

Study on the Relation between Convective Weather and Temperature and Precipitation in Xinjiang

Jun Wang¹, Shijian Ma^{2*}, Hailiang Jing², Lingwen Kong², Wenyu Dong²

¹Meteorological Bureau of Yili Kazakh Autonomous Prefecture, Yining Xinjiang

²Weather Modification Office of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi Xinjiang

Email: *msj_xj@126.com

Received: Jun. 29th, 2019; accepted: Jul. 9th, 2019; published: Jul. 16th, 2019

Abstract

When there is more than one kind of hail, thunderstorm and lightning on a certain day, it is considered that there is convective weather on that day. Convective weather is the main disastrous weather in Xinjiang. Using daily hail, thunderstorm and lightning records of surface meteorological stations, the series of days of convective weather occurrence in 93 meteorological stations in Xinjiang from 1961 to 2013 were calculated. Convective weather often occurs in Xinjiang from May to September. Tacheng area, Bozhou, Yili valley, Aksu area, Kashgar area and Kezhou are the most frequent areas. The number of days of convective weather in most areas of Xinjiang from May to August is negatively correlated with the mean temperature in the same period. When the temperature anomaly is higher (lower) than 0.5°C, the number of days of convective weather will be less (more). Only in Tacheng area and Kashgar area, the days of convective weather from May to August are positively correlated with the precipitation in the same period. When the percentage of precipitation anomaly is more (less) than 20%, the days of convective weather will be more (less).

Keywords

Convective Weather, Days of Occurrence, Spatial Distribution, Temperature, Precipitation

新疆对流性天气多寡与气温和降水关系的研究

王 军¹, 马士剑^{2*}, 荆海亮², 孔令文², 董文宇²

¹伊犁哈萨克自治州气象局, 新疆 伊宁

²新疆维吾尔自治区人工影响天气办公室, 新疆 乌鲁木齐

Email: *msj_xj@126.com

收稿日期: 2019年6月29日; 录用日期: 2019年7月9日; 发布日期: 2019年7月16日

*通讯作者。

文章引用: 王军, 马士剑, 荆海亮, 孔令文, 董文宇. 新疆对流性天气多寡与气温和降水关系的研究[J]. 气候变化研究快报, 2019, 8(4): 545-552. DOI: 10.12677/ccrl.2019.84059

摘要

当某日冰雹、雷暴、闪电有一种以上出现时,认为该日出现了对流性天气。对流性天气是新疆主要的灾害性天气。利用地面气象观测站每日冰雹、雷暴、闪电记录,计算得到1961~2013年新疆93个气象站对流性天气出现日数序列。新疆对流性天气常出现在5~9月,塔城地区、博州、伊犁河谷、阿克苏地区、喀什地区和克州为多发区。新疆大部分地区5~8月对流性天气出现日数与同期平均气温呈负相关,当气温距平偏高(低)幅度超过0.5℃时,对流性天气出现日数就会偏少(多);仅在塔城地区、喀什地区5~8月对流性天气出现日数与同期降水量之间呈正相关,这两个地区当降水量距平百分率偏多(少)幅度超过20%时,对流性天气日数就会偏多(少)。

关键词

对流性天气, 出现日数, 空间分布, 气温, 降水量

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

对流性天气是指冰雹、雷暴、闪电等阵性天气,具有突发性强、生命史短、局地性强、灾情重等特点。新疆山脉连绵纵横,形成了有利于对流性天气发生、发展的地势和地形条件。

冰雹是一种强的对流性天气。新疆天山以南的冰雹与地形走势密切相关,在春季和夏季容易发生,且与气温和降水有一定的联系[1][2]。冰雹天气出现在特定的天气形势下,常有不稳定能量的释放[3][4][5][6][7]。雷暴是指积雨云中发生的雷电交作的激烈放电现象[8],新疆每年都会出现因雷暴而引发的人员伤亡以及建筑物击毁、电力中断等灾害损失[9]。研究表明中国以及新疆的雷暴天气呈减少趋势且存在周期变化[10]-[16],还有学者对雷暴产生的地面强风、潜势预报、云的水成物组成进行了分析[17][18][19][20][21]。近年来,迅速扩张的城市下垫面对雷暴的发生产生影响[22],也有学者开始考虑冬季雷暴天气的变化趋势及其可能的原因[23]。闪电是强对流天气的一种产物,具有高电压,强电磁辐射等特征。基于中国雷电监测定位系统的闪电观测资料,王娟等[24]给出了中国闪电的地理分布特征。目前对降水与闪电的关系开展了一些探索性的研究工作[25][26]。

