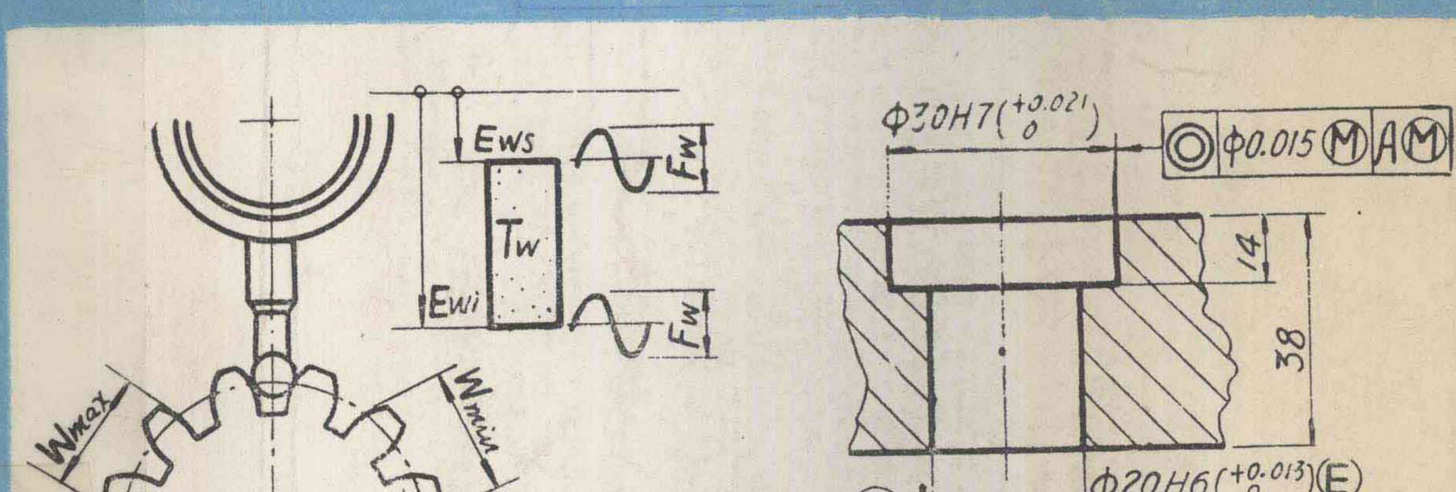
公差原理及应用



湖南省机械工程学会

前　　言

公差标准是机械工业重要的基础技术标准，为适应四化建设的需要，本学会组织有关人员编审了《公差原理及应用》一书，约30万字，共八章，包括优先数系、公差与配合、光滑工件尺寸检验、形位公差、表面粗糙度、螺纹公差、齿轮精度、键公差，供基层工程技术人员学习新标准之用，也可供大专院校师生参考。

本书编审时力图体现如下特点：

1.八章综合成册。机械产品零件图样所涉及的新公差标注基本上都综合在本书中，学习时可以同时使用或分章单独使用。

2.重点突出。本书着重于基本内容、重点内容和难点内容及其应用，对某些部分内容作了适当处理，不求全，力求精。

3.资料新颖。本书全是依据国际公差的新理论及我国当前颁布的最新公差标准，其中包括齿轮精度标准JB179—83。

本书由李德善讲师编写，李柱教授、赵志成副教授主审，参加审稿的同志有：郑仲皋副教授、王赤工程师、吴昭同副教授、张明安工程师、廖迦尼讲师、张德煌工程师。

本书在编写和出版过程中，得到长沙国防科技大学、华中工学院、长沙交通学院、西安公路学院、浙江大学、机械工业部郑州机械研究所、交通部标准计量研究所、湖南省机械厅、湖南省标准局、湖南省标准化协会、湖南省交通厅、长沙水泵厂等单位的热情帮助和大力支持，特此一并致谢。

由于水平所限，缺点和错误在所难免，恳请读者批评指正。

湖南省机械工程学会

1984年5月

目　　录

第一章　优先数和优先数系

优先数和优先数系是近代一种先进的科学的数值分级制度。由于它在科学技术和工程实际中許多領域被广泛地运用，能够获得十分显著的技术經济效果，因而显示出它具有很大的优越性。这在国际上早已被公認，在我国也逐漸被人們所認識，并在許多部門、行业已发揮着重要作用。

优先数系的出現，已有一百多年的历史了。1877年，法国人勒纳尔(Charles Renard)針对当时气球繩索規格繁多的状况，提出了按等比数列分級即按a、aq^1、aq^2、aq^3、aq^4、aq^5（此数列中a为起始項，q为公比），将425种規格簡化成17种。

勒纳尔規定：每进5項，就使項值增大到10倍，$\frac{aq^5}{a}=10$，即$q^5=10$，得公比 $q=\sqrt[5]{10}$

a、$a\sqrt[5]{10}$、　$a(\sqrt[5]{10})^2$、　$a(\sqrt[5]{10})^3$、　$a(\sqrt[5]{10})^4$、10a，从实用出发，取 $\sqrt[5]{10}\approx 1.6$；a取为10的整数幂

