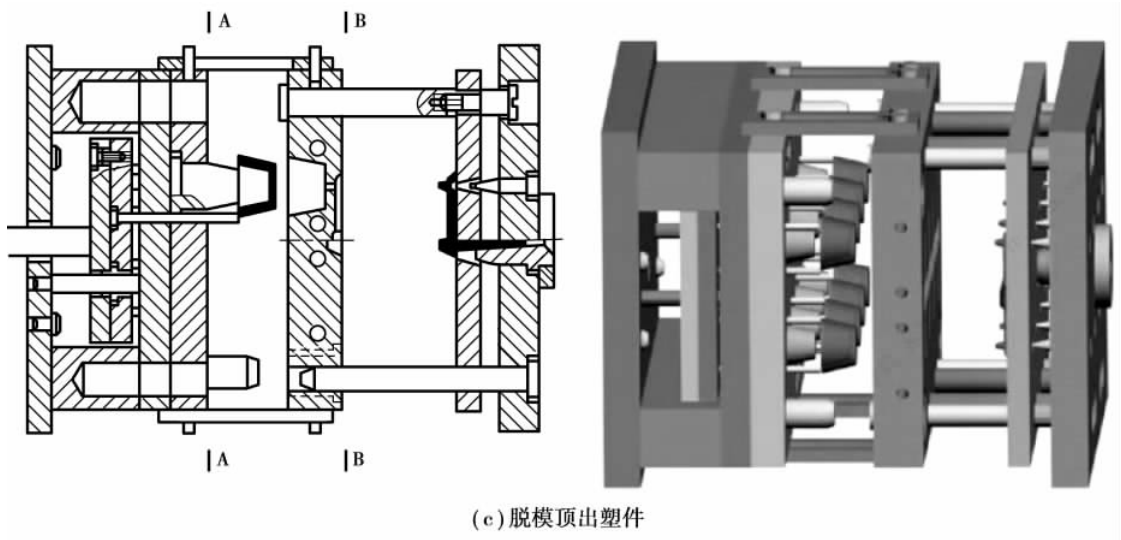


图 5.23 双分型面塑料注射模具的工作原理

3)斜导柱侧向抽芯塑料注射模具

用于塑件侧面有侧孔、凹穴、凸台时的分型和成形模具,塑件在推出前,必须侧向抽出侧型芯后,方能顺利脱出。如图 5.24 所示为一典型的侧向抽芯塑料注射模具。

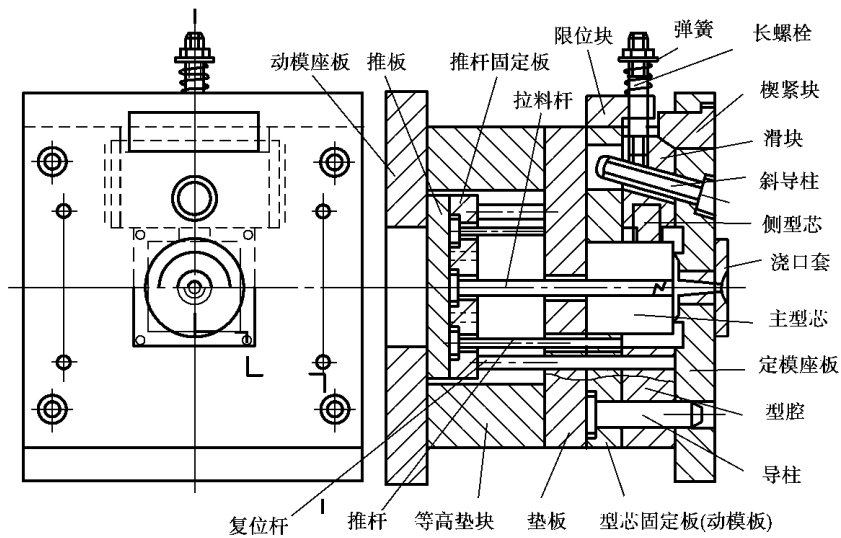
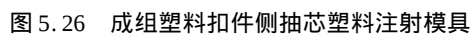
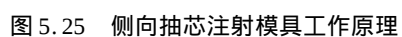


图 5.24 侧向抽芯塑料注射模具结构原理

侧向抽芯塑料注射模具的工作原理如图 5.25 所示。

如图 5.26 所示为一对塑料扣件的侧向抽芯塑料注射模具。

在此只介绍上述 3 类常用的模具,其他的模具结构与工作原理以及所有塑料模具的设计与制造技术请参阅其他的技术书籍。



练一练

一、填空题

1. 冲裁模具是用于将材料_____的_____模具。
2. 单工序冲压模具是在_____冲压行程中只能完成_____冲裁工序的模具。
3. 级进模具又称为连续模或跳步模,在模具上有_____的冲压工位,在一次冲压行程中,同时在两个或两个以上的工位上完成_____的模具。
4. 变形加工冲压模具,是指材料在_____作用下,使坯料产生_____,将其制成具有一定_____制件的冲压模具。
5. 弯曲模具是将条料或板料弯制成所需_____和_____的模具。
6. 拉伸又称为拉延,拉伸模具就是将板料或空心工序坯料,在_____的作用下制成_____零件的模具。
7. 拉伸模具根据其结构可分为_____拉伸模具、_____拉伸模具和_____拉伸模具3类。
8. 塑料模具就是将熔融的塑料溶液,以一定的_____和_____注入与所需制件形状相同的_____中,待其_____或将固体的塑料原料加入容腔中加热、加压成型,获得一定_____和_____的制件的模具。
9. 注塑模具分为_____和_____两个部分,其中定模安装在注塑机的_____上,动模安装在注塑机的_____上。
10. 侧向抽芯塑料模具主要用于塑件侧面有侧孔、凹穴、凸台时的分型和成型,塑件在推出前,必须_____抽出_____后,方能顺利开模脱出制塑件。

二、简答题

1. 冲压模具有哪些零件组成?各有什么作用?
2. 塑料模是由哪些零件构成?各有什么作用?
3. 简述塑料注塑模具的工作原理。

三、模具结构与工作原理分析题

1. 简述如图 5.27 所示端盖冲孔模具的工作原理。
2. 简述如图 5.28 所示弯曲模具的工作原理。
3. 简述如图 5.29 所示注射模具的工作原理。

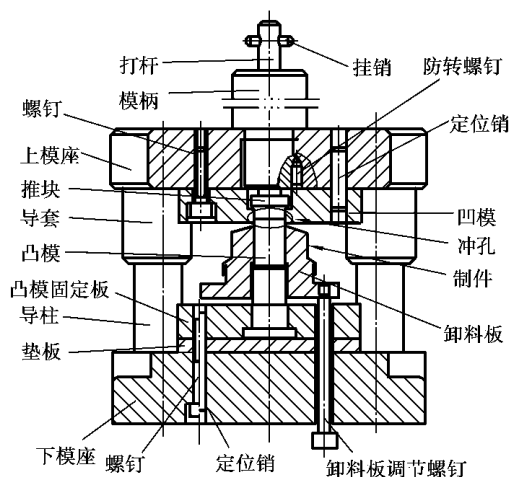


图 5.27 端盖冲孔模具

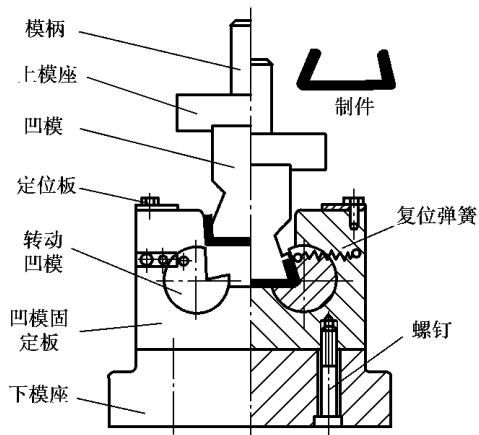
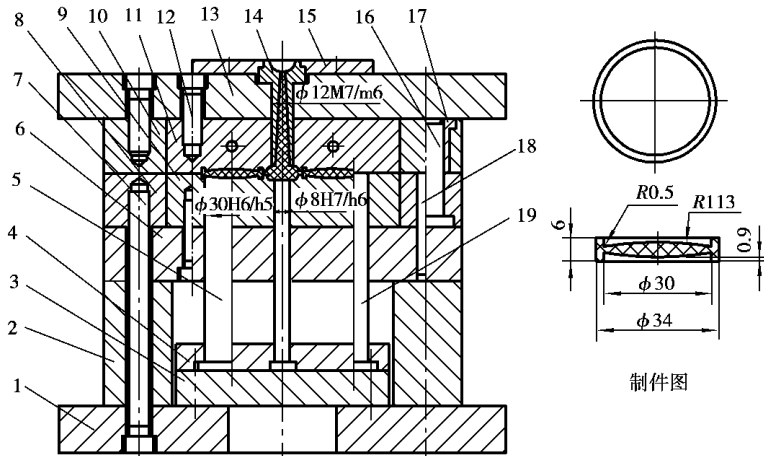


图 5.28 弯曲模具



19	复位杆	4			8	动模板	1		
18	定位销	2			7	螺钉	4		
17	导套	4			6	垫板	1		
16	导柱	4			5	型腔杆	4		
15	浇口套定位板	1			4	型腔杆固定板	1		
14	浇口套	1			3	推板	1		
13	定模座板	1			2	垫块	1		
12	螺钉	4			1	动模座板	1		
11	定模型腔	1			序号	名 称	数量	材料	备注
10	定模板	1			设计		共 张第 张	x x x 职教中心	
9	动模型腔	1			校核		质量	透镜注射模具	
序号	名 称	数量	材 料	备 注	审核		比例		

图 5.29 透镜注射模具

5.4 常用模具的装配技术

5.4.1 冷冲模具的装配

任务内容

1. 常用冲压模具装配技术要求。
2. 冲压模具工作和结构零件装配的原理和装配方法。
3. 常用种类冲压模具的装配方法。
4. 冲压模具的总装配与试模要求和方法。
5. 冲压模具试模的缺陷分析和调整预防方法。

任务目标

1. 熟悉和理解常用冲压模具的装配技术要求。
2. 理解冲压模具工作和结构零件装配的原理,掌握各自的装配方法。
3. 读懂常用种类冲压模具的装配方法。
4. 掌握冲压模具的总装配与试模要求和方法。
5. 掌握冲压模具试模的缺陷分析和调整预防方法。

任务过程

(1)冷冲模具装配技术要求

1)工作零件装配技术要求

①凸模、凹模的轴线或侧刃与固定板安装基准面之间的垂直精度应满足以下要求:

配合间隙 $\leq 0.06\text{ mm}$ 时,小于 0.04 mm ;

配合间隙 $> 0.06 \sim 0.15\text{ mm}$ 时,小于 0.08 mm ;

配合间隙 $> 0.05\text{ mm}$ 时,小于 0.12 mm 。

②凸模、凹模装配好后,安装尾部应与其固定板一起在平面磨床上进行整体磨削,使其表面平整,表面粗糙度值达到 $Ra1.6 \sim 0.8\text{ }\mu\text{m}$ 。

③组合凸模装配好后,其高度误差应控制在 0.1 mm 以内。

④拼块凸模、凹模装配好后,其刃口两侧面应平整光滑,无接缝感。拉伸模具、成型模具的拼块凸模、凹模装配好后,其工作面的接缝平面度应小于 0.02 mm 。

2)紧固件装配技术要求

①螺栓拧紧后,不允许有任何松动,其旋合长度应满足以下要求:

旋入钢件: $\geq$ 螺栓直径;

旋入铸铁: $\geq$ 螺栓直径的1.5倍。

②定位销与定位销孔的配合应松紧适度,圆柱销与销孔零件的配合长度应大于销直径的1.5倍。

3) 导向零件的装配技术要求

①导柱压入模座的垂直度要求,在 100 mm 内的允差如表 5.14 所示。

表 5.14 导柱、导套装配垂直度要求

项目	滑动导柱			滚珠导柱
	I 类导柱	II 类导柱	III 类导柱	
垂直度	$\leq 0.01 \text{ mm}$	$\leq 0.015 \text{ mm}$	$\leq 0.02 \text{ mm}$	$\leq 0.005 \text{ mm}$

②导料板的导向平面应与凹模中心线平行,其平行度允差应满足下列要求:

冲裁模: $<100 \text{ } 0.05 \text{ mm}$;

级进模: $<100 \text{ } 0.02 \text{ mm}$ 。

4) 凸模、凹模装配好后的配合间隙要求(见表 5.15)

表 5.15 凸模、凹模装配好后的配合间隙要求

项目	冲裁模具		弯曲、成型、拉伸类模具
配合间隙	一般要求	尖角、转角处	最大值 < 材料厚 + 材料厚的上偏差 最小值 < 材料厚 + 材料厚的下偏差
	< 规定间隙的 20%	< 规定间隙的 30%	
要求	配合间隙均匀一致		

5) 模具装配好后的闭合高度(见表 5.16)

表 5.16 模具装配的闭合高度要求

闭合高度	$\leq 200 \text{ mm}$	$> 200 \sim 400 \text{ mm}$	$> 400 \text{ mm}$
允许误差	$-3 \text{ mm} \sim +1 \text{ mm}$	$-5 \text{ mm} \sim +2 \text{ mm}$	$-7 \text{ mm} \sim +3 \text{ mm}$

6) 顶出卸料件装配技术要求

①冲压模具装配后,其卸料板、推板、顶板等均应高出凹模、凸模或者凸凹模的模面 $0.5 \sim 1 \text{ mm}$ 。

②弯曲模的顶出件装配好后应低于成型表面,具体要求如下:

当材料厚度 $\leq 1 \text{ mm}$ 时,应低于型面 $0.01 \sim 0.02 \text{ mm}$;

当材料厚度 $> 1 \text{ mm}$ 时,应低于型面 $0.02 \sim 0.04 \text{ mm}$ 。

③顶杆推杆长度在同一模具内应保持一致,误差应控制在 0.1 mm 以内。

④卸料机构运动应灵活、无阻卡现象。

7) 装配后模板的平行度要求(见表 5.17)

表 5.17 模具装配的模板平行度要求

配合间隙	$\leq 0.06 \text{ mm}$	$> 0.06 \text{ mm}$	其他模具
300 mm 内的平行度允差	$< 0.06 \text{ mm}$	$< 0.08 \text{ mm}$	$< 0.1 \text{ mm}$

8)模柄装配后的技术要求

- ①模柄对上模座基准面的垂直度应小于 100 0.05 mm。
- ②浮动模柄的凹凸球面接触精度应大于 80%。

(2)冲压模具装配方法

1)装配方法选择(见表 5.18)

表 5.18 模具装配方法的选择

装配方法		应 用
互换装配法	完全互换法	适用于组成环数(零件)少,装配精度要求不高的大批量生产场合
	不完全互换法	适用于成批或大量生产的模具装配场合
	分组装配法	适用于生产批量大、装配精度要求高的装配场合,如导柱导套的装配
修配装配法	指定零件修配法	适用于单件、少量生产场合。常用在凸模、凹模装配时的间隙调整等
	合并修配法	将两个或两个以上的零件装配好后,再按要求进行修配,如凸模、凹模与各自固定板压装后,再进行平磨加工等,如图 5.30 所示
调整装配法	可动调整法	用移动调整螺钉或配合斜面的位置来对模具装配或使用过程中的间隙调整,如卸料板等模具零件的装配与调整
	固定调整法	根据装配要求选择配合零件的尺寸(如垫片厚度)来达到装配精度要求,如塑料模具装配中选择垫片来调整型芯与型腔的相对位置等

