

广东候降雨量的相关性和降水区划

高绍凤

(中山大学大气科学系, 广州 510275)

摘要 用 3 种方法计算了广东候降水相关性, 发现用候降水量距平计算的相关系数能较科学划分广东区域降水区划; 西江流域与东江流域及沿海地区各有较好的降水正相关, 同时降水可能性大, 易致洪涝; 北江降水相关性差, 应多设测点. 同时指出, 气候平均降水的相关概率不宜用于预报.

关键词 候降水量, 相关性, 广东, 降水区划

分类号 P 486. 024

黄荣辉等^[1]研究了近 40 年我国夏季旱涝变化及成因, 认为我国夏季降水在 1965 年前后发生一次气候跃变; 李永康等^[2]用 24 站旬降水量研究了我国南方降水统计特征, 认为旬降水量多为偏态和峰态分布; 余功梅^[3]用华南 15 站的月降水资料研究了华南地区降水气候特征, 认为降水量变化有阶段性和周期性; 吴尚森等^[4,5]分析了华南前汛期旱涝时空分布特征及旱涝分级; 刘黎明等^[6]研究了广东的气候特征及异常. 本文拟对尚未研究过的广东降水的相关性进行初步探讨, 利用广东约 40 a (建站至 1993 年) 32 站逐候降雨量, 分别以每站为基点, 用 3 种方法求得与其他各站的相关系数, 分析广东区域内各地各流域间降水的相关性.

1 候平均降雨量的相关性

候平均降雨量相关系数 R_{sh} 的计算公式为

$$R_{sh} = \frac{\sum_j (x_j - \bar{x})(x_{0j} - \bar{x}_0)}{\sqrt{\sum_j (x_j - \bar{x})^2 \sum_j (x_{0j} - \bar{x}_0)^2}} = C_{0j} / \sigma_j \sigma_0$$

其中 x_j 为测站候降雨量多年平均值, $j = 1, 2, \dots, 72$, j 为候序; \bar{x} 为候平均值; 下标 0 表示基点测站, C_{0j} 表示测站与基点协方差, σ_j 为测站标准差, σ_0 为基点测站标准差. 求得各站间候平均降雨量的相关系数, 如表 1. 从表 1 可以看到, 所有各站间都成正相关, 其中罗定 (58462) 基点相关最好, 相关系数介于 0.81~0.97 之间, 徐闻 (59754) 基点相关系数较小, 介于 0.30~0.93 之间, 但所有各站都为正相关, 相关系数都大于 0.30, 多数相关系数高达 0.80~0.90, 说明从气候角度来看, 广东区域内各地降水趋势和变化相当一致, 属统计上的高度相关型.

