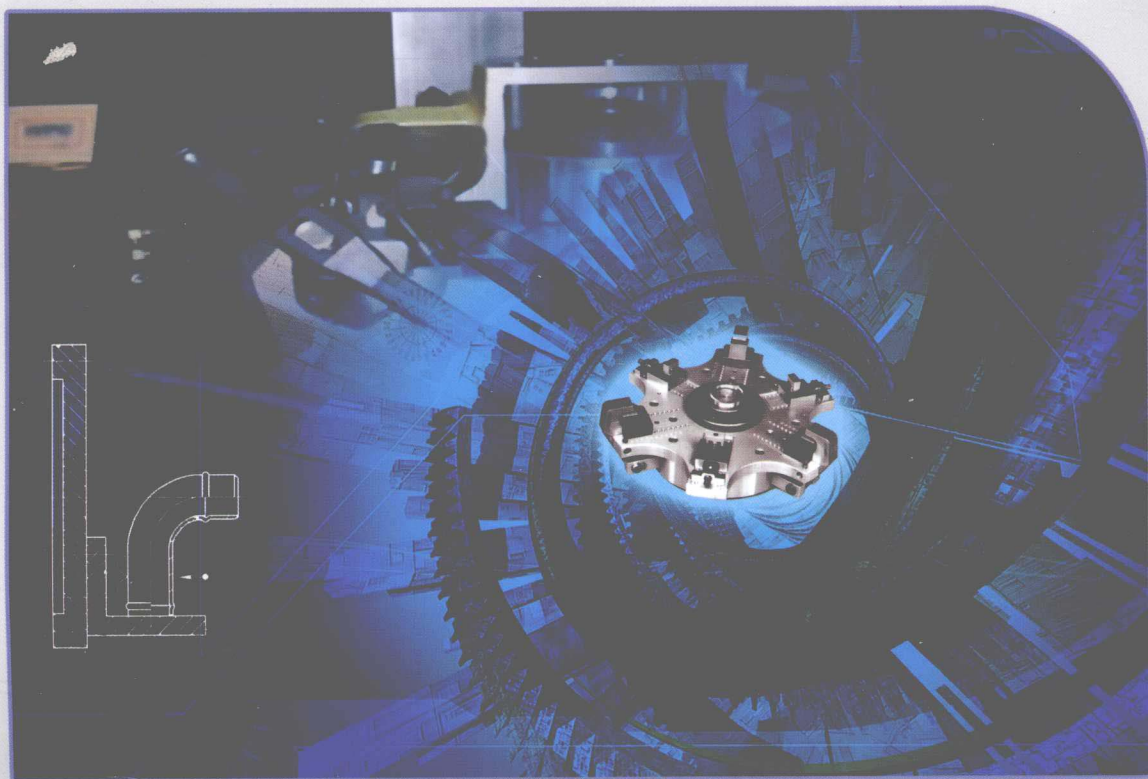




高等院校“十二五”精品课程建设成果



机床夹具设计

JICHUANG JI

■ 主 编 沙 莉 阳夏冰

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

高等院校“十二五”精品课程建设成果

机床夹具设计

主 编 沙 莉 阳夏冰
副主编 赵延根 余 峰



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书是根据高等学校教学要求,结合编者在机械制造加工领域多年教学改革及工程工作实践经验,根据夹具设计人员技术岗位的工作过程,整合了机床夹具设计理论知识和实践知识编写而成的。

本书以项目、工作任务引领,适应“教、学、做”合一的教学模式改革,本书的主要内容有工件的定位、工件的夹紧、分度装置设计、典型机床夹具设计、现代机床夹具简介、专用机床夹具的设计方法等。

本书突出工作过程在书中的主线地位,每一项目均有范例,可操作性较强,可作为高等院校机械制造类专业的教学用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

机床夹具设计/沙莉,阳夏冰主编. —北京:北京理工大学出版社,
2012.8

ISBN 978-7-5640-6463-1

I. ①机… II. ①沙…②阳… III. ①机床夹具-设计-高等学校-教材
IV. ①TG750.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第181674号

出版发行/北京理工大学出版社

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址/<http://www.bitpress.com.cn>

经 销/全国各地新华书店

印 刷/三河市文通印刷包装有限公司

开 本/710毫米×1000毫米 1/16

印 张/12.75

字 数/237千字

版 次/2012年8月第1版 2012年8月第1次印刷

印 数/1~1500册

定 价/35.00元

责任编辑/多海鹏

张慧峰

责任校对/陈玉梅

责任印制/王美丽

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前 言

本书内容以项目、工作任务引领,适应“教、学、做”合一的教学模式改革,主要内容有工件的定位、工件的夹紧、分度装置设计、典型机床夹具设计、现代机床夹具简介、专用机床夹具的设计方法等,本书突出工作过程在教材中的主线地位,每一项目均有范例,可操作性较强,本书编写的特点有:

