

怎样计算工艺尺寸链

青海人民出版社

责任编辑：王绍先
封面设计：光绍天

怎样计算工艺尺寸链

陈瀛桥 编

*

青海人民出版社出版

(西宁市西关大街78号)

青海省新华书店发行 青海新华印刷厂印刷

787×1092毫米 1/32 3印张 59千字

1980年1月第1版 1980年1月第1次印刷

印数 1—7,450

书号 15097·74 定价 0.26元

内 容 提 要

本书共分三部分。第一部分是从金属切削加工工艺角度，介绍尺寸链的基本原理；第二部分是工艺尺寸链的基础型及其分析；第三部分是以实例来说明八个基础型的应用。

这是一本专门讲述金属切削加工工艺尺寸链的书。书中叙述尽量做到由浅入深，理论联系实际。可供从事工艺方面的工人、干部、技术人员参考。

前 言

从事金属切削加工工作的工程技术人员，经常碰到有关工艺尺寸链的计算问题，而且在编制工艺规程时，它又是不可缺少的一环。因此，对这些同志来说，熟练地掌握尺寸链的计算，是非常必要的。

本书是从生产实际出发，向读者介绍用“极大极小法”解工艺尺寸链的一些基本方法，供大家在工作中参考。

我们通过大量解工艺尺寸链的实践，认识到所有的工艺尺寸链中都应用着一些“最基本的形式”，我们把这些“形式”总结起来，叫做“工艺尺寸链的基础型”。再用这些“基础型”去解工艺尺寸链。

通过对各种型的分析，可以发现哪些型比较优越，哪些型存在什么问题，从而指示出如何更好地选择工艺尺寸链的解法，帮助我们分析工艺，合理地安排工序。

“工艺尺寸链的基础型”这一提法，是初步尝试，可能有不妥之处，不过我们的愿望是抛砖引玉，使工艺尺寸链的解法得到进一步的发展。

在本书编写过程中，曾得到许多同志的关心和帮助，尤其是康福田、袁家骧、马正文、蒋其家等同志对原稿进行了认真的校阅，并提出了良好的建议，在此表示感谢。

由于编者水平有限，谬误之处在所难免，热诚希望广大读者提出宝贵意见。

编 者

一九七九年九月

目 录

一、从金属切削加工工艺角度谈尺寸链·····	(1)
(一) 尺寸链的基本概念·····	(1)
(二) 尺寸链的基本公式·····	(3)
(三) 正算法·····	(7)
(四) 反算法·····	(10)
(五) 中间算法·····	(14)
(六) 谈谈工艺尺寸链的终结环的选择·····	(16)
二、工艺尺寸链的基础型·····	(22)
(一) “Ⅰ型” — 被加工零件图纸上的尺寸链终结环被工艺尺寸链组成环所代替·····	(22)
(二) “Ⅱ型” — 关于对称尺寸的工艺尺寸链基础型·····	(31)
(三) “Ⅲ型” — 前后工序尺寸标注基准相同的工艺尺寸链基础型·····	(40)
(四) “Ⅳ型” — 相邻两工序相应的工序尺寸标注基准不同的工艺尺寸链之基础型·····	(49)
(五) “Ⅴ型” — 并联或混联的尺寸链公共环只在其中一个尺寸链中做终结环的基础型·····	(55)
(六) “Ⅵ型” — 两排并联尺寸链被“中间	

“尺寸” Az 连接起来的基础 型.....	(61)
(七) “Ⅶ型” — 准确去掉余量解工艺尺寸 链的基础型.....	(70)
(八) “Ⅷ型” — 关于角度尺寸链解法的基 础型.....	(74)
三、基础型综合应用举例.....	(77)
参考资料.....	(88)
附录.....	(89)

一、从金属切削加工工艺 角度谈尺寸链

(一) 尺寸链的基本概念

我们在编制零件的切削加工工艺卡片时，在确定合理的工艺过程中，还要计算尺寸链，以便很好地保证产品图纸规定的尺寸和公差，保证互换性，多、快、好、省地完成零件制造工作。

那么，什么叫尺寸链呢？它的意义和特征及计算方法又如何呢？下面我们就从金属切削加工工艺角度来谈谈这个问题。比如，加工图1—1所示的小轴时，首先从右边车削加工，最后在左边切断至成品。

