

# 应用 Excel GAMMADIST 和 NORMSINV 函数解决工程水文计算问题

路方君 霍丽 龚建新 (新疆乌鲁木齐水文水资源勘测局 乌鲁木齐 830000)

**【摘要】**本文对 Excel 中的应用函数进行了初步分析,结果表明,其中的 GAMMADIST 和 NORMSINV 函数基本上可以解决水文分析计算中频率计算和绘图问题,既简单又实用,完全可以将它直接应用到工程水文计算和频率曲线绘制上。

**【关键词】**Excel 函数 工程水文 频率曲线

## 1 函数过程设计依据与计算方法

中华人民共和国行业标准《水利水电工程设计洪水计算规范》(SL44-93)中对频率曲线的线型要求一般应采用 Pearson-III型,频率曲线的统计参数采用均值  $\bar{X}$ , 变差系数  $C_v$ , 偏态系数  $C_s$ , 计算连续和不连续洪水系列  $\bar{X}$ ,  $C_v$ ,  $C_s$  值。

### 1.1 $\Phi_p$ 值的计算

Pearson-III分布的概率密度函数为:

$$P = \frac{a^{a/2}}{\Gamma(a)} \int_{\Phi_p}^{\infty} (\Phi_p - \sqrt{a})^{a-1} e^{-\sqrt{a}(\Phi_p - \sqrt{a})} d\Phi_p$$

其中:  $a=4/C_s^2$

通过  $t = \sqrt{a} (\Phi_p + \sqrt{a})$  变换后得:

$$P = \frac{\int_{\Phi_p}^{\infty} t^{a-1} e^{-t} dt}{\Gamma(a)} \quad (1)$$

$$\Phi_p = \frac{t - a}{\sqrt{a}} \quad (2)$$

对上述(1)、(2)式用高斯求积法可计算出不同频率对应的  $\Phi_p$  值,也可以在 Excel 中利用 GAMMADIST 函数计算出不同频率对应的  $\Phi_p$  值。

### 1.2 系列经验频率的计算

系列经验频率按《水利水电工程设计洪水计算规范》中提供的方法计算。

(1)在  $n$  项连续洪水系列中,按大小顺序排位的第  $m$  项洪水的经验频率公式如下:

$$P_m = \frac{m}{n+1}; \quad \text{其中: } m (m=1, 2, 3, \dots, n)$$

(2)在调查考证期  $N$  年内有特大洪水  $a$  个,其中有 1 个发生在  $n$  项连续洪水系列内,不连续系列经验频率计算公式如下:

①  $a$  个特大洪水的经验频率为:

$$P_m = \frac{M}{N+1} \quad \text{其中: } M (M=1, 2, 3, \dots, a)$$

②  $n-1$  个连续洪水的经验频率为:

$$P_m = \frac{a}{N+1} + \left(1 - \frac{a}{N+1}\right) * \frac{m-l}{n-l+1}; \quad \text{其中: } m (m=1+1, 1+2, 1+3, \dots, n)$$

式中: a——在重现期 N 中连续顺序的考证值项数;

N——调查考证期;

n——实测系列项数;

l——实测系列中抽作考证值的个数;

m——实测系列的序位;

$P_m$ ——实测序列第 m 项的经验频率。

### 1.3 矩法

按《水利水电工程设计洪水计算规范》对于 n 年连续系列, 统计参数 (均值  $\bar{X}$ 、均方差、变差系数  $C_v$  和偏态系数  $C_s$ ) 可采用连续系列公式计算; 对于不连续系列, 统计参数可采用不连续系列公式计算, 初步估算统计参数, 然后采用适线法调整初步估算的统计参数。

### 1.4 综合频率曲线

将水文分区内各站各种频率的流量换算成模比系数, 并点汇在同一张概率格纸上, 然后在图上取各种频率模比系数的中值 (或众值) 汇出一条综合的频率曲线, 这条频率曲线就是地区的综合频率曲线。因为该曲线的纵坐标是相对值, 所以区内各地都可以使用, 有了这条综合频率曲线, 就可以用于历史洪水推求设计洪水了。

