

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,2014,32(4):588-592, [ZHOU Heling, ZHANG Shaohui, YANG Yan. Climatic Characteristics of Thunderstorm Gale in Langfang of Hebei Province[J]. Journal of Arid Meteorology, 2014, 32(4):588-592], doi:10.11755/j. issn. 1006-7639(2014)-04-0588

## 河北廊坊雷暴大风的气候特征

周贺玲,张绍恢,杨 艳

(河北廊坊市气象局,河北 廊坊 065000)

**摘 要:**利用 1970~2012 年廊坊地区 9 个气象站地面雷暴大风观测资料,采用趋势分析、滑动  $t$  检验、小波分析和最大熵谱分析等统计方法,系统分析了该地区雷暴大风天气的时空特征及变化趋势和变化周期。结果表明:廊坊地区的雷暴大风局地性强,43 a 间只出现了一次全区性的雷暴大风天气过程,雷暴大风多以单站出现为主。雷暴大风的地域性特征明显,中部的廊坊市及南部的文安、大城站较易出现,而北部发生概率较低。雷暴大风的日、月及年变化特征明显。雷暴与大风主要发生在午后至前半夜,大风发生时间一般落后于雷暴,1 h 内的雷暴与 10 min 以内的大风发生概率最高;雷暴大风 3~10 月都可出现,主要集中在夏季,发生概率为 73.3%;近 43 a 来,年均雷暴大风日数整体呈现减少趋势,且中部的站点减少趋势最显著,1994 年为雷暴大风的显著突变年,其显著变化周期为 3.23 a。雷暴大风多为“湿”型。

**关键词:**雷暴大风;气候特征;变化趋势

**文章编号:**1006-7639(2014)-04-0588-05 doi:10.11755/j. issn. 1006-7639(2014)-04-0588

**中图分类号:**P467

**文献标识码:**A

### 引 言

雷暴大风的发生发展突发性强、破坏性大,常常给人们的生命财产安全带来严重威胁。众多学者针对雷暴大风从多普勒雷达回波特征<sup>[1-7]</sup>、强对流天气成因<sup>[8]</sup>以及环境场分析<sup>[9]</sup>等方面开展了一些有针对性的研究,均取得了一些有益的成果:雷暴大风多发生在午后,峰值出现在 16 时左右,7 月和 8 月出现的最多;局地雷暴大风的出现往往与地形有密切关系;雷暴大风产生前,大气层结均有不稳定能量聚集,低层有强的水汽辐合,相对湿度大<sup>[10]</sup>;雷暴大风具有地理分布不均、强度较强并伴有较大降水、日变化和季节变化较明显等特征;产生雷暴大风的环流形势有东北冷涡、西来槽、槽后锋生和西北冷涡等 4 种类型<sup>[11]</sup>。上述研究成果为进一步开展雷暴大风的研究奠定了基础。

然而,迄今雷暴大风的研究大多停留在强对流天气个例分析、雷达回波特征及物理量诊断等方面,而关于其气候特征及变化趋势的研究相对较少,且

多集中于 20 世纪 90 年代以后的局地特征分析<sup>[12-15]</sup>,因此加强雷暴大风的气候特征及趋势变化研究是非常必要的。廊坊地处河北省中部,介于北京、天津之间,雷暴大风是廊坊地区夏季发生频率较高的灾害性天气之一,目前尚缺乏对其系统的研究,本文着重分析廊坊地区雷暴大风的气候特征及长期变化趋势,旨在认识该地区雷暴大风的发生、发展规律,为雷暴大风的预报预测以及灾害防御等提供科学依据。

### 1 资 料

使用了廊坊地区 9 个气象站 1970~2012 年的雷暴和大风常规地面观测资料。规定一个观测日内(20 时至次日 20 时)1 个及以上测站既有雷暴发生、又有大风(瞬时风速或者阵风  $\geq 17$  m/s)出现,记为 1 次雷暴大风过程,定义为 1 个雷暴大风日。在 1 个雷暴大风日中,按照出现雷暴大风站次的多少,将其划分为单站雷暴大风(1 站)、局地性雷暴大风(2~3 站)、区域性雷暴大风(4~8 站)、全区性雷