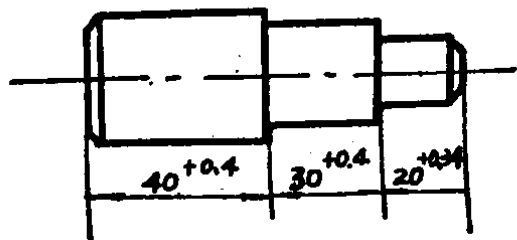


图 1—1

我们提出这样一个问题，这个小轴成品的总长最长尺寸是多少？最短是多少？回答是比较容易的。当图纸上给定的三个尺寸都达到最大极限尺寸时，它将最长。即 $N_{\max} = 40.4 + 30.4 + 20.34 = 91.14$ ；当三个尺寸都获得最小极限尺寸，它将最短。即： $N_{\min} = 40 + 30 + 20 = 90$ ；也就是说，总长的公称尺寸（即最小极限尺寸）是90，下偏差为零，上偏差是（+1.14）。即： $N = 90^{+1.14}$ 。

上面我们叙述的这些，实质上就是一个尺寸链问题。我们再举一个例子来说明尺寸链是怎么回事。

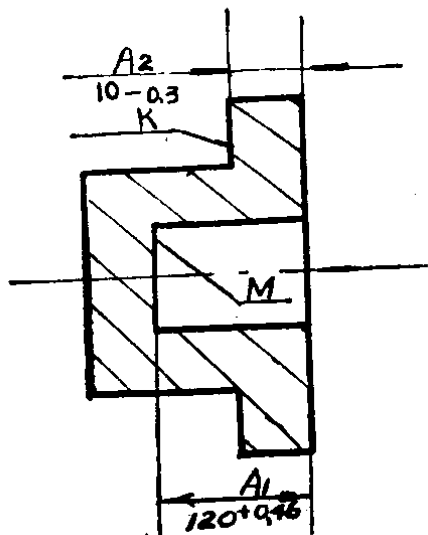


图 1-2

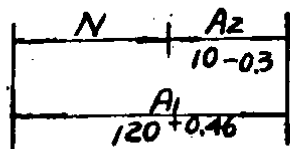


图 1-3

如图1—2所示的零件，计算一下K、M面之间的距离变化范围是多少？

设K、M面之间的距离为N。显然，当A₁尺寸达到最大极限尺寸、而A₂达到最小极限尺寸时，N尺寸将是最大极限尺寸；则： $N_{\max} = 120.46 - 9.7 = 110.76$ 。当A₁尺寸加工到最小极限尺寸、而A₂尺寸加工到最大极限尺寸时，将得N_{min}；即： $N_{\min} = 120 - 10 = 110$ ，可写成： $N = 110^{+0.76}$ 。

由此得出结论：K、M面之间的距离变化范围是110~110.76。

如果 $A_2 = 11_{-0.03}$ ，则 $N = 109^{+0.76}$ ，这说明若A₂增加，则N减少；如果 $A_1 = 121^{+0.46}$ ，则 $N = 111^{+0.76}$ ，即A₁增加，N也增加。总之，A₁和A₂的变化，必将引起N的变化。

其次，在计算尺寸链时，为方便起见，图上常不画出零件或部件的具体结构；也不必按照严格的比例，而是只绘出一个简图，像图1—3那样，每段代表一个尺寸，把它叫做尺寸链简图。此图形是封闭的。通过上述两个例子，我们对尺寸链有了初步认识：

