

第9章 尺寸链



知识及技能目标

- 1.掌握尺寸链的基本概念，熟悉尺寸链的术语、定义及分类。
- 2.掌握运用尺寸链求解实际问题的方法。



第9章 尺寸链



素质目标

- 1.通过对本章的学习，培养学生对个人和集体目标、团队利益负责的职业精神。
- 2.培养学生具有良好的人文素养和社会责任感，乐观向上、勇于竞争、勇于奋斗。



第9章 尺寸链

9.1 尺寸链的术语、定义及分类

9.2 尺寸链计算问题

9.3 利用极值法(完全互换法)计算尺寸链



9.1 尺寸链的术语、定义及分类

在设计、装配、加工各类机器及其零部件时，除了进行运动、刚度、强度等的分析与计算外，还需要对其几何精度进行分析与计算，以协调零部件各有关尺寸之间的关系，从而合理地规定各零部件的尺寸公差和几何公差，确保产品的质量。因此，掌握了使用尺寸链分析计算的方法，就会解决工程上的实际问题。

现从计算零件尺寸链的角度出发、根据GB/T 5847—2004《尺寸链计算方法》对尺寸链的有关内容作详细的介绍。



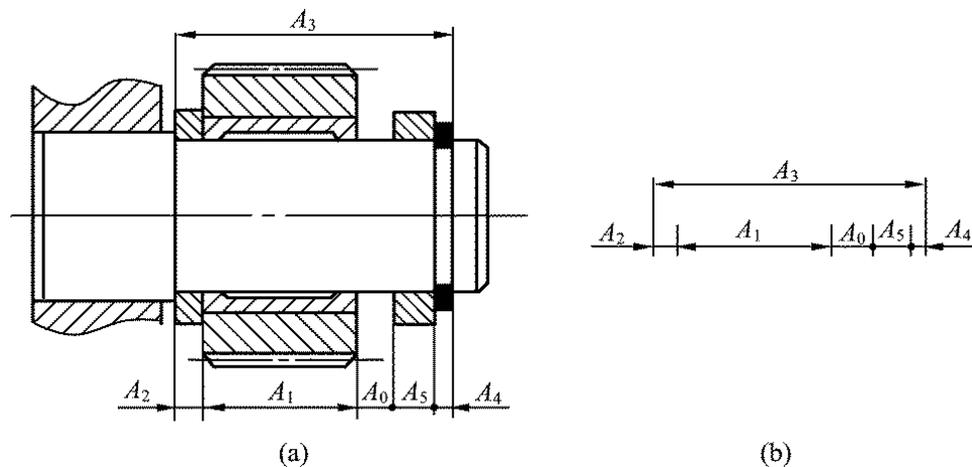
9.1 尺寸链的术语、定义及分类

一、术语和定义

1 尺寸链

尺寸链是指在机器装配或零件加工过程中，由相互连接的尺寸形成封闭的尺寸组，如图所示。

尺寸链有两个特征：一是封闭性；二是相关性，即尺寸链中，有一个尺寸是最后形成的，其大小要受到其他尺寸大小的影响。



尺寸链 (1)

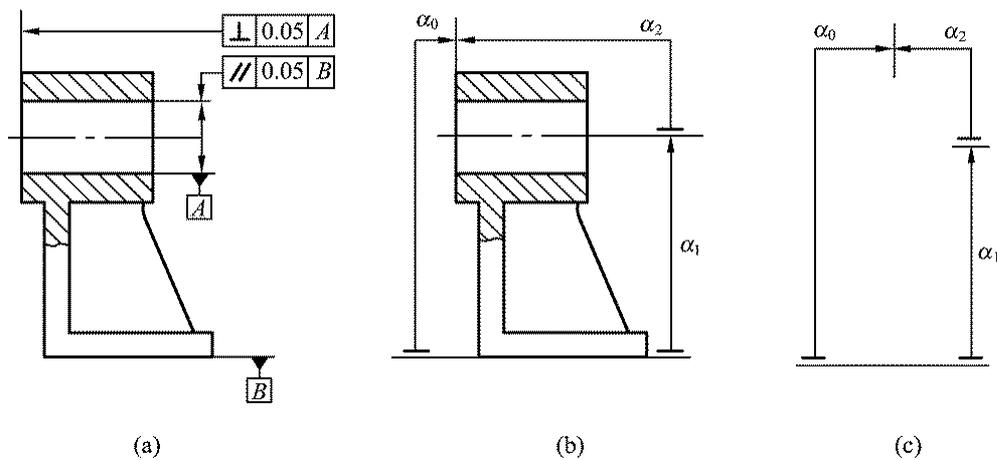


9.1 尺寸链的术语、定义及分类

一、术语和定义

2 环

环是指列入尺寸链中的每一个尺寸，如图中的 A_0 、 A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 、 A_5 ，图中的 α_0 、 α_1 、 α_2 。



