

尺寸链

张有恒
张士民 编著

CHI CUEN LIAN



河北科学技术出版社

责任编辑：杜振杰

封面设计：尼跃红

统一书号：15365·27

定 价：1.30 元

尺 寸 链

张有恒 编著
张士民

尺 寸 链

张有恒

编著

张士民

河北科学技术出版社出版 (石家庄市北马路45号)

河北新华印刷一厂印刷 河北省新华书店发行

787×1092毫米 1/32 7.625印张 155,350字 印数: 1—6,000 1987年4月第1版

1987年4月第1次印刷 统一书号: 15365·27 定价: 1.30元

前 言

机械工程技术人员从事设计、工艺等技术工作，经常应用尺寸链。尺寸链的正确应用，对保证产品质量、降低消耗、提高经济效益，具有重要作用。为此，我们结合教学实践和研究体会，在尺寸链训练班讲稿的基础上，经过增删和精练，编写了这本系统性、综合性较强的尺寸链参考书。

编写本书，参阅了多种资料。内容上努力做到较为全面系统，尽量容纳国内外最新技术成就，既阐述了尺寸链原理与计算，又列举了大量的示例，并力求深入浅出，结合实际，便于读者自学和应用。

在本书编写过程中，曾得到许多同志的支持与帮助，在此一并表示感谢。

由于我们经验不足，水平所限，缺点和错误在所难免，敬请读者批评指正。

作 者

1985年6月

目 录

常用符号	(1)
第一章 尺寸链的概念	(4)
第一节 尺寸链的定义和组成	(4)
第二节 尺寸链的分类	(7)
第三节 尺寸链图的绘制	(11)
第四节 尺寸链与加工精度	(13)
第二章 尺寸链的原理	(17)
第一节 极值解法	(17)
第二节 概率解法	(26)
第三节 计算公式的应用	(40)
第三章 尺寸链的计算	(48)
第一节 正计算和中间计算	(48)
第二节 反计算	(52)
第三节 并联尺寸链的计算	(64)
第四节 角度尺寸链的计算	(68)
第五节 平面尺寸链的计算	(73)
第四章 工艺尺寸链	(88)
第一节 基准发生变换的工艺尺寸链	(88)
第二节 含有加工余量的工艺尺寸链	(98)
第三节 一次加工保证多个设计尺寸的工艺尺寸链	(106)
第四节 尺寸标注具有一定特征的工艺尺寸链	(114)

第五节 其他工艺尺寸链.....	(123)
第五章 图解跟踪法	(136)
第一节 概述.....	(136)
第二节 解算方法.....	(148)
第三节 用途.....	(168)
第六章 装配尺寸链	(181)
第一节 概述.....	(181)
第二节 装配尺寸链的解法.....	(192)
第三节 尺寸链在结构设计中的应用.....	(226)

常 用 符 号

$A (B \dots)$	一般尺寸
A_{Σ}	封闭环尺寸
\bar{A}_i	增环尺寸
\bar{A}_i	减环尺寸
A_j	基本尺寸
$A_{\Sigma j}$	封闭环基本尺寸
\bar{A}_{ij}	增环基本尺寸
\bar{A}_{ij}	减环基本尺寸
A_{\max}	最大尺寸
$A_{\Sigma \max}$	封闭环最大尺寸
$\bar{A}_{i \max}$	增环最大尺寸
$\bar{A}_{i \max}$	减环最大尺寸
A_{\min}	最小尺寸
$A_{\Sigma \min}$	封闭环最小尺寸
$\bar{A}_{i \min}$	增环最小尺寸
$\bar{A}_{i \min}$	减环最小尺寸
A_M	平均尺寸
$A_{\Sigma M}$	封闭环平均尺寸
\bar{A}_{iM}	增环平均尺寸
\bar{A}_{iM}	减环平均尺寸

