

文章编号:1004-9045(2007)01-0083-05

近 45 年湖北省雷电日数的时空变化特征分析

王学良¹, 王海军², 李卫红¹

(1.湖北省防雷中心, 武汉 430074; 2.湖北省气象信息与技术保障中心, 武汉 430074)

摘 要:采用 1961~2005 年湖北省 71 个气象台站常规地面气象观测资料, 对该省雷电日数的时空变化特征进行了统计分析。结果表明:湖北省年雷电日数在 23~53 d, 年平均雷电日数为 36 d; 通过小波分析发现, 湖北省 1980 年以前为雷电相对较多时期, 1980 年以后为雷电相对较少时期; 一年中任何一天都有可能出现雷电天气, 平均初雷日在 2 月下旬, 终雷日在 10 月上旬; 春季和夏季雷电日数占全年雷电日数的 88.5%, 秋、冬季占全年雷电日数的 11.5%; 雷电日数月际变化呈双峰型, 主峰、次峰分别出现在 7 月和 4 月; 一年中 7 月、8 月雷电日数最多, 约占全年雷电日数的 47%; 鄂西南、鄂东地区年雷电日数最多, 属高雷区, 其它地区属多雷区; 近 45 年湖北省雷电日数呈现明显减少趋势, 平均初雷日有所推迟, 平均终雷日则有所提早。

关键词:雷电日数; 时空变化; 趋势分析; 雷电区划分

中图分类号:P446 文献标识码:A

1 引言

随着我国经济发展和信息网络技术的广泛应用, 雷电灾害对各行各业特别是对建筑、电力、国防、石化、交通、航空、电气、消防、化工等行业的威胁显得更为严重。湖北省地处亚热带季风气候区, 地形复杂, 常年水汽充沛, 对流不稳定活跃, 有利雷暴天气形成与发展, 这使该省成为雷电多发地区, 雷电灾害的危害程度仅次于暴雨洪涝以及泥石流、山体滑坡等气象地质灾害, 严重威胁着该省社会公共安全和人民生命财产安全。据不完全统计, 2000~2005 年湖北省遭受雷击伤亡共计 100 余人, 最严重的一次雷击事故伤亡达 28 人(死 8 人、伤 20 人)。因此, 研究湖北省雷电日数的时空变化特征及其规律, 对避免或减轻雷击灾害造成的经济损失和人民生命财产损失, 具有十分重要的意义。

我国对于雷暴的研究已有一定基础。徐桂玉等^[1]研究了我国南方雷暴的气候特征, 指出自 1971~1995 年我国南方年雷暴次数呈现逐渐减少的总趋势, 多雷暴带与主要山地分布密切相关; 张美平等^[2]分析了广州白云国际机场近 46 年雷暴气候的统计特征, 指出该机场 46 年来雷暴呈逐年减少趋势; 段炼等^[3]通过对成都地区近 42 年雷暴资料的分析发现, 成都地区雷暴日数变化有减少的趋势, 每 10 a 减少近 4 d; 20 世纪 90 年代初, 尤运珍^[4]对武汉地区 5 个台站近 20 年的雷暴资料作了初步统计分析, 归纳出该地区雷暴时

空分布的基本特征; 王学良^[5]通过对武汉市雷电日数的分析, 揭示了其时间和地域变化的有关特征。然而, 针对湖北省雷电日数时空变化的系统分析, 尚未见文献报道。为此, 利用 1961~2005 年湖北省 71 个气象台站雷电(暴)日观测资料, 采取统计学方法, 对近 45 年湖北省雷电日数的时空分布特征进行了分析, 试图揭示该省雷电日数的时空演变规律, 为全省各级政府部门开展防雷减灾决策提供科学依据。

