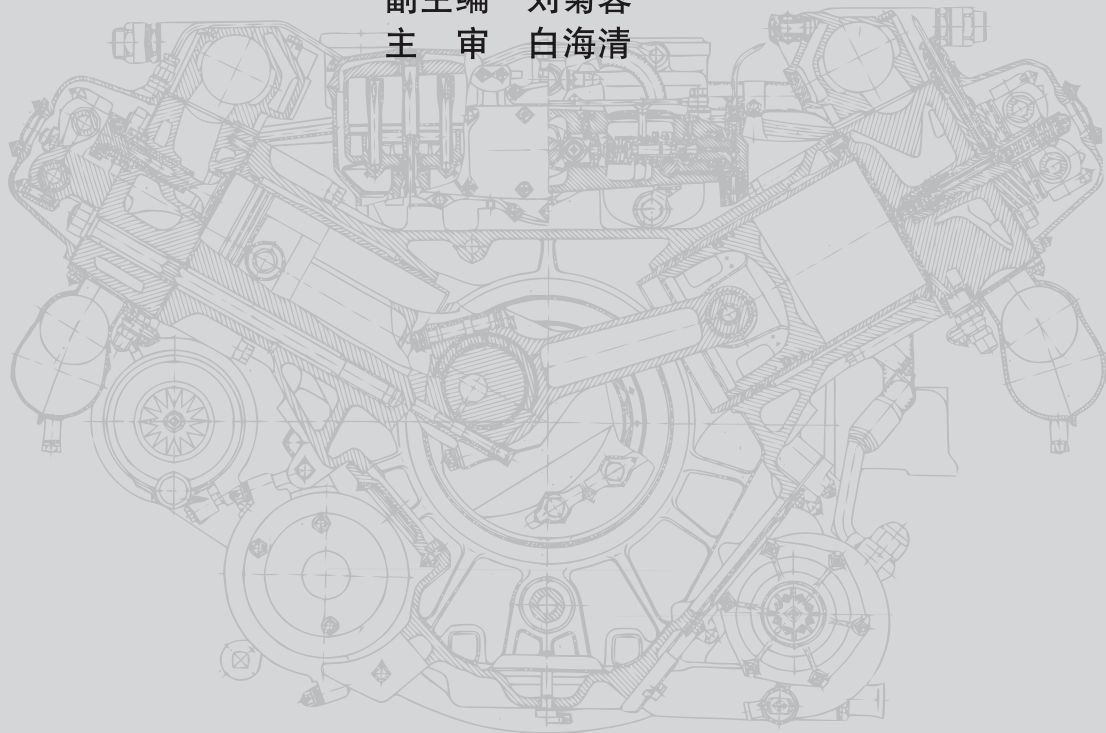


高等职业教育机械设计与制造系列精品教材

▶ “互联网+” 创新型教材

机床夹具设计

主 编 陈建刚
副主编 刘菊蓉
主 审 白海清



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

内 容 简 介

本书编写时注重从机械工程科学的角度出发,吸收了近年来机床夹具领域的最新研究成果,具有先进性与实用性。本书由六个模块构成,模块一为机床夹具概述,模块二介绍了工件在夹具中的定位方法,模块三介绍了夹具设计中夹紧装置设计,模块四介绍了夹具的设计方法,模块五介绍了典型机床夹具设计,模块六介绍了现代机床夹具设计。

本书可作为高职高专机械专业学生在学习、课程设计及毕业设计时的教材或参考书,也可供从事机床夹具设计和维护的技术人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

机床夹具设计 / 陈建刚主编. -- 北京:北京邮电大学出版社,2012.1(2022.11重印)

ISBN 978-7-5635-2896-7

I. ①机… II. ①陈… III. ①机床夹具—设计 IV. ①TG750.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 005752 号

策划编辑: 马子涵 责任编辑: 许 青 高银交 封面设计: 黄燕美

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号

邮政编码: 100876

发 行 部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 三河市众誉天成印务有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 12.5

