国外资料

金屬切削机床尺寸鏈計算規程

内部資料　注意保存

061

第一机械工業部

机械制造與工藝科學研究院譯制

1959.12.北京

Министерство станкостроения СССР
Проектно-технологический и экспериментальный институт
"Оргстанкинпром"

蘇聯机床制造工業部
國家工藝設計與實驗研究院

Отдел технологичностй

工 藝 科

Инструкция
По расчету размерных ципей металлорежущих станков

金屬切削机床尺寸鏈計算規程

Часть 1.

第一部份

Исследование рассеивания размеров составляющих и замыкающих звеньев размерных цепей.

尺寸鏈組成環與封閉環尺寸分佈的研究

МОСКВА 1952Г.

莫斯科 1952年

緒　言

以当前机床制造的任务而論，提高机床的質量与降低机床制造的劳动量，以及正确地选择公差都具有很大的意义。

沒有根据地规定另件的制造公差与机構部件以及整个机床的裝配公差都可能提高机床的制造成本。

过严地規定公差，就需要較高精度的設备，技術較高的工人，現代化的工艺装备以及較长的制造周期，但过寬地規定公差，則会使裝配時必須进行各种調配与修整。

根据尺寸鏈理論所确定的公式來計算公差为确定合理公差的方法之一，以保証得到正常的另件制造过程与正常的机床裝配过程。

在現有的有关尺寸鏈的文献中，对公差計算的理論与实践問題，牵涉的范围很广，但对尺寸鏈理論的某些問題还需要繼續进行理論上的研究与实際探討。这些問題首先是与另件尺寸分布的特性与尺寸鏈封閉环的尺寸分布特性有关。

这些問題的研究能使各机床厂在各种不同的具体条件下对各种机床另件尺寸的公差进行更可靠的計算。

由于上述原因，提出了理論研究与一系列实際試驗的任务，以便确定尺寸鏈的組成环和封閉环尺寸分布特性的数值。

在本規程中将論及上述主題的理論研究与实際探討的結果，且所述的公差計算方法能适合于任何的生产条件。

本部份中所述的計算方法，将作为拟訂尺寸鏈計算規程第二部份的基础。

叙述尺寸分布的理論研究与实際探討的結果時，估計讀者已熟悉尺寸鏈的基本理論，因此在本文中将不再闡述用于計算公差的所有公式与对这些公式进行推导，并对某些概念与定义也不加以解释。

本文中的数学部份由数学科学博士H.B.斯米尔諾夫教授担任顧問。

实際試驗工作則由下列各工厂計量試驗室的工作人員参加：

1.A.И.爱弗利莫夫“紅色无产者”工厂

2.“量具”工厂

3.“夹具”工厂

目　　錄

I．基本原理與定義

任務的提出

另件尺寸的偏差可用分布曲綫表示之。在图 1 中即为尺寸分布曲綫的一例，图中的沿 X軸是按选定的比例所作出的尺寸偏差，而在У軸上則为带偏差 X 的另件数量。

尺寸偏差分布曲綫应根据下列各特性确定：

1.分布带，用 δ' 表示，并以下式确定之：

$$\delta' = \Delta\beta' - \Delta H'$$

式中：$\Delta\beta'$ 与 $\Delta H'$ 为尺寸的实際上限偏差与下限偏差。

2.分布带的中点座标，用 Δ_0' 表示，并由下式确定：

$$\Delta_0' = \frac{\Delta\beta' + \Delta H'}{2}$$

3.尺寸名义值偏差的聚集中心座标，用 $M(X)$表示之。

4.所得尺寸分布的分散量，用 $\Phi D(x)$或 $\sigma(x)^2$ 表示。

以后在本文中将会遇到同类性質的規定数值，也即为允許数值。

同类性質的規定值或允許值的特性与实際分布的特性是用相同的符号表示，但以符号右角上加一短撇加以区别，例如实際分布带用符号δ'表示，而公差带則用δ表示。又如根据或然率規則，以尺寸鏈各組成环公差带之和所确定的封閉环預定分布带是用 δ'_ℓ 表示，而封閉环尺寸的公差带則以 δ_ℓ表示。

