

文章编号:1004-4574(2007)01-0061-05

基于历史资料的中国北方草原火灾风险评价

刘兴朋,张继权,范久波

(东北师范大学 城市与环境科学学院/自然灾害研究所,吉林 长春 130024)

摘要:根据我国北方草原区各省、自治区 1991 - 2005 年的草原火灾资料,利用信息扩散理论和风险矩阵对我国北方草原区的草原火灾风险进行了计算,给出了我国北方各草原区的草原火灾年发生次数和草原火灾年受灾率在各个风险水平下的风险值,定量地评价了我国北方草原区的草原火灾风险。并给出几个重要风险水平下草原火灾风险的空间分布趋势和综合指标下的我国草原火灾风险空间分布趋势。

关键词:信息扩散;风险矩阵;草原火灾;风险评价

中图分类号:X43 **文献标识码:**A

Historical data-based risk assessment of fire in grassland of northern China

LIU Xing-peng, ZHANG Ji-quan, FAN Jiu-bo

(College of Urban and Environmental Sciences/Natural Disaster Research Institute, Northeast Normal University, Changchun 130024, China)

Abstract: Using the data of grassland fire disasters in 1991 - 2005, authors calculated the value of grassland fire risk in every province and autonomous region by employing information diffusion theory and risk matrix to deal with the data of grassland fire disasters in grassland regions of northern China. In this paper, the risk values of annual grassland fire disaster frequency and affected area rate under various risk levels were presented. The grassland fire disaster risk levels of various regions in northern China were quantitatively indicated and the spatial distribution tendency of grassland fire disaster risk was shown.

Keywords: information diffusion; risk matrix; grassland fire; risk assessment

随着草原区经济的发展,人口的增加,我国草原火灾发生越来越频繁,这给我国草原区国民经济造成了极大威胁。草原火灾发生的原因极为复杂,涉及到天气、气候、社会以及自然界各种有关的因素,因此其发生具有很大的随机性和不确定性。近年来由于对草原火灾风险缺少必要的认识,使得对草原火灾的管理落入“火灾—保护—火灾”恶性循环中,缺少对草原火灾风险管理意识。草原火灾风险评价是草原火灾风险管理和编制应急预案程序的第一步。通过对草原火灾的风险评价,可以帮助该地区人员理解在这个区域突发草原火灾事件的概率和严重后果。而对于政府部门来说,掌握草原火灾风险水平是进行有关决策的重要依据。在传统上,风险本质上是灾害概率分布与潜在损失的乘积,风险评估的主要问题归结为如何利用历史资料去进行有关概率分布的估计^[1]。因此有效地得到的草原火灾的概率分布对草原火灾风险评价具有重要意义。

对于草原火灾的研究,国内外学者已经进行了大量的研究并取得了一定的进展。研究主要侧重于对草原火行为^[2-3]、草原火险研究和草原火预测的技术研究^[4-5],从风险角度研究草原火灾的研究还很少。在传

收稿日期:2006-10-12; 修订日期:2007-01-26

基金项目:国家“十五”科技攻关项目(2004BA528B-3-1)

作者简介:刘兴朋(1980-),男,硕士研究生,主要从事气象灾害风险评价研究。

通讯联系人:张继权,教授。E-mail:zhangjq022@nenu.edu.cn

统上由于资料的限制,草原火灾风险评估中草原火灾发生的概率主要用草原火灾的发生频率来代替。由于草原火灾是小样本事件,因此利用历史数据进行草原火灾的频率计算代替实际的草原火灾发生概率很不科学。信息扩散方法是利用信息分配法把每一个知识样本点变成模糊集,并把其携带的信息分配样本中的每一个点的一种优化处理样本资料方法^[6]。它为优化处理草原火灾风险提供了一个重要途径。本研究在已有研究的基础上,以我国北方草原区为研究对象,利用历年草原火灾资料进行草原火灾风险评价,以期为防火减灾、制定应急预案提供科学依据。

