

机械加工夹具

及选用

JIXIE JIAGONG
JIAJU JI
XUANYONG

王丹 主编
杨继宏 谭丽辉 副主编

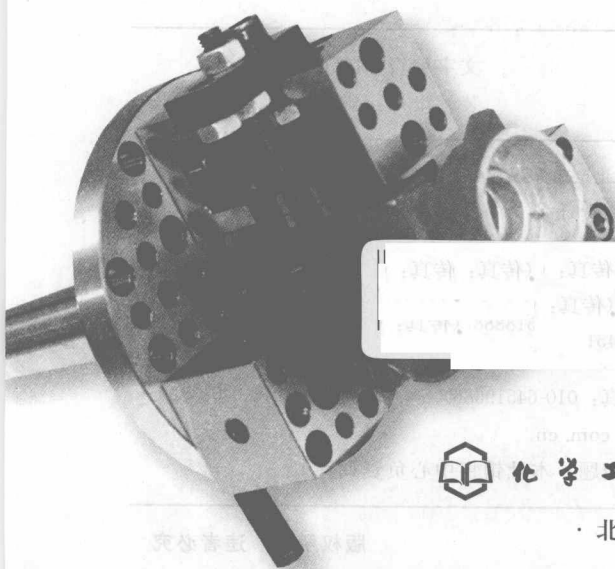


化学工业出版社

机械加工夹具 及选用

王丹 主编

杨继宏 谭丽辉 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书从机械加工技术人员的实际需要出发,重点介绍常用的机床加工夹具及其应用。在介绍车床、铣床、钻床、镗床等常用夹具的原理、典型结构、选用原则、使用方法的基础上,详细剖析了各种典型工件加工时的装夹设计应用实例,方便读者学习和合理选用。

本书可供机械加工工程技术人员、工艺人员、技术工人以及职业院校师生学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械加工夹具及选用/王丹主编. —北京:化学工业出版社, 2009.4

ISBN 978-7-122-04765-6

I. 机… II. 王… III. 机床夹具 IV. TG75

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 017455 号

责任编辑:张兴辉

文字编辑:陈喆

责任校对:郑捷

装帧设计:史利平

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装订:三河市万龙印装有限公司

850mm×1168mm 1/32 印张8¼ 字数218千字

2009年5月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 25.00 元

版权所有 违者必究

前 言

科学技术的进步和生产的发展,要求机械工业不断提高技术装备水平,加之市场要求多变,产品更新换代的周期越来越短,多品种、小批量生产比例不断提高。于是传统的生产技术已经不能适应新的生产要求。为了适应机械工业又好又快发展的需要,机床夹具的设计与制造技术也必须与时俱进。

夹具是机械加工中不可缺少的部件,在机床技术向高速、高效、精密、复合、智能、环保的方向发展的同时,夹具技术也正朝着高精、高效、模块、组合、通用、经济的方向发展。

本书在编写过程中遵循结构合理、内容充实、文字精炼、深入浅出的原则,通过常用机床夹具的选用实例,介绍了机床夹具的原理与应用,便于选择时加以比较。

本书由吉林电子信息职业技术学院王丹主编,杨继宏、谭丽辉副主编,参加本书编写的还有陈存银、张丹和谭洪武。

限于编者水平,书中不足之处在所难免,欢迎广大读者批评指正。

编 者

目 录

第1章 机床夹具概述	1
1.1 机床夹具及其功用	1
1.1.1 机床夹具	1
1.1.2 机床夹具的功能	1
1.1.3 机床夹具在机械加工中的作用	4
1.2 机床夹具的组成	6
1.2.1 机床夹具的基本组成部分	6
1.2.2 机床夹具的其他组成部分	6
1.3 机床夹具的分类以及设计特点和设计要求	7
1.3.1 机床夹具的分类	7
1.3.2 机床夹具的设计特点和设计要求	9
1.4 工件的装夹	9
1.4.1 找正法装夹工件	10
1.4.2 专用夹具装夹工件	10
1.4.3 工件装夹的目的	12
第2章 工件在夹具中的定位	13
2.1 基准、定位副及对定位元件的基本要求	13
2.1.1 基准及定位副	13
2.1.2 定位符号和夹紧符号的标注	15
2.1.3 对定位元件的基本要求	15
2.2 工件定位的基本原理	16
2.2.1 六点定则	16
2.2.2 限制工件自由度与加工要求的关系	22
2.2.3 重复定位	25

