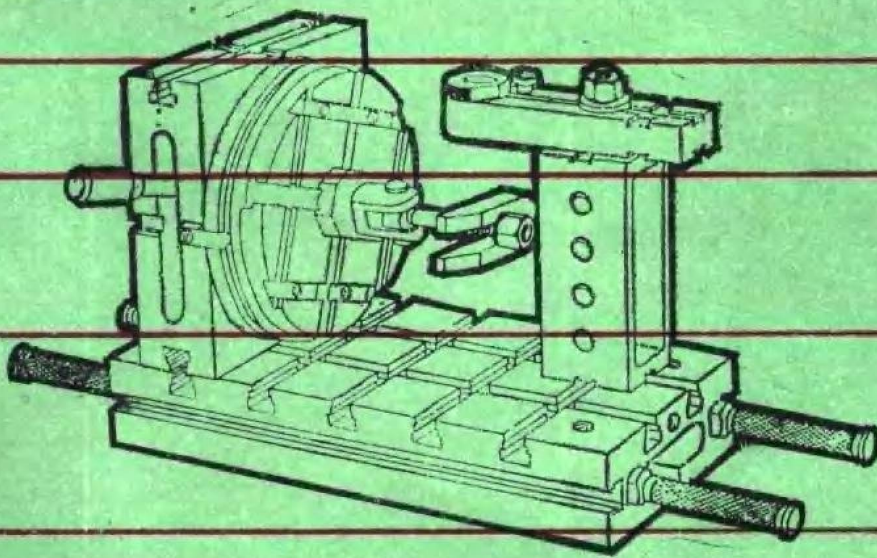


机床夹具设计

陶济贤 谢明才 主编



机械工业出版社

内 容 简 介

本书共分八章：机床夹具概论，工件在夹具中的定位，工件在夹具中的夹紧，分度装置及夹具体，各类机床夹具，专用夹具设计方法，可调整夹具设计方法，现代机床夹具的发展等。

本书从成人高等教育特点出发，贯彻少而精，理论联系实际和便于自学的原则，编写了适合成人教学大专层次的机床夹具设计试用教材。系统地论述了机床夹具设计原理；突出了各类机床夹具设计特点；专章阐述了专用夹具，可调整夹具的设计方法及现代机床夹具的发展；还介绍了夹具元件的新材料。书末附有思考题和习题。

本书除作为成人高校机械制造专业大专层次试用教材外，还可作为中等专业学校机械制造专业教学用书，和有关技术人员参考。

机 床 夹 具 设 计

陶济贤 主编

谢明才

李家宝 主审

*

责任编辑：周性贤 高文龙

封面设计：田淑文

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南里一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

北京市通县建新印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行。新华书店经售

*

开本787×1092¹/₁₆·印张13⁵/₄·字数363千字

1986年12月北京第一版·1987年1月北京第2次印刷

印数 08,000,15,000·定价：3.20元

*

统一书号：15038·6613H

前 言

成人高等教育在我国高等教育事业中占有相当重要的地位，但目前可供选择适合成人高校使用的教材很少。我们在中华全国总工会宣教部、江苏省总工会的支持下，在江苏省总工会系统职工高校教学研究会的指导下，按目前使用的教学计划和教学大纲，从成人高等教育的特点出发，编写了适合成人教学大专层次机械制造专业使用的机床夹具试用教材。

机床夹具在机械加工中占有十分重要的地位，是一门既有理论又有实践经验的科学。因此在编写中既重视基本原理的阐述，又重视介绍各种典型结构，贯彻少而精、理论联系实际、学以致用原则，在文字叙述上力求简洁、通俗、易懂，便于职工自学。

本书共分八章：机床夹具概论，工件在夹具中的定位，工件在夹具中的夹紧，分度装置和夹具体，各类机床夹具，专用夹具设计方法，可调整夹具设计方法，现代机床夹具的发展等。

本书由南京市业余工业大学陶济贤主编，谢明才副主编；参加编写的有陶济贤（一、五、七、八章及附录）、谢明才（第二章）、苏州市职工业余大学张锡嘉（第三章）、扬州市职工大学何忠福（第四章）、南京市业余工业大学戴灶根（第六章）。由哈尔滨工业大学李家宝教授主审。葛鸿翰副教授参与最后审校。在编写过程中还得到有关同志提供资料和帮助，谨此表示感谢。

由于编写时间仓促，以及编者水平有限，错误和不足之处在所难免，恳请读者批评指教。

编 者

目 录

第一章 机床夹具概论.....	1
§1-1 机床夹具的概念和作用.....	1
§1-2 机床夹具的分类和组成.....	4
第二章 工件在夹具中的定位.....	7
§2-1 工件定位的基本原理.....	7
§2-2 常见定位方式及其所用定位元件.....	11
§2-3 定位误差的分析和计算.....	25
§2-4 组合定位.....	33
第三章 工件在夹具中的夹紧.....	40
§3-1 典型夹紧装置的组成和基本要求.....	40
§3-2 确定夹紧力的原则.....	41
§3-3 夹紧误差的计算.....	45
§3-4 常见典型夹紧机构.....	47
§3-5 夹紧的动力装置.....	77
第四章 分度装置及夹具体.....	87
§4-1 分度装置的基本形式及分度误差.....	87
§4-2 回转分度装置的典型结构.....	89
§4-3 精密分度装置.....	92
§4-4 夹具体.....	95
第五章 各类机床夹具.....	98
§5-1 车床夹具.....	98
§5-2 铣床夹具.....	107
§5-3 钻床夹具.....	122
§5-4 镗床夹具.....	143
第六章 专用夹具设计方法.....	160
§6-1 夹具设计的基本要求和设计方法步骤.....	160
§6-2 夹具的精度分析.....	166
§6-3 夹具技术要求的制订.....	171
§6-4 夹具结构的工艺性.....	175
第七章 可调整夹具的设计方法.....	180
§7-1 可调整夹具的基本要求、设计步骤及其应用.....	180
§7-2 可调整夹具的结构设计.....	187
第八章 现代机床夹具的发展.....	190
§8-1 现代机械制造业的生产特点与机床夹具的发展方向.....	190
§8-2 组合夹具.....	191
§8-3 自动化夹具.....	198
§8-4 自动线夹具.....	200
§8-5 夹具元件的新材料.....	205
附录	211
一、复习思考题.....	211
二、习题.....	211
参考文献	216

第一章 机床夹具概论

§1-1 机床夹具的概念和作用

在机械加工中，为完成需要的加工工序、装配工序及检验工序等，首先要将工件固定，使之占有确定的位置，这种保证一批工件占有确定位置的装置，统称为夹具。例如机床夹具、装配夹具、检验夹具、焊接夹具等等。本课程所研究的对象主要限于机床夹具。为叙述简便起见，以下把机床夹具简称为夹具。它对保证工件的加工质量、提高加工效率、降低生产成本、改善劳动条件、扩大机床使用范围、缩短新产品试制周期等方面有着极明显的经济效益。夹具的显著功能分述如下：

1. 便于工件正确定位、保证加工精度

工件安装于夹具上后，工件上各有关的几何元素（点、线、面）之间的相互位置精度就由夹具来保证。只要夹具在机床上正确定位及固定以后，工件就很容易在夹具中正确定位并被夹紧，这样就保证了在加工过程中“同批”工件对刀具和机床保持确定的相对位置，使加工顺利进行。它比划线找正的方法所能达到的精度要高。例如图 1-1 铣轴端槽夹具。