本文对1961~2013年新疆冰雹、雷暴、闪电的地理分布、年变化、日变化及持续时间进行分析,并探讨5~8月对流性天气出现日数与气温、降水的关系,分析结果旨在为对流性天气的预测提供依据。

2. 资料和方法

本文采用1961~2013年53年新疆93个地面气象观测站记录的冰雹和雷暴开始与终止时间、闪电日数资料。所选93站中有54站全天记录冰雹(雷暴)事件的起止时间,其余39站白天(08:00~20:00)记录冰雹(雷暴)的起止时间,夜间(20:00~08:00)只记录冰雹(雷暴)是否出现。因而仅对54个气象站进行日变化、持续时间的统计分析。若某日出现了冰雹、雷暴、闪电之中的一种或一种以上,则该日记为一个对流性天气出现日。

将每次冰雹(雷暴)事件的起止时间换算成长度为1440(24小时×60分钟)的时间序列,序列中某分钟

冰雹(雷暴)事件出现记为 1, 不出现记为 0。统计某站 53 年每分钟冰雹(雷暴)出现的累积次数, 它与该站 54 年出现总日数相比得到每分钟出现频率, 用出现频率来分析冰雹(雷暴)的日变化特点。根据每次冰雹(雷暴)事件的开始时间和终止时间, 计算得到每次的持续时间。以 0.1 h 为时间间隔单位, 计算某站 53 年冰雹(雷暴)持续时间出现在不同时间间隔的频率。

3. 对流性天气的时空分布特征

3.1. 冰雹

新疆冰雹集中出现在天山山脉、帕米尔高原、阿尔泰山和西部界山山区。天山山脉西段的昭苏和巴音布鲁克年平均冰雹日数分别超过 15 d 和 10 d, 帕米尔高原上年平均日数 5 d~10 d, 其它山区年平均日数 1 d~3 d (图 1)。北疆冰雹集中在 5~8 月, 南疆冰雹集中在 5~9 月。昭苏、巴音布鲁克、乌恰月降雹日数最多的是 6 月。阿合奇降雹日数自 4 月开始逐月增多, 到 8 月达到最多。温泉降雹日数也是逐月增多, 到 7 月达到最多。托里 5 月最多, 其后的 3 个月降雹机会均等。

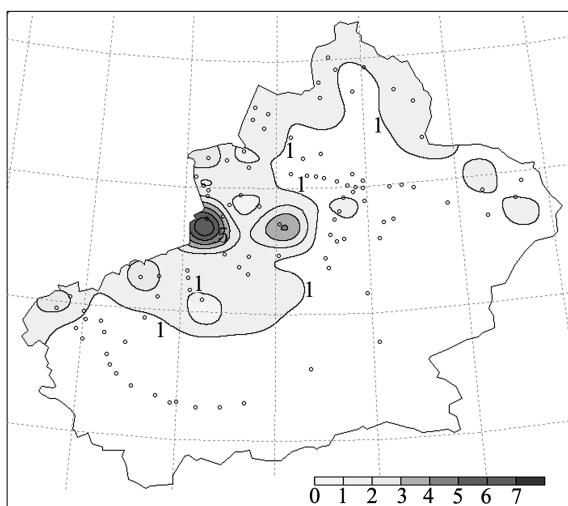


Figure 1. Annual average hail days in Xinjiang from 1961 to 2013

图 1. 1961~2013 新疆年平均冰雹日数

新疆的冰雹多发生于午后至傍晚, 热力因素和不稳定条件起到了关键作用。昭苏和巴音布鲁克主要出现在 14:00~22:00, 16:00~19:00 是高峰期; 托里、温泉主要出现在 13:00~22:00, 高峰期托里在 13:00~16:00, 温泉在 17:00~20:00; 阿合奇集中在 16:00~21:00, 高峰期在 18:00 前后; 乌恰集中在 16:00~22:00, 高峰期在 17:00~19:00。在新疆有 60% 的冰雹持续时间在 6 min 以内。

