

铁岭地区雷暴的时空变化特征分析

王丽, 毕伊红, 庞丽英, 毕伊兰 (辽宁省铁岭市气象局, 辽宁铁岭 112000)

摘要 利用 1971~2010 年铁岭市 4 个气象站地面观测资料, 采用线性趋势法、滑动 t 检验和山本(Yamamoto)法, 分析了铁岭市雷暴的气候特征、突变情况及雷暴与温度的关系。结果表明, 铁岭市雷暴年变化大, 40 年雷暴日数呈减少趋势, 月分布为 6~8 月多、11 月~次年 2 月少; 滑动 t 检验法和山本(Yamamoto)法检验显示, 雷暴没有发生突变; 月雷暴日与温度正相关。

关键词 雷暴; 气候特征; 滑动 t 检验; 山本(Yamamoto)法; 趋势分析

中图分类号 S161 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)32-11443-03

雷暴是一种中小尺度对流天气, 局地性强, 有时伴有局地暴雨、冰雹和大风, 是危害性很强的天气现象^[1]。随着我国经济的快速发展, 雷暴给各行各业带来的影响日趋明显, 它不仅可以在瞬间击毁建筑物、通信设施、供电系统、引发火灾, 甚至造成人员伤亡。因此, 深入研究雷暴的发生规律, 对开展雷电监测、预报预警、雷电灾害防御具有十分重要的意义。近年来, 有许多气象工作者对全国^[2-4]、南方^[5]、西北地区^[6-7]雷暴的气候特征、变化趋势进行了研究, 如胡先锋等利用 1998~2004 年全国雷电灾害资料对我国雷电灾害的时空特征及造成的损失进行了分析, 指出我国雷电灾害次数呈逐年波动增长趋势, 夏季是我国雷电灾害发生最多的季节, 占全年雷电灾害的 66%, 雷电灾害的地理分布总体上为南多北少, 雷电造成的人员伤亡事故和社会经济损失的分布具有明显的区域性, 电力和通信行业受雷灾的比例最大^[8]。铁岭地处辽宁省北部, 铁岭地区呈东高西低走势, 东部属上白山余脉, 西部为辽河平原, 属温带大陆性季风气候, 夏季炎热, 冬季寒冷, 四季分明, 每年都有雷电灾害发生, 但地形不同的地区雷暴发生的日数存在很大差异。笔者利用 1971~2010 年铁岭市 4 个气象站地面观测资料, 采用线性趋势、滑动 t 检验、山本(Yamamoto)法, 对铁岭市雷暴的时空变化特征、突变情况及雷暴与温度的关系进行了分析。

1 资料与方法

1.1 资料选取 利用铁岭市 4 个气象站(西丰县、铁岭县、昌图县、开原市)地面观测资料月报表中的雷暴日数资料, 统计 1971~2010 年铁岭市雷暴。以全市一日内(20:00~次日 20:00)出现雷声(1 次或多次)为一个雷暴日。年雷暴日数是全年各月所有雷暴日数总和, 年平均雷暴日数是指全市 40 年雷暴日数的平均值。

1.2 分析方法 采用了气象应用研究中常用的气候趋势法、滑动 t 检验和山本(Yamamoto)法, 对铁岭市雷暴日的年、月及初终日进行了分析。滑动 t 检验和山本(Yamamoto)法检验是利用 DPS(Data Processing System)数据处理系统软件来实现。滑动 t 检验是通过考察两组样本平均值的差异是否显著来检验突变。此方法是把一气候序列中两段子序列均值有无显著差异看做来自 2 个总体均值有无显著差异的

问题来检验。如果两段子序列的均值差异超过了一定的显著性水平, 可以认为均值发生了质变, 有突变发生。根据梁凤英对滑动 t 检验的分析说明^[9], 可以根据 t 统计量曲线上的点是否超过 t_{α} 值来判断序列是否出现过突变。山本(Yamamoto)法也是用检验两子序列均值的差异是否显著来判别突变的。它比 t 检验更简单明了。

