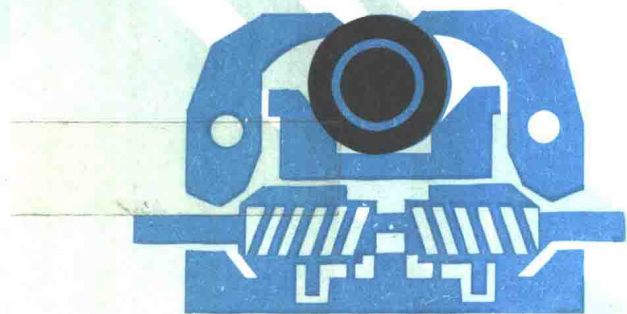


主 编：秦宝荣  
副主编：李纪明 郭宗连

# 机床夹具设计



中国建材工业出版社

# 机 床 夹 具 设 计

主 编 秦宝荣

副主编 李纪明 郭宗连

中 国 建 材 工 业 出 版 社

(京)新登字 177 号

**图书在版编目(CIP)数据**

机床夹具设计/秦宝荣主编. —北京:中国建材工业出版社, 1998.2

ISBN 7-80090-676-0

I. 机… II. 秦… III. 机床夹具-设计 IV. TG75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 00046 号

**内 容 简 介**

本书主要内容包括绪论、工件在夹具中的定位、工件在夹具中的夹紧、夹具的分度装置及夹具体、各类机床夹具、专用机床夹具的设计方法、计算机辅助机床夹具设计、新型机床夹具。

本书根据“机床夹具设计”课程教学大纲和教学基本要求,精选内容编写而成。着重从适合教学要求出发,对机床夹具的基本原理、基本知识和设计方法作了全面系统的阐述,增加了机床夹具经济分析、计算机辅助设计及柔性制造系统夹具等新内容。本书内容全面,文字精练,既符合少而精,又尽量由浅入深,理论与实例相配合,以适用于各类高等学校的教学。

本书可作为普通高等院校、职业大学、电视大学和各类成人高等教育机械工程类各专业的教材,也可供从事机床夹具设计的工程技术人员参考。

**机 床 夹 具 设 计**

主 编 秦宝荣

副主编 李纪明 郭宗连

主 审 陈嘉真

责任编辑 赵从旭

\*

中国建材工业出版社

(北京百万庄国家建材局内 邮政编码:100831)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经销

盐城市华光印刷厂印刷

\*

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张:10.5 字数:243千字

1998年2月第1版 1998年2月第1次印刷

印数:1—2500册 定价:19.50元

ISBN 7-80090-676-0/TH·22

# 前 言

本书参照机械委教材(机械类)指导委员会制订的《机械制造工艺与夹具》课程教学大纲中“机床夹具设计”部分内容要求组织编写。本书单独编写出版与《机械制造工艺学》配套,是考虑到使用上的方便,同时更有利于教学内容的深化。

本书主要内容包括绪论、工件在夹具中的定位、工件在夹具中的夹紧、夹具的分度装置及夹具体、各类机床夹具、专用机床夹具的设计方法、计算机辅助机床夹具设计、新型机床夹具。着重从适合教学要求出发,对机床夹具的基本原理、基本知识和设计方法作了全面系统的阐述,注意理论与实例相结合,贯彻由浅入深、反复应用的原则,以利于学生掌握教学内容,培养夹具设计能力。加强了可调夹具、组合夹具和随行夹具,增加了机床夹具经济分析、计算机辅助设计及柔性制造系统夹具等新内容,以反映机床夹具的新成就,适应现代制造技术的发展。本书力求做到结构合理,内容充实,理论联系实际,叙述清楚,用词规范,文字精炼,便于教学。

本书可作为普通高等学校、职业大学、电视大学和各类成人高等教育机械工程类各专业的教材,也可供从事机床夹具设计的工程技术人员参考。

本书由秦宝荣主编,李纪明、郭宗连副主编。参加编写的有:秦宝荣(绪论、第三章、第六章)、郭宗连(第一章)、倪晓华(第二章)、王克武(第四章)、吴永祥(第五章)、李纪明(第七章)。全书由秦宝荣统一定稿,陈嘉真教授主审。

在本书编写过程中,盐城工学院朱洪海高级工程师、徐文宽副教授、洪允征副教授仔细审阅了全部书稿,提出了许多宝贵意见,各参编院校的有关领导对本书的编写和出版也给予了关心和支持,谨此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,错误和欠妥之处恳请使用本书的同行和广大读者批评指正。

