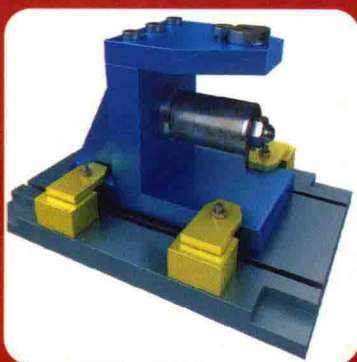




高等职业教育“十二五”规划教材
国家示范性骨干院校建设项目成果

精密典型零件工装设计

主 编 史朝辉



 科学出版社

高等职业教育“十二五”规划教材
国家示范性骨干院校建设项目成果

精密典型零件工装设计

史朝辉 主 编
张权民 白福民 副主编
张 勇 主 审

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书结合编者多年从事高等职业教育的实践经验,尤其是近年来课程改革的体会编写。全书贯穿专用夹具设计的主线,以项目化教学的方式,对工件以内孔、外圆、平面、两孔一面等常见表面定位的机床夹具设计作了较为翔实的介绍。

全书包括机床夹具认知、工件以内孔定位机床夹具(铣床夹具)设计、工件以一面两孔定位机床夹具(钻床夹具)设计、工件以外圆定位机床夹具(车床夹具)设计、工件以平面定位机床夹具(镗床夹具)设计、工件等分表面加工机床夹具(分度夹具)设计、现代机床夹具认知等内容。

本书可作为高职高专机械制造专业及相关专业教材,亦可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

精密典型零件工装设计/史朝辉主编. —北京:科学出版社, 2013
(高等职业教育“十二五”规划教材·国家示范性骨干院校建设项目成果)
ISBN 978-7-03-036952-9

I. ①精… II. ①史… III. ①机床夹具-设计-高等教育-教材
IV. ①TG750.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 043446 号

责任编辑:艾冬冬 / 责任校对:马英菊
责任印制:吕春珉 / 封面设计:东方人华

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新科印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014年1月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2015年2月第二次印刷 印张:13

字数:296 000

定价:28.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换<新科>)

销售部电话 010-62142126 编辑部电话 010-62135763-2022

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

前 言

本书根据高等职业教育培养高端技能型人才的要求而编写。

全书以项目化教学的方式,给出了工件以内孔、外圆、平面、两孔一面等常见表面定位机床夹具的设计方案,突现专用夹具设计主线,穿插介绍基本知识点。书中对工件在夹具中定位的“定义”赋予了新内容,对定位误差中基准不重合误差、基准位移误差产生的原因及合成规律,误差的分类,夹具的对定,夹具总图上尺寸、技术条件的标注等提出了独到见解。

本书以工件不同表面定位的夹具设计案例,淡化了理论讲解,强化了设计实践,有助于学生掌握专用夹具的设计思路与方法。章节安排紧凑,前后联系紧密。设计实训紧扣项目内容,练习目的明确,难易恰如其分。附录内容有助于夹具设计查阅、参考。

本书配有电子课件,课件可从网站 <http://zyk.gfxy.com:8001/jmdxlgzshj/> 下载,如遇问题,请与 kexuejianzhu@126.com 联系。该课件以幻灯片为载体,并穿插部分动画和录像,方便教学。

本书由陕西国防工业职业技术学院史朝辉高级工程师任主编,张权民教授(项目1、项目2、附录)、史朝辉(项目3、项目5)、白福民讲师(工程师)(项目4、项目6、项目7、幻灯片)共同编写。全书由史朝辉统稿。

西安北方光电股份有限公司首席工艺师、高级工程师张勇对本书进行了审阅,并结合生产设计,提出了很多宝贵意见。在编写本书的过程中,还得到了陕西国防工业职业技术学院相关教研室的教师的鼎力相助,在此一并表示忠心感谢!