字 数: 316 千字

版 次: 2012 年 3 月第 1 版

印 次: 2022 年 11 月第 9 次印刷

ISBN 978-7-5635-2896-7

定 价: 39.80 元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

服务电话:400-615-1233

模块一 机床夹具概述	1
任务描述	2
任务分析	2
任务引导	2
知识准备	3
学习情境一 机床夹具	3
一、机床夹具的基本概念	3
二、机床夹具在机械加工中的作用	3
学习情境二 机床夹具的分类及组成	4
一、机床夹具的分类方法	4
二、机床夹具的基本组成	7
学习情境三 工件在机床中的装夹方法	9
一、找正安装方式	9
二、夹具装夹方式	11
学习情境四 机床夹具的现状与发展趋势	12
一、机床夹具的现状	12
二、机床夹具的发展趋势	13
学习情境五 本课程研究的内容、性质及任务	14
一、课程内容	14
二、课程性质及任务	14
情景模拟	15
课后作业	15
模块二 工件在夹具中的定位	17
任务描述	18
任务分析	18
任务引导	18
知识准备	19
学习情境一 工件定位的基本原理	19
一、工件的自由度	19
二、六点定位原理	19
学习情境二 工件的定位基准	23
一、基准的概念及分类	23

二、定位基准的选择	25
学习情境三 常用的定位元件	27
一、工件以平面定位的定位元件	28
二、工件以圆孔定位的定位元件	30
三、工件以外圆柱面定位的定位元件	33
四、常用定位元件限制的自由度	35
学习情境四 定位误差的分析计算	38
一、定位误差的分析	39
二、定位误差的计算	40
三、组合面定位及其误差的分析计算	45
学习情境五 定位装置设计	50
一、定位装置设计的基本原则	50
二、定位装置设计实例	52
情景模拟	56
课后作业	56

模块三 夹紧装置设计..... 60

任务描述	61
任务分析	61
任务引导	61
知识准备	62
学习情境一 夹紧装置的组成和基本要求	62
一、夹紧装置的组成	62
二、夹紧装置的基本要求	62
学习情境二 夹紧力的确定	63
一、确定夹紧力方向	63
二、选择夹紧力作用点	64
三、确定夹紧力大小	65
学习情境三 基本夹紧机构设计	69
一、斜楔夹紧机构设计	69
二、螺旋夹紧机构设计	71
三、偏心夹紧机构设计	72
学习情境四 其他夹紧机构的工作原理	74
一、联动夹紧机构	74
二、定心夹紧机构	78
三、铰链夹紧机构	79
学习情境五 夹紧动力装置	80
一、气压夹紧动力装置	80
二、液压夹紧动力装置	85
三、气液联合夹紧动力装置	85
四、电动夹紧动力装置	86
五、其他夹紧动力装置	87
情景模拟	91

课后作业	91
------------	----

模块四 夹具的设计方法 93

任务描述	93
任务分析	94
任务引导	94
知识准备	95
学习情境一 夹具设计的基本要求和一般步骤	95
一、夹具设计的基本要求	95
二、夹具设计的一般步骤	96
三、夹具总体结构设计实例	101
学习情境二 夹具设计中的几个重要问题	107
一、成组设计思想	108
二、夹具设计的规范化	108
三、夹具结构的工艺性分析	109
四、夹具设计的经济性分析	109
学习情境三 夹具体的设计	113
一、夹具体设计中的几个重要问题	113
二、夹具体设计的具体分析	114
学习情境四 夹具与机床的连接方式	118
一、夹具与机床回转主轴的安装	118
二、夹具在机床工作台上的安装	120
学习情境五 夹具设计实例	121
一、明确要加工零件的设计任务	121
二、分析零件的性能及工艺	121
三、设计零件工艺规程文件	123
四、万向节滑动叉夹具设计	127
情景模拟	130
课后作业	130

模块五 典型机床夹具设计 132

任务描述	133
任务分析	133
任务引导	133
知识准备	134
学习情境一 车床夹具设计	134
一、专用车床夹具的典型结构形式	134
二、高效车床夹具的典型结构形式	137
三、车床夹具的设计要点	139
学习情境二 铣床夹具设计	140
一、铣床夹具的典型结构形式	140
二、铣床夹具的设计要点	143
学习情境三 镗床夹具设计	145

