

基于 GIS 和 RS 的森林火险预测研究

黄作维¹, 刘 峰²

(1. 湖南工业大学, 湖南 株洲 412000; 2. 中南林业科技大学, 湖南 长沙 410000)

摘 要:采用遥感技术和地理信息系统,结合传统的森林火险预测理论,对林业基础数据进行获取和处理,运用合适的数学模型和方法,分析火险预测的理论框架,并结合广州市森林防火的具体情况,建立区域森林火险预测系统,为广州市森林防火服务。

关键词:RS; GIS; 森林火险; 火险区划; 广州市

中图分类号:S771.8

文献标识码:A

文章编号:1001-7461(2007)02-0115-04

A Study of Forest Fire Forecast Based on RS and GIS

HUANG Zuo-wei¹, LIU Feng²

(1. Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan, 412000, China;

2. Central South University of Forestry & Technology, Changsha, Hunan 410000, China)

Abstract: Based on GIS and RS technology, this paper extracted and processed the based data of forestry, combined with the traditional theory of forest fire danger and existed fire danger situation of Guangzhou, a division system of forest fire danger prediction based on the related mathematical model of fire was established, to provide fire prevention service in Guangzhou.

Keywords: RS; GIS; forest fire danger; division of forest fire danger; Guangzhou city

森林火险是森林防火管理工作的基础,是实现“预防为主,积极消灭”的森林防火方针的关键环节。火险等级即森林燃烧等级,是在森林可燃物分类的基础上结合其他环境条件,将森林划分为不同的火险等级,以便分级管理^[1]。森林火险的约束条件主要来自 5 个方面,它们是火源、气象状况、森林特性、地貌地形和社会因素。有专家研究了应用遥感和地理信息系统(GIS)进行森林火险区划的方法,他们建立了火险因子的线性模型,模型中各因子的权重系数由其对起火的影响程度来确定^[2,3]。我国现行的森林火险区划方案,是根据可以获得火险因子数据的有限点来进行区域划分的,问题主要是这些数据的局限性^[4]。遥感数据在一定程度上避免了这种弊端,地理信息系统技术则有利于实现对遥感和常规调查所提供的火险因子数据的管理^[5,6]。本文利用了 3S 技术、计算机技术和数学建模等知识,将遥感、GIS 与传统的森林火灾预测预报方法相结合,取长补短应用于森林火险预测中,有效提高了火险预报的精度。

1 研究方法

1.1 研究线路

(1)市(县)森林资源为研究对象,对其进行详细的资源、社会、经济、环境和自然等方面的调查研究,建立原始数据库。

(2)运用遥感技术和 GIS 获取并编辑当地的林相图和地形图,并在其基础上编制相关的专题图。建立与研究有关的原始模型库,包括可能用到的数据处理模型、火险指标筛选模型、预测模型等。

(3)结合林相图、地形图、属性数据和气象数据做出森林火险区划和火险天气预测。

(4)以 Microsoft Visual C++ 为编程工具,利用 ArcGIS 的叠加分析模块,在 MapObjects 控件上作二次开发,将预测的结果以数值或图形的方式表达出来。