编 者

1997年2月

# 目 录

绪论	(1)
第一章 工件在夹具中的定位	(6)
第一节 工件定位的基本原理	(6)
第二节 定位副及对定位元件的基本要求	(14)
第三节 常用定位方法与定位元件	(15)
第四节 定位误差的分析与计算	(25)
第五节 组合表面定位	(31)
第二章 工件在夹具中的夹紧	(39)
第一节 夹紧装置的组成和基本要求	(39)
第二节 夹紧力的确定	(40)
第三节 夹紧误差的分析与估算	(44)
第四节 常用夹紧机构	(46)
第五节 夹具的动力装置	(66)
第三章 夹具的分度装置及夹具体	(74)
第一节 分度装置	(74)
第二节 精密分度装置	(81)
第三节 夹具体	(84)
第四章 各类机床夹具	(87)
第一节 钻床夹具	(87)
第二节 镗床夹具	(93)
第三节 铣床夹具	(100)
第四节 车床夹具	(106)
第五章 专用机床夹具的设计方法	(111)
第一节 专用夹具设计的基本要求和方法	(111)
第二节 夹具总装配图上尺寸及技术要求的标注	(114)
第三节 工件在夹具中加工精度的分析	(117)
第四节 夹具结构工艺性和经济性分析	(124)

• ■ •

<b>第六章 计算机辅助机床夹具设计</b> .....	(128)
第一节 计算机辅助机床夹具设计原理.....	(128)
第二节 夹具 CAD 应用软件设计方法 .....	(129)
第三节 计算机辅助绘制夹具装配图.....	(135)
第四节 计算机辅助夹具设计举例.....	(138)
<b>第七章 新型机床夹具</b> .....	(141)
第一节 可调夹具.....	(141)
第二节 组合夹具.....	(145)
第三节 随行夹具.....	(151)
第四节 数控夹具及工件自动交换装置.....	(157)
<b>参考文献</b> .....	(162)

# 绪 论

机床夹具是在机床上用以装夹工件和引导刀具并能保持与机床确定的相对位置的一种装置。其作用是使工件相对于机床或刀具有一个正确的位置,并在加工过程中保持这个位置不变。

在现代生产中,机床夹具作为机床的一部分已成为机械加工中不可缺少的工艺装备,机床夹具设计更是机械制造工艺设计中的一项重要工作。本课程以机床夹具为主要研究对象,为了叙述简便,以下把机床夹具简称为夹具。

## 一、工件的装夹

在机械加工过程中,为了保证工件加工表面的尺寸及相互位置精度,必须将工件正确地安装到机床上。首先应使工件相对于刀具(或机床)有正确的位置,即工件的定位。然后将工件压紧夹牢在这一正确的位置上,使工件在加工过程中不因受切削力、惯性力等的影响而发生位置的变化,即工件的夹紧。工件从定位到夹紧的整个过程称为装夹。

工件的装夹方法,按其实现工件定位的方式一般有两种:

### 1. 找正装夹

这种方法是以工件的有关表面直接找正或划线作为找正依据,以确定工件的正确位置,然后再将工件夹紧,进行加工。如图 0-1 所示,在车床四爪卡盘上直接以工件外圆找正加工内孔,使内孔和外圆保持较高的同轴度。图 0-2 所示,在轴套零件上钻径向孔  $\phi d$ ,若工件件数不多,可采用按划线找正装夹。先划出  $\phi d$  孔中心的  $L$  尺寸线,然后将工件装入机用虎钳夹紧,并找出该孔距线上的最高点位置,即可钻孔。

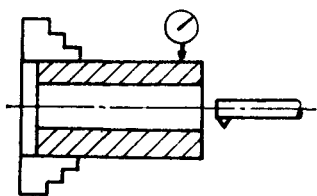


图 0-1 直接找正装夹

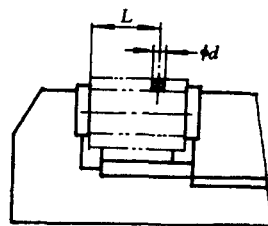


图 0-2 在机用虎钳上按划线找正装夹

找正装夹能较好地适应工序或加工对象的变换,夹具结构简单。但是,这种方法生产率低,劳动强度大,尤其用划线找正时,加工精度不高。如图 0-2 之例, $L$  尺寸的误差较大, $\phi d$  孔轴线相对于轴套的对称平面的位置精度较差。找正装夹多用于单件、小批生产。

### 2. 用专用夹具装夹

当生产批量较大时,除考虑加工精度问题外,还要考虑生产率及经济性问题,所以常常采用专门为某一零件的某一工序而设计的专用夹具进行工件的装夹。这时不需划线和找正,只要将工件安放在夹具中,即可确定工件与机床及刀具之间的正确位置,并将工件夹紧。

