

利用对数计算机床 交换齿轮

夏 顺 元 编 著

利用对数计算机床交换齿轮

夏顺元 编著

上海人民出版社出版

(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海群众印刷厂印刷

开本 787×1092 1/64 印张 4.25 插页 4 字数 119,000

1970年12月第1版 1970年12月第1次印刷

书号 13·4·62 定价 0.28 元

目 录

前 言

自 序

一、基本知识	1
1. 什么叫十进位对数	1
2. 十进对数系对数值的决定	1
3. 利用对数运算的优点	3
4. 如何运用对数运算选择交换齿轮	5
5. 如何利用齿数比七位对数表选择交换齿轮	6
二、齿数比七位对数表的应用	10
1. 选择老式滚齿机的交换齿轮	10
2. 选择 Y38 型滚齿机的交换齿轮	12
3. 选择 X61W 型万能铣床的交换齿轮	15
4. 选择铣床的交换齿轮(英制丝杆)	17
5. 选择 C8955 型万能铲床的交换齿轮	18
6. 选择 Y7131 型磨齿机的交换齿轮(一)	20
7. 选择 Y7131 型磨齿机的交换齿轮(二)	22
8. 选择车床的交换齿轮(一)	24
9. 选择车床的交换齿轮(二)	25
10. 选择车床的交换齿轮(三)	26
11. 选择车床的交换齿轮(四)	27

三、附表	29
表1 齿数比七位对数表	29
表2 七位常用对数表(1~1000)	172
表3 正弦对数表(0~45°)	197
表4 公制螺纹螺距对数表	243
表5 英制螺纹螺距对数表	248
表6 英制每吋牙数螺纹螺距对数表	253
表7 模数螺纹螺距对数表	256
表8 径节螺纹螺距对数表	259
表9 钢材变形时螺距的对数变动值	261

一、基本 知 识

1. 什么叫十进位对数

以 10 为底的对数叫十进对数系,也就是常用对数。

例如: $10^2=100$, 则“2”叫做以 10 为底时 100 的对数,记作 $\log 100=2$,简写为 $\lg 100=2$;读作:以 10 为底,100 的对数等于 2。这里的 100 称为真数。

此外,还有以 $e(e \approx 2.71828\cdots)$ 为底的对数,称为自然对数。

2. 十进对数系对数值的决定

对数值由首数及尾数两部分相加组成。

(1) 首数

根据以下原则由心算决定:

大于 1 的数其对数的首数是位数减 1,是一正整数。例如:

$$\lg 1=0$$

$$\lg 10=1$$

$$\lg 100=2$$

$$\lg 1000 = 3$$

$$1 < \lg 32.185 < 2 \quad \text{即 } \lg 32.185 = 1 + \text{纯小数}$$

$$3 < \lg 5147.3 < 4 \quad \text{即 } \lg 5147.3 = 3 + \text{纯小数}$$

小于1的数，其对数的首数为第一个有效数字前面所有零的个数，是一负整数。例如：

$$\lg 0.1 = -1$$

$$\lg 0.01 = -2$$

$$\lg 0.001 = -3$$

$$-2 < \lg 0.0475 < -1$$

$$\text{即 } \lg 0.0475 = -2 + \text{正小数}$$

$$-4 < \lg 0.00054 < -3$$

$$\text{即 } \lg 0.00054 = -4 + \text{正小数}$$

(2) 尾数

具体数值可由对数表直接查得，为正小数。

对数的尾数只决定于已知数的有效数字和它们之间的排列顺序，而与小数点的位置无关。例如： $\lg 0.381 = \bar{1}.5809$ （仅仅首数为负作此记号）