当a ＝10时，　数列項值排列为：10、　16、　25、　40、　63、　100，

当a ＝10^2时，　数列項值排列为：100、　160、　250、　400、　630、　1000，

当a ＝10^0时，　数列項值排列为：1、　1.6、　2.5、　4.0、　6.3、　10，

当a ＝10^{-1}时，　数列項值排列为：0.1、　0.16、　0.25、　0.40、　0.63、　1，

依此类推，向两端延伸，这就是現在的R5系列。

代号以R开头，以表紀念Renard。

国际上，第一个优先数系标准于1920年在德国制定問世，此后經ISA、ISO几十年的工作，形成了优先数系一个完整的正式国际标准，这就是：

ISO 3 ——1973《优先数和优先数系》；

ISO17 ——1973《优先数和优先数系的应用指南》；

ISO497 ——1973《优先数系和优先数的化整值系列的选用指南》。

我国于1960年颁布了《优先数和优先数系》部标准（JB109—60），經过几年的实踐，于1964年修改为国家标准（GB321—64），現在，以ISO上述三个标准为依据，結合我国具体情况，修订为GB321—80《优先数和优先数系》。

本标准（GB 321—80）适用于各种量值的分級，特别是在确定产品的参数或参数系列时，必須最大限度地按本标准規定采用优先数和优先数系。

§1.优先数系的术语定义和种类代号

一、术语、定义

1.优先数系

优先数系是由公比为 $\sqrt[5]{10}$、　$\sqrt[10]{10}$、　$\sqrt[20]{10}$、　$\sqrt[40]{10}$、　$\sqrt[80]{10}$，且項值中含

有10的整数幂的理論等比数列导出的一組近似等比的数列。各数列分別用符号R5、R10、R20、R40和R80表示，称为R5系列、R10系列、R20系列、R40系列和R80系列。

优先数系的系列以Rr表示，理論公比以q_r表示，$q_r = \sqrt[r]{10}$。其中r取5、10、20、40或80，r是系列中各个十进段内項値的分級数，十进段如0.1～1、1～10、10～100等。

优先数系的定义，概括了这样几层含义：

其一，它是等比数列，（它区别于等差数列），而且是近似的，这更合乎实用。

其二，一个系列有其确定的公比。如R 5系列，其公比为$\sqrt[5]{10}$；不同的系列，它們的公比不相同，这說明它們排級的疏密程度是不一样的。

其三，項値中含有10的整数幂。以1～10这个十进段为基础，每往后跨一个十进段，则每个項値都乘以10，每向前跨一个十进段，則每个相应項値除以10，这样可以使该系列向两端无限延伸。

这个定义概括了优先数系的最主要的一些特性，其优越性也正是由此而产生的。

2.优先数

优先数系中的任一个項値均为优先数。

（1） 优先数的理論値，即理論等比数列的項値

項値＝（$\sqrt[r]{10}$）^{Nr}　式中Nr为该項优先数的序号，Nr为任意整数，可正、可負、可为零。

理論値一般是无理数，不便于实际应用。

（2） 优先数的計算値，是对理論値取5位有效数字的近似値。它同理論値相比，其相对誤差小于$\frac{1}{20000}$，在作参数系列的精确計算时使用。

（3） 优先数的常用値，即通常所称的优先数，这是对計算値进行适当圓整后統一規定的数値。这里强調了“統一規定的”，否則，如果設計者任意圓整取値便不是优先数了。

（4） 优先数的化整値：是对R5、R10、R20和R40系列中的常用値作进一步圓整后所得的値，化整値也都統一規定列于表中。这只在某些特殊情况下才允許采用。

3.优先数的序号

优先数理論値的項値計算式中〔項値＝（$\sqrt[r]{10}$）^{Nr}〕的Nr称为优先数在Rr系列中的序号，表示优先数在Rr系列中排列的次序。

在一个十进段内，其序号数目和項数相等，即和分級数相等。如R 5系列每个十进段内有5个序号；R40系列則相应有40个序号。由于R40系列包括R20、R10、R5各系列的全部項値，为計算簡便起見，通常以R40系列中的序号称为通用序号，記号N。

在一个十进段内，排序号是从0开始，即从优先数1.00的序号N＝0开始計数，依此类推，优先数10的序号N＝40。

同理，在10～100十进段内，序号为N＝40，41，…，80；

在0.1～1十进段内，序号应当反推，即N＝0，－1，－2，…，－40。

序号依次排列，形成一个等差数列，这一特性对于計算是十分方便的。

二、系列的种类

1.基本系列

R5、R10、R20和R40四个系列是优先数系中的常用系列。其公比为

R5: $q_5=\sqrt[5]{10}\approx1.60$　　R20: $q_{20}=\sqrt[20]{10}\approx1.12$

R10: $q_{10}=\sqrt[10]{10}\approx1.25$　　R40: $q_{40}=\sqrt[40]{10}\approx1.06$

2.补充系列

R80系列为补充系列，它的公比$q_{80}=\sqrt[80]{10}\approx1.03$

3.派生系列

派生系列是从基本系列或补充系列Rr中，每隔P项取值派生出来的系列，以$R_r/_p$表示。其公比为qr/p，即$q_r/_p=q^p{}_r=(\sqrt[r]{10})^p=10^{\frac{p}{r}}$，例如R10/3，其公比$q_r/_p=(\sqrt[10]{10})^3=10^{\frac{3}{10}}$ $(1.2589)^3\approx2$

