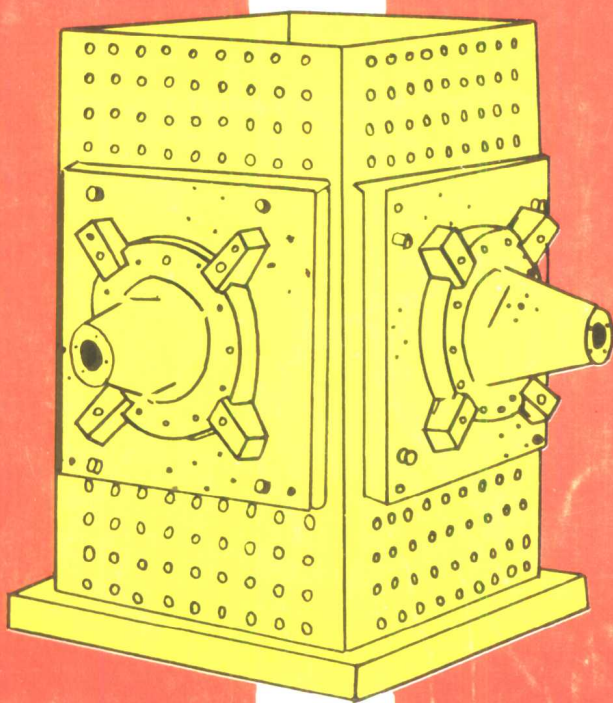


机床夹具设计



龚定安
赵孝昶
高 化

西安交通大学出版社

机 床 夹 具 设 计

龚定安 赵孝昶 高 化

西安交通大学出版社

内 容 简 介

本书内容包括:机床夹具设计概述,定位方案设计计算,夹紧装置设计计算,分度装置设计,典型机床夹具,夹具设计方法,现代机床夹具,例题、思考题和习题等共八章。

本书结合多年教学实践经验,尤其是近十年来课程改革实践的体会进行编写。全书贯穿夹具结构设计的主线,并对夹具定位分析、定位误差产生原因、两孔定位时定位误差的分析计算、夹紧装置设计的基本问题、夹具总体设计中调刀尺寸的标注方法等方面,提出了一些新的见解。为帮助理解与掌握内容,对夹具基本组成部分和夹具总体的设计,都附有详细的设计计算实例。

第八章为习题与思考题,其中也穿插了例题。针对教材中的重点内容,初学者易混淆的概念和解题的难点,有重点地进行详细分析讨论,因此它也是自学夹具设计的辅导读物。

本书除作为高等院校机制专业和机械设计与制造专业的教学用书外,还可作为高等教育自学考试机制专业的自学教材和其它大专院校有关专业的教学参考用书,也可供从事夹具设计的技术人员参阅。

(陕)新登字 007 号

机 床 夹 具 设 计

龚定安 赵孝和 高 化

责任编辑 潘瑞麟

*

西安交通大学出版社出版发行

(西安市咸宁西路 28 号 邮政编码:710049 电话:(029)2668316)

西北工业大学印刷厂印装

各地新华书店经销

*

开本:787mm×1 092mm 1/16 印张:17.25 插页:1 字数:420 千字

1992 年 3 月第 1 版 2000 年 7 月第 6 次印刷

印数:25 501~28 000

ISBN 7-5605-0455-8/TH·23 定价:20.00 元

若发现本社图书有倒页、白页、少页及影响阅读的质量问题,请去当地销售部门调换或与我社发行科联系调换。发行科电话:(029)2668357,2667874

前 言

《机床夹具设计》是机械制造工艺及设备专业的专业课教材。本书根据目前实行的教学计划和教学大纲,结合多年的教学实践经验,特别是近十年来进行专业课程课程改革的体会而编写的。

全书共分八章,第一至七章是基本教学内容。第一章机床夹具概述,对机床夹具作一概括的介绍,重点通过对机床夹具如何保证加工要求的分析阐述机床夹具的基本工作原理,这是以后分析夹具工作精度的基础。第二至四章是夹具基本组成部分的设计计算,它是夹具总体设计的基础。为了帮助读者掌握其基本设计原理和方法,附有有关设计计算实例。第五、六章介绍各类机床夹具的特点和夹具总体设计方法,并附有夹具设计全过程的实例。它是整个机床夹具设计的归纳与总结,为进行工装设计实践打下理论基础。第七章通过现代机床夹具的介绍阐明现代机床夹具的发展方向。

为了复习与巩固课堂教学内容,特编写了以例题、思考题和习题为主的第八章。该章通过典型实例的分析研究,思考题的启发和习题的训练,培养学生独立思考和分析问题、解决问题的能力,并针对教材中的重点内容和初学者易混淆的概念及解题的难点,重点进行了分析讨论。它也是自学夹具设计的辅导。因此本书也可作为高等教育机制专自学考试的教材。

本书着重于对学生掌握夹具设计能力的培养,突出基本教学内容,精简篇幅。第一至七章基本教材的总字数(不计插图篇幅)共约15余万字。完全符合34学时左右的教学需要。

本书在夹具定位分析、定位误差产生原因、两孔定位时定位误差的分析计算、夹紧装置设计的基本问题和夹具总体设计中调刀尺寸的标注方法等方面,都有一些新的见解,相信这对夹具设计理论的发展,将会起到有益的影响。

本书由龚定安(第一、二、三、四、七、八章)、赵孝昶(第五章)和高化(第六、八章)编写,并由龚定安负责统稿。南京市机械研究所正高级工程师袁相瑾任主审。

感谢西北工业大学荆长生副教授、陕西机械学院李俊山副教授、西北建筑工程学院张楷副教授和西安工业学院宋德谦副教授对本书第八章的初稿提出许多宝贵的意见。

教学实践经验的累积是一个长期的过程,作者应向曾在西安交通大学机制教研室(包括1958年以前上海交通大学机械制造工艺教研室)从事过机床夹具设计教学工作的全体同志们表示感谢,他们为本课程的教学实践提供了宝贵的经验。由于人数众多,这里恕不一一列出姓名了。

