

頻率計算手冊

歐陽啟麟 合編
鍾敏彰

水利電力出版社

目 录

I	頻率計算概述	3
II	頻率計算常用公式及其計算方法	3
	1. 統計参数 $\bar{x}$, C_v , C_s 的計算	3
	2. 統計参数的誤差	12
	3. 最大流量保証修正值計算	16
	4. 工程設計中采用的頻率标准	17
	5. 考虑調查历史洪水計算徑流参数	18
	6. 增減項数时 C_v 的計算	19
	7. 繪制頻率曲綫的实例与通綫法	20
	8. 考虑一年中洪水出現次数的頻率計算方法	25
	9. 在缺乏实测資料情况下用經驗公式推求 年徑流变差系数方法	29
	10. 几个求最大設計流量經驗公式	30
	11. 計算各种頻率的洪峰流量的經驗方法	31
III	頻率經驗公式及图表	39
	1. 經驗頻率公式的选用及 P 值表	39
	2. 皮尔逊各型頻率曲綫一覽表	42
	3. 皮尔逊 I 型頻率曲綫 ϕ 值表	43
	4. 皮尔逊 III 型頻率曲綫 ϕ 值表	44
	5. 皮尔逊 V 型頻率曲綫 ϕ 值表	47
	6. 对数正态曲綫 ϕ 值表	48
	7. 哥德力区頻率曲綫 ϕ 值表	49
	8. 耿倍尔頻率曲綫 ϕ 值表	51
	9. 伏瑞謝頻率曲綫的 K_P 值表	51
	10. 皮尔逊 III 型頻率曲綫 K_P 值表	52
	11. 克里茨基-孟开里頻率曲綫 K 值表	74
IV	頻率格紙繪制方法	83

1. 海森频率格紙	83
2. 勃罗夫柯維奇频率格紙	87
3. 耿倍尔频率格紙	90
4. 哥德力区频率格紙	91

附表

1. 平方表	93
2. 开方值表	94

参考文献	95
------------	----

I 頻率計算概述

随着我国国民經济的发展，各种水利工程都迫切地需要大量建造，特别是目前羣众性水利工程正在蓬勃开展，因此，水利設施的规划标准中要求水文計算回答这样一个問題：具体工程在运用时期內或在未来若干年中，某种水文特征值（如最大流量、常年水位、枯水徑流等）可能出現的机遇若何？这个問題不能待有充分可靠的資料时再作回答，必須在目前的条件下科学地給出它們所需要的成果。当然，这是一个很复杂的問題。

由此可知，各种水文設計的特征值与頻率有着密切的关系，而水文特征值是直接决定水工建筑物尺寸的因素，影响着經濟与安全的问题，因此頻率計算也就得接近地参与了这个影响。現在，我們所掌握的大都是短期資料，而这些短期系列又是頻率計算中的唯一依据，这就要求在分析时必须十分慎重，以期得到客觀的和合理的成果。

目前，在頻率計算中还没有一种肯定的且符合于水文現象的方法，这就需要我們在工作中摸索出一套适合于我国水文現象的方法，本書着重介紹目前在工程中常用的方法。

但必須指出，設計流量不一定都用頻率計算方法来求得，也可从气候因素采用分析法来决定。

II 頻率計算常用公式及其計算方法

1. 統計参数 $\bar{x}$, C_v , C_s 的計算

(1) 算术平均值 $\bar{x}$ ：一系列观测数字的算术平均值，表示数字的集中趨勢，是数列的最重要的特征数字。

設有 n 个觀測值 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, 則算術平均值

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (\text{II-1})$$

式中 n ——項數。

(2) 確定含有必要精確性的算術平均值所必需的觀測年數按表 II-1 決定。

表 II-1

C_v	精 確 度 為 % 時 的 觀 測 年 數							
	±4.0	±5.0	±6.0	±7.0	±8.0	±9.0	±10.0	±20.0
0.15	14	9	6	5	4	3	2	1
0.20	25	16	11	8	6	5	4	1
0.25	39	25	17	13	10	8	6	2
0.30	56	36	25	19	14	11	9	2
0.35	76	49	33	25	19	15	12	3
0.40	100	64	44	33	25	20	16	4
0.45	126	81	55	42	32	25	20	5
0.50	156	100	69	50	39	31	25	6
0.55	189	121	83	62	47	36	30	8
0.60	225	144	99	74	56	45	36	9
0.65	264	169	118	86	66	52	42	10
0.70	306	196	136	100	77	61	49	12
0.75	352	225	156	114	88	70	56	14
0.80	400	256	177	131	100	79	64	16
0.85	452	289	201	147	106	89	72	18
0.90	506	324	225	165	126	100	81	20
0.95	564	361	250	185	142	111	90	22
1.00	625	400	279	204	156	123	100	25