$$\lg 3.81 = 0.5809$$

$$\lg 38.1 = 1.5809$$

$$\lg 381 = 2.5809$$

$$\lg 3810 = 3.5809$$

书末附有 1~1000 的七位对数表，为了便于读者使用，在这里简单介绍一下查法。

【例】 求 $\lg 50.15 = ?$

暂时不计小数点位置，先在表中查得此真数前三位 501 的对数为 6998377；

再查得 502 的对数为 7007037，也就是说此真数第三位增加 1 时，对数尾数就增加： $7007037 - 6998377 = 8660$ 。

现真数为 5015，即第三位增加 0.5 它的对数增加多少？其比例关系是：

$$\frac{1}{8660} = \frac{0.5}{x}$$

$$x = 8660 \times 0.5 = 4330$$

将这应加入的尾差，加上此真数前三位的对数，就得到所求的对数值：

$$6998377 + 4330 = 7002707$$

但此真数整数部分是 2 位，所以首数为 1，即

$$\lg 50.15 = 1.7002707$$

3. 利用对数运算的优点

繁复的乘除法，如果利用对数来运算，就可以

简化为加减法运算，能提高运算速度。各因子的位数越多，它的优越性就越突出，因为十进对数系的性质是：积的对数等于各个因数对数的和；分式的对数等于分子的对数减去分母的对数，例如：

$$\lg(100 \times 1000) = \lg 100 + \lg 1000$$

$$\lg\left(\frac{1000}{100}\right) = \lg 1000 - \lg 100$$

【例】 $x = \frac{17.6 \times 2.85}{43.6 \times 8.95}$ ，用对数运算求 $x = ?$

根据对数性质，先在等式两端取对数

$$\lg x = \lg 17.6 + \lg 2.85 - (\lg 43.6 + \lg 8.95)$$

查后面的对数表，将对数值代入上式右端

$$\begin{aligned} \lg x &= 1.2455127 + 0.4548449 \\ &\quad - (1.6394865 + 0.9518230) \\ &= -0.8909519 \\ &= (-1) + 1 - 0.8909519 \\ &= \overline{1}.1090481 \end{aligned}$$

再由此值查对数表求得

$$x \approx 0.129$$

此例与机床加工时选择交换齿轮的因式分解形式相似，只需将 x 换为已知的传动比 i ，而等式

右端即为所求的齿轮齿数比。

4. 如何应用对数运算选择交换齿轮

交换齿轮的传动比

$$i = \frac{\text{被动轴转数}(n_2)}{\text{主动轴转数}(n_1)} = \frac{\text{主动轮齿数}(z_1)}{\text{被动轮齿数}(z_2)}$$

以常见的车床上车螺纹用的交换齿轮比为例

$$i = \frac{\text{被动轴转数}(n_2)}{\text{主动轴转数}(n_1)} = \frac{\text{丝杆转数}}{\text{车头转数}}$$

$$= \frac{\text{工件导程}(L_1)}{\text{丝杆导程}(L_2)} = \frac{\text{主动轮齿数}(z_1)}{\text{被动轮齿数}(z_2)}$$

如果 i 是一个简单分数，便可由因式分解法很快地选择到交换齿轮；如果 i 是一个比较复杂的小数，在某些机床上还有包括正弦函数等因子时，用因式分解就很难计算了。这时用对数运算，就显得方便了，可以把乘除法简化成加减法来计算。

取 i 的对数，根据对数的性质：

$$\begin{aligned}\lg i &= \lg \left(\frac{L_1}{L_2} \right) = \lg \left(\frac{z_1}{z_2} \right) \\ &= \lg L_1 - \lg L_2\end{aligned}$$

式中 L_1 、 L_2 是已知的，查对数表后进行加减

运算，即可求得 $\lg i$ 。 z_1, z_2 是所需选择的交换齿轮齿数。

现在，我们把常用的各种齿轮齿数比 $\left(\frac{z_1}{z_2}\right)$ 和它的七位对数值即 $\lg\left(\frac{z_1}{z_2}\right)$ ，预先计算好列成表格，因为 $\lg\left(\frac{z_1}{z_2}\right) = \lg i$ ，所以从计算出的 $\lg i$ 值查齿数比七位对数表，就可以很方便的选择到交换齿轮 $\frac{z_1}{z_2}$ 了。

5. 如何利用齿数比七位对数表 选择交换齿轮

齿数比七位对数表列于后面附表 1，它是按对数值的大小顺序排列的，表内左边一栏是交换齿轮齿数比(简称齿数比)，具体举例说明如下。

齿 数 比	齿数比的对数值
93:71	0.1172246
55:42	0.1171134
110:84	0.1171134
127:97	0.1170319

该表用法详述如下:

(1) 先算出传动比的对数值 $\lg i$, 初步决定采用一档或两、三档交换齿轮。

当 $\lg i < 0.7$ 时 (绝对值), 尽量采用一档, 若精度不够要求, 需换成两或三档; 当 $\lg i > 0.7$ 时, 往往需采用两、三档。

如果是采用一档, 便在附表 1 中由 $\lg i$ 直接查得齿数比。例如 $\lg i = 0.1172241$, 在表中齿数比的对数值一栏中查得与其最近似的 0.1172246 一值, 在左栏同一行上得齿数比为 93:71, 即主动轮齿数 93; 被动轮齿数 71。

在表中查得之值与 $\lg i$ 的理论值在小数点后第五位起 (差数在 4 以下), 这样加工出的精度往往是允许的; 如果尾差是从小数点后第六位起, 那么这样的精度一般是能保证的。若尾差不能达到要求, 就需改换档数, 以力求近似为原则。

若是采用两或三档交换齿轮, 则第一档取 $(0.3 \sim 0.5) \lg i$ 之值; 第二、三档取 $(0.2 \sim 0.3) \lg i$ 之值, 或者各按任意比值分别查表, 力求逐步近似于理论值, 以保证加工精度要求。例如, $\lg i = A$, 若取两档, 可有两种方法:

第一种, 将 $\lg i$ 分为 $0.45 A \cdots \cdots$ 第一档

$0.55 A \cdots \cdots$ 第二档

两档对数值相加 $0.45 A + 0.55 A = A = \lg i$

第二种, 将 $\lg i$ 分为 $1.5 A \cdots \cdots$ 第一档

$0.5 A \cdots \cdots$ 第二档

两档对数值相减 $1.5 A - 0.5 A = A = \lg i$

这时第二档所查得的齿数比, 是被动轮齿数比主动轮齿数。

无论用哪一种方法来取 $\lg i$ 之值, 都是以表值和理论值的差越小越好。

(2) 选择交换齿轮时, 要考虑到机床现有的齿轮范围, 同时要满足交换齿轮的啮合原则, 经过逐步近似的方法求得所需的齿数比。对于每一档传动比 i 值, 其相应的齿数比值虽是一个, 但是齿轮不止一组。对于每一个 $\lg i$ 值, 各档又可按不同的范围来选择。

(3) 若运算后传动比的对数值为正数 (即 $\lg i > 0$), 则查得的齿数比是主动轮齿数比被动轮齿数; 若对数值是负数 (即 $\lg i < 0$), 则为被动轮齿数比主动轮齿数。换句话说, 将传动比 i 的分子、分母的对数值分别计算出, 则大数值对应于大的

齿数;小数值对应于小的齿数。

(4) 在传动比是比较繁复的数字,而且用因式分解法很难选择时,用齿数比对数表来选择交换齿轮就显示出它的优越性。而在传动比是简单的分数时,还是利用因式分解法比较方便。

(5) 利用本表的同时,还要用到其它有关对数表。为了给读者提供方便条件,书末还附有1~1000 七位对数表(附表2),正弦函数对数表(附表3),公制螺纹螺距对数表(附表4),英制螺纹螺距对数表(附表5)、(附表6),模数螺纹螺距对数表(附表7),径节螺纹螺距对数表(附表8),以及钢材变形时螺距的对数变动值表(附表9)等。

二、齿数比七位对数表的应用

1. 选择老式滚齿机的交换齿轮

【例】 在老式滚齿机上加工斜齿轮，法向径节 $D.P=12$ ，螺旋角 $\beta=20^\circ$ ，齿数 $z=17$ ，选择差动部分交换齿轮。

(1) 该滚齿机差动公式为

$$i = \frac{a \cdot c}{b \cdot d} = \frac{480 \times D.P \times \sin \beta}{961 \times \pi}$$

式中 a, c ——差动挂轮主动轮；

b, d ——差动挂轮被动轮。

(2) 将具体数值代入上式

$$i = \frac{480 \times D.P \times \sin \beta}{961 \times \pi} = \frac{480 \times 12 \times \sin 20^\circ}{961 \times 3.1416}$$