感谢我校出版社和印刷厂的同志们为本书的出版付出了辛勤的劳动。

由于作者水平所限,书中有不足与错误之处,恳请读者批评指正。

作者于西安交通大学

1991年7月

目 录

第一章 机床夹具设计概述

- 1.1 工件的装夹方法 (1)
- 1.2 机床夹具的工作原理和在机械加工过程中的作用 (2)
 - 1.2.1 夹具的主要工作原理 (2)
 - 1.2.2 夹具的作用 (4)
- 1.3 夹具的分类与组成 (4)
 - 1.3.1 夹具的分类 (4)
 - 1.3.2 夹具的组成 (6)
- 1.4 学习本书应注意的几个问题 (7)

第二章 定位方案的设计计算

- 2.1 概述 (8)
- 2.2 工件定位基本原理 (8)
 - 2.2.1 工件定位基本原理 (8)
 - 2.2.2 工件在夹具中定位的几种情况 (11)
- 2.3 定位单个典型表面的定位元件 (13)
 - 2.3.1 定位平面的定位元件 (13)
 - 2.3.2 定位圆孔的定位元件 (15)
 - 2.3.3 定位外圆的定位元件 (18)
 - 2.3.4 定位圆锥孔的定位元件 (21)
- 2.4 组合定位分析 (21)
 - 2.4.1 组合定位分析要点 (21)
 - 2.4.2 组合定位时重复定位现象的消除方法 (23)
 - 2.4.3 两孔定位的设计计算 (24)
- 2.5 辅助支承 (29)
- 2.6 定位误差的分析计算 (30)
 - 2.6.1 概述 (30)
 - 2.6.2 定位误差及其产生原因 (33)
 - 2.6.3 分析计算定位误差时应注意的问题 (35)
 - 2.6.4 定位单个典型表面时定位误差的分析计算 (35)
 - 2.6.5 组合定位时定位误差的分析计算 (46)
 - 2.6.6 两孔定位时定位误差的分析计算 (49)
 - 2.6.7 基准是组合基准时其它组合定位方式的定位误差分析计算 (53)
- 2.7 定位方案设计计算示例 (54)

第三章 夹紧装置的设计计算

- 3.1 夹紧装置的组成 (58)
- 3.2 夹紧装置设计的基本问题 (58)

3.2.1	准确施加夹紧力	(58)
3.2.2	保证一定的夹紧行程	(66)
3.2.3	设计夹紧装置时需要解决的其它主要问题	(67)
3.3	基本夹紧机构的设计计算	(68)
3.3.1	斜楔夹紧机构	(68)
3.3.2	螺旋夹紧机构	(69)
3.3.3	圆偏心夹紧机构	(75)
3.3.4	杠杆铰链夹紧机构	(81)
3.4	联动夹紧机构	(85)
3.4.1	单件联动夹紧机构	(85)
3.4.2	多件联动夹紧机构	(86)
3.5	对中或定心夹紧机构	(87)
3.5.1	对中或定心夹紧元件作等速移动	(88)
3.5.2	对中或定心夹紧元件作均匀弹性变形实现微量的等速位移	(88)
3.6	机动夹紧的夹紧力源装置	(96)
3.6.1	气动夹紧力源装置	(96)
3.6.2	液压夹紧力源装置	(100)
3.6.3	气液增压夹紧力源装置	(101)
3.6.4	真空夹紧力源装置	(102)
3.7	夹紧装置的设计计算实例	(104)
第四章 分度装置设计		
4.1	圆分度装置结构形式的选择	(107)
4.2	对定装置结构的设计	(109)
4.3	分度装置的锁紧机构	(111)
4.4	分度运动的传动与操纵机构	(114)
4.5	分度误差的分析计算	(116)
4.6	多齿分度台	(117)
4.6.1	多齿分度台的结构	(117)
4.6.2	多齿分度台的特点	(118)
4.6.3	弹性多齿分度台	(119)
4.6.4	钢球盘分度台	(120)
第五章 典型机床夹具		
5.1	车床夹具和圆磨床夹具	(121)
5.1.1	几种常见的典型夹具	(121)
5.1.2	车床和圆磨床夹具设计要点	(126)
5.2	钻床夹具(钻模)	(129)
5.2.1	钻模的结构型式及其应用	(129)
5.2.2	钻模结构设计要点	(132)
5.3	镗床夹具(镗模)	(139)

5.3.1	镗模的组成	(139)
5.3.2	镗套	(140)
5.3.3	镗杆	(145)
5.3.4	引刀的措施	(148)
5.3.5	工件抬起(或偏移)机构的设计	(148)
5.3.6	镗模支架和镗模底座的设计	(149)
5.4	铣床夹具	(150)
5.4.1	铣床夹具的类型	(150)
5.4.2	铣床夹具设计要点	(153)
第六章 夹具的设计方法		
6.1	夹具的设计方法和步骤	(156)
6.1.1	夹具的生产过程和基本要求	(156)
6.1.2	夹具设计的步骤	(156)
6.2	夹具总图上尺寸、公差与配合和技术条件的标注	(157)
6.2.1	夹具总图上应标注的五类尺寸	(157)
6.2.2	夹具总图上应标注的四类技术条件	(159)
6.2.3	五类尺寸和四类技术条件的分类	(159)
6.2.4	夹具调刀尺寸的标注	(161)
6.3	夹具体的设计	(168)
6.3.1	夹具体毛坯的制造方法	(168)
6.3.2	夹具体的基本要求	(169)
6.4	夹具设计实例	(170)
6.4.1	明确设计任务,收集原始资料	(170)
6.4.2	确定夹具结构方案	(171)
6.4.3	绘制夹具总图	(176)
6.4.4	标注总图上的尺寸、公差与配合和技术条件	(177)
6.4.5	夹具工作精度的分析计算	(177)
6.5	夹具的制造特点和工艺性	(179)
6.5.1	测量(检验)工艺性	(179)
6.5.2	装配工艺性	(181)
6.5.3	维修工艺性	(183)
6.5.4	制造工艺性	(183)
6.5.5	夹具设计中的其它工艺性问题	(183)
第七章 现代机床夹具		
7.1	自动线夹具	(186)
7.2	组合夹具	(192)
7.3	通用可调夹具和成组夹具	(194)
7.4	数控机床夹具	(196)