求得含有一定精確度的平均值所必需的最小觀測年數, 可按下式求得。

$$n_{\text{最小}} = \left(\frac{C_v}{\sigma} \right)^2 \quad (\text{II-2})$$

(3) 標準差(σ): 設已知數列 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ 的算術平均值為 $\bar{x}$, 數列中各項對 $\bar{x}$ 的變差分別為

$$(x_1 - \bar{x}), (x_2 - \bar{x}), (x_3 - \bar{x}) \dots (x_n - \bar{x}).$$

此种变差表示数列中各数字距离平均数的远近, 为了避免正负号相消, 可计算各变差的平方, 然后求和并除以 $(n-1)$ ^①, 再求平方根(永取正值)即得所谓标准差(又名均方差、均方根差) σ :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (\text{II-3})$$

两数列的平均值有时完全相同, 但数列中各项的差异程度并不一样, 利用标准差即可判定它们的差异程度。

(4) 变差系数(C_v): 变差系数为标准差与算术平均数的比值

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{x}}$$

即

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum (K_i - 1)^2}{n-1}} \quad (\text{II-4})$$

简化公式

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum K_i^2 - n}{n-1}} \quad (\text{II-5})$$

式中 $K_i = \frac{x_i}{\bar{x}}$ 为变率(又称模比系数), 当 $n > 30$ 时, $n-1$ 可用 n 代替。

变差系数表示数列中各数字离开中央(即平均值)的趋势, 如 C_v 较大, 即表示 x 分布距 $\bar{x}$ 较散。

标准差只是数列差异的绝对值(与数列中的偶然量同单位), 而变差系数则给出了差异的相对概念。

不同地区的 C_v 值变化有较大的差别, 例如, 东北区集水面积大, 降雨量大, C_v 值就较小; 在有大片森林的地带, C_v 值更小; 干旱地区、暴雨经常出现和积水面积较小的地区, C_v 值都比较大。对各地情况要作具体分析, 慎重选取。

(5) 偏差系数(C_s): 说明分配曲线的不对称性, 计算时普遍使用下式

① 根据数学原理除以 $(n-1)$ 比除以 n 更为正确。

$$C_s = \frac{\sum(K_i - 1)^3}{(n-1)C_v^3} \quad (\text{II-6})$$

北京水利科学研究所水文研究所金光炎則导出下式^①：

$$C_s = \frac{\sum(K_i - 1)^3}{(n-3)C_v^3} = \frac{\sum K_i^3 - 3\sum K_i^2 + 2n}{(n-3)C_v^3} \quad (\text{II-7})$$

在一般資料尚不充分、系列短的情況下，按三階矩計算所得 C_s 值誤差太大，沒有實際意義。因此一般都是先假定 C_s/C_v 的比值。因為用計算的結果適綫的誤差相當大，因此決定 C_s/C_v 時，應同時參考附近流域的 C_s/C_v 值。

索柯洛夫斯基教授根據蘇聯資料研究的結果得到：

平原河流最大洪水量 $C_s = 3C_v$ ；

沼澤區及森林區河流 $C_s = 2C_v$ ；

山區河流 $C_s = 4C_v$ 。

(6) 蘇聯專家斯泰爾馬赫在研究漢江某樞紐的 C_s/C_v 比值時，曾建議延長模係數法計算最大流量或洪水的 C_s 值。

使用條件：在洪水情況方面應與所研究的河流相接近，但在最大流量和洪水量方面不應和所研究的河流具有較高的一致性（意即在徑流形成因素方面具有相似性；但其徑流相關關係並不十分密切）。假如所研究的河流和其他河流的最大流量和洪水間的相关系数不大于0.5~0.6，則該河的資料允許利用。

