

高职高专规划教材

机床夹具设计与应用

柳青松 主编

JICHUANG JIAJU
SHEJI YU YINGYONG



化学工业出版社

高职高专规划教材

机床夹具设计与应用

柳青松 主编

JICHUANG JIAJU
SHEJI YU YINGYONG



化学工业出版社

·北京·

内容提要

本书以工作过程为导向,以工作任务为基础,以学生为中心,以典型零件为载体设计了知识负载,实现理论知识与实践知识的综合,职业技能与职业态度、情感的结合。

本书的主要内容有零件的定位、零件的夹紧、专用夹具设计方法以及典型车床夹具、钻床夹具、铣床夹具、镗床夹具、组合机床夹具的设计与应用等,适应“教、学、做”合一的教学模式改革的需要。

本书可供高职高专机械设计与制造、机械制造及其自动化、模具设计与制造、机电一体化及数控技术等机械类专业教学用书,亦可作为相近专业的师生和从事相关工作的工程技术人员参考书。

图书在版编目(CIP)数据

机床夹具设计与应用/柳青松主编. —北京:化学工业出版社, 2011. 10

高职高专规划教材

ISBN 978-7-122-12228-5

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 179620 号

责任编辑:高 钰

文字编辑:张绪瑞

责任校对:宋 夏

装帧设计:刘丽华

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张21¼ 字数534千字 2011年12月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:36.00 元

版权所有 违者必究

前 言

高职教育,应建立以能力为中心的培养模式,树立“重能力又要重素质、重知识更要重技能”的育人理念。教学中不仅注重加强学生的能力培养,而且注重学生的素质教育;不仅重视传授知识,而且重视传授技能。本书以典型工作任务的工艺特点和机械类学生从事的工装设计工作为依据,按照工装设计员的工作过程要求,整合了机床夹具设计理论知识与实践知识,实现了课程内容的“教学做”合一的、以工作任务为引领的教学模式改革。全书共分为6个情境、13个工作任务,其内容为零件的定位、夹紧、夹具的设计方法与典型的车(钻、铣、镗)床夹具设计以及组合夹具应用等。突出了企业工装设计人员工作过程的具体特征,规划了每一个工作任务及其工作范例,使得教学具有可操作性和知识的迁移性。本书编写具有以下特点:

1. 归纳与综合,形成了完整的工作内容。根据企业工作岗位、工作任务构建了来源于生产实际、又高于生产实际的学习情境,形成了以工作过程为导向、具有工学结合特征的课程体系,具有明显的职业属性;保留了一定的学科知识点,对学生的知识迁移性有很大的帮助。

2. 能力培养主线清晰,编排层次循序渐进。全书体现以能力为中心的培养模式,相关知识辅助,理论与实践联系紧密,突出运用。每一个情境、每一个工作任务都是在典型工作任务引领下,使得学生知道该工作任务要做什么、如何来做、需要学哪些知识点、如何综合应用等,同时又有大量范例供学生参考、练习,帮助学生掌握知识、学会应用,提高在校期间的动手能力。

3. 遵循学生的认知规律和职业成长规律编排。情境1、情境2主要介绍机床夹具设计的基本知识,情境3对其又进行了综合,使得学生学会机床夹具设计全过程;情境4至情境6主要给学生介绍常用的典型机床夹具如何进行设计,自己又如何学习,以及产品试制期间需要的组合夹具装配方法。结合相关的提示与说明,以便帮助学生自主学习。每个情境和任务之后配有实例思考、独立实践及思考题,供学生自学和巩固。

4. 突出先进技术应用。组合夹具的应用主要是为众多企业开发产品或批试做准备,以缩短育人和用人的距离,更好地满足企业对人才知识的需要。

本书由扬州工业职业技术学院柳青松主编,并编写了情境1;徐州工业职业技术学院李荣兵任副主编,并编写了情境2;扬州工业职业技术学院叶贵清、王家珂、滕浩、王波分别编写了情境3、4、5、6。全书由扬州职业大学游文明教授主审。

本书可作为高职高专机械设计与制造、机械制造及其自动化、模具设计与制造、机电一体化及数控技术等机械类专业教学用书,亦可作为相近专业的师生和从事相关工作的工程技术人员参考书。