收稿日期:2013-11-21;改回日期:2014-02-12

基金项目:河北省气象局科研开发项目(11KY32)资助

作者简介:周贺玲(1970-),女,河北乐亭人,硕士,高级工程师,主要研究方向为可持续发展天气气候与环境。E-mail:zhltangxx@sina.com

暴大风(9站)。

## 2 雷暴大风的气候特征

### 2.1 雷暴大风的时空分布

1970~2012年43 a间,全区性雷暴大风只出现了1次,发生在1983年6月27日;区域性雷暴大风出现了47 d,出现频率为9.9%;局地性雷暴大风出现了150 d,出现频率为31.6%;单站雷暴大风有277 d,出现频率为58.3%,说明廊坊地区的雷暴大风具有很强的局地性特征。从地域分布来看(图1),南部的文安、大城发生雷暴大风较多,分别为138 d和131 d,占总站次的16.2%和15.3%,而北部的香河发生雷暴大风最少,只有49 d,占总站次的5.7%。总体看来,中部的廊坊市及南部的文安、大城较易出现雷暴大风,而北部发生雷暴大风的几率较小。廊坊地区除三河市东北隅有小面积丘陵为燕山南侧余脉外,其余大部地貌以平原为主,北部地区(包括三河、大厂、香河站)地势相对较高,文安、大城地势开阔平坦,海拔不足10 m,说明高地势可能对雷暴大风的发生发展有一定的负面影响,宽阔平坦地区比山区更易发生雷暴大风<sup>[11]</sup>。

### 2.2 雷暴大风的年际及周期变化

经统计,1970~2012年共记录到廊坊地区雷暴大风日数475 d,年平均雷暴大风日数为11.1 d,雷暴大风日数1971年最多为25 d,2010年最少只有2 d,最多年与最少年相差23 d。从43 a雷暴大风日数距平来看(图2a),年雷暴大风日数整体上呈现减少的趋势,且有明显的年际变化特征,1991年是雷暴大风的明显转折点,1970~1990年雷暴大风处于偏多期,年均雷暴大风日数为14.0 d,其中1971年

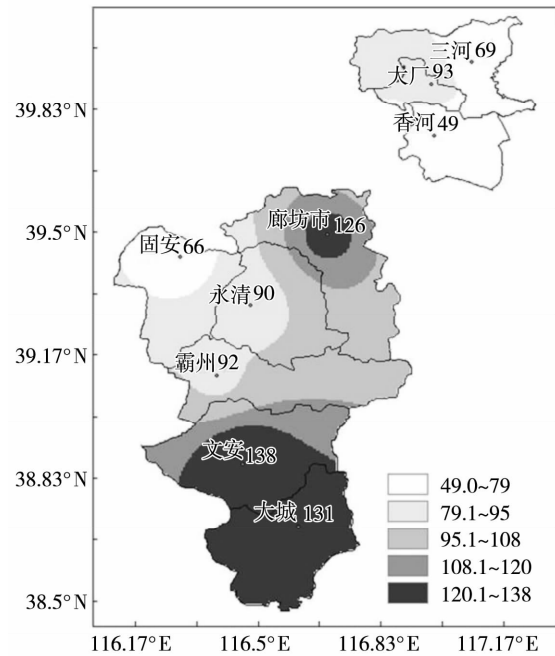


图1 廊坊地区1970~2012年雷暴大风日数分布(单位:d)

Fig. 1 Distribution of thunderstorm gale days in Langfang from 1970 to 2010 (Units:d)

雷暴大风日最多,偏多近14 d;1992~2012年雷暴大风进入偏少期,年均雷暴大风日数为8.0 d,最少的年份是2010年,偏少9.1 d。

采用滑动t检验检测1970~2012年雷暴大风的突变情况,给定显著性水平 $\alpha=0.01$ ,2个子序列长度均取10。可以发现,t统计量在1991~1994年期间高于临界值3.2,其中1994年的t分布统计值最大为4.47,故1994年是雷暴大风发生突变的年份,是雷暴大风由偏多到偏少变化的突变点(图2b)。

