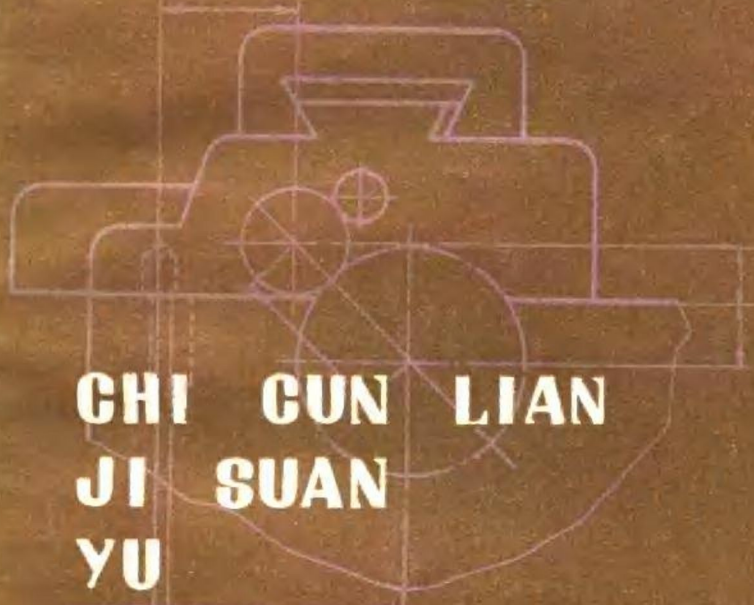


严光祥 编著

# 尺寸链计算与应用



CHI CUN LIAN  
JI SUAN  
YU  
YING YONG

江苏科学技术出版社

63  
5

**尺寸链计算与应用**

严龙祥 编著

---

出版：江苏科学技术出版社

发行：江苏省新华书店

印刷：徐州印刷厂

---

开本787×1092毫米 1/32 印张4.625 字数99,000

1982年8月第1版 1982年8月第1次印刷

印数1—3,000册

---

书号 15196·081 定价 0.40元

责任编辑 孙广能

---

## 编 者 的 话

尺寸链的计算是从事机械加工、装配、设计的工人和工程技术人员经常碰到的问题。如何掌握和运用尺寸链的基本理论与计算,正确地确定机械设计、加工和装配中的尺寸、公差或偏差,对确保设计要求、加工精度、装配精度和整个工艺过程的经济性,具有重要的意义。为此,本人根据多年工作中的体会,并参考了有关资料,编写了《尺寸链计算与应用》这一本书。

书中对尺寸链的基本理论和最常用的线性尺寸链的计算(平面尺寸链或空间尺寸链,可以用投影法转化为线性尺寸链)、零件尺寸链和装配尺寸链的应用作了较全面的介绍。对公差和配合的标注、计算,均采用新的国家标准。可供机械工人、技术人员和中等专业学校师生参阅。

本书初稿曾经伍其华同志审阅,毛加荣同志任描图工作,谨表示感谢。

由于编者水平有限,书中会有错误和不足之处,恳请广大读者批评指正。

严龙祥  
1981年10月

# 目 录

<b>第一章</b>	<b>尺寸链的基本理论和计算</b> .....	1
第一节	基准的选择 .....	1
第二节	零件获得加工精度的方法 .....	10
第三节	尺寸链的概念 .....	12
第四节	尺寸链的计算方法 .....	20
第五节	计算尺寸链的步骤 .....	43
<b>第二章</b>	<b>零件尺寸链的应用</b> .....	44
第一节	检查零件图的尺寸 .....	44
第二节	选择较好的定位方式 .....	49
第三节	正确指导加工步骤 .....	56
第四节	计算工序尺寸 .....	58
<b>第三章</b>	<b>装配尺寸链的应用</b> .....	97
第一节	查明装配尺寸链组成的方法 .....	97
第二节	检查核对封闭环 .....	99
第三节	计算各组成环的公差 .....	104
第四节	选择装配的方法 .....	111
<b>附录 I</b>	<b>生产误差分布规律的基本型式</b> .....	123
<b>附录 II</b>	<b>三角函数表</b> .....	125
<b>附录 III</b>	<b>平方根表</b> .....	132

---

# 第一章 尺寸链的基本理论和计算

在机械设计、加工和装配中，人们经常与图纸上的许多尺寸打交道。为了确保设计要求、加工精度、装配精度和整个工艺过程的经济性，如何运用尺寸链的理论去分析它们之间的关系，进而正确地确定尺寸、公差或偏差，是极其重要的一环。而要运用尺寸链的理论去分析它们之间的关系，必须对基准及选择、零件获得加工精度的方法有所了解。

