

张春燕, 周宝琴, 问楠臻. 广东地区近 53 年雷暴活动特征分析 [J]. 陕西气象, 2016 (4): 27-31.

文章编号: 1006-4354 (2016) 04-0027-05

广东地区近 53 年雷暴活动特征分析

张春燕, 周宝琴, 问楠臻

(广州市气象局, 广州 510000)

摘要: 利用广东省 86 个常规观测站近 53 a (1960—2012 年) 雷暴逐日观测资料, 使用数理统计、气候倾向率、滑动平均、M-K 突变检验和 Morlet 小波分析等方法, 分析了广东地区雷暴变化的基本气候特征, 结果表明: 广东地区年平均雷暴日为 74.8 d, 属于多雷区; 近 53 a 广东省雷暴总体为减少趋势, 1984 年发生突变; 雷暴的发生有明显的季节和月变化特征, 雷暴日主要集中在 5—8 月, 与广东省的汛期及台风季节相吻合; 有 2 个多雷暴带, 分别为清远及珠江三角洲一带和湛江、茂名一带; 广东地区雷暴存在多尺度振荡, 主周期为 11 a 左右, 另外还存在 3~5 a、18 a 左右的变化周期。

关键词: 雷暴; 气候倾向率; M-K 突变检验; Morlet 小波分析

中图分类号: P429

文献标识码: A

雷暴因其电流大、电压高, 能量释放时间短, 危害性极大。随着高层建筑的增多和各种通讯设备的广泛应用, 雷灾损失越来越严重^[1-4]。雷灾造成的损失仅次于暴雨洪涝和气象地质灾害。因此不少学者对各地雷暴活动的气候特征及成因进行了大量的研究。陈思蓉等^[5]通过对我国雷暴的气候分布特征的研究, 指出雷暴发生频繁的区域共有 5 个, 分别是青藏高原东部、四川境内、云南中南部、新疆西部和华南两广地区; 通过对我国南方 62 个气象观测站雷暴日数资料分析, 徐桂玉等^[6]指出我国南方雷暴近 30 年来变化的总体趋势是逐渐减少的。针对广东雷暴结构、特点, 也有些研究成果^[7-9], 但研究区域范围较小, 或侧重点不同, 雷暴的气候特征分析方面研究虽多, 但针对广东地区的雷暴长序列气候变化趋势方面的研究较少, 本文利用广东省 86 个常规气象观测站 1960—2012 年 53 a 的雷暴逐日观测资料, 分析雷暴的时空分布特征和周期变化特征, 旨在全面了解广东地区雷暴的气候特征, 以期雷暴潜势预报和雷电预测及防雷减灾提供

科学依据。

1 资料与方法

采用广东地区 86 个常规气象观测站 1960—2012 年 53 a 的逐日雷暴观测资料, 其中, 部分存有缺测资料的站点的处理方法是采用多年平均值, 并参考周围测站的雷暴分布情况进行插值。在资料统计时, 观测站 1 d 中闻雷一次以上就计 1 个雷暴日。

利用数理统计、气候倾向率、滑动平均、Mann-Kendall (M-K) 突变检验和 Morlet 小波分析 (Wavelet Analysis)^[10]等方法, 分析广东地区雷暴变化的时空分布特征、气候变化趋势和周期性规律。

2 雷暴的时间变化特征

2.1 年际变化

广东 53 a 来共出现 3 963 个雷暴日, 年平均雷暴日为 74.8 d, 属于多雷区。图 1 为广东地区雷暴线性变化趋势图。由图 1 可知, 广东雷暴日数年际变化较大, 雷暴出现最多的年份是 1975 年, 为 105.2 d; 出现最少的年份是 2003 年和

收稿日期: 2015-08-04

作者简介: 张春燕 (1983—), 女, 汉, 江苏淮安人, 硕士, 工程师, 从事雷电监测与防御工作。

基金项目: 广州市气象局科技项目 (201420); 广东省气象局科学技术研究项目 (2014B15)

