

# 福建省城市短历时暴雨 P-III 分布 统计参数分布规律研究

杨智硕<sup>1,2</sup>, 陈明霞<sup>1</sup>

(1. 莆田学院 土木建筑工程学系, 福建 莆田 351100; 2. 中南大学 土木建筑学院, 湖南 长沙 410075)

**摘要:** 以福建省主要城市暴雨观测站实测数据为依据, 应用 Excel 进行 P-III 分布的统计参数计算, 绘制成统计参数等值线图。结果表明: 根据等值线图可以确定不同地区的统计参数, 从而计算出不同地区的雨强, 为工程设计提供可靠的科学依据。

**关键词:** 短历时暴雨; P-III 分布统计参数; 等值线图; 规律

**中图分类号:** P333.9; TV125

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1673-9833(2010)05-0064-03

## Study on the Distribution Rule of P-III Statistical Parameter of Short-Duration Rainstorm in the Cities of Fujian Province

Yang Zhishuo<sup>1,2</sup>, Chen Mingxia<sup>1</sup>

(1. Architectural Engineering Department, Putian university, Putian Fujian 351100, China;

2. School of Civil Engineering and Architecture, Central South University, Changsha 410075, China)

**Abstract:** Based on the measured data of rainfall observatories in major cities of Fujian, applies Excel to calculate P-III statistical parameters of the rainfalls and plots the isograms. The result shows that different statistical parameters of different regions are obtained on the basis of the isograms chart, thereby the rain intensities in different parts of the province are calculated. It provides a reliable scientific basis for engineering design.

**Keywords:** short-duration rainstorm; P-III statistical parameter; isograms chart; rule

我国城镇化建设的步伐正在加快, 对城市的排水防灾工程提出了更高的要求。城市短历时暴雨研究成为城市排水工程设计中重要的课题。对短历时(例如 10~20 min)暴雨, 现在城市的排水设计标准较低, 重现期一般为 0.5~5 a<sup>[1]</sup>。福建省雨量观测站的年多样值的资料比较齐全, 共有 9 市 49 个雨量观测站 15 年的实测暴雨资料, 但是雨量站地区分布比较分散, 不能完全满足城市市政工程设计需要。本文利用实测暴雨资料, 进行 P-III 分布统计参数规律研究, 为城市排水工程的设计提供科学的依据。研究方法是: 对实测雨量

数据进行 P-III 分布统计参数优选, 求出各站点的统计参数, 应用相关软件绘制统计参数的等值线图, 分析统计参数的地区分布规律, 解决无实测暴雨资料城镇排水工程的设计问题。

### 1 P-III 分布统计参数优选计算

由文献[2]得:

$$\Phi = \frac{x_c - \bar{x}}{x C_v} \quad (1)$$

收稿日期: 2010-06-08

基金项目: 福建省自然科学基金资助项目(D0210008)

通信作者: 杨智硕(1973-), 男, 福建仙游人, 莆田学院讲师, 中南大学博士研究生, 主要研究方向为桥梁工程,

E-mail: yzs21@qq.com

式中:  $\Phi$  是标准变化量, 称为离均系数, 其均值为 0, 标准差为 1;  $x_p$  是水文统计中超过频率  $P$  所相应随机变量的值;  $\bar{x}$  为 P-III 分布的均值参数;  $C_v$  是 P-III 分布的变差系数参数。

由式 (1) 得:

$$x_p = (1 + \Phi C_v) \bar{x} \quad (2)$$

由文献[3]得:

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

式中: GAMMAINV 为 Exce1 软件中的返回  $\Gamma$  分布的累积函数的逆函数;  $C_s$  为 P-III 分布的偏态系数。

由式 (3) 可得相应  $\Phi_p$  值, 式 (2) 可写成:

$$x_p = \bar{x} + \sigma \Phi_p \quad (4)$$

显然, 当  $C_s$  给定时, 式 (4) 是以  $\Phi_p$  为自变量的直线方程。式中  $\bar{x}$  是截距,  $\sigma$  是斜率,  $C_s$ ,  $\bar{x}$  和  $\sigma$  是 3 个待确定的参数。

P-III 分布中, 当  $C_s < 2C_v$  时, 频率曲线尾部会出现负值, 即出现负雨量, 这与水文现象的本质不相符。因此, 采用有约束寻优法, 约束条件是:

$$C_s \geq 2C_v, C_v > 0, \bar{x} > 0.$$

优选参数的步骤如下:

1) 将水文变量  $x_i$  由大到小排队, 用频率的期望公

式  $p = \frac{i}{n+1} \times 100\%$  计算出  $x_i$  的超过频率  $p_i$ , 用矩法公式计算出系列的  $C_s$  作为优选的初值。

2) 将  $p_i$  和  $C_s$  代入式 (3) 计算出  $\Phi_{p_i}$  的值, 用  $\Phi_{p_i}$  与相应的水文变量  $x_i$  建立回归方程。

3) 调试  $C_s$ , 以离差平方和最小为判别准则, 其目

标函数  $\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$  取最小值的  $C_s$ ,  $\bar{x}$  和  $\sigma$  为最终结果。

以历时 20 min 为例, 对福建省 9 个市 49 个观测站的实测资料 (年多个样值), 按照上述方法进行计算处理, 应用 excel 对 P-III 分布统计参数计算<sup>[3-5]</sup>, 结果如表 1 所示。

表 1 20 min 历时 P-III 分布统计参数

Table 1 The statistical parameters of P-III distribution (t=20 min)

地区	观测站	$\bar{x}$	$C_v$	$C_s$
福州	福州	18.95	0.26	0.92
	永泰	22.92	0.23	0.64
	平潭	19.30	0.33	1.06
	连江	21.66	0.33	0.98
	长乐	18.81	0.38	1.16
	闽侯	19.26	0.40	1.20
	闽清	21.58	0.30	0.94

续表

地区	观测站	$\bar{x}$	$C_v$	$C_s$	
宁德	周宁	27.83	0.30	0.98	
	古田	20.14	0.30	0.86	
	寿宁	21.43	0.29	0.88	
	霞浦	19.67	0.39	1.02	
	宁德	22.87	0.31	0.26	
	柘荣	22.94	0.26	0.73	
	福鼎	21.68	0.31	1.04	
三明	建宁	20.91	0.28	0.88	
	将乐	20.01	0.25	0.89	
	大田	19.69	0.34	0.79	
	尤溪	22.89	0.33	1.06	
	沙县	20.12	0.24	0.89	
	明溪	18.79	0.24	0.96	
	永安	19.42	0.28	0.85	
泉州	清流	18.90	0.28	0.79	
	德化	25.16	0.30	1.01	
	安溪	23.93	0.29	0.89	
	永春	23.12	0.30	0.79	
	泉州	23.42	0.23	1.15	
	南平	松溪	19.15	0.21	0.85
		浦城	19.44	0.30	0.91
邵武		18.60	0.25	0.87	
南平		21.74	0.24	0.65	
建瓯		18.61	0.30	0.78	
武夷山		21.16	0.38	1.30	
建阳		19.12	0.34	0.81	
龙岩	漳平	18.07	0.30	1.34	
	武平	21.73	0.32	0.64	
	永定	19.93	0.28	1.00	
	上杭	21.39	0.24	0.86	
	长汀	19.40	0.31	0.92	
厦门	同安	26.70	0.30	1.09	
	厦门	20.57	0.38	1.34	
漳州	诏安	23.39	0.29	0.95	
	长泰	26.69	0.30	0.97	
	平和	23.81	0.35	0.92	
	南靖	22.62	0.30	0.32	
	云霄	24.81	0.34	1.38	
	郑店	25.82	0.29	0.60	
	华安	22.40	0.29	0.88	
漳州	23.61	0.35	0.67		
莆田	涵溪	22.36	0.36	1.09	

## 2 P-III 分布参数地区分布规律分析及应用

应用雨量分析系统软件对上面的 p-III 参数进行等值线图的编制。

1) 等值线图及其分析。以单站数值为依据, 参照地形及气候特征绘制均值、变差系数、偏态系数等值

线图,如图1~3所示。由表1及图1~3分析可知,福建省暴雨的发生受地形影响显著。沿海地区是暴雨的高值区,内陆地区是低值区。均值 $\bar{x}$ 的分布是,由北向南变化不明显,而闽东高于闽西;  $C_v$ 值分布是沿海略高于内陆,反映了短历时暴雨的变差系数在地区分布上比较稳定;  $C_s$ 值分布是与均值相一致,在中部大闽西较小,沿海较大。