2 资料来源与统计方法

雷电(暴)日数和雷电(暴)初终日资料均来源于湖北省 71 个气象台站地面观测资料, 其资料年限为 1961~2005 年。这里, 规定在一日内(20~20 时)只要闻雷声(无论 1 次或多次), 就统计为 1 个雷电(暴)日。年雷电日数(D_y)是指全年各月所有雷电日数的总和; 年平均雷电日数(\bar{D}_y)是指对各站近 45 年的雷电日数求平均^[5]。在分析湖北省雷电日数的空间变化特征时, 将湖北省分为鄂西北、鄂西南、鄂东北、鄂东南和江汉平原等 5 区, 其地理分区见文献[6]。

为了分析 1961~2005 年湖北省雷暴日数的小波变换特征, 此文采用气象应用研究中常用的墨西哥帽小波(Mexihat)对雷暴资料序列进行变换, 其小波母函数为^[3]:

$$\Psi(t)=(1-t^2)e^{-t^2/2} \quad (1)$$

将函数 $\Psi(t)$ 伸缩和平移后得:

收稿日期:2006-08-09; 定稿日期:2007-02-05

基金项目:湖北省气象局科技发展基金项目“湖北省雷电灾害时空特征研究”(2007Y03)

作者简介:王学良, 男, 1962 年生, 高级工程师, 主要从事雷电防护技术和方法研究。E-mail:wxlwh@tom.com

$$\Psi(t) = \frac{1}{\sqrt{a}} \Psi\left(\frac{t-b}{a}\right) \quad (2)$$

$\Psi_{ab}(t)$ 是由(2)式给出的连续小波序列,其中 a 为伸缩因子, b 为平移因子。

3 雷电日数的时间变化

3.1 雷电日数的年代际变化

3.1.1 年际变化差异较大

雷暴(电)天气现象在湖北省各气象台站每年均有记录,但年际变化差异较大。统计结果表明(图 1):1961~2005 年湖北省 71 个气象台站平均年雷电日数 (y) 为 36 d,最多出现在 1963 年,为 53 d,最少出现在 2001 年,为 23 d。另外,单站最多年雷电日数为 87 d,1963 年出现在阳新和武穴两地,年雷电日数达 80 d 以上的还有 1961 年(通山、建始),1962 年(通山);单站最少年雷电日数为 8 d,分别出现在 1980 年(老河口)和 2001 年(天门)。

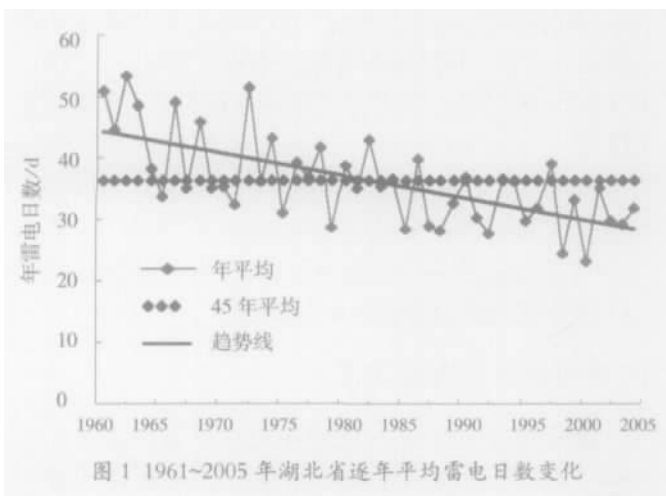


图 1 1961~2005 年湖北省逐年平均雷电日数变化

3.1.2 年代际变化明显

从图 1 中年雷电日数的变化趋势可见,自 20 世纪 60 年代以来,湖北省平均年雷电日数呈现出逐年减少的趋势, \bar{D}_y 在 60 年代(1961~1970 年)、70 年代、80 年代、90 年代分别为 43 d、38 d、35 d 和 30 d,在 1991~2005 年也为 30 d,尤其是 90 年代以后的 15 年(1991~2005 年),只有 2 年的雷电日数超过 45 年平均值(36.3 d);60 年代湖北省年雷电日数最多,这 10 年中共有 7 年的雷电日数大于等于 36.3 d,而 70~90 年代的 30 年年雷电日数大于等于 36.3 d 的年份仅为 8 年。

