

高等学校教材

机床夹具设计

戴陆武 主编

戴陆武 马修德 曹绳德 编

西北工业大学出版社

1990年8月 西安

内 容 摘 要

本书为航空航天机械加工专业的专业教材,原属《航空机械加工工艺学》第二分册,此次经修改后独立成册出版。

本书共分七章,主要介绍工件的定位原理、定位方法和定位件设计,手动和机动夹紧装置、自动定心、分度和靠模装置,典型夹具的构造和设计方法以及组合夹具等内容。书中对过定位、端齿盘设计、斜孔钻模的设计计算等问题作了较详细的讨论,内容新颖。

本书除作为高等院校学生的教学用书外,也可供从事有关专业的技术人员参考。

高 等 学 校 教 材 机 床 夹 具 设 计

主 编 戴陆武
责任编辑 杨乃成
责任校对 杨长照

西北工业大学出版社出版
(西安市友谊西路127号)
陕西省新华书店发行
西北工业大学出版社印刷厂印装
ISBN 7-5612-0255-5/TH·10(课)

开本 787×1092毫米 1/16 12.25印张 295千字
1990年3月第1版 1990年3月第1次印刷
印数 1—4500册 定价: 2.50元

前 言

《机床夹具设计》是根据航空高等院校机械制造工程专业的教学要求编写的。全书共七章，包括工件的定位原理、定位方法和定位件设计，手动和机动夹紧装置，自动定心、分度和靠模装置，典型夹具构造和设计方法，以及可调整夹具与组合夹具等内容。

为使读者在学习之后能初步掌握夹具设计的方法，本书的重点是介绍机床夹具设计的基本原理和具体的设计方法。在内容安排上，力求按照认识论的规律，由浅入深，由感性到理性。首先用简单的例子介绍专用夹具的功能、组成和设计的指导思想，再阐述设计的基本原理及夹具元件与机构的设计和选用方法，把夹具精度分析的内容安排在读者具有一定的构造知识之后；专用夹具设计的全过程一章，通过例子总结了夹具设计从方案构思到出夹具零件图的全部过程。本书还就过定位的合理应用、端齿分度装置、斜孔钻模等问题作了较深入的理论分析和计算方法介绍，提出了新观点。

本书第一版由航空专业教材编审组于1984年6月出版，这次是修改后的第二版。原书属《航空机械加工工艺学》的第二分册，亦名《机床夹具设计》，这次仅以《机床夹具设计》书名单独出版。

本书由戴陆武主编并编写第一章、第二章和习题部分，第三章与第七章由曹绳德编写，第四章、第五章、第六章由马修德编写。本书的大部分内容虽经多次的教学实践，并在实践中不断修改补充，但由于水平有限，编写时间又很仓促，书中难免有不少缺点和错误，恳请读者批评指正。

本书承谭益智教授审阅，深致谢意。

编 者

1989年3月

目 录

第一章 机床夹具设计概述	1
§ 1-1 专用夹具的功用与组成	1
§ 1-2 设计专用夹具应注意经济效益	5
§ 1-3 设计专用夹具的依据和主要原则	5
第二章 工件的定位原理、定位方法和定位件设计	7
§ 2-1 工件的定位原理	7
§ 2-2 定位方法、定位件和定位误差	15
§ 2-3 组合定位	28
§ 2-4 工件在夹具上定位过程中误差的分析	35
§ 2-5 选择定位方法时应注意的问题	37
第三章 工件的夹紧及夹紧装置	41
§ 3-1 夹紧装置的组成和要求	41
§ 3-2 简单夹紧机构	46
§ 3-3 组合夹紧机构与多位夹紧机构	57
§ 3-4 机动夹紧装置	64
第四章 机床夹具的典型装置	77
§ 4-1 自动定心装置	77
§ 4-2 分度装置	94
§ 4-3 靠模装置	108
第五章 各类机床夹具及其设计特点	124
§ 5-1 车床类夹具	124
§ 5-2 铣床类夹具	129
§ 5-3 钻床类夹具	134
§ 5-4 机床夹具的精度分析	157
第六章 专用夹具设计的全过程	161
§ 6-1 拟定夹具的结构方案	161
§ 6-2 夹具总图设计	164
§ 6-3 夹具精度的校核	168
§ 6-4 绘制夹具零件图	169

第七章 机床夹具的发展170

 § 7-1 机床夹具的发展方向.....170

 § 7-2 可调整夹具.....171

 § 7-3 组合夹具.....173

机床夹具设计习题180

参考文献190

第一章 机床夹具设计概述

机械加工过程中，通常采用夹具来安装工件，以确定工件和切削刀具的相对位置，并把工件可靠地夹紧。在机床上，一般都附有通用夹具，如车床上的三爪卡盘、四爪卡盘，铣床上的虎钳、转盘、分度头等，它们都有一定的通用性，可以用来安装一定尺寸范围和一定外形的各种工件，因而在各种机械制造厂，特别是在工件品种多而批量不大的工具和机修车间应用得非常广泛。

但是，在实际生产中，常常发现仅用通用夹具不能满足生产要求，用通用夹具装夹工件生产效率低，劳动强度大，加工质量不高，而且往往需要增加划线工序。因此必须设计制造一种专门夹具，以满足零件生产中具体工序的要求。在航空及精密仪表工业中，由于产品零件形状复杂，精度要求高，为了满足产品质量、生产率和经济性等各方面的要求，广泛采用了各种专用夹具。例如一台中型轴流式喷气发动机在成批生产中需要七千多套专用夹具；一架歼击机的附件系统在成批生产中需要二千多套专用夹具。因此，对专用夹具的设计、制造和研究在航空及精密仪表工业生产中有着很重要的意义和作用。