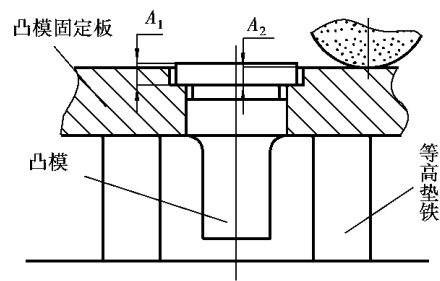


图 5.30 合并修磨法

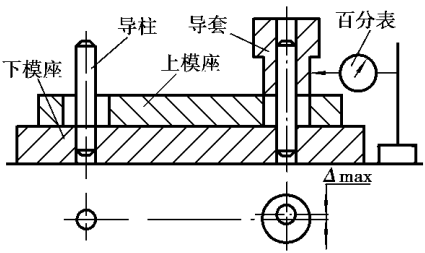
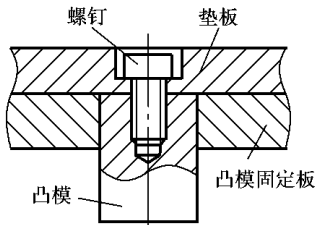
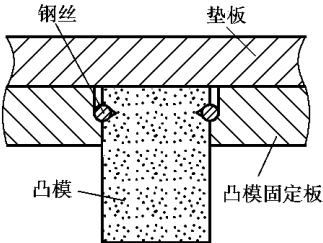
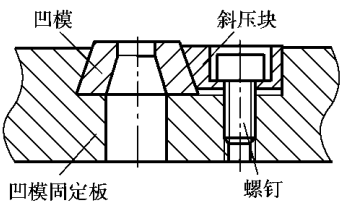
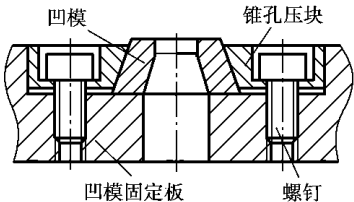


图 5.31 导套装配与检测

2)冲压模具的装配方法

A. 紧固件法装配凸模、凹模(见表 5.19)

表 5.19 紧固件法装配凸模、凹模

紧固件	装配工艺简图	装配要点	应用
螺钉固定		1. 利用凸模上已加工好的螺孔和销孔,在垫板上配钻固定螺孔 2. 将凸模装入固定板孔,保证垂直度 3. 用螺钉紧固,用力均匀,不准松动	凸模固定
钢丝固定		1. 在固定板上加工钢丝槽,宽度等于钢丝直径 2. 将凸模和钢丝一起自上而下压入固定板	
斜压块与螺钉固定		1. 将凹模放入固定板上已加工好的燕尾槽中,找正其轴线与固定板基准面的垂直度 2. 利用斜压块,在固定板上配加工螺孔 3. 压入斜压块,拧紧螺钉	凹模固定
压板螺钉固定		1. 将凹模装入固定板,保证其位置精度(与安装基准面的垂直度,与其他型孔或模具零件的位置精度) 2. 将凹模与压板结合配加工螺孔和销孔 3. 调整并找正凹模位置,拧紧螺钉	

B. 压入法(见图 5.32)

表 5.20 压入法装配凸模、凹模

配合要求		1. 配合性质 $H7/n6$ 或 $H7/m/6$ 2. 表面粗糙度值小于 $Ra\ 0.8\ \mu m$
技术要求	凸模	1. 无台阶的凸模压入端(非刃口端)四周应修整出一定的圆角或小锥度 2. 对于有台阶的凸模,压入部分应设有引导部分,并在该部分修整出小圆角、小锥度以及在 $3\ mm$ 范围内将直径磨小 $0.03\sim0.05\ mm$,便于装配时的导入
	固定板	1. 凸模固定孔的尺寸和表面粗糙度应符合要求 2. 凸模固定孔应与基准面垂直,不应有锥度或鞍形 3. 当凸模不允许设引导部分时,可在固定板孔压入端加工出斜度小于 1° 、高度小于 $5\ mm$ 的引导部分,便于凸模压入 4. 凸模安装基准面应与凸模固定板支撑面贴紧
压入顺序		1. 在进行组合凸模安装时,应先压入容易安装和作为其他凸模的定位基准的凸模 2. 后压入依赖其他零件定位或需要进行工艺处理的凸模
合并修磨		1. 压入后将凸模和固定板安放在平面磨床上进行合并修磨,将固定板的底平面与凸模尾部一并磨平 2. 再将其反转 180° ,以固定板的底平面为基准修磨凸模刃口,如图 5.32 所示
注意事项		1. 压入时,凸模的中心必须与压力机的压力中心重合 2. 在压入过程中,必须随时检查凸模与基准面之间的垂直度。压入少许则应检查,当压入 $1/3$ 深度时,再做检查。不合格及时调整,保证其垂直度符合要求 3. 压入过程必须连续平稳,严禁冲击或锤击

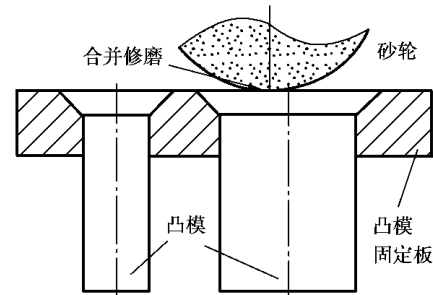


图 5.32 压入紧固法

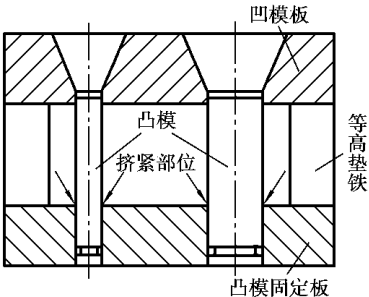


图 5.33 挤紧法

C. 挤紧法(见图 5.33)

- a. 将凸模以凹模定位,通过凹模将凸模压入固定板,保证凸模、凹模间隙均匀准确。

b. 用錾子环绕凸模四周对固定板进行局部挤压,使固定板材料变形而压紧凸模。

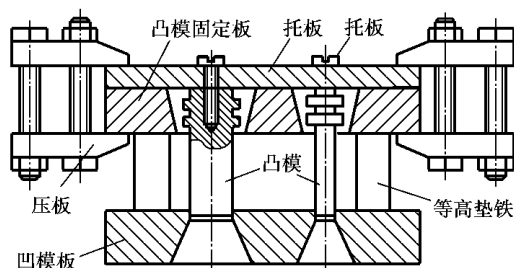
c. 检查凸模凹模间隙是否均匀准确,凸模的垂直度是否符合要求,如不符合要求,必须再修挤直至合格。

D. 黏接法

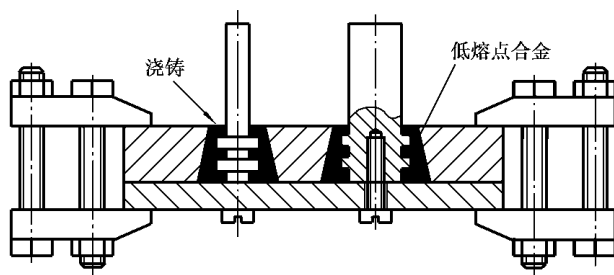
使用有机或无机黏接剂、低熔点合金,将凸模、凹模间隙调整均匀准确后,进行黏接。此法还可用于导套、导柱与上下模座之间的装配。

E. 低熔点合金固定法(见图 5.34)

将凸模置于凸模固定板和凹模板上,采用辅助托板对凸模进行定位和找正,直至凸模与基准面的垂直度和凸模与凹模之间的配合间隙合适、均匀后(见图 5.34(a)),浇铸熔化后的低熔点合金,待其冷凝后,即完成对凸模的固定(见图 5.34(b))。可以用此种方法来固定导套、导柱以及其他模具零件。



(a) 找正固定凸模



(b) 低熔点合金浇铸

图 5.34 低熔点合金固定法

F. 热套法

将固定凸模、凹模、导套及导柱等的包容件(套件)加热膨胀后,装入被包容零件,待其冷却后将凸模、凹模、导套及导柱固定。

3) 凸模、凹模的间隙调整(见表 5.21)

表 5.21 冲裁模具装配时的间隙调整

方 法	操 作	应 用
光隙法 (见图 5.35)	1. 将上、下模分别装配 ,暂不紧固 2. 在上、下模之间垫入等高垫块 ,用平行夹具夹紧 ,将上、下模翻转 ,移入光源 3. 通过型孔 ,观察光间隙的均匀程度 ,调整凸模和凹模位置 ,直至间隙均匀 4. 用平行夹具紧固未进行固定和定位的上或下模 ,在凸模或凹模的固定板和与模座之间配加工螺孔 ,紧固后再配加工销孔进行定位	用于冲裁精度要求不高的冲模间隙调整
测量法	1. 将凸模插入凹模型孔内 2. 用塞尺检查凸模和凹模四周的间隙是否均匀 3. 根据检查结果调整凸模、凹模的相对位置 ,使两者之间的间隙均匀 4. 再进行紧固和定位	用于单边间隙大于 0.02 mm 以上的模具
垫片法 (见图 5.36)	1. 根据凸模和凹模配合间隙的大小 ,在凸模和凹模之间垫入与单边间隙等厚的垫片 ,根据垫片的厚度 ,调整凸模和凹模之间的间隙使其均匀 2. 进行紧固和定位	用于间隙较大的冲模调整
涂层法	1. 在凸模上涂上一层与凸模和凹模配合间隙相同厚度的涂层(瓷漆或绝缘漆) ,再调整凸模位置插入型孔 ,即获得均匀的间隙 2. 进行紧固和定位	用于小间隙冲模调整
镀铜法	1. 在凸模上镀上一层与凸模和凹模配合间隙相同厚度的铜 ,再调整凸模位置插入型孔 ,即获得均匀的间隙 2. 进行紧固和定位即可	用于小间隙冲模调整

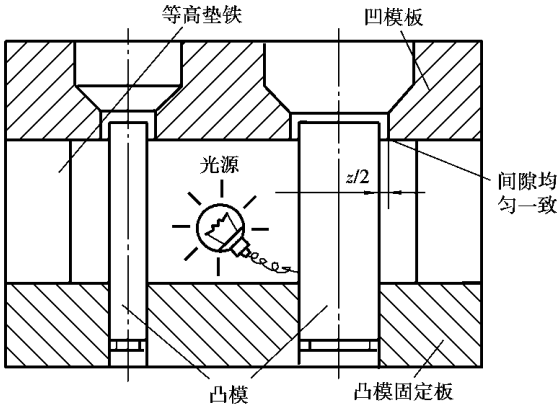


图 5.35 光隙法调整间隙

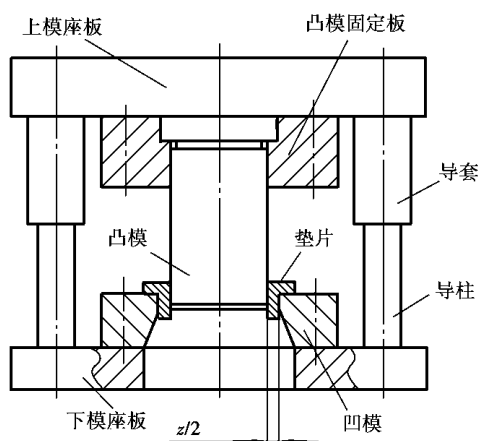


图 5.36 垫片法调整间隙

(3) 冲裁模具的总装与试模

1) 冲裁模具的总装

冲裁模具的总装顺序:总装时,应根据上模和下模上所安装零件在装配过程中所受限制的情况,来决定究竟先装上模还是下模。一般情况是以装配过程中受限制最大的部分先安装,并以它作为调整模具另一部分活动零件的定位基准。

2) 冲裁模具试模与调整

① 试模的目的

模具装配好后,必须在生产条件下进行试模,在试模过程中去发现模具在设计与制造过程中的各种缺陷,通过认真分析和精心调整,然后再进行试模,直至冲出合格的制件后,方能交予

用户使用,整个模具的设计与制造工作才告圆满结束。

② 冲裁模具的调整(见表 5.22)

表 5.22 冲裁模具装配的调整要求

调整项目	调整内容
刃口位置与冲裁间隙调整	1. 凸模、凹模的形状和尺寸必须同制件的形状和尺寸相吻合 2. 冲裁时,凸模、凹模刃口的工作高度一定要与制件厚度相适应 3. 凸模、凹模的冲裁间隙一定要准确均匀。对于有导向机构的模具,导向系统必须定位准确,运动灵活平稳;对于无导向机构的模具,必须在压力机上安装模具时认真进行调试
定位部分调整	1. 修边和冲孔模具坯料定位部分的形状和尺寸必须与坯料的形状和尺寸相吻合 2. 保证定位钉、定位块、导料板等位置准确,调整时,必须根据制件和坯料的形状、尺寸以及位置精度进行调整
卸料部分调整	1. 卸料板(推件器)的形状必须与制件形状相吻合 2. 卸料板与凸模之间的间隙不能太大或太小,运动必须灵活平稳 3. 卸(推)料弹簧的弹力必须足够大而均匀 4. 卸料板(推件器)的行程不能太大或太小 5. 凹模型孔不能有倒锥 6. 漏料孔(出料槽)在卸(推)料过程中应畅通无阻

③ 试模缺陷的分析与调整(见表 5.23)

表 5.23 冲裁模具试模缺陷分析与调整

缺 陷	产生原因	调整方法
制件毛刺太大	1. 刃口不锋利或淬火硬度不够 2. 间隙过大或过小 , 间隙不均匀	1. 修磨刃口或更换凸模或凹模 2. 重新调整冲裁间隙 , 使其均匀
制件尺寸 形状不准确	凸模、凹模的尺寸和形状误差太大	修整凸模、凹模的形状和尺寸、调整冲裁间隙 , 或更换凸模或凹模
制件不平整	1. 凹模型孔有倒锥 2. 顶件杆(器)与制件之间的接触面太小或不均匀 3. 顶件杆(器)分布不合理或顶件力不均匀	1. 修整凹模型孔 , 去掉倒锥 , 修出后角 2. 更换顶件杆(器) , 增大接触面积 3. 合理分布顶件杆(器) , 均匀顶件弹力
凸模折断	1. 冲裁力与模具压力中心不重合 , 产生侧向力 2. 卸料板产生倾斜 3. 上下模表面与压力机着力方向不平行 4. 凸模、导向机构垂直度超差	1. 调整模具在压力机上的安装位置 2. 调整卸料板 , 使其平行 , 均匀顶件力 3. 保证模具在压力机上的安装水平 , 压紧不松动 4. 重新装配模具 , 保证凸模、导向机构垂直度符合要求
凹模胀裂	1. 凹模结构不合理 , 容易造成应力集中 2. 凹模有上口大下口小的倒锥	1. 重新设计和制造凹模 2. 修整凹模型孔 , 去掉倒锥
啃口	1. 上下模座、固定板等零件的平行度超差 2. 凸模、凹模错位 3. 导向机构、凸模装配垂直度超差 4. 导柱、导套配合间隙过大 5. 顶件机构(卸料板)孔位产生偏移 , 使凸模产生歪斜	1. 重新装配模具 , 保证平行度要求 2. 重新装配模具 , 使冲裁间隙准确均匀 3. 重新装配模具 , 保证垂直度要求 4. 更换导柱、导套 5. 修整或更换卸料板
制件端面有 光亮带毛刺大 小不均匀	1. 冲裁间隙过小 2. 冲裁间隙不均匀	1. 根据制件的尺寸和形状要求 , 修整凸模或凹模(对冲孔模具修整凹模 , 落料模具修整凸模) , 适当放大冲裁间隙 2. 调整冲裁间隙 , 保证间隙合理
制件断面有 二次光亮带和 齿形毛刺	冲裁间隙过小	根据制件的尺寸和形状要求 , 修整凸模或凹模(对冲孔模具修整凹模 , 落料模具修整凸模) , 适当放大冲裁间隙