1. 以具体的零件加工为导入,具有工学结合的课程体系,实现理论知识与实践技能的整合,将工作环境与学习环境有机地结合在一起。

2. 体现以实际应用能力的培养为主线、相关知识为辅线支撑的编写思想,突出实际应用,每一项目里都有工作任务的引入、解决方案及工作任务的实施有利于帮助学生掌握知识、提高解决实际问题的能力。

3. 按照学生的认知规律合理整编教材内容,项目一、二主要介绍机床夹具设计的基础知识,项目三、四主要介绍分度装置和典型的机床夹具设计,项目五主要介绍机床夹具设计的方法与步骤。

4. 突出教材的先进性,介绍了现代夹具,如组合夹具、数控机床夹具等。

本教材由沙莉、阳夏冰任主编,赵延根及余峰任副主编,全书内容由沙莉编写、统稿,由阳夏冰、赵延根和余峰老师参与搜集资料及调研等准备工作。

吴水萍副教授对本书的编写提出了宝贵意见,张启超、蔡国华等给予了大量帮助,在此表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,本书难免有疏漏和不妥之处,殷切期望读者和各位同仁提出宝贵意见。

目 录

绪论	(1)
一、机床夹具在机械加工中的作用	(1)
二、机床夹具的分类	(3)
三、机床夹具的组成	(4)
项目一 工件的定位	(6)
任务1 定位元件的选取	(6)
一、提出工作任务	(6)
二、相关知识	(7)
1. 定位的概念及六点定位原理	(7)
2. 定位的类别及定位中存在的问题	(12)
3. 常用定位方法及定位元件	(17)
三、实践训练	(31)
讨论定位方案	(31)
四、拓展知识	(32)
工件以组合表面定位	(32)
五、思考与练习	(34)
任务2 定位精度的保证	(36)
一、提出工作任务	(37)
二、相关知识	(37)
1. 定位误差的概念	(37)
2. 定位误差的产生	(37)
3. 定位误差 (Δdw) 的计算方法	(39)
三、实践训练	(48)
分析不同方案中的定位误差	(48)
四、拓展知识	(49)
一面两销定位时的定位误差分析	(49)
五、思考与练习	(51)
项目二 夹紧装置	(54)
任务 认识基本夹紧机构	(54)
一、提出工作任务	(54)

二、相关知识	(54)
1. 夹紧机构的概念及原理	(54)
2. 夹紧力的选取原则	(56)
3. 基本夹紧机构	(60)
三、实践训练	(65)
讨论夹紧方案	(65)
四、拓展知识	(67)
其他夹紧机构简介	(67)
五、思考与练习	(75)
项目三 分度装置	(77)
任务 认识分度装置的应用	(77)
一、提出工作任务	(77)
二、相关知识	(77)
1. 分度的概念	(77)
2. 分度装置的分类和组成	(78)
3. 分度装置的构造	(79)
三、实践训练	(83)
讨论分度方案	(83)
四、拓展知识	(84)
分度装置的应用	(84)
五、思考与练习	(89)
项目四 机床夹具	(90)
任务 常用机床夹具简介	(90)
一、提出工作任务	(90)
二、相关知识	(91)
1. 钻床夹具	(91)
2. 铣床夹具	(97)
3. 镗床夹具	(100)
4. 机床夹具的设计要点	(103)
三、实践训练	(112)
典型机床夹具实操	(112)
四、拓展知识	(113)
1. 夹具体	(113)
2. 夹具体的常见结构形式	(114)
3. 夹具在机床上的安装	(115)
4. 夹具在机床回转主轴上的安装	(116)

5. 夹具结构中的工艺孔	(118)
五、思考与练习	(119)
项目五 现代夹具	(121)
任务 现代夹具的发展及应用	(121)
一、提出工作任务	(121)
二、相关知识	(121)
1. 现代机床夹具的种类	(121)
2. 专用夹具的设计方法	(133)
三、实践训练	(144)
钻夹具设计实操	(144)
四、拓展知识	(146)
1. 通用夹具及应用	(146)
2. 数控加工常用通用夹具及其应用	(155)
五、思考与练习	(157)
附录	(158)
参考文献	(196)