尺寸链 (2)

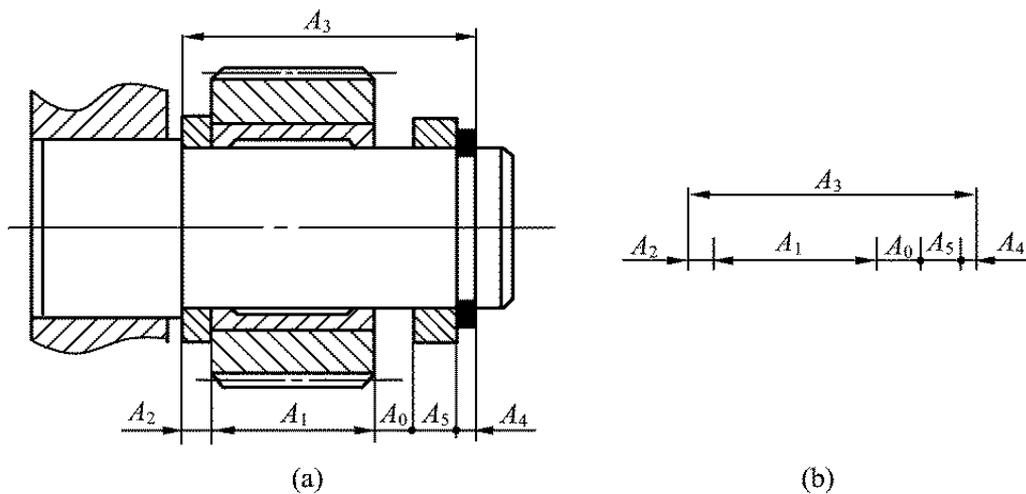


9.1 尺寸链的术语、定义及分类

二、术语和定义

3 封闭环

封闭环是指尺寸链中在装配过程或加工过程中最后形成的一环，如图中的 A_0 。



尺寸链 (1)

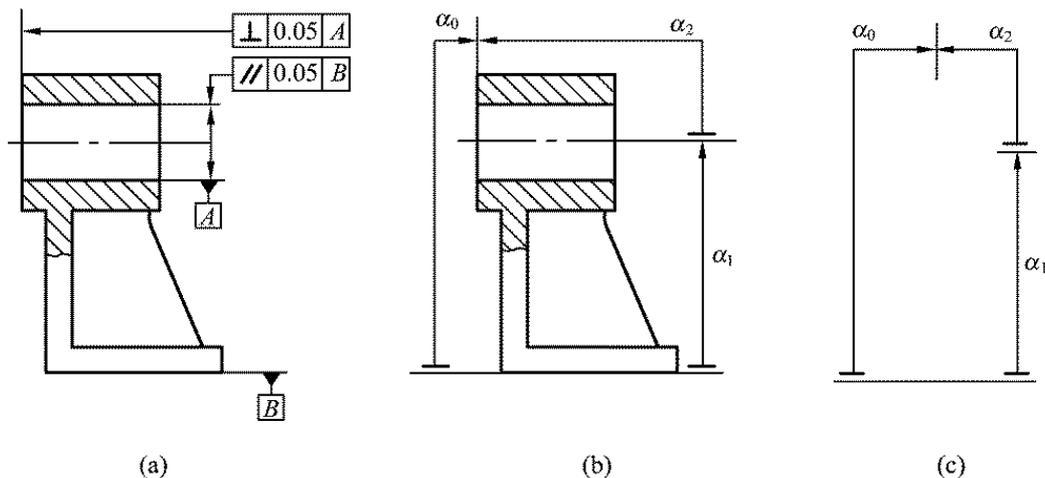


9.1 尺寸链的术语、定义及分类

一、术语和定义

4 组成环

尺寸链中对封闭环有影响的全部环称为组成环。这些环中任一环的变动必然引起封闭环的变动，如图中的 α_1 及 α_2 。



尺寸链 (2)



