

基于RS和GIS的攀枝花仁和区森林火险区划研究

刘震 杨武年 卢其栋

(成都理工大学 遥感与GIS研究所/国土资源信息技术与应用国土资源部重点实验室 成都 610059)

摘要: 森林火灾是一种突发性强、破坏性大、而且处置救助较为困难的自然灾害。加之目前,由于受到全球气候异常的影响,我国许多地区高温、干旱和大风天气增多致使火险等级持续居高不下。本文以四川省攀枝花市仁和区为研究区,总结分析各国森林火险预报体系中的森林火险评价因子,结合研究区实际状况,选取可燃物类型、地形、人为影响3个方面作为森林火险区划指标。通过遥感影像提取可燃物分类信息,利用DEM数据提取地形中的坡度、坡向、海拔高度,对人为因素进行缓冲区分析,按照各区划因子对林火发生或其对林火蔓延的影响赋予不同的权重,采用因子加权叠置法,生成攀枝花仁和区的综合森林火险区划图,可以为当地林业部门防火资源的部署提供有价值的科学参考。

关键词: RS; GIS; 森林火险区划; 森林防火

中图分类号: S762

文献标识码: A

文章编号: 1003-5508(2013)03-0034-06

A Study of Forest Fire Risk Zoning in Renhe District Based on RS and GIS

LIU Zhen YANG Wu-nian LU Qi-dong

(Institute of Remote Sensing & GIS / Ministerial Key Lab of Land and Resources Information
Technology & Application, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

Abstract: Forest fire itself is a natural disaster and is characteristic of sudden occurrence and big damage and relatively difficult for disposal rescue. In addition, due to the influence of the global climate anomaly, high temperature, drought and windy weather in many regions of China increased, thus leading to forest fire risk raising. In this paper, taking Renhe District in Panzhihua City of Sichuan province as the research area, analysis is made of forest fire risk evaluation factors of the forest fire forecast system of various countries, and in combination with the actual situations of the study area, the fuel type, terrain and artificial influence are selected as forest fire danger division indices. With extraction of the classification information of fuel by remote sensing images, extraction of slope, aspect and altitude through DEM data, and buffer analysis is made of human factors. The factor weighted superimposed method is adopted to generate an integrated forest fire zoning map of Renhe District in Panzhihua City through making weight distribution for each division factor which have different impacts on the fire occurrence or spread. This zoning map can provide scientific valuable reference for the local forestry department in the deployment of resources for forest fire prevention.

Key words: RS, GIS, Forest fire risk zoning, Forest fire prevention

收稿日期: 2013-03-08

基金项目: 高等学校博士学科点专项科研基金课题(批准号: 20105122110006)。

作者简介: 刘震(1986-)男, 硕士, 研究方向为3S技术数字国土。

通讯作者: 杨武年, 男, 博士, 教授, 博士生导师, 从事遥感技术及地学应用科研与教学。

引言

森林火灾是对森林资源影响最大的灾害,我国是一个森林火灾多发国家^[1]。据国家林业局2012年9月6日公布统计:2012年1至8月全国共发生森林火灾3750起,并强调我国西南、西北大部森林火险等级偏高。面对这种状况,预测和评价影响林火发生的主要因素,进行科学的森林火险区划、做好森林防火工作尤为重要。

森林火灾的发生是一个极其复杂的自然现象,涉及的因素很多,如可燃物类型及其分布状况、地形地貌分布状况、气象条件、人为因素等信息多种多样,地理信息系统的空间分析功能可以对此提供正确有效的支持。目前,包含遥感技术、全球定位系统、地理信息系统的3S技术正在逐步应用到森林防护工作当中,也已成为评定森林火险不可缺少的重要技术手段,国内外也有相关学者就此进行应用研究^[2~5]。

本文以四川省攀枝花市仁和区为研究区,选取可燃物类型、地形、人为影响3个方面作为森林火险区划指标,按照各指标火险因子对林火发生或其对林火蔓延的影响赋予不同的权重,采用因子加权叠置法,生成攀枝花仁和区的县域综合森林火险区划图,可以为当地林业部门防火资源部署提供科学有价值的参考。