1 研究区概况

我国草原区主要集中在干旱、半干旱的北方地区,包括内蒙古、吉林、黑龙江、辽宁、新疆、宁夏、青海、四川、陕西、山西、河北、甘肃 12 个省、自治区,总土地面积 416 万 km², 占国土总面积的 43.3%。草原区草原面积 2.473 亿 hm², 占草原区总土地面积的 60%。其中以东北、西北的温带草原最为地域辽阔、牧草茂密,是发展草原牧业的重要基地。我国草原区气候具有显著的大陆性气候特点,其特征表现为冬季寒冷漫长,夏季炎热短促,年平均气温低,温差大,有效积温高,降水少,蒸发量大,气候干燥,日照充足。我国草原区绝大部分地区年降水量在 200mm 以内,蒸发量在 1000mm 以上。在春秋季节,适度的地上可燃物储量和连续分布状况,并配合独特的天气气候条件,构成了该地区高火险的特征,对草原区社会经济和人民的生命财产造成极大的破坏性。建国以来我国共发生草原火灾 56451 起,过火面积 20617.21 万 hm², 受伤人数 1413 人,死亡 444 人,死亡牲畜 37682 头(只),被迫转移牲畜 829 万余头(只)。随着牧业经济的不断发展,草原火灾已经成为阻滞畜牧业可持续发展的主要因子之一。

2 研究方法

2.1 信息扩散理论

信息扩散就是为了弥补信息不足而考虑优化利用样本模糊信息的一种对样本进行集值化的模糊数学处理方法,该方法可以将一个有观测值的样本,变成一个模糊集,即将单值样本变成集值样本,最常用的模型是正态扩散模型,如下列式(1)所示。具体计算过程参照参考文献[1],[6]。

$$f_j(u_i) = \frac{1}{h \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(y_j - u_i)^2}{2h^2} \right] \tag{1}$$

2.2 风险矩阵

风险矩阵是基于风险理论的一种风险计算方法。它将不同指标划分成相同的等级,利用风险计算方法计算。在此采用 4 级分类方法:“1”代表低等级;“2”代表中低等级;“3”代表中高等级;“4”代表高等级。当风险值域为[1,2]时,表示风险水平低;当风险值域为[3,9]时,表示风险水平中等;当风险值域为[12,16]时,表示风险水平高。

发生概率等级		低	中低	中高	高
		1	2	3	4
损失等级	低	1	2	3	4
	中低	2	4	6	8
	中高	3	6	9	12
	高	4	8	12	16

图 1 草原火灾风险矩阵

Fig.1 Risk matrix for grassland fire

3 结果与分析

根据农业部草原监理中心资料和中国农业统计年鉴(2001 - 2005 年)资料,可以获得 1991 - 2005 年我国北方草原区草原火灾的有关资料。由于在草原火灾中草原火灾年发生次数和年过火面积是两个非常重要的指标,因此在此选取这两个指标进行草原火灾风险评价。设 S_i(i = 1, 2, ..., 12)分别为我国北方草原区 12 个省、自治区的草原面积, R_j(j = 1, 2, ..., 15)为我国北方草原区 12 省、自治区 1991 - 2005 年中各年的过火

面积,则草原火灾年受灾率 r 为

$$r = \frac{R_i}{S_i} \tag{2}$$

在考虑了计算精度要求的同时,取草原火灾年发生次数和草原火灾年受灾率的论域分别为

$$U_1 = \{10, 20, 30, \dots, 200\}$$

$$U_2 = \{0.005\%, 0.01\%, 0.015\%, \dots, 0.5\%\}$$

分别将草原火灾年发生次数和草原火灾年受灾率 r 按信息扩散理论进行处理,可以得到我国北方草原区各省、自治区草原火灾在各个水平上的年发生次数的概率和草原火灾年受灾率在各个水平上的概率(见表 1,2)。

表 1 我国北方草原区各地区在各个水平上年草原火灾次数风险估计值

Table 1 Risk estimates for yearly grassland fire frequencies in grassland areas of northern China