2.3 定位基面与定位元件	28
2.3.1 工件以平面定位时的定位元件	28
2.3.2 工件以圆孔定位时的定位元件	33
2.3.3 工件以外圆柱面定位时的定位元件	39
2.4 组合定位中各定位元件限制自由度分析	43
2.4.1 判断准则及应用举例	43
2.4.2 组合定位中重复定位现象的消除方法	45
2.4.3 一面两孔定位的设计计算	47
第3章 工件的装夹	51
3.1 夹紧装置的组成和基本要求	51
3.2 夹紧力的确定	52
3.3 基本夹紧机构	56
3.3.1 斜楔夹紧机构	57
3.3.2 螺旋夹紧机构	59
3.3.3 偏心夹紧机构	65
3.4 联动夹紧机构	70
3.4.1 联动夹紧机构的主要形式及其特点	70
3.4.2 联动夹紧机构设计要点	77
3.5 定心夹紧机构	79
3.5.1 定心夹紧机构的工作原理	79
3.5.2 各类典型机构的特点及适用范围	79
3.6 工件装夹的实例分析	86
第4章 夹具的对定	91
4.1 夹具对切削成形运动的定位	91
4.2 夹具的对刀	96
4.3 分度装置	100
第5章 各种机床夹具及使用	120
5.1 车床夹具	120
5.1.1 角铁式车床夹具	120

5.1.2	卡盘式车床夹具	130
5.1.3	心轴式及夹头式车床夹具	135
5.1.4	高效车床夹具	139
5.1.5	车床夹具应用示例	141
5.2	铣床夹具	146
5.2.1	直线进给铣床夹具	146
5.2.2	其他铣床夹具	158
5.2.3	铣床夹具应用示例	161
5.3	钻床夹具	168
5.3.1	普通钻模	169
5.3.2	分度式钻模	177
5.3.3	其他钻模	185
5.3.4	斜孔钻模应用示例	188
5.4	镗床夹具	197
5.4.1	双支承镗模	197
5.4.2	其他镗床夹具	205
第6章	现代机床夹具及使用	208
6.1	机床夹具的现状与发展方向	208
6.2	自动线夹具	209
6.3	组合夹具	211
6.4	通用可调夹具	225
6.5	成组夹具	229
6.6	数控机床夹具	243
参考文献		250

第1章 机床夹具概述

1.1 机床夹具及其功用

1.1.1 机床夹具

夹具是一种装夹工件的工艺装备，它广泛地应用于机械制造的切削加工、热处理、装配、焊接和检测等工艺过程中。

在金属切削机床上使用的夹具统称为机床夹具。在现代生产中，机床夹具是一种不可缺少的工艺装备，它直接影响着加工的精度、劳动生产率和产品的制造成本等，故机床夹具设计在企业的产品设计和制造以及生产技术准备中占有极其重要的地位。机床夹具设计是一项重要的技术工作。

1.1.2 机床夹具的功能

在机床上用夹具装夹工件时，其主要功能是使工件定位和夹紧。然而，由于各类机床加工方式的不同，有些机床夹具还具有一些特殊的功能。现以车床、铣床、钻床所用的夹具为例加以说明。

