

# 机床夹具

JI CHUANG JIA JU

# 机 床 夹 具

湖南大学机制教研室编

\*

湖南人民出版社出版  
湖南省新华书店发行  
湖南省新华印刷一厂印刷

\*

1977年7月第1版第1次印刷  
统一书号: 15109·121 定价: 0.96元

## 毛主席语录

列宁为什么说对资产阶级专政，这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚，就会变修正主义。要使全国知道。

思想上政治上的路线正确与否是决定一切的。

人的正确思想，只能从社会实践中来，只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三项实践中来。

马克思主义的哲学认为十分重要的问题，不在于懂得了客观世界的规律性，因而能够解释世界，而在于拿了这种对于客观规律性的认识去能动地改造世界。

## 前 言

在毛主席革命路线指引下，经过无产阶级文化大革命和批林批孔运动，教育革命正在波澜壮阔地深入开展，呈现出一派生气勃勃的革命景象，形势一片大好。

遵照毛主席关于“教育要革命”的教导，我们以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，批判修正主义教育路线和旧的教学体系，走出校门，深入实际，与工人相结合，进行开门办学。在教育革命实践中，我们编写了《机制工艺及工装设计》这门新教材。现将其教材中的一部分内容——机床夹具，经过补充修订，单独编写成册出版，以满足广大工人读者的需要。

本书共分六章，主要内容有：机床夹具的种类、用途及其组成；工件的定位；工件的夹紧；分度机构、夹具体；各种机床夹具的特点及其总体设计；组合夹具等。书的内容是根据机制专业所应该掌握的基本要求编写的，书中的图例大多数选自生产实际中使用的，比较典型和先进的结构，编写时尽量考虑便于自学和应用。

本书可供机械制造厂的工人、技术人员自学和设计参考用，也可作为学校机械制造专业的教材。

在本书的编写和试用过程中，得到了一些工厂的工人师傅、技术人员，以及学校的革命师生的大力支持和帮助，在此一并表示衷心感谢。

由于我们学习马列著作和毛主席著作不够，应用唯物辩证法来分析问题的水平不高，业务水平也有限，书中难免有缺点和错误，诚望读者批评指正。

编 者

1976年3月

# 目 录

<b>第一章 机床夹具概述</b> .....	( 1 )
§ 1. 机床夹具及其分类 .....	( 1 )
§ 2. 机床夹具的作用及其组成 .....	( 2 )
<b>第二章 工件的定位</b> .....	( 5 )
§ 1. 工件定位基准的选择 .....	( 5 )
§ 2. 工件的六点定位原理 .....	( 7 )
§ 3. 工件定位的主要型式及定位元件 .....	( 11 )
一、以平面定位时的定位元件 .....	( 11 )
二、以外圆柱面定位时的定位元件 .....	( 17 )
三、以工件孔定位时的定位元件 .....	( 22 )
四、以导轨面定位时的定位元件 .....	( 25 )
五、两个以上的定位面组成的联合定位 .....	( 28 )
§ 4. 夹具定位精度的分析 .....	( 35 )
一、平面定位的定位误差 .....	( 36 )
二、圆柱面定位的定位误差 .....	( 37 )
§ 5. 综合解决工件定位问题的举例 .....	( 46 )
<b>第三章 工件的夹紧</b> .....	( 53 )
§ 1. 工件的夹紧力(大小、方向和作力点) .....	( 53 )
一、夹紧力的方向和大小 .....	( 53 )
二、夹紧力的作力点 .....	( 57 )
§ 2. 楔块夹紧机构 .....	( 58 )
一、楔块夹紧力的计算 .....	( 59 )
二、楔块的自锁条件 .....	( 60 )
三、楔块夹紧的增力倍数 .....	( 60 )
四、楔块夹紧行程 .....	( 62 )
§ 3. 螺旋夹紧机构 .....	( 63 )
一、单螺杆夹紧机构 .....	( 63 )

二、螺旋压板夹紧机构·····	( 66 )
§ 4. 偏心夹紧机构·····	( 74 )
一、圆偏心的自锁条件·····	( 75 )
二、圆偏心的夹紧行程 S·····	( 76 )
三、圆偏心夹紧力的计算·····	( 77 )
§ 5. 气动、液压夹紧机构·····	( 79 )
一、气动夹紧机构·····	( 79 )
二、液压夹紧机构·····	( 97 )
§ 6. 增力夹紧机构·····	(103)
一、气—液增力夹紧机构·····	(103)
二、铰链杠杆增力夹紧机构·····	(106)
§ 7. 自动定心夹紧机构·····	(112)
一、电动卡盘·····	(114)
二、弹簧夹头和可涨心轴·····	(119)
三、液性塑料定心夹具·····	(123)
四、电磁无心夹具·····	(130)
五、自动夹紧心轴·····	(134)
<b>第四章 分度机构、导向装置及夹具体·····</b>	<b>(137)</b>
§ 1. 分度机构·····	(137)
§ 2. 导向装置·····	(145)
§ 3. 夹具体·····	(146)
<b>第五章 各种机床夹具及其总体设计·····</b>	<b>(148)</b>
§ 1. 机床夹具总体设计的方法和步骤·····	(148)
§ 2. 镗床夹具及其设计·····	(149)
一、了解分析工件图及其对本工序的要求·····	(151)
二、确定定位方案和定位元件·····	(152)
三、引导元件的设计·····	(152)
四、夹紧机构的设计·····	(159)
五、夹具体的设计·····	(160)
六、绘制镗模总装图·····	(161)
七、拟订镗模总装图的技术要求·····	(161)
八、镗床夹具主要件的制造、装配和调整·····	(163)
§ 3. 钻床夹具及其设计要点·····	(163)
一、钻床夹具的类型及结构·····	(164)

