

國外資料

尺寸鏈計算用的說明書

內部資料 注意保存



第一機械工業部

機械制造與工藝科學研究院譯制

1959.12.北京

I 任务的提出

尺寸鏈的計算任务，是計算另件主要尺寸的公差值，以便保證經濟的制造机床，而勿需进行重大的修整及修合工序。按計算公差制造的机床，應該符合ГОСТ精確度的要求（这是根据机床的用途而确定的）。

所指出的要求，首先就是構成机床的各部件相互联系的精確度。为了保證部件結合处的規定精確度，應該根据計算，确定另件的各个尺寸公差，因为，这些公差会影响各部件結合处的最終精確度。

为了使机床發揮其作用机床各部件內的另件和全套件的相互联系应具有一定的精確度。而要保證这个精確度，則應該依据計算來确定另件的所有尺寸公差。这些公差，会影响机床各部件的另件和全套件的結合精確度。

由此可見，尺寸鏈計算的主要任务是：确定机床的另件、全套件和部件的相互联系；規定上述相互联系的精確度；查明影响上述相互联系精密度的全部另件尺寸，并算出另件尺寸的公差大小，以保證机床另件、全套件和部件結合处的精確度，同時也保證机床發揮其应有的作用。

II 尺寸鏈和鏈環的分類

呈封閉外形的、又能影响一个尺寸的連結尺寸組，叫做尺寸。

按照所述定义，尺寸鏈的主要特征是：

1. 尺寸外形的封閉性；
2. 各个相互无关的尺寸，对一个尺寸的影响

尺寸鏈的鏈環，可分为：

- 1 —— 另件尺寸鏈環；
- 2 —— 間隙鏈環，即两个結果另件軸心之間或表面之間的尺寸。

第一組和第二組的鏈環，可能是：

a—直綫尺寸；

b—角度尺寸。

第一組，是以公厘計算的尺寸和尺寸偏差。

第二組，是角度大小的尺寸，即角度及其偏差。

軸心表面的平行度，以及垂直度等之要求，也都屬於角度尺寸之內。这些尺寸都是以度或公厘計算的以公厘計算的屬於半徑长度或直角边的长度。

尺寸鏈的鏈環，还可分为：

b—組成鏈環，

a—封閉鏈環。

組成鏈環，就是鏈子的全部鏈環。这些鏈環的尺寸改变就是封閉連環尺寸改变的原因。

封閉鏈環，就是尺寸鏈的鏈環。这些鏈環的尺寸改变，就是与一尺寸鏈的全部組成鏈環的尺寸总改变之結果。

与一尺寸鏈，只有一个封閉鏈环，而其余的全部鏈子都是組成鏈环。

除此之外，尺寸鏈的鏈环可分为：增加的（正的）鏈环和减少的（負的）鏈环。

如果組成鏈环的尺寸增加，引起封閉鏈环的尺寸加大，則这个組成鏈环是属于正鏈环的。在尺寸鏈的方程式中該鏈环图例之前应有“+”号。相反，当組成鏈环的尺寸增大而引起封閉鏈环的尺寸减少時則这个組成鏈环，是属于負鏈环的。在尺寸鏈的方程式中該鏈环图例之前应有“-”号。

因此，尺寸鏈的鏈环确定为兩組，即正鏈环（增加的）及負鏈环（减少的）。由此便产生了确定鏈环方向的下述規則。

按图解与封閉鏈环位于一組內的尺寸鏈的全部組成鏈环屬負鏈环（减少的）。

按照机器的結構組織，尺寸鏈可分为：

1.——装配的尺寸鏈；

2.——另件的尺寸鏈。

装配的尺寸鏈又可分为：

a.——总配置的尺寸鏈；

b.——内部件的尺寸鏈。

总配置尺寸鏈之特点是，整个机器的各部件相互联系尺寸。藉助于尺寸鏈的分析和計算，能够保証机器各部件的联结，并且符合技術条件所要求的（ГОСТ或其他的）精确度。

部件內的尺寸鏈，是計算另件的相互联系尺寸，以及个别装配件（在机器的独立部件內的）的相互联系尺寸的。利用該組尺寸鏈进行分析和計算，可以保証另件和装配件在每一部件中的相互位置达到所要求的精确度。

另件的尺寸鏈，是計算一个另件各軸鏈或表面的相互联系尺寸。采用該組尺寸鏈的分析和計算，能保証另件各表面和另件各軸的相互位置符合所要求的精确度。

尺寸鏈計算程序的某些附加条件，增加了一些同時属于几个尺寸鏈的鏈环。因为这个鏈故，尺寸鏈可分为：1.——逐次連接的尺寸鏈；

2.平行連接的尺寸鏈。

第一組每一尺寸鏈的計算，可以与机器的其他尺寸鏈分开单独进行。第二組尺寸鏈的計算，應該按固定程序进行。此固定程序取决于尺寸鏈总鏈环的尺寸精确度。

III 尺寸鏈的驗証

按照前面所述尺寸鏈的定义，不定的尺寸組，即使它們也是封閉鏈，但不能称为尺寸鏈。十分必須的条件，就是鏈子的每个組成尺寸，对任何一个鏈环的大小具有影响。后者應該反应在其他的每一总环大小的改变上。

必須注意到，每个尺寸鏈的組成尺寸鏈环是連接两个另件的尺寸（間隙），还或是一个另件的尺寸（另件尺寸），因而，两个另件或若干部件的总尺寸应按其組成鏈环分开。

机器的尺寸鏈計算，必須从主要尺寸鏈开始，也就是从总配置的尺寸鏈开始。为了完成該計算，第一步的工作，就是确定部件的相互联系和各部件之間的联结方法。各部件間的联结之驗証过程结束后，應該以几个投影图表示出机器示意总图，并指出各部件的联结方法。然后，才开始进行最重要的工作，即尺寸鏈的驗算。正确的定成个一步工作就能保証决定于尺寸鏈的計算質