由于编者水平有限,疏漏和不妥之处殷切希望学习者和各位同仁提出宝贵意见。

编者

2011年7月

目 录

课程导航	1
课程导入	2
1. 机床夹具的现状	2
2. 现代机床夹具的发展方向	2
3. 机床夹具与设备、工序、刀具的关系	3
4. 本课程的目的	3
情境 1 零件的定位	8
任务一 零件的定位	9
一、实例分析	9
1. 明确生产任务	9
2. 工作过程分析	9
二、知识导航：机床夹具的有关知识	11
1. 机床夹具的组成	11
2. 机床夹具的分类	12
3. 机床专用夹具的功用	14
4. 机床专用夹具应满足的基本要求	14
5. 专用机床夹具的制造、安装与调试	15
6. 定位副及其基本要求	16
7. 工件的装夹	17
8. 夹具保证加工精度的原理	21
9. 工件定位（机床夹具定位元件和装置的结构与选用）	24
10. 限制工件自由度与加工要求的关系——定位方式表述	28
三、实例思考	36
四、设计实例-根据工序加工要求确定限制工件自由度及选择定位元件的实例	36
任务二 常用定位元件的选用	36
一、工件以平面定位时的定位元件设计	37
1. 固定支承	37
2. 可调支承	39
3. 自位支承	42
4. 辅助支承	43
二、工件以圆孔表面定位时的定位元件设计	44
1. 用外圆柱面限位工件的圆柱孔	45
2. 以圆锥面限位工件的圆柱孔	48
3. 工件以圆锥孔定位	49

三、工件以外圆柱表面定位时的定位元件设计	50
1. 用 V 形块限位工件的外圆柱面	50
2. 在圆孔中定位	53
四、工件以组合表面定位时的定位元件设计	55
1. 圆孔面与端面组合定位形式	55
2. 一面两孔组合定位形式	55
3. 一面两孔组合定位方案的选择	56
4. 削边销尺寸的确定	57
5. 工件以特殊表面定位方式	59
6. 常用定位元件及其限制的自由度	61
任务三 定位误差的分析与计算	64
一、实例分析	64
1. 实例	64
2. 分析	64
二、知识导航	65
1. 造成定位误差的原因	65
2. 定位误差的计算方法	68
三、实例思考	74
四、定位误差分析计算实例	75
1. 工件以平面定位时的定位误差	75
2. 工件以圆孔在芯轴（或短圆销）上定位时的定位误差	77
3. 工件以外圆柱面在 V 形块上定位时的定位误差	79
4. 工件以一面两孔定位时的定位误差	81
任务四 定位装置的分析与设计	84
思考题	89

情境 2 零件的夹紧	105
任务一 零件的夹紧	105
一、拨叉零件夹紧的实例分析	105
1. 实例	105
2. 分析	105
二、知识导航：专用夹具夹紧元件和装置的结构与选用	106
1. 夹紧装置的组成与基本要求	106
2. 实例思考	109
3. 夹紧方式（夹紧力）确定的实例分析	109
4. 夹紧方式（夹紧力）的确定	110
三、基本夹紧装置	115
1. 斜楔夹紧机构	115
2. 螺旋夹紧机构	118
3. 偏心夹紧机构	124
4. 定心夹紧机构	126

5. 联动夹紧机构	134
6. 机械增力机构	140
四、实例思考	142
任务二 杠杆臂钻床夹具设计独立实践	143
思考题	147

情境3 专用夹具设计方法

任务一 接头铣槽夹具	159
一、实例分析	159
1. 实例	159
2. 分析	159
3. 方案设计	160
4. 夹具总图的绘制	161
二、知识导航	163
1. 专用夹具的生产过程与设计的基本要求	163
2. 夹具设计的步骤	164
3. 夹具总图上尺寸、公差和技术要求的标注	165
4. 夹具总体设计中应注意的问题	167
三、实例思考	169
四、钻床夹具设计实例	169
五、夹具总图技术要求的制订	175
1. 夹具总图上应标明的尺寸及技术要求	175
2. 与工件加工尺寸公差有关的夹具公差的确定	176
3. 各类机床夹具总图上的技术要求摘要	176
六、制订夹具形位误差和工序精度分析实践	177
七、夹具的制造特点和结构特征	178
1. 夹具尺寸链的封闭环应便于用调整、修配法保证装配精度	178
2. 用工艺孔解决装配精度测量的难题	179
3. 注意夹具加工和维修的工艺性	181
八、夹具设计步骤和规则	181
1. 机床夹具的设计步骤	182
2. 夹具设计时应遵循的规则	183
3. 夹具主要零件所采用的材料及热处理要求	183
思考题	184