本书的内容主要是研究机床专用夹具设计的原理和方法等问题。

§ 1-1 专用夹具的功用与组成

一、专用夹具的功用

专用夹具是为了适应某工件某个工序的加工要求而专门设计的，其功用主要有以下几点。

1. 保证被加工表面的位置精度

使用夹具的主要作用是保证工件上被加工表面的相互位置精度，例如表面之间的距离和平行度、垂直度、同轴度……等。对于形状复杂、位置精度要求高的工件，使用通用夹具进行加工，常常难于满足精度要求，甚至根本不能保证位置精度。如图 1-1 所示的车油泵壳体夹具，工序要求在普通车床上加工两轴承孔，保持中心距为 30 ± 0.02 毫米。如果用通用的四爪卡盘进行加工，应当先在工件端面上划线，再在车床上按划线进行找正，然后夹紧工件进行加工。这样的加工方法要保证两孔的距离为 30 ± 0.02 毫米，几乎是不可能办到的。当然利用精密镗床加工可以满足精度，但在成批生产中这样做是极不经济的。如果设计一套图 1-1 所示的专用夹具，利用它来定位、夹紧和分度，便可方便而稳定地达到所要求的位置精度。夹具安装在车床主轴上，根据表面 A 校正夹具位置，用六个螺钉固紧。图中双点画线表示工件，它从左端凸缘的外圆柱面和端面安装在夹具定位件 1 上，用凸缘上的小孔套在菱形销 2 上，然后用两个压板 3 夹紧。这就使两孔之一的轴线处于与机床主轴轴线相重合的位置，亦即达到了加工所要求的位置。但由于工序要求加工两个孔，所以当加工完第一孔后，需松开压板 6，并将分度销 4 从本体 5 的孔中拔出，将工件与夹具的活动部分一起绕转轴 7

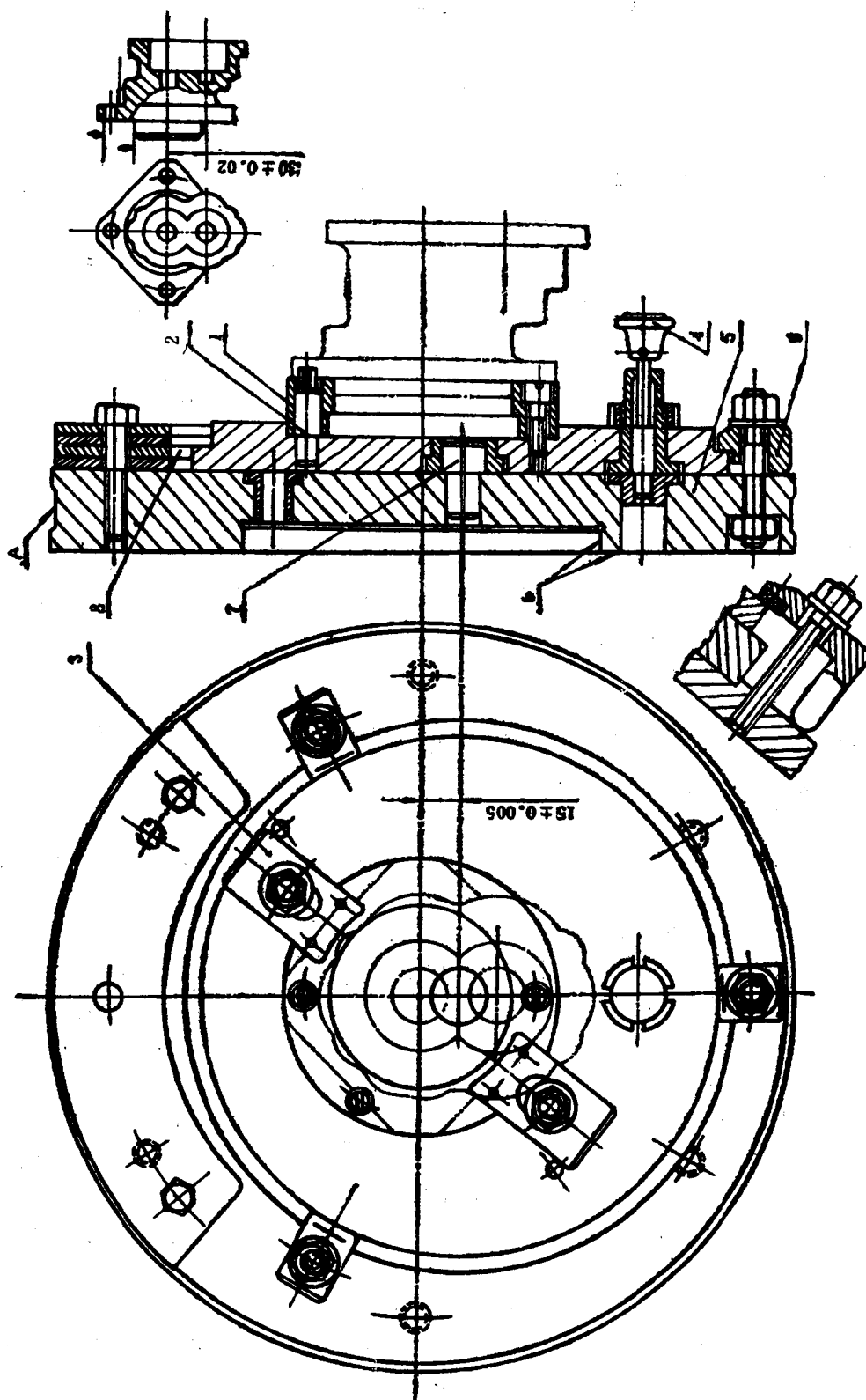


图 1-1 车油泵壳体夹具

回转 180° ，使分度销 4 插入本体 5 的另一孔中。当用压板 6 重新夹紧后，即可加工第二个孔。由于工件上两孔距离的要求很高，所以夹具上转轴轴线至整个夹具的旋转中心（即车床主轴轴线）的距离要求达到 ± 0.005 的精度。对夹具其它元件的工作表面也相应地要求较高。

图 1-2 为一钻斜孔夹具，工件以其两孔和一个端面放入夹具的两个销子和斜面上，斜面的倾斜角度和夹具上钻套的位置是根据工序图上的尺寸要求计算确定的。如果不用此专用夹具，要加工该斜孔甚为困难，在批生产时尤显得不经济。