派生系列的特征有三：其一，它的公比与基本系列（或补充系列）不相同；其二，其項値就是从基本系列中取出来的，因而相应的項値相同；其三，它的項值具有多义性，例如：

R 10: 1.00 1.25 1.60 2.00 2.50 3.15 4.00 5.00 6.30 8.00 10.00

而R10/3可导出三种不同項値的派生系列：

1.00	2.00	4.00	8.00	……
1.25	2.50	5.00	10	……
1.60	3.15	6.30	……	

4.移位系列

移位系列也是一种派生系列，它是相对基本系列各項値移动一个位置取値而导出来的一种派生系列。其特征是：它的公比与基本系列相同，但項値与基本系列的不同。

例如，基本系列R10 的項値是从25.0 开始的，而移位系列R80/8的項値是从25.8开始，所以，称R80/8系列为R10的移位系列。

由于25.8是R80系列中的項値，从R80系列中每隔8項取值，其結果与上述 R10的移位系列是一样的，所以，也可以称R80/8为R80的派生系列。

5.化整值系列

化整值系列是由优先数的常用值和一部分化整值所組成的系列。

化整值誤差較小的系列称为第一化整値系列，用符号 Rr′表示；誤差較大的系列称为第二化整値系列，用符号Rr″表示。

三、系列的代号

1.系列无限定范围时

基本系列和补充系列，代号表示为R5、R10、R20、R40和R80

派生系列因具有多义性特征，故在代号中应指明系列中含有的一个特定項値，如R10/3（…，80，…），即表示含有項値80，并向两端无限延伸的派生系列。

派生系列如含有项值1，则代号可简写为R_r/p，例如R10/3即表示下述系列：…、1、2、4、8、16、…

2.系列有限定范围时，应注明界限值。例如：

R10 (1.25，…)	R20/4 (112，…)	注明下限
R20 (…，45)	R40/5 (…，60)	注明上限
R40 (75，…，300)	R5/2 (1，…，10000)	上限、下限都注明

§2。优先数系的主要特性及主要优点

一：主要特性

1。"相对差不变"

同一系列中，任意相邻两优先数常用值的相对差近似不变。

例如R5系列：1　1.6　2.5　4.　6.3　10

$$\triangle_1=\frac{2.5-1.6}{1.6}=\frac{2.5}{1.6}-\frac{1.6}{1.6}=1.6-1=0.6=60\%$$

$$\triangle_2=\frac{6.3-4}{4}=\frac{6.3}{4}-\frac{4}{4}=1.6-1=0.6=60\%$$

即　$\triangle_1=\triangle_2=q_r-1$

"相对差不变"，这是等比数列最本质的特性。这样才能使数值分级相对均匀合理，疏密适度，能够在很宽的数值范围内，以较少的品种规格最大限度地满足用户的最大需要。

而等差数列的绝对差相等，例如有一轴，轴径为ϕ10mm，下一级为ϕ12mm，其绝对差为2mm，相对差$\triangle_1=\frac{12-10}{10}=20\%$

另有一轴，轴径为ϕ100mm，下一级为ϕ102mm，其绝对差仍为2mm，而相对差

$$\triangle_2=\frac{102-100}{100}=2\%$$

再有一轴，轴径为ϕ1mm，下一级为ϕ3mm，其绝对差也仍为2mm，而相对差

$$\triangle_3=\frac{3-1}{1}=200\%$$

比较上述三根轴，都是增加2mm，对于ϕ100mm的轴来説，无論其强度刚度性能或加工工艺都不会引起多大的变化；可是对于ϕ1mm的轴，其影响就十分可观了。可見按"绝对差"分級是不合理的。必須按"相对差"的概念，体现各級之間有同样的"质"的差别，这样的分級才是經济合理的，这就是优先数系优越性本质的所在。

2。"两端延伸性"

Rr系列（基本系列、补充系列）中的项值可按十进法向两端无限延伸。

表中提供了1～10这个十进段内的各项值，若跨十进段，可用表中的各项值乘以10的整数幂（如10、100、1000、…或0.1，0.01，0.001，…）求得。

派生系列的延伸有一定的前提条件，其条件是：如公比$\frac{r}{p}$为整数时，则可延伸；

如公比$\frac{r}{P}$不为整数时則不能延伸。因跨入另一个十进段内不再为其对应的項値了，这是派生系列項値的多义性所决定了的。

例1：R10/3　$\frac{r}{P}=\frac{10}{3}=3.33$　不为整数，故R10/3不能延伸。

现从R10系列中每隔3項取値，排列如下

1、2、4、8、16、31.5、…跨入另一个十进段便找不到对应的項値了，故不能延伸。

例2：R10/5　$\frac{r}{P}=\frac{10}{5}=2$　公比2为整数，故可延伸。

1　3.15　10　31.5　100　315…

例3：R10/2　$\frac{r}{P}=\frac{10}{2}=5$　公比5为整数，可以延伸。

1　1.6　2.5　4　6.3　10　16　25　40…

“两端延伸性”說明了所取参数的适用范围十分寬广，并有科学的予見性，为产品参数的发展远景留有余地。

3．“依次包含性”