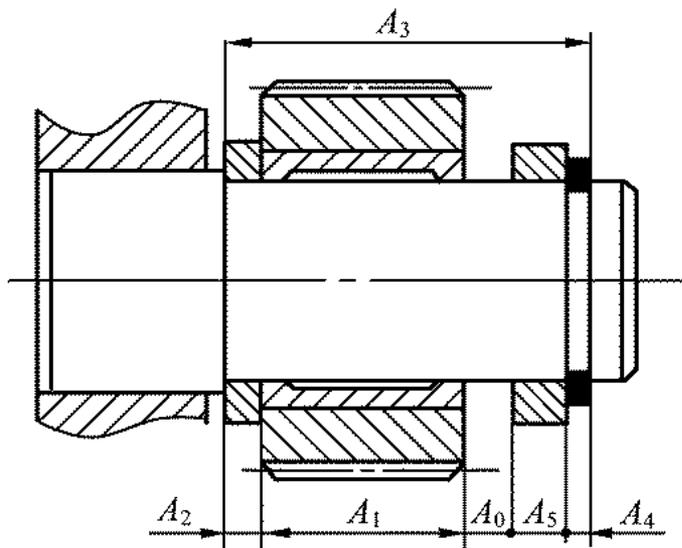
9.1 尺寸链的术语、定义及分类

一、术语和定义

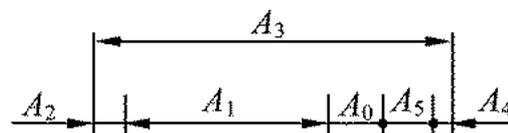
5

增环

增环是尺寸链中的组成环，该环的变动会引起封闭环同向变动，即该环增大时封闭环也增大，该环减小时封闭环也减小，如图中的 A_3 。



(a)



(b)

尺寸链 (1)



9.1 尺寸链的术语、定义及分类

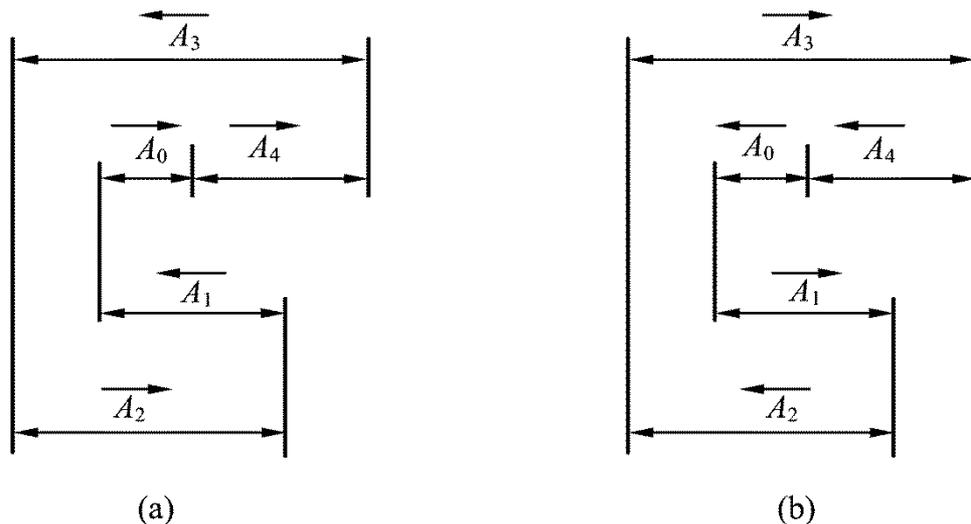
一、术语和定义

6

减环

减环是尺寸链中的组成环，该环的变动会引起封闭环反向变动，即该环增大时封闭环减小，该环减小时封闭环增大。

用尺寸链图很容易确定封闭环及增环或减环，如图所示。



尺寸链 (3)



