



JICHUANG JIAJU

SHEJI YU YINGYONG

机床夹具设计与应用

■ 主 编 李存霞 姬瑞海
■ 副主编 张 亚 张春亮 惠相君
■ 主 审 杜海清



清华大学出版社

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



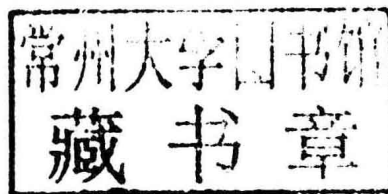
北京交通大学出版社

<http://press.bjtu.edu.cn>



机床夹具设计与应用

主 编 李存霞 姬瑞海
副主编 张 亚 张春亮 惠相君
主 审 杜海清



清华大学出版社
北京交通大学出版社

• 北京 •

内 容 简 介

本书共分为九个模块,主要内容为机床夹具拆装认知实训、工件的定位、工件的夹紧、分度装置与夹具体的设计、通用夹具的选择与使用、典型机床夹具设计、专用夹具设计、机床夹具的应用和机床夹具发展趋势。全书各个模块既有联系性,又有一定的独立性。

本书主要特点是:模块架构设置新颖,以工作任务为引领,以项目实践为驱动,知识连接紧密,问题解析贴近实际,便于实施“一体化”、案例式、启发式等教学方法,适应“教、学、做”合一的教学模式改革,有助于培养学生的工程应用能力和良好职业素养。

本书主要作为高等院校机械制造及自动化、数控技术、模具设计与制造、机电一体化等专业的教材,也可供机械制造领域的工程技术人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

机床夹具设计与应用/李存霞,姬瑞海主编. —北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社,2011.10

ISBN 978-7-5121-0778-6

I. ①机… II. ①李… ②姬… III. ①机床夹具-设计-高等职业教育-教材
IV. ①TG750.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第220107号

责任编辑:杨正泽

出版发行:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414

印刷者:北京市德美印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×230 印张:19.25 字数:493千字

版 次:2012年1月第1版 2012年1月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-5121-0778-6/TG·26

印 数:1~3 000册 定价:29.50元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。

投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

前 言

一个好的产品受制于多种因素，其中产品设计是基础，工艺设计是保障，这两者相辅相成，缺一不可。机床夹具设计是机械产品工艺设计的重要内容，是机械工艺师应具备的主要能力之一。现代社会，科学技术迅猛发展，产品市场融为一体，机器工业化生产是主要特征；在这样的环境中，个人的沟通协调能力、表达能力、团队意识等职业素养方面也显得尤为重要。

本书以典型机械零件的工艺特点和工装设计的工作过程为依据，有机整合了机床夹具设计的理论和实践知识，精心设计了教材组织架构。教材内容以工作任务为引领，以具体的项目实践为驱动，有利于“一体化”教学、案例式教学、启发式教学、小组讨论式教学等教学方法的实施，适应“教、学、做”一体化教学模式改革的实践，有助于培养学员的工程应用能力和良好职业素养。

本书以机床夹具设计与应用为依据，把课程内容划分为九个模块，每个模块设置有教学导航、引导问题、任务引入、任务分析、相关知识、项目实施、问题解析、知识梳理、思考与练习等栏目，架构新颖，衔接紧密，图表清晰，概括性强，便于融会贯通。

使用本书时，可根据具体情况在授课内容及顺序方面作必要的调整和增减，有些内容可供学员自学用。

本书由李存霞、姬瑞海担任主编，张亚、张春亮、惠相君担任副主编，杜海清主审。模块一、模块二、模块八由李存霞编写，模块五、模块九由姬瑞海编写，模块三由张亚编写，模块四由惠相君编写，模块六、模块七由张春亮编写。在编写过程中，自始至终，得到刘鑫同志在参考资料提供方面的帮助，得益于参考文献中编著者的有关资料。在此，编者一并向他们表示衷心感谢！

