

许昌雷暴气候特征分析

王红燕, 吴璐, 王跃民, 王军

(许昌市气象局, 河南 许昌 461000)

摘要: 利用1971—2006年许昌地区逐日、逐月、逐年雷暴资料, 通过数理统计和小波变换, 分析许昌地区雷暴气候特征, 结果表明: 许昌地区雷暴日数年际变化幅度大, 且雷暴日数年代际趋势变化阶段性显著, 呈现出一定的波动性; 年雷暴日数变化呈略微上升趋势, 气候倾向率为0.01个/10a; 年平均雷暴日数年际变化存在着准4 a和10 a左右的周期。

关键词: 雷暴; 气候特征; 倾向率; 小波变换

中图分类号: P457.9

文献标识码: A

文章编号: 1673-7148(2008)01-0056-04

引言

雷暴是指大气中伴有雷声的放电现象, 常发生在大气层结极不稳定、天空有积雨云存在的天气条件下, 它出现时常伴有大风、暴雨、冰雹、龙卷等灾害性天气。雷暴灾害是一种破坏性严重的气象灾害, 主要表现为雷电所造成的雷击。我国是雷暴多发国之一, 每年因雷暴灾害造成的经济损失巨大, 所以对雷暴天气的研究有着十分重要的意义。

许多学者对各地雷暴进行了大量研究。有从能量和天气动力学角度对雷暴天气的研究^[1-2]; 有对雷暴地理分布、季节变化和年际变化的研究^[3]; 也有学者采用 EOF 和主值函数分析方法进行研究^[4], 将我国平均年雷暴日空间分布划分为4个区, 认为近30 a来我国大部分地区的平均雷暴频数在波动中减少, 而东北地区年平均雷暴日有增加的趋势; 刘庆伟、张丽娟等^[5]统计分析了洛阳地区雷暴活动时空分布特征, 结果显示洛阳地区雷暴时空分布很不均匀; 赵海军、李喜平等^[6]对鹤壁雷暴特征进行了研究, 结果表明鹤壁雷暴地理分布特征明显, 平原明显少于丘陵, 这可能与地形影响有关。许昌地处黄淮平原, 属暖温带季风气候, 位于豫西丘陵气候区和淮北平原气候区之间, 天气系统较活跃^[7]。本文分析了许昌地区近36 a雷暴气候特征, 以期对预防雷电灾害、提高雷暴预报能力提供参考。

1 资料与方法

1.1 资料来源

本文资料取自许昌所辖5站1971—2000年30 a气候整编资料, 并统计了2001—2006年雷暴资料。文中用5站平均和许昌气象站资料来分析雷暴整体变化趋势。

1.2 统计方法

雷暴日规定: 一日中只要观测到雷暴或者闻雷, 无论持续时间长短, 均记为一个雷暴日。年雷暴日数的趋势量化可用一次线性方程表示, 即

$$x_y = a_0 + a_1 y \quad (y = 1, 2, \dots, n)$$

其中, 系数 a_1 表示趋势倾向, x_y 为第 y 年的雷暴日数, $a_1 > 0$ (< 0) 表示雷暴日数随时间 y 的增加(减少)而呈现增加(减少)的趋势。本文把 $10 a_1$ 称为气候倾向率^[8]。

文中没有特别说明的, 一般春季为3—5月, 夏季为6—8月, 秋季为9—11月, 冬季为上年12月—当年2月。

在做小波变换前, 对雷暴日数年变化序列对称延拓, 以便采用快速傅立叶变换^[9], 以此变换后资料作为小波变换的输入资料。小波变换以后, 再截取原始时段内进行小波分析。关于小波变换方法已有较多的介绍和应用^[9-12], 在此不再赘述。文中的计算完全采用文献[12]的方法和步骤。

2 结果分析

2.1 年际变化特征

由许昌地区年平均雷暴日变化曲线(图1)可以看出,年平均雷暴日数在9.6~30.0个之间,平均为20.6个;年平均雷暴日数最多在1995年,最少在1989年。发生最多的一年是1977年(禹州),为36个;最少的一年是1989年(鄢陵),为7个。通过5a滑动平均变化曲线可以看出,许昌雷暴日年际变化曲线呈波动状,高值点在20世纪70年代后期、80年代中期和90年代中期,雷暴日数以5a左右为一个周期,10a左右出现一个峰值,目前雷暴日数正处在增长期内。

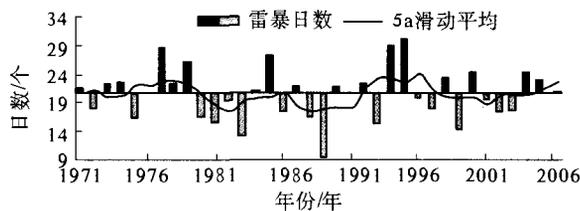


图1 许昌地区雷暴日数年变化曲线

1971—2006年雷暴日数气候倾向率为0.01个/10a,从整体看有上升的趋势。从年代变化看,20世纪70年代上升(气候倾向率为0.22个/10a),80、90年代下降(80年代气候倾向率为-0.061个/10a,90年代为-0.16个/10a,表1),雷暴日数年代变化阶段性明显,呈现上升、下降的交替现象,并呈现出一定的波动性。

