

技術知識叢書

工艺基准面的選擇

沈 瓏 刘堂偉 編



科學技術出版社

內 容 提 要

本書首先对基准面作了概括地叙述,然后对六点定位規律、工件如何定位、工艺基准面的选择方法等問題加以說明。

本書是上海科普协会机械学組委员会的講演稿,解釋通俗易懂,举例很多,极适宜机械制造工厂的技术員及技术工人閱讀,亦可供学习机械制造专业的学生参考。

工 艺 基 准 面 的 选 擇

編 者 沈 瓏 刘堂煒

*

科 学 技 術 出 版 社 出 版

(上海南京西路 2004 号)

上海市書刊出版业营业許可証出 079 号

科學出版社上海印刷廠 新华書店上海发行所总經售

*

开本 787×1092 耗 1/32·印張 1 1/16·字數 24,000

1958 年 8 月第 1 版

1958 年 8 月第 1 次印刷·印數 1—4,000

統一書号 15119·817

定 价 : (9) 0.14 元

目 录

一	基准面的分类和定义.....	1
二	六点定位规律.....	5
三	工件定位举例.....	14
四	工艺基准面的选择方法.....	20

一 基准面的分类和定义

基准面简称基面，它从产品设计开始一直到装配为止，都必须注意并予以正确地选择。一般来说，基准面可以分成四类，如图1所示，它们之间是相互有关系的。

设计基准面是工件上的一个表面或者一条中心线，它被用来设计零件结构上的其他面、线和点的位置。图2曲轴中的OO轴线，是设计曲轴用的基准线，各轴线之间的距离，是由计算求得。

工艺基准面是在工件上选择出来的一个或者一组表面，当工件在机床上进行加工的时候，它被用来确定工件加工表面与

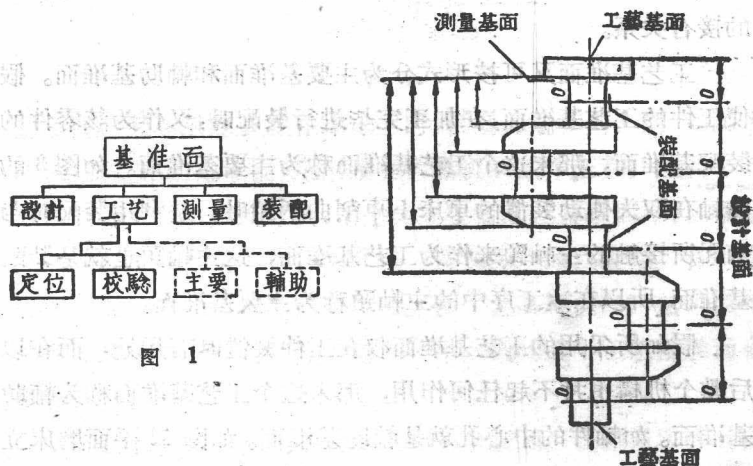


图 1

图 2

切削刀具的位置,或者工件与切削刀具运动的相对位置。图2曲轴主軸頸兩端的中心孔,就是在車床上加工主軸頸時的工艺基准面。正确地选择工艺基准面,能使产品在机械加工过程中减少误差,能使工件很经济地达到要求的精度,是机械加工过程中很重要的一环。

工艺基准面根据它使用情况的不同,可以分为定位基准面和校驗基准面。

所謂定位基准面,就是工件用这个表面直接裝置在机床上或者夾具里时,使这工件对刀具运动所需位置的确定,可以不需进行調整或校驗就能达到。

但是当工件裝在机床上需要按照划綫或者其他表面来校驗裝置的正确与否,这个划綫綫痕和用作校驗的其他表面就称为校驗基准面。在制定工艺基准面时,原則上應該尽最大可能采用定位基准面,这样能使工件的裝置工作非常方便,不必經過任何校驗手續,就能使工件的其他表面在加工过程中获得所需要的接合关系。

工艺基准面又可按形式分为主要基准面和輔助基准面。假使工件的工艺基准面,在加工完毕进行裝配时,又作为該零件的裝配基准面,那末这个工艺基准面称为主要基准面。如图3的曲軸在双头傳动裝置的車床上車削曲柄銷时,是利用裝配时与軸瓦所接触的主軸頸来作为工艺基准面,这主軸頸也就是裝配基准面,所以在这工序中的主軸頸称为主要基准面。