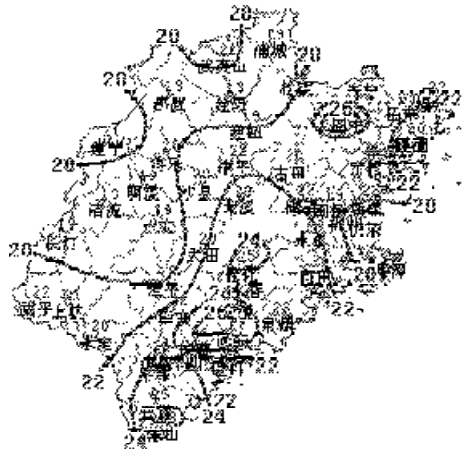


图1  $\bar{x}$ 等值线图

Fig. 1 Isogram chart of  $\bar{x}$

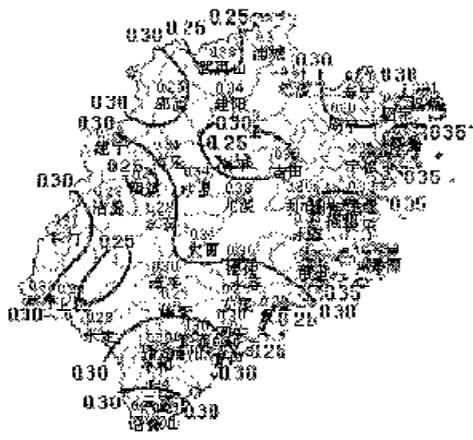


图2  $C_v$ 等值线图

Fig. 2 Isogram chart of  $C_v$

2) 等值线图的应用。利用暴雨统计参数等值线图,并根据等值线图插值法,求出某点的暴雨统计参数值。在此基础上,应用雨量分析系统软件进行设计暴雨值计算。将20 min历时的均值和变差系数等值线,离散成间隔尽可能小的格网图,插值计算格网图中每个格网点的均值、变差系数;然后计算每个格网点对应的p-III分布参数给定频率的设计暴雨值;最后根据格网点的设计暴雨值勾绘设计暴雨等值线图。以此等值线图作为不同地区市政工程设计依据。

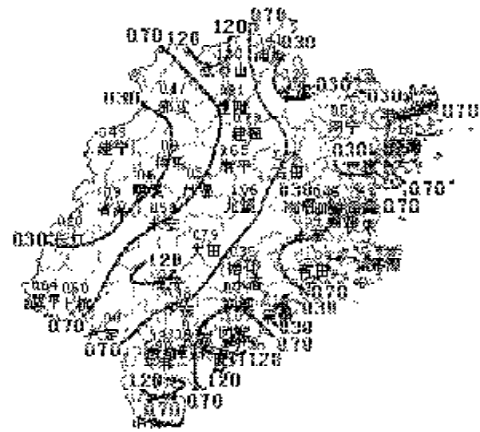


图3  $C_s$ 等值线图

Fig. 3 Isogram chart of  $C_s$

### 3 结语

城市排水工程设计重现期一般较低,因此利用雨量站积累的资料进行分析研究,计算p-III分布参数,并绘制出统计参数等值线图,利用等值线图确定不同地区的统计参数,从而计算不同地区的雨强,为市政工程设计提供科学的数据。

#### 参考文献:

- [1] 中华人民共和国建设部. GBJ 14-87 (1997年版). 室外排水设计规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 1997.  
Ministry of Construction of the People's Republic of China. GBJ 14-87 (1997 ed). Code for Outdoor Drainage Design [S]. Beijing: China's Planning Press, 1997.
- [2] 詹道江, 叶守泽. 工程水文学[M]. 3版. 北京: 中国水利水电出版社, 2000.  
Zhan Daojiang, Ye Shouze. Engineering Hydrology[M]. 3rd ed. Beijing: China WaterPower Press, 2000.
- [3] 耿鸿江. Excel在p-III型分布频率计算中的应用研究[J]. 水电能源科学, 2002, 20(3): 41-43.  
Geng Hongjiang. Study and Application of Excel in P-III Distribution Frequency Calculation[J]. Hydroelectric Energy, 2002, 20(3): 41-43.
- [4] 杨智硕. 福建省主要城市短历时暴雨选样间的频率转换问题的研究[D]. 福州: 福州大学, 2005.  
Yang Zhishuo. Studies on Frequency Conversion Problem of Short Duration Storm in the Main Cities of the Province of Fujian[D]. Fuzhou: Fuzhou University, 2005.
- [5] 米伟亚. 福建省城市短历时暴雨强度公式研究[D]. 福州: 福州大学, 2006.  
Mi Weiya. Studies on Urban Short-Duration Rainstorm Intensity Formula of Fujian Province[D]. Fuzhou: Fuzhou University, 2006.

(责任编辑: 邓光辉)