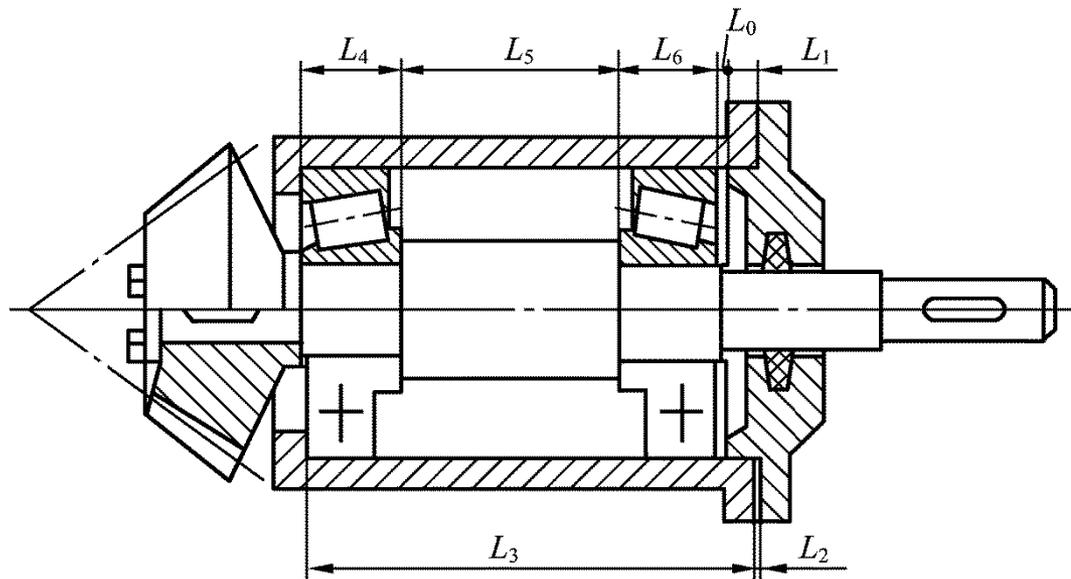
9.1 尺寸链的术语、定义及分类

一、术语和定义

7

补偿环

补偿环是指尺寸链中预先选定的某一组成环，可以通过改变其大小或位置，使封闭环达到规定的要求，如图中的 L_0 。



补偿环



9.1 尺寸链的术语、定义及分类

一、术语和定义

8

传递系数

传递系数是表示各组成环对封闭环影响大小的系数，用符号“ ξ ”表示。对于增环， ξ 为正值；对于减环， ξ 为负值。



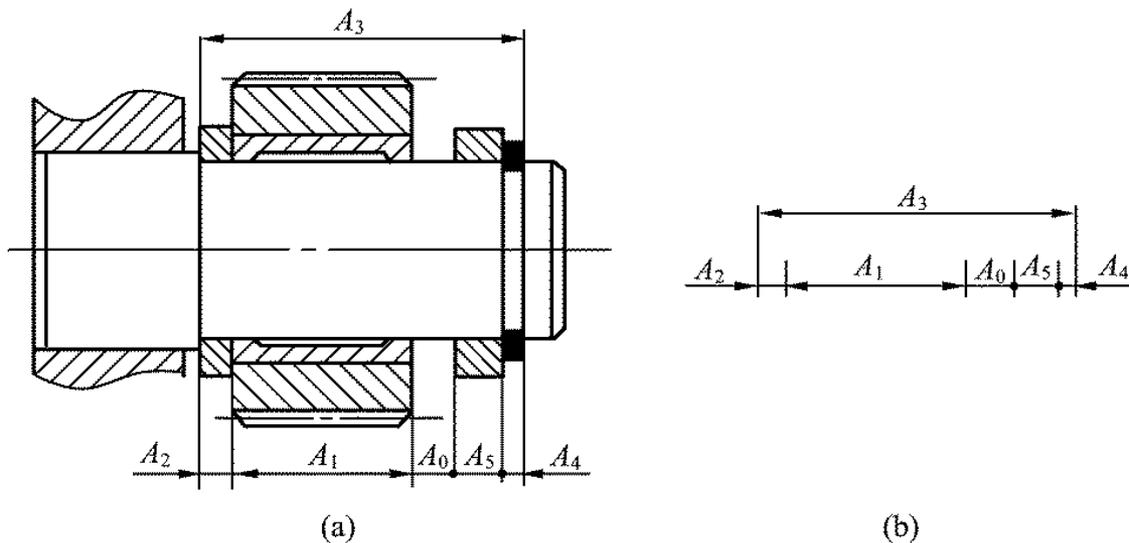
9.1 尺寸链的术语、定义及分类

二、分类

1 长度尺寸链与角度尺寸链

(1) 长度尺寸链

全部环为长度尺寸的尺寸链称为长度尺寸链，如图所示。



尺寸链 (1)



