



21世纪全国高职高专机电类规划教材

# 模具装配与调试

MUJU ZHUANGPEI YU TIAOSHI

赵世友 编 著



北京大学出版社  
PEKING UNIVERSITY PRESS

## 内 容 简 介

本书是作为高职教育模具设计与制造的专业教材,根据应用型高职教育的特点,结合模具工业发展对技能型人才的知识和技能的要求编写而成。

本书共分7个项目,分别是模具装配基础;冲压模具装配;塑料模具装配;冲模的安装与调试;冲模的维护与修理;塑料模的安装与调试;塑料模的维护与修理。

本书是一本理论与实践一体、学做合一的教材,突出工学结合,采用模块式任务驱动,通过任务引入、任务分析、介绍相关知识、进行任务实施与考核,内容上注重实用性,便于自学,适合授课和培训。

本书适用于高职高专模具专业3年学制学生使用(40~60学时,含实践学时),也可作为从事模具设计与制造的专业技术人员的参考用书、机械工人岗位培训和自学用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

模具装配与调试/赵世友编著. —北京:北京大学出版社,2010.2

(21世纪全国高职高专机电类规划教材)

ISBN 978-7-301-16505-8

I. 模… II. 赵… III. ①模具—装配—高等学校:技术学校—教材 ②模具—调试—高等学校:技术学校—教材 IV. TG76

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第231005号

书 名: 模具装配与调试

著作责任者: 赵世友 编著

责任编辑: 温丹丹

标准书号: ISBN 978-7-301-16505-8/TH·0171

出版发行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路205号 100871

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62765126 出版部 62754962

网 址: <http://www.pup.cn>

电子信箱: [xxjs@pup.pku.edu.cn](mailto:xxjs@pup.pku.edu.cn)

印 刷 者: 三河市北燕印装有限公司

经 销 者: 新华书店

787毫米×980毫米 16开本 12印张 260千字

2010年2月第1版 2010年2月第1次印刷

定 价: 22.00元

---

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024 电子信箱: [fd@pup.pku.edu.cn](mailto:fd@pup.pku.edu.cn)

# 前 言

模具作为现代制造业的基本工艺装备之一，模具技术在产品开发、制造中起到越来越重要的作用，随着模具应用得越来越多，模具制造在模具生产中占有非常重要的位置，然而模具制造中的模具装配与调试是模具制造者要熟练掌握的主要技术和技能，为此，根据职业教育的特点，结合模具工业发展对技能人才的知识技能要求，编写一本通俗易懂的、理论与实践一体的、学做合一的模具装配与调试教材，是作者编著此书的目的。

本书在内容上，介绍了模具装配基础，选择典型的冲压模具、塑料模具进行装配，在装配中介绍冲模的安装与调试、维护与修理，塑料模的安装与调试、维护与修理等技能和相关知识内容。本书所含内容丰富，文字表达通俗易懂、深入浅出，图文并茂、实用性强。

本书作为高等职业院校模具设计与制造专业的专业课教材，形式上采用模块式任务驱动，通过任务引入、任务分析、介绍相关知识，进行任务实施，内容上注重实用性，便于自学，适合授课和培训。

本书由沈阳职业技术学院赵世友编著。在编写过程中进行了模具企业的调研，结合现阶段企业生产情况，分析研究了生产中的模具装配图样，与工程技术人员共同筛选出适合高职特点的典型图例编写在书中。本书中的例子和方法主要取自于工程实例和实际生产应用，以增强学生的工程化意识，并间接获取一定的工作经验。