量。

尺寸鏈的驗證，應該从开首鏈环（封閉的）的驗算开始。为此，首先必需闡明裝配件、機構、部件和整个机器應該符合的那些要求。个些要求就是：

a) 保証該机器正常運轉之精確度。例如：用机床加工制品的精確度，以及其他一系列的要求。

б) 机器構件（另件，裝配件，部件）的結合精確度。

“a”及“б”所示的技術要求，通常以数字表示。这数字將就是相应尺寸鏈的封閉鏈环的公差。由此可見，在尺寸鏈驗證开始以前，先必須規定制造另件、裝配和驗收机器的詳細技術条件。有了明确的技術条件，就許可开始确定一切影影最后結果的因素。驗證之各数据的总和，就可以將全部主要尺寸鏈的鏈环划在机器的总图上。結果，便得出机器的示意总图和主要尺寸鏈的鏈环。

象前面所示尺寸鏈鏈环經常有間隙，軸綫或加面的不相符合等等。这种鏈环的公称尺寸，往往都等于零。在拟定尺寸鏈示意图時，該鏈环應該以有限綫假表示。但是，在列尺寸鏈方程式時，應該按示意图給出該鏈环的相应符号。除了划有主要尺寸鏈示意图的机器示意总图以外，必要拟制部件示意总图，并且在此图中印有部件尺寸鏈的示意，除此以外，为每一尺寸鏈必須繪制略图。在启图中，應該划有該尺寸鏈的示意图。

A. 总配置尺寸鏈的驗證

机器的驗收ГОСТ标准，應該是技術条件的主要資料。通常，在該标准中，机器总配置提有技術要求。使用这些資料，能弄清总配置尺寸鏈的一系列封閉鏈环。

我們螺絲車床的总配置尺寸鏈，作为例子來闡明。图1所示為該車床的总图。

根据車床驗收的ГОСТ 42—40条，可求得下列总配置尺寸鏈的封閉鏈环：

- 1) 在垂直平面上前頂針座和后頂針座的頂針不对准上（驗算№13。不对准的大小許可为0.02）；
- 2) 在垂直平面上絲槓的軸心与拖板箱內草开螺母的軸心不对准驗算№16公差为0.15）；
- 3) 在水平面上絲槓的軸心与拖板相松开螺母的軸心不对准（公差为0.15）；
- 4) 在盘直平面上絲槓的渠心与后支架純承的軸心，不对准（驗算№15，公差为0.1）；
- 5) 在水平面上絲槓的軸心与后支架軸承的軸心，不对准（公差为0.1）。

显然，ГОСТ所示的技術条件，供給計算机床所有部件的相互联系是不够用的。熟悉机床的图紙后，輔助找出机床总配置的下列構件及其相互联系：

1. 变速箱传动掛輪架。整个掛輪架，对着通过进刀箱的軸旋轉，用以保証这两个部件的齒輪咬合。但是，进刀箱与主軸的咬合齒輪，在齿长上的結合，應該保持在一定的板限內。允許的偏向相互位移之大小，將是尺寸鏈的封閉鏈环之公差。該尺寸鏈，决定这两个部件之齒輪的咬合条件。

咬合齒輪对中心綫之平行度，能保証各小齿在全长上接触。由此可見，軸平行度的許可大小，就是其他尺寸鏈的封閉鏈环之公差。

2. 机床的掛輪架旋轉进刀箱的第一根軸。掛輪架与进刀箱的联系，象头一个情况一样，是助于齒輪的咬合。掛輪架的齒輪軸，順着掛輪架的平板槽移动，便能保証徑向的咬合精確度。軸

向的齒輪咬合精確度，就是封閉鏈環的公差。

咬合齒輪對之齒的不平行度之公差，便是尺寸鏈的封閉鏈環之公差。從齒輪的各齒相互平行的觀點來看，該尺寸鏈是決定咬合的精確度的。

3. 用光槓和絲槓，將進刀箱與拖板箱聯系着。應該規定在垂直面和水平面上絲槓和光槓的軸心，與拖板箱孔的中心的對准精確度。絲槓軸心與鬆開螺母軸心的不對准程度，ГОСТ中有規定。因而，必需補充計算垂直面和水平面上的兩條尺寸鏈。該尺寸鏈是決定光槓之孔的軸心的不對准之條件的。

4. 以齒條對把拖板箱與機座連接。這樣一來，應該驗只証和計算出徑向和軸向上齒條對咬合正確性的兩條尺寸鏈。同時，還要从齒輪和齒條之齒的相互平行之觀點來計算齒條對咬合正確性的尺寸鏈。

5. 用旋轉刀架橫絲槓的齒輪對，把拖板箱和機床的刀架聯接起來，因而就應該驗証和算出在徑向和軸向上這些齒輪咬合正確性的兩條尺寸鏈。同時，還要計算咬合齒輪的各齒平行度之尺寸鏈。