仍以图 0-2 所示的零件为例,图 0-3 所示是专为该零件的钻孔工序设计的钻床夹具。

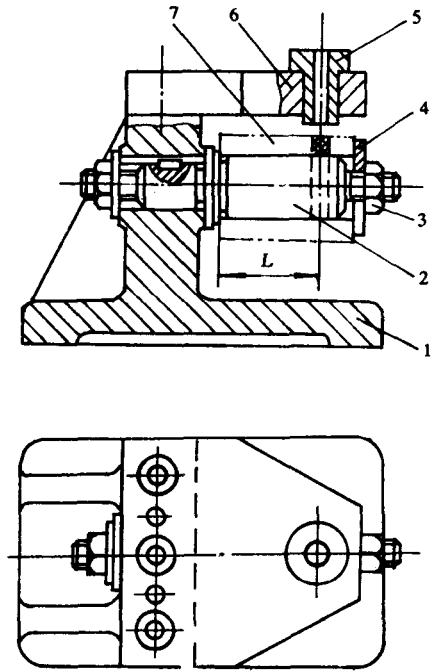


图 0-3 轴套零件钻床夹具

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

图中 7 为工件,以内孔及端面作定位基面,套在定位销 2 上,轴套端面与定位销轴肩端面保持接触,使工件得到定位。定位销右端的通孔作为钻头越程和排屑之用。定位销固定于夹具体 1 上。螺母 3 通过开口垫圈 4 将工件夹紧。采用开口垫圈的目的,是为了便于工件装卸。钻套 5 用来引导钻头,防止钻头偏斜。钻套轴线与定位销轴肩端面之间保持尺寸  $L$ ,这样就确定了工件与钻头之间的正确位置。钻模板 6 固定于夹具体上,为安装钻套之用。

一般情况下,夹具都预先在机床上调整好位置(也有在加工过程中进行找正的,如钻削孔径不大的钻床夹具,往往在加工过程中进行找正),工件在夹具中通过工件上的定位表面与夹具上的定位元件相互接触实现定位。因此工件通过夹具相对于机床或刀具也就占有了正确的位置。使用夹具装夹工件,不仅操作迅

速方便,还可以使加工出的工件具有较高的尺寸精度和位置精度。

## 二、机床夹具的分类

机床夹具按其使用范围可分为以下五种基本类型:

### 1. 通用夹具

通用夹具是指已经标准化的、在一定范围内可用于加工不同工件的夹具,如车、磨床上的三爪卡盘、四爪卡盘和顶尖,铣、刨床上的平口钳、分度头和回转工作台等。这类夹具在使用上有很大的通用性,往往无需调整或稍加调整就可用于装夹不同的工件。采用这类夹具可以缩短生产准备周期,减少夹具品种,从而降低工艺装备的制造成本。其缺点是定位精度不高,操作复杂,生产效率低,有的只起夹紧作用,所以主要用于多品种的单件小批生产。但是近年来高精度高效率的通用夹具有了迅速发展,如高精度自定心卡盘、液压虎钳、气动滑柱钻模等不断出现,所以在大量生产以及柔性制造系统中,通用夹具的使用有日益增多的趋势。这类夹具已作为机床附件,并由专门工厂制造,本书不作介绍。

### 2. 专用夹具

专用夹具是指专门为某一工件的某一工序设计和制造的夹具。这类夹具一般不考虑通用性,以使夹具设计得结构简单、紧凑,操作迅速和维修方便。专用夹具通常由使用厂根据工件的加工要求自行设计与制造,生产准备周期较长,当产品或零件工艺过程变更时,往往无法继续使用,所以,这类夹具适用于产品固定和工艺过程稳定的大批量生产。图 0-3 所示轴



套零件钻床夹具就是专用夹具的一个示例。这类夹具是机械制造厂中使用最多的夹具,也是本书研究的重点。

### 3. 通用可调夹具和成组夹具

通用可调夹具和成组夹具结构原理很相似,都是根据结构的多次使用原则而设计的,其共同点是在加工完一种工件后,经过调整或更换个别元件,即可加工形状相似、尺寸相近或加工工艺相似的多种工件。其差别在于通用可调夹具的加工对象范围较大,如滑柱式钻模、带各种钳口的通用虎钳等;成组夹具是针对成组工艺中某一组零件的加工而设计的,加工对象明确,调整范围也只限于本组内的工件。

### 4. 组合夹具

组合夹具是用一套预先制造好的标准元件及合件组装而成的专用夹具。这些元件和合件具有精度高、耐磨、可完全互换、组装及拆卸方便等特点。夹具用完后即可拆卸,将元件清洗分类存放,留待组装新的夹具。由于利用组合夹具可缩短生产准备周期,元件能重复多次使用,并具有减少专用夹具品种、数量和存放空间等优点,因此,组合夹具除适用于新产品试制和单件小批生产外,还适用于柔性制造系统及批量生产中。

### 5. 随行夹具

随行夹具是一种在自动线或柔性制造系统中使用的夹具。随行夹具除完成对工件的定位和夹紧外,还载着工件由运输装置送往各机床,并在各机床上被定位和夹紧。

机床夹具除按其使用范围分类外,还可以按所适用的机床来分类。此时机床夹具可分为车床夹具、铣床夹具、钻床夹具、镗床夹具、磨床夹具、自动机床夹具、数控机床夹具等。机床夹具还可以按其夹紧装置的动力源来分类。此时可分为手动夹具、气动夹具、液动夹具、电磁夹具、真空夹具等。

## 三、机床夹具的组成

机床夹具虽然分成各种不同的类型,但它们的工作原理基本相同。如将各种类型的夹具中作用相同的元件或机构加以概括,则可以得出夹具一般共有的几个组成部分,这些组成部分既互相独立又互相联系。

