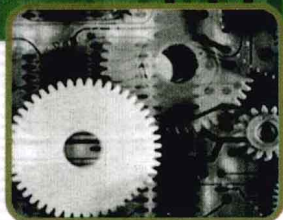
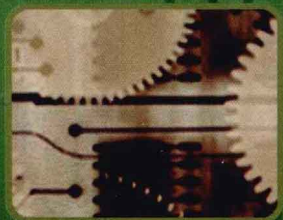
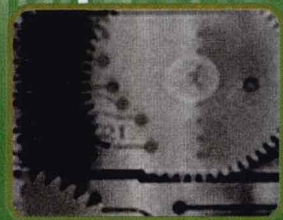




高等院校“十二五”示范性建设成果

机床夹具及应用

主 编。杨金凤 王春焱 何丁勇 主 审。武友德 廖信玉



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

高等院校“十二五”示范性建设成果

机床夹具及应用

主 编 杨金凤 王春焱 何丁勇(企业)

参 编 夏宝林 苏 岷 曾 荣 刘墨涵 蔡云松

罗大兵(企业) 黄 亮(企业)

曾太成(企业) 欧晓宏(企业) 李香林(企业)

主 审 武友德 廖信玉(企业)



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书共分为“课程认识”“工件装夹概述”“工件在夹具中的定位”“工件的夹紧”“分度机构和夹具体”“专用机床夹具设计”“现代机床夹具”7个教学单元。

除了基础单元部分外,每个单元内容均按照“企业对夹具设计和选用的岗位能力要求”,分析本单元承担的任务,选择合适的载体,并基于机床夹具设计的工作流程,将实际生产案例有机地融入到教材中,做到课堂教学与生产实际的有机结合。

本书可以作为高等院校机械制造类专业学生用书,也可作为企业技术人员的参考资料。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

机床夹具及应用/杨金凤,王春焱,何丁勇主编. —北京:北京理工大学出版社,2011.8

ISBN 978 - 7 - 5640 - 5026 - 9

I. ①机… II. ①杨…②王…③何… III. ①机床夹具 IV. ①TG751.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 169259 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市文通印刷包装有限公司

开 本 / 710 毫米×1000 毫米 1/16

印 张 / 15.25

字 数 / 285 千字

责任编辑 / 胡 静

版 次 / 2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷

王玲玲

印 数 / 1~2 000 册

责任校对 / 陈玉梅

定 价 / 36.00 元

责任印制 / 吴皓云

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前 言

“机床夹具及应用”课程是机械制造类专业的一门主干课程。教材由杨金凤副教授、王春焱和第二重型机械集团公司高级工程师何丁勇联合担任教材主编,由武友德教授和第二重型机械集团公司高级工程师廖信玉联合担任主审。

本书的编写始终以“机床夹具设计能力要求”所确定的该门课程所承担的典型工作任务为依托,以基于工厂“机械零件”的加工过程为导向,结合企业生产实际的工作流程,分析完成每个流程所必须具备的知识和能力结构。本书归纳了“机床夹具及应用”课程的主要工作任务,并选择合适的载体,以典型的机床夹具为主线,构建主体学习单元,同时按照任务驱动、项目导向,以能力培养为重点,将真实生产过程融入教学全过程。

本书由学校与行业、企业合作编写,在《机床夹具及应用》活页教材的基础上,经过专业教学指导委员会的多次论证,通过3年的不断完善和修改,最终编写而成。

本书共分为“课程认识”“工件装夹概述”“工件在夹具中的定位”“工件的夹紧”“分度机构和夹具体”“专用机床夹具设计”“现代机床夹具”7个教学单元。课程认识由杨金凤编写,何丁勇(企业)提供相关资料;教学单元2、7由苏岷编写,黄亮(企业)提供相关资料;教学单元3由刘墨涵和蔡云松编写,欧晓宏(企业)提供相关资料;教学单元4由王春焱编写,李香林(企业)提供相关资料;教学单元5由蔡云松编写,曾太成(企业)提供相关资料;教学单元6.2、6.4由曾荣编写,罗大兵(企业)提供相关资料;教学单元6.1、6.3、6.5由夏宝林编写,罗大兵(企业)提供相关资料。

在编写过程中,阎宪武、赵晶文、郑立新老师审阅了该书并提供了大量的资料,同时四川机械工业数控技术应用与培训中心的老师和技术人

员给出了许多宝贵的经验,在此表示感谢!