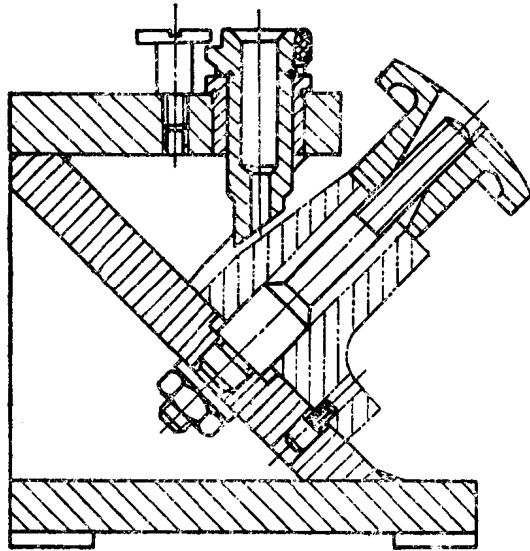


图 1-2 钻斜孔夹具

2. 缩短工序时间，提高劳动生产率

进行某工序所需要的时间称为工序时间，其中主要的两部分是加工需要的机动时间和装卸工件所需要的辅助时间。一般说使用夹具主要是缩短辅助时间。在现代的夹具设计中，广泛使用气动、液压、电气等夹紧装置，更可使装卸工件所需的时间大为减少。

3. 扩大机床的工艺范围

使用专用夹具可以扩大机床的工艺范围，实现一机多能。例如附加靠模装置便可以进行仿形车削或铣削加工，以充分发挥通用机床的作用。

4. 减轻劳动强度，保障生产安全

使用专用夹具特别是机械化自动化程度较高的专用夹具，对于减轻工人的劳动强度，保障生产安全都有很大作用。例如喷气发动机涡轮盘自动化拉削夹具的使用，免除了工人来回搬运拉刀的繁重劳动，使劳动条件大为改善，生产率提高了一倍半，也大大减少了损坏拉刀的事故。

使用专用夹具存在的问题是夹具的专用性和产品的多样与多变性的矛盾。由于专用夹具只适用于某个工件的某一工序，因而随着产品品种的不断增多与变化，夹具数量急剧上升，造成存放与管理上的困难。当某个机种停产时，其所有夹具一般都无法重新利用，造成浪费。同时专用夹具设计制造周期较长，与生产的迅速发展发生矛盾。

尽管如此，当前的航空工厂产品车间，多数还是利用通用机床加上专用夹具来进行生产。

二、专用夹具的组成与分类

为了弄清专用夹具的组成，有必要对具体的典型夹具进行分析。

图 1-3 所示为一铣床夹具，用来在一套筒上铣一宽 14 毫米的槽，工序图如右上角所示。工件以外圆 ϕA 和端面 B 作为主要定位基准，放在夹具的定位衬套内。为了保证所加工的

槽和原有四孔之间的角向相对位置, 还采用一小孔作为角向定位基准, 与夹具上的角向定位件相配。工件在被加工槽两侧的凸缘上被夹紧, 夹紧机构采用螺旋杠杆联动机构, 安装在夹具本体上。夹具底面上装有两定向键, 用以保持夹具和铣床工作台的相对位置。

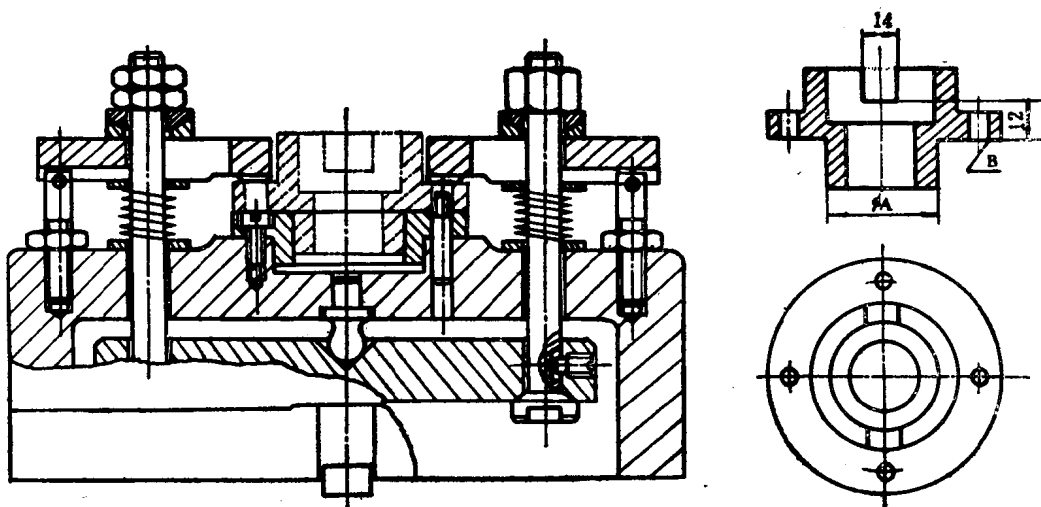


图 1-3 铣槽夹具

通过此例, 可以看到组成一套专用夹具的基本元件, 根据它们在夹具中所起的作用, 一般可分为下列几种。

- (1) 定位件 用来确定工件在夹具中的位置。
- (2) 夹紧件 用来固紧工件在定位后的位置。
- (3) 本体 用来配置、安装各夹具元件使之组成一整体。
- (4) 连接件

此外, 根据工序要求的不同, 有时还需要采用一些其它元件或装置, 如刀具引导件 (钻套、对刀块等)、分度装置、靠模装置、气动液压传动装置等等。

在实际生产中应用的专用夹具很多, 分类方法也有多种, 通常可以根据不同的工序特征进行分类, 以便于研究和考虑夹具的构造形式。

(1) 车床类夹具 包括车床、内外圆磨床、螺纹磨床夹具, 其特点是夹具与工件一起作旋转运动。

(2) 铣床类夹具 包括铣床、刨床、平面磨床等夹具, 其特点是夹具固定在机床工作台上, 只作纵向、横向或回转送进运动。

(3) 钻镗床类夹具 用于在钻床上进行钻、扩、铰等工序者称作钻模, 用于在镗床或车床上进行镗孔者称作镗模, 其特点是夹具在机床上不动 (固定或不固定), 由刀具完成送进运动。

