



国家级职业教育规划教材
劳动保障部培训就业司推荐

高等职业院校机械设计制造类专业

机床夹具

GNH

Jixie Sheji Zhizao Lei Zhuanye

劳动保障部教材办公室组织编写

Gaodengzhiye Jishuyuanxiao



中国劳动保障出版社

国家级职业教育规划教材
劳动保障部培训就业司推荐
高等职业院校机械设计制造类专业

机 床 夹 具

主 编 侯 放 副主编 王生宁

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

机床夹具/侯放主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2007

高等职业技术学院机械设计制造类专业

ISBN 978 - 7 - 5045 - 6400 - 9

I. 机… II. 侯… III. 机床夹具-高等学校:技术学校-教材 IV. TG75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 110328 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

中国印刷总公司北京新华印刷厂印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 9.5 印张 215 千字

2007 年 7 月第 1 版 2007 年 7 月第 1 次印刷

定价: 18.00 元

读者服务部电话: 010 - 64929211

发行部电话: 010 - 64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010 - 64954652

前 言

为了落实全国高技能人才工作会议精神，切实解决目前机械设计制造类专业（包括数控技术、模具设计与制造）教材不能满足高等职业技术学院教学改革和培养高等技术应用型人才需要的问题，劳动和社会保障部教材办公室组织一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师与行业、企业一线专家，在充分调研的基础上，共同研究、制订机械设计制造类专业培养计划和教学大纲，并编写了相关课程的教材，共 40 种。

在教材的编写过程中，我们贯彻了以下编写原则：

一是充分汲取高等职业技术学院在探索培养高等技术应用型人才方面取得的成功经验和教学成果，从职业（岗位）分析入手，构建培养计划，确定相关课程的教学目标；二是以国家职业标准为依据，使内容分别涵盖数控车工、数控铣工、加工中心操作工、车工、工具钳工、制图员等国家职业标准的相关要求；三是贯彻先进的教学理念，以技能训练为主线、相关知识为支撑，较好地处理了理论教学与技能训练的关系，切实落实“管用、够用、适用”的教学指导思想；四是突出教材的先进性，较多地编入新技术、新设备、新材料、新工艺的内容，以期缩短学校教育与企业需要的距离，更好地满足企业用人的需要；五是以实际案例为切入点，并尽量采用以图代文的编写形式，降低学习难度，提高学生的学习兴趣。

在上述教材的编写过程中，得到有关省市教育部门、劳动和社会保障部门以及一些高等职业技术学院的大力支持，教材的诸位主编、参编、主审等做了大量的工作，在此我们表示衷心的感谢！同时，恳切希望广大读者对教材提出宝贵的意见和建议，以便修订时加以完善。

劳动和社会保障部教材办公室

2005 年 6 月

内 容 简 介

本书为国家级职业教育规划教材。

本书根据高等职业技术学院教学计划和教学大纲，由劳动和社会保障部教材办公室组织编写。主要内容包括：工件在夹具中的定位、工件的夹紧、各类机床夹具及专用夹具的设计方法。

本书为高等职业技术学院机械设计制造类专业教材，也可作为成人高校、本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校的教材，或作为自学用书。

本书由侯放主编，王生宁担任副主编，由张璐青主审。

目 录

《国家级职业教育规划教材》 CONTENTS

机床夹具概述	1
模块一 工件在夹具中的定位	5
任务一 运用六点定则对工件定位	5
任务二 重复定位结构的分析与改善	13
任务三 运用心轴对工件定位	22
任务四 运用平面双销对工件定位	27
任务五 定位误差分析	32
任务六 平面短销定位误差分析	39
任务七 V形架定位误差分析	44
模块二 工件的夹紧	52
任务一 确定夹紧力的方向、作用点、大小	53
任务二 斜楔夹紧机构	59
任务三 螺旋夹紧机构	63
任务四 偏心轮夹紧机构	69
模块三 各类机床夹具	74
任务一 车床夹具	74
任务二 钻床夹具	81
任务三 铣床夹具	90
任务四 镗床夹具	100
模块四 其他机床夹具	108
任务一 可调夹具	109
任务二 组合夹具	115
任务三 自动化夹具	124

机床夹具概述

一、机床夹具的有关概念

1. 夹具

在机械制造的各类工序（如机加工、焊接、装配、检验等工序）中，用以装夹工件的装置，统称为夹具。

2. 机床夹具

在各类机床上所使用的夹具统称为机床夹具。用于机械加工和机械装配中的机床夹具，在各类夹具中占有很大比例，也是本课程所要研究的主要对象。

3. 定位

工件在机床上进行机械加工时，应保证工件相对于刀具及切削运动，处于一个正确的空间位置；对于批量生产，还应保证整批工件在同一加工工位上，所占据空间位置不变。产品的批量较小或是单件生产时，这个同一正确位置则可通过找正调整法逐个保证。而批量较大时，往往为快速完成工件的装夹，提高生产效率，使用专门的夹具。为克服整批工件因毛坯尺寸差异，以及安装随意性所造成的工件相对于刀具加工位置的不确定，夹具中设置有各类定位装置，以保证工件在夹具中的位置的同一性和正确性。

定位：使工件在夹具中占有预期确定位置的动作过程，称为工件在夹具中的定位。

4. 夹紧

工件在机械加工过程中会受到切削力、惯性力及重力等外力作用，若因此工件发生移动，轻者会破坏工件的定位状态，造成废品，严重的会损坏刀具以至机床，故夹具应对工件施行夹紧。

夹紧：能使工件在加工过程中始终保持其定位位置稳定不变的动作过程，称为对工件的夹紧。

5. 装夹

工件在加工工位上通过正确安装，来完成本工序的加工。要使工件加工合格，除要保证将工件夹紧外，还应保证工件被夹紧时的位置正确，即应正确定位。

装夹：工件在加工工位上的定位、夹紧过程，称为工件的装夹。

二、机床夹具的组成

机床夹具的种类和结构虽然繁多，但它们的组成均可概括为下面几个部分。

1. 定位装置

定位装置的作用是使工件在夹具中占据正确的位置。

如图 0—1 所示，夹具上的对定销 6、圆柱销 7 都是定位元件，通过它们使工件在夹具中占据正确的位置。

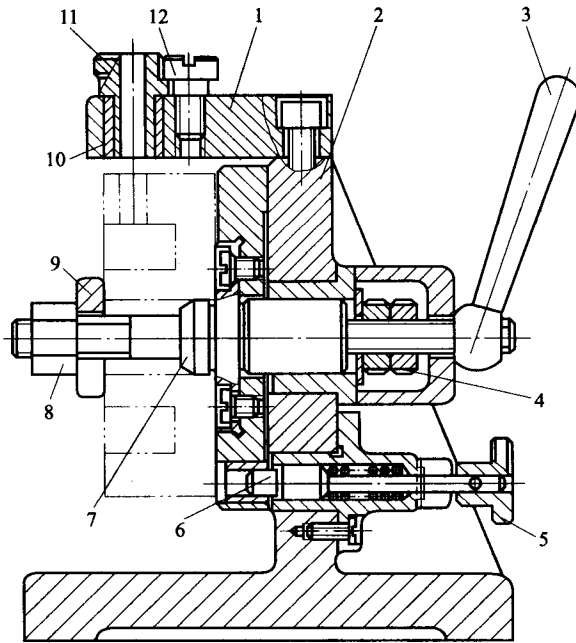


图 0—1 钻铰孔夹具

1—钻模板 2—夹具体 3—手柄 4、8—螺母 5—把手 6—对定销
7—圆柱销 9—开口垫圈 10—衬套 11—钻套 12—螺钉

2. 夹紧装置

夹紧装置的作用是将工件压紧夹牢，保证工件在加工过程中受到外力（切削力等）作用时不离开已经占据的正确位置。图 0—1 中的螺母 4、8 和开口垫圈 9 就起到了上述作用。

3. 对刀或导向装置

对刀或导向装置用于确定刀具相对于定位元件的正确位置。如图 0—1 中钻套 11 和钻模板 1 组成导向装置，确定了钻头或绞刀轴线相对于定位元件的正确位置。铣床夹具上的对刀块和塞尺为对刀装置。

4. 连接元件

连接元件是确定夹具在机床上正确位置的元件。如图 0—1 中夹具体 2 的底面为安装基面，保证了钻套 11 的轴线垂直于机床工作台。因此，夹具体可兼作连接元件。车床夹具上的过渡盘、铣床夹具上的定位键都是连接元件。

5. 夹具体

夹具体是机床夹具的基础件，如图 0—1 中的件 2，通过它将夹具的所有元件连接成一个整体。

6. 其他装置或元件

它们是指夹具中因特殊需要而设置的装置或元件。如需加工按一定规律分布的多个表面

时，常设置分度装置；为能方便、准确地定位，常设置预定位装置；对于大型夹具，常设置吊装元件等。

三、机床夹具的分类

机床夹具的种类繁多，可以从不同的角度对机床夹具进行分类。常用的分类方法有以下几种。

1. 按夹具的使用特点分类

(1) 通用夹具。已经标准化的，可加工一定范围内不同工件的夹具，称为通用夹具，如三爪自定心卡盘、机床用平口虎钳、万能分度头、磁力工作台等。这些夹具已作为机床附件由专门工厂制造供应，只需选购即可。

(2) 专用夹具。专为某一工件的某道工序设计制造的夹具，称为专用夹具。专用夹具一般在批量生产中使用，本书将重点介绍专用夹具的设计。

(3) 可调夹具。夹具的某些元件可调整或可更换，以适应多种工件加工的夹具，称为可调夹具。它还分为通用可调夹具和成组夹具两类。

(4) 组合夹具。采用标准的组合夹具元件、部件，专为某一工件的某道工序组装的夹具，称为组合夹具。

(5) 拼装夹具。用专门的标准化、系列化的拼装夹具零部件拼装而成的夹具，称为拼装夹具。它具有组合夹具的优点，但比组合夹具精度高、效能高、结构紧凑。它的基础板和夹紧部件中常带有小型液压缸。此类夹具更适合在数控机床上使用。

2. 按机床使用分类

夹具按机床使用可分为车床夹具、铣床夹具、钻床夹具、镗床夹具、齿轮机床夹具、数控机床夹具、自动机床夹具、自动线随行夹具以及其他机床夹具等。

3. 按夹紧的动力源分类

夹具按夹紧的动力源可分为手动夹具、气动夹具、液压夹具、气液增力夹具、电磁夹具以及真空夹具等。

四、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6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的技术要求、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

用夹具装夹工件时，能稳定地保证加工精度，并减少对其他生产条件的依赖性，故在精密加工中广泛地使用夹具，并且它还是全面质量管理的一个重要环节。

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

用夹具装夹工件具有方便、省力、安全的优点。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，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、深孔加工等，也可用夹具装夹，以加工较复杂的成形面。

五、机床夹具的设计特点和要求

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，主要表现在下列 5 个方面：

(1) 要有较短的设计和制造周期。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和操作习惯密切结合。

(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

设计夹具时，应满足下列 4 项基本要求：

(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。

(3) 达到加工的生产率要求。

(4) 满足夹具一定的使用寿命和经济性要求。

模块一

工件在夹具中的定位

图 1-1 工件在夹具中的定位

夹具设计是机械制造中的一项重要技术，其目的是为了保证工件在加工过程中的正确位置，从而提高加工精度。夹具设计的基本原则是：在保证加工精度的前提下，力求结构简单、制造方便、使用可靠、调整容易。夹具设计的主要任务是：根据工件的加工要求，设计一套能够满足加工要求的夹具方案。

为了保证工件在加工过程中的正确位置，必须保证工件在加工过程中的正确位置。保证加工精度的原理是加工需满足 3 个条件：(1) 一批工件在夹具中占有正确的位置；(2) 夹具在机床上的正确位置；(3) 刀具相对于夹具的正确位置。其中，工件的定位是极为重要的一环。

任务一 运用六点定则对工件定位

知识点：

- ◎ 工件在空间直角坐标系中的 6 个不确定度。
- ◎ 六点定则及应用。
- ◎ 点、线、面的定位作用。

能力点：

- ◎ 能够运用六点定则对箱类、盘类、轴类零件进行简单的定位分析。

一、任务提出

现使用摇臂钻完成图 1-1 所示端盖 $\phi 10$ 孔的加工，要求设计一套钻夹具方案，通过合理的定位，满足该孔位置精度加工要求。

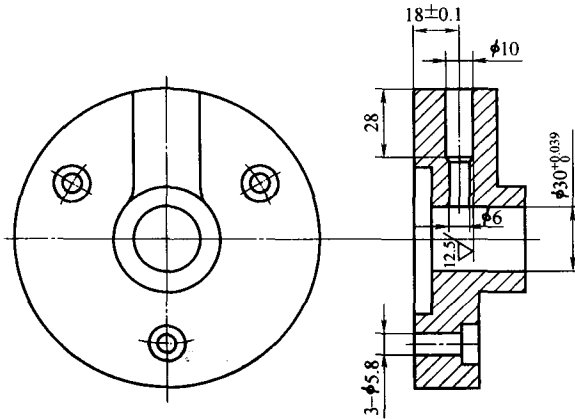


图 1—1 后盖零件钻径向孔的工序图

二、任务分析

从图 1—1 可看出，虽然未对该孔明确的位置度公差要求，但显然需保证该孔轴线能通过 $\phi 30^{+0.039}$ 和一个 $\phi 5.8$ 孔的轴线且与之垂直，同时与后盖端面的距离也有尺寸公差要求。为达到上述加工要求，夹具设计的首要任务是解决工件在夹具中定位的问题。

一个尚未定位的工件的位置是不确定的。在空间直角坐标系中有 6 个不确定度，如图 1—2 所示，工件可沿 X、Y、Z 轴有不同的位置，也可以绕 X、Y、Z 轴回转方向有不同的位置。它们分别用 \vec{X} 、 \vec{Y} 、 \vec{Z} 和 \vec{X} 、 \vec{Y} 、 \vec{Z} 表示。这种工件位置的不确定性，通常称为不确定度。定位的任务就是通过消除工件的不确定度，使之在夹具中的位置得以确定。

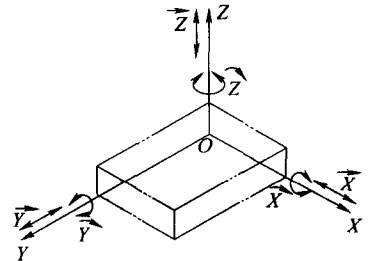


图 1—2 未定位工件的 6 个不确定度

三、知识准备

1. 六点定位基本原理

在工件的定位中，用在空间合理分布的最多 6 个定位点，来限制工件的最多 6 个空间位置不确定度，这一原理称为工件的六点定位基本原理，简称六点定位原理。由于六点定位原理中对定位点的空间分布位置要求遵守一定的规则（空间合理分布），所以，习惯上把此原理称为六点定则。

2. 六点定位原理的应用

(1) 六点定位原理在箱类工件定位中的应用

一般箱类零件多具有较规则的外形轮廓：六面体、八面体等，并具有较大而稳固的安装平面。为保证此类零件在工位上安装稳定、装夹方便，多选择工件上幅面较大的平面作为主要的定位基准面。例如图 1—3 中，夹具为工件的底平面设置了 1、2、3 三个支撑点，来为整个底平面提供空间位置依据，此三点消除了工件的 \vec{Z} 、 \vec{Y} 、 \vec{Z} 3 个不确定度。习惯上，把箱类工件的这一表面称为工件的“主要定位基准面”，又称“第一定位基准面”。

设置在工件侧面上的4、5两个支撑点，消除了工件的 \vec{Y} 、 \vec{Z} 两个不确定度。习惯上把工件的这类侧表面称为工件的“导向定位基准面”，又称“第二定位基准面”。

设置在工件另一个侧面上的支撑点6，起到了消除工件 \vec{X} 不确定度的作用，所以，习惯上又把工件的这类表面称为“止推定位基准面”，或称“第三定位基准面”。

可见，对箱类工件的定位，夹具上常设置这种3个不同方向上的定位基准来形成一个空间定位系统，称为“三基面基准系统”或“三基面基准”。

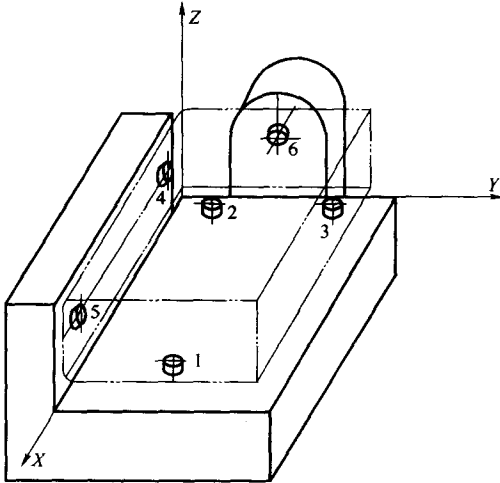


图 1-3 箱类工件的六点定位

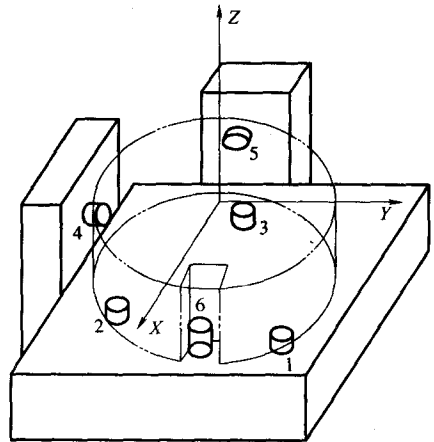


图 1-4 盘类工件的六点定位

(2) 六点定位原理在盘类工件定位中的应用

一般盘类工件多具有较大的端部幅面，相比之下，其轴向尺寸或高度尺寸比较小。考虑到安装的稳定性及夹紧可靠，常以较大的端面作为主要定位基准面，即第一基准，故夹具上常为工件的大端面设置一个环形安装面（三点）来作为主要定位基准的依据。图 1-4 中的1、2、3支撑点就起了这样一个作用，它消除了工件的 \vec{Z} 、 \vec{X} 、 \vec{Y} 三个不确定度。支撑点4及点5分别消除了工件的 \vec{Y} 、 \vec{X} 两个移动不确定度，形成了工件定位中的第二定位基准依据。对圆盘类工件，习惯上称之为“定心基准”。

点6在定位时，保持与工件键槽的一个固定侧面相接触，消除 \vec{Z} 不确定度，形成夹具定位系统中的“第三定位基准依据”，习惯上又称之为“防转基准”。

对于齿轮、连接盘这类圆盘类工件，往往以工件内孔轴线作为设计基准，此时从减小定位误差的角度来选择定位基准，希望以工件内孔轴线作为第一基准要素，但为了使工件安装稳固，夹紧可靠，以承受较大的切削力，常把第一基准转到端面上来。因此，为保证必要的定心精度，对此类工件的端面加工质量，如端面相对于内孔轴线的端面圆跳动、全跳动或垂直度等位置公差，往往提出较高的要求。

(3) 六点定位原理在轴类工件定位中的应用

六点定位原理在轴类工件定位中的应用，如图 1-5 所示。轴类工件的轴向尺寸大，且常以两端同轴的支撑轴颈作为整个轴系的回转支撑。加工内容往往有较严格的同轴度、对称度等位置公差要求，工件用公共轴线安装时，应保证与刀具的轴向运动轨迹保持平行。

对这类工件的定位，夹具一般以轴向尺寸较大的V形槽的两个斜面与工件支撑轴颈相接触，形成不共面的四点约束。图1—5中的1、2、4、5点保证了工件公共轴线的空间位置正确性。故定位点1、2、4、5形成轴类工件的“第一定位基准”，它消除了工件的 \vec{X} 、 \vec{Y} 、 \vec{X} 、 \vec{Y} 四个不确定度。第二、第三定位基准的顺序，依工序要求及定位精度高低而确定。当本工序内容的对称度、位置度有较严格的公差要求时，防转基准销5成为第二定位基准，它消除了工件的 \vec{Z} 不确定度，而销6成为第三定位基准，它消除了工件的 \vec{Z} 不确定度；当工序内容中对轴向尺寸有较严格的公差要求时，止推基准销6成为第二定位基准，销3成为第三定位基准。

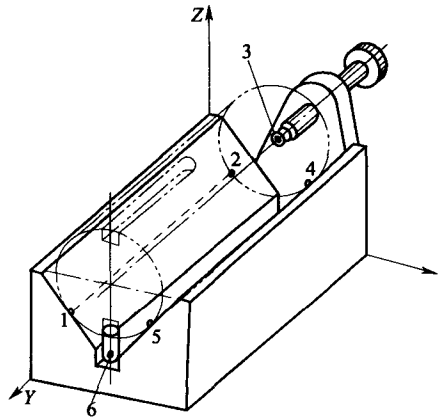


图1—5 轴类工件的六点定位

轴类工件为保证前后工序的基准统一，常利用轴的两端面上的顶尖孔来作定位基准，或在车床上常采用“一夹一顶”装夹方式，此类情况将在后面重复定位内容中介绍。

四、任务实施

根据前面学习的知识，设计如图1—6所示后盖钻夹具。该夹具通过支撑板4、圆柱销5、菱形销9等定位元件实现了对后盖的正确定位，支撑板4消除了后盖 \vec{Z} 、 \vec{X} 、 \vec{Y} 的不确

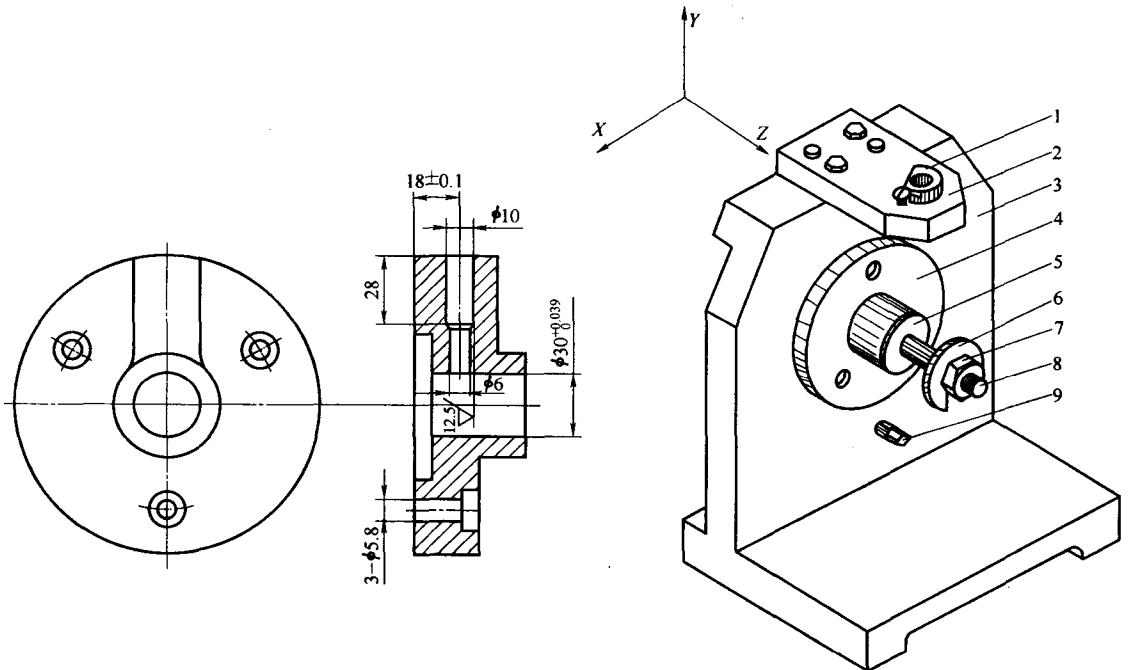


图1—6 后盖钻夹具

- 1—钻套 2—钻模板 3—夹具体 4—支撑板 5—圆柱销
6—开口垫圈 7—螺母 8—螺杆 9—菱形销

定度，圆柱销5消除了 \widehat{X} 、 \widehat{Y} 、 \widehat{X} 、 \widehat{Y} 的不确定度，菱形销9消除了 \widehat{Z} 的不确定度。这样， \widehat{X} 、 \widehat{Y} 、 \widehat{Z} 、 \widehat{X} 、 \widehat{Y} 、 \widehat{Z} 6个不确定度均得以消除。只要钻夹具的定位精度满足要求，同时通过开口垫圈6、螺母7、螺杆8对工件的夹紧，以及钻模板2、钻套1正确定位钻头位置，该夹具可满足加工要求。

五、知识链接

1. 点的定位作用

(1) 点的定位作用

当工件与固定不动的定位元件（如定位球）保持一点接触时（见图1—7a），定位元件上的这个固定点将形成对工件沿此接触点的法线方向最终移动位置的约束和限制。只要工件在定位安装过程中与此点保持接触，则工件在此方向上的最终空间位置便有一个依据。此点在工件的定位中，起到了消除工件沿此点法线方向上的移动不确定度的作用。因此，称这种接触方式为夹具定位元件对工件空间位置不确定度起了一个点的约束作用，作用的结果是它消除了工件的一个移动不确定度。其定位示意图如图1—7b所示。

(2) 定位点概念

夹具中能够起到消除工件不确定度作用的约束点（或约束关系）称为定位点。

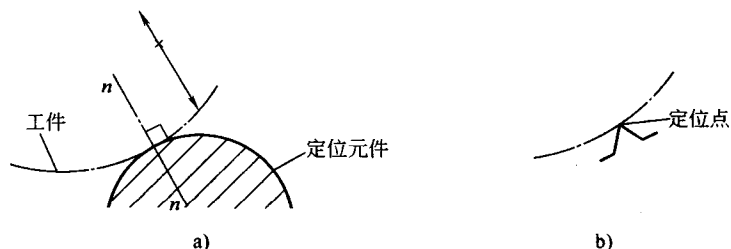


图1—7 点的定位作用

定位点是夹具为工件的安装提供空间位置依据，对工件不确定度起约束限制作用的基本要素。在定位示意图（例如工件的工序图）中，常以符号“ \wedge ”表示。

2. 直线的定位作用

当工件与固定不动的定位直尺尺面保持接触时（图1—8a），若沿尺面方向建立坐标轴，则工件沿尺面法线方向（ $n-n$ 方向）的移动不确定度将受到限制，工件在此方向上的最终移动位置便有了依据。此时的定位接触情况，可以简化为沿尺面直线方向上距离较远的两个定位点对工件的约束作用，如图1—8b所示。这两个定位点除对两点连线的法线方向上的移动不确定度起约束限制作用外，这两个距离较远的约束点实际上也形成对工件在此两点连线法线方向上的最终摆动位置的约束。所以，当工件与定位元件保持直线接触时，称定位元件对工件的定位起到两个点的约束作用，即消除了一个（两点连线法线方向上的）移动不确定度，消除了一个（绕两点中任一点的法线方向的）转动不确定度。

由此可以得出的结论是，定位直尺（或距离较远的两个定位点）可以消除工件的两个不确定度——一个是绕任一定位点的转动不确定度，另一个是沿此两点连线的法线方向上的移动不确定度。

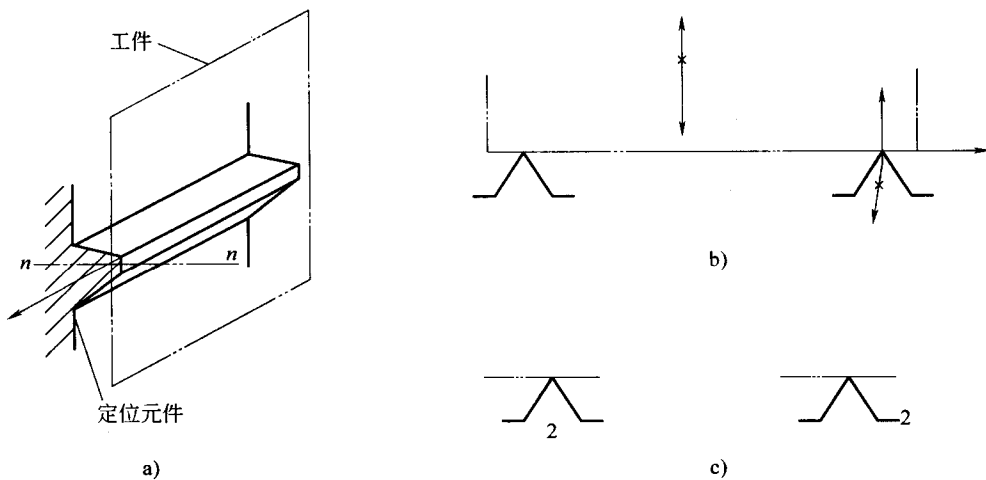


图 1—8 直线的定位作用

3. 平面的定位作用

如图 1—9 所示，当工件以加工过的平面与定位平面相接触时，此定位平面为工件的空间位置提供如下依据：

工件沿定位平面的垂直方向上的最终移动位置得到确定，工件绕定位平面内任意方向轴的最终转动位置分别得到确定。

此定位平面的定位作用，可以简化为此平面内不在一条直线上的 3 个定位点对工件的定位约束作用，如图 1—9b 所示。由前述点、直线的定位作用可以推知：保持一定距离的不在一条直线上的三点，在空间确定一个平面。工件若与这三点保持接触，则工件沿此平面垂直方向的最终移动位置将得到确定。另外，三点中的任意一点与其他两点均会产生对工件绕其他两点连线方向转动位置的限制，即工件绕此平面内两个坐标轴的转动位置最终由此平面所确定，如图 1—9b 所示。

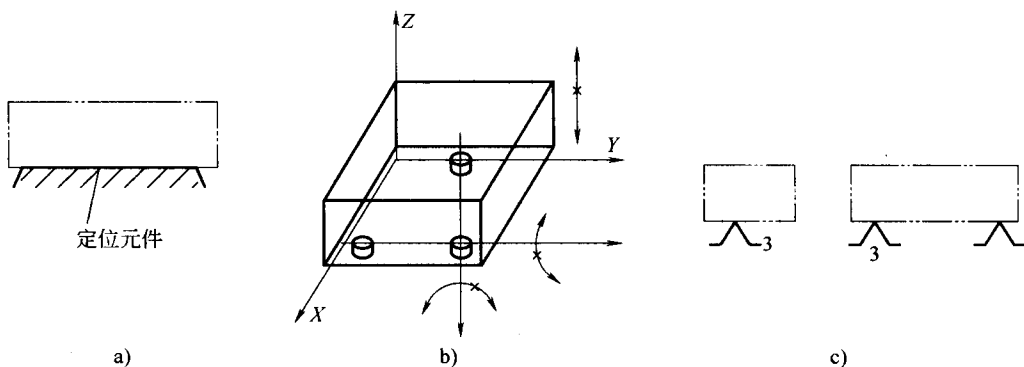


图 1—9 平面的定位作用