

近 50 年天水市雷暴日数的时空分布特征

李晓鹤^{1,2}, 胡利平², 赵宁¹, 李侠², 陈薇² (1. 天水市人工影响天气办公室, 甘肃天水 741000; 2. 甘肃省天水市气象局, 甘肃天水 741000)

摘要 利用 1964~2013 年天水市 7 个测站的逐日雷暴观测资料, 对天水雷暴天气的分布情况、年际变化及雷暴地域变化特征等进行了统计分析, 结果表明, 近 50 年天水市各站年平均雷暴日数为 13.7~26.6 d; 主汛期(4~9 月)雷暴出现日数占全年雷暴总日数的 96%, 雷暴日数的月变化呈单峰型, 其中主峰集中在 5~8 月, 占全年雷暴总日数的 81%, 冬季几乎不出现; 平均雷暴初日、终日分别出现在 4 月下旬和 9 月下旬, 平均雷暴初终日数为 157 d; 天水各站雷暴日数逐年总体呈减少趋势, 且与海拔高度呈明显的正相关, 自西南向东北方向逐渐增多。

关键词 天水市; 雷暴日数; 时空变化; 特征分析

中图分类号 S429 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)13-04007-03

Characteristics of Spatial and Temporal Distribution of Thunderstorm Days in Tianshui in Recent 50 Years

LI Xiao-he et al (Tianshui Weather Modification Office, Tianshui, Gansu 741000)

Abstract Based on data of thunderstorm days in 7 weather stations located in Tianshui City in recent 50 years (1964-2013), this paper made a statistical analysis on the inter-annual variation, distribution and regional characteristics of thunderstorm days. The results showed that the annual thunderstorm days ranged from 13.7 to 26.6 days and 96% of them appeared in major flood period from April to September, and the month variation take on a single peak type. It also indicated that 81% of thunderstorm days appeared from May to August. The first thunderstorm day appeared in the last ten days in April and that the last day ended in last ten days in September. There are 157 days between the first and the last thunderstorm day. The thunderstorm days showed a positive correlation with elevation and took on a decreasing trend with time and an increasing trend from southwest to northeast.

Key words Tianshui City; Thunderstorm days; Spatial and temporal variation; Analysis of characteristics

雷暴是大气中伴有雷声和闪电的天气现象, 在强对流性天气系统中常伴有大风、暴雨、冰雹甚至龙卷风等灾害性天气, 虽然出现的范围小、时间短, 但因来势猛、强度大, 常造成人畜雷击死亡, 毁坏建筑物, 引发森林火灾或毁坏电力设备、电信设施等, 给工农业生产、交通运输、通讯、电力等设施以及人民群众的日常生活和生命财产造成严重威胁和损失^[1-3]。据不完全统计, 我国每年因雷击造成人员伤亡达 3 000~4 000 人, 财产损失在 50~100 亿元^[4]。甘肃省在 1989~2000 年共发生雷击灾害 50 多起, 死亡 5 人, 伤 23 人, 造成经济损失达 740 多万元^[5]。因此有关雷暴的活动规律和气候变化特征以及防雷减灾等成为众多气象气候学者关注的重要内容^[6-11]。如张敏锋等分析了我国雷电活动的气候分布特征, 结果表明雷电活动特征可以基本揭示该地区天气活动的时空分布规律^[10]; 林建等分析了我国雷电事件的时空分布特征及雷电在发展阶段和消退阶段的路径变化, 结果表明, 全国雷暴日数呈下降趋势, 雷暴大多发生在 4~9 月, 其发生发展与季节、地理、地形和气候等因素有关^[11]。

天水市地处甘肃省东南部, 北部为黄土高原, 南部为秦岭山脉, 海拔高度在 760~2 710 m。年平均降水量为 280~1 200 mm, 年降水量的 76% 集中在 5~8 月, 在此期间局地性强对流天气时常发生, 且大多以雷阵雨、暴雨、冰雹的形式出现。雷暴是天水市夏季的主要气象灾害之一, 每年均有不同程度的雷暴灾害出现。因此, 研究雷暴日数的时空变化特征