如图 1-1 所示，在车床上加工异形杠杆的 $\phi 10H7$ 孔，工件要控制的孔距尺寸为 (50 ± 0.01) mm，孔的轴线对

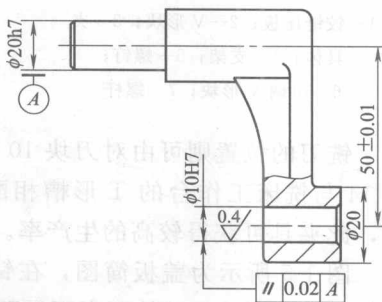


图 1-1 异形杠杆简图



$\phi 20h7$ 外圆轴线的平行度公差为 0.02mm 。其车床夹具的结构如图 1-2 所示。工件以 $\phi 20h7$ 外圆为定位基准面, 分别在 V 形块 2、可调 V 形块 6 上定位。并用铰链压板 1 和两个螺钉 5 夹紧。其中, 工件的定位主要是保证尺寸 $(50 \pm 0.01)\text{mm}$ 和平行度公差要求。

图 1-3 所示为活塞套零件简图, 在铣床上加工活塞套上端 6mm 的槽, 其铣床夹具结构如图 1-4 所示。工件以 $\phi 60H7$ 孔、端面 A 及下端已加工的 6mm 槽为定位基准, 分别在定位轴 7、夹具体 12 的平面及键 11 上定位。夹紧由螺钉 1 推动滑柱 2, 经介质 (液性塑料) 3、滑柱 4、框架 5、拉杆 6、钩 8、压板 9, 将 6 个工件同时夹紧。

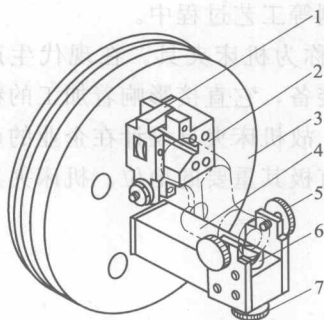


图 1-2 车床夹具

- 1—铰链压板; 2—V 形块; 3—夹
具体; 4—支架; 5—螺钉;
6—可调 V 形块; 7—螺杆

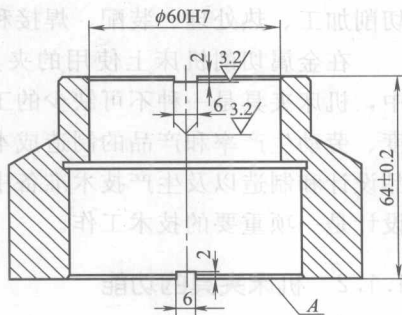


图 1-3 活塞套零件简图

铣刀的位置则可由对刀块 10 调整。整个夹具是通过两个定位销 14 与铣床工作台的 T 形槽相配而确定其在机床上的位置。显然, 此夹具可获得较高的生产率。

图 1-5 所示为盖板简图, 在钻床上钻 $9 \times \phi 5\text{mm}$ 孔。其钻床夹具如图 1-6 所示, 工件以底面及两侧面分别与夹具体 5 的平面、圆柱销 4、菱形销 7、挡销 6 接触定位。钻模板 1 由上述件 4 和 7 对定