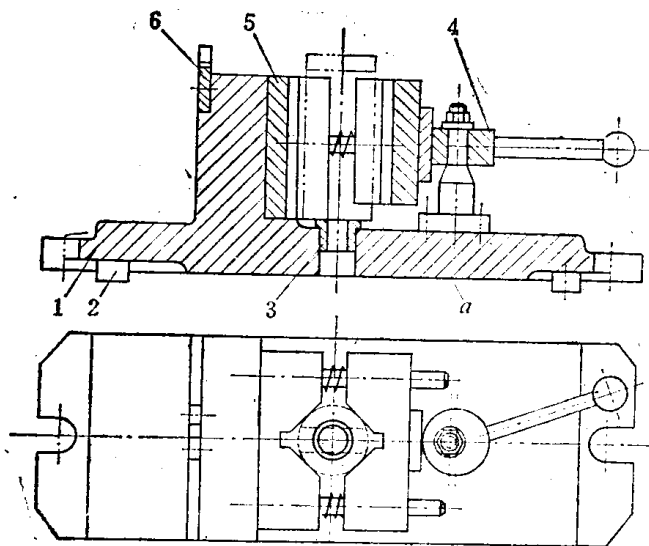


图 1-1 铣轴端槽夹具

1—夹具体 2—定向键 3—定位套 4—偏心轮 5—V形块
6—对刀块

确定的位置。

2 能实现快速夹紧工件，提高劳动生产效率和降低加工成本

采用夹具以后，可省去既十分费事又不十分精确的划线、找正工序，减少了辅助时间，若采用联动夹紧装置，快速夹紧装置，既能降低劳动强度，又能提高生产效率。例如图 1-2 套筒径向等分孔回转钻模。

本工序要求保证孔径、孔中心线距端面的尺寸、与小孔 a 的角度以及诸径向孔的等分度。工件分别以内孔、端面及小孔 a 为定位基准，在定位块 8 的外圆、肩面及削边销 11 上定位，拧紧滚花螺母 10，通过开口垫圈 9 将工件夹紧。当钻完一个孔以后，转动手柄 6，使

本工序要求保证槽宽、槽深及槽两侧面对轴心线的对称度。工件分别以外圆、一端面在定位元件 V 形块 5、定位套 3 上定位，并通过偏心轮 4 将工件夹紧；夹具以夹具体 1 的底面 a 及安装在夹具体上的两个定向键 2 与铣床工作台面、T 型槽配合，并固定于机床台面上，这样夹具相对于机床占有确定的位置；然后通过对刀块 6 及塞尺调整刀具位置，使刀具相对于夹具占有确定的位置；因此完成了定位、夹紧的任务。所以只要在设计及制造夹具的时候，保证了定位元件与定向键 2、夹具体底面 a 及与对刀块 6 的尺寸距离、相互位置关系要求，就保证了工件相对于机床、刀具占有

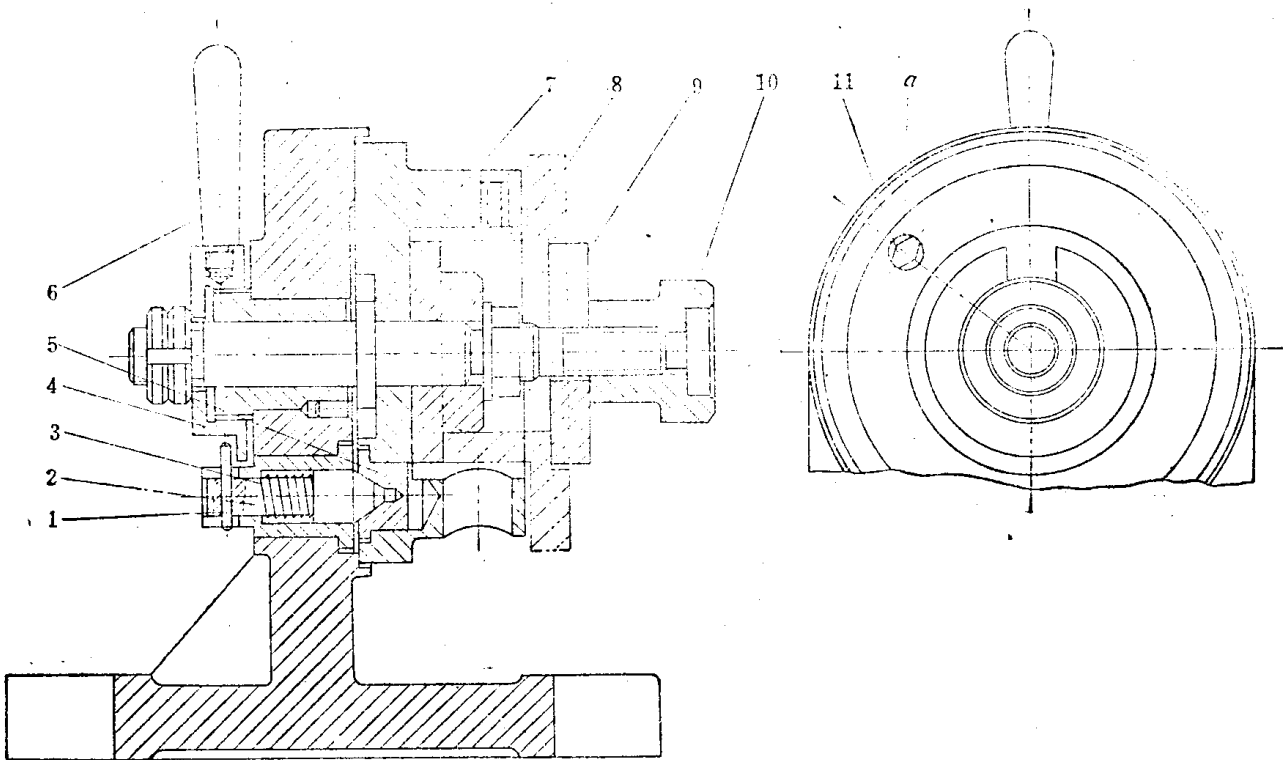


图1-2 套筒径向等分孔回转夹具

1—销 2—定位销 3—弹簧 4—螺母 5—定位套 6—手柄 7—转盘 8—定位块 9—开口垫圈
10—滚花螺母 11—削边销

螺母 4 松开转盘 7，同时螺母 4 上的平面凸轮推动销 1 将定位销 2 拔出，转动转盘 7 实现分度；反转手柄 6，弹簧 3 使定位销 2 插入定位套 5 的锥孔中实现定位；继续转动手柄 6，将转盘 7 夹紧，即可加工。以此类推，将所要加工的孔全部完成。这样不仅减少了划线工时，而且提高了分度精度和生产率，无疑降低了加工成本。

3. 能扩大机床使用范围

采用夹具后，可以使机床使用范围扩大。例如凸键轴底圆通常在刀具磨床上磨削，得到的是多棱形，质量差、效率低。而在外圆磨床上由于工件旋转时，“凸键”发生干扰，难于实现磨削。若将工件旋转改为正反摆动，避免凸键干扰的话，即可实现磨削。如图 1-3 磨凸键轴底圆夹具，扩大了外圆磨床的使用范围。

4. 能缩短新产品试制周期

由于专用夹具的设计与制造本身要消耗一定的人力物力，所以它只能在一定生产批量情况下使用。而在新产品试制和小批量生产中应采用组合夹具或通用可调整夹具，它们的经济效益也是十分显著的。所以除非如不设计制造夹具就很难达到或不可能达到加工要求时，才设计制造专用夹具。这是因为组合夹具和通用可调整夹具一般说来已有现成的元件（或只需设计制造少量元件），用组装或调整的办法即可满足加工要求。它可减少设计制造夹具的时间和费用，缩短试制周期。例如图 1-3 所示的磨凸键轴夹具就是一种可调整夹具。使用时，将主动皮带轮 8 固定在外圆磨床主轴的法兰盘上，调整张紧轮 1，使三角皮带 2 松紧适当。滑块 4 装在皮带轮 5 上，并和其回转中心偏移一个距离，形成曲拐传动。通过连杆 6 带动扇形齿轮 7 作往返摆动，从而使齿轮拨盘 9 和工件一起作正反转，使凸键部分让开砂轮。摆动角