续表

缺陷	产生原因	调整方法
制件外形与内孔偏移	1. 定位机构位置误差过大,坯料定位不准确 2. 复合模具的凸凹模型孔和落料刃口偏心 3. 级进模具的定距侧刃位置与步距不一致 4. 导料板工作面与凹模送料中心不平行或产生偏置	1. 调整定位机构位置,使其符合制件的尺寸、形状和位置精度要求 2. 更换凸凹模,保证其位置精度 3. 加大或减小定距侧刃长度,磨小挡料块的尺寸 4. 调整挡料板,使其工作面与凹模送料中心平行,使工作平面的中心对称面与送料中心重合
送料不畅,易被卡死(连续模)	1. 两导料板之间的尺寸过大或过小,或两导料板的工作平面不平行 2. 卸料板与凸模之间的间隙过大,使搭边翻转卡死 3. 导料板工作平面与定距侧刃不平行形成锯齿卡住条料 4. 导料板与定距侧刃工作平面之间的间隙过大,产生毛刺	1. 修整或重新装配两导料板 2. 重新加工或更换卸料板,调整卸料板与凸模之间的间隙,使其合理均匀 3. 重新装配两导料板 4. 调整导料板与定距侧刃工作平面之间的间隙,使之与条料之间配合紧密
卸料不正常或退不下料	1. 卸料装置不动作 2. 卸料弹力不足 3. 卸料孔卸料不畅,卡死废料 4. 凹模型孔有倒锥 5. 打料杆长度不够 6. 凹模落料孔与下模座漏料孔错位	1. 重新装配卸料装置,使其动作灵活可靠 2. 增大弹簧长度和橡胶厚度以及弹力 3. 修整卸料孔 4. 修整凹模型孔,去掉倒锥 5. 增大打料杆长度 6. 修整漏料孔

3) 弯曲模装配、试模与调整(见表 5.24)

表 5.24 弯曲模具的装配与调整

调整项目	调整要点
上下模在压力机上的安装与调整	1. 保证上模、下模在工作时,凸模、凹模的位置和形状吻合 2. 保证上模、下模定位导向准确,运动灵活。有导向机构的模具在模具装配时保证,无导向机构的模具,在压力机上安装调试 3. 调整压力机的工作行程和上模、下模的闭合高度

续表

调整项目	调整要点
弯曲间隙调整	1. 调整凸模、凹模在垂直方向的间隙 ,使用硬度低于坯料进行试冲 ,调整冲床下死点位置来实现 2. 上模、下模周边间隙可以用样件或与坯料厚度相同的垫片进行调整 3. 将间隙调整与修配凸模、凹模的尺寸和形状相结合 ,待凸模、凹模的间隙均匀合理 ,冲制出合格制件后 ,加工紧固螺孔和定位销孔 ,再对凸模、凹模进行热处理 ,最后进行紧固和定位
定位装置调整	以保证定位部分的尺寸和形状与弯曲件相吻合的原则 ,合理调整定位钉(板)以及压边机构的位置和压边力
卸料机构调整	1. 保证卸料机构位置准确、行程合理、着力均匀、动作连续灵活 2. 保证卸料弹力足够均匀

4)拉伸模具的装配、试模与调试

①拉伸模具的装配

拉伸模具的装配方法与冲裁模具的装配方法基本相同 ,必须确保其凸模、凹模位置准确 ,间隙均匀合理。直至冲制出合格制件后 ,才对拉伸模具的工作零件进行淬火热处理。

②拉伸模具的间隙调整

对于不带压边装置的拉伸模具 ,拉伸时的单边间隙 $z/2 = (1 \sim 1.1) \delta$ 。

对于带压边装置的拉伸模具的单边间隙 $z/2$ 如表 5.25 所示。

表 5.25 拉伸模具凸模、凹模间隙要求

总拉伸次数	拉伸工序	单边间隙
1 次拉伸	1 次拉伸	$z/2 = (1 \sim 1.1) \delta$
2 次拉伸	第 1 次拉伸 第 2 次拉伸	$z/2 = 1.1 \delta$ $z/2 = (1 \sim 1.05) \delta$
3 次拉伸	第 1 次拉伸 第 2 次拉伸 第 3 次拉伸	$z/2 = 1.2 \delta$ $z/2 = 1.1 \delta$ $z/2 = (1 \sim 1.05) \delta$

③拉伸模具的试模与调整

A. 拉伸模具试模的目的

a. 通过试模发现模具在设计 and 制造过程中所存在的缺陷 ,找出原因 ,并进行合理的调整与修整 ,直至拉伸出合格的制件。

b. 将理论计算值与试验的情况相结合 ,确定拉伸前坯料的尺寸和形状 ,制订制件的拉伸次数和工艺。

B. 拉伸模具的试模缺陷与调整(见表 5.26)

表 5.26 拉伸模具试模缺陷分析与调整

缺 陷	产生原因	调整方法
制件局部拉裂	1. 凸模、凹模圆角半径太小 2. 拉伸润滑不良 3. 材料出现硬化现象 ,塑性差 4. 压边力太大 ,造成拉伸应力过大	1. 修整凸模、凹模圆角半径 2. 选择合适润滑剂 ,并进行良好润滑 3. 选择塑性好的材料 ,在多次拉伸过程中安排退火处理 ,恢复硬化坯料的塑性 4. 适当减小压边力
凸缘皱折 ,侧壁拉裂	1. 压边力太小或压边圈与制件接触力不均匀 2. 凹模圆角半径太大	1. 增大压边力 ,调整压边圈位置 2. 减小凹模圆角半径
制件底部拉脱	凹模圆角半径太小 ,产生冲制切割现象	适当修大凹模圆角半径
盒形制件角部破裂	1. 凸模或凹模角部圆角半径太小 ,产生角部弯曲应力过大 2. 拉伸间隙过小	1. 适当修大凸模和凹模角部圆角半径 2. 适当加大凸模和凹模的拉伸间隙
制件底部不平整	1. 缓冲弹顶器推力不足 2. 推杆设置不合理或与工件接触面积太小 3. 毛坯不平整 4. 润滑剂太多 ,排气不畅	1. 更换弹簧或加大橡胶厚度 2. 调整或改善推料装置的结构 3. 将不平的坯料校平后再进行拉伸 4. 合理使用润滑剂 ,改善排气
侧壁拉毛	1. 模具凸模、凹模的型面表面粗糙 2. 凸模、凹模型面和坯料表面不洁净 3. 拉伸过程中润滑不良	1. 减小凸模、凹模的表面粗糙度 2. 清洁凸模、凹模型面和坯料表面 ,使用干净的润滑剂 3. 拉伸过程中应进行良好的润滑
拉伸高度不够	1. 坯料尺寸过小 2. 凸模圆角半径太小 3. 拉伸间隙过大	1. 放大坯料尺寸 2. 适当修大凸模圆角半径 3. 调整拉伸间隙
拉伸高度过大	1. 坯料尺寸过大 2. 凸模圆角半径太大 3. 拉伸间隙过小	1. 减小坯料尺寸 2. 适当减小凸模圆角半径 3. 调整增大拉伸间隙
制件口沿皱折	1. 压边力太小或压边圈与制件接触力不均匀 2. 凹模圆角半径太大	1. 增大压边力 ,调整压边圈位置 2. 减小凹模圆角半径

续表

缺 陷	产生原因	调整方法
制件边缘成锯齿状	坯料边缘有毛刺	修整落料凹模刃口 ,使其间隙均匀 ,刃口光洁
制件壁厚变薄	1. 凹模圆角半径太小 2. 拉伸间隙过小 3. 压边力太大 4. 润滑不合理	1. 修大凹模圆角半径 2. 增大拉伸间隙 3. 调整压边弹力 适当减小压边力 4. 选择合适润滑剂
阶梯形制件局部拉裂	凸模、凹模圆角半径太小 ,增大了材料塑性变形流动的阻力 ,拉伸力过大	1. 增大凸模、凹模圆角半径 2. 适当减小拉伸力
制件边缘高低不等	1. 凹模圆角半径太大 压边力不足 2. 拉伸间隙不均匀 3. 润滑剂太多	1. 减小凹模圆角半径 适当加大压边力 2. 调整凸模、凹模位置 均匀拉伸间隙 3. 适当减小润滑剂的用量

练一练

一、填空题

1. 凸模、凹模的轴线或侧刃与固定板安装基准面之间必须具有一定的_____要求。
2. 拉伸模具、成型模具的拼块凸模、凹模装配好后 ,其工作面的接缝平整度应_____ 0.02 mm。
3. 冲压模具装配后 ,其卸料板、推板、顶板等均应高出凹模、凸模或者凸凹模的模面_____ mm。
4. 卸料机构运动应_____ ,无_____ 现象。

二、简答题

1. 冲压模具试模的目的是什么？
2. 拉伸和弯曲模具试模的目的是什么？
3. 冲压模具工作零件有哪些装配方法和装配技术要点？
4. 如何进行凸模、凹模工作间隙的调整？
5. 冲压模具在试模过程会出现哪些缺陷？产生原因是什么？应如何进行调整？

三、实例分析

分析课题模具的结构与工作原理 ,并根据模具的结构特点和装配技术要求制订出相应的装配工艺。

5.4.2 塑料模具的装配

任务内容

1. 常用塑料模具装配技术要求。
2. 常用塑料注射模具工作零件的装配要求和方法与装配技术要点。
3. 侧抽芯塑料模具侧向抽芯机构的装配方法与技术要点。
4. 塑料模具导向机构的装配方法。
5. 塑料模具推杆机构的装配方法与技术要点。
6. 塑料模具总装配的工艺流程与装配要求。
7. 塑料模具在注塑机上安装要求 ,与注塑机行程的调整。
8. 塑料模具在试模的缺陷分析与调整方案的确定。

任务目标

1. 熟悉常用塑料模具装配技术要求。
2. 掌握常用塑料注射模具工作零件的装配要求和方法与装配技术要点。
3. 掌握侧抽芯塑料模具侧向抽芯机构的装配方法与技术要点。
4. 掌握塑料模具导向机构的装配方法。
5. 掌握塑料模具推杆机构的装配方法与技术要点。
6. 掌握塑料模具总装配的工艺流程与装配要求。
7. 掌握塑料模具在注塑机上安装要求 ,与注塑机行程的调整。
8. 掌握塑料模具在试模的缺陷分析与调整方案的确定。

任务过程

(1)塑料模具的装配技术要求(见表 5.27)

表 5.27 塑料模具的装配技术要求

技术要求项目	技术要求内容
模具外观装配技术要求	1. 模具非工作部分应倒棱、倒角 2. 装配后的模具闭合高度、安装部位的配合尺寸、顶出形式开模距离必须满足设计要求 3. 模具装配后各分型面的配合必须均匀密合 4. 各零件的支撑面的平行度必须满足模具的使用要求。一般要求为小于 $200 : 0.05 \text{ mm}$ 5. 大中型模具应在适当部位设置起吊、安装吊环(沟) 6. 装配后应在模具上刻出动、定模方向记号、编号、型号以及适用设备型号等

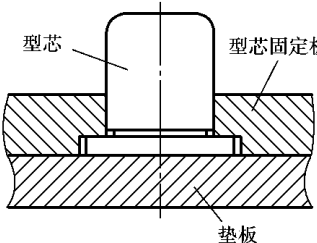
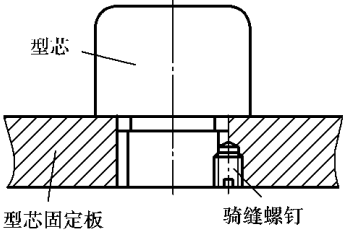
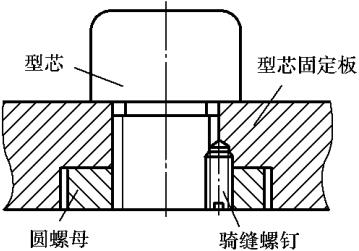
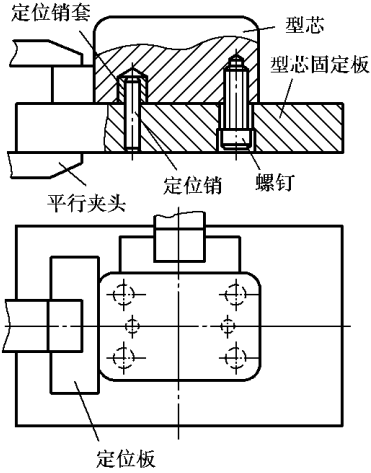
续表

技术要求项目	技术要求内容
成型零件以及浇注系统部分的装配技术要求	1. 在装配的修整过程中 ,成型零件的形状、尺寸和表面粗糙度等必须符合设计要求 2. 成型零件浇注系统的表面应光洁、无死角、划痕等 3. 型腔分型面、浇注系统、进料口等部位应保持锐边 不能有圆角 4. 相互接触的型芯和型腔、挤压环、柱塞和加料室之间应具有适当的间隙或具有一定的承压能力 5. 成型具有腐蚀性的塑料时 ,必须对型芯、型腔表面进行镀层处理 6. 相互配合的成型零件的位置精度必须满足设计要求 7. 对于拼块、镶拼式型芯型腔的拼接面 ,必须保证密合、牢固、表面光洁、无拼接痕迹
活动零件的装配技术要求	1. 各滑动零件必须具有合适的配合间隙 ,准确的起止位置 2. 活动零件的运动必须平稳、灵活、协调 ,不能有阻卡现象
锁紧及紧固零件的装配技术要求	1. 锁紧零件应锁紧牢固准确可靠 不能有松动现象发生 2. 定位零件应位置准确、配合松紧得当 不能有松动现象发生 3. 紧固零件的紧固有力、着力均匀 ,不能有松动现象发生
顶出机构的装配技术要求	1. 各顶出件应协调一致 ,运动平稳 ,无阻卡现象发生 2. 各顶出零件工作受力均匀 ,应具有足够的强度、刚性和稳定性 3. 应保证在开模时 ,能顺利顶(拉)出制件和浇注系统 ;合模时 ,能准确地退回原位
导向系统的装配技术要求	1. 导柱导套装配后 ,其轴线应垂直于模座和模板的基准平面 ,运动灵活、平稳无阻卡现象 2. 导向精度应保证定位和导向准确 3. 侧抽芯机构的斜导柱应具有足够的刚性、强度和耐磨性 ,保证导向准确 ,运动灵活 4. 滑块与导滑槽的配合间隙应满足模具的工作性能要求 ,配合松紧程度合适 ,运动灵活、平稳
加热冷却系统的装配技术要求	1. 冷却装置应保证牢固稳定 ,密封可靠 2. 加热装置应保证绝缘、隔热 3. 控制装置的开关应动作灵活准确 ,转换及时 ,协调一致

(2)塑料模具的装配

1)型芯的装配(见表 5.28)