除去前面所舉的機床內各部件之相互聯系以外，還應該分析上列各條件：

1. 前頂針座的主軸之心上床身導軌在兩個平面上的不平行度（驗算№8）：垂直面上的許可偏差為0.03/300；水平面上的許可偏差為0.015/300；

2. 後頂針座的主軸軸心與床身導軌在兩個平面上的不平行度（驗算№11）：兩個平面上的許可偏差為0.03/300；

3. 光槓及絲槓的軸心與機床導軌在兩個平面上的不平行度；

4. 在機床的拖板箱中，光槓孔之軸心和鬆開螺母的軸心，在兩個平面上的不平行度。這要求計算四個尺寸鏈。

這樣一來，為了分析車床總配置的各個條件，必需計算27個尺寸鏈，其中13個尺寸鏈為直線的鏈尺寸，14個角度的尺寸鏈。

根據全部的這27個條件，ГОСТ中規定了5個直線尺寸條件和4個角度尺寸條件。其餘的18個條件，在機床各部的相互聯系驗算以後確定。

照所規定的那樣，尺寸鏈的驗算必須從封閉鏈環的驗算開始。然後，才計算尺寸鏈的主要鏈環。因此，在要求方面就能弄得完全清楚，這些要求是在該套裝配時必須滿足的，必須根據總圖驗証尺寸鏈的其他鏈環。此時應該出結構中的所有那些構件，即其尺寸的改變，直接影響封閉鏈環的尺寸大小者。

作為例子我們來研究以下兩種驗算過程：車床前、後頂針，在垂直面上對准的不複雜的總配置之尺寸鏈驗算過程，以及拖板箱鬆開螺母的軸心與絲槓軸心，在水面上對准的比較複雜的尺寸鏈之驗算過程。

前頂針座和後頂針座的頂針之對准

前頂針座和後頂針座，安裝在機身的同一個角架和平面上。我們把總的基準面，作為理想的綫，應該從這條綫來排尺寸（鏈環）。

從前頂針座的圖（圖1）中看出，頂針座體內主軸孔的軸心與基準面之距離，就是第一個有影響作用的尺寸。的確是當該尺寸改變時，主軸的軸心距床身導軌較高或較低，因此它直接影

响到頂針的不对准度。

前頂針座的主軸，在滑动支座上迴轉。滑动支座是由两个套筒組成的。这些衬套筒的內、外表面之不同心度，可能影响主軸心比壳体上所鑽的孔之軸心較高或較低。因此，第二个和第三个影响封閉鏈环尺寸的尺寸，将是該衬套筒的內、外表面之偏心率。

因此，我們弄清楚前頂針座这一面的尺寸鏈全部鏈环。在此部容內沒有其他对鏈环有影响的尺寸了。

后頂針座这一面，有影响作用的尺寸是：从桥梁導軌至其頂面的尺寸；从壳体支承面至主軸孔軸心的尺寸；頂針套上的錐形孔軸心与外表面的偏移程度。其他的对封閉鏈环产生影响的尺寸，在后頂針座这方面很显然也沒有了。因而計算前頂針座和后頂針座的頂針對准条件之尺寸鏈，已經驗証。这尺寸鏈是由七个鏈环所組成的，其中有一个是封閉鏈环。

鬆开螺母的軸心与絲槓的軸心在水平面下的对准

我們根究一切对絲槓軸心与开合螺母軸心的距離大小可能有影影的另件及其尺寸。

很說显第一个有影影的尺寸（見图 1）是床身前壁上加工凸台与机床前角架的頂部之距離。實際上根据这一尺寸的或大和或小的不同，整这进刀箱及絲槓、軸心与角架頂部的距離也就会相应的增大或縮小。

在箱的壳体上，第二个影影封閉鏈环的尺寸，就是从床身与箱体的連接平面，至絲槓孔之軸心的距離。在該部件上，最后一个有影影作用的尺寸，是套筒和法兰盘（它們是絲槓的軸承）的外表面与內表面之偏心率的大小。

拖板箱內，对封閉鏈环有影影的第一个尺寸，就是鬆开螺母的半部上，絲槓螺紋的軸心至燕尾形導軌的工作表面之距離，这尺寸与封閉鏈环的尺寸相接近。

第二个有影响的尺寸，应算是拖板箱壳体上如鬆开螺母半部用的導軌平面至拖板箱固定孔之中心的尺寸，該孔是为了坚固在刀架支架上的。但是，在拖板箱壳体的施工图上，沒有此尺寸。这是很自然的，因为全部尺寸根据配位的基准面是壳体的加工外表面。此外，該尺寸非常不便于检查。因此，第二个有影响的尺寸，将是拖板箱上，鬆开螺母半部的導軌工作平面至壳体的前基准面之距離。

第三个有影响的尺寸，显然就是从拖板箱壳体的前基准面，至固定拖板箱和刀架的固定孔之中心的尺寸。

第四个有影影的尺寸，就是拖板箱和刀架上的固定孔之中心的不对准程度。第五个，也是最后的一个对封閉鏈环有影响的尺寸，是从固定孔的中心，至支架導軌的角架頂部之距離。

机床的拖板箱和刀架上，其他的影响鬆开螺母軸心位置的尺寸无法查出。可見，决定絲槓軸心和鬆开螺母螺紋的中心在水平面上的对准条件之尺寸鏈，已經驗算出來。它是由9个鏈环所組成的，其中一个鏈环是尺寸鏈的封閉鏈环。

6. 內部件尺寸鏈的驗証

驗算內部件尺寸鏈的鏈环時，應該采用上述同样的方法。在这里，也必須从装配任务开始驗算，即从封閉鏈环开始。然后，在分析机械的結構同時，必需計算影响封閉鏈环的另件之各个尺寸。

下面列举两个验证内部尺寸链的例子。

在图2中,示有螺絲車床掛輪架的图。变速齒輪的相关軸向偏移程度,即齒輪咬合(沿齒長上)的正确性,就是掛輪架各尺寸鏈中一个尺寸鏈的封閉鏈环。我們根究一切对此偏移大小有影响的另件尺寸。以掛輪架1的外平面为座标原点,鏈环的验证,从齒輪的上面軸心开始。首先影响封閉鏈环的尺寸,是另件2的尺寸13。实际上根据这一尺寸的或大或小的不同,軸心3与齒輪組就会相应的向左或向右移动。