1 研究区概况及数据选取

仁和区是攀枝花市的县级近郊区,位于攀枝花市南部,被东区和西区分割为南北两部分,总面积1727 km²。地处攀西大裂谷,境内地形复杂,西北高,东南低,属深切切割的侵蚀剥蚀中山丘陵河谷类型。区内成昆铁路纵贯南北,108国道与省、区、乡道形成公路交通网络,是川滇物资交流集散地。

仁和区属南亚热带高原季风型立体气候,年平均气温20.4℃,年积温达7450℃,年日照时数达2745 h,无霜期300 d以上,被誉为天然温室。境内主要为亚热带针阔叶混交林、亚热带针叶林、温暖带常绿落叶阔叶林和次生针叶林^[6]。据仁和区2006年统计,在完成退耕还林、荒山造林、水土流失治理后,仁和区森林覆盖率达55.63%。

本文使用的数据主要包括:仁和区2010年12月31日TM遥感影像数据、仁和区行政区图及主要

路网图、仁和区DEM高程数据。为了确保森林火险评价在研究区边界上的准确性,研究首先针对仁和区行政边界建立5 km缓冲区,研究范围实际为缓冲区范围。

2 火险预报因子选取

在森林火险预报方面,加拿大的森林火险系统(CFFDRS)是基于大量的外场观测数据进行统计分析,即在选择的地区将收集的若干野外数据,综合考虑天气、可燃物含水量、火行为,建立经验曲线,最后计算出火险值;俄罗斯正在使用的林火预报系统是基于前苏联聂斯切洛夫提出的综合指标法,即主要利用不变的土壤和地形因子,结合光照和降水两个变化的因子,同时结合最后一次降水时间和实时温度来对森林火险进行评价;美国正在使用的为1978年修改后的国家火险等级系统(NFDRS),是由人为火发生指标、雷击火发生指标、燃烧指标和火灾负荷指标组成,在气象、地形、植被情况之外,将人为引发火灾的可能性引入火险评价当中^[7]。我国的森林火险天气预报常采用森林火险天气等级来表示,是利用每天的温度、风速、降水量、湿度等参数预测火灾发生概率和蔓延速度,即仅通过气象因子来计算火险指数,虽然可以预测火灾发生的可能性,但是就气象条件相对恒定的较小区域而言,对于火灾发生的可能性和严重程度的预测是不充分的。

影响火灾发生和发展的因素是非常复杂的,在火险等级评估时,是不可能将全部影响因素作为评估指标进行分析的。因此,需要根据评估区域的生态环境特点以及评估目的的不同,结合数据源特征,选择具有代表性的火险评估指标,用于火险指数的计算^[8]。

结合研究区概况和国内外相关学者的研究,本文选取了可燃物类型、地形因素以及人为影响因素作为主要的评价指标。由于研究区针对区县级别的森林火险区划,研究区范围相对较小,气象条件较为恒定,而立体气候的影响可以通过地形因素中的高程数据进行影响程度分级,因而暂未选择引入气象因子。

2.1 可燃物类型

可燃物因素包括研究区的土地覆被情况及其可燃或者蔓延程度,主要有干燥快、燃点低、易着火、燃烧速度快,可以作为森林火灾的引火物的危险可燃物。根据研究区植被和地域的防火性能和遥感影

像 将研究区地物类型分为河流和湖泊、耕地、草地、未利用地和居民地、密林地、疏林地共 6 类。

本文利用遥感技术从 TM 遥感影像上提取地物类型,选取在植被、农作物、土地利用和湿地分析的遥感方面最常用、最适合用于植被分类的波段组

合——TM432(RGB) 波段合成标准假彩色来进行分类,图像上植被呈现各种红色调。深红色/亮红色为阔叶林,浅红色为草地等生物量较小的植被,密集的城市地区为青灰色,各种地表覆盖物类型的解译标志(表 1),分类结果如图 1。

