

文章编号:1673-8411 (2016) 03-0033-05

河南省雷暴大风气候特征及近年变化趋势分析

崔丽曼^{1, 2}

(1.河南省农业气象保障与应用技术重点开发实验室, 郑州 450003; 2.河南省气象台, 郑州 450003)

摘要:采用 1970~2015 年 5~9 月大风和雷暴地面观测资料及雷暴重要天气报资料,运用统计方法对河南省雷暴大风的气候特征及其近几年的时空分布进行分析。结果表明:(1)1971 年雷暴大风出现天数最多,2006 和 2014 年出现最少。雷暴大风总日数显著减少,6~8 月减少更为明显。1989 年前后发生突变。7 月雷暴大风出现最多,其次 6 月和 8 月。(2)日变化呈单峰结构,16~18 时为出现的集中时段。(3)频发区集中在两个区域,一个位于黄河以北和沿黄河附近地势较为平坦的地区,另一个位于南阳盆地及伏牛山脉东侧。这与造成雷暴大风的天气尺度和中尺度系统及地形有关。不同区域雷暴大风出现的日数和持续时间有所不同。(4)区域性雷暴大风 6 月出现最多,其次为 7 月,9 月出现最少;呈逐年减少趋势。(5)近 10a 来,5、6 月雷暴大风明显减少,8 月呈明显增多趋势。

关键词:雷暴大风;气候特征;时空分布;变化趋势

中图分类号:P46

文献标识码:A

Climate Characteristics and Changing Trend of Thunder-gust during Recent Years of Henan

Cui Liman

(1.Hennan Key Laboratory of Agrometeorological Support and Applied Technique, Zhengzhou 450003, China;2. Henan Meteorological Observatory, Zhengzhou 450003, China)

Abstract: Based on the statistical methods on the basis of the conventional observation data and the important weather data of thunder-gust gale in May to September from 1970 to 2015, the climatic feather and temporal and spatial distribution characteristics of thunder-gust gale in Henan province and the changes in recent years were analyzed. The results show that: (1) thunder-gust gale days up to the most in 1971, and the least in 2006 and 2014. The total number of thunder-gust gale is significantly decreased, and the decrease is more obvious from June to August. Around 1989, there is a more obvious turning point in the days of thunder-gust gale. Thunder-gust gale appears is most in July, followed by June and August. (2) Diurnal variation shows a single peak type, and the concentration time period is 18:00 ~ 16:00. (3) the most frequent occurrence of thunder-gust gale are concentrated in two areas, one is located in the north of the Yellow River and the relatively flat terrain along the Yellow River, the other area is located on the eastern side of the basin of Nanyang and the eastern side of the Funiu mountain range. The area of thunder-gust gale is related to the scale of the weather systems and the terrain. The times and duration of thunder-gust gale are different in different regions. (4) Widespread thunder-gust gale appears in June the most, followed by July and the least in September, shows decreasing trend year by year. (5) In recent 10 year, thunder-gust gale frequency decrease significantly in May and June, but increase significantly in August.

Key words: thunder-gust; climatic characteristic; temporal and spatial distribution; trend

收稿日期:2015-12-10

基金项目:中国气象局预报员专项(CMAYBY2015-044);河南省气象局强对流预报创新团队。

作者简介:崔丽曼(1982-),女,满族,内蒙古赤峰市人,工程师,硕士,从事天气预报工作。

引言

雷暴大风,即对流性大风,是强对流天气的一种,气象上的定义是指雷暴与大风相伴的天气现象,其中的大风是由强对流带来的除龙卷以外的地面灾害性强阵风,风力达到或超过 8 级($\geq 17.2\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)。雷暴大风天气学尺度不一,常会成片出现^[1],往往伴随着局地冰雹、短时强降水等灾害天气。由于其来势猛,强度大,给农业^[2]、航空、人民生活^[3]等造成了巨大的影响,甚至经济损失和人员伤亡。雷暴大风是河南主要灾害性天气之一,如 2009 年 6 月 3 日雷暴大风给河南商丘地区造成 18 人死亡、81 人受伤,直接经济损失 14.5 亿元^[4]。