夹具是用于在机床上加工工件的装置

夹具中主要零件有：工件、夹具、机床

夹具的主要作用是：定位、夹紧、导向、引导

夹具的主要组成：定位元件、夹紧元件、导向元件、引导元件

夹具的主要特点：结构简单、制造容易、使用方便

夹具的主要应用：在机床上加工工件时，用于定位、夹紧、导向、引导

夹具的主要作用：保证工件的加工精度、提高生产效率、减少废品率

夹具的主要组成：定位元件、夹紧元件、导向元件、引导元件

夹具的主要特点：结构简单、制造容易、使用方便

夹具的主要应用：在机床上加工工件时，用于定位、夹紧、导向、引导

夹具的主要作用：保证工件的加工精度、提高生产效率、减少废品率

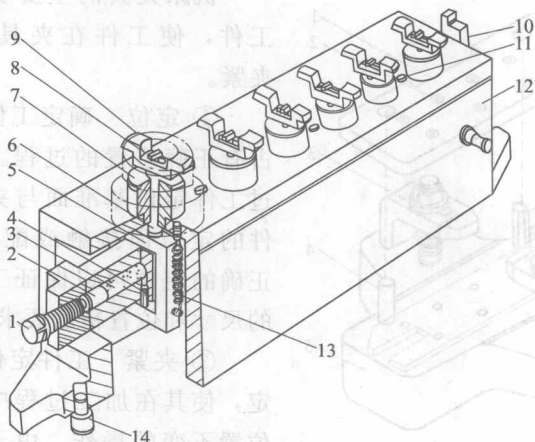


图 1-4 铣床夹具

1—螺钉；2,4—滑柱；3—介质（液性塑料）；5—框架；

6—拉杆；7—定位轴；8—钩；9—压板；

10—对刀块；11—键；12—夹具体；

13—弹簧；14—定位销

夹具的主要作用是：定位、夹紧、导向、引导

夹具的主要组成：定位元件、夹紧元件、导向元件、引导元件

夹具的主要特点：结构简单、制造容易、使用方便

夹具的主要应用：在机床上加工工件时，用于定位、夹紧、导向、引导

夹具的主要作用：保证工件的加工精度、提高生产效率、减少废品率

夹具的主要组成：定位元件、夹紧元件、导向元件、引导元件

夹具的主要特点：结构简单、制造容易、使用方便

夹具的主要应用：在机床上加工工件时，用于定位、夹紧、导向、引导

夹具的主要作用：保证工件的加工精度、提高生产效率、减少废品率

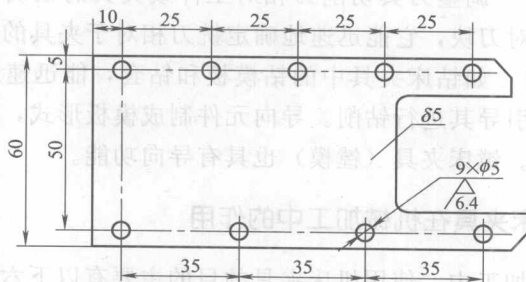


图 1-5 盖板简图

并盖在工件上，并用压板 3 夹紧；钻模板上的钻套 2 可引导钻头钻孔并控制孔距尺寸。

夹具 (1) 机床夹具的主要功能

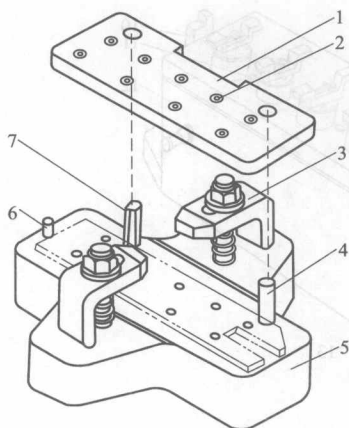


图 1-6 钻床夹具体

- 1—钻模板；2—钻套；3—压板；
4—圆柱销；5—夹具体；
6—挡销；7—菱形销

机床夹具的主要功能是装夹工件，使工件在夹具中定位和夹紧。

① 定位 确定工件在夹具中占有正确位置的过程。定位是通过工件定位基准面与夹具定位元件的定位面接触或配合实现的。正确的定位可以保证工件加工面的尺寸和位置精度要求。

② 夹紧 工件定位后将其固定，使其在加工过程中保持定位位置不变的操作。由于工件在加工时，受到各种力的作用，若将工件固定，则工件会松动、脱落。因此，夹紧为工件提供了安全、可靠的加工条件。