情境4 典型车床夹具设计

任务一 车床夹具设计	188
一、实例分析	188
1. 实例	188
2. 分析	188
二、知识导航	190

1. 卧式车床夹具和圆磨床夹具的主要类型	190
2. 专用车夹具的典型结构	190
3. 车磨类夹具设计要点	197
三、带分度装置的车床夹具实例思考	200
四、车床夹具设计实例	202
1. 工件加工工艺分析	202
2. 定位装置的设计	203
3. 夹紧装置的设计	203
4. 分度装置的设计	203
5. 夹具在车床主轴上的安装	203
6. 夹具总图上尺寸、公差和技术要求	204
7. 工序精度分析	204
任务二 夹具在机床上的对定	205
一、实例分析	205
1. 实例	205
2. 分析	206
二、知识导航	206
1. 夹具在机床上的对定	206
2. 实例思考	224
三、夹具体的设计	225
1. 实例分析	225
2. 相关知识	225
3. 实例思考	229
思考题	230
情境 5 典型铣镗床夹具设计	234
任务一 铣顶尖套筒双槽夹具设计	234
一、铣顶尖套筒双槽实例分析	234
1. 实例	234
2. 分析	234
二、知识导航：铣床夹具的有关知识	235
1. 铣床夹具的功用	238
2. 铣床夹具的主要类型	238
3. 铣床夹具的设计要点	243
三、实例思考	246
四、铣顶尖套筒双槽实例独立实践	248
1. 工件的加工工艺性分析	248
2. 定位方案与定位元件的设计	248
3. 夹紧方案及夹紧装置的设计	248
4. 导向对刀方案及夹具总体设计	249
5. 夹具总图上的尺寸、公差和技术要求的标注	250

任务二 车床尾座孔镗模	252
一、车床尾座孔镗削实例分析	252
1. 实例	252
2. 分析	252
二、知识导航：镗床夹具的有关知识	254
1. 镗床夹具的类型	254
2. 典型镗模结构分析	257
3. 镗模设计要点	257
三、实例思考	264
四、支架壳体零件镗孔实例独立实践	264
1. 工件的加工工艺性分析	266
2. 定位方案与定位元件的设计	266
思考题	268

情境 6 典型钻床夹具与组合夹具设计 273

任务一 典型钻床夹具设计	273
一、实例分析	273
1. 钢套钻孔夹具实例	273
2. 骨架零件钻孔夹具实例	274
二、知识导航：机床夹具的有关知识	275
1. 钻床夹具的主要类型	275
2. 钻床夹具的设计要点	279
三、实例思考	285
四、托架斜孔分度钻模设计实例	286
1. 托架斜孔分度钻模实例分析	286
2. 托架斜孔分度钻模的结构与技术要求设计	286
3. 托架斜孔分度钻模的装配、安装及调试	291
任务二 法兰盘钻径向孔的组合夹具设计	293
一、法兰盘钻径向孔的组合夹具实例分析	293
1. 实例	293
2. 分析	293
二、知识导航：组合夹具的有关知识	293
1. 组合夹具的分类	293
2. 组合夹具元件	297
3. 组合夹具的结构要素	299
4. 组合夹具的装配	301
三、实例思考	302
四、独立实践	302
1. 支座钻铰孔组合钻模实例独立实践	302
2. 轴端铣互相垂直的斜面组合夹具实例独立实践	306
思考题	307