绪 论

夹具是机械加工中的一种工艺装备,广泛应用于机械制造过程的各个工艺过程中,在生产中具有很大的作用。

在金属切削机床上使用的夹具统称为机床夹具,机床夹具是机械加工工艺系统的一个重要组成部分。由于使用了夹具,使得机械加工中工件实现可靠稳定的定位,从而提高了加工精度的稳定性,而且可以缩短辅助时间,提高劳动生产率,还可以扩大机床的使用范围,便于实现工艺过程自动化,同时降低对工人技术等级要求并减轻工人劳动强度。所以,机床夹具的设计在企业产品的设计、制造以及生产技术准备的过程中有着极其重要的地位,也是一项重要的技术工作。

一、机床夹具在机械加工中的作用

机床夹具是机床上用以装夹工件(和引导刀具)的一种装置。其作用是将工件定位,以使工件获得相对于机床和刀具的正确位置,并把工件可靠地夹紧。在车床上采用弹簧心轴定位并夹紧零件,其定心精度可达 0.06 mm ;用车床夹具加工孔,其中心距误差可控制在 $0.1\sim 0.2\text{ mm}$ 。

【例0-1-1】图0-1-1所示为加工孔的专用夹具,为了提高加工效率,使一次加工时可以同时加工出钻盖板上的 $9\times\phi 5\text{ mm}$ 的孔,设计该夹具,通过夹具上的圆柱销4、菱形销7和挡销6,使工件和钻模板在夹具中占据了正确的加工位置。

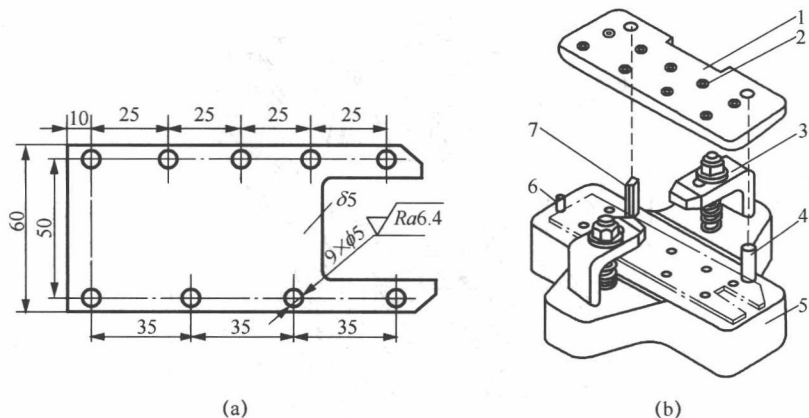


图0-1-1 钻床夹具

(a) 盖板简图; (b) 钻床夹具

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

【例0-1-2】图0-1-2(a)中所示的异形杠杆零件,如果不采用夹具, $\phi 10H7$ 孔在车床上将无法加工。现采用图0-1-2(b)所示的专用夹具,工件以 $\phi 20h7$ 外圆为定位基准面,在V形块2上定位,用可调V形块6作辅助支撑,采用铰链压板1和两个螺钉5夹紧,保证尺寸 $50\text{ mm} \pm 0.01\text{ mm}$ 和平行度公差的要求。

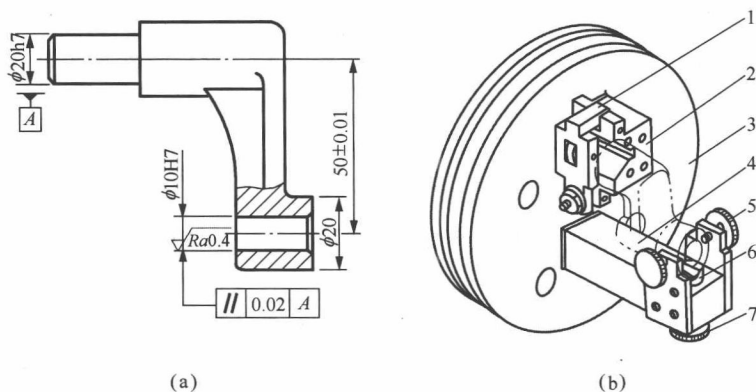


图0-1-2 车床夹具

(a) 异形杠杆简图; (b) 专用夹具

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

【例0-1-3】图0-1-3所示为车削管状工件的组合夹具, 组装时选用 90° 圆形基础板1为夹具体, 以长、圆形支撑4、6、9和直角槽方支撑2、筒式方支撑5等组合成夹具的支架, 工件在支撑9、10和V形支撑8上定位, 用螺钉3、11夹紧, 各主要元件由平键和槽通过方头螺钉紧固连接成一体。

