

普通中等专业教育机电类规划教材

机床夹具设计

上海市机电工业学校 薛源顺 主编

机械工业出版社

本书共分七章,内容包括机床夹具概论、工件的定位、工件的夹紧、分度装置和夹具体、各类机床夹具、专用夹具的设计方法以及现代机床夹具等。

本书详述了各类夹具的设计要点,介绍了数控机床夹具等新内容。本书在定位理论的阐述上注重概念清晰,图例选择上注重新颖和典型。

本书为中等专业学校机械制造专业教材,也可供有关工程技术人员参考。

机床夹具设计

(重排本)

上海市机电工业学校 薛源顺 主编

*

责任编辑:赵爱宁 版式设计:张世琴

封面设计:方 芬 责任校对:张莉娟

责任印制:路 琳

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

邮政编码:100037

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092¹/₁₆·印张 14.5·字数 357 千字

1998 年 5 月第 1 版第 4 次印刷

印数 97001—103400 定价:17.50 元

*

ISBN 7-111-04788-5/TG·1010(课)

ISBN 7-111-04788-5



9 787111 047889 >

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

序 言

《机械制造工艺学》、《机床夹具设计》、《金属切削机床》、《金属切削原理与刀具》、《液压传动》、《公差配合与技术测量》、《机械加工基础》、《机床电气控制技术》、《计算机应用基础》、《数控机床及其应用》、《冷冲模设计》、《机械设备维修工艺》等 12 种教材，系机械工业部中等专业学校机械制造专业教学指导委员会组织编写的第四轮中等专业教育机电类规划教材。本轮教材是在机械工业部教育司领导下和机械工业出版社教材编辑室的直接指导下编写而成的。

机械制造专业教学指导委员会为组织本轮教材的编写做了各项准备工作：根据机械工业部教育司下达的“关于制（修）订机械工业中等专业学校教学计划的原则和规定”，指导委员会从 1992 年 11 月到 1994 年 7 月，先后四次对机械制造专业教学计划进行制订与修改；1993 年 4 月，指导委员会分别组织各门课程骨干教师参加“教学计划”、“教学大纲”的研讨，并于同年 8 月扩大至由 37 所学校 49 名科主任以上代表参加的扩大会议，对“大纲”、“计划”进行了广泛讨论，因而教学计划和各课大纲反映和总结了各校教改的经验和成果，反映了各地区对机械制造专业的共同要求；为了把好教材质量关，指导委员会对各课程的编审人员进行严格遴选，从各校推荐名单中选出学术水平高并具有一定教材编写经验的教师参加本轮教材的编审工作。

为适应市场经济的需要，根据机械制造专业的教改精神，本轮教材在“必需”、“够用”的前提下，保证了机械制造专业中专生有关知识的基本要求，其内容既体现了实用性，又体现了灵活性和先进性。根据每周实行五天工作制的具体情况，对教材内容作了进一步调整，每门课程的知识含量规定了上、下限，教材中除基本要求以外，还编入带“*”的内容供各校选用，因而教材的适用范围较大，除供初中四年制中专应用以外，也可供初中三年制和高中两年制中专应用，还可供有关高等职业学校应用。热忱欢迎有关学校选用，并提出宝贵意见。

在本轮教材的编写过程中，得到了有关部门和学校的大力支持，在此表示衷心感谢。

机械工业部中等专业学校
机械制造专业教学指导委员会
1995 年 5 月

前 言

本书是中等专业学校机械制造专业的教学用书，是按新制订的“国家机械工业部中等专业学校机制专业教学计划与教学大纲”编写的。编写工作也是在机械工业部中等专业学校机制专业教学指导委员会的指导下进行的。

机床夹具在机械加工中占有十分重要的地位，机床夹具设计是一门实践性很强的科学。本书共分七章：机床夹具概论，工件的定位，工件的夹紧，分度装置与夹具体，各类机床夹具，专用夹具的设计方法以及现代机床夹具等。各章均附有适量的复习题。

本书编写中，在阐明基本原理、典型结构设计的同时，注意加强对学生夹具设计基本能力的培养。教材采用最新颁布的国家标准，以提高夹具的标准化程度。在定位原理方面，用公差带图形分析法说明与加工要求有关的自由度，并讲解了定位设计示例及保证机床夹具精度的方法。书中还介绍了成组夹具、通用可调夹具、模块化夹具、数控机床夹具以及机床夹具计算机辅助设计（CAD）等新内容，反映了机床夹具的发展方向。

本书由上海市机电工业学校薛源顺主编，参加编写的有薛源顺（第一、二、四、六、七章），沈阳市机电工业学校刘福库（第三章），杭州市机械工业学校吴春华（第五章）。江苏省无锡机械制造学校吴丙中是本书的主审。参加审稿的有郎成典、蒋慧玲、倪森寿、权月华、李力夫。

由于编者水平所限，错误和不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

1995年2月

目 录

序言		
前言		
第一章 机床夹具概论	1	
第一节 机床夹具及其功用	1	
第二节 机床夹具的组成	4	
第三节 机床夹具的分类及设计要求	5	
第四节 本课程的任务和主要内容	6	
复习题	7	
第二章 工件的定位	8	
第一节 工件定位的基本原理	8	
第二节 工件定位方式及其定位元件设计	17	
第三节 定位误差	39	
第四节 工件以两孔一面定位	44	
第五节 定位装置设计示例	47	
复习题	52	
第三章 工件的夹紧	57	
第一节 概述	57	
第二节 基本夹紧机构	67	
第三节 联动夹紧机构	82	
第四节 定心夹紧机构	88	
第五节* 夹具动力装置的应用	93	
复习题	99	
第四章 分度装置与夹具体	101	
第一节 分度装置	101	
第二节 夹具体	113	
复习题	120	
第五章 各类机床夹具	121	
第一节 车床夹具	121	
第二节 铣床夹具	128	
第三节 钻床夹具	139	
第四节* 镗床夹具	152	
复习题	163	
第六章 专用夹具的设计方法	165	
第一节 夹具设计的基本要求、方法和设计步骤	165	
第二节 夹具的精度和夹具总图尺寸、公差配合与技术要求的标注	171	
第三节 夹具的制造及工艺性	177	
第四节 机床夹具的计算机辅助设计简介	182	
复习题	184	
第七章* 现代机床夹具	188	
第一节 机床夹具的现状与发展方向	188	
第二节 成组夹具和通用可调夹具	189	
第三节 组合夹具	204	
第四节 其它现代机床夹具	212	
复习题	216	
附录	217	
附表 1 定位夹紧符号	217	
附表 2 固定式定位销 (GB/T2203—91)	218	
附表 3 锥度心轴 (GB/T12875—91)	219	
附表 4 机床联系尺寸	221	
附表 5 麻花钻的直径公差	223	
附表 6 扩孔钻的直径公差	223	
附表 7 铰刀的直径公差	223	
附表 8 快换钻套 (GB/T2265—91)	224	
附表 9 定位键 (GB/T2206—91)	225	
附表 10 常用夹具元件的材料及热处理	225	
附表 11 常用夹具元件的公差配合	226	
参考文献	228	