当計算尺寸鏈中另件尺寸的公差時，应使用下列的必然与偶然尺寸偏差总和的基本公式：

$$\mu_\ell = \sum_{(+)} \left(\frac{\partial \ell}{\partial g_i}\right) \mu_i - \sum_{(-)} \left(\frac{\partial \ell}{\partial g_i}\right) \mu_i \text{ 或 } \Delta_\ell + \alpha_\ell \delta_\ell = \sum_{(+)} \left(\frac{\partial \ell}{\partial g_i}\right)$$

$$(\Delta_{oi} + \alpha_i \delta_i) - \sum_{(-)} \left(\frac{\partial \ell}{\partial g_i}\right) (\Delta_{oi} + \alpha_i \delta_i) - \sum_{(-)} \left(\frac{\partial \ell}{\partial g_i}\right)$$

$$\delta_\ell K_\ell = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \left(\frac{\partial \ell}{\partial_{oi}}\right)^2 K_i^2 \delta_i^2}$$

在以上公式中：

$\mu_i = \Delta_{oi} + \alpha_i \delta_i$——第 i 环的尺寸偏差的聚集中心，距其名义值的座标。

$\mu_\ell = \Delta_\ell + \alpha_\ell + \delta_\ell$——封閉环尺寸偏差的聚集中心，距其名义值的座标。

Δ_{oi}——尺寸鏈中第 i 个組成环的尺寸公差带的中点座标。

Δ_ℓ ——尺寸鏈中封閉尺寸公差带的中点座标。

α_i ——第 i 个組成环分布曲綫的相对不对称系数。

α_ℓ ——封閉环分布曲綫的相对不对称系数。

δ_i ——第 i 个組成环的尺寸公差带。

δ_ℓ ——封閉环的尺寸公差带。

$\left(\frac{\partial \ell}{\partial g_i}\right)$——連結尺寸鏈封閉环与第i个組成环的传动比。

K_i——第i組成环的尺寸相对分布系数。

K_ℓ——封閉尺寸的相对分布系 数。

$\sum\limits_{(+)}$——尺寸鏈組成增（正）环的总和符号。

$\sum\limits_{(-)}$——尺寸鏈組成减（負）环的总和符号。

第一个公式是用以計算必然性誤差的总和，屬于这类誤差的有各尺寸的平均值，亦即尺寸鏈中各組成环尺寸偏差聚集中心的座标。

第二个公式是用以計算偶然性誤差的总和，即为尺寸鏈中各組成环尺寸的分布。

大家都知道，偶然性誤差总和的公式是根据或然率中关于独立偶然值总和分散量的定理导出。$D(x_1+x_2+\cdots x_n)=D_{x_1}+D_{x_2}+\cdots\cdots+D_{x_n}$。亦即独立 偶然值 总和的分散量等于这些偶然值分散量的总和。

平均平方根的偏差 $\sigma_x=\sqrt{D_x}$

轉換为平均平方根的偏差，应写如下式：

$\sigma^2(x_1+x_2+\cdots\cdots+x_n)=\sigma^2_{x_1}+\sigma^2_{x_2}+\cdots\cdots+\sigma^2_{x_n}$

$$若以\lambda_i表示\frac{2\sigma_i}{\delta_i}$$

$$则\ \sigma_i=\frac{\delta_i\lambda_i}{2}$$

代入后则得

$$\frac{\delta^2(x_1+x_2+\cdots+x_n)\lambda^3(x_1+x_2+\cdots+x_n)}{4}=$$

$$\frac{\delta_1{}^2\lambda^2+\delta_2{}^2\lambda_2{}^2+\cdots+\delta_n{}^2\lambda_n{}^2}{4}$$

并以$\delta\ell$代替$\delta(x_1+x_2+\cdots\cdots+x_n)$

及以$\lambda\ell$代替$\lambda(x_1+x_2+\cdots\cdots+x_n)$

代入后，消去常数4，则得

$$\delta\ell\lambda\ell=\sqrt{\delta_1{}^2\lambda_1{}^2+\delta_2{}^2+\lambda_2{}^2\cdots+\delta^2{}_n\lambda^2{}_n}$$

$$或\ \delta\ell\lambda\ell=\sqrt{\sum_{i=1}^{n}\delta_i{}^2\ \lambda_1{}^2}$$

屬于正态分布律的分布是稳定的。它的一切特性的数値都是稳定的，且其本身沒有很分布。对于这种分布通常采用 $\lambda={}^1/_3$这相当于超出公差带的另件有0.27%。