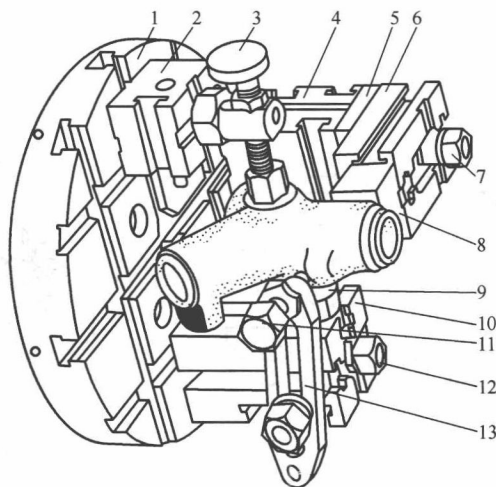


图0-1-3 车床组合夹具

1— 90° 圆形基础板; 2—直角槽方支撑; 3, 11—螺钉; 4, 6, 9, 10—长、圆形支撑;
5—筒式方支撑; 7, 12—螺母; 8—V形支撑; 13—连接板

近年来,各种机械产品都趋向于提高组成零件的机械加工精度,这不仅需要夹具,并且要求夹具应不断地提高精度,如采用电磁无心磨夹具,工件的几何精度可达 $0.0002 \sim 0.0005 \text{ mm}$,这说明,产品质量和夹具的关系是非常密切的。

我国拥有的机床台数占世界前列,如果使这些机床有很好的配套夹具,对发挥机床的潜力会起着重要的作用。一般来说,采用专用夹具可省去画线找正等工作,促进生产率的提高以及降低加工成本。近年来,由于夹具趋向标准化、可调和组合等方面发展,在小批生产中也适当地使用了专用夹具,不仅可以提高劳动生产率,而且可以获得良好的技术经济效果。

在一台普通车床上配备一个专门设计的旋转刀架,可以加工圆球;若配备一个摆动刀架可以加工叶片的型面。因此,采用专用夹具可以扩大机床的使用范围,从而达到“一机多能”,同时也是改变生产面貌的一个有效途径。

采用夹具后,工件的装卸显然要比不用夹具方便、省力、安全。例如,采用电动卡盘,只要按一下电钮就可以完成工件的夹紧或松开动作。又如采用如图0-1-1所示夹具,完成几个孔的加工,只需装卸一次工件。可见,在加工中采用夹具,可以有效地改善劳动条件。

总的来说,机床夹具具有如下作用:

- (1) 保证工件的加工精度和稳定产品质量。
- (2) 提高劳动生产率和降低加工成本。
- (3) 充分发挥机床的性能。
- (4) 改善工人劳动条件。

二、机床夹具的分类

按通用特性分类:通用夹具、专用夹具、可调夹具、组合夹具等。

1. 通用夹具

通用夹具指结构、尺寸已标准化,且具有一定通用性的夹具。如图0-1-4所示:三爪自动定心卡盘、四爪单动卡盘,台虎钳、万能分度头、顶尖、中心架、电磁吸盘等。其特点是适应范围大,已成为机床附件。但生产率较低,适用单件小批量生产。

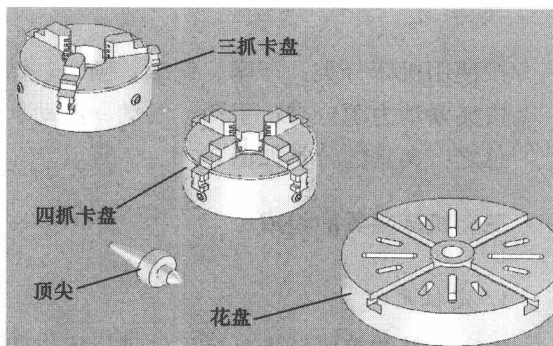


图0-1-4 车床卡盘

2. 专用夹具

针对某一工件某一工序的加

工要求专门设计和制造的夹具,如图0-1-5所示。其特点是针对性极强,没有通用性。常用于批量较大的生产中,可获得较高的生产率和加工精度。但具有设计制造周期长的缺点。

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一类新型夹具。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。

4. 组合夹具

组合夹具是一种模块化的专用夹具,如前图0-1-3所示,图0-1-6所示为镗铣床上使用的组合夹具。

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;夹具用完后可进行拆卸,留待组装新的夹具。用在单件,中、小批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。

