

四川省示范性高职院校建设项目成果 JICHUANG JIAJU
SHISHI

机床夹具设计

主 编 陈 鹏
副主编 夏宝林 杜昌义
主 审 邱永成



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

四川省示范性高职院校建设项目成果

机床夹具设计

主 编 陈 鹏
副主编 夏宝林 杜昌义
参 编 罗啸峰 何先军 蔡春堂
主 审 邱永成

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

机床夹具设计 / 陈鹏主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2014.2

四川省示范性高职院校建设项目成果

ISBN 978-7-5643-2515-2

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 (2013) 第 182468 号

四川省示范性高职院校建设项目成果

机床夹具设计

主编 陈 鹏

*

责任编辑 孟苏成

助理编辑 罗在伟

封面设计 墨创文化

西南交通大学出版社出版发行

四川省成都市金牛区交大路 146 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564

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

成都中铁二局永经堂印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 13.75

字数: 343 千字

2014 年 2 月第 1 版 2014 年 2 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-2515-2

定价: 29.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

序

在大力发展职业教育、创新人才培养模式的新形势下，加强高职院校教材建设，已成为深化教育教学改革、推进教学质量工程、全面培养高素质技能型专门人才的前提和基础。

近年来，四川职业技术学院在省级示范性高等职业院校建设过程中，立足于“以人为本，创新发展”的教育思想，组织编写了涉及汽车制造与装配技术、物流管理、应用电子技术、数控技术等四个省级示范性专业，以及体制机制改革、学生综合素质训育体系、质量监测体系、社会服务能力建设等四个综合项目相关内容的系列教材。在编撰过程中，编者立足于“理实一体”、“校企结合”的现实要求，秉承实用性和操作性原则，注重编写模式创新、格式体例创新以及手段方式的创新，在重视传授知识、增长技艺的同时，更多地关注对学习者的专业素质、职业操守的培养。本套教材有别于以往重专业、轻素质，重理论、轻实践，重体例、轻实用的编写方式，更多地关注教学方式、教学手段、教学质量、教学效果，以及学校和用人单位“校企双方”的需求，具有较强的指导作用和较高的实用价值。其特点主要表现在：

一是突出了校企融合性。全套教材的编写素材大多取自行业企业，不仅引进了行业企业的生产加工工序、技术参数，还渗透了企业文化和管理模式，并结合高职院校教育教学实际，有针对性地加以调整优化，使之更适合高职学生的学习与实践，具有较强的融合性和操作性。

二是体现了目标导向性。教材以国家行业标准为指南，融入了“双证书”制和专业技术指标体系，使教学内容要求与职业标准、行业核心标准相一致。学生通过认真学习和实践，在一定程度上，可以通过考级，达到相关行业或专业标准，使学生成为合格人才，具有明确的目标导向性。

三是突显了体例示范性。教材以实用为基准，以能力培养为目标，着力在结构体例、内容形式、质量效果等方面进行了有益的探索，实现了创新突破，形成了系统体系，为同级同类教材的编写，提供了可借鉴的范样和蓝本，具有很强的示范性。

与此同时，这是一套实用性教材，是四川职业技术学院在示范院校建设过程中的理论研究和实践探索成果。教材编写团队中既有高职院校长期从事课程建设和实践实训指导的一线教师 and 教学管理者，也邀请了一批企业界的行家里手、技术骨干和中高层管理人员参与到教材的编写过程中，他们既熟悉形势与政策，又了解社会和行业需求；既懂得教育教

学规律，又深谙学生心理。因此，全套系列教材切合实际，对接需要，目标明确，指导性强。

尽管本套教材在探索创新中存在有待进一步锤炼提升之处，但仍不失为一套针对高职学生的好教材，值得推广使用。

此为序。

四川省高职高专院校
人才培养工作委员会主任

二〇一三年一月二十三日



前 言

随着我国职业教育教学改革的不深入，基于“校企结合、工学结合”“理实一体”“任务驱动”“情境教学”“模块教学”等教学方法在课堂被广泛应用。教学内容更接近真实的工作过程，使教学效果和教学质量得到较大的提高。同时，也促进了教学方法的不断完善。