下列这些尺寸,影响軸向变速齒輪在軸向上的位,也就是影响封閉鏈环的尺寸:軸3之軸肩的厚度尺寸(5公厘);中間齒輪4的厚度尺寸(16公厘),环5的厚度尺寸(8公厘)。

在第二根軸上,变速軸輪的位置只取决于軸6的軸肩的厚度(为18公厘)和套筒7之肩胛的长度(为24公厘)。这样,便查明了那些另件尺寸改变(在公差的范围内)能直接影响变速齒輪的相互偏移的所有另件,即尺寸鏈的所有鏈环都查明了。

图3中,列有带蝸輪传动的部件截面图。在这里,我們要验证确定蝸輪与蝸杆軸心的位置正确性的尺寸鏈。該尺寸鏈的封閉鏈环,将是蝸杆中心与蝸輪齒圈的中間平面之不对准度。蝸杆1軸心的位置,决定于壳体外表面至蝸杆孔之軸心的尺寸。沒有任何其他的能影响蝸杆軸心位置的尺寸了〔註1〕。

我們轉入对蝸輪位置产生影响的尺寸之验证。在軸向上,蝸輪2从右面以齒輪端、环3和壳体的加工凸台,來定些。从左面,蝸輪以爪形離合器4的凸边和用螺釘鎖在壳体上的套筒5的凸边來定位。

分析了图紙,我們得出結論:确实影响齒輪軸向位置的,只是:从曲度的中心至蝸輪的右端之尺寸;环的厚度和凸台加工端面与外面的距離。这是因为在蝸輪安装以后,才最后安装套筒5,并鎖在壳体上。

从所举的例子中可看到,尺寸鏈鏈环的驗算方法,以及在验证時可能遇到的特点。

任何一种尺寸鏈的驗算,基本上都按下列順序进行:验证封閉鏈环;选定座标原点;按順序地驗算一个部件內或一个套件內,从座标原点至封閉鏈环的連接鏈环;在其他的部件或套件內,从封閉鏈环至座标原点驗算其連接鏈环。

还可以在一个和另一个方向从封閉鏈环进行連接鏈环的順序驗算。尺寸鏈全部鏈环的驗算,在两条分鏈的相遇处結束。

IV 尺寸鏈示意圖的編制

为了在尺寸鏈的示意图上描写鏈环,以及在机器的部件和机构示意图上表示鏈,应该采用一定的符号。

在另件图紙上,直綫尺寸以尺寸綫來标记。尺寸綫都是以箭头結束的。鏈环一直綫尺寸的符号,我們將以类似的方法來作。

註1 另件机械加工的不精確度,由於它們的尺寸小,都不計算(如蝸桿与軸承頸配合表面的偏擺,蝸桿与安裝孔之細旋綫的偏擺等等)。

在另件的施工图上，对中心綫或表面的平行度(即对等有 0° 的角度)的技术要求，以“ \parallel ”符号来表示。该符号将表示具有技术要求的中心綫或表面的綫条夹在中間

为了指明提出精度要求的表面或中心綫，从该符号起作一綫段，此綫段在与该表或中心綫的接触处，以箭头結束。这种标记，包含有鏈环方向的說明，并与檢驗中心綫或表面有关系。在尺寸鏈的示意图中，所指鏈环的符号，保留着所采用的象征意义，而沒有任何更改。

在另件的施工图上，对于表面或軸心的垂直度之技术要求，以“ \perp ”符号来表示。但是，该象征性符号已不包含其方向。除此之外，该符号不能够清楚地联系檢驗軸心或表面。为了使垂直度的符具有所缺乏的性质，我們在符号“ \perp ”上加上弧形的綫。此弧形綫以箭头为結尾。在这种情况下，我們得到象征性的符号，在其内容上它与确定平行度要求的角尺寸鏈环之符号相似。除了所指的情况以外，計算不等于 90° 的和不是 90° 倍数的角度尺寸，就是角度尺寸。关于此角度的精确度要求，沒有象征性的符号。因为这个緣故，我們因用与前述标记相似的符号來表示头不等于 90° 的和不是 90° 倍数的角度鏈环。该象征性的符号，应该以 $>$ 或 $<$ 符号为开始，而且从此符号引出直綫或弧形綫。此綫以箭头为結尾。

下面表中，示有尺寸鏈的各种尺寸鏈环及其符号的例子。从这些例子中看出，为了更清楚起見位置相近的表面或軸心的綫則要以文字形符号來联接。

根据装配图或另件图驗算尺寸鏈以后，应该編制尺寸鏈的示意图。为此目的，要描画所分析之机构的簡單示意草图。该簡單草图就是图底。在此图底上画出尺寸鏈的示意图。因此，机构簡單草图的上綫，用細綫描画，而表示尺寸鏈鏈环的綫，則以粗綫描画。为了在草图的总图底上，突出地表示尺寸鏈的，示意图，故作綫，粗細程度的相似比。

在草图上繪制尺寸鏈环时，必須使每个鏈环处在尺寸为其所限定的表面上，或在該表的附近。

尺寸鏈的示意图，便是尺寸的封閉外形。在多鏈环的各鏈中，尺寸外形的各綫，經常要交叉而形成若干交叉外形。在識图时，这就造成了一些困难，也难于看懂尺寸鏈各鏈环之相互作用和相互关系。

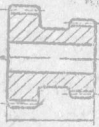
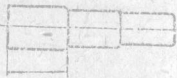
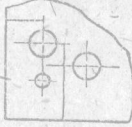

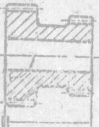
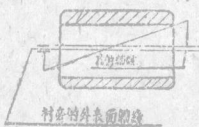
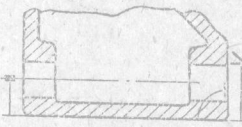