第一章 机床夹具概论

第一节 机床夹具及其功用

一、机床夹具

夹具是一种装夹工件的工艺装备，它广泛地应用于机械制造过程的切削加工、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统称为机床夹具。在现代生产中，机床夹具是一种不可缺少的工艺装备，它直接影响着加工的精度、劳动生产率和产品的制造成本等，故机床夹具设计在企业的产品设计和制造以及生产技术准备中占有极其重要的地位。机床夹具设计是一项重要的技术工作。本课程以机床夹具为主要研究对象。

二、机床夹具的功能

在机床上用夹具装夹工件时，其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，有些机床夹具还具有一些特殊的功能。现以车床、铣床、钻床所用的夹具为例加以说明。

如图 1-1 所示，在车床上加工异形杠杆的 $\phi 10H7$ 孔，工件要控制的孔距尺寸为 $50 \pm 0.01\text{mm}$ ，孔的轴线对 $\phi 20H7$ 外圆轴线的平行度公差为 0.02mm 。其车床夹具的结构如图 1-2 所示。工件以 $\phi 20H7$ 、 $\phi 20\text{mm}$ 外圆为定位基准面，分别在 V 形块 2、可调 V 形块 6 上定位。并用铰链压板 1 和两个螺钉 5 夹紧。其中，工件的定位主要是保证尺寸 $50 \pm 0.01\text{mm}$ 和平行度公差要求。

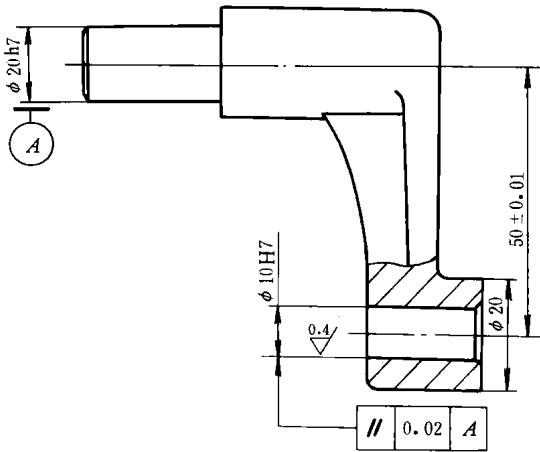


图 1-1 异形杠杆简图

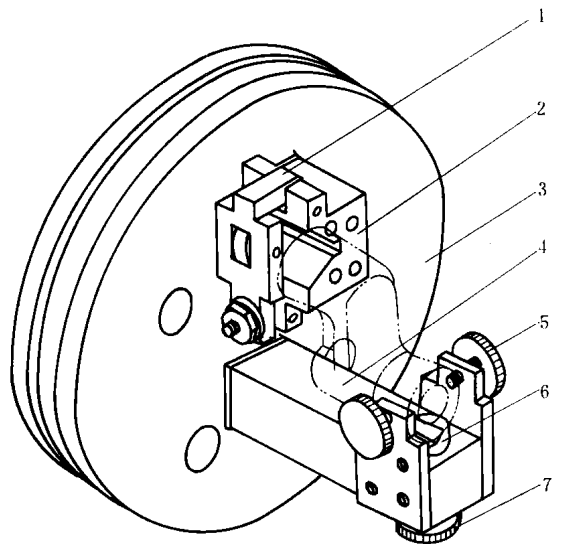


图 1-2 车床夹具

- 1—铰链压板 2—V 形块 3—夹具体 4—支架
5—螺钉 6—可调 V 形块 7—螺杆

图 1-3 所示为活塞套零件简图，在铣床上加工活塞套上端 6mm 的槽，其铣床夹具结构如图 1-4 所示。工件以 $\phi 60H7$ 孔、端面 A 及下端已加工的 6mm 槽为定位基准，分别在定位轴 7、夹具体 12 的平面及键 11 上定位。夹紧由螺钉 1 推动滑柱 2，经介质（液性塑料）3、滑柱 4、框架 5、拉杆 6、钩 8、压板 9，将 6 个工件同时夹紧。铣刀的位置则可由对刀块 10 调整。整个夹具是通过两个圆柱销 14 与铣床工作台的 T 形槽相配而确定其在机床上的位置。显然，此夹具可获得较高的生产率。

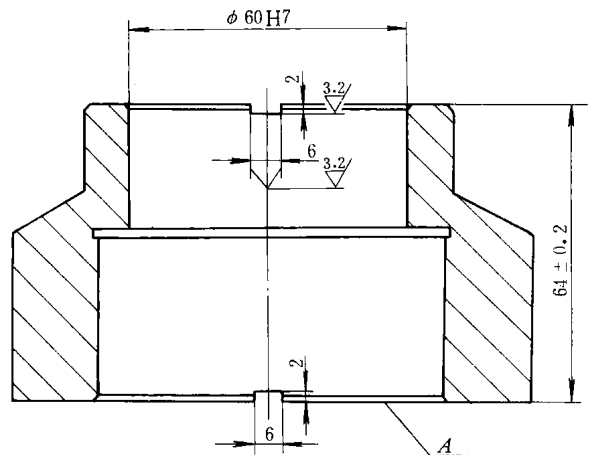


图 1-3 活塞套简图

图 1-5 所示为盖板简图，在钻床上钻 9- $\phi 5$ mm 孔。其钻床夹具如图 1-6 所示，工件以底面及二侧面分别与夹具体 5 的平面、圆柱销 4、菱形销 7、挡销 6 接触定位。钻模板 1 由上述件 4 和 7 对定并盖在工件上，用压板 3 夹紧；钻模板上的钻套 2 可引导钻头钻孔并控制孔距尺寸。