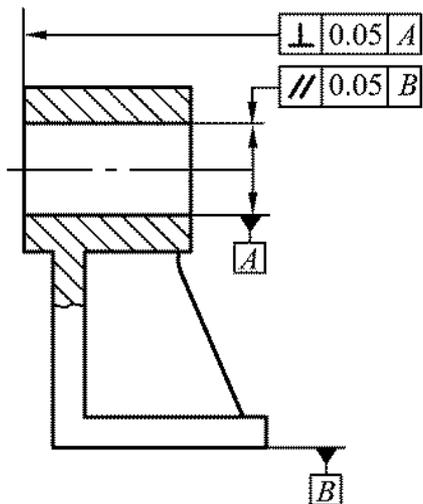
9.1 尺寸链的术语、定义及分类

二、分类

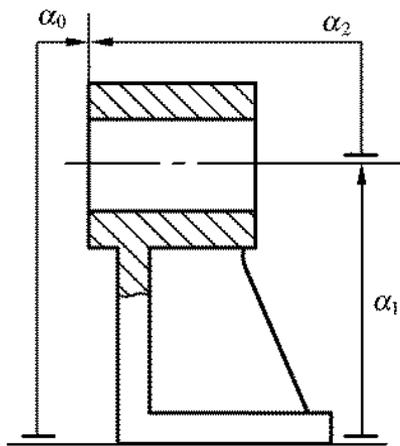
1 长度尺寸链与角度尺寸链

(2) 角度尺寸链

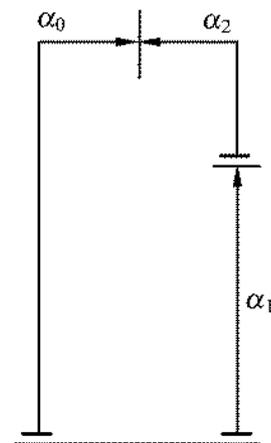
全部环为角度尺寸的尺寸链称为角度尺寸链，如图所示。



(a)



(b)



(c)

尺寸链 (2)



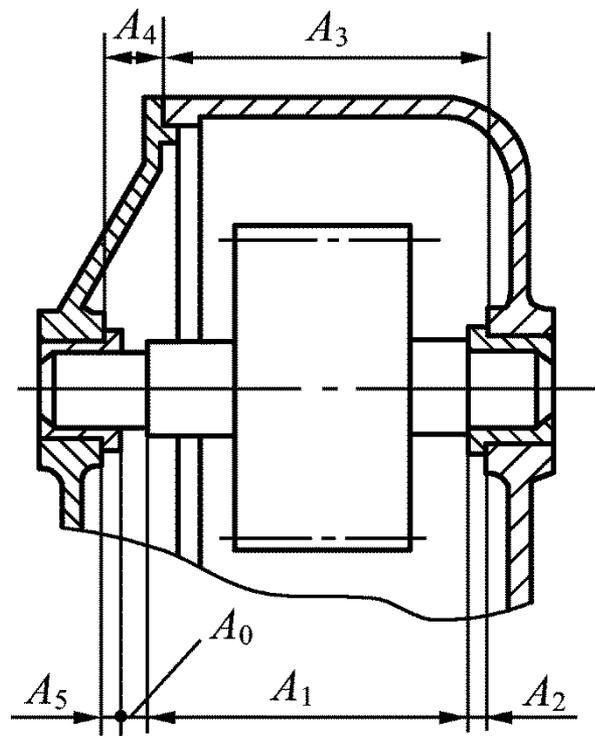
9.1 尺寸链的术语、定义及分类

二、分类

2 装配尺寸链、零件尺寸链与工艺尺寸链

(1) 装配尺寸链

全部组成环为不同零件设计尺寸所形成的尺寸链称为装配尺寸链，如图所示。



装配尺寸链



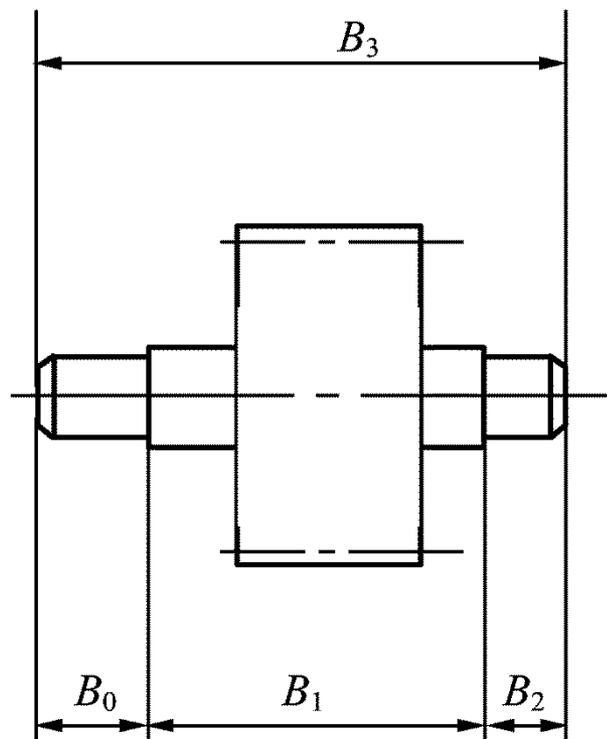
9.1 尺寸链的术语、定义及分类

二、分类

2 装配尺寸链、零件尺寸链与工艺尺寸链

(2) 零件尺寸链

全部组成环为同一零件设计尺寸所形成的尺寸链称为零件尺寸链，如图所示。



零件尺寸链 (1)