T_A	A 尺寸公差
T_{A_i}	组成环公差
$T_{\vec{A}}$	增环公差
$T_{\overleftarrow{A}}$	减环公差
E_{SA}	A 尺寸上偏差
E_{SA_x}	封闭环上偏差
$E_{S\vec{A}_i}$	增环上偏差
$E_{S\overleftarrow{A}_i}$	减环上偏差
E_{iA}	A 尺寸下偏差
E_{iA_x}	封闭环下偏差
$E_{i\vec{A}_i}$	增环下偏差
$E_{i\overleftarrow{A}_i}$	减环下偏差
E_{MA}	A 尺寸平均偏差
E_{MA_x}	封闭环平均偏差
$E_{M\vec{A}_i}$	增环平均偏差
$E_{M\overleftarrow{A}_i}$	减环平均偏差
δ	误差
Δ	间隙
$\alpha_x, \beta_x \dots$	封闭环角度
$\alpha_i, \beta_i \dots$	组成环角度
T_{α_x}	角度尺寸链封闭环公差
T_{α_i}	角度尺寸链组成环公差
n	尺寸链总环数
$n-1$	尺寸链组成环环数
m	尺寸链增环环数

a	精度系数
i	公差单位
a_M	平均精度系数
σ	标准差或称均方根偏差
\bar{X}	误差分布的算术平均值
x_M	误差分布范围的平均值
ω	误差分布域或分散范围
k_i	相对分布系数
a_i	相对不对称系数
A_k	补偿环尺寸、修配环尺寸
T_{Ak}	补偿环公差、修配环公差
T_k	基本修配量
T_{kmax}	最大修配量

第一章 尺寸链的概念

在机器制造中,设计、加工、装配、检验,都会遇到各种各样的尺寸和尺寸组合。机器的设计、工艺的编制、零件的加工以及部件、整机的装配,要对各种不同的尺寸组合进行计算和验算,这就引出了尺寸链。正确运用尺寸链,不仅可以大大简化这些计算工作,而且可以更合理、更先进、更经济地进行设计、加工和装配。

要掌握尺寸链原理、计算公式和计算方法,先要知道什么是尺寸链,它是怎样组成的,如何分类,尺寸链图的画法,以及与尺寸链计算密切相关的机械加工精度分析和基本特征等。

第一节 尺寸链的定义和组成

一、定义

图 1-1a 是一根销轴的零件图。设计时,在长度方向一般只给出 A_1 、 A_2 (或 A_3) 两个尺寸。把这两个尺寸加工出来之后,第三个尺寸就自然形成了。这三个尺寸形成了一个尺寸组合,也就是一个尺寸链,其尺寸链图如图 1-1 b 所示。

图 1-2 则是一个装配尺寸链。当齿轮与轴装配在一起的时候,齿轮的内孔 D 与轴的外圆 d 和它们之间的间隙 Δ (或

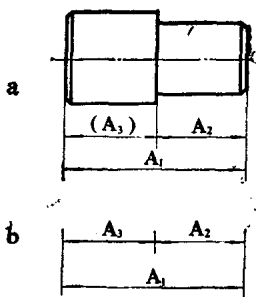


图 1-1 销轴及其尺寸链图

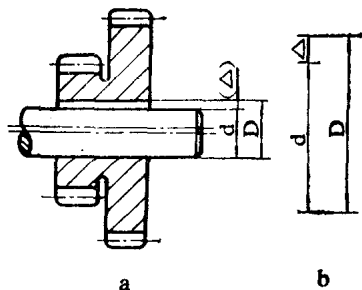


图 1-2 齿轮与轴的装配及其尺寸链图

过盈) 组成了一个装配尺寸链, 如图 1-2b 所示。

尺寸链定义 尺寸链就是某一机械零件在设计和加工过程中, 或某一机械结构在设计或装配过程中, 相互联系, 相互制约, 按一定顺序排列的封闭的尺寸组合。

二、组成

图 1-1b 所示的尺寸链由 A_1 、 A_2 、 A_3 三个尺寸所组成。 A_1 和 A_2 是直接加工出来的, A_3 是在最后间接形成的, 是派生的。

组成尺寸链的各个尺寸称为尺寸链的“环”。尺寸链是由组成环和封闭环组成的。

组成环 组成环就是尺寸链中除封闭环以外的各个环, 也就是在加工或装配中, 直接影响封闭环的那些尺寸。例如图 1-1b 中的 A_1 和 A_2 , 图 1-2b 中的 d 和 D 都是组成环。

