

姬兴杰,朱业玉,顾万龙,等.河南省大风日数时空分布及其对沙尘天气的影响[J].气象与环境学报,2012,28(1):31-37.
JI Xing-jie, ZHU Ye-yu, GU Wan-long, et al. Spatial-temporal distributions of gale days and its effects on dust weather in He'nan province[J]. Journal of Meteorology and Environment, 2012, 28(1): 31-37.

河南省大风日数时空分布及其对沙尘天气的影响

姬兴杰¹ 朱业玉¹ 顾万龙¹ 张贵龙² 苗冬¹

(1. 河南省气候中心,河南 郑州 450003; 2. 农业部环境保护科研监测所,天津 3001912)

摘要:利用1971—2009年河南省110个气象站观测资料,采用气候统计学分析方法,对河南省大风日数时间演变、空间分布及与扬沙和沙尘暴日数的关系进行分析。结果表明:近39 a来,河南省年平均大风日数以2.2 d/10 a的速率显著减少;四季大风日数亦均呈显著减少,表现出春季(0.8 d/10 a)大于冬季(0.6 d/10 a)大于秋季(0.4 d/10 a)大于夏季(0.3 d/10 a)的特征。无论在年尺度还是季尺度,河南省大风日数表现出随年代增加而减少的趋势。河南省大风天气主要出现在春季和冬季,集中于春季(3—5月),占全年的40.8%,秋季最少;4月最多(15.5%),9月最少(1.9%)。河南省大风日数的空间分布与地形有很大关系,大风日数较多的区域主要分布在太行山东南部以及海拔自低至高的河南省中北部地区,而在地势较为平坦的东部地区和山系较多海拔较高的西部地区相对较少。1971—2009年,河南省年平均扬沙日数和沙尘暴日数随时间增加均显著减少,其减少速率分别为0.4 d/10 a和0.3 d/10 a。相关分析表明,年平均扬沙日数和沙尘暴日数与年平均大风日数平均呈极显著正相关,其相关系数分别为0.88和0.75;大风日数随时间的变化对沙尘天气随时间的变化具有显著作用,大风日数的减少是沙尘天气减少的主要原因。

关键词:大风日数;时空分布;沙尘天气;河南省

中图分类号:P425.5*5 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-503X(2012)01-0031-07

引言

大风通常是指瞬间风速达到或超过17 m/s的风,或目测估计风力达到或超过8级的风^[1]。大风是中国主要的气象灾害之一,影响区域较广^[2-12],作为一种灾害性天气,它不仅严重威胁人们的日常生活^[13-15],而且严重影响农业生产等^[3],亦会导致扬沙和沙尘暴等灾害性天气的出现^[8-12]。扬沙和沙尘暴均属于沙尘天气的范畴,其中,扬沙是指大风吹起近地面的沙尘等,水平能见度在1—10 km之间的天气现象;而沙尘暴是指地面大量沙尘被强风卷起,水平能见度低于1 km的灾害性天气^[1]。姚正毅等^[2]采用气候统计学方法,对河西地区大风日数的时空变化特征及其区域差异进行了分析。林苗青等^[5]研究认为南澳县年平均大风日数冬季最多,夏季最少,年大风日数呈减少趋势。谢秀英等^[6]指出福海县大风天气的多发年代为20世纪50—70年代,从80年代开始明显下降,春季大风天气最多,冬季最少。苗爱梅等^[9]、张智等^[10]和李耀辉等^[16]分别统计分析了山西、宁夏和西北地区大风日数的时空分布特征及

其对沙尘天气的影响。河南省处于中国中东部内陆地区,气候特征为亚热带向暖温带过渡的大陆性季风气候,但是,目前利用时间尺度较长的历史观测资料,分析河南省大风日数时空分布及其对沙尘天气影响的报道尚不多见。本研究利用1971—2009年河南省大风、扬沙和沙尘暴日数的观测资料,分析大风日数的时间演变特征,揭示其区域分布特点,探讨其变化的主要原因,并研究其对沙尘天气的影响,以期对河南省气象灾害风险区划以及防灾减灾等提供科学依据。