本书作为高职教育模具专业教材，适用于模具专业学生使用（40~60学时，含实践学时），也可作为其他相关专业、机械工人岗位培训和用书。

本书在编写过程中，得到辽宁省模具学会及有关工厂企业、高等院校的大力支持，在此表示衷心感谢。本书在编写过程中，曾参考、引用了有关资料，特向有关作者致谢。

由于编者水平有限，书中难免存在一些缺点和错误，恳请广大读者批评指正。

编 者  
2009年6月

# 目 录

<b>项目 1 模具装配基础</b> .....	1
任务 1 模具装配与调试概述 .....	1
任务 2 模具零件的手动工具加工 .....	6
任务 3 冲压模架装配的测量 .....	24
项目思考与练习 1 .....	38
<b>项目 2 冲压模具装配</b> .....	39
任务 1 单工序冲裁模装配 .....	39
任务 2 复合式冲裁模装配 .....	48
任务 3 弯曲模装配 .....	60
项目思考与练习 2 .....	67
<b>项目 3 塑料模具装配</b> .....	68
任务 1 衬套注射模装配 .....	68
任务 2 壳体件塑料注射模装配 .....	83
项目思考与练习 3 .....	100
<b>项目 4 冲模的安装与调试</b> .....	102
任务 1 冲模的安装 .....	102
任务 2 冲模的调试 .....	112
项目思考与练习 4 .....	121
<b>项目 5 冲模的维护与修理</b> .....	122
任务 1 冲模的维护 .....	122
任务 2 冲模的修理 .....	126
项目思考与练习 5 .....	136
<b>项目 6 塑料模的安装与调试</b> .....	137
任务 1 塑料模的安装 .....	137
任务 2 塑料模的调试 .....	147
项目思考与练习 6 .....	160
<b>项目 7 塑料模的维护与修理</b> .....	161
任务 1 塑料模的维护 .....	161
任务 2 塑料模的修理 .....	164

---

项目思考与练习 7 .....	175
<b>附录</b> .....	176
附录 A 几种常用的冲压设备规格 .....	176
附录 B 冲压模具零件的常用公差配合及表面粗糙度 .....	177
附录 C 冲压模模架 .....	179
<b>参考文献</b> .....	186

# 项目 1 模具装配基础

## 任务 1 模具装配与调试概述



### 任务引入

本任务简要介绍模具装配与调试的内容，如冲裁级进模的总装配图（如图 1-1 所示），产品零件图（如图 1-2 (a) 所示），排样图（如图 1-2 (b) 所示），包括模具装配工艺过程、模具装配精度和装配方法、模具装配的技术要求等，通过本任务的学习，要求学生了解模具装配与调试的全过程，为其打下良好的理论基础和技术准备工作。

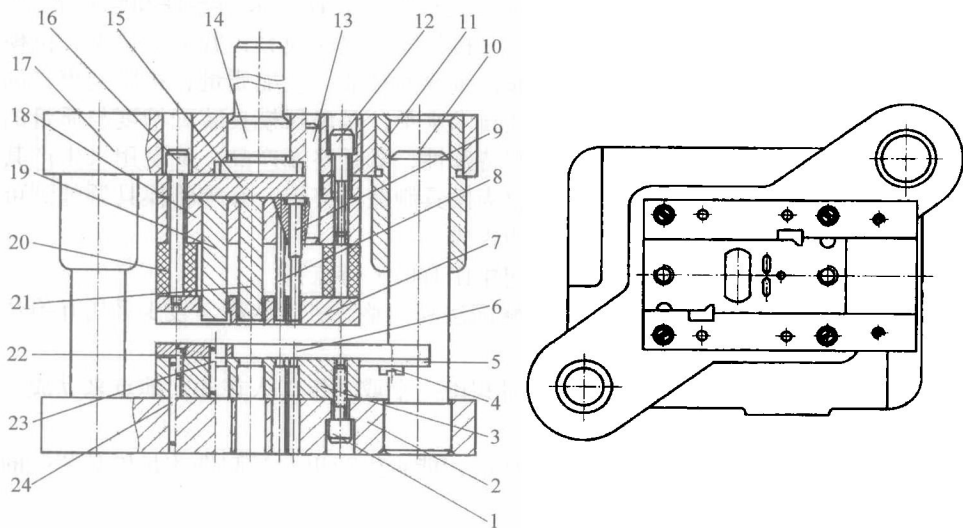


图 1-1 冲裁级进模总装配图

- 1、4、12、22—螺钉 2—下模座 3—凹模 5—承料板 6—导料板 7—卸料板 8、9、21—凸模  
10—导柱 11—导套 13—销钉 14—模柄 15—垫板 16—卸料螺钉 17—上模座 18—固定板  
19—侧刃 20—橡胶 23、24—销钉