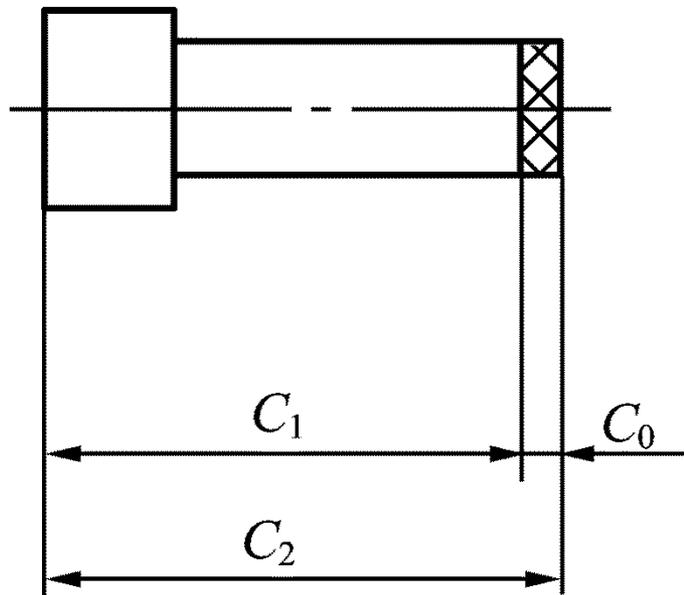
9.1 尺寸链的术语、定义及分类

二、分类

2 装配尺寸链、零件尺寸链与工艺尺寸链

(3) 工艺尺寸链

全部组成环为同一零件工艺尺寸所形成的尺寸链称为工艺尺寸链，如图所示。



工艺尺寸链



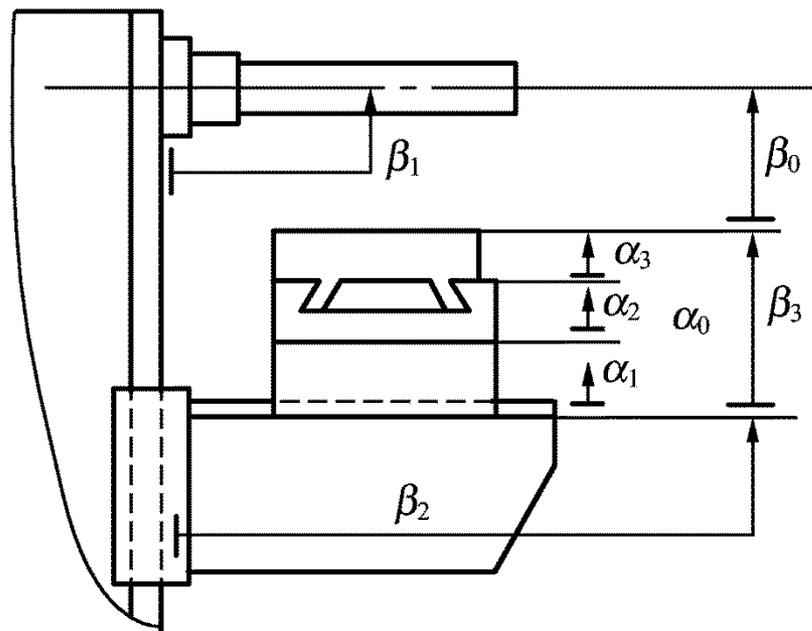
9.1 尺寸链的术语、定义及分类

二、分类

3 公称尺寸链与派生尺寸链

(1) 公称尺寸链

派生尺寸链一个尺寸链的封闭环为另一个尺寸链的组成环的尺寸链称为派生尺寸链，如图中的 α_0 。



公称尺寸链与派生尺寸链



9.1 尺寸链的术语、定义及分类

二、分类

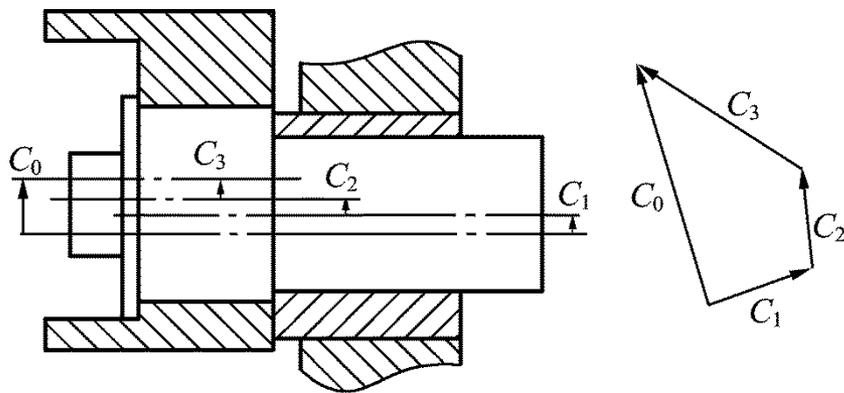
4 标量尺寸链与矢量尺寸链

(1) 标量尺寸链

全部组成环为标量尺寸所形成的尺寸链称为标量尺寸链。

(2) 矢量尺寸链

全部组成环为矢量尺寸所形成的尺寸链称为矢量尺寸链，如图所示。



矢量尺寸链



9.1 尺寸链的术语、定义及分类

二、分类

5 直线尺寸链、平面尺寸链与空间尺寸链

(1) 直线尺寸链

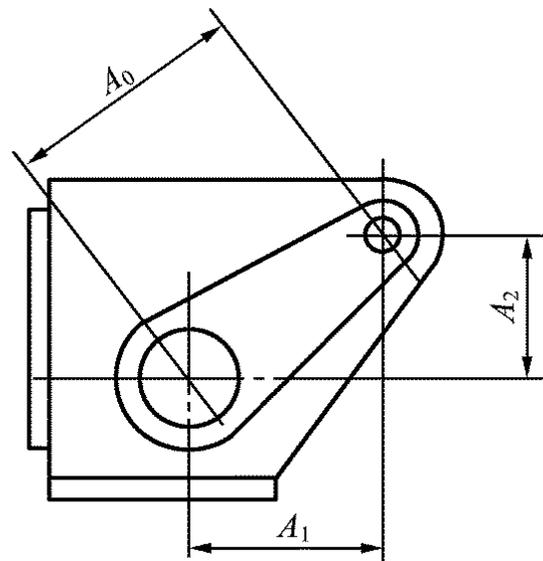