封闭环 封闭环就是加工或装配最后间接得到的环, 故

又叫终结环。如图 1-1b 中的 A_3 , 图 1-2b 中的 Δ 都是封闭环。

我们再来看一下组成环对封闭环的影响。

从图 1-1b 中可知, A_3 是封闭环, A_1 、 A_2 是组成环。当 A_2 不变而 A_1 增大时, 则 A_3 增大; 当 A_1 不变而 A_2 增大时, 则 A_3 减小。由此可知, 尺寸链的各个组成环对封闭环的影响可能有两种情况, 即组成环有增环和减环两种。

增环 在尺寸链中, 其他各组成环不变, 某一组成环的尺寸增大或减小时, 封闭环的尺寸随之增大或减小, 这个组成环叫做增环。

减环 在尺寸链中, 其他各组成环不变, 某一组成环的尺寸增大时, 封闭环的尺寸反而减小, 反之亦然, 这个组成环叫做减环。

一般地说, 构成尺寸链的任何一环都可以作为封闭环, 而其余各环则为组成环。例如, 零件图上的某一尺寸, 在构成这一零件的设计尺寸链中, 它是一个组成环; 而在零件加工过程中, 这一尺寸也许是最后间接得到的, 那么, 它就成了这一零件的工艺尺寸链的封闭环。

我们再来分析一下图 1-1b 尺寸链。

我们说 A_3 是封闭环, A_1 是增环, A_2 是减环, 这是按特定工艺确定的。这个工艺是: 一根棒料, 先平 A_2 端的端面, 再车大外圆、车小外圆, 此时得到尺寸 A_2 。然后切断并平大端面, 以求得到尺寸 A_1 , 则同时间接得到了尺寸 A_3 。

如果上述工艺在切断并平大端面时, 不测量 A_1 , 而测量 A_3 , A_1 就同时间接得到, 则此时 A_1 为封闭环, A_2 、 A_3 是组成环, 且均为增环。

若用锻造毛坯,先平大端面及车大外圆,然后调头车小外圆及台肩面,则得到尺寸 A_3 。后精车小外圆,再平小端面,以求得到尺寸 A_1 ,同时间接得到尺寸 A_2 。则此时, A_2 是封闭环, A_3 是减环, A_1 是增环。

通过上述分析可知,由于零件设计、加工方法、测量基准等不同,会形成不同的尺寸链。某一尺寸,在这种情况下是封闭环,在另一种情况下可能成为组成环。某一组成环,在这一形式下是增环,在另一形式下可能是减环。

可见,尺寸链不能脱离加工工艺等特定条件。在设计和生产中,尺寸链的形式极多,复杂程度各不相同。一般在一个尺寸链中,只有一个封闭环,组成环最少是两个。

第二节 尺寸链的分类

尺寸链可以按用途、几何特征、连接方式等进行分类。

一、按用途分

1. 工艺尺寸链

在零件加工过程中,由相关的工艺尺寸所组成的尺寸链。如图 1-1b 所示。

2. 装配尺寸链

在机械设计和装配过程中,由相关零、部件之间的相关尺寸所组成的尺寸链。如图 1-3 所示。

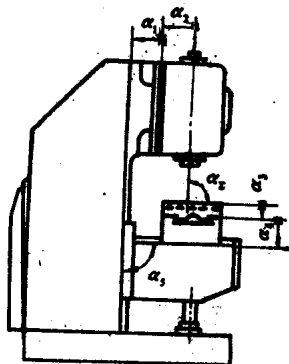


图 1-3 装配尺寸链示例

二、按几何特征分

1. 直线尺寸链

由彼此平行的直线尺寸所组成的尺寸链，又称线性尺寸链。如图 1-4 所示。

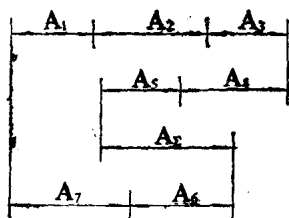


图 1-4 直线尺寸链示例

2. 角度尺寸链

构成尺寸链的各环都是角度量，有的具有一个共同的顶点，有的形成一个封闭多边形，常见的是处于同一个平面或平行平面内的角度尺寸链。如图 1-5 所示。

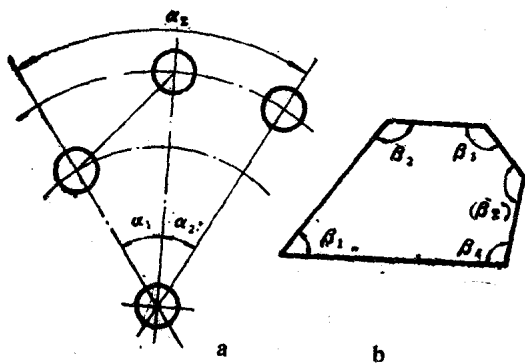


图 1-5 角度尺寸链示例

3. 平面尺寸链

由直线尺寸和角度量组成，且处于同一个或彼此平行的平面内的尺寸链。如图 1-6 所示。

4. 空间尺寸链

具有直线尺寸和角度量，且处于彼此不平行的平面内，而形成空间关系的尺寸链。如图 1-7 所示。

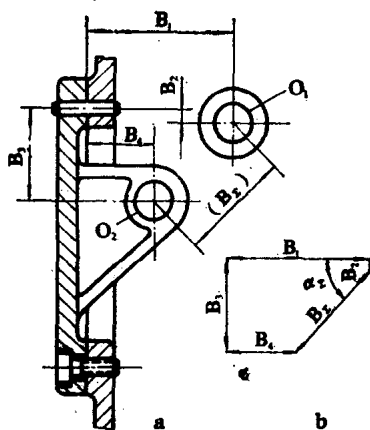


图 1-6 平面尺寸链示例

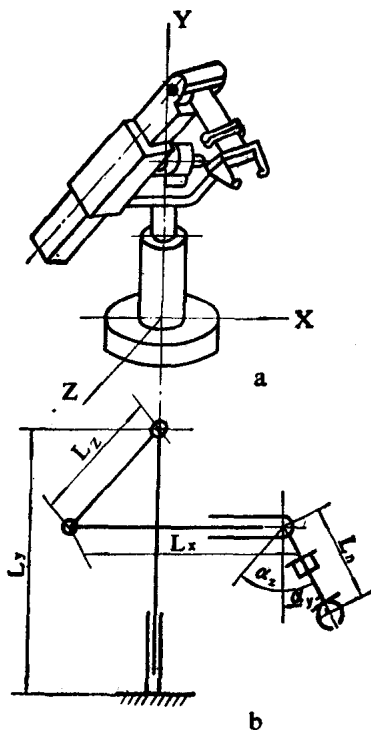


图 1-7 空间尺寸链示例

三、按连接方式分

1. 独立（单一）尺寸链

这种尺寸链的所有组成环和封闭环，都只从属于这一个

尺寸链，其中任何一个环都不再参与其他尺寸链的组合。如图 1-1b 及图 1-2b 所示。

2. 互联尺寸链

由两个或几个单一尺寸链，通过公共环或公用基准，联结而成的一个复杂的尺寸组合。互联尺寸链可以分为三种：

(1) 并联尺寸链

几个尺寸链共用一个或几个公共环，组成为平行连接的复合并联形式。如图 1-8 所示。

(2) 串联尺寸链

每一个后继尺寸链，都以前一个尺寸链的基线或基面为基准而组成串联的形式。如图 1-9 所示。

(3) 混联尺寸链

兼有并联和串联尺寸链特征的连接形式。如图 1-10 所示。

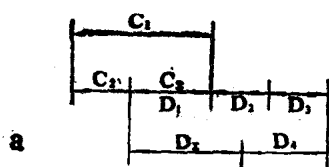


图 1-8 并联尺寸链示例

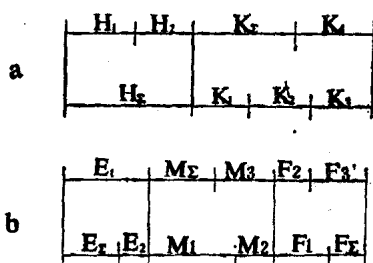


图 1-9 串联尺寸链示例

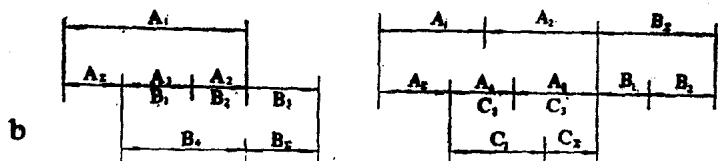


图 1-10 混联尺寸链示例