

宁夏强沙尘暴灾害危险性分析

成文浩¹, 刘耀龙²

(1. 宁夏大学 人事处, 宁夏 银川 750021; 2. 华东师范大学 资源与环境科学学院, 上海 200062)

[摘要] 为正确认识沙尘暴灾害的规律、辨析区域承载体脆弱程度和降低灾害风险水平提供参考, 基于1954—2007年宁夏回族自治区10个基准气象监测站点强沙尘暴序列, 选取年出现天数(d/a)指标, 运用强度—频率分析、ArcGIS空间分析, 开展区域强沙尘暴灾害危险性分析与区划。结果表明, 强沙尘暴灾害危险性呈现出极点—扩散, 中、东部高, 西北、南部低的特征。100 a一遇情景下, 强沙尘暴出现天数在8.96~57.23 d/a, 灾害高危险区域分布在盐池县东部以及同心县和海原县交界处, 空间面积超过6000 km²; 随着重现期不断增大, 高危险区域逐渐增多。

[关键词] 强沙尘暴; 灾害危险性; GIS; 宁夏

[中图分类号] S162.3; P425.55 **[文献标识码]** A

Hazard Analysis of Severe Sand Storm in Ningxia

CHENG Wen-hao¹, LIU Yao-long²

(1. Department of Human Resources, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021, 2. School of Resources and Environment Science, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Abstract: The hazard of regional severe sand storm was evaluated and regionalized by analyzing d/a index, intensity-frequency and ArcGIS space based on the data of 10 meteorological monitoring stations from 1954 to 2007 in Ningxia to know the regularity of sand storm disaster, provide a reference for analyzing weak degree of regional bearing capacity and reducing the risk level of sand storm. The results show that the hazard characteristics of severe sand storm is from pole to diffusion, high in East and Middle region and low in Northwest and South. The emergence days of severe sand storm in 100 years is 8.96~57.23. The high hazard region distributed in the east part of Yanchi county and the junction between Tongxin and Haiyuan counties and the spatial area is over 6000 km². The high hazard region increases with continuous enlargement of the return period.

Key words: severe sand storm; hazard; GIS; Ningxia

宁夏地处中国西部黄河上游的旱荒漠区向半干旱草原的过渡区, 地势南高北低, 东邻陕西省, 西部、北部接内蒙古自治区的腾格里沙漠、乌兰布和沙漠, 南部与甘肃省相连, 是我国西北地区沙尘粉尘补充、东输的必经之地^[1]。其特殊的地理、地貌条件决定了每逢春季几乎都有沙尘暴天气影响^[2]。强沙尘暴是宁夏地区春季最严重的灾害性天气之一^[3], 其来势迅猛、影响范围大, 对工农业生产、交通运输和人民生活及生命财产有着极大危害^[4]。

近年来, 关于宁夏强沙尘暴事件的研究大量集中在沙尘暴天气的形成机制和气候背景^[3,5-6], 强沙尘天气的基本特征和变化趋势^[7-9]以及沙尘暴灾害的生态效应与防治对策^[10-12]; 但沙尘暴灾害风险研究的文献较少, 仅王积全等^[13]对我国西部地区东部群发性强沙尘暴风险进行了分析, 包云辉等^[14]开展了赤峰市大风与沙尘暴风险的分析。基于灾害风险学视角, 沙尘暴灾害风险因子包括致灾因子危险性、承灾体脆弱性和灾害损失三部分。其中, 致灾因子

危险性分析是认识沙尘暴灾害自然规律与基本特征的首要步骤, 也是开展区域灾害风险分析与评价的基础。为此, 通过构建灾害风险因子, 开展宁夏回族自治区强沙尘暴灾害危险性特征的分析与评价, 为正确认识沙尘暴灾害规律, 辨析区域承载体脆弱程度和降低灾害风险水平提供参考。