表 5.28 塑料模具型芯的装配方法

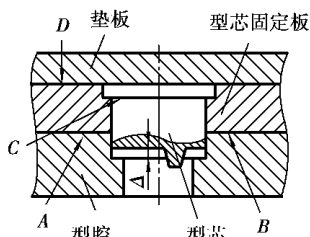
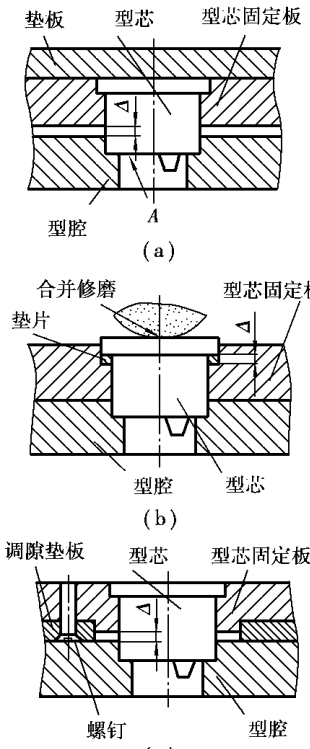
项 目	装配方法	工艺图解	方 法
小型型芯固定	过渡配合固定		定板装配时, 必须注意找正型芯与固定板装配基准面之间的垂直度
	螺纹固定		具有方向要求的型芯应注意拧紧后型芯的方向, 通过修磨固定板的上下平面来调整, 其修磨量为 $\Delta_{\text{修磨}} = P \cdot a / 360^\circ$ 适用于热固性塑料模具
	螺母固定		型芯与固定板孔之间的配合采用过渡配合, 型芯的方向可采用加減垫片的方法进行调整
大型型芯固定	采用销定位和螺钉紧固		1. 用定位块和平行夹具进行调整定位 2. 根据固定板螺钉孔位, 在垫板上配加工紧固螺钉孔 3. 通过导柱与导套、推板, 将型芯和固定板装配在一起, 调整型芯位置 4. 配加工定位销孔, 并进行定位

2)型腔的装配(见表 5. 29)

表 5. 29 塑料模具型腔的装配方法

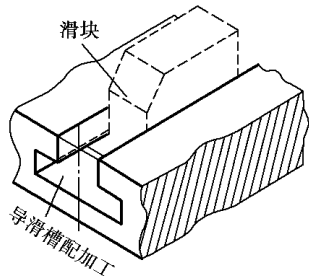
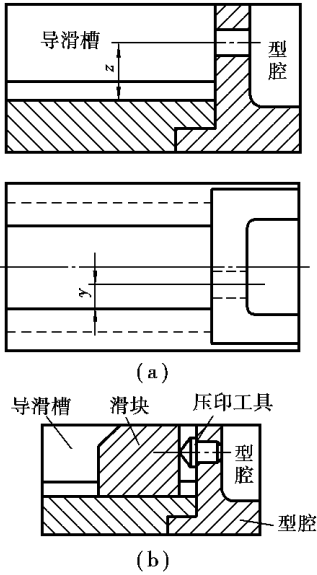
项 目	工艺图解	装配及修磨方法
整体式型腔装配		1. 型腔压入端不允许设导入斜度 ,导入斜度只能设在型腔压入端的入口处 ,一般为 1° ,高度在5 mm以下 2. 对于有方向性要求的型腔 ,为保证其位置精度要求 ,在压入一小部分后 ,应及时进行位置精度检查 ,找正后 ,再压入、定位 3. 用定位销将型腔在固定板上定位 4. 将装入的型腔与定位模板一起放在平面磨床上进行平磨
拼块型腔的装配		1. 采用在压入端加平垫板的方法 ,将拼块型腔同步压入 ,防止型腔在压入方向上产生错位 2. 对于工作表面需要在热处理后加工到位的拼块型腔 ;对于热处理硬度不高的 ,装配后 ,可采用切削加工 ;对于硬度很高的只能采用电火花加工、磨削加工(坐标磨) 3. 将预留余量同固定板一起在平面磨床上进行平磨

续表

项 目	工艺图解	装配及修磨方法
型芯端面与型腔底面之间产生间隙		1. 拆去型芯, 将型芯固定板 A 面磨去一个间隙量 2. 将型腔上平面 B 面磨去一个间隙量 3. 拆下型芯, 将型芯台阶面 C 面修去一个间隙量
型芯与型腔之间的间隙调整 型腔端面与型芯固定板之间产生间隙	 (a) (b) (c)	1. 对于形状简单的型芯, 可将型芯端面 A 修去 Δ 的量, 此法不适用于曲面型腔 2. 在型芯定位台阶和定位板孔底之间垫入厚度等于间隙 Δ 的垫片 3. 对于大中型模具装配时, 在型腔上端面与型芯固定板之间垫入厚度大于 2 mm 的垫板, 以消除间隙 Δ。此法不适用于垫板厚度小于 2 mm 的情况

3)侧抽芯机构的装配(见表 5.30)

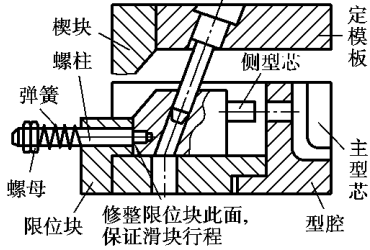
表 5.30 塑料模具侧抽芯机构的装配方法

装配步骤	工艺图解	装配方法
型腔和主型芯装配		将型腔和主型芯按前述的方法正确装配到位
配加工导滑槽		1. 根据滑块导滑定位部分的尺寸,按滑块的工作位置和导滑部分的配合间隙要求,在模板上配加工导滑槽 2. 加工时必须根据侧滑型芯孔的工作位置(作为加工基准),控制导滑槽底面和导滑槽的侧向位置
加工侧型芯固定孔(槽)	 (a) (b)	1. 精确测量出侧型芯孔的位置高度尺寸 z 和横向尺寸 y,装上测滑块。再在侧滑块上划线,初步确定侧型芯安装孔的位置 2. 在侧型芯孔内装入中心冲或压印工具,采用压印的方法,在滑块上确定侧型芯固定孔(槽)的位置 3. 再采用钻—扩—铰、钻—扩—铰、铣削的方法加工定位孔(槽)

续表

装配步骤	工艺图解	装配方法
装配侧型芯滑块	(a) (b) (c)	1. 修磨侧型芯型面部分,使其与主型芯相应部位吻合 2. 将滑块装入导滑槽,使滑块端面与型腔镶块基准面接触,测量滑块尾部与模板端面的距离 b 3. 将滑块装入导滑槽,使侧型芯型面与主型芯型面接触,测量滑块尾部与模板端面的距离 a 4. 按修磨量 $b - a = (0.05 \sim 0.1) \text{ mm}$,修磨滑块或侧型芯,其中 $(0.05 \sim 0.1) \text{ mm}$ 是滑块端面与型腔镶块之间的间隙 5. 配钻侧型芯定位销孔和螺纹孔,装配侧型芯
楔紧块的装配		1. 用螺钉紧固楔紧块 2. 修磨楔紧块斜面,保证楔紧块与侧型芯滑块的斜面密合 修磨量 $b = (a - 0.2) \text{ mm}$ 3. 在楔紧块与定模板之间配钻定位销孔,将楔紧块定位 4. 将楔紧块与定模板磨平
加工斜导孔		1. 在镗床上采用回转工作台,或在铣床上采用斜置工件法镗削斜导孔 2. 研磨斜导孔,达到所要求的尺寸和粗糙度要求

续表

装配步骤	工艺图解	装配方法
安装并修磨限位块	 楔块 螺柱 弹簧 螺母 限位块 修整限位块此面, 保证滑块行程 定模板 侧型芯 主型芯 型腔	1. 将限位块安装在动模板上, 把限位块与动模板下平面磨平 2. 按要求的滑块抽芯的最大行程, 修磨限位块, 并装配弹性侧抽芯机构

4) 浇口套的装配

- ①将浇口套以过盈配合 H7/m6 的形式压装入定模板上的浇口套孔内, 使浇口套和定模板孔的定位台阶结合紧密, 如图 5.37(a)所示。
- ②将浇口套的下端面与定模板下平面一起磨平, 如图 5.37(b)所示。
- ③再将浇口套稍退出, 把模板平面磨去 0.02 mm, 保证浇口套孔高出定模板平面 0.02 mm, 如图 5.37(c)所示。

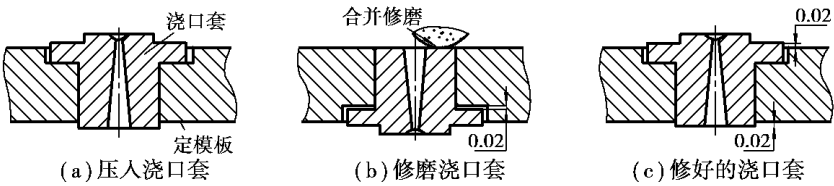


图 5.37 浇口套的装配

5) 导向机构的装配

①导柱装配

如图 5.38 所示, 将导柱、套导分别压入其配合的模板孔中。压入时必须注意压入力的作用点和作用方式, 压入力必须连续平稳, 防止导柱或导套产生歪斜、弯曲和变形。短导柱装配时可直接压入; 长导柱装配时, 必须使用导套或其他导向工具导向, 如图 5.39 所示。导套装配时, 由于是薄型套类零件装配, 刚性差, 必须采用适当的方法对导套进行定位和导向, 保证装配过程的连续性和稳定性, 防止在装配过程中产生歪斜和变形。

②导柱、套导装配的要求(见表 5.31)

表 5.31 导柱导套装配的技术要求

项 目		要 求
装配前	导柱、套导的尺寸精度	必须满足设计要求
	形位精度	必须满足设计要求
	配合间隙	必须满足设计要求
	表面粗糙度	必须满足设计要求

续表

项 目		要 求
装配过程和装配后	垂直度	100 : 0.01
	中心距的一致性	应控制在 0.01 mm 以内
	运动情况	运动必须平稳、灵活,无阻卡现象

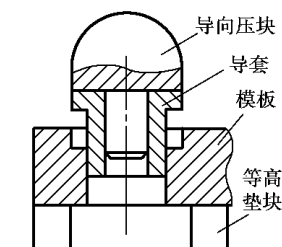


图 5.38 导套装配

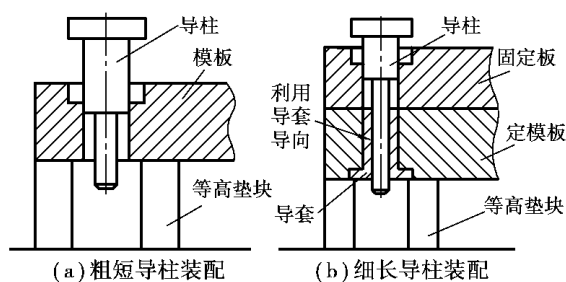


图 5.39 导柱的装配

6) 推杆机构的装配

①压装导柱:将导柱压装在模具的垫板上,在其垂直度合格后,将导柱与支撑板一起磨平。

②将导套压入推杆固定板孔中,将所有的推管、推杆、复位杆及拉料杆装入固定板和垫板、型芯或型腔的配合孔中,在其运动的灵活性、平稳性合格后,盖上推板,将推板与推杆固定板用平行夹具紧固,配加工紧固螺钉孔,最后用螺钉紧固,如图 5.40 所示。

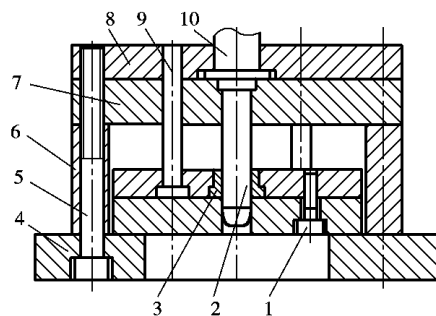


图 5.40 推件机构的装配

1—螺钉 2—导柱 3—导套 4—动模座板 5—联接螺钉;
6—垫块 7—垫板 8—型芯固定板 9—推杆 10—型芯

③修磨推杆和复位杆如图 5.41 所示,将加工时留有预留修配量的推杆、复位杆修磨来满足模具的使用要求:

复位杆工作端应低于分型面 0.02 ~ 0.05 mm;

顶杆工作端应高于型面 0.05 ~ 0.10 mm。

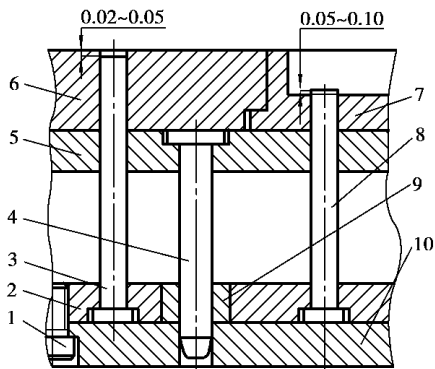


图 5.41 推杆机构修调

1—螺钉 2—推杆固定板 3—复位杆；
4—导柱 5—垫板 6—型腔固定板 7—型腔；
8—顶杆 9—导套 10—推板

(3)塑料模具的总装配与试模

1)塑料模具的总装配(见表 5.32)

表 5.32 塑料模具的装配顺序(见图 5.42)

项 目		装配内容及要求
动模部分的装配	装配型芯(型腔)固定板支撑板、垫板	将型芯、导柱、固定板压入固定板内将导柱装入垫板,按要求检查型芯(型腔)、导柱(导套)等零件与固定板之间的相互位置精度,待其完全符合使用要求后,将二者定位或紧固
	装配卸料板	将导套压入推杆固定板,将推杆、复位杆(拉料杆)等装入推板固定板,调整好与推板之间相互位置后,用平行夹具紧固,装配定位销,最后用螺钉紧定
	装配推件机构	将推件机构与垫板、型芯固定板配调,确定推杆、拉料杆、复位杆在垫板、型芯固定板上的孔位,配加工推杆、拉料杆、复位杆孔,装配好下模部分,保证开模及合模时,推件机构运动灵活,无阻卡现象

续表

项 目		装配内容及要求
定模部分的装配	装配型腔(型芯)与导套或导柱	1. 将型腔或型芯装入型腔或型芯固定板内,用选定的方法将其定位和固定,合并修磨其上平面 2. 将导套或导柱装入定模座板,合并修磨磨平模座上平面 3. 将型腔或型芯固定板与定模固定板结合,调整好型腔位置,用平行夹具夹牢,将两板紧固,配加工定位销孔,打入定位销
	浇口套的装配	1. 将浇口套与定模座板组合,确定浇口套孔的准确位置,精确地配加工浇口套孔 2. 压入浇口套,将浇口套按装配要求与定模座板、型腔(型芯)固定板进行合并修磨,达到设计要求
合模调整	调整分型面之间的密合	合模,观察分型面之间的密合状况,按模具设计时的要求,修磨型芯上表面,保证分型面、型芯与浇口套及型腔面同时密合
	分型与脱模运动的协调与调整	根据开模运动的距离,修配拉杆槽表面,观察模具在分型与脱模运动过程中,是否平稳、灵活,是否有阻卡现象发生。如果有此不良现象,必须查明原因,进行合理调整,甚至重装模具,直至模具的各项技术指标达到设计要求

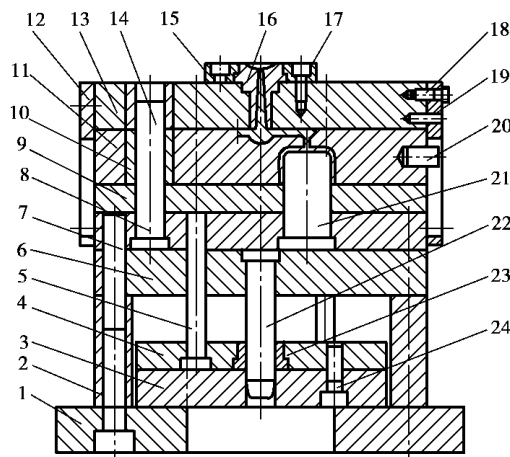


图 5.42 二次分型模具装配图

- 1—动模座板 2—等高垫块 3—推板 4—推杆固定板 5—推杆 6—垫板；
 7、17、18、24—螺钉 8—导柱 9—推件板 10—导套 11—型腔 12—拉杆；
 13—定模座板 14—导柱 15—浇口套定位板 16—浇口套 19、20—定位销；
 21—型芯 22—导柱 23—导套 24—螺钉