目前,已有工作对部分直辖市和省份雷暴大风气候特征进行了分析^[1,5-7],发现虽所分析的区域不同,亦存在相似的变化,如雷暴大风年际变化均呈显著减少趋势;其出现最多的月份多为 7 月;多在下午出现等。而雷暴大风空间分布特征均受地形等影响而有所不同。

河南省对雷暴大风天气过程的环境条件、短临预警等方面的研究较多^[4,8],而对其气候特征研究较少。本文将对河南省雷暴大风气候特征进行深入的分析研究,以便为这类灾害性天气的预报提供参考。

1 资料和方法

本文采用的资料为 1970~2015 年的 5~9 月大风和雷暴资料,其中 2013 年及以前的资料均为河南省 114 个市县级观测站的地面整编资料,大风和雷暴实况均以地面观测记录为准。自 2014 年开始,因雷暴的地面观测取消,故文中改为采用重要天气报资料,与大风地面观测资料相结合。以北京时 20 时为界,当天既观测到瞬时大风 $\geq 17.2\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的大风又观测到雷暴,则记为一个雷暴大风日。大风出现的时刻即为雷暴大风的发生时刻,如果出现时间较长,则分小时来记录。

本文运用统计分析方法对 46a 河南省雷暴大风的天气实况进行资料整理和计算,给出河南省雷暴大风天气的年际变化、月分布、日际变化及区域分布特征等;运用 Mann-Kendall(M-K)方法进行突变检验,并通过经验正交分析 EOF 等方法对河南省雷暴大风的气候变化特征进行分析。

2 雷暴大风的时间分布特征

将 1970~2015 年逐年 5~9 月出现雷暴大风的日数进行统计,见图 1。可见,1971 年出现雷暴大风 d 数最多,为 45d,其次 1977 和 1982 年,为 44d。2006 和 2014 年,出现雷暴大风日数最少,仅为 14d。雷暴大风发生超过 40d 的年份均在 1985 年及以前;低于 20d 的年份均在 1989 年及以后。

由变化趋势上看,自 1970 年以来,发生天数整体呈显著减少,变率达 $-0.39\text{d}\cdot\text{a}^{-1}$,通过 99%信度检验。计算 5~9 月每月的变化趋势得出,6~8 月减少的更为显著,尤其 7 月,变率为 $-0.14\text{d}\cdot\text{a}^{-1}$ 。

将 1970~2015 年 5~9 月逐月出现雷暴大风的日数进行统计,见图 2a。可见,5~8 月出现出现天数相对较多,其中 7 月最多,达 440d,年平均 9.57d;其次 6 月和 8 月,共分别出现 328 和 275d,年平均分别为 7.13d 和 5.98d。

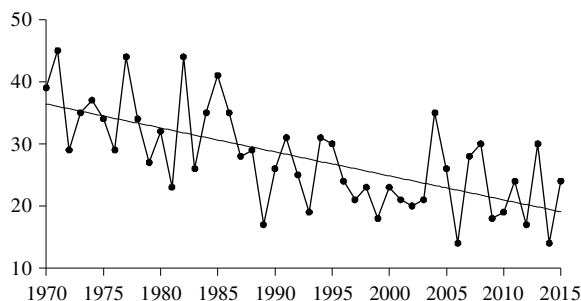


图 1 1970~2015 年逐年 5~9 月出现雷暴大风的总日数及变化趋势(单位:天数)

分析雷暴大风在逐小时出现的总天数,见图 2b。可见,雷暴大风的日变化呈单峰结构,12 点后出现的天数逐渐增加,下午 13 点后增加迅速,18 点达到最多,为 407d,后逐渐减小。其中,16 至 18 点出现的最为频繁。分析 5~9 月逐月出现雷暴大风时间的日变化(图略)得出,每月变化曲线与图 3 相似,均呈单峰结构;6 月,17 至 19 点出现雷暴大风日数较多,