一、镗床夹具的典型结构形式	145
二、镗床夹具的设计要点	146
学习情境四 钻床夹具设计	151
一、钻床夹具的典型结构形式	151
二、钻床夹具的设计要点	155
情景模拟	161
课后作业	162

模块六 现代机床夹具设计 163

任务描述	163
任务分析	164
任务引导	164
知识准备	165
学习情境一 随行夹具设计	165
一、随行夹具的底板	166
二、随行夹具的输送基面	167
三、随行夹具在输送中的导向机构	168
学习情境二 组合夹具设计	169
一、组合夹具的组成及类型	169
二、组合夹具的特点	173
三、组合夹具的精度与刚度	174
四、组合夹具的设计与组装	174
五、组合夹具的应用	176
学习情境三 成组夹具设计	177
学习情境四 数控机床夹具设计	177
学习情境五 计算机辅助夹具设计	178
一、CAFD 概述	178
二、CAFD 系统发展趋势	178
三、CAFD 基本原理	179
四、CAFD 典型系统	180
五、CAFD 有限元在夹具设计中的应用	180
情景模拟	182
课后作业	182

附录 184

附录一 定位(夹紧)符号	184
附录二 常用夹紧元件的材料及热处理	185
附录三 机床联系尺寸	186
附录四 对刀块尺寸	188
附录五 定位键尺寸(JB/T 8016—1999)	190
附录六 钻套及衬套尺寸	191

参考文献 194

知识目标

机床夹具的基本概念；

机床夹具的基本结构及其分类方法；

机床夹具的现状与发展趋势。

技能目标

能够辨别生产一线常见的机床夹具类型；

掌握生产一线工件在机床夹具中的装夹方法。

用来固定加工对象,使其处于正确位置,以接受加工或检测的装置,统称为夹具。夹具广泛地应用于机械制造过程中,如焊接过程中用于拼焊的焊接夹具,零件检验过程中用的检验夹具,装配过程中用的装配夹具,机械加工过程中用的机床夹具等,都属于这一范畴。在金属切削机床上使用的夹具统称为机床夹具。机床夹具就是在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。在现代生产中,机床夹具是一种不可缺少的工艺装备,直接影响着零件加工的精度、劳动生产率和产品的制造成本等。本模块所讲述的仅限于机床夹具。

任务描述

图 1-1 所示为生产一线常见的钻床夹具示意图,试分析如何正确使用该夹具。

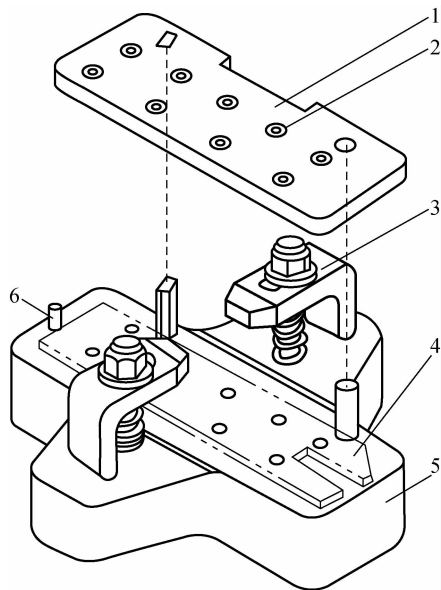


图 1-1 生产一线常见的钻床夹具示意图

1—钻模板; 2—压紧螺母孔; 3—压板; 4—工件; 5—长方形基础板; 6—圆形支承

任务分析

图 1-1 是生产一线常见的钻床夹具示意图,要正确使用该夹具,必须明确该夹具的基本组成、工作原理、工作特性以及装夹方式。要想进一步了解并认识此夹具的设计过程及其在生产中的作用,就要学习本模块的内容。

任务引导

- (1)该钻床夹具在生产中有什么作用?
- (2)该钻床夹具作为机床夹具的典型代表,其基本组成是什么?
- (3)为了便于认识和更好地使用,机床夹具的分类方法有哪些?
- (4)生产一线对机床夹具还有什么新的要求?
- (5)在生产实习时,应对常见机床夹具的基本结构及其分析有所认识。