1 材料与方法

1.1 数据来源

分析数据采用1954—2007年宁夏回族自治区10个基准气象监测站点(图1)强沙尘暴事件连续观测数据。原始数据来源于中国强沙尘暴序列及其支撑数据集[中国气象科学数据共享服务网(<http://cdc.cma.gov.cn/index.jsp>)]。

1.2 分析方法

考虑灾害风险系统特征, 选择年强沙尘暴出现日数(d/a)作为强沙尘暴灾害危险因子表针指标, 运用Excel软件, 对原始监测数据按照年份、监测站点

[收稿日期] 2010-12-08; 2011-03-04 修回

[作者简介] 成文浩(1982—), 男, 硕士, 助教, 从事区域经济地理与灾害管理研究。



图 1 宁夏沙尘暴监测站点分布

Fig. 1 Distribution of sandstorm monitoring stations in Ningxia

表 1 宁夏 10 基准气象监测站点典型重现期条件下强沙尘暴年出现日数

Table 1 The emergency days of severe sand storm under the condition of typical return period in 10 meteorological monitoring stations in Ningxia

重现期/a Return period	出现日数/(d/a) Emergence days									
	惠农	银川	陶乐	中卫	中宁	盐池	海原	同心	固原	西吉
2	4.32	3.43	6.89	2.01	1.57	18.38	3.65	8.89	1.37	0.71
5	11.52	8.16	16.33	8.18	6.89	29.53	9.99	20.87	4.39	2.45
10	16.93	11.66	23.06	13.61	11.90	36.00	14.83	29.51	6.86	3.89
20	22.33	15.12	29.62	19.39	17.35	41.69	19.70	37.97	9.41	5.38
50	29.46	19.67	38.13	27.35	24.98	48.47	26.16	48.99	12.85	7.40
100	34.84	23.09	44.49	33.53	30.96	53.22	31.05	57.24	15.48	8.96
200	40.22	26.51	50.80	39.81	37.08	57.74	35.96	65.44	18.14	10.53
500	47.33	31.01	59.07	48.23	45.31	63.41	42.45	76.21	21.69	12.62
1000	52.70	34.41	62.30	54.67	51.62	67.53	47.36	84.32	24.39	14.21

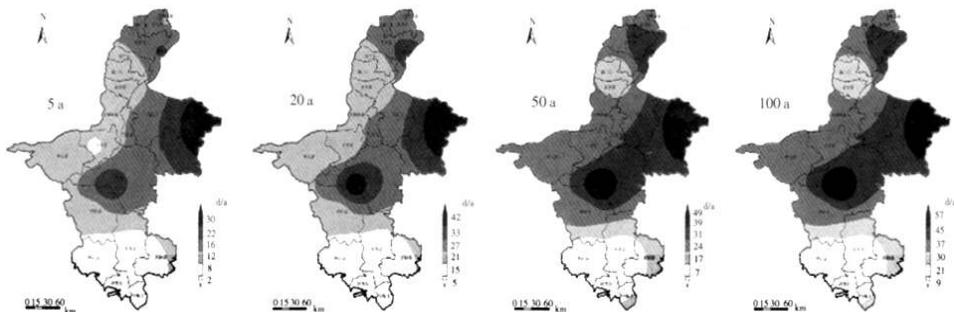


图 2 宁夏典型重现期条件下强沙尘暴年出现日数空间分布

Fig. 2 The spatial distribution of emergence days of severe sand storm under the condition of typical return period in Ningxia
部的西吉站点灾害危险性最低,100 a一遇情景下强沙尘暴出现天数不足 10 d/a;宁夏西部的盐池站点灾害危险性最高,100 a一遇情景下强沙尘暴出现天数超过 50 d/a。

2.2 危险性空间分布

强沙尘暴年出现日数在空间上呈现出“中、东部高,西北、南部低”的态势(图 2)。具体而言,4 种典

分别提取年强沙尘暴发生日数。基于水文频率分析,采用 Pearson-III 型概率分布函数,估算各个站点典型重现期条件下强沙尘暴年出现日数(表 1)。基于 ArcGIS 地统计分析“Geostatistical Analyst”模块的“Geostatistical Wizard”工具,进行 4 种典型重现期条件下(100 a、50 a、20 a 和 5 a 一遇)强沙尘暴年出现日数(d/a)空间插值与展布(图 2)。运用“Spatial Analyst”模块中“Reclassify”重分类工具实现宁夏强沙尘暴灾害危险性等级划分,进而量算不同等级高温危险区空间面积^[15]。