第八章 例题、思考题和习题

8.1 机床夹具概述	(200)
8.2 定位方案的设计	(201)
8.2.1 夹具的定位分析	(201)
8.2.2 定位误差的分析计算	(207)
8.2.3 两孔定位的设计计算	(220)
8.3 夹紧装置的设计计算	(229)
8.4 典型夹具和分度装置	(242)
8.4.1 车床和圆磨床夹具	(242)
8.4.2 钻床夹具	(242)
8.4.3 镗床夹具	(248)
8.4.4 铣床夹具	(249)
8.4.5 分度装置	(250)
8.5 夹具设计方法与现代机床夹具	(250)
8.5.1 夹具设计方法	(250)
8.5.2 夹具体设计和夹具结构的工艺性	(261)
8.5.3 现代机床夹具	(265)

参考文献

第一章 机床夹具设计概述

机械制造业中广泛采用能迅速把工件固定在准确位置或同时能确定加工工具位置的一种辅助装置,这种装置统称为夹具。在金属切削机床上采用的夹具称为机床夹具。本书以后提到的夹具常指机床夹具。夹具在机械加工中起着重要的作用,它直接影响机械加工的质量、工人劳动强度、生产率和生产成本。因此夹具设计是机械加工工艺准备和施工中的一项重要工作。

1.1 工件的装夹方法

在机床上进行加工时,必须先把工件放在准确的加工位置上,并把工件固定,以确保工件在加工过程中不发生位置变化,才能保证加工出的表面达到规定的加工要求(尺寸、形状和位置精度),这个过程叫做装夹。简言之,确定工件在机床上或夹具中占有准确加工位置的过程叫定位;在工件定位后用外力将其固定,使其在加工过程中保持定位位置不变的操作叫夹紧。装夹就是定位和夹紧过程的总和。

工件在机床上的装夹方法主要有两种:

(1) 用找正法装夹工件

把工件直接放在机床工作台上或放在四爪卡盘、机用虎钳等机床附件中,根据工件的一个或几个表面用划针或指示表找正工件准确位置后再进行夹紧。也有先按加工要求进行加工面位置的划线工序,然后再按划出的线痕进行找正实现装夹。这类装夹方法劳动强度大、生产效率低、要求工人技术等级高、精度则较低,又常需增加划线工序,更增加了生产成本。但由于只需用通用性很好的机床附件和工具,能适用于加工各种不同零件的各种表面,因此适用于单件、小批量生产。

(2) 用夹具装夹工件

工件装在夹具上,不再进行找正,便能直接得到准确加工位置实现装夹。例如图 1.1(a)所示的一批工件,除槽子外其余各表面均已加工合格,现要求在立式铣床上铣出保证图示加工要求的槽子。若采用找正装夹方法,则须先进行划线,划出槽子的位置,再将工件放在立式铣床的工作台上按划出的线痕进行找正,找正完成后夹紧工件。然后根据槽子线痕位置调整工件相对铣刀的位置,调整好后才能开始加工。加工中还需先试切一段行程,测量尺寸,根据测量结果再调整铣刀相对位置,直至达到要求为止。加工第二个工件时又须重复上述步骤。这样不但费工费时,而且加工出一批工件的加工误差分散范围较大。若采用图 1.1(b)所示的夹具装夹,则不需要进行划线就可把工件直接放入夹具中去。工件的 A 面支承在两支承板 2 上;B 面支承在两齿纹顶支承钉 3 上;端面靠在支承钉 4 上,这样就确定了工件在夹具中的位置,然后旋紧螺母 9 通过压板 8 把工件夹紧,完成了工件的装夹过程。

