

苏联国家工艺设计与实验研究院

金属切削机床尺寸链计算指导

第二部分

第一机械工业部第二局
金属切削机床研究所

1 9 5 8 年

出版者的話

本书系根据苏联国家工艺設計与实验研究院（Оргстанкиппром）工艺处編“инструкция по расчету размерных цепей металлорежущих станков, часть II 1952年版”译出。

本书共分两部分，这一本是第二部分，其中介紹的是計算工作指导。它不仅介紹了机床尺寸鏈理論的基本方向及試驗研究結果，而且还告訴了怎样計算尺寸鏈。

本书在尺寸鏈方面所涉及的范围极广，凡与尺寸鏈計算有关的問題都作了具体的分析。

本书可供机床設計人員和研究人員之参考。

譯 者：胡 越 校 者：李 純 甫

出版发行者：金属切削机床研究所 印 刷 者：沈阳市第一印刷厂印刷

1958年6月出版

前 言

在机床制造业的任务中正确选择公差的问题，对提高机床质量和降低制造机床的劳动量，有着重大的意义。

公差定得过紧会使生产成本提高，因为这需要较精密的设备，花费较多工人的劳动量，需要现代的、昂贵的工艺装备，较长的制造时间，并且须大量的投入生产资金。公差定得过松，在装配时，就必须作各种调整和修饰工作。

计算尺寸链是决定合理的公差值，保证制造另件和装配机床的正常过程的方法之一。

所谓尺寸链的计算，就是在不加工作负荷下对机床另件尺寸公差值的计算。使用机床时，除去了物体的重力以外，切削金属时所产生的力以及温度与内应力重新分布的影响等都作用到另件上。这些作用力会引起另件的位移、转动及变形。所有这些都改变着另件中心线或表面的位置。

另件的变形应以一般的计算刚度的方法或凭经验来确定，并在计算机床另件尺寸公差时考虑在内。

本尺寸链计算指导用来决定保证最经济的另件制造和机床制配的公差数值。本指导部分是以第一部分中所叙述的研究结果为基础的，此外，在编制本指导时曾利用了文献资料，并吸收了工艺设计与实验科学研究所（Оргстанкипром）的尺寸链计算经验。

所有对本指导的意见与建议请逕寄莫斯科古比雪夫中央大街4幢14号房间工艺设计与实验科学研究所总工程师。

目 录

前 言

I. 任务的提出	1
II. 环和尺寸链的分类	1
III. 查明尺寸链	2
IV. 绘制尺寸链图	6
V. 制定计算表	8
VI. 计算并列尺寸链的特点	10
VII. 综合误差	10
VIII. 达到精度的方法	12
IX. 尺寸链的计算次序	13
X. 计算制造中机床尺寸链的特点	17
XI. 尺寸的差异及观察的处理	19
XII. 尺寸链的计算实例	22
XIII. 附录	30
XIV. 附图	35

I 任务的提出

計算尺寸鏈的任务是計算另件基本尺寸的公差，保證經濟地制造机床而不必作重大的修配工作。按照計算出的公差所制造的机床，应当符合根据机床用途所提出的ГОСТ精度要求。

在上述精度要求中，最重要的是組成机床各部件互相联接的精度。要保證获得联接各部件的規定精度，必須用計算来确定各另件的全部尺寸公差，因为这些公差对各部件联接的最后精度有影响。

要实现机床的使用职能，也应使它的附件和装在每一部件內的另件能保持一定范围内的互相联接精度。保證这一精度，需要用計算来确定各另件的全部尺寸公差，这些公差对机床各部件的另件和附件的联接精度有影响。

所以，計算尺寸的基本任务是：查明各另件影响上述互相联接精度的全部尺寸；計算另件各尺寸的公差，以保證机床各部件、附件和另件具有需要的联接精度及保證机床实现其使用职能。