3.2.3 减少趋势显著

为了更清楚地了解湖北省雷电日数随时间变化的趋势,根据公式(3),可以计算雷电日数的气候趋势系数(r_{xt})^[3]。

$$r_{xt} = \frac{\sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x})(t - \bar{t})}{\sqrt{\sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x})^2 \sum_{t=1}^n (t - \bar{t})^2}} \quad (3)$$

式(1)中, x_t 表示第 t 年雷电日数, n 为年数,表示年雷电日数平均值, $\bar{t}=(n+1)/2$, r_{xt} 的正(负)值表示该要素在此时间序列中升(降)趋势的大小。若 $r_{xt}>0$,表明年雷电日数有上升趋势, r_{xt} 越大上升趋势越强;若 $r_{xt}<0$,表明年雷电日数有下降趋势, r_{xt} 值越小下降趋势越强。

将有关数据代入式(1)计算得 $r_{xt}=-0.6578$,通过 0.001 信度检验。这说明湖北省近 45 年雷电日数呈减少趋势,且相关性达极显著水平。再由其变化趋势直线方程

$$D_{y(t)} = -0.3625x_t + 44.593$$

可知,近 45 年,每 10 年湖北省年雷电日数大约减少为 3~4 d。

3.2 雷电日数的季节变化

统计湖北省 71 站春季(3~5 月)、夏季(6~8 月)、秋季(9~11 月)、冬季(12~2 月)雷电日数,结果表明:夏季平均雷电日数最多,为 21.5 d,占全年雷电总日数的 58.9%;春季次之,为 10.8 d,占 29.6%;秋季又次之,为 3.0 d;冬季最少,仅 1.2 d。可见,湖北省雷电日数主要出现在春夏两季,两季雷电日数占全年雷电总日数的 88.5%。

3.3 雷电日数的月变化

近 45 年,除鄂西北大部分县(市)1 月、12 月无雷电记录之外,其它地区一年 12 个月各月均有雷电记录。从湖北省 1~12 月平均雷电日数变化折线图中可见(图 2),其变化呈双峰型,主峰出现在 7 月,次峰出现在 4 月;雷电日数在 1~7 月基本随时间递增(仅 5 月稍有减少),至 7 月达到峰值,从 8~12 月逐月减少,其中 9 月减幅最大,比上月减少 73%左右;全年 7~8 月雷电日数最多,平均每月约 8~9 d,约占全年总雷电日数的

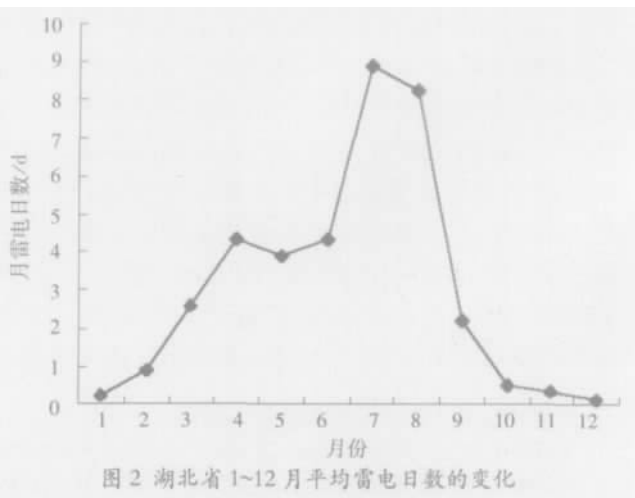


图 2 湖北省 1~12 月平均雷电日数的变化

47%;一年中 1 月、12 月雷电日数最少,占全年总雷电日数不足 1%。

根据各月雷电日数,可将湖北省一年 12 个月划分为少雷电期(月平均雷电日数 ≤ 1 d)、多雷电期(月平均雷电日数在 2~7 d)和强雷电期(月平均雷电日数 ≥ 8 d) 3 个不同时段。按照其划分标准,1 月、2 月、10 月、11 月、12 月是湖北省的少雷电期,3 月、4 月、5 月、6 月、9 月是多雷电期,7 月、8 月是高雷电期。另外,分析近 45 年湖北省各月平均雷电日数资料发现,平均雷电日数除 11 月份略有上升之外,其他各月均不同程度减少,其中 7 月、8 月减少最明显,大约平均 10 年减少 1 个雷电日,此现象具体成因有待进一步研究。