这一特性指的是R5、R10、R20、R40、R80、系列之間的关系。今以R5、R10为例說明其含义：其一，R5系列的全部項値包含在R10系列之中；其二，从R10系列中隔項取値，便成为R5系列；其三，R5系列两項之間插入中間項値便成为R10系列。这一特性說明数値分級，R5、R10、R20、R40等依次地由疏到密，这为新品种試制生产提供了技术經济上的合理性。例如，按R5系列规划产品后，由于市場的进一步需要，在原系列R5的2.5和4之間插入新的規格时，則$\sqrt{2.5\times4}=3.1623\approx3.15$，实际上就是在R10系中选取了3.15这个項値。

4.倍数系列

R10/3、R20/6、R40/12为倍数系列，其公比＝2，証明如下：

$\because\ \sqrt[10]{10}=1.2589$　而　$\sqrt[3]{2}=1.2599$

二値相近，等量代换，　即$\sqrt[10]{10}=\sqrt[3]{2}$

上式两边同乘以3次方　$(\sqrt[10]{10})^3=(\sqrt[3]{2})^3$　　$\therefore$公比　$(\sqrt[10]{10})^3=2$

倍数系列中，1、2、4、8、16、…这一系列在工程技术中特别有用。

例如，电动机空載同步轉速为3000、1500、750、375轉/分。

5.乘、除、乘方，仍为优先数

同一系列中，任意两項的理論値之乘积或商，任意一項理論値之整数的乘方，仍为此系列中一个优先数理論値。常用値之間則近似地具有此种特性。

例1：計算値　$3.9811\times6.3096=25.119$　　常用値　$4\times6.3\approx25$

例2：　$\frac{40}{1.6}\approx25$　　例3：$4^2=16$　　例4：$8^2\approx63$

这一特性为数値的“传播性”提供了方便。例如、直徑D为优先数，則其周长πD也为优先数（π取近似値3.15），圆面积$\frac{\pi D^2}{4}$也为优先数。

6.优先数的对数为等差数列

同一系列中各优先数理論值之对数值构成一个等差数列，这为工程上繪制图表提供了簡明清晰的可能性，綫条排列均匀。

例：$\lg 40 = 1.600$　　$\lg 25 = 1.400$　　$\lg 16 = 1.200$

则$\triangle_1 = 1.6 - 1.4 = 0.2$　　$\triangle_2 = 1.4 - 1.2 = 0.2$

所以$\triangle_1 = \triangle_2$，可見优先数的对数为等差数列。

7. 优先数的序号N是一种以 $\sqrt[r]{10}$ 为底的特殊对数

令公比为 $\sqrt[r]{10}$，序号为N，項值为y　　故有关系式$y = (\sqrt[r]{10})^N$

写成对数式，则有 $N = \lg_{\sqrt[r]{10}} y$

可見，优先数的序号N是优先数理論值的一种以公比q_r（$q_r = \sqrt[r]{10}$）为底的特殊对数。这一特性，可以将优先数的运算仿照一般对数計算方法轉換为序号运算，从而使运算簡化。

8. 一些重要常数处理为优先数

科学技术上一些重要的常数可近似地处理为优先数，这对于优先数的传播性以及运算方面都带来很大的好处。

$\pi = 3.1415 \approx 3.15$　　$2\pi \approx 6.3$　　$\pi^2 \approx 10$　　$\frac{\pi}{32} \approx \frac{1}{10}$　　$\frac{\pi}{4} \approx 0.8$

$\sqrt{10} \approx 3.15$　　$\sqrt{2} \approx 1.4$　　$\sqrt[3]{2} \approx 1.25$　　1吋$\approx$25mm　　g$\approx$10米/秒

綜上所述优先数系的主要特性，可以看到其技术經济价值。优先数是各种量值（特别是产品参数）分級时应优先采用的数，其目的是把实际应用的“数”（即产品的尺寸規格）限制在必需的最小范围内，并为在不同場合都能优先选用相同的数創造一个先决条件，以达到簡化統一，这正是标准化的物質基础。优先数系有許多优点，各种产品的参数都能从中选取合适的数值，因而能够适应国民經济各部門提出的多种多样的要求。

二、主要优点

1. 經济合理的数值分级制度

按等比数列分級，設計制造部門能够以較少的品种規格，經济合理地滿足用戶的全部需要。分級疏密适度，品种規格齐全，供需双方滿意。

2. 簡化、統一、协调的基础

优先数系是国际上統一的数值制度，可用于各种量值的分級，以便不同的場合都能优先选用同样的数值。它为技术經济工作上的簡化、統一，和产品参数上的协調提供了基础。

不仅产品的主参数，而且产品的零部件尺寸也采用优先数系，工艺装备的参数，以及原材料規格都采用优先数系，这样，在各方面，成龙配套，协調統一，这在技术上和經济上具有很大的意义。

