

# 中卫市短历时和长历时暴雨强度公式

## 一、短历时暴雨强度公式

利用中卫国家基本气象站 1961~2024 年分钟降雨数据,采用“年最大值法”进行资料选样,分别利用指数分布、耿贝尔分布和 P-III 分布对降雨样本进行曲线拟合,得到 i-t-P (雨强、历时、重现期) 三联表,再采用最小二乘法、高斯牛顿法两种方法求解分公式和总公式各参数,在此基础上得到 6 套分公式和 6 个总公式,根据误差分析选择最优得到短历时暴雨强度总、分公式。其具体结果如下:

1) 耿贝尔分布曲线拟合得到 i-t-P 三联表见表 1、2。

表1 i-t-P三联表 (单位: mm/min)

T (min) \ P (a)	5	10	15	20	30	45	60	90	120	150	180
2	0.783	0.617	0.514	0.440	0.344	0.261	0.215	0.161	0.131	0.111	0.098
3	0.996	0.791	0.668	0.574	0.450	0.340	0.278	0.205	0.166	0.141	0.123
5	1.233	0.985	0.838	0.723	0.569	0.427	0.348	0.255	0.205	0.174	0.150
10	1.531	1.229	1.053	0.910	0.717	0.537	0.437	0.318	0.255	0.216	0.185
20	1.816	1.463	1.258	1.090	0.860	0.642	0.522	0.378	0.302	0.255	0.218
30	1.981	1.597	1.377	1.194	0.942	0.703	0.571	0.413	0.329	0.278	0.238
50	2.186	1.766	1.525	1.323	1.045	0.779	0.632	0.456	0.363	0.307	0.262
100	2.464	1.993	1.724	1.497	1.183	0.881	0.714	0.514	0.409	0.346	0.294

表2 i-t-P三联表 (单位: L/ (S·hm<sup>2</sup>))

T (min) \ P (a)	5	10	15	20	30	45	60	90	120	150	180
2	130.47	102.80	85.71	73.30	57.30	43.51	35.79	26.77	21.81	18.58	16.34
3	165.93	131.83	111.26	95.63	75.02	56.60	46.33	34.24	27.68	23.52	20.47
5	205.47	164.18	139.71	120.49	94.76	71.18	58.07	42.55	34.22	29.03	25.08
10	255.10	204.82	175.46	151.73	119.56	89.50	72.81	53.01	42.43	35.94	30.86
20	302.73	243.80	209.74	181.70	143.35	107.07	86.96	63.03	50.32	42.58	36.42

T (min) P (a)	5	10	15	20	30	45	60	90	120	150	180
30	330.13	266.23	229.47	198.94	157.03	117.19	95.10	68.80	54.85	46.39	39.61
50	364.40	294.27	254.13	220.49	174.14	129.82	105.27	76.01	60.52	51.16	43.60
100	410.60	332.08	287.39	249.56	197.22	146.87	118.99	85.73	68.17	57.60	48.99

2) 短历时总公式推求方法：耿贝尔分布曲线拟合+高斯牛顿法

总公式结果：

$$i = \frac{8.386 \times (1 + 2.297 \lg P)}{(t + 16.002)^{0.960}} \quad (\text{单位: mm/min})$$

$$\text{或} \quad q = \frac{1397.665 \times (1 + 2.297 \lg P)}{(t + 16.002)^{0.960}} \quad (\text{单位: L / (S} \cdot \text{hm}^2))$$

3) 短历时分公式推求方法：耿贝尔分布曲线拟合+高斯牛顿法

分公式结果：

$$i = \frac{A}{(t + b)^n} \quad (\text{单位: mm/min})$$

$$\text{或} \quad q = \frac{167A}{(t + b)^n} \quad (\text{单位: L / (S} \cdot \text{hm}^2))$$

表3 短历时暴雨强度分公式参数一览表

参数 P (a)	单位: mm/min			单位: L / (S·hm <sup>2</sup> )		
	A	b	n	167A	b	n
2	14.185	16.002	0.96	2364.229	16.002	0.96
3	17.578	16.002	0.96	2929.633	16.002	0.96
5	21.852	16.002	0.96	3641.958	16.002	0.96
10	27.651	16.002	0.96	4608.522	16.002	0.96
20	33.451	16.002	0.96	5575.086	16.002	0.96
30	36.843	16.002	0.96	6140.490	16.002	0.96
50	41.117	16.002	0.96	6852.815	16.002	0.96
100	46.916	16.002	0.96	7819.379	16.002	0.96

## 二、长历时暴雨强度公式

利用中卫国家基本气象站 1961~2024 年分钟降雨数据，采用“年最大值法”进行资料选样，分别利用指数分布、耿贝尔分布和 P-III 分布对降雨

样本进行曲线拟合，得到  $i-t-P$ （雨强、历时、重现期）三联表，再采用最小二乘法、高斯牛顿法两种方法求解分公式和总公式各参数，在此基础上得到 6 套分公式和 6 个总公式，根据误差分析选择最优得到长历时暴雨强度总、分公式。其具体结果如下：