(5)以基于 C/S 和 B/S 的体系结构将最终的预测结果通过局域网或 Internet 网发布给防火指挥部或公众,以达到火险预警的目的。

1.2 研究内容

(1) 运用经过数字图像处理的 TM 图像, 进行森林火险因子空间数据采集, 并运用 GIS 空间数据库管理中的图像叠加、自然属性库进行分类, 以及选

用合适的火险等级模型, 在综合分析评价的基础上利用计算机技术模拟森林火险等级区划图, 从而达到森林火险预测的目的(图 1)。

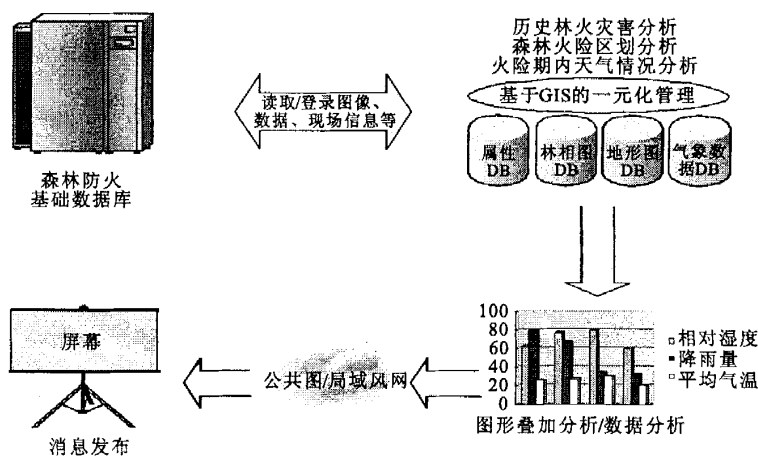


图1 系统基本框架

Fig. 1 The framework chart of the system

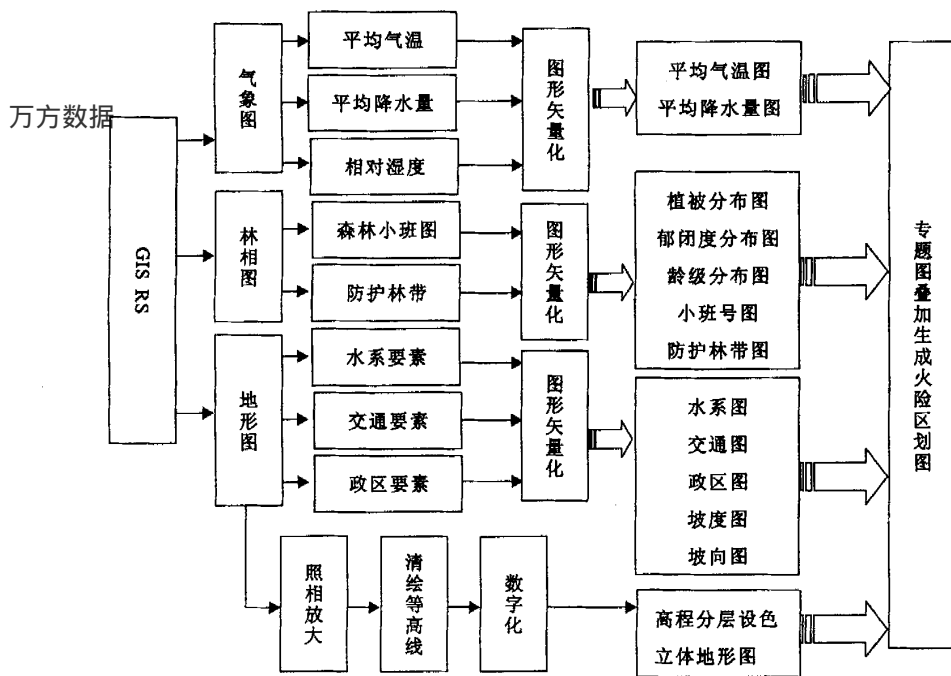


图2 数据处理流程

Fig. 2 The flow chart of data process

(2) 利用广州市火险性天气资料, 考虑各季节人为用火规律以及森林火险区划结论, 划分森林火险性天气等级, 研制广州市短期森林火险性天气预报系统。

1.3 数据库的建立

为获取各个火险因子的空间分布数据, 研究中确定由 1:5 万或 1:10 万的地形图产生地形量化

指标, 由林相图生成植被因子的量化指标。图形输入采用扫描数字化的方式, 速度快、精度高。林相图的图斑按植被类型、龄级、郁闭度和小班号进行 8 位编码, 其中植被类型占 2 个位, 龄级占 1 位, 郁闭度占 3 位, 小班号占 2 位。最后从编码图上单独提取、生成各种火险因子图, 数据输入流程处理(图 2)。将矢量数据转化成 ARC/INFO 的 Coverage 格式, 然后

在小型机系统上完成数据编辑,生成拓扑关系,形成矢量和栅格 2 种格式的数据文件。

1.4 卫星图像判读

集中成片的松林,每公顷蓄积>200 m³在卫星图片上颜色呈红色,块内色调均匀;在针阔混交、阔叶混交的地区,卫星图片上颜色为淡红和淡紫色。由于地形的影响,海拔>500 m 的阴坡、山坳沟谷的针叶混交林在卫星图片上色调一般为较深的红黄色;在海拔<200 m 的丘陵、平原上的阔叶林卫星图片上色调一般较浅,疏林地为青色。