(4) 其它机床夹具 如拉削夹具、齿轮加工夹具等。

上面谈到的专用夹具是针对某个具体工件的具体工序专门设计的, 夹具上的元件也是专门设计或选用的, 这些元件除标准的 (包括国标、部标和厂标) 而外, 一般不能用于其它夹

具。若用标准的组合夹具元件组装成专用夹具，则称为组合夹具，近几年来我国组合夹具元件的生产和组合夹具的使用，均发展较快。

随着成组技术（GT）的发展，成组夹具的设计与使用也日益发展。成组夹具是针对一个零件组的某个具体工序专门设计的，属于同一零件组的工件进行该工序加工时，均可使用，但需调节或调换个别夹具元件。

§ 1-2 设计专用夹具应注意经济效益

工业现代化要求花费最少的费用获得最高的生产率，这对于工装设计人员无疑是一个严肃的课题，它要求夹具设计者设计出的夹具应可靠、精确和具有经济效益。对于一道工序的生产是否要设计专用夹具，这由技术管理人员决定，但夹具设计人员应向管理人员提供有关资料，以便决策。这些资料是生产夹具的费用和使用夹具后可节约的生产费用，这两类费用之比与生产批量密切相关。当生产批量大时，后者往往多于前者，那么制造专用夹具将能收到经济效益，否则便是不经济的。

除此而外，夹具设计人员还应千方百计地减少夹具的设计制造费用，以最大限度地提高经济效益。设计时应该遵循的经济设计原则如下。

（1）结构简单 夹具结构复杂往往只能增加夹具的生产成本，而丝毫无助于保证夹具的精度与质量，所以在保证工件精度与生产率的前提下，夹具结构应尽可能简单。

（2）使用标准夹具元件 使用标准夹具元件将有效地节约夹具制造成本，并保证夹具质量。

（3）减少夹具元件的热处理与精加工工序 夹具元件除配合面、耐磨面需要进行热处理与精加工（磨削）外，其它非配合面以及与保证夹具精度无关的元件与表面，均不应进行这些工序，以减少生产费用。

（4）合理选取夹具的公差与配合 夹具的公差通常取工件公差的 $1/5 \sim 1/3$ ，少数可取 $1/10 \sim 1/2$ ，工件公差大者取下限，工件公差小者取上限，不必要地缩小夹具的制造公差，只会造成浪费。

（5）简化设计图纸 绘图工作量的大小直接影响夹具的设计费用，所以夹具图纸上应省略不必要的投影与说明，用符号代替文字说明，用样板绘图。当然，减少设计费用的根本途径是利用计算机辅助设计，但这一方法目前尚在初级阶段，还未广泛使用。

§ 1-3 设计专用夹具的依据和主要原则

一、设计专用夹具的依据

夹具设计人员在接受夹具设计任务书之后，应对如下各项进行研究与准备，作为设计夹具的依据。

（1）研究被加工工件的工序图与工艺规程，着重了解本工序的工序尺寸、精度要求、工件的材料、状态和生产批量。

（2）研究本工序的定位基准以及该基准与原始基准的关系。

- (3)使用该夹具的机床的规格与状况。
- (4)夹具制造车间的技术水平。
- (5)检索类似夹具的有关资料。

二、设计专用夹具的主要原则

从确定夹具的结构方案到元件设计、材料选择都必须遵循有经济效益的原则,使设计制造出来的夹具具有高的质量、高的效率和低的成本,从而保证产品的高质量,促进航空及精密仪表工业的发展,加速实现四个现代化。

在具体设计工作中,应该做到下列几点。

1. 保证工件被加工表面的相对位置精度在规定范围内。从质量第一的观点出发,正确地选择工件的定位方法和夹紧机构,正确地进行各种元件的设计,并使夹具具有足够的强度与刚度,从而保证工件的位置精度要求。

2. 根据生产规模和工序特点,设计相应的夹紧机构,尽量做到快速装卸,缩短辅助时间。必要时应用机械化自动化程度较高的装置。

3. 设身处地为工人着想,保证安全可靠,操作和维护方便。具体应注意如下各点:

- (1)工件装卸容易;
- (2)手柄位置得当,使用方便;
- (3)切屑的排除与清理方便;
- (4)夹具在机床上安装与调整容易;
- (5)没有容易失落的松散元件;
- (6)使用安全,操作省力。

4. 如§1-2所述,夹具结构应力求简单,制造容易,尽量多采用标准件,以缩短夹具的设计制造周期,降低生产成本。

第二章 工件的定位原理、定位方法和定位件设计

§ 2-1 工件的定位原理

一、工件在空间的自由度

一个刚体当在空间处于自由状态时，它具有六个自由度。如果在空间建立一直角坐标系，这六个自由度就是沿三个相互垂直的坐标轴的移动和绕此三轴的转动。当工件（假定它是刚体）的六个自由度未加限制时，它在空间的位置是不确定的。要使工件的位置按照一定的要求（工序的位置精度要求）确定下来，就必须将它的某些或全部自由度加以限制。所谓工件在夹具上定位，就是指工件在夹具上的位置按照一定的要求确定下来，将必须限制的自由度一一予以限制。

二、六点定位原理

工件的六个自由度如果都加以限制了，工件在空间的位置就完全被确定下来。那么究竟怎样来限制呢？通常用按一定规律分布在三个相互垂直平面的六个支承点或相当于支承点的定位件与工件紧密贴合，以限制工件在空间的六个自由度，这种方法我们称作“六点定位”。为了进一步说明“六点定位”的道理，我们用一个长方体定位的例子来进行分析。