及其规律, 为雷暴活动的监测、预警、灾害预估和评估及防护提供气候背景, 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均具有十分重要的意义。近几十年来, 许多学者对甘肃及西北地区的雷暴天气在雷暴气候特征、时空分布等方面有不少研究^[12-13]。笔者利用天水市 7 个国家气象观测站 1964~2013 年的雷暴观测资料, 采取统计学方法, 对 50 年来天水市雷暴日数的时空分布特征进行了分析, 试图揭示天水雷暴的时空演变规律, 为各级政府部门开展防雷减灾决策提供科学依据。

1 资料与方法

研究资料来源于天水市 7 个国家(基本、一般)气象观测站 1964~2013 年的雷暴实况观测记载, 包括逐月的雷暴出现日数、年雷暴初、终日和持续期等, 并以 7 个站的平均统计结果代表天水市的平均水平。同时与天水市各地海拔进行相应对照, 分析天水市雷暴气候特征和分布规律。按照《地面气象观测规范》的规定, 在一日内(20:00~次日 20:00)气象台站只要听到一次以上雷声, 就统计为一个雷暴日。年雷暴日数指全年各月所有雷暴日数的总和; 年平均雷暴日数是多年雷暴日数的算术平均。

2 结果与分析

2.1 雷暴日数空间分布特征 分析天水各测站的年平均雷暴日数、年最多雷暴日数、年最少雷暴日数(表 1)可见, 天水市各地雷暴日数的空间分布十分明显。东北部海拔最高的张家川县是年雷暴日数最多的地方, 年平均雷暴日数达 26.6 d, 其次是清水、武山、甘谷县, 为 21.0~21.4 d; 西南部海拔较低的秦州、麦积两区雷暴日数分别仅为 13.7 和 15.2 d。天水市各地雷暴出现日数与地域(海拔)的关系非常大, 自西南向东北方向逐渐增多, 与海拔高度呈明显的正相关。受海

基金项目 甘肃省气象局气象科研项目(2012-13)。

作者简介 李晓鹤(1973-), 女, 甘肃秦安人, 工程师, 从事应用气象研究。

收稿日期 2014-04-18

拔的影响,海拔高的地区发生较多,高原、山区多于平川地区(图1)。用各站雷暴日数与平均雷暴日建立的模式 $Y = -5.8235 + 0.0193H$ 表明 ($R = 0.9192$, $F = 4.918$, $P < 0.1$),海拔高度增高100 m,平均雷暴日数增加1.9 d。

表1 1964~2013年天水市各地海拔高度与年平均雷暴日数对比

县区	海拔高度 m	雷暴日数//d		
		50年平均	年最多	年最少
秦州	1 143	13.7	26(1968)	5(2009)
麦积	1 085	15.2	33(1968)	6(2009)
秦安	1 226	19.0	33(1987)	5(2009)
甘谷	1 272	21.0	30(1968)	12(2009)
武山	1 496	21.1	35(1975)	11(2002)
清水	1 379	21.4	39(1973)	4(2009)
张家川	1 666	26.6	45(1968)	10(2009)

2.2 雷暴日数和季分布特征 由图2可知,天水市7个测站1964~2013年平均雷暴日与降水量变化趋势基本一致,均具有明显的月变化和季节变化,其变化呈单峰型。雷

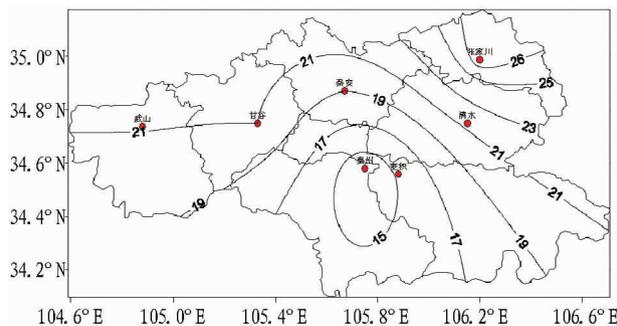


图1 1964~2013年天水市年平均雷暴日数分布

暴日数在2~7月基本随时间递增,至7月达到峰值,8~11月逐月减少,大体呈正态分布。冬季(12月~次年2月)除秦安站1979年2月出现1 d外,12、1月均未出现雷暴。雷暴日数主要出现在主汛期(4~9月),占全年雷暴总日数的96%;其中又以5~8月雷暴日数最多,平均每月约为3.6~4.8 d,占全年雷暴总日数的81%。因此,雷暴天气研究和预报服务的关键季节在主汛期。