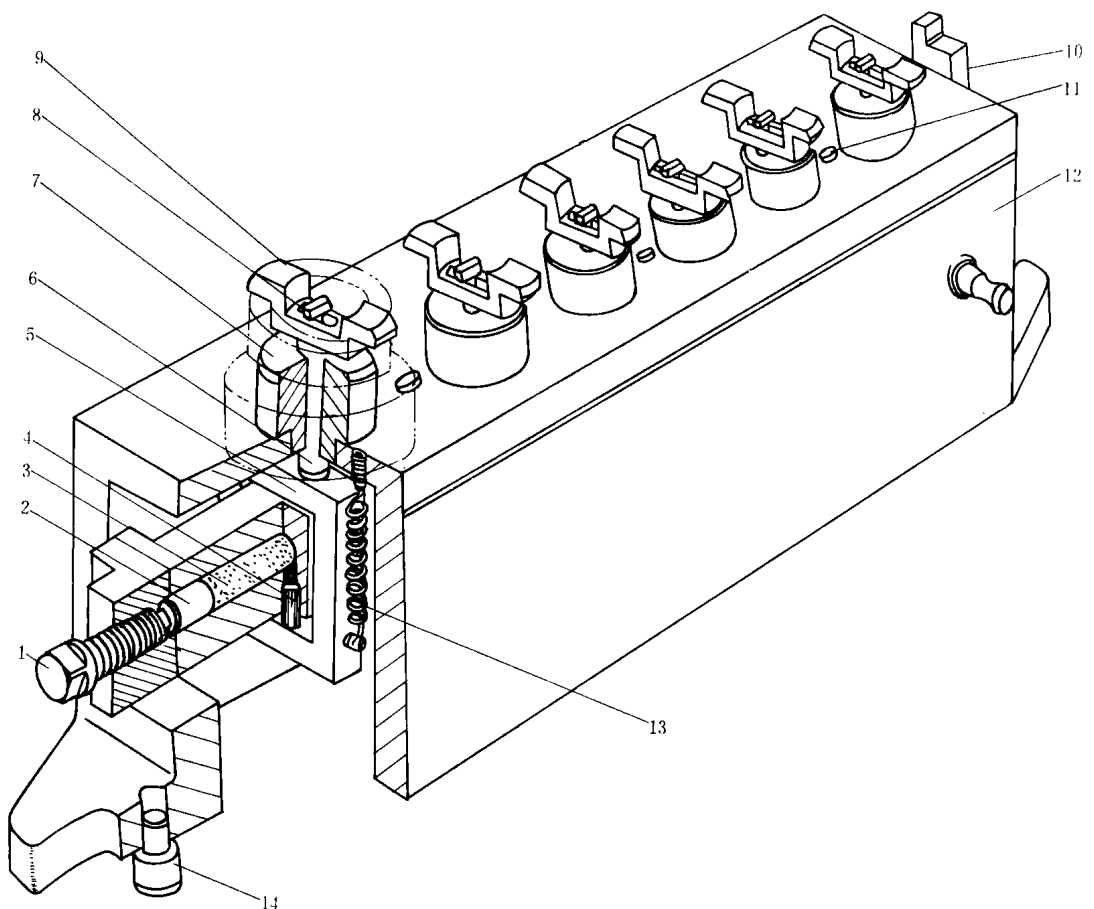


图 1-4 铣床夹具

1—螺钉 2、4—滑柱 3—介质（液体塑料） 5—框架 6—拉杆 7—定位轴 8—钩 9—压板
10—对刀块 11—键 12—夹具体 13—弹簧 14—圆柱销

1. 机床夹具的主要功能

(1) 定位 通过工件定位基准面与夹具定位元件的定位面接触或配合,使工件在夹具中占有正确的几何位置,从而保证工件加工表面的尺寸和几何形状及相互位置精度要求。

(2) 夹紧 工件定位后,经夹紧装置施力于工件,将其固定夹牢,使工件正确的定位位置保持不变。

2. 机床夹具的特殊功能

(1) 对刀 如铣床夹具中的对刀块,它能迅速地调整铣刀相对于夹具的正确加工位置。

(2) 导向 如钻床夹具中的钻模板和钻套,它们能引导刀具进行钻削。其导向元件常制成模板形式,故钻床夹具常称为钻模。镗床夹具(镗模)也具有导向功能。

三、机床夹具在机械加工中的作用

在机械加工中,使用机床夹具的目的主要有以下六个方面。然而,在不同的生产条件下,应该有不同的侧重点。夹具设计时应该综合考虑加工的技术要求、生产成本和工人操作等方面的要求,以达到预期的效果。

(1) 保证加工精度 用夹具装夹工件时,能稳定地保证加工精度,并减少对其它生产条件的依赖性,故在精密加工中广泛地使用夹具,并且它还是全面质量管理的一个重要环节。

(2) 提高劳动生产率 使用夹具后,能使工件迅速地定位和夹紧,并能够显著地缩短辅助时间和基本(机动)时间,提高劳动生产率。

(3) 改善工人的劳动条件 用夹具装夹工件方便、省力、安全。当采用气动、液压等夹紧装置时,可减轻工人的劳动强度,保证安全生产。由于它扩大了老工人所能胜任的劳动强度的范围,因而有利于延长工人的操作寿命,也有利于提高企业整体的技术水平。

(4) 降低生产成本 在批量生产中使用夹具时,由于劳动生产率的提高和允许使用技术等级较低的工人操作,故可明显地降低生产成本。但在单件生产中,使用夹具的生产成本仍较高。