附录..... 310

一、机械加工定位、夹紧及常用装置符号..... 310

二、钻套与衬套..... 314

三、常用刀具的直径公差..... 317

四、机床联系尺寸..... 318

五、常用夹具元件的材料、热处理和公差配合..... 321

六、对刀块尺寸..... 322

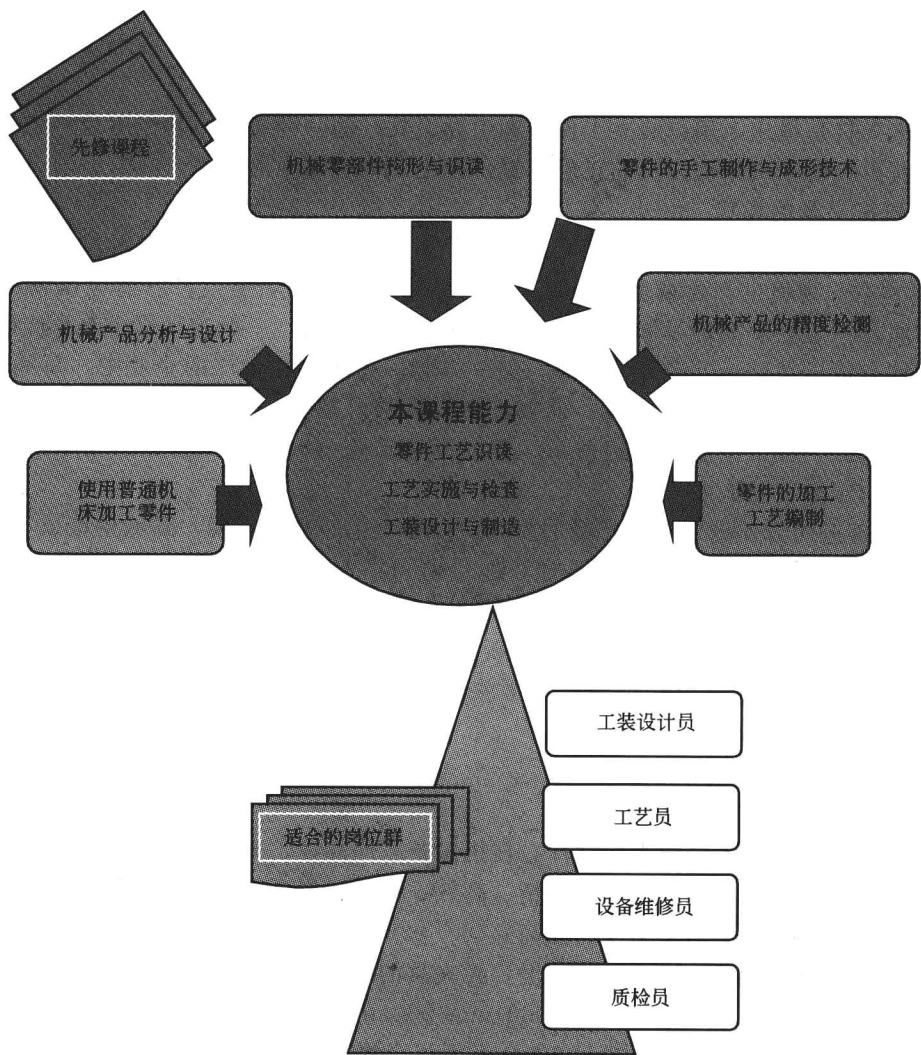
七、定位键尺寸..... 323

八、组合夹具元件..... 324

九、定位误差计算示例..... 326

参考文献..... 328

课程导航



课程导入

制造业是衡量国力强盛与否的尺码之一，机械制造技术水平的发展与进步助推了机械制造业的发展与进步。由机床、刀具、夹具与被加工工件一起构成了一个实现某种加工方法的机械加工工艺系统。

机床夹具是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。

1. 机床夹具的现状

国际生产研究协会的统计表明，目前中、小批多品种生产的工件品种已占工件种类总数的85%左右。现代生产要求企业所制造的产品品种经常更新换代，以适应市场的需求与竞争。然而，一般企业都仍习惯于大量采用传统的专用夹具，一般在具有中等生产能力的工厂里，约拥有数千甚至近万套专用夹具；另一方面，在多品种生产的企业中，每隔3~4年就要更新50%~80%左右专用夹具，而夹具的实际磨损量仅为10%~20%左右。特别是近年来，数控机床、加工中心、成组技术、柔性制造系统（FMS）等新加工技术的应用，对机床夹具提出了如下新的要求。

- ① 能迅速而方便地装备新产品的投产，以缩短生产准备周期，降低生产成本。
- ② 能装夹一组具有相似性特征的工件。
- ③ 能适用于精密加工的高精度机床夹具。
- ④ 能适用于各种现代化制造技术的新型机床夹具。
- ⑤ 采用以液压站等为动力源的高效夹紧装置，以进一步减轻劳动强度和提高劳动生产率。
- ⑥ 提高机床夹具的标准化程度。

2. 现代机床夹具的发展方向

夹具是机械加工不可缺少的部件，在机床技术向高速、高效、精密、复合、智能、环保方向发展带动下，夹具技术正朝着高精、高效、模块、组合、通用、经济方向发展。

（1）高精随着机床加工精度的提高

为了降低定位误差，提高加工精度，对夹具的制造精度要求更高，夹具的定位精度可达 $\pm 5\mu\text{m}$ ，夹具支承面的垂直度达到 $0.01\text{mm}/300\text{mm}$ ，平行度高达 $0.01\text{mm}/500\text{mm}$ 。德国demmeler公司制造的4m长、2m宽的孔系列组合焊接夹具平台，其等高误差为 $\pm 0.03\text{mm}$ ；精密平口钳平行度和垂直度在 $5\mu\text{m}$ 以内；夹具重复安装的定位精度为 $\pm 5\mu\text{m}$ ；瑞士EROWA柔性夹具的重复定位精度高达 $2\sim 5\mu\text{m}$ 。机床夹具的精度已提高到微米级。世界知名的夹具制造商都是精密机械制造企业。诚然，为了适应不同行业的需求和经济性，夹具有不同的型号以及不同档次的精度标准选择。