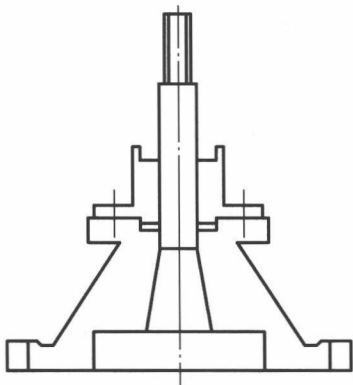


图 0-1-5 滚齿机齿坯专用夹具

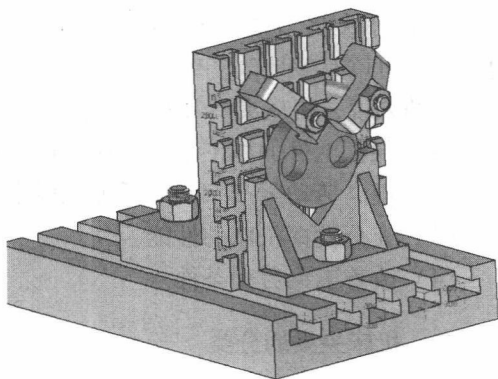


图 0-1-6 组合夹具

按使用机床分类:车床、铣床、刨床、钻床、镗床、磨床夹具等。

按夹紧动力源分类:手动、气动、液动、电动等。

总之,夹具的分类如图0-1-7所示。

三、机床夹具的组成

1. 定位元件

由于夹具的首要任务是对工件进行定位和夹紧,因此无论何种夹具都必须有用以确定工件正确加工位置的定位元件。

如图0-1-1所示为钻盖板上 $9 \times \phi 5$ mm孔的专用夹具,夹具上的圆柱销4、菱形销7和挡销6都是定位元件,通过它们使工件和钻模板在夹具中占据了正确

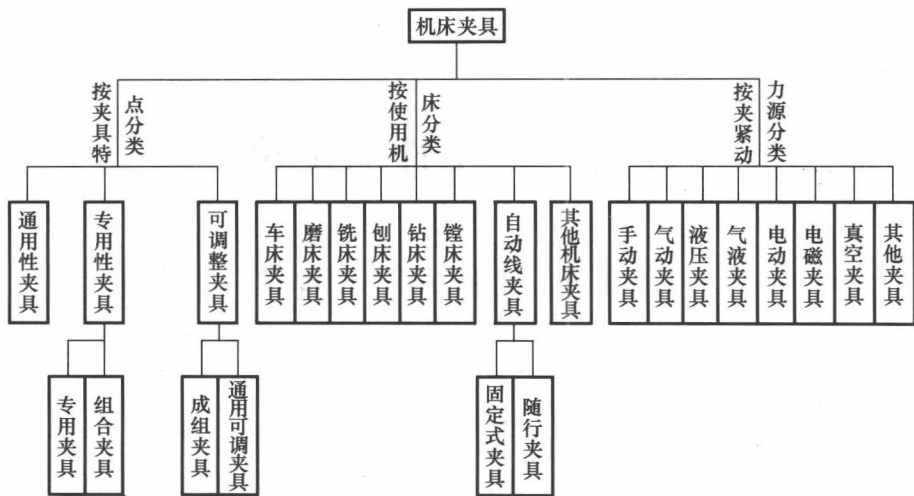


图 0-1-7 夹具的分类

的加工位置。

2. 夹紧装置

夹紧装置的作用是将工件在夹具中压紧夹牢，保证工件在加工过程中，当受到外力作用时，其正确的定位位置保持不变。图 0-1-1 中所示的夹具就利用压板、螺栓、螺母将工件压紧在夹具体上，它们构成了夹紧装置。

3. 夹具体

夹具上的所有组成部分都需要通过一个基础件使其联结成为一个整体，这个基础件称为夹具体，如图 0-1-1 中所示的零件 5。

4. 其他装置或元件

除了定位元件、夹紧装置和夹具体外，各种夹具还根据需要设置一些其他装置或元件，如分度装置、引导装置、对刀元件等。图 0-1-1 中的钻套 2 和钻模板 1 就是为了引导钻头而设置的引导装置。

项目一 工件的定位

任务1 定位元件的选取

知识目标：

- (1) 掌握工件定位的基本原理。
- (2) 定位的概念及定位的作用。

能力目标：

- (1) 能够运用六点定位原理分析自由度。
- (2) 能够根据要求选取合适的定位元件。

一、提出工作任务

如图 1-1-1 所示：图 (a) 在零件上要加工孔，图 (b) 在大圆柱面上要铣两个对称的平面，图 (c) 要在圆棒侧面钻孔，图 (d) 在圆柱面上铣平面，为了保证这些表面的位置为图纸所示要求，必须使零件处于和刀具相对正确的位置。