表 1 研究区地表覆盖物类型解译标志

类型	河流、湖泊	耕地	草地	裸露土地、居民地	密林地	疏林地	
影像特征	深蓝色或蓝色,色调均匀,边界清晰,有明显的几何特征,湖泊常显示为边界清晰的深蓝色斑块	相对于临近的森林斑块,灌丛和草甸呈现出明亮许多的红色到浅红色,多呈块状、条状,界限明显	几何形状不明显,边界清晰,有黄色、微黄斑点	边界清晰,呈蓝色、青灰色斑块	呈红色,形状不规则,通常位于山体阳面	为淡红色,界限不清	
典型影像							

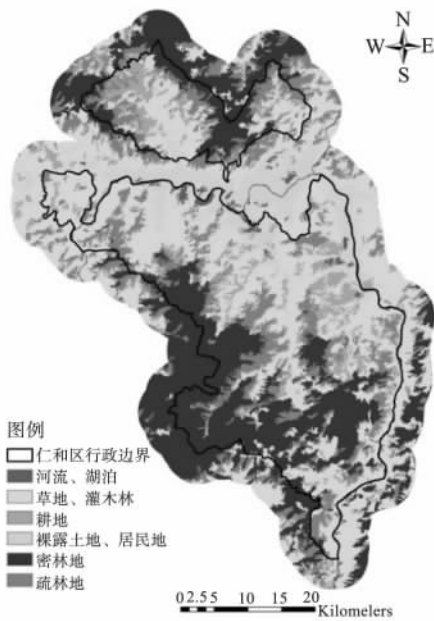


图 1 仁和区 5 km 缓冲区遥感解译成果图

2.2 地形因子

地形通过气流和局部小气候直接影响林火发生与蔓延,其影响主要与坡向、坡度和海拔高度有关。

2.2.1 海拔高度

由于仁和区的“立体气候”特征,境内不同海拔高度气候存在很大差异,仁和区境内海拔高度由低到高分为 3 个气候带:海拔高度低于 1 500 m 为干旱河谷地带,海拔高度大于 1 500 m 而低于 2 200 m 为暖润低中山地带,海拔高度大于 2 200 m 为冷湿中山地带^[6]。随着海拔的增高,降水量增加,温度降

低,蒸发量减少,湿度增大,林火发生的可能性相对减小(图 2)。

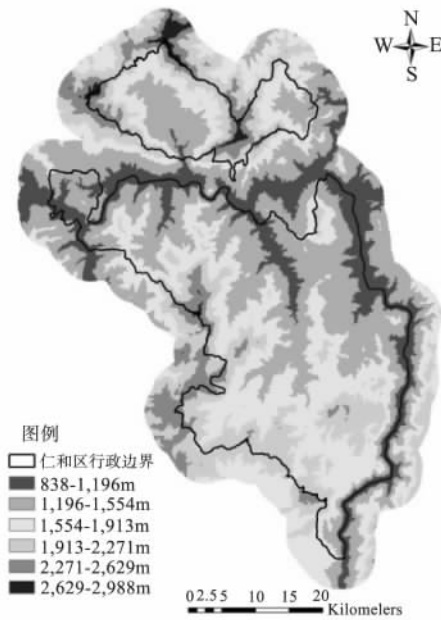


图 2 高程火险等级分级图

2.2.2 坡向

坡向直接影响地面接收太阳辐射的程度,不同坡向上温度会有不同,阳坡光照高、温度高、蒸发快,空气更加干燥,植被易燃且火蔓延快;阴坡则相反,空气湿度比阳坡大,植物体内含水量高,不易发生火灾。本文采用坡向定向分类中的四向分类法,将坡向分为阴坡、阳坡、半阴坡、半阳坡四类(图 3)。



图3 坡向火险等级分级图

2.2.3 坡度

随着坡度增大,地表径流加快,地面上的可燃物容易干燥,同时,基于火的蔓延特性考虑,坡度越大越加剧火势的蔓延,相应的火险程度也越高。本文的坡度分级按照平坡、缓坡、斜坡、陡坡、急坡和险坡6个坡度级(图4)。