### 1. 定位装置

这种装置包括定位元件或元件的组合,其作用是确定工件在夹具中的位置。如图 0-3 中的定位销 2。

### 2. 夹紧装置

这种装置包括夹紧元件或其组合以及动力源。其作用是将工件压紧夹牢,保证工件在定位时所占据的位置在加工过程中不因受力而产生位移,同时防止或减少振动。如图 0-3 中的螺母 3 和开口垫圈 4。

### 3. 导向、对刀元件

这类元件用于引导刀具或确定刀具与被加工面之间的正确位置。如图 0-3 中的钻套 5。

### 4. 连接元件

这类元件用于确定夹具本身在机床上的位置并与机床连接。例如夹具与机床工作台(铣、刨、钻、镗床等)连接的定向键或与机床主轴(车、磨床等)连接的锥柄等。

### 5. 其它装置或元件

这类装置或元件主要有分度装置、靠模装置、上下料装置和顶出器等。

### 6. 夹具体

夹具体是夹具的基座和骨架,用来连接或固定各元件,使之成为一个整体。如图 0-3 中的夹具体 1。

图 0-4 所示为机床夹具的组成及各组成部分与机床、工件、刀具的相互联系。由此为正确设计夹具提供必要的依据。因为定位和夹紧是与工件有关,所以在设计定位元件和夹紧装置时,必须全面掌握与工件在该工序加工时的有关资料;在设计导向、对刀元件时,除考虑工件所要求的加工尺寸外,还必须掌握所用刀具的类型和尺寸规格;在设计连接元件时,则应符合加工时所用机床的工作台(铣、刨、钻、镗床等)或机床主轴(车、磨床等)的结构型式和尺寸规格。

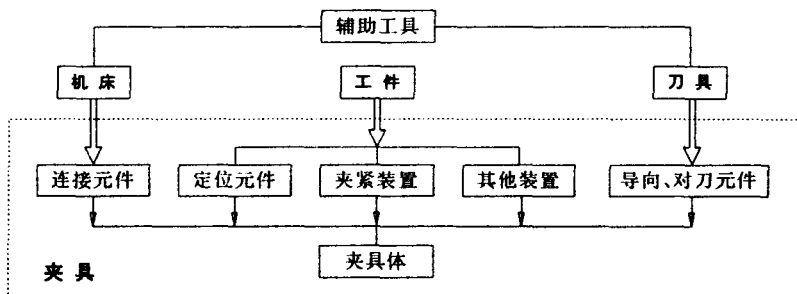


图 0-4 机床夹具的组成及各组成部分与机床、工件、刀具的相互关系

## 四、机床夹具的功用

### 1. 保证加工质量

机床夹具的首要任务是保证加工精度,特别是保证被加工工件的加工面与定位面之间以及被加工表面相互之间的尺寸精度和位置精度。使用夹具后,这种精度主要靠夹具和机床来保证,不再依赖于工人的技术水平。

### 2. 提高劳动生产率,降低成本

使用夹具后可减少划线、找正等辅助时间,且易于实现多件、多工位加工。在现代夹具中,广泛采用气动、液动等机动夹紧装置,可使辅助时间进一步减少。

### 3. 扩大机床工艺范围

在机床上使用夹具可使加工变得方便,并可扩大机床工艺范围。例如在车床或钻床上使用镗模,可以代替镗床镗孔;又如使用靠模夹具,可在车床或铣床上进行仿形加工。

### 4. 改善工人劳动条件

采用夹具后,可使装卸工件方便、省力、安全。有条件必要时,可采用气动、液压或其他机械化、自动化装置,以减轻工人劳动强度,保证生产安全。

## 五、机床夹具的发展方向

随着科学技术的进步和市场需求的日益增长,要求产品更新换代的周期越来越短,因而缩短生产准备周期、提高产品质量和降低生产准备的成本等问题已显得十分突出。在现代制

制造业中,机床夹具如何适应上述生产发展的需要,是广大工艺设计人员值得注意的问题。根据今后各种生产组织形式的发展特点,机床夹具的发展方向可以归纳为以下几个方面。

### 1. 功能柔性化

由于多品种、小批量生产方式将成为今后的主要生产形式,机床夹具应能在一定范围内适应不同形状及尺寸的工件,又能适用于不同的生产类型和不同的机床加工。近年来,组合夹具和可调夹具等在传统应用的基础上都有了新的发展。夹具系统的柔性化和自动交换系统的应用是目前夹具现代化的最高形式,为了适应柔性制造系统和集成制造系统的发展需求,必然还将会进一步发展。

### 2. 传动高效化、自动化

为了减少夹紧的辅助时间和减轻工人的劳动强度,提高生产率,在现代机床夹具上普遍采用机械化和自动化的高效传动部件。如带微型高压油缸传动的合件以及各种增压器的应用等,都反映了夹紧装置的重大进展。夹具传动的高效化和自动化还表现在如定位、夹紧、分度、转位、联锁、翻转、工件传送和自动上下料等各种动作的应用。近年来,国内外对各种自动化机构都给予了充分的重视并开展了广泛的研究。