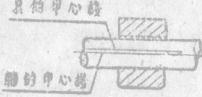

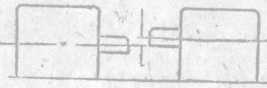
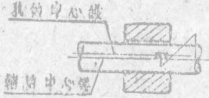
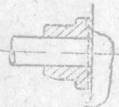
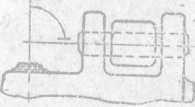

为这种尺寸鏈，与草图并列編制簡單的示意图，附加于机构的示意草图上。在此簡單的示意图中，有外形和交叉的折断处。

V 計算表格的編制

像前面所指示的一样，每个尺寸鏈都应该編制单独的草图，以及单独的示意图。应该从許多的資料中分出：計算的因始資料、組成鏈环的尺寸可布特徒，以及計算的結果等。为此目的，規定有專門的計算表格，如图9和10中所示的，在該表中，載有下列資料：

- 1——采用尺寸鏈來解决的任务；
- 2——进行尺寸鏈計算的机器名称及型号；
- 3——用字母标记的尺寸鏈符号；
- 4——尺寸鏈的方程式；
- 5——尺寸鏈各鏈环的符号；
- 6——图紙上的尺寸及許可偏差；

尺寸鏈的鏈環及其符號

鏈環的名稱	尺寸的特徵	符號的例子			
零件的尺寸 鏈環	直線尺寸				
	角度尺寸				
零件之間的 (間隙)尺寸 鏈環	零件之間的 直線尺寸				
	零件之間的 角度尺寸				

- 7——圖紙上公差的范围；
- 8——达到精确度的方法；
- 9——公差范围中点的規定座标；
- 10——所規定的公差大小；
- 11——所規定的尺寸及极限偏差，

在此表中，还有裝置的草图。圖上画有尺寸鏈的示意图。

可以帶有数量不多的組成鏈环的尺寸鏈草图和示意图，可以列在尺寸不大的表格上。

Ⅴ 平行連接的尺寸鏈計算特點

平行关系的各尺寸鏈中，共同鏈环具有其特殊的計算方法。如果計算了平行連接的各尺寸鏈中之一条尺寸鏈，則已經可以确定該鏈各鏈环的固定公差，并且其中包括有与其他尺寸鏈相接之共同鏈环的公差。在計算其他的平行連接的各尺寸鏈時，最好要使共同鏈环的公差，保持着最初計算時所确定的大小。有就，各种情况很难做到。在各种情况下，免不了要重新計算全部的平行連接的各尺寸鏈。

因为这个緣故，将各关系尺寸鏈的示意图，編制在各別的紙張上为合理。根据其数量，使可得出若干組关系尺寸鏈。在其中的每一組內，容易查明各共同鏈环，为了更明显起見，建議用有色鉛筆划出。然后，應該确定各关系尺寸鏈的每組之計算程序。

为了确定各平行关系尺寸鏈的每組之計算程序，應該編制一表格。表中指明尺寸鏈的名称及符号、鏈环的数量、封閉鏈环的公差、公差的平均数值，以及达到精确度的方法。将这些数据加以比較，便可以大体地确定这些連接尺寸鏈中那一个尺寸鏈的共同鏈环的公差是最小的。計算必須共同鏈环公差为最小的尺寸鏈开始。这样能够避免尺寸鏈的多次重算。而在沒有完成所述的条件時，重算是不可避免的。

Ⅵ 誤差的總計

在計算尺寸鏈中另件尺寸之公差時，可采用下列各主要公式。这些公式是各尺寸的一貫誤差和偶然誤差的总計公式。

$$\Delta'_A = \Sigma (\Delta_{oi} + \alpha_i \delta_i) - \Sigma (\Delta_{oi} + \alpha_i \delta_i) \quad 1.$$

(+)

(-)

$$\Delta'_A = \sqrt{\sum_{i=1}^n K_i^2 \delta_i^2} \quad 2.$$

(二)

式中：

Δ_{oi} ——尺寸鏈組成鏈环 i 的尺寸公差范围之点座标；

α_i ——与組成鏈环 i 的尺寸公差范围。

δ_A ——封閉鏈环的尺寸公差范围。

K_i ——与組成鏈环 i 的尺寸相对分布之系数。

Σ ——尺寸鏈的正組成鏈环（即增加組成鏈环）的总計符号。

(+)

Σ ——尺寸鏈的負組成鏈环（即减少組成鏈环）的总計符号。

(-)

第一个公式是为总計一貫誤差用的，尺寸的平均值（即尺寸各鏈組成鏈环的尺寸誤差分組之中心的座标）与此有关。

第二个公式供偶然誤差的总計用，即尺寸鏈各組成鏈环之尺寸的分布。

根据下列的比例來規定座标 Δ_{oi} ：

$$\Delta_{oi} = \frac{\Delta B + \Delta H}{2}$$

式中：

ΔB ——尺寸上的限差；

ΔH ——尺寸的下限差。

δ_i 公差范围，它与尺寸的极限偏差之关系如下所列公式：

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

在机床的设计过程中，采用尺寸鏈計算時。和在沒有关于尺寸分布的資料之情况下，可以采用 $\alpha_1 = 0$ 的系数值。 K_1 系数值，可以根据表 1 來決定。此表是根据說明書第一部分中闡明的研究結果編制的。

K_1 系数值表

序号	加工另件的批量	系数值		备注
		K		
1	O 20 个以下	1,7		
2	B 20 ~ 50 个	1,5		
3	// 50 ~ 100 个	1,3		
4	// 100 ~ 200 个	1,15		
5	// 200 ~ 500 个	1,10		
6	// 500 ~ 1000 个	1,04		
7	// 1000 - 个以上	1,0		