該模係數按下列公式推求：

$$K_{np} = \frac{K_{at} - 1}{C_{vat}} \times C_v + 1 \quad (\text{II-8})$$

式中 K_{np} ——為折算的最大流量模係數；

K_{at} ——為相似河流最大流量模係數；

C_{vat} ——為相似河流最大流量的變差係數；

C_v ——為研究河流最大流量的變差係數。

該公式我們分析一下， $(K_{at} - 1) = \Phi C_v$ ，如圖 II-1 所示，

① 見金光炎編“實用水文統計法”第26頁，水利電力出版社出版。

$\left(\frac{K_{ai}-1}{C_{vai}}\right)=\Phi_{ai}$ 括号内数值

就是相似河流的“ Φ ”值，把相似河流 Φ_{ai} 直接引用过来，于是 $K_{np}=\Phi_{np}=\Phi_{ai}C_v+1$ 。

所以在理论上并不是很严格的。

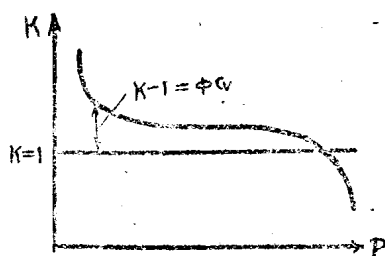


图 II-1

(7)极大似然法进行 C_s

值的计算方法：该式的形式如下：

$$\begin{aligned} H(\alpha) &= \frac{\Gamma'(\alpha)}{\Gamma(\alpha)} - \ln(\alpha) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln(x_i - a) - \ln(x - a) \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln(K_i - a') - \ln(1 - a') \end{aligned} \quad (\text{II-9})$$

及

$$\begin{aligned} \frac{\alpha}{\alpha-1} &= \frac{1}{n} (\bar{x} - a) \sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i - a} \\ &= \frac{1}{n} (1 - a') \sum_{i=1}^n \frac{1}{K_i - a'} \quad (0 \leq a') \end{aligned} \quad (\text{II-10})$$

式中 $K_i = \frac{x_i}{x}$; $a' = \frac{a}{x}$ 。

由于上列两式右边的函数十分复杂，不能消去 a' 来解出 α 值，为了节省在运算中计算 $\Gamma'(\alpha)$ 的困难，我们作出 $H(\alpha) \sim \alpha \sim C_s$ 及 $\frac{1-a'}{n} \sum \frac{1}{K-a'} \sim \alpha \sim C_s$ 关系表（见表 II-2，II-3），以节省工作量。

当以上两式得到相同的 a' 值即为共解。

根据 a' 值可求出相应的 α 值，并可按 $C_s = \frac{2}{\sqrt{\alpha}}$ 求出 C_s 值。

由

$$C_s = \frac{2C_v}{1 - K_{min}}$$

推出

$$K_{min} = a' = \frac{a}{x} = 1 - 2 \frac{C_v}{C_s}$$

或

$$C_v = \frac{C_s}{2} (1 - a')$$

表 II-2

$$\alpha \sim \frac{\Gamma'(\alpha)}{\Gamma(\alpha)} - \ln \alpha \sim C_s \text{ 关系表}$$

α	$\frac{\Gamma'(\alpha)}{\Gamma(\alpha)} - \ln \alpha$	C_s	α	$\frac{\Gamma'(\alpha)}{\Gamma(\alpha)} - \ln \alpha$	C_s
1	-0.5772	2.000	16	-0.0316	0.500
1.5	-0.3690	1.633	16.5	-0.0307	0.492
2	-0.2704	1.414	17	-0.0297	0.485
2.5	-0.2131	1.266	17.5	-0.0288	0.478
3	-0.1758	1.156	18	-0.0280	0.471
3.5	-0.1496	1.069	18.5	-0.0273	0.466
4	-0.1302	1.000	19	-0.0265	0.459
4.5	-0.1152	0.944	19.5	-0.0259	0.453
5	-0.1033	0.894	20	-0.0252	0.447
5.5	-0.0937	0.853	20.5	-0.0246	0.442
6	-0.0856	0.817	21	-0.0240	0.436
6.5	-0.0789	0.784	21.5	-0.0234	0.431
7	-0.0731	0.756	22	-0.0229	0.426
7.5	-0.0681	0.730	22.5	-0.0224	0.422
8	-0.0638	0.707	23	-0.0219	0.417
8.5	-0.0600	0.686	23.5	-0.0214	0.413
9	-0.0566	0.667	24	-0.0210	0.408
9.5	-0.0536	0.649	24.5	-0.0205	0.404
10	-0.0508	0.632	25	-0.0201	0.400
10.5	-0.0484	0.617	25.5	-0.0197	0.396
11	-0.0461	0.603	26	-0.0194	0.392
11.5	-0.0441	0.590	26.5	-0.0190	0.389
12	-0.0422	0.577	27	-0.0186	0.385
12.5	-0.0405	0.566	27.5	-0.0183	0.382
13	-0.0390	0.555	28	-0.0180	0.380
13.5	-0.0375	0.544	28.5	-0.0176	0.375
14	-0.0361	0.535	29	-0.0173	0.371
14.5	-0.0349	0.525	29.5	-0.0170	0.368
15	-0.0337	0.516	30	-0.0168	0.365
15.5	-0.0326	0.508	30.5	-0.0165	0.362