有了优先数系，用戶和制造厂之間或各有关单位之間，以及国际上的技术交往，經济贸易就有了共同語言，能够在无偏見的基础上达成一致。

3. 具有广泛的适应性

优先数系包含有各种不同公比的系列，因而可以滿足較密和較疏的分級要求。

由于优先数系的包含性，因而可以随着生产发展的需要使分級由疏变密，成为新的系列，而原来系列的項值仍保留不变。

在参数范围很寬时，根据經济性和需要量等不同条件，可以分段选用最合适的系列，以复合系列的形式組成最佳系列。

优先数經乘、除、乘方仍为优先数这一特性，通过优先数值的传播更进一步扩大了优先数的适用范围。

4.简化设计计算

5.简单、易记、使用方便

§3.优先数的计算方法

一、用常用对数计算

一般規則 $\lg AB=\lg A+\lg B$　　$\lg A^m=m\lg A$

$$\lg\frac{A}{B}=\lg A-\lg B \qquad \lg\sqrt[m]{A}=\frac{1}{m}\lg A$$

运算时需要使用优先数系表及该表中的对数尾数

例1. $\lg 4500=?$

解：$\lg 4500=\lg 4.5+\lg(10^3)=\lg 4.5+3\lg 10$

查表1对数尾数 $4.5\longrightarrow 0.650$

而 $\lg 10=1$

代入 $\lg 4500=0.650+3\times 1=3.650$

例2. $3.15\times 1.6=?$

解：$\lg(3.15\times 1.6)=\lg 3.15+\lg 1.6$

查对数尾数 $3.15\longrightarrow 0.500$　　$1.6\longrightarrow 0.200$

代入 $\lg(3.15)+\lg(1.6)=0.5+0.2=0.7$

反查表，由对数尾数0.7查出其对应的优先数为5.00

$\therefore\ 3.15\times 1.6=5$

例3. 工件直徑$d=200$mm，轉速$n=800$轉/分，求切削速度$V=?$

解：$V=\dfrac{\pi dn}{1000}$ 建立关系式。

$\lg V=\lg\pi+\lg d+\lg n-\lg 1000$

$=\lg 3.15+\lg 200+\lg 800-\lg 1000$

查对数尾数 $\lg V=0.5+2.3+2.9-3=2.7$

按对数尾数700反查表，查出其相应的优先数为5

而整数部分的2为优先数往右移的位数。

$\therefore\ V=500$公尺/分

例4. 証明$\sqrt[3]{450}$是否优先数？

証：$\lg\sqrt[3]{450}=\dfrac{1}{3}\lg 450=\dfrac{1}{3}\times 2.650=0.833$

查表，找对数尾数栏，该栏内只有0.875、0.900，而偏偏沒有0.833，即0.833沒有对应的优先数

∴ $\sqrt[3]{450}$不是优先数

二、用序号N计算

一般规则：两个优先数之积的序号，等于这两个优先数的序号之和；

两个优先数之商的序号，等于这两个优先数的序号之差。

注意事项：N＝0～40适用于1～10十进段内的优先数n，而其它十进段的优先数 $n\times10^{x}$（x取整数1、2、3、…）其序号为：

$$N(n\times10^{\pm x})=N(n)\pm xN(10)=N(n)\pm40x$$

即　优先数n每增大10倍，其序号增加40

　　优先数n每縮小10倍，其序号减小40

例1．优先数2.5、250、0.025它們的序号各为多少？

解 $N(2.5)=16$

$N(250)=N(2.5)+N(100)=N(2.5)+2N(10)=16+2\times40=96$

$N(0.025)=N(2.5)-2\times N(10)=16-80=-64$

例2．$3.15\times1.6=?$

解：$N(3.15\times1.6)=N(3.15)+N(1.6)$

查表，按优先数找其序号　优3.15⟶N＝20，　优1.6⟶N＝8

序号数相加　$N(3.15)+N(1.6)=20+8=28$

反查表，按序号数28找其优先数　28⟶优5

$\therefore 3.15\times1.6=5$

例3．$3.15\div1.6=?$

解：$N\left(\dfrac{3.15}{1.6}\right)=N(3.15)-N(1.6)$

查表　优3.15⟶N＝20　　优1.6⟶N＝8

$N(3.15)-N(1.6)=20-8=12$

反查表　12⟶优2

$\therefore 3.15\div1.6=2$

例4．$(3.15)^3=?$

解：$N(3.15^3)=3N(3.15)$

查表　优3.15⟶N＝20

$3N(3.15)=3\times20=60=20+40$

反查表20⟶优3.15　　40⟶优10

$\therefore (3.15)^3=3.15\times10=31.5$

例5．$250^2=?$

解：$N(250^2)=2N(250)=2\times96=192=32+4\times40$

$=N(6.3)+4N(10)=N(6.3\times10^4)$

$\therefore 250^3 = 6.3 \times 10^4$

例6. $\sqrt[4]{0.025} = ?$

解: $N(\sqrt[4]{0.025}) = \frac{1}{4}N(0.025) = \frac{1}{4}(-64) = -16 = 24 - 40$

$= N(4) - N(10) = N(0.4)$

$\therefore \sqrt[4]{0.025} = 0.4$

例7.証明 $\sqrt[3]{2.5}$是否优先数? $\sqrt[3]{2}$是否优先数?