由于正态分布的稳定性，因此常以它作为标准分布，并把它与其它的分布作比較。为此，技術科学博士H.A.伯罗特且夫采用了一种新的分布特性，即为相对分布系数"K"

$$K_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_э}$$

式中：λ_i——i-ü 值的分布系数

$\lambda_э$——标准（即正态）分布的分布系数。

显然，对正态分布來說：$\lambda_i = \lambda_э$，系数$K_i = K_э = 1.0$

以$\lambda_i = K_i \lambda_э$与$\lambda_\ell \lambda_n = \lambda_э \lambda_\ell$代入总和公式，并消去$\lambda_э$则得：

$$\delta_\ell K_\ell = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \delta_i^2 K_i^2}$$

把組成环与封閉环相連的传动比代入根号內后，即得上列的已知的誤差总和公式。

导出此公式時，則需采用下列补充符号：

λ_ℓ——封閉环尺寸偏差的分布系数，

$K_э$——标准（即正态）分布的相对分布系数，

在某些著作中采用下列的公差总和公式

$$\delta_\ell = Z\sqrt{\lambda_{o1}\delta_1^2 + \lambda_{o2}\delta_2^2 + \cdots\cdots \lambda_{on}\delta_n^2}$$

在該公式中，Z 为封閉环尺寸分布特性的一个系数。

該尺寸的分布一般是根据高斯定律采用，当超出公差带0.27%時，即当标綫百分比为0.27%時，应采用 Z＝3

$\lambda_{o1}\lambda_{o2}\cdots\cdots\lambda_{on}$为尺寸鏈各組成环的分布系数。应該注意，在 T.A. 安巴林教授与技術科学博士И.E. 高罗皆茨基所著的"公差与技術測量"以及B.A.勃拉斯尼克工程师所著的"公差計算方法"等書中的分布系数数值 λ 。与本文所采用的技術科学博士 H. A. 勃罗特契夫所著書藉中的分布系数值 λ 是不同的。

上述二个分布系数之間的关系如下：

$$\lambda_o = \lambda^2$$

例如：

对于同等或然率定理中$\lambda_o = 1/3$

而对于同一定理中 $\lambda = \frac{1}{\sqrt{3}}$；$\lambda^2 = \frac{1}{3} = \lambda_o$

在西姆柔定理中$\lambda_1 = \frac{1}{\sqrt{6}}$

而对同一定理中 $\lambda = \frac{1}{\sqrt{6}}$；$\lambda^2 = 1/6 = \lambda^o$

在高斯定理中$\lambda_o = \frac{1}{9}$

而对同一定理中 $\lambda = \frac{1}{\sqrt{9}} = \frac{1}{3}$ $\lambda^2 = \frac{1}{9} = \lambda_o$

如前所述，相对分布系数 $K=\frac{\lambda}{\lambda_э}$，由于已把正态分布作为标准分布，因此在超出公差带0.27%的条件下 $\lambda_э={}^1/_3$，此時 $K=3\lambda_i$ 或 $\lambda_i=\frac{K}{3}$。将此值代入上列的关系式中則得：

$$\lambda_o=\left(\frac{K}{3}\right)^2=\frac{K^2}{9}$$

由以上所得的数式証明，对相对分布系数“K”的理論研究与实際探討同样地也与分布系数 $\lambda_э$ 有关。

必然偏差总和的公式是根据或然率中若干独立偶然值总和平均值的定理导出。

$\mu(x_1+x_2+\cdots\cdots x_n)=\mu_{x_1}+\mu_{x_2}+\cdots\cdots+\mu_{x_n}$ 即若干独立偶然值总和的平均值等于这些平均值的总和。

封閉环尺寸偏差的平均值用符号 μ_ℓ 表示，而尺寸鏈組成环尺寸偏差的平均值則用符号 μ_i 表示；根据上述理論得到下列代数式

$$\mu_\ell=\Sigma\mu_i$$

連結尺寸鏈組成增环与組成减环，并相应地用符号（+）与（-）表示，然后列入传动比，則得下列数式

$$\mu_\ell=\sum_{(+)}\left(\frac{\partial\ell}{\partial g_i}\right)\mu_i-\sum_{(-)}\left(\frac{\partial\ell}{\partial g_i}\right)\mu_i$$

平均值总和公式在H.A.勃罗特契夫所著的“传动鏈公式和誤差計算法基础”（1944年科学院出版社出版）的第一卷中进行了詳細的推导。

通常是按照所謂試算法計算公差。按照此方法在偏差总和公式中以估計的值代入 $\delta_i,\Delta_{oi},K_i,K_\ell,\alpha_i$ 与 α_ℓ，此估計的数值应根据另件在机構中所起的作用与加工工艺性确定。