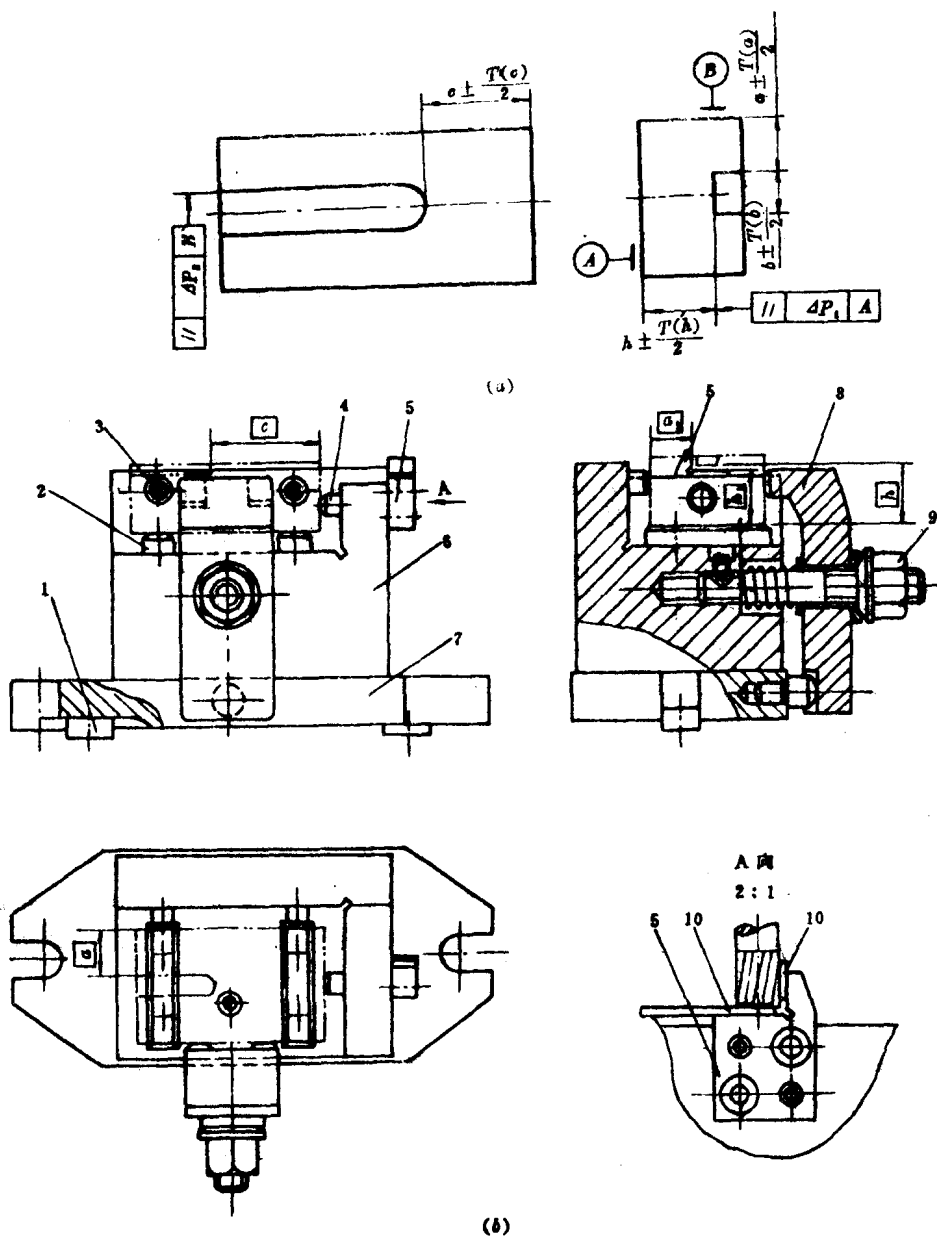


图 1.1 铣槽工序用的铣床夹具

- 1—定位键;2—支承板;3—齿纹顶支承钉;4—平头支承钉;5—侧装对刀块;
6—夹具底座;7—夹具底板;8—螺旋压板;9—夹紧螺母;10—对刀塞尺

1.2 机床夹具的工作原理和在机械加工过程中的作用

1.2.1 夹具的主要工作原理

可用图 1.2 来说明图 1.1(b)所示的铣槽夹具的主要工作原理。图中表示铣槽夹具安装在立式铣床的工作台上的情况。夹具的支承板 2 的支承工作面与夹具底板 7 的底面(见图 1.1

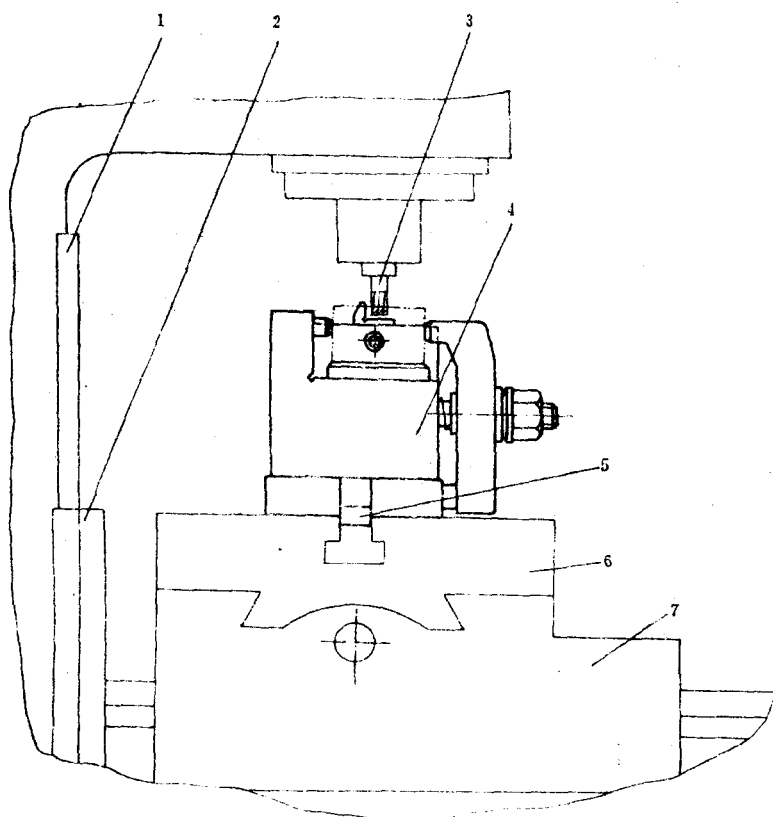


图 1.2 铣槽夹具在立式铣床上的工作原理图

1—铣床床身;2—铣床升降台;3—立铣刀;4—铣槽夹具;

5—夹具的定位键;6—铣床工作台;7—铣床溜板

(b))保持平行,当夹具安装在铣床工作台上后,就相应保证了支承板 2 的支承工作面与铣床工作台台面的平行。因为工件的 A 面是支承在支承板 2 的工作面上的,因而最终达到了铣出的槽底面与 A 面平行的要求。夹具利用两定位键 1(图 1.1(b))与铣床工作台的 T 型槽配合,保证了与铣床纵向进给方向平行。夹具的两个齿纹顶支承钉 3 的支承工作面(图 1.1(b))与两定位键侧面保持平行,也就使支承钉 3 的支承工作面与铣床纵向进给方向平行。由于工件以 B 面与两支承钉 3 的支承工作面相接触,因而最终保证了铣出的槽的侧面与工件 B 面平行。以上就是夹具保证工件加工表面的位置精度的工作原理。

