

近 30 年招远地区雷暴气候统计特征

张娟, 杨金玲 (山东省招远市气象局, 山东招远 265400)

摘要 利用招远地区 1981~2010 年气象观测资料, 借助数理统计、线性倾向分析、气候变化趋势、保证率等气候诊断方法, 分析了该地区雷暴气候统计特征, 并探讨了 30 年间 ENSO 强度、气压及气温与雷暴的相关性。结果表明, 招远地区平均年雷暴日数为 21.2 d, 年际变化较大; 年雷暴日数呈现在波动中缓慢减少的趋势, 其变率为 $-1.34 \text{ d}/10\text{a}$; 季节变化明显, 夏季最多, 冬季无雷暴; 雷暴主要发生在 5~9 月, 约占全年的 81.6%, 其中 7 月份雷暴日数为最多; 雷暴初日 80% 保证率出现在 4 月 16 日左右, 雷暴终日 80% 保证率出现在 11 月 12 日左右; 招远地区雷暴日数与 ENSO 强度、气温、气压有很强的一致性和相关性。

关键词 雷暴; 招远地区; 气候特征; ENSO 强度; 相关因子

中图分类号 S429 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)01-157-03

雷暴是自然界中的一种声、光、电现象, 其发生与季节、地理、地形、地质和气候等因素有关。因其范围小、发展快、局地性强且伴有多种灾害性天气, 联合国已把雷电灾害列为“最严重的十种自然灾害之一”。雷暴的发生发展对人们的日常生产活动和生活带来很大影响, 有时甚至会危及公共安全和人身安全。

特别是近年来, 随着社会经济发展和现代化水平的提高, 人类对信息技术的依赖日趋增加, 雷电对电子化社会造成的危害越来越严重, 造成的经济损失及社会影响也越来越大^[1]。因此, 国务院、中国气象局及各级党委政府均高度重视雷电等强对流天气的预警预报工作。《国务院办公厅关于进一步加强气象灾害防御工作的意见》(国办发(2007)49号)中要求“做好灾害性、关键性、转折性重大天气预报和趋势预测, 重点加强台风、短历时强降水、雷电等强对流天气的短时临近预报”。《现代天气业务发展指导意见》(气发(2010)1号)中提出发展短历时强降水、雷电等强对流天气的监测分析技术, 发展强对流天气和台风等的临近预报技术, 研发外推预报和数值预报产品释用相结合的预报技术, 提高预警时效。因此, 研究雷暴气候变化特征及相关因子, 对雷暴强对流天气的预警预报工作有着十分重要的指导意义, 同时对于防雷减灾和科学决策有十分重要的指导意义和实际应用价值。笔者利用 1981~2010 年招远地区气象观测资料, 采用线性倾向分析、气候变化趋势、保证率等气候诊断方法, 分析了该地区雷暴气候统计特征, 并探讨了 30 年间 ENSO 强度、气压、温度与雷暴的相关性。

1 资料与方法

1.1 资料选取 雷暴活动的强度标准习惯使用“雷暴日”。雷暴日是表征某一地区雷电活动的频繁程度。以一天中只要听到一次以上的雷声就算一个雷暴日, 只见闪电无雷声, 不计其中。气象观测上以 20:00 为日界, 若某一次雷暴跨越 20:00, 则按 2 个雷暴日计算。在此采用招远气象观测站 1981~2010 年 30 年的气象观测资料。

1.2 分析方法 根据世界气象组织(WMO)的规定, 取最近连续 30 年气象要素的平均值或统计值来代表研究区域的气

候标准值, 即每 10 年需对气候平均值更新一次^[2]。在此选取招远大监站 1981~2010 年 30 年气象观测资料的年雷暴日数平均值作为气候标准值, 把雷暴日距平百分率 $>20\%$ 的年份作为多雷暴年, 把雷暴日距平百分率 $<-20\%$ 的年份作为少雷暴年。采用数理统计、线性倾向分析^[3-4]、气候变化趋势、保证率等气候诊断方法, 分析招远地区雷暴日年际、季节和月际气候特征及其变化趋势, 揭示雷电活动的特征和规律。运用经验频率公式^[5] $P_m = m / (n + 1) \times 100\%$ 来计算雷暴日初日和终日保证率。

2 招远地区雷暴气候统计特征

2.1 雷暴的年际变化特征 1981~2010 年招远地区共有雷暴日 638 个, 雷暴日数年平均值为 21.2 个。若按照年平均雷暴日数的多少即少雷区($<15 \text{ d}$)、中雷区($15 \sim 40 \text{ d}$)、多雷区($41 \sim 90 \text{ d}$)、强雷区($>90 \text{ d}$)4 个标准划分雷区的话^[6], 招远地区属中雷区。年雷暴日数 $<15 \text{ d}$ 的仅有 4 个年份, 其余年份雷暴日数均多于 15 d。

