

文章编号: 1000-5692(2003)03-0285-04

# 基于 GIS 的森林火灾预报预测模型的研究与探讨

徐爱俊<sup>1,2</sup>, 李清泉<sup>2</sup>, 方陆明<sup>1</sup>, 吴达胜<sup>1</sup>

(1. 浙江林学院 信息工程学院, 浙江 临安; 2 武汉大学 测绘遥感信息工程国家重点实验室 湖北 武汉 430079)

**摘要:** 对当前森林火灾预报预测研究的现状进行了分析, 指出了当前在技术与方法上存在的问题与不足。在此基础上, 提出了一种新的基于 GIS 技术、遥感技术和数学建模等技术的森林火灾预报预测模型。该模型通过建立森林火灾本底数据库, 分析森林火灾发生和蔓延诱发因素, 建立森林火灾预报模型与林火蔓延预测模型来对森林火灾进行预报与预测。参 8

**关键词:** 森林保护; 森林火灾; 预报模型; 蔓延预测模型; 地理信息系统

**中图分类号:** S762.2      **文献标识码:** A

众所周知, 森林火灾是人类所面临的最重要的自然灾害之一。据统计, 全世界每年发生森林火灾几十万起, 受灾面积达几百万公顷, 约占森林总面积的 0.1%<sup>[1]</sup>。在我国, 1950~1997 年全国共发生森林火灾 67.6 万次, 平均每年发生森林火灾 1.43 万次, 平均受害森林面积 82.2 万 hm<sup>2</sup>, 年均森林受害率为 0.63%, 大约占世界每年森林火灾的次数的 14%, 年均森林火灾受害面积为世界的 20%<sup>[2]</sup>。森林火灾的发生, 既毁灭了大量的林木, 同时又对人类的生命财产以及生态环境造成了巨大的危害。由于森林火灾具有难以预测、着火面积大、难以控制和扑灭等特点, 因此, 如何对林火的发生和蔓延进行预报和预测, 进而为林火的预防和灭火指挥提供决策支持, 就成为迫切需要解决的一个重要课题。本文主要就利用信息技术(计算机技术、遥感技术和地理信息技术)对森林火灾的发生与蔓延的预报预测的理论与方法进行探讨, 以期能促进森林火灾的预报预测技术的发展和完善。

## 1 森林火灾预报预测研究的现状分析

对于森林火灾的预报预测研究, 国内外进行了很多研究工作, 但是国内的研究大多数是侧重于森林火灾的指挥和调度以及林火的蔓延预测方面的研究<sup>[3~7]</sup>, 还没有对森林火灾预报开展系统的研究。国外对森林火灾的预测与预报虽开展研究较早, 但其预报预测模型目前还有很多有待于进一步补充和完善的地方<sup>[8]</sup>。总的来说, 目前在森林火灾预报预测的研究方面, 已有的研究成果无论是基于二维图形还是基于三维图形的研究工作都还难以达到实用的程度。其原因是多方面的: ①由于森林火灾的预测预报模型较为复杂, 因此, 目前林火的预报预测模型都处在实验阶段, 还或多或少地存在一些问题, 特别是对林火的发生和蔓延的诱发因素没有考虑完全, 还难以达到实用的程度。②对于不同的国家和地区, 其众多森林火灾发生和蔓延诱发因素的重要性也不完全相同, 这就直接导致了难以用统一的模型来对森林火灾的发生和蔓延进行表达。③森林火灾的预报和控制则由于预测预报模型较为复杂, 在不同地区其模型又不尽相同, 如森林火险等级的划分标准等, 因此, 目前的数学模型大都比较