3.4 雷电初日、终日的变化

3.4.1 初雷日变化

近 45 年,湖北省平均初雷日在 2 月下旬(27 日),最早平均初雷日在 2 月 4 日(1980 年),最晚平均初雷日在 3 月 26 日(1983 年),比平均初雷日推迟近 1 个月。单站最早初雷日在 1 月 1 日(1980 年共有 31 个台站),单站最晚初雷日是 6 月 7 日(郧西 1971 年)。从近 45 年平均初雷日变化看,其总的趋势是有所推迟。从 20 世纪 60~80 年代,平均初雷日明显推迟,但 90 年代以后又有所提早。如 80 年代约比 70 年代推迟 10 d,平均初雷日在 3 月 6 日左右,但 90 年代又提前到平均

初雷日(2 月 27 日);2000~2005 年平均初雷日提前到 2 月 21 日前后。

3.4.2 终雷日变化

近 45 年,湖北省平均终雷日在 10 月上旬(6 日),平均最早终雷日期为 8 月 21 日(2001 年),平均最晚终雷日是 12 月 4 日(1968 年)。平均最早和最晚终雷日期前后相差达 3 个多月。单站最早终雷日是 7 月 30 日(房县 1980 年),单站最晚终雷日是 12 月 31 日(1974 年共 15 个台站,1996 年来风、蕲春)。统计结果表明,湖北省平均终雷日总的变化趋势有所提早,从 20 世纪 80 年代初到 2000 年,全省平均终雷日期比前 20 年(1961~1980 年)平均约提前 4 d。

3.5 雷电日数变化的小波分析

从由式 (2) 制作的 1961~2005 年湖北省雷暴日数 Mexihat 小波变换图上可见(图 3),当时间尺度为 4 a 时,湖北省雷暴日数以偏多、偏少交替出现为主,偏多的年份约在 1964 年以前、1973~1984 年、1993~1998 年,偏少的年份在 1965~1972 年、1985~1992 年、1999~2005 年,2006 年也处于减少期间;从较大时间尺度分析,即时间尺度为 16 a 时,湖北省雷电日数约在 1980 年以前属偏多时期,1980 年以后属偏少时期;小波系数由正变负的转折点在 1980 年,由此判断,1980 年是近 45 年湖北省雷暴日数的突变年。