証(1): $N(\sqrt[3]{2.5}) = \frac{1}{3}N(2.5) = \frac{1}{3} \times 16 = 5.33$ 序号不是整数，无此对应的优先数。

証(2): $N(\sqrt[3]{2}) = \frac{1}{3}N(2) = \frac{1}{3} \times 12 = 4$

$= N(1.25)$ 序号$N = 4$为整数，其对应的优先数为1.25。

結論: 优先数的开方后是否为优先数，其条件是:

优先数的分数指数×序号数＝整数

三、列 表 计 算

利用优先数的排列規律，計算非常簡便

例、已知导綫矩形截面厚度a采用R20(0.8、…、2.0)，寬度b采用R40(2.0、…、3.0)试列表求截面积A的系列

解: (1) 确定函数关系$A = ab$

(2) 按R20列出厚度a的各項值:

0.80 0.90 1.00 1.12 1.25 1.40 1.60 1.80 2.00

(3) 按R40列出寬度b的各項值:

2.00 2.12 2.24 2.36 2.50 2.65 2.80 3.00

(4) 計算三个截面积系列的項值:

$A_1 = 2 \times 0.8 = 1.6$ $A_2 = 2.12 \times 0.8 = 1.7$ $A_3 = 2 \times 0.9 = 1.8$

(5) 截面积系列其余所有項值，不必逐項計算，只需按規律列表推出(見表1—1)其导出方法有三种:

i) 設厚度不变，a＝常数，而寬度b已經按R40規律列出了各項值，則截面积A也必然按R40規律变化，即得表中各纵行項值;

ii) 設寬度不变，b＝常数，而厚度a也已經按R20列出了各項值，則截面积A也必然按R20規律变化，即得表中各横排項值;

iii) 設厚度寬度同时变化。

先求截面积A系列的公比，$q_r = \sqrt[20]{10} \times \sqrt[40]{10} = 10^{\frac{1}{20}+\frac{1}{40}} = 10^{\frac{3}{40}}$

得知截面积为R40/3派生系列，按表中斜向列出各項值。

則有1.6 1.9 2.24…，或1.8 2.12 2.5…，或1.7 2.0 2.36…等数列。

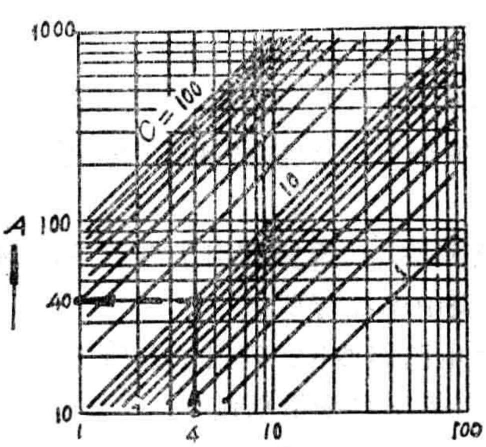
$A=a\cdot b\ (mm^2)$ 表 1—1

寬度b (mm) R40	厚 度 a (mm) R20								
	0.80	0.90	1.00	1.12	1.25	1.40	1.60	1.80	2.00
2.00	1.60	1.80	2.00	2.24	2.50	2.80	3.15	3.55	4.00
2.12	1.70	1.90	2.12	2.36	2.65	3.00	3.35	3.75	4.25
2.24	1.80	2.00	2.24	2.50	2.80	3.15	3.55	4.00	4.50
2.36	1.90	2.12	2.36	2.65	3.00	3.35	3.75	4.25	4.75
2.50	2.00	2.24	2.50	2.80	3.15	3.55	4.00	4.50	5.00
2.65	2.12	2.36	2.65	3.00	3.35	3.75	4.20	4.75	5.30
2.80	2.24	2.50	2.80	3.15	3.55	4.00	4.50	5.00	5.60
3.00	2.36	2.65	3.00	3.35	3.75	4.25	4.75	5.30	6.00

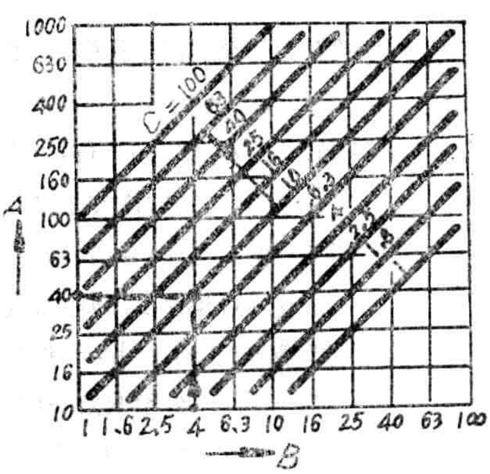
四、图 算

算图通常采用对数坐标，刻度間距是不均匀的，繪图麻烦，讀图也不方便。如用优先数的对数作为坐标的刻度值，則能得到等間距的刻度綫，繪图非常簡便，图面清晰，讀图也准确方便。