## 第一节 基准的选择

基准就是“根据”的意思。在图纸上由一些点、线或面来确定零件上其它的点、线或面的位置，这些点、线或面，就叫做基准。

按照用途的不同，基准可分为设计基准与工艺基准两大类。

### 一、设计基准及选择

设计基准是指在零件图上，用以确定点、线或面的位置所依据的基准。设计者在图纸上用一定的尺寸或相互关系（平行度、垂直度、同心度等）来表示零件各表面间的相互位置。标注尺寸时所根据的那些点、线或面叫做设计基准。如图1-1所示的零件，其中心线是圆柱表面A和B的设计基准。端面C是表面E、F的设计基准，或者说端面C是尺

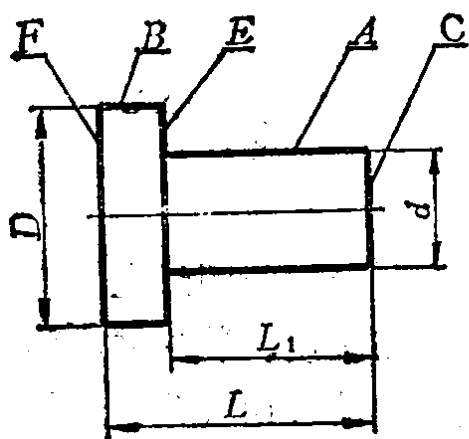


图1-1 设计基准

寸 $L_1$ 、 $L$ 的设计基准。

作零件图时，根据对零件在机械结构中的配合和运转的要求来选择设计基准。通常有四种根据设计基准标注尺寸的方法：坐标法；连锁法；混合法；以中心线为基准。

### 1. 坐标法

尺寸的坐标式标注，是在零件某一方向上，取某一表面作为基准面，而其余各表面在同一方向上的位置尺寸，均从基准面开始注起。

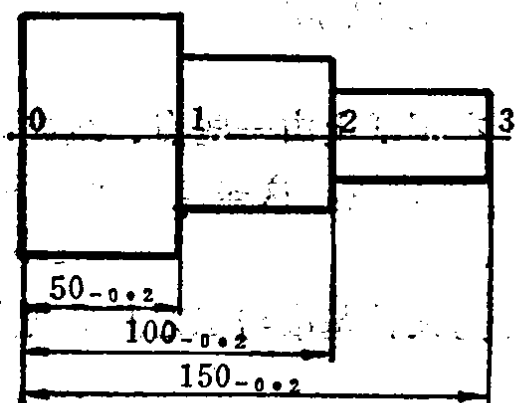


图1-2 坐标法

如图1-2所示的零件图上，各尺寸均从左端0面开始，即以0面为设计基准。也可以说，零件在同一方向上，各表面的位置尺寸具有同一个设计基准。它一般用在各尺寸均需以设计基准（位置已定的一个面或线）保持一定距离的场合。

### 2. 连锁法

尺寸的连锁标注，是零件在某一方向上，各表面的位置尺寸一个连接一个地标注。即每一后继表面的位置尺寸，以前一表面为基准开始注起。在图1-3所示的零件图中，尺寸 $50_{-0.2}$ （0～1端面）由基准面0开始注起。端面1为标注尺寸 $50_{-0.2}$ （1～2端面）的基准面，端面2为标注尺寸

50<sub>-0.2</sub> (2~3端面)的基准面；或按相反次序。如果把图1-2的坐标法按连锁法标注尺寸，就不能使工件两端面之间的尺寸精度保持为0.2毫米，而是0.6毫米。假使仍旧要保持0.2毫米，就必须把各个台阶之间的尺寸精度提高到0.07毫米以内，这样