决定一个或几个零件表面或轴线相互位置的尺寸，按照一定次序布置成封闭形式的组合称尺寸链。其中一个尺寸（或尺寸公差）是其余尺寸（或尺寸公差）的函数。

1. 尺寸链中各尺寸连接起来构成封闭形式。

2. 尺寸链中每个尺寸简称环。

如图1—3中的 A_1 、 A_2 和 N 都叫环。

3. 在每一尺寸链中都有一个特殊的环。这个环在加工（或装配）完毕之前不存在，是在加工（或装配）过程中最后形成的。称之为终结环。

像图1—3中的 N 尺寸就是终结环。在零件图纸上，没标注尺寸的那段，是被加工零件图纸上的尺寸链终结环。请读者注意，终结环是计算尺寸链的非常重要的组成部份。

4. 尺寸链中除了终结环以外，其他各环均称为组成环。

如图1—3中 A_1 和 A_2 尺寸就是组成环。

5. 在其他各组成环不变的条件下，当某一组成环增大时，若终结环随之增大，则此环称为增环。

如图1—3中的 A_1 尺寸就是增环。

6. 在其他各组成环不变的条件下，当某一组成环增大时，而终结环随之减小，则此环称之为减环。

如图1—3中的 A_2 尺寸就是减环。增环与减环通称为组成环。

7. 由于尺寸链是封闭形式，故各环之间有一定关系。下面我们就要叙述这些关系。

（二）尺寸链的基本公式

在这节里，我们介绍用极大极小法解尺寸链的基本公式。用这种方法计算尺寸链时，是从各环的最大与最小极限尺寸出发，不考虑各环的尺寸分布特性，故叫做极大极小法。

如图1—4所示的零件，我们可以绘出如图1—5所示的尺寸链简图。让 ΣA_z 代表增环公称尺寸之和，让 ΣA_j 代表减

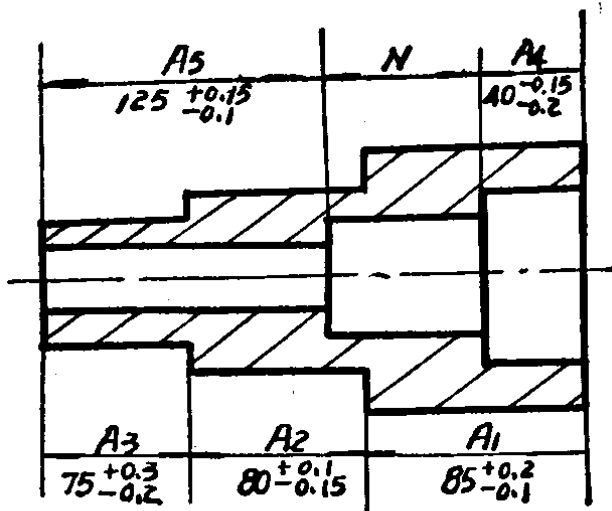
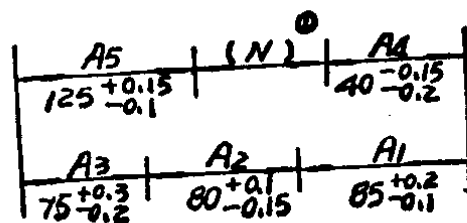


图 1-4



①尺寸链简图中的圆括号里的尺寸是所求的尺寸

图 1-5

环公称尺寸之和，并规定：

BN—终结环的公差；

BsN—终结环的上偏差；

BxN—终结环的下偏差；

BA—组成环的公差；

BsA—组成环的上偏差；

BxA—组成环的下偏差。

下面我们就对极大极小法解工艺尺寸链的基本公式，进行说明与推导。

1. 由于尺寸链的各个尺寸连接成闭合的形式，因此，尺寸链中各尺寸的公称值的代数和为零。

按图1-5将（A₁、A₂、A₃为增环；A₄、A₅为减环；N为终结环）：

$$A_1 + A_2 + A_3 - A_4 - A_5 - N = 0$$

写成一般形式： $\Sigma A_z - \Sigma A_j - N = 0$

所以： $N = \Sigma A_z - \Sigma A_j$ (1)

即：终结环的公称尺寸 = 所有增环公称尺寸之和 - 所有减环

公称尺寸之和

2. 当所有增环皆为最大极限尺寸、减环皆为最小极限尺寸时，终结环必为最大极限尺寸。

按图1—5将：

$$N_{\max} = A_1_{\max} + A_2_{\max} + A_3_{\max} - A_4_{\min} - A_5_{\min}$$

写成一般形式： $N_{\max} = \sum A_z_{\max} - \sum A_j_{\min}$ (2)

即：终结环最大极限尺寸 = 所有增环最大极限尺寸之和 - 所有减环最小极限尺寸之和

3. 当所有增环皆为最小极限尺寸、减环皆为最大极限尺寸时，终结环必为最小极限尺寸。

按图1—5将：

$$N_{\min} = A_1_{\min} + A_2_{\min} + A_3_{\min} - A_4_{\max} - A_5_{\max}$$

写成一般形式： $N_{\min} = \sum A_z_{\min} - \sum A_j_{\max}$ (3)