1 资料与方法

1.1 资料来源

所用大风日数、扬沙日数和沙尘暴日数观测资料(1—12月)均来源于河南省气候中心。鉴于观测资料的完整性,选取了其中110个气象站观测资料,时间序列为1971—2009年,共39 a。

1.2 研究方法

利用各月大风日数观测资料,求得各站年和季(春季为3—5月,夏季为6—8月,秋季为9—11月,

收稿日期:2011-04-18;修订日期:2011-05-16。

基金项目:河南省气象局科研项目“河南省气象灾害风险区划研究”(Z201105)资助。

作者简介:姬兴杰,男,1982年生,工程师,主要从事气候变化与气象灾害研究,E-mail:jixingjie2004@yahoo.com.cn。

冬季为12月至翌年2月)总大风日数、扬沙日数和沙尘暴日数。计算同一年份不同站点($n=110$)各指标的平均值,通过一元线性回归方程 $y = a + bt$ (t 为年份, b 为随时间的变化量)分析 1971—2009 年各指标随年份的变化趋势。分析年代间变化时,将 1971—2009 年划分为 4 个时段,分别为 20 世纪 70 年代(1971—1980 年)、80 年代(1981—1990 年)、90 年代(1991—2000 年)和 21 世纪初年代(2001—2009 年)。分析年或季平均大风日数的空间特征时,其值为同一站点不同年份大风日数的平均($n=39$)。采用

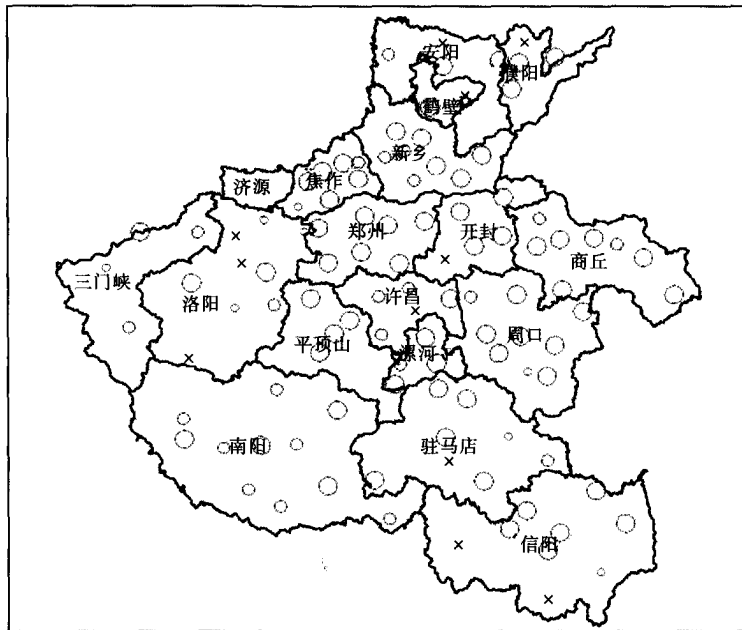
IDW(inverse distance weighted interpolation)方法对其进行插值,生成空间栅格数据,得到相应空间分布图,其空间分辨率为 $1\text{ km} \times 1\text{ km}$ 。

2 结果分析

2.1 河南省大风日数的时间变化特征

2.1.1 大风日数的年际变化

统计分析各站点年总大风日数随时间的变化规律发现(图 1),河南省 110 个气象站中有 11 个站点的变化趋势不明显,其余 90% 的站点均呈显著减少,变



×代表不显著;○代表显著,其大小分别为通过 $\alpha=0.05$ (小)、0.01(中)和 0.001(大)的显著性水平检验

图 1 1971—2009 年河南省各站点年大风日数的变化

Fig. 1 Variations of annual mean gale days in different meteorological stations of He'nan province from 1971 to 2009