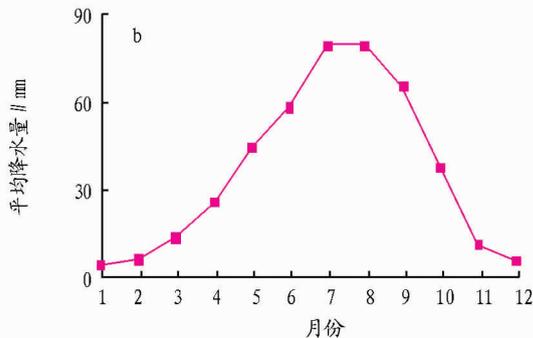
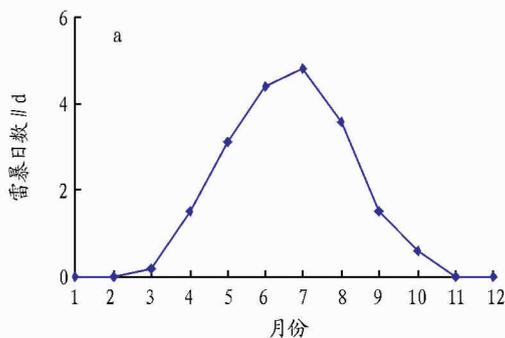


图2 1964~2013年天水市月平均雷暴日(a)和月平均降水量(b)变化

2.3 雷暴的年代际变化 经统计,1964~2013年天水市各站年平均雷暴日数在13.7~26.6 d,7个站平均为19.7 d;最多年雷暴日数为45 d,出现在1968年(张家川站),最少年雷暴日数为4 d,出现在2009年(清水站);就全市7站平均而言,最多、最少年雷暴日数分别为32.4和7.7 d;不同年份各站雷暴日数变化较大,其变化幅度在4~45 d,平均变幅为18~35 d,其7站平均差值为24.7 d。从天水市50年年雷暴日数的变化曲线(图3)可以看出,20世纪60年代雷暴日数较多,且在1968年出现最高峰值(32.4 d);1970~1984年间持续偏少,在平均值以下;1985~2006年间雷暴日数的年际间振动幅度较大;2007年后持续减少,且在2009年达最低值(7.7 d)。

80和90年代也以偏少为主^[14];陇中地区在1971~2000年间雷暴日数的年际变化呈阶段性上升和总体下降趋势^[15],天水市的雷暴年际变化特征也与此规律基本吻合。

为了更清楚地了解天水市雷暴日数随时间变化的趋势,

根据公式 $r_{xt} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(t - \bar{t})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (t - \bar{t})^2}}$ 计算雷暴日数的气候

趋势系数 $r_{xt} = -0.3527$,通过0.001信度检验,说明天水市近50年来雷暴日数呈减少趋势,且相关性达到显著水平。再由其变化趋势直线方程: $D_{y(t)} = -0.1197X_t + 22.775$ 可知,近50年来天水市雷暴日数的减少趋势为1.2 d/10a。对比相关研究结果,从20世纪70年代开始,西北地区雷暴日数总体呈减少趋势^[13];与天水毗邻的陕西雷暴频数20世纪

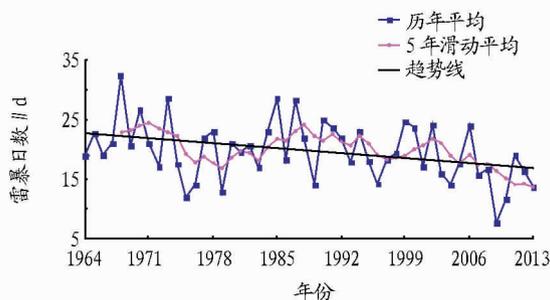


图3 1964~2013年天水市平均雷暴日数年际变化

表2 天水市雷暴日数与气温、降水量的年代际变化

时间段	降水量偏幅//%	气温距平//°C	雷暴日数距平//d
1964~1970	11.8	-0.5	3.4
1971~1980	-1.6	-0.3	-0.8
1981~1990	4.9	-0.4	2.0
1991~2000	-14.2	0.3	0.8
2001~2010	-2.3	0.7	-3.3
2011~2013	16.2	0.5	-3.3