（2）高效为了提高机床的生产率

双面、四面和多件装夹的夹具产品越来越多。为了减少工件的安装时间，各种自动定心夹紧、精密平口钳、杠杆夹紧、凸轮夹紧、气动和液压夹紧等，快速夹紧功能部件不断地推陈出新。新型的电控永磁夹具，夹紧和松开工件只用1~2s，夹具结构简化，为机床进行多

工位、多面和多件加工创造了条件。为了缩短在机床上安装与调试夹具的时间,瑞典 3R 夹具仅用 1min,即可完成线切割机床夹具的安装与调正。采用美国 Jergens 公司的球锁夹紧系统,1min 内就能将夹具定位和锁紧在机床工作台上,球锁装夹系统用于柔性生产线上更换夹具,起到缩短停机时间、提高生产效率的作用。

(3) 模块、组合夹具元件模块化是实现组合化的基础

利用模块化设计的系列化、标准化夹具元件,快速组装成各种夹具,已成为夹具技术开发的基点。省工、省时、节材、节能,体现在各种先进夹具系统的创新之中。模块化设计为夹具的计算机辅助设计与组装打下了基础。应用 CAD 技术,可建立元件库、典型夹具库、标准和用户使用档案库,进行夹具优化设计,为用户三维实体组装夹具。模拟仿真刀具的切削过程,既能为用户提供正确、合理的夹具与配套方案,又能积累使用经验,了解市场需求,不断改进和完善夹具系统。

(4) 通用、经济夹具的通用性直接影响其经济性

采用模块、组合式的夹具系统,一次性投资比较大。只有夹具系统的可重组性、可重构性及可扩展性功能强,应用范围广、通用性好、夹具利用率高、收回投资快,才能体现出经济性好。德国 demmeler 公司的孔系列组合焊接夹具,仅用品种、规格很少的配套元件,既能组装成多种多样的焊接夹具。元件的功能强,使得夹具的通用性好,元件少而精,配套的费用低,经济实用才有推广应用的价值。

同时,超精密加工技术的发展需要学习俄罗斯的经验。对于超精密加工技术来说,最大的需求就是国防军事工业。我国的超精密加工技术与国外,特别是美、俄等国家相比,落后较多,面临的重大任务是根据目前的需求如何在较短的时间内尽快提高超精密加工技术(包括设备及工艺)的水平,使之能够适应应用要求。美国、俄罗斯在超精密加工技术的研究上发展思路完全不同。美国充分利用其科技优势,研制了一系列先进的超精密加工设备和超精密检测仪器,利用这些先进的设备加工出高精度的零件。而俄罗斯则很少有非常先进的超精密加工设备,但是同样能够加工出所需的高精度零件,原因在于它掌握着先进的工艺。例如从有关资料分析俄罗斯研磨机的性能指标并不先进,甚至不如国内某些实验室设备,但是他们有自己独特的工装夹具以及研磨工艺,最终加工零件的精度及其稳定性却优于美国。所以根据我国的国情,盲目地靠引进先进设备和仪器只能受制于人,况且许多超精密加工设备仪器禁运。而在一定时期内要靠自行研制所有超精密加工设备和仪器也不现实,所以应该走俄罗斯的路子,即重视超精密加工工艺的研究。

3. 机床夹具与设备、工序、刀具的关系

练一练

请看图 0-1~图 0-5 以及表 0-1,思考并回答以下问题。

1. 图 0-1~图 0-5 与表 0-1 之间有什么关系?
2. 表 0-1 机械加工工序卡片在此的作用是什么?
3. 图 0-1 和图 0-2 的关系是什么?
4. 根据表 0-1,分析图 0-1~图 0-5 与图 0-6 的关系是什么?
5. 在实际生产中,是否一个工序中所需的定位与夹紧都必须按照表 0-1 的要求,按照图 0-1~图 0-5 顺序设计本工序的定位与夹紧方案及其元件。

