

# 海南儋州雷暴天气气候特征分析

辛吉武<sup>1</sup> 许向春<sup>1</sup> 蔡杏尧<sup>2</sup>

(1. 海南省气象科学研究所, 南海气象防灾减灾  
重点实验室, 海口 570203; 2. 海南省儋州市气象局)

**提 要:** 利用 1971—2000 年儋州 30 年逐日雷暴观测资料, 对海南儋州地区雷暴时间分布特点和变化规律进行分析研究, 总结了儋州雷电活动的气候特征。结果表明: 儋州年平均雷暴日数达 111 天, 高发季节为每年 5—8 月, 高发时段为午后 13—17 时, 年雷暴日数年代际线性变化呈下降趋势, 但二阶滑动平均变化趋势为先减后增。对 1991—2000 年雷暴产生的天气影响系统统计表明: 儋州雷暴主要产生于冷空气、变暖的高压脊、热带气旋、副热带高压、热带低值系统 5 类天气系统中, 有明显的季节特征。

**关键词:** 雷暴 气候特征 天气系统

## Climatic and Synoptic Characteristics of Thunderstorm in Danzhou of Hainan Province

Xin Jiwu<sup>1</sup> Xu Xiangchun<sup>1</sup> Cai Xingyao<sup>2</sup>

(1. Key Laboratory of Preventing and Reducing Meteorological Disaster in the South China Sea, Hainan Institute of Meteorological Science, Hainan Haikou 570203; 2. Danzhou Meteorological Observatory)

**Abstract:** Using the data of the thunderstorm days of Danzhou stations in Hainan province from 1971 to 2000, the basic climatic characteristics of thunderstorm in Danzhou are analyzed. It is shown that the annual averaged days of thunderstorm in Danzhou are 111. Thunderstorm occurs frequently from May to August, most frequently from 13—17 in the afternoon. The general trend of the annual thunderstorm in Danzhou has been reducing in the last 30 years. Based on the thunderstorm data from 1991 to 2000, the related circulation patterns and synoptic systems are also studied. The synoptic patterns of thunderstorm can be divided into five types, which are affected by the cold air, indifferent cold high, the subtropical high, the tropical cyclone or related to tropical low systems respectively. The proportion of each type varies in different seasons.

**Key Words:** thunderstorm climatic characteristic weather systems

资助项目: 国家自然科学基金项目“琼州海峡大风变化规律及预报方法研究(40765002)”和海南省科技项目“琼州海峡大风预报系统”

收稿日期: 2007 年 5 月 25 日; 修定稿日期: 2007 年 11 月 10 日

## 引 言

雷(闪)电是发生在自然大气中的瞬间放电过程,雷电灾害是世界十大自然灾害之一。雷暴起电机理、雷电发生发展及其时空分布特征和雷电防护技术等一直是大气电学领域的重要研究内容<sup>[1]</sup>。我国雷暴的大范围观测始于 20 世纪 50 年代气象台站建设后的常规观测。尽管这种观测是通过人工闻雷方式进行,具有一定的局限性,但由于资料时间序列长,到目前为止仍是我国科研人员分析各地雷暴气候及气候变化特征的主要资料。例如文献[2-4]利用人工雷暴观测资料分析了全国、北方、南方等大范围雷暴的时空分布特征及长期变化趋势。这些特征可作为判断强对流天气是否发生的参考。近年来,随着我国自动雷电观测网的建立,雷电定位技术、高速大容量数据采集技术等雷电探测手段的提高,雷电科学研究领域有了新的拓展。文献[5-10]探讨了不同地域雷暴云的天气学特性及产生机制,提出了一些有用的雷暴短期短时预报概念模型。廖晓农等<sup>[5]</sup>利用 NCEP 再分析资料对北京 1999—2003 年 7—8 月出现的 24 个雷暴大风日相当位温  $\theta_e$  的平均廓线进行了研究。结果表明,在对流层底层有一个  $\theta_e$  的极大值,在对流层中层(500~660hPa) $\theta_e$  达到其极小值。王军等<sup>[6]</sup>利用卫星云图数字化资料、雷达探测和雷电定位探测资料对雷暴天气进行短时监测,将多种短期预报方法集成,建立时效为 3~6 小时的雷暴临近预报流程,从而达到预测强对流天气之目的。