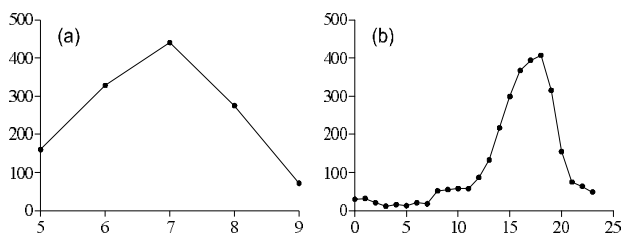


图 2 1970~2015 年 5~9 月逐月(a)和逐时(b)出现雷暴大风的总日数(单位:d)

其中 18 点最多;其它月份,最大值均在 16~18 点,其中 17 点出现最多。

分析每站出现雷暴大风的年平均数发现,除高山站嵩山站外,全省每年 5~9 月出现雷暴大风平均日数均低于 2d,其中 $1d \leq$ 年平均天数 $< 2d$ 的有 45 站,年平均天数 $< 1d$ 的 68 站。

3 雷暴大风的时空分布特征

对河南省 1970~2015 年 5~9 月每站出现雷暴大风的总日数的空间分布特征的分析得出:

河南省雷暴大风频发区集中在两个区域,其中出现日数最多的地方位于黄河以北和沿黄河附近地

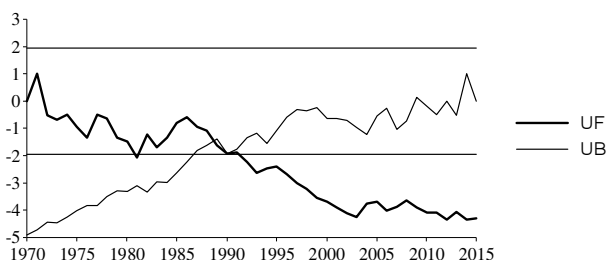


图 3 河南省 1970~2015 年雷暴大风日数的 M-K 突变检验

势较为平坦的地区,位于焦作南部的温县出现天数最多,为 78d,年平均 2d。该地区夏初常受东北冷涡的影响,而东北冷涡是造成河南省风雹类强对流天气的一个重要天气系统,弱冷空气常从豫西北东移南下,造成该区强对流天气频发。另一个频发区位于南阳盆地及伏牛山脉东侧,环伏牛山分布。该区位于南阳西部的西峡站雷暴大风出现最多,为 77d,其次为镇平站,出现 63d,年平均分别为 1.67d 和 1.37d。

位于海拔较低、地势平坦的平原一带的测站出现雷暴大风的天数相对更多,而山区出现频次较少,且局地性更强。这与产生雷暴大风的重要中尺度系统有密切关系。对流云团到地势平坦之地,配合当地的有利条件,易发展形成较大尺度的弓形回波和飑线,其为造成雷暴大风的主要中尺度系统。5~9 月逐月雷暴大风出现日数的空间分布显示,大值区域随着主要影响系统不同而不同。6~7 月,受东北冷涡和华北冷涡影响,黄河以北、沿黄地区及豫中东一带始终为雷暴大风高发区;7~8 月,随着热带系统的活跃北上,河南东南部伴有短时强降水的雷暴大风逐渐