## 2 Excel 应用函数

工程水文计算中频率计算和频率曲线涉及到一些特殊函数, Excel 电子表格软件中的 GAMMADIST 函数和 NORMSINV 函数可以很好地解决上述水文计算中的问题。

### 2.1 GAMMADIST 函数

定义: 返回伽玛累积分布函数的反函数。如果  $P = \text{GAMMADIST}(x, \dots)$ , 则  $\text{GAMMAINV}(p, \dots) = x$ 。使用此函数研究可能出现偏态分布的变量。

语法:  $\text{GAMMAINV}(\text{probability}, \alpha, \beta)$ 。参数均为数值型, Probability 为伽玛分布的概率值,  $0 \leq \text{probability} \leq 1$ ; Alpha 分布参数,  $\alpha > 0$ ; Beta 分布参数,  $\beta > 0$ 。如果  $\beta = 1$ , 函数 GAMMAINV 返回标准伽玛分布。

如果已给定概率值, 则 GAMMAINV 使用  $\text{GAMMADIST}(x, \alpha, \beta, \text{TRUE}) = \text{probability}$  求解数值 x。因此, GAMMAINV 的精度取决于 GAMMADIST 的精度。GAMMAINV 使用迭代搜索技术。如果搜索在 100 次迭代之后没有收敛, 则函数返回错误值 #N/A。

### 2.2 NORMSINV 函数

定义: 返回标准正态累积分布函数的反函数。该分布的平均值为 0, 标准偏差为 1。NORMSINV 函数能将普通坐标转换为海森机率坐标, 很好地解决绘制海森机率格纸的难题。

语法:  $\text{NORMSINV}(\text{probability})$ 。Probability 正态分布的概率值, 为数值型,  $0 \leq \text{probability} \leq 1$ , 如果已给定概率值, 则 NORMSINV 使用  $\text{NORMSDIST}(z) = \text{probability}$  求

解数值  $z$ 。因此, NORMSINV 的精度取决于 NORMSDIST 的精度。NORMSINV 使用迭代搜索技术。如果搜索在 100 次迭代之后没有收敛, 则函数返回错误值 #N/A。

本文根据上述  $\Phi_p$  值的计算、系列经验频率的计算、矩法、综合频率曲线等进行综合频率曲线绘制。综合频率曲线绘制由五部分组成: 经验频率的计算; 矩法计算;  $\Phi_p$  值的计算; 海森机率格纸的计算; 综合频率曲线的绘制。

### 3 在工程水文计算中的应用举例

选用某流域四个水文站洪水系列绘制综合频率曲线, 如在图 1-图 4 中所示, 在图 3 中 F2 单元格公式栏中输入公式:

$$\Phi_p = \frac{C_s}{2} GAMMAINV(1-P, \frac{4}{C_s^2}, 1) - \frac{2}{C_s} \quad (3)$$