4. 本课程的目的

本课程就是以以上这些问题为切入点,研究加工一个零件的某个工序所需要的夹具,导出该夹具与本工序中的工艺、刀具和机床的关系以及机床夹具设计的思路和方法;再以一些

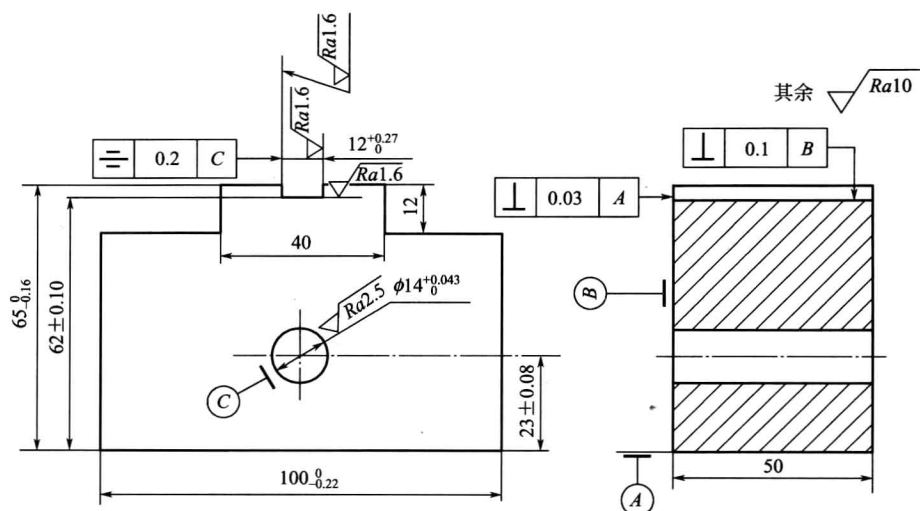


图 0-1 块状零件图

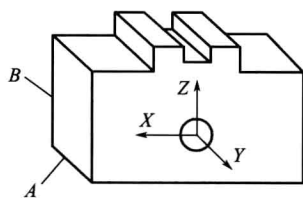


图 0-2 块状工件的坐标系

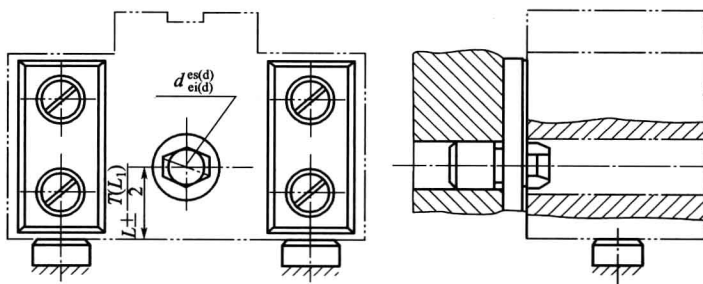


图 0-3 夹具定位元件的选择

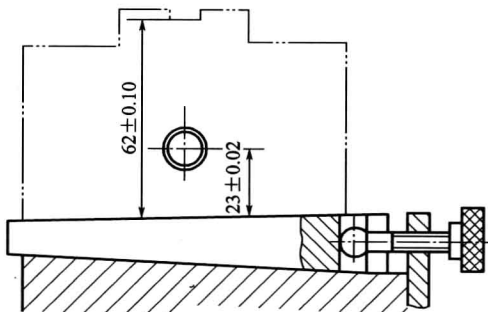


图 0-4 用短圆柱销的夹具定位方案简图