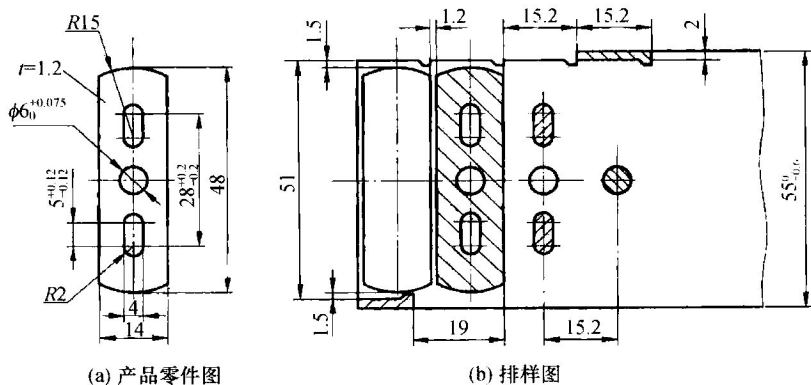


图 1-2 产品零件图与排样图

## 任务分析

模具装配是按照规定的技术要求，将加工完成符合设计要求的零件和购置的标准件，按设计的工艺进行相互配合、定位与安装、联接与固定成为模具，并完成调整、试模及检验的全过程。模具装配是模具制造过程中非常重要的环节，装配质量直接影响模具的精度和寿命。研究模具装配工艺、提高装配工艺技术水平，是确保模具装配精度与质量的关键工艺措施。模具与一般机械产品不同，具有特殊性，既是终端产品，又是用来生产其他制件的工具。因此模具零件制造的完成不能成为模具制造的终点，必须将模具调整到可以生产出合格制件的状态后，模具制造才算大功告成。

模具装配与调试同一般机械产品的装配相比有以下特点：

(1) 模具属于单件小批量生产，常用修配法和调整法进行装配，较少采用互换法，生产效率较低。

(2) 模具装配多采用集中装配，即全过程由一个或一组工人在固定地点来完成，对工人的技术水平要求较高。

(3) 装配精度并不是模具装配的唯一标准，能否生产出合格制件才是模具装配的最终检验标准。

(4) 模具装配的技术要求主要是根据模具功能要求提出来的，用以指导模具装配前对零件、组件的检查、指导模具的装配工作以及指导成套模具的检查验收。

(5) 模具的检查与调试是指按模具图样和技术条件，检查模具各零件的尺寸、表面粗糙度、硬度、模具材质和热处理方法等，检查与调试模具组装后的外形尺寸、运动状态和工作性能等。检查内容主要包括外观检验、尺寸检查、试模和制件检查、质量稳定性检查、模具材质和热处理要求检查等。



## 相关知识

### 1. 模具装配工艺过程

模具装配工艺过程是根据装配图样和技术要求,将模具的零部件按照一定的工艺顺序进行配合与定位、连接与固定成为模具的过程。模具的装配工艺过程通常按模具装配的工作顺序划分为相应的工序和工步。一个装配工序可以包括一个或几个装配工步。模具零件的组件组装和总装都是由若干个装配工序组成的。

模具的装配工艺过程包括以下3个阶段。

#### (1) 装配前的准备阶段

① 熟悉模具装配图、工艺文件和各项技术要求,了解产品的结构、零件的作用以及相互之间的连接关系;

② 确定装配的方法、顺序和所需要的工艺装备;

③ 对装配的零件进行清洗,去掉零件上的毛刺、铁锈及油污,必要时进行钳工修整。

#### (2) 装配阶段

① 组装阶段。将许多零件装配在一起构成的组件并成为模具的某一组成部分,称为模具的部件,其中那些直接组成部件的零件,称为模具的组件。把零件装配成组件、部件的过程分别称为模具的组件装配和部件装配。

② 总装阶段。把零件、组件、部件装配成最终产品的过程称为总装。

#### (3) 检验和试模阶段

模具的检验主要是检验模具的外观质量、装配精度、配合精度和运动精度。

模具装配后的试模、修正和调整统称为调试。其目的是试验模具各零、部件之间的配合、连接情况和工作状态,并及时进行修配和调整。

模具装配工艺过程如图1-3所示。

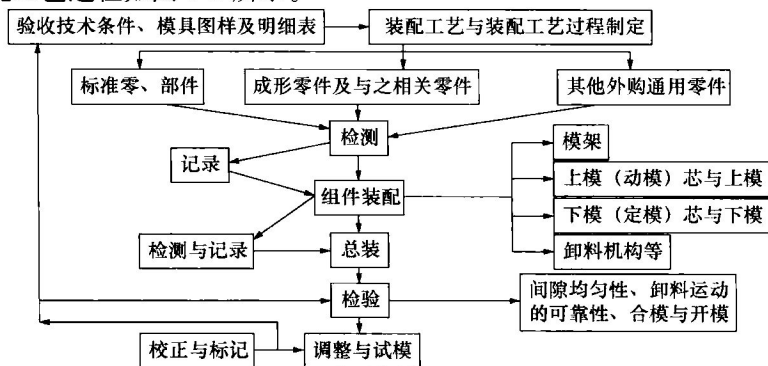


图1-3 模具装配工艺过程



## 2. 模具装配精度和装配方法

模具的装配精度包括零部件间的距离精度、相互位置精度（如平行度、垂直度等）、相对运动精度、配合精度及接触精度等。一般情况下，零件的制造精度是保证装配精度的基础，但装配精度并不完全取决于零件的制造精度。