从图 1a 可以看出, 1981~2010 年招远地区雷暴日的年际变化较大。年雷暴日数最多的年份出现在 1982 年, 高达 37 d, 1987 年次之, 雷暴日数为 33 d, 年雷暴日数最少的年份出现在 1999 和 2000 年, 雷暴日数仅为 10 d; 年雷暴最多时是年雷暴最少时的近 4 倍, 说明招远地区雷暴日数年际差特别大。但对 30 年雷暴日数作 5 年滑动平均, 发现其变化缓慢, 波动较小。总体来看, 这 30 年招远地区年雷暴日数呈现出在波动中缓慢下降的趋势。经计算, 雷暴的气候趋势系数 $r_{xy} < 0$, 说明招远地区年平均雷暴日数存在减小的趋势。1981~2010 年雷暴日数线性变化趋势函数为 $y = -0.1344x + 23.349$, 说明招远地区年雷暴日数正以 $1.34 \text{ d}/10\text{a}$ 的线性趋势缓慢减少, 这与山东省年雷暴日数呈波动下降的特点^[7]相一致。

经分析, 招远地区 1981~2010 年中有 9 年是多雷暴年, 其中 1982 和 1987 年距平百分率 $>50\%$, 为雷暴异常偏多年份; 有 7 年是少雷暴年, 其中雷暴距平百分率有 2 个年份 $<-50\%$, 分别为 1999 和 2000 年, 这两年为雷暴异常偏少年份。由距平变化(图 1b)可以发现, 招远市雷暴年际变化十分明显, 1995 年之前以多雷暴年为主, 而之后则以少雷暴年为主, 特别是进入 21 世纪后年雷暴日数逐步减少的趋势更加明显。

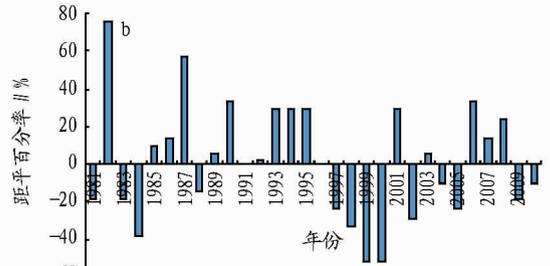
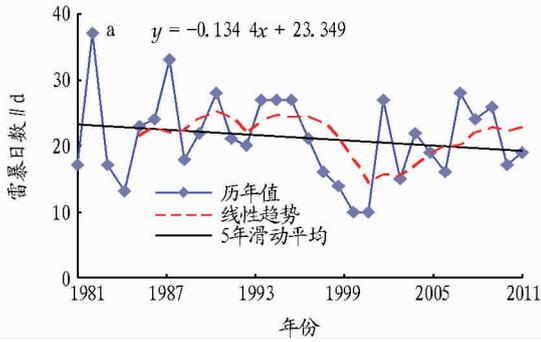


图1 1981~2010年招远雷暴日数年际分布(a)和距平百分率变化(b)

2.2 雷暴的季节变化特征 雷暴日数出现月、季变化的原因主要是由于西太平洋副热带高压引起。招远雷暴发生最频繁、最集中的时期一般在每年的夏季,夏季累计雷暴日为440 d,占总雷暴日数的69%。这与于怀征等研究发现夏季的雷暴活动决定了全年雷暴活动的空间分布形态相吻合^[8]。春季累计雷暴日123 d,占雷暴总日数的19%,秋季累计雷暴日75 d,仅占雷暴总日数的12%。30年统计资料显示,1981~2000年冬季均无雷暴产生。由此可见,招远地区雷暴的季节变化特征非常明显。从招远地区1981~2010年雷暴

日数季节的年际变化(图2)可以看出,夏季和秋季雷暴日数总体上表现为减少趋势,而春季总体上表现为略增加的趋势,但各季变化幅度及变化显著性不同。夏季雷暴日数以1.11 d/10a的速率极显著减少,秋季雷暴日数以0.46 d/10a的速率减少,春季雷暴日数则以0.11 d/10a的速率增加。特别是在21世纪的最初几年,夏季和秋季雷暴日数有明显增多的趋势,2007~2008年春季雷暴日数也有异常增多的趋势,这可能与全球气候变暖 and 热对流加强有关,尚待进一步研究。