全部组成环平行于封闭环的尺寸链称为直线尺寸链。

(2) 平面尺寸链

平面尺寸链的全部组成环位于一个或几个平行平面内，但某些组成环不平行于封闭环的尺寸链，如图所示。

(3) 空间尺寸链

组成环位于几个不平行平面内的尺寸链称为空间尺寸链。



矢量尺寸链



9.2 尺寸链计算问题

一、尺寸链的建立方法与步骤

1 确定封闭环

在装配过程中，要求保证的装配精度就是封闭环。

2 查明组成环，画装配尺寸链图

从封闭环任意一端开始，沿着装配精度要求的位置、方向，将与装配精度有关的各零件尺寸依次首尾相连，直到与封闭环另一端相接为止，形成一个封闭的尺寸链图，图上的各个尺寸就是组成环。



9.2 尺寸链计算问题

一、尺寸链的建立方法与步骤

3 判别组成环的性质

(1)组成环数最少原则 从工艺角度出发，在结构已经确定的情况下，标注零件尺寸时，应使一个零件仅有一个尺寸进入尺寸链，即组成环数目等于有关零件数目。

(2)按封闭环的不同位置和方向分别建立装配尺寸链 例如常见的蜗杆副结构，为保证正常啮合，蜗杆副两轴线的距离（啮合间隙）以及蜗杆轴线与蜗轮中间平面的对称度均有一定要求，这是两个不同方向的装配精度，因此需要在两个不同方向分别建立装配尺寸链。