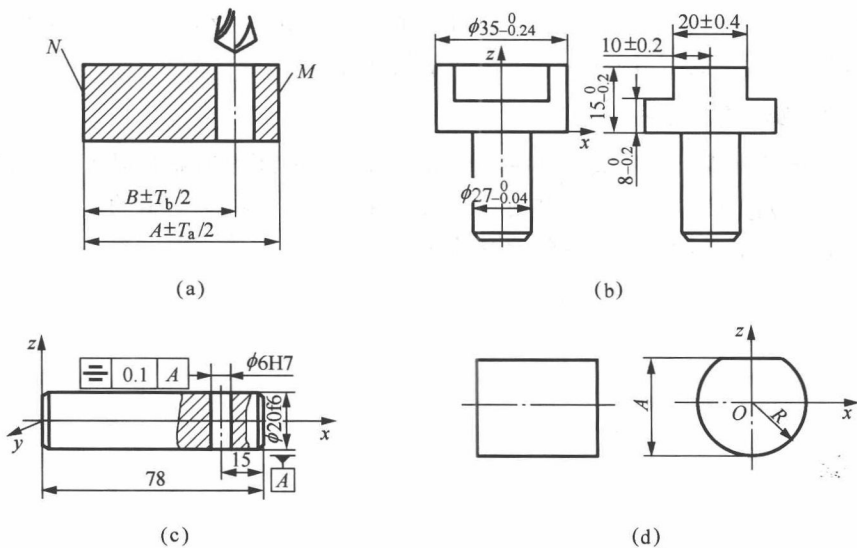


图 1-1-1 零件图样

因此,我们必须对零件进行定位,也就是摆放在一个正确的位置上,使我们后期加工时,图纸要求的尺寸不会改变。为此,我们必须学习有关定位的相关知识。

二、相关知识

1. 定位的概念及六点定位原理

工件在加工之前,必须先装夹再加工,装夹的准确度直接影响加工精度,这一过程通常被称作定位。

定位:工件加工前,在夹具中占据“确定”“正确”加工位置的过程。

装夹:工件加工前,在机床或夹具中占据某一正确加工位置,然后再予以压紧工件的过程。

1) 工件的装夹方法

(1) 找正法装夹工件。

①直接找正法:

以工件已有表面找正装夹工件,如图1-1-2(a)所示,在四爪卡盘上用划针粗调找正装夹,再用千分表或百分表精调找正安装工件。

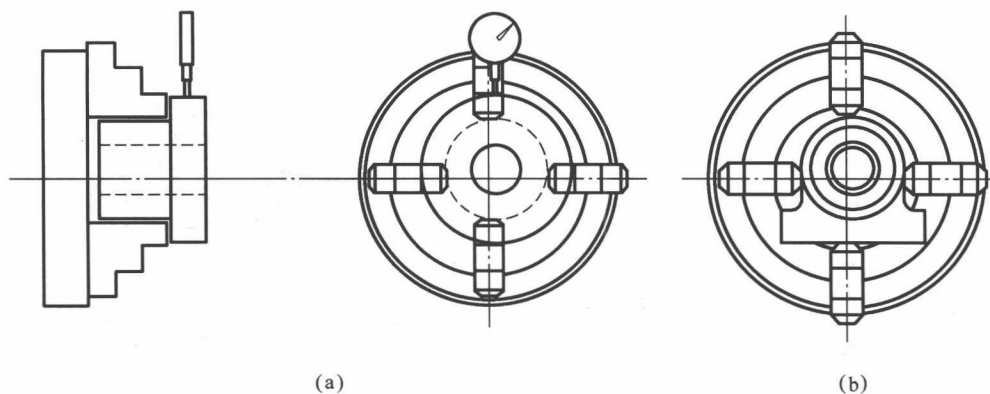


图1-1-2 找正法装夹工件

(a) 直接找正法; (b) 划线找正法

②划线找正法:

利用事先在工件上画好的找正线,将划针对准找正线进行找正,如图1-1-2(b)。再如图1-1-3(a)所示,要加工连杆的A、B表面,以工件上事先划好的线痕迹找正装夹工件,如图1-1-3(b)所示,在虎钳上用划针找正装夹工件。过程:预夹紧→找正、敲击→完全夹紧。