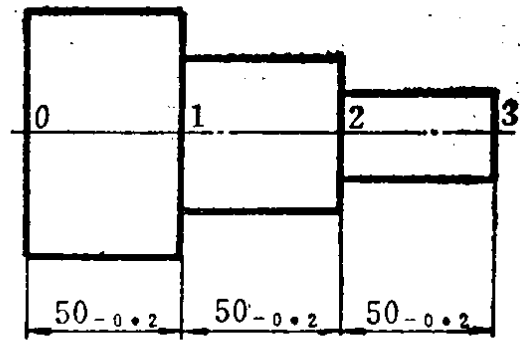


图1-3 连锁法

这样就使加工困难，产品成本就要提高。所以一般说来，连锁法不如坐标法。但是如图1-4这样的结构，当相邻面的间距公差要求很严的时候，连锁法就比坐标法适用了。

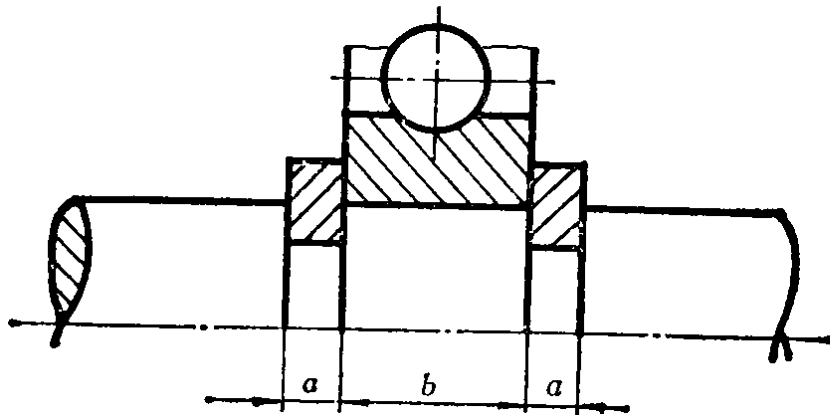


图1-4 连锁法

### 3. 混合法

有时根据零件的结构，可以采用坐标与连锁的混合法注尺寸。如图1-5所示的活塞剖视图，这里活塞环槽宽度的精度比这些槽在活塞上的位置更为重要。若槽宽的公差为0.03毫米，按在活塞上位置的公差为0.1毫米，如果按坐标法注

法，则槽宽的公差将是0.2毫米。若仍要保持槽宽的公差在0.03毫米以内，就必须把其它所有的公差都缩至0.015毫米以内。这显然是不正确的，会使加工困难，产品成本提高。若按连锁法标注，则根本无法加工。若按图1-5下部的混合式注法，槽宽的公差就很容易保证。