### 3. 制造的精密化

随着产品质量要求的不断提高,对夹具精度也提出了更高的要求,如定心夹具的定心精度目前可以达到微米级甚至亚微米级。高精密度分度转台,分度精度可达 $\pm 0.1''$ 。在孔系组合夹具基础板上,采用调节粘接法,孔间距的调整精度可达几个微米。

### 4. 旋转夹具的高速化

车削加工中为了获得高表面质量,对于有色金属材料切削速度要求高达 $1000\text{m}/\text{min}$ 以上,对于黑色金属也要求超过 $600\text{m}/\text{min}$ ,为了适应高速切削的需要,夹具必须采用特殊结构,自动进行夹紧力的检测和补偿,使动态夹紧力始终保持在所要求的范围内。

### 5. 结构标准化、模块化

夹具标准化是生产专业化和柔性化的基础。世界各国都很重视这项工作,机床夹具的标准化在我国已有一定基础,如用于专用夹具的《机床夹具零件及部件》国家标准;用于槽系组合夹具的机械工业部标准和航空工业部标准。

模块化是在夹具的标准化和组合化的基础上发展起来的新型夹具。组合夹具等的进一步发展将为夹具模块化开拓广阔的应用前景。目前,国外已在基础件、支承件、动力合件等方面开发出了模块化夹具的雏形,如模块式虎钳,采用不同规格的钳口和动力合件,即可加工不同形状和尺寸的工件。

### 6. 设计自动化

随着计算机辅助设计(CAD)的广泛应用,机床夹具的CAD技术也已逐渐应用于生产。在国外的一些柔性制造系统中,可以直接在生产过程中利用计算机进行组合夹具或可调夹具的组装方案分析、比较,直接选出理想的方案并显示打印出总装配图,这就为提高设计速度、保证设计质量、缩短生产准备周期以及改善夹具管理等工作,创造了更为有利的条件。

在夹具自动化设计工作中,除设计过程由人机交互方式完成图样外,还应包括夹具零件加工过程的计算机辅助编制和加工程序的自动编制等,这是机床夹具的计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)一体化的重要内容,也是夹具设计自动化发展方向的必然趋势。

# 第一章 工件在夹具中的定位

工件在夹具中装夹包括定位和夹紧两个过程。工件的定位是指在夹具中,工件的定位基准与定位元件相接触或配合,从而使同一批工件在夹具中都能获得正确的位置,这就是工件在夹具中定位的实质。工件的正确定位将保证加工精度的稳定性。

工件的定位是夹具设计中的一个重要问题,本章将着重从理论上进行分析,如何使同批工件在夹具中正确定位、选择或设计合理的定位方法及相应的定位装置、进行定位误差的分析,从而保证足够的定位精度。

## 第一节 工件定位的基本原理

### 一、六点定位原理

一个物体在空间可以有六个独立的运动,以图 1-1 所示的长方体为例,它在直角坐标系  $OXYZ$  中,长方体可以分别沿  $X$ 、 $Y$ 、 $Z$  轴平移运动,记为  $\vec{X}$ 、 $\vec{Y}$ 、 $\vec{Z}$ ;同时,也可以分别绕  $X$ 、 $Y$ 、 $Z$  轴转动,记为  $\vec{X}$ 、 $\vec{Y}$ 、 $\vec{Z}$ 。习惯上,把上述六个独立运动称作六个自由度。

工件的定位就是采取一定的约束措施,消除工件的这种自由度。例如在讨论长方体工件的定位时,如图 1-2 所示,可以在其底面布置 3 个不共线的约束点 1、2、3,限制  $\vec{Z}$ 、 $\vec{X}$  和  $\vec{Y}$  3 个自由度;在侧面布置两个约束点 4、5,限制  $\vec{X}$  和  $\vec{Z}$  两个自由度;在端面布置 1 个约束点 6,限制  $\vec{Y}$  1 个自由度。这样就完全限制了工件的 6 个自由度。这些约束点,称为定位支承点,简称支承点,在实际应用中,常把接触面积很小的定位元件——支承钉看作是支承点。

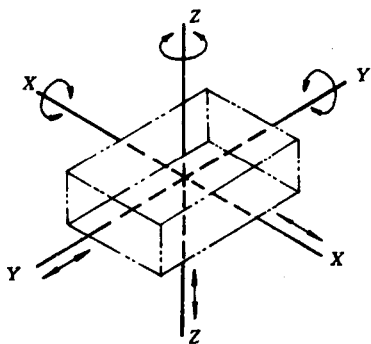


图 1-1 工件在空间具有的六个自由度

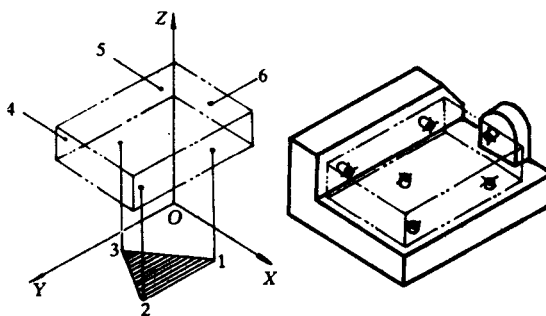


图 1-2 长方体完全定位时支承点的分布

无论工件的形状和结构怎么不同,它们的六个自由度都可以用六个支承点限制,只是六个支承点的分布不同罢了。图 1-3 所示为盘状工件的六点定位情况。平面放在 3 个支承点上,消除  $\vec{Z}$ 、 $\vec{X}$ 、 $\vec{Y}$  3 个自由度;圆柱面与 2 个支承点相接触,限制  $\vec{X}$ 、 $\vec{Y}$  2 个自由度;再用 1