化趋势不显著的站点主要分布在河南省南部(3 间比较,以洛阳最多(3 个)。从整体上看(图 2),随着年份的增加,河南省年平均大风日数以 2.2 d/10 a

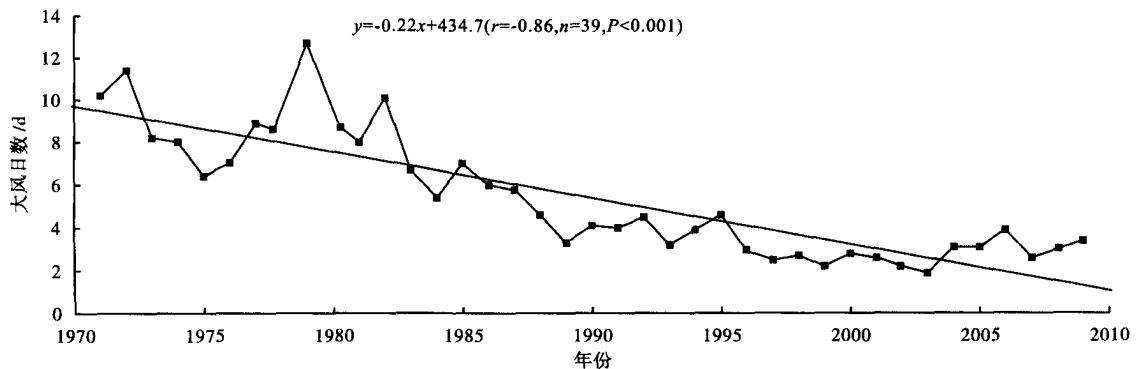


图 2 1971—2009 年河南省年平均大风日数变化曲线

Fig. 2 Variations of annual mean gale days in He'nan province from 1971 to 2009

的速率显著减少;大风日数的年代际差异明显,以 20 世纪 70 年代为最多(12.2 d),其次为 80 年代

(8.8 d),再次为 90 年代(4.4 d),21 世纪初年代最少(1.9 d)。

2.1.2 大风日数的季节变化

分析各季节平均大风日数随时间的变化发现(图 3),河南省春夏秋冬四季平均大风日数均呈显著减少的趋势,分别以 0.8 d/10 a、0.3 d/10 a、

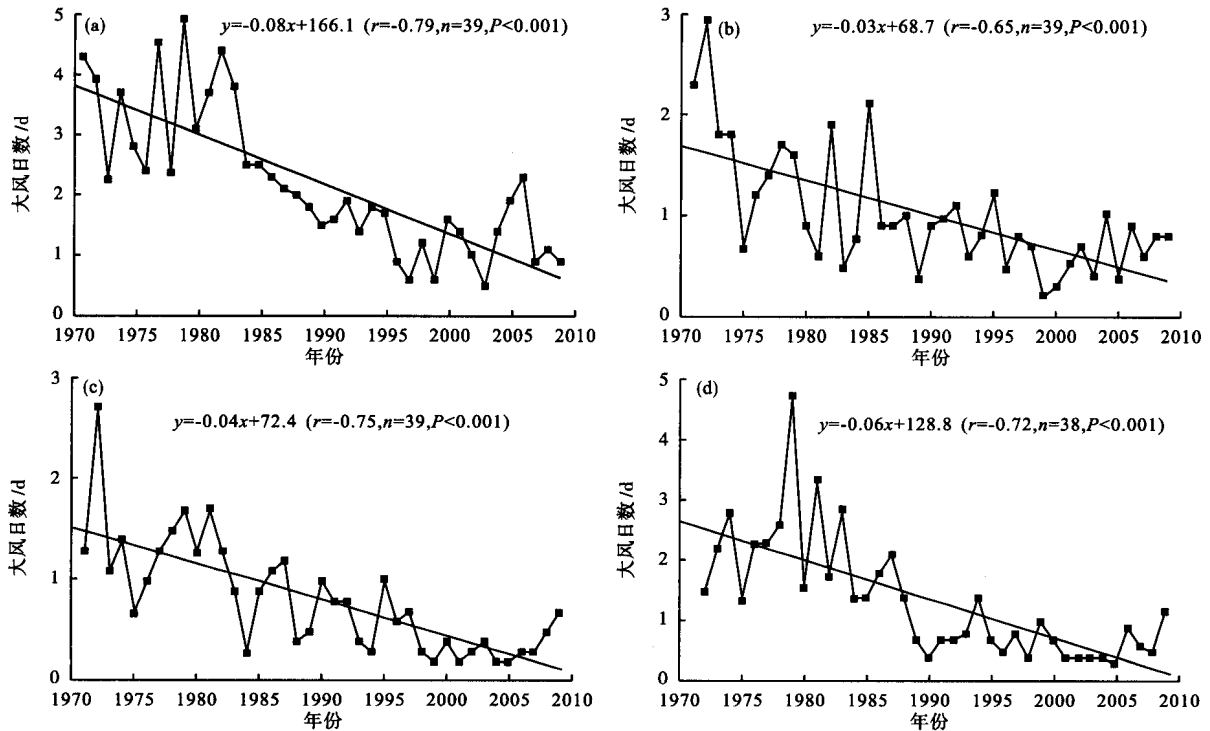


图 3 1971—2009 年河南省春季(a)、夏季(b)、秋季(c)和冬季(d)平均大风日数变化曲线

Fig. 3 Variations of mean gale days in spring(a), summer(b), autumn(c) and winter(d) in He'nan province from 1971 to 2009

0.4 d/10 a 和 0.6 d/10 a 的速率减少,季节间表现出春季大于冬季大于秋季大于夏季的特征。分析各季节平均大风日数的年代际差异发现,随年代增加大风日数呈减少的趋势,在春季,以 20 世纪 70 年代为最多(3.4 d),80 年代次之(2.7 d),90 年代和 21 世纪初年代(均为 1.3 d)。