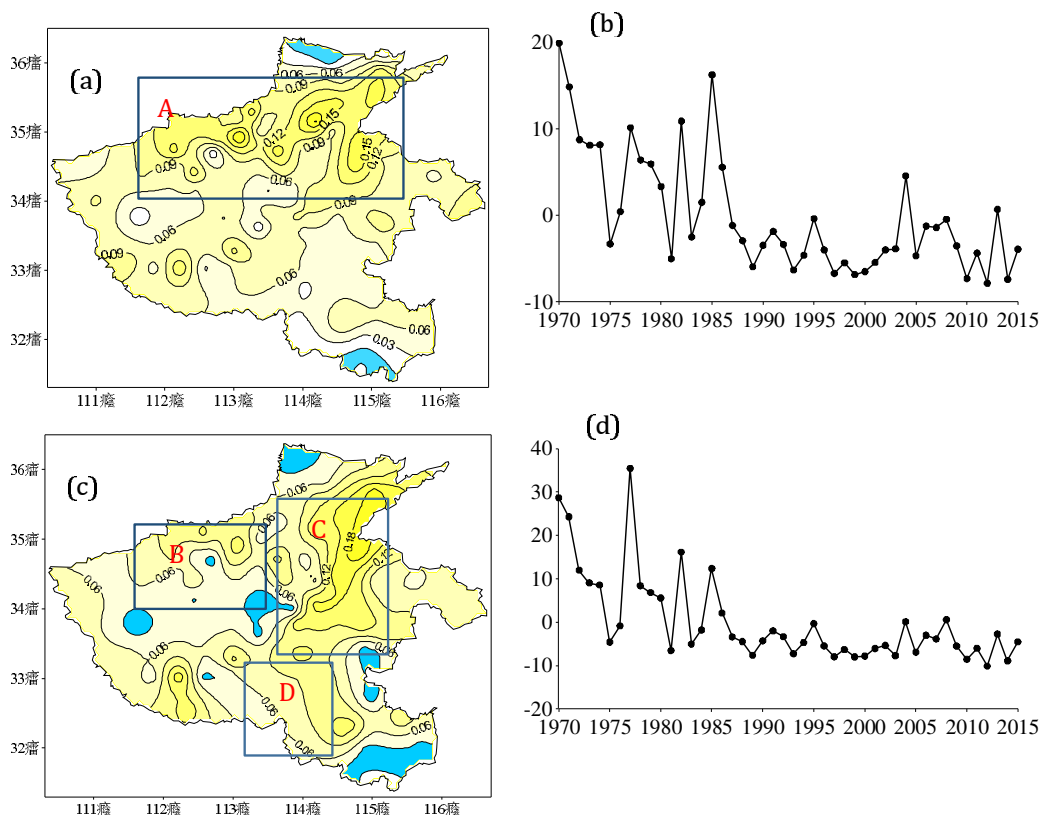


图 4 河南省雷暴大风日数和时次数 EOF 分解第一模态

(a:雷暴大风出现总日数的第一模态特征向量;b:总日数第一模态的特征时间序列

c:雷暴大风总时次数的第一模态特征向量;d:总时次数第一模态的特征时间序列)

增多。

4 雷暴大风的整体变化趋势分析

4.1 M-K 突变分析

Mann-Kendall 检验是一种常用的突变检测方法,可以明确突变开始的时间。在 M-K 突变检测中,如果原气象序列(UF)、反向气象序列(UB)在临界值 ± 1.96 ($\alpha=0.05$)之间有一显著交点,且 UF 上升超过 1.96 或 UB 下降低于-1.96,则认为序列产生了突变,且这一交点就是突变开始点;反之,则认为没有产生突变。UF 或 UB 超过临界直线时,表明增加或减少趋势显著^[9,10]。将 1970~2015 年逐年的雷达大风总日数进行 M-K 计算,结果见图 3。可见,UF 曲线表现为逐年下降,超过检验临界值,说明变化发生了气候突变,且为突变减小。根据 UF 与 UB 的交点位置,可确定突变开始于 1989 年前后。之后呈显著减少趋势。

4.2 经验正交函数(EOF)分析

为了解雷暴大风的空间分布及变化特征,对河南省 114 个气象台站 1971~2015 年出现雷暴大风的天数和出现的时次数进行 EOF 分解^[11],分析其方差贡献、空间分布特征向量及时间特征量。其中时次数为取大风出现的小时数,如持续时间很长,则为多个小时数。