3.2. 雷暴

新疆雷暴自天山南脉的喀什西部山区、阿克苏西部山区向北经天山西部山区到天山中部山区为一东西走向的带状高发区, 带状高发区在阿合奇、乌什、昭苏、特克斯、巴音布鲁克一线和温泉为年平均日数 ≥ 50 d 的高发中心(图 2)。北疆西部塔城地区的托里存在年均日数 ≥ 30 d 的多发中心。新疆雷暴在昭苏出现最为频繁, 年均出现 83 d, 而在南疆盆地、北疆盆地、东疆地区则出现较少, 尤其在沙漠南缘的和田地区、巴州南部地区出现最少。新疆雷暴在 4~10 月出现, 集中于 6~8 月, 7 月雷暴最为活跃。新疆航空市场在每年的 6~10 月最为火爆, 客货运输量较大, 飞行活动最为频繁, 因而此期间新疆的雷暴对飞行活动影响较大。

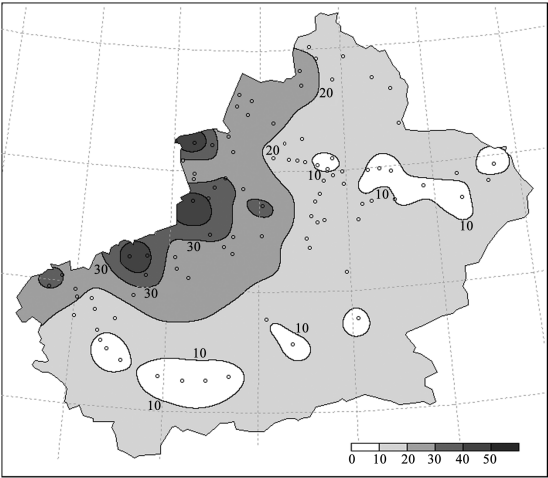


Figure 2. Annual average thunderstorm days in Xinjiang from 1961 to 2013
图 2. 1961~2013 新疆年平均雷暴日数

新疆区域雷暴日变化存在较大的差异，但在一定地域内雷暴的日变化具有相同的趋势。其特征如下：准噶尔盆地西部、北部及东疆地区雷暴 13:00~20:00 出现较多，高峰期 15:00~17:00；北疆沿天山一带的雷暴多出现在 18:00~24:00，高峰期 21:00~22:00；天山西部、中部和南疆西部山区雷暴 14:00~19:00 出现较多，高峰期在 17:00~18:00。塔里木盆地边缘的西北部、北部、东部、东南部雷暴多发时段较长，从午后 16 时至次日凌晨 05 时；塔里木盆地南缘雷暴多出现在 17:00~23:00。新疆雷暴的持续时间大部分在 1.5 h 以内。

3.3. 闪电

新疆闪电在天山南麓从阿克苏地区到巴州，存在一轴向呈东北—西南向与天山山脉走向相近的带状高发区，带状区西部从柯坪到阿克苏至拜城一线为年均闪电日数大于 30 d 的高发中心(图 3)。新疆闪电发生最为频繁的是柯坪站，年均闪电日数达 34 d。北疆西部到北疆北部也有一带状高发区，阿拉山口经克拉玛依到福海，高发中心在阿拉山口附近。新疆的闪电年变化曲线分布呈单峰正态形状，闪电出现在 3~11 月，6~8 月为多发期，7 月达到峰值。

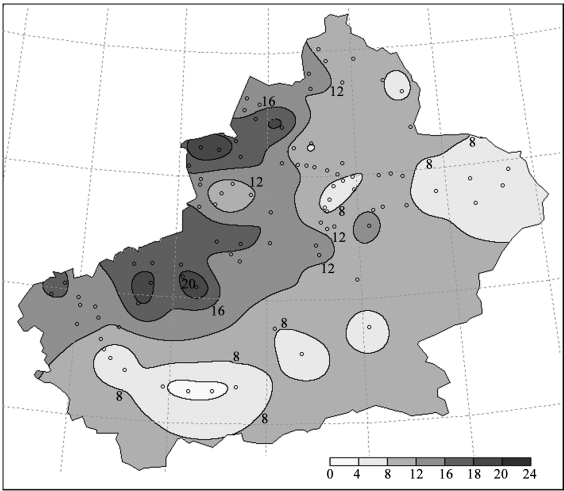


Figure 3. Annual average lightning days in Xinjiang from 1961 to 2013
图 3. 1961~2013 新疆年平均闪电日数