收稿日期: 2003-04-23; 修回日期: 2003-06-09

作者简介: 徐爱俊(1976-), 男, 安徽枞阳人, 讲师, 从事资源与环境信息系统的研究。E-mail: xuaj1976@163.com

©1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

片面,没有对森林火灾发生和蔓延的各种诱发因素进行综合的考虑和描述,很多模型都有待于进一步补充和完善。④在这些已有的研究当中,关于森林火灾发生前的预报模型的研究,即森林火险的预报研究,很多都是基于气象因素来进行预测,而森林火灾的发生不仅和气象因素有关,还和地形、植被以及人为等因素有很大的相关性。⑤目前对于森林火灾预报预测研究中,数据的实时获取存在很大的困难,主要集中在遥感数据的实时获取和分析,即如何从海量的遥感数据中实时提取与分析森林火灾预报预测所需要的数据。

当前,对火灾的预报预测工作,主要是以天气预报和人工巡逻为主,但是天气预报仅仅能够从气象的角度来进行预报,而森林火灾发生的原因是多方面的,如植被本身的原因和地形的原因等。而且由于林区的面积太大,地形复杂等,人工很难对所有的林区进行全面的监测,同时,人工监测在人力、财力和物力上都是极大的浪费,并且在资源上也难以保证,因此,建立基于遥感图像并结合地形数据、气象数据以及森林资源调查数据的森林火灾预报预测模型就显得尤为必要。

## 2 森林火灾预报预测模型的研究构想

### 2.1 森林火灾预报预测模型的分类

森林火灾预报预测研究的核心就是预报预测模型的研究。综合分析国内外的研究工作,可以将森林火灾的预报预测模型分成两大类:森林火险的预报模型研究和林火蔓延的预测模型研究。

森林火险的预报模型主要是利用GIS和遥感等技术,结合气象、森林资源调查等数据来建立预报模型,根据预报模型对森林火险的等级进行判断,从而对森林火险进行预报。

林火蔓延的预测模型主要利用GIS和遥感等技术,结合气象、森林资源调查和火场信息等数据建立预测模型,根据蔓延预测模型对火场的蔓延方向与距离进行预测,进而为火灾的扑救与指挥提供决策支持。

### 2.2 森林火灾预报预测模型的研究与探讨

结合国内外对森林火灾的研究可以看出,如果要想对森林火灾做出较为准确的预报,首先需要解决的一个问题就是如何使森林火灾的预报预测模型具有较为广泛的适应性,也就是说使得所研究的模型在一定范围内具有通用性。其次是要对森林火灾发生和蔓延的各种影响因素进行全面的分析。因此,作者认为,森林火灾的预报预测模型的研究应该分为以下几个部分来进行:我国典型林区的地理、气象、植被以及人为因素等森林火灾的诱发因素研究;典型林区的森林火灾本底数据库建立技术研究;典型林区森林火险预报预测模型研究;林火蔓延的预测模型研究。森林火灾的预报与预测是一个很复杂的过程,它需要综合多种数据来进行分析与研究,并通过这些分析与研究的结果来对森林火灾的发生和蔓延进行预报预测。下面就这几个部分分别来进行详细阐述。

2.2.1 森林火灾发生和蔓延的诱发因素研究 对于不同的林区,森林火灾的各种诱发因素对森林火灾的发生和蔓延的影响程度会有所不同,但是就单个影响因素而言,它与森林火灾发生与蔓延之间的数学关系是相同的。因此,要对森林火灾发生和蔓延的诱发因素进行研究就首先要选择一个典型林区,然后对典型林区森林火灾发生的各种自然因素(地形因子、气象因子和植被因子等)和人为因素进行独立分析,如地面温度高时就比较容易诱发火灾,还有次生林、新造幼林、飞机播种造林和灌木丛与杂草丛也容易引发火灾等。在对各种火灾的因素进行详尽分析的基础上,针对不同的林区,对各种影响因子的重要性进行排序。

综合这部分的研究,可将其分为以下几个方面:①对典型林区的地理、气象、植被等因子的特点进行详细的分析;②对典型林区的火灾发生情况及其原因和火灾发生后的扑救情况进行统计分析;③对火灾发生和影响扑救的自然因素和人为因素按其重要性进行排序,找出主导因素;④研究这些因素与火灾发生与蔓延之间的概率关系。

