

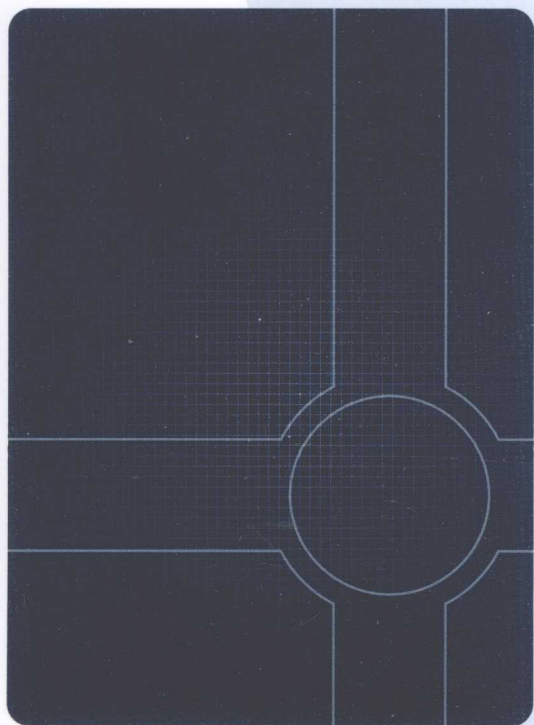
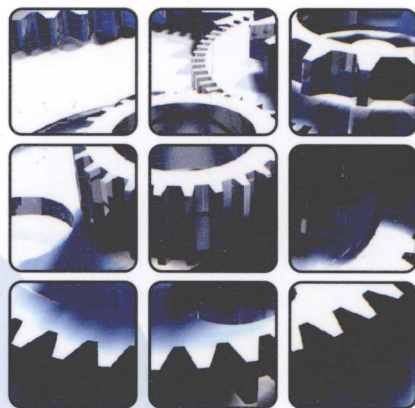


全国高职高专应用型规划教材·机械机电类

机械制造工艺学基础

孙居彦 主编

JIXIE ZHIZAO GONGYIXUE JICHU



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

全国高职高专应用型规划教材·机械机电类

机械制造工艺学基础

主 编 孙居彦

副主编 唐利娟 修艳林 房 鹏



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书从工艺实施的生产实际出发,本着“实际、实用、实效”的原则,以技术应用为主线,基础理论以必须、够用为度,突出通用典型实例,注重基本概念和原理的讲述和分析,保证了理论体系的完整性。书中没有较复杂的理论分析和公式推导,强化了加工误差的综合分析以及保证和提高装配精度的工艺方法的应用。

本书共7章,包括:工件的定位与夹紧,机械加工工艺规程的制定,机械加工精度与表面质量分析,典型零件的加工工艺分析,装配工艺基础理论及提高装配精度的方法,机械加工现代工艺技术简介等内容。为了加深对知识点的理解,每章后附有习题与思考题。

本书可供高职高专、技师学校的机械制造、机电一体化、模具等机电类专业使用,也可供普通工科院校师生及相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造工艺学基础/孙居彦主编. —北京:北京大学出版社,2010.8
(全国高职高专应用型规划教材·机械机电类)
ISBN 978-7-301-17270-4

I. ①机… II. ①孙… III. ①机械制造工艺—高等学校:高等学校—教材
IV. ①TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 101639 号

书 名:机械制造工艺学基础

著作责任者:孙居彦 主编

策 划 编 辑:傅 莉

责 任 编 辑:傅 莉

标 准 书 号:ISBN 978-7-301-17270-4/TH·0194

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:zyjy@pup.cn

印 刷 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销 者:新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 13.5 印张 328 千字

2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

定 价:27.00 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

前 言

机械制造工艺学基础是机械制造类、机电一体化专业的主要专业课。编写本书时,编者参阅了大量的同类课程不同版本的书籍,吸取了其中的精华部分,借鉴了机械工业发展的新技术成果,充实了本书的内容,使本书结构更加合理,理论更加完整。

本书根据职业教育的特点,针对高职高专学生的培养目标,以提高学生的实践能力为根本,结合学生的就业去向及职业性质,对教材中理论知识的广度和深度进行了合理的整合,增加了生产使用知识的比例,减少了较深的理论分析和复杂的公式推导。