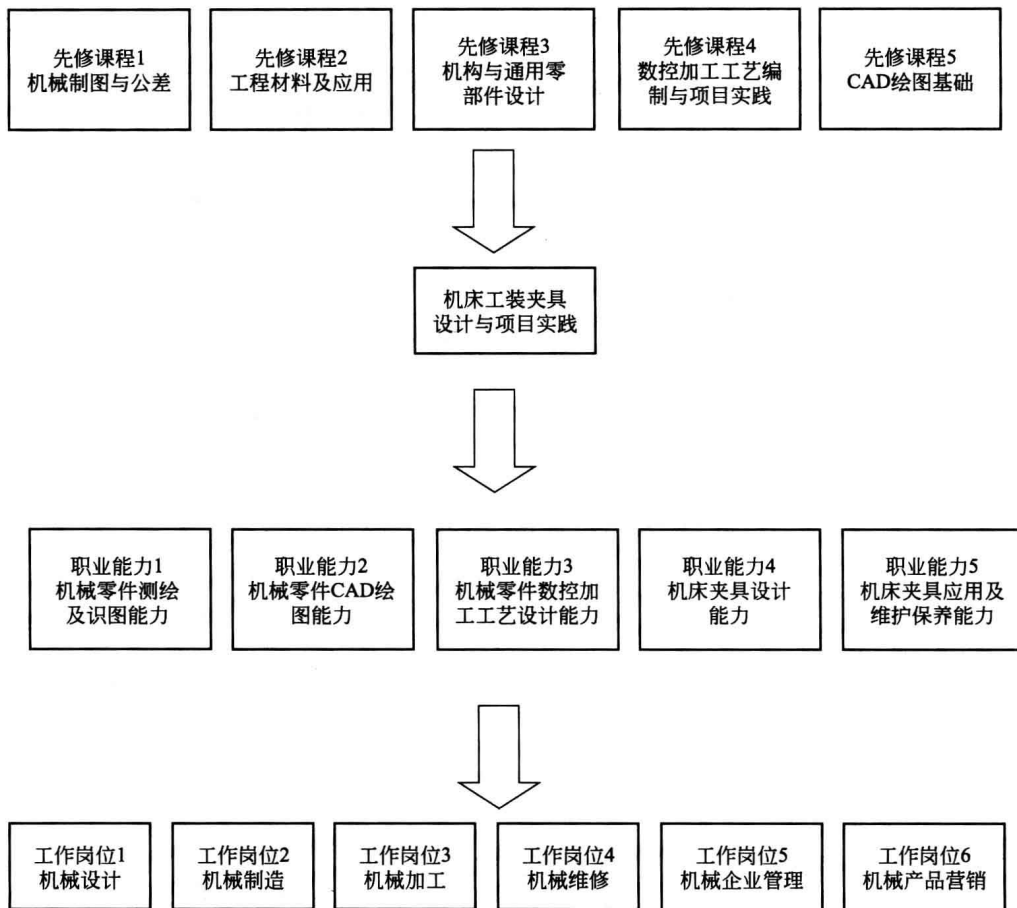
由于编者水平有限，对于书中错误与不当之处，敬请读者批评指正。

相关教学课件可以从出版社网站 (<http://press.bjtu.edu.cn>) 下载，也可以发邮件至 cbsyzz@jg.bjtu.edu.cn 索取。

编者

2012年1月

职业导航



目 录

模块一 机床夹具概述	1
1.1 工作任务及其分析	2
1.1.1 生产任务	2
1.1.2 工作任务分析	3
1.2 知识链接	4
1.2.1 工件装夹的实质	5
1.2.2 工件装夹的方法	5
1.2.3 机床夹具在机械加工中的作用	7
1.2.4 机床夹具的分类	9
1.2.5 机床夹具的组成	10
1.2.6 本课程的性质、内容与任务	11
1.3 项目实践	12
项目一：参观校外实训基地	12
项目二：参观校内实训基地和机床夹具展示拆装室	13
项目三：典型机床夹具拆装实训	13
1.4 模块总结与练习	15
◇ 思考与练习	16
模块二 工件的定位	18
2.1 工作任务及其分析	19
2.1.1 工作任务	19
2.1.2 工作任务分析	19
2.2 知识链接	20
2.2.1 工件定位的基本原理	20
2.2.2 工件定位分析案例	22
2.2.3 工件的定位基准、定位副及对定位元件的要求	32
2.2.4 工件定位方法及其定位元件	35
2.2.5 定位误差的分析和计算	48
2.2.6 组合定位	61
2.3 项目实践	65