例1、图1—1共点图A＝B×C，两种坐标网絡图，两者对比，图（b）清晰簡明。



(a 普通对数坐标纸



（b）方格纸

例2，已知作用力F（kgf）、切削速度V（m/秒）、轉速n（轉/分）、求扭矩T（kgf·m）

解：变量多于三个，有四个，可用图1—2两个算图并列求解。

变量間的函数关系式：$T \approx 1000\frac{P}{n}$ (kgf·m)　$P \approx \frac{FV}{6300}$ (kw)

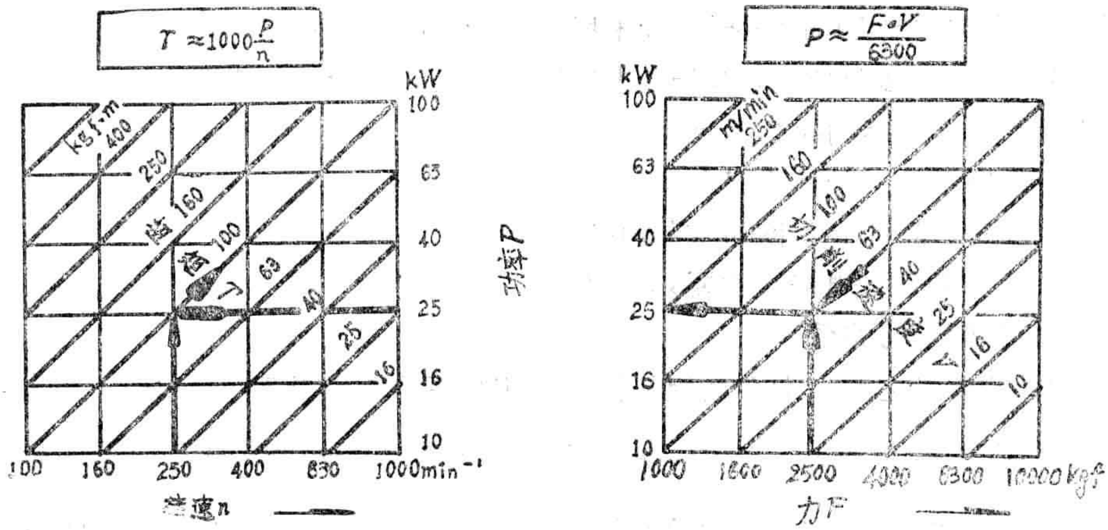


图1—2　由F、V、n求T的并列算图

§4. 优先数系的应用

一、适用范围

优先数系适用于能用数值表示的各种量值的分級，特别是产品的参数系列。这种量值如：长度、直徑、面积、体积、載荷、应力、速度、时間、功率、电流、电压、流量、浓度、传动比、公差、測量范围、試驗或检驗工作中測点的間隔以及无量鋼的比例系数等等。

凡是在取值上具有一定自由度的参数系列，都应最大限度地选用优先数系。所謂参数取值的自由度，是指尙无标准规定和不受配套产品限制的情况下，設計、使用单位在确定主要参数时，以及設計者按計算結果作适当圆整时，对所取数值具有一定程度的自由选擇余地。

对系列化尙无明确要求的单个参数值，也应采用优先数，以便随着生产的发展逐步形成一个有規則的系列，而原先选定的参数值則可保持不变。

优先数系的应用不应局限于标准的制订，在产品設計中也很重要。試設想，某种不恰当的規格一旦成为现实的产品，它的参数經过协作配套和使用的传播以后，影响就很难消除。沒有統一，从全局来說也就得不到眞正的簡化。因此，設計人員应当有意識地使主要尺寸参数符合优先数系，使其在剛开始投入生产时就走上标准化的轨道。不能只从局部的眼前的"方便"着眼，随意地选用数值。

二、合理选择采用优先数的参数

所謂合理选擇采用优先数的参数，指的是在产品的許多参数中，究竟选取哪种参数或哪些参数为优先数。原則是：在滿足用戶需要的前提下，以有利于达到簡化統一、技术合理、經济效益最佳为准則。一般地，需要正确处理如下几个关系：

1.主要参数与一般参数的关系

制定产品系列方案时，如果不可能使所有参数值都采用优先数，那么首先应让在經济性或配套互换上有重要影响的主要参数采用优先数。例如，在确定产品或零件的直徑、长度、高度等标准尺寸参数时，应首先考虑采用下列尺寸参数为优先数：