从图 1.1(b)可见夹具上装有对刀块 5,利用对刀塞尺 10 塞入对刀块工作面与立铣刀切削刃之间来确定铣刀相对夹具的位置,此时可相应横向调整铣床工作台的位置和垂直升降工作台来达到刀具相对对刀块的正确位置。由于对刀块的两个工作面与相应夹具定位支承板 2 和齿纹顶支承钉 3 的各自支承面已保证 h_1 和 a_1 尺寸,因而最终保证铣出槽子的 $h \pm [T(h)/2]$ 和 $a \pm [T(a)/2]$ 尺寸。至于槽子长度的位置尺寸 $c \pm [T(c)/2]$,则依靠调整铣床工作台纵向进给的定程挡块的位置,使立式铣床工作台纵向进给的终结位置保证铣刀距支承钉 4 的距离等于 c 。由于工件以端面与支承钉 4 的工作面相接触,因而最终使铣出槽子的长度位置达到 $c \pm [T(c)/2]$ 尺寸的要求。加工一批工件时,只要在允许的刀具尺寸磨损限度内,都不必调整刀具位置。不

需进行试切,直接保证加工尺寸要求。这就是用夹具装夹工件时,采用调整法达到尺寸精度的工作原理。

从以上实例中,可归纳出夹具工作原理的要点如下:

(1)使工件在夹具中占有准确的加工位置。这是通过工件各定位面与夹具的相应定位元件的定位工作面(定位元件上起定位作用的表面)接触、配合或对准来实现的。

(2)夹具对于机床应先保证有准确的相对位置,而夹具结构又保证定位元件的定位工作面对夹具与机床相连接的表面之间的相对准确位置,这就保证了夹具定位工作面相对机床切削运动形成表面的准确几何位置,也就达到了工件加工面对定位基准的相互位置精度要求。

(3)使刀具相对有关的定位元件的定位工作面调整到准确位置,这就保证了刀具在工件上加工出的表面对工件定位基准的位置尺寸。

1.2.2 夹具的作用

夹具是机械加工中不可缺少的一种工艺装备,应用十分广泛。它能起下列作用:

- (1)保证稳定可靠地达到各项加工精度要求;
- (2)缩短加工工时,提高劳动生产率;
- (3)降低生产成本;
- (4)减轻工人劳动强度;
- (5)可由较低技术等级的工人进行加工;
- (6)能扩大机床工艺范围。

1.3 夹具的分类与组成

1.3.1 夹具的分类

图1.3是夹具的几种分类方法。按工艺过程的不同,夹具可分为机床夹具、检验夹具、装配夹具、焊接夹具等。机床夹具是本书讨论的对象。按机床种类的不同,机床夹具又可分为车床夹具、铣床夹具、钻床夹具等(见图1.3中(2))。按所采用的夹紧动力源的不同又可分为手动夹具、气动夹具等(见图1.3中(3))下面着重讨论按夹具结构与零部件的通用性程度来分类的方法(见图1.3中(1))。

三爪卡盘、四爪卡盘、机用虎钳、电磁工作台这一类已属于机床附件的夹具,其结构的通用化程度高,可适用于多种类型不同尺寸工件的装夹,又能适应在各种不同机床上使用。由于它们已由专门的机床附件厂生产供应,因此在本书中不再进行介绍。

通用可调夹具和成组夹具统称可调夹具。它们的结构通用性很好。只要对某个可调夹具上的某些零部件进行更换和调整,便可适应多种相似零件的同种工序的使用。

随行夹具是自动或半自动生产线上使用的夹具。虽然它只适用于某一种工件,但毛坯装上随行夹具后,可从生产线开始一直到生产线终端在各位置上进行各种不同工序的加工。根据这一点,它的结构也具有适用于各种不同工序加工的通用性。

组合夹具的零部件具有高度的通用性,可用来组装成各种不同的夹具。但一经组装成一个夹具以后,其结构是专用的,只适用于某个工件的某道工序的加工。目前,组合夹具已开始出现向结构通用化方向发展的趋势。