即：终结环最小极限尺寸 = 所有增环最小极限尺寸之和 - 所有减环最大极限尺寸之和

4. 由(2)式减去(1)式，得终结环的上偏差。

$$N_{\max} - N = [\sum A_z_{\max} - \sum A_z] - [\sum A_j_{\min} - \sum A_j]$$

$$\text{则：} B_s N = \sum B_s A_z - \sum B_x A_j \quad (4)$$

即：终结环的上偏差 = 所有增环上偏差之和 - 所有减环下偏差之和

5. 由(3)式减去(1)式，得终结环的下偏差。

$$N_{\min} - N = [\sum A_z_{\min} - \sum A_z] - [\sum A_j_{\max} - \sum A_j]$$

$$\text{则：} B_x N = \sum B_x A_z - \sum B_s A_j \quad (5)$$

即：终结环的下偏差 = 所有增环下偏差之和 - 所有减环上偏差之和

6. 由(4)式减去(5)式，得终结环的公差。

$$B_s N - B_x N = [\sum B_s A_z - \sum B_x A_z] + [\sum B_s A_j - \sum B_x A_j]$$

$$\text{则: } BN = \sum BA_z + \sum BA_j \quad (6)$$

例1—1: 根据图1—4和图1—5计算N、Nmax、Nmin、BsN、BxN、BN。

$$\text{已知: } A_1 = 85^{+0.2}_{-0.1}, \quad A_2 = 80^{+0.1}_{-0.15}, \quad A_3 = 75^{+0.3}_{-0.2},$$

$$A_4 = 40^{+0.15}_{-0.20}, \quad A_5 = 125^{+0.15}_{-0.10},$$

解:

1) 求N:

$$\because N = \sum A_z - \sum A_j$$

$$\begin{aligned} \therefore N &= 85 + 80 + 75 - 40 - 125 \\ &= 75 \end{aligned}$$

2) 求Nmax:

$$\because N_{\max} = \sum A_{z\max} - \sum A_{j\min}$$

$$\begin{aligned} \therefore N_{\max} &= 85.2 + 80.1 + 75.3 - 39.8 - 124.9 \\ &= 75.9 \end{aligned}$$

3) 求Nmin

$$\because N_{\min} = \sum A_{z\min} - \sum A_{j\max}$$

$$\begin{aligned} \therefore N_{\min} &= 84.9 + 79.85 + 74.8 - 39.85 - 125.15 \\ &= 74.55 \end{aligned}$$

4) 求BsN:

$$\because BsN = \sum BsA_z - \sum BxA_j$$

$$\begin{aligned} \therefore BsN &= (0.2 + 0.1 + 0.3) - [(-0.2) + (-0.1)] \\ &= 0.9 \end{aligned}$$

5) 求BxN:

$$\because BxN = \sum BxA_z - \sum BsA_j$$

$$\therefore BxN = [(-0.1) + (-0.15) + (-0.2)]$$

$$\begin{aligned}
 & - [(-0.15) + 0.15] \\
 & = (-0.45)
 \end{aligned}$$

6) 求BN:

$$\because BN = \Sigma BA$$

$$\begin{aligned}
 \therefore BN &= 0.3 + 0.25 + 0.5 + 0.05 + 0.25 \\
 &= 1.35
 \end{aligned}$$