二、钻模板·····	(170)
三、钻套·····	(171)
四、钻床夹具的设计要点·····	(173)
五、钻床夹具技术条件的制订·····	(175)
§ 4. 铣、刨夹具及其设计要点·····	(179)
一、铣、刨夹具的结构·····	(179)
二、铣、刨夹具的设计要点·····	(184)
三、铣、刨夹具的技术要求·····	(185)
§ 5. 车、磨夹具及其设计要点·····	(185)
一、心轴·····	(186)
二、车、磨专用夹具·····	(188)
三、车、磨夹具的技术要求·····	(194)
<b>第六章 组合夹具·····</b>	<b>(195)</b>
§ 1. 组合夹具的应用范围·····	(195)
一、应用范围·····	(195)
二、使用组合夹具的优点·····	(196)
§ 2. 组合夹具元件及组装·····	(197)
一、元件种类·····	(197)
二、组合夹具的组装·····	(200)
三、组装举例·····	(200)
§ 3. 组合夹具精度分析·····	(202)

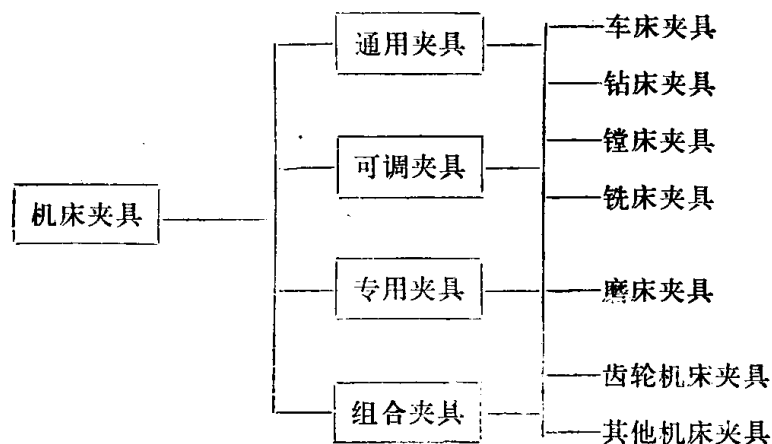
# 第一章 机床夹具概述

## § 1. 机床夹具及其分类

在机器制造中，为了更好地保证产品质量、安全生产和提高劳动生产率，除了充分发挥人的主观能动性以外，还必须在现有的设备条件下，广泛地采用各式各样的辅助装置，这些装置统称为夹具。如车床上的三爪卡盘、四爪卡盘、弹簧夹头，铣床上的虎钳、分度头，齿轮机床上的各种心轴，检验工作中的检验棒以及为工件某一工序所设计的专用夹具，均属于此类。由此可看出，从毛坯制造到产品装配的各个工种中，都有许多不同形式的夹具，但这里不可能一一讨论。本书主要讨论机械加工中与机床有关的夹具，即机床夹具。

什么是机床夹具呢？凡是在机械加工中用来迅速装夹工件，使工件对机床、刀具保持正确的相对位置的装置，称为机床夹具。

机床夹具的种类很多，大致可划分如下：



**通用夹具** 一般是指已经规格化的，在加工各种不同的工件时，不要特殊调整的夹具。这种夹具是由机床附件厂或专门制造厂生产的，如车床用的卡盘，铣床用的分度头、回转工作台等。

**可调夹具** 一般是指适用于加工大小和形状相似的工件的夹具，当加工完一种工件后，经过调整或调换个别元件，即可加工另外一种工件。这种夹具在成组加工工艺中特别适用，如可调的滑柱钻模，带各种钳口形状的虎钳等。

**专用夹具** 是指根据某一工件的某一工序的加工要求所设计制造的夹具，如图1-1、



图1—2所示的夹具就是。

**组合夹具** 是指按某一工件的某道工序的加工要求，由通用的标准元件和部件组合而成的夹具。这种夹具用完后可以拆卸存放，当需要加工同工件的另一工序或另一种工件的某一工序时，又可重新组合使用。由于组合夹具的标准元件和部件有可以多次反复使用和组装迅速的特点，所以在单件、小批生产和新产品试制中特别适用。在我国的上海、天津、北京、南京、沈阳等地，组合夹具已得到广泛的使用。

## § 2. 机床夹具的作用及其组成

生产实践证明，采用各种专用夹具，有如下的作用：

第一，可以不经过划线就能将工件迅速而又正确地安装（定位和夹紧）到相对于刀具所需要的加工位置，缩短了辅助时间；在某些情况下，由于使用了夹具，工件安装得非常稳固，可以加大切削用量，因而提高了劳动生产率。

第二，可以稳定地保证加工精度，使工件能够互换，因为在加工过程中工件和刀具始终能保持正确的相对工作位置。

第三，可以充分发挥机床设备的潜力，扩大机床的使用范围，如在C618机床上，装上车床主轴箱体镗模就可以加工其箱体孔系等。

第四，可以降低对工人技术水平的要求，同时使工人操作方便、生产安全和减轻体力劳动强度（如使用气动、液压夹具）。

第五，可以平衡各工序的时间，组织流水生产。

在机械加工中，机床夹具虽然有上面这些好处，但并不是在所有情况下使用专用夹具都是合理的。因为专用夹具的设计和制造要消耗较多的人力和物力，增加了产品的成本。所以我们要“**对于具体情况作具体的分析**”。在成批和大量生产中使用专用夹具可以充分发挥它的优越性，而在单件小批生产中，使用专用夹具一般说就不经济，当然这也不是绝对的，应视具体情况而定。