本书内容主要包括机械制造工艺过程中的工件定位装夹、机械制造工艺基本理论、典型零件加工及现代制造技术四部分。工件的定位与装夹主要介绍了定位与装夹的基本原理,为后续的机械制造工艺理论论述做理论铺垫;在基本理论的论述中,本书注重建立基本概念和原理的具体应用,为培养学生从事产品工艺设计的初步能力,加强了产品加工精度分析及装配工艺的基础知识,编者从保证产品质量出发,紧紧围绕质量、生产率、成本三者的辩证关系分析工艺问题;在典型零件加工工艺中,编者注重工艺分析和能力的培养,因而本书既适合“机械制造”专业理论的教学,又适合“机械制造”专业操作技能的教学;现代机械制造技术反映了国内外机械制造行业的发展动向和发展水平,以扩大视野、开阔思路为目的。

本书共7章,每章后附有习题与思考题,以方便学生复习该章内容。

在编写过程中,编者结合近二十年的第一线技术工作实践经验,在保证提高学生基本技能的情况下,竭力维持机械制造工艺理论的完整性,而不是将几门专业课进行内容删减的简单叠加。有了完整的理论基础,学生在未来才会有更大的提升空间。

由于编者水平有限,加之时间紧迫,书中错误在所难免,恳请读者批评指正。

编 者
2010年6月

目 录

前言	(1)
第1章 机床夹具基础知识	(1)
1.1 概述	(1)
1.1.1 机床夹具的分类	(1)
1.1.2 机床夹具的组成	(2)
1.1.3 机床夹具的作用	(2)
1.2 夹具的定位原理和定位方式	(3)
1.2.1 六点定位原理	(3)
1.2.2 定位方式	(4)
1.3 工件在夹具中的定位	(7)
1.3.1 基准的概念及分类	(7)
1.3.2 平面定位及其定位元件	(8)
1.3.3 工件以内孔定位及其定位元件	(11)
1.3.4 工件以外圆柱面定位及定位元件	(13)
1.4 机床夹具的夹紧装置及其应用	(16)
1.4.1 夹紧装置的组成及基本要求	(16)
1.4.2 夹紧力的确定	(16)
1.4.3 典型夹紧机构	(18)
习题与思考题	(22)
第2章 机械加工工艺规程的制定	(24)
2.1 机械加工工艺规程的基本概念	(24)
2.1.1 生产过程和工艺过程	(24)
2.1.2 机械加工工艺过程的组成	(24)
2.1.3 生产纲领与生产类型	(27)
2.2 机械加工工艺规程的制定	(29)
2.2.1 工艺规程的内容、作用与格式	(29)
2.2.2 制定工艺规程的原则、原始资料及步骤	(31)
2.3 零件的结构工艺性分析	(32)
2.3.1 零件的结构工艺性	(32)
2.3.2 零件要素及整体结构的工艺性	(33)
2.4 毛坯的选择	(35)

2.4.1 常用毛坯的类型及特点	(35)
2.4.2 毛坯选择的原则	(36)
2.5 定位基准的选择	(38)
2.5.1 粗基准的选择	(38)
2.5.2 精基准的选择	(39)
2.6 工艺路线的拟定	(40)
2.6.1 表面加工方法的选择	(40)
2.6.2 加工顺序的确定	(43)
2.6.3 加工顺序的安排	(44)
2.6.4 工序集中与工序分散	(46)
2.6.5 机床、工艺装备的选择	(46)
2.7 工序的拟定	(47)
2.7.1 加工余量的确定	(47)
2.7.2 切削用量的确定	(50)
2.7.3 时间定额的制定	(52)
2.8 工序尺寸及公差确定	(53)
2.8.1 工艺尺寸链的组成与建立	(53)
2.8.2 工序尺寸及其公差确定	(56)
2.9 提高劳动生产率的基本途径	(59)
习题与思考题	(62)
第3章 机械加工精度	(65)
3.1 概述	(65)
3.1.1 机械加工精度与加工误差	(65)
3.1.2 影响加工精度的原始误差	(65)
3.1.3 误差敏感方向	(65)
3.2 工艺系统的制造及磨损误差	(66)
3.2.1 加工原理误差	(66)
3.2.2 机床的几何误差	(66)
3.2.3 工艺系统的其他制造及磨损误差	(71)
3.3 工艺系统的变形对加工精度的影响	(71)
3.3.1 工艺系统的受力变形	(71)
3.3.2 工艺系统的热变形	(77)
3.3.3 残余应力引起的变形	(80)
3.4 加工误差的综合分析	(82)
3.4.1 加工误差的分类	(82)
3.4.2 不同性质误差的解决途径	(82)
3.4.3 用统计法分析加工误差	(83)
3.5 保证和提高加工精度的途径	(92)