表 II-3

$$\frac{1-a'}{n} \sum \frac{1}{K-a'} \sim \alpha \sim C_s \text{ 关系表}$$

$\frac{1-a'}{n} \sum \frac{1}{K-a'}$	α	C_s	$\frac{1-a'}{n} \sum \frac{1}{K-a'}$	α	C_s
1.000	∞	—	1.060	17.667	0.4899
1.002	501.000	0.0894	1.062	17.129	0.4832
1.004	251.000	0.1262	1.064	16.625	0.4905
1.006	167.667	0.1544	1.066	16.152	0.4976
1.008	126.000	0.1782	1.068	15.706	0.5046
1.010	101.000	0.1990	1.070	15.286	0.5128
1.012	84.333	0.2178	1.072	14.889	0.5183
1.014	72.429	0.2350	1.074	14.514	0.5250
1.016	63.500	0.2510	1.076	14.158	0.5315
1.018	56.556	0.2659	1.078	13.821	0.5380
1.020	51.000	0.2800	1.080	13.500	0.5433
1.022	46.450	0.2934	1.082	13.195	0.5506
1.024	42.667	0.3062	1.084	12.905	0.5567
1.026	39.461	0.3184	1.086	12.628	0.5628
1.028	36.714	0.3311	1.088	12.364	0.5688
1.030	34.333	0.3413	1.090	12.111	0.5747
1.032	32.250	0.3522	1.092	11.870	0.5805
1.034	30.412	0.3626	1.094	11.638	0.5857
1.036	28.778	0.3738	1.096	11.417	0.5919
1.038	27.316	0.3901	1.098	11.204	0.5975
1.040	26.000	0.3922	1.100	11.000	0.6030
1.042	24.810	0.4007	1.102	10.800	0.6086
1.044	23.727	0.4106	1.104	10.615	0.6139
1.046	22.739	0.4176	1.106	10.434	0.6192
1.048	21.833	0.4280	1.108	10.259	0.6244
1.050	21.000	0.4364	1.110	10.091	0.6296
1.052	20.231	0.4446	1.112	9.928	0.6347
1.054	19.519	0.4527	1.114	9.772	0.6397
1.056	18.857	0.4606	1.116	9.621	0.6448
1.058	18.241	0.4683	1.118	9.474	0.6498

續表

$\frac{1-a'}{n} \sum \frac{1}{K-a'}$	α	C_s	$\frac{1-a'}{n} \sum \frac{1}{K-a'}$	α	C_s
1.120	9.333	0.6547	1.450	3.222	1.1142
1.122	9.196	0.6595	1.500	3.000	1.1557
1.124	9.064	0.6643	1.550	2.818	1.1914
1.126	8.936	0.6691	1.600	2.667	1.2247
1.128	8.813	0.6737	1.650	2.538	1.2554
1.130	8.692	0.6784	1.700	2.428	1.2835
1.132	8.576	0.6829	1.750	2.333	1.3094
1.134	8.463	0.6875	1.800	2.250	1.3333
1.136	8.353	0.6920	1.850	2.176	1.3557
1.138	8.246	0.6965	1.900	2.111	1.3765
1.140	8.143	0.7009	1.950	2.053	1.3959
1.142	8.042	0.7053	2.000	2.000	1.4112
1.144	7.944	0.7096	3.000	1.500	1.6330
1.146	7.849	0.7139	4.000	1.3333	1.7322
1.148	7.756	0.7181	5.000	1.250	1.8050
1.150	7.667	0.7223	6.000	1.200	1.8258
1.155	7.452	0.7327	7.000	1.167	1.8513
1.160	7.250	0.7428	8.000	1.143	1.8707
1.165	7.061	0.7526	9.000	1.125	1.8855
1.170	6.882	0.7624	10.000	1.100	1.9069
1.175	6.714	0.7749	20.000	1.053	1.9493
1.180	6.556	0.7811	30.000	1.034	1.9668
1.185	6.405	0.7902	40.000	1.026	1.9745
1.190	6.263	0.7992	50.000	1.020	1.9820
1.200	6.000	0.8165	60.000	1.017	1.9831
1.250	5.000	0.8944	70.000	1.014	1.9861
1.300	4.333	0.9608	80.000	1.012	1.9881
1.350	3.857	1.0184	90.000	1.011	1.9891
1.400	3.500	1.0692	100.000	1.010	1.9900