表 1 候平均降雨量相关系数

$\times 10^{-2}$

station	072	088	075	085	107	096	264	117	269	270	278	280	285	287	298	293	316	306	456	462	476	477	488	493	501	658	663	664	673	754	996	988	
59072	**	97	99	98	93	96	95	92	92	97	87	93	94	88	84	94	86	78	91	86	80	86	82	73	82	69	86	71	74	38	97	97	
59088	97	**	98	97	96	98	96	94	94	98	92	97	98	93	90	97	92	86	94	90	86	91	88	82	89	77	90	78	81	52	97	98	
59075	99	98	**	98	94	97	96	93	94	98	89	95	96	91	87	96	88	80	92	88	83	89	85	77	85	73	89	74	78	43	97	98	
59085	98	97	98	**	94	97	92	93	90	96	84	92	94	86	83	94	84	75	89	84	78	84	79	70	80	67	83	68	71	30	98	95	
59107	93	96	94	94	**	98	93	98	93	95	92	94	96	94	93	96	94	90	93	90	89	89	89	87	92	82	90	83	84	61	96	94	
59096	96	98	97	97	98	**	95	96	94	98	93	97	98	94	93	98	93	87	94	90	88	91	89	84	91	79	90	80	82	54	97	97	
59264	95	96	96	92	93	95	**	91	96	97	94	96	96	94	91	94	90	86	96	94	89	93	90	84	89	81	93	82	85	60	92	95	
59117	92	94	93	93	98	96	91	**	93	93	91	93	94	93	92	95	93	89	91	89	88	89	88	86	91	84	89	83	84	63	96	94	
59269	92	94	94	90	93	94	96	93	**	95	97	95	96	97	95	95	92	90	97	97	94	95	94	92	93	88	95	89	89	71	91	94	
59270	97	98	98	96	95	98	97	93	95	**	93	98	98	94	91	96	91	85	94	92	87	92	89	83	89	77	91	79	82	53	95	97	
59278	87	92	89	84	92	93	94	91	97	93	**	95	94	97	96	94	95	94	97	96	96	96	96	95	94	96	91	97	93	93	77	87	92
59280	93	97	95	92	94	97	96	93	95	98	95	**	98	97	94	97	94	89	95	92	90	95	92	87	93	82	94	82	86	61	93	96	
59285	94	98	96	94	96	98	96	94	96	98	94	98	**	96	95	98	94	89	96	92	91	95	93	87	93	82	94	82	86	61	94	96	
59287	88	93	91	86	94	94	94	93	97	94	97	97	96	**	98	96	95	93	95	94	95	96	96	94	96	88	96	88	91	72	90	93	
59298	84	90	87	83	93	93	91	92	95	91	96	94	95	98	**	94	96	96	95	94	95	94	96	96	98	91	94	90	92	77	87	90	
59293	94	97	96	94	96	98	94	95	95	96	94	97	98	96	94	**	95	88	94	90	89	93	9	187	94	81	92	81	84	57	95	95	
59316	86	92	88	84	94	93	90	93	92	91	95	94	94	95	96	95	**	96	95	91	94	93	94	94	98	88	93	89	90	74	87	91	
59306	78	86	80	75	90	87	86	89	90	85	94	89	89	93	96	88	96	**	92	90	93	90	93	96	96	91	91	92	91	82	81	86	
59456	91	94	92	89	93	94	96	91	97	94	97	95	96	95	95	94	95	92	**	96	94	96	94	91	95	89	96	91	89	72	89	94	
59462	86	90	88	84	90	90	94	89	97	92	96	92	92	94	94	90	91	90	96	**	95	95	94	91	92	92	95	93	91	81	85	91	
59476	80	86	83	78	89	88	89	88	94	87	96	90	91	95	95	89	94	93	94	95	**	96	97	96	95	96	96	95	96	85	81	87	
59477	86	91	89	84	89	91	93	89	95	92	96	95	95	96	94	93	93	90	96	95	96	**	96	91	94	91	98	90	95	75	84	91	
59488	82	88	85	79	89	89	90	88	94	89	95	92	93	96	96	91	94	93	94	94	97	96	**	96	96	92	97	92	95	81	81	89	
59493	73	82	77	70	87	84	84	86	92	83	94	87	87	94	96	91	91	96	91	91	96	91	96	**	97	94	93	94	92	85	76	83	
59501	82	89	85	80	92	91	89	91	93	89	96	93	93	96	98	94	98	96	95	92	95	94	96	97	**	90	95	91	91	77	83	89	
59658	69	77	73	67	82	79	81	84	88	77	91	82	82	88	91	81	88	91	89	92	96	91	92	94	90	**	92	98	95	93	72	79	
59663	86	90	89	83	90	90	93	89	95	91	97	94	94	96	94	92	93	91	96	95	96	98	97	93	95	92	**	92	95	78	84	91	
59664	71	78	74	68	83	80	82	83	89	79	93	82	82	88	90	81	89	92	91	93	95	90	92	94	91	98	92	**	93	91	72	80	
59673	74	81	78	71	84	82	85	84	89	82	93	86	86	91	92	84	90	91	89	91	96	95	95	92	91	95	95	93	**	85	74	81	
59754	38	52	43	30	61	54	60	63	71	53	77	61	61	72	77	57	74	82	72	81	85	75	81	85	77	93	78	91	85	**	43	56	
57996	97	97	97	98	96	97	92	96	91	95	87	93	94	90	87	95	87	81	89	85	81	84	81	76	83	72	84	72	74	43	**	96	
57988	97	98	98	95	94	97	95	94	94	97	92	96	96	93	90	95	91	86	94	91	87	91	89	83	89	79	91	80	81	56	96	**	

2 候降雨量的相关性

候降雨量的相关系数 R_h 可以写为

$$R_h = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x})(x_0 - \bar{x}_0)}{\sqrt{\sum_i (x_i - \bar{x})^2 \sum_i (x_0 - \bar{x}_0)^2}} = C_{0i} / \epsilon_0 \epsilon_i$$

其中 x_i 为测站候降雨量时间序列, $i = 1, 2, \dots, n \times 72$, n 为测站候降雨量资料年数; \bar{x} 为测站候平均降雨量, x_0 为基点候降雨量时间序列, \bar{x}_0 为基点候平均降雨量, 结果见表 2. 从表 2 可以看到, 几乎所有各基点的相关仍为正相关, 但相关系数比候平均的小得多, 相关系数最大为 0.76, 最小为 -0.01, 多数为 0.20 以下的微相关.