（1）决定产品零件系列的公称尺寸；

（2）需要定值刀具、量具的配合尺寸；

（3）影响同类产品协調互换的安装連接尺寸；

（4）影响原材料品种规格的主要外形尺寸；

2.自变量与因变量的关系

产品或零件的参数之間，常有互相制約、互相联系的函数关系 $y=f(x)$，例如，活塞面积与油缸直徑的关系为$A=\frac{\pi}{4}d^2$，在选用系列时，自变量参数 x 与因变量参数y应有所区别。自变量参数的系列在选擇上比較自由，应尽可能采用优先数的基本系列。因变量参数的系列却不能自由选定。例如，当自变量采用基本系列时，因变量是否屬于优先数系，取决于该因变量与自变量之間的函数关系。若为乘、除和乘方的函数，因变量往往是派生系列；若为多項式函数，經过加、减运算，因变量一般不再为优先数，当然，若条件允許时可圆整为它最接近的优先数。

例如，（1）三角带輪的計算直徑与带輪外徑，前者为自变量，后者为因变量；

（2）齿輪分度圆与齿頂圆直徑，分度圆直徑为自变量，齿頂圆直徑为因变量；

（3）滚动軸承的內徑与外徑，內徑为自变量，外徑为因变量。

3.优先数系与专业标准的关系

《优先数系》以及以优先数系为依据而制订的《标准尺寸》都是重要的基础标准，各专业标准应当根据这些基础标准作相应的修订，它們一般是能够协調一致的。当具体选用时，如果发生矛盾，应尽量按优先数系选用，但也可以根据具体实际情况允許按专业标准选用，但这只是“承認现实，协調矛盾”，并非长远之計。

例如：（1）滚动軸承內徑　D＝35、55、65、70 mm

（2）螺紋直徑　D（d）＝33、35、39、52、55、58 mm

（3）园柱形軸伸　d＝35、55、65、70 mm

（4）铣刀孔徑　D＝27 mm

三、系列的合理选用

选好了采用优先数的自变量参数之后，就要为这个自变量参数选擇具有合适公比的系列。在确定系列时，总的原則是：应根据具体情况，綜合分析技术、經济的利弊，找出最佳方案，再从优先数中选取接近最佳値的优先数系或优先数。

为了得到最佳方案，需要妥善处理下述矛盾：选用公比大的系列（即分級疏），可以减少零件的尺寸規格和工具、夾具、模具、量具的数目，因而簡化了設計、工艺等工作，增大了零件的批量，利于采用机械化、自动化的高效率生产方式，减少成品和配件的庫存量，从而降低了成本和縮短了生产周期。但是公比太大也会满足不了用戶的需

要，給用戶带来太大的“以大代小”的損失，并且也可能由于材料消耗的增多和加工量的增大，反而增加了制造成本。因此，必須根据产品的用途、价格以及对其有关联的其它产品的影响等多种因素，进行綜合的分析确定。

1.基本系列的选用

只要能滿足要求，应尽可能选用基本系列，并且应遵循“先疏后密”的原則按优先順序选擇：R5,R10,R20,R40。

剛开始設計試制的新产品，可先选用公比大的系列，以后需要加密时，再插入中間項使变成公比小的系列。这个原則也适用于单个参数値的选用。

总之，公比的大小应当通过技术經济分析才能确定。大致的选用准則可参考下列經驗数据：

一般机械的主要参数	R5、R10
专用工具的主要尺寸	R10
通用型材、零件和工具的尺寸、铸件的壁厚等	R20、R40

2.派生系列的选用

如果基本系列中没有合用的公比，也可采用派生系列。这时应优先选用在延伸項中包含有項値“1”的派生系列，以利于統一。

派生系列的选用原則与基本系列选用原則相同。优先順序为：R5，R10，R20，R40。

移位系列只宜用于因变量参数的系列，例如，成品尺寸采用基本系列时，其毛坯尺寸考虑到加工余量的需要，可采用该基本系列的移位系列：

成品尺寸（R20）：	40	45	50	56	63	mm
毛坯尺寸（R80/4）：	41.2	46.2	51.5	58	65	mm

3.复合系列的选用

当整个系列的范围很大，在不同区間内需要量和功能价値相差悬殊，因而单一公比的基本系列或派生系列不能滿足要求时，从制造使用的經济效益考虑，允許采用由几段不同公比的系列組成复合系列。例如，0.6～3600千瓦的感应电动机，参数値范围很寬，采用了复合系列，小規格采用分級較疏的系列R40/5（0.6、…、75）仟瓦，在大規格采用分級較密的系列R20（220、…、3600）仟瓦，以减少使用中以大代小的功率損失。

4.化整值的应用

总的原則是：如无特殊原因，应当尽量避免使用化整値，因为化整値的选用带有任意性，不易取得协調統一，而且由于误差較大而带来下述缺点：

（1）系列中如果含有化整値，就使以后向較小公比的系列轉換困难。

（2）化整値系列公比的均匀性差。例如R′40系列的最大公比误差达2.94%，R″10則达5.61%。

（3）化整値的相对誤差經乘、除运算后进一步增大，以致丧失了优先数計算方便的优点。例如：

綫性尺寸的相对誤差＝5%

横截面积（二次方）的相对誤差＞10%

容积　　（三次方）的相对誤差＞15%