教材编写模式采用“任务驱动”，将教学内容融入任务与教学情景中。综合运用“理实一体”“模块教学”“情境教学”的教学方法，对不同教学内容与任务进行灵活的处理。各项目开始之前明确提出知识目标和技能目标，使老师的教学和学生学习过程做到有的放矢；引入典型工作任务，以完成工作任务为载体的形式；提出了本项目的教学任务，引导教学和学习过程，从而达到学习目标。通过练习与思考题来使学生完成工作任务，并巩固学习效果。

本教材从实际工作过程出发，理论上以“必需、够用”为度，着重于适用的机床工艺装备设计和分析、解决现场工艺问题，同时融合相关知识为一体，并注意加强专业知识的广度，积极吸纳新知识，体现了应用性、实用性、综合性和先进性。

全书共九个项目，其内容主要包括：工件的装夹；工件的定位与夹紧；机床夹具设计的基本方法；车床夹具、铣床夹具、钻床夹具、镗床夹具的设计；现代夹具及其应用等等。各项目均布置典型任务和参考工作过程，并提供练习与思考题以巩固相关知识。

本书由四川职业技术学院陈鹏老师担任主编并统稿，编写了项目二、项目三和项目四；夏宝林、杜昌义老师担任副主编，夏宝林老师对教材进行全面审核，并编写项目五、项目六、项目七、项目八；杜昌义老师编写了项目一、项目九；罗啸峰老师参编写了项目二、项目七、项目八；NB 贝克轴瓦有限公司何先军高级工程师参编写了项目七、项目八和项目九；四川职业技术学院蔡春堂老师参编写了项目四、项目五和项目六。本教材由四川职业技术学院邱永成教授主审。在教材编写过程中，四川职业技术学院机械系的领导及机械设计与制造教研室的相关老师提出了许多宝贵意见。在此一并表示衷心感谢！

由于编者水平和经验有限，书中难免有不当和疏漏之处，恳请广大读者提出宝贵意见。

编 者

2013 年 5 月

目 录

项目一 学习领域	1
项目二 工件的装夹	3
任务一 项目导入	3
任务二 相关知识	4
任务三 项目实施	10
思考与练习题	10
项目三 工件定位与夹紧的基本知识	11
任务一 项目导入	11
任务二 零件定位的相关知识	12
任务三 工件夹紧的相关知识	46
任务四 项目实施	65
思考与练习题	67
项目四 机床夹具设计方法	71
任务一 项目导入	71
任务二 相关知识	72
任务三 项目实施	124
项目五 车床夹具设计	127
任务一 项目导入	127
任务二 相关知识	128
任务三 项目实施	134
思考与练习题	137
项目六 铣床夹具设计	138
任务一 项目导入	138
任务二 相关知识	139
任务三 项目实施	149
思考与练习题	153
项目七 钻床夹具设计	155
任务一 项目导入	155
任务二 相关知识	156

任务三 项目实施	172
思考与练习题	176
项目八 镗床夹具设计	177
任务一 项目导入	177
任务二 相关知识	178
任务三 项目实施	188
思考与练习题	192
项目九 基于现代制造技术的机床夹具	193
任务一 项目导入	193
任务二 相关知识	194
思考与练习题	211
参考文献	212

项目一 学习领域

一、课程性质及任务

（一）课程性质

机床夹具是机械制造加工中常用的工艺装备，应用范围广。通过本课程的学习，学生要掌握机床夹具的基本组成及作用，了解机床夹具的工作原理，掌握工件的装夹、专用夹具的设计方法和钻床夹具、车床夹具、铣床夹具、镗床夹具的相关知识，具备机床夹具的设计、分析和解决生产中与夹具有关的技术问题的能力。课程内容的安排充分体现对高端技能型人才的培养要求与能力特点。本课程是实际工作能力培养的重要技术性课程。

（二）课程任务

- （1）掌握机床夹具的基础理论知识和设计方法，能对机床夹具进行结构和精度分析。
- （2）会查阅有关夹具设计的标准、手册、图册等资料。
- （3）掌握机床夹具设计的方法，具有设计一般夹具的能力。
- （4）具有现代机床夹具设计的相关知识。