1) 耿贝尔分布曲线拟合得到  $i-t-P$  三联表见表 4、5。

表4  $i-t-P$ 三联表（单位：mm/min）

$T$ (min) \ P (a)	5	10	15	20	30	45	60	90	120	150	180	240	360	540	720	1440
2	0.783	0.617	0.514	0.440	0.344	0.261	0.215	0.161	0.131	0.111	0.098	0.080	0.061	0.045	0.037	0.020
3	0.996	0.791	0.668	0.574	0.450	0.340	0.278	0.205	0.166	0.141	0.123	0.098	0.074	0.055	0.045	0.025
5	1.233	0.985	0.838	0.723	0.569	0.427	0.348	0.255	0.205	0.174	0.150	0.119	0.089	0.065	0.053	0.030
10	1.531	1.229	1.053	0.910	0.717	0.537	0.437	0.318	0.255	0.216	0.185	0.145	0.108	0.079	0.064	0.037
20	1.816	1.463	1.258	1.090	0.860	0.642	0.522	0.378	0.302	0.255	0.218	0.170	0.125	0.091	0.075	0.043
30	1.981	1.597	1.377	1.194	0.942	0.703	0.571	0.413	0.329	0.278	0.238	0.185	0.136	0.099	0.081	0.047
50	2.186	1.766	1.525	1.323	1.045	0.779	0.632	0.456	0.363	0.307	0.262	0.202	0.149	0.108	0.088	0.052
100	2.464	1.993	1.724	1.497	1.183	0.881	0.714	0.514	0.409	0.346	0.294	0.227	0.166	0.120	0.098	0.058

表5  $i-t-P$ 三联表（单位：L/（S·hm<sup>2</sup>））

$T$ (min) \ P (a)	5	10	15	20	30	45	60	90	120	150	180	240	360	540	720	1440
2	130.47	102.80	85.71	73.30	57.30	43.51	35.79	26.77	21.81	18.58	16.34	13.27	10.11	7.57	6.13	3.41
3	165.93	131.83	111.26	95.63	75.02	56.60	46.33	34.24	27.68	23.52	20.47	16.37	12.33	9.15	7.43	4.20
5	205.47	164.18	139.71	120.49	94.76	71.18	58.07	42.55	34.22	29.03	25.08	19.83	14.81	10.91	8.87	5.08
10	255.10	204.82	175.46	151.73	119.56	89.50	72.81	53.01	42.43	35.94	30.86	24.18	17.92	13.13	10.69	6.19
20	302.73	243.80	209.74	181.70	143.35	107.07	86.96	63.03	50.32	42.58	36.42	28.35	20.90	15.25	12.43	7.25
30	330.13	266.23	229.47	198.94	157.03	117.19	95.10	68.80	54.85	46.39	39.61	30.75	22.62	16.47	13.44	7.86
50	364.40	294.27	254.13	220.49	174.14	129.82	105.27	76.01	60.52	51.16	43.60	33.75	24.76	18.00	14.69	8.62
100	410.60	332.08	287.39	249.56	197.22	146.87	118.99	85.73	68.17	57.60	48.99	37.79	27.66	20.06	16.38	9.65

2) 长历时总公式推求方法：耿贝尔分布曲线拟合+高斯牛顿法

总公式结果：

$$i = \frac{7.294 \times (1 + 2.291 \lg P)}{(t + 14.907)^{0.929}} \quad (\text{单位: mm/min})$$

$$\text{或 } q = \frac{1215.735 \times (1 + 2.291 \lg P)}{(t + 14.907)^{0.929}} \quad (\text{单位: L / (S} \cdot \text{hm}^2))$$

3) 长历时分公式推求方法: 耿贝尔分布曲线拟合+高斯牛顿法

分公式结果:

$$i = \frac{A}{(t + b)^n} \quad (\text{单位: mm/min})$$

$$\text{或 } q = \frac{167A}{(t + b)^n} \quad (\text{单位: L / (S} \cdot \text{hm}^2))$$

表6 长历时暴雨强度分公式参数一览表

参数 P (a)	单位: mm/min			单位: L / (S·hm <sup>2</sup> )		
	A	b	n	167A	b	n
2	12.326	14.907	0.929	2054.358	14.907	0.929
3	15.270	14.907	0.929	2544.921	14.907	0.929
5	18.978	14.907	0.929	3162.957	14.907	0.929
10	24.009	14.907	0.929	4001.580	14.907	0.929
20	29.041	14.907	0.929	4840.203	14.907	0.929
30	31.985	14.907	0.929	5330.766	14.907	0.929
50	35.693	14.907	0.929	5948.802	14.907	0.929
100	40.725	14.907	0.929	6787.425	14.907	0.929

### 三、使用建议

在暴雨强度公式使用过程中优先从 i-t-P 三联表中直接查找, 对于重现期、降水历时不在 i-t-P 三联表范畴内的, 可以通过分公式查算, 最后考虑使用总公式。