式中:  $\Phi_p$  离均系数;  $P$  频率;  $C_s$  偏态系数。

给定某一  $P$  和  $C_s$ , 用式(3)就可求得相应的  $\Phi_p$  值。在图 3 中 H2 单元格公式栏中输入公式

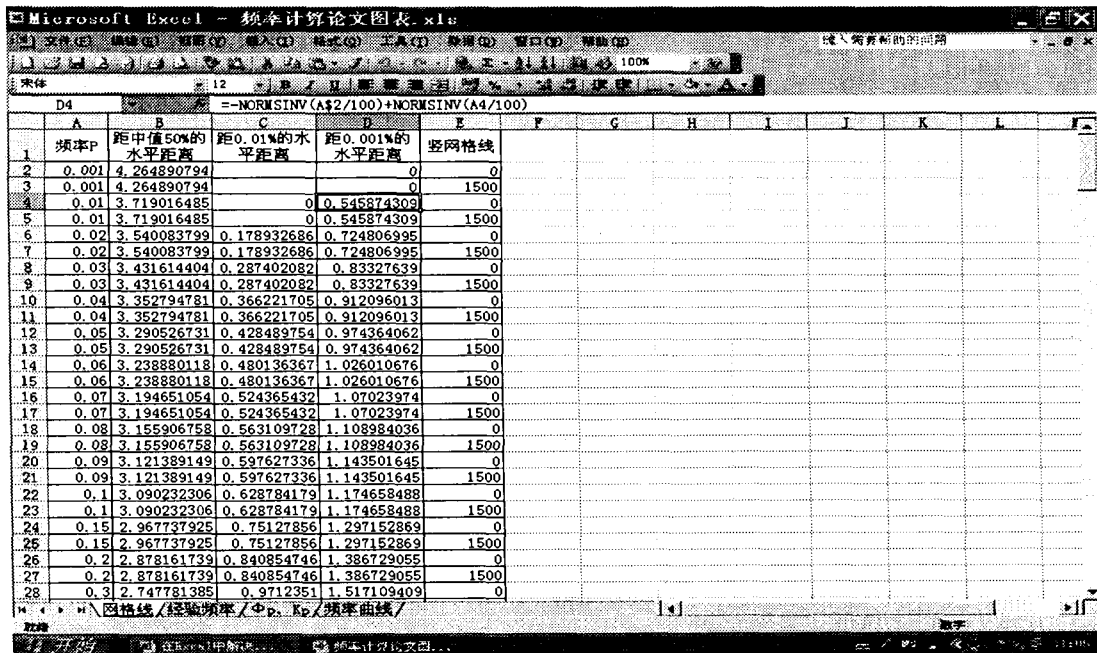
$$K_p = 1 + C_v * \Phi_p \quad (4)$$

式中:  $K_p$  模比系数;  $C_v$  变差系数。给定某一  $C_v$ , 用式(4)就可求得相应的  $K_p$  值。

在图 1 中 D2 单元格公式栏中输入公式:

$$L = \text{NORMSINV}(P) - \text{NORMSINV}(P_0) \quad (5)$$

式中:  $P$  为给定某一频率,  $P_0$  为坐标原点频率,  $L$  为海森机率格纸的横坐标。



D4	=NORMSINV(A4/100)+NORMSINV(A4/100)													
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
频率P	距中值50%的水平距离	距0.01%的水平距离	距0.001%的水平距离	竖网格线										
0.001	4.264890794			0										
0.001	4.264890794			0	1500									
0.01	3.719016485		0	0.545874309	0									
0.01	3.719016485			0	1500									
0.02	3.540083799	0.178932686	0.724806995	0										
0.02	3.540083799	0.178932686	0.724806995	1500										
0.03	3.431614404	0.287402082	0.83327639	0										
0.03	3.431614404	0.287402082	0.83327639	1500										
0.04	3.352794781	0.366221705	0.912096013	0										
0.04	3.352794781	0.366221705	0.912096013	1500										
0.05	3.290526731	0.428483754	0.974364062	0										
0.05	3.290526731	0.428483754	0.974364062	1500										
0.06	3.238880118	0.480136367	1.026010676	0										
0.06	3.238880118	0.480136367	1.026010676	1500										
0.07	3.194651054	0.524365432	1.070233974	0										
0.07	3.194651054	0.524365432	1.070233974	1500										
0.08	3.155906758	0.563109728	1.108984036	0										
0.08	3.155906758	0.563109728	1.108984036	1500										
0.09	3.121389149	0.597627336	1.143501645	0										
0.09	3.121389149	0.597627336	1.143501645	1500										
0.1	3.090232306	0.628784179	1.174658488	0										
0.1	3.090232306	0.628784179	1.174658488	1500										
0.15	2.967737925	0.75127856	1.297152869	0										
0.15	2.967737925	0.75127856	1.297152869	1500										
0.2	2.878161739	0.840854746	1.386729055	0										
0.2	2.878161739	0.840854746	1.386729055	1500										
0.3	2.747781385	0.9712351	1.517109409	0										

图 1 制作海森机率格纸

拖动单元格右下角的填充柄, 将单元格栏中的公式复制到其他单元格中即可。

综合频率曲线图的绘制: 在图 1 中选 C 列和 E 列制作海森机率格纸的竖线; 在图 2 中分别选 B 列和 C 列、E 列和 F 列、H 列和 I 列、K 列和 L 列绘制 A1-A4 站的经验频率点据; 在图