由于编者水平有限,错误和不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2012年11月

目 录

项目 1 机床夹具认知	1
1.1 机床夹具的分类	1
1.2 工件的装夹	2
1.2.1 工件装夹的目的	2
1.2.2 找正法装夹工件	3
1.2.3 专用夹具装夹工件	4
1.3 机床夹具的组成	6
1.3.1 基本组成	7
1.3.2 其他组成	7
1.4 机床夹具的工作原理及作用	7
1.4.1 机床夹具的工作原理	7
1.4.2 机床夹具的作用	7
1.5 工件加工误差的组成	8
项目 2 工件以内孔定位机床夹具（铣床夹具）设计	9
2.1 设计专用机床夹具的基本要求	9
2.2 设计准备阶段	9
2.2.1 设计任务书	9
2.2.2 设计资料收集	10
2.3 设计阶段	14
2.3.1 工序分析	14
2.3.2 定位方案设计	14
2.3.3 夹紧方案设计	25
2.3.4 连接方案设计	42
2.3.5 对刀方案设计	47
2.3.6 夹具精度分析	51
2.3.7 夹具体设计	51
2.4 绘图阶段	54
2.4.1 绘制夹具装配图	54
2.4.2 绘制非标准夹具零件图	59
2.5 夹具使用说明	62
2.6 铣床夹具设计实训	62



项目 3 工件以一面两孔定位机床夹具（钻床夹具）设计	63
3.1 设计准备阶段	63
3.1.1 设计任务书	63
3.1.2 设计资料收集	63
3.2 设计阶段	68
3.2.1 工序分析	68
3.2.2 定位方案设计	68
3.2.3 夹紧方案设计	81
3.2.4 结构类型确定	81
3.2.5 导引方案设计	83
3.2.6 对刀误差的计算	87
3.2.7 连接方案设计	89
3.2.8 夹具精度分析	90
3.2.9 夹具体设计	90
3.3 绘图阶段	90
3.3.1 绘制夹具装配图	90
3.3.2 绘制非标准夹具零件图	93
3.4 夹具的使用说明	95
3.5 钻床夹具设计实训	95
项目 4 工件以外圆定位机床夹具（车床夹具）的设计	96
4.1 设计准备阶段	96
4.1.1 设计任务书	96
4.1.2 设计资料收集	96
4.2 设计阶段	101
4.2.1 工序分析	101
4.2.2 定位方案设计	101
4.2.3 结构类型确定	105
4.2.4 夹紧方案设计	109
4.2.5 连接方案设计	110
4.2.6 夹具精度分析	112
4.2.7 夹具体设计	112
4.3 绘图阶段	112
4.3.1 绘制夹具装配图	112
4.3.2 绘制非标准夹具零件图	114
4.4 夹具使用说明	117
4.5 车床夹具设计实训	117



项目 5 工件以平面定位机床夹具（镗床夹具）设计	118
5.1 设计准备阶段	118
5.1.1 设计任务书	118
5.1.2 设计资料收集	118
5.2 设计阶段	123
5.2.1 工序分析	123
5.2.2 定位方案设计	123
5.2.3 夹紧方案设计	124
5.2.4 导引装置设计	125
5.2.5 连接方案设计	132
5.2.6 夹具精度分析	134
5.3 绘图阶段	134
5.3.1 绘制夹具装配图	134
5.3.2 绘制非标准夹具零件图	135
5.4 夹具使用说明	139
5.5 镗床夹具设计实训	139
项目 6 工件等分表面加工机床夹具（分度夹具）设计	140
6.1 设计准备阶段	140
6.1.1 设计任务书	140
6.1.2 设计资料收集	140
6.2 设计阶段	146
6.2.1 工序分析	146
6.2.2 定位方案设计	146
6.2.3 结构类型确定	147
6.2.4 夹紧方案设计	147
6.2.5 导引方案设计	147
6.2.6 连接方案设计	148
6.2.7 分度装置	149
6.2.8 夹具精度分析	154
6.2.9 夹具体设计	154
6.3 绘图阶段	155
6.3.1 绘制夹具装配图	155
6.3.2 绘制非标准夹具零件图	155
6.4 夹具使用说明	160
6.5 分度夹具设计实训	160
项目 7 现代机床夹具认知	161
7.1 自动线夹具	161



7.2 组合夹具	162
7.2.1 什么是组合夹具	162
7.2.2 组合夹具元件	163
7.2.3 组合夹具的组装	166
7.2.4 设立厂级或地区级组合夹具（出租）站	166
7.3 通用可调夹具与成组夹具	167
7.3.1 通用可调夹具与成组夹具的组成与工作原理	167
7.3.2 通用可调夹具与成组夹具的设计原理	167
7.4 数控夹具	168
7.4.1 数控机床夹具的设计要求	168
7.4.2 数控机床夹具的设计特点	169
7.5 组合夹具设计实训	169
附录	171
主要参考文献	198

