

文章编号:1673-5021(2006)06-0077-06

中国草原火灾风险动态分布特征及管理对策研究

刘兴朋¹, 张继权^{1*}, 周道玮², 宋中山³, 吴晓天³

(1. 东北师范大学城市与环境科学学院 东北师范大学自然灾害研究所, 吉林 长春 130024;

2. 东北师范大学草地科学研究所, 吉林 长春 130024; 3. 农业部草原监理中心草原防火处, 北京 100026)

摘要:利用我国牧区 1991~2005 年的草原火灾资料, 用统计方法分析了我国牧区草原火灾风险的时空动态分布特征。研究发现, 随着经济的发展草原火灾的发生次数呈增长趋势, 我国草原火灾风险正不断加大, 草原火灾造成的损失也在逐年递增; 每年的 4 月份是我国草原火灾的高峰期, 10 月份产生一个小高峰期; 内蒙古、新疆、甘肃是我国草原火灾经济损失最严重的 3 个省份。针对我国目前草原防火减灾中出现的问题提出了管理对策。

关键词:草原火灾风险; 时空分布; 风险管理

中图分类号: X43 **文献标识码:** A

我国每年都发生大量的草原火灾, 由于我国牧区经济的脆弱性及草原火灾发生的随机性和强大的破坏作用, 使得我国成为世界上发生草原火灾严重的国家之一。据统计, 在 4 亿 hm^2 草原中, 易发区占 1/3, 频繁发生火灾的面积占 1/6, 因此我国草原防火任务十分艰巨。建国以来, 仅牧区就发生草原火灾 5 万多次, 累计受灾草原面积 2 亿 hm^2 , 造成经济损失 600 多亿元, 平均每年 10 多亿元。可以说草原火灾是阻碍畜牧业可持续发展的一个重要方面。

草原火灾的发生发展涉及自然和社会各个方面的因素, 因此具有极大的随机性和风险性。对草原火灾的管理, 历来处于“火灾—保护—火灾”的恶性循环之中, 缺少风险管理^[1]意识。而草原火灾风险管理^[2]是对草原火灾管理的最先进模式。进行草原火灾风险的动态分布特征研究, 对草原火灾的管理具有一定的战略意义。本文以我国主要草原区为研究对象, 利用 1991~2005 年农业部草原监理中心草原防火处和中国农业年鉴(1999~2002 年)中国各地区草原火灾统计和牧区社会经济统计资料, 系统地分析了草原火灾风险的时空分布动态特征, 并提出了相应的草原火管理对策, 旨在为防火部门领导提供指导性的辅助决策, 以便制定科学合理的总体防火规划, 扑火预案, 合理部署、配置防灭火力量, 减少草原火灾的损失, 保障草原畜牧业生产的正常进行。

1 研究区概况

我国草原面积广大, 主要包括内蒙古、河北、吉林、辽宁、黑龙江、新疆、宁夏、青海、甘肃、四川、陕

西、山西 12 个省市自治区, 总土地面积 416 万 km^2 , 占国土总面积的 43.3%。我国牧区草原面积 2.473 亿 hm^2 , 占牧区总土地面积的 60%。我国草原集中分布于东北、西北和青藏高原区, 具有显著的大陆性气候特点, 绝大部分地区年降水量在 200mm 以内, 蒸发量在 1000mm 以上。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。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, 构成了该地区高火灾的特征。

2 草原火灾风险的时空分布特征

草原火灾风险是草原火发生的概率及其造成的后果。草原火灾的发生主要取决于火源种类、人类活动、草原分布规律、可燃物种类、格局、数量、含水率及其所处的地理环境, 以及影响可燃物特征的天气、气候等主要因子的年、月、日变化和地理分布变化等因素^[3], 因此草原火灾风险具有明显的时空分布特征^[3~5]。

2.1 草原火灾风险年际动态变化

草原火灾风险的年际动态变化主要表现为草原火灾风险的周期性。由于草原火灾的发生需要一定的可燃物积累, 因此对一个国家来说并不是每年都

* 通讯作者

收稿日期: 2006-06-12; 修回日期: 2006-08-10

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, 山东省邹城人, 在读硕士研究生, 主要从事气象灾害风险评估研究。