2.4 模块总结与练习·····	69
◇ 思考与练习 ·····	72
模块三 工件的夹紧 ·····	79
3.1 工作任务及其分析·····	80
3.1.1 工作任务·····	80
3.1.2 工作任务分析 ·····	81
3.2 知识链接·····	81
3.2.1 夹紧装置的组成 ·····	82
3.2.2 对夹紧装置的基本要求 ·····	84
3.2.3 设计和选用夹紧装置的基本准则 ·····	84
3.2.4 工件在夹具中的夹紧误差·····	93
3.2.5 基本夹紧机构 ·····	94
3.3 项目实践 ·····	122
3.4 模块总结与练习 ·····	123
◇ 思考与练习 ·····	125
模块四 分度装置与夹具体的设计 ·····	130
4.1 工作任务及其分析 ·····	131
4.1.1 工作任务 ·····	131
4.1.2 工作任务分析 ·····	132
4.2 知识链接 ·····	134
4.2.1 分度装置的基本形式 ·····	134
4.2.2 回转分度装置的组成 ·····	135
4.2.3 分度对定机构 ·····	136
4.2.4 分度盘锁紧机构 ·····	140
4.2.5 分度精度分析 ·····	141
4.2.6 夹具体 ·····	144
4.3 项目实践 ·····	146
项目一: 参观校内实训基地和机床夹具展示拆装室·····	146
项目二: 带有分度装置的典型机床夹具拆装实训 ·····	147
项目三: 具体分度装置设计 ·····	148
4.4 模块总结与练习 ·····	148
◇ 思考与练习 ·····	150
模块五 通用夹具的选择与使用 ·····	152
5.1 工作任务及其分析 ·····	153
5.1.1 工作任务 ·····	153

5.1.2 工作任务分析	153
5.2 知识链接	154
5.2.1 常见通用夹具	154
5.2.2 通用夹具的特点	163
5.3 实践项目	164
项目一:通用夹具操作实训	164
项目二:分度头操作实训	165
5.4 模块总结与练习	166
◇ 思考与练习	167
模块六 典型机床夹具设计	169
6.1 工作任务及其分析	170
6.1.1 工作任务	170
6.1.2 工作任务分析	171
6.2 知识链接	172
6.2.1 车、磨类夹具	172
6.2.2 钻床夹具	179
6.2.3 铣床类夹具设计在机床上的应用	192
6.3 项目实践	199
6.4 模块总结与练习	201
◇ 思考与练习	203
模块七 专用夹具设计	208
7.1 工作任务及其分析	209
7.1.1 工作任务	209
7.1.2 工作任务分析	210
7.2 知识链接	210
7.2.1 专用夹具的概念	210
7.2.2 专用夹具的基本要求	210
7.2.3 专用夹具设计的方法	211
7.2.4 专用夹具设计的步骤	212
7.2.5 夹具总图标注和技术条件给定	214
7.3 项目实践	215
项目一:拨叉零件铣槽专用夹具设计	215
项目二:拨叉钻孔夹具设计	226
7.4 模块总结与练习	229
◇ 思考与练习	231

模块八 机床夹具的应用	235
8.1 工作任务及其分析	236
8.1.1 工作任务	236
8.1.2 工作任务分析	236
8.2 知识链接	236
8.2.1 机床夹具的安装	236
8.2.2 机床夹具安全操作规程	245
8.2.3 机床夹具的维护和保养	246
8.3 项目实践	246
项目一：参观校外实训基地	246
项目二：拨叉零件铣槽专用夹具在机床上安装实训	247
8.4 模块总结与练习	248
◇ 思考与练习	248
模块九 机床夹具发展趋势	250
9.1 工作任务及其分析	251
9.1.1 工作任务	251
9.1.2 工作任务分析	252
9.2 知识链接	252
9.2.1 现代机床夹具的发展趋势	252
9.2.2 可调夹具	254
9.2.3 组合夹具	258
9.2.4 数控机床夹具	277
9.3 项目实践	282
9.4 模块总结与练习	284
◇ 思考与练习	287
附录 A 机械加工工艺定位符号与夹紧符号	290
附录 B 机床联系尺寸	291
附录 C 定向键尺寸	294
附录 D 对刀块尺寸	295
附录 E 常用夹具元件的材料、热处理及公差配合	296
参考文献	298