在生产实际中，机床夹具的结构变化多端，各式各样，但“**一切客观事物本来是互相联系的和具有内部规律的**”，“**摸到了规律，就容易学会**”。学习机床夹具也是一样。下面通过对钻床夹具和铣床夹具实例的分析，使我们对机床夹具有一个初步的认识。

图1—1所示为在套筒上钻、铰 $\phi 6D$ 孔用的钻床夹具。工件以内孔和端面在定位销2上定位，旋紧螺母3通过开口垫圈4即可将工件夹紧。加工时是由装在钻模板5上的快换钻（铰）套6引导钻头或铰刀进行钻孔或铰孔。定位销2、钻模板5等元件都装在夹具体1上。

图1—2所示为同时在两根轴上铣键槽的铣床夹具。工件在V形块2上定位，转动手柄，通过偏心轮3推动杠杆、拉杆向下移，使两块压板4同时夹紧两个工件。对刀块5和塞尺是用来调整铣刀相对于工件的正确位置。上面这些元件都装在夹具体1上。整个

夹具用两个定位键6确定其在机床上的位置。

从上面两个例子可以看出，通常机床夹具不外乎由以下几个部分组成：

**定位元件** 确定工件在夹具中位置的元件，从而保证加工时工件与切削刀具间有正确的相对位置。如前例中的定位销、V形块等。

**夹紧装置** 夹紧已经定位好的工件并保证切削时工件位置不变的装置。如前例中的螺母和开口垫圈，偏心轮、杠杆、拉杆、螺钉和压板等。

**导向元件** 在加工前作为对刀和引导刀具进入正确的加工位置的元件。如前例中的快换钻(铰)套、对刀块等。

**夹具体** 连接夹具所有元件和部件用的基体元件，使其成为一个夹具整体。

**其他机构** 如有些夹具根据被加工工件的要求，还要有分度机构等。

应该指出，并不是每种机床夹具都要有这些部分。然而，无论那种夹具都离不开定位元件，通常也少不了夹紧装置，而保证工件加工精度的关键就在于正确处理工件的定位和夹紧问题，即要使工件“定准、夹牢”。下面就工件的定位和夹紧问题进行重点的分析、研究。