(5) 保证工艺纪律 在生产过程中使用夹具,可确保生产周期、生产调度等工艺秩序。例如,夹具设计往往也是工程技术人员解决高难度零件加工的主要工艺手段之一。

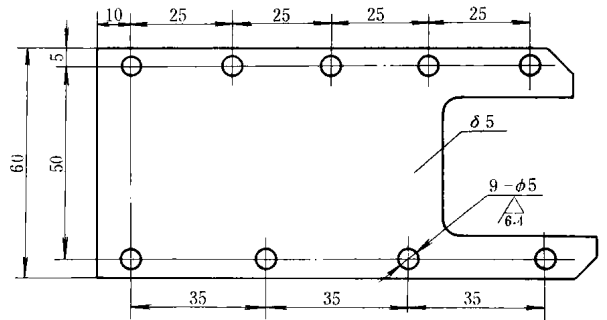


图 1-5 盖板简图

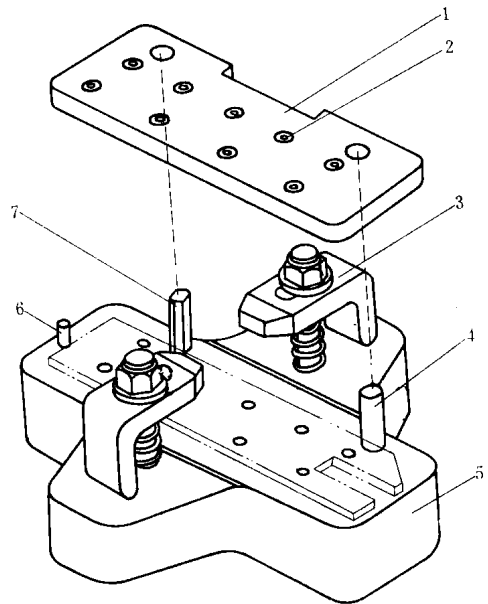


图 1-6 钻床夹具

1—钻模板 2—钻套 3—压板 4—圆柱销 5—夹
具体 6—挡销 7—菱形销

(6) 扩大机床工艺范围 这是在生产条件有限的企业中常用的一种技术改造措施。如将车床改为镗床或拉床、深孔加工钻床等，也可用夹具装夹以加工较复杂的成形面。

第二节 机床夹具的组成

一、机床夹具的基本组成部分

虽然各类机床夹具结构不同，但按其主要功能加以分析，机床夹具一般是由定位元件、夹紧装置和夹具体三部分组成。这三个部分也是夹具设计的主要内容。

1. 定位元件

定位元件是夹具的主要功能元件之一。通常，当工件定位基准面的形状确定后，定位元件的结构也就基本确定了。

如图 1-2 中的 V 形块、可调 V 形块；图 1-4 中的定位轴、键；图 1-6 中的挡销、圆柱销、菱形销等，都是定位元件。定位元件的定位精度直接影响工件加工的精度。

2. 夹紧装置

夹紧装置也是夹具的主要功能元件之一，如图 1-2 中的铰链压板、螺钉；图 1-4 中的螺钉、滑柱、介质（液体塑料）、压板等；图 1-6 中的压板等都是夹紧装置。通常，夹紧装置的结构会影响夹具的复杂程度和性能。它的结构类型很多，设计时应注意选择。

3. 夹具体

夹具体是夹具的基体骨架，通过它将夹具所有元件构成一个整体，如图 1-2 中的件 3、图 1-4 中的件 12 和图 1-6 中的件 5 等都是夹具体。常用的夹具体为铸件结构、锻造结构、焊接结构，形状有回转体形和底座形等两种。定位元件、夹紧装置等分布在夹具体不同的位置上。

二、机床夹具的其它特殊元件或装置

1. 连接元件

根据机床的工作特点，夹具在机床上的安装连接常有两种形式。一种是安装在机床工作台上，另一种是安装在机床主轴上。连接元件用以确定夹具本身在机床上的位置。如车床夹具所使用的过渡盘，铣床夹具所使用的定位键等，都是连接元件。

2. 对刀元件

这是机床夹具的特殊元件，常见在铣床夹具中。用对刀块可调整铣刀加工前的位置。对刀时，铣刀不能与对刀块直接接触，以免碰伤铣刀的切削刃和对刀块工作表面。通常，在铣刀和对刀块对刀表面间留有空隙，并且用塞尺进行检查，以调整刀具，使其保持正确的加工位置。

3. 导向元件

这也是机床夹具的特殊元件，主要指钻模的钻套和镗模的镗套等。它们能调整刀具的位置，并引导刀具进行切削。用钻头钻孔时，钻头与钻套之间留有一定的间隙，因此钻头的中心就有可能略偏离钻套的中心。

4. 其它元件或装置

根据加工需要，有些夹具分别采用分度装置、靠模装置、上下料装置、顶出器和平衡块等。这些元件或装置也需要专门设计。

第三节 机床夹具的分类及设计要求

一、机床夹具的分类

1. 按夹具的通用特性分类

这是一种基本的分类方法，主要反映夹具在不同生产类型中的通用特性，故也是选择夹具的主要依据。目前，我国常用的分类有通用夹具、专用夹具、可调夹具、组合夹具和自动线夹具等五大类。

(1) 通用夹具 通用夹具是指结构、尺寸已规格化，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。其特点是适应性强、不需调整或稍加调整即可装夹一定形状和尺寸范围内的各种工件。这类夹具已商品化，且成为机床附件。采用这类夹具可缩短生产准备周期，减少夹具品种，从而降低生产成本。其缺点是夹具的加工精度不高，生产率也较低，且较难装夹形状复杂的工件，故适用于单件小批量生产中。

(2) 专用夹具 专用夹具是针对某一工件某一工序的加工要求而专门设计和制造的夹具。其特点是针对性极强，没有通用性。在产品相对稳定、批量较大的生产中，常用各种专用夹具，可获得较高的生产率和加工精度。专用夹具的设计制造周期较长，随着现代多品种、中、小批生产的发展，专用夹具在适应性和经济性等方面已产生许多问题。

(3) 可调夹具 可调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。它一般又分为通用可调夹具和成组夹具两种。前者的通用范围比通用夹具更大；后者则是一种专用可调夹具，它按成组原理设计并能加工一族相似的工件，故在多品种、中、小批生产中使用有较好的经济效果。