模块一

机床夹具概述

【教学导航】

教学目标	◆ 了解本课程的性质和目的 ◆ 了解本课程的内容 ◆ 掌握工件装夹的概念 ◆ 了解机床夹具的分类和组成
能力目标	◆ 熟悉、巩固机械零件的识图能力 ◆ 熟悉、巩固机械零件的 CAD 绘图能力 ◆ 提高专业课的学习能力 ◆ 不断提高分析问题和解决问题的创新能力
职业素养	◆ 工作认真、严谨 ◆ 符合“6S”管理要求 ◆ 遵守纪律和具有团队意识
教学重点与难点	◆ 工件装夹的实质 ◆ 工件找正装夹的方法与技能 ◆ 找正装夹与机床夹具装夹的区别 ◆ 机床夹具的分类与组成
建议学时	4 学时
典型案例	◆ 车床变速拨叉 ◆ 后盖零件
教学方法	◆ 案例教学法 ◆ 一体化教学法 ◆ 分组研究讨论教学法 ◆ 问题启发式教学法 ◆ 其他

【引导问题】

- (1) 机床夹具在机械加工中有什么功用？
- (2) 工件装夹的实质是什么？
- (3) 工件装夹的方法有哪些？各有什么特点？
- (4) 举例说明找正装夹的步骤有哪些？
- (5) 举例说明如何进行划线装夹。

- (6) 机床夹具是如何进行分类的?
- (7) 机床夹具通常有哪些元件组成?
- (8) 机床夹具的完整技术文件包括哪几个部分?
- (9) 机床夹具的发展趋势是什么?
- (10) 参观机械加工企业后有何感触?

【任务引入】

1.1.1 生产任务

加工要求：槽宽 16H11，槽深 8 mm，槽的中心平面与 $\phi 25\text{H7}$ 孔轴线的垂直度为 0.08 mm，槽侧面与 E 面的距离为 (11 ± 0.2) mm，槽底面与 B 面平行；零件材料为 ZG310-570，铸造成型；生产纲领为 2 000 件；

加工条件: 加工机床为 X6132, 所用刀具为 125 mm×12 mm 直齿三面铣刀。

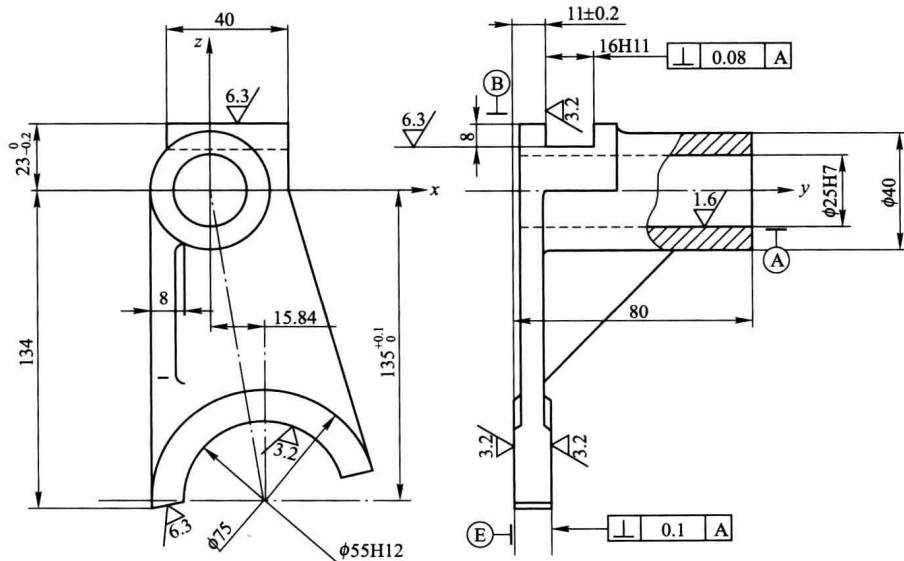
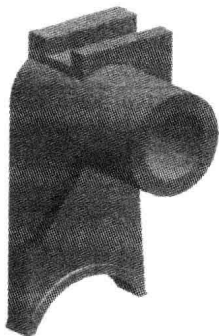


图1-1 拨叉立体图

图 1-2 拨叉零件图

【任务分析】

1.1.2 工作任务分析

1. 分析零件，明确设计要求，认真调查研究，收集设计资料

工艺设计人员在获得夹具设计任务书之后，首先应根据任务书提出的要求进行夹具结构设计。在进行夹具结构设计之前，必须先明确设计要求，认真调查研究，收集设计资料，做好以下工作。