(8) C_s 經驗公式介紹: B.M. 馬尔科夫斯基經驗公式

$$C_s = 8 \left(\frac{1 - K_{50\%}}{C_v} \right)^{1.14} \quad (\text{II-11})$$

或簡化如下式

$$C_s = \frac{6.5(1 - K_{50\%})}{C_v} \quad (\text{II-12})$$

式中 $K_{50\%}$ 相应于頻率為 50% 时的縱坐标值, 可在頻率格紙上先繪出各实测点与其相应的經驗頻率, 由目測引一頻率曲綫, 估得在頻率為 50% 时的变率 K , 这个变率 K 根据短时期的資料也很容易求得。更簡單的方法是直接采用中位数的变率。

根据 (II-12) 式, 用皮尔逊 III 型曲綫表中 $P=50\%$ 的数值制就一根曲綫, 可直接查得 C_s 值, 如图 II-2 所示。

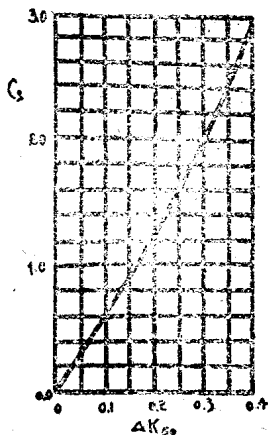


图 II-2

曲綫的横坐标 $\Delta K_{50} = \frac{1 - K_{50}}{C_v}$, 此式与 (II-12) 式相类似, 惟不同的是 $C_s / \left(\frac{1 - K_{50}}{C_v} \right)$ 不为一个常数, 但曾算得平均值为 6.46, 式中 K_{50} 的求法与公式 (II-11) 的 K_{50} 求法一样。

克里茨基与閔开里推荐用皮尔逊 III 型曲綫的上限公式

$$C_s = \frac{2C_v}{1 - K_{min}} \quad (\text{II-13})$$

式中 K_{min} —— 系列中最小的变率。

上述这些經驗公式, 都是偏重于一点, 即 $K_{50\%}$ 及 K_{min} , 用这一点来确定綜合性的系数 C_s 是很不可靠的, 假如这一点有誤差, 則引出的 C_s 的誤差更大。其次这些公式不易反映出系列的真实情况, 如用公式 (II-11) 不可能得到 $C_s < 0$; 用公式 (II-13) C_s 不会出零或負值。这样, 在某些程度下就难表达系列自然的偏度。

(9) 优瑞謝曲綫: C_v , C_s 式系由极限系列分布原理得出,

頻率曲綫的方程式为

$$P(x) = 1 - e^{-x^{-\alpha}} \quad (\text{II-14})$$

改为 $P(x) = 1 - e^{-(ax)^{-\alpha}} \quad (\alpha \geq 0, 0 \leq x < \infty) \quad (\text{II-14}')$

$$C_v = \frac{\left(-\frac{2}{\alpha}!\right)}{\sqrt{\left(1 - \frac{1}{\alpha}!\right)^2} - 1} \quad (\text{II-15})$$

$$C_s = \frac{\left(-\frac{3}{\alpha}!\right) / \left(-\frac{1}{\alpha}!\right)^3 - 3C_v^2 - 1}{C_v^3} \quad (\text{II-16})$$