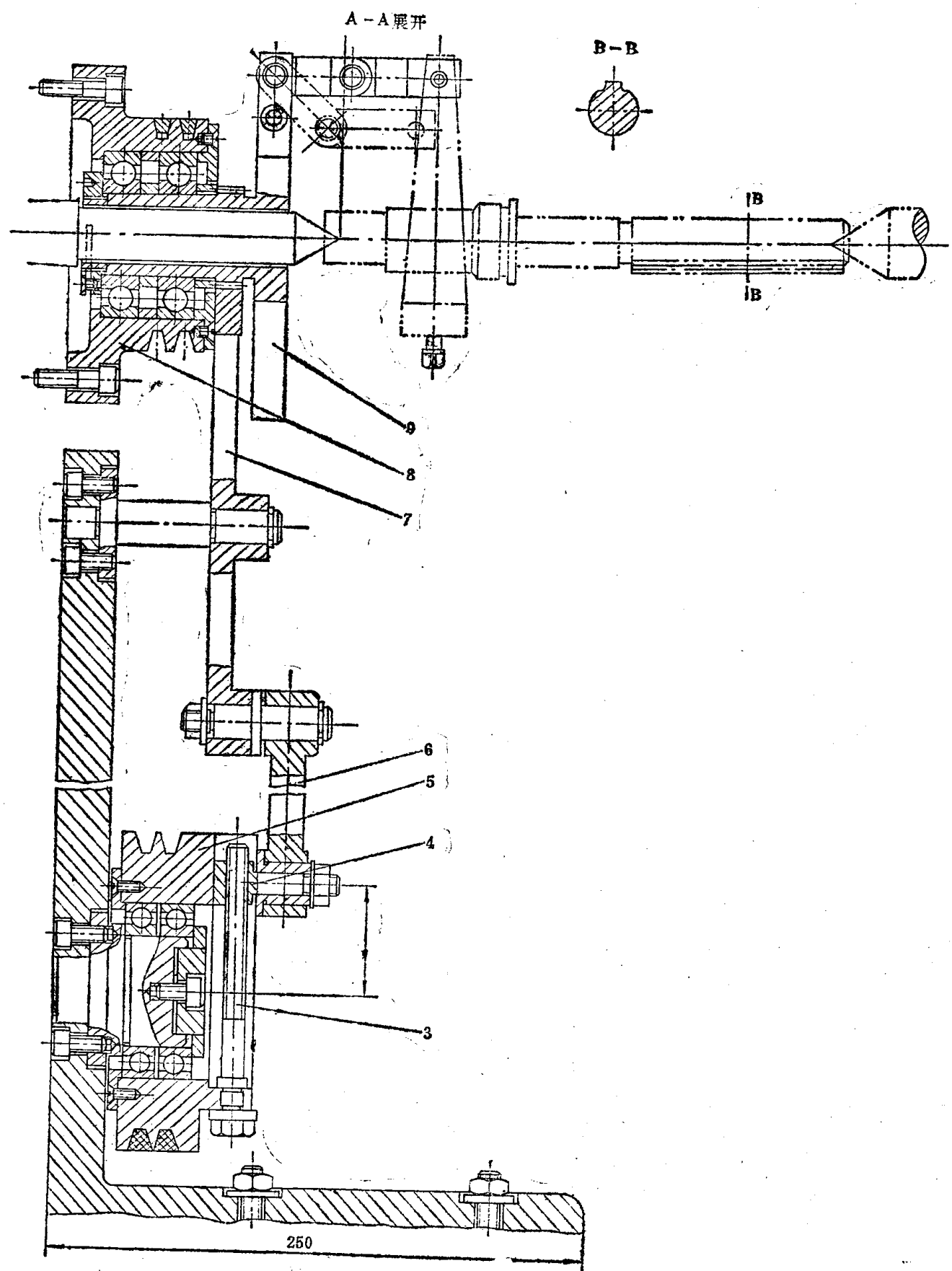
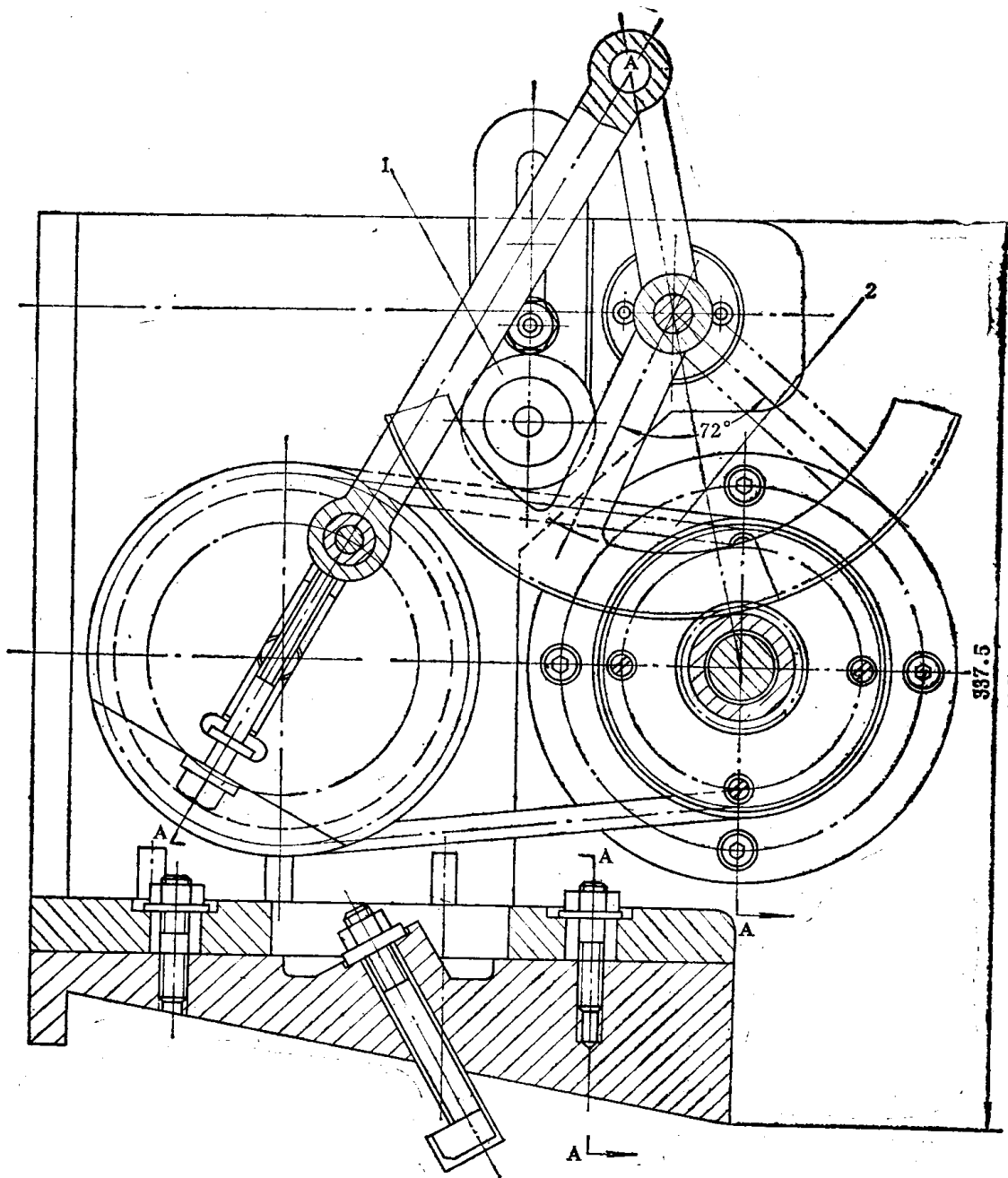


图1-3 磨凸键轴底圆夹具

- 1—张紧轮 2—三角皮带 3—螺杆 4—滑块 5—皮带轮 6—连杆 7—扇形齿轮 8—皮带轮 9—齿轮拨盘



度的大小可通过螺杆调节滑块4的偏心距来控制。该夹具可以用于磨削圆周角在 280° 以内的各种直径的凸键轴底圆，适用于多品种中小批量生产。用毕，可将夹具拆下，外圆磨床仍能正常使用。