二、课程主要内容及特点

（一）课程的主要内容

根据被加工零件的工序要求，设计出保证加工质量和效率、操作方便和经济实用的夹具，因此本课程主要研究以下内容：

- （1）工件的定位：工件定位的原理，常用定位元件的设计以及典型定位方式，定位误差的分析和计算。
- （2）工件的夹紧：夹紧力确定的基本原则，基本夹紧机构的设计和选用，夹具动力装置的应用。
- （3）分度装置和夹具体：夹具体的结构设计，分度装置的结构和分度对定机构的设计。
- （4）专用机床夹具的设计：归纳一般夹具设计的共同规律的基础上，阐述专用夹具的设计方法和步骤。重点说明夹具总图上尺寸、公差配合、技术要求的标注方法，各类典型机床夹具，主要讲解卧式车床、万能卧式铣床、钻床，镗床上所使用夹具的结构特点、设计要点和设计实例。
- （5）现代机床夹具：主要介绍通用可调夹具、成组夹具、组合夹具、拼装夹具、自动线夹具和数控机床夹具的结构特点。

（二）课程的主要特点

“机床夹具设计”是机械制造类专业一门核心专业课程，其培养目标就是要围绕机械制造岗位的能力要求，让学生具备分析和解决生产过程中一般技术问题的能力；通过对工作中的典型案例的剖析，学习机床夹具基本理论和相关知识；以工作任务驱动，典型夹具设计过程为载体进行教学活动。通过合理的学习情景设计和严格的过程控制，培养学生核心职业应用能力。

本课程具有实践性强的特点，实践教学体系应与理论教学体系互相联系、相对独立、相互渗透，强化专业技术应用能力的培养。体现教学理实一体化，实践教学融入理论教学的理念。依据工作岗位的要求和典型工作任务选择教学内容，以典型零件、典型工序的夹具设计为载体，设计情景化的教学模式和方法，实施过程评价与考试结合的方式。

三、教学与学习方法

本课程因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。

1. 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。

2. 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实际应用。

项目二 工件的装夹

知识目标

- 掌握零件装夹的基础理论知识。
- 掌握机床夹具的作用。
- 掌握机床夹具的组成和类型。

技能目标

- 能在各类机床上对零件进行正确的找正。
- 能分辨机床夹具的各类元件和装置，了解其作用。
- 具有分析一般夹具的能力。

任务一 项目导入

如图 2.1 所示，要求钻后盖径向上的为 $\phi 10$ mm，其钻床夹具如图 2.1 (b) 所示。要求分析其夹具结构组成，及各部件的主要功能和作用。

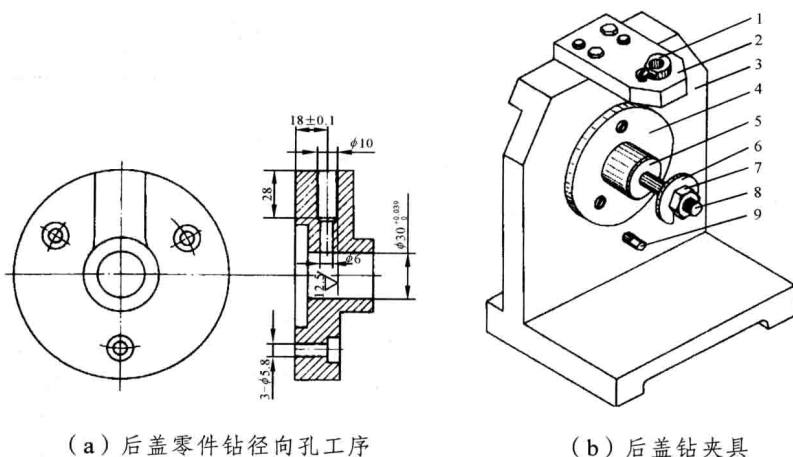


图 2.1 后盖钻夹具

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

任务二 相关知识

一、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保持这一准确位置始终不变。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、刀具的正确位置定位，在生产中常用直接找正、划线找正和夹具找正法。

1. 直接找正法

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。

例如，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 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。