图1.1所介绍的夹具是专为某个工件某道工序设计的,称为专用夹具。它的结构和零部件

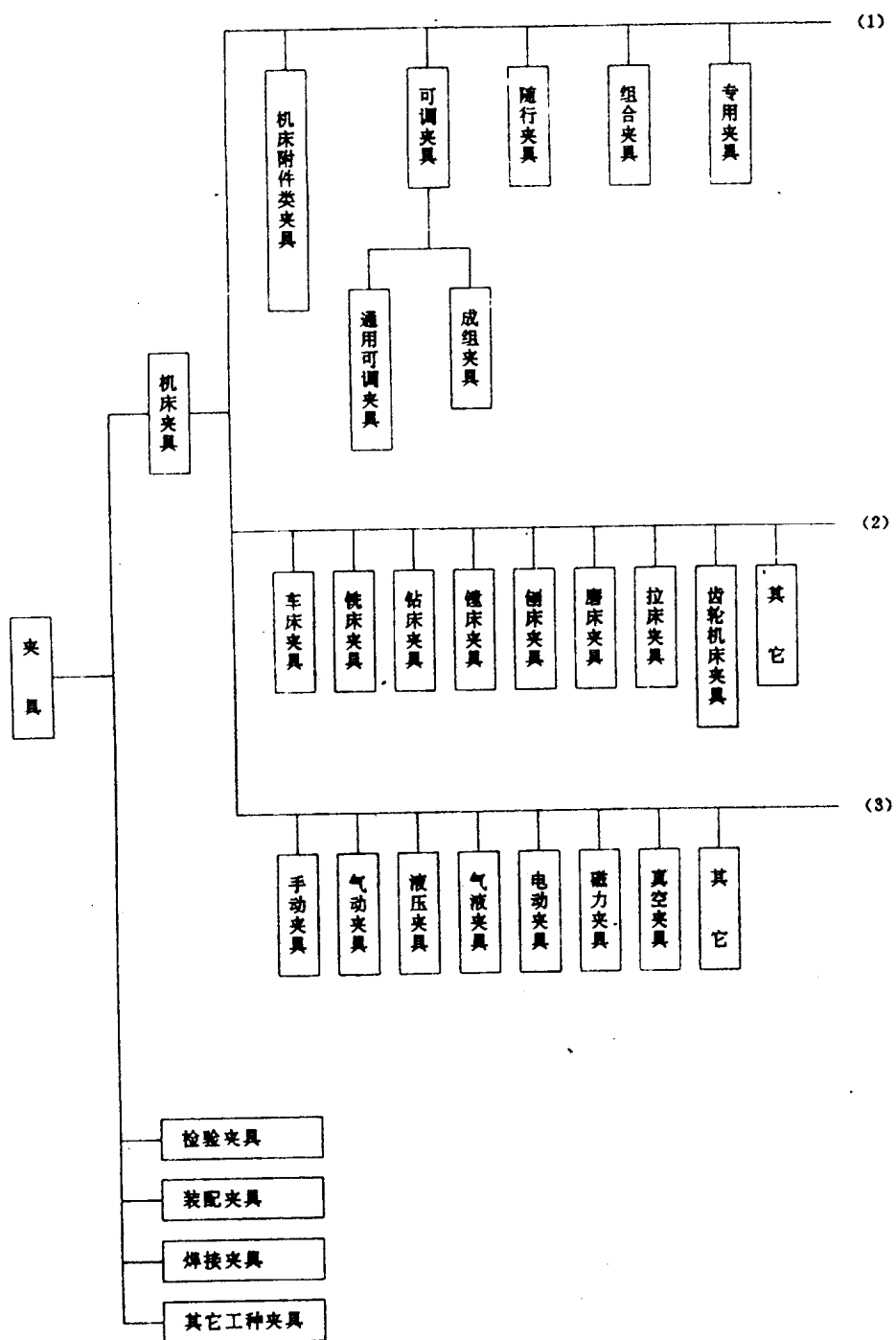


图1.3 夹具分类表

都没有通用性。专用夹具需专门设计、制造,夹具生产周期长。若产品改型,原有专用夹具就要被废置,因此难以适应当前机械制造业向多品种、中、小批生产发展的方向。

关于各类夹具的具体结构与设计计算方法。将在后面各有关章节中介绍。

1.3.2 夹具的组成

图 1.4 是分度钻床夹具。图(a)是工件,要求沿圆周钻 16 个等分 $\phi 2$ 孔,孔轴线距左端面的

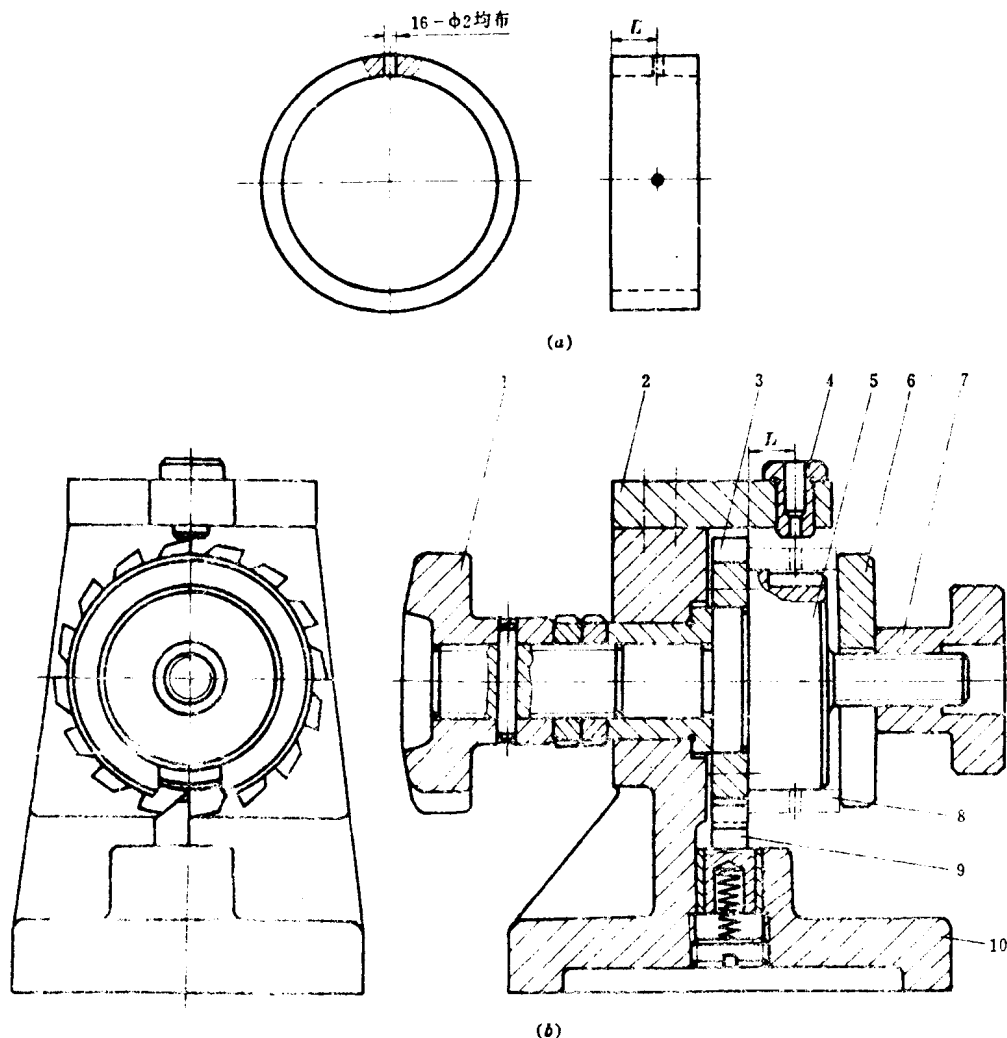


图 1.4 分度钻床夹具

1—分度操纵手柄;2—钻模板;3—分度板(棘轮);4—钻套;5—定位心轴;