通过分析雷暴日数与温度、降水的年代际变化(表2),

发现在雷暴日数偏多的 20 世纪 60 年代,降水量偏多、气温偏低;之后随着气温升高,降水量减少,雷暴日数也减少;但从 2000 年以后,虽然降水量有增有减,但雷暴日数减少最多,同时也是增温最明显的时期,气温升高对雷暴减少的影响更加明显。

2.4 雷暴初、终日和初终间日数的变化 由表 3 可知,1964~2013 年天水市平均雷暴初日为 4 月 21 日,初雷暴日最早出现在 2 月 22 日(秦安 1979 年);平均雷暴终日为 9 月 25 日,终雷暴日最晚出现在 11 月 29 日(清水、张家川 2011 年);天水市平均雷暴初终间日数为 157 d,最多为武山 177 d,最少为麦积 132 d。通过对天水市 1964~2013 年雷暴初终间日数变化趋势的分析发现,清水、张家川雷暴初终间日数没有明显变化;甘谷、武山、麦积雷暴初终间日数有延长的变化趋势,其延长趋势为 1.4~2.6 d/10a;秦州、秦安雷暴初终间日数有缩短的变化趋势,其缩短趋势为 1.1~4.4 d/10a;7 站平均而言,天水市 50 年雷暴初终间日数总体变化趋势基本不变。

表 3 1964~2013 年天水市各地雷暴平均初、终日期及初终间日数对比

县区	平均初日	最早初日	平均终日	最晚终日	平均初终间日数//d
秦州	05-05	03-19(2012)	09-25	10-30(1985)	144
麦积	04-30	03-15(1976)	09-08	10-30(1999)	132
秦安	04-08	02-22(1979)	09-12	11-03(1964)	158
甘谷	04-14	03-18(2012)	09-26	11-04(1968)	166
武山	04-08	03-03(1998)	10-01	11-16(2002)	177
清水	04-28	03-19(1981)	10-06	11-29(2011)	162
张家川	04-26	03-21(2009)	10-05	11-29(2011)	163
全市平均	04-21	03-18(2012)	09-25	11-29(2011)	157

3 小结

(1) 天水市各站年平均雷暴日数在 13.7~26.6 d,全市平均为 19.7 d;全市最多、最少年雷暴日数分别为 45 和 4 d,平均最多、最少年雷暴日数分别为 32.4 和 7.7 d。不同年份各站雷暴日数变化较大,其变化幅度在 4~45 d,平均变幅为 18~35 d,其 7 站平均差值为 24.7 d。

(2) 天水市雷暴日的月变化呈单峰型。主汛期(4~9 月)雷暴出现日数占全年雷暴总日数的 96%,其中主峰集中在 5~8 月,平均每月约为 3.6~4.8 d,占全年雷暴总日数的 81%。月变化和季节变化与降水量变化趋势基本一致。

(3) 天水市平均雷暴初日为 4 月下旬,初雷暴日最早出

现在 2 月 22 日;平均雷暴终日为 9 月下旬,终雷暴日最晚出现在 11 月 29 日;天水市平均雷暴初终间日数为 157 d,最多为武山 177 d,最少为麦积 132 d。

(4) 天水市各地雷暴出现日数与地域(海拔)的关系非常大,自西南向东北方向逐渐增多,与海拔高度呈明显的正相关。东北部海拔最高的张家川县是年雷暴日数最多的地方,年平均雷暴日数达 26.6 d;西南部海拔较低的秦州、麦积两区雷暴日数分别仅为 13.7 和 15.2 d。