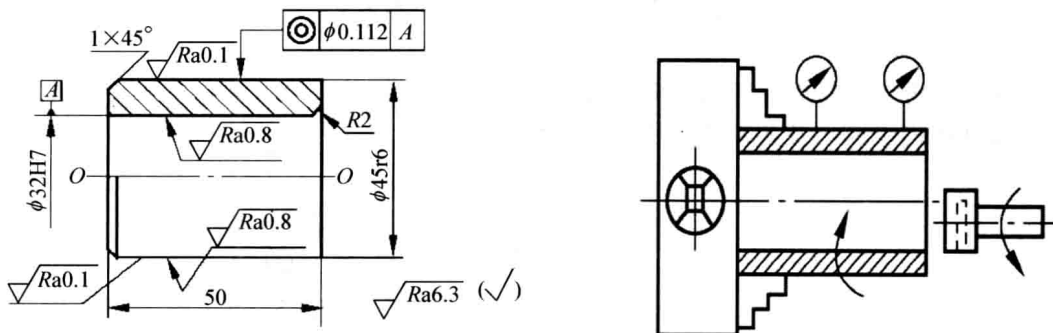


图 2.2 外圆找正

又如如图 2.3 所示，在牛头刨床上加工一通槽零件。将工件直接放置在牛头刨床的工作台

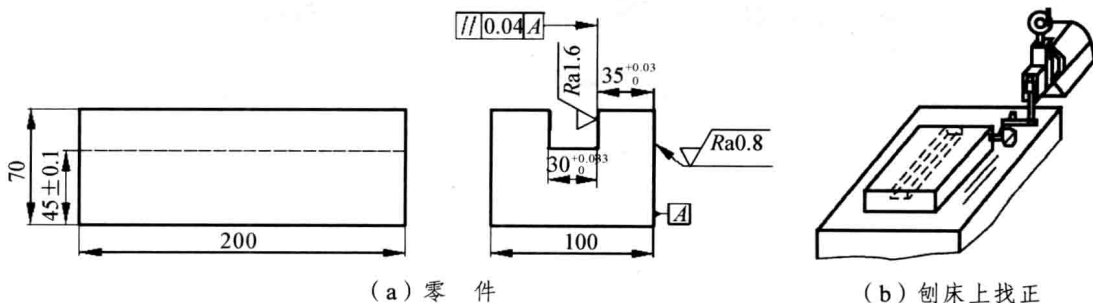


图 2.3 侧面外圆找正

上,在牛头刀夹上安置一块百分表,通过牛头滑枕前后运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. 划线找正法

划线找正法根据在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。

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和毛坯的尺寸很大而无法采用夹具装夹的工件中。

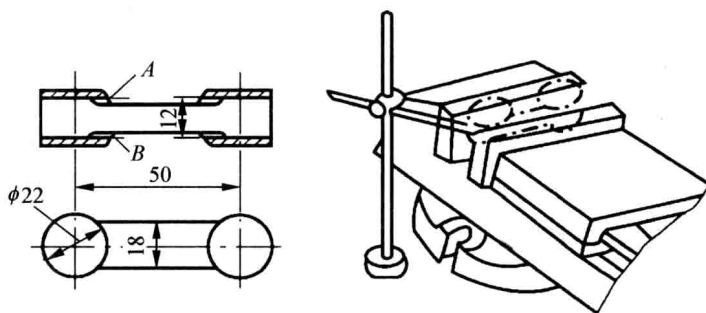


图 2.4 划线找正

3. 夹具找正法

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。

采用夹具找正时,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,必须满足以下 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) 所示的轴,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 $80_{-0.12}^0$,平行度 0.1 mm 和对称度 0.2 mm。

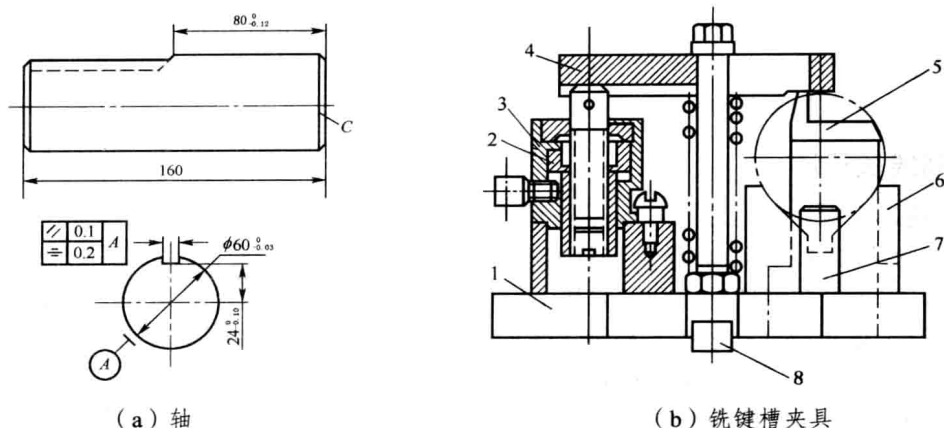


图 2.5 铣键槽工件的装夹

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

二、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。

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

调整刀具刀位点相对与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与夹具的正确位置。

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，可以铣削成型表面。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。如图 2.5 所示的夹具，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。