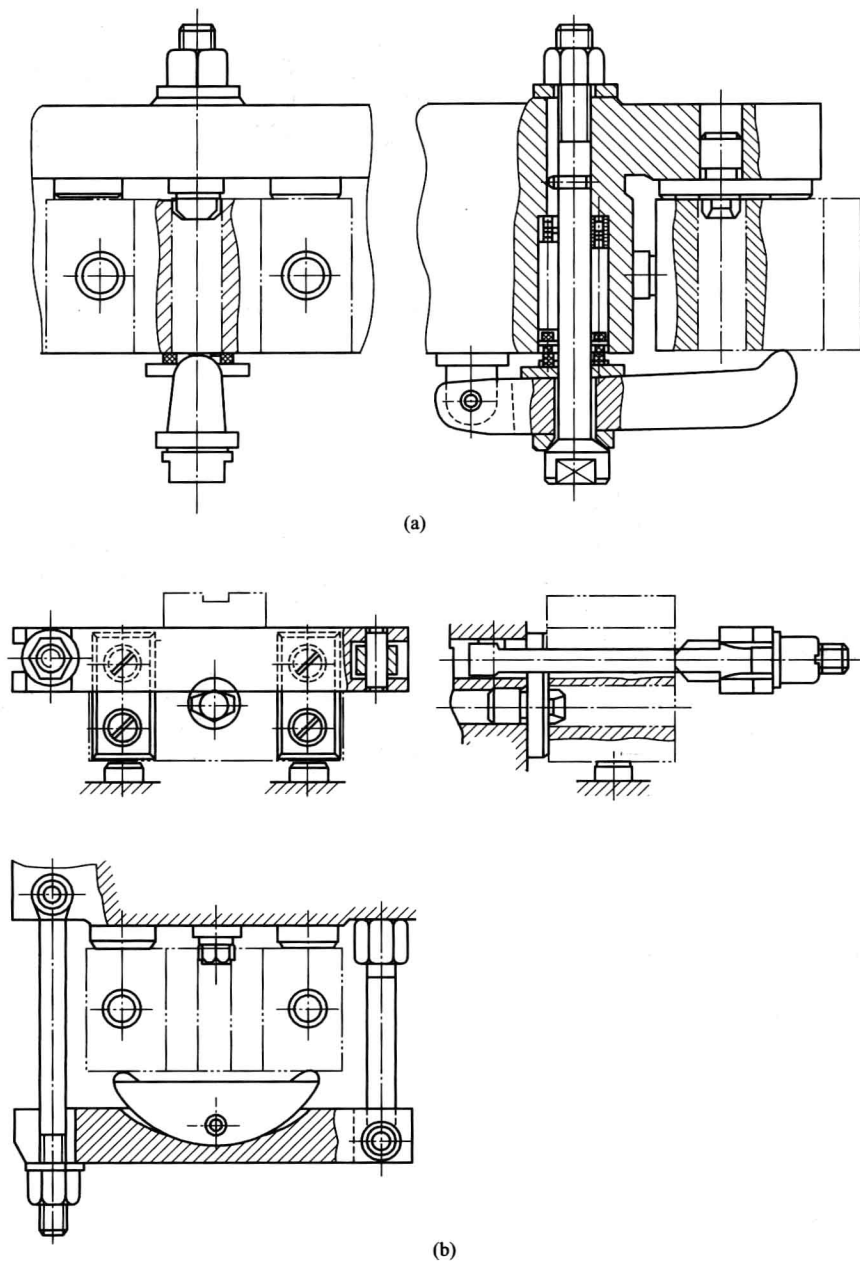


图 0-5 夹紧装置的两结构方案

典型零件的工序为载体，介绍机床夹具设计与实施的具体应用。

生产工艺是通过对长期的生产实践的理论总结形成的，它来源于生产实践，服务于生产实践；机床夹具又是工艺系统的组成部分之一。为此机床夹具课程的学习，必须以工艺过程为主线，以加工设备操作为前提，以生产中各类常见典型轴类、盘类、套类、箱体类零件等典型零件为载体，按照学生认知规律和职业能力养成为线索，按照“实践—认识—实践”规律，紧密和生产实际相结合以加深对课程内容的理解，并在实践中又对所学知识的应用加以检验，通过实际工作任务，运用典型化的工艺方案知识，设计出某个工艺过程需要的工艺装