§1-2 机床夹具的分类和组成

由于夹具有上述显著功用，它在生产中所起的作用很大，所以在机械加工中的应用十分广泛。随着机械制造业的发展，夹具的种类不断地增加，出现了许多新颖的结构，如果要想对所有的夹具逐个加以分析研究，那是困难的。因此，有必要将机械加工中所用的夹具加以分类，认识它的内在联系，以便掌握各类夹具的工作特点和设计的基本方法。

一、机床夹具的分类

目前生产中所用的夹具种类和型式十分繁多，尚没有统一的分类方法。一般按夹具的应

用范围，可分为通用夹具、专用夹具、通用可调整夹具、成组夹具和组合夹具等类型。

1. 通用夹具

通用夹具是指已经标准化的、在一定范围内可用于加工不同工件的夹具。如三爪或四爪卡盘、机器虎钳、回转工作台、万能分度头、磁力工作台等。这些夹具有有的已成为机床附件，可以充分发挥机床的技术性能并扩大其使用范围。所以不论何种生产类型，都广泛使用。这些夹具有有的已成为商品，供应市场。

2. 专用夹具

专用夹具是指为某一工件的某道工序而专门设计制造的夹具。专用夹具一般在一定的批量生产中应用，或者是为了确保加工质量而设计制造的，是本书研究的主要对象。

3. 通用可调整夹具和成组夹具

这两种夹具其结构很相似。它们的共同点是：在加工完一种工件后，经过调整和更换个别元件，即可加工形状相似、尺寸相近加工工艺相似的多种工件。但通用可调整夹具的加工对象并不很确定，其通用范围很大，如滑柱式钻模、带各种钳口的机器虎钳、磨凸键轴底圆夹具等即是这类夹具，而成组夹具则是专门为成组加工工艺中某一组零件而设计制造的，针对性强，加工对象和适用范围明确，结构更为紧凑。在当前多品种小批量生产的条件下，扩大生产批量，使小批量生产有可能获得类似于大批量生产效益的有效措施，是改革工艺装备设计的一个发展方向，本书将作一定的介绍。

4. 组合夹具

组合夹具是指按某一工件的某道工序的加工要求，由一套事先准备好的通用标准元件和部件组合而成的夹具。这种夹具用完之后可以拆卸存放，重新组装新夹具时再次使用。由于组合夹具是由各种标准化的元、部件组装而成，故具有组装迅速、周期短、能反复使用等特点，所以在多品种、小批量生产或新产品试制中尤为适用。

由于使用夹具的各类机床，其工件特点和结构形式不同，对夹具的结构相应地提出了不同要求。因此，也可以按所适用的机床把夹具区分为车床夹具、铣床夹具、钻床夹具、镗床夹具、磨床夹具、齿轮机床夹具和其他机床夹具等类型。

另外，根据驱动夹具夹紧的动力源不同，还可以分为：手动夹具、气动夹具、液压夹具、真空夹具、电磁和电动夹具。见图 1—4 机床夹具分类。

二、机床夹具的组成

由于工件是各式各样的，所以夹具也各不相同，但我们可以从不同的夹具结构中，将整个夹具分成几个既相对独立而又彼此联系的组成部分。通过分析一定数量的夹具，发现它们的共性，概括出一般夹具所普遍共有的结构组成部分。

由于夹具的首要任务是对工件进行定位和夹紧，因此，无论何种夹具都必须设有：用以确定工件正确位置的定位元件，如图 1-1 中的 V 形体 5、定位套 3，图 1-2 中的定位块 8、削边销 11，图 1-3 中的前后顶尖；及将工件夹紧的夹紧装置，如图 1-1 中的偏心轮 4、垫块及活动 V 形体，图 1-2 中的螺母 10 和开口垫圈 9 等。

采用专用夹具时，一般都用调整法加工。为了预先调整刀具的位置，在夹具上设有确定刀具（如铣刀、刨刀等）位置或导引刀具（如钻头、铰刀等）方向的对刀—导引元件。如图 1-1 中供铣刀对刀用的对刀块 6；图 1-2 供钻头、铰刀导引用的钻套。