2 结果与分析

2.1 雷暴的地域分布 各站 1971~2010 年雷暴日数资料显示, 铁岭地区雷暴日的分布具有明显的地域性, 雷暴日的分布东西差异较大, 东多西少, 西丰县年雷暴日数为 37.2 d, 铁岭县为 31.1 d, 昌图和开原分别为 32.2 和 33.0 d, 除西丰外, 其他 3 站相差不明显, 这是由于西丰县地处山区, 它的多发区与地形有明显关系, 山区雷暴明显多于平原地区, 这是由于地形对气流的抬升作用所致, 特别是夏季, 午后地面受日射加热, 在近地层形成不稳定层结, 容易产生对流。

2.2 雷暴日数的时间变化特征

2.2.1 雷暴日数的年代际变化。从图 1 可以看出, 20 世纪 70 年代是雷电相对频发期, 平均每年出现 56.0 个雷暴日, 高于平均水平 5.86%, 21 世纪以来平均每年出现 49.3 个雷暴日, 低于平均水平 6.81%, 80 年代、90 年代平均每年分别出现 53.4、52.9 d, 与年平均水平接近。说明铁岭市雷暴的发生 70 年代最为频繁, 而后呈逐年减少趋势。

近 40 年铁岭全市年平均雷暴日数为 52.9 d, 雷暴日数年际差异较大, 全市年雷暴日数最多为 80 d, 出现在 2005 年, 最少为 35 d, 出现在 2007 年, 最少年份是最少年份的 2.3 倍。1971~2010 年雷暴日数气候倾向率为 $-2.2 \text{ d}/10\text{a}$, 即雷暴日数减少幅度为 $2.2 \text{ d}/10\text{a}$, 这与张敏锋等在研究我国雷暴天气的气候特征中指出近 30 年来我国大部分地区平均雷暴频数在波动中减少的趋势^[10]基本一致, 也与辽宁省雷暴日数年变化趋势总体呈逐渐下降趋势^[11]相同。通过 5 年滑动平均变化曲线可以看出, 铁岭雷暴日数变化曲线呈波动状, 高值点在 20 世纪 70 年代末、80 年代中期后期、90 年代初期、2005 年, 20 世纪 70~90 年代雷暴日以 8 年左右为一周期, 进入 21 世纪无明显周期。

从各站雷暴日数的年际分布看, 波动幅度最大的是开原市, 最少年份比最少年份多 37 d, 昌图县相差最少, 为 28 d。若取距平 ≥ 10 为多雷暴年, 距平 ≤ -10 为少雷暴年, 统计 40 年来铁岭雷暴日数发现, 多雷暴年为 6 年(1971、1980、1987、

1991、1994、2005 年),少雷暴年为 5 年(1995、1997、1999、2007、2010 年),多雷暴年在各年代均有出现,但 20 世纪 80 年代和 90 年代分别有 2 年,而 20 世纪 70 年代和 21 世纪以来各有 1 年,少雷暴年主要出现在 90 年代以后,这与雷暴年变化趋势基本一致。

2.2.2 雷暴日数的月变化特征。由图 2 可见,铁岭地区除 1 月无雷暴发生外,其他各月均有发生,其中 6~8 月出现雷暴

日合计为 1 447 d,年平均为 36.2 d,占全年雷暴平均日数的 68.4%,7 月为雷暴的高发期,累计 547 d,年平均为 13.7 d,发生频率为 44.2%,其次是 6 和 9 月,分别出现 516 和 384 d,单月最多雷暴日为 26 d,出现在 2005 年 6 月,而 2 和 12 月出现雷暴的概率很小,每月仅有 1 d;单站月最多雷暴日分别为铁岭 15 d、昌图 16 d、开原 15 d、西丰 20 d。