代入上述数値后，即可确定 $\Delta'_{o\ell}$ 与 δ'_ℓ，然后再与允許数値(即数値 $\Delta_{o\ell}$ 与 δ_ℓ 进行比較；根据比較結果对尺寸鏈的各組成环尺寸的公差进行某些修正，以便在再次总和后能得到：$\delta'_\ell\approx\delta_\ell$ 与 $\nabla O_n=\Delta O_\ell$。

各环的传动比 $\left(\frac{\partial\ell}{\partial g_i}\right)$ 可根据实際尺寸鏈的图解确定，因此在計算公差時，数值 $\left(\frac{\partial\ell}{\partial g_i}\right)$ 一般为已知。

估計数值 δ_i 已如上述，是根据上述的理由取得的。

数值 Δ_{oi} 照列应为已知，在个别情况下可与数值 δ_i 一起采用。

因此，在上述的总和公式中系数 $K_i,K_\ell.\alpha_i$ 与 α_ℓ 为未知，这些系数的数值一般是把另件尺寸測量的結果，进行数学計算后而获得的。

如此，另件尺寸与封閉环尺寸的分布的研究为本文的主題，而系数 K_i,α_ℓ 与 α_ℓ 为二尺寸的主要特性。

Ⅱ. 文 献 概 論

分散量为偶然值分布的主要特性。在前章中已列有偶然誤差总和公式的推导，在导出此公式時，曾以分散量換算至平均平方根偏差，后又換算至分布系数与分布带。因此在总和公式中的分

布系数“λ”或相对分布系数“K”便代替了分散量，并如另件尺寸分配的主要特性。

此系数的数值对誤差总和的結果有很重要的影响，例如，根据正态定律分布相对分布系数 $K=1.0$，而根据同等或然定律分布則 $K=1.73$。

偏差的分布特性，即分布曲綫的形状是受一系列因素所影响。

根据H.A.勃罗特契夫在某一些著作中所发表的意見，認为偏差的分布特性主要是决定于工艺过程。

显然，尺寸分度对工艺規程的关系应該認为 在引起尺寸分布的各个偶然性原因中存在着一决定性的因素。如果各偶然原因，对另件的生产过程，例如另件的加工工艺过程发生的影响相同，且生产批量足够大時，尺寸的分布将接近于正态分布律

若除上述以外，还有某一决定性的原因对另件加工的工艺过程发生影响，则另件尺寸的分布与正态分布可能有很大的区别。

在調整好尺寸的机床上进行加工，或按試切法进行加工而获得尺寸的方法，对于另件尺寸的分布，也会发生影响。在前一情况下，工件尺寸的精度是由設备的質量以及調整的質量來保証，工人对加工的結果沒有絲毫影响。但在后一种情况下，則工人对工件尺寸的精度有重大的影响。

根据賽可夫，梅斯尼可夫，雅兴等人的大量实驗确定，工人的影响是在使尺寸偏差的聚集中心，自分布带中点向安全界限那一边偏移，其程度为分布带的10%—20%。

在影响另件加工工艺过程的諸原因中，决定性因素的存在，会改变尺寸分布的性質及其分布的基本特征。例如，决定性因素的存在，会使相对分布系数“K”发生很大的改变。

勃罗特契夫認为获得尺寸的方法是影响另件尺寸分布的基本的决定性因素。例如在勃罗特夫的“生产質量和的精度分析”一書中（第75頁）說，“……在設备自动工作，目无决定性的因素時，所生产每批另件的尺寸偏差的分布一定服从于或接近于高斯分布定理。

此外，他还詳細說明分布特性对“分度带和公差带的重合程度的关系。当分布带与公差带不重合时，相对分布系数的数值“K”将有所改变。当另件的实际尺寸超出公差带范围时，系数K即增大，而在分布带小于公差带時，系数“K”便減小。

美国工程师艾廷格与巴特古也認为分布曲綫的形状与加工方法和工序的性質有关，也即与另件的加工工艺有关。

研究員A.Б.雅兴与講师賽可夫指出，在很大的准确程度上可以認为另件尺寸偏差的分布服从于高斯分布定理。

A.Б. 勃拉尼可夫在其1941年出版的“公差計算方法”一書中指出分布特性与公差大小有关。

例如，他建議在沒有关于分布特性的数据時，可采用下列数值：

a.——对于容易保持的公差，分布系数 λ_0 与高斯定理相应，即 $\lambda_0=\frac{1}{9}$

б.——对于中等公差，則与西姆桑定理相应 $\lambda_0=\frac{1}{6}$

в.——对于严格的公差，与同等或然分布定理相应 $\lambda_0=\frac{1}{3}$。

C.П.梅斯尼可夫（見1938年“机器制造者”杂志第二期）經过长期的实驗后得出結論：“……尺寸和間隙分布的特性大小对加工类型和另件的制造精度等級无关”，接着他又說，在調整机