3 候降雨量距平的相关性

候降雨量距平的相关系数 R_{th} 可以写为

$$R_{th} = \frac{\sum_{ij} (x_{ij} - x_j)(x_{0j} - x_{0j})}{\sqrt{\sum_{ij} (x_{ij} - x_j)^2 \sum_{ij} (x_{0j} - x_{0j})^2}} = C_{0i} / \epsilon_0 \epsilon_j$$

其中, $(x_{ij} - x_j)$ 为候降雨量距平, i 为资料年数, j 为候序; x_j 为 j 候候降水量平均值. 下标 0 表示基点测站的值. 结果见表 3. 从表 3 明显看到, 正负相关几乎各占一半, 但多数为 ± 0.10 以内的微弱相关 (一般不认为有相关). 只有少数站达到高度相关 ($R > 0.50$), 但它们反映了广东降水相关的真实性.

4 问题讨论

(1) 广东各流域降水的相关性. 表 4 为以德庆、英德和河源分别作为西江、北江和东江

基点, 列出与其候降雨量距平的相关系数大于 0.50 的测站, 括号内为其相关系数. 从表 4

表 2 候降雨量相关系数 $\times 10^{-2}$

表 2 候降雨量相关系数 $\times 10^{-2}$

sta	072	088	075	085	107	096	264	117	269	270	278	280	285	287	298	293	316	306	456	462	476	477	488	493	501	658	663	664	673	754	996	988		
59072	**	15	21	16	13	65	17	48	15	21	15	18	19	14	42	54	15	7	13	12	13	12	12	34	36	10	38	9	10	-1	16	17		
59088	15	**	28	20	63	18	22	16	15	20	13	22	17	18	18	20	14	13	17	18	16	15	16	15	14	12	20	14	14	7	12	15		
59075	21	18	**	15	14	23	14	17	53	73	18	70	20	18	14	19	11	11	18	13	44	13	9	10	12	11	10	29	12	10	20	22		
59085	16	20	15	**	18	16	21	12	12	15	13	14	15	12	13	16	11	14	16	10	8	13	15	8	10	4	16	8	5	2	15	16		
59107	13	63	14	18	**	15	20	15	14	15	16	16	11	17	15	16	14	12	19	14	12	13	13	16	16	12	15	13	14	7	12	14		
59096	65	18	23	16	15	**	19	68	16	23	37	22	20	15	60	75	18	12	17	13	16	17	12	48	55	13	43	12	11	3	18	19		
59264	17	22	14	21	20	19	**	18	14	17	19	17	16	17	22	20	12	13	15	17	11	50	49	17	17	12	17	11	12	7	12	17		
59117	48	16	17	12	15	68	**	14	18	13	18	14	13	60	69	16	12	15	10	16	15	13	45	56	11	33	11	12	6	15	12			
59269	15	15	53	12	14	16	14	**	53	15	57	16	20	14	14	12	10	19	13	61	16	14	11	12	12	13	44	14	22	13	16			
59270	21	20	73	15	15	23	17	18	63	**	19	73	20	19	27	21	14	13	22	12	46	17	12	12	12	12	14	33	11	9	21	22		
59278	15	13	18	13	16	17	19	13	15	19	**	20	13	19	13	15	12	20	61	19	17	18	16	12	12	17	19	16	22	11	14	13		
59280	18	22	70	14	16	22	17	18	57	73	20	**	21	21	18	19	14	14	21	13	50	17	10	15	16	13	33	14	12	20	22			
59285	19	17	20	15	11	20	16	14	16	20	13	21	**	18	15	16	13	15	16	17	16	18	15	13	16	11	16	14	16	8	17	59		