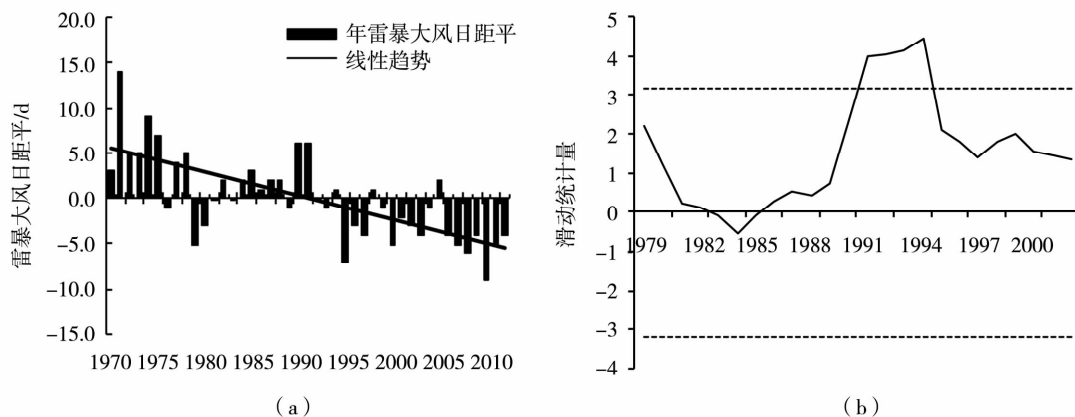


图2 1970~2012年雷暴大风日数距平(a)及滑动t检验(b)

Fig. 2 The anomalies of thunderstorm gale days (a) and its moving t test (b) from 1970 to 2012

为了更加详细地分析雷暴大风的多时间尺度特征,对 1970~2012 年年平均雷暴大风日数进行小波变换分析。从 Morlet 小波变换系数(实部)等值线图(图 3a)发现,廊坊地区雷暴大风日数存在正负闭合中心交替的特征,年际变化特征非常明显。在 1993 年以前,雷暴大风日数存在 16 a 左右的周期振荡,对应 2 个雷暴大风偏多阶段,分别为 1971~1975 年、1985~1993 年,1 个偏少阶段为 1976~

1984 年;1993 年以后,雷暴大风日数的振荡周期为 10 a 左右,对应 2 个雷暴大风偏少阶段为 1994~2001 年、2007~2012 年,1 个偏多阶段为 2002~2006 年。另外,采用最大熵谱提取 1970~2012 年年均雷暴大风日数变化的显著周期,其中样本数 43,最大波数取 21,计算各阶实验自回归模型,用 FPE 准则确定最佳阶数为 3,由图 3b 发现,只有一个明显的峰点在 3.23 a 周期上。