2.2.2 典型林区的森林火灾本底数据库建立技术研究 对森林火灾进行预报和预测,基础数据是关键问题之一,直接关系到能否对森林火灾做出较为准确的预报预测。应该建立目标林区的森林火灾本底数据库,所谓森林火灾本底数据库,是指包含引发森林火灾所需要的全部的基础数据的数据库,如

地形、植被和气候以及过去所发生的火灾等数据。本底数据库不仅包括林区的三维地形数据, 还包括植被、气象以及人为因素等森林火灾的诱发因素。森林火灾本底数据库可以分为 2 个部分: 林区的三维框架数据库和林区的专业数据库。

这部分的研究内容可以分为以下几个方面: ①林区的三维框架数据库建立技术。主要是根据林区的三维地形和行政区划等数据来建立林区的三维框架数据库; ②林区的专业数据库建立技术。根据林区的气象、遥感以及森林资源调查所得到的数据来建立林区的专业数据库。林区的气象数据分为两大类: 一是实时和预报的气象数据; 二是过去的气象数据; ③林区的三维框架数据库和林区的专业数据库的有效融合。

2.2.3 典型林区森林火险预报模型研究 要对森林火险做出较为准确的预报, 就必须对研究区域森林火险的等级与气象、植被、地形以及人为因素之间的关系进行研究, 并结合森林火灾的各种诱发因素和林区的实际情况研究火险等级的划分标准。这里的火险等级是对很多相关因子(气象因子、地形因子、植被因子以及人为因子)进行综合研究而得出的。在研究中, 根据气象、地形、植被类型等因素对火险进行研究, 确定计算机所能达到的最佳识别和判断程度的火险的等级划分标准, 进而建立森林火灾的预报模型。

其主要研究内容包括以下几个方面: ①综合地形因子、气象因子、植被因子以及人为因素等信息的森林火险等级的划分标准。只有确定出森林火险等级的划分标准以后, 才能对森林火灾进行预报, 因为预报的最终结果就是森林火险等级; ②遥感图像的综合分析。从遥感图像上我们可以实时获取大量的相关数据, 为快速、准确地进行森林火险的预报预测打下了良好的基础; ③综合气象、地形、植被以及人为因素等信息的森林火险的预报模型研究。

2.2.4 林火蔓延预测模型研究 林火的蔓延是一种不规则的蔓延, 它几乎不可能是一种同心圆式的蔓延, 它和地形、植被和气象等林火诱发因素有着很强的相关性。因此, 准确预报林火蔓延的关键就是在森林火灾本底数据库的基础上研究气象、地形、植被等与林火蔓延的数学关系, 然后用数学模型对这些数学关系进行表达, 并且利用实时获取的数据不断对模型进行修正, 模型在修正的过程中也不断进行自学习, 从而对林火的蔓延进行较为准确的预测。

其主要研究内容包括以下几个方面: ①地形、植被、气象等森林火灾诱发因素与林火蔓延的数学关系; ②地形、植被、气象等对林火蔓延的综合影响模型; ③实时数据对综合模型的影响和修正以及模型在修正过程中的自学习。

### 3 小结

森林火灾的预报与预测是国内外很多林业及其相关部门所关注的焦点问题之一。本文对森林火灾预报预测的现状进行了较为详细的分析与研究, 并且针对森林火灾的预报与预测提出了一种新的方法, 该方法在理论上解决了制约 GIS 和遥感技术在森林火灾预报预测中的应用和推广的技术因素。对森林火灾的预报与预测的理论与技术的发展和完善具有一定的推动作用。该模型的实际效果还有待于今后进一步的研究和验证。