会发生大量的草原火灾,而是呈现一定的周期性。根据历年草原火灾的统计资料发现,我国牧区草原火灾从1991年至今呈波状增长趋势(图1)。1995年、2000年、2005年是发生草原火灾较多的三个年份,是草原火灾发生的波峰年;1991年、1996年和2003年是草原火灾发生相对较少的三个年份,是草原火灾发生的波谷年。草原火灾频繁发生的周期大致在6~8年左右。另外,由于人为原因和气候、天气原因等不确定因素,使得草原火灾呈现不均匀的波状起伏状态,例如2000年是1991年以来草原火灾最频繁的一年,这是因为2000年全国大部分地区降水偏少,并出现全国性干旱,特别是北方地区春季遭遇多年来罕见的特大干旱,同时由于1996年到1999年草原火灾发生次数相对较少,草原区地面生

物量积累丰富,因此2000年草原火灾发生频繁。

从图1可以发现,我国每年都会发生一定次数的草原火灾,并且草原火灾的发生次数总体呈上升趋势,说明在一定时期内我国草原区面临的火灾风险也在不断增大。这是因为随着对草原生态治理力度的加大,草原可燃物积累不断增加;社会的发展使人类的活动范围扩大;在全球温室增温效应等大气气候背景下,草原火灾风险必然会增加。研究还发现,虽然我国草原火灾次数呈上升趋势,但重大、特大草原火灾的次数却呈下降趋势,1995年、2001年和2005年我国草原火灾的发生次数相差不大,但是重大特大火灾的次数却呈现明显减少,这说明我国对草原火灾研究整体水平上升,草原火灾管理水平在不断的提高,防灾减灾能力不断增强。

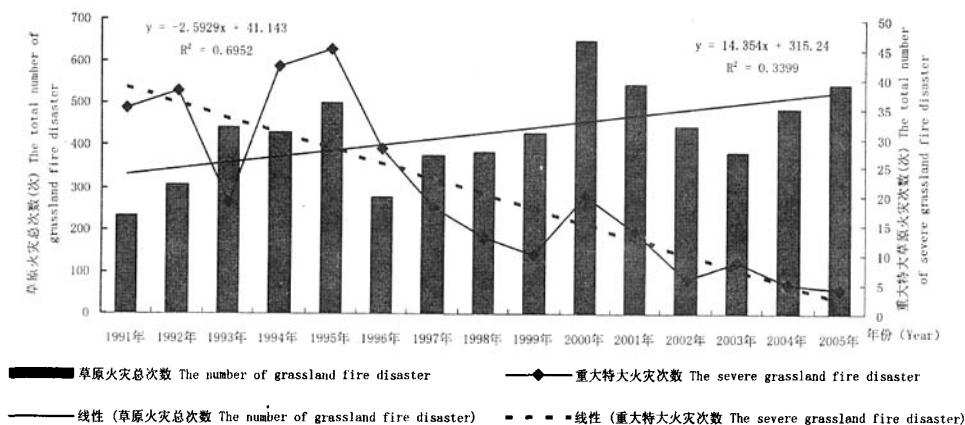


图1 1991年以来我国草原火灾及重特大火灾变化趋势

Fig. 1 The variety trend of the grassland fire and fatal grassland fire from 1991

2.2 草原火灾风险的季节动态变化

由于草原区的气候特点和草原区植被的特征,因此草原火灾的发生具有明显的季节性。从多年累积的各月的草原火灾分布动态来看(图2),我国草原火灾主要发生在3月、4月、5月、6月、8月、9月、10月、11月,防火期长达8个月之久。其中,我国草原火灾的多发期在3~5月、9~11月,其余月份均很少有草原火灾发生,说明我国草原火灾风险在春秋季节最高,这主要与草原区自然条件和社会生活习俗有密切的关系。在我国草原区,春季普遍干旱少雨,大风日数多,地面可燃物积累丰富且干燥易燃,所以春季发生草原火灾次数较多;秋季草原区的降水量较多于春季,冬季气温低且地面常被积雪覆盖,可燃物含水量高于春季,因此秋冬季节草原火灾发生次数相对较少。此外,在春秋季节外出上坟和