2)塑料模具的安装与调试

①模具在注塑机上的安装

A. 模具在注塑机上安装应注意的问题

在注塑机上安装模具时 ,必须要调整好注塑模具与注塑机合模装置之间的尺寸和位置关系。

- a. 必须要调整好塑料模具外形与注塑机拉杆之间的空间关系。
- b. 注塑机模座之间模具安装的最大和最小距离。
- c. 必须要调整好注塑机喷嘴与模具浇口套之间的关系。
- d. 必须要调整好注塑机定模板定位孔模具浇口套定位环的配合关系。
- e. 必须要调整好模具安装孔与注塑机模板安装孔之间的位置关系。
- f. 必须进行注塑机开模行程的调整。
- g. 必须调整好注塑机顶出装置与模具脱模机构之间的协调关系。

B. 模具在注塑机上安装的要求(见表 5.33)

表 5.33 塑料模具在注塑机上的安装要求

项 目	要 求
模具各部分的检查	1. 对不符合要求的部位进行合理修整 ,减少重复拆卸和安装次数 2. 检查模具的活动部分和固定部分 ,分清装模时的方向和记号 ,防止合模时方向出错
模具的安装	1. 吊装时应注意安全 ,动作协调一致 2. 将定位环安装在定模板的定位孔内 3. 慢速合模 ,调整动定模的工作位置 ,轻轻将动模板压上后 ,将模具装上压板压紧
调整开合模具的距离	调整注塑机上的顶杆位置 ,使模具上的推杆固定板和动模支撑板之间的距离小于 5 mm ,防止顶坏模具
调整合模的松紧程度	1. 对于液压注塑机 ,应合理调整液压系统的压力和流量 ,保证工作节奏先快后慢 ,保证合模压力适当 2. 合理调整合模节肘 ,保证开合模时位置准确、运动协调平稳
接通并检查冷却水路和加热线路	1. 接通并调整冷却水路 ,保证冷却水路通断时间控制准确、协调 ,检查冷却效果 2. 接通并调整加热线路 ,保证加热线路工作正常 ,通断控制准确 ,加热温度适宜

②注塑机模座行程及间距和模具闭合高度的关系

在选择注塑机时 ,模具的闭合高度必须满足以下条件(见图 5.43)

$$H_{min} \leq H_m \leq H_{max}$$

式中 H_{min} ——注塑机允许的最小模具闭合高度；
 H_{max} ——注塑机允许的最大模具闭合高度；
 H_m ——模具实际闭合高度；
 ΔH ——注塑机模座的可调整范围；

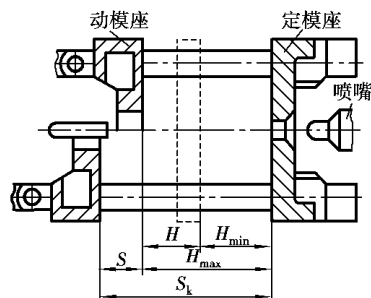


图 5.43 注塑机动、定模座之间的距离

S——动模座实际行程；

S_k ——注塑机动、定模座之间的最大距离。

对于液压式合模装置，注塑机模座的最大间距是个固定值，模座最大间距 S_{max} 可在 ΔH 范围内调整；对于液压机械式合模装置，注塑机模座的最大行程 S_{max} 是个定值，模座最大间距 S_k 可在 ΔH 范围内调整。实际间距 S 主要包括以下情况：

A. 单分型面注塑模行程的调整（见图 5.44）

$$S = H_1 + H_2 + (5 \sim 10) \leq S_{max} = S_k - H_m$$

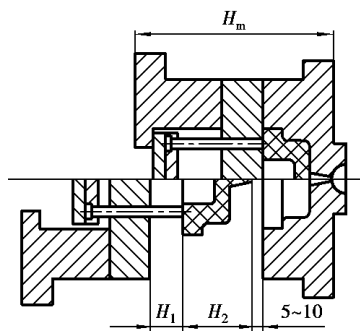


图 5.44 单分型面注塑模行程的调整

B. 双分型面注塑模行程的调整（见图 5.45）

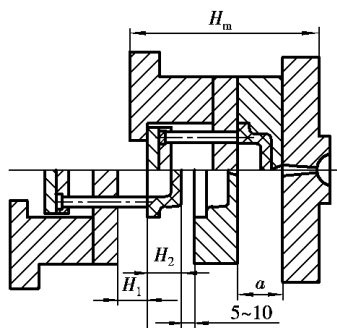


图 5.45 双分型面注塑模行程的调整

$$S = H_1 + H_2 + a + (5 \sim 10) \leq S_{max} = S_k - H_m$$

C. 侧向抽芯机构模具行程的调整（见图 5.46）

a. 当 $H_e > H_1 + H_2$ 时：

$$S = H_e + (5 \sim 10) \leq S_{\max} = S_k - H_m$$

b. 当 $H_e \leq H_1 + H_2$ 时：

$$S = H_1 + H_2 + (5 \sim 10) \leq S_{\max} = S_k - H_m$$

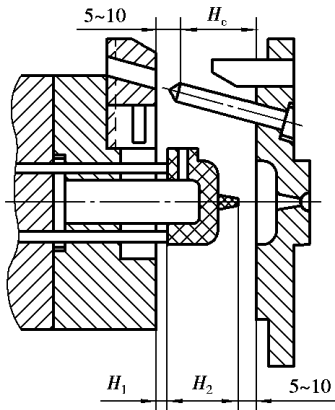


图 5.46 侧向抽芯机构模具行程的调整

注意 :当抽芯形式发生变化时应根据具体情况进行分析确定。

3)塑料模具试模

①试模的目的

- a. 进行注塑温度的设定与调整。
- b. 进行注塑压力的设定与调整。
- c. 进行成型工艺的设计与调整。
- d. 发现模具在设计与制造过程的结构和工艺缺陷。

②塑料模具试模时所产生缺陷的原因分析(见表 5.34)

表 5.34 塑料模具试模的缺陷分析

缺陷原因	制件缺陷							
	外形缺陷	溢边	凹痕	银丝	熔接痕迹	气泡	裂痕	翘曲变形
料筒温度太高		√	√	√		√		
料筒温度太低	√				√		√	√
注塑压力太高		√					√	√
注塑压力太低	√		√		√	√		
模具温度太高			√					√
模具温度太低	√		√		√	√	√	
注塑速度太慢	√							
成型周期长			√	√	√		√	
成型周期太短	√				√			

续表

缺陷原因	制件缺陷							
	外形缺陷	溢边	凹痕	银丝	熔接痕迹	气泡	裂痕	翘曲变形
加料太多		√						
加料太少	√		√					
原料含水太多			√					
分流道或进料口太小	√		√	√	√			
型腔排气不畅	√			√		√		
制品设计太薄	√		√					
制品设计太厚						√		√
制品厚薄不均						√		√
注塑机能力不足	√		√	√				
注塑机锁模力不足								

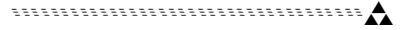
练一练

一、填空题

1. 在装配的修整过程中,成型零件的____、____、____等必须符合设计要求。
2. 成型零件和浇注系统的表面应____、无死角、无____等。
3. 型腔分型面、浇注系统、进料口等部位,应保持____,不能____。
4. 对于拼块、镶拼式型芯、型腔的拼接面,必须____、牢固、表面光洁、无____。
5. 各滑动零件必须具有合适的____,准确的____。
6. 活动零件的运动必须____、____、____,不能有____。
7. 推杆机构各项出件应____,运动平稳,无____现象发生。
8. 推杆机构应保证在开模时,能顺利____制件和拉出浇注系统;合模时,能准确地____。
9. 滑块与导滑槽的____应满足模具的工作性能要求,配合____,运动灵活、平稳。
10. 导柱导套装配后,其轴线应____模座和模板的基准平面,运动灵活、平稳无阻卡现象。

二、简答题

1. 塑料模具装配时,对哪些方面提出了技术要求?
2. 塑料模具型芯装配有哪些方法?应注意哪些要点问题?
3. 塑料模具型腔装配有哪些方法?应注意哪些要点问题?
4. 简述侧滑分形机构的装配工艺过程和装配技术要点。
5. 导向机构装配时,应注意哪些技术问题?



6. 简述推杆机构的装配过程与技术要求。
7. 塑料模具总装的工艺过程包括哪些内容？技术要求如何？
8. 注塑模具在注塑机上安装时，应注意哪些技术问题？
9. 如何确定各种塑料模具在注塑机上安装时的注塑机模座行程？
10. 塑料模具试模时可能产生哪些缺陷？并进行原因分析。

第6章 模具的使用、维护和维修技术

6.1 模具的使用

任务内容

1. 模具检测的内容与检测方法。
2. 模具安全使用的要求。
3. 影响模具使用寿命的因素。
4. 模具的检定与操作制度。

任务目标

1. 熟悉模具检测要点,掌握模具各项技术要素的检测方法。
2. 熟悉模具安全使用的要求与方法。
3. 熟悉影响模具寿命的因素,设法保持和延长模具的使用寿命。
4. 严格模具的定期检定,严格按操作规范操作。

任务过程

6.1.1 模具检测

不论什么模具,在使用前或使用过程中均要经过检测,对于新模具要检查该模具是否经过试模,检查有无模具制造合格证和试模样件,检查样件形状尺寸是否符合产品图样要求。对于已经使用过的旧模具再次使用时,要检查其使用期限,模具的整体性和各构件是否完好无损,新旧程度,能否继续直接用于生产,是否需要做修理或维护。

检测的内容应是多方面的,但不同模具有不同的具体内容。表 6.1 为冲模使用过程中的检测内容与方法。

表 6.1 冲模使用过程中的检测

项 目	检查要点	方 法
模 具 未 装 到 压力机上	1. 如领用的是新模具 ,应检查该模具是否经过试冲 ,有无合格样件 ,如领用的是旧模具 ,则应查看模具使用记录卡 2. 对照工艺文件检查所用模具及设备是否正确 3. 检查模具的外观整体性和凸、凹模等主要零件有无裂纹、锈斑、崩刃、压伤等缺陷 4. 检查模具的各板件和模柄等联接是否牢固、有无松动等缺陷 5. 模具的外观有无影响使用的异物(如保护油类等物未清除干净)	目测 对于样件采用目测与测量工具测量相结合的方法 用手用工具检查
模 具 装 在 压 力机上	1. 冲模的上、下模座与压力机的滑块底面、工作台接触面是否擦拭干净 ,没有脏物 2. 压力机的打料装置应暂时调整到最高位置 3. 压力机的闭合高度和冲模的闭合高度是否相适应 4. 冲模上的卸料装置与压力机是否能配套使用 5. 模具安装好后空运转后看有无异常 ,是否灵活	目测
模具使用过程中	1. 经常检查冲件有无缺陷 ,如飞边过大 ,折弯处开裂 ,表面擦伤 ,形状尺寸不符合图样要求 2. 导向件配合副是否缺少润滑或有磨损 3. 检查多凸模冲模中的小凸模有无折断或缩进 4. 刃口有无变钝 5. 卸件或排废料是否正常 ,有无堵塞排不出来的现象	目测和借助测量工具、仪器 目测或放大镜

6.1.2 模具使用安全

模具一旦制成以后 ,应在安全状态下正常使用才能达到应有的寿命。做到模具使用安全 ,实际上就是做到操作者的人身安全和模具设备安全这两个大问题的有机结合。首先 ,模具本身从结构到制造质量应符合并达到模具的有关标准 ,即模具质量上是可靠的 ;其次 ,模具所用的压力机能满足工艺上的要求 ;最后 ,操作方法是合理的 ,这样使用的模具就有安全保障。

(1) 人身安全技术

人身安全必须得到最充分的重视 ,丝毫不可含糊或放松警惕 ,具体措施如下 :

- 1) 消除或减少危险区域。
- 2) 防止手进入危险区域。
- 3) 以机械化、自动化装置代替手工操作。
- 4) 以手用工具代替手进入危险区域。
- 5) 若手进入危险区压力机应停止动作。
- 6) 安全启动压力机 ,如双手都离开危险区时 ,压力机才能启动。

- 7)设置防止压力机误动作机构。
- 8)其他方法 如防止运输和安装事故 ,降低噪声。
- (2)装置安全技术

由于大批量生产和自动化生产的需要 ,采用自动保护装置代替操作人员监视冲压过程中有关环节 ,如 :原材料监视(料的厚薄、宽度、起拱、横向弯曲(即镰刀弯)等) ,进给监视(误送或进给不到位、工序间定位不准、制件的抓夹松紧程度)和出件监视 ,保证模具和压力机不受意外损伤 ,已成为实现安全生产技术的重要组成部分。

6.1.3 模具使用的要求

(1)模具使用与寿命

对于大批量生产 ,模具使用寿命长短直接影响到生产效率的提高和生产成本的降低 ,因此 ,模具的寿命对使用者来说是一个非常重要的指标。模具的使用寿命 ,首先取决于模具的设计与制造质量 ,其次是使用的合理性 ,正确维护和保养。全面地评价影响模具寿命的因素是多方面的。如图 6.1 所示 ,模具寿命与制件的形状尺寸精度、所选用的冲压设备、使用维护和模具设计制造水平等因素有着直接的关系。

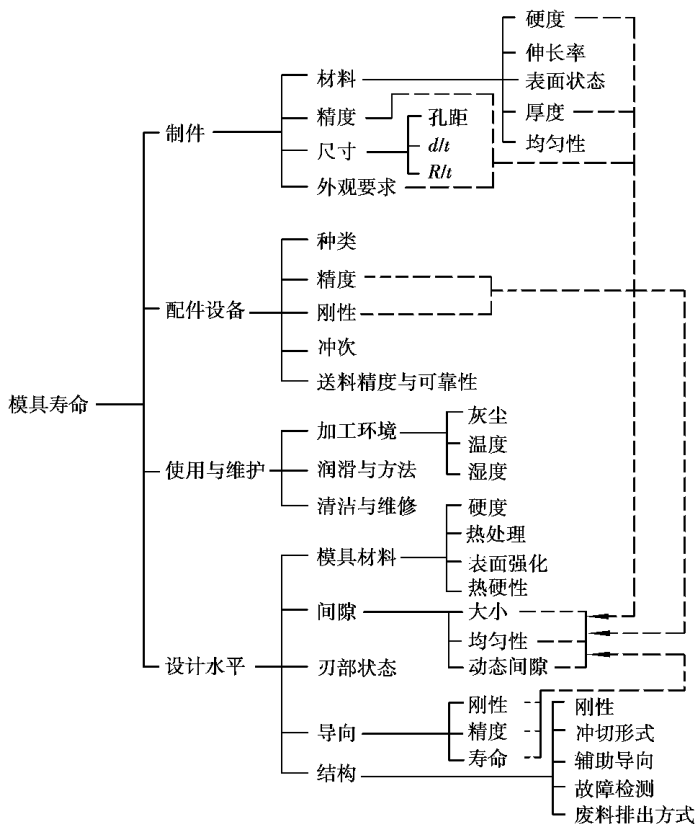


图 6.1 影响冲压模具使用寿命的因素

使模具失效而终结寿命具体表现为两种情况 :一是正常磨损 ,二是事故损坏。据统计 ,70% ~80% 的模具失效是这两种情况的综合。属于正常磨损而失效的模具 ,其寿命可达数亿冲次 ,但实际上无故障地连续生产数亿冲次是有困难的。如何防止故障产生 ,提前消除隐患 ,减少损坏 ,防止模具过早失效 ,延长模具使用寿命便成了使用模具的重要工作之一。表 6.2 所示为国外模具寿命水平。

表 6.2 国外模具寿命水平(供参考)