3.5.1 直接消除或减少原始误差的方法	(92)
3.5.2 误差补偿或误差抵消法	(93)
3.5.3 误差分组法	(94)
3.5.4 变形转移和误差转移的方法	(94)
3.5.5 “就地加工”达到最终精度	(95)
3.5.6 均化原始误差法	(95)
习题与思考题	(95)
第4章 机械加工表面质量	(97)
4.1 机械加工表面质量及其对产品性能的影响	(97)
4.1.1 机械加工表面质量的概念	(97)
4.1.2 表面质量对产品使用性能的影响	(98)
4.2 影响表面粗糙度的因素及控制措施	(100)
4.2.1 切削加工时影响表面粗糙度的因素及措施	(101)
4.2.2 磨削加工时影响表面粗糙度的因素及措施	(102)
4.3 影响表面层物理力学性能的因素及控制	(103)
4.3.1 加工表面的冷作硬化	(103)
4.3.2 表面层金相组织变化与磨削烧伤	(103)
4.3.3 加工表面残余应力	(106)
4.4 工艺系统的振动	(107)
4.4.1 机械加工中的强迫振动	(107)
4.4.2 机械加工中的自激振动	(108)
习题与思考题	(110)
第5章 典型零件的加工工艺	(111)
5.1 轴类零件的加工	(111)
5.1.1 概述	(111)
5.1.2 轴类零件的装夹	(112)
5.1.3 高精度磨床主轴零件的加工	(115)
5.1.4 高精度丝杠的加工	(119)
5.2 套筒零件的加工	(125)
5.2.1 概述	(125)
5.2.2 套筒类零件加工工艺过程	(126)
5.2.3 保证套筒表面位置精度的方法	(129)
5.3 箱体零件加工	(130)
5.3.1 概述	(130)
5.3.2 箱体类零件加工工艺特点	(134)
5.3.3 箱体的孔系加工	(137)
5.3.4 箱体类零件加工工艺过程编制实例	(142)
5.3.5 箱体零件的高效自动化加工	(145)

5.4 圆柱齿轮加工	(145)
5.4.1 概述	(145)
5.4.2 圆柱齿轮的加工工艺过程	(149)
5.4.3 圆柱齿轮加工工艺分析	(151)
习题与思考题	(154)
第6章 机械装配工艺基础	(156)
6.1 概述	(156)
6.1.1 装配的概念	(156)
6.1.2 装配工作的基本内容	(157)
6.1.3 装配精度	(158)
6.1.4 装配的组织形式	(160)
6.2 装配尺寸链	(161)
6.2.1 装配尺寸链的基本概念及其特征	(161)
6.2.2 装配尺寸链的计算	(163)
6.3 保证装配精度的方法	(164)
6.3.1 互换法	(164)
6.3.2 选择装配法	(168)
6.3.3 修配法	(170)
6.3.4 调整装配法	(172)
6.4 装配工艺规程的制定	(176)
6.4.1 装配工艺规程的制定原则	(176)
6.4.2 制定装配工艺规程所需的原始资料	(176)
6.4.3 制定装配工艺规程的步骤	(177)
习题与思考题	(180)
第7章 机械加工现代工艺技术简介	(181)
7.1 概述	(181)
7.1.1 现代制造技术的发展	(181)
7.1.2 现代制造技术的分类	(182)
7.2 成组技术	(183)
7.2.1 概述	(183)
7.2.2 成组加工工艺的拟定	(184)
7.2.3 成组技术的生产组织形式	(190)
7.3 计算机辅助工艺规程设计	(191)
7.4 现代集成制造系统的新生产模式	(194)
7.4.1 计算机集成制造系统	(194)
7.4.2 柔性制造系统	(195)
7.4.3 并行工程	(197)
7.4.4 虚拟制造	(198)

7.4.5 敏捷制造模式	(200)
7.4.6 绿色制造	(201)
7.4.7 精益生产	(202)
7.4.8 智能制造	(202)
习题与思考题	(203)
参考文献	(205)

第 1 章 机床夹具基础知识

1.1 概 述

夹具是在机械制造过程中，用来固定加工对象，使之占据正确加工位置的工艺装备，它广泛应用于机械制造过程的切削加工、热处理、装配、焊接和检验等工艺过程中。

在各种金属切削机床上用于装夹工件的工艺装备称为机床夹具，如车床上使用的三爪自定心卡盘、四爪卡盘，铣床上使用的平口虎钳等。在现代生产中，机床夹具是一种不可缺少的工艺装备，它直接影响着工件的加工精度、劳动生产率和制造成本等。