6—开口垫圈;7—夹紧螺母;8—工件;9—对定机构(棘爪);10—夹具体

位置尺寸为 L 。在图(b)的夹具中,工件以内孔在心轴 5 上定位,端面紧靠在分度板(棘轮)3 的平面上。螺母 7 通过开口垫圈 6 夹紧工件。钻模板 2 上装有钻套 4,其导引钻头的孔的轴线距分度板平面的位置尺寸为 L ,以保证钻出孔达到位置尺寸 L 的要求。钻好一孔后,顺时针转动手柄 1,带动棘轮连同工件一起转动。棘轮(齿数为 16)把棘爪 9 压下,使棘爪与第二齿啮合,带动工件转过 22.5° ,继续钻第二孔。如此重复一周,就可完成 16 等分的钻孔。由于工件材料是黄铜,孔径又小,因此分度装置没有锁紧机构,加工中依靠工人用手紧握手柄 1 并略向逆时针

方向转动,使棘轮的径向齿面紧靠住棘爪,以防止分度板在加工过程中转动。夹具以夹具体 10 的底面安装在钻床工作台上,根据钻头能顺利伸入钻套导引孔来调整好夹具的位置,再用压板将其压紧在工作台上。

根据图 1.1 和图 1.4 可归纳出夹具的主要组成部分有:

(1) 定位元件 如图 1.1 中的支承板 2,支承钉 3 和 4,图 1.4 中的 3 和 5 都是定位元件。它们以定位工作面与工件的定位面相接触、配合或对准,使工件在夹具中占有准确位置,起到定位作用。

(2) 夹紧装置 如图 1.1 中的压板 8 和夹紧螺母 9 等组成的螺钉压板部件,图 1.4 中的螺母 7 和开口垫圈 6 都是施力于工件,克服切削力等外力作用,使工件保持在正确的定位位置上的夹紧装置或夹紧件。

(3) 对刀元件 如图 1.1 的对刀块 5。根据它来调整铣刀相对夹具的位置。

(4) 导引元件 如图 1.4 的钻套 4。它导引钻头加工,决定了刀具相对夹具的位置。

(5) 其它装置 如图 1.4 中由棘爪 9 和棘轮 3 组成的分度装置。利用它进行分度加工。

(6) 连接元件和连接表面 图 1.1 中的定位键 1 与铣床工作台的 T 型槽相配合决定夹具在机床上的相对位置,它就是连接元件。图 1.1 和图 1.4 中与机床工作台面接触的夹具体的底面则是连接表面。此外,图 1.1 中夹具体两侧的 U 型耳座的 U 型槽面,可供 T 型螺栓穿过,并用螺母把夹具紧固,它也属于连接表面。

(7) 夹具体 它是夹具的基础元件,夹具上其它各元件都分别装配在夹具体上形成一个夹具的整体,如图 1.1(b)中由夹具底座 6 和夹具底板 7 焊接成的夹具体和图 1.4 中的铸造夹具体 10。

1.4 学习本书应注意的几个问题

(1) 本书以专用夹具为实例来介绍夹具设计基本原理,其理由有以下三点:

1) 专用夹具已形成系统的设计原理,有相应较成熟的设计资料与经验。

2) 虽然各类夹具都不相同,但设计的基本原理(如定位原理、夹紧装置设计基本原则等)则是共同的。通过以专用夹具为实例学习并掌握了夹具设计基本原理后,可以举一反三,推广应用到其它各类夹具的设计中去。

3) 目前我国机械制造行业的工厂中,较多的还是使用专用夹具。

(2) 在夹具图中,用双点划细线表示工件。它作为一个假想的透明体不遮拦夹具各视图的投影线。同时为了简化和清晰起见,工件也只表示出一个大致的轮廓,并不全部和完整地表达出各视图。

(3) 在本书中,凡未注明单位的长度尺寸,一律以毫米为单位,希读者注意。

第二章 定位方案的设计计算

2.1 概 述

机械加工过程中,为保证工件某工序的加工要求,必须使工件在机床上相对刀具的切削成形运动处于准确的相对位置。当用夹具装夹加工一批工件时,是通过夹具来实现这一要求的。而要实现此要求又必须保证三个条件:(1)一批工件在夹具中占有准确的加工位置;(2)夹具安装在机床上的准确位置;(3)刀具相对夹具的准确位置。解决一批工件在夹具中占有准确的加工位置,就是本章所要讨论的定位问题。

工件在夹具中的定位对保证本工序加工要求有着重要影响。夹具以定位元件的工作面与工件的定位面接触或配合使工件在夹具中占有准确的加工位置。所谓准确的加工位置就是指工件处于能保证加工要求的几何位置。为此首先要使一个工件在夹具中占有准确的几何位置,这就是定位原理要解决的主要任务。但由于一批工件和夹具定位元件都有制造误差,每个工件依次放入夹具中定位时,其几何位置不可能完全一样,常会产生微小的差异而造成加工误差,只要这些误差占加工允差比例较小能保证加工要求,还是允许的。这就是定位误差分析计算要解决的问题。由此可见,工件在夹具中的定位问题所涉及的只是有关一批工件占有准确的几何位置问题。在解决这个主要问题的基础上设计合理的定位方案,就是学习本章的主要目的与任务。

2.2 工件定位基本原理

2.2.1 工件定位基本原理

前已述及,工件在夹具中的定位实质上是解决工件在夹具中占有准确的几何位置问题。在定位前,工件在夹具中的位置是不确定的,正如自由刚体处在空间直角坐标系中一样。根据理论力学可知,确定刚体空间位置所必须的独立坐标的数目称为自由度,而自由刚体在空间直角