上面所列的誤差总計各个公式是以公算論的定理为基础导出的。

因此，使用所示公式的尺寸鏈計算，可以做公算論計算。

从公算論的計算公式可合理地推断出最大值和最小值的計算公式。

最大公差和最小公差的計算特点是，尺寸极限誤差的总計不考慮計算尺寸的分布。因为这个

緣故， a_i 及 K_i 系数取得下面的数值：

$$a_i = 0, K_i = 1.0.$$

根据公式，用代数来进行一貫誤差的总計，在这种条件下，該公式如下：

$$\Delta'_A = \sum \Delta_{oi} - \sum \Delta_{oi} \dots\dots\dots 13$$

(+)

(-)

計算最大值和最小值時，用算術法來总計公差的范围。在此情況下总計的公式，如下面所列的。

$$\delta_{\Delta'} = \sum_{i=1}^n \delta_i \dots\dots\dots 28$$

(=)

按下列的比值，求得封閉鏈环尺寸的极限誤差。实际此比值，可供尺寸鏈計算的任何方法使用。

$$\Delta'_{\Delta B} = \Delta'_A + \frac{\delta'_A}{2}$$

$$\Delta'_{\Delta H} = \Delta'_A - \frac{\delta'_A}{2} \dots\dots\dots 3.$$

式中， $\Delta'_{\Delta B}$ ——封閉鏈环尺寸，上限差；

$\Delta'_{\Delta H}$ ——封閉鏈环尺寸的下限差。

在計算最大公差和最小公差的時候，可以使用下面所列的誤差总計公式：

$$\Delta'_{\Delta B} = \sum \Delta_{iB} - \sum \Delta_{iH} \dots\dots\dots 4$$

(+)

(-)

$$\Delta'_{\Delta H} = \sum \Delta_{iH} - \sum \Delta_{iB}$$

(+)

(-)

式中， Δ_{iB} 和 Δ_{iH} —— i 組成鏈环 i 的尺寸之上限差和下限差。

Ⅳ 達到精確度的方法

封閉鏈环的尺寸精確度，可以采用各种各单的方法來保証合各技術条件的要求。方法的选定，取决于封閉鏈环的尺寸精確度、尺寸鏈的組成鏈环数量和另件的加工工艺之特点，而且也取决于部件、機構、套件的装配等。

在实践中，所采用的保証封閉鏈环尺寸要求的精確度之各个方法，归納起來有下列两种方法。

1. 不采用补偿器的机床装配；
2. 采用补偿器的机床装配。

在第一种情况下，机床的機構装配或部件装配，沒有任何的另件选配、修合或調整。全部送來装配的另件，都是可互換的。

在第二种情况下，藉助于补偿的方法來保証技術条件所要求的装配機構之精確度。如采用另件的选配，另件的修合，根据装配時的測量來补充加工另件，或是采用調整的方法。

因此，在尺寸鏈的組成鏈環中，可能沒有補償器鏈環，也可以有補償器件鏈環。在尺寸鏈中，具有補器鏈環時，計算公差的程序有些改變。

補償值“K”的大小，按下列的公式求出：

$$K = \delta_A - \delta'_A \dots\dots\dots 5$$

式中， δ_A ——封閉鏈環的尺寸公差範圍；

δ'_A ——封閉鏈環尺寸的預計分布範圍。此範圍就是尺寸鏈全部組成之環的公差總數。

計算補償鏈環的尺寸時，除去補償值的大小以外，還要求知道誤差範圍的中點座標，以及補償鏈環尺寸的上限差和下限差。

補償器鏈環尺寸的誤差範圍之中點座標 A'_K ，可以按下式求出，

$$A'_K = \pm (A'_A - A_A) \dots\dots\dots 6$$

式中， A_A ——封閉鏈環的尺寸公差範圍之中點座標；

A'_A ——封閉鏈環的尺寸分布範圍之預計中點座標。

當補償鏈環屬於尺寸鏈的減少（負）鏈環組時，括弧前面的符號採用“+”，如果補償鏈環屬於尺寸鏈的增加（正）鏈環組，則採用“-”符號。

補償鏈環尺寸的上限差和下限差，按下式求出：

$$A'_{BK} = A'_K + \frac{K}{2} \dots\dots\dots 7$$

$$A'_{HK} = A'_K - \frac{K}{2}$$

補償鏈環尺寸的上限差和下限差，也可以按下列比值算出：

$$A'_{BK} = A'_B - A_{AB} \dots\dots\dots 8$$

$$A'_{HK} = A'_{AH} - A_{AH}$$

或是：

$$A'_{BK} = A_{AH} - A'_{AH} \dots\dots\dots 9$$

$$A'_{HK} = A_{AB} - A_{AB}$$

當補償鏈環是屬於負（減少）鏈環的時候，可採用上面的比值。假如補償鏈環是屬於尺寸鏈的正（增加）鏈環組，則採用下面的比值。

IX 尺寸鏈的計算程序

任何一條尺寸鏈的計算，最終都在于使封閉鏈環尺寸的計算極限誤差與該尺寸的允許極限誤差相等。這個根本條件，在下述情況時，是可以做到的，即

$$A'_A = A_A \dots\dots\dots 10$$

$$\delta'_A < \delta_A$$

這個表明：封閉鏈環的尺寸誤差分組之計算中心座標應該等於允許座標，並且，封閉鏈環的

尺寸分布之計算范围應該等于該尺寸的公差范围。

如果，藉助于補償鏈环來保證封閉鏈环的尺寸精確度，則前述的条件，可列成以下公式：

$$\Delta'_A = \Delta_A + \Delta_K \dots\dots\dots 11$$

$$\sigma'_A \leq \delta_A + K$$

前面已指出，在沒有尺寸分布資料的情況下，計算所設計的機器的尺寸鏈時，可以採用 $\alpha_1 = 0$ 。

在這種情況下，座標 Δ'_A 就是尺寸鏈組成鏈环的公差范围之中點座標的代數。很显然，在全部分鏈环的公差范围与座標公稱尺寸對稱分布時， Δ'_A 將等于 0，而且尺寸鏈的計算就在於 δ'_A 分布范围的計算上。