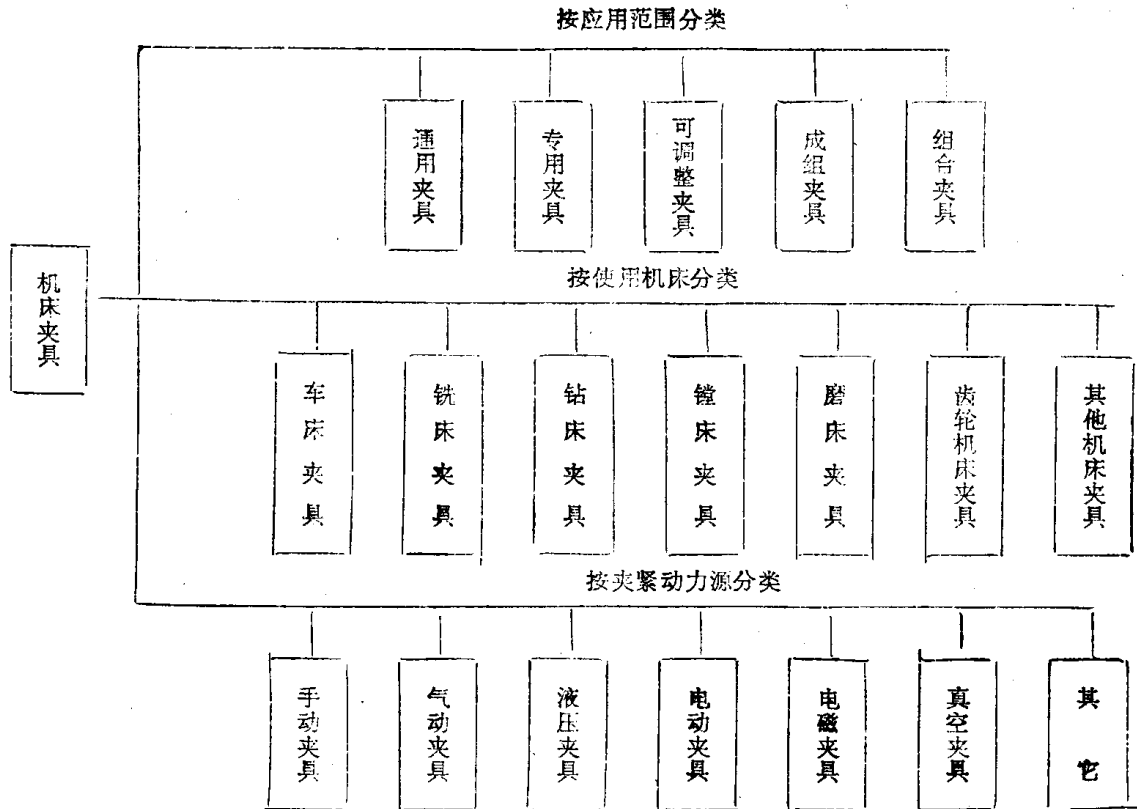


图1-4 机床夹具分类

为了使夹具在机床上占有确定的位置，一般夹具设有本身在机床上安装用的连接元件。如图 1-1 中的定向键 2。

此外，按照加工要求，有些夹具上还设有其它装置和机构，比如上下料装置、分度装置、工件顶出装置等。如图 1-2 中的分度装置。

夹具上的所有组成部分，都必须最终通过一个基础件，使之连接成为一个有机的整体。这个基础件称为夹具体。如图 1-1 中的件 1 等。

当然，上述的各组成部分，不是每一个夹具都必须完全具备的。但一般来说，定位元件和定位装置、夹紧装置和夹具体是夹具的基本组成部分。

图 1-5 表示工件与夹具各组成部分，及工件通过夹具组成部分与机床、刀具间的相互联系。

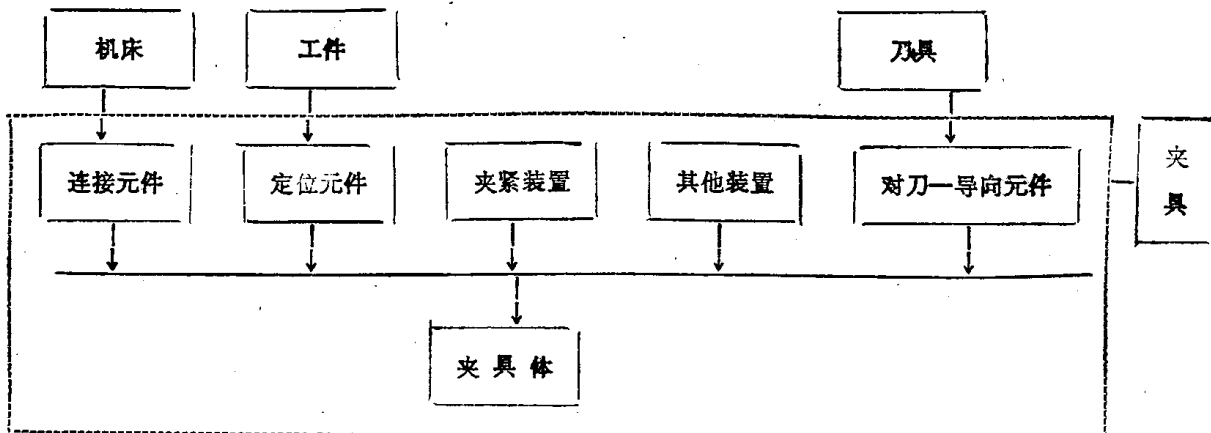


图 1-5 专用夹具的组成部分与机床、工件，刀具的相互联系

第二章 工件在夹具中的定位

本章要研究的定位问题，是指工件在机床夹具中的定位。

所谓工件在夹具中定位，就是指使同一批工件中的任何一个，在夹具中未受夹紧力之前，都得到同一个确定位置的过程。在夹具设计方案拟定时，应考虑两个相互密切联系的问题，即工件在夹具中怎样被正确定位和怎样被正确夹紧。本章将研究定位原理并按定位原理分析定位元件所能限制的自由度、计算定位误差、误差分配、夹具技术条件的制订等问题。

§2-1 工件定位的基本原理

一个位于空间自由状态的物体，对于直角坐标系 $OXYZ$ 来说，都有六个自由度，如图 2-1。它能沿 OX 、 OY 、 OZ 三个坐标轴移动（分别以 \vec{X} 、 \vec{Y} 、 \vec{Z} 表示）以及绕这三个轴转动（分别以 \vec{X} 、 \vec{Y} 、 \vec{Z} 表示）。要使物体在某方向上有确定的位置，就必须设法限制该方向的自由度。当物体的六个自由度完全被限制后，该物体空间的位置就完全被确定了。在夹具设计定位时，一般用一个定位支承点来限制工件运动的一个自由度。六个支承点最典型的分布如图 2-2，从图可见与工件接触的三个互为垂直的平面或其上六个固定支承点来对工件的六个自由度进行限制。其中工件底面 A 上布置的 1、2、3 三个支承点限制了工件 \vec{Z} 、 \vec{X} 、 \vec{Y} 三个自由度，侧面 B 上的两个支承点限制了工件 \vec{X} 、 \vec{Z} 两个自由度，正侧面 C 上的一个支承点限制了工件的 \vec{Y} 的一个自由度。

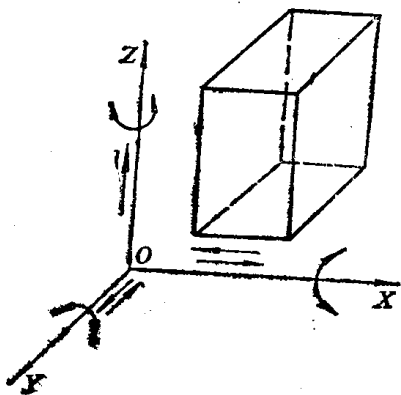


图 2-1 工件在空间的六个自由度

从上述分析得出工件在夹具中定位的基本原理：任何工件在夹具中定位时，如需限制所有的六个自由度，这六个自由度在夹具中用“三、二、一”分布规律的六个支承点来限制，其中每一个支承点限制一个自由度。这就是通常所说的“六点定则”。

对于任何形状的零件，在夹具中若需完全定位时，则上述“六点定则”都是适用的，只是定位支承点的分布有所不同，如图 2-3 是一个连杆工件加工孔时的定位方法。工件是由平面 A 、销钉 B 和 C 来确定位置的。平面 A 上相当于三个支承点（限制 \vec{Z} 、 \vec{X} 、 \vec{Y} ），销钉 B 上相当于两个支承点（限制 \vec{X} 、 \vec{Y} ），防转销钉 C 上相当于一个支承点（限制 \vec{Z} ）。这样工件的全部六个自由度被限制。对一批工件而言在夹具中处于完全确定的位置，称为完全定位。