2011 年, 为 55.4 d。年雷暴日最多年是最少年的 1.9 倍。从图 1 还可看出, 从 20 世纪 60 年代开始到 1983 年是雷暴多发时期, 平均雷暴日达 83.7 d, 除了 1966、1976、1980 和 1981 年外, 雷暴的年际变化都在多年平均线以上波动, 在 70 年代中 (1975 年) 达到最高峰, 然后逐年下降, 在 80 年代初回升, 并于 1983 年升到波峰, 然后又逐年下降, 基本在多年平均值下波动, 到 2003 年达到最低值, 之后虽稍有回升但基本低于年平均值。总体上, 广东雷暴日呈减少趋势, 平均气候倾向率为 $-4.842 \text{ d}/10 \text{ a}$ (通过 $\alpha = 0.01$ 水平的显著性校验), 这与徐桂玉等^[6]研究指出的我国南方雷暴近 30 年总体呈逐渐减少的变化趋势一致。此外, 单站年雷暴日最多为 138 d, 于 1975 年出现在雷州站; 单站年雷暴日最少为 14 d, 于 1995 年出现在汕头澄海站。

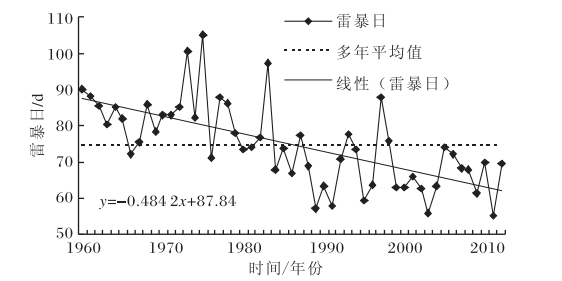


图 1 1960—2012 年广东雷暴年际变化图

为进一步了解该雷暴日的时间序列变化特

征, 一是对该序列做标准化处理; 二是做 5 年滑动平均处理。由图 2 可看出, 雷暴日的标准化值 (直方图), 5 年滑动平均值 (曲线) 有 10 年左右的年际变化特征。1960—2012 年年雷暴日的均方差为 11.4 d。若以雷暴日的标准化距平绝对值 1 作为标准, 即对应雷暴日的距平百分率为 15.2% 来选取多、少雷暴年。广东多、少雷暴年选取结果列于表 1。由表 1 可见, 多雷暴年共有 8 a, 少雷暴年共有 10 a, 出现频率相当, 但多雷暴年多出现在 20 世纪 80 年代中期以前, 少雷暴年则刚好相反, 全部出现在 80 年代中期之后。

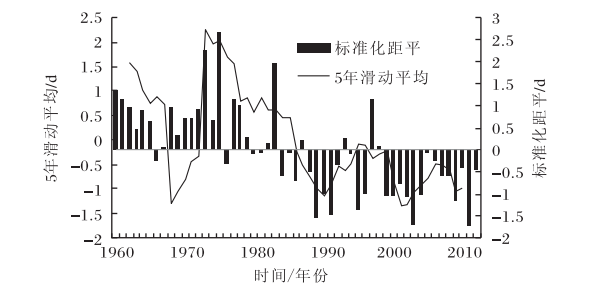


图 2 1960—2012 年广东雷暴序列的
标准化距平及 5 年滑动平均

对广东地区年雷暴日进行了 M-K 突变检验 (图 3), 从 U_F 线值看出广东省近 53 a 间雷暴日呈减少趋势, 与年际变化 (图 1) 一致。根据 U_F 和 U_B 曲线相交位置来看, 雷暴序列在 1984 年发生突变, 说明广东年平均雷暴日在 20 世纪 80 年代中期开始明显减少。

表 1 1960—2012 年广东地区多、少雷暴年

多雷暴年	1960	1961	1973	1975	1977	1978	1983	1997		
少雷暴年	1989	1991	1995	1999	2000	2002	2003	2004	2009	2011

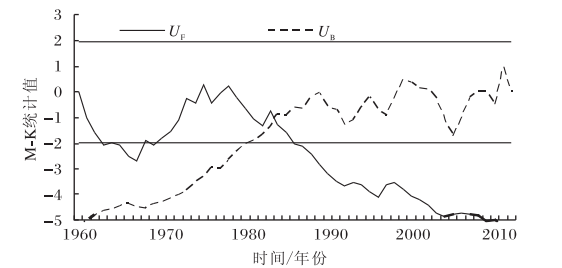


图 3 1960—2012 年广东年雷暴日数 M-K 检验结果
(直线为 $\alpha = 0.05$ 显著性水平临界值)

2.2 季节和月变化

根据华南地区的气候特征, 用 3—5 月代表春季, 6—8 月代表夏季, 9—11 月代表秋季, 12 月到次年 2 月代表冬季。

广东地区雷暴具有明显的季节和月变化特征, 其中, 夏季雷暴日最多, 平均为 40.5 d, 约占全年雷暴日的 54.44%; 其次为春季, 平均为 21.3 d, 约占全年的 28.63%; 秋季为 11.3 d,