在夏季,以 20 世纪 70 年代为最多(1.6 d),80 年代次之(1.0 d),90 年代和 21 世纪初年代最少(均为 0.7 d)。在秋季,以 20 世纪 70 年代为最多(1.4 d),其次为 80 年代(0.9 d),再次为 90 年代(0.6 d),21 世纪初年代最少(0.3 d)。在冬季,以 70 年代最多(2.4 d),其次为 80 年代(1.7 d),再次为 90 年代(0.8 d),21 世纪初年代为最少(0.6 d)。

2.1.3 月平均大风日数的变化

河南省各月平均大风日数占全年大风日数的百分率(图 4)变化表明,各月之间比较以 4 月最多,所占比例为 15.5%;3 月次之,所占比例为 15.2%;以 9 月最少,所占比例为 1.9%。3—5 月平均大风日数占全年的 40.8%。

万方数据

2.2 河南省大风日数的空间分布特征

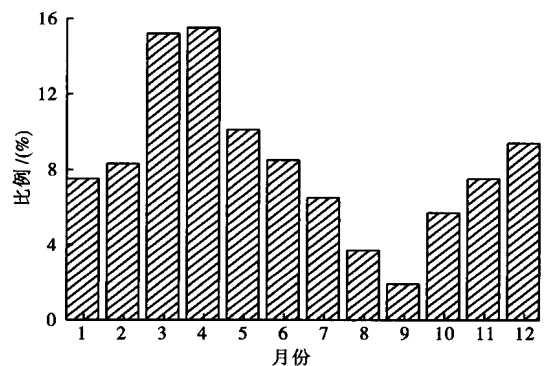


图 4 1971—2009 年河南省逐月大风日数占全年的比例

Fig. 4 The proportion of monthly gale days in the whole year in He'nan province from 1971 to 2009

2.2.1 年平均大风日数的变化

河南省年平均大风日数平均值为 5.4 d(图 5),最大值出现在登封站和宝丰站(13.6 d),最小值出现在洛宁站(0.5 d)。河南省东部、西部和大部分南部区域的年平均大风日数低于 5 d;而中北部地区大风日数相对较多,高于 5 d,为河南省年平均大风日数的高值区域。从各地市看,年平均大风日数的高值区主要分布在信阳的新县站、南阳的方城站、平顶