张敏锋等<sup>[11]</sup>利用我国 30 年历年雷暴日资料分析表明,华南是我国雷暴发生高值区,两广和福建年平均雷暴日有 90—110 天,海南儋州市位于海南省西北部,地处丘陵地带,属海洋季风性气候,年平均雷暴日达 110 天

以上,是全国著名的雷电灾害区。了解和研究局地雷电的时空分布、变化规律和产生的环流背景对改进和完善雷电监测及预报手段具有一定的理论指导意义。

## 1 资料与方法

利用海南省儋州市气象站 1971—2000 年 30 年逐日雷暴观测资料,采用数理统计、趋势分析等方法,对儋州初雷日、终雷日、年平均雷暴日及其雷暴的年、月、日变化等进行分析,总结儋州地区雷暴天气的气候特征。利用 1991—2000 近 10 年的海南天气影响系统,分析了儋州雷暴产生的背景天气特征和机制,同时利用由中国华云技术开发公司生产的闪电定位仪观测资料,与人工观测的雷暴观测资料进行了对比分析。

本文统计的初雷日是指一年中第一次发生雷暴的日期。终雷日是指一年中最后一次发生雷暴的日期。雷暴日以一天内耳闻雷声(一次或几次)为一个雷暴日。年雷暴日数为一年内雷暴日数的总和。雷暴月是指发生过雷暴的月份。年雷暴月数是指一年中的雷暴月的总数。逐时雷暴发生频次是指 30 年中同一时次出现雷暴的次数总和。

## 2 雷暴天气的气候统计特征

### 2.1 雷暴年际变化特征

1971—2000 年儋州市 30 年平均年雷暴日数为 110.6 天,是我国年平均雷暴日数最多的区域。1970 年代年雷暴日数平均为 119.9 天;1980 年代为 106 天;1990 年代 105.8 天。年雷暴日数最多的年份出现在 1972、1975 年,均为 129 天,年雷暴日数最少的年份是 1989 年 86 天,年雷暴最多日数与最小日数相差 43 天。近 30 年儋州年雷暴日数线性变化呈下降趋势(图 1),下降幅度为 7

天/10年,但从二阶滑动平均趋势来看,雷暴日呈现先下降后上升的趋势,即1970—1980年代是波动下降趋势,1980年代末下降到最低点,1990年代开始呈现波动上升,这与我国总体雷暴天气的年代际变化有所不同,具有一定的地域特征。

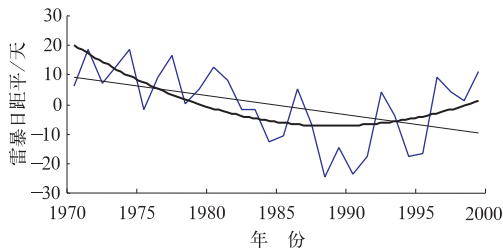


图1 儋州1971—2000年雷暴日距平  
(细实线为实际雷暴日距平曲线,点虚线为直线  
倾向变化曲线,粗实线为二阶变化趋势曲线)

## 2.2 雷暴月际变化

近30年儋州月平均雷暴日数高值出现在5—8月,占全年雷暴日数的69%,最大值出现在5月,有19.6天,其次是7、8月,均为19.0天,6月18.5天。3—4月是雷暴突增期,8—10月是陡减期,4月份平均雷暴日数是3月份的4.5倍,9月份平均雷暴日数是10月份的3倍。月平均雷暴日数呈准单峰型变化趋势(图2),峰值范围较大,峰值出现在5—8月。儋州一年四季都有雷暴发生,4—10月是多雷期,1—3月份和11—12月份为少雷期。