床時測量另件的方法（工人使用万能量具或使用极限量具）与其它因素一样，对偏差分布的特性和数值发生重大影响。

某些研究者認为在大量生产中，尺寸偏差的分布基本上是屬于高斯分布定理，而在小批生产中，則屬于同等或然率定理。

关于此問題的观点在以上的簡述中可証明：对于影响尺寸偏差分布特性的基本原因，并沒有統一的观点。

总結以上所述，关于相对分布系数“K”有下列几种主要說法：

1.系数“K”决定于加工工艺，且其中决定于获得尺寸的方法，即自动加工方法沒有工人参与），或試切法。（勃巴特契夫等人）。

2.系数“K”决定于工件的尺寸公差大小。（布拉日可夫，高罗皆茨基等人）。

3.系数“K”决定于工件的生产批量的大小。

Ⅲ. 生產實驗與数學計算公式

为确定上述三因素的每一因素对尺寸偏差分散量的影响程度，而在下列工厂中进行了专門的实驗。

1.А.И.爱弗利“紅色无产者”机床制造厂。

2.莫斯科“量规”工具厂。

3.莫斯科夹具工厂。

在以上各工厂中曾对33种另件进行了10000次測量。測量結果經过了数学計算，而确定了每批所观察另件的尺寸分布的一切特性，并对公差大小不同的另件进行了实驗，以能显出另件制造公差的大小与尺寸分布的关系。

对用自动加工法与試切法保証尺寸精度的另件，也同样作了实驗，以使显出获得尺寸的方法与尺寸分布的关系。

在所有情况下，为避免生产批量大小对測量結果的影响，因此实驗時，每批另件的数量，平均为400件。

实驗結果是按下列公式进行計算：

平均值的确定公式为：

$$\mu_i=\frac{\sum\limits_{i=1}^{n} x_i N_i}{\Sigma N_i}$$

式中　x_i——偶然值的算術平均偏差

N_i——有偏差x_i的次数

分散量可根据下式确定：

$$D_i = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i^2 N_i}{\sum N_i} - \mu_i^2$$

偶然值的平均平方根偏差为：$б_i = \sqrt{Dj}$

分布系数按下式确定

$$\lambda_i = \frac{2б_i}{\delta_1'}$$

式中δ_i'—为偶然值分布带。

偶然值的相对分布系数相应为：

$$\alpha_i = \frac{\mu_i - \Delta_{oi}}{\delta_i}$$

今将生产实験的数学計算結果列表如下：

“紅色无产者”工厂的另件尺分布数据 表1

序号	另件名称											
1	齿輪44—П—2 尺寸37×4 (端面)		22	24	28		37	45	67		137	365
		Δoi	—0,10	—0,07	—0.02		—0.10	+0,23	—0,16		—0,16	—0,03
		μi	—0,15	—0,07	—0,04		—0,09	+0,23	—0,16		—0,12	—0,07
		δi	0,21	—0,10	—0,11		0,24	0,10	0,24		0,38	0,68
		αi	—0,24	0,0	—0,18		+0,04	0,0	0,0		+0,10	—0,06
		κi	1,54	1,67	1,47		1.78	0,82	1.28		1.32	1,26
2	齿輪44—П—2 尺寸Φ58,5C$_4$ (齿圈外尺寸)		17	20	20	27	31	32	44	75	95	364
		Δoi	—0.12	—0,03	—0,06	—0,22	—0,06	—0,10	+0,06	—0,04	—0,16	—0,08
		μi	—0,17	—0,05	—0,14	—0,22	—0,06	—0,16	+0,06	—0,03	—0,18	—0,10
		δi	0,29	0,13	0,33	0,09	0,07	0,34	0,08	0,13	0,19	0,37
		αi	0,17	—0,15	—0,24	0,0	0,0	0,18	0,0	0,11	—0,10	—0,05
		κi	2,04	1,26	1,81	1.85	1,25	1,92	1,83	1,38	1,81	1,71
3	环11Б—П—2 尺寸8—0.2		82	154	161	401						
		Δoi	—0,05	—0,09	—0,09	—0,09						
		μi	—0,03	—0,08	—0,07	—0,07						
		δi	0,11	0,20	0,24	0,24						
		αi	+0,18	+0,05	+0,8	+0,08						
		κi	1,38	1,26	1,29	1,14						
4	槓杆16—162—7 尺寸19—0.24		158	217		384						
		Δoi	—0,14	—0,15		—0,15						
		μi	—0,11	—0,17		—0,14						
		δi	0,41	0,42		0,50						
		αi	+0,07	—0,05		+0,02						
		κi	1,47	1,50		1,34						
5	螺母4—443 尺寸70—0.74		30									
		Δoi	—0,4									
		μi	—0,35									
		δi	0,9									
		αi	0,06									
		κi	1,61									
6	拉紧螺栓 18—44—3 尺寸24×4		32									
		Δoi	—0,12									
		μi	—0,14									
		δi	—0,13									
		αi	—0,15									
		κi	—1,46									