(2) 机床夹具的特殊功能

① 对刀 调整刀具切削刃相对工件或夹具的正确位置。如铣床夹具中的对刀块，它能迅速地确定铣刀相对于夹具的正确位置。

② 导向 如钻床夹具中的钻模板和钻套，能迅速地确定钻头的位置，并引导其进行钻削。导向元件制成模板形式，故钻床夹具常称为钻模。镗床夹具（镗模）也具有导向功能。

1.1.3 机床夹具在机械加工中的作用

在机械加工中，使用机床夹具的目的主要有以下六个方面。然而，在不同的生产条件下，应该有不同的侧重点。夹具设计时应该综合考虑加工技术、生产成本和工人操作等方面的要求，以达到预期的效果。

(1) 保证加工精度

夹具能保证加工精度的原因是由于工件在夹具中的位置和夹具



对刀具、机床的切削成形运动的位置被确定，所以工件在加工中的正确位置得到保证，从而夹具能满足工件的加工精度要求。如图 1-7 所示为车床夹具保证工序尺寸的方法， O 为夹具的中心，其与机床主轴的轴线相重合。机床主轴的轴线是车床切削成形运动的旋转中心。工件（见图 1-1）以 $\phi 20h7$ 外圆在 V 形块上定位，确定了工件在夹具中的位置。由于 V 形块至中心 O 的位置尺寸为 (50 ± 0.005) mm，故所加工的孔即可达到工序尺寸 (50 ± 0.01) mm 的要求。

(2) 提高劳动生产率

使用夹具后，能使工件迅速地定位和夹紧，并能够显著地缩短辅助时间和基本时间，提高劳动生产率。

(3) 改善工人的劳动条件

用夹具装夹工件方便、省力、安全。当采用气压、液压等夹紧装置时，可减轻工人的劳动强度，保证安全生产。

(4) 降低生产成本

在批量生产中使用夹具时，由于劳动生产率的提高和允许使用技术等级较低的工人操作，故可明显地降低生产成本。

(5) 保证工艺纪律

在生产过程中使用夹具，可确保生产周期、生产调度等工艺秩序。例如，夹具设计往往也是工程技术人员解决高难度零件加工的主要工艺手段之一。

(6) 扩大机床工艺范围

这是在生产条件有限的企业中常用的一种技术改造措施。如在车床上拉削、加工深孔等。

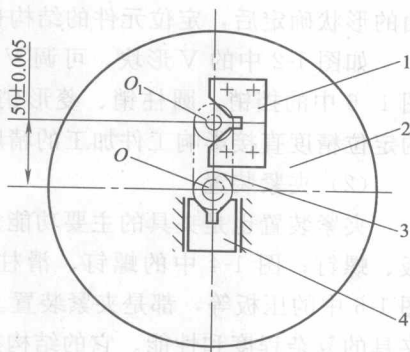


图 1-7 车床夹具保证工序尺寸的方法

1—V 形块；2—夹具体；

3—工件；4—可调 V 形块



1.2 机床夹具的组成

机床夹具的组成部分有：定位元件；夹紧装置；夹具体；连接元件；对刀与导向装置；其他元件或装置。

1.2.1 机床夹具的基本组成部分

虽然各类机床夹具的结构有所不同，但按主要功能加以分析，机床夹具的基本组成部分是定位元件、夹紧装置和夹具体三个部分。

(1) 定位元件

定位元件是夹具的主要功能元件之一。通常，当工件定位基准面的形状确定后，定位元件的结构也就基本确定了。

如图 1-2 中的 V 形块、可调 V 形块；图 1-4 中的定位轴、键；图 1-6 中的挡销、圆柱销、菱形销等，都是定位元件。定位元件的定位精度直接影响工件加工的精度。

(2) 夹紧装置

夹紧装置也是夹具的主要功能元件之一，如图 1-2 中的铰链压板、螺钉；图 1-4 中的螺钉、滑柱、介质（液性塑料）、压板等；图 1-6 中的压板等，都是夹紧装置。通常，夹紧装置的结构会影响夹具的复杂程度和性能。它的结构类型很多，应用时应注意选择。