模具类别	技术水平
以硅钢片为主的冷冲模	模具钢 500 万 ~800 万次 硬质合金 1 亿次 ,加长刃口可达 3 亿次
冷剪模具	铝合金 10 万 ~100 万次 铜合金 5 万 ~10 万次 黑色金属 10 万次
塑压模具	不淬火钢 10 万 ~60 万次 合金工具钢 160 万 ~250 万次
压铸模具	锌合金 100 万次 铝合金 20 万次 铜合金 10 万次 黑色金属 0.8 万 ~2 万次
锻模	小型锻件 2 万 ~3 万次 大型锻件 0.3 万 ~0.8 万次

(2)定期检查

1)检查原则

在使用过程中 ,模具不能长时间使用直到出了故障再做检查 ,应进行定期检查 ,并做好原始记录 ,使模具在完好状态下正常工作。

2)检查内容

一般在使用模具开始时 ,应空转运行 ,听其声音是否有异常现象 ,如果没有即可投入生产。开始冲压或注塑加工成的制件均要仔细检查和测量 ,当制件的形状、尺寸和成色等方面没有任何缺陷和变化时即可正常工作。

3)检查形式

定期检查的形式分操作者自检和专职检查员巡回检查。

①自检随时检 ,巡回检一日至少检查 3 ~5 次。在日常工作中 ,通常遇到的复合冲裁模冲出的制件上少一个孔(某小凸模断了) ,或塑件上出现不该有的凸起(如某推杆短或断了)或凹穴(如某推杆没有缩回) ,均与缺少或不及时检测模具有关。应尽早检查 ,早发现问题 ,早采取措施解决问题 ,保证生产的正常进行 ,避免不必要的浪费。

②检查的内容主要围绕制件的品质缺陷检查模具上的问题。例如 ,冲件的毛刺大 ,应检查模具的冲裁间隙是否过大或刃口变钝 ,塑件推杆顶出部分毛刺过大 ,应检查推杆和孔配合间隙

是否磨损变大等。

(3) 操作制度的基本内容

操作者应做到有序、高效和安全生产,应有一系列必须遵守的操作制度。使用不同的模具,应有不同的具体操作要求,但其共同点是一致的,其主要内容如下:

- 1) 操作人员必须经过岗位培训并取得操作合格证后,方可上岗操作。
- 2) 操作人员必须严格遵守工艺规程操作要求,做到尽心尽职,安全、优质、全面地完成任务。
- 3) 正式操作前应先查看交接班记录,然后检查模具和设备有无和交接班记录不相符的地方。
- 4) 设备和模具中需润滑部分,在生产前应及时加油润滑。
- 5) 正式生产前应进行空转运行,观察设备和模具的动作有无异常现象。如有应及时报告,由专职人员排除故障。
- 6) 新接班加工出的第一件,必须经自检和专职检查员检查通过后方可继续加工生产。
- 7) 生产过程中操作人员必须经常检查所加工的制件有无缺陷,如有发现,应及时停机进行检查。
- 8) 生产过程中,由于设备的振动可能会引起固定模具的紧固件松动,操作人员应及时检查紧固情况。
- 9) 操作人员必须坚持做好交接班的登记工作。

练一练

1. 模具在使用过程中应检测哪些项目?使用什么方法?
2. 如何保证模具在使用过程中的人身和设备安全?
3. 影响模具使用寿命的因素有哪些?
4. 如何保持和延长模具的使用寿命?

6.2 模具的保管与维护

任务内容

1. 模具规范管理的基本要求和方法。
2. 模具维护和运输的基本要求和方法。

任务目标

1. 熟悉模具规范管理的要求与方法。
2. 熟悉模具维护和运输管理的基本要求与方法。

任务过程

6.2.1 模具保管

(1) 模具存放管理的基本要求

1) 凡需入库存放的模具均应带有模具图样(至少有总图及易损备件图,对于标准结构的模具,应提交制件图和标准模具结构编号)及试模合格样件。

2) 凡需入库存放的模具,表面应有模具号、制件编号、制造完成日期等标记。当小模具或无位置可刻标记时,应采用挂牌代替直接标记。

3) 入库模具应有验收合格证。

4) 入库模具应有入库单并建立台账。

5) 入库模具暂时不使用时,模架导套孔的端口应用纸片盖上(可利用上模座表面的油膜粘住),以防灰尘或杂物落入导套孔内而影响导向性能。

6) 凸、凹模的刃口部分、导柱表面要涂上一层防锈油后方可入库。

7) 要求较高(精密或某种特殊需要)的模具在模具装配完后,模架的外表面应刷漆后再入库。

(2) 模具存放库要求

模具存放库是模具在不用时安置储存的场所。当模具的种类和规格繁杂时,模具存放库应做到井井有条、科学管理,多而不乱,便于存取。还应做到不因存放库的条件不好而损坏模具,为此要求:

1) 模具库应按产品模具清单规定建立车间模具总账,对所储备的模具按产品划分区域,固定地方,进行管理。

2) 为了防止混乱,对库存模具坚持顺序编号办法,在合格证的封面上注明编号,模具的上、下模座打标记处应打上标记。

3) 对模具的存、取应及时登记记录,对已报废模具应单独存放,并及时做好记录。

4) 每年应进行一次库存模具的盘点,按车间类别进行统计,做到账物相符。

5) 模具库应具有运输方便、通风良好的工作环境。

6) 模具的存放应有个固定的地方,一般中小型模具放在模具库的货架内,大型模具放在底部垫有木块的地上,防止受潮生锈。

7) 模具存放架必须有足够的强度和刚度,模具搬运要安全可靠,对于中大型模具应设有起吊环等装置。

8) 模具入库时,每套模具均应建立档案,记录入库日期、试模样件和以后使用维修等有关事宜。模具档案的基本格式如表 6.3 所示。

表 6.3 模具记录卡

模具号		入库日期		货架号	
制件名称		样件数		检验员	
制件号		备件名称		数 量	
使用及维修记录					
使用压力机 型号及规格		制件材料规格			
使用起止日期		冲压件数	操作者	刃磨量及维修情况记录， 维修要点及更换零件等	
年 月 日 至 年 月 日					
年 月 日 至 年 月 日					
年 月 日 至 年 月 日					

6.2.2 模具使用现场要求

1)模具在使用过程中 ,严禁敲、砸、磕、碰 ,尤其在调整过程中防止硬物损伤模具的工作零件刃口部分。

2)模具损坏后要进行分析 ,找出损坏原因。对于关键零件要保护好作业现场 ,经设计、工艺、检验等有关部门分析后找出解决措施 ,写出事故报告。

6.2.3 模具的编号

每一副模具都应该有一个编号 ,不同模具有不同的编号 ,这样有利于科学管理。模具的编号各单位均有自己的一套规定 ,目前尚无国家标准 ,下面仅举几种编号方法 ,供参考。

①取冷模(LM)和热模(RM)的汉语拼音字母字头作为不同模具的区分号 ,中间加一横线 ,后面由顺序号组成的编号法 ,例如 :

LM—0232

—— 顺序号 :由 4 位数组成 ,这里表示第 232 号

—— 模具区分号 :这里表示冷模(包括冲压模具、冷挤压模具等)

RM—0886

顺序号 :由 4 位数组成 ,这里表示第 886 号

模具区分号 这里表示热模(包括塑料模具、压铸模具、锻模及橡胶模具等)

②由模具的类别和组别组成区分号 ,中间加一横线 ,后面由顺序号组成的编号法。类别和组别的细分如表 6.4 所示。

表 6.4 模具类别与分组

类 别		组 别	
名称	代号	名 称	代号
冷冲模	1	冲孔模	11
		落料模	12
		弯 模	13
		拉伸模	14
		成型模	15
		复合模	16
		级进模	17
		冷挤压模	18
		其他冷冲模	19
塑料模	2	热塑性塑料模	21
		热固性塑料模	22
		压缩模(借助加压和加热 ,使直接放入型腔内的塑料熔融并固化成型所用的模具)	23
		压注模、传递模(通过柱塞 ,使在加料腔内受热塑化熔融的热固性塑料 ,经浇注系统 ,压入被加热的闭合型腔 ,固化成型所用的模具 ,如晶体管、集成电路塑封模等)	24
		注射模(由注射机的螺杆或活塞 ,使料筒内塑化熔融的塑料 ,经喷嘴、浇注系统、注入型腔 ,固化成型所用的模具)	25
		热塑性注射模	26
		热固性注射模	27
		其他塑料模(吹塑模、吸塑模、发泡模等)	28
压铸模	3	热压室压铸机用压铸模	31
		立式冷压室压铸机用压铸模	32
		卧式冷压室压铸机用压铸模	33
		全立式压铸机用压铸模	34

续表

类 别		组 别	
名称	代号	名 称	代号
锻模	4	锤锻模	41
		压锻模	42
		螺旋压力机锻模	43
		平锻模	44
粉末压模	5	金属粉末压模	51
		陶瓷粉末压模(包括干压法、湿压法、热压铸法和注压法所用模具)	52
		玻璃模(包括吹瓶模、热压模)	53
拉丝模和型材挤出成型模	6	拉丝模	61
		型材挤出成型模	62
橡胶模	7	压胶模	71
		挤胶模	72
		注射模	73

例如：

12—0228

顺序号 :由 4 位数组成 ,这里表示第 228 号
模具区分号 这里表示落料模具

为了区别不同工厂制造的模具 ,在模具类别区分号前冠以工厂区分号 ,如 DL12—0218 中的 DL 表示技术文件的工厂区分号。

6.2.4 模具的标记

为便于管理和使用 ,每副模具上都应有标记 ,标记的形式虽无统一规定 ,但标记的内容应包括模具图号、制造日期、制造厂名。有的还有制件号、产品号(指制件所属某产品的型号)和工号(指主要装配者代号)等。模具在装配、试模、检验合格后 ,签发合格证时应检查模具上是否有标记。

标记在模具上的标出 ,一般采用直接标出法和间接标出法两种。前者可利用钢字直接在上、下模座的打标记处打出 ,这是一种最常用的打标记方法 ;也可在刻字机上刻出 ,由于字形大小、线条粗细匀称美观 ,故标记质量好 ,主要用于出口模具 ;还可用电笔在标记处直接书写 ,主要用于不使用钢字和刻字机刻的淬硬钢件表面打标记。后者为采用已加工好的名牌用铆钉固定到模具的标记处 ,或用铁丝挂到适当处(此法只有当模具太小 ,无处可供打标记时使用)。

标记在模具上的位置和所表示的内容如图 6.2 所示 ,供参考。

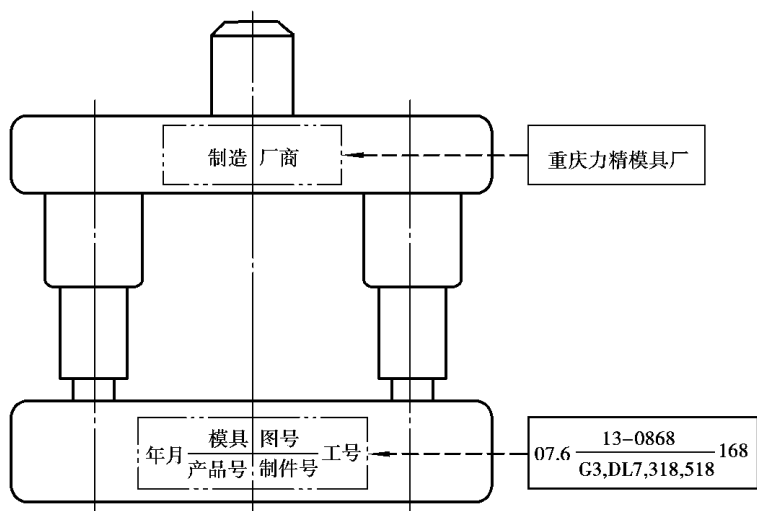


图 6.2 模具标记位置、内容

6.2.5 模具的维护与运输

(1) 模具锈蚀的防护

模具使用后到下一次再用,中间往往要间隔一段较长的时间,因此,必须保管好,使其寿命不因保管不好而受影响。如前所述,保养是多方面的,如果存放场所通风不好,相对湿度超过70%,会使模具很快生锈。对于模具中的工作零件,如果表面生锈则无法使用,严重时甚至无法修理,将造成不能使用而报废的严重后果。因此,防锈对模具保养十分重要,必须高度重视,切勿因麻烦而放弃。在各类模具停止使用时,应做到及时对工作零件和滑动件表面进行防锈处理。

防锈方法有多种,最常用的一种是采用防锈剂防锈,即用防锈油或防锈脂涂在零件表面,这种方法较为实用、简便。

防锈油是以气缸油为基体,掺以精制石蜡10%(质量分数)和蓖麻油5%(质量分数),即可作为一种防锈剂。

防锈脂根据防锈对象有多种配合剂,如用工业凡士林为基体,掺加精制松香10%(质量分数);工业凡士林50%(质量分数)、45号机油40%(质量分数)、石蜡8%(质量分数)、硬脂酸铝2%(质量分数);工业凡士林70%(质量分数)、硬脂酸铝7%~8%(质量分数),石蜡22%~23%(质量分数);工业凡士林50%(质量分数)、石油磺酸钡50%(质量分数)等。此外,还有各种成品防锈剂。

防锈前应将模具中留有的杂物(如脱模时的残渣、垢物、油类等)彻底去除,擦干净后在表面均匀涂或刷薄层防锈剂。根据模具的存放时间来确定用防锈油或防锈脂。防锈油适用于存放时间稍短,防锈脂适用于存放时间较长。当没有合适的防锈油或防锈脂可供使用时,使用普通机油或黄油也能起到防锈的作用。

模具再次使用时,应将模具上的油除去,擦干净后才可使用。对于注射模如果油去除不净,进入模具型腔表面、拼镶部位及推杆间隙等部位,往往会在成型时渗出而使制品出现缺陷。

当加工透明塑件时,绝不允许型腔内有油,必须去除干净。去油的方法是先拆开模具,接着用稀料或其他溶剂刷洗,保证杆类、型芯镶拼部分和型面彻底除去油,对于无法拆开的部位可注入溶剂,一边用压缩空气吹,一边擦洗。对于滑动部位则应重新注入润滑油,量要适度,太多会产生溢流,严重时污染制品。

(2)机械损伤的防护

模具在制造、装配和使用过程中,由于操作不当会造成机械损伤。如不加以防护,将会对模具的质量产生不利影响,严重时必须经过修理才可使用。

最为常见的如开启冲模应采用撬杠,而不能用铁锤敲上、下模座,这样既操作方便又保护了模座的外表面。但是,实际上有一些尚属新模具或使用时间不长的模具,由于操作不当其模座外表面已严重损坏,调整冲模凸、凹模间隙和相互位置时,尤其是需要敲打淬硬件时,常用纯铜锤(棒)而不用铁锤;为了避免上、下模直接碰撞而损坏冲模刃口,在保管时加装限位块来限位,以防上模自由落下而撞坏下模,导向件配合面保持良好的润滑,减少自然磨损。

对于注射模,当主浇口料推拔不出时,应用纯铜棒去顶出而不能用钢棒,这是因为钢棒容易碰伤浇口,型腔的型面不允许和防止有硬物碰击,因为即使微小的型面伤痕也会使制品表面出现不应有的缺陷。对于大型模具,如果上、下两部分分开存放,即使时间不长,为了保护好工作部分,也应用硬纸板或木板把它覆盖住,必要时写上“小心碰坏型面”的警句。

(3)包装和运输

1)冲模

①冲模出厂或入库前应擦拭干净,所有零件的表面应涂防锈剂或采用防锈包装。

②凡出厂的冲模应根据运输要求进行包装,应防潮,防止磕碰,保证正常运输中冲模完好无损。

③有关的说明文件和样件用单独的防水袋装好,随冲模一起交给用户。

④运输时冲模应装入木箱中,四周固定牢,运输箱上的标记要求按运输部门的有关规定执行。

⑤包装箱内应附有合格证。

2)塑料模

①模具出厂前应擦拭干净,所有零件表面应涂防锈剂或采用防锈包装。

②动、定模应尽可能整体包装。对于水嘴、油嘴、油缸、气缸和电气零件允许分体包装。水、液、气、电路进口或出口处应采取封口措施,防止进入异物。

③出厂模具根据运输要求进行包装,应防潮,防止磕碰,在运输途中保证模具完好无损。

④包装箱内应附有合格证。

练一练

1. 模具存放管理的基本要求有哪些?
2. 模具存放库应具备哪些基本条件?
3. 为什么需要对模具实施规范的标号管理?
4. 如何对模具进行维护和运输管理?