序号	另件名称		59	
7	滑块A64—44—4 尺寸22—6.5	Δ_{oi} μ_i δ_i α_i κ_i	—0,43 —0,40 0,15 +0,20 1,39	
8	槓杆310—162—2 尺寸$64^{-0.1}_{-0.3}$	Δ_{oi} μ_i δ_i α_i κ_i	357 —0,22 —0,20 0,59 +0,03 1,0	
9	环135—П—2 尺寸 5 × 4	Δ_{oi} μ_i δ_i α_i κ_i	373 —0,15 —0,11 0,30 +0,13 1,11	
10	环29—44—3 尺寸10±0.2	Δ_{oi} μ_i δ_i α_i κ_i	47 +0,18 +0,17 0,08 —0,12 1,78	
11	支架13—П—6 尺寸$69^{-0.2}_{-0.6}$	Δ_{oi} μ_i δ_i α_i κ_i	343 —0,5 —0,51 0,96 —0,01 1,29	
12	滚柱21—44—5 尺寸Φ40×4	Δ_{oi} μ_i δ_i α_i κ_i	42 —0,16 —0,11 0,16 +0,31 1,53	
13	滚柱21—44—5 尺寸22×4	Δ_{oi} μ_i δ_i α_i κ_i	41 —0,14 —0,13 0,30 +0,03 1,52	
14	压板127—П—2 尺寸10—0.24	Δ_{oi} μ_i δ_i α_i κ_i	36 —0,25 —0,20 0,76 +0,07 1,11	

"量规"工厂的另件尺寸分布数据

表 2

序号	另件名称	h	20	50	100	200	5000	1000
1.	千分尺的砧	Δ_{oi} μ_i δ_i α_i κ_i	+0,04 +0,03 0,14 +0,07 1,60	+0,05 +0,05 0,25 -0,0 1,68	+0,04 +0,05 0,25 +0,04 1,32	+0,04 +0,03 0,26 -0,04 1,35	0,0 +0,01 0,34 +0,63 1,14	0,0 -0,02 0,34 -0,06 1,12
2.	千分尺的套管	Δ_{oi} μ_i δ_i α_i κ_i	-0,07 -0,13 0,45 -0,13 1,74	-0,04 -0,06 0,51 -0,02 1,74	-0,04 -0,06 0,51 -0,04 1,43	-0,04 -0,07 0,52 -0,06 1,26	-0,04 -0,07 0,52 -0,06 1,02	-0,04 -0,07 0,52 -0,06 0,93
3.	千分尺的套筒	Δ_{oi} μ_i δ_i α_i κ_i	-0,15 -0,15 0,49 -0,0 1,98	-0,15 -0,13 0,49 -0,04 1,66	-0,15 -0,17 0,49 -0,04 1,36	-0,20 -0,17 0,59 +0,05 0,17	-0,20 -0,17 0,59 +0,05 1,14	-0,19 -0,16 0,61 +0,05 0,90
4.	微动螺釘尺寸1.5公厘	Δ_{oi} μ_i δ_i α_i κ_i	+0,05 +0,06 0,16 +0,06 1,70	0,0 0,0 0,27 0,0 1,59	0,0 0,0 0,27 0,0 -1,52	-0,01 0,0 0,28 +0,03 1,41	-0,01 -0,01 0,28 0,0 1,38	-0,01 -0,02 0,28 -0,03 1,26
5.	微动螺釘尺寸107	Δ_{oi} μ_i δ_i α_i κ_i	-0,04 -0,0 0,35 +0,11 2,1	-0,05 -0,02 0,45 +0,07 1,91	+0,01 +0,04 0,57 +0,05 1,51	+0,01 +0,01 0,57 0,0 1,28	0,0 +0,01 0,59 +0,02 1,33	0,0 -0,03 0,59 -0,05 1,30
6.		Δ_{oi} μ_i δ_i α_i κ_i	+0,20 +0,21 0,10 +0,10 1,91	+0,13 +0,15 0,24 +0,08 1,56	+0,13 +0,15 0,24 +0,08 1,49	+0,13 +0,16 0,24 +0,12 1,32	+0,15 +0,18 0,28 +0,11 1,10	+0,15 +0,18 0,29 +0,10 0,90
7.	千分尺测量端面的尺寸	Δ_{oi} μ_i δ_i α_i κ_i	-0,17 -0,14 0,90 +0,03 1,63	-0,17 -0,07 1,15 +0,09 1,35	-0,15 -0,10 1,20 +0,04 1,22	-0,15 -0,11 1,20 +0,03 1,10	-0,15 -0,13 1,2 +0,02 1,06	-0,15 -0,15 1,2 0,0 1,00