59287	14	18	18	12	17	15	17	13	20	20	19	21	**	16	14	45	16	18	15	18	19	18	15	14	32	16	15	14	9	14	15			
59298	42	18	14	13	15	60	22	60	14	17	13	18	15	16	**	72	15	13	25	12	18	17	17	75	76	16	44	13	12	8	14	15		
59293	54	20	19	16	16	75	20	69	14	21	15	19	16	14	72	**	16	10	16	11	16	15	13	55	66	12	41	10	10	3	17	17		
59316	15	14	11	11	14	18	12	16	12	14	12	14	13	45	15	16	**	13	15	11	11	13	13	14	15	18	11	11	12	7	11	14		
59306	7	13	11	14	12	12	13	12	10	13	20	14	15	16	13	10	13	**	17	15	11	10	9	13	11	11	10	13	14	13	12	13		
59456	13	17	18	16	19	17	15	15	19	22	61	21	16	18	15	16	15	17	**	14	16	14	11	11	13	15	18	16	13	9	15	15		
59462	12	18	13	10	14	13	17	10	13	12	19	13	17	15	12	11	11	15	14	**	13	17	16	13	11	15	14	13	50	12	13	14		
59476	13	16	44	8	12	16	11	16	61	46	17	50	16	18	18	16	11	11	16	13	**	16	11	17	16	12	15	49	16	29	13	14		
59477	12	15	13	13	13	17	50	45	16	17	18	19	17	15	13	10	14	17	16	**	68	18	13	18	21	12	14	9	10	17				
59488	12	16	9	15	13	12	49	13	14	12	16	10	15	18	17	13	13	9	11	16	11	68	**	18	13	15	11	15	7	9	14			
59493	34	15	10	8	16	48	17	45	11	12	12	15	13	15	75	55	14	13	11	13	17	18	18	**	71	15	50	12	12	12	12	13		
59501	36	14	12	10	16	55	17	56	12	12	12	16	16	14	76	66	15	11	13	11	16	13	13	71	**	13	41	12	12	7	13	14		
59658	10	12	11	4	12	13	12	11	12	17	13	11	32	16	12	18	11	15	15	12	18	13	15	13	**	13	16	13	16	5	10			
59663	38	20	10	16	15	43	17	33	13	14	19	13	16	16	44	41	11	10	18	14	15	21	15	50	41	13	**	11	13	8	16	14		
59664	9	14	29	8	13	12	11	11	44	33	16	33	14	15	13	10	11	13	16	23	49	12	11	12	12	16	**	12	43	8	15			
59673	10	14	12	5	14	11	12	12	14	11	22	14	16	14	12	10	12	14	13	50	16	14	15	12	12	13	13	12	**	12	8	13		
59754	-1	7	10	2	7	3	7	6	22	9	11	12	8	9	8	3	7	13	9	12	29	9	7	12	7	16	8	43	12	**	2	6		
57996	16	12	20	15	12	18	12	15	13	21	14	20	17	14	14	17	11	12	15	13	13	10	9	12	13	5	16	8	8	2	**	16		
57988	17	15	22	16	14	19	17	12	16	22	13	22	59	15	15	17	14	13	15	14	14	17	14	13	14	10	14	15	13	6	16	**		