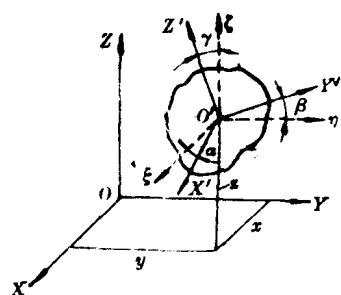


图 2.1 自由刚体在空间直角坐标系中的位置

坐标系中的位置可由六个独立坐标参数来决定,如图 2.1 所示。图中固连于刚体的运动坐标系 $O'X'Y'Z'$ 的坐标原点 O' 在固定坐标系 $OXYZ$ 中的位置坐标 (x, y, z) 和其三坐标轴 $O'X'$, $O'Y'$, $O'Z'$ 在固定坐标系中的方向角 (α, β, γ) 为已知时,则此刚体的位置也就完全被确定了。根据这个原理,在夹具的定位分析中,取自由刚体(即工件)在空间直角坐标系(由夹具体现)中的六个运动自由度为三个移动自由度和三个转动自由度,即沿三个相互垂直的坐标轴的移动自由度(分别用 $\bar{X}$, $\bar{Y}$, $\bar{Z}$ 表示)和绕该三个坐标轴的转动自由度(分别用 $\bar{\alpha}$, $\bar{\beta}$, $\bar{\gamma}$ 表示),见图 2.2。图中虚线表示的工件在 $OXYZ$ 坐标系中具有上述六个运动自由度,因而可占有如图中实线所示的位置。反

过来说,假如能确定工件(即自由刚体)在夹具(体现空间直角坐标系)中的六个坐标参数 $\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z}$, $\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z}$ 保持不变,也即限制了工件具有的六个运动自由度,则就可使工件在夹具中占有确定的几何位置。达到了定位的要求。

实际上工件在夹具中定位时,工件以定位面与夹具的定位元件的定位工作面保持接触或配合(个别情况也有相互对准)来确定工件的坐标参数即限制工件的自由度以实现定位的,但允许工件的定位面与定位元件的定位工作面在保持接触或配合的前提下发生相对滑移,一旦工件定位面与定位元件的定位工作面脱离接触或配合,就丧失了定位作用,这是起定位作用的实质。可以利用这一特性来判别某定位元件限制了工件哪几个方向的自由度。

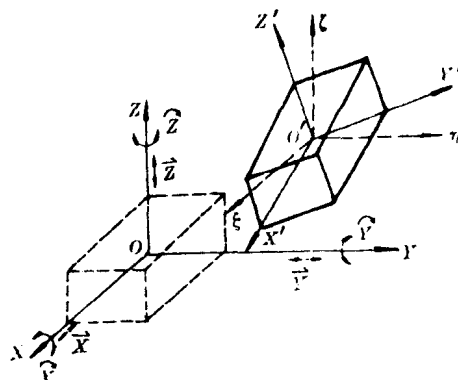


图 2.2 工件在夹具中具有的自由度

需要特别指出的是,夹具定位元件限制了工件的自由度只是指定位元件以其定位工作面确定了工件相应的坐标位置,而不是指工件在受到使它与定位元件脱离接触或配合的作用力时,工件不能运动。要固定工件使其在受到力后不能运动,需要由夹紧装置来实现。从另一方面说,工件受力后不能运动也并不意味着工件在夹具中的六个坐标参数位置已完全确定了,因此要区分定位与夹紧的不同概念。简单地说,定位是解决工件位置不定的问题,而夹紧才解决工件受力后不动的问题。

例如有如图 2.3(a)所示的工件,各平面均已加工合格,今在其上钻 ϕD 孔,要求保证孔轴线对 A 面垂直和孔心位置尺寸 $L_1 \pm [T(L_1)/2]$ 和 $L_2 \pm [T(L_2)/2]$ 。图 2.3(b)是夹具简图。夹具预先已在机床上占有准确位置,钻套导引钻头保证钻出孔的位置。要求一批工件在夹具中占有准确的几何位置以达到图 2.3(a)提出的加工要求。现分析夹具如何实现这个定位要求。为了保证 ϕD 孔轴线对 A 面的垂直,夹具以两块支承板 1 与工件 A 面接触实现定位。只要夹具上钻套的轴线对支承板的定位工作平面保持垂直,就可保证钻出的 ϕD 孔轴线对 A 面的垂直。两块支承板 1 共限制了工件三个方向自由度(用三个圆点填入方框内表示限制自由度的数目),按图示坐标系可知工件 A 面与支承板定位工作平面保持接触后就限制了 $\bar{Z}, \bar{X}, \bar{Y}$ 三个方向自由度。设想若工件的 $\bar{Z}, \bar{X}, \bar{Y}$ 三个方向的自由度中任何一个没有被限制,则工件可以在此三个坐标方向的任一方向上占有不同位置,但当工件试图在此三个坐标方向上占有不同位置时,工件的定位 A 面便要脱离支承板的定位工作平面,这就证明两块支承板起了限制 $\bar{Z}, \bar{X}, \bar{Y}$ 三个方向自由度的作用。而对于 $\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z}$ 三个方向的自由度,两块定位支承板起不了限制作用,因为工件在这三个坐标方向上占有不同位置时, A 面不会脱离支承板的定位工作平面,而二者只有相对的滑移,这就说明支承板不限制 $\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z}$ 三个方向的自由度。为了保证位置尺寸 $L_1 \pm [T(L_1)/2]$,在夹具左侧用两个支承钉 2 定位工件 B 面,此二支承钉共限制工件两个方向自由度(用两个圆点表示),按图示坐标系也可看出两个支承钉 2 共限制了 $\bar{Y}, \bar{Z}$ 两个方向的自由度。同样也可设想若工件要在此两个坐标方向上占有不同位置时,则工件的定位面 B 就要脱离两个定位支承钉 2 的定位工作面。最后,为了保证位置尺寸 $L_2 \pm [T(L_2)/2]$,用支承钉 3 来定位工件 E 端面,此支承钉限制了工件 $\bar{X}$ 方向的自由度。这样,工件具有的六个方向的自由度就全部被夹具定位元件所限制,使工件在夹具中占有准确的加工位置。