年发生次数	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
内蒙古	1.000	0.886	0.779	0.681	0.592	0.511	0.438	0.372	0.314	0.263
新疆	1.000	0.878	0.766	0.663	0.570	0.485	0.410	0.343	0.284	0.233
青海	1.000	0.852	0.719	0.601	0.496	0.405	0.327	0.261	0.206	0.160
四川	1.000	0.859	0.730	0.615	0.513	0.423	0.344	0.277	0.220	0.173
河北	1.000	0.887	0.781	0.684	0.594	0.512	0.438	0.371	0.312	0.260
黑龙江	1.000	0.887	0.780	0.681	0.589	0.504	0.428	0.359	0.298	0.244
吉林	1.000	0.867	0.744	0.633	0.534	0.445	0.367	0.300	0.241	0.192
甘肃	1.000	0.874	0.757	0.650	0.553	0.466	0.388	0.320	0.261	0.210
宁夏	1.000	0.845	0.707	0.586	0.480	0.388	0.311	0.246	0.192	0.147
辽宁	1.000	0.877	0.762	0.657	0.562	0.476	0.399	0.331	0.272	0.221
山西	1.000	0.859	0.731	0.616	0.514	0.424	0.346	0.278	0.222	0.174
陕西	1.000	0.865	0.741	0.629	0.528	0.439	0.361	0.293	0.236	0.187
年发生次数	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
内蒙古	0.218	0.179	0.145	0.115	0.090	0.068	0.050	0.034	0.021	0.010
新疆	0.189	0.152	0.120	0.093	0.070	0.052	0.037	0.024	0.014	0.006
青海	0.122	0.092	0.068	0.050	0.035	0.024	0.016	0.010	0.005	0.002
四川	0.134	0.102	0.076	0.056	0.040	0.028	0.018	0.011	0.006	0.003
河北	0.214	0.174	0.139	0.110	0.085	0.063	0.045	0.031	0.018	0.008
黑龙江	0.198	0.158	0.123	0.095	0.071	0.052	0.036	0.023	0.014	0.006
吉林	0.151	0.116	0.088	0.066	0.048	0.034	0.023	0.014	0.008	0.003
甘肃	0.166	0.130	0.100	0.075	0.055	0.039	0.027	0.017	0.010	0.004
宁夏	0.112	0.083	0.061	0.044	0.031	0.021	0.014	0.008	0.005	0.002
辽宁	0.177	0.139	0.108	0.082	0.061	0.044	0.031	0.020	0.011	0.005
山西	0.135	0.103	0.077	0.056	0.040	0.028	0.019	0.012	0.006	0.003
陕西	0.146	0.112	0.085	0.063	0.045	0.032	0.021	0.013	0.007	0.003

表 2 我国北方草原区各地区在各个水平上草原火灾年受灾率风险估计值

Table 2 Risk estimates for yearly grassland fire-affected area rates in grassland areas of northern China

受灾率	0.005%	0.01%	0.05%	0.1%	0.15%	0.2%	0.25%	0.3%	0.35%	0.4%	0.45%	0.5%
内蒙古	0.735	0.604	0.474	0.360	0.265	0.188	0.128	0.084	0.052	0.030	0.015	0.006
新疆	0.700	0.552	0.407	0.286	0.192	0.124	0.076	0.044	0.024	0.012	0.005	0.002
青海	0.695	0.545	0.398	0.276	0.184	0.116	0.070	0.040	0.021	0.011	0.005	0.002
四川	0.707	0.563	0.421	0.301	0.206	0.136	0.085	0.051	0.028	0.015	0.007	0.002
河北	0.703	0.557	0.413	0.292	0.199	0.129	0.080	0.047	0.026	0.013	0.006	0.002
黑龙江	0.783	0.676	0.569	0.470	0.381	0.301	0.232	0.172	0.121	0.080	0.046	0.020
吉林	0.708	0.565	0.424	0.303	0.208	0.137	0.085	0.051	0.028	0.014	0.006	0.002
甘肃	0.698	0.549	0.404	0.282	0.189	0.121	0.073	0.042	0.023	0.011	0.005	0.002
宁夏	0.696	0.546	0.400	0.278	0.185	0.118	0.071	0.041	0.022	0.011	0.005	0.002
辽宁	0.706	0.561	0.419	0.298	0.203	0.133	0.082	0.048	0.027	0.014	0.006	0.002
山西	0.703	0.558	0.415	0.294	0.199	0.129	0.080	0.047	0.026	0.013	0.006	0.002
陕西	0.708	0.565	0.424	0.305	0.211	0.141	0.090	0.055	0.032	0.017	0.008	0.003