机床夹具对工件进行装夹包含两层含义：一是使同一工序中一批工件都能在夹具中占据正确的位置，称为定位；二是使工件在加工过程中保持已经占据的正确位置不变，称为夹紧。

1.1.1 机床夹具的分类

根据夹具的通用特性，目前常用机床夹具可分为通用夹具、专用夹具、可调夹具、组合夹具和自动线夹具五大类。

(1) 通用夹具。通用夹具是指结构、尺寸已标准化，而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、中心架和电磁吸盘等。这类夹具的特点是加工精度不是很高，生产率较低，可以装夹一定尺寸范围内的多种工件，使用范围广。主要用于单件小批量生产。

(2) 专用夹具。专用夹具是根据零件的某一道工序的加工要求而专门设计和制造的夹具。其特点是针对性强，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，可获得较高的生产率和加工精度。但专用夹具的设计周期较长，投资较大，当产品变更时，夹具将无法再使用而报废。

(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，加工形状相似、尺寸相近的多种工件时，只需更换或调整夹具上的个别元件或部件便可使用。它一般又可分为通用可调夹具和成组夹具两种。前者的通用范围更广一些；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专用夹具，由一套预先制造好的具有较高精度和耐磨性的标准元件和部件组装而成。标准元件和部件，具有完全互换性，可以随时组装和拆卸，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。

(5) 自动线夹具。自动线夹具是指在自动线上使用的夹具。自动线夹具一般分为两种：一种为固定式夹具，它与专用夹具相似；另一种为随行夹具，使用中夹具随着工件

一起运动，并将工件沿着自动线从一个工位移至下一个工位进行不同工序的加工。

1.1.2 机床夹具的组成

虽然各类机床夹具结构不同，但从组成元件的功能来看，可以分成定位元件、夹紧装置、夹具体、其他装置等四部分。

(1) 定位元件。定位元件用以确定工件在夹具中的正确位置，其定位精度直接影响工件的加工精度。

(2) 夹紧装置。夹紧装置用以确保工件在加工过程中不因受外力作用而破坏其已占据的正确位置。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，设计时应注意选择。

(3) 夹具体。夹具体是用于连接夹具各组成部分，使之成为一个整体的基础件。常用的夹具体包括铸件结构、焊接结构、组装结构和锻造结构，形状有回转体形和底座形等。

(4) 其他装置。

对刀或导向元件：用于确定、引导刀具相对于定位元件的正确位置的元件。

连接元件：是指用于保证夹具与机床间相互位置的元件。如车床夹具上的过渡盘、铣床夹具上的定位键都是连接元件。

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

1.1.3 机床夹具的作用

机床夹具的作用主要有如下几点。

(1) 保证加工精度。用夹具装夹工件时，工件相对于刀具及机床的位置精度由夹具保证，不受工人技术水平的影响，使一批工件的加工精度趋于一致。

(2) 提高生产率。用夹具来装夹工件方便、快速，工件不需要划线找正，可显著减少辅助时间，提高生产率。

(3) 降低生产成本。在批量生产中使用夹具后，可使用技术等级较低的工人，废品率下降，时间定额减少，可明显地降低生产成本。

(4) 改善工人的劳动条件。机床夹具装夹工件方便、省力、安全，能减轻工人的劳动强度，保证安全生产。

(5) 扩大机床的使用范围。有些机床夹具实质上是对机床进行了部分改造，扩大了原机床的功能和使用范围。如在车床床鞍上安装镗模夹具，通过夹具使工件的内孔与车床主轴同轴，镗杆右端由尾座支承。左端用三爪自定心卡盘带动旋转，就可以对零件进行孔加工，如图 1-1 所示。

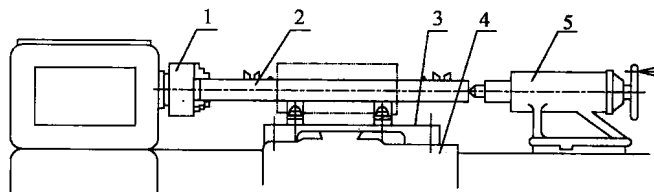


图 1-1 在车床上镗孔示意图

1—三爪自定心卡盘；2—镗杆；3—夹具；4—床鞍；5—尾座



1.2 夹具的定位原理和定位方式

1.2.1 六点定位原理

1. 工件的自由度

如图1-2所示,在空间直角坐标系中,工件可沿 x 、 y 、 z 轴移动至不同位置,也可绕着 x 、 y 、 z 轴转动至不同位置,这种工件位置的不确定性,通常称为自由度,任何一个尚未确定位置的物体在三维空间中都有六个自由度。沿 x 、 y 、 z 轴方向移动的自由度,用 $\vec{x}$ 、 $\vec{y}$ 、 $\vec{z}$ 表示。绕 x 、 y 、 z 轴线方向转动的自由度,用 $\vec{\alpha}$ 、 $\vec{\beta}$ 、 $\vec{\gamma}$ 表示。要使工件在夹具中正确定位,必须限制或约束工件的这些自由度。