装配方法不同，则零件的加工精度、装配的技术要求及生产效率不尽相同。模具装配中往往根据实际情况（零件的加工难度，重要性等）选择合理的装配方法。实践中，模具的装配方法主要有以下几种。

### （1）修配法

在某些零件上预留修配量，在装配时根据需要修配指定零件以达到装配精度的方法，称为修配法。采用这种装配方法能在很大程度上放宽零件制造公差，相关模具零件就可以按较低成本的经济精度进行制造，使加工容易，同时通过修配又能达到很高的装配精度。修配法是模具生产中采用最广泛的方法，常用于模具中工作零件部分的装配。

### （2）互换法

零件按规定公差加工后，不需经过修配和选择（分组互换经简单选择）就能保证装配精度的方法叫互换装配法，包括完全互换法、部分互换法和分组互换法。这种方法可以使装配工作简单化，但要求零件的加工精度较高，因此适用于批量生产。模具生产属于单件小批量生产，较少采用互换法，而只在大批量生产的导柱导套及模架中常用互换法。

### （3）调整法

在装配链中预留有调整零件，装配时用改变产品中可调零件的相对位置或选用合适的调整件以达到装配精度的方法，称为调整装配法。一般常采用螺栓、斜面、挡环、垫片或连接件之间的间隙作为补偿环。调整法在模具装配中常用调整垫片的方法达到某些部分的装配精度，如调整注塑模具中侧抽芯滑块的位置。

## 3. 模具装配的技术要求

模具装配的技术要求，包括模具的外观和安装尺寸、总体装配精度两大方面。模具装配时要求相邻零件，或相邻装配单元之间的配合与连接均需装配工艺确定的装配基准进行定位与固定，以保证其间的配合精度和位置精度。保证凸模（或型芯）与凹模（或型腔）间有精密、均匀地配合和定向开合运动，保证其他辅助机构（如卸料、抽芯与送料等）运动的精确性。

评定模具精度等级、质量与使用性能的技术要求如下。

（1）通过装配与调整，使装配尺寸链的精度能完全满足封闭环（如冲模凸、凹模之间的间隙）的要求；

(2) 装配完成的模具, 冲压、塑料注射、压铸出的制件(冲压件、塑件、铸件)完全满足合同规定的要求;

(3) 装配完成的模具使用性能与寿命, 可达预期设定的、合理的数值与水平。

制造模具的目的是要生产制品, 因而模具完成装配后必须满足规定的技术要求, 不仅如此, 还应按照模具验收的技术条件进行试模验收。



### 任务实施

#### 1. 审定模具全套图样

冲裁级进模的总装配如图 1-1 所示。

- (1) 审定模具的装配关系;
- (2) 检查模具的工作原理能否保证零件准确成形;
- (3) 检查装配图的表达是否清楚、正确、合理;
- (4) 检查相关零件之间的装配关系是否正确;
- (5) 检查总体技术要求是否正确、完整, 以及能否实现;
- (6) 检查装配图的序号、标题栏、明细表是否正确、完整。


#### 2. 审定模具零件与零件图

- (1) 检查零件图与装配图的结构是否相符;
- (2) 检查相关零件的结构与加工尺寸是否吻合;
- (3) 检查零件的材料及热处理是否正确、合理;
- (4) 检查其他技术要求是否完整。

#### 3. 查验标准件及外购件的明细表(如表 1-1 所示)

表 1-1 查验标准件及外购件的明细

零(部)件名称	零件序号	规格及标准代号	数量
模架	2、10、11、17	140×125×140-70 (GB 2872.2-81)	1 副
螺钉	1、12	M10×45 (GB 70-76)	8 个
螺钉	4	M8×6 (GB 70-76)	2 个
螺钉	22	M10×10	4 个
销钉	13、24	10×45 (GB 119-76)	4 个
销钉	23	8×20 (GB 19-76)	4 个
橡胶	20		4 块