通过表 1 可以得到年发生草原火灾次数在各个风险水平下的草原火灾发生概率。如表中的 20 列表示年发生草原火灾 20 次的概率,如内蒙古的概率为 0.886,即当年发生草原火灾 20 次时,内蒙古地区为一年一遇。通过表 2 可以得到年受灾率在各个风险水平下的概率。如表中的 0.01% 列表示年受灾率为 0.01% 的概率,如内蒙古的概率为 0.604,当年受灾率风险水平为 0.01% 时,内蒙古地区是一年半左右一遇。依次类推。

根据信息扩散理论得到的是单个指标的草原火灾风险估计值。通过分析发现,各省份中各指标的风险等级具有不一致性,即草原火灾发生概率高的地区不一定受灾率高,如河北地区;草原火灾发生概率低的地区受灾率却挺高,如四川地区。为了综合考虑两个指标,在此使用风险矩阵方法来综合评价草原火灾风险。

为了简洁、直观地得到我国北方草原火灾各指标的风险等级图,分别取我国北方草原区各省、自治区年草原火灾年发生次数为 50 次,100 次,150 次,200 次的数据和草原年受灾率分别为 0.1%,0.2%,0.3%,0.5% 的数据作草原火灾风险水平等级图(图 2,图 3)。

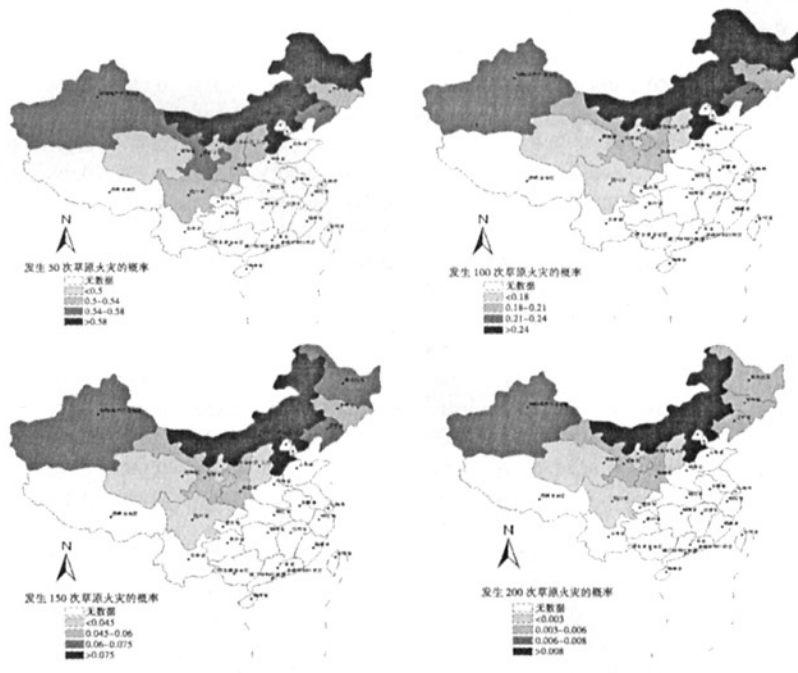


图 2 我国北方草原区各地草原火灾年发生次数风险水平下的风险分布图

Fig. 2 Risk distribution of grassland fire disaster times in given risk level of Northern China

根据图 2、图 3 可以大致将我国草原火灾年发生次数和年过火面积受灾率分别分成 4 个等级(表 3)。

表 3 我国草原火灾年发生次数风险等级和年受灾率风险等级

Table 3 Risk grades of yearly grassland fire frequency and fike-affected area rate in China

等级	值	年发生次数风险等级	年过火面积受灾率风险等级
高	4	内蒙古、河北	黑龙江
中高	3	黑龙江、新疆、辽宁	内蒙古
中低	2	吉林、甘肃、陕西	吉林、陕西、四川、辽宁
低	1	宁夏、山西、青海、四川	新疆、河北、宁夏、山西、青海、甘肃