2. 統計参数的誤差

水文計算的准确程度(精度)必須加以研究, 精度一般都用誤差来表示, 誤差愈大, 精度愈低。

(1) 算术平均值的誤差: 均值的均方誤差

$$\sigma_{\bar{x}} = \pm \frac{C_v}{\sqrt{n}} \bar{x} \quad (\text{II-17})$$

均值的相对均方誤差

$$\sigma_{\bar{x}\%} = \pm \frac{C_v}{\sqrt{n}} 100\% \quad (\text{II-18})$$

(2) C_v, C_s 的誤差: 当統計数列为皮尔逊Ⅲ型分配时, C_v, C_s 的均方誤差一般公式如下, 适用于 $C_s = mC_v$ 的情况

$$\sigma_{C_v} = \pm \frac{C_v}{\sqrt{2n}} \sqrt{1 + 2C_v^2 + \frac{3}{4}C_s^2 - 2C_vC_s} \quad (\text{II-19})$$

$$\sigma_{C_s} = \pm \sqrt{\frac{6}{n}} \sqrt{1 + \frac{3}{2}C_s^2 + \frac{5}{16}C_s^4} \quad (\text{II-20})$$

当 $C_s = 0$, 即数列为常态分布时:

$$\sigma_{C_v} = \pm \frac{C_v}{\sqrt{2n}} \sqrt{1 + 2C_v^2} \quad (\text{II-19}')$$

$$\sigma_{C_s} = \pm \frac{6}{\sqrt{n}} \quad (\text{II-20}')$$

当 $C_s = 2C_v$ 时:

$$\sigma_{C_v} = \pm \frac{C_v}{\sqrt{\frac{6}{2n}}} \sqrt{1 + C_v^2} \quad (\text{II-19}''')$$

$$\sigma_{C_s} = \pm \sqrt{\frac{6}{n}} \sqrt{1 + 6C_v^2 + 5C_v^4} \quad (\text{II-20}''')$$

苏联克里茨基, 閔开里二氏考虑到 C_v 分配的不对称性得出以下方程式

$$\sigma_{C_v} = \frac{C_v}{\sqrt{2(n-1)}} \sqrt{1 + 3C_v^2} \quad (\text{II-21})$$

$$\sigma_{C_s} = \sqrt{\frac{6}{n}} (1 + 6C_v^2 + 5C_v^4) \quad (\text{II-22})$$

根据上列方程式求得变差系数的标准差, 随着观测年数及变差系数的大小而有不同, 见表 II-4、II-5 所示。

表 II-4 变差系数的标准差表(%)

n	C _v 值				
	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00
5	36	42	50	60	70
10	25	29	34	41	48
20	17	19	24	28	32
30	14	16	18	23	26
50	10	12	14	17	20
100	7.5	8.8	10	12	14

表 II-5 偏差系数的标准差表(%) (当 $C_s = 2C_v$)

n	C _v 值				
	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00
10	218	130	124	126	132
20	153	98	85	89	95
30	125	78	72	71	76
50	95	60	56	57	59
100	68	42	39	41	42

其中(II-19)式与(II-21)式不一样,何者正确尚需进一步研究和肯定。但应该指出,(II-19)式更具有普通性,可以适用于 $C_s = mC_v$ 的情况,而不仅适用于 $C_s = 2C_v$ 。

(3) 频率曲线纵坐标 x_p 的误差: 在皮尔逊 III 型曲线中相应于频率 P 的纵坐标 x_p 的误差 Δx_p , 是由于 Δx_0 、 $\Delta \Phi$ 及 ΔC_v 所造成, 而 $\Delta \Phi$ 又为 ΔC_s 的函数, 所以 $\Delta x_p = f(\Delta x_0, \Delta C_v, \Delta C_s)$ 。将各个统计参数 x_0 、 C_v 、 C_s 的误差公式代入上式, x_p 的均方误差为

$$\sigma_{x_p} = \frac{x_0 C_s}{\sqrt{n}} \left\{ \left(1 + \frac{\Phi^2}{2} + 6 \left(\frac{\partial \Phi}{\partial C_s} \right)^2 \right) + \left(1 + 3 \frac{\partial \Phi}{\partial C_s} \right) \Phi C_s + \left(\frac{3}{8} \Phi^2 + 9 \left(\frac{\partial \Phi}{\partial C_s} \right)^2 \right) C_s^2 + \frac{3}{4} \Phi \frac{\partial \Phi}{\partial C_s} C_s^3 + \frac{15}{8} \left(\frac{\partial \Phi}{\partial C_s} \right)^2 C_s^4 \right\}^{1/2}$$

$$\text{或} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} B \quad (\text{II-23})$$