(4) 组合夹具 组合夹具是一种模块化的夹具。标准的模块元件具有较高精度和耐磨性，可组装成各种夹具；夹具用毕即可拆卸，留待组装新的夹具。由于使用组合夹具可缩短生产准备周期，元件能重复多次使用，并具有可减少专用夹具数量等优点，因此组合夹具在单件、中、小批多品种生产和数控加工中，是一种较经济的夹具。组合夹具也已商品化。

(5) 自动线夹具 自动线夹具一般分为两种：一种为固定式夹具，它与专用夹具相似；另一种为随行夹具，使用中夹具随着工件一起运动，并将工件沿着自动线从一个工位移至下一个工位进行加工。

2. 按夹具使用的机床分类

这是专用夹具设计所用的分类方法。如车床、铣床、钻床、镗床、平面磨床、滚齿机、拉床等夹具。设计专用夹具时，机床的类别、组别、型别和主要参数均已确定。

二、机床夹具的设计特点和设计要求

1. 机床夹具的设计特点

机床夹具设计和其它产品设计相比较，有较大的差别，主要表现在下列五个方面：

1) 要有较短的设计和制造周期。一般没有条件进行夹具的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生产的, 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、制造质量和周期。

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, 夹具要满足以下三项要求: 工件在夹具中的正确定位; 夹具在机床上的正确位置; 工件与刀具间的正确位置。

2) 保证工人的操作方便、安全。

3) 达到加工的生产率要求。

4) 保证夹具一定的使用寿命和经济性要求。

第四节 本课程的任务和主要内容

一、本课程的任务

本课程的任务包括下列四项:

1) 掌握机床夹具的基础理论知识和设计计算方法, 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一般方法, 具有设计一般复杂程度夹具的基本能力。

4) 具有现代机床夹具设计的一般知识。

二、本课程的主要内容

“工件的定位”一章的主要内容是: 工件定位的原理, 常用定位方式、定位元件的设计以及典型定位方式的定位误差的分析和计算。

“工件的夹紧”一章的主要内容是: 夹紧力确定的基本原则, 基本夹紧机构、联动夹紧机构、定心夹紧机构的设计和选用, 夹具动力装置的应用。

上述两章是教学的重点课题。

“分度装置与夹具体”一章的内容是: 分度装置的结构和分度对定机构的设计, 夹具体的基本要求和设计。

“各类机床夹具”一章主要讲解卧式车床、万能卧式铣床、立式钻床、卧式镗床上使用夹具的结构特点和设计要点。

“专用夹具的设计方法”部分是在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。重点说明在夹具总图上尺寸、公差配合、技术要求的标注和夹具制造保证精度的方法。

“现代机床夹具”一章, 主要介绍通用可调夹具、成组夹具、组合夹具、自动线夹具和数控机床夹具的结构特点。

复 习 题

- 1-1 试举例说明机床夹具的功能。
- 1-2 机床夹具通常由哪些部分组成？每个组成部分起何作用？
- 1-3 试比较通用夹具、专用夹具、组合夹具、可调夹具的特点及其应用场合。
- 1-4 在机械加工工艺系统中，夹具是如何保证工件的加工精度要求的？
- 1-5 与其它产品设计相比较，机床夹具的设计有何特点？

第二章 工件的定位

第一节 工件定位的基本原理

一、概述

为了保证工件被加工表面的技术要求,必须使工件相对刀具和机床处于正确的加工位置。在使用夹具的情况下,就要使机床、刀具、夹具和工件之间保持正确的加工位置。显然,工件的定位是其中极为重要的一个环节。

1. 工件在夹具中定位的任务

工件在夹具中定位的任务是使同一批工件在夹具中占据正确的加工位置。工件的定位是夹具设计中首先要解决的问题。本章着重研究工件定位的原理和方法、定位元件设计以及确定定位精度的方法。

2. 定位与夹紧的关系

定位与夹紧是装夹工件的两个有联系的过程。在工件定位以后,为了使工件在切削力等作用下能保持既定的位置不变,通常还需再将工件夹紧,因此它们之间是不相同的。若认为工件被夹紧后,其位置不能动了,所以也就定位了,这种理解是错误的。此外,还有些机构能使工件的定位与夹紧同时完成,例如三爪自定心卡盘等。这些内容将在第三章中介绍。

3. 定位基准

定位基准的选择是定位设计的一个关键问题。工件的定位基准一旦被确定,则其定位方案也基本上被确定。通常定位基准是在制订工艺规程时选定的。如图 2-1a 所示,表面 A 和 B 靠在支承元件上得到定位,以保证工序尺寸 H 、 h 。图 2-1b 所示为工件以素线 C 、 F 为定位基准。定位基准除了工件上的实际表面(面、点或线)外,也可以是表面的几何中心、对称线或对称平面。如图 2-1c 所示,定位基准是两个与 V 形块接触的点 D 、 E 的几何中心 O 。这种定位称为中心定位。

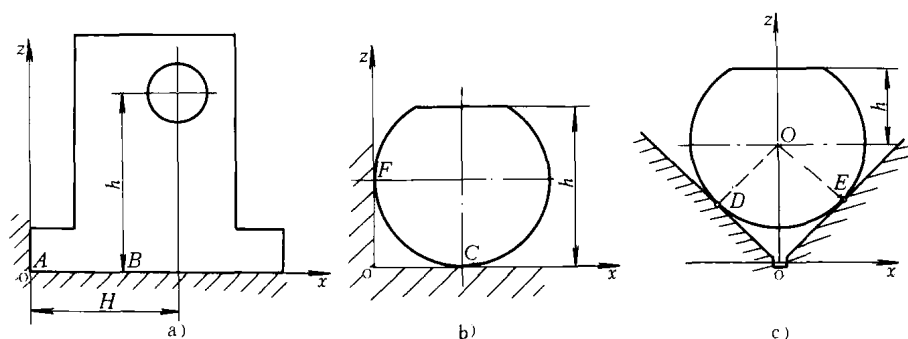


图 2-1 定位基准

a)、b) 基准为实际表面 c) 基准为表面的几何中心

设计夹具时,从减小加工误差考虑,应尽可能选用工序基准为定位基准,即遵循所谓基准重合原则。当用多个表面定位时,应选择其中一个较大的表面为主要定位基准。

4. 工件的自由度

一个尚未定位的工件,其位置是不确定的。如图 2-2 所示,在空间直角坐标系中,工件可沿 x 、 y 、 z 轴有不同的位置,也可以绕 x 、 y 、 z 轴回转

方向有不同的位置。它们分别用 \vec{x} 、 \vec{y} 、 \vec{z} 和 $\vec{\alpha}$ 、 $\vec{\beta}$ 、 $\vec{\gamma}$