## 任务考核

模具装配与调试概述考核评价表如表 1-2 所示。

表 1-2 模具装配与调试概述考核评价表

序号	实施项目	考核要求	配分	评分标准	得分
1	熟悉模具装配图	读懂模具装配图、工艺文件的各项技术要求；了解产品的结构、零件的作用以及相互之间的连接关系	20	具备装配图的识图能力，掌握模具装配工艺过程	
2	检查零件图与装配图的结构是否相符	读懂模具装配图、分解装配图	20	具备装配图分解能力	
3	检查相关零件的结构与加工尺寸是否吻合	读懂模具零件图	10	熟练掌握公差配合与尺寸标注	
4	检查零件的材料及热处理是否正确、合理	区分零件材料及热处理方法	15	掌握材料及热处理的知识	
5	检查其他技术要求是否完整	了解模具装配工艺规程	5	掌握模具装配工艺过程	
6	查验标准件及外购件的明细表	了解模具装配工艺过程	5	掌握模具装配工艺过程	
7	模具的装配方法	合理选择模具的装配方法	10	掌握模具的装配方法	
8	模具装配精度	了解模具装配的技术要求	15	掌握评定模具精度等级、质量与使用性能的技术要求	

## 任务 2 模具零件的手动工具加工



### 任务引入

本任务是正六边形凸模、凹模铰配的手动工具加工，如图 1-4 所示。通过本任务介绍划线、钻孔、攻丝、研磨与抛光、铰削等模具零件的手动工具加工内容，要求学生了解模具零件的手动工具加工知识和技能，做好模具装配与调试。

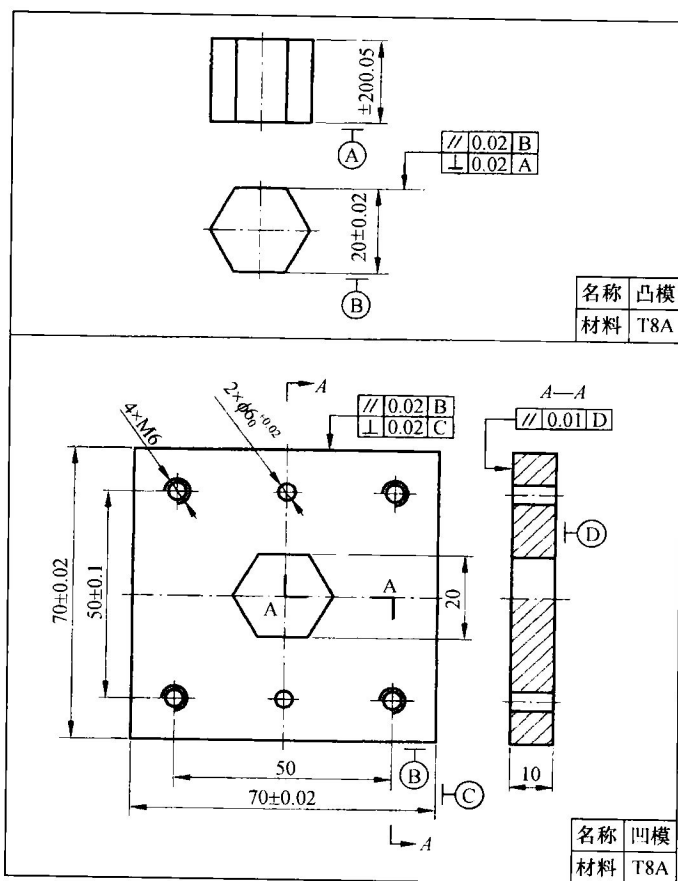


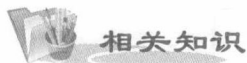
图 1-4 正六边形凸、凹模锉配

### 任务分析

模具零件的手动工具加工是利用虎钳及各种手工工具、电动工具、钻床以及模具专用设备来完成目前机械加工还不能完成的工作，并将加工好的零件按图纸进行装配、调试，最后制出合格的模具产品来。模具零件的手动工具加工是模具装配、调试的基础。

模具钳工要制造出合格的模具，必须做到以下几点：

- (1) 掌握模具零件的手动工具加工方法和模具装配方法；
- (2) 了解模具零件、标准件的技术要求和制造工艺；
- (3) 熟悉模具的结构和工作原理；
- (4) 掌握模具的调整方法。



## 相关知识

### 1. 划线

划线工序是零件经外形加工后,以某些基面为准,在待加工部位划出所有需加工部位的尺寸线及中心位置线,作为下道工序加工时定位、找正、加工和测量的参考依据。

#### (1) 划线时的注意事项

① 按图纸的基本尺寸划出加工时需要参照的所有尺寸及中心位置,线条必须准确、清晰,线条粗细一般为 $0.05\sim 0.1\text{ mm}$ ;

② 按零件加工方法的要求进行,加工方法所用的工具不同时,要划的加工线也不同;

③ 当两个以上零件必须保证其尺寸一致时,为防止划线误差,需将各零件按统一的基准将线一起划出;

④ 正确选择基准,并尽量与设计或工艺基准一致,划线时的基准应保证精度和粗糙度的要求;