其相对误差为

$$\sigma'_{x_p} = \frac{\sigma_{x_p}}{x_p} \times 100\% = \frac{C_s}{K_p \sqrt{n}} B \times 100\% \quad (\text{II-24})$$

其中 K_p ——指定 P 时的变率。

在实际工作中,欲用上述公式去计算 x_p 的误差,是非常繁杂的,故制成了 B 的诺模图。

B 是 C_s 与 P 的函数, 其中 $\frac{\partial \Phi}{\partial C_s}$ 值可根据皮尔逊 III 型曲线 Φ 值(表 II-6)作出, 因此就不难用 C_s 与 P 去推求 B 值, 其关系如图 II-3 所示。

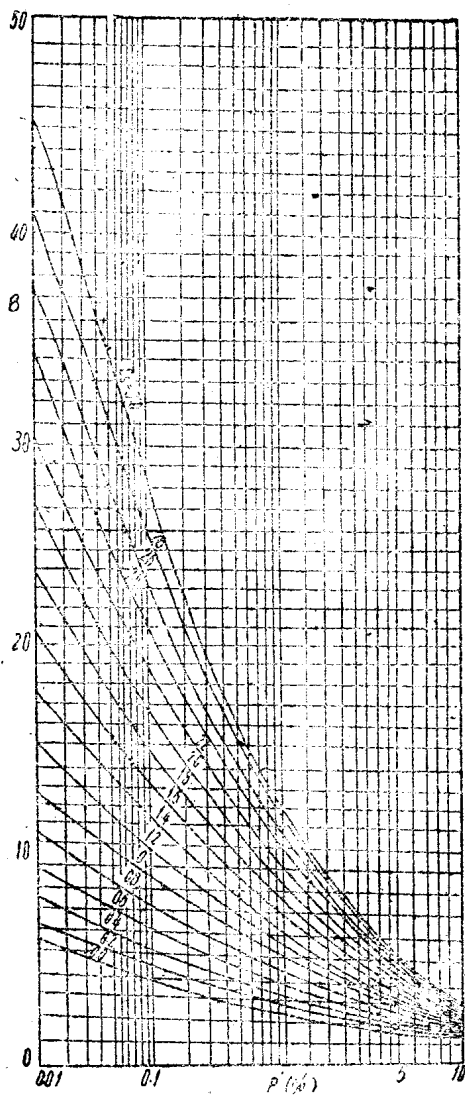


图 II-3

表 II-6

 $\frac{\partial \phi}{\partial C_s}$ 值的表

$C_s \backslash P\%$	0.01	0.1	1	5	10
0.0	2.24	1.45	0.70	0.30	0.10
0.2	2.24	1.45	0.70	0.26	0.08
0.4	2.24	1.45	0.70	0.24	0.06
0.6	2.24	1.45	0.70	0.23	0.04
0.8	2.24	1.43	0.68	0.22	0.02
1.0	2.24	1.43	0.65	0.17	0.00
1.2	2.24	1.40	0.63	0.14	-0.01
1.4	2.24	1.40	0.60	0.13	-0.02
1.6	2.24	1.38	0.58	0.12	-0.04
1.8	2.24	1.35	0.55	0.10	-0.07
2.0	2.20	1.39	0.59	0.05	-0.09
2.2	2.17	1.28	0.48	0.02	-0.10
2.4	2.15	1.25	0.43	0.02	-0.12
2.6	2.13	1.23	0.40	0.02	-0.12
2.8	2.10	1.20	0.38	0.02	-0.12
3.0	2.00	1.15	0.35	0.02	-0.12

3. 最大流量保証修正值*計算

根据苏联国家标准(CH 2-57)規定在設計非常运用条件下水利樞紐的 I、II 級泄水建筑物的孔口时, 最大流量(其頻率按表 II-7 采用)应加入一个保証修正值, 該值与算得的最大流量值的抽样或然誤差成比例。

$$Q_P = Q'_P + \Delta Q \quad (\text{II-25})$$

式中 Q_P ——設計最大流量, 以秒公方計;

$Q'_P = K_P Q$, 頻率為 $P\%$ (未考慮保証修正數) 的最大流量, 以秒公方計;

* 1. 保証修正值不應超過最大流量 20%。

2. 加保証修正值是為了避免由於水文觀測的無代表性而使計算得的最大流量偏小。