“夹具”工厂的另件尺寸分布数据

表 3

序号	另件名称	h	20	50	100	200	400	
1.	螺旋盘	Δ_{oi}	−0,17	−0,19	−0,13	−0,13	−0,13	
		μ_i	−0,16	−0,12	−0,12	−0,10	−0,09	
		δ_i	0,29	0,38	0,43	0,43	0,43	
		α_i	+0,03	+0,18	+0,02	+0,07	+0,09	
		κ_i	1,68	1,47	1,41	1,31	1,1	
2.	卡盘本体	Δ_{oi}	−0,04	−0,04	−0,0	−0,0	−0,0	
		μ_i	−0,03	−0,03	−0,02	−0,02	−0,03	
		δ_i	−0,15	0,16	−0,18	0,28	0,28	
		α_i	−0,07	+0,06	−0,11	−0,07	−0,11	
		κ_i	1,45	1,4	1,29	1,17	1,17	
3.	盖	Δ_{oi}	−0,05	−0,05	−0,05	−0,06	−0,06	
		μ_i	−0,06	−0,06	−0,05	−0,05	−0,05	
		δ_i	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	
		α_i	−0,09	−0,09	−0,0	+0,08	+0,08	
		κ_i	1,77	1,59	1,53	1,57	1,5	
4.	端面間的間隙	Δ_{oi}	+0,10	+0,12	+0,12	+0,14	+0,20	
		μ_i	+0,10	+0,10	+0,10	+0,12	+0,19	
		δ_i	0,40	0,45	0,50	0,60	0,60	
		α_i	0,0	−0,04	−0,08	−0,03	−0,02	
		κ_i	1,57	1,18	1,25	1,13	1,10	

IV. 另件尺寸分佈的研究

A. 工艺和精度对相对分布系数的影响。

图 2 所示为各种另件的尺寸偏差分布的实验曲綫，这些另件是在調整至加工尺寸的机床上进行加工的，因此尺寸精度是靠机床的質量与其調整精度來保証，在此情况下，工人对于加工的結果沒有影响。

图 3 中是用試切法在机床上加工出來的各种另件的尺寸偏差分布的实驗曲綫。因此在这种情况下，尺寸精度是由工人的技術來保証，工人对另件加工的結果直接发生影响。

研究图 2 与图 3 所示的曲綫后，可得如下的結論：获得尺寸的方法，对于另件尺寸偏差的分布性質和相对分布系数“K”的大小沒有显著影响。

系数“K”的数値具有本身的分布，并且对于被比較的各个观察組來說，系数“K”的极限値及其分布带大致相同。

图 4 中为用自动加工获得尺寸和非自动加工获得尺寸方法時所得的系数“K”値　　曲綫，这些曲綫是根据在三个工厂中測量33种不同公差和不同生产批量的另件所得的全部实驗数据而繪制的。

該图中所示的系数“K”的分布特性及其平均值也表明系数“K”与获得尺寸方法之間，沒有任何显著的关系。

所进行的生产实驗还可以确定公差大小和系数“K”之間的連系。图 5 所示为具有不同大小公差的另件尺寸偏差分布曲綫。这些曲綫是根据对批量大致相同的另件进行测量的結果繪制的。图 6 中也是根据这些資料所繪制的系数“K”对公差大小的关系图。