6.3 模具使用期内的保养和修理

任务内容

1. 模具检修的要求和工艺流程。
2. 塑料、压铸模具检修的要求和方法。
3. 模具其他零件的检修方法。

任务目标

1. 掌握模具检修的要求和工艺流程。
2. 掌握塑料模具、压铸模具检修的要求和方法。
3. 掌握模具其他零件的检修方法。

任务过程

6.3.1 模具的检修

(1) 模具维修人员的职责

- 1) 熟悉本部门所使用模具的种类及每种成品件的模具副数和使用情况。
- 2) 负责建立模具使用检修技术档案,对每副模具的每次开始使用时间、生产的件数、刃口修整次数、刃磨量大小(或型面修整情况)及模具使用状态做好记录和必要说明。如写明易损件的磨损情况、修理的部位以及更换易损件情况和修理方案等。
- 3) 详细了解并掌握每副模具结构特点和动作原理,对于易损件要做到心中有数,根据生产批量大小,能确定每副模具易损件的数量。
- 4) 负责使用模具的安装、调整和修理工作。
- 5) 模具在工作过程中,要经常检查工作状况,发现问题时要及时采取措施,进行调整和修理。

6) 负责模具的大修工作。

7) 负责易损件的准备和更换工作。

(2) 模具修理的工艺流程

【分析损坏原因】—【制订修配方案】—【进行修配】—【试模和验证】。

1) 分析损坏原因

分析损坏原因的首要任务是:仔细观察其模具的损坏部位、损坏的特征和损坏的程度,同时了解掌握该模具结构及动作原理,以及制作使用方面的情况,最后分析损坏和造成修理的原因。以冲压模具为例分析损坏原因如表 6.5 所示。

表 6.5 冲压模具损坏原因分析

冲模损坏特征及部位		产生原因
模具工作零件表面磨损	冲裁过程中的磨损	1. 凸、凹模工作部分润滑不良 2. 间隙过小或过大 3. 凸、凹模的选材不当或热处理不合适 4. 冲件材料超过规定性能或表面有锈蚀和灰尘等杂物 5. 冲模的凸、凹模不在同一条中心线上,冲模的装配质量差 6. 压力机精度差(如平行度、垂直度超出规定) 7. 模具安装不当,如紧固件松动 8. 操作中违章作业
	弯曲、拉伸过程中的磨损	1. 由于材料在凹模内滑动,引起凸、凹模的表面有划痕和磨损 2. 拉伸模压边力不足或压边力不均匀 3. 材料厚薄不均匀 4. 材料表面有灰砂或材料表面润滑油不干净 5. 凸、凹模之间间隙过小 6. 模具的缓冲(气垫)系统顶件力不足,弹簧或橡皮弹力不足
	模具其他部位的磨损	1. 定位零件长期使用,零件之间相互摩擦而磨损,定位不准确 2. 连续级进模的挡料块与导板长期使用,受板料在送料过程中的接触而磨损 3. 导柱和导套间、斜楔与滑块之间的长期使用及相对运动次数的增加而产生的磨损
模具工作零件的裂纹	操作方面造成的裂纹	1. 制件放偏,定位不好,造成凸模偏负载 2. 制件或板料影响了导向部分,造成导向失灵 3. 叠料冲压 4. 制件或废料未及时排除,又进到了刃口部位 5. 异物(包括用于放坯料的镊子之类小工具)遗忘在工作部分范围内,未及时清除或未及时移开而开始工作 6. 违章操作,如起吊工不慎将模具摔裂或调整闭合高度时,使上、下模相撞
	模具安装方面造成的裂纹	1. 闭合高度调得过低,将下模压裂 2. 打杆横梁螺钉调得过低,将卸料器顶裂 3. 压板螺钉紧固不良,生产时模具松动 4. 凸、凹模座与滑块或工作台垫板接触平面间有脏物(或废料),造成刃口崩裂,严重时凸模折断 5. 当凹模座与工作台垫板间用垫块时,垫块将凹模座的出废料孔堵塞,使废料排不出,造成凹模胀裂 6. 安装工具忘在模具内未及时发现而开始工作,造成工作部分被挤裂

续表

冲模损坏特征及部位	产生原因
模具制造方面因素造成的裂损	1. 凹模排废料或排件孔不通畅 ,如有台阶、排件或排废料受阻 ,使凹模胀裂 2. 凹模的工作部分有倒锥 3. 凹模工作部分太粗糙 ,又无落料斜度 ,凹模内积存件太多 ,排不出来将凹模胀裂 4. 模柄松动或试装防转螺钉 5. 连续自动及多工位级进模工作不稳定 ,造成制件重叠将凹模胀裂 6. 由于结构上的应力集中或强度不够 ,受力后自身裂损
制件材料引起的模具裂损	1. 制件材料的力学性能超过允许值太多 2. 材料厚薄不均 ,尺寸超差太大

2)制订修配方案

制订修理方案的根据是建立在分析损坏原因的基础上 ,确定修理方法是大修或是小修 ,制订具体的修理工艺 ,以及根据修理工艺准备必要的专用工具、备件和安排返修等事项。

3)进行修配工作

进行修理是具体操作的过程 ,要对模具进行检查 ,拆卸损坏部位 ,清洗零件 ,并核查修理原因及方案的修订 ,配备及修整损坏零件 ,使其达到原设计要求 ,更换修配后的零件 ,重新装配新模具。冲压模具工作零件的修理方法如表 6.6 所示。

表 6.6 冲压模具工作零件的修理方法

序号	修理原因	修理方法	说 明
1	凸、凹模之间间隙变大	1. 更换凹模 2. 更换凸模 3. 用挤捻法修复刃口 4. 嵌镶块法	1. 用于凹模刃口尺寸已变大的情况 ,见本表序号 5 2. 用于凸模工作部分尺寸已变小的情况 ,见本表序号 4 3. 将凹模刃口硬度降至 38 ~ 42HRC ,即局部加热 ,用敲击面是光滑球面的手锤 ,沿着刃口边缘均匀而细心地依次进行 ,最后再修整刃口 ,保持和凸模之间有均匀冲裁间隙 4. 主要用于刃口的局部间隙太大 ,可采取割去一块和补上镶嵌一块的方法
2	凸、凹模刃口局部崩刃	1. 磨削的方法将崩刃的部分磨去 ,恢复原状 2. 堆焊补上崩掉的部分 3. 更换新的凸模	1. 对于崩刃部分面积不太大 ,用磨削法将崩刃部分全部磨去 ,使其恢复到原形 ,此时凸模变短 ,凹模变薄 ,若凹模是嵌件磨削后 ,用加垫片的方法保持与整体凹模齐平 2. 当凸、凹模刃口局部有崩掉时 ,可将崩掉的部分用与凸、凹模基体材料相同的焊条堆焊补上 ,经表面退火后再按图样要求加工至精度尺寸

续表

序号	修理原因	修理方法	说 明
3	凸、凹模刃口磨钝	1. 用平面磨床刃磨掉变钝的部分 2. 用油石研磨	1. 每次刃磨量不应太大, 一般约为 0.1 mm, 刃磨时, 每次进给量要适中, 不能太深, 防止将刃口硬度降低 2. 用于刃口变钝不太严重, 模具又没有拆开的情况
4	细小凸模折断	更换修理方法	设计制造新模具时, 应考虑做备件, 其更换方法如下: 1) 将凸模固定板卸下并擦拭干净 2) 把固定板放在等高平行垫块上, 凸模应朝上 3) 用铜棒对准断坏的凸模, 将它敲离固定板 4) 将固定板翻转, 再垫上等高平行垫块 5) 将新凸模工作部分向下, 并使其引入到固定板对应的形孔中, 用锤子或铜棒轻轻地敲入固定板中, 并压牢 6) 新更换的凸模与凹模试配, 调配间隙使其符合要求, 并用捻刀将凸模进一步确定位置和紧固 7) 将压合(或铆合)面用平面磨床磨削找齐后, 再翻转过来, 平磨凸模的刃口面, 一般都是使其与其他凸模平面齐平 8) 总装并进一步调试好后即可使用 对于细小又密布的凸模更换, 也可以用低熔点合金、环氧树脂浇注等方法紧固
5	凹模产生裂纹	1. 套箍法	先制成一个钢带夹圈, 其内径比凹模外径小, 形成压配合形式, 然后将夹圈加热烧红后, 再把被修理件放在夹圈内, 冷却后凹模被夹紧, 使裂纹不再扩大
		2. 焊接法	用焊接方法将裂纹补焊使其不再发展
		3. 更换凹模	1. 压印备件法 1) 先把备件坯料的各部分尺寸按图样进行粗加工, 并磨光上、下两平面 2) 按照模具底座、固定板或原来的冲模零件把螺钉孔和销孔一次加工到尺寸 3) 把备件坯料紧固在冲模上后, 可用铜锤锤击或用手扳压力机进行压印 4) 压印后卸下坯料, 按刃痕进行锉修加工 5) 把坯料装入冲模中, 进行第二次压印及锉修 6) 反复压印锉修, 直到合格为止

续表

序号	修理原因	修理方法	说 明
5	凹模产生裂纹	3. 更换凹模	2. 划印法 1) 用原来的冲模零件划印 利用废损的工件与坯件夹紧在一起 再沿其刃口 ,在坯件上划出一个带有加工余量的刃口轮廓线 ,然后按这条轮廓线加工 ,最后用压印法来修整成型 2) 用压制的合格制件划印 ,即用原冲制的零件 ,在毛坯上划印 ,然后锉修、压印成型 3. 芯棒定位加工 加工带有圆孔的冲模备件 ,可以用芯棒来加工定位 ,使其与原模保持同心再加工其他部位 4. 定位销定位加工 在加工非圆形孔时 ,可以用定位销定位后按原模配作加工 5. 线切割加工 销孔、工作孔都用线切割加工

4) 试模验证性能

试模和验证这是修理模具最后要做的一项工作。修理好的模具 ,采用相应的设备进行试模和调整 ,根据试模样件检查和确定修理后的模具质量状况 ,是否将模具的原有弊病消除 ,是否将模具修复达到正常使用要求。

6.3.2 注射模的保养和修理

(1) 注射模的保养

1) 保护型腔表面。不同的塑件有不同的表面粗糙度要求 ,但为了制件的脱模需要 ,模具型面表面粗糙度值一般都要在 $Ra0.4 \mu m$ 以下 ,型腔的表面不允许被钢件碰划 ,即使需要也只能使用纯铜棒帮助制品出模 ;当需要擦拭时应使用涤纶布或丝网布。有些表面有特殊要求的模具 ,如表面粗糙度值为 $Ra \leq 0.2 \mu m$,一般表面进行镀铬处理 ,操作者应佩戴丝绸手套 ,不允许用手直接接触摸。

2) 滑动部位适时、适量地加注润滑油脂。油脂不应加注太多 ,导柱、导套、顶杆及复位杆等动配合零部件要适时擦洗并加注润滑油脂 ,保证这些活动件运动灵活 ,防止紧涩和咬死。

3) 型腔表面要定期进行清洗。注射模具在成型过程中往往会分解出低分子化合物腐蚀模具型腔 ,使得光亮的型腔面逐渐变得暗淡无光而降低塑件质量 ,因而需要定期擦洗。擦洗可以使用醇类或酮类制剂 ,擦洗完毕后应及时吹干。

4) 型腔表面要按时进行防锈处理。一般模具在停用 24 h 时都要进行防锈处理 ,涂刷无水黄油。停用时间较长(一年之内)时 ,可以喷涂防锈剂。在涂防锈油或剂之前 ,应用棉砂把型腔或模具表面擦干净并用压缩空气吹干净 ,否则效果不好。

5) 易损件应适时更换。导柱、导套、顶杆及复位杆等活动件因长时间使用而磨损 ,需定期

检查并及时更换,一般在使用约3万~4万次就应检查更换,保证滑动配合间隙不能过大,避免塑料流入配合孔内而影响制件质量,还会啃伤模具。

6) 型腔表面的局部损伤要及时修复。有时发现型腔的局部有严重损伤,一般采用黄铜、CO₂ 气体保护焊等办法焊接后,靠机械加工或钳工修复打光,也可以用嵌镶的方法修复。对于皮纹表面的修复,则不能采用焊接或嵌镶等方法,应采用特殊工艺进行处理,如利用模具钢材的塑性变形修复损坏表面,然后再进行局部腐蚀。

7) 注意模具的疲劳损坏。在注射成型过程中产生较大的应力,而打开模具取出制件后内应力又消失了,模具受到周期性内应力作用易产生疲劳损坏,应定期进行消除内应力的处理,防止出现疲劳裂纹。

8) 模具表面粗糙度的修复。一般注射模的型面是越用越光,制品会越做越好,模具经试模合格后会越用越好用。但也有一模具由于塑料中低分子化合物的挥发物的腐蚀作用,使得型腔表面变得越来越粗糙,因而导致制品质量下降。这时应及时对型面进行研磨、抛光等处理,有的还需退去镀层,重新抛光后再镀,然后再进行研磨、抛光。

(2) 模具修理的几种常用方法

1) 堆焊修理

① 方法:它是采用低温氩弧焊、手工电弧焊等方法在需要修复的部位进行堆焊,然后再做修整,它主要用来修理局部损坏或需要补缺的地方。当采用手工电弧焊时,应对焊接的周围进行整体预热(40~80)与局部性预热(100~200)以防止焊接时局部成为高温区而容易发生裂纹和变形等缺陷。此外,为了提高焊接的熔接性能,被焊处在堆焊前整体上最好加工出约5 mm 深的凹坑或中心钻个孔等,如图 6.3 所示。

② 注意事项:还要防止操作时火花飞溅到其他部位,尤其是型腔表面更要当心在焊接时出现新的损伤。

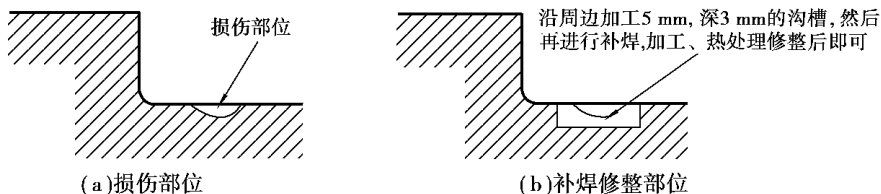


图 6.3 补焊修补模具型腔

2) 镶件修理

① 方法:它是利用铣床或线切割等加工方法将需修理的部位加工成凹坑或通孔,然后用一个镶件嵌入凹坑或通孔里达到修理的目的。这种方法不仅在模具修理中得到应用,更多的是在模具设计时由于结构上的需要(如便于加工,降低零件成本)而广泛地采用,如图 6.4 所示。

② 特点与注意事项:它能克服焊接产生变形的缺点,但由于镶件拼缝会在制品上留下痕迹,此外,对于要进行镜面抛光或花纹加工时,虽然镶件与镶体的材料相同,仍容易在表面产生不同状况。