假如所采用的工艺基准面仅在工件裝置时有用处,而在以后整个機構中并不起任何作用,那末这个工艺基准面称为輔助基准面。如軸件的中心孔就是輔助基准面。如图42平面磨床立柱的两个搭子是特地增添出来作工艺基准面的,因此也是輔助

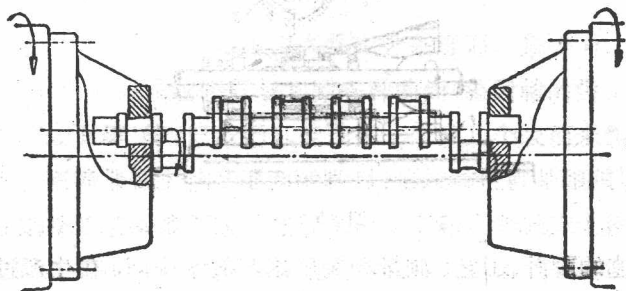


图 3

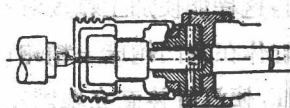


图 4

基准面。又如活塞裝置在車床上時，活塞底端和內凸肩(如图 4 所示)就是輔助基準面；从活塞在內燃機的工作來看，這兩個面是不需要精確的尺寸的，但是為了要做工藝基準面，所以活塞凸肩的加工公差定為 2 級到 3 級。再如图 5 的汽缸體，在臥式鏜床上加工汽缸孔時是用側平面當作工藝基準面的，這個側平面在裝配時與汽缸孔的位置毫無關係，因此這個工藝基準面也就是輔助基準面。

所謂測量基準面也是零件上的一個表面，在測量零件各部分尺寸時，用它做基準面來測量從它到其他表面的尺寸。如图

2 所示的法蘭內平面，就是測量曲軸在縱長方面各部分尺寸時的測量基準面。

裝配基準面也是零件上的一個或一組表面，它在裝置時確定這個零件在產品機構中的位置。

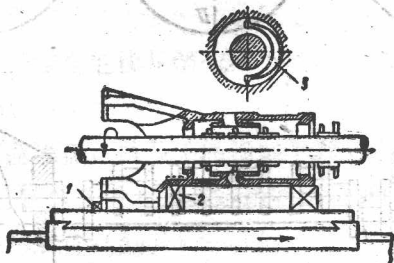


图 5

上述的設計、工藝、測量和裝配這四類基準面，在生產過程中，時常會有重複使用同一個表面的可能；這種重複的情況也是我們所希望的，因為這樣能使加工精度避免因基準面更換而發生的影響。例如汽缸體在龍門鉋床上精鉋頂平面時，是採用底平面作為定位基準面，使汽缸體直立地固定在鉋床的台面上，這個底平面確定了加工表面與鉋刀在台面行程中的位置；在設計中，設計者也是根據這個底平面來確定汽缸體在高度上的各個尺寸；在檢驗時，檢驗員也是把底平面放置在檢驗平台上來測量汽缸體在高度上的尺寸；最後，在裝配發動機時，也用這底平面做裝配基準面來確定汽缸體在高度上的各部分位置。這種重複使用同一表面做每一個過程中基準面的情況，能減少計算、測量、裝置和裝配中所可能產生的誤差。因此，在可能範圍下，就應該從這角度來選擇工藝基準面。詳細情況在“工藝基準面的選擇方法”一節中說明。

二 六点定位規律

工件上任何表面都可以选作工艺基准面，象平面、外圆柱面、孔的内表面或端面以及其他各种曲面(象齿轮的齿部和螺栓的螺纹表面等)等，但我们只能选择一个或几个表面来作工艺基准面。正确选择工艺基准面的数目、形状和位置是很重要的，也是在選擇工艺基准面时首先要解决的问题。我们应当使工艺基准面能保证工件对切削刀具运动的轨迹有足够正确的而且是静止和不变形的装置，这是选择工艺基准面的一个主要原则。因此，如何选择工艺基准面和确定工艺基准面的数目及位置，与工件装置时的自由度的数目有密切的关系。

从力学上证明：任何一个自由刚体都具有六个自由度，这是刚体平衡的条件。所谓六个自由度，是指刚体在任何三个相互垂直的轴上，沿轴方向作直线运动（图6中沿着X、Y、Z轴方向的直线运动）的三个自由度和绕着相互垂直轴作旋转运动（绕X、Y、Z轴的旋转运动）的另外三个自由度。工件的每一个自由度，都可以用在夹具、辅助工具或机床台面上的每一个固定支承点来约束，也就是每一个固定支承点约束刚体