该书涉及内容广泛,由于编者水平有限,难免出现错误和处理不妥之处,请读者批评指正。

编 者

目 录

教学单元 1 课程认识	1
1.1 课程的性质和定位	1
1.2 课程主要内容以及与其他课程的衔接	1
1.3 教学与学习方法	2
教学单元 2 工件装夹概述	3
2.1 任务引入	3
2.2 相关知识	3
2.2.1 工件的装夹方法	3
2.2.2 机床夹具的功能和作用	7
2.2.3 机床夹具的组成	8
2.2.4 机床夹具的分类及设计要求	9
2.2.5 机床夹具设计研究的内容	11
2.3 任务实施	12
习题与训练	12
教学单元 3 工件在夹具中的定位	13
3.1 任务引入	13
3.2 相关知识	13
3.2.1 概述	13
3.2.2 六点定位规则	15
3.2.3 定位元件的选择与设计	22
3.2.4 定位质量分析	41
3.2.4 定位设计	57
3.3 任务实施	60
企业专家点评	61
习题与训练	61
教学单元 4 工件的夹紧	64
4.1 任务引入	64
4.2 相关知识	64
4.2.1 夹紧装置的组成和基本要求	65
4.2.2 夹紧力的三个要素	66
4.2.3 夹紧机构设计	77
4.2.4 夹紧机构的动力系统	107

企业专家点评	116
习题与训练	116
教学单元 5 分度机构和夹具体	119
5.1 任务引入	119
5.2 相关知识	120
5.2.1 分度装置	120
5.2.2 夹具体设计	126
企业专家点评	134
习题与训练	134
教学单元 6 专用机床夹具设计	135
6.1 专用机床夹具的设计方法和工艺性	135
6.1.1 任务引入	135
6.1.2 相关内容	135
6.1.3 任务实施	142
6.2 车床夹具设计	144
6.2.1 任务引入	144
6.2.2 相关知识	145
6.2.3 任务实施	152
6.3 铣床夹具	155
6.3.1 任务引入	155
6.3.2 相关知识	156
6.3.3 任务实施	166
6.4 钻床夹具	171
6.4.1 任务引入	171
6.4.2 相关知识	171
6.4.3 任务实施	180
6.5 镗床夹具	185
6.5.1 任务引入	185
6.5.2 相关知识	186
6.5.3 任务实施	197
企业专家点评	201
习题与训练	202
教学单元 7 现代机床夹具	204
7.1 任务引入	204
7.2 相关知识	204
7.2.1 组合夹具	205
7.2.2 成组夹具	210

7.2.3 通用可调夹具·····	211
7.2.4 拼拆式夹具 ·····	212
7.2.5 自动线夹具 ·····	213
7.2.6 数控机床夹具·····	213
企业专家点评·····	223
习题与训练·····	224
附录 ·····	225
附录1 定位夹紧符号的标注 ·····	225
附录2 机床联系尺寸 ·····	226
附表3 常用夹具元件的公差配合 ·····	227
附表4 常用定位元件配合举例 ·····	228
附录5 固定式定位销(GB/T2203—91) ·····	231
附录6 麻花钻的直径公差 ·····	231
附录7 扩孔钻的直径公差 ·····	232
附录8 铰刀的直径公差 ·····	232
附录9 快换钻套(GB/T 2265—91) ·····	233
附录10 定位键(GB/T 2206—91)·····	234
附录11 常用定位元件的材料及热处理 ·····	234
参考文献 ·····	236

教学单元1 课程认识

1.1 课程的性质和定位

机械制造类专业,主要面向的是机械制造企业的零件加工、零件制造工艺与工艺装备设计、产品装配与调试等岗位,培养高素质高技能的技术应用型人才。

在现代生产制造中,机床夹具是一种不可缺少的工艺装备,它直接影响着零件的加工精度、生产率和产品的制造成本等,故机床夹具设计是一项重要的技术工作,它是各机械制造企业新产品投产、老产品改进和工艺更新中的一项重要生产技术准备工作,也是每一个从事机械加工工艺的技术人员必须掌握的基础知识,在机械制造以及生产技术准备中占有极其重要的地位。