2 结果与分析

2.1 频率及强度特征

从表 1 可知,2 a 一遇强沙尘暴灾害强度普遍低于 10 d/a(盐池县除外,为 18.38 d/a),10 a 一遇强沙尘暴出现日数在 3.89~36 d/a,100 a 一遇强沙尘暴灾害出现日数在 8.96~57.24 d/a。其中,宁夏西南

表 2 4种典型重现期条件下强沙尘暴年出现日数的空间面积

Table 2 The spatial area of emergence days of severe sand storm under the condition of 4 typical return periods in Ningxia

重现期 5 a		重现期 20 a		重现期 50 a		重现期 100 a	
Return period in five years	分级/d	Return period in 20 years	分级/d	Return period in 50 years	分级/d	Return period in 100 years	分级/d
2.45~7.54	12871.46	5.38~15.06	12757.98	7.40~17.51	10235.04	8.96~21.07	10491.32
7.55~11.58	23662.78	15.07~21.75	22168.16	17.52~24.68	8237.46	21.08~29.59	8578.67
11.59~16.04	19357.15	21.76~26.87	17921.55	24.69~31.20	24054.85	29.60~36.78	23422.70
16.05~22.41	7092.02	26.88~33.42	8879.07	31.21~39.03	17180.09	36.79~44.73	17062.26
22.42~29.53	3406.35	33.43~41.69	4627.92	39.03~48.98	6579.99	44.74~57.23	6618.47

主,空间面积占总面积的 84.17%;20 a 一遇在 5.38~41.69 d/a,以 15~25 d/a 为主,空间面积占 60.42%;50 a 一遇在 5.38~41.69 d/a,以 25~40 d/a 为主,空间面积占 62.21%;100 a 一遇在 8.96~57.23 d/a,以 30~45 d/a 为主,空间面积占 61.18%。

2.3 危险性区划

在定量计算强沙尘暴灾害强度的基础上,参考国家气象局(<http://www.cma.gov.cn/>)公布的《气象灾害预警信号及防御指南》中关于沙尘暴预警信号分级,分别以黄色、橙色、红色表示三级;考虑居民一般感受,以强沙尘暴年出现日数(d/a)作为指标,将强沙尘暴灾害强度危险性划分为 0~5 共 6 级,分别为无危险性、较低危险性、低危险性、中危险性、高危险性和较高危险性,划分标准依次为年强沙尘暴出现日数≤0 d/a、0~15 d/a(半个月内)、15~

30 d/a(1 个月内)、30~45 d/a(1 个半月内)、45~60 d/a(2 个月内)、≥60 d/a(2 个月以上),对应的危险信号颜色依次为白色、绿色、黄绿色、黄色、橘黄色和红色。

宁夏强沙尘暴灾害危险性分布呈现“极点—扩散”现象,即存在极端高危险区域,中、低危险区域广泛分布,且高等级危险区域随着重现期增大而逐步扩大(图 3)。具体而言,5 a 一遇情景下,大部分区域处于较低危险水平,只有部分区域(同心县、盐池县和陶乐县)出现低危险特征,80% 区域强沙尘暴灾害危险性极低(表 3);20 a 一遇情景下,广大区域处于低风险水平,占总面积的 69.03%,个别点区(同心县、盐池县)达到中危险水平,而南部区域(固原县、西吉县、彭阳县、隆德县和泾源县)处于较低危险状态。