II 环和尺寸鏈的分类

影响着—个尺寸并形成—封閉外形的联接尺寸組叫做尺寸鏈。

根据上述定义，尺寸鏈的主要特征是：

1. 尺寸外形的封閉性；
2. 全部互相独立的尺寸影响着—个尺寸。

尺寸鏈的环分为：1. 另件尺寸环；2. 間隙环，即两个联接另件的中心線或表面間的尺寸。

第一和第二組的环可以分为以下两类：

- a) 直綫尺寸；
- b) 角度大小。

以公厘表示的尺寸和尺寸偏差属于第一类；以角度大小，即角度和角度偏差表示的属于第二类。

要求中心綫或表面的平行度以及垂直度的也属于角度大小。这些大小的数值通常是根椐选取的半径或直角边的长度以度或公厘测量的。

尺寸鏈的环分为：a) 組成环；b) 封閉环。

尺寸鏈的各个环，其尺寸的改变成为封閉环尺寸改变的一个原因就是組成环。

每一尺寸鏈的全部組成环，其尺寸总改变的结果会改变它的尺寸的环，就是封閉环。

每一尺寸鏈只有一个封閉环，其余的环都是組成环。

此外，尺寸鏈的环分为增环（正环）和減环（負环）。

如果組成环尺寸的增大，会使封閉环的尺寸随之增大，这样的組成环属于正环，应在尺寸鏈公式中此环代号的前面标—“+”号。反之，如果組成环尺寸的增大而使封閉

环的尺寸减小，那末这种组成环是负环，应在尺寸链公式中此环代号的前面标一“—”号。

所以尺寸链的环分为两组，即正环（增环）和负环（减环）。由此引伸出下列确定各环定向性的规则。

在图中有封闭环的一组尺寸链的全部组成环是负（减）环。

根据制造机器的组织，尺寸链分为：

1. 装配尺寸链；2. 另件尺寸链。

装配尺寸链又分为：

a. 总配置尺寸链；b. 部件内部尺寸链。

总配置尺寸链表明组成机器整体的各部件相互联接的尺寸。利用分析和计算这组尺寸链的方法，可以保证机器各部件的联接获得技术条件（ГОСТ 及其它的）所规定的需要精度。

部件内部尺寸链确定机器独立部件内的另件和一些单独装配单位的互相联接尺寸。利用分析和计算这组尺寸链的方法，可以保证每一部件中的各另件和装配单位的互相位置获得需要的精度。

另件尺寸链确定一个另件范围内的各中心线或表面的互相联接尺寸。用分析和计算这组尺寸链的方法，可以保证该另件各表面或中心线的互相位置获得需要的精度。

在若干尺寸链中同时包括各种环时，对尺寸链的计算方法中还需加入若干补充条件。因此尺寸链还分为以下两组：

1. 串连尺寸链；2. 并连尺寸链。

机器中第一组的每一尺寸链的计算，可与其余的尺寸链分别进行。第二组尺寸链应按照与尺寸链公共环的尺寸精度相关的一定次序进行计算。

Ⅱ 查明尺寸链

根据上述定义，偶然尺寸组，即使它是一个封闭的链，也不能称做尺寸链。尺寸链必须具备完善的条件，也就是它的每一组成尺寸应当会影响某一环的大小，而后者又反映在其他各环大小的变化上。

必须指出，尺寸链的每一尺寸——组成环就是两个另件的联接尺寸（间隙），或属于一个另件的尺寸（另件尺寸）。因此，应将两个或数个另件的总和尺寸分为各自的构成尺寸。

计算机器尺寸链必须从计算它的基本尺寸开始，即从计算总配置尺寸链开始。进行这一计算工作的第一个步骤是确定各部件的互相联接及相互接合的方法。部件间的联接查明完毕后，应绘制一张机器总草图。这图需要绘出数个投影面，以说明各部件的联接方法。然后开始最为重要的步骤——查明尺寸链。尺寸链的计算质量如何，得视这一步骤完成的正确程度而定。

查明尺寸链应该从查明起始（封闭）环开始。为此，首先必须查明对已装配好的装置、机构、部件和整台机器的要求。这些要求包括：

a) 保証該机器在使用時能获得需要的工作精度。例如在机床上加工的工件精度及其它的一些要求；

6) 机器各部分（另件、装置及部件）的联接精度。

上述“a”点和“6”点的技术要求用数字表示，通常便是相当尺寸鏈的封閉环公差。所以在着手查明尺寸鏈之前，必須規定制造机器的另件，其装配和验收的詳細技术条件。明晰的技术条件能够确定全部影响最終結果的因素。根据查明的各数据的全部总和，可以在机器总图上記下所有基本尺寸鏈的各个环。因此便得到了机器总图的草图和基本尺寸鏈的各个环。

如上所述，一些中心線間及平面間等的不重合度和間隙通常就是尺寸鏈的环。这些环的名义尺寸常常等于零。在繪制尺寸鏈图时，这种环应当用線段表示出来；在将这些环組成尺寸鏈的方程式时，必須列入图中所标的适当符号。除了在机器系統总图上应繪上基本的尺寸鏈图以外，还必须繪制各部件的系統总图，在总图上也繪出部件的尺寸鏈图。此外，应为每一尺寸鏈制一系統的簡图，其上标明該尺寸鏈的系統。

A 查明总配置尺寸鏈

技术条件的基本文件應該是机器的验收标准（ГОСТ），在标准中通常都提出了对机器总配置的技术要求。利用这一文件可以查明总配置尺寸鏈的許多封閉环。

我們將以查明普通螺絲車床总配置的若干尺寸鏈作为例子，图 1 是該車床的总图。

由車床验收标准 ГОСТ 42—40 可求得下列总配置鏈的一些封閉环：

- 1) 床头箱和尾架頂尖在垂直面上的不重合度（檢驗 №13, 不重合度允許为 0.02）；
- 2) 絲杠中心線与溜板开合螺母中心線在垂直面上的不重合度（檢驗 №16, 公差为 0.15）；
- 3) 絲杠中心線与溜板开合螺母中心線在水平面上的不重合度（公差为 0.15）；
- 4) 絲杠中心線与后托架中軸承中心線在垂直面上的不重合度（檢驗 №15, 公差 0.1）；
- 5) 絲杠中心線与后托架中軸承中心線在水平面上的不重合度（檢驗 №15, 公差 0.1）；

显然，要确定机床全部部件的相互联接，在 ГОСТ 中規定的几种技术条件是不够的。熟悉了机床的圖紙之后，还應該知道机床总配置中的下列部件及它們互相的联接。

1. 傳动挂輪架的变速箱。这两个部件中的齒輪，以通过进給箱的軸轉动整个挂輪架来保証嚙合。但主軸与进給箱上嚙合齒輪的嚙合齿长应保持一定的范围。所允許的相互軸向位移值，将成为确定两部件上齒輪嚙合条件的尺寸鏈封閉环的公差。

应以一对嚙合齒輪两中心線的平行度来保証各齿全长上的接触；因此两中心線平行度的大小将成为另一尺寸鏈封閉环的公差。

2. 傳动进給箱第一軸的挂輪架。正如第一种情况一样，挂輪架与进給箱也是借齒輪的嚙合而联接的。齒輪徑向上的嚙合精度，用依照挂輪架底板上的槽移动齒輪来达到。齒輪軸向上嚙合精度是封閉环的公差。

一对啮合齿輪各齿的不平行公差，从两齿輪各齿間应相互平行的角度来看，將成为确定啮合精度的尺寸鏈封閉环的公差。

3. 以絲杠和光杠与溜板箱联接的进給箱，絲杠和光杠中心綫与溜板箱上孔的中心綫在垂直面和水平面上的精度应予以規定。絲杠中心綫与开合螺母中心綫的不重合度大小，在ГОСТ中已有規定。因而，另外只需要計算出确定光杠孔中心綫不重合度条件的垂直面和水平面上的两尺寸鏈。

4. 溜板箱用齿条和齿輪与床身联接。因此必須查明并計算出齿条和齿輪在軸向、径向上正确啮合的两尺寸鏈；以从齿条与齿輪的齿必須平行的角度来看，应当算出保持齿条与齿輪啮合的正确性的尺寸鏈。

5. 溜板箱由一对齿輪与机床刀架联接，这一对齿輪傳动刀架橫向絲杠迴轉。因此必須查明并計算出两齿輪在径向和軸向正确啮合的两尺寸鏈，以及算出使一对啮合齿輪各齿間保持平行的尺寸鏈。

除了上述配置在机床上的各部件之間的相互联接以外，还應該分析下列条件：

1. 床头箱主軸中心綫对床身导軌在两平面上的不平行度（檢驗№8）；在垂直面的允差 $0.03/300$ ；水平面上允差 $0.015/300$ ；

2. 尾架主軸中心綫对床身导軌在两平面上的不平行度（檢驗№11）；在两平面上的允差 $0.03/300$ ；

3. 光杠和絲杠中心綫对床身导軌在两平面上的不平行度；

4. 开合螺母中心綫和溜板箱的光杠孔中心綫在两平面上的不平行度，这需要計算四个尺寸鏈。

所以，要分析車床总配置的全部条件，必須計算27个尺寸鏈，其中有13个是直綫尺寸的尺寸鏈，有14个是角度大小的尺寸鏈。

全部27个条件中，在ГОСТ中規定的有五个直綫尺寸的条件，四个角度大小的条件；其余的十八个条件在查明了机床部件的相互連系之后确定。

如上所述，查明尺寸鏈必須从查明封閉环开始。在查明了作为尺寸鏈基本环的封閉环之后，就可以完全明确满足該装置在装配时所必須的要求。必須按总图查明尺寸鏈的其余各环。此时，結構中的全部部件都应确定，因部件尺寸的改变直接会影响到封閉环尺寸的大小。

我們將研究一下总配置的簡單尺寸鏈——車床床头箱和尾架的中心綫在垂直面上的重合度，及較为复杂的尺寸鏈——溜板箱开合螺母中心綫与絲杠中心綫在水平面上的重合度的查明过程作为例子。

床头箱和尾架中心綫的重合度

床头箱和尾架都装在床身上一共同的稜形和水平面上。取共同的基面当作理想綫，尺寸鏈的各个环——尺寸应从此綫作起。

从床头箱的图中（图1）可知，床头箱箱体主軸孔中心綫至基面的距离，是第一个有影响的尺寸。事实上当改变这一个尺寸时，主軸中心綫將距离床身导軌高些或低些，这就直接反映在中心綫間不重合度的数值中。

床頭箱主軸在兩個套組成的滑動支承中旋轉。兩個套的內表面與外表面的不同心度能够使主軸中心綫高于或低于箱体鏗孔的中心綫。因此，兩個套的內表面與外表面的偏心率將成為影響封閉環尺寸的第二及第三個尺寸。

這樣，我們查明了床頭箱方面尺寸鏈的全部環。在此部件中其餘影響封閉環的尺寸是沒有的。

在尾架方面有影響的尺寸有：由底板導軌至其上表面的尺寸；由壳体支承面至主軸孔中心綫的尺寸；頂尖套錐孔中心綫對外表面的位移量。在尾架方面其餘影響封閉環的尺寸顯然也是沒有的。

因此，確定床頭箱與尾架中心綫重合度條件的尺寸鏈業已查明，即由七個環組成，其中一個是封閉環。

開合螺母中心綫與絲槓中心綫在水平面上的重合度

現在我們來探究一下全部零件及能影響絲杠中心綫與開合螺母中心綫間距離的零件尺寸。

顯然第一個有影響的尺寸是床身前壁加工過的壓板至機床前稜面頂的距離（參看圖1）。實際上，整個進給箱以及絲杠中心綫對前稜面頂所處距離的大小，得根據上述距離的大小而作適當的確定。箱体中對封閉環有影響的第二個尺寸是箱体與床身的聯結平面至絲杠孔中心綫的距離。最後，作為絲杠軸承的軸套和接盤內表面對外表面的偏心率，是對該部件最後一個有影響的尺寸。

在溜板箱中，第一個影響封閉環，與封閉環尺寸相聯接的尺寸，是兩半開合螺母的螺紋（絲杠用）中心綫至燕尾導軌工作面的距離。

如把固定兩半開合螺母用溜板箱體的導軌工作面至溜板固定孔（在床鞍上固定刀架用）中心的尺寸，稱作第二個有影響的尺寸是合理的。但這一尺寸在溜板箱體的工作圖中並不標明。這是很自然的，因為加工過的箱体外表面是配定所有尺寸的基面。此外，要檢查該尺寸也極不方便。因而，由裝開合螺母的溜板箱導軌工作面至箱体前基面的距離，將成為第二個有影響的尺寸。顯然，第三個有影響的尺寸將是溜板箱体前基面至其刀架固定孔中心綫間的尺寸。第四個有影響的尺寸是溜板箱及刀架固定孔中心的不重合度。最後，第五個（也是最後一個）影響封閉環的尺寸是固定孔中心至床鞍導軌稜面頂的距離。

在溜板箱和刀架上不得去尋找其他影響開合螺母中心綫位置的尺寸；因為確定絲杠中心綫與開合螺母中心綫在水平面上重合度條件的尺寸鏈已經查明了，它由九個環組成，其中有一個是尺寸鏈的封閉環。

Б 查明部件內部的尺寸鏈

查明部件內部尺寸鏈的各個環也應採取同樣的辦法。這裡也需要從查明裝配問題即查明封閉環開始。然後分析機構的結構，確定各零件影響封閉環的全部尺寸。

下面是查明部件內部尺寸鏈的兩個例子。

圖2是螺絲車床的掛輪架圖。各交換齒輪間的相對軸向位移量，即各齒輪整個齒嚙

合的正确性是挂輪尺寸鏈的封閉环之一。現在，我們來探求一下各零件影响此位移值的全部尺寸。首先我們取挂輪架 1 的外表面作为座标；由上部的齿輪軸起始查明各个环。零件 2 的尺寸 13 將成为影响封閉环的尺寸中的第一个。实际上带齿輪組的軸 3 裝得靠右或靠左，將根据尺寸 13 来决定。

軸 3 的軸肩厚度（5 公厘），中間齿輪 4 的厚度（16 公厘）和环 5 的厚度（8 公厘）是影响交換齿輪的軸向位置，并从而影响封閉环的第二个尺寸。

交換齿輪在第二根軸上的位置，仅决定于軸 6 的軸肩厚度（18 公厘），軸套 7 的阶台长度（24 公厘）。这样，尺寸的改变（在公差带内）直接会影响交換齿輪的相互移，也就是說，会影响到尺寸鏈各个环的全部零件都查明了。

图 3 是装有蜗輪傳动裝置的部件断面图。这里我們將查明确定蜗輪对蜗桿中心綫位置正确性的尺寸鏈。因此，該尺寸鏈的封閉环將是蜗桿中心綫与蜗輪齿緣中間平面的不重合度。蜗桿 1 中心綫的位置由箱体外平面至蜗桿軸孔中心綫間的尺寸来确定。其它任何影响蜗桿中心綫位置的尺寸都沒有★。

現在，我們再來查明影响蜗輪位置的尺寸。蜗輪 2 的軸間位置在右面以其端部、环 3 和已加工的箱体凸头固定，在左面此蜗輪用爪形离合器 4 的凸肩和軸套 5 的凸肩固定。軸套用螺釘固定在箱体上。分析了图紙上的情况之后，可以得出結論：实际上影响蜗輪軸向位置的尺寸只是曲面中心至蜗輪右端的尺寸，环的厚度和已加工凸头端面至外平面的距离。这是因为軸套 5 是在安裝了蜗輪之后最后安裝并固定在箱体上的。

由上述例子可见，查明尺寸鏈各环的方法以及所遇到的特性之一般。

查明每种尺寸鏈基本上都按下列順序进行：查明封閉环；選擇座标起点；依次查明一部件或整套裝置中由座标起点至封閉环的各个連接的环；同样地查明另一部件或裝置中由封閉环至座标起点的各个环。

也可在彼此两个方向上由封閉环开始依次查明联接的各个环。查明尺寸鏈全部环的工作应在尺寸鏈的两个分支相遇处結束。

IV 繪制尺寸鏈图

要在各尺寸鏈图及机器各机构和部件的系統图中繪制出尺寸的环，必須采用一定的規定符号。（见环的符号图例）。

零件图上的直綫尺寸用有箭头的尺寸綫表示。直綫尺寸——环也用类似的方法表示。

零件工作图的中心綫或表面間的平行度（即角度等于零的），的技术要求用符号 \parallel 表示。此符号包括了繪出提出技术要求的中心綫或表面的直綫。为了表明提出精度要求的表面和中心綫，应从符号开始画一直綫，以箭头在与此表面成中心綫接触处表示直綫完結。这种符号包含了指明各环的定向性并与检查中心綫或表面的联接。我們必須保持表明尺寸鏈图中各环所用的符号，不得有任何改变。

★原註：由于机械加工零件时造成的不精确度，如：蜗桿对軸承内軸頸配合面的振摆，蜗桿螺紋对配合孔的振摆等为数很小，故不予考虑。

尺寸鏈的環及環的符號

環的名稱	尺寸的特質	符號例子
零件的尺寸 一環	直線尺寸	
角	度	
零件間的尺寸	直線尺寸	<p>孔的中心線 軸的中心線</p>
零件間的角	度	<p>孔的中心線 軸的中心線</p>

在零件工作图中，对于表面或中心线垂直度方面的技术要求用符号 \perp 表示。但此符号本身已不含有定向性。此外，它与检查中心线及表面的关系不够清楚。为了表明无质量要求的垂直度，我们用画一带箭头的弧线与此符号联接。此时，就可以得到内容与确定平行度要求的各角度——环符号相似的标志符号。角度就是确定不等于 90° 及与 90° 不成倍数的角度数值。没有标明这些角度精度要求的符号。因此，我们将取用如同标志上述不等于 90° 或与 90° 不成倍数的角度——环的符号。此标志符号应从画符号 $>$ 或 $<$ 开始，再由此符号画一带箭头的直线或弧线。

下表所列的是尺寸链的各种尺寸——环及各尺寸的符号标法的例子。由这些例子中可见，对于光洁度高而位置靠近的表面线或中心线用曲折（之字形）的符号连接。

零件图和装配图的尺寸链查明之后，应该更换尺寸链，为此需要画一分析机构的简化系统图（图7），（图8）。这简化了的草图是画尺寸链图的底子，因此该机构的简化草图的线条应画得细，而表示尺寸链各环的线条则应画得粗，线条粗细之间的相互关系之所以做成这样，是为了在草图的整个底子上明显地表示出尺寸链图。在草图上绘制尺寸链的环时，必需使每一个环处在尺寸受环限制的表面上或直接在靠表面的近处。

尺寸链图（图4）（图5）（图6）是一个尺寸的封闭外形，在多环链中尺寸外形的线条常常是相交的，好似组成了数个相交的外形。这就造成了看图时的某些困难并使得弄懂尺寸链各环的相互作用及相互关系变得困难。

对于这种尺寸链，就需要对在该机构简图上的尺寸链图作些补充，即与此图并列地作一有外形和相交断面的尺寸链简图。

V 制定计算表

如上所述，对每一尺寸链都应作一单独的草图以及单独的尺寸链图。组成环各尺寸的原始计算数据及其特征，以及计算的结果都应从总的材料中分出。下列插图所示的专用计算表就是为此目的而编的。在此表内应记录下列数据：

部 門	尺 寸 鏈 名 称	机 床		
		名称	型号	
尺寸鏈方程式				
尺寸鏈环的符号				
图上的允差和尺寸				
图上公差范围				
所采用的达到精度的方法				
公差范围的中間座标				
规定的公差范围				
规定的尺寸和允差				

此表应有大、小两种规格，小的适于草图与尺寸鏈图繪在一起的，大的适于分別繪出的。

1. 借尺寸鏈要解決的問題；
2. 計算尺寸鏈的機器名稱及型號；
3. 尺寸鏈的字母符號；
4. 尺寸鏈的方程式；
5. 尺寸鏈各環的符號；
6. 圖紙上的尺寸和允差；
7. 圖紙上的公差紙；
8. 達到精度的方法；
9. 規定的★公差帶內中間座標；
10. 規定公差值；
11. 規定尺寸及極限偏差。

在同一表內應繪一該裝置的簡圖，簡圖中畫出尺寸鏈圖。
組成環數量不多的尺寸鏈圖和簡圖可以繪在小尺寸的表上。

VI 計算並列尺寸鏈的特點

在並列尺寸鏈中具有公共環，這可使尺寸鏈的計算特別容易。假如對並列尺寸鏈中之一進行了計算，那末對其全部環（其中包括與其他環有關的公共環）的一定公差也已經確定了，計算其餘並列尺寸鏈時，需要使公共環的公差保持最初計算時確定的數值。有時這一點很難達到。在這種情況下，不可避免地要重算全部並列尺寸鏈。

因此，應當適當地編制各頁並列尺寸鏈圖。根據並列尺寸鏈的數量可以將它分成若干組，其中每一組的公共環很容易查明。為了更明晰起見，這些公共環需用有色鉛筆區分開來，然後應確定每一組並列尺寸鏈的計算次序。

確定每一組並列尺寸鏈的這一計算次序需要編制一表格，表內應寫明尺寸鏈的名稱和符號，環的數量，封閉環的公差，公差平均值及達到精度的方法，比較這些數據，即可大體上確定，在某組並列尺寸鏈中其公共環的公差將是最小的，計算必須從公共環公差最小的那些尺寸鏈開始。這樣就可以避免對尺寸鏈進行多次重算，而這種重算在不按照上述情形進行時是不可避免的。

VII 綜合誤差

計算各零件包含於尺寸鏈中的尺寸的公差時，綜合各尺寸的系統偏差和偶然偏差可採用下列基本公式。

$$\Delta'_{\Delta} = \sum_{(+)} (\Delta_{0i} + \delta_i) - \sum_{(-)} (\Delta_{0i} + \alpha_i \delta_i) \dots\dots\dots 1$$

$$\delta'_{\Delta} = \sqrt{\sum_{i=1}^n K_i^2 \delta_i^2} \dots\dots\dots 2$$

★在插圖項中“規定的……”的意義即為經過尺寸鏈計算後所決定的……。

式中代号为：

Δ_{0i} —— 尺寸鏈第 i 个組成环尺寸公差帶中間座标；

α_i —— 第 i 个組成环分佈曲線的相对不对称系数；

δ_i —— 第 i 个組成环尺寸的公差帶；

δ_{Δ} —— 封閉环尺寸的公差帶；

K_i —— 第 i 个組成环尺寸的相对分佈系数；

$\sum_{(+)}$ —— 尺寸鏈增环（正环）的綜合代号；

$\sum_{(-)}$ —— 尺寸鏈減环（負环）的綜合代号；

Δ_{Δ} —— 終結环尺寸公差帶的中間座标。

第一式用来綜合系統偏差。各尺寸的平均值，也就是尺寸鏈組成环各尺寸偏差的聚集中心座标也属于此系統偏差。

第二式用来綜合偶然偏差，也就是尺寸鏈組成环各尺寸的差异分佈帶。

座标 Δ_{0i} 由下式确定：

$$\Delta_{0i} = \frac{\Delta B + \Delta H}{2},$$

式中： ΔB —— 尺寸的上限偏差，

ΔH —— 尺寸的下限偏差，

公差帶 δ_i 与尺寸极限偏差的关系如下式：

$$\delta_i = \Delta B - \Delta H.$$

在設計机床过程中計算尺寸鏈时，如果缺乏各尺寸的数据，可取系数 α_i 的值为零。 K_i 系数值可由表 1 取得，該表是根据本书第一部分研究的結果制定的。

K_i 值 表 表 1

序号	加工另件的批量	K 系数值	备 註
1	20 件以下	1.7	
2	20至 50件以上	1.5	
3	50至 100件以上	1.3	
4	100至 200件以上	1.15	
5	200至 500件以上	1.10	
6	500至1000件以上	1.04	
7	1000至以上	1.0	

所有上列的誤差綜合公式都是根据或然率理論的定理得出的。

因此，利用上述公式計算尺寸鏈叫做理論或然率的計算。

极大及极小的計算公式理当由理論或然率公式得出。

計算极大及极小公差的特点，是在綜合各尺寸的极限偏差时不把尺寸的差异考虑在

內。因此系数 α_i 及 K_i 可以获得如下的值: $\alpha_i=0$, $K_i=1.0$ 。

綜合系統偏差可以按代数式进行。此时其算式为:

$$\Delta'_{\Delta} = \sum_{(+)} \Delta_{0i} - \sum_{(-)} \Delta_{0i} \dots\dots\dots 16$$

进行极大及极小的計算时公差需用算术法綜合。此时綜合公式的式子如下:

$$\delta'_{\Delta} = \sum_{(=)} \delta_i \dots\dots\dots 26$$

封閉环尺寸的极限偏差, 按下列实际上适用于計算尺寸鏈的任何方法的公式确定:

$$\left. \begin{aligned} \Delta'_{\Delta B} &= \Delta'_{\Delta} + \frac{\delta'_{\Delta}}{2} \\ \Delta'_{\Delta H} &= \Delta'_{\Delta} - \frac{\delta'_{\Delta}}{2} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots 3$$

在此式中: $\Delta'_{\Delta B}$ —— 封閉环尺寸的上限差;

$\Delta'_{\Delta H}$ —— 封閉环尺寸的下限差;

計算极大及极小的公差可以利用綜合偏差的公式, 公式的式子为:

$$\left. \begin{aligned} \Delta'_{\Delta B} &= \sum_{(+)} \Delta_i B - \sum_{(-)} \Delta_i H \\ \Delta'_{\Delta H} &= \sum_{(+)} \Delta_i H - \sum_{(-)} \Delta_i B \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots 4$$