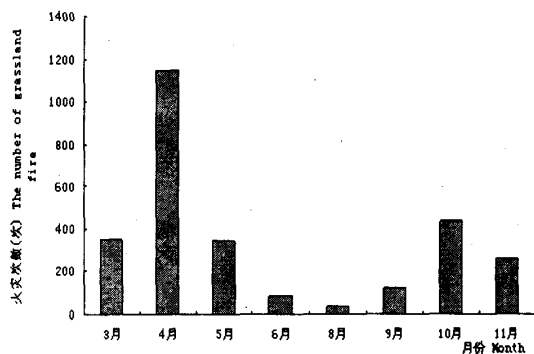


图2 1998年以来我国草原火灾发生的月份分布

Fig. 2 The distribution of grassland fire in month from 1998

耕作的人流增多,单位火源密度(人口密度)增大,造成草原火灾频发。据统计,春秋季节草原火灾次数占全年的95%以上。春季3~5月和秋季9~11月

火灾发生频率分别为 66.2% 和 29.4%，其中 4 月份火灾次数最多，发生频率最大，是草原火灾发生的高峰期(表 1)。在秋季 10 月份虽出现一个小高峰，但

火灾次数明显小于春季，说明牧区应该以春季防火为主，防火的关键期主要在 4 月份，其次是 10 月份。

表 1 我国草原春、秋季节火灾统计对比
Table 1 The compare of grassland fire in spring and fall

防火期 Fire fighting date	年均火灾次数/次 Mean annual fire times	频率/% Frequency	年均过火面积/万 hm ² Mean annual fire burned area
春季(3~5月)	262.9	66.2	6.19
秋季(9~11月)	116.7	29.4	2.18
总计	379.6	95.6	8.37

2.3 草原火灾风险的空间动态分布

在地理空间上，由于草原的主体主要分布在我国东北、西北和华北地区，跨越地理空间大，由纬度引起的温度差异和水平方向上的水分差异，使得草原火灾发生呈现区域性差异，因此草原火灾风险

也相应的呈现出差异性。

根据草原火灾次数、过火面积、年发生率、年受灾率^[6]等统计指标(表 2)分析我国地域草原火灾风险，可以概括如下：

表 2 我国各省草原火灾情况对比
Table 2 The compare of grassland fire in our country

省份 Province	草原面积 (万 hm ²) Grassland area	年均火灾次数(次) Mean annual fire times	人口密度(人/km ²) The population density	年均过火面积(hm ²) Mean annual fire burned area	年发生率/(次/万 hm ²) Annual fire times of per unit area	年受灾率(%) The annual burned proportion
河北	442.7	70.38	69.4	1092.95	0.17	0.247
山西	455	22.5	6.0	1234.48	0.05	0.271
内蒙古	8667	78.88	5.1	102063	0.01	1.178
辽宁	37	48.63	455.2	124.23	0.15	0.336
吉林	584	33	218.5	2439.31	0.08	0.418
黑龙江	236.2	62.63	102.9	11238.06	0.10	4.758
四川	1522	21.88	10.6	6320.29	0.01	0.415
陕西	313	30.13	5.8	1288.29	0.07	0.412
甘肃	2177	42.13	1.5	2362.62	0.03	0.109
青海	4038	13.5	1.6	886.89	0.004	0.022
宁夏	229.4	5	17.3	115.01	0.02	0.050
新疆	5122	55.13	1.4	8269.04	0.01	0.161

注：年发生率=年均火灾次数/草原面积；年受灾率=(年均过火面积/草原面积)×100%。

年均草原火灾发生较多的省份主要有内蒙古、河北、黑龙江、新疆、甘肃、辽宁 6 个省份，其年均火灾发生次数都在 42 次以上，6 个省份的草原火灾次数占全国草原火灾次数的 61.09%。通过相关分析发现，我国草原火灾的发生次数与草原面积具有一定的正相关关系($R=83\%$, $a=0.05$, $r=0.576$)。因为草原区的面积广大，隐藏火点难以发现，草原火灾的管理变得困难，所以内蒙古、新疆、甘肃年均草