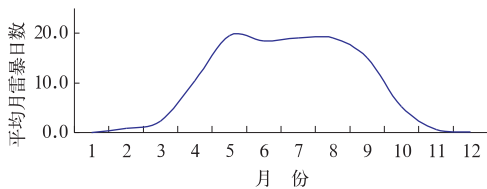


图2 30年月平均雷暴日数的变化

## 2.3 雷暴的日变化特征

对30年儋州雷暴按照发生时次统计,绘

制逐时雷暴发生次数变化曲线(图3)。雷暴的日变化亦呈现单峰型特征,波峰出现在午后13—17时,占总雷暴的58.5%,8—13时雷暴发生的频次逐步上升,15时达到最大,16时后逐步下降,20时至次日08时雷暴发生的概率很小( $<3\%$ )。儋州雷暴天气发生概率最大的时段为午后,这与我国大部分地区雷暴发生的时段基本一致。

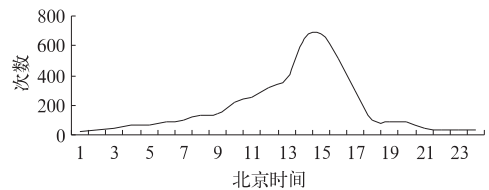


图3 30年雷暴逐时发生次数

## 2.4 初雷日与终雷日气候特征

1971—2000年中儋州初雷日最早出现在1月5日(1992年),最晚出现在4月18日(1973年)。初雷日出现在1月只有1次,4月份4次,2、3月份分别为14、11次,儋州初雷日2、3月出现的概率较大,占83.4%,1、4月出现的概率较小。30年初雷日的年代际变化曲线呈现了与雷暴日数一致的趋势,1970到1980年代末初雷日变晚,1990年代以后有提前的趋势。

30年中终雷日最早出现在10月1日(1989年),终雷日最晚出现在12月18日(1975年)。30年间终雷日出现在10月份共21次,占70%;11月份共7次,占23.3%;12月份共2次,占6.7%。30年终雷日的年代际变化不大,平均在10月中旬。

## 2.5 雷暴的持续时间

计算1991—2000近10年4—10月儋州雷暴持续时间表明(表1),10年雷暴的平均维持时间为1.02小时,雷暴维持时间在2小时之内占79.6%。分析发现儋州雷暴主要出现在午后,一般维持1~2小时,傍晚之前

雷暴就会平息,20 时以后的雷暴生命史往往不超过 1 小时。可在预报服务中作为参考。

表 1 1991—2000 年 4—10 月儋州雷暴持续时间

维持时间	<1h	1~2h	2~3h	3~4h
出现次数	478	335	136	72
所占比例(%)	46.8	32.8	17.9	13.5

## 2.6 雷暴的闪电特征

海南省自动雷电探测系统在 2006 年 9 月建成,10 月开始业务试运行,11 月因故缺测。本文以现有的 2006 年 12 月与 2007 年 1—10 月的闪电定位仪所观测的儋州闪电观测资料与人工闻雷观测资料进行了初步的对比分析(表 2),儋州闪电日 10 月开始逐渐减少,1—3 月一直保持少闪电状态,4 月开始闪电日明显增多,闪电定位仪观测的闪电日数

大大高于人工观测的雷暴日数,这与两者的观测原理有关。闪电定位仪是被动观测,观测结果因电子干扰有虚假的可能,观测结果可能比真实闪电多。而人工闻雷观测有其人为因素、观测范围因素的局限,漏测的几率比空测大,这可能是导致两种观测方法对同一地区雷电活动观测结果差别较大的主要原因。但闪电日与雷暴日的月际变化特征基本一致的结果,说明了利用人工闻雷观测资料研究雷暴气候特征是可信的。儋州闪电以负闪为主,这与我国北方、南方大部分地区的闪电性质一致。随着月闪电日增多,正闪比例也随之增大,正闪比例较高的季节是秋季的 9—10 月,达到 6%~8%,由于资料有限,对闪电的其它特征有待进一步探讨。