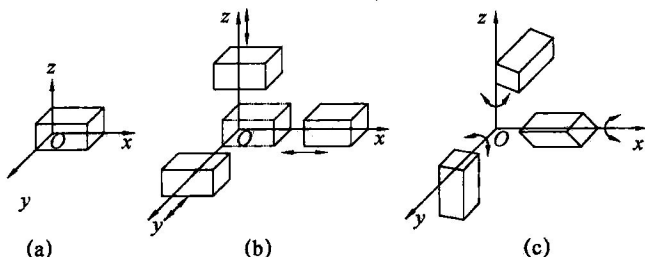


图1-2 工件的6个自由度

2. 六点定位原理

工件定位的实质就是通过限制工件的自由度实现定位。用合理分布的6个支承点,限制工件的部分或全部6个自由度,使工件在夹具中的位置完全确定,这就是“六点定位规则”,简称“六点定则”。

工件的形状及加工要求不同,6个支承点的分布形式不同。如图1-3(a)所示为六面体类工件的六点定位情况。工件底面A安放在不处于同一直线上的3个支承点上,限制了工件的3个自由度($\vec{z}$ 、 $\vec{x}$ 、 $\vec{y}$),侧平面B靠在两个支承点上,限制了工件的两个自由度($\vec{x}$ 、 $\vec{z}$),侧平面C与一个支承接触,限制了一个自由度($\vec{y}$),这样工件的6个自由度均被限制,工件在夹具中的位置就完全确定。

图1-3(b)为盘类工件的六点定位。底面用3个支承点限制3个自由度($\vec{z}$ 、 $\vec{x}$ 、 $\vec{y}$);圆周表面用两个支承点限制两个自由度($\vec{x}$ 、 $\vec{y}$);槽的侧面用一个支承点限制一个自由度($\vec{z}$)。这样工件的位置被完全确定。

图1-3(c)为轴类工件的六点定位。由图可见,工件的位置被完全确定。

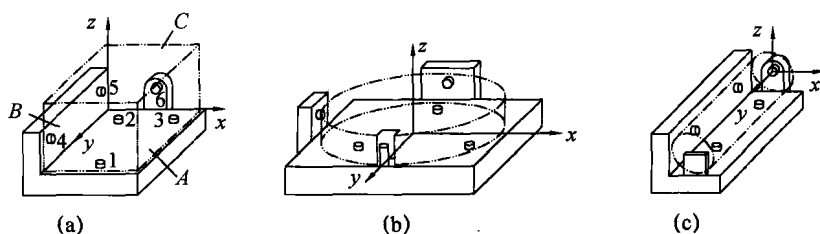


图 1-3 工件的六点定位

1.2.2 定位方式

(1) 完全定位。用 6 个支承点限制了工件的全部自由度，称为完全定位。如图 1-3 (a)、(b) 所示都是完全定位的情况。

(2) 不完全定位。只部分限制工件几个方向的自由度，而能满足工件的工序加工要求，称为不完全定位。这种情况在生产中应用很多，如工件装夹在电磁吸盘上磨削平面只需限制 3 个自由度，又如用三爪卡盘装夹工件车外圆，沿工件轴线方向的移动和转动不需要限制，只需要限制 4 个自由度。

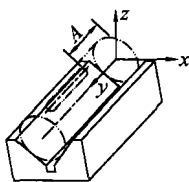


图 1-4 工件的欠定位

(3) 欠定位。按照加工要求应限制的自由度没有被全部限制的定位，称为欠定位。在满足加工要求的前提下，采用不完全定位是允许的，但是欠定位是决不允许的。如图 1-4 所示，工件上铣槽时，若 y 轴方向自由度不进行限制，则键槽沿工件轴线方向的尺寸 A 就无法保证。

一般来说，用精度较低的毛坯表面作定位表面时，不允许出现过定位；用已加工过的表面或精度较高的毛坯表面作为定位表面时，为了提高工件定位的稳定性和刚度，在一定的条件下，允许采用过定位。