例如图 2-4 要保证工件上所标注的 a 、 b 、 c 三个尺寸，试分析必须限制工件的哪些自

一、完全定位

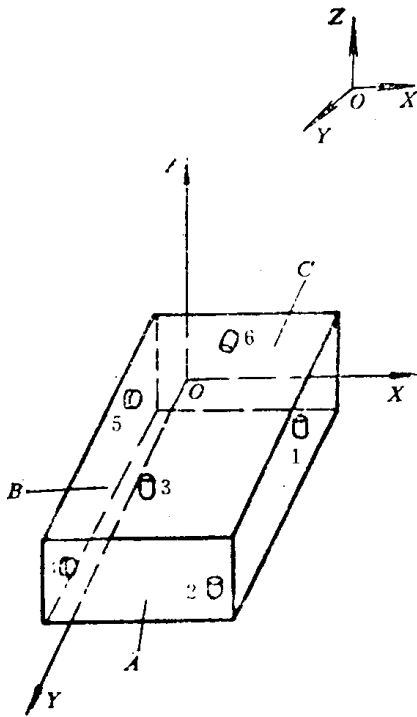


图2-2 工件在空间的定位

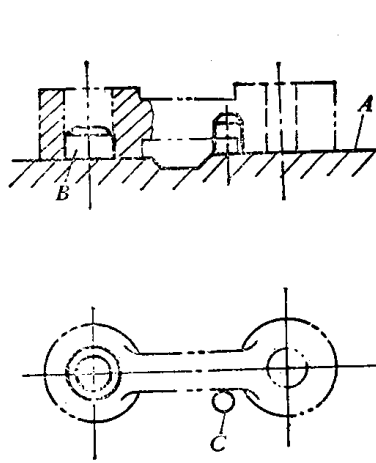


图2-3 连杆定位简图

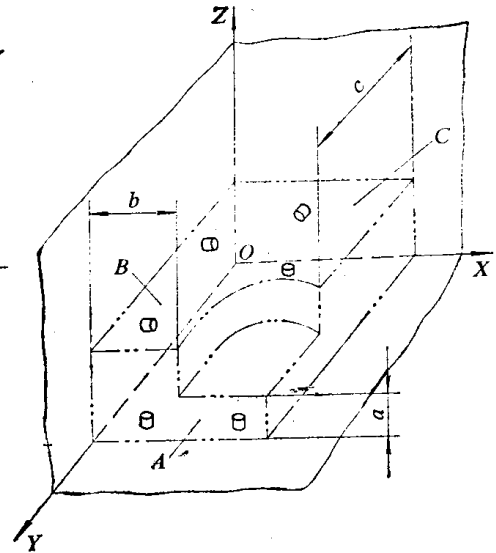


图2-4 限制自由度的分析简图

由度。

采用互为垂直的三个面定位：

保证尺寸 a ，选 A 面为定位基准。

保证尺寸 b ，选 B 面为定位基准。

保证尺寸 c ，选 C 面为定位基准。

再根据“六点定则”，为保证工件 a 、 b 、 c 三个尺寸所必须限制的自由度为：

保证尺寸 a ，应限制 Z 、 X 、 Y 。

保证尺寸 b ，应限制 X 、 Y 、 Z 。

保证尺寸 c ，应限制 Y 、 X 、 Z 。

从图 2-4 中可以看出， A 面为主要定位基准，采用了三个定位支承点，则限制 Z 、 X 、 Y 三个自由度。为保证工件尺寸 b ，应限制的三个自由度中的绕 Y 轴转动的自由度，已在 A 面定位基准的三个定位支承点上限制，故以 B 面为定位基准，只要采用两个定位支承点，限制 X 、 Z 的两个自由度就行了，这里不能再重复限制 Y 的自由度。这是由于工件上的两个基准面不可能绝对垂直，如在 B 面上布置三个定位支承点，而在工件实际定位中也只能是其上的两个支承点与工件的定位基准面紧贴接触。若人为的硬要使其三个支承点与工件的定位基准面接触，这就必然产生支承点间的相互干涉，这在定位中是不能允许的。因此在夹具设计中，通常把工件的三个定位基准面中的最大的一个面上分布三个支承点，在窄长的面上分布两个支承点就是这个道理。由此不难得出以 C 面为定位基准时，只要采用一个定位支承点，限制 Y 的自由度。综上分析，要保证工件加工尺寸 a 、 b 、 c ，采用三个面定位，限制全部六个自由度。

二、不完全定位

工件在加工过程中，切削刀具的运动轨迹是一定的。从保证工件的精度要求来看，并不是所有的自由度都要限制，因为工件的有些自由度不影响定位基准对刀具运动轨迹位置，这

些自由度就不必加以限制。如图 2-5 在一个矩形平板上需要铣一直角面。加工要求是，保证尺寸 a 和 b 。

保证平面 C 、 D 分别垂直于平面 A 和 B 且又分别平行于 B 面和 A 面。

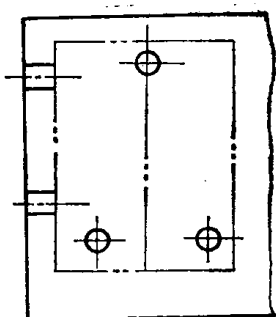
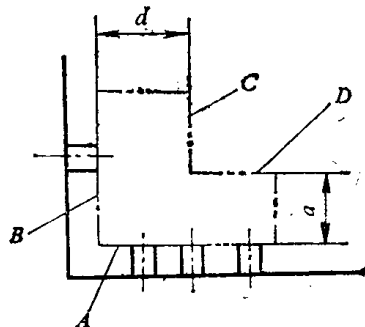


图 2-5 在矩形工件上铣直角面的定位简图

以及保证 A 、 B 、 C 、 D 各面平行度和垂直度。这样定位只限制工件的五个自由度，工件还有沿 Y 轴方向移动的自由度未限制，因为该方向移动对加工要求没有影响，所以可以不必限制。

从保证工件加工要求来看，不需要限制所有的六个自由度的定位，称为不完全定位。由于它并不违背六点定则，故在机械加工中被应用的实例是很多的。

例如图 2-6 是在轴套零件上按尺寸 L 钻径向孔 $\phi 6H9mm$ ，并保证所钻孔的轴线与工件中心线垂直相交。

夹具上的工件是以内孔及其端面为定位基准面，与夹具上的定位元件（定位销 6 及其端面支承）保持接触实现定位的。按零件加工要求，为保证尺寸 L 应限制 \vec{X} ，为保证所钻孔的轴线与工件中心线垂直并相交限制 \vec{Y} 、 \vec{Y} 、 \vec{Z} ，即在本

序加工时，只要限制工件的四个自由度（ \vec{X} 、 \vec{Y} 、 \vec{Y} 、 \vec{Z} ）就够了。但该夹具实际采用五点定位，也限制了沿 Z 轴方向移动的自由度。这是由于不影响工件的加工要求，同时也

定位时工件以 A 面为定位基准与夹具上的三个定位支承点接触，限制工件 \vec{Z} 、 \vec{X} 、 \vec{Y} 三个自由度，工件侧面 B 与夹具上的两个定位支承点接触，限制工件 \vec{X} 、 \vec{Z} 两个自由度，就能满足定位要求，保证尺寸 a 和 b 。

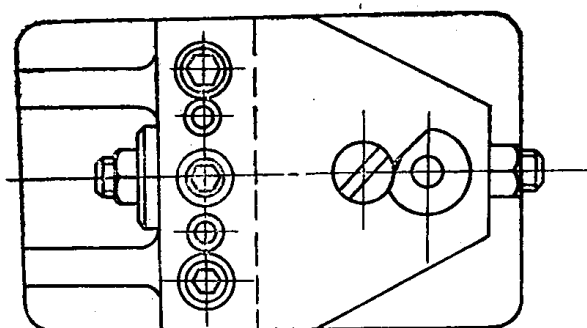
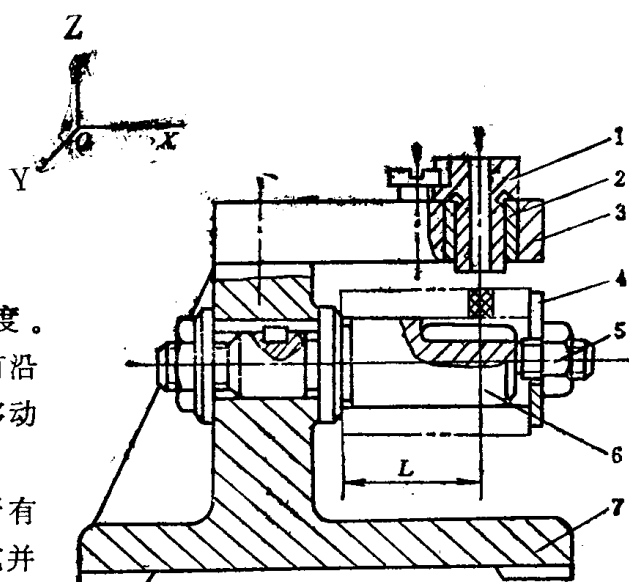


图 2-6 钻 $\phi 6H9mm$ 径向孔的钻床夹具

1—快换钻套 2—钻套用衬套 3—钻模板
4—开口垫圈 5—螺母 6—定位销
7—夹具体

不增加夹具制造上的困难，这样定位是合理的。如故意避开不限制 Z 的自由度，反而会增加设计困难。在这种情况下倒不如让其多限制 Z 的自由度为好。

又如图 2-7 为在工件上刨一直角面保证尺寸 a 和 b 。只需限制工件五个自由度，工件在沿 Y 轴方向移动可以不必限制。该夹具增设的止推定位支承 6，限制工件 Y 自由度，但没有使