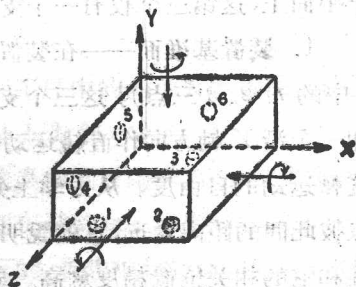


图 6

一个自由度。六个自由度如要全部約束的話，就需要有六个支承点来把它控制，如果少了一个支承点，就說明有一个自由度沒有被約束住；但若所布置的支承点超过六个，將造成支承点間的相互干涉，反而会使工件成为不靜止和发生变形的現象。这个規律就是“六点定位規律”。

为了使六个支承点能很好地約束工件的六个自由度，这六个固定支承点的分布安排，就要求能占据工件上三个表面。至于每一个表面上究竟安排几个支承点，應該根据工件表面的形狀和尺寸来决定。

(一)象图 6 所示一般的六面体工件：它是由許多相交的平面所組成，在这种六面体工件中，六个固定支承点在三个相互垂直的平面上分布的情况應該是这样的：有三个支承点分布在一个平面上，这个平面叫裝置基准面；另有两个支承点分布在另一个平面上，那个平面叫导向基准面；最后一个支承点分布在第三个平面上，这第三个仅有一个支承点的表面叫支承基准面。

1. 裝置基准面——在裝置基准面上分布着三个支承点(图 6 中的 1、2、3 三点)，这三个支承点約束了工件的三个自由度，即一个沿 Y 軸方向作直綫运动的自由度和两个繞 X 及 Z 軸作旋轉运动的自由度。从力学上知道：若固定剛体用的三个支承点彼此間的距离愈远，也就說明它的裝置基准面愈大，它的稳定性和它的相关位置精度愈高。象照相机用的三脚架即为一例，如果三个脚撑得愈开，則照相架就愈穩，因而愈能保持它的相关位置的精度。因此，在选择工艺裝置基准面时，應該选择輪廓尺寸最大的表面。

象图 7 中的工件，在它的技术条件上規定必須保証孔的中心綫对平面甲甲的平行誤差要求最小。从图中看出如果裝置誤

差 h 是一个定数，那末在轮廓尺寸最大的表面作工艺装置基准面时，即可达到孔中心綫位置的最大精度。图 7 中的三个情况，說明孔的中心綫对平面甲甲的誤差角在三个不同的装置基准面时是不同的，它們各为 β_1 、 β_2 、 β_3 。当最大的甲甲面作为装置基准面时，誤差角 β_1 最小；而若采用最小的丙丙面作为装置基准面时，誤差角 β_3 就最大。孔中心綫对甲甲面的平行度誤差在图 7 中可以看出：图 7 (a) 大于图 7 (b)，而图 7 (b) 又大于图 7 (c)。

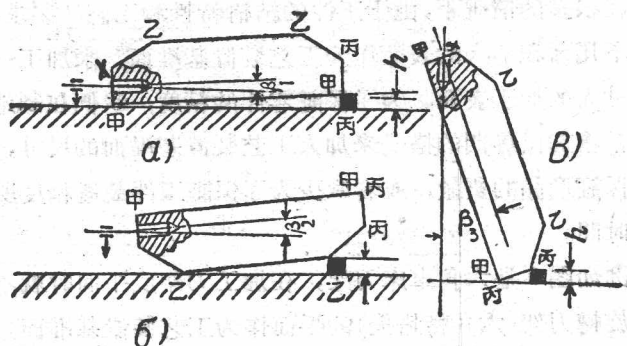


图 7

图 8 所示系蒸汽机支柱銑削工序中的两个装置方法。法蘭面的尺寸和导轨面尺寸的比例是 $1/3$ ，即 $a:b=1:3$ 。

如果把已加工过的下端法蘭当作装置基准面来銑削导轨面，假定装置誤差为 0.1 公厘，則在导轨面上所得到的偏差要等于 0.3 公厘，如图 8a 所示。相反的，若先加导轨面，并用这导轨面作为装置基准面，如图 8b 所示，那末在同样的装置誤差 0.1 公厘时，在法蘭面上所得到的偏差將为 0.03 公厘。所以將这蒸汽机支柱在机座上进行装配时，导轨面的傾斜將不是 0.3 公厘，而是 0.1 公厘。这种情况也說明了装置基准面愈大，它相关位置的精度就愈高。