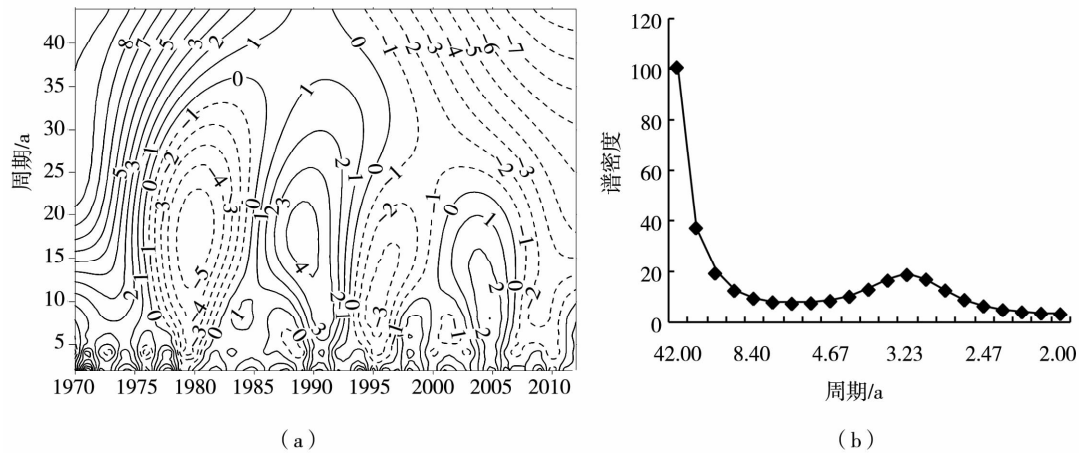


图3 1970~2012 年年平均雷暴大风日数的小波变换(a)与最大熵谱(b)分析  
Fig.3 The wavelet analysis (a) and maximum entropy spectrum (b) of annual mean thunderstorm gale days from 1970 to 2012

### 2.3 雷暴大风的月际变化

对廊坊地区 1970~2012 年所有的雷暴大风出现时间分析发现(图 4),廊坊地区的雷暴大风在 3~10 月都有可能发生,一般始于 4 月中、下旬,最早出现在 3 月 22 日,最晚出现在 10 月 29 日,5 月以后明显增多,6~7 月最易出现,9 月以后迅速减少。其中 6 月雷暴大风出现的概率最大,占总数的 29.3%,7 月次之,占总数的 28.0%,3 月出现的概率最少,只占总数的 0.8%,说明廊坊地区的雷暴大风具有明显的季节特征,雷暴大风主要出现在夏季,出现概率为 73.3%,而春季只有 19.2%,秋季主要发生在初秋,出现概率只有 7.6%。

从分站结果来看,北部的三河、大厂站与南部的文安、大城站雷暴大风出现时间较早,在 3 月,而其余站一般最早出现在 4 月上中旬;雷暴大风最晚出现时间除三河站为 9 月 16 日外,其余站一般在 10 月。

### 2.4 雷暴大风的日变化

#### 2.4.1 雷暴大风开始时间

由于廊坊地区 9 站中只有霸州站为 24 h 值班,雷暴与大风记录有详细的起止时间,故采用霸州站

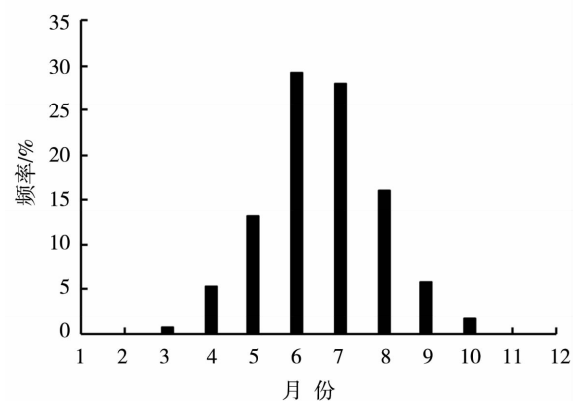


图4 1970~2012 年雷暴大风出现频率的月分布  
Fig.4 The monthly frequencies of thunderstorm gale days from 1970 to 2012

雷暴大风日资料进行分析。从雷暴与大风开始出现的时间来看(图 5),雷暴大风日 90.2% 的大风发生时间落后于雷暴,其中时间差 < 1 h 的占 54.3%;雷暴与大风出现的高频时段分别为 18:00~21:00、18:00~22:00,次高频时段分别为 13:00~17:00 和 22:00~00:00、14:00~17:00 和 23:00 至次日凌晨

01:00,其中雷暴20时发生的频率最高达28.3%,而大风19时发生的频率最高达12.0%。雷暴与大风开始时间的日变化规律与气温的日变化有很大关系,午后开始近地面层气温迅速升高,热力效应造成近地面层增温明显,导致大气层结状态不稳定性加大,从而有利于雷暴大风的发生<sup>[11]</sup>。