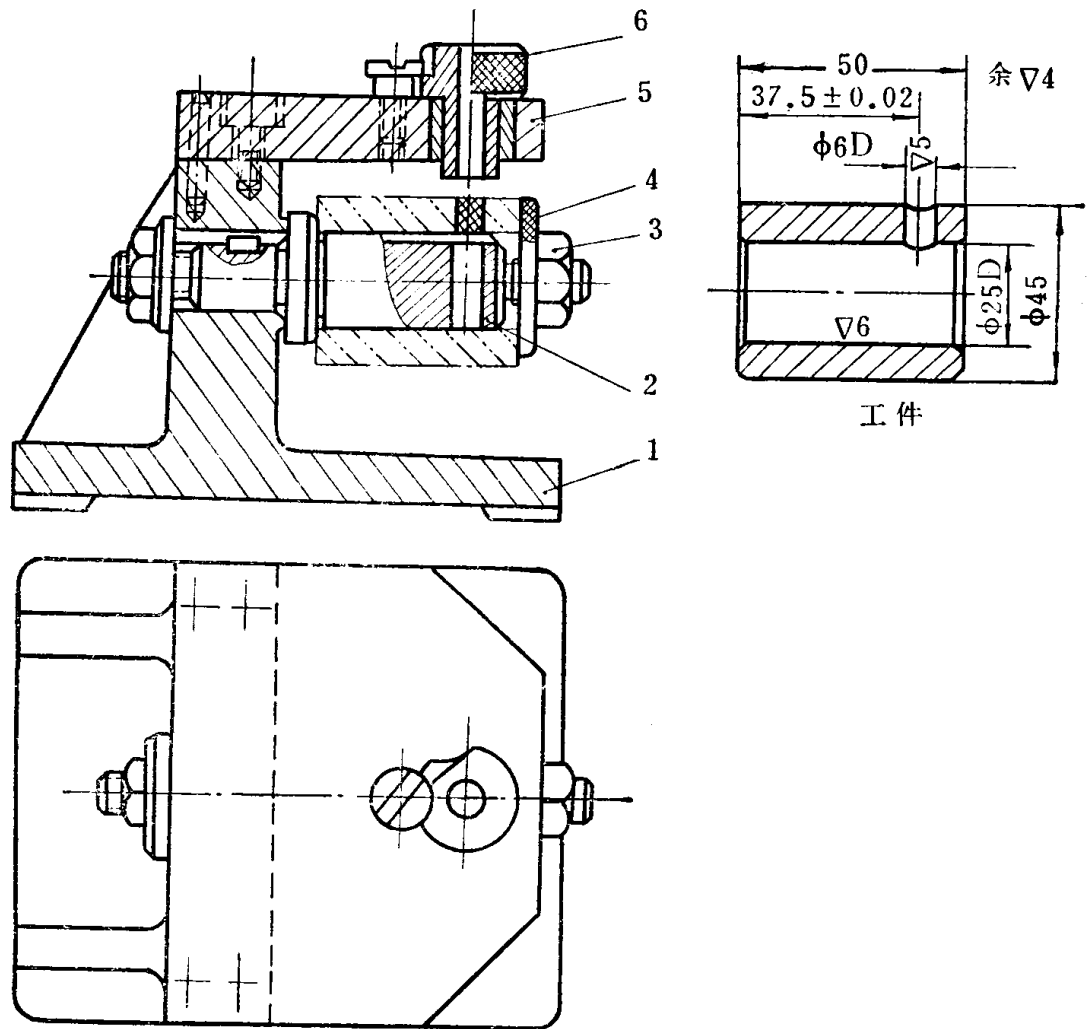
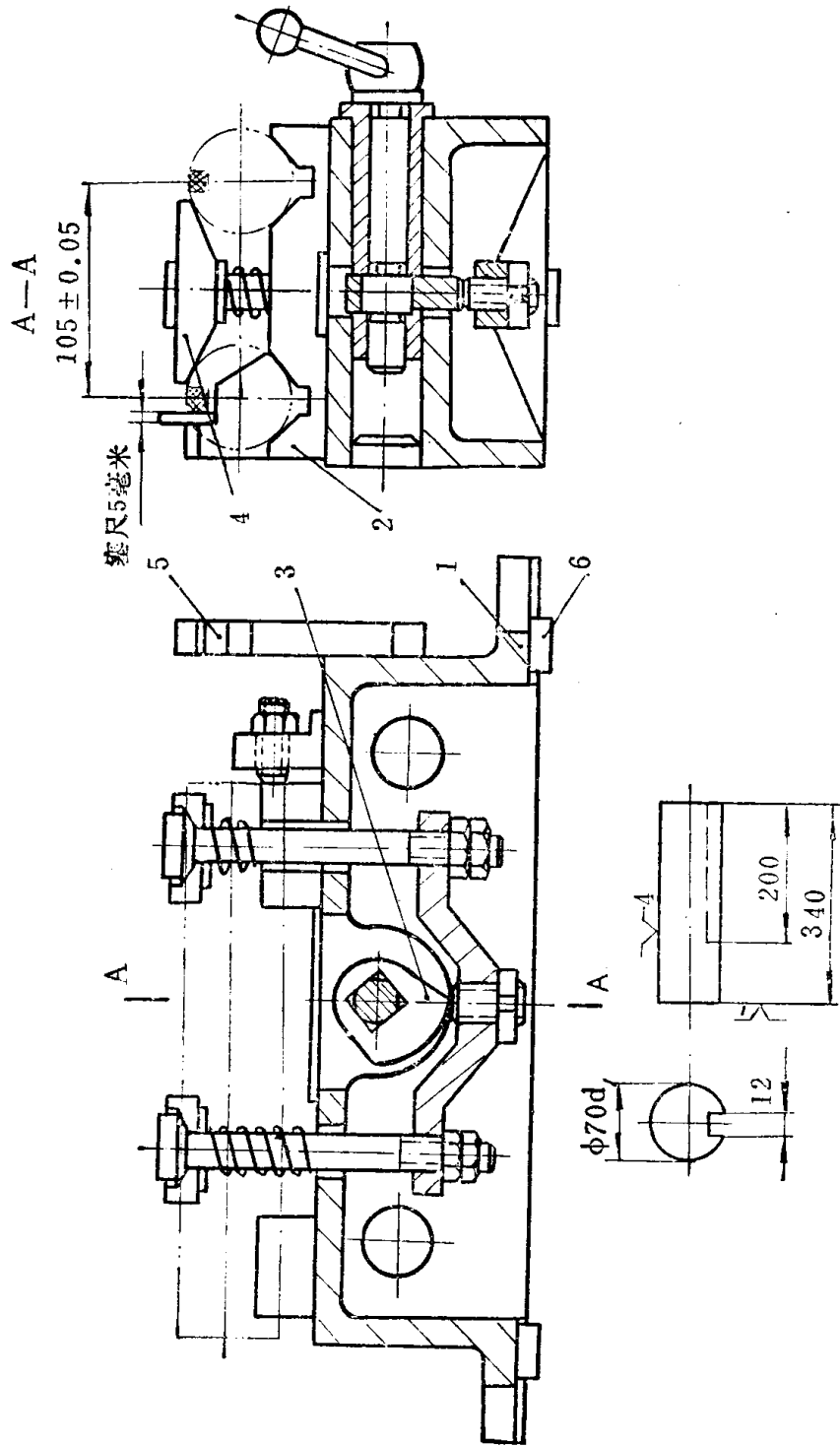


图1—1 钻、铰 $\phi 6D$ 孔的钻床夹具

1—夹具体 2—定位销 3—夹紧螺母 4—开口垫圈 5—钻模板 6—快换钻(铰)套



工件

图1-2 铣12槽的铣床夹具

1—夹具体 2—V形块 3—偏心轮 4—压板 5—对刀块 6—定位键

## 第二章 工件的定位

工件的定位,是为了保证加工时更好地达到它所要求的加工精度。使工件在夹具中相对于机床、刀具有一个确定的正确位置的过程,就叫做定位。在工件上用来定位的表面称为定位基准面。

如何根据不同的工件和工序,正确地选择定位方式,以保证工件按规定的工艺要求得到正确定位,是夹具设计中应该首先解决的问题。要解决好这个问题,必须注意下面三个方面:

第一,工件的定位基准应尽可能与设计基准重合(即应使定位基准与工件图内注尺寸的基准重合),以减少定位误差。

第二,工件的定位应符合六点定位原理。

第三,合理地选用定位元件。

下面首先讨论工件定位基准的选择和六点定位原理,然后讨论工件上不同的定位表面所采用的定位元件,最后讨论夹具的定位精度和解决定位问题的实例。

### § 1. 工件定位基准的选择

在考虑工件的定位时,首先是选择定位基准,然后再根据工件定位基准的形状和加工要求,决定定位元件的形式。

所谓定位基准是指工件与夹具定位元件相接触的表面。例如工件以平面搁在夹具的三个定位支承钉或两块长条的支承板上,这平面便是定位基准;以外圆面搁在定位的V形块上,则外圆面就是定位基准(或称定位基准面)。

选择定位基准时,应尽量使其与工件图内标注尺寸的基准(即设计基准)重合,在考虑基准重合的同时,尽可能选已加工面作定位基准,这样可使误差减少,易保证加工精度,此外还要使工件定位尽量方便。

如图2—1(a)所示的工件,要在其上铣槽,槽中心到表面I有 $A \pm a$ 的尺寸要求,这时应取表面I为定位基准,如图2—1(b)所示,因为尺寸A是从表面I标出的,表面I是A的设计基准。加工时铣刀位置经调好后,其相对位置就不变了(表面I总是与支承接触),从图中可以看出不论尺寸B的误差是多少,对槽的位置尺寸A无影响。

在图2—1(c)中,工件以表面II为定位基准,从定位方便来说与图2—1(b)无差别,但这里定位基准却与设计基准不重合,刀具位置经调整后,其相对位置就不变

了。在这种情况下，上一道工序产生的尺寸B的误差就带到尺寸A里面去，即使加工绝对准确，尺寸A也可能有 $\pm b$ 的最大误差，这就是定位基准与设计基准不重合所带来的误差，叫做基准不符误差。如果尺寸A的公差 $2a$ 小于 $2b$ ，那就不论采用如何精密的机床、刀具和技术熟练的操作者，也不能保证加工要求，只有 $a$ 大于 $b$ ，才有可能保证A的加工要求，但A的公差被B的误差占去一部分（最大可能为 $2b$ ），这就给加工带来不方便。