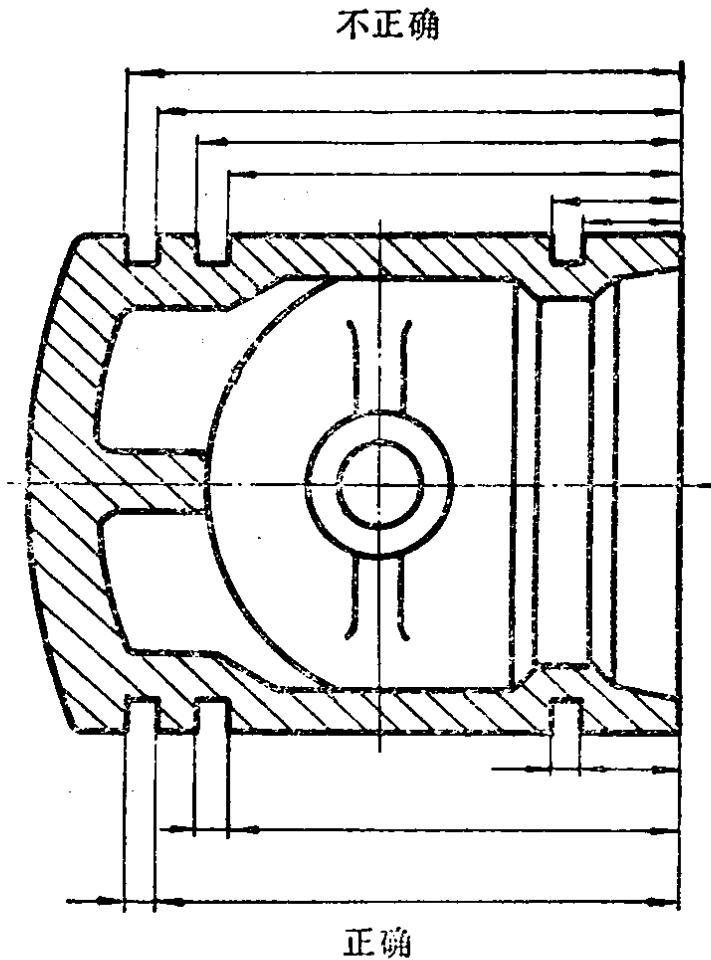


图1-5 混合法

#### 4. 以中心线为基准

通常对于圆柱面、旋转面和互相对称的平面，都用中心线为基准。如图1-6所示的零件上，I、II、III面都以中心



线为基准。

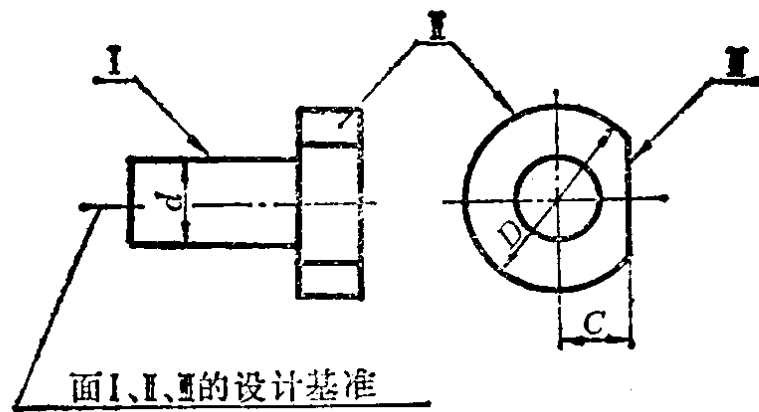


图1-6 中心线基准

零件各表面的尺寸标注方式，对于制造工艺来说，对基准的确定、定位基准的选择以及各表面的加工顺序，具有指导作用（详见第二章节）。所以，在零件图上标注尺寸，应在符合设计要求的前提下，使零件制造时容易，量度时方便，加工时不要产生可以避免的个别尺寸的积累误差。

## 二、工艺基准

在机械加工工艺过程中所采用的基准，称为工艺基准。按其用途不同，又分为定位基准、测量（检验）基准和装配基准。

### 1. 定位基准及选择

所谓定位基准，就是工件加工时定位所用的基准。如图1-7所示用于加工零件的两个方案中，当用顶针作夹具加工时，顶针孔锥面 $K$ 、 $M$ 为定位基准（图1-7a）；当用夹头作夹具时，则是以圆柱面 $B$ 作为定位基准（图1-7b）。

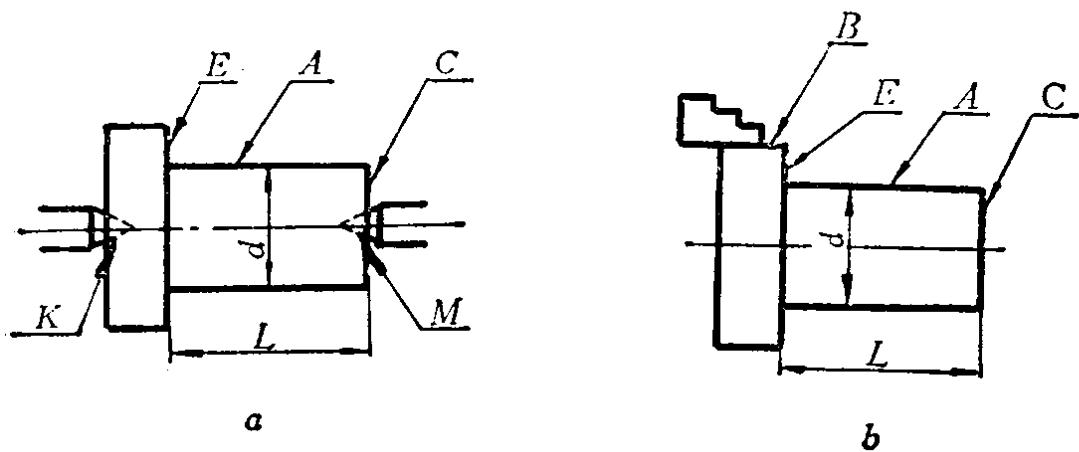


图1-7 定位基准

定位基准选择得好坏，其直接影响到工件的加工精度、工件装夹的复杂程度以及加工生产率的高低。选择基准应从误差最小，定位夹紧可靠、方便，装夹次数最少为出发点去考虑。由于基准有未加工过的面作基准（粗基准）和已加工的面作基准（精基准）两种，因此选择的原则较多，这里着重谈两点：

(1) 尽可能选用设计基准作为定位基准（即所谓基准重合原则），这样可以避免因定位基准和设计基准不重合而引起的定位误差。图1-8表示加工轴承座上的孔时，要求孔中心线距K面的设计尺寸A在公差 $\delta_A$ 范围之内。图1-8a表示该工件的M、H和K面已经精加工过。图1-8b表示加工该孔时当以M面作为定位基准，则由于M面与H面之间有公差 $\delta_c$ ，而H面与K面之间又有公差 $\delta_B$ ，因而孔与K面之间除其它原因可能产生的误差不计外，必然会产生一个相当于M面与H面、H面与K面之间的相对误差，即：