9.2 尺寸链计算问题

二、计算尺寸链的方法

1

正算法

将已知的组成环的公称尺寸及偏差代入公式，求出封闭环的公称尺寸和极限偏差的方法称为正算法。

2

反算法

根据已知的封闭环的公称尺寸和极限偏差及各组成环的公称尺寸，求出各组成环的公差和极限偏差的方法即反算法。

3

中间算法

根据已知的封闭环及组成环的公称尺寸及偏差，求出另一组成环的公称尺寸及偏差的方法即中间算法。



9.3 利用极值法（完全互换法）计算尺寸链

一、基本计算公式

1 公称尺寸之间的关系

设尺寸链的环数为 n ，除去封闭环外，各组成环为 $(n-1)$ 环，设 $(n-1)$ 组成环中，增环环数为 $\sum_{k=1}^m$ ，减环环数为 $\sum_{k=m+1}^{n-1}$ 。若封闭环的公称尺寸为 L_0 ，各组成环的公称尺寸分别为 L_1 、 L_2 、 \dots 、 L_{n-1} ，则有

$$L_0 = \sum_{k=1}^m L_k - \sum_{k=m+1}^{n-1} L_k \quad (9-1)$$



9.3 利用极值法（完全互换法）计算尺寸链

一、基本计算公式

2 中间极限偏差之间的关系

设封闭环的中间偏差为 Δ_0 ，各组成环的中间偏差为 Δ_1 、 Δ_2 、...、 Δ_{n-1} ，则有

$$\Delta_0 = \sum_{k=1}^m \Delta_k - \sum_{k=m+1}^{n-1} \Delta_k \quad (9-2)$$

$$\Delta = 1/2(|ES| + |EI|) \quad (9-3)$$



9.3 利用极值法（完全互换法）计算尺寸链

一、基本计算公式

3 公差之间的关系

设封闭环公差为 T_0 ，各组成环的公差分别为 T_1 、 T_2 、...、 T_{n-1} ，

则有

$$T_0 = \sum_{k=1}^m T_k + \sum_{k=m+1}^{n-1} T_k = \sum_{k=1}^{n-1} T_k \quad (9-4)$$



9.3 利用极值法（完全互换法）计算尺寸链

一、基本计算公式

4 封闭环的极限偏差

设封闭环的上、下极限偏差分别为 E_{S0} 、 E_{I0} ，则有

$$ES_0 = \Delta_0 + 1/2T_0 \quad (9-5)$$

$$EI_0 = \Delta_0 - 1/2T_0 \quad (9-6)$$



9.3 利用极值法（完全互换法）计算尺寸链

一、基本计算公式

5 封闭环的极限尺寸

设封闭环的上、下极限尺寸分别为 $L_{0\max}$ 、 $L_{0\min}$ ，则有

$$L_{0\max} = L_0 + ES_0 \quad (9-7)$$

$$L_{0\min} = L_0 + EI_0 \quad (9-8)$$



9.3 利用极值法（完全互换法）计算尺寸链

二、极值法设计计算

假设各组成环的公差值大小是相等的，则当各组成环公差分别为 T_1 、 T_2 、...、 T_{n-1} 且各组成环的个数可假设为 n 时，可假设 $T_1=T_2=\dots=T_{n-1}=T$ 。

$$T_0 = \sum_{k=1}^{n-1} T_k = (n-1)T$$
$$T = T_0 / (n-1) \quad (9-9)$$



9.3 利用极值法（完全互换法）计算尺寸链

9.3.6 达到装配尺寸链封闭环公差要求的方法

1 互换法

(1)完全互换法 完全互换法即在全部产品中，装配时各组成环不需要挑选或改变其大小或位置，装入后即能达到封闭环的公差要求。该方法采用极值公差公式计算。

(2)大数互换法 大数互换法即在绝大多数产品中，装配时各组成环不需要挑选或改变其大小或位置，装入后即能达到封闭环的公差要求。该方法采用统计公差公式计算。



9.3 利用极值法（完全互换法）计算尺寸链

9.3.6 达到装配尺寸链封闭环公差要求的方法

2 分组法

分组法即将各组成环按其提取组成要素的局部尺寸大小分为若干组，各对应组进行装配，同组零件具有互换性。该方法通常采用极值公差公式计算。



9.3 利用极值法（完全互换法）计算尺寸链

9.3.6 达到装配尺寸链封闭环公差要求的方法

3

修配法

修配法即在装配时去除补偿环的部分材料以改变其提取组成要素的局部尺寸，使封闭环达到其公差与极限偏差要求。该方法通常采用极值公差公式计算。



9.3 利用极值法（完全互换法）计算尺寸链

六、 达到装配尺寸链封闭环公差要求的方法

4

调整法

调整法在装配时用调整的方法改变补偿环的提取组成要素的局部尺寸或位置，使封闭环达到其公差与极限偏差要求。一般以螺栓、斜面、挡环、垫片或孔轴连接中的间隙等作为补偿环。该方法通常采用极值公差公式计算。