(5) 近 50 年来天水平均雷暴日数总体呈下降趋势,但雷暴日数的减少并不能说明单个雷暴日中雷暴次数的减少和单个雷暴强度的下降,更不能由此得出雷暴造成的灾害损失也相应减少的结论,因为雷暴造成的损失不仅与雷暴特性密切相关,还与地区经济发展程度、城市现代化程度、防雷减灾意识和措施等密切相关^[16-17]。雷暴活动对社会经济发展和人民生命财产安全还存在严重的威胁,因此防雷减灾安全研究工作仍需持续。

参考文献

- [1] 陈渭民. 雷电学原理[M]. 北京:气象出版社,2006:380-381.
- [2] 徐祥德,汤绪,徐大海. 城市化环境气象学引论[M]. 北京:气象出版社,2002:100-120.
- [3] 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):65-69.
- [4] 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.
- [5] 张锐,冯旭宇,刘晓东. 内蒙古河套地区雷暴气候特征分析[J]. 干旱区资源与环境,2011,25(3):84-87.
- [6] 韦丹,肖稳安,陈红兵. 河南省 46 年雷暴的时空变化特征分析[J]. 安徽农业科学,2010,38(29):16362-16364.
- [7] 王学良,王海军,李卫红. 近 45 年湖北省雷电日数的时空变化特征分析[J]. 暴雨灾害,2007,26(1):83-87.
- [8] 王万满,赵年武. 近 54 年青海省共和地区雷暴气候特征分析[J]. 安徽农业科学,2012,40(7):4259-4262.
- [9] 冯旭宇,薛胜军,巴特尔. 高纬高原雷暴气候特征及变化规律[J]. 干旱区资源与环境,2011,25(6):176-181.
- [10] 张敏峰,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.
- [11] 林建,曲晓波. 中国雷电事件的时空分布特征[J]. 气象,2008,34(11):23-30.
- [12] 杨晓玲,余龙,杨金虎,等. 武威市雷暴气候特征及预报方法研究[J]. 安徽农业科学,2010,38(36):20956-20959.
- [13] 冯建英,陈佩璇,梁东升. 西北地区雷暴的气候特征及其变化规律[J]. 甘肃科学学报,2007,19(3):71-74.
- [14] 蔡新玲,刘宇,康岚,等. 陕西省雷暴的气候特征[J]. 高原气象,2004,23(1):47-49.
- [15] 裴永成,南洲. 陇中地区雷电的基本特征[J]. 干旱气象,2006,24(S1):69-71.
- [16] 张景平,任国新,乔艳君. 甘肃省雷电活动及雷灾预防措施[J]. 甘肃气象,2003,21(2):34-36.
- [17] 李亚丽,杜继稳,鲁渊平,等. 陕西雷暴灾害及时空分布特征[J]. 灾害学,2005,20(3):99-102.
- [18] 气象科技,2001,29(3):54-57.
- [19] 龚强,袁国恩,张云秋,等. MM5 模式在风能资源普查中的应用试验[J]. 资源科学,2006,28(1):145-149.
- [20] 李泽椿,朱蓉,何晓凤,等. 风能资源评估技术方法研究[J]. 气象学报,2007,65(5):708-707.
- [21] 周荣卫,何晓凤,朱蓉. MM5/CALMET 模式系统在风能资源评估中的应用[J]. 自然资源学报,2010,25(12):2101-2113.
- [22] 成驰,杨宏青,袁业畅,等. 基于数值模拟的湖北省风能资源储量估算[J]. 安徽农业科学,2011,39(12):7374-7377.
- [23] 马明亮,张加昆,魏鸿业,等. 基于 CALMET 对复杂地形下风场的模拟研究[J]. 环境科技,2011,20(4):181-184.

(上接第 3999 页)

可以利用其进行风能资源评估等工作。

参考文献

- [1] 毛慧琴,宋莉莉,黄浩辉,等. 广东省风能资源区划研究[J]. 自然资源学报,2005,20(5):679-683.
- [2] 陈双溪,袁秋生,曾辉,等. 鄱阳湖区风能资源储量及分布研究[J]. 气象与减灾研究,2006,29(1):1-6.
- [3] 钱莉,杨永龙,杨晓玲,等. 河西走廊东部风能资源分布特征及开发利用[J]. 气象科技,2009,37(2):198-204.
- [4] 杨振斌,薛彬,袁春红,等. 用于风电场选址的风能资源评估软件[J].