如图 2-1a 所示，如果在这长方体的底部有三个支承点与其接触，那么便限制了长方体沿 Z 轴的移动和绕 X 轴与 Y 轴的转动。在其侧面若有两个支承点与其接触，则限制了它沿 X 轴的移动和绕 Z 轴的转动。若在端面再有一点与其接触，那么长方体的最后一个自由度，即沿 Y 轴的移动也被限制了。如果将坐标轴移到夹具上，即上述例子中，长方体是被加工工件，其支承点是夹具上的支承销钉（如图 2-1b 所示），那么被加工工件相对于夹具上的位置也就完全被限制了，亦即工件在夹具中已完全定位。

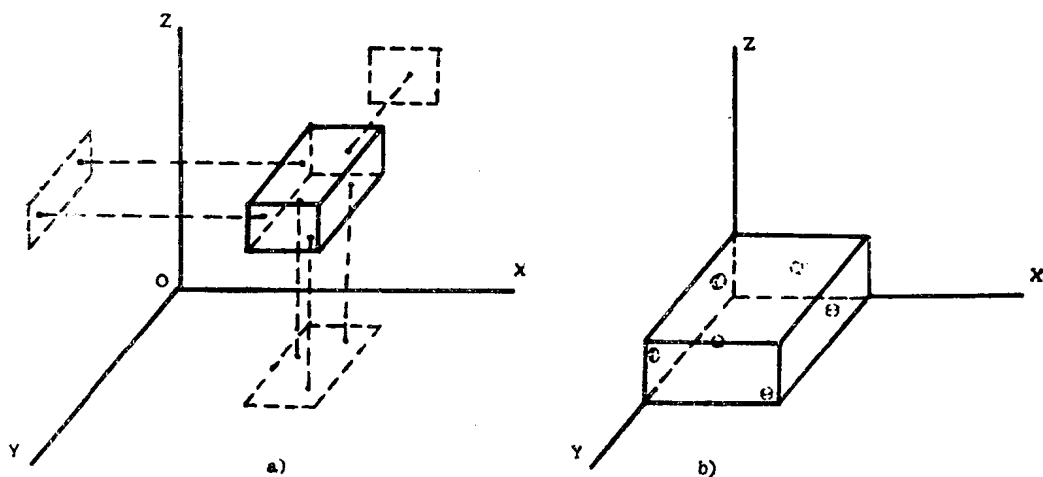


图 2-1 六点定位图

需要强调的是，用支承点或相当于支承点的定位件去限制工件在空间的自由度时，定位支承点必须与工件定位基准始终保持紧密贴合，不得脱离，否则支承点就失去了限制自由度的作用。此外，在分析支承点起定位作用时，不应考虑力的影响，因为我们说工件在某个方向上的自由度被限制，是指工件在该方向上有了确定的位置，并不是指工件在受到使它脱离支承点的外力时也不运动，使工件在外力作用下也不运动的是夹紧的结果，定位和夹紧是两个概念，不要混淆。

工件在夹具上定位是否都必须是完全定位，或者说都必须限制六个自由度？这就不一定了。具体需要限制哪几个自由度，要根据工序图中原始尺寸的要求。因为我们在这里谈论的加工是定距切削，刀具或工作台送进至规定位置就停止。这样，在哪个方向上有原始尺寸，就必须限制与此尺寸方向有关的自由度，否则用定距切削就不能得到工序所要求的原始尺寸。看一看图 2-2，问题就很容易明白了。图 2-2a 在工件上铣一槽，在 OX ， OY ， OZ 三个方向上均有原始尺寸 (x, y, z)，所以必须将全部自由度加以限制，否则将不能保证全部原始尺寸。图 2-2b 在 OY 方向上没有原始尺寸要求，因此沿这个方向移动的自由度可以不加限制，工件只要限制五个自由度就够了。图 2-2c 只有 OZ 方向上有原始尺寸，但要保证此尺寸必须限制三个自由度，即沿 Z 轴的移动和绕 X 轴、 Y 轴的转动。

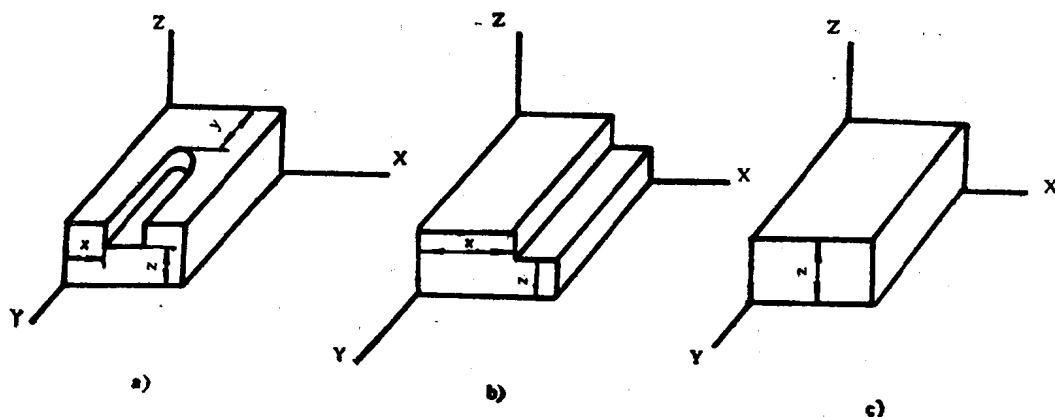


图 2-2 原始尺寸决定应限制的自由度数

图 2-3 是加工陀螺框架用的镗床夹具。被加工表面为框架的一对镶配轴和一对螺纹孔，原始尺寸有：镶配轴中心与框架侧面间的距离尺寸 $40_{-0.1}^0$ 毫米；螺纹孔中心与框架侧面间的距离尺寸 32.5 ± 0.02 毫米；轴与孔中心的高度尺寸 10 ± 0.2 毫米（图上未注），以及两镶配轴的同轴度允差 0.01 毫米，两螺纹孔的同轴度允差 0.02 毫米，轴和孔的轴线垂直度允差 0.05 毫米。所以它在三个方向上都有原始尺寸，必须限制六个自由度才能定距切削。框架在夹具上的定位很典型地应用了六点定位原理。如图所示，三个平面支承销钉将框架进行平面定位，限制框架沿 Z 轴移动和绕 X 轴与 Y 轴转动；侧面两个支承销钉限制框架沿 X 轴移动和绕 Z 轴的转动；活动挡板（代替一个支承点）则限制框架沿 Y 轴的移动。这样，框架在夹具中的位置就完全被确定了。