项目 1 机床夹具认知

学习目标

1. 了解常见专用夹具的基本组成。
2. 了解专用夹具的工作原理。
3. 了解工件加工误差的组成。

1.1 机床夹具的分类

在机械制造过程中，用来固定加工对象，使之占有正确加工位置的工艺装备称为夹具。机械制造过程包含机床切削加工、焊接、装配、检验等。在机床上用来固定加工对象，使之占有正确加工位置的工艺装备，称为机床夹具，本书中将机床夹具简称为夹具。机床夹具的分类如图 1-1 所示。

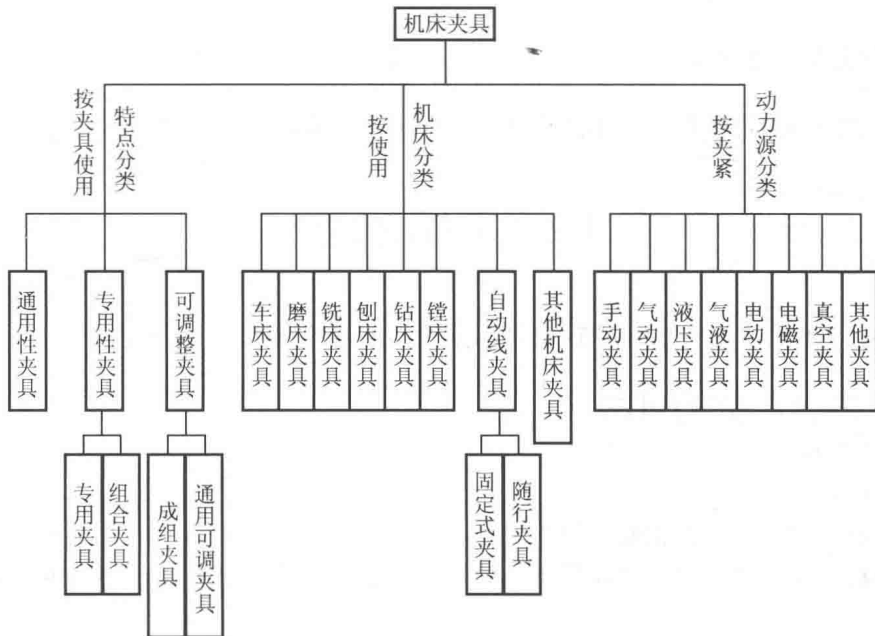


图 1-1 机床夹具的分类



1. 按夹具的使用特点分类

(1) 通用性夹具

通用性夹具指结构、尺寸已标准化,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、电磁吸盘等,其特点是适应范围大,已成为机床附件,但生产率较低,适用于单件小批量生产。

(2) 专用性夹具

专用性夹具指针对某一工件某一工序的加工要求专门设计和制造的夹具,其特点是针对性极强,没有通用性,常用于批量较大的生产中,可获得较高的生产率和加工精度,但设计制造周期长。

组合夹具是一种模块化的专用夹具。标准的模块元件有较高的精度和耐磨性,可组装成各种专用夹具,夹具使用完毕后可进行拆卸,留待组装新的夹具,其用在单件,中小批、多品种生产和数控加工中,是一种较经济的夹具。

(3) 可调整夹具

可调整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。对不同类型和尺寸的工件,只需调整或更换原来夹具上的个别定位元件和夹紧元件便可使用。

2. 按使用机床分类

按使用机床分类可分为车床夹具、铣床夹具、钻床夹具、镗床夹具、刨床夹具、磨床夹具、自动线夹具等。

3. 按夹紧动力源分类

按夹紧动力源分类可分为手动夹具、气动夹具、液压夹具、电动夹具等。

1.2 工件的装夹

装夹:工件加工前,在机床或夹具中定位、夹紧的过程。

1.2.1 工件装夹的目的

(1) 定位

定位就是使工件获得正确的加工位置。

本课程的主要任务是研究专用夹具的设计,定位就是专门研究一批工件在专用夹具中的定位。

下面由工艺课中所讲定位的概念来分析定位:



工件加工前，在机床或夹具中占据某一正确加工位置的过程



工件加工前，在夹具中占据某一正确加工位置的过程



指一批工件先后装夹到夹具中，都能占据一致正确加工位置的过程

↓（一致在坐标系中就是确定）

定位：工件加工前，在夹具中占据“确定”、“正确”加工位置的过程。

所以，本课程所讲定位主要是研究什么是“确定”、“正确”的加工位置。

（2）夹紧

夹紧就是固定工件的正确加工位置。

（3）装夹的目的

装夹就是对工件进行定位和夹紧。装夹时一般先定位、后夹紧，特殊情况下定位、夹紧同时实现，如三爪自定心卡盘装夹工件。

1.2.2 找正法装夹工件

（1）直接找正法

以工件已有表面找正装夹工件。图 1-2 所示为在四爪单动卡盘上用百分表找正装夹工件。

（2）划线找正法

以工件上事先划好的线痕迹找正装夹工件。图 1-3 所示为在台虎钳上用划针根据线痕找正装夹工件。

装夹过程为预夹紧→找正、敲击→完全夹紧。

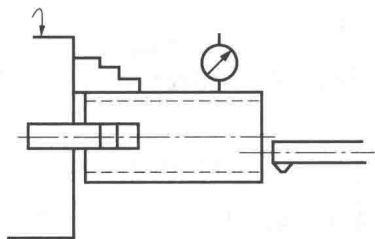


图 1-2 四爪装夹工件

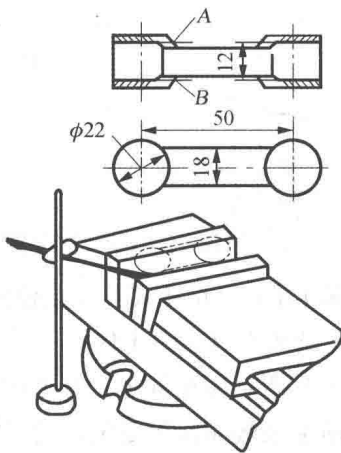


图 1-3 划线找正装夹工件

可见，找正法装夹工件，工件正确位置的获得是通过找正达到的，夹具只起到夹紧工件的作用。这种方法方便、简单，生产率低、劳动强度大，适用于单件、小批生产。



1.2.3 专用夹具装夹工件

1. 专用夹具装夹工件

下面以钻床专用夹具、铣床专用夹具、车床专用夹具、镗床专用夹具装夹工件为例。

(1) 钻床夹具（又称钻模）装夹工件

图 1-4 所示为在钻床夹具上加工套类零件上 $\phi 6H11$ 径向孔，工件以内孔及端面与夹具上定位心轴 6 及其端面接触定位，通过开口垫圈 4、螺母 5 压紧工件。把夹具放在钻床工作台上，移动夹具让钻套 1 导引钻头钻孔。因钻套内孔中心线到定位心轴 6 端面的尺寸及对定位心轴 6 轴线的对称度是根据工件孔加工位置要求确定的，所以能满足工件加工要求。