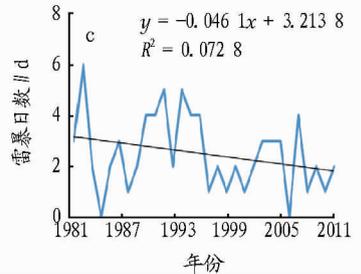
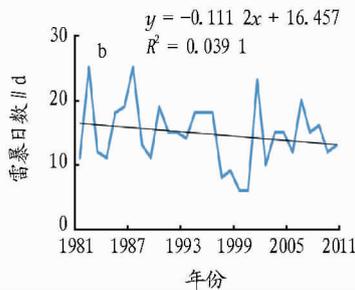
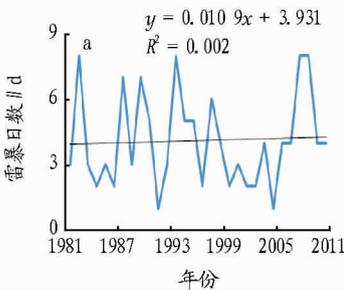


图2 1981~2010年招远地区春季(a)、夏季(b)和秋季(c)雷暴日数年际变化

2.3 雷暴的月变化特征 对招远1981~2010年雷暴的月变化统计分析发现,招远地区雷暴日数的年内分布呈单峰型。一年中3~11月招远地区均有可能出现雷暴,12月~次年2月均无雷暴出现;其中又以5~9月为雷暴日出现集中期,占全年的81.6%;7月雷暴出现次数达最多,占全年雷暴日的28.8%,1990年7月雷暴日数最多,达14个雷暴日;其次雷暴日数由多到少为8、6、5和9月。

2.4 雷暴的初终日变化 由表1可见,近30年来招远地区雷暴初日80%保证率下出现在4月26日左右,说明4月下

旬后雷暴出现的可能性已非常大;雷暴终日80%保证率下出现在11月12日左右,雷暴终日出现较晚;5%的保证率终日日期在9月中旬,说明9月中旬雷暴结束的可能性甚小,这一阶段仍要特别注意雷暴的发生;90%的保证率终日在11月下旬,说明11月之后雷暴出现的可能性非常的小。通过近30年来招远地区雷暴初日和终日的长期线性变化趋势图(图略)可以发现初终日的气候倾向率变化不大,初日的气候倾向率为负值,终日的气候倾向率为正值,即初日有向前的趋势,终日有向后的倾向。

表1 1981~2010年招远地区不同保证率下的雷暴初、终日

初、终日	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%	5%
初日	04-29	04-26	04-23	04-20	04-17	04-12	04-05	03-17	03-10	03-03
终日	11-27	11-12	10-17	10-13	10-07	10-03	10-01	09-26	09-22	09-15

3 相关要素分析

3.1 雷暴日数年际变化与 ENSO 事件的相关性 ENSO 为气候系统中最强的年际气候信号,对全球的天气和气候产生很大的影响。ENSO 活动的发生伴随着大规模大气环流的变化和异常。参照中国气象局国家气候中心的标准,以 NINO

区的海温距平指数作为判定 ENSO 事件的依据^[9],并根据海温距平值的高低,按照李晓燕等对 ENSO 事件强弱程度的划分标准将 El Nino 和 La Nina 事件各分为3级,即 El Nino 年分为极强、强(3),中等(2),弱、极弱(1)3个不同等级;La Nina 年按极强、强(-3),中等(-2),弱、极弱(-1)分为3个

等级^[10]。正常年分,表示为 0。由招远地区年雷暴日距平和 ENSO 事件强度的 2 年滑动平均曲线(图 3)可以发现,两者之间有很好的对应关系,特别是 2002 年以前,其变化趋势基本一致。在 El Nino 事件年,雷暴明显偏多;而在 La Nina 事件年,雷暴则明显偏少。雷暴异常偏多的 1982 和 1987 年 El Nino 事件强度均达到最大等级;雷暴异常偏少的年份(1984、1998、1999 和 2000 年)均是 La Nina 事件发生年。这与 Price 等分析发现在温暖气候条件下全球闪电活动将有明显增加,而在较冷的气候条件下闪电活动将减少的结论^[11]相一致。这可能与 ENSO 暴发年的夏季,热带西太平洋地区的海温异常,通过其产生出的定常波列的传播会影响西太平洋以及东亚大陆上空 500 hPa 位势高度,西太平洋副高强度偏弱,位置偏东和偏南,引起北半球大气环流的异常,从而导致某些地区的某些气象要素的异常响应。