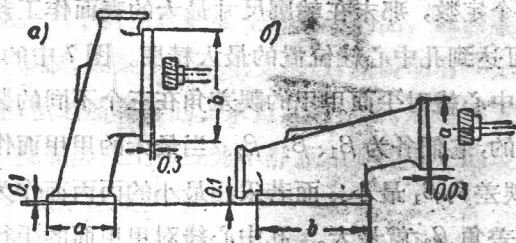


图 8

在很多的情况下,由于工件的结构特性和工艺的要求,往往不得不用面积不大的表面作为工艺装置基准面,来加工一个比它尺寸大的加工表面。为了保证零件的精度,我们在制造过程中常常增加出专门的搭子来加大工艺装置基准面的尺寸,这样才能保证产品的质量,或者减少为了保证工件装置精度所需的辅助时间。

例如如图 9 是六角车床刀架,在加工刀架底平面时就不得不用装旋转刀架(六角转塔头)的平面作为工艺装置基准面;这一个平面的轮廓尺寸比加工表面(刀架底平面也就是装配时的装配基准面)小得多。加工时对装置基准面有三种处理的方式:

(1)如图 9 a)所示,工艺装置基准面面积轮廓小,工件上需要加工的表面的一部分是伸在装置基准面外;这种现象会使工件在加工过程中由于切削抗力的影响而产生弹性变形,增加工件加工表面的形状和位置误差。

(2)为了消除上述缺点,可以利用调整支承来增大装置基准面的面积,也就是说加大三个支承点间的距离,如图 9 b)所示,在甲处加上调整支承点(千斤顶)。这样虽比任其悬伸在外面的加工方法有了改进,但是由于调整支承时需要很多辅助时间,而且这种支承点调整得不正确(在工人的熟练程度不够时经常会

发生), 也会使工件的装置誤差增大。

(3) 因此, 在悬伸部分制造了专门凸出的固定搭子, 如图9e) 乙处所示, 用以增大三个支承点间的距离, 也就是增大工艺装置基准面的面积。这样, 既保证了加工的质量, 又缩短了调整装置的辅助时间。

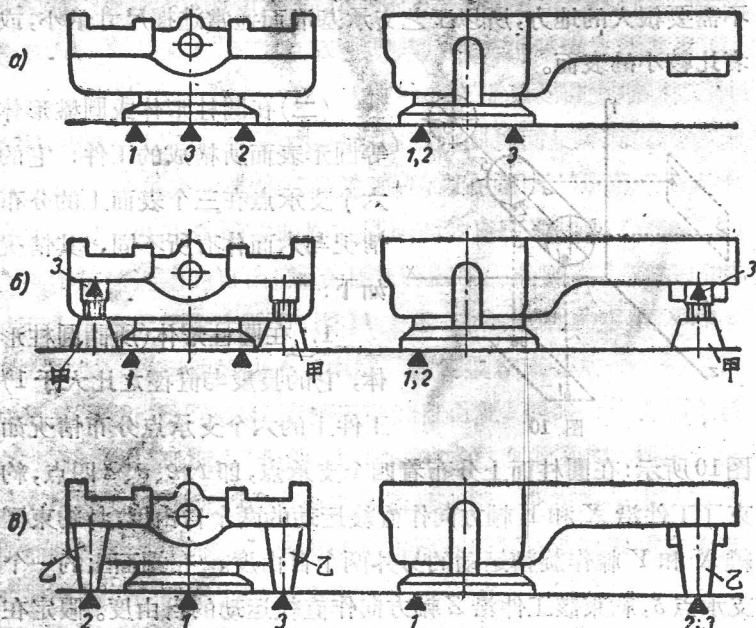


图 9

2. 导向基准面——在导向基准面分布着两个支承点(图6中的4、5两点); 这两个支承点用来约束工件的两个自由度, 一个是沿 X 轴方向直线运动的自由度, 另一个是绕着 Y 轴旋转的自由度。由于在这表面上所排列的两个支承点, 经常可以在这两点间作出一条直线来确定工件的相对方向, 因而叫它导向基准面。为了提高工件方向的精度, 必须增大两支承点间的距离,