表 2 儋州 2006 年 10 月至 2007 年 10 月雷电基本情况

年月	月雷暴日	月闪电日	月闪电小时	正闪数	负闪数	总闪数	正闪比(%)
200610	2	18	66	8	118	126	6.35
200612	0	12	48	2	124	126	1.59
200701	0	2	5	0	15	15	0
200702	0	2	3	0	3	3	0
200703	1	4	35	0	21	2	0
200704	7	12	35	6	455	461	1.30
200705	15	22	79	60	1504	1564	3.84
200706	19	29	121	41	1220	1261	3.25
200707	22	22	109	33	2106	2139	1.54
200708	20	29	164	68	1302	1370	4.96
200709	18	24	145	55	760	815	6.75
200710	6	12	33	5	62	67	7.46

## 3 雷暴产生的天气形势分析

### 3.1 雷暴天气影响系统分类

儋州雷暴的月际变化表明儋州雷暴发生有明显季节特征,雷暴日往往连续几天发生,常发生在环流形势发生调整阶段,这显然与大尺度环流形势的演变密切相关。我们分析了 1991—2000 近 10 年 4—10 月儋州出现的雷暴天气的 1021 个样本资料。统计表明,雷暴产生的天气系统主要有冷空气、变暖的高

压脊、副热带高压、热带气旋和热带低值系统 5 类。表 3 给出了雷暴发生时的各影响系统所占比例。各类影响系统下的雷暴的产生机制有所不同,可分为局地性热力对流和动力抬升两类。局地热力对流产生的雷暴往往出现在午后,占雷暴样本绝大多数。夜间产生的雷暴多受系统性动力因素影响。全年来看,导致儋州雷暴的影响系统中以热带低值系统最多,占总样本的 49.6%。主要发生在 5—8 月的盛夏季节,其次是冷空气和变暖的高压脊,占总样本的 21.7%,主要发生在 4—

5 月春夏过渡季节或 10 月的秋季。副热带高压影响占总样本的 18.1%，在 4—10 月均

可发生。热带气旋影响下的雷暴主要发生在 6—10 月，占 10.6%。

表 3 儋州 1991—2000 年 4—10 月各影响系统出现的雷暴频次

影响系统	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	合计(占%)
冷空气	23	42	14	2	2	11	7	101(9.9%)
变暖的高压脊	34	55	5	0	0	3	24	121(11.8%)
副热带高压	14	18	47	34	39	23	8	183(18.1%)
热带气旋	0	0	8	29	28	38	5	108(10.6%)
热带低值系统	30	80	115	114	102	65	1	507(49.6%)

### 3.2 各类天气系统影响下的雷暴天气特征

#### 3.2.1 冷空气影响型

春、秋过渡季节，地面有锋面配合的冷空气自北向南影响华南沿海到海南岛一带时，雷电常出现在锋前或锋面过境阶段。1991—2000 年共有 101 个样本受冷空气影响产生雷暴，表 4 为各类冷空气影响时儋州雷暴统计特征。从表 4 中可看出：冷空气主体从 110°E 以西南下影响海南岛（偏西下型）比从 110°E 以东（偏东下型）影响时更容易使儋州地区产生雷暴，特别是受冷空气偏西下静止锋天气过程影响，也就是锋面到达海南岛中部受山区地形阻挡，锋面在海南岛中部静止时，出现雷暴几率最大，占冷空气影响总样本的 62%。此类雷暴发生的机制主要是冷暖空气交汇，系统性的动力辐合上升是对流强烈发展的主要因素。雷暴发生在午后占 63%，发生在早上（08—14 时）和上半夜（20—02 时）的几率也较大，各占 14%，02—08 时发生几率最小。

表 4 儋州 1991—2000 年 4—10 月各类冷空气影响的雷暴频次

冷空气类型	出现时段				合计
	02—08 时	08—14 时	14—20 时	20—02 时	
偏西下锋消型	0	0	3	0	3
偏西下静止型	4	8	38	12	62
偏西下过境型	3	1	11	1	9
偏东下锋消型	0	0	5	1	6
偏东下静止型	1	5	12	1	19
偏东下过境型	0	0	2	0	2