尺寸鏈的計算程序，要決定於尺寸鏈中補償器的有無。

表 2 中，列有尺寸鏈的計算順序阶段和所使用的各公式。下面列有若干計算阶段的說明。這些說明附有两个例子為例証。

1. 确定蜗輪对咬合準確性的尺寸鏈之計算。
2. 确定軸向間隙的尺寸鏈之計算。

从表中清楚看出，起初 9 个阶段的計算是一般的，供各个可能情况使用的。其中，第一阶段的封閉鏈环的驗算；第二阶段，其他鏈环的驗証；第三阶段，編制尺寸鏈的草图和示意图，在前面已經相当詳細地闡明了，所以在这里不再重講。

亦載有按上面所述的第一个例子，做出之这几阶段的計算例于图 11 中）。

此例子的尺寸鏈鏈环是：

- A_1 ——从基準面至壳体上，蜗杆支柱孔的軸心之尺寸；
- A_2 ——从凸台的加工端面至壳体的加工外平面的尺寸；
- A_3 ——环的厚度尺寸；
- A_4 ——从輪緣的中間平面至蜗輪右面的尺寸。

第二个例子的封閉鏈环（見图 12），就是軸的軸向間隙，而尺寸鏈的鏈环，則用图中所示的另件尺寸， B_1 、 B_2 、 B_3 及 B_4 。尺寸鏈的草图及示意图，列于图 12 中。

第四阶段，拟定尺寸鏈的方程式。第一个例子的尺寸鏈方程式：

$$A_4 = A_1 - A_2 - A_3 - A_4。$$

第二个例子的尺寸鏈方程式：

$$B_4 = B_4 - B_1 - B_2 + B_3。$$

第五阶段，規定封閉鏈环的公差。

根据ГОСТ，該机器（或类似机器）的制造及驗收之技術条件，以及部件、机构或套件的专门用途，机器的設計師規定封閉鏈环的公差。所規定的公差，應該保證机构能长期良好的工作，

在第一个例子中，封閉鏈环就是蜗輪的軸向偏移大小。根据輪对与蜗杆的工作情况，齒輪的軸向偏移，亦可允許在 ± 0.02 公厘的范围內。因此，封閉鏈环的公差，將等于 $\delta_A = 0.04$ 公厘。

第二个例子中，封閉鏈环就是传动軸的軸向間隙。根据机构的工作情况，軸向間隙大小，可允許在 $^{+1.5}_0$ 的范围內。因此，第二个例子的封閉鏈环之公差，为 $\delta_A = 0.9$ 公厘。

第六阶段，确定达到所要求之精確度的方法。

根据平均公差的大小，选定达到精确度的方法。为此，可按公式 $\delta_{cp} = \frac{\delta_4}{n}$ ，求得鏈环的

平均公差 δ_{cp} 。如果 δ_{cp} 值是相当自由的和容易做到的，则所要求的精确度能够得到可互换的另件。假如 δ_{cp} 值实际上是很难做到的话，那么就需要利用补偿鏈环来解决这问题。

机构的結構装置，一般都能容易的确定补偿構件的种类。

有时，从研究套件、机构或部件的結構装置，便能容易的确定达到精确度的方法。

在第一个例子中，藉助于鏈环 A_0 的补偿环之修合，装置的結構（见图 3 和 11）才达到所要求的精确度。

在第二个例子中，平均公差值 $\delta_{cp} = \frac{0.9}{4} = 0.225$ 既不用修合，又不用调整另件，而能够得到所需的精确度。

第八阶段，规定尺寸鏈組成鏈环的公差。

倘若不用补偿器，而达到连接的精确度，那么尺寸鏈的鏈环公差应该保证 $\delta'_4 \leq \delta_4$ 的条件。

如果采用修合来达到连接的精确度，则应根据另件加工的复杂性来规定尺寸鏈的鏈环公差，应与另件加工的复杂性相一致。同时，必须注意到，修合是非常繁重和昂贵的工序。所以，应该力求鏈环（补偿器）的误差范围尽可能最小。

倘若按部位制造或采用活动的补偿器来达到连接的精确度时，则尺寸鏈的鏈环公差规定为最自由的。

在第一个例子中，从难于作到的观点， A_1, A_2 和 A_4 鏈环的尺寸是近似等值的，并且易于制造其公差 $\delta = 0.2$ 公厘 A 鏈环的尺寸公差，可定为 $\delta_4 = 0.1$ 公厘。

确定平均公差值和另件加工的复杂性之同时，规定第二个例子的全部鏈环之公差。

鏈环 B_4 的公差， $\delta_4 = 0.2$ 公厘；

鏈环 B_1 及 B_3 的公差， $\delta_1 = \delta_3 = 0.2$ 公厘；

鏈环 B_2 的公差， $\delta_2 = 0.3$ 公厘。

第八阶段，验证鏈环公差范围与公称尺寸的均称分布之可能性。

根据机构的結構及其另件，以及其制造工艺，必须确定每一鏈环之尺寸的允许上限差和下限差。同时，应该随时力求公差范围与公称尺寸能均称分布。从以上所述能明显地看到，公差范围的均称分布，能大大地简化尺寸鏈的计算。

技术条件上规定有某些鏈环的公差，因此不能够随便地确定公差。这些公差，时常与公称尺寸分布得不均称。由于另件或结合处的結構特点，公差亦可能与其公称尺寸均称。因此，除公差均称分布制以外，也要遇到不够好的标注公差的不均称制。