“机床夹具及应用”课程以机床夹具为主要研究对象,其培养目标就是要围绕机械制造企业对工艺技术人员与技术工人在零件制造工艺编制与工装夹具设计方面的能力要求,有针对性地介绍机床夹具设计的理论、方法以及应用,使学生具备分析和解决机床夹具设计实际问题的能力。

1.2 课程主要内容以及与其他课程的衔接

“机床夹具及应用”课程是机械制造类专业一门主干专业课程,其培养目标就是要围绕机械制造岗位的能力要求,强化机床夹具设计及应用,使学生具备分析和解决生产过程中一般技术问题的能力。

学生通过学习“机床夹具及应用”课程,将学习到机床夹具设计的基本理论和知识,包括:零件定位原理与定位元件的选用、定位误差分析、夹紧机构的设计、各类机床夹具结构特点与设计等几个方面的内容。

本课程的学习涉及机械设计基础、机械制图、零件几何量检测等知识,因此要求学生掌握机械制图、机械零件设计、公差与配合、机械制造技术基础、机床设备、液压气动传动基础等相关知识,并且该课程的知识在机械制造技术基础、机械加工工艺方面也有很多的应用与交叉。所以说该课程是机械制造类专业重要的专业课程,既有非常强的实用价值,又是学习后续机械加工工艺等主干专业课程的基础支撑,只有学好该门课程才能保障该类专业其他课程的学习,才能保证专业培养目标的实现。

1.3 教学与学习方法

由于该门课程理论与实践要求都很高,所以必须强化理论与实践的有机结合,要充分利用行业、企业优势,大力推行“校企合作、工学结合”的教学模式,做到理论与实践并重,强化应用能力的培养。

教师教学方法:

- (1) 采取任务驱动的教学模式。
- (2) 完善实践教学资源,开发多种教学手段。
- (3) 引入企业典型案例,理论联系实际开展教学。

学生学习方法:

- (1) 了解该门课程的重要性。
- (2) 重视该门课程,端正学习态度。
- (3) 强化理论钻研,拓展相关知识面。
- (4) 深入实验室,认真做好实验。
- (5) 深入校内生产实训基地,全面了解企业生产过程,切实了解各类机床夹具在生产中的成功应用。

教学单元2 工件装夹概述

2.1 任务引入

图 2-1 所示后盖零件,要求钻后盖径向上的 $\phi 10$ mm 孔,其钻床夹具如图所示。要求分析其夹具结构组成,各部件的主要功能和作用。

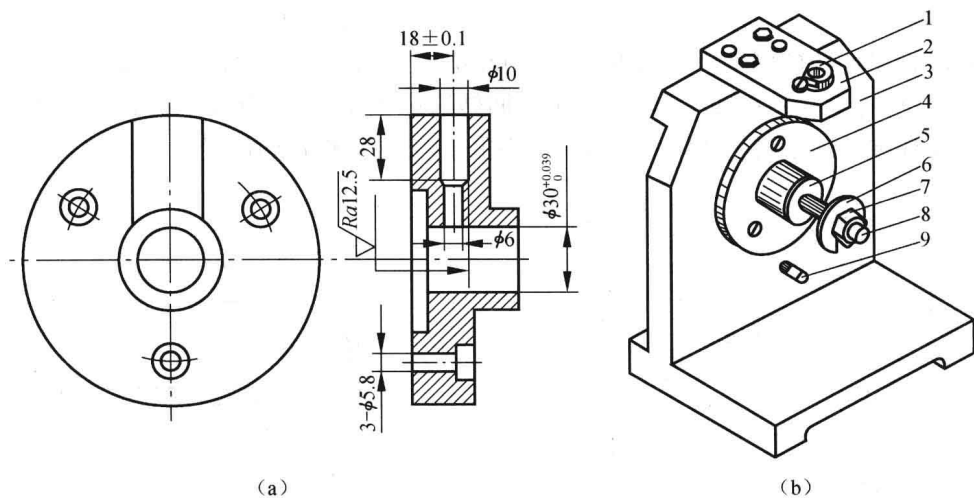


图 2-1 后盖钻夹具

(a) 后盖零件钻径向孔工序图; (b) 后盖钻夹具

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

2.2 相关知识

2.2.1 工件的装夹方法

在机床上对工件进行加工时,为了保证加工表面相对其他表面的尺寸和位置精度,首先需要使工件相对于机床和刀具占有正确的位置,并在加工过程中能承受各种力的作用而始终保持这一准确位置不变。前者称为工件的定位,后者称为工件的夹紧,这一整个过程统称为工件的装夹。