(4) 过定位（重复定位）。工件在定位时，同一个自由度被两个或两个以上支承点限制，即同一个自由度受到重复限制，这种定位称为过定位。过定位容易造成工件装夹困难，产生定位误差，影响加工质量。一般来说，用精度较低的毛坯表面作定位表面时，不允许出现过定位；用已加工过的表面或精度较高的毛坯表面作为定位表面时，为了提高工件定位的稳定性和刚度，在一定的条件下，允许采用过定位。所以，过定位是否允许，视具体情况而定。下面对 6 个具体的定位例子做简要分析。

如图 1-5 (a) 所示为利用工件底面及两销孔定位，采用的定位元件是一个平面和两个短圆柱销。平面限制 $\vec{z}$ 、 $\vec{x}$ 和 $\vec{y}$ 这 3 个自由度，短圆柱销 1 限制 $\vec{x}$ 和 $\vec{y}$ 两个自由度，短圆柱销 2 限制 $\vec{y}$ 和 $\vec{z}$ 两个自由度，于是 y 方向的自由度被重复限制，产生了过定位。在这种情况下，会因为工件的孔心距误差以及两定位销之间的中心距误差使得两定位销无法同时进入工件孔内。为了解决这一过定位问题，通常是将两圆柱销之一定位在干涉方向，即 y 方向削边，做成菱形销，如图 1-5 (b) 所示，使它不限制 y 方向的自由度，从而消除 y 方向的定位干涉问题。

如图 1-5 (c) 所示为孔与端面组合定位的情况，其中，长销的大端面可以限制 $\vec{y}$ 、 $\vec{x}$ 、 $\vec{z}$ 这 3 个自由度，长销可限制 $\vec{x}$ 、 $\vec{z}$ 和 $\vec{x}$ 、 $\vec{z}$ 这 4 个自由度。显然 $\vec{x}$ 、 $\vec{z}$ 自由度被重复限



制,出现了两个自由度过定位。在这种情况下,若工件端面和孔的轴线不垂直,或销的轴线与销的大端面有垂直度误差,则在轴向夹紧力作用下,将使工件与长销产生变形。采取措施,通常用小平面与长销组合定位[如图1-5(d)所示],也可以用大平面与短销组合定位[如图1-5(e)所示],还可以用球面垫圈与长销组合定位[如图1-5(f)所示]来避免这种情况。

在设计夹具时,是否允许过定位,应根据工件的不同情况进行分析。如加工一长方体零件,当铣削工件的上表面时,以工件底面为定位基准,放置在3个支承钉上,此时限制了工件的3个自由度,属于不完全定位。若将工件放置在4个支承钉上,就会造成过定位。