表示。这种工件位置的不确定性,通常称为自由度。

其中 \vec{x} 、 \vec{y} 、 \vec{z} 称为沿 x 、 y 、 z 轴线方向的移动自由度;

$\vec{\alpha}$ 、 $\vec{\beta}$ 、 $\vec{\gamma}$ 称为绕 x 、 y 、 z 轴回转方向的自由度。

定位的任务,首先是消除工件的自由度。

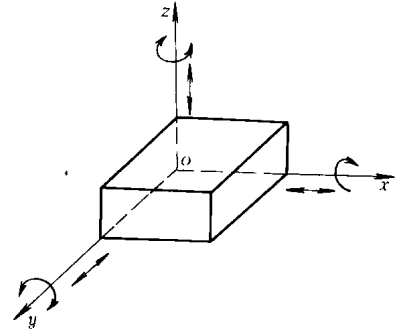


图 2-2 工件的六个自由度

二、六点定位规则

1. 规则

工件在直角坐标系中有六个自由度 (\vec{x} 、 \vec{y} 、 \vec{z} 、

$\vec{\alpha}$ 、 $\vec{\beta}$ 、 $\vec{\gamma}$), 夹具用合理分布的六个支承点限制工件的六个自由度, 即用一个支承点限制工件的一个自由度的方法, 使工件在夹具中的位置完全确定。

2. 六点定位规则的应用

工件的定位基准是多种多样的, 故各种形态的工件的定位支承点分布将会有所不同。下面分析完全定位时, 几种典型工件的定位支承点分布规律。

(1) 平面几何体的定位 如图 2-3 所示, 工件以 A 、 B 、 C 三个平面为定位基准, 其中 A 面最大, 设置成三角形布置的三个定位支承点 1、2、3, 当工件的 A 面与该三点接触时, 限制 \vec{z} 、 $\vec{\alpha}$ 、 $\vec{\beta}$ 三个自由度;

B 面较狭长, 在沿平行于 A 面方向设置两个定位支承点 4、5, 当侧面 B 与该两点相接触时, 即限制 \vec{x} 、 $\vec{\gamma}$ 两个自由度;

在最小的平面 C 上设置一个定位支承点 6, 限制 \vec{y} 一个自由度。用图中如此

设置的六个定位支承点, 可使工件完全定位。由于定位是通过定位点与工件的定位基面相接触来实现的, 如两者一旦相脱离, 定位作用就自然消失了。在实际定位中, 定位支承点并不一定就是一个真正直观的点, 因为从几何学的观点分析, 成三角形的三个

点为一个平面的接触; 同样成线

接触的定, 则可认为是两点定位。进而也可说明在这种情况下, “三点定位”或“两点定

位”仅是指某种定位中数个定位支承点的综合结果, 而非某一定位支承点限制了某一自由度。

(2) 圆柱几何体的定位 如图 2-4 所示, 工件的定位基准是长圆柱面的轴线、后端面和键槽侧面。长圆柱面采用中心定位, 外圆与 V 形块呈两直线接触(定位点 1、2; 定位点 4、5), 限制

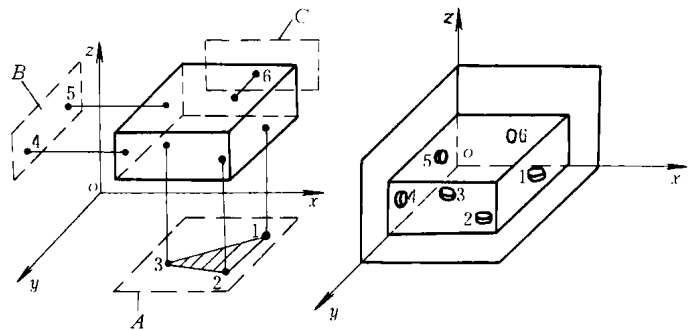


图 2-3 平面几何体的定位

位”仅是指某种定位中数个定位支承点的综合结果, 而非某一定位支承点限制了某一自由度。

(2) 圆柱几何体的定位 如图 2-4 所示, 工件的定位基准是长圆柱面的轴线、后端面和键槽侧面。长圆柱面采用中心定位, 外圆与 V 形块呈两直线接触(定位点 1、2; 定位点 4、5), 限制

了工件的 \vec{x} 、 \vec{z} 、 \vec{y} 、 \vec{z} 四个自由度；定位支承点 3 限制了工件的 \vec{y} 自由度；定位支承点 6 限制了工件绕 y 轴回转方向的自由度 \vec{y} 。这类几何体的定位特点是以中心定位为主，用两条直(素)线接触作“四点定位”，以确定轴线的空间位置。如图 2-5a 所示，确定轴线 A 的位置所需限制的自由度为 \vec{x} 、 \vec{z} 、 \vec{y} 、 \vec{z} ；而其余两个自由度与轴线的位置无关。这类定位的另一个特点是键槽(或孔)处的定位点与加工面有一圆周角关系，为此设置的定位支承称防转支承。如图 2-5b 所示，在槽 A 处设置一防转支承，以保证槽与加工面的 α 角。防转支承应布置在较大的转角半径 r 处。

(3) 圆盘几何体的定位 如图 2-6 所示，圆盘几何体可以视作圆柱几何体的变形，即随着圆柱面的缩短，圆柱面的定位功能也相应减少。图中由定位销的定位支承点 5、6 限制了工件的 \vec{y} 、 \vec{z} 两个自由度；相反，几何体的端面则上升为主要定位基准，由定位支承点 1、3、4 限制了工件的 \vec{x} 、 \vec{y} 、 \vec{z} 自由度；防转支承点 2 限制了工件的 \vec{x} 自由度。