为了保证机床、工件、刀具的正确位置,在生产中常用以下两种装夹方法。

1. 找正装夹法

找正是用工具(和仪表)根据工件上有关基准,找出工件在划线、加工时的正确位置的过程。用找正方法装夹工件称为找正装夹。找正装夹又可分为直接找正装夹和划线找正装夹两种方法。

1) 直接找正装夹

直接找正法定位是利用百分表、划针或目测等方法在机床上直接找正工件加工面的设计基准使其获得正确位置的定位方法。这种方法的定位精度和找正的快慢取决于找正工人的水平。一般来说,直接找正装夹法的定位精度很高(如一般用四爪卡盘装夹工件百分表找正的精度就比用三爪卡盘装夹工件的精度高),但此法生产率较低,对工人的技术水平要求高,所以一般只用于单件小批生产中。

磨削如图 2-2 所示导套,在内圆磨床上磨削 $\phi 32H7$ 内孔,并保证 $\phi 32H7$ 与 $\phi 45r6$ 两轴心线的同轴度要求为 $\phi 0.012 \text{ mm}$,加工时的装夹、找正方法如图 2-2(b) 所示。可将工件装在四爪卡盘上,缓慢回转磨床主轴,用百分表直接找正外圆表面,使外圆的轴心线与磨床主轴回转中心重合,工件获得正确位置。

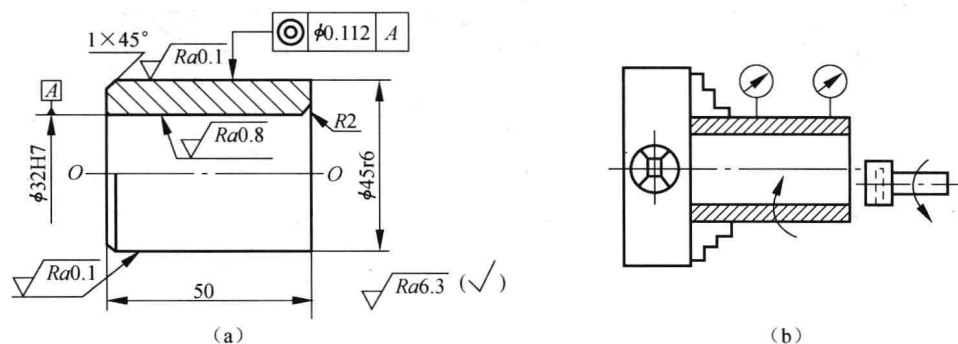


图 2-2 找正外圆

(a) 导套; (b) 工件的找正

又如图 2-3 所示,在牛头刨床上加工一通槽零件如图 2-3(a)所示,将工件直接放置在牛头刨床的工作台上,在牛头刀夹上安置一块百分表,通过牛头滑枕前后运

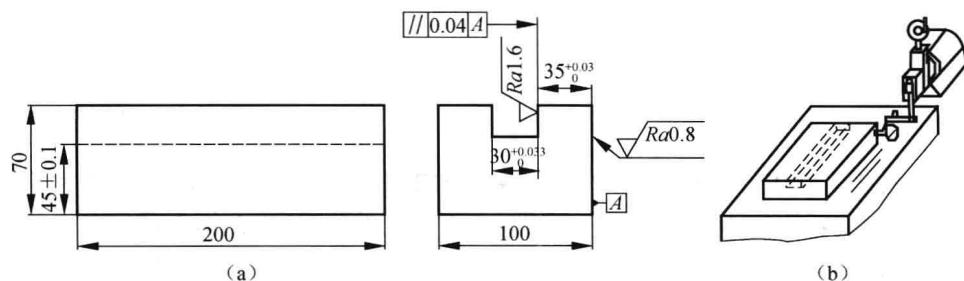


图 2-3 找正侧面

(a) 工件; (b) 刨床上直接找正示意图

动用百分表按零件侧面进行找正,使该侧面与牛头刨床的进给运动方向平行,找正后再夹紧工件进行刨槽加工,以保证加工后的通槽与该侧面的平行度。

2) 划线找正装夹

此法是用划针根据毛坯或半成品上所划的线为基准找正它在机床上正确位置的一种装夹方法。如图 2-4 所示,在铣削连杆状零件的上下两平面时,若零件批量不大,则可在机用虎钳中,按预先在零件侧边划出的加工线痕(或直接按毛坯端面),用划针进行找正。其方法是:沿工件四周移动划针,检视上表面所划线痕对划针针尖的偏离情况。然后轻轻敲击工件进行校正,直至加工线各处均与划针针尖对准为止。然后将工件完全夹紧,再重复校验一次,以检查找正后的正确位置有没有因夹紧而变化。若发生了变化,则需重新找正装夹。