显然，这样的分式很难进行因式分解，而用对数运算就方便了。

$$\begin{aligned} \lg i &= \lg 480 + \lg 12 + \lg \sin 20^\circ \\ &\quad - (\lg 961 + \lg 3.1416) \end{aligned}$$

查附表 2 及附表 3 代入上式

$$\begin{aligned}
 \lg i &= 2.6812412 + 1.0791812 \\
 &\quad + (9.5340517 - 10) \\
 &\quad - (2.9827234 + 0.4971505) \\
 &= -0.1853998
 \end{aligned}$$

(3) 查附表 1 选定交换齿轮

由于 $\lg i < 0.7$ (绝对值), 先决定采用一档交换齿轮。

查附表 1 第 110 页, 有对数值 0.1853912, 它在小数点后第六位才与实际值有差别, 一般是允许的, 其齿数比是 118:77; 因为 $\lg i$ 是负值, 所以主动轮齿数为 77, 被动轮齿数为 118。

如果读者习惯于两档, 或者由于现有齿轮的关系, 仍可分为 $\frac{77 \times 24}{48 \times 59} = \frac{a \cdot c}{b \cdot d}$ 两档。

(4) 验算

工件的实际螺旋角 β_1 :

$$\begin{aligned}
 \sin \beta_1 &= \frac{a \cdot c}{b \cdot d} \times \frac{961 \times \pi}{480 \times D \cdot P} \\
 &= \frac{77}{118} \times \frac{961 \times 3.1416}{480 \times 12} \\
 &= 0.3420279
 \end{aligned}$$

$$\beta_1 \approx 20^\circ 0' 1'' \quad (\sin 20^\circ 0' 1'' = 0.3420247)$$

螺旋角绝对误差: $\Delta\beta = \beta_1 - \beta = 1''$

由此可见,只要在选择交换齿轮时保证 $\lg i$ 一定的近似要求,工件的加工精度是完全能够保证的。

2. 选择 Y38 型滚齿机的交换齿轮

【例】 在 Y38 型滚齿机上加工斜齿轮,法向模数 $m_n = 5$, 齿轮螺旋角 $\beta = 11^\circ 13'$, 选择差动部分交换齿轮。

(1) 滚齿机差动公式

$$i = \frac{7.95775 \times \sin \beta}{m_n \times K} = \frac{a \cdot c}{b \cdot d}$$

式中 K ——滚刀头数,本例为 1;

m_n ——齿轮法向模数;

β ——齿轮螺旋角;

$a \cdot c$ ——主动轮齿数;

$b \cdot d$ ——被动轮齿数。

(2) 将具体数值代入上式

$$i = \frac{7.95775 \times \sin \beta}{m_n \times K} = \frac{7.95775 \times \sin 11^\circ 13'}{5 \times 1}$$

很显然,对上式也很难进行因式分解。于等式

两端取对数并查附表 2 及附表 3 代入。

$$\begin{aligned}\lg i &= \lg 7.95775 + \lg \sin 11^{\circ}13' - (\lg 5 + \lg 1) \\ &= 0.9007902 + (9.2889636 - 10) \\ &\quad - (0.6989700 + 0) \\ &= -0.5092162\end{aligned}$$

(3) 查附表 1 选择交换齿轮

由于 $\lg i < 0.7$ (绝对值), 先采用一档交换齿轮。查附表 1 第 50 页, 与上面计算的 $\lg i$ 值最近似的是 0.5093059, 它是从小数点后第四位就有误差, 即尾差太大, 这将影响加工精度, 所以改用两档交换齿轮。

第一档: 取 $\lg i$ 的 (0.2~0.3) 左右的值, 同时考虑到现有齿轮, 再查附表 1 第 86 页, 齿数比 83:43, 对数值是 0.2856096;

第二档: 先算出这一档的齿轮比对数理论值: $-0.5092162 - (-0.2856096) = -0.2236066$, 查附表 1 第 100 页, 与该值最近似的是 0.2236177, 尾差从小数点后第五位起, 而且在 1 左右, 一般情况下能满足精度要求。因此, 第二档选定为齿数比 82:49, 对数值为 0.2236177, 尾差绝对值 $0.2236066 - 0.2236177 = 0.0000111$ 。