年平均大风日数与扬沙日数和沙尘暴日数均呈极显

著正相关,其相关系数分别为0.88和0.75,说明大

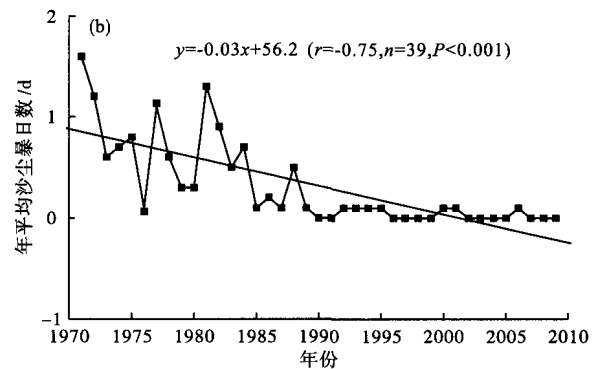
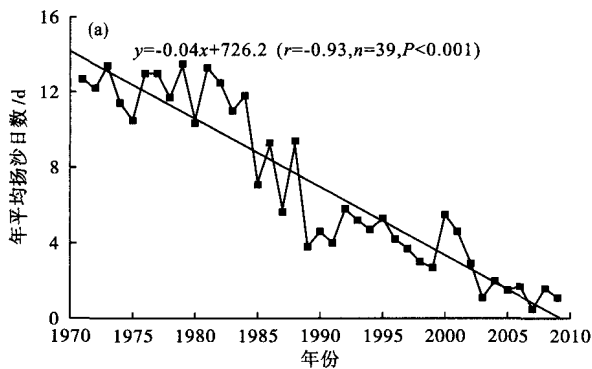


图7 1971—2009年河南省年平均扬沙日数(a)和沙尘暴(b)日数变化曲线

Fig. 7 Variations of annual mean sand-blowing days and sand-dust storm days in He'nan province from 1971 to 2009

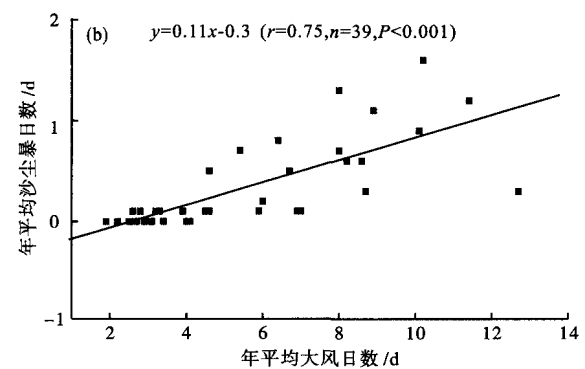
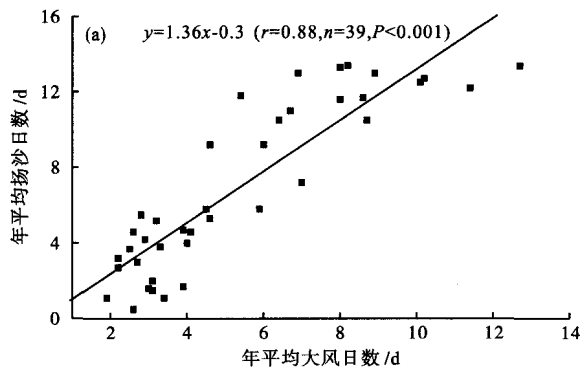


图8 1971—2009年河南省年平均大风日数与年平均扬沙日数(a)和沙尘暴日数(b)的关系

Fig. 8 The relationships between annual mean gale days and sand-blowing days, sand-dust storm days

风日数对沙尘天气的发生具有正效应。近年来,沙尘天气的减少主要是由于其驱动因子大风天气的减少所导致的。年平均大风日数与扬沙日数的相关性要高于其与沙尘暴日数的相关性,这说明大风天气对于扬沙天气形成的影响较大,而相比之下沙尘暴的形成原因较为复杂。

年平均扬沙日数和沙尘暴日数均表现出明显的年代际差异,均呈随年代增加而逐渐较少(图8)。其中,扬沙日数以20世纪70年代最多(9.0 d),其次为80年代(6.1 d),再次为90年代(3.3 d),21世纪初年代最少(2.9 d)。沙尘暴日数以20世纪70年代最多(0.7 d),其次为80年代(0.4 d),再次为90年代(0.1 d),21世纪初年代最少(0.0 d)。

3 结论与讨论

(1)河南省大风日数表现出明显的时空变化特征。在时间变化上,无论在年尺度还是季尺度,河南省平均大风日数均呈现随时间增加而显著减少。在空间分布上,河南省大风日数表现出在东部、西部和大部分南部地区较少,而位于太行山东南部的中北