⑤ 脱模斜度一般不划出,凸模或零件上的凸出部位均按大端尺寸划线,凹模或零件上的凹入部位均按小端尺寸划线,脱模斜度在加工中保证。

#### (2) 划线的方法

① 普通划法。利用常规划线工具进行划线,其精度一般为 $0.1\sim 0.2\text{ mm}$ 。

② 样板划线法。常用于多型腔及复杂形状的划线,利用线切割机床或样板铣床加工出样板,然后在模块上按样板划线。

③ 精密划线法。一般利用高精度机床及附件进行划线。利用铣床的工作台及回转工作台的坐标移动及圆周运动进行划线,并利用块规、千分表及量棒等工具来检测工作台及转台的位移精度,划线精度可达 $0.05\text{ mm}$ ;利用数控铣床或数显铣床划线,划线精度可达 $0.01\text{ mm}$ ;利用坐标镗床划线,划线精度可达 $0.005\sim 0.01\text{ mm}$ ;利用样板铣床划线,精度可达微米级。精密划线的加工线可直接作为加工及测量的基准。

④ 打样冲孔。为防止加工时磨失掉划出的加工线,需沿划出的加工线全长及中心位置的交点上打样冲孔,样冲孔的深度应保证精加工后不会残留痕迹,中心位置交点处的样冲孔必须准确地打在交点的中心位置,要求精度较高时应在机床上用中心钻定中心位置,或利用坐标镗床定孔的中心位置。

### 2. 孔加工

#### (1) 钻孔加工

① 工件的夹持。钻孔时,工件的基面要求平整,锋利的边角要倒钝,然后平稳地放置在工作台上。根据工件的大小和不同形状,妥善地设法把它们夹持好,再进行钻孔。一

般 8 mm 以下的小孔，只要工件可以用手握住的，就用手握住工件进行钻孔。若手不能拿住的小型工件，或钻孔直径超过 8 mm 时，必须用虎钳和平行夹板夹持，如图 1-5 所示。

长工件钻孔，用手握住并在钻床的台面上用螺钉挡住，这样比较安全，如图 1-6 所示。平整四方的工件，一般直接夹持在平口虎钳上，如图 1-7 所示。

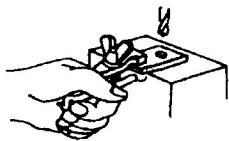


图 1-5 小工件钻孔



图 1-6 用螺钉挡住钻孔

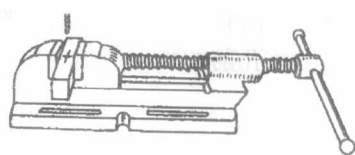


图 1-7 平整工件的夹持

圆柱形工件，一般把工件放在 V 形铁上夹持，如图 1-8 (a)、(b) 所示。大型工件钻孔，一般直接放在钻床工作台上夹持，如图 1-8 (c) 所示。

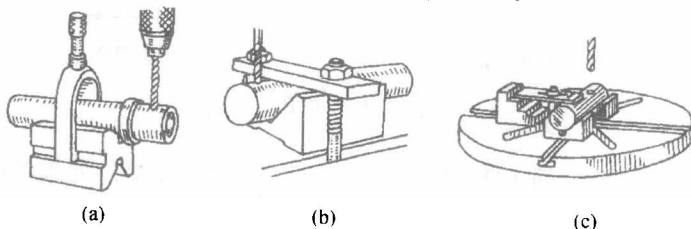


图 1-8 圆柱工件的夹持

② 常规划线钻孔。钻通孔时，孔的下面需留出钻头的空隙，防止钻头钻透底面时钻伤钻床的工作台面或夹持工件的夹持工具。

钻不通孔时，要注意钻孔深度的控制，调整好钻床深度标尺挡块，或其他必要的限位措施，确保钻孔的质量和安

全。钻深孔时，要注意及时排除切屑，防止钻头磨损或折断。每当钻头钻进深度达到 3 倍的孔径时，必须将钻头从孔内提出把切屑清除掉。

钻大直径孔时，因钻头横刃轴向阻力较大，应先用大于该钻头横刃宽度的小钻头先钻预孔，然后再用大钻头钻，如图 1-9 所示。一般直径超过 30 mm 的孔，均应分两次钻削。

钻具有精度要求的孔，应由坐标镗床来打洋冲眼，最好由坐标镗床中心钻先钻出眼窝，然后用钻床钻孔。钻孔时，工件最好不用压板压紧，让工件与工作台自由松动，可使钻头自动找钻孔中心。当钻头刃带从中心钻孔的眼窝钻入 2~3 mm 时，然后在钻孔过程中把压板螺钉徐徐拧紧，通过这样的工序钻孔，一般孔的中心距能控制在 0.1 mm 以下。