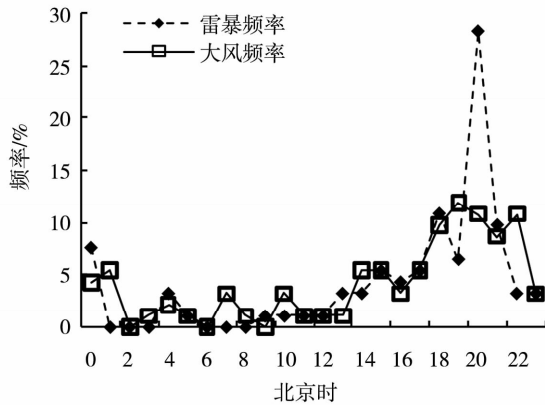


图5 霸州雷暴和大风开始时间的日变化

Fig. 5 The daily changes of the start time for thunderstorm and gale in Bazhou

#### 2.4.2 雷暴大风持续时间

雷暴大风的持续时间越长,造成的灾害及影响程度越大。雷暴持续时间等级定义为0~1 h、1~2 h、2~3 h、>3 h;大风持续时间等级定义为0~10 min、10~20 min、20~30 min、>30 min。通过对霸州站24 h雷暴大风过程的分析发现,持续时间在1 h以内的雷暴最容易出现,出现频率为33.7%,>3 h的雷暴出现频率次高,而2~3 h雷暴出现频率最低为12.0%;10 min以内的大风出现频率最高,占65.2%,>30 min的大风出现频率次高,20~30 min的大风出现频率最低,只有3.3%。

#### 2.5 雷暴大风与伴随天气现象

从雷暴大风的分站情况来看(图略),雷暴大风出现当天多伴随有降水,降水性质多为阵雨。87.1%的雷暴大风日降水量达到0.1 mm以上,说明廊坊地区的雷暴大风多为“湿”型<sup>[1]</sup>。除了有降水相伴外,测站发生雷暴大风时还有其它对流性或非对流性天气出现。经统计,30.6%有轻雾伴随、29.5%有露伴随、22.4%有闪电伴随、10.9%有扬沙伴随、10.5%有飏线伴随、8.9%有冰雹伴随、4.4%有沙尘暴伴随、2.0%有大雾伴随。

### 3 雷暴大风的趋势变化

为了研究廊坊地区雷暴大风日数的变化趋势,

就1970~2012年出现的单站、局地及区域性雷暴大风天气分别进行计算,发现单站、局地及区域性雷暴大风天气均呈现减少趋势,每10 a减少日数分别为1.12 d、0.64 d、0.87 d。另外,从廊坊地区9站年雷暴大风日数的趋势系数分布上看(图6),所有站的雷暴大风日数均呈现减少趋势,除了三河站外其余8站都通过了0.01显著性水平检验,中部的廊坊市、霸州和永清雷暴大风的减少趋势比较明显,每10 a减少日数达1 d以上,其中霸州减少趋势最显著,趋势系数为-1.24 d/10 a;而其余6站每10 a减少日数均不足1 d,其中三河减少趋势最小,趋势系数只有-0.119 d/10 a。



图6 廊坊地区年雷暴大风日数趋势系数分布

Fig. 6 The trend coefficient of annual thunderstorm gale days in Langfang

## 4 小结

(1)廊坊地区的雷暴大风具有很强的局地性特征。1970~2012年只出现了一次全区性雷暴大风天气过程,单站雷暴大风发生的概率最高占58.3%,局地性雷暴大风发生概率次高占31.6%。

(2)廊坊地区的雷暴大风具有较强的地域性,中部的廊坊市及南部的文安、大城站较易出现雷暴大风,而北部及中部的固安站发生雷暴大风的几率较小。

(3)雷暴大风存在明显的日、月及年变化特征。大风发生时间通常落后于雷暴的出现时间,雷暴与

大风主要发生在午后至前半夜,1 h 以内的雷暴及 10 min 以内的大风发生频率较高;雷暴大风 3 ~ 10 月均可出现,一般开始于 4 月中、下旬,集中出现在夏季;近 43 a 来,年均雷暴大风整体呈现减少的趋势,1994 年是其显著突变年,显著变化周期为 3.23 a。