个支承点支承在槽的侧面,限制  $\vec{Z}$  1 个自由度。又如如图 1-4 为轴类工件的一种六点定位的示意图。轴的圆柱表面放在 4 个支承点上,限制了工件  $\vec{X}$ 、 $\vec{Z}$  和  $\vec{X}$ 、 $\vec{Z}$  4 个自由度;轴端靠在 1 个支承点上,限制  $\vec{Y}$  1 个自由度;轴向槽侧面靠在 1 个支承点上,限制工件  $\vec{Y}$  1 个自由度。

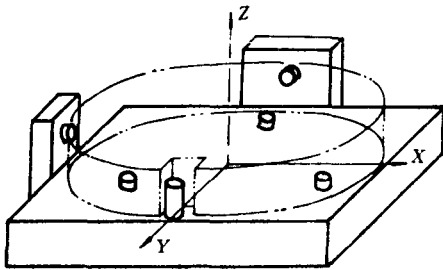


图 1-3 盘类工件的六点定位

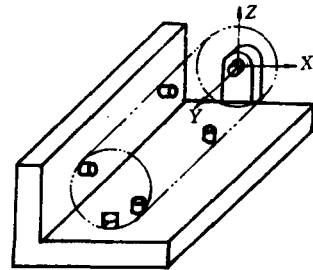


图 1-4 轴类工件的六点定位

由以上所述,可以总结出这样一个原理:工件在夹具中的位置有六个自由度,需要用夹具上按一定要求布置的六个支承点来限制,其中每个支承点相应地限制一个自由度,使工件在夹具中位置完全确定,这就称为“六点定位原理”,简称“六点定则”。

支承点的分布必须适当、合理,否则六个支承点限制不了工件的六个自由度。例如,图 1-2 中长方体底面上的 3 个支承点应放成三角形,三角形的面积越大,对工件自由度的限制越有效;侧面的 2 个支承点不能垂直放置,否则工件绕 Z 轴的自由度便不能限制。

另一方面,还应该注意,有些定位装置和定位点并不如上述例子那样明显直观。这时往往需要从它能限制的自由度数目推断是几点定位。例如图 1-5a 所示为内孔自动定心的原理图。工件装在定位机构上,转动心体,在斜面作用下,3 个滚子同步外胀,直至与工件的孔壁接触,使工件定位。表面上看,夹具有 3 个点与工件接触,似为 3 个点定位。实际上这种定位

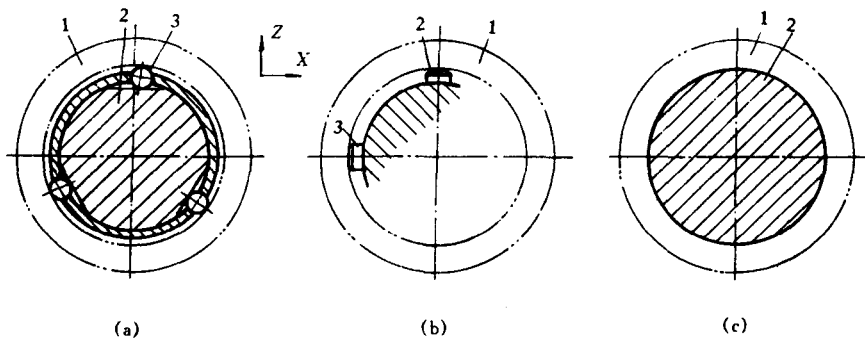


图 1-5 套类工件的定位

方法只消除了工件  $\vec{X}$  和  $\vec{Z}$  2 个自由度,相当于图 1-5b 所示的用 2 个支承点定位的情况。采用 3 个同步移动的支承点定位,是为了当工件孔径有误差时,孔的中心位置不变。生产中常用心轴或销子对工件上圆柱孔定位,图 1-5c 所示,当孔与心轴接触长度很短时,心轴限制了工件  $\vec{X}$  和  $\vec{Z}$  2 个自由度,也相当于图 1-5b 所示的情况。总之,对支承点限制自由度的分析,不能光看形式上有几个支承点,更重要的是看它实质上限制了几个自由度。

最后,需要强调的是,用支承点或相当于支承点的定位件去限制工件在空间的自由度时,定位支承点必须与工件定位基准面保持紧密贴合,不得脱离,否则支承点就失去了限制自由度的作用。此外,在分析支承点起定位作用时,不应考虑力的影响。工件在某个方向上的自由度被限制,是指工件在该方向上有了确定的位置,并不是指工件在受到使它脱离支承点的外力时也不运动。使工件在外力作用下也不运动是夹紧的结果,定位与夹紧是两个不同的概念,不要相混淆。