万方数据

部地区相对较多;其高值区主要位于河南省中部海拔由低到高的过渡地带。近39 a来,河南省年平均扬沙日数和沙尘暴日数均呈显著减少的趋势。相关分析表明,大风日数的减少是导致沙尘天气减少的主要原因。

(2)IPCC第4次评估报告指出,全球目前正经历着一次以变暖为主要特征的显著变化,过去100 a来全球地表温度升高(0.74 ± 0.18) $^{\circ}\text{C}$ ^[17]。全球气候变暖使得冷空气强度减弱和频次减少^[20],而这种全球范围的气候变化必然会对区域性的气候造成影响,这可能是中国河南省大风日数逐年和逐年代减少的原因之一。另外,城市的发展以及气象站迁移等原因对于大风日数的记录也会造成一定的影响^[18]。

(3)利用同类观测资料,国内学者对不同地区的大风日数的年际变化开展了诸多研究^[3,9-10,16],其共同的结论是随年份增加大风日数呈显著减少,这与本研究的结果有一致之处,这说明在全球变化的同一背景下,不同地区间的大风日数的年际变化规律的相似性。近39 a来,河南省年平均大风日数和扬

沙日数、沙尘暴日数随时间的变化趋势具有一致性,并且相关关系较为明显。这说明一定的风速是沙尘天气发生的必要条件,大风日数的时间变化在一定程度上可以决定沙尘天气随时间的变化,这与张智等^[10]在宁夏、李耀辉等^[16]在中国西北地区、Zhao等^[19]在内蒙古的研究结果具有一致性。

(4)中国河南省大风日数在一年中的季节性变化规律明显,这和大气环流系统的活动有关。在春季,由于蒙古冷高压减弱北移,以印度洋为中心的大陆热低压开始出现并逐渐加强,西太平洋副热带高压西伸北抬,中国河南省处于冬季风向夏季风转换的过渡季节,西风槽和冷锋活动频繁,西伯利亚冷空气南下的时间尺度加大,大风天气最多。而冬季大风天气较多主要是因为冬季整个亚洲大陆受蒙古冷高压控制,从蒙古高压中心不断有冷空气南下入侵中国,较强冷空气给中国河南省带来大风天气^[3]。夏季,由于东亚大陆气候主要受南亚低压和西太平洋副热带高压两个环流系统强弱和相互作用所制约,而高、低压间压差小,风速较小,大风天气相对较少。在秋季,南亚低压和西太平洋副高都迅速减弱,蒙古冷高压和阿留申低压开始加强,冷空气还不够强大,大风天气最少。

(5)河南省大风日数的地理分布与地形有很大关系。河南省东部大风日数较少的原因在于东部海拔较低、地势较为平坦;西部较少的原因在于在该地区海拔相对较高,但其整体一致性强,处于该区域的山系是秦岭山脉东段的延续部分,有崤山、熊耳山、伏牛山、外方山等;在低海拔向高海拔过渡的郑州、平顶山等地区是河南省大风日数的高值区;位于河南省南部的信阳存在2个高值区,与其位于桐柏山和大别山以北有关。