4. 对流性天气与气温和降水的关系

新疆对流性天气西多东少,高发区在塔城地区、博州、伊犁河谷、阿克苏地区和南疆西部山区一线,年平均日数在 30 d 以上(图 4)。昭苏位于全疆之冠,高达 87 d, 阿合奇、温泉、巴音布鲁克、特克斯、柯坪、乌什、拜城在 50 d~62 d。5~9 月是对流性天气的多发时段,以盛夏 7 月最多,6 月次之。

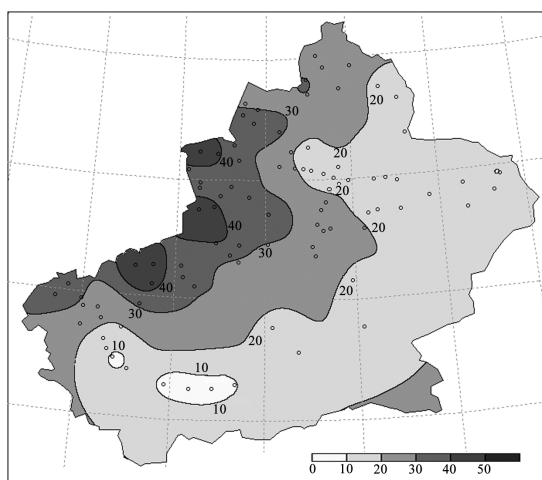


Figure 4. Annual average convective weather days in Xinjiang from 1961 to 2013

图 4. 1961~2013 新疆年平均对流性天气日数

为了分析对流性天气的气候成因,计算 5~8 月对流性天气出现日数与同期平均气温、累计降水量之间的相关系数,并进行显著性检验。相关系数的计算和检验表明,新疆大部分地区 5~8 月对流性天气出现日数与平均气温之间有着显著的负相关关系,这就意味着有利于对流性天气的影响系统出现时温度偏低。

图 5 给出相关系数显著的塔城地区、博州、伊犁河谷、阿克苏地区、喀什地区,区域平均对流性天气日数距平和气温距平的年际变化。由图可见,1961 年以来对流性天气日数明显减少,塔城地区每 10 a 减少 3.5 d,博州 5.5 d,伊犁河谷 4.7 d,阿克苏地区 2.9 d,喀什地区 1.5 d,以 1995 年为分水岭,之前明显偏多,之后偏少。在 1960 年代至 1970 年代中期对流性天气日数与气温有着明显相反的变化趋势,1976 年到 1996 年相反的变化趋势不明显,1997 年之后再度表现出明显的相反变化趋势。

塔城地区、博州、伊犁河谷、阿克苏地区、喀什地区对流性天气平均日数分别为 26、34、37、28、19 d。当气温距平 $\geq 0.5^{\circ}\text{C}$ 时,塔城地区、博州、伊犁河谷、阿克苏地区、喀什地区对流性天气日数为负距平的正确率分别为 79%、87%、79%、87%、80%,对流性天气日数的平均负距平分别为 -3、-5、-6、-5、-5 d;当气温距平 $\leq -0.5^{\circ}\text{C}$ 时,塔城地区、博州、伊犁河谷、阿克苏地区、喀什地区对流性天气日数为正距平的正确率分别为 81%、67%、78%、80%、86%,对流性天气日数的平均正距平分别为 6、7、5、5、5 d。这表明在多数情况下,当气温距平偏高(低)幅度超过 0.5°C 时,对流性天气日数就会偏少(多)。这为对流性天气日数偏多偏少的预测提供了一种技术手段。

而 5~8 月对流性天气出现日数与降水量之间只在塔城地区、喀什地区有着显著的正相关关系,这就意味着在这些地区,5~8 月的降水主要来自对流性天气。图 6 给出塔城地区、喀什地区区域平均对流性天气日数距平和降水量距平百分率的年际变化。在塔城地区以 1986 年为界,之前对流性天气日数与降水量的变化趋势一致性较差,之后一致性较好。喀什地区在 1960 年代至 1980 年代对流性天气日数与降水量有着一致的变化趋势,1995 之后变化趋势的一致性欠佳。