2.2.3 雷暴的初终日及雷暴的持续期分析。由表 1 可知,

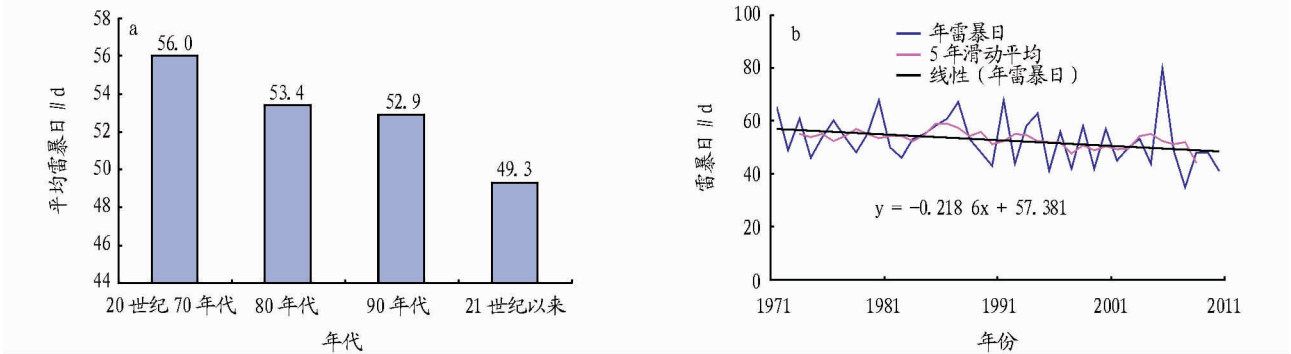


图 1 1971~2010 年铁岭雷暴日数年代(a)和年际(b)变化

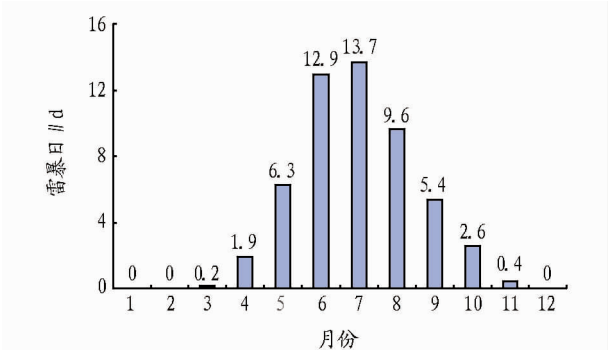


图 2 1971~2010 年铁岭市各月年平均雷暴日数分布

1971~2010 年铁岭市初雷日平均为 4 月 13 日,最早出现在 2 月 13 日(2007 年昌图和开原),最晚出现在 6 月 19 日(2004

年开原);终雷日全市平均为 10 月 25 日,最早出现在 8 月 19 日(1978 年昌图),最晚出现在 12 月 9 日(2004 年开原),初(终)雷日最早和最晚相差 3~4 个月。图 3 显示,初雷日有逐年提前的趋势,而终雷日有逐年推迟的趋势。与多年平均值相比,雷暴初日近 10 年偏早,20 世纪 80 年代偏晚;雷暴终日 20 世纪 70 年代偏早,近 10 年偏晚。

将雷暴初日和终日之间的日数定义为雷暴持续期。铁岭市雷暴平均持续期为 195.7 d,年持续期最长为 261 d(2007 年),年持续期最短为 105 d(2010 年),就单站而言,开原市最长和最短持续期相差最多,为 156 d,西丰县相差最少,为 98 d,铁岭县和昌图县分别为 122 和 143 d。可见,不同地区雷暴持续期的年际差异较大。

表 1 1971~2010 年铁岭雷暴初日、终日和持续期

站名	初雷日			终雷日			持续期/d		
	最早	最晚	平均	最早	最晚	平均	最长	最短	平均
铁岭县	1971-03-28 1997-03-28	2010-06-14	04-24	2001-08-24	1991-11-29	10-13	228(1978)	106(2010)	172.9
昌图县	2007-02-13	2004-05-15	04-21	1978-08-19	1991-11-29	10-14	261(2007)	118(1978)	177.2
开原市	2007-02-13	2004-06-19	04-24	1983-09-14	2004-12-09	10-16	261(2007)	105(2010)	175.2
西丰县	1997-03-28	2010-05-29	04-05	1982-09-07	1991-11-29	10-16	220(1991)	122(2010)	176.4
全市	2007-02-13	2004-06-19	04-13	1978-08-19	2004-12-09	10-25	261(2007)	105(2010)	195.7