原火灾发生次数较多。河北和黑龙江两省虽然草原面积较小，但年均草原火灾发生次数很高，这是由于两个省草原区的潜在火源密度(人口密度)较大，人为火源对草原的干扰严重，因此在防火期内有效控制两省草原区人口流动至关重要。

年过火面积较大的省份主要有内蒙古、黑龙江、新疆、四川、吉林 5 个省份，它们年过火面积均在 0.6 万 hm² 以上；宁夏、辽宁草原火灾年过火面积较

小,年均过火面积不足 200hm²。通过相关分析发现,年过火面积与草原面积也具有较高的相关性($R=75\%$, $a=0.05$, $r=0.576$),而与年均草原火灾发生次数的相关性较小($R=56.4\%$, $a=0.05$, $r=0.576$),说明我国每次草原火灾造成的过火面积相差很大,草原面积越大草原火灾管理越困难,容易引起大面积火灾。

草原火灾的年发生率较大的省份主要有河北、辽宁和黑龙江 3 个省份,青海等则相对较小。这主要由于河北、辽宁和黑龙江 3 个省份的草原区人口密度大,人为火源引起的火灾对 3 个省份草原区影响严重。通过对比各省草原火灾年受灾率发现,我国草原火灾年受灾率较高的省份主要有黑龙江、内蒙古 2 个省份,青海、辽宁和宁夏 3 个省份则受灾率较低。

3 重大、特大草原火灾的时空动态分布

重大、特大草原火灾是一种对草原区人民生命财产和生态安全有着强烈破坏作用的灾害形式,它除了对牧区造成直接的重大经济损失外,还会造成诸如水土流失、草场退化、珍贵物种灭绝等重大的生态损失。由于重大特大草原火灾具有强大的破坏性,所以研究它的时空动态分布对防火减灾具有重要意义。

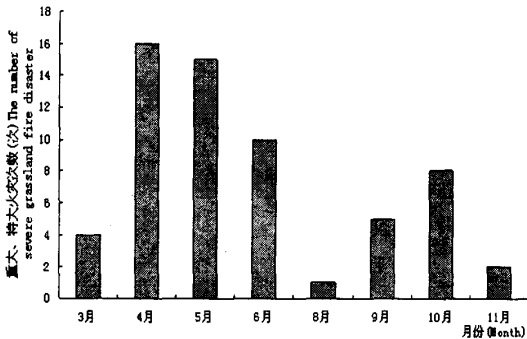


图 3 1998 年以来我国重大特大草原火灾的月份分布
Fig. 3 The month distribution of severe grassland fire from 1998

自从 1991 年以来,我国重大特大草原火灾出现过 4 个高峰年,但高峰年的重大特大草原火灾次数却逐年下降,说明我国对于草原火灾的控制已经有了相当的水平。通过对重大特大草原火灾发生月份的研究发现,重大特大草原火灾主要集中在 4~6 月,发生次数约占全年总数的 67%;其次是 9 月、10 月,发生次数约占全年总数的 32%(图 3)。这与重大特大草原火灾发生发展过程和草原区独特

的地理特征有关:重大特大草原火灾的发生发展需要丰富的地面可燃物积累且连续分布并配合适合的天气背景。在 4~6 月份期间,我国草原区晴天日数多,气温较高,风速较大,草原可燃物水分含量达到最低值,且储备丰富,一旦发生草原火灾,短时间将造成燎原之势。

在地域上,内蒙古、黑龙江、吉林、甘肃、青海和新疆是重大特大草原火灾的常发生地,特别是内蒙古地区。1998~2005 年内蒙古共发生了 52 次重大特大草原火灾,成为全国草原火灾最严重的省份;其次是新疆,发生了 16 次;黑龙江省发生 5 次。以上 6 个省份都属于草原大省,地面植被条件较好,可燃物积累丰富,畜牧业发达,火源条件众多,一旦发生草原火灾,经济损失严重。

研究还发现,重大、特大火灾发生的年份与过火面积大的年份有很好的正相关关系($r=0.71$, $a=0.05$, $r=0.514$),说明我们对重大、特大火灾的控制能力还不是很高,这就要求我们提高草原火灾的监测水平,抓住灭火的最佳时机。