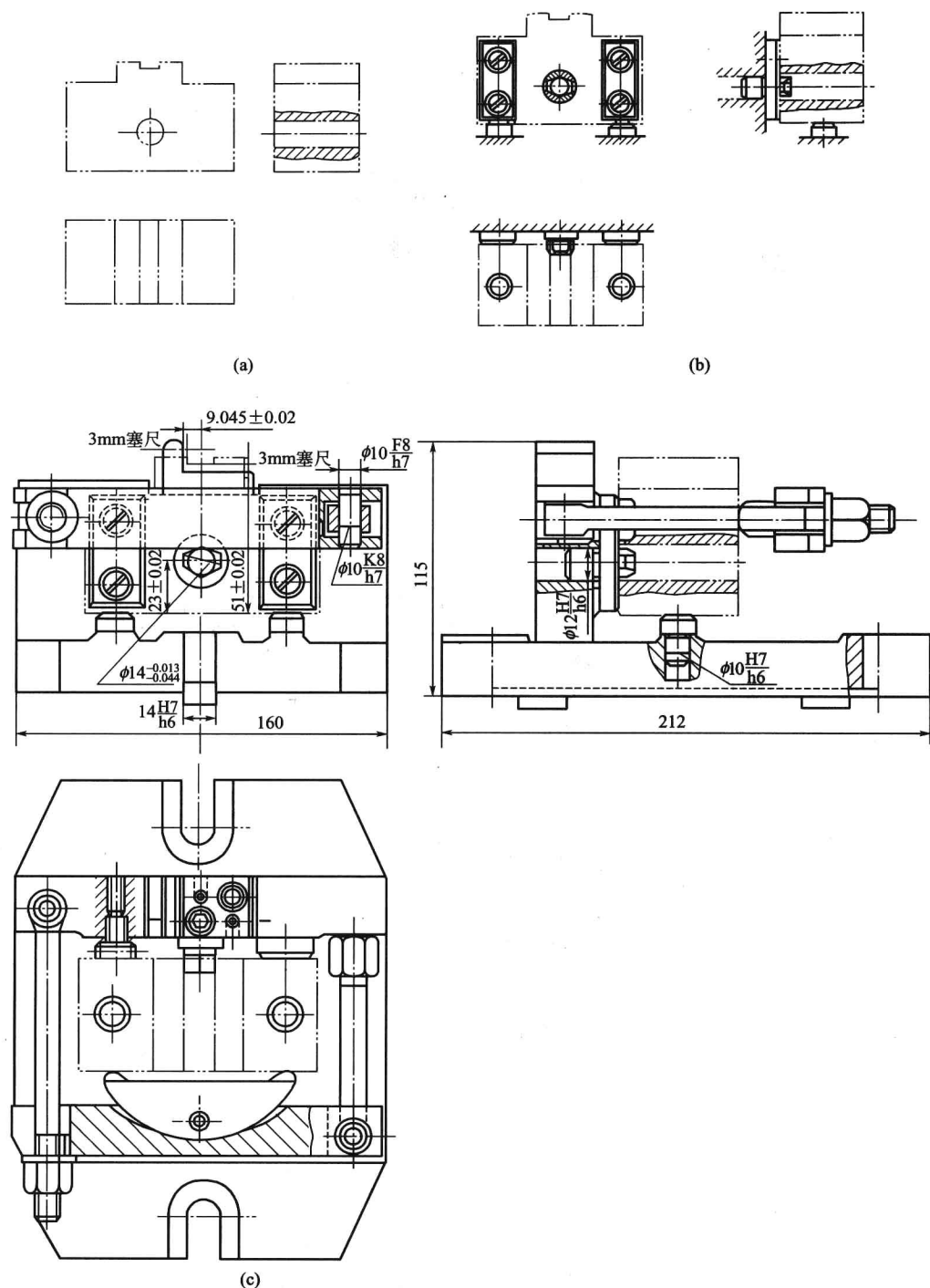
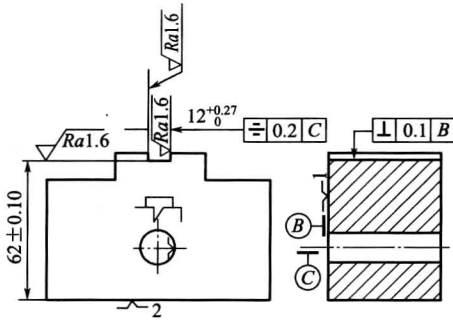


图 0-6 块状零件机床夹具总装图

备之一“机床夹具”，以此解决各类零件制造中的共性问题，奠定工程应用基础，促成学生对机械加工中所需常用典型机床夹具的掌握，进而在学习中更好地完成典型零件的工艺规程设计、工艺装备的设计制造任务，达到在“做”中学，学中“做”的目的。

表 0-1 机械加工工序卡片

(工厂名)	机械加工工序卡片	产品名称及型号	零件名称	零件图号	工序名称	工序号	第 6 页				
			板 块		铣 槽	6	共 6 页				
			车 间	工 段	材料名称	材料牌号	力学性能				
					钢	45					
			同时加工件数	每料件数	技术等级	单件时间/min	准备-终结时间/min				
			1			1.69					
			设备名称	设备型号	夹具名称	夹具编号	冷却液				
			卧式铣床	X61	铣夹具						
			更 改 内 容								

工步号	工步内容	计算数据/mm			走刀次数	切削用量				工时定额/min			刀具量具及辅助工具				
		直径或长度	走刀长度	单边余量		切削深度/mm	进给量/(mm/r)或(mm/min)	每分钟转数/(r/min)或(2L/min)	切削速度/(m/min)	基本时间	辅助时间	工作地点服务时间	工具号	名称	规格	编号	数量
1	铣 12 ^{+0.27} ₀ 槽	50	86	3	1	3	1.8mm/r	80r/min	25.12	0.91	0.30	0.43		直齿三面刃铣刀	刀具直径 100		1
编制			抄写			校对			审核				批准				