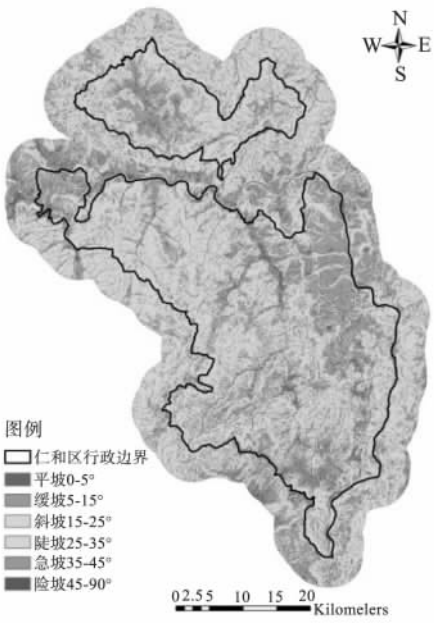


图4 坡度火险等级分级图

2.2.4 水系

河流水系、湖泊附近相对湿度较大,不易引起火灾,而且一旦附近发生火灾在起到阻燃作用的同时,也便于取水,可以起到空间上对林火的制约作用。本文结合 TM 影像和快鸟影像,对仁和区的主要水

系和湖泊进行解译并建立相应的缓冲区影响范围(图5)。



图5 河流湖泊火险分级图

2.3 人为影响因素

结合国内外森林火灾的火因来看,人为影响在森林火险评价中也是一个不可忽略的因素^[9,10]。公路、乡路上过往车辆人员丢弃的烟头、农牧业用火、上坟、旅游和开矿活动等,都会威胁森林的安全,在居民地周边的山林也属于人员的活动范围,一些林内吸烟、野炊、篝火等野外火源点也会增加。本文对于人为影响的因素考虑主要道路和主要居民点两个方面(图6和图7)。

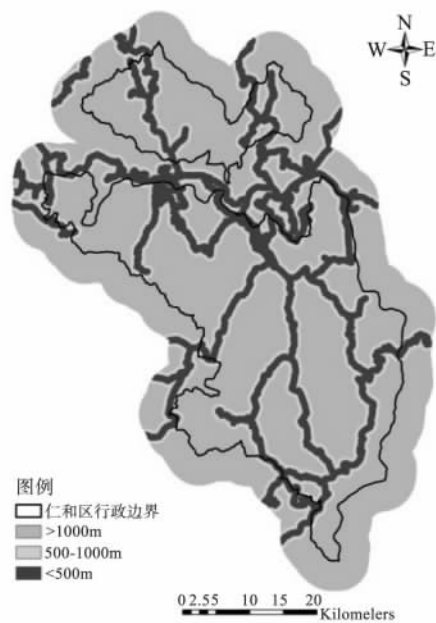


图6 主要道路缓冲区影响分级图

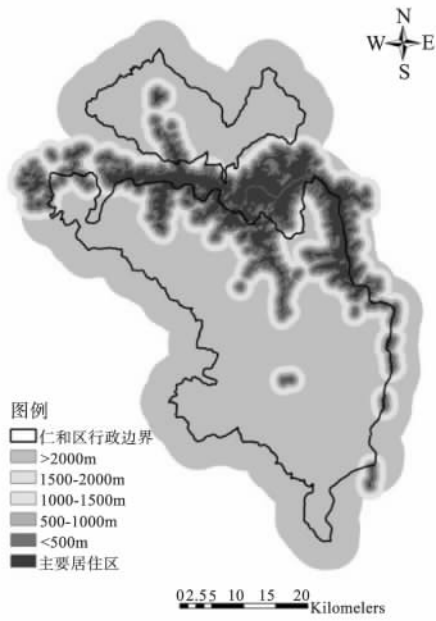


图7 主要居民点缓冲区影响分级图

3 森林综合火险评价

3.1 火险评价方法

结合国内外学者研究^[2-5]采用因子加权叠置综合分析法计算森林火险指数,其计算公式如式:

$$FFR = \sum_{i=1}^7 W_i X_i$$

式中,FFR 为森林火险指数; W_i 为各因子权重; X_i 为林火影响因子。火险等级图进行连乘叠加,生成研究区森林火险区划。

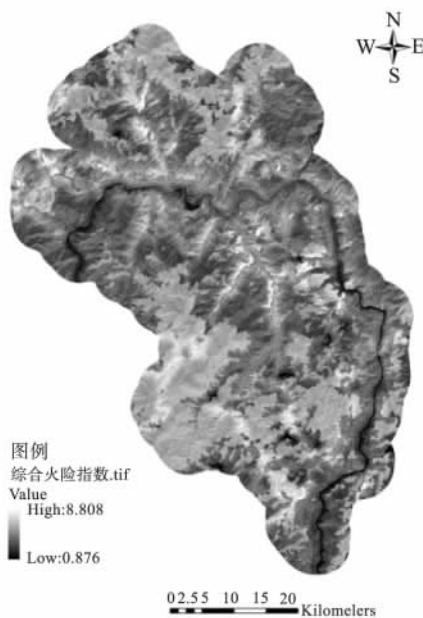


图8 研究区综合火险指数分布图

采用 AHP 层次分析法确定各火险因子适当权重,结合 Kanchan Puri · G^[2]、Rajeev Kumar Jaiswal^[3]、YIN HAI WEI^[4]、XU DONG^[5]等相关所作研究的权重值^[11],计算各因子对应比例并分配权重,根据标度法各因子权重及等级分值如表 2 所示,并通过地理信息系统的空间分析功能进行叠置分析,得到研究区火险分布如图 8。

表 2 火险因子及其权重与指标体系

火险因子	权重	类别	分值	火险敏感度
可燃物类型	0.336	密林地	10	易燃
		居民地	9	易燃
		耕地	8	可燃
		疏林地	5	可燃
		草地	4	难燃
		未利用地	3	难燃
		水域	0	不可燃
坡向	0.108	阳坡	10	极高
		半阳坡	7	高
		半阴坡	5	中
		阴坡	2	低
坡度	0.108	险坡	10	极高
		急坡	7	高
		陡坡	5	较高
		斜坡	4	中
		缓坡	2	较低
		平坡	1	低
海拔	0.108	838 ~ 1 196 m	10	极高
		1 196 ~ 1 554 m	7	高
		1 554 ~ 1 913 m	5	较高
		1 913 ~ 2 271 m	4	中
		2 271 ~ 2 629 m	2	较低
		2 629 ~ 2 988 m	1	低
		居民地缓冲区	0.114	< 500 m
500 ~ 1 000 m	7	高		
1 000 ~ 1 500 m	4	中		
1 500 ~ 2 000 m	2	较低		
道路缓冲区	0.114	> 2 000 m	1	低
		< 500m	10	极高
		500 ~ 1 000 m	5	中
水系缓冲区	0.114	> 1 000 m	1	低
		< 100m	1	低
		100 ~ 1 000 m	7	中
		> 1 000 m	10	高

3.2 结果与分析

根据仁和区行政边界提取仁和区森林火险指数,并通过地理信息系统的重分类功能,将火险指数按照等间隔分为 5 级进行统计(见表 3)。

表 3 仁和区森林火险等级划分

火险类别	面积(hm^2)	占研究区比重(%)
极低火险($FFR \leq 2.635$)	691.68	0.4
低火险($2.636 < FFR \leq 4.178$)	16598.66	9.6
中火险($4.178 < FFR < 5.722$)	91984.25	53.2
高火险($5.722 < FFR \leq 7.265$)	59651.44	34.5
极高火险($FFR > 7.265$)	19538.01	11.3

根据表 3 数据,高火险及极高火险区占总面积

的45.8%,说明研究区森林火险状况较为严峻,由图9可见,高火险和极高火险区主要位于仁和区南部的啊喇乡和大田镇南部,以及仁和区北部的务本乡,其余主要位于仁和镇、前进镇等附近,说明森林火险地域分异较为明显,主要位于植被茂盛区域以及人类活动区周边。