也就是說，應該選擇最長的表面作為工藝導向基準面。

3. 支承基準面——在支承基準面上僅分布一個支承點（圖6中的6），這一個支承點約束了工件上六個自由度中的最後一個沿 Z 軸方向直線運動的自由度。在這個平面上僅有一個支承點，因而叫它支承基準面。放置一個支承點所需的面積，顯然不需要很大的地方，所以工藝支承基準面通常選擇尺寸最小，或者比較小的表面。

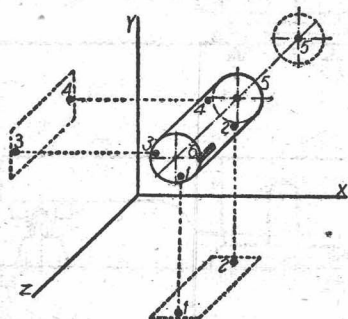


圖 10

（二）在圓柱形体或圓盤形体等圓形表面所構成的工件：它的六個支承點在三個表面上的分布情況與六面體有所不同，其情況如下：

1. 在圓柱形体（所謂圓柱形体，它的長度與直徑之比大於1）工件上的六個支承點分布情況如

圖10所示：在圓柱面上分布着四個支承點，即1、2、3、4四點，約束了工件沿 X 和 Y 軸方向作直線運動的兩個自由度，並約束了繞 X 和 Y 軸作旋轉運動的另外兩個自由度。在端面上的一個支承點5，約束該工件沿 Z 軸方向作直線運動的自由度。假定在裝置工件時，允許工件繞它自己軸心（平行於 Z 軸）旋轉任何角度，如車削圓柱面，或在圓柱面的任意圓周位置上鉗孔或銑槽等加工工作，那末第六個自由度就可以不必加以約束。如果在圓柱面上鉗孔或銑槽等加工工作中，要求與已加工完畢的鍵槽或孔位等在周圍上保持一定的角度位置時，則最後一個自由度可以用第六個支承點布置在已有鍵槽側面上（圖10上的6）或已有孔位中加以約束，也就是使軸繞本身軸心旋轉的可能也被限制。

在这样的分布情况下，圆柱面就叫做双重导向基准面，因为这四个支承点不是在一个平面内而是在两个平面内确定圆柱体的位置。因此若采用双重导向基准面来检查轴的位置时，就必须在两个相互垂直的平面内进行；而且在这双重导向基准面内，要求1、3两点与2、4两点的距离愈长愈好，使工件方向上的精度减少误差。支承点5所在端面和支承点6所在的键槽侧面，因为各具有一个支承点，所以这两个工艺基准面都叫做支承基准面。

2. 在圆盘形体工件上支承点的分布情况与圆柱形体工件不同，因为圆盘形体的圆柱面短（圆盘的圆柱面长度与直径之比小于1）。工件上最大的面是端面，所以在端面上分布三个支承点来约束一个沿Z轴方向作直线运动的自由度和两个绕X和Y轴作旋转运动的自由度，如图11上的1、2、3点。在短的圆柱面上分布着两个支承点（图11上的4、5），分别约束沿X和Y轴方向作直线运动的两个自由度。假定约束最后一个绕它自身轴心（平行于Z轴）作旋转运动的自由度，则将一个支承点放在已有的键槽侧面上（如图11上的6）或已有的孔内。按照上述三个工艺基准面所约束自由度的数目来看，分布三个支承点的端面称为装置基准面，分布两个支承点的圆柱面叫双重支承基准面或叫定心基准面（因为它确定工件的圆心位置，也就是确定工件的两个直线方向的位置），而键槽侧面叫它支承基准面。

上述两种圆形表面工件定位点的分布情况，我们可以用实际工作中的例子来加以说

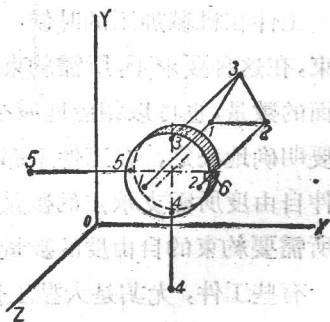


图 11

明。例如加工发动机活塞等相似工件时的第一道工序，经常是用三脚轧头来夹住外圆加工的(图 12)。假定轧头脚很短，那末工件的定位便不稳定，相当于图 10 中 1、2 两点与 4、5 两点距离过短时，工件就很可能在切削过程中移动位置，这样加工出来的工件是不会正确的。如果把轧头脚放长，如图 12 中的虚线，工件定位将是很稳定的；也就是加长双重导向基准面上支承点在长度内的距离。又象加工圆盘形体工件的过程中，如图 13 所示，当我们夹住外圆来加工其他表面的时候，应该把工件的后端面靠紧在轧头脚的平面上，否则工件的装夹不是稳定的。轧头脚仅约束了圆盘体的两个自由度，所以若工件端面不靠紧在轧头脚的平面上时，加工出来的端面和内孔将与外圆及后端面在平行度、垂直度和同心度上的误差增加。