知识准备

学习情境一 机床夹具

一、机床夹具的基本概念

工件在机床上进行加工时,为了保证其精度要求,工件的加工表面与刀具之间必须保持一定的位置关系。机床夹具就是机床上用以装夹工件和引导刀具的装置。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。

工件必须借助夹具来占有正确位置;夹具是指夹持工件的工具,如卡盘、顶尖、平口钳等。刀具也必须借助辅具来使其保持一定位置;辅具是指夹持刀具的工具,如钻夹头、丝锥夹头及刀夹等,图 1-2 所示为丝锥夹头。



图 1-2 丝锥夹头

二、机床夹具在机械加工中的作用

在机械加工中,工件通过定位元件在夹具中占有正确的位置,工件和夹具通过连接元件在机床上占有正确的位置,工件和夹具通过对刀元件相对于刀具占有正确的位置,从而保证了工件相对于机床位置正确、工件相对于刀具位置正确,最终保证工件的加工要求。因此,机床夹具在机械加工中应具有以下作用。

1. 能稳定地保证工件的加工精度

使用机床夹具对工件定位,可以准确地确定工件与机床、刀具之间的相对位置。工件的位置精度完全由夹具保证,不受工人技术水平的影响。机床夹具可以使同一批工件的加工精度趋于一致,能稳定地保证工件的加工精度。

2. 能减少辅助工时,提高劳动生产率

使用机床夹具,不需要找正便能使工件迅速地定位和夹紧,明显减少了辅助工时;用夹具装夹工件提高了工件的刚性,因此,可增大切削用量;可以使用多件、多工位夹具装夹工件,并采用高效夹紧机构,这些因素均有利于提高劳动生产率。另外,采用机床夹具后,产品质量稳定,废品率下降,可以安排技术等级较低的工人操作,明显降低了生产成本。

3. 能扩大机床的使用范围,实现“一机多能”

根据加工机床的成形运动,附以不同类型的夹具,能扩大机床原有的加工范围。例如,在车床的溜板上或摇臂钻床的工作台上装上镗模就可以进行箱体零件的镗孔加工了。

4. 能减轻工人的劳动强度

用机床夹具装夹工件方便、快捷,当采用液压、气动等夹紧装置时,能减轻工人的劳动强度。

学习情境二 机床夹具的分类及组成

一、机床夹具的分类方法

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

1. 按使用范围分

根据夹具在不同生产类型中的通用特性,按使用范围分,机床夹具可分为通用夹具、专用夹具、可调夹具、组合夹具和随行夹具五大类。

1) 通用夹具

通用夹具是指已经标准化的夹具,适用于不同工件的装夹。图 1-3 所示为常见通用夹具,三爪卡盘、四爪卡盘、平口钳、分度头和回转工作台等夹具被用做机床附件,充分发挥了机床的使用性能。通用夹具使用范围广泛,无论是大批、大量生产,还是单件、小批量生产都广泛地使用通用夹具。



图 1-3 常见通用夹具

2) 专用夹具

专用夹具是指为加工某一零件或为某一道工序专门设计的夹具。此类夹具结构紧凑,针对性强,使用方便;但设计制造周期长,制造费用高,需要库房保存。当产品变更时,专用夹具常会因无法再用而“报废”。因此,专用夹具只用在成批和大量生产中。

3) 可调夹具

可调夹具是把通用夹具和专用夹具结合起来,通过调整、更换少量元件以适应某些工件加工的夹具。根据加工范围的宽窄,可调夹具可分为以下两种类型。

(1) 通用可调夹具。通用可调夹具是指经调整、更换某些元件后可获得较宽加工范围的

可调夹具。

(2)专用可调夹具。专用可调夹具又称为成组夹具,是指经调整、更换某些元件后其加工范围较窄的可调夹具。它是专门为成组加工工艺中某一组工件而设计制造的。

可调夹具在多品种,中、小批量工件的生产中被广泛采用。



小提示

可调夹具是由基本部分和可调部分组成的。基本部分即通用部分,包括夹具体、动力装置和操纵机构;可调部分即专用部分,是为某些工件或某组工件专门设计的,包括定位元件、夹紧元件和导向元件等。