图9 仁和区综合火险指数分布图

4 结论

将遥感技术、地理信息系统与传统的森林火险区划方法相结合是当今世界森林防火的发展趋势,本研究在遥感和地理信息系统技术支持下,结合可燃物类型、地形和人为影响因素对仁和区进行了综合火险评价。根据研究结果森林火险指数分布图可以为当地林业部门进行森林火灾管理提供有价值的参考,可以就林业防火物资、人员巡视、林火监控设备的配置和选址提供科学的决策支持。同时,对于火险等级较高的区域,需要有关部门加强防火措施,将火灾防患于未然。对于位于植被茂盛区域大片的高火险区域,适宜种植生物防火林带或者布设防火道路进行隔离,对于在人类活动范围附近的高火险区域,可以根据火险等级分布图在高火险区安装摄像头监控或安排护林人员在高火险天气有重点的进行巡查汇报。

森林火险区划是一项复杂的工作,还需要对气象因子、可燃物特征与森林火灾发生、发展的关系进行深入研究,引入其他一些火险因子,从而提高森林火险指数的预测精度,使其可以更好地预测火灾的发生和发展,起到更好的预警作用。另外在接下来的研究工作当中,还可结合火险区划通过地理信息系统的可视性分析进行防火摄像头的选址以及布控。总之,森林火险预报对于加强森林防火工作、保护森林资源有着重要的意义。遥感技术可以宏观快速的提取植被覆盖信息,地理信息系统可以将不同的信息进行统一的管理和综合分析,通过将二者结合应用于森林火险预测可以形象直观的将全面的森林火险情况提供给林业管理者,相应采取措施预防和减少火灾发生的次数和损失,从而产生较大的社会经济效益。

参考文献:

- [1] 周广胜,卢琦. 气象与森林草原火灾[M]. 北京市:气象出版社 2009
- [2] Kanchan Puri • GAreendran • Krishna Raj • Sraboni Mazumdar • E K. Josh. Forest fire risk assessment in parts of Northeast India using geospatial tools[J]. Journal of Forestry Research 2011 22(4): 641 ~ 647.
- [3] Rajeev Kumar Jaiswal ,Saumitra Mukherjee ,Kumaran D. Raju ,et al. Forest fire risk zone mapping from satellite imagery and GIS [J]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 2002 4: 1 ~ 10
- [4] YIN Hai-wei ,KONG Fan-hua ,LI Xiu-zhen. Rs and Gis-Based Forest Fire Zone Mapping in Da Hinggan Mountains[J]. Chinese Geographical Science 2004 ,14(3) : 251 ~ 257.
- [5] XU Dong ,DAI Li-min ,SHAO Guo-fan ,et al. Forest fire risk zone mapping from satellite images and GIS for Baihe Forestry Bureau , Jilin ,China [J]. Journal of Forestry Research 2005 ,16(3) : 169 ~ 174.
- [6] 侯先缘,万小全,四川省攀枝花市仁和区志编纂委员会编.仁和区志[M]. 成都市:四川人民出版社 2001.
- [7] 齐东方,董杰,潘华盛. 森林火险监测预报技术研究进展[J]. 黑龙江水专学报 2007 34(3) : 94 ~ 96.
- [8] 王丽涛,王世新,乔德军,等. 火险等级评估方法与应用分析. 地球信息科学 2008 ,10(5) : 578 ~ 584.
- [9] 唐丽华,方陆明,夏凯,等. 基于GIS空间分析技术的人为干扰强度火险评价研究[J]. 浙江林业科技 2007 27(4) : 42 ~ 45.
- [10] 覃先林,张子辉,李增元,等. 国家级森林火险等级预报方法研究[J]. 遥感技术与应用 2008 23(5) : 500 ~ 505.
- [11] 杨存建,冯凉,杨洪忠,等. 四川省林草火险等级评价[J]. 地理研究 2010 29(6) : 980 ~ 988.