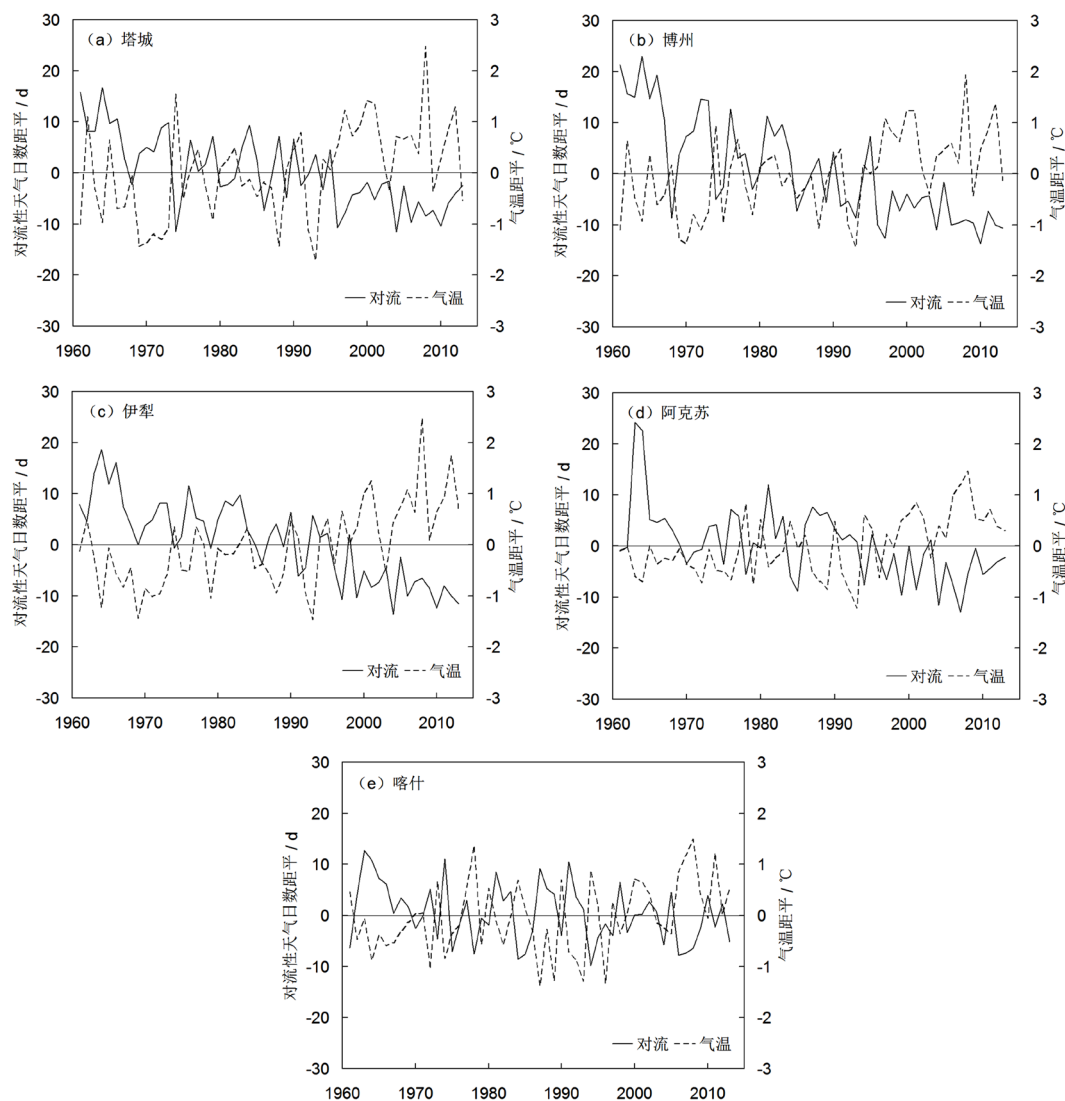


Figure 5. Interannual variations of convective weather days and temperature anomalies from May to August 1961-2013
图 5. 1961~2013 年 5~8 月对流性天气日数距平和气温距平的年际变化