#### 3.2.2 变暖的高压脊型

当冷空气影响过程趋于结束，冷气团开始变性，地面到 3000 米高空，变暖的高压脊从华南伸向海南岛，并控制南海北部和中印半岛北部，脊线为东北—西南走向，地面气压梯度较小，温度逐渐升高，850hPa 相对湿度大，常维持在 80% 以上，500hPa 若维持弱冷平流，形成上冷下暖的不稳定形势，导致对流发展而产生雷暴几率大。雷暴产生机制以局地热力对流为主，发生在午后的几率明显比冷空气影响时大，达到 82%。

#### 3.2.3 副热带高压型

4—10 月，副热带高压脊线季节性摆动，当副高脊线东西向位于 23~28°N，850hPa 风场呈反气旋性弯曲。地面受弱脊控制或处于脊后槽前，地面气温较高。雷电产生于副高西脊点西伸或东退至海南岛阶段，这与副高边缘对流旺盛有关。若副高西脊点西伸至 100°E 以西很难产生雷暴，雷暴产生机制以热力对流为主，发生在午后的几率为 77%，其次发生在上半夜的几率是 11%，上午及下半夜产生的几率非常小。

#### 3.2.4 热带气旋型

受热带气旋环流影响时，雷暴主要发生在以下 2 种形势：一是在南海的热带气旋向偏西或西北方向移动，儋州位于台风前进方向 300~500km 台风槽中，风场辐合导致对流发展是雷电产生的主要机制。雷暴持续时间较短。二是产生于热带气旋外围云系的螺

旋雨带的中小尺度对流云团中,此类雷暴往往伴随着地面短时大风等其他强对流天气特征,发生时段较随意,夜间也较常见,且维持时间相对较长。

### 3.2.5 热带低值系统型

此类天气型是 4—9 月雷暴高峰期的主要影响系统。有西南低压槽、华南沿海槽、越南低压槽、南海低压槽 4 种类型。其特点为海南岛地面为低值系统控制,其中西南低压槽在此类中产生雷暴的几率最大,为 53%,是海南岛西北部地区局地雷暴中最为典型的一种天气形势。西南低压槽影响时热低压中心在我国西南、华中到越南北部或北部湾一带,海南岛地面到 1500m 高空为气旋性西南风控制,风速较大。地面最高温度常达 35℃ 以上,海南岛地面气压场梯度小,海陆地形差异而常常产生局地的海陆风环流。图 4 是一

次典型海陆风环流引起雷暴的个例。从图 4 可看出,2007 年 5 月 4 日 08 时,海南岛四周沿海地区吹由陆地向海洋的陆风,12 时开始由西北部沿海地区地面风向由南到东南陆风转为偏北海风,16 时海风达到最强,海风深入到海岛沿岸 10~30km,在海南定安、澄迈、儋州、白沙一带形成偏北风与西南系统风场的陆面风场辐合线,西部山区下界面多为丘陵地形,地面辐射加热不均匀而形成局地对流发展,雷暴产生于地面风场辐合线附近,并受西南环境风场引导向东北方向移动。其它三种热带低值系统 1500m 高空风向有所区别。华南沿海槽海南岛 1500m 高空吹偏西风,此类天气系统影响时产生雷暴的几率仅占此类总样本的 6.5%,南海低压槽吹偏东风,产生雷暴占此类总样本 24.6%,越南低压槽反气旋性东南风,产生雷暴占此类总样本 15.9%。

## 4 结 论

(1) 海南儋州地区属于雷暴多发、高发区,30 年平均年雷暴日数为 111 天。年雷暴日数年代际线性变化呈下降趋势,下降幅度为 7 天/10 年,但从二阶滑动平均趋势来看,雷暴日呈现先下降后上升的趋势,1990 年代后雷暴日有增长趋势。

(2) 月平均雷暴日高值期为 5—8 月,达 18 天左右,3—4 月是突增区,8—10 月是陡减区,1—3 月份和 10—12 月份为少雷期,12、1 月几乎没有雷暴活动。