(4) 测站发生雷暴大风的同时,几乎均有阵雨相伴。此外冰雹、飏线、闪电、沙尘暴等对流性天气以及扬沙、大雾、轻雾、露等非对流性天气有时也伴随出现。

(5) 近 43 a 来,单站、局地及区域性雷暴大风天气过程均呈现减少趋势,9 个测站的雷暴大风日数也都表现为减少趋势,其中中部的测站减少最显著。

#### 参考文献:

- [1] 魏勇,王存亮,杨建成,等. 准葛尔盆地南缘一次强对流天气的多普勒雷达特征分析[J]. 干旱气象,2010,28(4):430-437.
- [2] 王存亮,魏勇,彭军,等. 新疆天山北坡中部一次强对流天气的多普勒雷达特征[J]. 干旱气象,2013,31(2):354-361.
- [3] 唐明晖,张海,余文慧,等. 湖南一次阵风锋形成机制探讨[J]. 干旱气象,2011,29(2):211-217.
- [4] 王彦,唐熠,赵金霞,等. 天津地区雷暴大风天气雷达产品特征分析[J]. 气象,2009,35(5):92-96.
- [5] 曲晓黎,段宇辉,秦宝国,等. 河北省中南部一次 MCC 造成的暴雨过程分析[J]. 干旱气象,2011,29(1):69-74.
- [6] 石燕茹,寿绍文,王丽荣,等. 风暴相对螺旋度与强对流天气类型的关系分析[J]. 气象与环境学报,2011,27(1):65-71.
- [7] 彭九慧,朱环娟,唐丽彬. 承德市雷雨大风天气多普勒雷达特征分析[J]. 环境科学与技术,2010,33(6E):235-237.
- [8] 丁永红,马金仁,纪晓玲. 一场大范围强对流天气的成因分析[J]. 干旱气象,2006,24(1):28-33.
- [9] 廖晓农,于波,卢丽华. 北京雷暴大风日环境特征分析[J]. 气候与环境研究,2009,14(1):54-62.
- [10] 钟利华,曾鹏,李勇,等. 广西雷暴大风环流特征和物理量诊断分析[J]. 气象,2011,37(1):59-65.
- [11] 秦丽,李耀东,高守亭. 北京地区雷暴大风的天气—气候学特征研究[J]. 气候与环境研究,2006,11(6):754-762.
- [12] 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.
- [13] 龙余良,刘建文. 江西冰雹与雷雨大风气候变化特征的对比分析[J]. 气象,2010,36(12):62-67.
- [14] 余蓉,张小玲,李国平,等. 1971—2000 年我国东部地区雷暴、冰雹、雷暴大风发生频率的变化[J]. 气象,2012,38(10):1207-1216.
- [15] 付桂琴,曹欣. 雷雨大风与河北电网灾害特征分析[J]. 气象,2012,38(3):353-357.

## Climatic Characteristics of Thunderstorm Gale in Langfang of Hebei Province

ZHOU Heling, ZHANG Shaohui, YANG Yan

(Langfang Meteorological Bureau of Hebei Province, Langfang 065000, China)

**Abstract:** Based on the observational data of 9 meteorological stations in Langfang of Hebei Province during 1970–2012, the temporal and spatial characteristics, change trends and cycle of thunderstorm gale were analyzed by using trend analysis, moving t test, wavelet analysis and maximum entropy spectrum. Results showed that thunderstorm gale in Langfang mostly occurred at one station, while the whole regional thunderstorm gale appeared only once. Thus, the thunderstorm gales had strong local feature. The regional characteristic of thunderstorm gale was obvious, and thunderstorm gale days in We'nan and Dacheng as well as Langfang city were more, while they were least in the north of Langfang. The daily, monthly and annual variation of thunderstorm gale days were significant. The thunderstorm and gale mostly happened from afternoon to midnight, and the occurring time of gale was later than that of thunderstorm generally. The frequencies of thunderstorms lasting about 1 hour and gales lasting 10 minutes were the most. The thunderstorm gale weathers occur from March to October, especially in summer, and the occurring frequency is 73.3%. In the past 43 years, the days of thunderstorm gale decreased significantly, and the decreasing trends at stations in the middle of Langfang were the most significant. The mutation of thunderstorm gale days occurred in 1994, and the significant period was 3.23 years.

**Key words:** thunderstorm gale; climatic characteristics; change trend