约占全年的 15.19%；冬季最少，为 1.3 d，约占 1.75%。

由广东累年各月平均雷暴日分布（图 4）可见，一年 12 月中任何月份都有可能出现雷暴天气，但雷暴主要集中在 5—8 月，累计 51.31 d，约占全年雷暴日的 70%。峰值出现在 8 月，平均 14.4 d，占全年的 19.6%；其次是 6 月和 7 月，分别为 13 d 和 13.2 d，占全年的 17.7%和 17.9%；1 月、11 月和 12 月最少，2 月次之。雷暴集中期与广东省的汛期及台风季节相吻合，可见雷、雨、大风现象时常相伴发生。

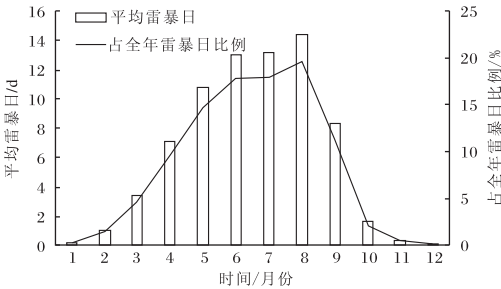


图 4 1960—2012 年广东月平均雷暴日变化

从图 4 中还可以看出，雷暴日在 1—8 月逐月递增，8 月达到峰值，9—12 月逐月减少。其中，4 月到 5 月增幅最大，增加了 3.7 d；10 月减幅最大，比 9 月减少了 6.6 d。造成这种季节、

月变化的主要原因是：3 月气温开始上升，热力不稳定条件增强，对流性天气增多从而使得雷暴天气增多；前汛期（4—6 月），受副高、高空槽、低压槽和锋面等天气系统的影响，广东经历一个多雷雨时期；后汛期（7—9 月），广东经历另一个多雷雨时期，这个阶段出现的雷雨主要是由热带天气系统如副高、热带辐合线、台风等造成。

3 雷暴空间分布特征

广东省处于中国大陆最南端，地处低纬，南临南海，地形多样，陆地、海洋、大气之间的作用强烈，受天气系统的影响，因强热力对流引起的雷电、暴雨频繁出现，是我国雷暴多发区域之一。图 5 为 1960—2012 年广东年平均雷暴日空间分布图。由图 5 可见，广东雷暴空间分布特征为北多南少、西多东少，粤西和粤西北平均雷暴日最多，粤中和粤北次之，粤东和粤东北最少。雷暴日最多为粤西地区，年平均雷暴日达 86.87 d；其次为珠江三角洲地区，年平均雷暴日为 76.26 d；粤北地区为 73.19 d，粤东地区为 55.3 d。主要有两个多雷暴带，分别为清远及珠江三角洲一带和湛江、茂名一带。这一结论与易燕明等^[11]利用闪电定位资料分析的闪电分布情况较为一致。