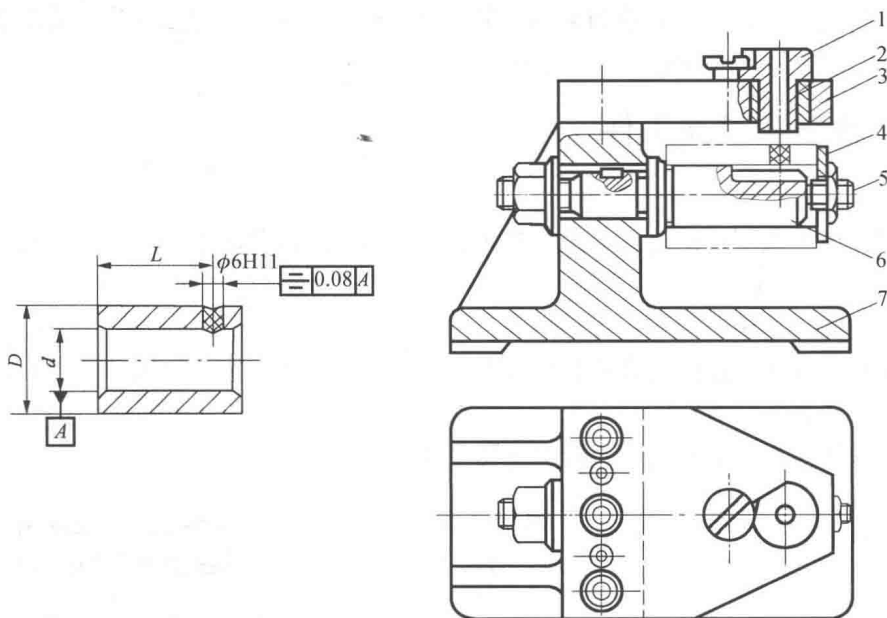


图 1-4 钻床夹具

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

由图 1-4 知，钻床夹具由定位元件、夹紧装置、导引装置、钻模板、夹具体等组成。

(2) 铣床夹具装夹工件

图 1-5 所示为在铣床夹具上加工套类零件上的通槽 b ，工件以内孔及端面与夹具上定位心轴 1 及端面接触定位，通过螺母 4、开口垫圈 5 压紧工件。铣床夹具通过底面和定位键 2 与铣床工作台面和 T 形槽面接触确定夹具在铣床工作台上的位置，通过螺栓压板压紧夹具，然后移动工作台，让对刀块 3 工作面与塞尺、刀具切削表面接触确定其相对位置加工工件，因对刀块工作面到定位心轴轴线的位置尺寸是根据工件加工要求确定的，所以能满足工件加工要求。

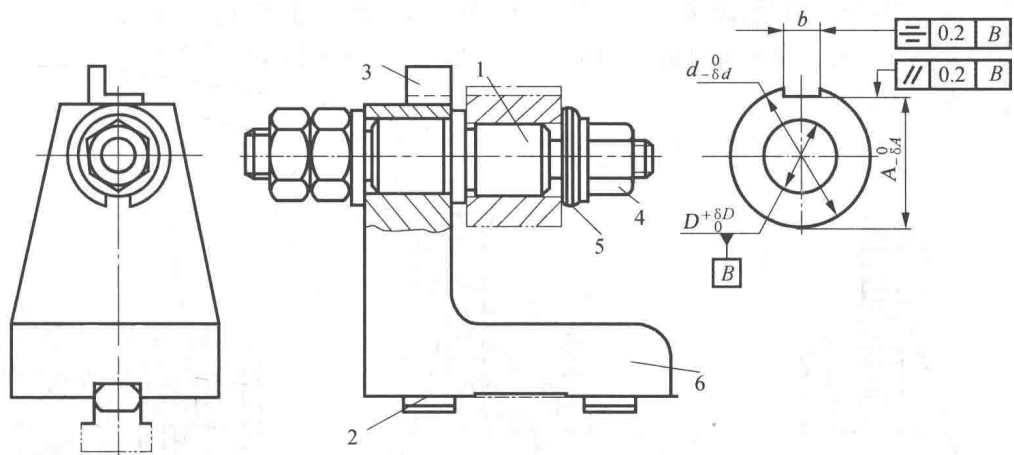


图 1-5 铣床夹具

1—定位心轴；2—定位键；3—对刀块；4—螺母；5—开口垫圈；6—夹具体

由图 1-5 知，铣床夹具由定位元件、夹紧装置、对刀装置、连接元件、夹具体等组成。

(3) 车床夹具装夹工件

图 1-6 所示为在车床夹具上加工套类零件外圆面，工件以内孔面、端面在弹性筒夹 5 及轴肩上定位，转动螺母 4，锥体 1、3 相向移动，使弹性筒夹 5 外胀定心夹紧工件。车床夹具通过莫氏锥柄与车床主轴莫氏锥孔相连接，带动夹具旋转而加工外圆。因弹性筒夹与莫氏锥柄同轴，从而保证了加工套类零件外圆面与其内孔面的同轴。