2 结果与分析

2.1 森林火险因子分析

(1)气象:根据《全国森林火险区划等级》和《全国森林火险天气等级》标准,综合考虑平均气温、相对湿度、降雨量和风。通过计算,找出气象因子的取值与火灾发生率之间的关系,推算出火灾的可能性。

(2)地形:地形因子主要考虑海拔高度、坡度和坡向。在山区,随着海拔高度和降水量的增加,温度降低,蒸发量减小,湿度变大,发生林火的可能性降低。坡向直接影响到地表接收太阳辐射的多少,造成在不同坡向存在明显的温度差异。南向坡接收的太阳辐射相对较多,因而其地面温度比较高,空气干燥,容易发生森林火灾。地形坡度较大时,降水径流

排泄快,地表可燃物易于干燥,火险程度较高。

(3)可燃物:广州市森林资源较丰富。林分中郁闭度在 0.3~0.5 的松类占 37.2%,郁闭度在 0.5 以上的阔叶林占 39.4%。林分单位蓄积量为 31.57 m³,幼龄林占林分面积的 36.4%,中龄林占 36.5%。

(4)人口密度:大的地区火灾危险性大,将人口密度划分为 3 级:Ⅰ级<5 人/hm²,Ⅱ级 5~10 人/hm²,Ⅲ级>10 人/hm²。

(5)路网密度、水系和防火林带:道路网密度关系到对林火的控制与管理,影响火灾发生后消防条件的高效运行,故在火险区划工作中可采用路网密度这一指标。依据国内外研究成果,结合广州市实际情况,将交通网密度分为 3 级:Ⅰ级>2.6 m/hm²,Ⅱ级<1.5 m/hm²,Ⅲ级 1.5~2.6 m/hm²。

2.2 森林火险等级指标模型的建立

进行火险区划的因子有:植被类型(X_1)、郁闭度(X_2)、龄级(X_3)、历年火灾被害率(X_4)、历年火险期内月平均气温 T (X_5)、平均相对湿度 RH (X_6)、平均风速(X_7)、平均降水量(X_8)、坡度(X_9)、坡向(X_{10})、海拔(X_{11})、人口密度(X_{12})、路网密度(X_{13})、水网(X_{14})、防火林带(X_{15})。利用叠加分类模型将专题图依次叠加,形成几种专题图的叠合图,并由聚类分析方法完成叠合图的自动分类。

表 1 森林火险等级分析
Table 1 Analysis of forest fire hazard grades

火险因子	权重因子	权重值	Ⅰ (危险程度高)	Ⅱ (危险程度中)	Ⅲ (危险程度低)
植被	植被类型	25	1、2、3	4、5、6、7、8	9、10、11、12
	郁闭度	10	<0.3	0.3~0.5	>0.5
	龄级	10	老、幼龄林	成熟林	中龄林
	历年火灾被害率	10	>30%	10%~30%	<10%
气象	火险期内月平均气温	20	18℃	12~18℃	<12℃
	月平均相对湿度	10	<55%	55%~75%	>75%
	月平均风速	10	5.6 m/s	1.8~5.5 m/s	1.7 m/s
	平均降水量	10	<25 mm	25~50 mm	>50 mm
地形	坡度	5	>25°	8~15°	<8°
	坡向	5	S	E、W、NE、SE、SW、NW	N
	海拔	5	<500 m	500~1 200 m	>1 200 m
其他	人口密度	5	>10 人/hm ²	5~10 人/hm ²	<5 人/hm ²
	路网密度	5	1.5~2.6 m/hm ²	<1.5 m/hm ²	>2.6 m/hm ²
	水网	5		缓冲区 50 m 外	缓冲区 50 m 内
	防火林带	5		缓冲区 50 m 外	缓冲区 50 m 内

聚类分析法,是将样本单元按照它们的性质(用因子体现)上的亲疏程度进行分类。动态聚类,又称逐步聚类,其基本思想是先选取一批凝聚,由凝聚点成类,得到初始分类。初始分类不一定合理,之后按照最近距离原则修改不合理的分类,直到分类比较合理为止。该方法是定性与定量结合的方法。初始分类依据人的经验进行分类。这样可凭森林防火人员对本地区的经验认识进行初始分类,之后再进行