## 二、常用定位元件的定位分析

由于工件的形状是千变万化的,用于代替约束点的定位元件的种类也很多,除了支承钉以外,常用的还有:支承板、定位销、心轴、V形块、定位套等,直接分析这些定位元件以及它们的组合限制自由度的情况,对研究定位问题,更有实际的意义。这里把分析的结果归纳在表 1-1 中,供分析研究工件的定位时参考。

表 1-1 常用定位元件能限制的工件自由度

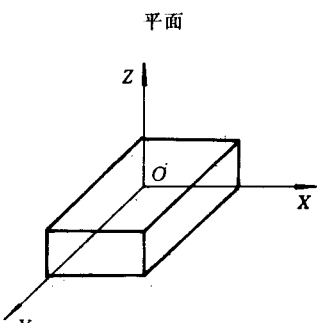
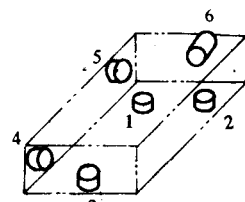
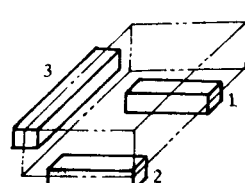
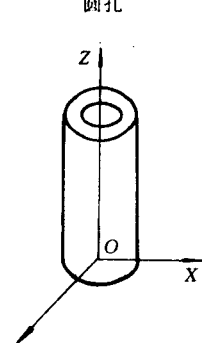
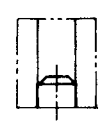
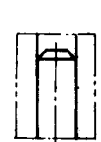
工件定位基面	定位元件	定位简图	定位元件特点	限制的 自由度
平面 	支承钉			1、2、3—Z、 $\bar{X}$ 、 $\bar{Y}$ 4、5— $\bar{X}$ 、 $\bar{Z}$ 6— $\bar{Y}$
	支承板			1、2— $\bar{X}$ 、 $\bar{Y}$ 3— $\bar{X}$ 、 $\bar{Z}$
圆孔 	定位销 (心轴)		短销 (短心轴)	$\bar{X}$ 、 $\bar{Y}$
			长销 (长心轴)	$\bar{X}$ 、 $\bar{Y}$ $\bar{X}$ 、 $\bar{Y}$

表 1-1(续)

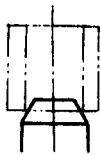
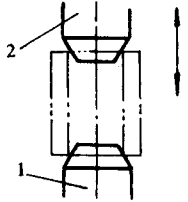
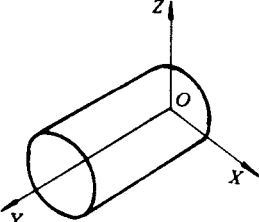
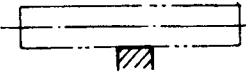
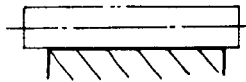
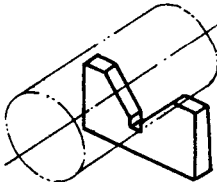
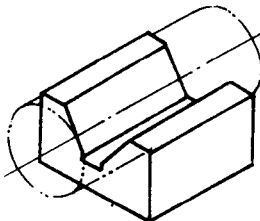
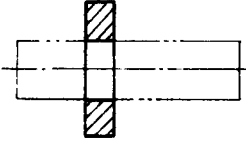
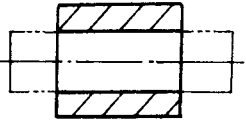
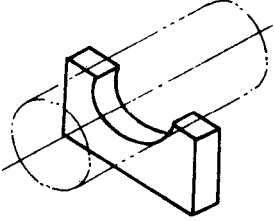
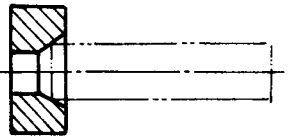
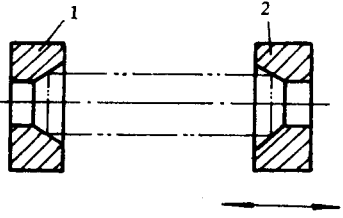
工件定位基面	定位元件	定位简图	定位元件特点	限制的自由度
圆孔	锥销			$\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z}$
			1—固定销 2—活动销	$\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z}$ $\bar{X}, \bar{Y}$
外圆柱面 	支承板 或 支承钉		短支承板 或支承钉	$\bar{Z}$
			长支承板或 两个支承钉	$\bar{Z}, \bar{X}$
	V形块		窄V形块	$\bar{X}, \bar{Z}$
			宽V形块	$\bar{X}, \bar{Z}$ $\bar{X}, \bar{Z}$

表 1-1(续)