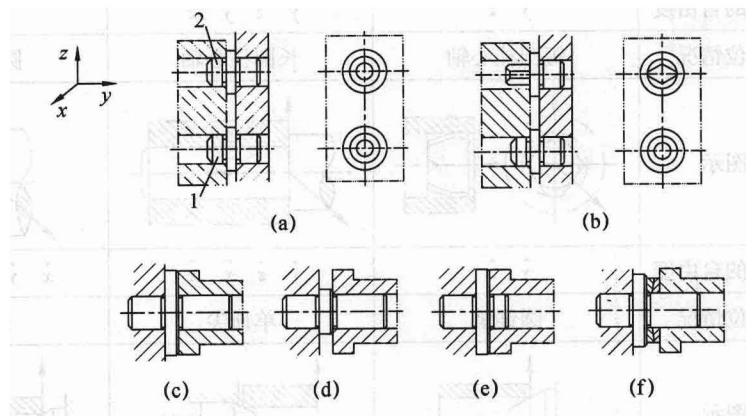


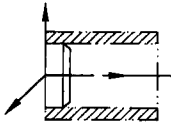
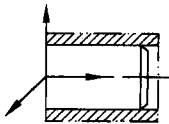
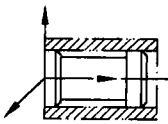
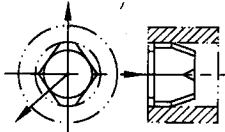
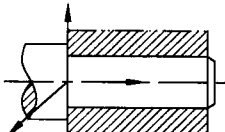
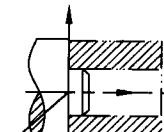
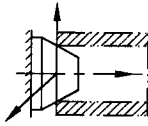
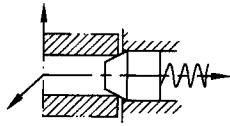
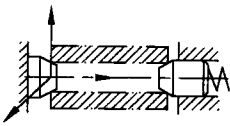
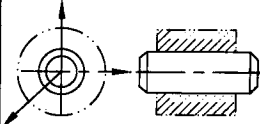
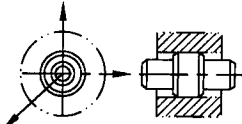
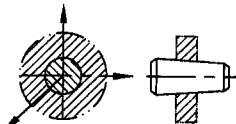
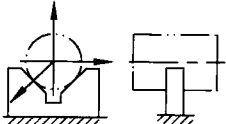
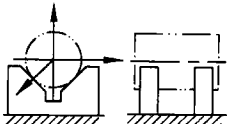
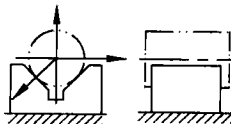
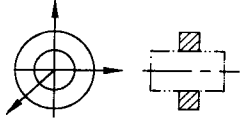
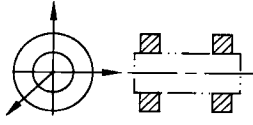
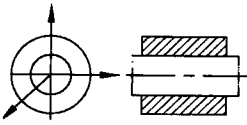
图1-5 过定位与避免措施

实际生产应用中,过定位并不是必须完全避免的,有时因为要加强工件刚性或者特殊原因,必须使用相当于比6个支承点多的定位元件。常见的定位元件限制的自由度参见表1-1。

表1-1 定位元件限制的自由度

定位面	夹具的定位元件				
	定位情况	一个支承钉	两个支承钉	三个支承钉	
工件的平面	支承钉	图示			
		限制的自由度	$\vec{y} \quad \vec{z}$	$\vec{z} \quad \vec{x} \quad \vec{y}$	
	支承板	定位情况	一块条形支承板	两块条形支承板	矩形支承平板
		图示			
		限制的自由度	$\vec{x} \quad \vec{z}$	$\vec{z} \quad \vec{x} \quad \vec{y}$	$\vec{z} \quad \vec{x} \quad \vec{y}$

(续表)

定位面		夹具的定位元件			
工件的内孔	柱销	定位情况	短圆柱销	长圆柱销	菱形销
		图示			
		限制的自由度	$\vec{y} \quad \vec{z}$	$\vec{y} \quad \vec{z} \quad \vec{y} \quad \vec{z}$	$\vec{z}$
	心轴	定位情况	短圆柱心轴	长圆柱心轴	圆锥心轴
		图示			
		限制的自由度	$\vec{y} \quad \vec{z}$	$\vec{y} \quad \vec{z} \quad \vec{y} \quad \vec{z}$	$\vec{x} \quad \vec{y} \quad \vec{z} \quad \vec{y} \quad \vec{z}$
圆锥销	定位情况	圆锥销	单顶尖	双顶尖	
	图示				
	限制的自由度	$\vec{x} \quad \vec{y} \quad \vec{z}$	$\vec{x} \quad \vec{y} \quad \vec{z}$	$\vec{x} \quad \vec{y} \quad \vec{z} \quad \vec{y} \quad \vec{z}$	
工件的外圆柱面	V形块	定位情况	短V形块	长V形块	
		图示			
		限制的自由度	$\vec{y} \quad \vec{z}$	$\vec{y} \quad \vec{z} \quad \vec{y} \quad \vec{z}$	
	圆套	定位情况	短圆套	长圆套	
		图示			
		限制的自由度	$\vec{y} \quad \vec{z}$	$\vec{y} \quad \vec{z} \quad \vec{y} \quad \vec{z}$	
	锥套	定位情况	单圆锥套	双圆锥套	
		图示			
		限制的自由度	$\vec{x} \quad \vec{y} \quad \vec{z}$	$\vec{x} \quad \vec{y} \quad \vec{z} \quad \vec{y} \quad \vec{z}$	



(续表)

定位面	夹具的定位元件			
	定位情况			
工件的一面两孔	图示			
	限制的自由度	$\vec{x} \quad \vec{y} \quad \vec{z} \quad \vec{\bar{x}} \quad \vec{\bar{y}} \quad \vec{\bar{z}}$		

1.3 工件在夹具中的定位

1.3.1 基准的概念及分类

基准是用来确定生产对象上几何要素间的几何关系所依据的那些点、线、面。根据作用的不同,基准可分为设计基准和工艺基准两大类,前者用在产品的设计图纸上,后者用在工艺过程中。

1. 设计基准

设计基准是设计图样上,根据零件在装配结构中的装配关系、零件本身结构要素之间的相互位置关系、工作条件、性能、工作要求,并适当考虑加工工艺性而确定的基准位置。由产品设计人员确定。如图1-6所示的轴套零件,端面B和C的位置根据端面A确定,所以端面A就是端面B和C的设计基准;外圆 $\phi 30h6$ mm的设计基准是内孔轴线D。