(3) 雷暴高发时段为午后 13—17 时,14—15 时出现几率最大,18 时至次日 9 时出现几率小,白天出现雷暴的几率比晚上大,下午出现的几率比上午大。

(4) 儋州的初雷日一般出现在 2—3 月份,终雷日一般出现在 10—11 月。

(5) 儋州雷暴有明显的季节特征,各季

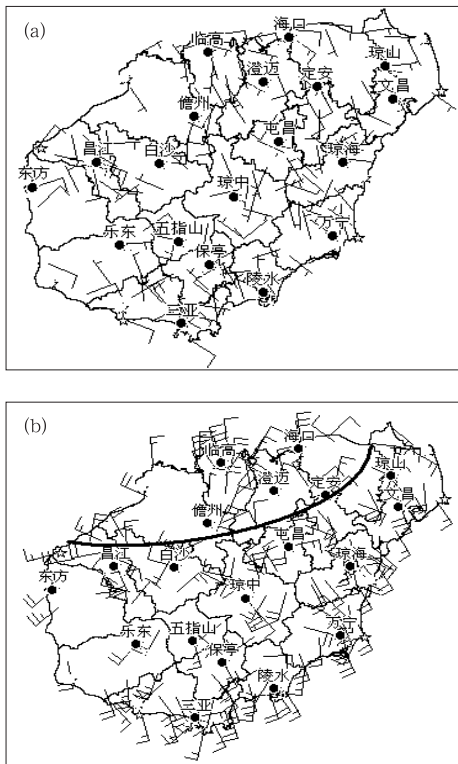


图 4 2007 年 5 月 4 日 08 时(a) 和 16 时(b)海南岛地面风场黑实线为风场切变线

节雷暴产生的环流系统和产生机制不太一样,雷暴的局地性较强。

(6) 闪电定位仪观测的闪电日大大多于人工观测雷暴日,其原因需进一步探讨。随着雷电监测网的建立和完善,直接利用雷电监测资料,与雷达、卫星等系统相结合,将会对提高雷电和其他强对流天气系统监测预测水平提供有力支持。雷暴气候与系统环流特征分析是雷电预报的背景资料,还需利用更小尺度观测网资料进行深入的分析。

### 参考文献

- [1] 许小峰. 雷电灾害与监测预报[J]. 气象, 2004, 30(12): 17-21.
- [2] 张敏锋, 冯霞. 我国雷暴天气的气候特征[J]. 热带气象学报, 1998, 14(2): 156-162.
- [3] 刘鹏, 李书文. 气旋爆发性发展产生的北方冬季雷暴天气分析[J]. 气象, 1998, 24(5): 47-51.
- [4] 徐桂玉, 杨修群. 我国南方雷暴的气候特征研究. 气象科学[J]. 2001, 21(9): 30-37.
- [5] 廖晓农, 王华, 石增云, 等. 北京地区雷暴大风日  $\theta_e$  平均廓线特征[J]. 气象, 2004, 30(11): 35-37.
- [6] 王军, 赵伟华, 周官辉, 等. 鹤壁市雷暴短时监测和临近预报流程[J]. 气象, 2004, 30(5): 47-51.
- [7] 杨文霞, 刘海月, 张杏敏, 等. 冷涡雷暴闪电特征分析[J]. 气象, 1998, 24(12): 18-21.
- [8] 薛秋芳, 孟青, 葛润生, 等. 北京地区闪电活动及其与强对流天气的关系[J]. 气象, 2000, 26(6): 13-15.
- [9] 李玉林, 杨梅, 李玉芳. 夏季雷暴云雷达回波特征分析[J]. 气象, 2001, 27(10): 33-37.
- [10] 冯桂力, 边道相, 刘洪鹏. 冰雹云形成发展与闪电演变分析[J]. 气象, 2001, 27(3): 33-37.
- [11] 张敏峰, 刘欣生, 张义军, 等. 广东地区雷电活动的气候分布特征[J]. 热带气象学报, 2000, 16(1): 46-53.