表1 不同年代雷暴日数及增长率

年代	70	80	90	1971—2006
平均值/个	2.16	1.85	2.18	2.06
气候倾向率/(个/10a)	+0.22	-0.06	-0.16	+0.01

2.2 月变化特征

许昌地区月雷暴日数在0.1~7.2个之间,从月雷暴日数变化曲线(图2)可以看出:雷暴最早从2月开始,最晚出现在11月;12月、1月没有雷暴产生;5—8月较多,其中7月最多,8月次之,且7月较前几个月有明显增多趋势。

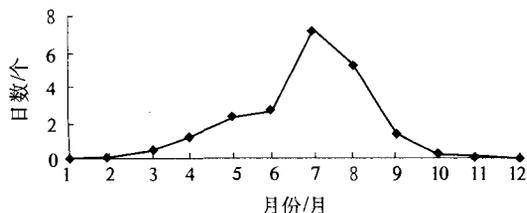


图2 许昌地区雷暴日数月变化曲线

从雷暴日数季节变化来看(表2),夏季最多,占全年的73.38%;冬季最少,仅为全年的0.48%;春季和秋季发生较少,为全年的26.14%。由此可见,夏季雷暴发生次数明显偏多。

表2 不同季节雷暴日数

季	春季	夏季	秋季	冬季
日数/个	3.76	15.16	1.64	0.10

许昌地区雷暴的月变化和季节变化特征,一定程度上反映了许昌的不稳定天气系统。5—6月地面受华北热低压控制,高空处东北冷涡后部,高空横槽引导一股股冷空气沿涡后偏北气流南下,冷暖空气交汇在许昌上空造成强对流天气。7—8月许昌地区多处于西太平洋副热带高压外围西南气流中,常储存大量不稳定能量,易产生雷暴天气。另外,7月下旬至8月,热带洋面上多台风生成北上,其外围云系影响许昌,也易产生雷暴天气。

2.3 日变化特征

由于许昌所辖5站中只有许昌站为国家一级站,夜间记录完整,故选取许昌单站雷暴资料做雷暴日数日变化曲线图(图3)。

从图3可见,许昌雷暴日数日变化特征明显,逐时雷暴发生次数在0.8~5.0次之间。其中,7—11时小于1.5次,最少在11时;17—20时大于4.5次,最多在18时。午后雷暴出现次数呈明显上升趋势,傍晚前后达到峰值;前半夜出现次数较后半夜多,后半夜至凌晨呈下降趋势。雷暴日数的日变化特征反映了许昌上空大气层结由午后到前夜处于较强不稳定状态,容易产生强对流天气。

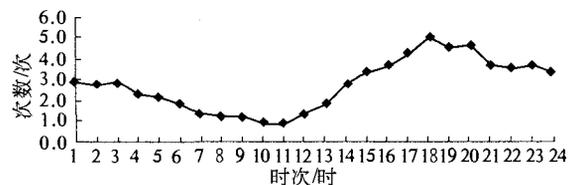


图3 许昌站雷暴日数日变化曲线

2.4 雷暴初、终日及雷暴持续期分析

雷暴初、终日是一个很重要的气候指数。统计结果表明,初(终)雷暴日最早与最晚相差3~4个月,初(终)雷暴日最早与最晚年际差异较大。雷暴初日多发生在4月中旬,雷暴终日多发生在9月中旬(见表3)。

雷暴初日与终日之间的日数称为雷暴持续期。

许昌地区雷暴平均持续期为 157.5 d。1992 年鄢陵持续期最长,为 265 d;1989 年襄城持续期最短,为 48 d。可见,雷暴持续期的年际差异较大。

表 3 许昌地区雷暴初、终日

测站	初日/(日/月)			终日/(日/月)		
	最早	最晚	平均	最早	最晚	平均
许昌	10/2	9/6	13/4	12/8	17/11	15/9
长葛	28/2	25/5	16/4	2/8	17/11	17/9
禹州	6/3	8/6	19/4	13/8	17/11	17/9
鄢陵	10/2	12/8	10/4	24/5	18/11	17/9
襄城	10/2	29/6	12/4	13/8	17/11	17/9

3 雷暴日数多时间尺度分析

由图 4 小波分析结果可知:①在 10 a 时间尺度上,偏多、偏少转折变化出现在 1979、1992 年前后,表明许昌年雷暴日数序列有 10 a 左右的周期;②在小尺度上,存在有 3~5 a 的时间尺度,偏多、偏少转折变化频繁,具体表现为 1976—1979 年、1984—1987 年和 1992—1997 年为多雷暴年份,1973—1975 年、1980—1983 年、1988—1991 年和 1998—2003 年为少雷暴年份。