4)组合夹具

组合夹具是指按某一工件的某道工序的加工要求,由一套事先准备好的通用标准元件和组件组合而成的夹具。标准元件包括基础件(基础元件)、支承件(支承元件)、定位件(定位元件)、导向件(导向元件)、夹紧件(夹紧元件)、紧固件(紧固元件)、辅助件(辅助元件)和组合件(组合元件)八类。图 1-4 所示为组合夹具,这些元件相互配合部分的尺寸精度高,硬度高及耐磨性好,并有互换性。用这些元件组装的夹具用完之后可以拆卸存放,重新组装新夹具时可再次使用。采用组合夹具可减轻专用夹具设计和制造的工作量,缩短生产准备周期,具有灵活多变、重复使用的特点,因此,在多品种,单件、小批量生产及新产品试制中使用较多。

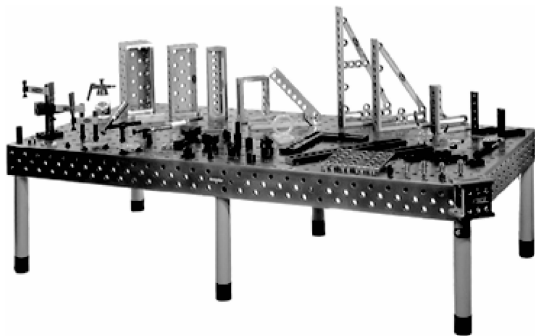


图 1-4 组合夹具

5)随行夹具

随行夹具是适用于自动线上的一种移动式夹具。工件安装在随行夹具上,随行夹具由自动线运输装置从一个工序运送到另一个工序,最终完成全部工序的加工。随行夹具用于形状复杂且不规则、又无良好输送基面的工件中。一些有色金属工件虽具有良好的输送基面,但为了避免基面划伤,也采用随行夹具。

2. 按使用机床的类型分

按使用机床的类型分,机床夹具可分为钻床夹具、铣床夹具、车床夹具、磨床夹具、镗床夹具、齿轮机床夹具等。图 1-5 所示为钻铣床夹具,此夹具同时具有钻、铣两用功能。

3. 按夹紧动力源分

按夹紧动力源分,机床夹具可分为手动夹具、电磁夹具、液压夹具及气动夹具等。

1) 手动夹具

手动夹具是指以人力将工件定位和夹紧的夹具。图 1-6 所示为快速虎钳手动夹具。



图 1-5 钻铣床夹具

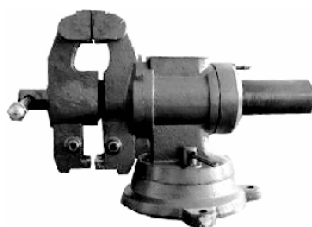


图 1-6 快速虎钳手动夹具

2) 电磁夹具

电磁夹具是指采用最新稀土永磁材料,应用现代磁路原理设计的新型夹具,其夹紧力可达 147 N/cm,可用于黑色金属的各种切削加工。其特点是装夹方便,并能充分暴露表面。图 1-7 所示为电磁吸盘夹具,主要用于平面磨床和数控加工中心。图 1-8 所示为电磁吸盘夹具在数控加工中心的应用。



图 1-7 电磁吸盘夹具

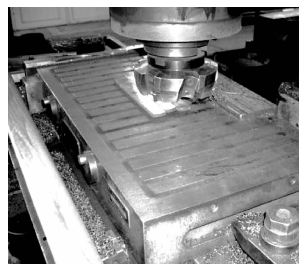


图 1-8 电磁吸盘夹具在数控加工中心的应用

3) 液压夹具

液压夹具是指以液体压力将工件定位和夹紧的夹具,如图 1-9 所示。

液压夹具主要用于大批量高精度产品的加工,其主要特点是定位精度高,夹紧稳定可靠,夹紧释放工件时间短,可缩短加工辅助时间,减少人为因素,提高机床效率。图 1-10 所示为液压夹具的应用。