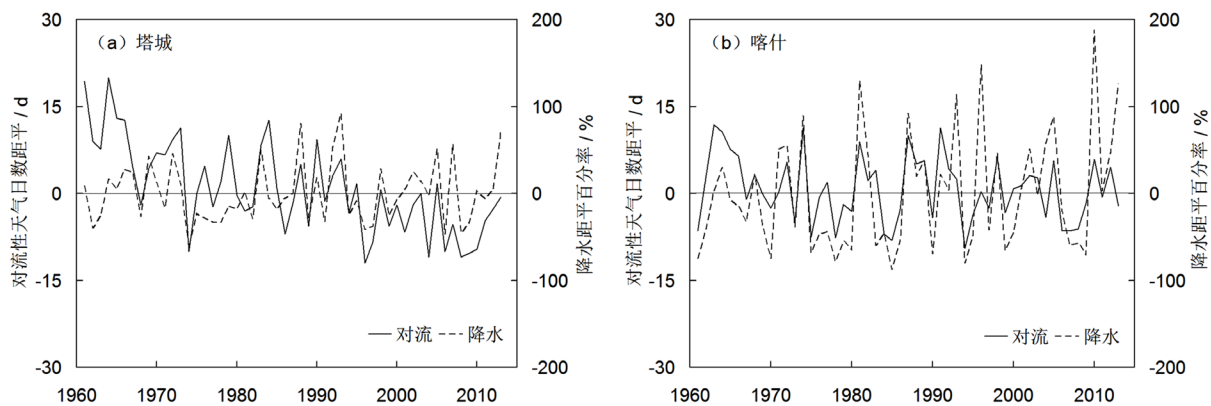


Figure 6. Interannual variation of convective weather days anomaly and precipitation anomaly percentage from May to August 1961-2013
图 6. 1961~2013 年 5~8 月对流性天气日数距平和降水量距平百分率的年际变化

当降水量距平百分率 $\geq 20\%$ 时,塔城和喀什地区对流性天气日数为正距平的正确率分别为 77%、90%,对流性天气日数正距平分别为 4、5 d;当降水量距平百分率 $\leq -20\%$ 时,塔城和喀什地区对流性天气日数为负距平的正确率分别为 72%、85%,对流性天气日数负距平分别为-3、-3 d。塔城和喀什地区在多数情况下,当降水量距平百分率偏多(少)幅度超过 20%时,对流性天气日数就会偏多(少)。这一结果也可作为预测对流性天气出现日数偏多偏少的一种依据。

5. 结论

新疆冰雹集中出现在天山山脉、帕米尔高原、阿尔泰山和西部界山山区,昭苏和巴音布鲁克年平均冰雹日数分别超过 15 d 和 10 d。冰雹集中在 5~9 月,多发生于午后至傍晚的 14:00~22:00,16:00~19:00 是高峰期,有 60%的冰雹持续时间在 6 min 以内。新疆雷暴自天山南脉的喀什西部山区、阿克苏西部山区向北经天山西部山区到天山中部山区为一东西走向的年平均日数 ≥ 50 d 的带状高发区。雷暴集中于 6~8 月,午后至傍晚的 14:00~19:00 出现较多,高峰期在 17:00~18:00。雷暴的持续时间大部分在 1.5 h 以内。新疆闪电在天山南麓从阿克苏地区到巴州,存在一轴向呈东北-西南向与天山山脉走向相近的带状高发区,闪电 6~8 月为多发期。

新疆对流性天气西多东少,高发区在塔城地区、博州、伊犁河谷、阿克苏地区和南疆西部山区一线,年平均日数在 30 d 以上。5~9 月是对流性天气的多发时段。5~8 月新疆大部分地区对流性天气日数与平均气温之间有着显著的负相关关系,在多数情况下当气温距平偏高(低)幅度超过 0.5℃时,对流性天气日数就会偏少(多)。而 5~8 月对流性天气日数与降水量之间只在塔城地区、喀什地区有着显著的正相关关系,在多数情况下当降水量距平百分率偏多(少)幅度超过 20%时,对流性天气日数就会偏多(少)。对流性天气多发区气温和降水可作为预测对流性天气日数出现多寡的一种依据。