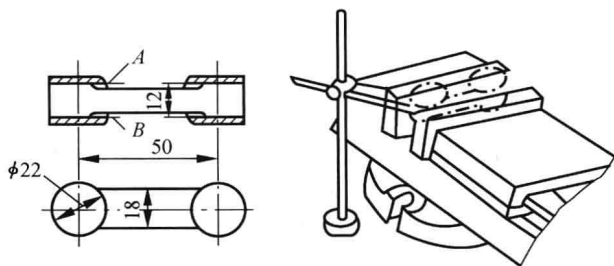


图 2-4 在机用虎钳上找正和装夹连杆状零件

由于划线既费时,又需技术水平高的划线工,划线找正的定位精度也不高,所以划线找正装夹只用在批量不大、形状复杂而笨重的工件,或毛坯的尺寸很大而无法采用夹具装夹的工件。

2. 用夹具装夹

夹具是用以装夹工件的工艺装备。它广泛用于切削加工、热处理、装配、焊接和检测等工艺过程中。在金属切削机床上使用的夹具称为机床夹具。用夹具装夹工件操作方便,效率也高,工件的定位精度一般可达 0.01 mm。

采用夹具装夹法对工件进行加工时,为了保证工件加工表面相对其他有关表面的尺寸和位置精度,必须满足下述 3 个条件。

- (1) 工件在夹具中占据一定的位置。
- (2) 夹具在机床上保持一定的位置。
- (3) 夹具相对刀具保持一定的位置。

如图 2-5(a) 所示短销工件,铣键槽时要控制的键槽尺寸为:深度尺寸 $24_{-0.10}^0$ mm,长度尺寸 $80_{-0.12}^0$ mm,键槽与轴心线的平行度是 0.1 mm,对称度是 0.2 mm。其铣床夹具如图 2-5(b) 所示,工件以外圆 $\phi 60_{-0.03}^0$ mm 和一端面 C 在 V 形块 6 及圆柱销 7 上定位,保证工件在夹具中占据正确位置。操纵液压阀(图中未画出)使液压油由油缸下腔进入,活塞向上移,通过压板 4 便可夹紧工件。工件定位主要是保证尺寸 $24_{-0.10}^0$ mm 和 $80_{-0.12}^0$ mm,平行度 0.1 mm 和对称度 0.2 mm。

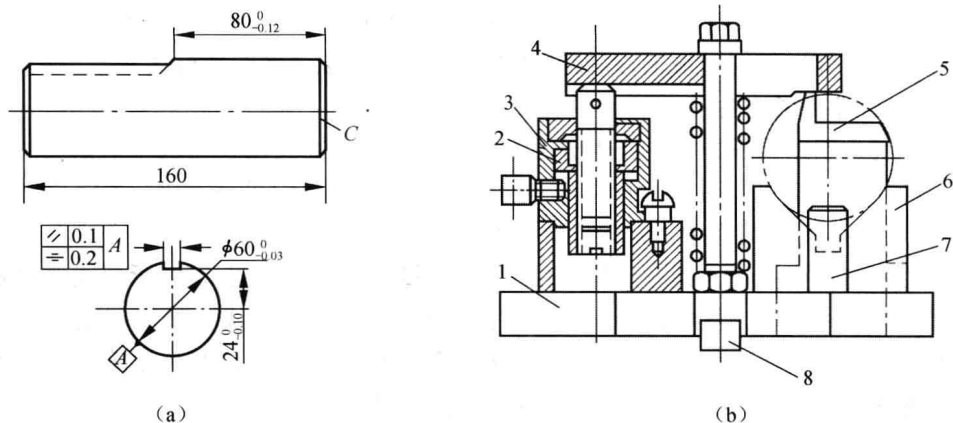


图 2-5 铣键槽工件的装夹

(a) 短销; (b) 铣键槽夹具

1—夹具体; 2—活塞; 3—油缸; 4—压板; 5—对刀块; 6—V形块; 7—圆柱销; 8—定向键

为了保证加工精度,加工前将夹具体 1 放在卧式铣床工作台上,定向键 8 嵌入与纵走刀方向平行的工作台中央 T 形槽内,并用 T 形螺栓压紧,使夹具在机床上保持一定的位置,然后用对刀塞尺调整直角对刀块 5 与三面刃铣刀间的相对位置,使刀具相对夹具保持一定的位置,如图 2-6 所示。