1) 仔细研究零件工作图

如图 1-2 所示为拨叉零件图，可以看出该零件结构不是很复杂，通过两个视图就把零件的结构表达清楚了。欲加工槽的主要定形尺寸是 16H11、 $\phi 25\text{H}7$ 、 $\phi 55\text{H}12$ ，主要定位尺寸是 $23_{-0.2}^0\text{mm}$ 、 $135_{0}^{+0.1}\text{mm}$ 、 $(11\pm 0.2)\text{mm}$ ，形位精度的要求是槽的中心平面与 $\phi 25\text{H}7$ 孔轴线的垂直度为 0.08mm ，槽底面与 B 面平行，加工表面粗糙度是 $Ra3.2\text{ }\mu\text{m}$ 。

2) 了解零件在产品中的作用、结构特点

本零件是普通车床操纵机构中的变速拨叉。车床切削速度的变化是通过操纵手柄拨动拨叉改变传动轴上滑移齿轮的位置来实现的。不同的齿轮相互啮合，得到不同的传动比。拨叉头以 $\phi 25\text{H}7$ 孔套在轴上，拨叉脚夹在双联交换齿轮的槽中，变速操纵机构通过拨叉头部的操纵槽带动拨叉与轴一起在变速箱中滑移，拨叉脚拨动双联交换齿轮在花键轴上移动，从而实现车床的变速。

3) 了解零件的生产纲领、生产组织等有关信息

拨叉的生产纲领为 2 000 件，由此知道本零件的加工为大批生产；为了保证加工质量，提高生产效率，减轻工人劳动强度，应设计、使用拨叉专用铣槽夹具才能满足生产加工要求。

4) 了解零件的工艺规程和本工序的具体技术要求

通过了解零件的工艺规程和本工序的具体技术要求，进而搞明白本工序在整个工艺规程中的位置，了解所用机床的主要技术参数、性能、规格、精度以及与夹具连接部分结构的联系尺寸等，了解所用刀具、量具、辅具的类型、规格、性能以及本工序的加工余量和切削用量的选择，为计算、确定夹具结构奠定基础。

5) 调查研究，收集信息，熟悉标准

拨叉是一类典型零件，在许多变速机构中都有应用，诸如机床变速箱、汽车变速箱、摩托车发动机变速箱等，通过收集、调研国内外有关设计、制造及应用同类型夹具的资料，吸取其中先进而又能结合本企业实际情况的合理部分，从而使所设计的夹具达到方案、结构合理并较好满足加工要求。熟悉夹具设计方面有关的国家标准、行业标准、企业标准和规定，准备好夹具设计手册、图册及相关指导资料等。

6) 了解本企业制造和使用夹具的生产条件和技术现状

了解本企业制造和使用夹具的生产条件和技术现状,由此确定夹具结构及其制造方法。

2. 确定夹具的结构方案

在广泛收集和研究有关资料的基础上,再着手拟订夹具的结构方案,主要包括以下内容。

(1) 确定工件的定位方式,选择定位元件。

(2) 确定工件的夹紧方案。

(3) 确定夹具的其他组成部分,如分度装置、对刀块或引导元件、微调机构等。

(4) 协调各元件、装置的布局,确定夹具体的总体结构和尺寸。

在确定方案的过程中,会有多种方案供选择,但应从保证工序加工要求和降低生产成本的角度出发,选择一个与生产纲领相适应的最佳方案。

3. 绘制夹具总图

遵循国家制图标准和企业标准,绘图比例尽可能选取 1:1,合理选择视图,清楚表达夹具各部分结构,重要尺寸和联系尺寸,不漏标、不错标,零件明细表、技术要求完善。

4. 夹具精度校核

在夹具设计中,当结构方案拟订之后,应该对夹具的方案进行精度分析和夹紧力估算;在夹具总图设计完成后,还应该根据所选定位元件的配合性质及技术要求,再进行一次复核。这是确保产品加工质量而必须进行的误差分析。

5. 绘制夹具零件工作图

夹具总图绘制完成后,对夹具上的非标准件要绘制零件工作图,并规定相应的技术要求。

在夹具图纸绘制全部完成后,还有待于制造和具体使用来验证设计的合理性,期间有可能需对原设计进行必要的修改。因此,欲使一套夹具设计满足工序加工要求并达到合理,设计人员通常应参与夹具的设计、制造、装配、鉴定和使用的全过程。