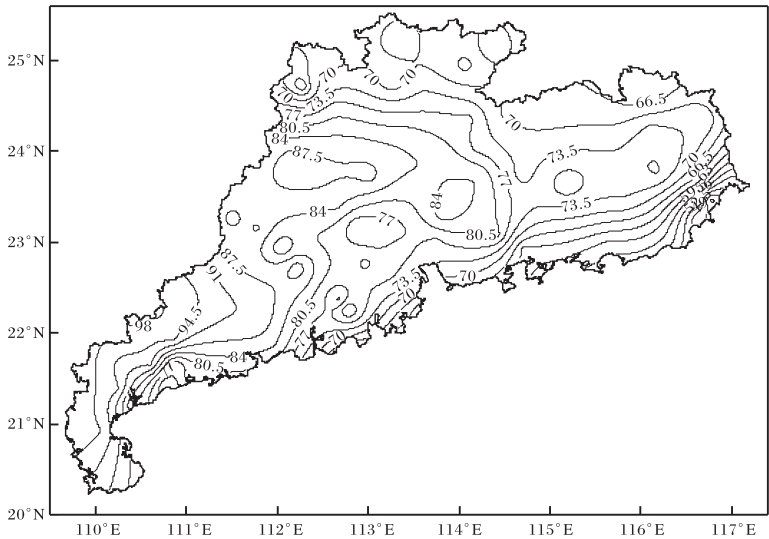


图 5 1960—2012 年广东年均雷暴日空间分布（单位：d）

4 雷暴日周期分析

Morlet 小波变化实部表示了雷暴发生的时间

尺度特征，可以了解到不同频率上的时间分布特征。通过分析广东省近 53 a 年雷暴日数的标

准化距平时间序列 (图 6), 小波变化显示出雷暴日主要存在 3~5 a、8~11 a 及 18 a 左右的变化周期。首先, 20 世纪 60 年代到 90 年代末, 雷暴序列在 11 a 时间尺度上正负闭合中心最为明显, 表明广东在该时间段雷暴日的年际变化存在 11 a 左右周期震荡; 从 90 年代末至今, 8~

11 a 的周期较为明显; 70 年代中后期雷暴日存在 18 a 左右周期变化, 振荡模态的周期较稳定。其次, 在整个时间段内, 存在着 3~5 a 的小周期振荡。华南后汛期降水主周期为 3 a, 另一明显的周期在 11 a 附近^[12], 与雷暴活动的周期相吻合。

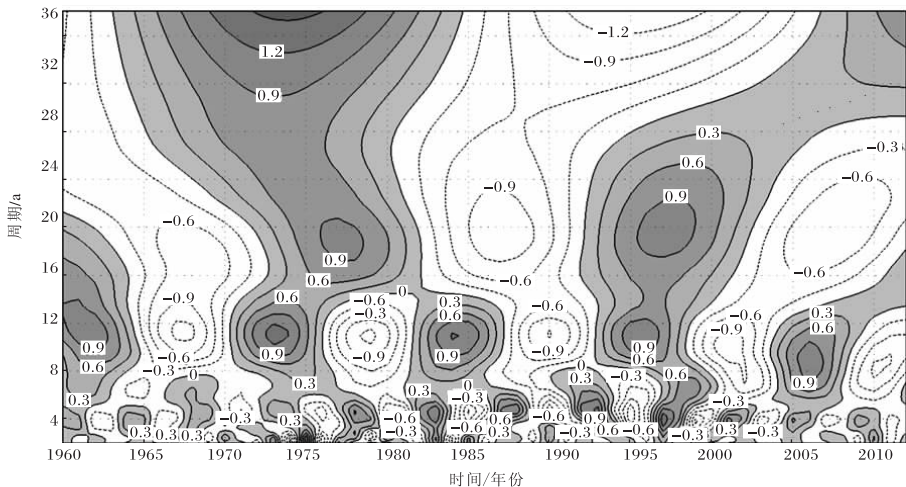


图 6 1960—2012 年广东省雷暴日标准化距平序列的小波系数实部部分

5 结论与讨论

(1) 广东 53 a 来共出现 3 963 个雷暴日, 年平均雷暴日为 74.8 d, 属于多雷区。雷暴日年际变化较大, 总体上呈减少趋势, 与华南后汛期降水的变化趋势比较相似。年平均雷暴日序列在 1984 年发生突变, 雷暴日在 20 世纪 80 年代中期开始明显减少。

(2) 广东地区雷暴活动具有明显的季节和月变化特征, 主要集中出现在春、夏两季, 占全年的 83.07%, 5—8 月为雷暴高发期, 占全年的 70%。

(3) 广东省有两个多雷暴带, 分别为清远及珠江三角洲一带和湛江、茂名一带。

(4) 从小波分析结果看, 广东雷暴存在多尺度振荡, 主周期为 11 a 左右, 另外还有 3~5 a、18 a 左右的变化周期。

(5) 虽然本文分析得出广东地区雷暴有减少的趋势, 但雷电活动造成的灾害还与雷电的频数、雷电流强度以及国民经济的发达程度、城市化进程、防灾减灾措施等诸多因素有关。因此, 防雷减灾工作仍然任重而道远。

参考文献:

[1] 马明, 吕伟涛, 张义军, 等. 1997—2006 年我国雷电灾情特征 [J]. 应用气象学报, 2008, 19 (4): 393-400.

[2] 易燕明, 杨兆礼, 万齐林. 雷电灾害对珠江三角洲区域经济发展的影响 [J]. 资源科学, 2005, 27 (1): 64-68.

[3] 张春燕, 黄延刚, 陈易昕. 2008—2012 年广东省雷电灾情特征的分析 [J]. 广东气象, 2015, 37 (3): 63-65.