(3) 夹具体

夹具体是夹具的基体骨架，通过它将夹具所有元件构成一个整体，如图 1-2 中的件 3、图 1-4 中的件 12 和图 1-6 中的件 5 等都是夹具体。常用的夹具体为铸件结构、锻造结构、焊接结构，形状有回转体形和底座形等多种。定位元件、夹紧装置等分布在夹具体不同的位置上。

1.2.2 机床夹具的其他组成部分

为满足夹具的其他功能要求，有时还需要其他的元件或装置



辅助。

(1) 连接元件

根据机床的工作特点, 夹具在机床上的安装连接常有两种形式。一种是安装在机床工作台上, 另一种是安装在机床主轴上。连接元件用以确定夹具本身在机床上的位置。如车床夹具所使用的过渡盘、铣床夹具所使用的定位键等, 都是连接元件。

(2) 对刀与导向装置

对刀与导向装置的功能是确定刀具的位置。对刀装置常用于铣床夹具中。用对刀块可调整铣刀加工前的位置。对刀时, 铣刀不能与对刀块直接接触, 以免碰伤铣刀的切削刃和对刀块的工作表面。通常, 在铣刀和对刀块对刀表面间留有空隙, 并且用塞尺进行检查, 以调整刀具, 使其保持正确的位置。

导向装置主要指钻模的钻模板、钻套, 镗模的镗模支架、镗套, 它们能确定刀具的位置, 并引导刀具进行切削。

(3) 其他元件或装置

根据加工需要, 有些夹具还需采用分度装置、靠模装置、上下料装置、工业机器人、顶出器和平衡块等。

1.3 机床夹具的分类以及设计特点 and 设计要求

1.3.1 机床夹具的分类

(1) 按夹具的通用特性分类

这是一种基本的分类方法, 主要反映夹具在不同生产类型中的通用特性, 故也是选择夹具的主要依据。目前, 我国常用的有通用夹具、专用夹具、可调夹具、组合夹具和自动化生产用夹具五大类。

① 通用夹具 通用夹具是指结构、尺寸已规格化且具有一定通用性的夹具, 如三爪自定心卡盘、四爪单动卡盘、台虎钳、万能分度头、顶尖、中心架、电磁吸盘等。其特点是适应性强、不需调

整或稍加调整即可装夹一定形状和尺寸的工件。这类夹具已商品化，且成为机床附件。采用这类夹具可缩短生产准备周期，减少夹具品种，从而降低生产成本。其缺点是夹具的加工精度不高，生产率也较低，且较难装夹形状复杂的工件，故适用于单件小批量生产。

② 专用夹具 专用夹具是针对某一工件、某一工序的加工要求而专门设计和制造的。其特点是针对性极强，没有通用性。在产品相对稳定、批量较大的生产中，常用各种专用夹具，能获得较高的生产率和加工精度。专用夹具的设计制造周期较长，随着现代多品种，中、小批量生产的发展，专用夹具在适应性和经济性等方面已出现许多问题。

③ 可调夹具 可调夹具是针对通用夹具和专用夹具的缺陷而发展起来的。对不同类型和尺寸的工件，只需调整或更换原来夹具上的个别定位元件和夹紧元件便可使用。它一般又可分为通用可调夹具和成组夹具两种。前者的通用范围比通用夹具更大；后者则是一种专用可调夹具，它按成组原理设计并能加工一族相似的工件，故在多品种，中、小批量生产中使用有较好的经济效果。

④ 组合夹具 组合夹具是一种模块化的夹具。标准的模块元件有较高的精度和耐磨性，可组装成各种夹具；夹具用毕即可拆卸，留待组装新的夹具。由于使用组合夹具可缩短生产准备周期，元件能重复多次使用，并具有可减少专用夹具数量等优点，因此组合夹具在单件，中、小批量，多品种生产和数控加工中，是一种较经济的夹具。组合夹具也已商品化。