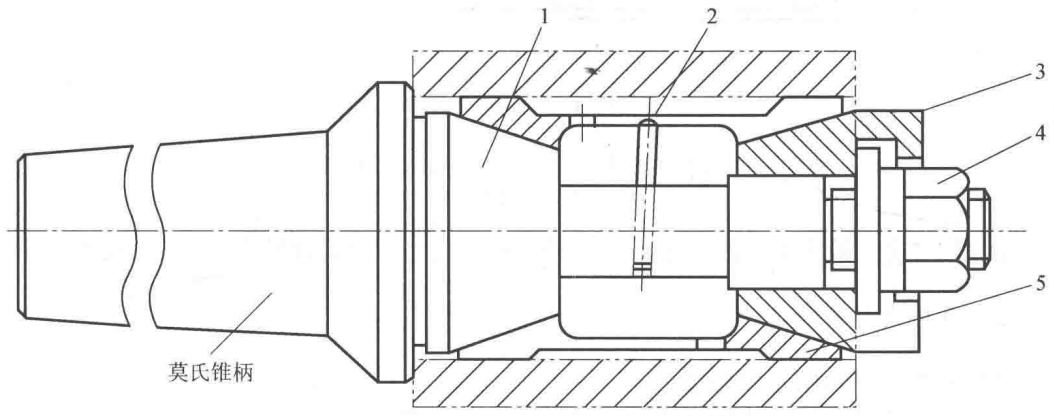


图 1-6 车床夹具

1—锥体；2—防转销；3—锥套；4—螺母；5—弹性筒夹

由图 1-6 知，车床夹具由定位元件、夹紧装置、连接元件（莫氏锥柄）、夹具体等组成。

(4) 镗床夹具（又称镗模）装夹工件

图 1-7 所示为在镗床夹具上镗工件（车床尾座）上的孔，工件以底面、侧面、端面在定位支承导向板 3、挡销 5 上定位，用螺栓压板 4 夹紧，在镗床上镗孔。镗床夹具以

镗模底座 1 与镗床工作台面接触, 并通过镗模底座 1 上的找正基面找正, 使镗床进给方向与镗套轴线平行, 从而保证镗孔的位置精度要求。镗床夹具是用螺栓压板固定在镗床工作台面上的。

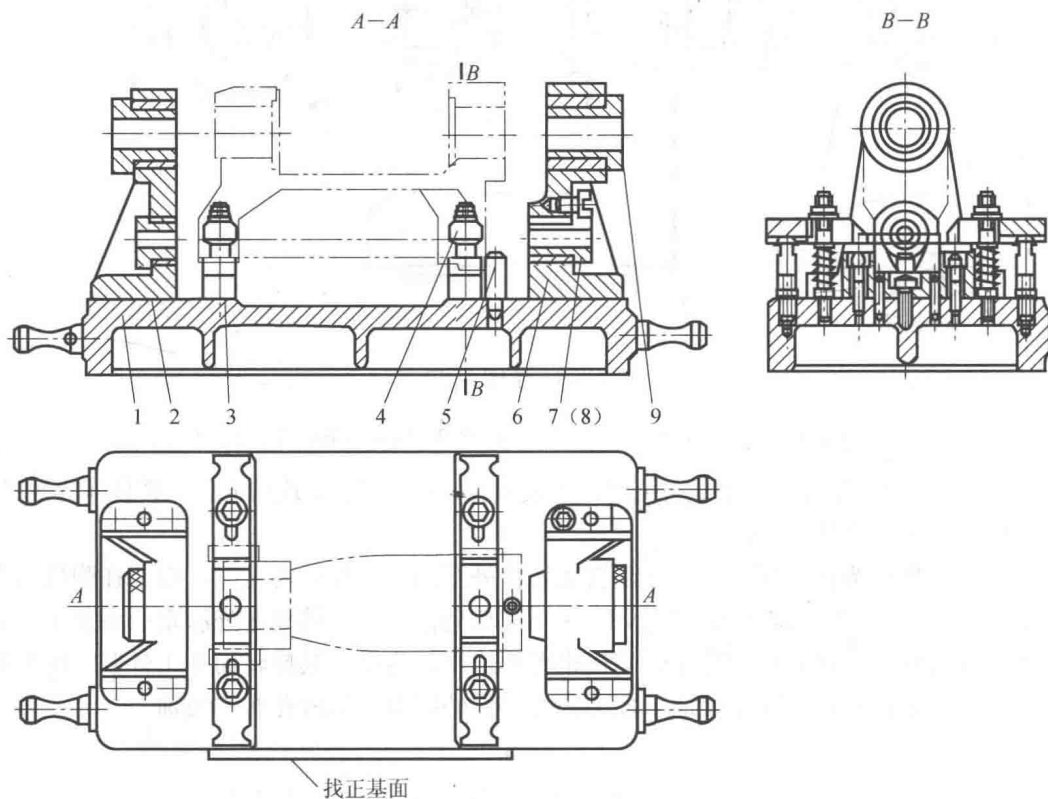


图 1-7 镗床夹具

1—镗模底座; 2、6—镗模支架; 3—定位支承导向板; 4—压板; 5—挡销;
7(8)—钻套(铰套); 9—镗套

由图 1-7 知, 镗床夹具由定位元件、夹紧装置、导引装置、镗模支架、镗模底座等组成。

2. 专用夹具装夹工件的特点

- 1) 工件在夹具中定位迅速。
- 2) 工件通过预先在机床上调整好位置的夹具, 相对机床占有正确位置。
- 3) 工件通过对刀、导引装置, 相对刀具占有正确位置。
- 4) 对加工成批工件效率尤为显著。