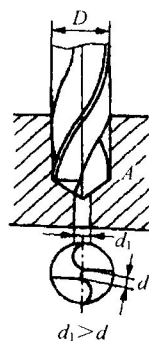


图 1-9 两次钻孔

## (2) 扩孔

扩孔是用扩孔钻，如图 1-10 所示，对工件上已有的孔进行扩大加工。扩孔钻有较多刀齿，这是为了提高切削效率。同时刃带增多，扩孔时导向作用也提高。钻心不承受轴向力，切削就平稳，不会颤动。因此，扩孔的质量比钻孔高，常作为孔的半精加工，对于精度要求高的孔，总是先钻孔，然后再扩孔。没有合适的扩孔钻，用麻花钻代替也可以，它是用做铰孔前的预加工。

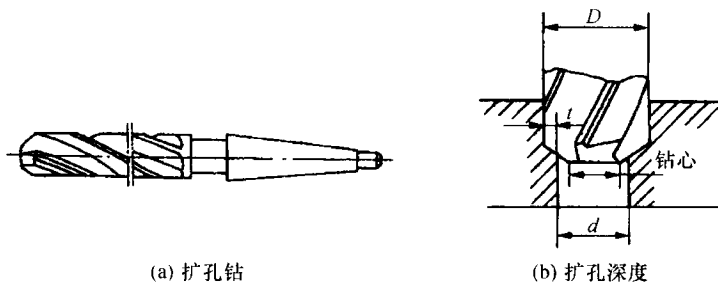


图 1-10 扩孔

扩孔的切削速度为钻孔的  $1/2$ ，进给量为钻孔的  $1.5 \sim 2$  倍。如果扩孔前的底孔先用  $0.5 \sim 0.7$  倍的钻头钻预孔，再用等于孔径的扩孔钻扩孔，则效果更好。

扩孔应注意：

- ① 扩孔的吃刀深度  $t$  不宜太小；
- ② 扩孔钻的韧带应确保倒锥度；
- ③ 扩孔切削速度和进刀量不宜太快；
- ④ 扩孔的冷却润滑供给不能间断。

## (3) 铰孔

铰孔就是在孔端面铰圆柱形埋头孔、铰圆锥形埋头孔，铰凸台平面，如图 1-11 所示。

### 1) 铰孔方法

- ① 铰圆柱孔。用来铰螺钉圆柱形埋头孔。由专用柱形铰钻进行铰孔，如图 1-11 (a) 所示。

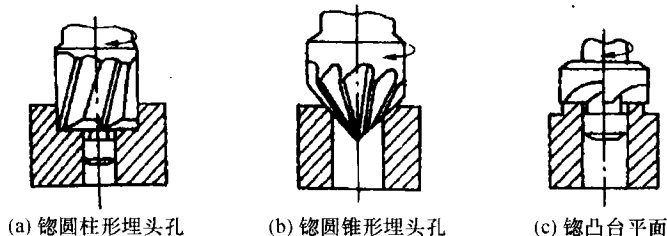


图 1-11 铰孔

② 铤圆锥孔。铤锥形孔用锥形铤钻，如图 1-11 (b) 所示。锥形钻的锥角有  $60^\circ$ 、 $75^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $120^\circ$  四种。

③ 端面铤平。简单的端面铤平，如图 1-11 (c) 所示。它是由白钢刀条磨成，装入刀杆用螺钉紧固。刀杆上的方孔要做到正确。孔的轴线与刀杆轴线要垂直，尺寸大小与刀片采用 H8/h7 配合。

2) 铤孔注意事项。铤孔方法与钻孔方法基本相同，铤孔容易产生问题是振动而使所铤的端面出现振痕。为了避免这种现象，要注意做到以下几点。

① 用麻花钻改制铤钻，要尽量挑选短的旧钻头改制，既能减小振动，又可废旧利用。

② 铤钻的后角和外缘处的前角要适当减小，以防产生扎刀现象。

③ 切削速度应比钻孔低  $1/3$ ，精铤时要更慢，甚至可利用停车的惯性来铤出，以获得光滑表面。

④ 铤钻的刀杆和刀片都要装夹牢固，工件要压紧。

⑤ 铤钻工件时，要在导柱和切削表面加些机油或黄油润滑。

#### (4) 铤孔

1) 铤孔方法。机铤刀一般用于车床和钻床上进行铤孔；手铤刀则用铤杠进行铤孔，如图 1-12 所示。

铤孔的前道工序，必须留有一定的加工余量，供铤孔加工。铤孔加工余量适当，铤出的孔壁光洁。如果余量过大，容易使铤刀磨损，影响孔的表面粗糙度，还会出现多边形；当余量太小时，铤刀的啃刮很严重，增加了铤刀的磨损。因此要留有合理的铤削余量，表 1-3 列出了铤削余量的范围。