定性处理直至合理为止。根据动态聚类模型的建立方法,收集广州市各个区、县及林场的 15 个火险因子数据,并进行初始分类。假定 X_1, X_2, \dots, X_n , 表示 n 个样本(X_i 为应用到各层中的得分值,表 1),初始分类为 K 类: G_1, G_2, \dots, G_k , 它们的重心记作 $\bar{X}_1, \bar{X}_2, \dots, \bar{X}_k$, 每类的样本数记作 n_1, n_2, \dots, n_k , 用 i 表示 X_i 所属类的标号,定义 S_j 为第 j 类的类内平方和, S 为全部样品的类内平方和,则:

$$S_j = \sum_{X_i \in G_j} (X_i - \bar{X}_j)'(X_i - \bar{X}_j), j = 1, 2, \dots, k$$
$$S = \sum_{X_i \in G_j} (X_i - \bar{X})'(X_i - \bar{X})$$

定义分类函数为:

$$E = S - \sum_{j=1}^k S_j$$

2.3 火险区划的实现

系统开发语言用 VC++6.0 ,GIS 为 ArcGIS 8.3, 数据库为 Oracle9i。根据上述建立的火险模型,运用 GIS 图形处理技术,绘制出 1:5 万的广州市森林火险区划图(图 3)。

I 级高火险区的特点是:有林地面积较多,每公顷活立木蓄积量较大,不同立地条件林分类型的可燃物所占的比例大,人均占有林地面积多,多数为山区或国家、省、地区级的保护区、森林公园、旅游景区,为高火险区。



图 3 森林火险区划

Fig. 3 The division chart of forest fire danger

Ⅱ 级火险区特点是:有林地面积较多,每公顷活立木蓄积量较大,不同立地类型的可燃物所占比例较大,人均占有林地面积较多,多数为半山区、丘陵区,为中火险区。

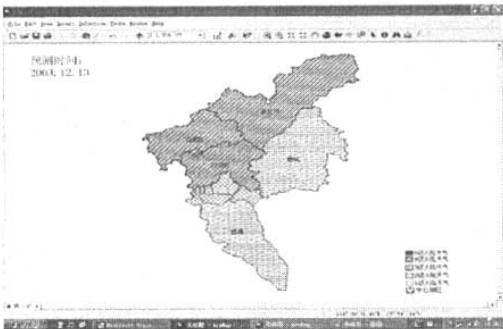


图 4 广州市森林火险天气等级

Fig. 4 Forest fire hazard grade of Guangzhou

Ⅲ 级一般火险区特点是:有林地面积不多,林种为常绿阔叶林为主,四周大多是河流、湖泊或山涧。

2.4 森林火险天气等级的实现

根据最高气温、最小相对湿度、降雨后的连旱日数、最大风力、生物及非生物物候季节等 5 项因子的指数值来确定森林火险天气等级,其计算式为:

$$H Z T = A + B + C + D - E$$

式中: $H Z T$ -森林火险天气总指数; A -最高气温指数值; B -最小相对湿度指数值; C -连续无雨日指数; D -最大风力指数值; E -物候季节指数值。其中 A 、 B 、 C 、 D 、 E 值及火险等级分别按国家有关表查出。根据当地每天的气象预报情况查表得出各因子相应的森林火险天气指数值,再按公式 $H Z T = A + B + C + D - E$ 来确定森林火险天气总指数 $H Z T$,并利用森林火险天气预报系统自动生成广州森林火险天气等级分布图,以此为依据来发布广州市各区短期森林火险天气预报。图 4 中白云区、黄埔区、天河区、从化区和花都区为 4 级火险天气,增城、番禺为 3 级火险天气。

3 结论与讨论

火险预测工作做得好,一方面可使各部门适时安排工作起到有的放矢的作用,在火灾发生前加强预防措施,有效地控制林火的发生;另一方面,林火发生时,火险等级也是进行林火蔓延模拟,决定扑火路线、扑火工具和扑火人员等扑火辅助决策不可缺少的依据。

采用先进的遥感技术和地理信息系统,结合传统的森林防火方法,对广州市林业基础数据进行获取和处理,运用合适的数学模型和方法,在广州市森林防火信息系统的基础上完成了广州市森林火险区划工作。运用经过数字图像处理的 TM 图像,进行了森林火险因子空间数据采集,编制出可燃物类型分级表和森林火险等级分析表,建立了森林火险指标模型,运用 GIS 图形处理技术,绘制了 1:5 万的广州市森林火险区划图。