1.3 机床夹具的组成

如图 1-4~图 1-7 所示, 机床夹具主要由以下几方面组成。



1.3.1 基本组成

(1) 定位元件

定位元件是与工件定位基准接触的元件，用来确定工件在夹具中的位置。

(2) 夹紧装置

夹紧装置是压紧工件的装置，通常由多个元件组合而成。

(3) 夹具体

夹具体是夹具的基础元件，用来连接其他所有夹具元件。

1.3.2 其他组成

(1) 连接元件

连接元件是连接机床与夹具的元件，用来确定夹具在机床中的位置。

(2) 对刀、导引元件

对刀、导引元件是用来确定夹具与刀具相对位置的元件。

(3) 其他元件

其他元件是起辅助作用的元件。

1.4 机床夹具的工作原理及作用

1.4.1 机床夹具的工作原理

机床夹具的工作原理如图 1-8 所示。工件通过定位元件在夹具中占有正确位置，夹具通过连接元件在机床中占有正确位置，夹具通过对刀、导引元件相对刀具占有正确位置，从而保证工件相对机床位置正确、工件相对刀具位置正确，最终保证满足工件加工要求。



图 1-8 机床夹具工作原理

1.4.2 机床夹具的作用

机床夹具是连接工件与机床，工件与刀具的中间装置，其作用如下：

- 1) 保证工件加工精度。
- 2) 提高劳动生产率、降低成本。
- 3) 降低工人劳动强度。



- 4) 可由较低技术等级工人进行加工。
- 5) 扩大机床的使用范围。

1.5 工件加工误差的组成

工件加工误差由装夹误差、对定误差和过程误差组成。

1. 装夹误差

装夹误差 (Δ_{ZJ}) 是把工件装夹到夹具上, 工件位置不准确, 在工件上产生的加工误差。

(1) 定位误差

定位误差 (Δ_{dw}) 是因工件在夹具上定位不准确而在工件上产生的加工误差。

(2) 夹紧误差

夹紧误差 (Δ_{jj}) 是工件夹紧变形在工件上产生的误差。当夹紧力方向、作用点、大小合理时近似为零。

2. 对定误差

对定误差 (Δ_{DD}) 是夹具在机床上安装位置不准确和夹具与刀具相对位置不准确在工件上产生的加工误差。

(1) 夹具位置误差

夹具位置误差 (Δ_{jw}) 是夹具在机床上安装位置不准确在工件上产生的加工误差。

(2) 夹具对刀误差

夹具对刀误差 (Δ_{jd}) 是夹具与刀具相对位置不准确在工件上产生的加工误差。

3. 过程误差

过程误差 (Δ_{GC}) 是加工过程中的磨损、变形、振动等因素造成工件上产生的加工误差, 属随机变量, 无法量化。

4. 误差不等式

加工过程中, 在工件上产生的各种加工误差之和应小于等于工件工序尺寸的公差 (T), 为方便计算, 一般人为地把 Δ_{ZJ} 、 Δ_{DD} 、 Δ_{GC} 各取 $1/3T$, 有 $\Delta_{ZJ} \leq 1/3T$, 在忽略 Δ_{jj} 后有:

$$\Delta_{dw} \leq 1/3T$$

上式称为误差不等式, 夹具定位误差分析时用, 满足此式, 认为定位方案可行。

项目2 工件以内孔定位机床夹具 (铣床夹具)设计

学习目标

1. 了解铣床夹具的结构特点。
2. 掌握专用机床夹具的设计方法。
3. 掌握工件以内孔定位机床夹具的设计。
4. 学会查阅手册、资料。

2.1 设计专用机床夹具的基本要求

设计专用机床夹具的基本要求是使加工精度、生产率、经济性、劳动条件等几个方面达到辨证的统一。具体要求如下:

- 1) 满足工件工序加工精度要求。
- 2) 能提高加工生产率。
- 3) 操作方便、省力、安全。
- 4) 具有一定使用寿命和较低的制造成本。
- 5) 夹具元件应满足通用化、标准化、系列化的“三化”要求。
- 6) 具有良好的结构工艺性: 便于制造、检验、装配、调整、维修等。

2.2 设计准备阶段

设计准备阶段的主要任务是明确设计要求、掌握第一手资料。

2.2.1 设计任务书

夹具设计任务书如表 2-1 所示, 一般由工艺设计人员给出。