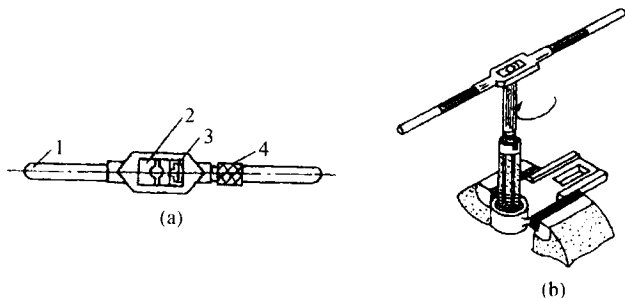


图 1-12 手铤铤孔

1—固定手柄 2—固定块 3—接头 4—活动手柄

表 1-3 铤削余量

铤孔直径/mm	<5	5~20	21~32	33~50	51~70
铤孔余量/mm	0.1~0.2	0.2~0.3	0.3	0.5	0.8

机铤的切削速度和进给量。在机铤铤铤时，切削速度和进给量要选择得适当，不能单纯为了提高效率而选得过大，否则容易磨损，也容易产生积瘤而影响加工质量。但进给量也不能太小，因切屑厚度太小，反而很难切下材料。同时以很大的压力推压被切削材料，结果被碾压过的材料就会产生塑性变形和表面硬化，严重破坏表面光洁，也加快铤刀的磨损。

使用普通高速钢机铤刀，当工件材料为铸铁时，切削速度不应超过  $10 \text{ m/min}$ ，进给量



在 0.8 mm/r 左右；当加工材料为钢材时，切削速度不超过 8 m/min，进给量在 0.4 mm/r 左右。

铰刀工作时，其后面跟孔壁的摩擦很大，所以铰孔时必须使用冷却润滑液，这样可以减少摩擦，保证孔的表面光亮。铰孔时用的冷却润滑液，可参照表 1-4。

表 1-4 铰孔的冷却润滑液

加工材料	冷却润滑液
钢	1. 10%~20% 乳化液 2. 铰孔要求高时，采用 30% 菜油加 70% 肥皂水 3. 铰孔要求更高时，可用茶油、柴油、猪油
铸 铁	1. 不用 2. 煤油（但会引起孔径缩小 0.02~0.04 mm） 3. 低浓度的乳化液
铝	煤油
铜	乳化液

## 2) 铰孔注意事项；

铰孔时要注意以下几点：

- ① 要选择好、检查好所要使用的铰刀。
- ② 工件要夹正，对薄壁孔工件注意夹持力度，避免夹变形。待铰的孔必须与水平面垂直。
- ③ 手铰过程中，两手用力要平衡，旋转铰杠的速度要均匀，铰刀不得摇摆，以保持铰削的稳定性，避免出现口部铰成喇叭口。
- ④ 注意变换铰刀每次停歇的位置，以消除铰刀常在一处停歇而造成振痕。
- ⑤ 铰刀进给时，不要猛力压铰杠，要随着旋转轻轻加压铰杠，使铰刀缓慢引进孔内并均匀地进给，以保证孔壁良好的粗糙度。
- ⑥ 铰刀不准反转，退出时也要顺旋转。因为反转会使切屑轧在孔壁和铰刀刀齿的后刀面之间，将孔壁刮毛。同时铰刀也容易磨损，甚至崩刃。
- ⑦ 铰削钢料时切屑碎末容易粘在刀齿上，要经常注意清除，并用油石修光刀刃，以免孔壁被拉毛。
- ⑧ 铰削过程中，如果铰刀被卡住，千万不要猛力拔转铰杠，以防损坏铰刀。此时应用木棒轻敲铰刀下端部，慢慢把铰刀取出。然后清理孔壁，检查铰刀，用油石把孔壁的刀痕修光滑，继续缓慢进给，以防在原处再次卡住。
- ⑨ 机铰时要在铰刀退出后再停车，否则孔壁有刀痕，退刀时把孔拉毛。铰通孔时，铰刀的校准部分不能全部出头，否则孔的下端要刮坏，再退出时也显得困难。
- ⑩ 机铰时要注意机床主轴、铰刀和工件孔三者的同轴性。当铰孔精度要求很高时，