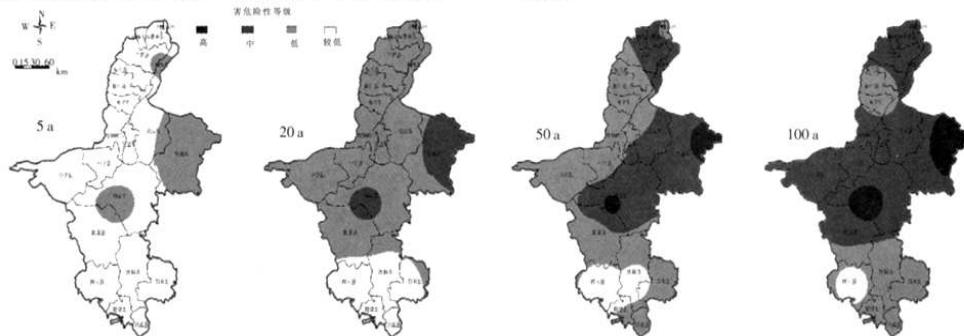


图 3 宁夏典型重现期条件下强沙尘暴灾害危险性等级空间分布

Fig. 3 The spatial distribution of hazard rank of severe sand storm under the condition of the typical return period in Ningxia

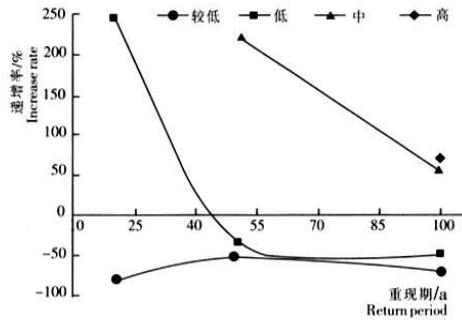


图 4 不同重现期强沙尘暴递增率变化

Fig. 4 Increase rate changes of severe sand storm during different return periods

50 a 一遇情景下,低危险区域面积极大减小,中危险区域进一步扩展到中、东部(灵武市、吴忠市东南部)和东北部(惠农县、石嘴山市、平罗县和陶乐县),高危险区域呈点状分布在同心县南部和盐池县东部,空间面积为 2412.58 km²。100 a 一遇情景下,中危险区域面积广布在中部和北部区域,约占总面积的 60.61%;高危险区集中在盐池县东部以及同心县和海原县交界处,空间面积超过 6000 km²;低、较低危险区域分布于北部(贺兰县、银川市和永宁县)和南部区域,面积不超过 30%。此外,随着重现期的增大,较低危险区分布呈现显著的递减趋势,且递减率均超过 50%(图 4);低危险区分布呈现先

表 3 4 种典型重现期条件下强沙尘暴灾害危险性等级空间面积统计

Table 3 The spatial area of hazard rank of severe sand storm under the condition of 4 typical return periods in Ningxia

等级 Rank	重现期 5 a		重现期 20 a		重现期 50 a		重现期 100 a	
	Return period in five years 面积/km ²	面积比/%	Return period in 20 years 面积/km ²	面积比/%	Return period in 50 years 面积/km ²	面积比/%	Return period in 100 years 面积/km ²	面积比/%
较低	53 127.71	80.01	12 680.81	19.10	6 496.10	9.78	2 299.72	3.46
低	13 262.06	19.97	45 838.86	69.03	31 986.21	48.17	17 265.98	26.00
中	—	—	7 835.00	11.80	25 383.54	38.23	40 245.03	60.61
高	—	—	—	—	2 421.58	3.65	6 362.70	9.58
总计	66 400.00	100.00	66 400.00	100.00	66 400.00	100.00	66 400.00	100.00