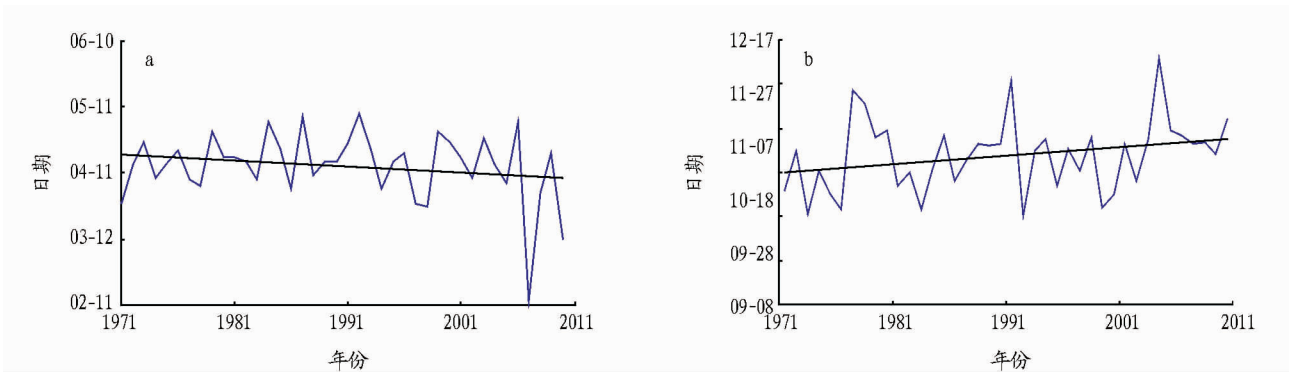


图 3 1971~2010 年铁岭市初雷日(a)和终雷日(b)变化

2.3 雷暴活动与气象要素的关系 由图 4 可见,铁岭市雷暴日数的月变化与平均气温的月变化十分相似,4 月份开始气温上升加快,热力不稳定条件增强,雷暴日数逐渐增加,进入 7 月水汽充沛,对流发展旺盛,雷暴最多,8 月气温开始下降,对流天气减少,雷暴日数开始回落,冬季气温低,基本无雷暴发生;雷暴日的月变化与平均气温的月变化呈正相关关系,雷暴的多发期出现在月平均气温 $>20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的月份,月平均气温 $<0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的月份雷暴发生日数仅占总日数的 1.1%。表明下垫面的增温幅度、热对流的强弱是影响雷暴发生和分布的主要因素。

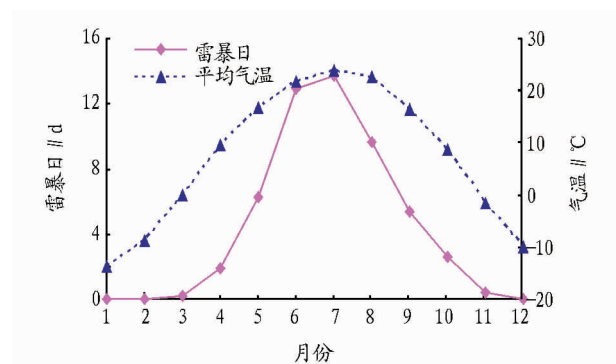
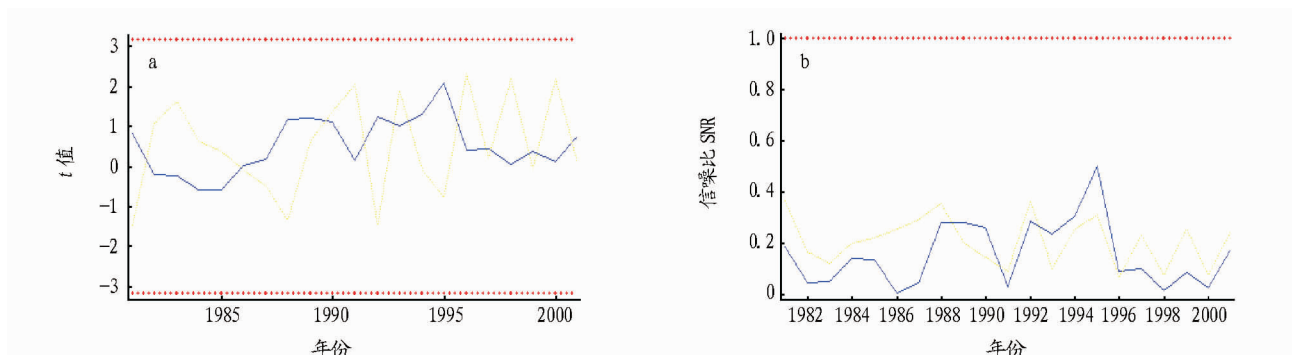