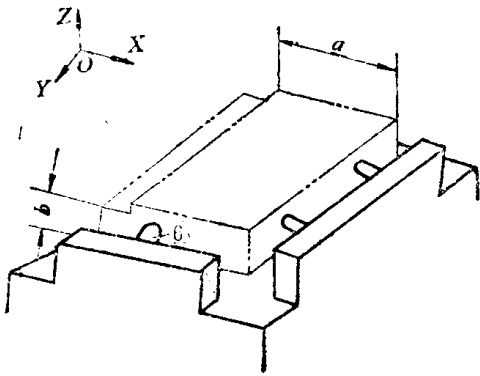


图 2-7 刨直角面时限制自由度的分析简图

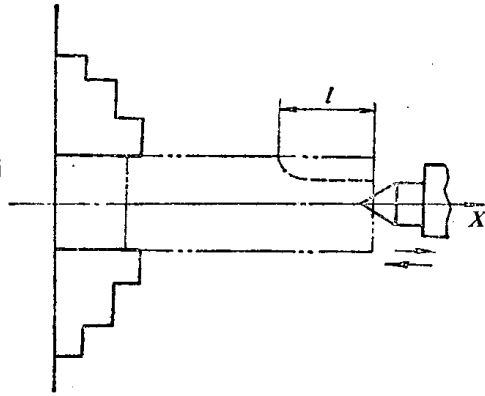


图 2-8 轴在铣床上的三爪卡盘和后顶尖上定位时简图

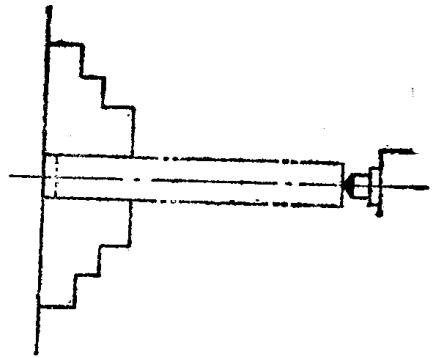


图 2-9 轴在车床上的三爪卡盘和后顶尖上定位简图

夹具结构过于复杂，且能承担部分切削力，可减少夹紧力，使工件加工稳定。这样做不但是允许的，而且也是必要的。但需注意在考虑定位方案时，对不需要限制的自由度，一般可不必布置定位支承点，否则会使夹具结构趋于复杂。

三、欠定位

所谓欠定位，即在确定工件夹具中定位方案时，从工件加工要求来看，必须限制的自由度没有全部相应地加以限制。如图 2-8 的轴在铣床上铣不通键槽时，只限制了工件四个自由度。工件在沿 X 轴方向移动的自由度未予限制，故加工出来的键槽在沿 X 方向的长度尺寸不能保证一致，即欠定位不能保证加工要求，故欠定位是不允许的。

四、正确处理过定位

所谓过定位现象就是在夹具上用两个（或两个以上）定位元件重复限制工件的同一个自由度，这种重复定位的现象称为过定位。由于重复定位，这样在它们之间发生干涉，结果出现工件变形或者定位元件受到损坏，破坏了工件的定位精度。但在机械加工中，对于过定位现象是否允许，我们不能简单地肯定或否定，应根据具体情况作具体分析。例如图 2-9 是在车床上加工一根长轴，一头用三爪卡盘夹住，另一头用后顶尖顶住，这是一种在车床上常用的装夹方法。当三爪卡盘夹住工件很短一段长度，它只能限制工件 Y 、 Z 的两个自由度，再把后顶尖顶到工件的中心孔中，又限制了工件 Y 、 Z 的两个自由度，共限制了 Y 、 Z 、 Y 、 Z 四个自由度，这就满足了加工长轴的要求。其余两个自由度 (X 、 X) 不限制，对加工外圆没有影响。若三爪卡盘夹住工件较长时，则它就不是如前所述限制工件 Y 、 Z 两个自由度了，而是限制了工件 Y 、 Z 、 Y 、 Z 四个自由度，再将后顶尖顶上，它又限制了工件 Y 、 Z 两个自由度。由此可见这时工件的 Y 和 Z 两个自由度被重复限制，即夹具上的两个定位元件同时限制相同自由度而发生干涉。结果出现的现象是：三爪卡盘夹住工件后，后顶

就顶不进工件的中心孔中，如果人为地勉强使顶尖顶进工件的中心孔中，就必然使工件变形，发生弯曲。破坏了工件的正确定位，影响加工精度，其原因就是夹具上的两个定位元件（三爪卡盘和后顶尖）重复限制工件的 \bar{Y} 和 \bar{Z} 两个自由度的缘故。

在设计夹具时，也有采用过定位方案的。但这时应采取适当措施，将由于过定位而引起的误差，仍能限制在规定的加工误差范围内，这种过定位方案还是可以的，有时甚至是必要的，否则是不允许的。

§2-2 常见定位方式及其所用定位元件

在分析工件定位原理时，为了简化问题，便于分析，我们利用了定位支承点这一概念。但是工件在夹具中实际定位时，是不能以理论上的“点”与工件定位基准面相接触，而是把定位支承点转化为具有一定结构实在的定位元件和工件的定位基准面相接触。本节主要解决两个问题：

- 1、介绍各种常见的定位方式及所用定位元件的具体结构。
- 2、介绍如何将各种具体的定位元件转化为定位支承点。

一、工件以平面定位

在机械加工中，有不少工件是以平面作为定位基准的。例如箱体、机座、支架、杠杆、圆盘、板状类零件等。

此种情况下所用的定位元件，根据是否起限制自由度作用，能否调整等情况可分为下列几种：

（一）主要支承

起限制自由度作用的支承，它可分为：

1、固定支承

属此种类型的有各种支承钉和支承板。当定位基准面是未经加工的毛坯表面（粗基准）时，若采用平面支承，基面上最高的三点与平面支承接触，常因三点过近，使定位欠稳。因此，应采用适当布置的三个球头支承钉（图 2-10 a、B 型），使其与毛面接触良好。采用 C 型齿纹头支承钉，能增大摩擦系数，防止工件受力后走动。

工件以加工过的平面（精基准）定位时，定位表面也不会绝对平整，一般可采用图 2-10 A 型所示平头支承钉和图 2-10b 所示的支承板。图 2-10bA 型适用于顶面和侧面定位；B 适用于底面定位。

工件以精基准作平面定位时所用的平头支承钉或支承板，一般在其安装到夹具体上后，须将工作表面最终磨平，以保证它们在同一平面上，且与夹具体底面保持必要的位置精度。所以应注意在高度尺寸方向上预留最终磨削余量。

2、可调支承

当支承的高度尺寸要求可以调整时，就需要采用图 2-11 所示的可调支承。可调支承主要用于毛坯质量不高、而又以粗基准定位时。这时若采用固定支承，由于毛坯尺寸不稳定，将引起工件上以后要加工各表面的加工余量发生较大的变化，影响其加工质量。