增大后减少趋势;中危险区则呈现出逐步增大趋势,递增速度逐渐降低;高危险区分布从无到有,增加率趋于缓和。

3 结论与讨论

1) 强沙尘暴灾害危险性可用年出现日数(d/a)指标加以量化表征,通过定量表征定性表达,强沙尘暴灾害危险性可以分为 6 个等级,依次为无危险性、较低危险性、低危险性、中危险性、高危险性和较高危险性,划分标准分别为年强沙尘暴日数 ≤ 0 d/a、0~15 d/a、15~30 d/a、30~45 d/a、45~60 d/a 和 ≥ 60 d/a,对应的危险信号颜色依次为白色、绿色、黄绿色、黄色、橘黄色和红色。研究表明,宁夏年强沙尘暴日数 5 a 一遇以 15 d/a 以下为主,20 a 一遇以 15~25 d/a 为主,50 a 一遇以 25~40 d/a 为主,100 a 一遇以 30~45 d/a 为主。5 a 一遇情景下,大部分区域处于较低危险水平,20 a 一遇情景下,广大区域处于低风险水平。

2) 强沙尘暴强度频率分析方法可较好地反映灾害危险性特征,ArcGIS 空间分析模块可有效表达灾害危险性空间分布。宁夏强沙尘暴灾害危险性总体呈现出“极点—扩散”特征,即存在极端高危险区域,中、低危险区域广泛分布,且高等级危险区域随着重现期增大而逐步扩大。100 a 一遇情景下,宁夏强沙尘暴灾害高危险区域分布在盐池县东部以及同心县和海原县交界处,空间面积超过 6 000 km²。

3) 强沙尘暴危险性特征反映灾害风险存在的自然背景条件,危险性分析的目的在于正确认识沙尘暴灾害发生规律和强度特征,是开展区域承灾体暴露性分析和脆弱性评估的基础,也是人类正视人地关系和谐化的第一步。建议进一步开展区域强沙尘暴灾害风险分析与区划研究,以实现人与灾害“和而不同”,开发并利用灾害事件的理念。

[参考文献]

[1] 赵光平,杨有林,陈楠,等.宁夏区域性强沙尘暴卫

星遥感监测系统[J].中国沙漠,2004,24(6):711-714.

- [2] 李艳春,赵光平,陈楠,等.宁夏强沙尘暴天气研究进展[J].中国沙漠,2006,20(1):137-141.
- [3] 张玉林,赵光平,杨淑萍.宁夏强沙尘暴形成机制的探索和研究[J].中国沙漠,1996,16(4):351-355.
- [4] 杨先荣,王劲松,何玉春,等.甘肃中部强沙尘暴成因分析[J].中国沙漠,2008,28(3):567-571.
- [5] 赵光平,郑广芬,王卫东.宁夏特强沙尘暴气候背景及其成灾规律研究[J].中国沙漠,2003,23(4):420-427.
- [6] 顾静,周杰,赵景波.西北地区不同等级沙尘暴的空间变化与防治[J].灾害学,2008,23(1):27-31.
- [7] 刘学锋,安月改,李元华.京津冀区域沙尘暴和群发性强沙尘暴特征分析[J].灾害学,2004,19(4):51-56.
- [8] 刘立超,安兴琴,李新荣,等.宁夏盐池沙尘暴特征分析[J].中国沙漠,2003,23(1):33.
- [9] 陈楠,陈豫英.宁夏近四十年大风沙尘演变趋势分析[C]//中国气象局预测减灾司.天气预报技术文集.北京:气象出版社,2001:226-230.
- [10] 赵光平,陈楠,杨建玲,等.宁夏中部干旱带生态变迁与沙尘暴演变趋势[J].应用气象学报,2004,15(4):477-484.
- [11] 张晓龙,张艳芳.近年来中国北方沙尘暴成因及其防治[J].灾害学,2001,16(3):70-81.
- [12] 赵光平,王连喜,杨淑萍.宁夏强沙尘暴生态调控对策的初步研究[J].中国沙漠,2000,20(4):448.
- [13] 王积全,李维德,祝忠明.西北地区东部群发性强沙尘暴风险分析[J].干旱区资源与环境,2008,22(4):118-121.
- [14] 包云辉,李俊有.赤峰市大风与沙尘暴风险分析[J].内蒙古农业科技,2009(1):70.
- [15] 汤国安,杨昕. ArcGIS 地理信息系统空间分析实验教程[M].北京:科学出版社,2006:363-428.

(责任编辑:冯卫)