$$\delta_{\text{基准不重合}} = \delta_B + \delta_c$$

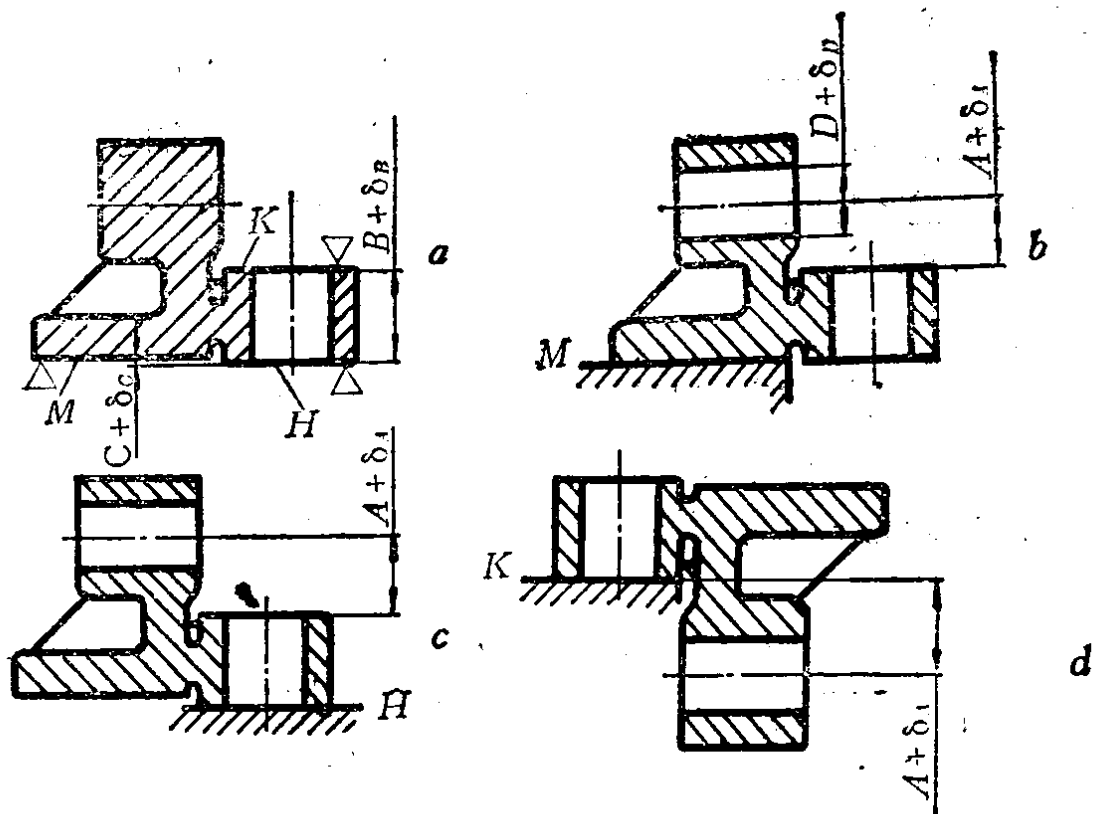


图1-8 定位误差与定位基准的选择关系

图1-8c表示当以H面作为定位基准，则因定位基准不重合而引起的误差仅仅是H面与K面之间的相对误差，即：

$$\delta_{\text{基准不重合}} = \delta_B$$

图1-8d表示若选K面作为定位基准，则：

$$\delta_{\text{基准不重合}} = 0$$

由上述例子，可以得出结论：当选择定位基准时要尽量使它与设计基准重合；否则必然会因基准不重合而产生误差。然而往往有时因为要考虑加工方便及其它影响精度的因素，而不得不采用基准不重合的情况，但这种情况只能用在当所有误差累积起来（定位误差和其它误差的累积）不超过设计尺寸公差的情况下，用式表示，就是要满足下列条件：

$$\delta_{\text{总}} = \delta_{\text{基准不重合}} + \delta_{\text{其它}} \leq \delta_A$$

式中  $\delta_{总}$  ——总误差；

$\delta_{其它}$  ——其它误差（加工误差、夹具误差等）。

通过核算，如不超过  $\delta_A$  所规定的数值，就没有问题；但如超过，就将出现废品。这时，工序和夹具设计者，就要考虑采取措施：则提高前工序的加工精度，或改变定位基准，借以减少总误差。