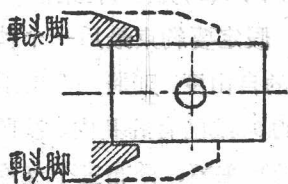


图 12

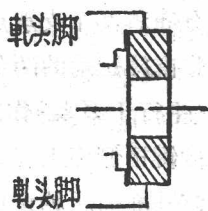


图 13

工件在机械加工的时候，可能留一个或几个自由度不加以约束，在这种要求下，所需约束这工件自由度的支承点和工艺基准面的数量，也可以相应地减少。所以在决定工艺基准面时，必须要明确地决定，在工件上那些自由度是要限制的。但是约束工件自由度所需支承点的数量决不允许超过六个，也不允许超过所需要约束的自由度的数量。

有些工件，尤其是大型工件，如发动机的机座和汽缸体、机床的床身和立柱以及汽轮机的上下汽缸等在切削时，如果只用

三个支承点来固定,显然是不够的,往往不能保证工件在装置和固紧方面的必要刚性和加工时的必要稳定性。因此,若工件装置基准面准确度并不因使用了多余支承点而引起干涉,或造成定位的不正确和变形时,支承点的数目就应该大大地增加。在毛坯基准面的情况下,最好将工件装在三个固定支承点上,并以这三个支承点来确定基准面的位置,然后再加入和确定其他调整支承点。假定工件的装置面已经加工过了,那就可以用支承板条或直接装置在机床台面上和夹具中来代替三个支承点。不过需要注意:加工表面所要求的精度是和装置基准面(用支承板条代替支承点或者装置基准面直接接触机床台面和夹具定位面时)的精度有密切的关系,加工面的精度要求愈高,装置基准面的精度和光洁度要求也相应地提高;同时与此装置基准面相接触的机床台面或夹具定位面就需要更加光洁和精确。

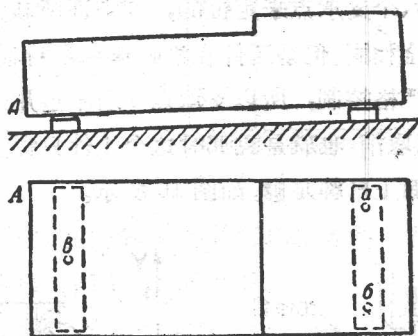


图 14

三 工件定位举例

决定工艺基准面时，必须结合工件形状，并先明确决定在工件上那些自由度是要予以约束的。下面一些例子是工件在机床上装置时各种不同的定位方法。

〔例 1〕 如图 15 所示，是工件在刨床上刨平面时的定位情况，刨床台面作为三个支承点，所以工件靠刨床台面的表面是工艺装置基准面，靠支承点 4、5 的表面是工艺导向基准面，而靠支承点 6 的表面叫工艺支承基准面。这样的装夹，说明这个工件在加工时是由六个支承点来定位的，与上面所谈六面体的固定支承点布置完全相同。但是工件在沿刨床床身行程方向的位置，一般并不要求严格控制，所以支承点 6 若不是用来抵抗切削力的话，那就可以取消；也就是说那时这个工件只需要五个支承点分布在两个平面上已经足够，如图 16 所示。

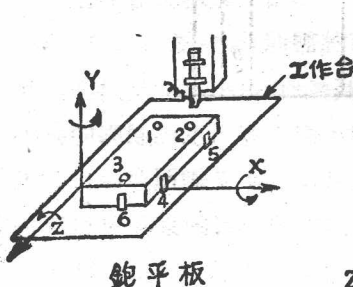


图 15

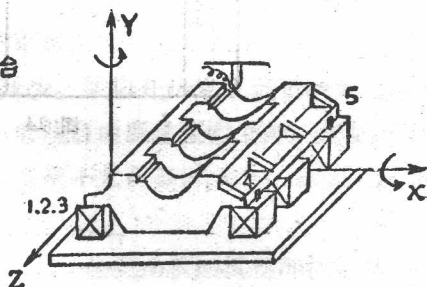


图 16