参考文献

- [1] 俞卫平. 地面气象规范[M]. 北京:气象出版社,2003.
- [2] 姚正毅,王涛,陈广庭,等. 近40 a 甘肃河西地区大风日数时空分布特征[J]. 中国沙漠,2006,26(1):65-70.
- [3] 朱业玉. 河南省大风气候特征分析[J]. 河南气象,2001(2):23.
- [4] 陈洪武,辛渝,陈鹏翔,等. 新疆多风区极值风速与大风日数的变化趋势[J]. 气候与环境研究,2010,15(4):479-490.
- [5] 林苗青,杜勤博,翁武坤. 近40年南澳县大风特征分析[J]. 气象与环境学报,2010,26(4):48-52.
- [6] 谢秀英,谢秀琴. 1958—2007年福海县大风天气统计分析[J]. 气象与环境学报,2009,25(6):52-55.
- [7] 李兰,周月华,陈波. 湖北省大风灾害及其风险度[J]. 气象科技,2009,37(2):205-208.
- [8] 蒋春燕,黄文君,柯坪地区1971—2008年沙尘天气特征分析[J]. 沙漠与绿洲气象,2010,4(3):45-48.
- [9] 苗爱梅,贾利冬,武捷. 近51a山西大风与沙尘日数的时空分布及变化趋势[J]. 中国沙漠,2010,30(2):452-460.
- [10] 张智,郑广芬,林莉,等. 宁夏大风日数气候变化及其对沙尘天气的影响[J]. 干旱区资源与环境,2006,20(4):30-34.
- [11] 丁荣,张德玉,梁俊宁,等. 甘肃河西走廊中部近45a来大风沙尘暴气候背景分析[J]. 中国沙漠,2006,26(5):792-796.
- [12] 赵俊荣,晋绿生,彭擎宇,等. 准葛尔盆地南缘沙尘暴、大风气候特征分析[J]. 干旱区资源与环境,2009,26(3):103-106.
- [13] Goudie A, Middleton N J. The changing frequency of dust storms through time[J]. Climatic Change, 1992, 20(3):197-225.
- [14] 康杜娟,王会军. 中国北方沙尘暴气候形势的年代际变化[J]. 中国科学:D辑,2005,35(11):1096-1102.
- [15] 叶笃正,丑纪范,刘纪远. 关于中国华北沙尘天气的成因与治理对策[J]. 地理学报,2000,55(5):513-521.
- [16] 李耀辉,张存杰,高学杰. 西北地区大风日数的时空分布特征[J]. 中国沙漠,2004,24(6):915-919.
- [17] IPCC. Climate Change 2007: The physical science basis—summary for policymakers[M]//Contribution of working group I to the fourth assessment report of intergovernmental panel on climate change. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.
- [18] 徐凤梅,焦建丽,张艳玲,等. 近47a商丘大风气候特征分析[J]. 气象与环境科学,2009,32(增刊):74-77.
- [19] Zhao C S, Dabu X, Li Y. Relationship between climatic factors and dust storm frequency in Inner Mongolia of China[J]. Geophysical Research Letters, 2004, 31(1): L01103, doi:10.1029/2003GL018351.

Spatial-temporal distributions of gale days and its effects on dust weather in He'nan province

Ji Xing-jie¹ ZHU Ye-yu¹ GU Wan-long¹ ZHANG Gui-long² MIAO Dong¹

(1. He'nan Climate Center, Zhengzhou 450003, China; 2. Agro-Environmental Protection Institute, Ministry of Agriculture, Tianjin 300191, China)

Abstract: Based on the observational data from 110 weather stations from 1971 to 2009 in He'nan province, the spatial-temporal distributions of gale days and the relationship between gale days and sand-dust days were analyzed. The results show that the annual mean gale days decrease significantly with the rate of 2.2 d/decade in recent 39 years, so are the seasonal mean gale days and the rates are 0.8 d/decade in spring, 0.6 d/decade in winter, 0.4 d/decade in autumn and 0.3 d/decade in summer. For the annual scale and seasonal scale, the inter-decadal gale days decrease in He'nan province. The gale weather mainly occurs in spring and winter, and the number of gale days in these two seasons can account for 40.8% of that for the whole year. For the monthly gale days, the maximum occurs in April and the minimum appears in September, and their percentages are 15.5% and 1.9%, respectively. The spatial distributions of annual mean gale days are related to the topography in He'nan province. The gale weather often occurs in the southeast of Taihang Mountains and the middle-northern regions of He'nan province where the elevation changes from lower to higher. Whereas it seldom occurs in the eastern regions where the topography is flat and the western regions where there are a lot of mountains and the elevation is relatively high. The annual mean blowing sand days and sand-dust storm days decrease significantly with the rates of 0.4 d/decade and 0.3 d/decade from 1971 to 2009, and both are in significantly positive correlations with gale days based on Pearson's correlation analysis and the correlation coefficients are 0.88 and 0.75 respectively. The annual variations of gale days could influence the sand-dust weather, and the decrease of gale days is the main reasons causing the decrease of sand-dust weather in He'nan province.

Key words: Gale days; Spatial-temporal distribution; Dust weather; He'nan province