(2) 所选择的定位基准，应保证被加工零件在夹具上定位稳定，夹持简便、可靠。

图1-9a为一零件简图，底平面A和孔D已加工好，现要

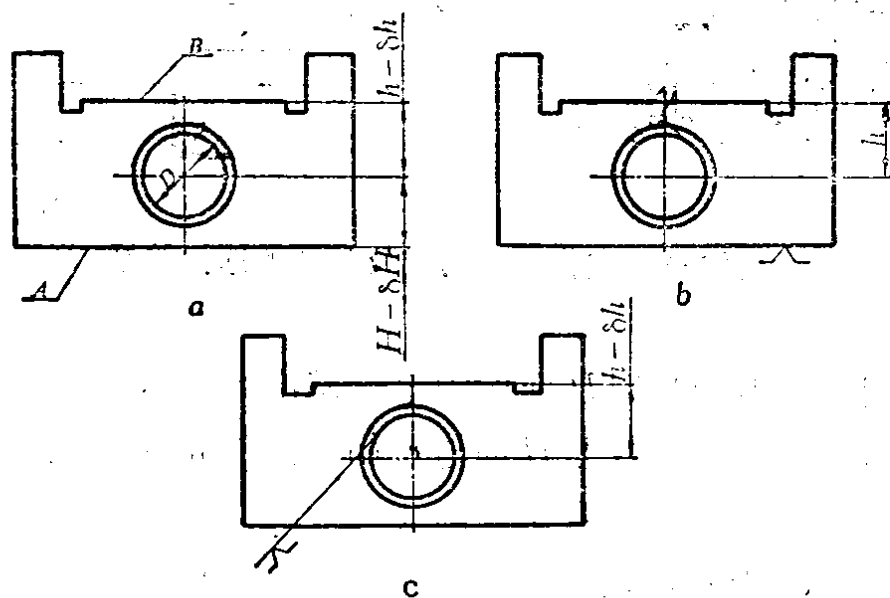


图1-9 零件简图及两种定位方法

a. 零件简图； b. 下端平面定位； c. 孔定位

加工上平面B。根据图纸，B的设计基准是孔的中心线。其有两种定位方法：底平面A定位（图1-9b）；内孔D定位（图1-9c）。如用前者定位加工上平面B，则违反了第一条设计基准与工艺基准重合的原则；如用后者定位加工上平面B，则违反了第二条零件在夹具上定位稳定，夹持简便、可

靠的原则。

综上所述，在选择定位基准时，违反了第一条原则，需要“压缩”工序加工的公差，但会给加工带来困难。违反了第二条原则，夹具结构复杂，使用效果降低，辅助时间增加。

由此看来，在实际工作中，定位基准的选择要想完全符合两条规则，有时是不可能的。对此，我们应分清哪些是主要矛盾，哪些是次要矛盾，根据具体情况进行具体分析，定出最有利的定位基准。

## 2. 测量（检验）基准及选择

用其检验已加工表面尺寸及位置的基准，称为测量基准。采用不同的测量基准可得不同的测量结果。如图1-10所示的零件，测量Ⅱ面对中心线的距离，可能有不同的方法。图1-10a所示的方法以两端中心孔为测量基准，其与设计基准重合，故能直接测出Ⅱ面对于中心线的距离。图1-10b所示的方法以Ⅰ面为测量基准，则所测的读数中也包含Ⅰ面的尺寸变化及Ⅰ、Ⅱ两面的同心度等因素。

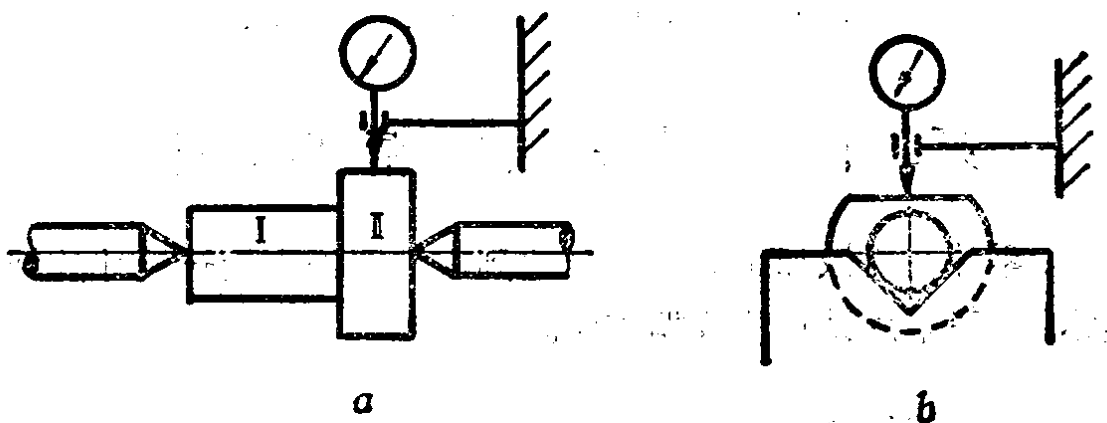


图1-10 测量基准

选择测量基准时，应尽可能采用工艺基准与设计基准重合的基准，以便直接测量出工艺尺寸，这样的测量精度高。

如果不用或无法用工艺基准作为测量基准，则测量结果须经换算，才能获得所要测量的工艺尺寸。

### 3. 装配基准

装配机器时，决定各零件相对位置所根据的面或线称为装配基准。如图1-11所示的一部件。齿轮1内孔面是齿轮的装配基准，因为齿轮依靠它来决定在齿轴2上的位置。齿轴2两端的轴颈决定了齿轴的位置，所以它们是齿轴的装配基准。上板3的底面决定了上板与底板4的相对位置，所以它是上板的装配基准。