3) 扩孔修理

当各种杆的配合孔因滑动而磨损时,可采用扩大孔径和相应大的杆径与之配合修理。如

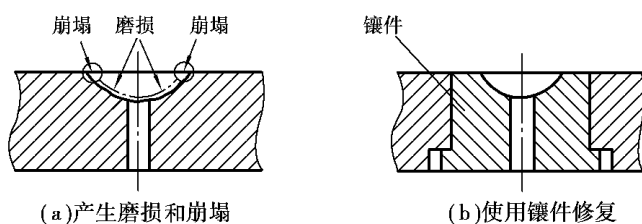


图 6.4 镶件法修复模具型腔

复位杆、拉料杆孔、定位销孔等磨损后,可用此法修复,恢复功能。

4) 凿捻修理

如图 6.5 所示,当模具的型面局部有浅而小的伤痕时(见图 6.5(a)),可利用小锤子和錾子在离开型腔部位 2~3 mm 处进行凿捻,使型腔表面的某一部分变形而增高,通过修光达到修理的目的。

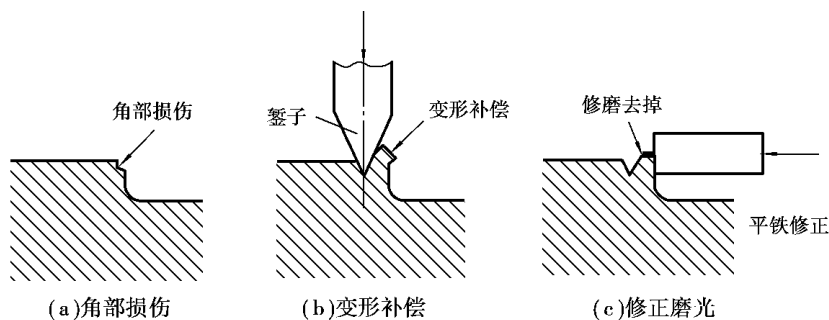


图 6.5 凿捻法修理模具

5) 增生修理

①方法:当型腔面的局部因加工过程失误或其他原因出现损坏时,采用焊接、镶件或凿捻修理又不适宜的情况下可以采用增生修理。如图 6.6 所示在离型腔部分 3~5 mm 处钻个孔,再把销子插入孔内,在加热修整部分的同时,用锤子敲击销子,使其局部增生,长出亏缺的料,然后再进行修正,达到修理的要求。

②注意事项:采用此法要注意增出量和敲击力不要过大,否则容易产生裂纹。插入孔内的销子最后应焊牢或用螺钉固定住。

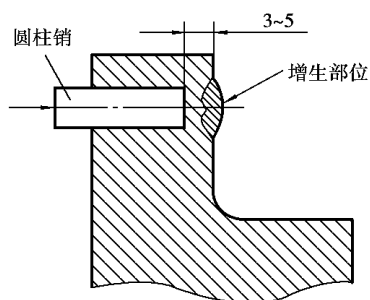


图 6.6 增生法修模

6) 电镀修理

电镀在模具上主要用于提高表面光亮、增加硬度及耐腐蚀性等要求的型腔和型芯零件上。电镀作为模具修理的一种方法只适用于为了获得整体塑件壁厚适当变小的场合,这是由于型腔或型芯通过电镀以后,其表面会生长一层薄镀层,从而能得到减小塑件壁厚的目的。

镀层的方法有许多种类,应用在模具方面主要有电镀铬和化学镀镍。

电镀铬又有只为了取得美观和光泽的装饰铬和镀硬铬两种。装饰铬一般先在钢表面上镀铜(层厚约 20 μm)、镍(层厚 10 μm)后再镀铬(0.5 μm 左右),镀硬铬时一般不进行底层处

理,镀层厚度可达 5 ~ 80 μm 。注射模中镀层厚度常用 100 ~ 125 μm ,镀层的硬度可达 60HRC 以上。

化学镀镍是一种不使用电而把工件浸渍在金属溶液中进行化学镀的一种方法。一般镀层厚度为 125 μm ,误差小于 10%。

(3)注射模的维护保养周期

注射模的维护保养周期可参考表 6.7。

表 6.7 注射模的维护保养周期

检查项目		每天	15 天	1 个月	3 个月	6 个月至 1 年
1	喷嘴的松动					○
2	模具型腔面渗水	○				
3	紧定螺钉是否松动			○		
4	顶杆弯曲、磨损、咬死		○			
5	滑动型芯动作及加油导柱、导套			○		
6	脱模的动作协调否	○				
7	模具表面质量			○		
8	模具拆卸检查(检查内容有:除锈、除油、润滑、型腔磨损、密封件、孔、销的溢料飞边及其他多余物、冷却水垢的消除等)					○

6.3.3 压铸模的保养和修理

(1)延长压铸模具使用寿命的措施

众所周知,压铸模是在急热、急冷的条件下工作的,模具型芯和型腔表面除了承受金属熔液的冲刷,还存在着冷热温度变化的影响。模具的平均使用寿命比其他模具低得多,为了延长模具的使用寿命,做好保养和维修工作比对其他模具更具有现实意义。具体对策如下:

1)使用适当的压射速度。压射速度太高,促使模具腐蚀,型腔和型芯上沉积物增多;压射速度太低,易使铸件产生缺陷。对于镁、铝、锌相应的最低压射速度分别为 27、18、12 m/s,铸铝的最大压射速度不应超过 53 m/s,平均压射速度为 43 m/s。

2)模具的后模板尽可能采用整料而不用叠加板的方式保证其厚度。因为钢板厚度增加 1 倍,弯曲变形量减少 85%,叠层只起叠加作用,厚度与单板相同的 2 块板弯曲变形量是单板的 4 倍。

3)电加工型腔表面留有的淬硬层和加工表面应力,应及时清除。否则容易使模具在使用过程中产生龟裂、点蚀和开裂。消除淬硬层和去应力,可用油石或研磨的办法去除,也可以在不降低硬度的情况下,用低于回火温度的去应力回火来消除。

4)严格控制铸造工艺流程。在工艺许可范围内,尽量降低铝液浇铸温度与压射速度,提

高模具的预热温度。如铝压铸模的预热温度由 100 ~ 130 提高至 180 ~ 200 ,模具寿命可大幅度提高。

5)清除型腔、型芯上的沉积物时,应采用研磨或机械去除,不能用喷灯加热清除。因为这可能导致模具表面局部软点或脱碳点的产生,从而成为热裂的祸根。但研磨或机械去除,以不得伤害其型面和造成尺寸变化为原则。

6)经常保养可以使模具保持良好的使用状态。建议新模具在试模后,无论试模合格与否,均应在模具未冷却至室温的情况下,进行去应力回火。当新模具使用到设计寿命的 $1/8 \sim 1/6$ 时,即铝压铸模 10 000 模次,镁、锌压铸模 5 000 模次,铜压铸模 800 模次,应对模具型腔及模架进行 450 ~ 480 回火,并对型腔抛光和渗氮,以消除内应力和型腔表面的轻微裂纹。以后每 12 000 ~ 15 000 模次进行同样保养。当模具使用 50 000 模次后,可以每 2.5 万 ~ 3 万模次进行一次保养。采用上述方法,能明显减缓由于热应力导致龟裂的产生速度和时间。

7)对于冲蚀和龟裂较严重的情况,可以对模具表面进行渗氮处理,以提高模具表面的硬度和耐磨性。渗氮基体的硬度应为 35 ~ 43HRC,低于 35HRC 时,渗氮层不能牢固与基体结合,使用一段时间后会剥落。应注意渗氮表面不应有油污,因为油污会导致渗氮层不均匀。

8)采用焊接方法修补模具的开裂和亏缺部分,焊接修复是一种常用方法。在焊接前,应先了解被焊模具的材质,并用机械加工或磨削的方法去除表面缺陷。做到焊接表面干净,烘干处理和所用焊条应同模具钢成分一致,对焊条也要求是干净和烘干的。焊接前,模具和焊条一起预热(4Cr5MoSiV 为 450),当表面和芯部温度一致后,在保护气体(常用氩气)下进行焊接修复。焊接过程中,当温度低于 260 时,需重新加热,焊接后,当模具冷却至手可接触,再加热至 475 并按 25 mm/h 保温。最后置于静止空气中完全冷却,再进行型腔的修整和精加工。

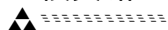
模具焊接后进行去应力退火处理,是焊接修复中重要的一环,即消除焊接应力。

(2)压铸模具使用问题与预防方法

压铸模具在使用过程中的常见问题及改进措施如表 6.8 所示。

表 6.8 压铸模使用过程中的常见问题及改进措施

常见问题	产生原因	改进措施
开裂或粗裂纹	1. 设计不合理,有尖棱尖角 2. 模具预热不好,模温低 3. 热处理不良 4. 型腔表面硬度太高,韧性差 5. 操作不当,使模具存在较大应力	1. 改进设计,尽可能加大圆弧 2. 提高预热温度 3. 重新热处理 4. 回火降低硬度 5. 按正常操作规程操作
龟裂	1. 模温低,预热不足 2. 型腔表面硬度低 3. 型腔表面应力高 4. 型腔局部脱碳	1. 提高预热温度 2. 型腔淬火、渗氮,提高硬度 3. 用回火消除表面应力 4. 去除脱碳层后渗氮



续表

常见问题	产生原因	改进措施
磨损冲蚀	1. 型腔表面硬度低 2. 表面脱碳 3. 型腔表面残余应力高 4. 浇铸速度过快 5. 铝液熔融温度高	1. 淬火、渗氮,提高硬度 2. 去除脱碳层后渗氮 3. 回火消除应力 4. 在工艺范围内,降低压射速度 5. 在工艺范围内,降低液温
粘模拉伤	1. 设计与使用模具材料不合理 2. 热处理硬度不足 3. 型腔表面粗糙 4. 有色金属液中含铁量大于 0.6% 5. 所用脱模剂不合格,过期或不纯净,含有杂质 6. 浇铸速度过快	1. 改进设计和重新选用材料 2. 重新热处理,提高硬度 3. 精抛型腔表面,抛光纹理方向与出模方向一致 4. 降低铁含量 5. 重新换一种合格的脱模剂 6. 在工艺范围内,降低压射速度

6.3.4 模具其他方面的修理

(1) 螺纹孔和销孔的修理

螺纹孔和销孔损坏或位置不合适,其修理方法如表 6.9 所示。

表 6.9 螺纹孔、销孔损坏的修理方法

修理项目	修理方法及特点
螺纹孔损坏	第 1 种方法:扩孔修理法,将损坏的螺纹孔扩大改成直径较大的螺纹孔后,重新选用相应的螺钉 优点:修理方便,牢固可靠 缺点:所有螺钉过孔包括沉头孔等均要重新加工,比较麻烦
	第 2 种方法:镶嵌柱塞法,将损坏的螺纹孔扩大成圆柱孔,镶嵌入柱塞,然后再重新按原位置、原大小加工螺纹孔。要求镶嵌的柱塞与孔不但成压配,当螺钉旋入螺纹孔时,柱塞不能跟着转 优点:不需更换新螺钉,其他件也不需扩或镗孔 缺点:比较费时
销孔损坏	第 1 种方法:扩大直径修理法,更改损坏的销孔,将直径扩大到一定大小(包括销钉穿过的其他板件上孔相应扩大),保证新销钉与孔成合理配合 优点:精度较高

续表

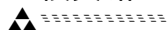
修理项目	修理方法及特点
销孔损坏	第2种方法 加柱塞法 即将原销孔扩大后通过压入柱塞再两端铆接或是旋入螺柱塞后 ,再加工成原先孔径大小的销孔 ,保证销钉与孔合理配合 此法只改动销孔损坏的那块板 ,其他板件上的销孔不用变动
	第3种方法 更换销钉法 对于有些销钉孔稍偏大的情况 ,可以选用直径合适的销钉直接用上适用于销孔磨损太大的情况

(2)定位零件的修理

定位零件如定位销、定位钉、定位板和级进模中的导料板、侧刃挡块和导钉等 ,其修理方法如表 6.10 所示。

表 6.10 定位零件的修理方法

修理项目	损坏情况	修理方法及特点
定位销 定位钉 定位板 导正销	长期使用后磨损或定位板紧固螺钉、销钉松动使定位不准	1. 更换新的定位钉、定位销或导正销 ,重新调整后使用 2. 重新调整紧固螺钉及销钉 ,使其定位准确 3. 若定位销孔已磨损或变了形 ,可在原孔位置用直径大一点的钻头扩孔 ,然后压入柱塞再进行重新调整加工销孔 ,保证定位准确
级进模中的导料板、侧刃挡块	长期使用与条料摩擦、磨损 ,使尺寸精度降低 ,影响导向和冲件质量	修理时 ,可用卡尺、量块先检查一下导料板间尺寸和磨损情况。再检查侧刃挡块的磨损和松动情况。属于一般松动只需重新调整位置 ;属于比较严重磨损的 ,如挡块可以换新的 ,导料板则要重新磨平再调整后 ,继续使用。导料板的进料口磨损严重的地方 ,可以镶上淬硬块解决耐磨损问题。淬硬镶块可用螺钉与导料板联接 ,也可以用燕尾相联



练一练

1. 模具检修人员应具备哪些基本要求？
2. 造成模具损坏的原因有哪些？
3. 模具检修包括哪些工艺过程？
4. 如何对塑料模具进行维修保养？
5. 模具检修常用哪些方法？各适用于什么场合？
6. 如何进行压铸模具的维护保养？如何解决压铸模具在使用过程中所存在的问题？
7. 如何进行螺孔和定位销孔的维修？
8. 怎样进行对模具定位原件的修理？

参考文献

- [1] 模具设计与制造技术教育丛书编委会. 模具钳工工艺[M]. 北京:机械工业出版社 2006.
- [2] 戴刚. 模具制造综合技能训练[M]. 北京:电子工业出版社 2006.
- [3] 许法樾. 实用模具设计与制造手册[M]. 北京:机械工业出版社 2005.
- [4] 吕创新. 模具制造技能训练[M]. 广州:新世纪出版社 2003.
- [5] 模具实用技术丛书编委会. 模具精饰加工及表面强化技术[M]. 北京:机械工业出版社 2002.
- [6] 双元制培训机械专业实习教材编委会. 模具钳工专业技能[M]. 北京:机械工业出版社 2001.
- [7] 机械工人职业技能鉴定指导中心. 工具钳工技术[M]. 北京:机械工业出版社 1999.
- [8] 劳动部教材办公室. 工具钳工工艺学[M]. 北京:中国劳动出版社 1997.
- [9] 劳动部培训就业局. 钳工工艺学模具分册[M]. 北京:劳动人事出版社 1986.

请按此裁下寄回我社或在网上下载此表格填好后 E-mail 发回

教师信息反馈表

为了更好地为教师服务,提高教学质量,我社将为您的教学提供电子和网络支持。请您填好以下表格并经系主任签字盖章后寄回,我社将免费向您提供相关的电子教案、网络交流平台或网络化课程资源。

书名：			版次	
书号：				
所需要的教学资料：				
您的姓名：				
您所在的校(院)、系：	校(院)		系	
您所讲授的课程名称：				
学生人数：	_____人	_____年级	学时：	
您的联系地址：				
邮政编码：		联系电话	(家)	
			(手机)	
E-mail (必填)				
您对本书的建议：			系主任签字	
			盖章	

请寄 重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A 区)
重庆大学出版社市场部

邮编 400030

电话 023-65111124

传真 023-65103686

网址 <http://www.cqup.com.cn>

E-mail fxk@cqup.com.cn