(三) 正算法

在解尺寸链时，如果已知各组成环的极限尺寸（或公称尺寸及上、下偏差），去求终结环的极限尺寸（或公称尺寸及上、下偏差），这样的计算方法叫正计算。

例1—2：如图1—6所示，求尺寸N的公称尺寸及上、下偏差。已知： $A_1 = 80 \pm 0.3$ ， $A_2 = 10 \pm 0.5$ 。

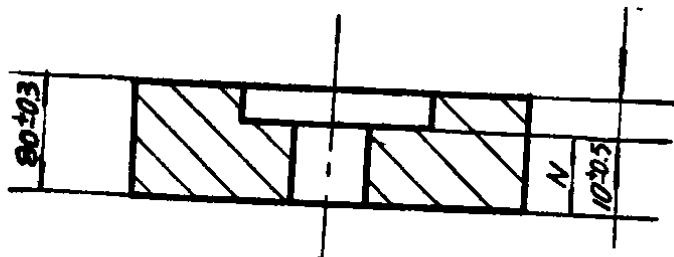


图 1—6

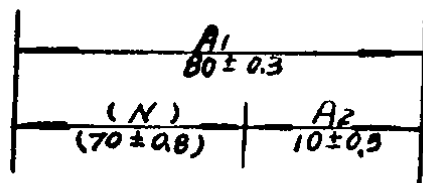


图 1—7

解：

1) 因为尺寸N在加工时不直接加以保证，是最后出现的，所以是终结环。其余的两个尺寸是组成环。

2) 绘制尺寸链简图（图1—7）。

3) 确定各组成环的性质（增、减环的判断）。因为当 A_1 增大时，在 A_2 不变的情况下，N随之增大，故 A_1 为增环；而当 A_2 增大时，在 A_1 不变的情况下，N随之减小，故 A_2 为减环。

4)解尺寸链时,可以利用极限尺寸进行计算,也可以利用极限偏差进行计算。本例确定用极限偏差进行计算。

首先确定N,然后确定BsN和BxN。

$$N = 80 - 10$$

$$= 70$$

$$B_s N = \sum B_s A_z - \sum B_x A_j$$

$$= 0.3 - (-0.5)$$

$$= 0.8$$

$$B_x N = \sum B_x A_z - \sum B_s A_j$$

$$= (-0.3) - 0.5$$

$$= (-0.8)$$

故: $N = 70 \pm 0.8$

我们之所以对这样一个简单的计算也按上述步骤来解,主要是给初学者指出一个解题途径,使之当遇见任何复杂的尺寸链时,可以有条不紊地进行计算。

例1—3:如图1—8所示,求M、K两面之距离变化范围是多少?

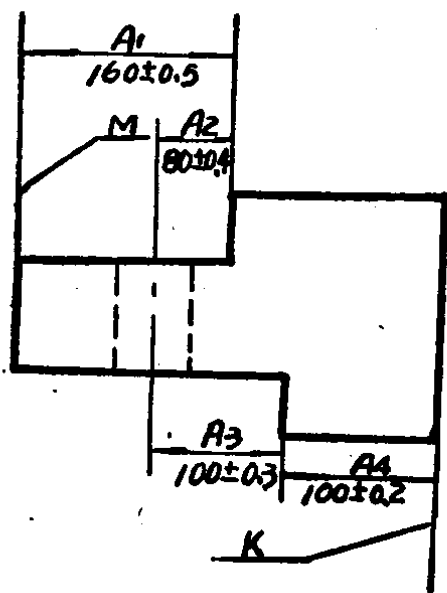


图 1—8

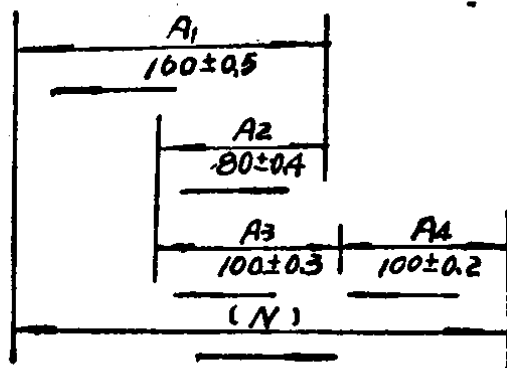


图 1—9

解：

1) 加工时分别保证图注尺寸，M、K两面没有标注尺寸，是终结环。设它为N。

2) 绘制尺寸链简图（图1—9）。

3) 判断增、减环。此例题中的增、减环的确定，固然可以用例1—2的方法，但是，那是很费劲的。在这里我们提供读者一个快速决定增、减环的方法。

即先给终结环一任意方向，并画出箭头，然后沿此方向依次环绕这个尺寸链回路，给每一组成环画出箭头（看图1—9）。

凡箭头与终结环相反的组成环必定是增环，方向相同的为减环。如图1—9所示，先给终结环N一方向，并画出各组成环之箭头。从图1—9中很容易得出 A_2 为减环，余者皆为增环。