基金项目

公益性行业(气象)科研专项经费项目(GYHY201306047)。

参考文献

- [1] 热苏力·阿不拉,牛生杰,等. 1970-2013 年南疆渭干河-库车河流域绿洲冰雹时空变化特征和棉花受灾分析[J]. 冰川冻土, 2014, 36(6): 1556-1564.
- [2] 满苏尔·沙比提. 南疆近 60a 来冰雹灾害时空变化特征分析[J]. 冰川冻土, 2012, 34(4): 795-801.
- [3] 俞小鼎. 关于冰雹的融化层高度[J]. 气象, 2014, 40(6): 649-654.
- [4] 张仙,湛芸,王磊,等. 冷涡背景下京津冀地区连续降雹统计分析[J]. 气象, 2013, 39(12): 1570-1579.
- [5] 潘留杰,张宏芳,王楠,等. 陕西一次强对流天气过程的中尺度及雷达观测分析[J]. 高原气象, 2013, 32(1): 278-289.
- [6] 陈秋萍,陈齐川,冯晋勤,等. “2012.4.11”两个强降雹超级单体特征分析[J]. 气象, 2015, 41(1): 25-33.
- [7] 农孟松,赖珍权,梁俊聪,等. 2012 年早春广西高架雷暴冰雹天气过程分析[J]. 气象, 2013, 39(7): 874-882.
- [8] 朱乾根,林锦瑞. 天气学原理和方法[M]. 北京: 气象出版社, 2007: 401-412.
- [9] 许小峰. 雷电灾害与监测预报[J]. 气象, 2005, 30(12): 17-21.
- [10] 李桑,龚道溢. 1980-2010 年中国南方雷暴频次的统计特征及其变化[J]. 高原气象, 2015, 34(2): 503-514.
- [11] 巩崇水,曾淑玲,王嘉媛,等. 近 30 年中国雷暴天气气候特征分析[J]. 高原气象, 2013, 32(5): 1442-1449.
- [12] 王宝鉴,刘维成,黄玉霞,等. 1961-2011 年甘肃雷暴气候分布特征及变化趋势[J]. 中国沙漠, 2015, 34(5): 1346-1352.
- [13] 张春松,杨晓玲,刘蓉,等. 甘肃武威市雷暴天气时空分布特征[J]. 干旱气象, 2015, 33(4): 659-665.
- [14] 杨晓玲,陈玲,刘蓉,等. 河西走廊东部雷暴灾害时空分布特征及短时临近预报[J]. 干旱区地理, 2015, 38(2): 223-231.

- [15] 霍广勇, 江远安, 史红政, 等. 1961-2010 年新疆雷暴时空分布及其变化特征[J]. 冰川冻土, 2013, 35(5): 1156-1164.
- [16] 拉巴次仁, 来志云, 索朗白玛, 等. 近 40 年西藏地区雷暴事件的时空变化特征[J]. 高原气象, 2014, 33(4): 1131-1134.
- [17] 王秀明, 俞小鼎, 周小刚. 雷暴潜势预报中几个基本问题的讨论[J]. 气象, 2014, 40(4): 389-399.
- [18] 王洁, 杨洋, 曹继军, 等. 一次强雷暴天气与大气环境场的关系分析[J]. 干旱气象, 2014, 32(1): 70-74.
- [19] 王学良, 张科杰, 黄小彦, 等. 湖北省雷暴日数与云地闪电密度关系研究[J]. 气象, 2012, 38(6): 728-732.
- [20] 王伏村, 付双喜, 张德玉, 等. 一次雷暴大风引发的强沙尘暴天气的中尺度系统分析[J]. 干旱气象, 2014, 32(6): 954-961.
- [21] 王天义, 朱克云, 张杰, 等. 拉萨一次热力雷暴的结构特征及数值模拟[J]. 高原气象, 2015(5): 1237-1248.
- [22] 徐蓉, 苗峻峰, 谈哲敏. 南京地区城市下垫面特征对雷暴过程影响的数值模拟[J]. 大气科学, 2013, 37(6): 1235-1246.
- [23] 张蓬勃, 姜有山, 姜爱军, 等. 2010 年冬季江苏省雷暴异常活动与北极涛动的相关分析[J]. 大气科学学报, 2014, 37(1): 82-90.
- [24] 王娟, 谌芸. 2009-2012 年中国闪电分布特征分析[J]. 气象, 2015(2): 160-170.
- [25] 杨丽丽, 杨毅, 张廷龙, 等. 基于双多普勒雷达及闪电资料分析一次强降水过程[J]. 高原气象, 2015, 34(2): 546-555.
- [26] 杨晓军, 刘维成, 宋强, 等. 甘肃中部地区短时强降水与闪电关系初步分析[J]. 干旱气象, 2015, 33(5): 802-807.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网首页: <http://cnki.net/>, 点击页面中“外文资源总库 CNKI SCHOLAR”, 跳转至: <http://scholar.cnki.net/new>, 搜索框内直接输入文章标题, 即可查询;
或点击“高级检索”, 下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2168-5711, 即可查询。
2. 通过知网首页 <http://cnki.net/> 顶部“旧版入口”进入知网旧版: <http://www.cnki.net/old/>, 左侧选择“国际文献总库”进入, 搜索框直接输入文章标题, 即可查询。

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ccrl@hanspub.org