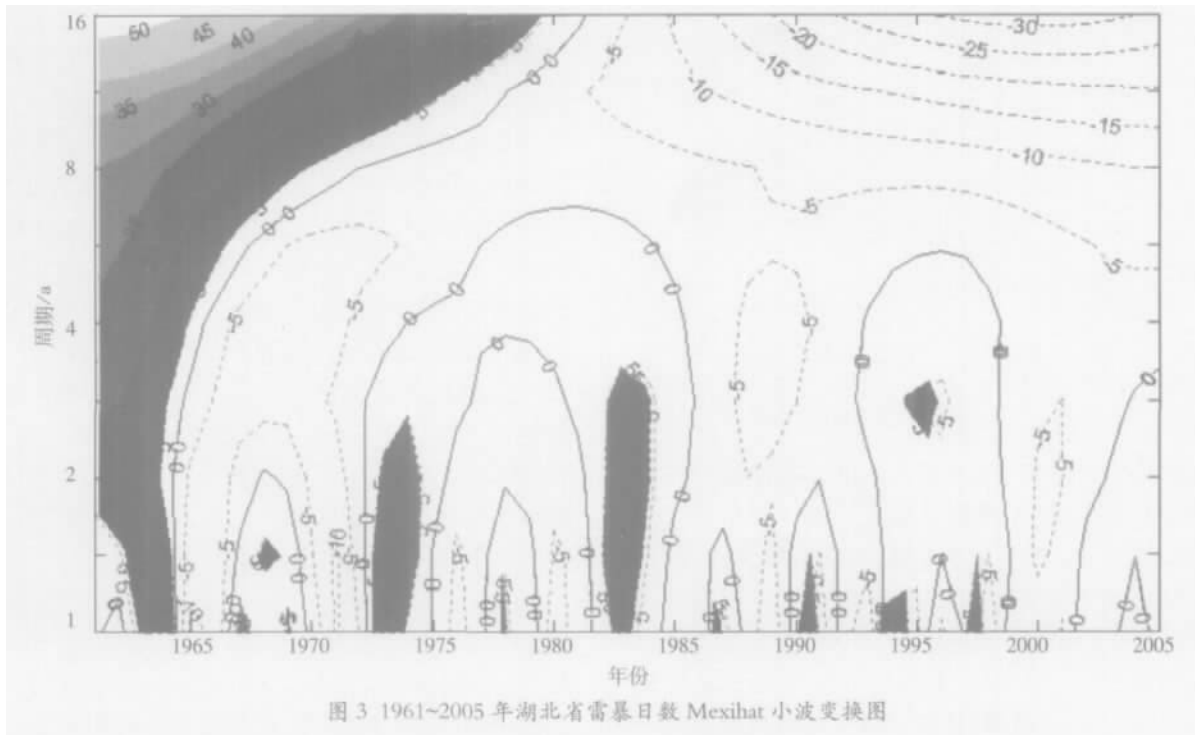


图 3 1961~2005 年湖北省雷暴日数 Mexihat 小波变换图

4 雷电日数的空间变化

4.1 年雷电日数的地域变化

图 4 是湖北省各地年雷电日数分布图。从中可发现

其分布特征:(1)年雷电日数南多北少;鄂东南、鄂西南的年平均雷电日数最多,鄂东南年平均雷电日数超过 50d 出现在通山、阳新,鄂西南年平均雷电日数超过 50 d 出现在来风、鹤峰;鄂西北年雷电日数最少,其中

老河口、谷城仅 23 d;江汉平原是年雷电日数相对较少区,如仙桃、公安的年平均雷电日数分别为 30 d 和 29 d,比同纬度其它站点少 2~6 d。(2)112°E 以东地区年雷电日数经向变化是东多西少,112°E 以西地区年雷电日数经向变化特征不明显。

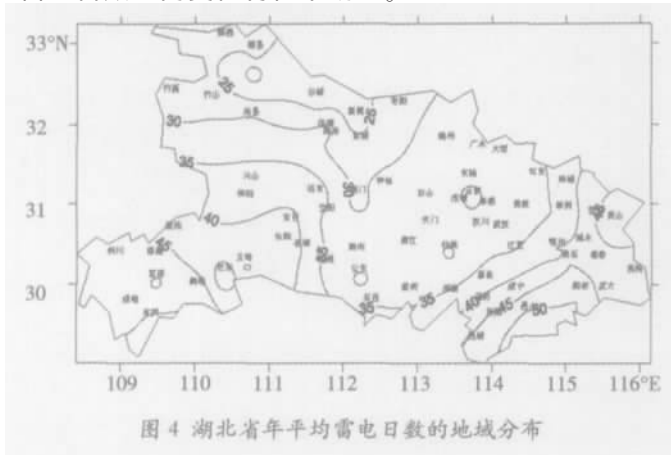


图 4 湖北省年平均雷电日数的地域分布

4.2 雷电初日、终日的地域变化

湖北省雷电初日地域分布特征是南早北晚(除鄂东北之外),即平均雷电初日从南至北依次推迟(图 5,图中数据为初雷日距 1 月 1 日累计天数);平均雷电初日,31°N 以南在 2 月 9 日到 3 月 1 日之间,31°N 以北在 3 月 1~31 日之间;鄂东北平均雷电初日在 2 月 18~24 日。