通过对我国 12 个省份的草原火灾风险时空分布分析发现,在地域上内蒙古、新疆、黑龙江是我国草原火灾风险最严重的 3 个省份,辽宁、宁夏是草原火灾风险最低的 2 个省份;在时间上 4 月份是我国草原火灾风险最严重的月份,其次是 10 月份。

4 起火原因的分析

火源是火灾发生的主导因素^[3]。按起火原因划分,草原火的火源可以划分为自然火源和人为火源。根据多年的统计资料发现,草原起火的原因主要有以下几种:吸烟、烧荒、上坟烧纸、机动车跑火、炼焦、取暖、玩火、野外用火、高压线打火、雷火和越境火等。其中上坟烧纸、烧荒和吸烟是起火的最主要原因。多年统计发现,上坟引起的草原火灾约占 41.2%,烧荒约占 21.9%,吸烟约占 10.3%;其次是取暖、玩火、炼焦,分别占 3.3%、2.3%、1.6%。机动车跑火、雷火和越境火虽然很少发生,但因为多发生在人烟稀少处,所以成为很多重大特大草原火灾发生的直接原因。春季起火原因多为上坟烧纸、烧荒和吸烟,而秋季起火原因多为烧荒和吸烟。

5 对策

草原火灾是一种多发且损失严重的自然灾害。随着牧区经济的发展,减少草原火灾对牧区社会经

济的影响已经成为我们面临的重大研究课题。根据以上草原火灾风险的动态分布特征,在此提出了若干防火减灾的措施^[2]:

(1) 在草原火灾管理过程中,应提倡风险管理。以往对草原火灾的管理大多是基于危机管理基础之上。强调灾后的救济和恢复,轻视灾前的预防和准备,重视“抗”,忽视“防”,缺乏制度化的灾害“预防/减灾、准备/备灾、响应和恢复”的“全过程灾害管理”机制,综合管理力度不够,难以做到以最小的投入取得最大的防火减灾效果。草原火灾风险管理工作是一项包括灾前预防、灾期抗灾以及灾后恢复的一个完整过程,特别注重主动预防、优化组合各类防火措施以求取得事半功倍的效果。

(2) 重点治理与统筹兼顾。重点治理草原火灾严重的地区,如内蒙古、黑龙江、新疆等,兼顾其它省份;重点治理重要防火期内的草原火灾,如4月份、5月份、9月份、10月份;兼顾其它月份。

(3) 重视非工程措施建设,坚持工程措施和非工程措施并重的原则。目前,现代科学技术在防火减灾领域中的应用很少,传统的防火措施主要是利用工程设施,注重发挥工程设施的作用,对火灾监测、预报、评估以及防火资源的合理配置等非工程措施重视不够,草原火灾的预报水平和预警能力低,难以发挥工程设施的最大防火效益。草原火灾的管理,要求我们要综合利用法律、行政、经济、技术、教育与工程手段,优化组合各类防火措施以求最大限度降低火灾损失。通过整合组织和社会协作及全过程的灾害管理,提升草原火灾管理和防灾减灾的能力,以有效地预防、回应、减轻草原火灾风险,从而保护人类社会生命财产安全和草原生态系统。

(4) 注重面向公众的草原火灾风险教育,提高全社会的火灾意识,将普及教育与专业防火教育相结合。制定草原各地区的火灾风险图和防火预案,加强宣传教育,提高公众的防火知识水平,增强火灾防范意识。同时,在中小学开展预防普及教育,从小树立防火意识。

(5) 对重大特大草原火灾的风险转嫁。重大特大草原火灾具有强大的破坏力,为了在最短的时间内恢复经济损失,往往要借助风险转嫁,其措施主要包括保险、再保险、责任合同和灾害债券等。

参考文献(References):