6. 设计质量评估

夹具设计质量评估,就是对夹具磨损公差的大小和过程误差的留量这两项指标定期进行考核,以确保工件的加工质量。

为了保证夹具的稳定状态,除了合理设计和按要求制造夹具等过程之外,正确装配、遵守操作规程、合理使用、经常性维护和保养等也是不可或缺的重要环节。

1.2 知识链接

【相关知识】

在机械制造过程中,用来固定加工对象,使之占有正确的位置,以接受加工或检测的工

艺装备, 统称为夹具。如焊接过程中用于拼焊的焊接夹具; 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。

在金属切削机床上所使用的夹具, 我们称之为机床夹具。本课程所研究的对象, 则仅限于机床夹具。为了叙述简便起见, 以下把机床夹具简称为夹具。

1.2.1 工件装夹的实质

在机床上加工工件时, 为了要使该工序所加工的表面, 能达到图纸规定的尺寸、几何形状以及其他表面的相互位置精度等技术要求, 在加工前, 必须首先将工件装好夹牢。

把工件装好, 就是要在机床上确定工件相对于刀具的正确加工位置。工件只有处在这一位置上接受加工, 才能保证其被加工表面达到工序所规定的各项技术要求。在夹具设计的术语中把工件装好称作定位。

把工件夹牢, 就是指在已经定好的位置将工件可靠地夹住, 以防止在加工时工件因受到切削力、离心力、冲击和振动等的影响, 发生不应有的位移而破坏了定位。在夹具设计的术语中把夹牢工件称作夹紧。

由此可见, 工件装夹的实质, 就是在机床上对工件进行定位和夹紧。我们把工件从定位到夹紧的整个过程, 称为装夹或安装。装夹工件的目的, 就是通过定位和夹紧而使工件在加工过程中始终保持其正确的加工位置, 以保证达到该工序所规定的加工技术要求。

1.2.2 工件装夹的方法

在机械加工过程中, 工件的装夹方法按其实现定位的方式可以分为两类: 一类是找正定位装夹法; 另一类则是专用夹具定位装夹法。

1. 找正定位装夹法

找正定位装夹法又分为直接找正装夹和划线找正装夹。

1) 直接找正装夹

直接找正装夹, 是用划针、百分表或目测直接在机床上找正工件位置后再进行夹紧的装夹方法。直接找正装夹常采用机用虎钳、三爪卡盘、四爪卡盘、花盘等工艺装置。图 1-3 所示为用百分表直接找正装夹工件。

2) 划线找正装夹

划线找正装夹, 一般是先按零件图样要求在工件表面划线, 划出加工表面的尺寸和位置, 在机床上装夹时用划针或百分表找正后再夹紧。图 1-4 所示, 为在四爪卡盘上利用划线和划针找正装夹工件。

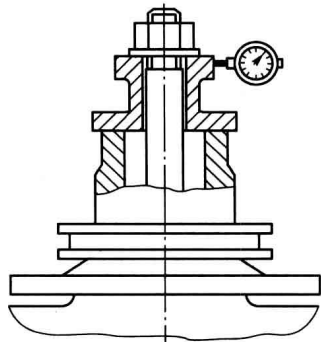


图 1-3 直接找正装夹

当铣削连杆状零件上下两表面时,若是单件小批生产,则可在机用虎钳中,按侧边划出的加工线痕(或直接按毛坯端面),用划针进行找正,如图1-5所示。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。将工件完全夹紧后,再重复校验一次,以检查找正好的正确位置有没有因夹紧而发生变化。若发生了变化,则需重新找正。