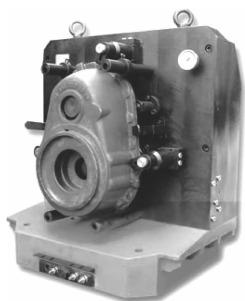


图 1-9 液压夹具

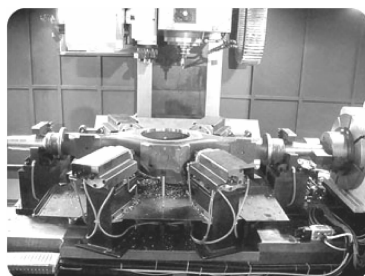


图 1-10 液压夹具的应用

4) 气动夹具

气动夹具是指用气动元件代替机械零件实现对工件的定位、支撑与夹紧的专用夹具,如图 1-11 所示,其主要在高效率、大批量、高精度的生产加工中使用。

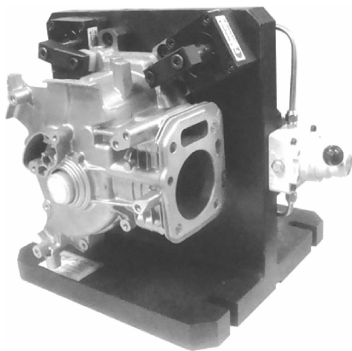


图 1-11 气动夹具

二、机床夹具的基本组成

机床夹具的种类和结构繁多,但它们一般是由定位元件、夹紧装置、对刀或导向元件、连接元件、其他装置或元件以及夹具体等部分组成的,为了更好地理解机床夹具的基本组成,下面以钻床夹具为例来说明。

例 1-1 图 1-12 所示为加工 $\phi 6H9$ 径向孔的钻床夹具。试分析该夹具的基本组成及各组成部分的作用。

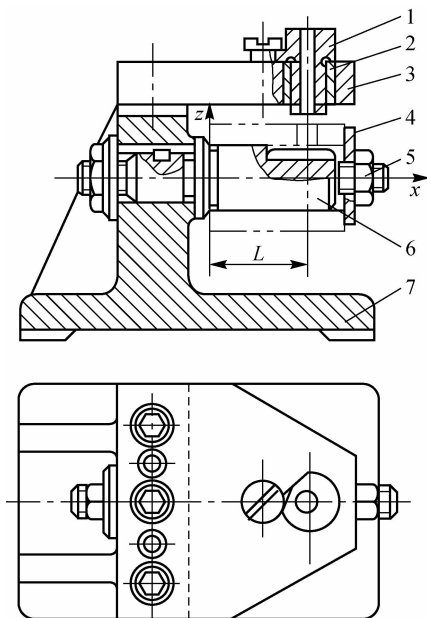


图 1-12 加工 $\phi 6H9$ 径向孔的钻床夹具

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

分析如下

本工序(工艺过程的基本单元)要求在轴套零件上按尺寸 $\phi 6H9$ 加工,并保证所钻孔的轴线与工件内孔的中心线垂直相交。工件分别以内孔及端面在定位销 6 及其端面支撑上定位,用开口垫圈 4 和螺母 5 夹紧工件;快换钻套 1 用来导引钻头,所有的元件和装置都在夹具体 7 上。夹具在立式钻床上的位置,可通过找正主轴上装夹的钻头与钻套的位置来确定;位置确定后,需把夹具紧固在工作台上。