可见:工件正确位置的获得是通过找正达到,夹具只起到夹紧工件的作用。此方法方便、简单,但生产率低、劳动强度大,适用于单件、小批生产。

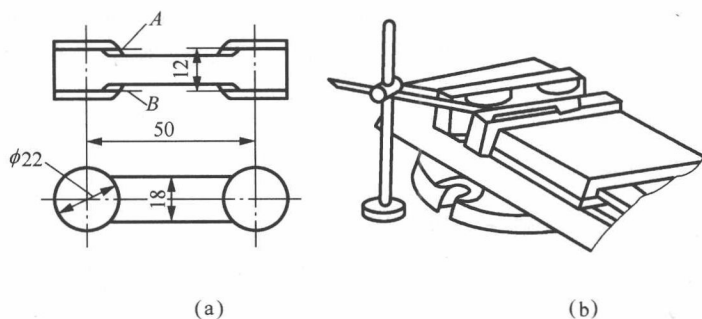


图 1-1-3 铣床划线找正法

(2) 专用夹具装夹工件。

【例 1-1-1】钻床夹具装夹工件：如图 1-1-4 所示，在钻床夹具上加工套类零件上 $\phi 6H9$ 径向孔，工件以 $\phi 6H9$ 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 导引钻头钻孔。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，所以能满足加工要求。

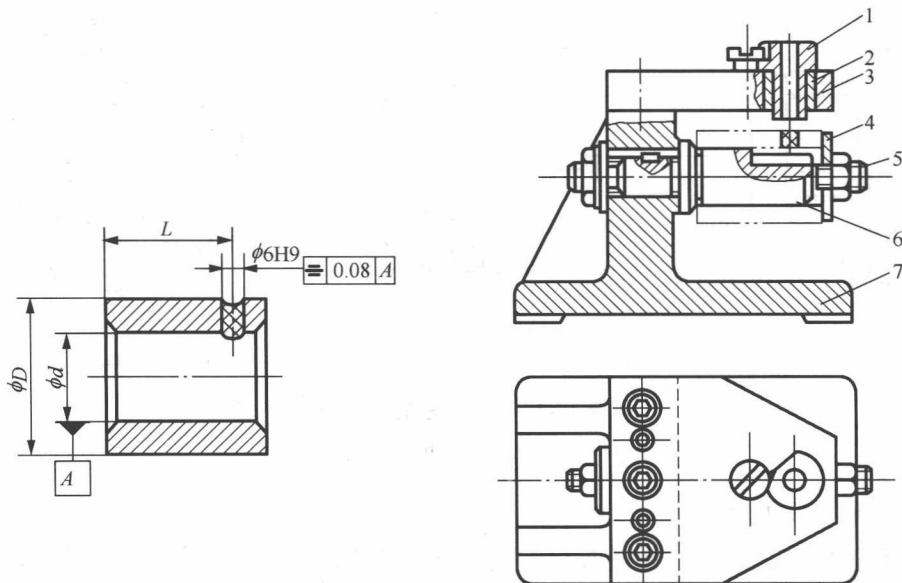


图 1-1-4 钻床夹具装夹工件

1—钻套；2—衬套；3—钻模板；4—开口垫圈；5—螺母；6—定位销；7—夹具体

【例 1-1-2】铣床夹具装夹工件：如图 1-1-5 所示，在铣床夹具上加工套类零件上的通槽，工件以内孔及端面在定位销及端面上接触定位，通过开口垫

圈4、螺母5压紧工件。在铣床上夹具通过底面和定位键2与铣床工作台面和T形槽面接触确定夹具在铣床工作台上的位置,通过螺栓压板压紧夹具,然后移动工作台,让对刀块3工作面与塞尺、刀具切削表面接触确定其相对位置加工工件,因对刀块工作面到定位销轴线的位置尺寸是根据工件加工要求确定,所以能满足加工要求。

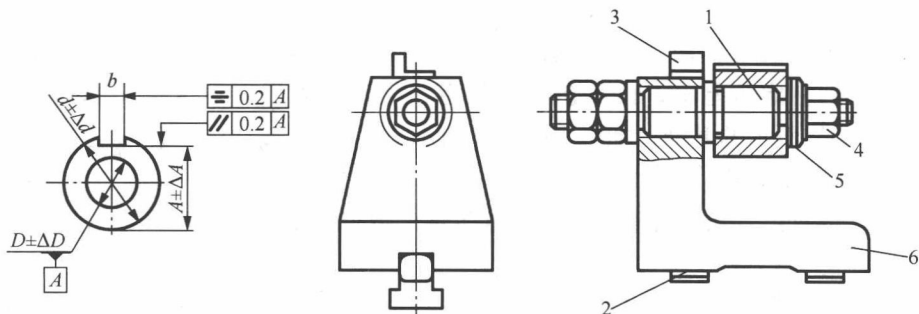


图 1-1-5 铣床夹具装夹工件

1—心轴; 2—定位键; 3—对刀块; 4—螺母; 5—开口垫圈; 6—夹具体

专用夹具装夹工件的特点: 工件在夹具中定位迅速; 工件通过预先在机床上调整好位置的夹具, 相对机床占有正确位置; 工件通过对刀、导引装置, 相对刀具占有正确位置; 对加工成批工件效率尤为显著。