结果表明,出现日数和时次数 EOF 分解第一模态的方差贡献分别为 27.02%和 30.73%,第二模态

的方差贡献分别为 7.39%和 9.91%,二者第一模态方差贡献均远远大于其对应第二模态。因此,将其第一模态列于图 4。

图 5a 表明,全省大部分地区呈现一致的变化趋势,对应特征时间向量表明,呈显著减少趋势。中心区域位于黄河以北和沿黄河一带(A 区)。雷暴大风出现总时次数(图 4c)大部分地区亦呈一致的变化趋势,对应时间序列表明,呈显著减少趋势,其中心区域与前者有所不同,位于河南省中部偏东的新乡、开封和周口等平原一带(C 区),范围较图 4a 小,沿黄河附近的济源、焦作、郑州等地区(B 区)中心减弱。对比可见,A 区出现雷暴大风的天数多,频率高,但其中沿黄河附近的中西段海拔较低地区(B 区)持续时间较短;而 C 区平原地区出现天数多,且持续时间长;D 区同样为平原地区,出现天数虽然较小,但出现雷暴大风后持续时间较长。

5 区域性雷暴大风的时间分布及变化

对于每次雷暴大风天气而言,范围大小差别很大(表 1)。仅 1 个站出现雷暴大风的日数最多,达 501 天,占总天数的 39.3%,2 个站的雷暴大风日数占 17.4%,1~2 个站的雷暴大风占总日数的 56.7%。定义有 5 站以上(≥ 5 站)出现雷暴大风,定义为区域性雷暴大风^[6]。区域性雷暴大风占总日数的 24.2%。可见,雷暴大风天气仍然以局地性为主,但区域性过程也时有发生。

表 1 1970~2015 年 5~9 月雷暴大风站数及对应天数分布

站数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	≥ 16
天数/d	501	222	147	97	56	57	41	23	19	18	9	19	8	9	4	45
百分比%	39.3	17.4	11.5	7.6	4.4	4.5	3.2	1.8	1.5	1.4	0.7	1.5	0.6	0.7	0.3	3.49

区域性雷暴大风 6 月出现最多,1970~2015 年共出现 111d,年平均 $2.41d \cdot a^{-1}$,其次为 7 月,出现 96d,年平均 $2.09d \cdot a^{-1}$,其次为 5 月,9 月出现最少,仅为 12d。

计算区域性雷暴大风总日数的年际变化(图略),表明,1989 年突变前,出现总日数明显多于突变后,其中 1971 年最多,达 17 天;而突变后除 2004 年达 11d 外,其余均在 10d 以下,尤其 2006 年以来,最多仅为 6d,最少为 1d。

6 近年来雷暴大风的变化

由以上分析已表明,整体而言,自 1970 年以来,局地 and 区域性雷暴大风无论出现日数和时次数均呈显著减少趋势,但 5~9 月逐月分析表明,近几年各月的变化趋势不尽相同,选取 2000 年以来变化较明显的 6~8 月出现日数及总日数,见图 5。

所有雷暴大风逐月的年际变化表明,5、6 月近 10a 来呈明显减少区域,其中 5 月 2008 年以来、6 月

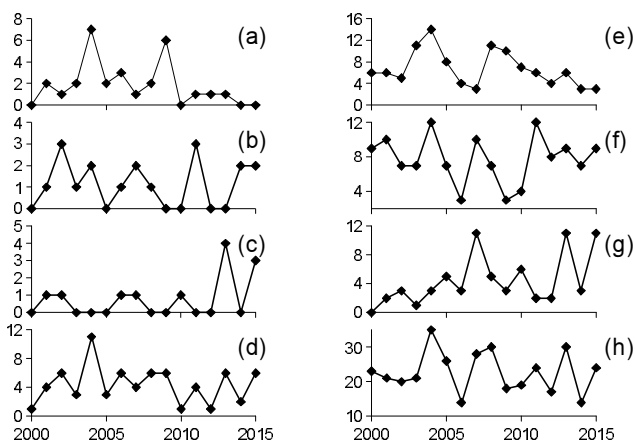


图5 2000~2015年6~8月区域性雷暴大风和所有的雷暴大风总日数年际变化(单位:天数)