如上所述，我们看到工件定位时自由度的限制最多是六个，但也可以少于六个。除磨滚

球等特殊工序外，一般不少于三个。在确定必须限制的自由度数时，应先研究工序的要求及定位基准的分布情况，明确原始尺寸的数目和方向。

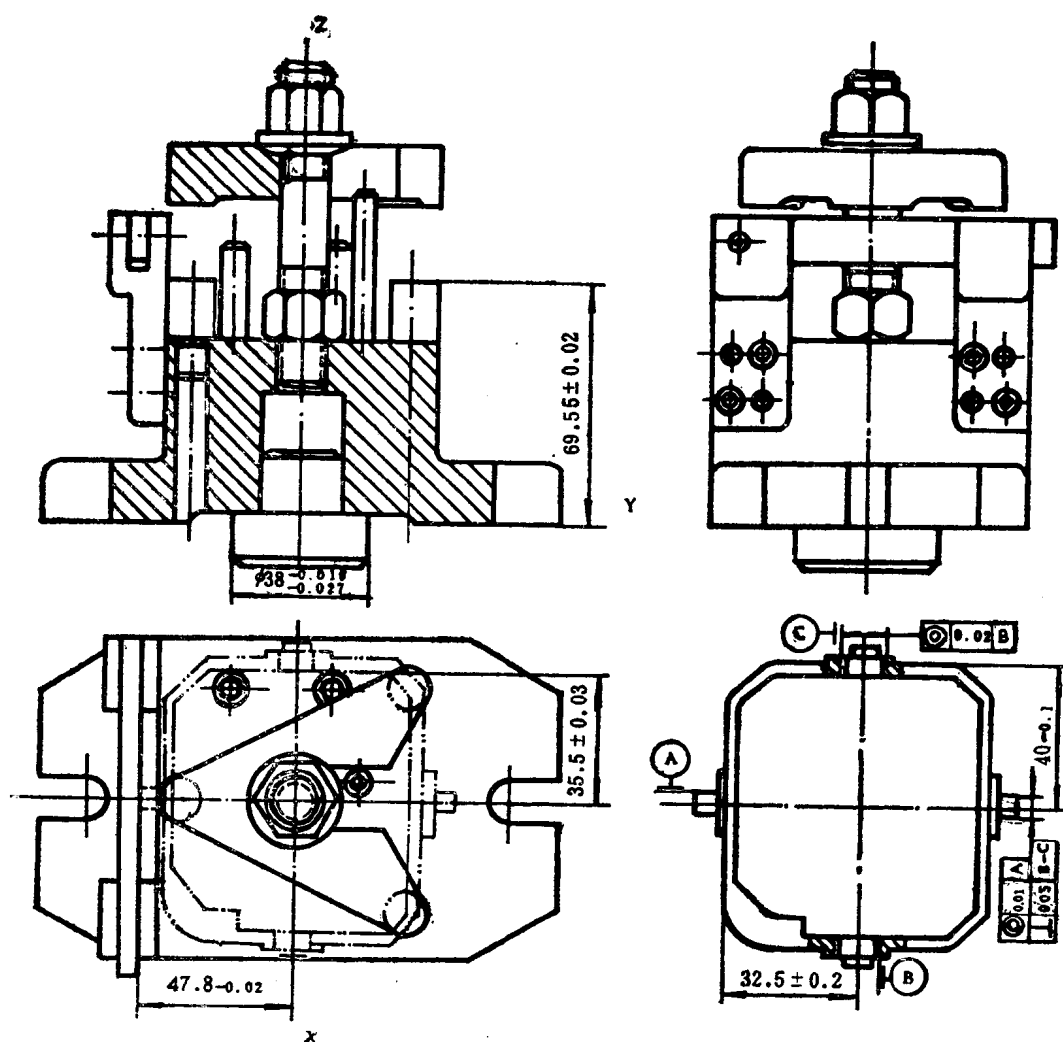


图 2-3 加工陀螺框架用的镗床夹具

三、过定位

根据原始尺寸要求，合理地确定必须限制的自由度，才能保证工件在夹具上的正确定位，而每个自由度都是用相应的定位件（支承点）给予限制的。如果某个自由度被限制了两次或两次以上，我们把它称作重复定位或过定位。

对于过定位应从两个方面来进行分析。

1. 一般情况下，应该避免使用过定位

通常，过定位的结果将使工件的定位精度受到影响，定位不确定和使工件（或定位件）产生变形。所以在一般情况下，过定位是应该避免的。下面通过两个例子来说明这个问题。

图 2-4 所示，工件为一衬套，需加工一端面，保持尺寸 C 。如果同时采用 “A、B”

两个端面作为定位基准，则沿尺寸 C 方向的移动自由度被限制了两次，即过定位了。由于一批工件中，各工件的端面“ A ”与“ B ”之间的距离不可能完全一样，势必某些工件会产生图2-4b的情况，这就直接影响了尺寸 C 的精度。若仅以端面“ B ”为定位基准（如图2-4c所示），不使端面“ A ”与定位件接触，则避免了过定位。