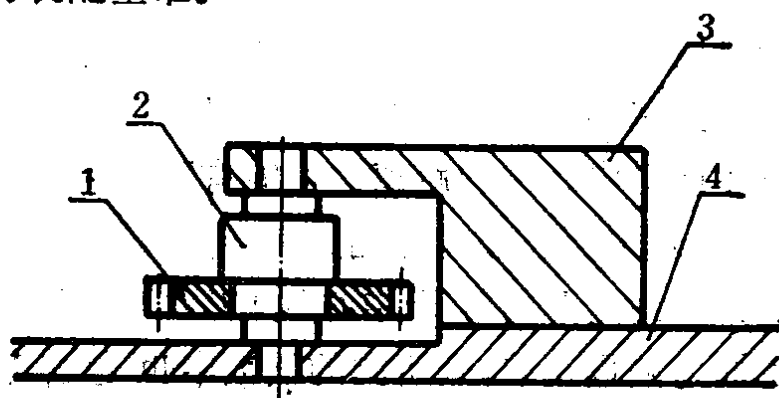


图1-11 装配基准

1. 齿轮; 2. 齿轴; 3. 上板; 4. 底板

## 第二节 零件获得加工精度的方法

零件在机械加工时，为了达到零件图纸上设计尺寸的精度，一般采用试切法或调整法。

### 一、试切法

试切法是指边切削边测量来获得加工精度的方法。如在普通车床上用两顶针加工一阶梯轴的  $d \times L$  (图1-12)，我们一般先在轴的端部1—2毫米处进行试切。每试切一次后，度

量一次直径。等到直径尺寸符合公差要求，即可作纵向自动或手动走刀，当车到台阶 $T$ 附近时，停止走刀，又进行多次试切，直至长度 $L$ 符合公差要求为止。

试切法生产率低，主要用于单件、小批生产，并用于其它各种加工方法中。

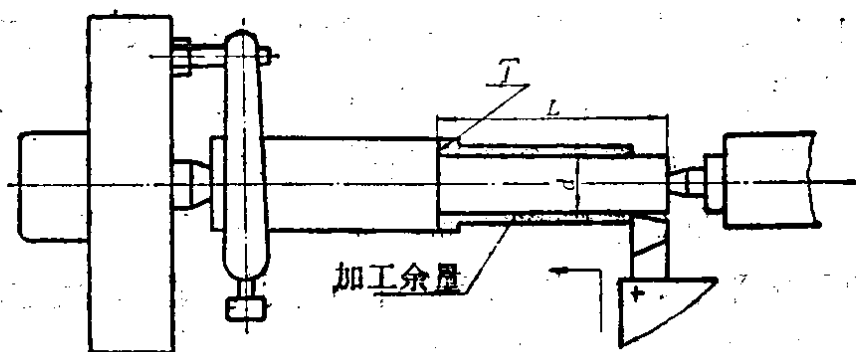


图1-12 试切法

## 二、调整法

所谓调整法，就是按规定的尺寸预先调整好机床、夹具、刀具及工件的相对位置和运动，然后对零件进行加工。如图1-13加工阶梯轴的 $d$ 外圆时，预先将车刀按规定尺寸 $d$ 用中拖板调整在一定位置。在加工一批零件的过程中，不再作横向进刀。纵向走刀长度由挡块控制，挡块的位置按尺寸 $L$ 调整。这样，就能保证轴在加工后得到规定的尺寸 $d$ 和 $L$ 。大批大量生产中，在各种类型的机床上广泛采用调整法加工。

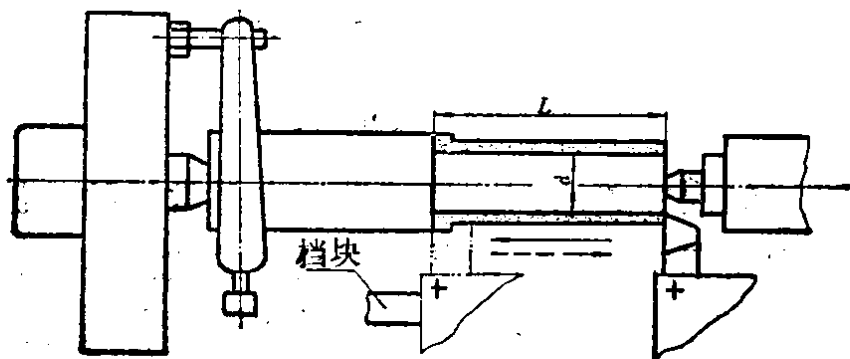


图1-13 调整法

### 第三节 尺寸链的概念

#### 一、尺寸链的定义及特征

图1-14是一套筒工件，采用试切法在车床上用三爪卡盘加工时的情形。其端面1已加工好，现须加工端面2和3。加工端面3时，以端面1做度量基面，保证尺寸 $A_1$ 。加工端面2时，以端面2做度量基面，保证尺寸 $A_2$ 。当尺寸 $A_1$ 和 $A_2$ 被加工出来后，尺寸 $N$ 就随着确定了。显然，尺寸 $N$ 的精度取决于尺寸 $A_1$ 和 $A_2$ 的加工精度。