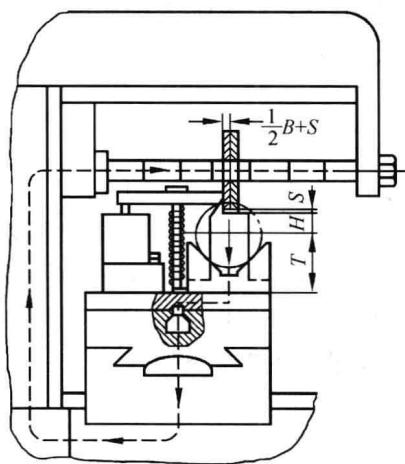


图 2-6 夹具与机床、刀具间的关系

又如,在大批生产的条件下,加工如图 2-7(a)所示的垫板上的两个孔,要求两孔的位置尺寸为 A 、 B 及 L ,并与底面 C 垂直。其夹具如图 2-7(b)所示,工件在夹具中所占据的一定位置是由 4 个支承板 1 及 3 个支承钉 2 确定,并用螺钉 4 夹紧。当采用专用双轴钻床同时加工工件两孔时,应先用定向键 3 使夹具在机床上定位,夹具相对于刀具的位置是由夹具上的钻套 5 保证的。若改用摇臂钻床钻孔,夹具

安装在机床的工作台上后,在钻孔时直接靠钻套来保证夹具相对刀具的位置就可以了。

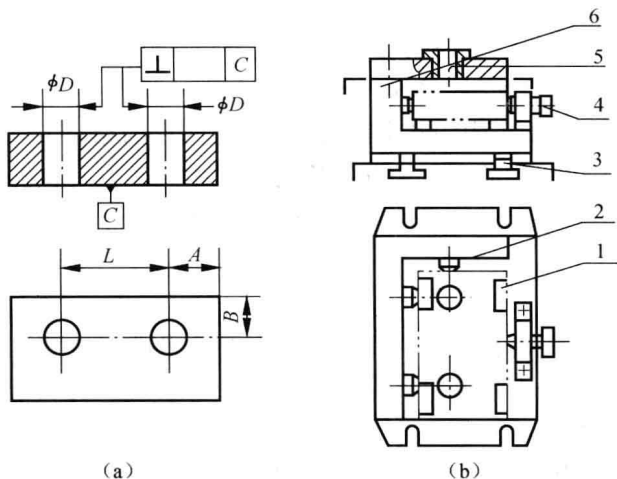


图 2-7 钻孔工件的装夹

(a) 垫板; (b) 钻孔夹具

1—支承板; 2—支承钉; 3—定向键; 4—螺钉; 5—钻套; 6—夹具体

2.2.2 机床夹具的功能和作用

一、机床夹具的功能

机床夹具的主要功能是使工件定位和夹紧。然而,由于各类机床加工方式的不同,有的机床夹具还有对刀、导向、分度等特殊功能。

1. 机床夹具的主要功能

(1) 定位。确定工件在夹具中占有正确位置的过程。正确的定位可以保证工件加工面的尺寸和位置精度要求。

(2) 夹紧。工件定位后将其固定,使其在加工过程中保持定位位置不变的操作。由于受到各种力的作用,工件在加工时如不将工件夹紧,工件会松动而不能保证加工精度。

从定位到夹紧的整个过程,称为装夹。

2. 机床夹具的特殊功能

(1) 对刀。调整刀具切削刃相对于工件或夹具的正确位置,如铣床夹具中的对刀块,它能迅速确定铣刀相对于夹具的正确位置。

(2) 导向。如钻床夹具中的钻套,能迅速确定钻头的位置,并引导其进行钻削。

(3) 分度。工件一次装夹后,在加工过程中进行分度。

二、机床夹具的作用

在机械加工中,使用机床夹具的目的主要有以下几个方面。

1. 保证工件的加工精度、稳定产品质量

机床夹具在机械加工中的基本作用就是保证工件的相对位置精度。由于采用了能直接定位的夹具,因此可以准确地确定工件相对于刀具和机床切削成型运动中的相互位置关系,不受或少受各种主观因素的影响,可以稳定可靠地保证加工质量。