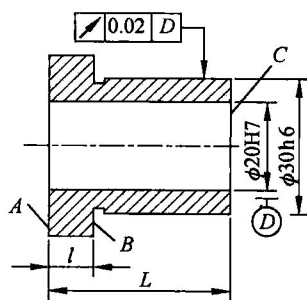


图1-6 轴套零件

2. 工艺基准

零件在加工工艺过程中所采用的基准,称为工艺基准。工艺基准由工艺人员确定。

工艺基准根据作用的不同,可分为工序基准、定位基准、测量基准和装配基准,现分别说明如下。

(1) 工序基准。工序基准指的是在工序图上用来确定本工序所加工表面加工后的尺寸、形状位置的基准,即工序图上的基准。

图1-7为钻孔的工序简图,本工序是钻 D_1 孔,保证工序尺寸H和L则本工序的工序基准分别为孔 D_2 的轴心线和端面C。

(2) 定位基准。定位基准是在加工过程中用以确定工件在机床或夹具上的正确位置的基准，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、对称面的中心线称为定位基准。定位基准还可进一步分为粗基准、精基准和辅助基准。

如图 1-7 所示，工件钻孔时装夹在钻模中，端面 A 与夹具的平面相接触，内孔 D_2 与短圆柱销相接触，从而实现了定位，故端面 A 和 D_2 的轴心线为本工序的定位基准。一般的说为了提高 D_1 孔的加工精度， D_2 中心孔和零件底面 A 都经过加工，所以是精基准。

(3) 测量基准。在加工中或加工后用来测量工件的形状、位置和尺寸误差所采用的基准，称为测量基准。如图 1-8 所示，表示了对 $C + D/2$ 的工序基准、定位基准和测量基准。

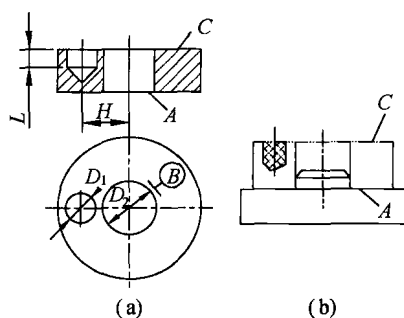


图 1-7 钻孔的工序简图

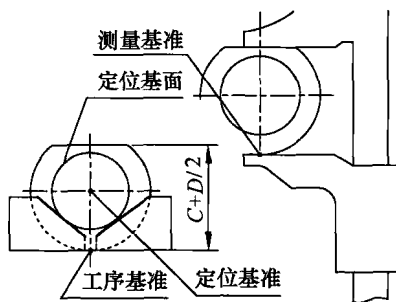


图 1-8 工序基准、定位基准和测量基准

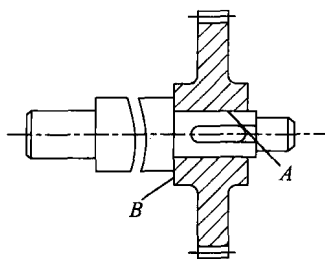


图 1-9 装配基准

(4) 装配基准。在机器装配时，用来确定零件或部件在产品中的相对位置的基准，称为装配基准。

如图 1-9 所示，齿轮以内孔和端面确定安装在轴上的位置，故齿轮内孔轴线 A 和端面 B 是齿轮的装配基准（轴套的内孔、主轴的轴颈、箱体零件的底面等都是装配基准）。

1.3.2 平面定位及其定位元件

平面定位的主要形式是支承定位。夹具上常用的定位元件，根据其是否起限制自由度作用、能否调整等情况分为：固定支承、可调支承、自位支承（浮动支承）和辅助支承等。除辅助支承外，其余均对工件起定位作用。

(1) 固定支承。固定支承有支承钉和支承板。支承钉结构如图 1-10 (a) 所示，A 型平头支承钉与工件接触面积大，不易磨损，适用于已加工表面——精基准的定位；当定位基准面是粗基准时，应采用 B 型球头支承钉，使其与粗糙平面接触良好；C 型齿纹头支承钉，因其摩擦系数较大，可防止工件受力后滑动，所以常用于侧面定位。

支承板如图 1-10 (b) 所示。A 型光面支承板，结构简单，便于制造。但沉头螺钉处的积屑不易清除，宜作侧面或顶面定位；B 型带斜槽支承板，因易于清除切屑和容纳切