例 1-2 图 1-13 所示为铣销轴端槽的夹具。试分析该夹具的基本组成及各组成部分的作用。

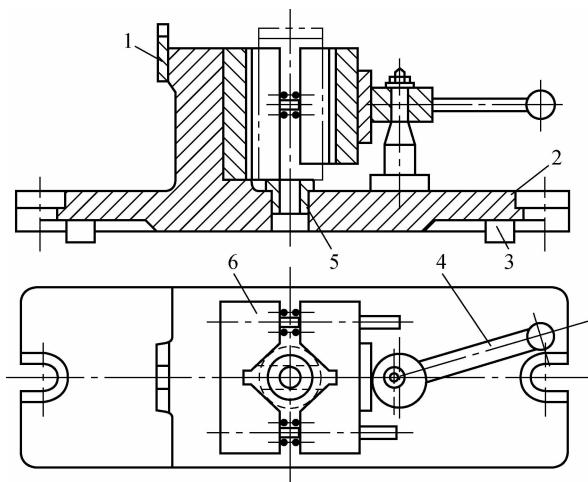


图 1-13 铣销轴端槽的夹具

1—对刀块; 2—夹具体; 3—定位键; 4—手柄; 5—定位套; 6—V形块

分析如下

本工序要求保证槽宽、槽深和槽两侧面对中心线的对称度。工件分别以外圆和一端面在 V 形块 6 和定位套 5 上定位,转动手柄 4,偏心轮推动 V 形块夹紧工件。夹具以夹具体 2 的底面及安装在夹具体 2 上的两个定位键 3 与铣床工作台面、T 形槽配合,并固定在机床工作台上。这样夹具相对于机床占有确定的位置,然后通过对刀块 1 及塞尺调整刀具位置,使刀具相对于夹具占有确定的位置。所有的元件和装置都装在夹具体 2 上。

一般的专用夹具由以下几部分组成。

1. 定位元件

定位元件是用来确定工件在夹具中位置的元件,见图 1-12 中的定位销 6,以及图 1-13 中的 V 形块 6 和定位套 5。

2. 夹紧装置

夹紧装置是用来夹紧工件,使其保持在正确的定位位置上的装置,见图 1-12 中的开口垫圈 4 和螺母 5,以及图 1-13 中的 V 形块 6 和手柄 4。

3. 对刀或导向元件

对刀或导向元件是用来确定刀具位置或引导刀具方向的元件,用于确定刀具在加工前

正确位置的元件称为对刀元件,见图 1-13 中的对刀块 1;用于确定刀具位置并引导刀具进行加工的元件称为导向元件,见图 1-12 中的快换钻套 1。

4. 连接元件

连接元件是用来确定夹具和机床之间正确位置的元件,见图 1-13 中的定位键 3。

5. 其他装置或元件

其他装置和元件如分度装置、为便于卸下工件而设置的顶出器、动力装置的操作系统、夹具起吊和搬运用的起重螺栓和起重吊环等。

6. 夹具体

夹具体是将上述装置和元件连成整体的基础件,见图 1-12 中的夹具体 7 以及图 1-13 中的夹具体 2。



小提示

若加工按一定规律分布的多个表面,常设置分度装置;为了能方便、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。

为了更好地理解机床夹具各组成部分的关系,采用图示加以说明。图 1-14 所示为夹具的组成及各组成部分与机床、工件和刀具的相互关系。从图中可以看出,被加工工件通过夹紧装置进行固定,整个夹具体通过连接元件与机床工作台连接。加工过程中,刀具通过对刀或导向元件进行准确定位。因此,机床夹具的各部分之间既相互独立又相互联系。

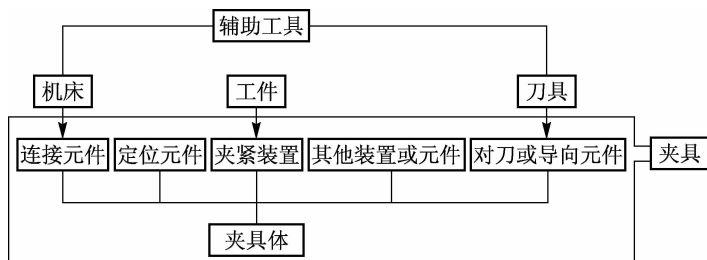


图 1-14 夹具的组成及各组成部分与机床、工件和刀具的相互关系

学习情境三 工件在机床中的装夹方法

工件在开始加工前,首先必须使工件在机床上或夹具中占有某一正确的位置,这个过程称为定位。为了使定位好的工件在切削力的作用下不发生位移,使其在加工过程始终保持正确的位置,还需将工件压紧夹牢,这个过程称为夹紧。定位和夹紧的整个过程合起来称为装夹。工件的装夹不仅影响加工质量,而且对劳动生产率、加工成本及操作安全都有直接影响。

一、找正安装方式

1. 直接找正安装

直接找正安装是用划针或百分表等直接在机床上找正工件的位置,图 1-15(a)所示为在