由此可见, 工件装夹的目的:

①定位: 使工件获得正确的加工位置。

②夹紧: 固定工件的正确加工位置。

注意: 一般先定位、后夹紧, 特殊情况下定位、夹紧同时实现, 如三爪自动卡盘装夹工件。

2) 基准的概念

(1) 基准: 零件上用以确定其他点、线、面位置所依据的要素(点、线、面)。

(2) 设计基准: 在零件图上用以确定点、线、面位置的基准。由产品设计人员确定。

(3) 工序基准: 工序图上用以确定被加工表面位置的基准。零件上用以确定其他点、线、面位置所依据的要素(点、线、面)。

工序基准的查找: 如图 1-1-6 所示。

查找: 首先找到加工面, 确定加工面位置的尺寸就是工序尺寸, 其一端指向加工面, 另一端指向工序基准。

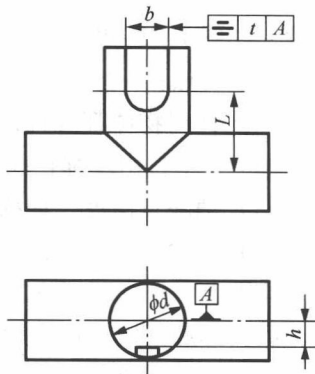


图 1-1-6 加工键槽的工序

图 1-1-6 所示键槽为加工面, h 、 L 、 b 为三个方向的工序尺寸, 三个方向上的中心线为工序基准。工序基准由工艺人员确定。

定位基准: 确定工件在夹具中位置的基准, 即与夹具定位元件接触的工件上的点、线、面。

当接触的工件上的点、线、面为回转面、对称面时, 称回转面、对称面为定位基面, 其回转面、对称面的中心线称定位基准, 由工艺人员确定, 是工序图上标“ $\surd$ ”所示的基准, 如图 1-1-7 所示。

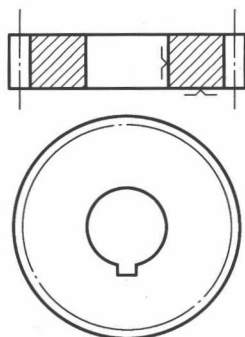


图 1-1-7 定位基准示例

3) 工件的自由度

工件的自由度指工件空间位置不确定性的数目, 如图 1-1-8 所示。

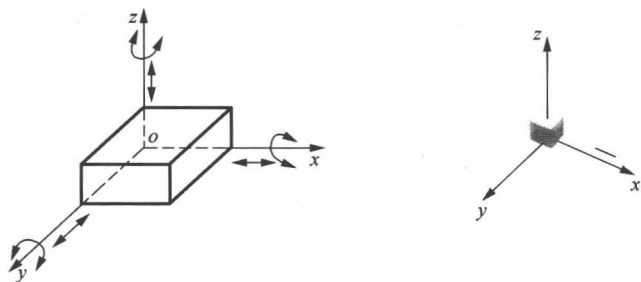


图 1-1-8 物体空间的自由度

工件有六个自由度, 表示为: $\vec{x}$, $\hat{x}$, $\vec{y}$, $\hat{y}$, $\vec{z}$, $\hat{z}$ 。

4) 六点定位原理

任一物体在空间都有六种宏观运动的可能性, 称为六个自由度, 即沿 X 、 Y 、 Z 轴的移动和绕此三轴的转动, 欲使工件在空间取得唯一位置, 则必须限制六个自由度。这就是六点定位原理, 如图 1-1-9 所示。

原理要点:

- (1) 任何物体都有且只有 6 个自由度。
- (2) 6 个自由度都存在。
- (3) 消除自由度, 加约束 (定位元件)。
- (4) 夹紧不等于定位。

原则上, 在加工工件之前应将六个自由度加以限制, 但实际加工中, 根据加工需要有时并不需要将六个自由度全部限制, 这取决于加工工序的需求。

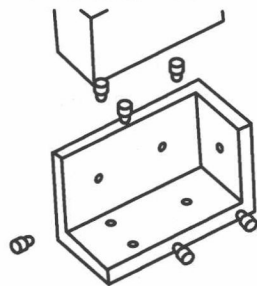


图 1-1-9 六点定位原理

【例 1-1-3】如图 1-1-10 (a) 所示: 在工件上铣通槽, 保证槽宽和槽的上下、左右位置要求, 试确定定位方案。