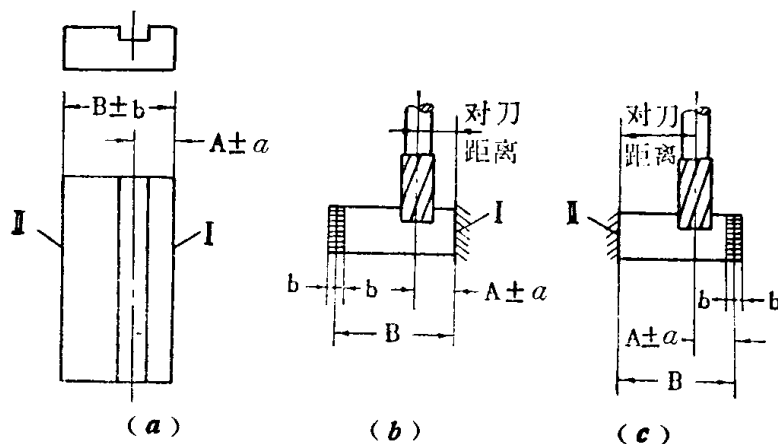


图 2—1 定位基准的选择

如图2—2(a)所示的工件（套筒）要在其上钻一横孔Ⅲ，孔的中心线要求与套筒的中心线相交，与端面Ⅰ相距为 $A \pm a$ 。

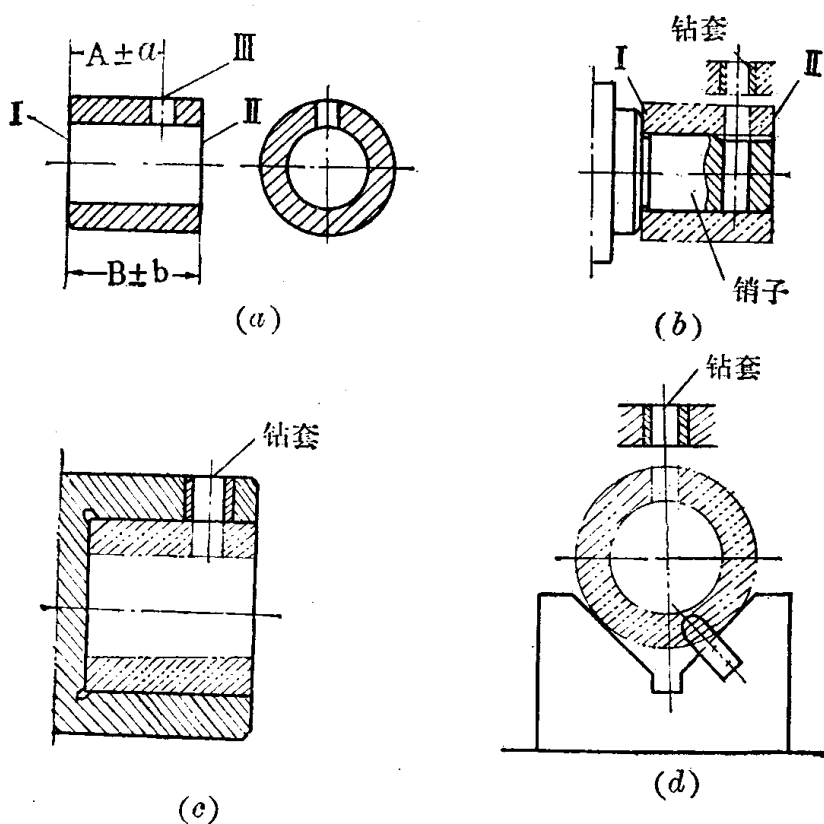


图 2—2 定位基准的选择

采用图2-2(b)的定位方式,将工件套在销子上,端面Ⅰ靠在销子的肩部即可,因为工件上孔Ⅲ的位置尺寸是从套筒端面Ⅰ标注出的(即设计基准为端面Ⅰ),孔Ⅲ与套筒中心线垂直相交。套筒套在销子上就使套筒中心线与销子中心线重合。钻套的中心位置是以销子的中心线为依据装配的,这样的定位是基准重合;若用端面Ⅱ靠在销子肩部,则尺寸A受到尺寸B的误差影响(基准不重合),这就不好。

若工件套筒利用外圆在孔中定位,如图2-2(c)所示,工件的中心线与定位孔的中心线重合;或如图2-2(d)所示,利用外圆搁在V形块上,则工件的中心线位于V形块的对称平面内,这些定位方式的定位基准的选择都属基准重合。究竟采用那一种方式好?要根据内、外圆的加工精度、工件尺寸的大小、定位方便与否等来考虑。但不论用那一种方式,端面Ⅰ都应靠在定位元件上,这是共同的要求。

综上所述,就是选择定位基准时,应尽可能与设计基准重合,避免出现基准不符的误差,给加工带来困难。此外,工件的定位基准面除头一道工序外,其余工序都应尽可能采用精基准和同一定位基准的原则,这样可以给夹具设计和保证工件加工精度带来方便。

## § 2. 工件的六点定位原理

工件的六点定位原理是从生产实践中总结出来的,对机床夹具的设计起着重要的指导作用。

一个物体在空间如不限制其相对位置,它可以向空间任何方向移动和转动。为了便于研究物体在空间的运动规律,把物体放在三个互相垂直的坐标轴中来讨论,如图2-3所示,物体在空间对于三个互相垂直的坐标轴(X、Y、Z)来说,有六个可能运动的情况,即有六个自由度。

工件在定位以前,也象一个物体在空间的情况一样,具有六个自由度,即沿X、Y、Z三个轴方向的移动(用 $\vec{OX}$ 、 $\vec{OY}$ 、 $\vec{OZ}$ 来表示)以及绕X、Y、Z三个轴的转

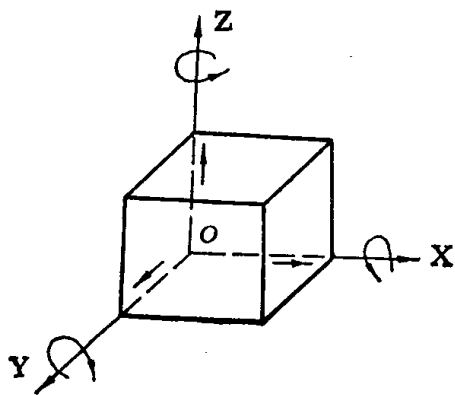


图 2-3 物体的六个自由度

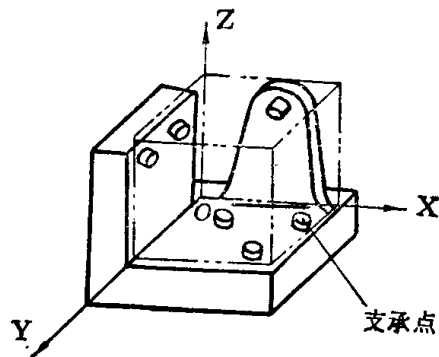


图 2-4 工件的六点定位

动（用 $\widehat{OX}$ 、 $\widehat{OY}$ 、 $\widehat{OZ}$ 来表示）。

要使工件在空间处于相对固定不变的位置，就必需限制其六个自由度。限制的方法如图2—4所示，用相当于六个支承点的定位元件与工件的定位基准面“接触”来限制工件的六个自由度，即

XOY面（底面）：用三个支承点就限制了 $\widehat{OX}$ 、 $\widehat{OY}$ 、 $\overrightarrow{OZ}$ 三个自由度；

YOZ面（侧面）：用二个支承点就限制了 $\overrightarrow{OX}$ 、 $\widehat{OZ}$ 二个自由度；

XOZ面（端面）：用一个支承点就限制了 $\overrightarrow{OY}$ 一个自由度。

有人认为，上面所设置的支承点虽然可以限制工件的六个方向的运动，但还有相反六个方向运动的可能性，这样的理解是错误的。这里一定要分清“定位”和“夹紧”这两个概念，“定位”只是使工件在夹具中得到相对确定的位置，而要使工件相对于刀具的位置不变，则还须“夹紧”。但也不能认为工件夹紧后不动了，就等于它的六点定位了，因此“定位”和“夹紧”是两回事。

在生产中，工件的定位是否都要限制六个自由度呢？不一定，这要根据工件的具体加工要求而定，一般只要相应地限制那些对加工精度有影响的自由度就行了，这样可以简化夹具的结构。现以图2—5所示的例子来说明这个问题。