⑤ 自动化生产用夹具 自动化生产用夹具主要分自动线夹具和数控机床用夹具两大类。自动线夹具有固定式夹具和随行夹具两种。数控机床用夹具包括加工中心用夹具和柔性制造系统用夹具。随着制造的现代化，在企业中数控机床夹具的比例正在增加，以满足数控机床的加工要求。数控机床夹具的典型结构是拼装夹具，是利用标准的模块组装成的夹具。



(2) 按夹具使用的机床分类

这是专用夹具设计所用的分类方法,如车床、铣床、刨床、钻床、镗床、磨床、齿轮加工机床、拉床等夹具。选用专用夹具时,机床的类别、组别、型别和主要参数均已确定。它们的不同点是机床的切削成形运动不同,故夹具与机床的连接方式不同。加工精度要求也各不相同。

1.3.2 机床夹具的设计特点和设计要求

(1) 机床夹具的设计特点

机床夹具设计与其他装备设计比较,有较大的差别,主要表现在以下五个方面。

① 设计和制造周期较短,一般没有条件对夹具进行原理性试验和复杂的计算工作。

② 夹具的精度一般比工件的精度高2~3倍。

③ 夹具和操作工人的关系特别密切,要求夹具与生产条件、操作习惯密切结合。

④ 夹具在一般情况下是单件制造的,没有重复制造的机会,通常要求夹具在投产时一次成功。

⑤ 夹具的社会协作制造条件较差,特别是商品化的元件较少。设计者要熟悉夹具的制造方法,以满足设计的工艺性要求。

(2) 机床夹具的设计要求

① 保证工件的加工精度要求,即在机械加工工艺系统中,夹具要满足以下三项要求:工件在夹具中的正确定位;夹具在机床上的正确位置;刀具的正确位置。

② 保证工人的操作方便、安全。

1.4 工件的装夹

加工前,工件被置于机床或夹具中某一正确的加工位置,然后再予以压紧的过程叫做装夹。



1.4.1 找正法装夹工件

- ① 以工件已有表面找正装夹工件。图 1-8 所示为在四爪卡盘上用划针找正装夹工件。
- ② 以工件上事先划好的线痕迹找正装夹工件。图 1-9 所示为在虎钳上用划针找正装夹工件。

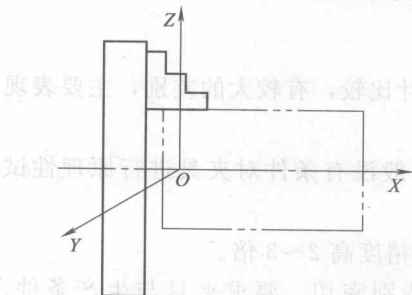


图 1-8 四爪装夹工件

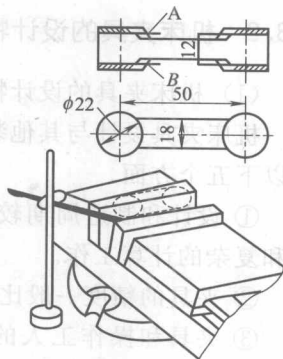


图 1-9 划线找正装夹工件

装夹过程为：预夹紧→找正、敲击→完全夹紧。

可见，找正法装夹工件时，工件正确位置的获得是通过找正达到的，夹具只起到夹紧工件的作用。这种方法方便、简单，但生产率低，劳动强度大，适用于单件、小批量生产。

1.4.2 专用夹具装夹工件

(1) 钻床夹具装夹工件

图 1-10 所示为在钻床夹具上加工套类零件 $\phi 6H9$ 径向孔，工件以内孔及端面与夹具上定位销 6 及其端面接触定位，通过开口垫圈 4、螺母 5 压紧工件。把夹具放在钻床工作台上，移动夹具让钻套 1 引导钻头钻孔。因钻套内孔中心线到定位销 6 端面的尺寸及对定位销 6 轴线的对称度是根据工件孔加工位置要求确定的，所以能满足工件加工要求。