把草原火灾年发生次数和年受灾率分别看作风险矩阵的两个变量,通过计算可得到综合指标的我国北方地区草原火灾风险(表 4)。

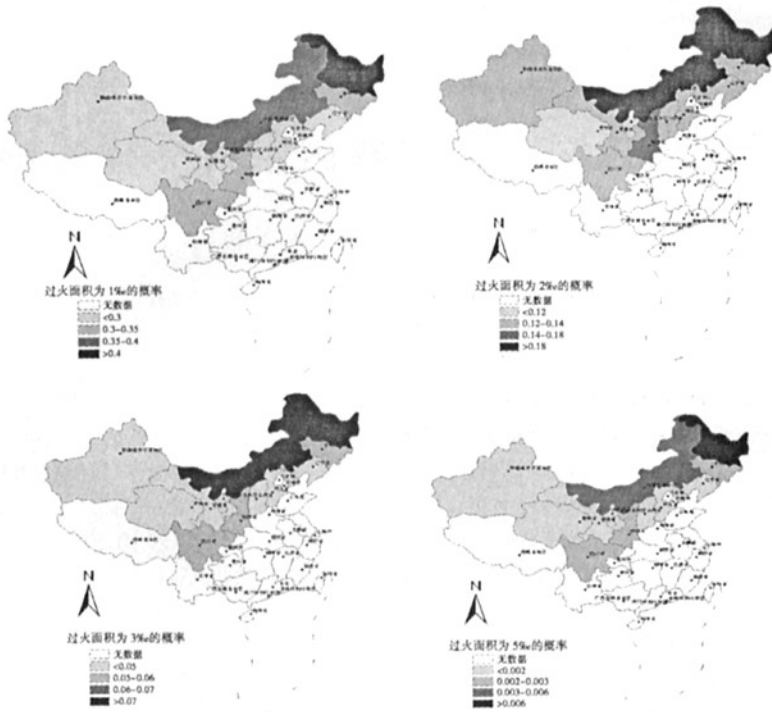


图3 我国北方草原区各地草原火灾年受灾率风险水平下的风险分布图

Fig.3 Risk distribution of annual burned ratio of grassland fire disaster in given risk level of Northern China

表4 我国北方草原区综合指标的草原火灾风险

Table 4 Grassland fire risk of comprehensive index for grassland areas in northern China

省份	内蒙古	黑龙江	河北	辽宁	新疆	吉林
风险值	12	12	4	6	3	4
风险等级	高	高	中等	中等	中等	中等
省份	陕西	甘肃	四川	山西	青海	宁夏
风险值	4	2	2	1	1	1
风险等级	中等	低	低	低	低	低

通过以上分析可以得到我国草原火灾风险分布的总体趋势为从东部向西部递减。内蒙古和黑龙江是我国草原火灾风险最大的两个省份。河北、辽宁、新疆、吉林、陕西属于草原火灾风险中等地区。甘肃、四川、山西、青海、宁夏草原火灾风险较低。我国北方草原火灾风险与我国北方的水分分布有较大的一致性,我国北方东部地区水分条件较好,植被生长好,春秋季节地面可燃物积累丰富,草原火灾风险高;随着经度西移,水分条件变差,植被生长稀疏,春秋季节可燃物积累减少,草原火灾风险较小。

参考文献:

[1] 刘引鸽, 缪启龙, 高庆九. 基于信息扩散理论的气象灾害风险评价方法[J]. 气象科学, 2005, 25(1): 84-89.

[2] Verbeesalt J, Fleck S, Coppin P. Estimation of Fuel Moisture Towards Risk Assessment; A review[M]. Forest Fire Research and Wildland Fire Safety, Viegas(ed.). Rotterdam: Miupress, 2002: 1-11.

[3] 郭平, 孙刚, 周道玮, 等. 草地火行为研究[J]. 应用生态学报, 2001, 12(5): 746-748.

[4] Castro F X, Tudela A, Sebastià M T. Modeling moisture content in shrubs to predict fire risk in Catalonia (Spain)[J]. Agricultural and Forest Meteorology, 2003, 116: 49-59.

[5] 周伟奇, 王世新, 周艺, 等. 草原火险等级预报研究[J]. 自然灾害学报, 2004, 13(2): 75-79.

[6] 黄崇福. 自然灾害风险评价理论与实践[M]. 北京: 科学出版社, 2005.