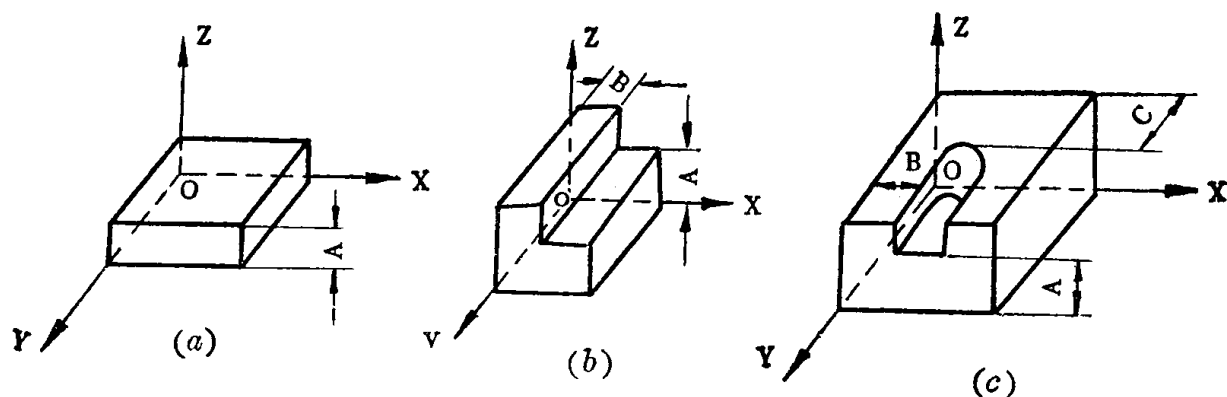


图2—5 不同加工要求的工件简图

成批生产中，刀具经调整后，其相对位置就固定了。在图2—5(a)中，影响尺寸A的自由度为绕X轴的转动( $\widehat{OX}$ )和绕Y轴的转动( $\widehat{OY}$ )及沿Z轴的移动( $\overrightarrow{OZ}$ )，因此，从工件的加工要求来看只要限制此三个自由度就够了。例如简单工件磨平面就是这样，只要用一个与加工面平行的底面定位就行了。

图2—5(b)中，影响尺寸A的自由度与图2—5(a)相同，影响尺寸B的自由度为沿X轴的移动( $\overrightarrow{OX}$ )及绕Z轴的转动( $\widehat{OZ}$ )，这样，工件就要限制五个自由度，沿Y轴移动的自由度就不必限制了。但有时为了防止切削力推动工件等原因，需要在Y轴方向加挡块，不过这不是从工件的定位要求提出的。

图2—5(c)中, 工件除了有尺寸A和B的要求外, 还有尺寸C的要求, 因此工件还必须限制沿Y轴方向移动的自由度, 这样工件的六个自由度都限制了。

由上述可知, 所谓定位原理, 就是“根据工件的加工要求用定位元件来限制影响加工精度的自由度, 使工件得到正确的位置。”

**欠定位** 根据加工要求, 工件在夹具中应该限制的自由度没有得到限制, 称为“欠定位”。图2—6所示为加工连杆大头孔的情况, 其中心线应与小头孔中心线相互平行, 并与端面垂直且通过连杆中心线。大、小头孔的中心距也有严格要求。根据这个要求, 如果把图2—6中的挡销3或短销2取消, 则连杆在夹具中得不到正确的定位, 加工时所要求的加工精度就不能保证, 这是不允许的。图中1是支承板。

**过定位** 工件在夹具中定位时, 一般来说, 定位元件限制的自由度超过六点, 就出现了有的自由度不必要的重复限制的现象, 这叫做过定位。图2—7所示为连杆以端面、侧面及小头孔联合定位时的过定位情况。此时:

- 支板 1——限制了  $\widehat{OX}$ 、 $\widehat{OY}$ 、 $\widehat{OZ}$  三个自由度;
- 定位销 2——限制了  $\widehat{OX}$ 、 $\widehat{OY}$ 、 $\widehat{OX}$ 、 $\widehat{OY}$  四个自由度;
- 挡销 3——限制了  $\widehat{OZ}$  一个自由度。

这样一共限制了八个自由度, 其中  $\widehat{OX}$  和  $\widehat{OY}$  两个自由度是不必要的重复限制了。这种过定位的现象是不好的, 因为端面和小头孔不可能绝对垂直, 因此, 夹紧时工件或夹具的定位件就可能引起变形或使得工件应该接触的定位面没有接触。如图2—7当在工件上加较大的夹紧力时定位销就会压弯, 如果夹紧力过小, 工件端面就不能与支板1良好接触, 这样就影响了加工精度, 如果将定位销2改成短销就合理了(如图2—6所示)。