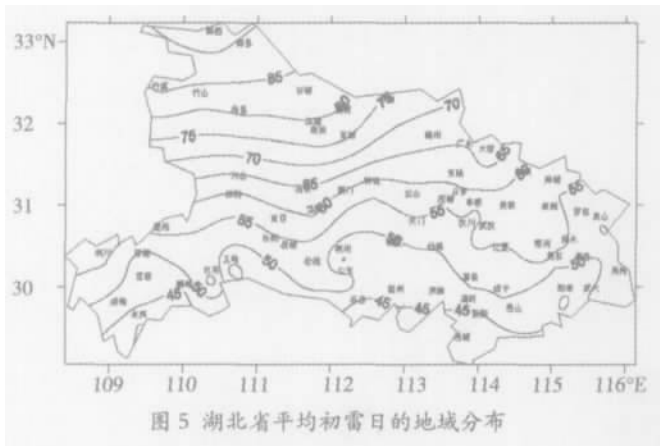


图 5 湖北省平均初雷日的地域分布

与雷电初日相比,湖北省雷电终日的地域分布更复杂(图 6,图中数据为终雷日距 1 月 1 日的累计天数),其雷电终日总的分布特征是南晚北早,鄂西南最晚,如来风站平均雷电终日在 11 月 2 日;鄂西北最早,如郧西站平均终雷日在 9 月 21 日;平均雷电终日除鄂西南在 10 月下旬外,其他地区在 9 月下旬至 10 月上中旬;112°E 以西,同纬度地区平均雷电终日是西晚东早,112°E 以东,其分布规律性不明显。

4.3 湖北省雷电区的划分

根据《建筑物电子信息系统防雷技术规范》(GB 50343-2004)中的规定,年平均雷暴日大于 20 天而不

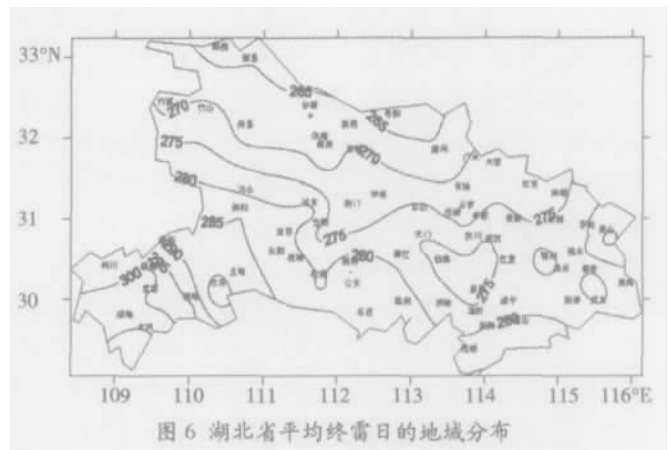


图 6 湖北省平均终雷日的地域分布

超过 40 天的地区属多雷区,大于 40 天而不超过 60 天的地区属高雷区^[7]。以此为标准,统计鄂西南、鄂东北、鄂东南、鄂西北、江汉平原各站年平均雷电日数,结果发现,鄂西南、鄂东北和鄂东南各站年平均雷电日数在 41~48 d 之间,鄂西北、江汉平原各站年平均雷电日数在 25~31 d 之间。再结合图 3,可将湖北省划分为两个雷电区域。一是高雷区,其范围包括鄂西南以及麻城、鄂州到嘉鱼一线以东地区;二是多雷区,其范围包括鄂西北与江汉平原及其北部地区。

5 结果与讨论

(1)近 45 年,湖北省平均年雷电日数在 23~53 d 之间,年平均雷电日数为 36 d。单站最多年雷电日数为 87 d,单站最少年雷电日数为 8 d;全省雷电日数呈现减少趋势,大约每 10 年雷电日数减少 3~4 d。

(2)湖北省雷电日数主要出现在春季和夏季,两季占全年总雷电日数的 88.5%;全年各月平均雷电日数变化呈双峰型,主峰出现在 7 月,次峰出现在 4 月;一年中 7~8 月雷电日数最多,平均每月约 8~9 d,约占全年总雷电日数的 47%;一年中 1 月、12 月雷电日数最少,不足全年总雷电日数的 1%。