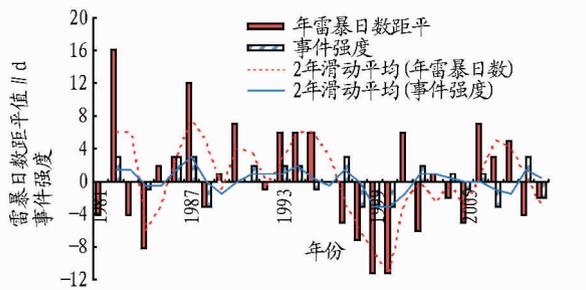


图 3 1981~2010 年招远地区雷暴距平与 ENSO 事件强度趋势

3.2 雷暴日数月变化与温、压的关系 发生雷暴时,通常伴随着温度、气压等气象要素的变化。Price 等分析发现在温暖气候条件下全球闪电活动将增加 30%;而在较冷的气候条件下全球闪电活动将减少 24%^[11]。由此可见,温度与雷暴日数存在很大的相关性。通过对 1981~2010 年月平均雷暴日数和月平均温度的统计分析,发现两者的变化趋势呈现较一致的单峰型分布;3 月份开始呈现急剧增长趋势,到 7 月份达到峰值,8 月之后开始下降。由 Pearson 相关系数公式可以得出,月平均雷暴日数和月平均温度的相关系数 r 为 87.4,两者存在明显的正相关。

由月平均雷暴日数和月平均气压曲线可以发现,两者也呈现单峰型分布,但呈现负相关的关系。7 月份雷暴日数达到极大值,而气压达到极小值。1 月份开始,气压急剧减小,到 7 月达最低,8 月开始,气压急剧增加,到 12 月达到最高;雷暴却是在 3 月份开始急剧增加,到 7 月份达最大值,然后急剧减少,12 月减少至 0。经计算,其 Pearson 相关系数 r 为

-93.0,所以月平均雷暴日数和月平均气温之间存在非常强的负相关性。

4 小结

(1) 招远地区雷暴日的年际变化较大,随着年代的增加,总体表现为在波动中缓慢减少的趋势,减幅为 1.34 d/10a。年雷暴日最多的年份出现在 1982 年,高达 37 d,年雷暴日最少的年份出现在 1999 和 2000 年,雷暴日仅为 10 d。以 1995 年为界,1995 年前以多雷暴年为主,之后则以少雷暴年为主。21 世纪后年雷暴日数减少的趋势变得非常明显。

(2) 受西太平洋副热带高压影响,招远地区雷暴天气的季节变化特征非常明显,夏季最多,占全年的 69%,其他季节发生雷暴的概率很低,30 年间冬季的 12、1 和 2 月均无雷暴发生。虽然雷暴主要集中在 5~9 月期间,但以 7 月份为最多,占全年雷暴日的 28.8%。

(3) 招远地区近 30 年来雷暴初日 80% 保证率下出现在 4 月 26 日左右,有向前的趋势;雷暴终日 80% 保证率下出现在 11 月 12 日左右,有向后的趋势。

(4) 招远地区 1981~2010 年年雷暴日距平和 ENSO 事件强度两者之间有很好的对应关系,其变化趋势基本一致。

(5) 招远地区近 30 年月平均雷暴日数与月平均温度及月平均气压变化规律非常一致,气温、气压与雷暴具有较高的相关性,表明雷暴特征在应对全球气候变化中具有一定的指示作用。

参考文献

- [1] 郑国光. 新时期我国防雷减灾工作的形势和任务之研究[J]. 江西气象科技, 2001, 24(2): 1-3.
- [2] 雷向杰, 黄祖英, 田武文, 等. 两个 30 年气候平均值的差异及其对气候业务的影响[J]. 气象科技, 2005, 33(2): 124-127.
- [3] JONES P D. Hemispheric surface air temperature variations: recent trend and an update to 1978[J]. Journal of Climate, 1988, 1: 654-660.
- [4] 杨金虎, 江志红, 杨启国, 等. 中国西北近 41 年来年中雨及以上级别降水次数的时空分布特征[J]. 地球科学进展, 2005, 20(ZK): 138-145.
- [5] 景元书, 申双和, 李明. 江苏省雷暴气候特征分析[J]. 灾害学, 2000, 15(1): 28-31.
- [6] 温亚丽, 任崇, 韦馨丰, 等. 湛江地区 38 年雷暴气候的统计特征分析[J]. 科技信息, 2008(12): 611.
- [7] 于怀征. 山东省雷电活动特征研究及雷电灾害评价[D]. 甘肃: 兰州大学, 2009.
- [8] 于怀征, 赵玉洁, 张文琴, 等. 山东省雷电活动的时空变化特征[J]. 山东气象, 2009(4): 31-34.
- [9] 李晓燕, 翟盘茂. ENSO 事件指数与指标研究[J]. 气象学报, 2005, 58(1): 102-109.
- [10] 李晓燕, 翟盘茂, 任福民. 气候标准值改变对 ENSO 事件划分的影响[J]. 热带气象学报, 2005, 21(1): 72-78.
- [11] PRICE C, ASFUR M. Global lightning and climate variability [C]// Proceedings on international conference on atmospheric electricity. ICAE, 2003.