2. 提高劳动生产率和降低加工成本

提高劳动生产率、降低单件时间定额的主要技术措施是增大切削用量和压缩辅助时间。采用机床夹具,既可以提高工件加工时的刚度,有利于采用较大的切削用量,又可以省去划线找正等工作,使安装工作的辅助工时大大减小,因此能显著地提高劳动生产率和降低成本。由于采用与生产规模相适应的夹具,使产品质量稳定,废品大大减少,劳动生产率提高,可使用低技术等级工人等,皆可以大大降低加工成本。

3. 扩大机床工艺范围和改变机床用途

在单件小批生产的条件下,为解决工件的种类、规格较多,而机床的数量品种却有限的矛盾,可设计制造专用夹具,使机床“一机多用”。例如,在普通铣床上安装专用夹具,可以铣削成形表面;在车床上使用专用夹具,可将其回转运动改变为直线往复运动;如果在车床床鞍上安装镗模,又可进行箱体孔系加工等。

4. 改善工人劳动条件

使用专用夹具安装工件,定位方便、迅速,夹紧可采用增力、机动夹紧机构等装置,因此可以减轻工人的劳动强度,还可设计保护装置,确保操作者安全。例如,如图 2-5 所示夹具,只要操纵液压阀便可完成压紧或松开动作。采用夹具后工件的装卸显然比不用夹具时方便、省力、安全。

5. 在流水线生产中便于平衡生产节拍

工艺过程中,当某些工序所需工序时间特别长时,可以采用多工位或高效夹具等,以提高生产效率,使生产节拍能够比较平衡。

2.2.3 机床夹具的组成

根据机床夹具的作用,其结构主要由以下几部分组成。

一、机床夹具的基本组成部分

虽然夹具的结构不同,但其基本组成部分都有定位元件(或定位装置)、夹紧装

置和夹具体三大部分。

1. 定位元件

定位元件是夹具的主要功能元件之一,用于确定工件在夹具中的正确位置。如图 2-5 中的 V 形块 6 和圆柱销 7,图 2-7 中的支承板 1 和支承钉 2 等都是定位元件。

2. 夹紧装置

夹紧装置也是夹具的主要功能元件之一,用于夹紧工件,使工件在受到外力作用后仍能保持其既定位置不变。如图 2-5 中的压板机构和图 2-7 中的螺钉 4。

3. 夹具体

夹具体是夹具的基本骨架,通过它将夹具所有元件连成一个整体。如图 2-5 中的夹具体 1 和图 2-7 中的夹具体 6。常用的夹具体为铸铁结构、锻造结构、焊接结构,形状有回转体形和底座形等。

二、机床夹具的其他组成部分

1. 对刀元件与引刀元件

用于确定或引导刀具,使其与夹具的定位元件保持某一正确的相对位置关系。如图 2-5 中的对刀块 5 和图 2-7 中的钻套 5。对刀元件常见于铣床夹具的对刀,引导元件主要指钻模的钻模板、钻套,镗模的镗模支架、镗套等。它们确定刀具的位置并引导刀具进行切削。

2. 连接元件

用于保证夹具与机床间相对位置的元件。如图 2-5 中的定向键 8 和图 2-7 中的定向键 3 等。连接元件有两种形式:一种是安装在工作台上的,另一种是安装在机床主轴上的。

3. 其他元件及装置

根据工件的加工要求,某些夹具具有分度装置、靠模装置、工件的抬起装置等。

2.2.4 机床夹具的分类及设计要求

一、机床夹具的分类

1. 按专业化程度分类

(1) 通用夹具。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。例如,车床上三爪和四爪卡盘、顶尖和鸡心夹头;铣床上的平口钳、分度头和回转工作台等。它们有很大的通用性,一般已标准化,由专业工厂生产,并作为机床附件供给用户。这类夹具主要用于单件、小批量生产。

(2) 专用夹具。指专为某一工件的某道工序而专门设计的夹具。专用夹具结