[4] 王洁, 宁凡, 杜艳, 等. 陕西省雷电灾害特征分析 [J]. 陕西气象, 2013 (3): 20-22.

[5] 陈思蓉, 朱伟军, 周兵. 中国雷暴气候分布特征及变化趋势 [J]. 大气科学学报, 2009, 32 (5): 703-710.

[6] 徐桂玉, 杨修群. 我国南方雷暴的气候特征研究 [J]. 气象科学, 2001, 21 (3): 299-307.

[7] 毛慧琴, 宋丽莉, 刘爱君, 等. 广东省雷暴天气气候特征分析 [J]. 广东气象, 2005. 27 (2): 7-9.

[8] 杨伟民, 宋艳华, 段吟红, 等. 1961—2008 年广

金丽娜, 翟园, 曲静. 西安市各区县气温预测统计方法对比分析 [J]. 陕西气象, 2016 (4): 31-35.

文章编号: 1006-4354 (2016) 04-0031-05

西安市各区县气温预测统计方法对比分析

金丽娜, 翟园, 曲静
(西安市气象局, 西安 710016)

摘 要: 利用西安市 7 个国家一般气象站 1971—2000 年的逐月平均气温, 依次选用最优气候值法、多元线性回归预测法、自回归移动平均法 (ARIMA) 和灰色系统理论法进行回报检验, 模拟出 7 个站点 2001—2013 年的月、季、年平均气温, 再对其进行 PS 评分和异常级分析, 结果显示: 季、年平均气温预测以最优气候值法、灰色系统理论法较为适用, 月平均气温预测中各种方法在时空序列上各有优劣, 多元线性回归预测法应适当避免使用; 从时间尺度来看, 春、夏、秋和年平均气温预测以最优气候值法最优, 冬季平均气温预测以自回归移动平均法最优, 月平均气温预测 3—8 月以最优气候值法最优, 1—2 月、9—12 月以自回归移动平均法最优; 从空间尺度来看, 靠近山区及平原区 (周至、户县、市区、高陵) 月、季、年平均气温预测以灰色系统法最优, 山区与平原区过度区域 (临潼、蓝田、长安) 月、季、年平均气温预测以最优气候值法最优。

关键词: 西安区县; 气温预测; PS 评分; 异常级

中图分类号: P457.3 **文献标识码:** A

在众多气象要素场中, 统计学方法较多的应用在气温预测上^[1], 国内许多地市开展了适用于本地的气温预测研究。如陈杰^[2]利用最优气候均态模型, 以集宁月平均气温历史资料为依据进行预测检验, 预测准确率较高; 叶晓波^[3]运用时间序列 ARIMA 模型的建模方法对云南省楚雄市年平均气温进行了分析研究; 唐湘玲^[4]根据灰色系统理论, 用 GM (1, 1) 方法对阿克苏地区 10 个气象站进行建模和预测; 汪春辉^[5]采用偏最小二乘回归建立模型, 并进行了改进, 预测能力较

好; 王永弟^[6]将模糊时间序列模型引入短期气候预测, 并与多种模型进行了精度比较和分析, 结果表明各项精度评定指标优良, 具有一定的实用价值。为了提高西安市区县气温预测准确率, 本研究选取四种较常见的统计学预测方法, 利用历史资料建立模型, 分析研究适用于各区县的月、季、年预测方法, 以期更好的服务于各区县短期气候预测。

1 资料

选用的资料为西安 7 个国家一般气象站 (西

收稿日期: 2015-09-08

作者简介: 金丽娜 (1981—), 女, 汉族, 陕西西安人, 工程师, 硕士, 主要从事气候变化研究。

基金项目: 陕西省气象局预报员专项 (2015Y-19)

东省雷暴时空变化与气候变暖的关系 [J]. 广东气象, 2013, 35 (4): 25-28.

[9] 易燕明, 杨兆礼, 万齐林, 等. 近 50 年广东省雷暴、闪电时空变化特征的研究 [J]. 热带气象学报, 2006, 22 (6): 539-546.

[10] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术 [M].

北京: 气象出版社, 2007.

[11] 易燕明, 杨兆礼, 万齐林. 广州市闪电密度特征分析 [J]. 资源科学, 2006, 28 (1): 151-156.

[12] 余功梅. 华南地区近 40 年降水的气候特征 [J]. 热带气象学报, 1996, 12 (3): 252-256.