(3)湖北省平均初雷日在 2 月 27 日,单站最早初雷日在 1 月 1 日,单站最晚初雷日在 6 月 7 日;平均终雷日在 10 月 6 日,单站最早终雷日为 7 月 30 日,单站最晚终雷日为 12 月 31 日。总的变化趋势是,平均初雷日有所推迟,终雷日有所提早。

(4)湖北省年雷电日数地域分布不均,鄂西南、鄂东地区年雷电日数最多,属高雷区;鄂西北、江汉平原及其北部地区属多雷区。湖北省雷电初日表现出南早北晚(鄂东北除外)特点,从南至北平均雷电初日依次推迟。初雷一般在 2 月中下旬到 3 月中下旬。平均雷电终日在 9 月下旬至 10 月上中旬(鄂西南在 10 月下旬除外)。

(5)近 45 年湖北省平均雷电日数表现为明显的减少

趋势。采用 Mexihat 小波变换图分析表明,当时间尺度为 4 a 时,湖北省雷暴日数以偏多、偏少交替出现为主。2006 年仍处于一个减少期间。当时间尺度增大到 16 a 时,2006 年也处于雷暴日数减少时期。小波系数由正变负的转折点在 1980 年(雷暴日数突变年),即湖北省 1980 年以前为雷电相对较多时期,1980 年以后为雷电相对较少时期。究其原因,可能与气候变化和大气电场的周期性变化有关,具体原因有待进一步探讨。

参考文献:

- [1] 徐桂玉,杨修群.我国南方雷暴的气候特征研究[J].气象科技,2001,21(3):299~307.
- [2] 张美平,敖淑珍,刘翔,等.广州白云国际机场近 46 年来雷暴气候的统计特征[J].应用气象学报,2004,15(1):66~73.
- [3] 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.
- [4] 尤运珍.武汉地区雷暴的时空分布特征[J].湖北气象,1990(3~4 合刊):87~91.
- [5] 王学良.武汉市雷电日数的时间和地域变化特征分析[J].湖北气象,2003(4):21~23.
- [6] 中国气象局预测减灾司.中国气象地理区划手册[M].北京:气象出版社,2006.
- [7] GB50343-2004 建筑物电子信息系统防雷技术规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2004.

Temporal and Spatial Variation Feature Analysis of the Thunder and Lightning Days in Hubei Province During the Latest 45 Years

WANG Xue-liang¹, WANG Hai-jun², LI Wei-hong¹

(1. Lightning Protection Centre of Hubei Province, Wuhan 430074;

2. Meteorological Information and Technology Support Centre of Hubei Province, Wuhan 430074)

Abstract: Based on the general ground meteorological observation data in 1961~2005 of the 71 meteorological stations in Hubei province, the temporal and spatial feature of the thunder and lightning days is analyzed. The results shows that: the number of the thunder and lightning days in Hubei province is 23 to 53 every year, the average is 36 days per year. The wavelet analysis shows that the number of thunder and lightning days is relatively bigger before 1980 and smaller after 1980 in Hubei province. Every day has the possibility of happening thunder and lightning weather among a year, the first thunder and lightning day appears in the last ten-day of February and the last appears in the first ten-day of October averagely. About 88.5 percent of thunder and lightning weather days appears in spring and summer and the rest 11.5 percent appears in autumn and winter, the monthly variation of the thunder and lightning days takes on double peak shape, the main peak appears in July and the secondly peak appears in April. Among a year, the thunder and lightning days appear mostly in July and August, accounting for about 47 percent. Southwest Hubei and East Hubei are the high thunder happening regions, the other regions also have many thunder and lightning days but relative fewer. During the latest 45 years the number of thunder and lightning days obviously decreases, the first thunder and lightning day begins to postpone and the ending day begins to advance averagely.

Key words: The thunder and lightning days; Temporal and spatial variation; Trend analysis; Thunder and lightning area division