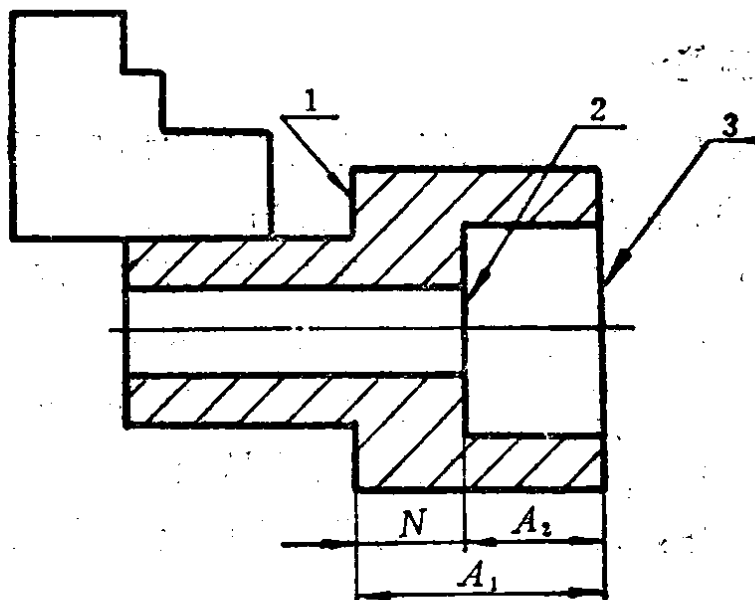


图1-14 尺寸链示例

象这样的尺寸关系，在机械设计中是常见的。例如在图1-15中，六角车床旋转刀架装刀杆孔与主轴旋转中心的不同心度，其 $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ 和 $A_4$ 中每一个尺寸的改变都将引起不同心度 $N$ 的变化，故同心度取决于 $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ 和 $A_4$ 等尺寸的



精度。

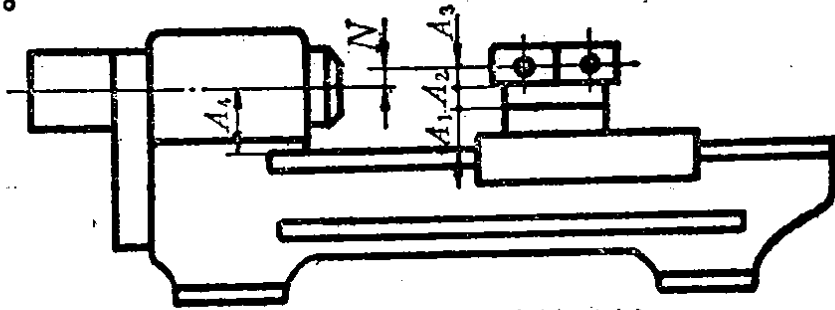


图1-15 尺寸链示例

由上两个例子可以看出：在零件加工或部件及机器的装配过程中，常常遇见的不是一些孤立的尺寸，而是一些相互联系的尺寸，这些尺寸彼此连接，构成封闭外形；其中某一尺寸受其它所有尺寸变动的影晌。尺寸链就是这些相互关联尺寸的总称。因此，尺寸链的主要特征是：

- a. 尺寸连接起来构成封闭外形；
- b. 构成这个封闭外形的全部独立尺寸的偏差都影响着某一个尺寸的精度。

所以，在决定机器零件公差时，通常都必须联系其有关尺寸全盘考虑，即应进行尺寸链的分析计算。

## 二、尺寸链的分类、组成及尺寸链图

### 1. 尺寸链的分类

尺寸链有零件尺寸链和装配尺寸链两类（详见表1-1）：  
零件尺寸链——组成尺寸链各尺寸是在同一零件上的，如图1-14所示。

装配尺寸链——组成尺寸链的各尺寸是在一个装配单元上的，即这些尺寸不在同一零件上的，如图1-15所示。

零件尺寸链表示一个零件上表面或轴线间的尺寸联系。在零件设计及研究零件加工工艺问题时，常利用零件尺寸链。