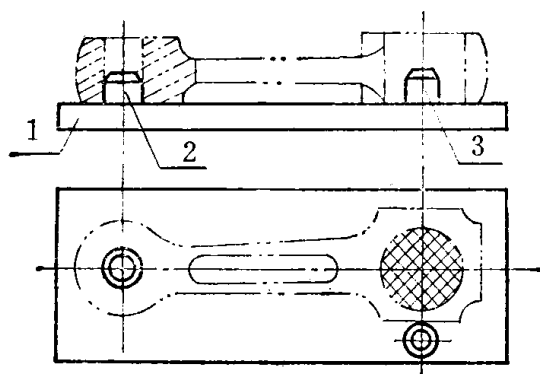


图2—6 连杆定位简图

1—支板 2—短销 3—挡销

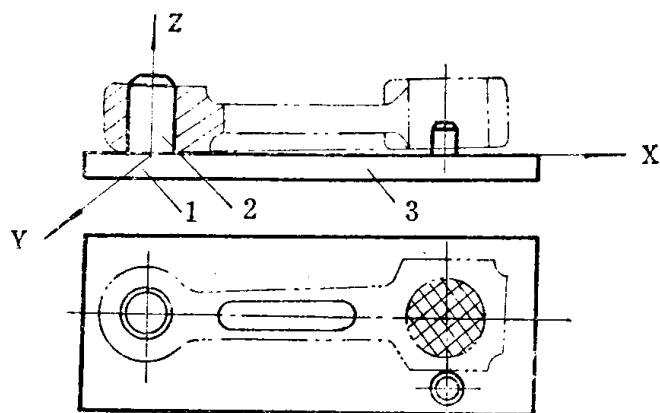


图2—7 工件定位多于六点的情况

1—支板 2—定位销 3—挡销

图2—8为长轴以三爪卡盘和尾架顶针定位的情况。图(a)由于三爪卡盘将工件夹得过长, 而工件外圆和中心孔不可能准确地同心, 结果尾架顶针顶不到工件的中心孔。



从限制自由度的情况来看，图(a)中三爪卡盘限制了工件  $\vec{OY}$ 、 $\vec{OY}$ 、 $\vec{OZ}$ 、 $\vec{OZ}$  四个自由度，顶针又限制了工件  $\vec{OY}$ 、 $\vec{OZ}$  两个自由度，这样  $\vec{OY}$  和  $\vec{OZ}$  就重复限制了，发生了矛盾；如果改成图2—8(b)那样，三爪卡盘只夹工件很短一段就合理了（即它只限制  $\vec{OY}$  和  $\vec{OZ}$  的自由度）。

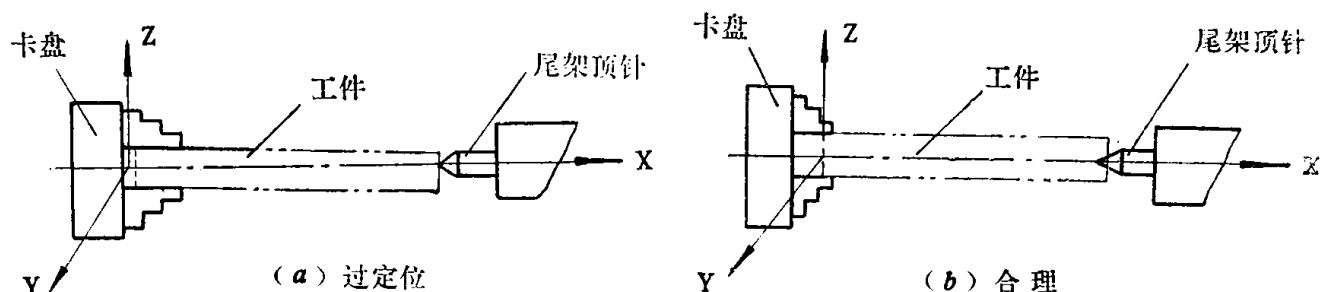


图 2—8 工作定位多于六点的情况

另外，以圆柱孔和端面定位时，稍不注意，也常发生过定位现象，如图2—9(a)所示的心轴端面较大，可以限制三个自由度，长圆柱面又可限制四个自由度，超过了六点。因为工件端面和内孔有垂直度误差，心轴也有垂直度误差，在定位夹紧后，就必然会引起工件或心轴的变形，结果保证不了加工精度，此时可以改进采用图2—9(b)或2—9(c)的定位方式，而压紧垫圈最好采用球面垫圈，否则垫圈两面要磨平。

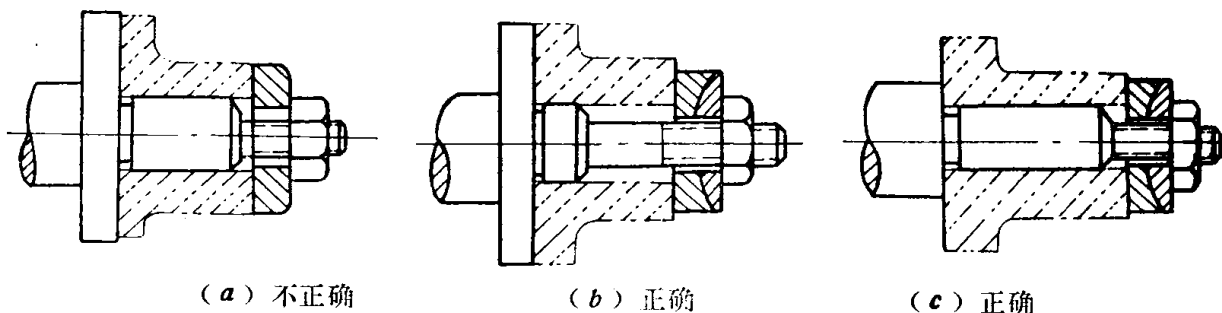


图 2—9 工件在圆柱心轴上定位

但是，“事物都是一分为二的”。“在一定的条件下，坏的东西可以引出好的结果，好的东西也可以引出坏的结果。”关键在于掌握矛盾的转化条件。当条件改变了，如工件定位基准面的精度较高，夹具定位元件的精度也很高时，过定位对增加工件的稳定性和提高工件的加工精度有好处，也是允许的。

此外，为了保证某些工件在加工时定位的稳定性或防止变形，在设计夹具时除了要有限制其自由度的定位元件外，还要装置一些辅助支承，这些辅助支承不起限制工件自由度的作用（见图2—16的元件4）。

从上述情况可知，运用工件的六点定位原理，能使我们判断工件在夹具中的定位是否合理。