GIS 具有存储和处理大容量空间数据的能力,特别是与遥感技术结合后,它具有快速、准确、宏观和动态的优势,在森林防火信息系统中可实现对森林火险区划因子的动态监测及火险指数的计算,可为森林火险预报和森林防火决策提供科学依据。

虽然通过遥感技术可以快速估计到天气情况,但如何准确的从遥感影像图像中提取相对湿度、温度和其他气象数据,用于森林火险预测模式当中仍需要不断的研究。

GIS 正朝着虚拟现实的方向发展,应加强森林
(下转第 137 页)

3 结论与讨论

比较4种提取丁香油方法,提取丁香油的主要成分是相同的,主要差别在于提取的效率。实验结果表明,快速提取法通过加一分凝器与油水分离器,与倒置冷凝器有机地结合起来,可以大幅度提高丁香油的出油率,可直接从油水分离器取油,不存在油水乳化问题。产品质量好,含丁香酚量可达95.38%。该工艺流程设备结构简便,油水能自动快速分离、得油率高,解决了我国丁香油生产向来蒸油慢、油水难分离,乳化严重等关键性的问题,可以取代经典的水蒸汽蒸馏技术,也可以用于提取比重比水重的其他芳香油,而且操作工艺简单,适合工业化生产。

参考文献:

- [1] 中药大辞典编写组. 中药大辞典[M]. 上海:上海科学技术出版社,1986. 13.
- [2] 欧阳菊. 丁香配郁金治疗虚寒性胃痛32例[J]. 实用中医药杂志,2006,22(2):79-79.
- [3] 郑虎占,董泽宏,余靖. 中药现代研究与应用[M]. 北京:学苑出版社,1997. 1-18.

- [4] 杨丽丽. 丁香油按摩中脘穴治疗呃逆[J]. 山西中医,2005,21(6):15-15.
- [5] 邵俊杰,林金云. 实用香料手册[M]. 上海:上海科学技术文献出版社,1991. 226.
- [6] 中科院西北高原生物所. 青海经济植物志[M]. 西宁:青海人民出版社,1987.
- [7] 蒋志国,杨劲松. 中草药保鲜剂筛选及有效成分分析[J]. 保鲜与加工,2006,6(1):18-20.
- [8] 张宏波,洪波. 乙醇回流提取丁香酚的新方法[J]. 吉林大学学报(自然科学版),2001,(2):106-108.
- [9] 李学坚,黄海滨. 微波浸提技术提取丁香油的研究[J]. 广西中医药,2000,23(3):49-50.
- [10] 郑敏燕. 超声波法提取紫丁香中丁香油的研究[J]. 青海师范大学学报(自然科学版),2003,(3):32-33.
- [11] 张文华. 超临界CO₂萃取丁香挥发油的实验[J]. 研究化工科技,2005,13(6):18-20.
- [12] 米勒JA,诺齐尔EF著. 董庭威译. 现代有机化学实验[M]. 上海:上海翻译公司,1987. 37-40,73-79,97-120,221-224.
- [13] 北京大学化学系. 有机化学辞典[M]. 北京:科学出版社,1987. 396.

万方数据 (上接第118页)

火险预测的机理研究,构建机理模型,实现真正意义上的三维动态监测。

参考文献:

- [1] 姚树人,文定元编著. 森林消防管理学[M]. 北京:中国林业出版社,2002. 170.
- [2] Chou Y. Management of wildfire with a geographical information system [J]. Geographical Information System, 1992, (6):123-140.

- [3] Colin C,Hardy A, Kirsten M. *et al.* Spatial data for national fire planning and fuel management[J]. International Journal of Wild land Fire,2001,(10):353-372.
- [4] 吴延熊. 区域森林资源预警系统的研究[D]. 北京林业大学硕士学位论文,1998.
- [5] 朱焯武,朱雾平,谢庆胜,等. 基于地理信息系统的森林火灾扑救辅助决策系统的研究[J]. 自然灾害学报,1999,8(1):60-64.
- [6] 蔡柄峰,彭世揆,余光辉. 西南林火计算机仿真系统的研究[A]. 赵宪文主编. 森林火灾遥感监测评价[C]. 北京:中国林业出版社,1995. 105-120.