表 3 候降雨量距平的相关系数 $\times 10^{-2}$

sta	072	088	075	085	107	096	264	117	269	270	278	280	285	287	298	293	316	306	456	462	476	477	488	493	501	658	663	664	673	754	996	988	
59072	**	-4	2	-1	-3	58	-1	41	-1	3	-1	-1	-1	1	-36	46	3	-6	-3	-2	1	-4	-1	29	30	2	29	-1	0	-6	-1	-1	
59088	-4	**	-1	4	56	-2	5	1	0	1	-4	3	-1	2	3	3	1	-1	0	5	4	-1	4	3	0	2	7	4	3	3	-5	-2	
59075	2	-1	**	-3	-2	4	-6	2	45	68	2	65	3	3	-1	2	-3	-2	2	-2	39	-4	-5	-2	0	2	-6	23	1	8	4	5	
59085	-1	4	-3	**	4	-2	6	-2	-1	-2	0	-2	-1	-1	1	1	3	2	-2	2	0	5	0	0	0	-4	6	0	-4	0	0	1	
59107	-3	56	-2	4	**	-3	5	0	-1	-2	1	-2	-7	1	-1	0	1	-3	4	1	-1	-1	1	3	3	1	1	2	2	1	-4	-1	
59096	58	-2	4	-2	-3	**	0	62	0	3	0	2	0	-3	54	70	4	-4	0	-2	1	-1	-3	43	49	3	35	0	-3	-3	1	1	
59264	-1	5	-6	6	5	0	**	4	-3	-3	2	-3	-3	-1	7	4	-2	-2	-3	0	-5	40	42	5	3	0	1	-1	-2	-1	-5	1	
59117	41	1	2	-2	0	62	4	**	0	3	-2	2	-2	-3	55	65	4	-1	1	-4	4	1	0	39	51	1	23	-1	0	-1	1	-2	
59269	-1	0	45	-1	-1	0	-3	0	**	57	-3	50	1	4	-2	-1	-1	-6	3	-3	56	1	0	-4	-2	-1	-3	37	1	16	0	2	
59270	3	1	68	-2	-2	3	-3	3	57	**	1	67	1	4	1	3	0	-2	5	-4	39	0	-3	-2	-2	1	-3	26	-2	5	6	5	
59278	-1	-4	2	0	1	0	2	-2	-3	1	**	1	-6	0	-6	-2	-5	2	52	1	-1	-1	-1	-6	-5	3	1	-1	6	0	0	-3	
59280	-1	3	65	-2	-2	2	-3	2	50	67	1	**	0	1	0	0	-2	-3	3	-4	43	-3	-7	-1	1	0	-5	24	-1	5	4	5	
59285	1	-1	3	-1	-7	0	-3	-2	1	1	-6	0	**	0	-3	-3	-2	0	-3	1	1	0	0	-2	1	0	-2	1	2	3	2	1	51
59287	-1	2	3	-1	1	-3	-1	-3	4	4	0	1	0	**	-2	-3	37	-1	0	-1	2	1	-2	-1	-3	23	-1	2	-2	0	-1	-1	
59298	36	3	-1	1	-1	54	7	55	-2	1	-6	0	-3	-2	**	68	0	-6	-2	5	2	-1	2	71	72	3	35	-2	-4	-3	1	1	
59293	46	3	2	1	0	70	4	65	-1	3	-2	0	-3	-3	68	**	2	-5	0	-3	3	-2	-2	51	62	1	32	-1	-3	-3	3	1	
59316	3	1	-3	1	4	-4	-4	-1	0	-5	-2	-2	37	0	2	**	-3	0	-3	-3	-3	-1	0	1	7	-3	-1	-1	-1	0	1		
59306	-6	-1	-2	3	-3	-4	-2	-1	-6	-2	2	-3	0	-1	-6	-5	-3	**	2	1	-5	-6	-7	-5	-6	-3	-6	-2	0	1	0	-2	
59456	-3	0	2	2	4																												

可以看到,西江流域(德庆、怀集和江门)降水相关性相当一致,故西江易致洪;北江流域各站间无明显相关(北江英德只与东江龙川有 0.56 的相关);广东东部各站相关良好,惠州、梅县、宝安、汕尾和连平与河源的相关系数都在 0.50 以上,故东江及沿海常有大面积降水,亦易致洪.因此在作广东降水区划时,考虑降水相关性,应把东江流域及以东区域划为一区,西江流域划为一区;北江降水相关不明显,亦划为一区,并应相应多设测站,以观测降水变化,掌握水情;西南部降水不明显,也作一区.

(2) 候平均降水量相关关系好,候降水量或候距平降水量相关关系差,说明广东降水多变,然近各态历经,因此用气候概率或气候平均量相关作预报,常会导致预报失败.

表 4 广东各流域基点相关性

西江(德庆)	59270 (0.57)	59476 (0.56)			
北江(英德)	59107 (0.56)				
东江(河源)	59096 (0.70)	59117 (0.65)	59298 (0.68)	59493 (0.51)	59501 (0.62)

参 考 文 献

- 1 黄荣辉,梁幼林,宋连春.近 40 年我国夏季旱涝变化及其成因初探.见:气候变化若干问题研究.北京:科学出版社,1992.14~28
- 2 李永康,陆菊中.我国南方旬降水量的统计特征.热带气象学报,1993,9(2):185~191
- 3 余功梅.华南地区近 40 年降水的气候特征.热带气象学报,12(3):252~256
- 4 吴尚森,梁建茵.华南前汛期旱涝时空分布特征.热带气象学报,1992,8(1):87~92
- 5 林爱兰,吴尚森.近 40 年华南汛期旱涝变化及趋势预测.热带气象学报,1996,12(2):160~166
- 6 刘黎明,陈创买,简裕庚.广东省 1954~1990 年的气候征及异常.热带气象学报,1996,12(4):289~296

On Relationship of Precipitation Between Stations in Guangdong

Gao Shaofeng^{*}

Abstract The correlation coefficients of pentad precipitation between stations in Guangdong are computed using three methods. The results show the anormal-precipitation coefficients are practical. The precipitation correlation over Xijiang and Dongjiang are closer than that over Beijiang. The average-climatological correlation coefficients may not be suitable for forecasting.

Keywords pentad precipitation, relationship, Guangdong

^{*} Department of Atmospheric Science, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China