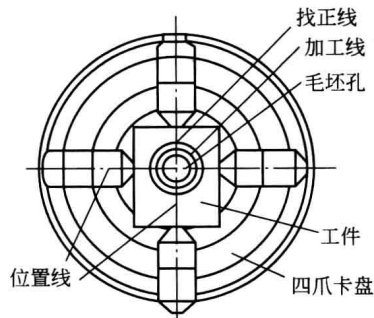


图 1-4 划线找正装夹

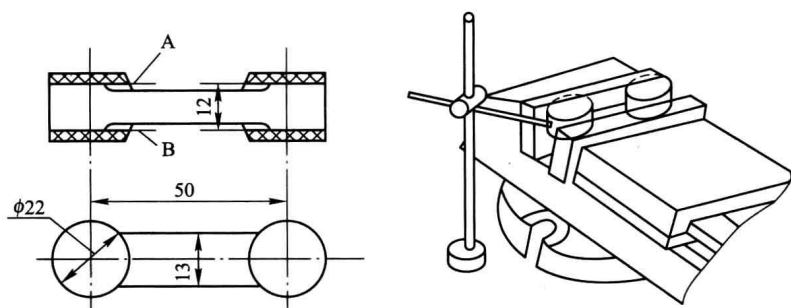


图 1-5 在机用虎钳上找正和装夹连杆状零件

3) 找正定位装夹的特点

按找正方式定位的装夹方法具有如下特点。

- (1) 能较好地适应工序或加工对象的变化。
- (2) 所用夹具多为通用工艺装置,便于购买,结构简单,成本低廉,适用于单件、小批生产。
- (3) 划线工序,对工人技术水平要求高,增加辅助工时,工人劳动强度大,生产效率低。
- (4) 定位精度低,加工质量不高。

2. 机床夹具装夹法

机床夹具是金属切削机床上用来装夹工件的一种专用装置,是按照加工工序要求专门设计和制造的,其作用是使工件相对于机床或刀具有一个正确的位置,并在加工过程中保持这个位置不变。

图1-6所示为后盖零件钻径向孔的工序图。本工序的加工要求是钻削盖上 $\phi 10$ mm的孔,保证该孔中心距后端面距离为 (18 ± 0.1) mm, $\phi 10$ mm孔轴线与 $\phi 30$ mm孔轴线垂直, $\phi 10$ mm孔轴线与下面的 $\phi 5.8$ mm孔轴线在同一平面上,采用专用夹具成批生产。其钻床夹具如图1-7所示。 $\phi 10$ mm孔径尺寸由钻头保证,尺寸 (18 ± 0.1) mm由钻套1和支承板4保证, $\phi 10$ mm孔轴线与 $\phi 30$ mm孔轴线垂直由钻套1和圆柱销5保证, $\phi 10$ mm孔轴线与下面的

This diagram shows an exploded view of a mechanical assembly. The components are numbered 1 through 9. The assembly consists of a base plate (1) with a vertical support (2) and a horizontal plate (3). A circular plate (4) is mounted on the vertical support. A central shaft (5) passes through the circular plate. A nut (6) is threaded onto the shaft. A washer (7) is placed between the nut and the circular plate. A bolt (8) is used to secure the nut. A small pin (9) is used to secure the bolt.

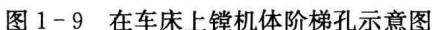
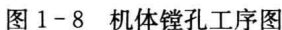
1—钻套；2—钻模板；3—夹具体；
4—支承板；5—圆柱销；6—开口
垫圈；7—螺母；8—螺杆；
9—菱形销

无论是传统制造系统还是现代制造系统，机床夹具都是十分重要的工艺装备，它对加工质量、生产效率和产品成本都有直接的影响。因此，无论是改进现有产品还是开发新产品，企业花费在夹具设计和制造上的时间，在产品的生产周期中都占有较大的比重。

作为机械加工工艺系统中的一个主要组成部分，机床夹具起着十分重要的作用，归纳起来，主要表现在以下几个方面。

(2) 提高劳动生产率。使用夹具装夹工件，能显著提高生产效率，主要表现在三个方面：第一是方便、快速，工件不需要划线找正，可显著地减少辅助工时；第二是工件在夹具中装夹后提高了刚性，可选用较大切削用量；第三是设计、应用多件或多工位夹具，并采用

(3) 扩大机床工艺范围, 实现“一机多能”。在通用机床上采用专用夹具可以扩大机床的工艺范围, 充分发挥机床的潜力, 达到一机多用的目的。例如, 使用专用夹具可以在普通车床上很方便地加工小型壳体类工件, 甚至在车床上拉出油槽, 减少了昂贵的专用机床, 降低了成本。这对中小型工厂尤其重要, 例如, 要镗削如图 1-8 所示机体上的阶梯孔, 如果没有卧式铣镗床和专用设备, 可设计一夹具在车床上加工, 其加工情况如图 1-9 所示。夹具安装在车床的床鞍上, 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夹紧并带动旋转。



(4) 降低对工人的技术要求,减轻工人劳动强度。由于夹具上设置有专门的定位元件以及气动、液压、电磁等夹紧机构,一方面降低了对工人的技术要求、减轻了工人的劳动强度;另一方面也保证了夹紧工件的可靠性,并能实现与机床的互锁,避免发生事故,保证了操作者和机床设备的安全。