图 4 铁岭各月雷暴日数与平均气温的月变化



注:图 a 中 2 条虚直线表示显著水平 $\alpha=0.01$ 的临界值 $U(U=\pm 3.2)$ 。图 b 中虚直线为 $\alpha=0.01$ 显著水平的临界值。

图 5 1971~2010 年铁岭雷暴日滑动 t 统计量(a)和 Yamamoto 信噪比(b)曲线

2.4 雷暴日的突变检验 采用滑动 t 检验对铁岭市 1971~2010 年雷暴日进行突变检验,这里样本数为 40,2 个子序列长度均为 10,取 0.01 的显著水平,给定 $t_{0.01}=\pm 3.2$,将计算出来的 t 统计量序列绘制成滑动 t 统计量曲线,从图 5a 可以看出 t 统计量没有超过 0.01 显著水平,雷暴日没有发生突变。对于 1971~2010 年雷暴日变化序列,同样取 0.01 的显著水平,分析信噪比,图 5b 显示信噪比曲线没有超过 0.01 显著水平临界值,说明雷暴日没有发生突变。滑动 t 检验和山本(Yamamoto)法 2 种检验方法结果一致,由此判定铁岭市 1971~2010 年雷暴日没有发生突变。

3 结论与讨论

- (1)铁岭地区雷暴日的分布东西差异较大,东多西少,山区雷暴明显多于平原地区,西丰县年雷暴日最多为 37.2 d,其他 3 站相差不明显。
- (2)1971~2010 年铁岭平均雷暴日为 52.9 d,最多为 80 d,最少为 35 d,雷暴日的年变化呈线性减少趋势,平均减少趋势为 2.2 d/10a。
- (3)6~8 月是铁岭市雷暴多发期,占全年雷暴日数的 68.4%,峰值出现在 7 月,11 月~次年 2 月雷暴日最少,1 月无雷暴发生。
- (4)铁岭雷暴的初(终)日变化较大,初日最早为 2 月 13 日,最晚为 6 月 19 日;终日最早为 8 月 19 日,最晚出现在 12 月 9 日,最早、最晚相差 3~4 个月。初雷日有提前趋势,终

雷日有推迟趋势。

(5)月雷暴日变化与温度变化呈正相关,温度高的月份雷暴日数多,温度低的月份雷暴日数少。雷暴的多发期出现在月平均气温 $>20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的月份,月平均气温 $<0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的月份雷暴发生日数仅占总日数的 1.1%。

(6)利用 Mann-Kendall 和 Yamamoto 法进行突变检验,结果发现铁岭雷暴日减少趋势不显著,没有发生突变。

参考文献

- [1] 朱乾根,林锦瑞,寿绍文,等. 天气学原理和方法[M]. 北京:气象出版社,1981:310~357.
- [2] 陈思蓉,朱伟军,周兵. 中国雷暴气候分布特征及变化趋势[J]. 大气科学学报,2009,32(5):703~710.
- [3] 林建,曲晓波. 中国雷电事件的时空分布特征[J]. 气象,2008,34(11):22~30.
- [4] 郑淋淋,孙建华,卫捷. 我国雷暴的日变化特征[J]. 暴雨灾害,2011,30(2):137~144.
- [5] 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.
- [6] 李照荣. 西北地区雷暴气候特征[J]. 灾害学,2005,20(2):83~88.
- [7] 纪晓玲,穆建华,周虎,等. 45a 来宁夏雷暴气候统计特征及趋势分析[J]. 中国沙漠,2009,29(4):744~749.
- [8] 胡先锋,刘彦章,肖稳安. 1998~2004 年中国雷电灾害特征分析[J]. 气象与减灾研究,2007,30(3):56~59.
- [9] 梁凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京:气象出版社,2007:61~66.
- [10] 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.
- [11] 孙丽,于淑琴,李岚,等. 辽宁省雷暴日数的时空变化特征分析[J]. 气象与环境学报,2010,26(1):59~62.