#### 参考文献:

- [1] 舒立福, 田晓瑞, 李红. 世界森林火灾状况综述[J]. 世界林业研究, 1998, 11(6): 41-47.
- [2] 舒立福, 田晓瑞, 姚树人. 2000 年全球森林火灾评述[J]. 世界林业研究, 2001, 14(5): 21-25.
- [3] 李土生, 杨幼平, 贾伟江, 等. 浙江省森林防火地理信息指挥系统的设计与开发[J]. 浙江林学院学报, 2002, 19(3): 273-276.
- [4] 王霓虹. 基于 WEB 与 3S 技术的森林防火智能决策支持系统的研究[J]. 林业科学, 2002, 38(3): 114-119.
- [5] 钟占荣, 周建军, 邹样辉, 等. 山地林火蔓延模型的研究[J]. 火灾科学, 2001, 10(2): 83-87.
- [6] 黄勤珍, 谢红兵. 森林防火自动监测系统[J]. 四川大学学报: 自然科学版, 2001, 38(增刊): 87-90.
- [7] 王贤祥, 刘宪德. 森林蔓延方式与火强度及自然风场的关系[J]. 火灾科学, 1996, 5(1): 35-39.
- [8] 王海晖, 朱霁平, 张军华, 等. 森林地表火蔓延边界预测预报图形显示系统[J]. 中国安全科学学报, 1995, 5(增刊): 254-

- [9] David R W Gregory S B. A qualitative comparison of fire spread models incorporating wind and slope effects [J]. *ForSci*, 1997, 43(2): 170-180.

## Study on model about forest fire forecast and prediction based on GIS

XU Ai-jun<sup>1,2</sup>, LI Qing-quan<sup>2</sup>, FANG Lu-ming<sup>1</sup>, WU Da-sheng<sup>1</sup>

(1. School of Information Engineering, Zhejiang Forestry College, Lin'an, 311300, Zhejiang, China;

2. National Laboratory for Information Engineering in Surveying, Mapping and Remote Sensing, Wuhan University, Wuhan 430079, Hubei, China)

**Abstract:** This paper analyses the study status of forest fire forecast, and points out the problem and insufficient existing on technology and method about it at present. On the basis of this, this paper puts forward a new kind of forest fire forecast and spreading model based on GIS technology, the remote sensing technology, mathematics modeling. The model forecasts forest fire by building base database of forest fire, analyzing factors leading to forest fire, building the models about forest fire and prediction. This model can promote develop and perfect theory and technology of forest fire forecast. [Ch, 8 ref.]

**Key words:** forest-protection; forest fire; model of forecast; model of forecast spreading; GIS

## 欢迎订阅 2004 年《浙江林学院学报》

《浙江林学院学报》是全国林业类核心期刊之一，荣获第二届国家期刊奖百种重点期刊奖，首届浙江省优秀科技期刊二等奖，第二届浙江省优秀科技期刊一等奖，首届和第二届全国优秀科技期刊三等奖，全国高校优秀自然科学学报一等奖。

《浙江林学院学报》主要刊登林学、经济林、园林、生态、林产加工、森林病虫害防治、林木遗传育种、林业经济、林业机械、木材加工、水土保持、森林动物等方面的学术论文、科研报告和研究报告等，供农林科技工作者、园林绿化和规划设计人员、大专院校师生、基层干部、农业科技专业户及科技信息人员参阅。季刊。季末月出版。大 16 开，每期 112 页。国内外发行。所刊文章被国内外多种文摘刊物和数据库收录。附英文目次和英文摘要。2004 年定价，每期 5.00 元，全年 20.00 元/份。欢迎订阅，欢迎投稿。

国内订户请向全国非邮发报刊联合发行部订阅，地址：天津市大寺泉集北里别墅 17 号。邮政编码：300381，电话：(022) 23973378。E-mail: IHZD@public.tpt.tj.cn，也可直接向浙江林学院学报编辑部汇款订购。征订单可在 <http://www.kjc.zjfc.edu.cn> 下载。邮局汇款：浙江省临安市环城北路浙江林学院学报编辑部，邮政编码 311300。电话：(0571) 63732749。E-mail: zlx@zjfc.edu.cn。银行汇款：建行临安市支行营业部。账号：85622304266。户名：浙江林学院。

国外读者请向中国出版对外贸易总公司办理订阅手续。地址：北京 782 信箱，邮政编码 100011。