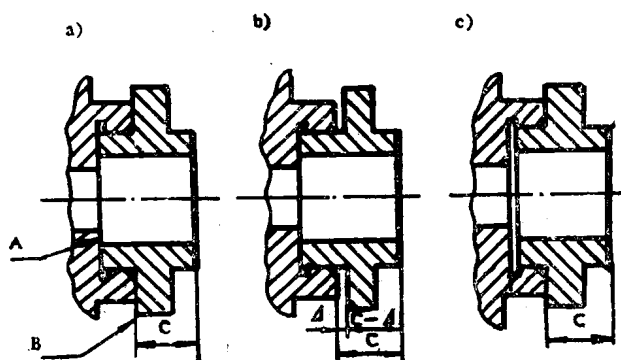


图 2-4 过定位示例一

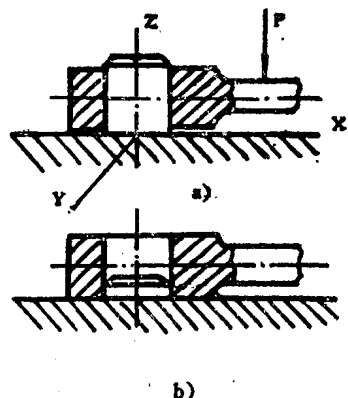


图 2-5 过定位示例二

图2-5是连杆加工时的定位情况。连杆以内孔和端面作定位基准。图2-5a是用长圆柱销和平板作定位件，工件绕 X, Y 轴转动的自由度被重复限制了，在这种情况下，如果工件的圆孔和端面不垂直，在夹紧力 P 的作用下，连杆就会产生变形，或者使夹具上的定位销歪斜。如果改用短圆柱销定位（图2-5b），由于定位件与定位基准的接触面缩短，则可避免重复定位。

过定位造成的不良后果决定于定位基准与定位表面的误差大小，误差越大，造成的不良后果越严重。因此在必须使用过定位时，应采取一定的工艺措施以减小这些误差。

2. 过定位亦可合理应用

虽然工件在夹具中定位，通常要避免产生“过定位”，但是在某些条件下，合理地采用“过定位”，反而可以获得良好的效果。这对于刚性弱而精度要求高的航空、仪表类工件更为显著。下面将用一些实例来分别说明其应用特性。

(1) 为增强刚性并使定位稳定、可靠的“过定位”

工件本身刚性和支承刚性的加强，是提高加工质量和生产率的有效措施，生产中常有应用。大家都熟知车削长轴时的安装情况：长轴工件的一端装入三爪卡盘中，另一端用尾顶尖支撑。这就是个“过定位”的定位方式。只要事先能对工件上诸定位基准和机床（夹具）有关的形位误差从严控制，过定位的弊病就可免除。由于工件的支承刚性得以加强，尾架的扶持有助于实现稳定、可靠的定位，所以工件安装方便、加工质量和效率也大为提高。类似这种常见的实例较多，无需赘述。

(2) 为减小切削变形或振动而采用的“过定位”

对于刚性较差的工件，为了减小切削加工中的变形和振动，通常都是采用设置辅助支承的办法。由于工件和工序特点的不同，当夹具结构上不便安置辅助支承时，也可选用几组表面（几个圆柱面或几个平面等）同时用来做定位基准（它们之间的位置精度应较好），夹具的定位件则与之相适应，这么一来，就构成了“过定位”的定位方式。其实例如图2-6所示，

工件是以两外圆面 D_1 、 D_2 和大端面为基准在夹具中定位，夹具中与 D_1 、 D_2 相对应的定位面是按 G_6 的公差制作。在对应于 D_2 的定位件上，还可以开出几条纵向槽而构成弹性体，当工件在车削加工时，它会有减振的作用。

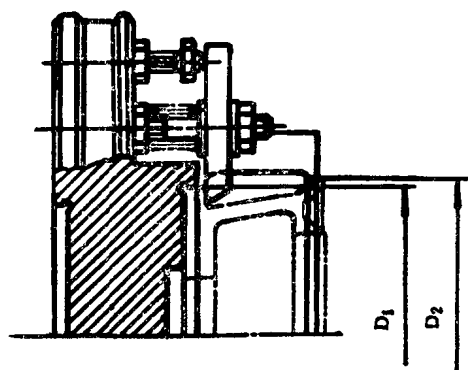


图 2-6 带有弹性定位环的过定位

图 2-7 所示为铣切某内缘板用的“过定位”实例。其中左图是周边铣切的工序简图，工件的定位基准是 A、B、C 三个端面和 $\phi 284^{+0.052}_{-0.025}$ (H7) 及 $\phi 314^{+0.052}_{-0.025}$ (H7) 两个内圆柱表面。右图是工件在夹具上的定位情况，所示尺寸是定位件的相应尺寸。从图示的尺寸关系可知，这三个定位平面所能起到定位

作用的概率是相同的。由于工件本身的刚性较差，如果夹紧力选取得当，可以使两个平面（甚至三个平面）都与夹具定位面接触。这么一来，工件虽有少量夹压变形，但由于支撑面的增多而加强了刚性，加工质量却随之大为改善。如果这三个基准平面中，尚有某一平面未与定位面接触，所留间隙也必然较小，它也有限制切削变形和抑制振荡的作用。同样，两个圆柱表面处的定位，亦有与上述类似的作用。这种“过定位”适宜于工件刚性差、被加工部位振动大，而夹具结构上却不便安置辅助支承时使用。它能使夹具结构简化，安装的辅助工时减少，加工效率提高。但对于工件各定位基准及夹具各定位件的尺寸、形状和位置精度应提出较高要求，以便更好地避免过定位弊病的出现。

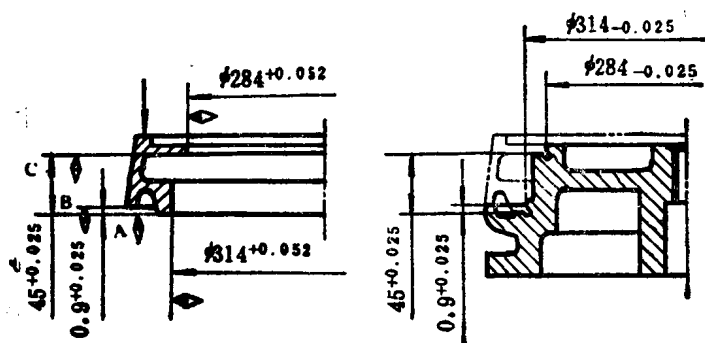


图 2-7 铣削夹具上用的“过定位”