4) 计算：

$$\begin{aligned} N &= 160 + 100 + 100 - 80 \\ &= 280 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B_s N &= 0.5 + 0.3 + 0.2 - (-0.4) \\ &= 1.4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B_x N &= (-0.5) + (-0.3) + (-0.2) - 0.4 \\ &= (-1.4) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{则： } B N &= 1.4 + 1.4 \\ &= 2.8 \end{aligned}$$

$$\text{故： } N = 280 \pm 1.4$$

M、K两面之距离变化范围是281.4~278.6。

(四) 反 计 算 法

在解尺寸链时，如果已知终结环的极限尺寸（或公称尺寸及上、下偏差），并且还已知各组成环的公称尺寸，求各组成环的极限尺寸（或公差），这种计算方法叫反算法。

例1—4：如图1—10所示的齿轮轴，其中L尺寸是图纸上没有标注的尺寸。其他的四个尺寸是产品图纸要求的尺寸。这个零件的加工工艺是这样安排的：首先加工左边的内孔，并保证其深度L（工艺尺寸），其次保证 A_1 、 A_2 、 A_3 尺寸，使 A_4 尺寸最后形成。试问如何解这一零件的工艺尺寸链呢？

解：

从工艺安排中我们可以清楚地看出， A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 和L共同组成一尺寸链。 A_4 是终结环。加工过程中 A_4 尺寸是不需要测量的。但是，这里有这样一个问题产生：终结环

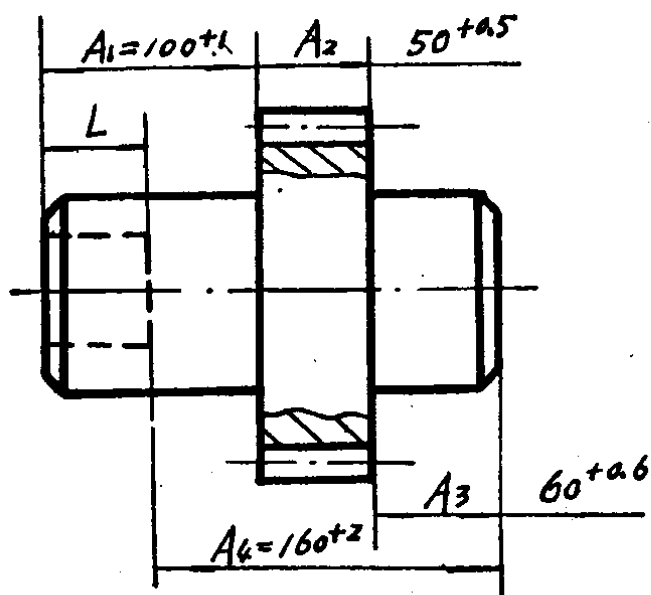


图 1—10

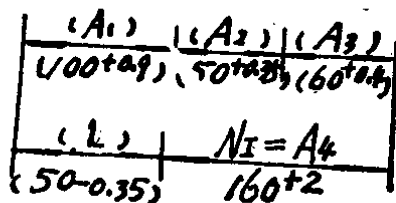


图 1—11

$N_{\Sigma} = A_4$ 的公差只有2mm, 而组成环的公差, 即使不计算L尺寸的公差在内, 其公差之和已经是2.1mm了, 就是说, 终结环的公差不等于组成环的公差之和了。这个问题又该如何处理呢?

我们把所有组成环公差取消, 而把终结环的公差合理地分到各组成环上去, 于是上述问题, 就成了一个反计算问题。

1. 等公差法

用反计算法解尺寸链时, 对公差要进行重新分配。等公差法是假定各组成环公差相等, 即把终结环的公差均等的分到各组成环上去。然后再根据具体情况适当地加以调整。最后满足:

$$BN = \sum_{i=1}^{n-1} BA_i \quad (7)$$

这里: $BA_1 = BA_2 = BA_3 = \dots = BA_{n-1} = BA_{\text{平均}}$

$$\therefore BA_{\text{平均}} = \frac{BN}{n-1} \quad (8)$$

式中: n —包括终结环在内的尺寸链所有环数。

用等公差法解例1—4 (看图1—10和图1—11)。

$$BA_{\text{平均}} = \frac{BN}{n-1} = \frac{2}{5-1} = 0.5$$

$$\therefore A_1 = 100^{+0.5}, A_2 = 50^{+0.5}, A_3 = 60^{+0.5},$$

$$L = 50_{-0.5}$$

调整后: $A_1 = 100^{+0.9}, A_2 = 50^{+0.35}, A_3 = 60^{+0.4},$

$$L = 50_{-0.35}$$

2. 等精度法