式中 $\Delta_i B$ 及 $\Delta_i H$ —— 第 i 个組成环尺寸的上下偏差。

Ⅷ 达到精度的方法

封閉环尺寸要求的尺寸(技术条件規定的), 可以利用各种方法保証获得。方法的选择得視封閉环尺寸所要求的精度, 尺寸鏈的組成环数和各零件的加工工艺特点, 以及該装置、机构和部件的装配工艺特点而定。

实际上采用的保証封閉环尺寸要求精度的全部方法可以归結为两个:

1. 不用补偿件装配机床;
2. 利用补偿件装配机床。

在第一种情况下, 装配机床的部件或机构时, 对各个零件不必作任何选择, 也不必作修配和調整。装配的全部零件都是可以互換的。

在第二种情况下, 技术条件所規定的装配机构精度借助于补偿方法来保証, 例如借选择、修配零件以及按照装配时測得的结果补充加工零件, 或利用調整的方法等。

由上述情形可知, 在尺寸鏈的組成环中可以沒有补偿环, 也可以留有补偿环。

当尺寸鏈中有补偿环存在时, 公差的計算次序就需要作某些改变。

补偿值“K”由下式确定:

$$K = \delta'_{\Delta} - \delta_{\Delta} \dots\dots\dots 5$$

式中: δ_{Δ} —— 封閉环尺寸的公差带。

δ'_{Δ} —— 封閉环尺寸的預期差异带, 它就是尺寸鏈全部組成环的公差之和。

确定补偿环的各个尺寸除了要知道补偿值之外，还需要知道偏差范围的中間座标，以及补偿环尺寸的上下限差。补偿环尺寸偏差范围的中間座标 Δ_k' 可以用下式确定：

$$\Delta_k' = \pm(\Delta_{\Delta'} - \Delta_{\Delta}) \dots\dots\dots 6$$

在此式中已知：

Δ_{Δ} —— 封閉环尺寸公差带的中間座标。

$\Delta_{\Delta'}$ —— 封閉环尺寸公差带的預期中間座标。

当补偿环是属于尺寸鏈的減环（負环）組时，在括弧前面写一“+”号；假如补偿环是属于尺寸鏈的增环（正环）組时，則应写一“-”号。

补偿环尺寸的上下限差按下式确定：

$$\left. \begin{aligned} \Delta'_{BK} &= \Delta'_{K} + \frac{K}{2} \\ \Delta'_{HK} &= \Delta'_{K} - \frac{K}{2} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots 7$$

补偿环尺寸的上下限差也可按下式确定：

$$\left. \begin{aligned} \Delta'_{BK} &= \Delta_{\Delta'} B - \Delta_{\Delta} B \\ \Delta'_{HK} &= \Delta_{\Delta'} H - \Delta_{\Delta} H \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots 8$$

或

$$\left. \begin{aligned} \Delta'_{BK} &= \Delta_{\Delta} H - \Delta'_{\Delta} H \\ \Delta'_{HK} &= \Delta_{\Delta} B - \Delta'_{\Delta} B \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots 9$$

补偿环属于減环（負环）时采用公式（8）。如补偿环是属于增环（正环）組时則利用公式（9）来确定。

Ⅷ 尺寸鏈的計算次序

任一尺寸鏈的計算，其最后目的不外乎使所計算的封閉环尺寸的极限偏差等于該尺寸的允許极限偏差。这一最后的条件只有当时才能得到滿足。

$$\left. \begin{aligned} \Delta'_{\Delta} &= \Delta_{\Delta} \\ \delta'_{\Delta} &\leq \delta_{\Delta} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots 10$$

这就是說，封閉环尺寸偏差的計算集中中間座标應該等于允許座标，而封閉环尺寸的計算范围应等于此尺寸的公差带。

如果封閉环尺寸的精度借补偿环获得了保証，則上述条件应写为下式：

$$\left. \begin{aligned} \Delta'_{\Delta} &= \Delta_{\Delta} + \Delta_k \\ \delta'_{\Delta} &\leq \delta_{\Delta} + K \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots 11$$

前面已經指出，在計算所設計机器的尺寸鏈时，如沒有各尺寸的差异数据，則可以取 $\alpha_i = 0$ 。

在这种情况下，座标 Δ'_{Δ} 将是尺寸鏈各組成尺寸的公差带的中間座标之代数和。很