(3) 为提高定位精度的“过定位”

工件以许多圆孔作定位基准在夹具相应的销（轴）上实现定位，简称多孔定位。这是充分发挥“过定位”长处的高效定位方法。用作定位基准的许多孔，无论是按同轴线排列，还是沿同心圆分布或按坐标关系布置，都可以准确而方便地对工件实现定位。

图 2-8 上示出了几种多孔定位的实例，其中图 a 是工件用底面和在同轴线上排列的三个内圆表面作定位基准，在夹具端面和相应的台阶定位轴上实现定位，以限制工件五个自由度。图 b 的工件是以底平面和其上均布的九个 $\phi 6^{+0.023}_{-0.012}$ 及一个 $\phi 7^{+0.1}_{-0.05}$ 孔作定位基准的情况，夹具对其定位是采用一个大端面和相应的几个短圆柱销（九个 $\phi 6^{-0.012}_{-0.008}$ 和一个 $\phi 7^{-0.05}_{-0.018}$ ），

这个组合定位限制了工件的六个自由度。图 c 所示的工件是用两组垂直布置的孔作定位基准。夹具的定位件是一个 $\phi 20_{-0.020}^{+0.020}$ 长轴和两个可轴向移动的定位轴 $\phi 18_{-0.015}^{+0.015}$ ，定位轴的轴线也应要求其垂直相交，偏移要小于 0.05 毫米。图 d 所示的工件是用底面和三个按坐标尺寸布置的 A_1 、 A_2 、 A_3 孔作定位基准的例子。夹具定位端面上的三个短圆柱销也得按相应的坐标布置，以限制工件六个自由度。

多孔定位法能够提高定位精度的道理，可以从图 2-8a 中看出。当工件以三个孔作基准装到具有三个台阶圆的定位轴上后，由于它们的尺寸公差和不同轴度等的存在，这三处实际出现的配合间隙必然各有不同。在这三处之中，必有一处的实际配合间隙为最小，它将对定位起决定性的作用（其余过大的间隙将不会影响定位）。这当然要比仅用一个基准孔（轴）好得多。这种具有一定概率特性的综合效应，就是多孔定位能获得高定位精度的根据。这种定位法在航空发动机机匣、环形件以及精密仪表类工件的加工工序中获得了很有成效的应用，其定位精度高、刚性好、夹具制造较容易、使用也很方便。

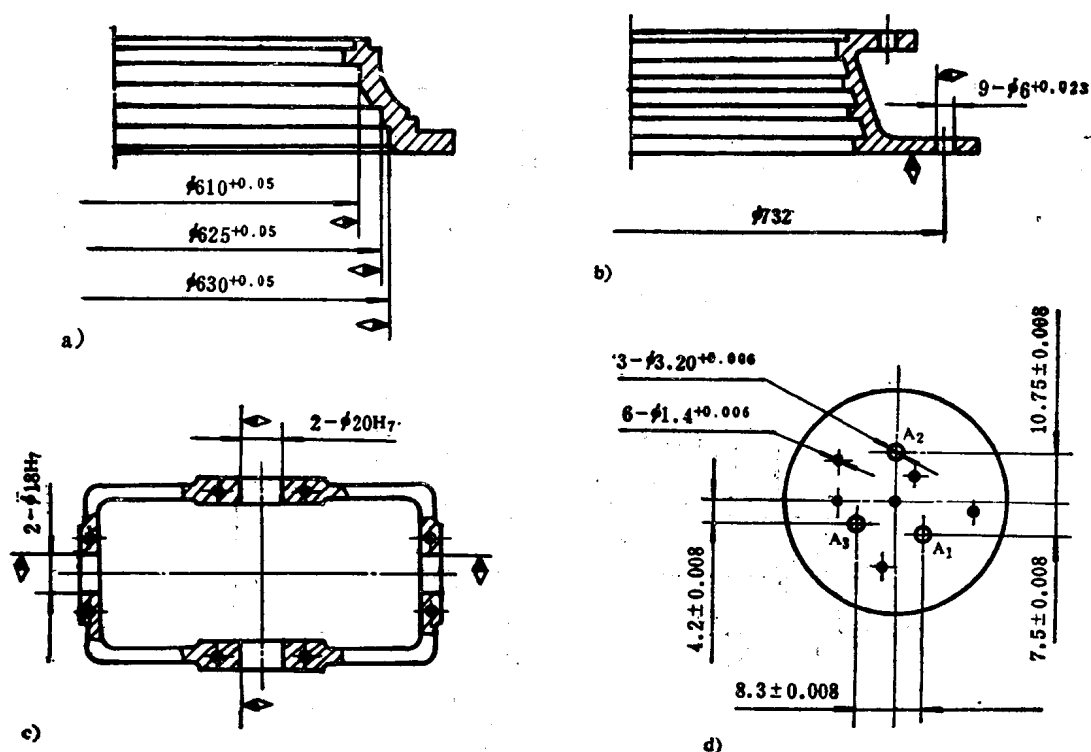


图 2-8 多孔定位的应用实例

(4) 工件以复杂型面为基准的“过定位”

这种定位法适用于少余量或无余量型面为基准的定位。夹具上的定位件无论是采用多个支承钉（如图 2-9 所示，型面无余量的叶片是用七个支承钉定位后，用低熔合金包容起来，借以增强叶身刚性，并造就附加的定位基准，以便于在后续工序中加工榫头），还是采用几个相应的型面定位件（如图 2-10 所示，夹具上具有与叶片的叶背型面和端部型面相吻合的两个型面定位件，此外，还使用着两个可移动的 V 形块作组合定位），其过定位现象都是明显的。只要对于定位件的尺寸、形状和位置精度控制得合适，不但可以避免过定位的弊