根据該图和分布曲綫可以看出系数“K”与公差的大小无关。

图 7 中为根据三个机床厂的33种另件的測量資料所繪制的系数“K”对公差带的关系图。在这些資料中包括了对不同生产批量和不同取得尺寸方法的另件进行測量的結果，該图也表明在公差带的大小与系数“K”之間沒有任何显著的連系。

应注意在图 6 与图 7 中所示的系数“K”是对生产批量中全部另件計算所得，即为在系数“K”的数値中，包括了尺寸已超出公差带范围的另件。我們認为只根据尺寸在公差带范围之內的那部份另件的分布來确定系数“K”的値是不合理的，因为在这种情况下，系数“K”所反映的可能不是另件加工的正常生产情况。

从該图中可見相对分布数“K”，具有其本身分布。通过系数“K”的平均値的綫表明在 δ 的大小与相对分布系数“K”之間，并沒有規律性的連系。

图 8 中有几条生产批量大致相同的另件尺寸的分布曲綫，而图9中則为根据图8所示之分布曲綫資料所繪制的系数“K”对分布带大小的关系图。图10中为根据整套測量結果所繪制的系数“K”对分布带大小的关系图。

自該 2 图可見分布带与系数“K”之間，也看不出有任何显著的关系。

其下，在图11—17中繪出紅色无产者”工厂的某些另件簡图和这些另件的尺寸分布曲綫，作为具体例子。

根据从上述的实験結果得出結論如后：在未有决定性因素的情况如下，另件尺寸的分布特性，旣与公差带无关，也与另件的加工工艺过程无关。

б．生产批量的大小对相对分系数的影响。

由于大量彼此独立的偶然原因作用于生产过程的結果，使另件尺寸的偏差成为偶然性的数値。根据大数定律，这些条件将导致尺寸作正态分布，即按高斯定理的分布。

必須指出，按照正态分布或者接近于它的分布是当研究的对象有非常大的数量時才发生；严格地說，絕对地按高斯定理的形式分布，只有在机会的数量（观察数量，另件数量等）无穷多的時候出現。

在批量N为有限数値時，分布曲綫与理論的正态分布曲綫是有所区别，N愈小，实験曲綫与理論曲綫的区别便愈大；反之在N趋于无限大時，实験曲綫就趋于其数限，即趋向于理論的正态分布曲綫。

在数理統計学教程中所闡明的抽样理論中，采用“全总体”与“抽样总体”的概念，前者是指事件的全部容量，后者则指事件全总体中的部份容量。

現假定有大量独立的，且其作用程度相同的偶然性原因作用于另件的加工过程，这种情况，相当于正常的生产过程，在生产批量为无穷大時，必然导致尺寸的正态分布。

将有限数量的另件生产批量N，可看作是从总体中抽出的随机抽样，且該抽样的尺寸是按正态分布。

已如上述，在任何生产批量下，另件尺寸分布的基本特征为：

1. 偶然値的分散量

2. 偏差聚集中心座标，或是偶然値的平均値。

3. 分布曲綫的相对不对称系数

4. 偶然値分布带之半，以 V_i 表示之

5. 平均平方根偏差

如果相对分布系数在正态分布時是稳定的，且等于1，則在批量为有限数値時，特别是批量不大時，这个系数不等于1，而是一偶然値。正如一切偶然値一样，該系数的数値也具有分布。

我們所要求的目的为只要求出新的偶然値的理論分布的規律，然后再从这規律中計算这一偶然値的平均値，分散量及分布带。

从正常的总体中所得的数量为И的抽样，其平均平方根偏差Б服从于下列微分分布律（参閱罗曼諾夫斯基所著的“数理統計学”第九章）。

$$y=\frac{2\left(\frac{N}{2\delta^{2}}\right)^{\frac{N-1}{2}}}{\Gamma\left(\frac{N-1}{2}\right)}\cdot б_i^{N-2}\, e^{\frac{-Nб_i^{2}}{2б^{2}}}$$

上式中的未知数为：

$б^2$——全总体的分散量。

$б_i^2$——抽样总体的分散量。

分散量的数値具有量綱，在此处以公厘平方表示。

为了轉换抽象数字，必須研究 $б_i$ 与 V_i 的之値，以代替 $б_i$ 及 V_i；此比値以