工件定位基面	定位元件	定位简图	定位元件特点	限制的自由度
外圆柱面	定位套		短套	$\bar{X}$ 、 $\bar{Z}$
			长套	$\bar{X}$ 、 $\bar{Z}$ $\bar{Y}$ 、 $\bar{Z}$
外圆柱面	半圆套		短半圆套	$\bar{X}$ 、 $\bar{Z}$
			长半圆套	$\bar{X}$ 、 $\bar{Z}$ $\bar{Y}$ 、 $\bar{Z}$
外圆柱面	锥套			$\bar{X}$ 、 $\bar{Y}$ 、 $\bar{Z}$
			1—固定锥套 2—活动锥套	$\bar{X}$ 、 $\bar{Y}$ 、 $\bar{Z}$ $\bar{X}$ 、 $\bar{Z}$



### 三、限制工件自由度与加工要求的关系

根据工件加工面的位置精度(包括位置尺寸)要求,有时需要限制 6 个自由度,有时仅需要限制 1 个或几个(少于 6 个)自由度,具体视工件加工要求而定。下面分几种情况讨论。

#### (一)完全定位

工件的 6 个自由度全部被限制了的定位称为完全定位。图 1-6 为不同外形工件完全定位的示例。图 1-6a 中,工件的定位基准面为底平面和两个侧平面,被加工面为具有三个坐标方向工序尺寸要求的不通槽。现在底平面设置 3 个支承钉 1、2、3,限制工件的  $\vec{Z}$ 、 $\vec{X}$ 、 $\vec{Y}$  3 个自由度,从而保证工件 Z 方向工序尺寸  $H_{-0.05}^0$  的要求,侧面设置 2 个支承钉 4、5,限制工件  $\vec{X}$ 、 $\vec{Z}$  2 个自由度,从而保证工件在 X 方向上工序尺寸  $S_{-0.05}^0$  的要求;在顶面设置 1 个支承钉 6,限制工件  $\vec{Y}$  自由度,从而保证工件在 Y 方向上工序尺寸  $L_{-0.05}^0$  的要求。槽宽  $B_{-0.05}^0$  由刀具尺

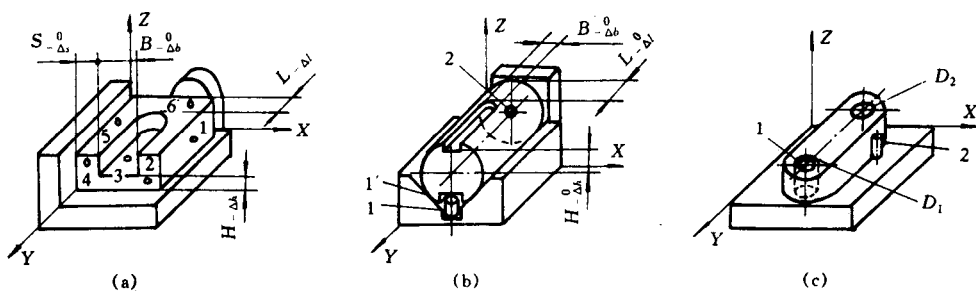


图 1-6 不同形状工件的完全定位示例

寸保证。图 1-6b 中,工件的定位基准面为外圆柱面、键槽 1' 侧面和后端面。被加工面为具有三个坐标方向工序尺寸的键槽。现采用 V 形块定位限制工件的  $\vec{X}$ 、 $\vec{Z}$ 、 $\vec{X}$ 、 $\vec{Z}$  4 个自由度,保证键槽对称面通过工件轴线及尺寸  $H_{-0.05}^0$ ;销 1 限制工件绕 Y 的自由度  $\vec{Y}$ ,保证键槽与槽 1' 的夹角为  $180^\circ$ ;销 2 限制工件的  $\vec{Y}$  自由度,保证尺寸  $L_{-0.05}^0$ 。图 1-6c 中,工件为一连杆,被加工面为孔  $D_2$ 。其定位方式是利用连杆的一个端面与夹具体表面相接触,限制工件的  $\vec{Z}$ 、 $\vec{X}$ 、 $\vec{Y}$  3 个自由度;利用  $D_1$  与夹具上的短圆柱销 1 相配合,限制工件的  $\vec{X}$ 、 $\vec{Y}$  2 个自由度;最后让连杆侧面与夹具上的销 2 相接触,限制工件的  $\vec{Z}$  自由度。

#### (二)不完全定位

限制工件的自由度数目少于 6 个且能满足加工要求的定位,称为不完全定位。例如在图 1-6a、b 中,若该二工件的被加工面均为通槽,则图 1-6a 可以去掉销 6;图 1-6b 可以去掉销 2,即分别按图 1-7a、b 的方式定位。此时,尽管工件被限制的自由度数变为 5 个,但并不影响工件的加工精度和要求,因此是合理和允许的。此外,在图 1-6b 中,若被加表面为通槽,而且工件上又无槽 1',则可按图 1-7c 的方式定位,其被限制的自由度数仅为

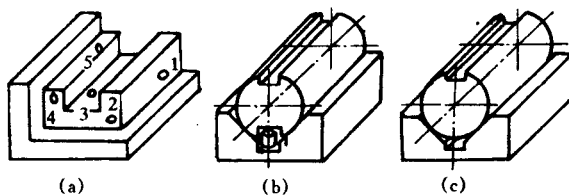


图 1-7 不完全定位示例