通过上述三种典型定位示例的分析，说明了六点定位规则的两个主要问题：

1) 定位支承点的合理分布主要取决于定位基准的形状和位置。如图 2-3 所示的“3、2、1”分布；图 2-4 所示的“4、1、1”分布；图 2-6 所示的“3、2、1”分布。

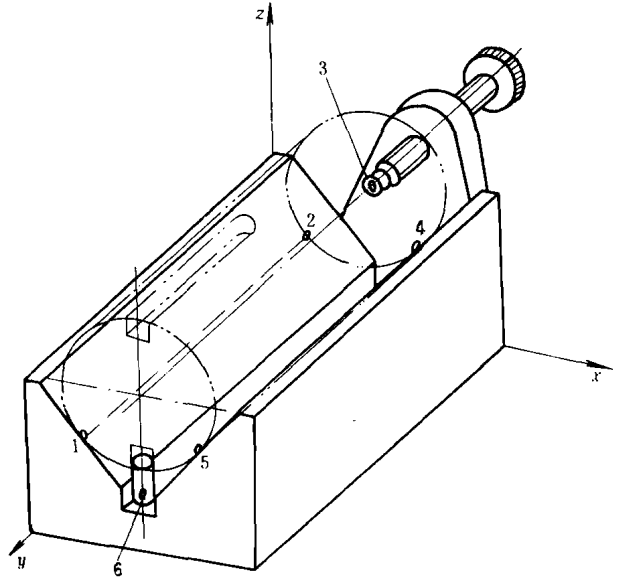


图 2-4 圆柱几何体的定位

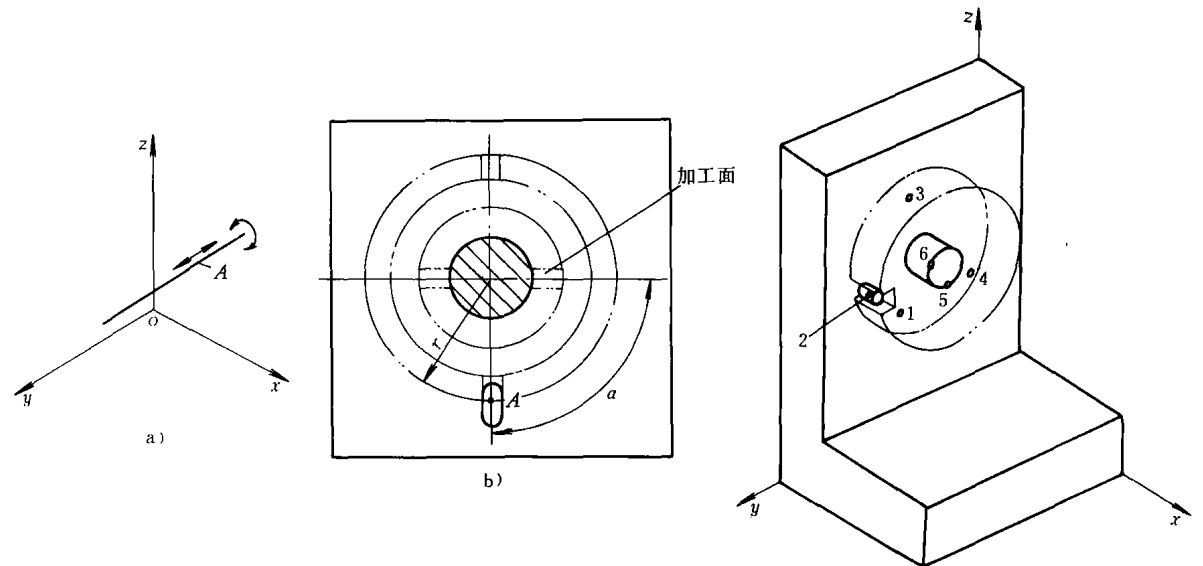


图 2-5 圆柱几何体定位的特点

a) 与轴线位置无关的两个自由度 b) 防转支承的布置

图 2-6 圆盘几何体的定位

同样可以推理，定位支承点的分布是不能随意组合的。如平面几何体和盘形几何体定位支承中的“2”、“1”所限制的是不同的自由度。

2) 在完全定位中，通常要选择几个表面为定位基准。在诸定位基准中，有一个为主要定位基准。

3. 应用六点定位规则应注意的问题

在应用六点定位规则时，应注意以下几个问题。

(1) 正确的定位形式 正确的定位形式除了上述完全定位外，在满足加工要求的条件下，还可以是不完全定位。图 2-7 所示为不完全定位的示例，它们在保证加工要求的条件下，仅限制了工件的部分自由度。如图 2-7a 所示的圆锥面中心定位，限制了工件的 \vec{x} 、 \vec{y} 、 \vec{z} 、 \vec{x} 、 \vec{z} 五个自由度。图 2-7b 所示的平面支承限制了工件的 \vec{x} 、 \vec{z} 、 \vec{x} 、 \vec{y} 、 \vec{z} 五个自由度。图 2-7c、d 所示的工件加工面相同，前者需限制工件的 \vec{x} 、 \vec{z} 、 \vec{x} 、 \vec{y} 、 \vec{z} 五个自由度；后者无两槽之间的位置要求，则可不限制 \vec{y} 自由度，限制自由度为 \vec{x} 、 \vec{z} 、 \vec{x} 、 \vec{z} 。图 2-7e 所示的平板状工件的定位，仅限制了工件的 \vec{z} 、 \vec{x} 、 \vec{y} 三个自由度，它是常见的定位中定位点较少的一种。这种根据加工要求，仅限制工件部分自由度的定位，称为不完全定位。

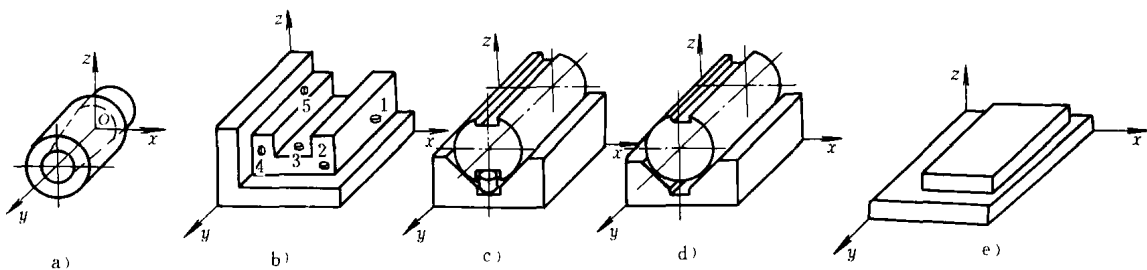


图 2-7 不完全定位示例

(2) 明确定位支承点所限制的自由度数 通常可按定位接触处的形态确定所限制的自由度，其特点可见表 2-1。

(3) 要防止产生欠定位 欠定位是违反六点定位规则的定位，在定位设计时要加以防止。

欠定位是一种定位不足而影响加工的现象。例如，图 2-7c 中，若不设置防转的定位销，则工件的 \vec{y} 自由度就不能得到限制，也就无法保证两槽间的位置要求，因此是不允许的。通常只要仔细分析定位点的作用，欠定位是很容易防止的。

(4) 正确处理过定位 过定位的情况较复杂，它是指定位时工件的同一自由度被数个定位元件重复限制。如图 2-8a

表 2-1 典型单一定位形态的特点

定位接触形态	限制自由度数	自由度类别	特点
长圆锥面接触	5	三个移动 二个转动	可作主要定位基准
长圆柱面接触	4	二个移动 二个转动	
大平面接触	3	一个移动 二个转动	
短圆柱面接触	2	二个移动	不可作主要定位基准，但可与主要基准组合定位
线接触	2	一个移动 一个转动	
点接触	1	一个移动或转动	

所示,要求加工平面对A面的垂直度公差为0.04mm。若用夹具的两个大平面实现定位,即工件的A面被限制 \vec{x} 、 \vec{y} 、 \vec{z} 三个自由度,B面被限制了 \vec{z} 、 \vec{x} 、 \vec{y} 三个自由度,其中 \vec{y} 自由度被A、B面同时重复限制。由图可见,当工件处于加工位置“Ⅰ”时,可保证垂直度要求;

而当工件处于加工位置“Ⅱ”时则不能。这种随机的误差造成了定位的不稳定,严重时会引起过定位干涉。

图2-9a所示的定位中,支承板和定位销重复限制工件的 \vec{z} 自由度,可能出现不能装夹的现象,因此应该尽量避免和消除过定位现象。

通常可采取下列措施来消除过定位:

1)减小接触面积。如图2-8b所示,把定位的面接触改为线接触,减去了引起过定位的自由度 \vec{y} 。

2)修改定位元件形状,以减少定位支承点。如图2-9b所示,将圆柱定位销改为菱形销,使定位销在干涉部位(z 方向)不接触,减去了引起过定位的自由度 \vec{z} 。

3)缩短圆柱面的接触长度。

4)设法使定位元件在干涉方向上能浮动,以减少实际支承点数目。如图2-10所示的可浮动的定位元

件,分别在 \vec{z} 、 \vec{x} 和 \vec{y} 、 \vec{z} 方向上浮动,从而消除了过定位。

5)拆除过定位元件。

在一般情况下,采用上述方法即可避免产生过定位。

在机械加工中,一些特殊结构的定位,其过定位是不可避免的。如图2-11所示的导轨面定位,由于接触面较多,故都存在着过定位,其中双V形导轨的过定位就相当严重。

像这类特殊的定位,应设法减少过定位的有害影响。由于过定位的干涉是相关的定位基准和定位元件的误差所致,故当工艺上采取措施将它们的误差减小到一定程度时,即可把过定位的影响减小到最低限度。通常,上述导轨面均经过配刮,具有较高的精度,其中图2-11c所示结构,已把过定位的影响减小到最小程度。上述方法在机械加工中有多种应用。如图2-

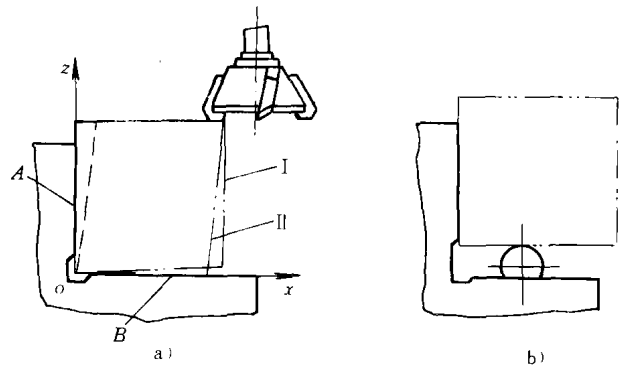
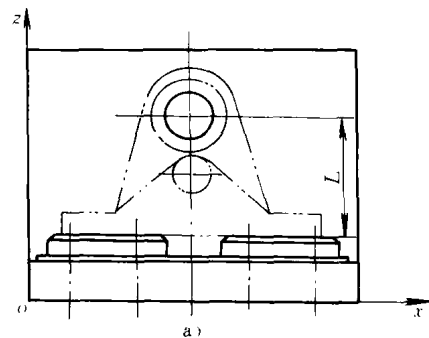
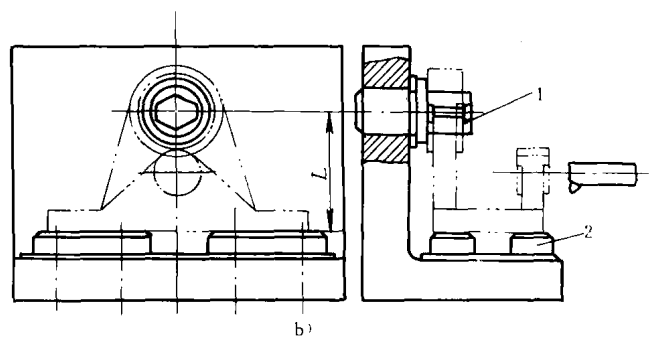


图2-8 过定位及其消除方法示例之一

a) 过定位 b) 改进定位结构



a)



b)

图2-9 过定位及其消除方法示例之二

a) 过定位 b) 把圆柱销改为菱形销