- [1] 张继权,冈田宪夫,多多纳裕一. 综合自然灾害风险管理:全面整合的模式与中国的战略选择[J]. 自然灾害学报, 2006, 15(1):29-37.
Zhang Jiquan, Okada Norio, Tatano Hirokazu. Integrated natural disaster risk management: Comprehensive and integrated model and Chinese strategy choice [J]. *Journal of Natural Disaster*, 2006, 15(1):29-37.
- [2] 张继权,周道玮,宋中山,吴晓天,佟志军. 草原火灾风险评价与风险管理初探[J]. 应用基础与工程科学学报, 2006, (增刊):56-62.
Zhang Jiquan, Zhou Daowei, Song Zhongshan, et al. A new perception on risk assessment and risk management of grassland fire disaster [J]. *Journal of Basic Science and Engineering*, 2006, (Supplement):56-62.
- [3] 杜秀贤,郭绍存,邓文政,潘进军,赵可新,赵勋. 呼盟森林及草原火灾的发生规律研究[J]. 内蒙古气象, 1997, (3):12-33.
Du Xiuxian, Guo Shaocun, Deng Wenzheng, Pan Jinjun, Zhao Kexin, Zhao Xun. The study of forest and grassland fire disaster in Humeng [J]. *Inner Mongolia Meteorology*, 1997, (3):12-33.
- [4] 傅泽强. 内蒙古干草原时空分布动态研究[J]. 内蒙古气象, 2001, (1):28-35.
Fu Zeqiang. The study of distribution dynamics in inter Mongolia dry grassland [J]. *Inner Mongolia Meteorology*, 2001, (1):28-35.
- [5] 苏和,刘殿卿. 锡林浩特市草原火灾[J]. 内蒙古草业, 2002, 14(3):23-24.
Su He, Liu Dianqing. The grassland fire in Xilinhaote city [J]. *Inner Mongolia Pratacult*, 2002, 14(3):23-24.
- [6] 岳秀泉,周道玮,姜世成. 呼伦贝尔草原火灾分析[J]. 东北师大学报(自然科学版), 1999, (4):111-116.
Yue Xiuyan, Zhou Daowei, Jiang Shicheng. Analysis on fire in Hulunbeier grassland [J]. *Journal of Northeast Normal University*, 1999, (4):111-116.

Study on Grassland Fire Risk Dynamic Distribution Characteristic and Management Policy

LIU Xing-peng¹, ZHANG Ji-quan¹, ZHOU Dao-wei², SONG Zhong-shan³, WU Xiao-tian³

(1. College of Urban and Environmental Sciences, Natural Disaster Research Institute, Northeast Normal University, Changchun 130024, China; 2. Institute of Grassland Science, Northeast Normal University, Changchun 130024, China; 3. Department of Grassland Fire Prevention, Supervision Center for Grassland, Ministry of Agriculture of the People's Republic of China, Beijing 100026, China)

Abstract: Grassland fire is one of the main disasters in grassland. Using corresponding data of grassland fire from 1991 to 2005 and statistical method, the spatial and temporal distributing characteristics of grassland fire risk were studied. It was found that grassland fire risk is rising following economic development. The losses caused by grassland fire are also rising. The grassland fire occurred in high frequency in April and October. Inter Mongolia, Xinjiang and Gansu were badly influenced by grassland fire on economy. At last, the management policy for reducing grassland fire was put forward.

Key words: Grassland fire risk; Temporal and spatial distribution; Risk management

【责任编辑 刘天明】

~~~~~  
(上接第 76 页)

## A Research of Net Primary Productivity Model of Grassland Based on MODIS Data

JIANG Li-peng<sup>1,3</sup>, QIN Zhi-hao<sup>1,2</sup>, XIE Wen<sup>3</sup>, XU Bin<sup>2</sup>

(1. International Institute for Earth System Science of Nanjing University, Nanjing 210093, China; 2. Institute of Natural Resources and Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China; 3. Urban and Resource Department of Nanjing University, Nanjing 210093, China)

**Abstract:** Based on light-use efficiency model, a net primary productivity model of grassland based on EOS/MODIS data was proposed, which considered the influence of temperature and surface water vapor pressure. All the parameters needed were retrieved from MODIS data except the monthly percentage of sunshine hour. The monthly NPP of grassland was calculated using MODIS data with 1km×1km resolution and monthly percentage of sunshine hour of 586 meteorological stations. And then the annual NPP was accumulated. The average NPP of grassland of China is 239.02gcm<sup>-2</sup>a<sup>-1</sup> in 2003. The result showed that the spatial distribution of NPP accord with the practical situation.

**Key words:** Grassland; Net primary productivity; MODIS

【责任编辑 刘天明】