三、机床夹具的组成

（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 3 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 中所示的 V 形块和圆柱销。

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 中所示的压板。

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，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。如图 2.5 中所示的夹具体。

（二）机床夹具的其他组成部分

1. 对刀元件

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。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。如图 2.5 中所示的对刀块。

2. 连接元件

用于保证夹具与机床间相对位置的元件。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。如图 2.5 中所示的定向键。

3. 其他元件及装置

根据工件的加工要求，某些夹具还具有分度装置、靠模装置、工件的抬起装置等。

四、机床夹具的分类及设计要求

（一）机床夹具的分类

1. 按专门化程度分类

1) 通用夹具

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，作为机床附件供给用户。这类夹具主要用于单件、小批生产。

2) 专用夹具

专用夹具指专为某一工件的某道工序而专门设计的夹具。专用夹具结构紧凑，操作方便，采用各种省力机构或动力装置，可以保证较高的加工精度和生产效率。但是，专用夹具需根据工件的加工要求自行设计与制造，周期长，费用高，产品一旦变更只能“报废”，因而只适用于产品固定且产量较大的生产中。

3) 可调夹具

可调夹具指根据不同尺寸或种类的工件，夹具的某些元件可调整或更换，以适应多种工件加工的夹具。它的通用范围较大，适用于多品种、小批量生产。

4) 成组夹具

成组夹具指专为加工某一族(组)零件而设计的可调夹具。经过调整(如更换、增加一些元件)夹具可以用来定位、夹紧一组零件。

5) 组合夹具

组合夹具指按某一工件中的某道工序的加工要求,由一套事先制造好的标准元件和部件组装而成的专用夹具。这种夹具拆卸后可重新组装新夹具,故具有组装迅速、周期短、能反复使用的特点,适用于单件、小批量生产,新产品试制和数控加工中,是一种比较经济的夹具。

6) 自动化生产用夹具

自动化生产用夹具主要分自动线夹具和数控机床用夹具两大类。自动线夹具有两种:一种是固定式夹具;另一种是随行夹具。数控机床夹具还包括加工中心用夹具和柔性制造系统用夹具。随着制造的现代化,在企业中,数控机床夹具的比例正在增加,以满足数控机床的加工要求。数控机床夹具的典型结构是拼装夹具。它是利用标准的模块组装成的夹具。

2. 按机床类型分类

按机床类型分类是专用夹具的分类方法,可分为车床夹具、铣床夹具、钻床夹具、刨床夹具、镗床夹具、磨床夹具及拉床夹具等。

3. 按采用的夹紧动力源分类

夹具可分为手动夹具、气动夹具、液压夹具、电磁夹具、真空夹具、自夹紧夹具(靠切削力本身夹紧)等。

(二) 机床夹具的设计要求

1. 机床夹具的设计特点

机床夹具设计与其他装备设计比较,有较大的差别,主要表现在下列5个方面:

(1) 要有较短的设计和制造周期。一般没有条件对夹具进行原理性试验和复杂的计算工作。

(2) 夹具的精度一般比工件的精度高2~3倍。

(3) 夹具和操作工人的关系特别密切,要求夹具与生产条件和操作习惯密切结合。

(4) 夹具在一般情况下是单件制造的,没有重复制造的机会。通常要求夹具在投产时一次成功。

(5) 夹具的社会协作制造条件较差,特别是商品化的元件较少。设计者要熟悉夹具的制造方法,以满足设计的工艺性要求。

显然,注意这些问题是很重要的。这将有利于保证夹具的设计、制造质量。

2. 机床夹具的设计要求

设计夹具时,应满足下列四项基本要求:

(1) 保证工件的加工精度要求,即在机械加工工艺系统中,夹具要满足以下3项要求:

① 工件在夹具中的正确定位;