(a、b、c、d为区域性雷暴大风,a:6月;b:7月;c:8月;d:5~9月总天数;e、f、g、h为所有的雷暴大风,e:6月;f:7月;g:8月;h:5~9月总天数;)

2004年以来减少更为显著,6月2010年以来均低于46年平均的 $7.13\text{d}\cdot\text{a}^{-1}$;9月自2010年以来,始终维持低谷阶段,最多每年出现2天;而8月呈明显增多趋势(图6g),近年最多每年出现11天。区域性雷暴大风近几年变化趋势与总日数的相似。

7 小结

(1)自1970年以来,河南省雷暴大风总日数呈显著减少,6~8月减少更为明显,尤其7月,变率为 $-0.14\cdot\text{a}^{-1}$ 。1971年出现雷暴大风天数最多,2006和2014年出现最少。7月雷暴大风出现最多,其次6月和8月。全省各站每年5~9月出现雷暴大风平均日数均低于2d。

(2)雷暴大风的日变化呈单峰结构,下午13h后增加迅速,18h达到最多,后逐渐减小;16~18h为出现的集中时段。

(3)河南省雷暴大风频发区集中在两个区域,一个位于黄河以北和沿黄河附近地势较为平坦的地区,另一个位于南阳盆地及伏牛山脉东侧,环伏牛山分布。这与造成雷暴大风的天气尺度和中尺度系统及地形有关。

(4)河南省雷暴大风年际变化突变开始于1989年前后,之后呈显著减少趋势。

(5)不同区域雷暴大风出现的日数和持续时间有所不同。沿黄河附近的中西段海拔较低地区出现雷暴大风日数较多,但均持续时间短;河南省中部偏东的新乡、开封和周口等平原一带出现日数较多,持续时间更长;豫东南的漯河、驻马店一带平原地区出现日数较少,但每次持续时间较长。

(6)河南省雷暴大风以局地性为主,但区域性过程也时有发生。区域性雷暴大风6月出现最多,其次为7月,9月出现最少。其年际变化亦呈显著减少趋势。

(7)近10a来,5、6月雷暴大风明显减少,9月始终维持少的水平,8月呈明显增多趋势。区域性雷暴大风的变化趋势与总日数的相似。

参考文献:

- [1] 张雪晨,朱珠,刘高平.安徽省近40年雷暴大风气候变化特征分析[J].长江流域资源与环境,2013,22(12):1621-1626.
- [2] 黄远盼,梁珊珊,贺州市一次致灾冰雹天气过程诊断分析[J].气象研究与应用,2012,33(2):19-22.
- [3] 陈伟斌,陈见,赵金彪,等.一次飚线大风天气过程成因分析[J].气象研究与应用,2015,36(1):14-19.
- [4] 牛淑贞,张一平,席世平,等.基于加密探测资料解析2009年6月3日商丘强飚线形成机制[J].暴雨灾害,2012,31(3):255-263.
- [5] 廖晓农,于波,卢丽华.北京雷暴大风气候特征及短时临近预报方法[J].气象,2009,35(9):18-28.
- [6] 杨晓霞,万明波,王文青等.山东省雷暴大风天气的气候特征[J].山东气象,2012,32(4):16-20.
- [7] 周贺玲,张绍恢,杨艳.河北廊坊雷暴大风的气候特征[J].干旱气象,2014,(4):588-592.
- [8] 苏爱芳,张宁,袁小超,等.河南“7.14”强降水和“8.02”雷暴大风过程 β 中尺度对流系统对比分析[J].暴雨灾害,2016,35(2):126-137.
- [9] 李海燕,陈国平,陈光涛.近48a鄂东汛期暴雨日数的时空变化特征[J].暴雨灾害,2011,30(1):77-82.
- [10] 魏风英.现代气候统计诊断与预测技术[M].北京:气象出版社,1999:42-61.
- [11] 冯志刚,陈星,程兴无,等.显著经验正交函数分析及其在淮河流域暴雨研究中的应用[J].气象学报,2014,(6):1245-1256.