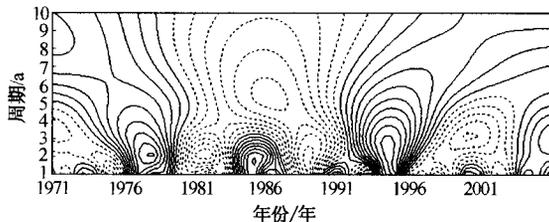


图 4 年平均雷暴日数的小波变换

通过分析在 4 a 尺度上雷暴日数的变化(图 5)可以看出,许昌雷暴大致经历了 4 个偏多、偏少周期的转换:20 世纪 70 年代初为较少时期,70 年代中后期雷暴日数较多;80 年代整体处于减少趋势,但 80 年代中期相对较多;90 年代前期为雷暴增多期,90 年后后期至 21 世纪初为雷暴减少期。偏多、偏少之间的转换周期约 7 a 左右。2004 年至今雷暴日数正处于增长时期,预计下一个转折突变点大约在 2011 年以后。这和前面的统计分析一致。

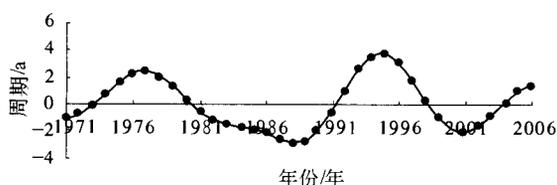


图 5 年平均雷暴日数 4 a 尺度的小波变换系数

4 结 语

① 许昌地区雷暴日数年际变化幅度大,且雷暴日数年代际趋势变化阶段性显著,呈现上升、下降的交替现象,并呈现出一定的波动性,但年雷暴日数有略微上升的总趋势。

② 雷暴多发生在 5—8 月,夏季雷暴占较大比例。

③ 雷暴一日中 7—11 时发生较少,17—20 时较多。午后雷暴出现次数呈明显上升趋势,傍晚前后达到峰值;前半夜出现次数较后半夜多,后半夜至凌晨呈下降趋势。

④ 雷暴初日多在 4 月中旬,终日多在 9 月中旬,初(终)雷暴日最早与最晚年际差异较大。

⑤ 从小波分析结果可知,在 3~5 a 时间尺度上雷暴的转折突变显著,先后出现 1973、1980、1991、1998、2004 年 5 个偏多、偏少转折突变点;多、少转折突变点有 7 a 左右的周期,预计下一个转折突变点大约在 2011 年以后。

致谢:本文得到河南省气候中心朱业玉高工的指导与帮助,在此谨表谢意。

参考文献

- [1] 雷雨顺. 能量天气学[M]. 北京:气象出版社,1986:108-115.
- [2] 丁一汇. 大气中的风暴[M]. 北京:气象出版社,1977:56-60.
- [3] 盛承禹. 中国气候总论[M]. 北京:科学出版社,1986:306-310.
- [4] 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.
- [5] 刘庆伟,张丽娟,林径春. 洛阳地区雷暴活动规律和雷灾分析[J]. 气象与环境科学,2007,30(增刊):120-122.
- [6] 赵海军,李喜平,黄真文,等. 鹤壁市雷暴特征分析[J]. 河南气象,2006(3):51.
- [7] 程炳岩,庞天荷. 河南气象灾害及防御[M]. 北京:气象出版社,1994:8-12.
- [8] 段炼,陈章. 近 42 年成都地区雷暴的气候统计特征[J]. 自然灾害学报,2006,15(4):59-64.
- [9] 林振山,邓自旺. 子波气候诊断技术的研究[M]. 北京:气象出版社,1999:24-60.
- [10] 孙卫国,程炳岩. 河南省近 50 年来旱涝变化的多时间尺度分析[J]. 南京气象学院学报,2000,23(2):251-255.
- [11] Sonechkin D M, Datsenko N M. Wavelet Analysis of Nonstationary and Chaotic Time Series with an Application to the Climate Change Problem[J]. Pure applied Geophysics,2000,157:653-677.
- [12] 朱业玉,程炳岩,王记芳. 河南旱涝灾害的演变特征分析[J]. 灾害学,2006,21(3):93-97.

Analysis of Characteristics of Thunderstorms Climate in Xuchang

Wang Hongyan, Wu Lu, Wang Yuemin, Wang Jun

(Xuchang Meteorological Office, Xuchang 461000, China)

Abstract: Using the daily, monthly, yearly thunderstorm data during 1971 – 2006 in Xuchang area, by means of mathematical statistics and wavelet transform methods, we analyze the characteristics of thunderstorm climate in Xuchang. The results show that the interannual change of thunderstorm days in Xuchang presents a large range, and the interdecadal trends of thunderstorm days change significantly in the stage, showing a certain degree of fluctuation. However, the variation of thunderstorm days is slightly upward, with climate trend rate of 0.01 d/10a; meanwhile, the interannual change of average number of thunderstorm days exists a quasi-periodic of 4 and 10 yearly.

Key words: thunderstorm; climatic characteristics; tendency rate; wavelet transform