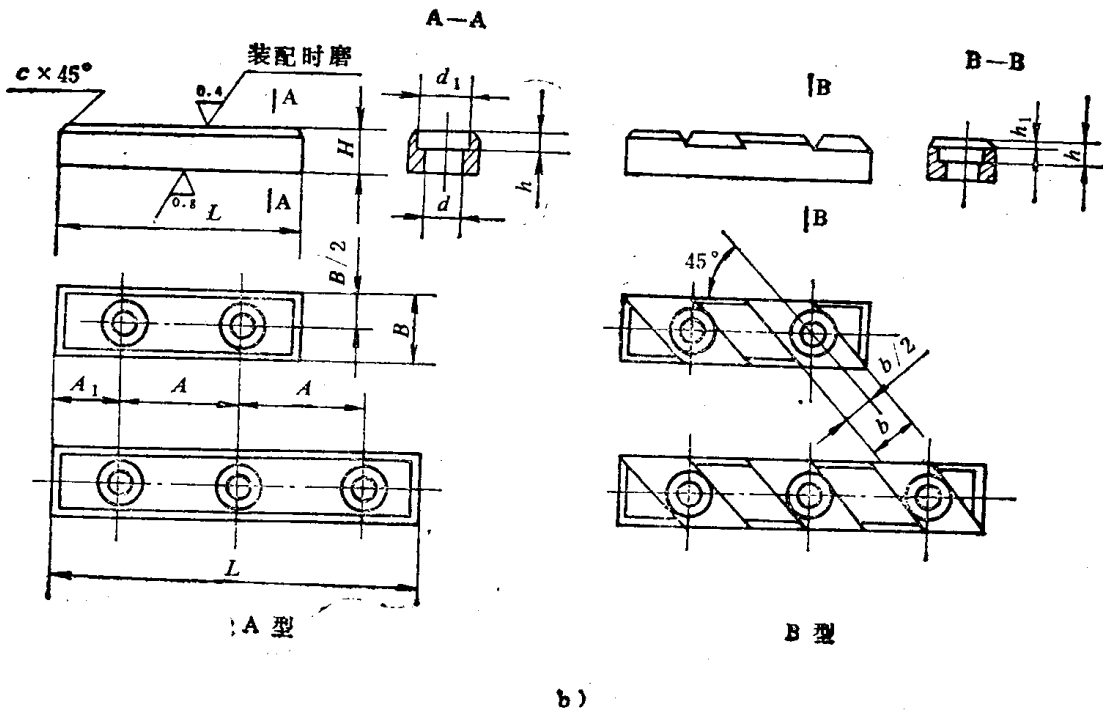
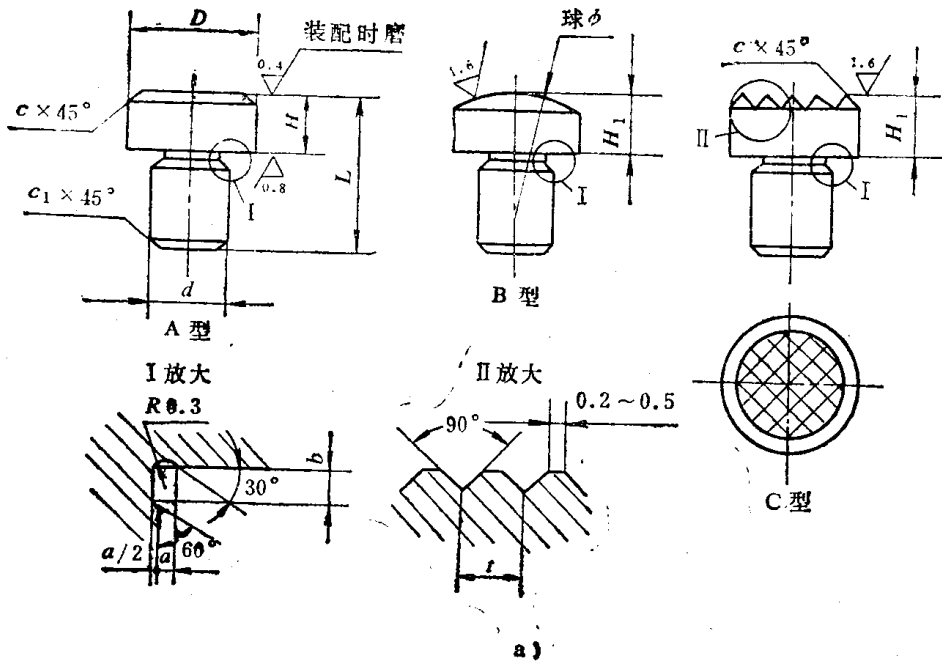


图 2-10 固定支承

a) 支承钉 b) 支承板

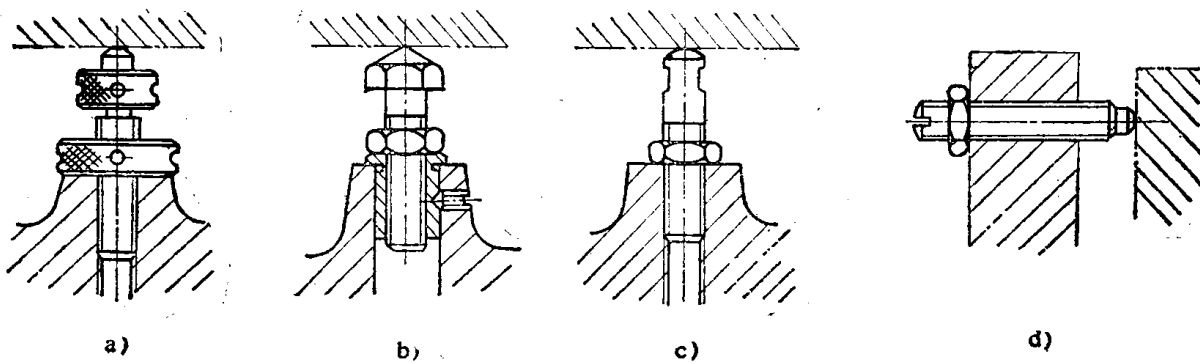


图 2-11 可调支承

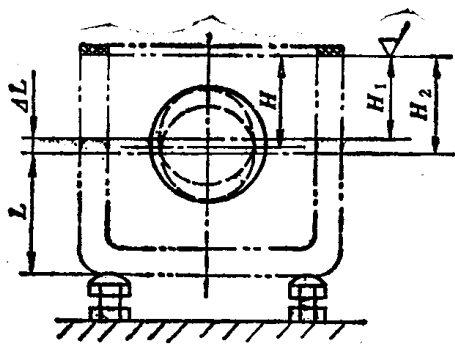


图 2-12 可调支承应用示意图

如图 2-12 所示的箱体零件，第一道工序是铣顶面。这时以未经加工的箱体底面作为粗基准定位。由于毛坯质量不高，因此对于不同的毛坯而言，其底面至毛坯孔中心的尺寸 L 发生的变化量 ΔL 很大，使加工出来的各批零件，其顶面到毛坯孔中心的距离发生由 H_1 到 H_2 的变化。其中：

$$H_2 - H_1 = \Delta L$$

当以后以加工过的顶面定位加工孔时，就会如图中实线孔所示的那样，使镗孔余量偏在一边，甚至出现余量不够的现象。为此，在加工同批毛坯的最初几件时，先按毛坯孔的中心位置划出顶面加工线，然后根据所划的线找正，并调节与箱体底面相接触的可调支承，使其高度调节到找正位置。经过这样的调节，便可使所调支承的高度，大体满足同批毛坯的定位要求。

可调支承也可用于同一夹具加工形状相同而尺寸不同的工件。如图 2-13 所示，在销轴轴端部铣槽。采用可调支承 3 轴向定位。通过调整其高度位置，可以加工不同长度的销轴类工件。

在一批工件加工前调整可调支承一次。在同一批工件加工中，它的作用就和固定支承相同。所以可调支承在调整后都需要锁紧。

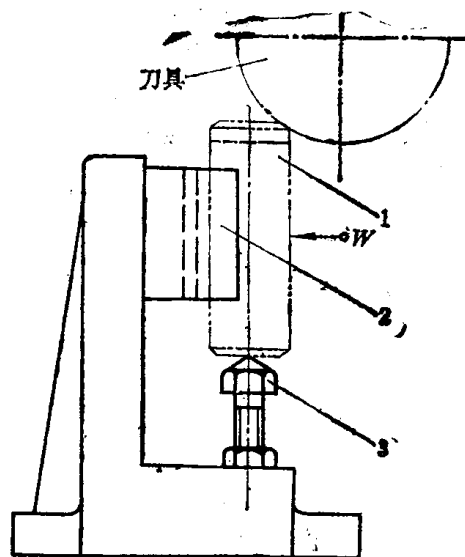
3. 自位支承（浮动支承）

这类支承的特点是：浮动支承点的位置能随工件定位基准位置的变化而自动与之适应。由此可见，这种支承在结构上应设计成活动的。图 2-14 即为夹具中常用的几种自位支承。图 a、b 的结构为两点式自位支承。与工件作两点接触。图 c 为球面三点式、图 d 也为三点式。由于自位支承是活动的，因此尽管每一个自位支承与工件可能作两点或三点接触，但是一个自位支承实质上仍只起一个定位支承点的作用。

以上所述的固定支承、可调支承和自位支承，都是工件以平面定位时起主要定位作用的支承，运用定位原理分析平面定位问题时，只有这类支承可以转化为定位支承点。

(二) 辅助支承

当工件以平面定位时，工件在夹具中的位置，主要由前述支承按定位原理来确定。但在生产中，由于工件形状以及夹紧力、切削力或工件本身重力等原因可能使工件定位后产生变形或定位不稳定，这时需要增加辅助支承。如图 2-15 所示，工件以小端的孔和端面定位，钻大端面沿圆周一组通孔。由于小端面太小，工件又高，钻孔位置离开工件中心又远，受此

图 2-13 1-销轴 2-V形块 3-可调支承
可调支承应用示意图