公差范围的不均称分布，即使就一个鏈环，也要引起必须改变 J_0 座标，或是必须确定封闭鏈环的误差范围的偏差。也就是说，在计算尺寸鏈时，引起进行附加工序的必要性。

在我们所举的第一个例子中，各鏈环的公差范围，可能与其公称尺寸均称地分布。

在第二个例子中，封闭鏈环的公差等于 $0.0_{+0.1}^{+1.0}$ 。因而，在保持各公称尺寸值的条件下，其他鏈环的公差还应该不均称地分布。

第九阶段，计算封闭鏈环的尺寸误差范围。

計算 δ'_A 誤差範圍的時候，必需確定 K_i 系數值，此系數值在表 1 中列有。

假定第一個例子的尺寸鏈所包括的另件，以 50 件為一批進行加工，而第二個例子的另件，則以 100 件為一批進行加工。那麼第一個例子的 K_i 系數值為 1.5，而第二個例子的 K_i 系數值則為 1.3。

第一個例子的封閉鏈環的尺寸誤差計算範圍：

$$\delta'_A = \sqrt{\sum_{i=1}^n K_i^2 \delta_i^2} = \sqrt{1.5^2 (3.0^2 + 0.1^2)}$$

$$= 0.54$$

第二個例子的封閉鏈環的尺寸誤差計算範圍，則為：

$$\delta'_A = 1.3 \sqrt{3 \cdot 0.2^2 + 0.3^2} = 1.3 \sqrt{0.21}$$

$$= 0.6 \text{ 公厘}$$

A 及 B 尺寸鏈的進一步計算，將單獨闡明。

尺寸鏈 A 的計算（鏈環的公差範圍均稱分布，並且有補償器）。

第十階段，計算補償值的大小。

按公式計算補償值：

$$K_1 = \delta'_A - \delta_A = 0.54 - 0.04$$

$$= 0.5 \text{ 公厘}$$

第十一階段，分析結果和加以改正。

以修整所達到的 A_0 環的補償值等於 0.5 公厘，還是有些大。為了減小它，我們改變鏈環的公差：

$$\delta_1 = \delta_2 = \delta_4 \text{ 從 } 0.2 \sim 0.1$$

這時，誤差的範圍將為：

$$\delta'_A = 1.5 \sqrt{4 \cdot 0.1^2} = 0.3 \text{ 公厘}$$

$$K = 0.3 - 0.04 = 0.26 \text{ 公厘}$$

這個補償值，是合適的。

第十二階段，規定鏈環的尺寸誤差。

最後，確定 A 鏈環的尺寸誤差如下：

$$A_1 \pm 0.05 \text{ 公厘}; A_2 \pm 0.1; (A_3 + 0.25) \pm 0.05 A_4 \pm 0.05$$

尺寸鏈 B 的計算（鏈環的公差範圍不均稱分布，沒有補償器）。

第十階段，分析結果和加以修改。

公差範圍 $\delta_A = 0.9$ 公厘，而分布範圍 $\delta'_A = 0.6$ 公厘。因而，鏈環尺寸的公差有可能擴大。因此規定：

$$\delta_1 = 0.4, \delta_4 = 0.3$$

分布的計算範圍，並考慮新的公差值。

$$\delta'_A = 1.3 \sqrt{0.4^2 + 0.3^2 + 2 \cdot 0.2^2} = 1.3$$

$$\sqrt{0.33} = 0.75 \text{ 公厘}$$

如果, $\delta_2 = \delta_3 = 0.3$ 公厘。

則 $\delta'_A = 1.3$

$$\sqrt{0.4^2 + 3 \cdot 0.3^2} = 0.85 \text{ 公厘。}$$

由此, 最后我們采用下列的鏈环尺寸公差:

$\delta_1 = 0.4$ 公厘; $\delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = 0.3$ 公厘。

第十一阶段, 确定各鏈环的座标。

允許座标:

$$\begin{aligned} A_A &= \frac{A_{AB} + A_{AH}}{2} = \frac{1.0 + 0.1}{2} \\ &= +0.55 \text{ 公厘} \end{aligned}$$

鏈环的定向座标为:

$A_{01} = 0.2$; $A_{02} = -0.15$ 公厘; $A_{03} = -0.15$; $A_{04} = +0.15$ 公厘。

第十二阶段, 規定封閉鏈环誤差范围的中点座标。

按公式 1 計算 A'_A 座标。

a_1 值 = 0, 那么我們所举的例子則为:

$$A'_A = +0.15 - (0.20 - 0.15 - 0.15) = +0.65$$

第十三阶段, 分析結果并加以改正。

检查完成的条件, $A'_A = A_A$

$$A_A = +0.55; A'_A = +0.65$$

因为, $A'_A \neq A_A$,

所以必需改变鏈环的座标:

改变座标: $A_{A1} = 0.2$ 改为 $A_{A1} = 0.1 = -0.1$ 。

那么, $A'_A = +0.15 - (-0.1 - 0.15 - 0.15)$

$$= +0.55 \text{ 公厘。}$$

第十四阶段, 計算封閉鏈环的尺寸誤差。

對我們所举之例子的, 封閉鏈环尺寸的上限差和下限差为:

$$A'_{AB} = A'_A + \frac{\delta'_A}{2} = 0.55 + \frac{0.85}{2} = +0.97 \text{ 公厘,}$$

$$A'_{AH} = A'_A - \frac{\delta'_A}{2} = 0.55 - \frac{0.85}{2} = 0.13 \text{ 公厘。}$$

第十五阶段, 确定鏈环的尺寸誤差。

在求得 δ_1 及 A_{0i} 数值的条件下, 按已知的比值 (見式 3), 算出各极限誤差。

以 A_{0i} 及 δ_i 数值, 代入所示的比值, 求得: