

# GIS 在森林防火管理中的应用

周全

(西南林业大学,云南昆明 650224)

**摘要:**结合 GIS 技术的内容和特点,着重从火点定位、林火蔓延分析、火灾决策分析、火情态势标绘、火灾损失评估、火灾档案管理等方面简要介绍 GIS 技术在森林防火管理领域中的应用。从研究内容、研究方法、国内外研究现状及发展趋势,当前研究存在的问题和讨论几个方面查看和收集相关文献,并探讨了当前 GIS 技术在森林防火管理中的应用。

**关键词:**森林防火; GIS; 地理信息系统; 火点定位; 林火蔓延分析; 林火蔓延模型

**中图分类号:**S762.3      **文献标识码:**A      **文章编号:**1003-5508(2013)01-0107-03

## 研究内容

森林火灾是林业灾害中对社会、经济及环境发展影响范围最广和破坏性最大的一种自然灾害。森林火灾是一个极其复杂的自然现象,受众多自然因素和社会因素的影响,包括可燃物类型、地形、天气等因素,而林火发生又具有突发性,要在很短的时间内判断林火的发展趋势,并及时采取相应的决策措施,同时还要随时掌握现场的状况,作为决策者要做到这一步就必须采用先进的科学技术来提高自身的判断能力和现场指挥能力。森林火灾的发生,不仅烧毁森林植被,影响林木生长和更新,破坏森林结构,危害生态平衡,它还烧毁林区设施,对人类的生命财产以及生态环境都造成了巨大的危害。因此,如何严格预防、尽早发现和及时扑救森林火灾,快速准确地引导灭火人员到达现场,是森林防火部门急需解决的问题。

在森林防火的日常管理工作中,工作人员需要面对各种数据,如气象、地形地貌、着火面积、着火规模等许多因子,这些数据既包括空间数据又包括属性数据,对这些实时数据进行综合分析并及时的找出解决问题的合理方案,借用传统方法不是一件很容易的事,特别是火灾进行过程中,决策的及时性具有重要意义,要在很短的时间内判断林火的发展趋势,及时决策、及时指挥扑救,减少火灾损失,快速掌握现场的状况,只有借助于 GIS、GPS、RS、网络、通讯、可视化等多种技术手段才能快速、准确的完成此

项工作。因此研制出一套集实时监测、预报、蔓延模拟、损失评估、灭火辅助决策于一身的、可靠的、科学的森林防火系统是十分必要的。

## 研究方向的发展历史

### 1 森林防火工作中存在的主要问题

#### 1.1 火点定位

目前现有的防火信息系统中,火点主要是靠卫星图像和 GPS 来进行定位。由于火灾发生的随机性,据专家分析,如果利用遥感卫星来对森林火灾进行监测,就需要卫星提供在较短的时间间隔内不间断的提供影像,而且时间间隔不能超过两小时,目前,民用方面很难达到的<sup>[2]</sup>。同时,遥感图像定位火点在大范围的火灾监测中应用比较多,但在南方林区的小火灾中,受到卫星分辨率和经济等因素的制约,还难以真正实施。由于基层林业管理部门的森林资源信息化管理的程度非常低,很难做到每个护林员都能够配备 GPS 接收机。因此,目前现有的森林防火信息系统中火点定位的方式难以适应森林防火管理部门的需要。

#### 1.2 林火蔓延

由于林火行为涉及学科种类繁多,影响因素众多。在很长一段时间内,人们对火势发展的趋势更多是依靠个人经验进行判断和分析,很难做到准确的、科学的对火势蔓延趋势进行预测,因而不同程度

地影响了火灾扑救的现场指挥和扑火决策的判断。因此如何做到准确的、快速的对林火蔓延趋势进行分析和预测,使火灾的损失降到最低,应是林火管理者应该思考的问题。

### 1.3 地图表现形式

传统的 GIS 只能处理二维的信息,其应用往往只是处理地球表面的数据。即使必须要考虑高程时,也只能将三维简化后再进行处理,即把高程作为地球实体的一种属性,也就是通常所说的 2.5 维空间。但随着工作的深入,林火管理者迫切的需要通过运用虚拟三维技术,直观的、真实的展现火场周边环境。通过三维可视化的运用,火灾指挥人员只需坐镇指挥中心,就能够身临其境地了解火场周边环境,并对扑火工作进行准确的指挥。

## 2 GIS 技术在森林防火管理中的应用

### 2.1 火点定位

### 2.2 火灾决策分析

火灾发生时,快速的掌握火灾周围的情况能够对扑火决策提供有效的依据。因此当火灾发生时,系统将根据各类专题图层的空间数据,计算出离火点最近的水源、道路、救援队伍、防火隔离带等要素,同时系统还对可能受破坏的电线塔、重点保护对象、居民点、小班等要素进行预警提示。这样决策者就能根据系统预警信息对灭火工作进行部署与指挥。系统中还包含非常全面的道路信息,随时可查到各种等级的道路,这对防火工作至关重要。运用最佳路径分析功能,系统提供从物质供应点或者救火车停靠点到火灾发生点的最佳路径,同时结合水系分布,提供快速决策功能。根据火场当前状况或蔓延模拟情况、火场周围地区的道交通情况、水系分布情况以及火源附近扑火队伍分布情况,对扑火队伍行进路线进行智能计算,辅助扑火部门制定最终的扑救方案。

### 2.3 林火蔓延分析

林火因风向、风速、地形、植被类型和分布情况的不同,出现不同的蔓延形状。林火专家多年研究,发现林火蔓延存在一定的规律。因此研究、了解、掌握其基本规律对扑救森林火灾极为重要。火势蔓延主要受火灾地区每天的最高温度、中午风力、可燃物类型、风力、坡度、风向六大要素影响。因此根据前

方护林人员送报上来的相关数据,运用林火蔓延预测模型,我们可以做到对火势蔓延趋势进行预测和分析,同时计算出火头、火翼、火尾速度以及蔓延面积等数据。根据模拟计算结果,系统自动生成火场发展形势图,并通过 GIS 技术直观而科学地表现出来,为防火部门提供一个辅助决策工具。

### 2.4 火情态势标绘

态势标绘即在屏幕地图的基础上,标绘行动和过程的一种手段,其基本依托为防火符号库和屏幕地图。火情态势标绘信息按统一格式存档形成林火势态图层,达到火场与指挥中心的信息同步。指挥中心能够通过火情态势图及时了解当前火势以及救援情况,为下一步的灭火工作提供依据。

### 2.5 火灾损失评估

火场损失评估的研究内容是根据现实火场数据以及森林分布数据,对森林火灾造成的森林损失进行统计和分析。损失评估的指标很多,系统采用损失面积、蓄积作为损失评估指标。通过损失评估,可以了解森林损失的总面积、总蓄积以及按林分类型统计的损失面积和蓄积,为林业部门清理火烧迹地,制定和实施更新等各种恢复森林的措施提供决策依据。

## 3 前人的主要研究成果

随着气象科学、遥感技术、电子计算机、激光、通讯和航空航天技术的蓬勃发展,加上现代科学管理的渗透,都为森林防火提供了先进的手段和技术条件。如林火监测、火险预报、林火行为研究以及计算机林火管理系统等新技术的应用,为有效地控制森林火灾的发生,把森林火灾的损失降低到最低限度提供了保证。世界发达国家在这方面做出了典范。美国和加拿大在林火行为研究、森林火灾预防、监测和扑救方面,一直走在世界前列。1972 年美国研制出国家级火险预报系统(FFRS),并在全国得到广泛应用。1978 年系统进行了修改,使其进一步完善。该系统是即能做火险预报,也能做林火发生预报,还能做林火行为预报的综合性系统,代表当时世界林火预报的最高水平。1987 年加拿大研制出微型计算机支持的森林火险等级系统;1988 年美国在微型机上研制出了野外火管理辅助决策系统。模拟林火空间蔓延趋势的 Farsite 软件由美国 Intemation-

al Firesciences Laboratory 设计完成,正在美国推广。其它国家如前苏联、印度等国也根据自己的国情,研制出了类似的林火管理系统。

近年来,计算机技术也正在逐渐向我国森林防火管理中渗透。我国森林防火系统的研究已卓有成效,防火工作已逐步由经验型向科学管理型转变,如建立了卫星防火监测网;开发了地理信息和资源信息系统;开展森林防火的内业建设:重点进行火险预测预报系统、监测系统、林火跟踪定位系统、地理与资源信息系统、辅助决策系统、通讯信息系统等6个系统的现代化建设;并制定全国森林火灾评估办法,完成全国森林火险等级区划,试验和应用飞机化学灭火、生物防火等。其中比较成功的有中国林业科学院资源信息所和国家林业总局信息中心联合开发的森林火灾管理信息系统;北京师范大学资源与环境科学系开发的西南重点林区火灾背景数据库管理信息系统;中国科技大学研制的武夷山保护区森林防火体系建设地理信息系统;每一场林火的发展所构成的形状,由于立地条件、天气状况和扑火技术不同等多种因素影响,是不可能有一个统一模式的,可以说每一场火灾的形状是千变万化的,是完全不一样的。但是在林火自然发展的情况下,基本上是有其一定的蔓延模式。一般来说,在平坦地无风时,火向各个方向等速蔓延,其形状为环形;在风的作用下,风向较稳定时,顺风向一个方向蔓延,形状常为长椭圆形;风向不定,呈30度或40度角度变化,形状为扇形;在山地条件下,如为鸡爪岭地形时,火在两岭之间蔓延较慢,向两个山脊则蔓延快,常形成两个火头,其形状为鸡爪形。但不管出现什么形状,每一个火场都有火头、火翼和火尾等3部分组成,在风向的支配下,顺风向前蔓延速度最快,

火势最旺的部分为火头,与火头相反方向逆风蔓延,速度最慢的部分为火尾,介于火头与火尾之间,向两侧扩散,与风向垂直蔓延的部分为火翼。我们将一个火场区分为火头、头尾和火翼,将有助于扑救工作,能提供主攻方向,力求首先将火头扑灭或控制住,这样才能尽快取得扑火的全面性胜利。但是,有时由于风向的突然转变,火场的各个部分也会随之发生变化,3个部分可以互相转变,火头可能变为火翼或火尾,火尾也可能变为火头或火翼,火翼也可能变为火头或火尾,这种情况在一场大火的发展过程中是经常会出现的,因此在进行扑火战斗中,要随

时掌握风向的变化,机动作战,将火一举扑灭。

林火蔓延的影响因子:

1. 可燃物类型及其含水率
2. 风因子
3. 地形因子
4. 温度和湿度

几种常见的林火蔓延模型

林火蔓延模型是指在各种简化条件下进行数学上的处理,导出林火行为与各种参数(如可燃物的物理、化学性质、气象因子以及地形因子等)间的定量关系式。利用这些关系式去预测将发生或正在发生的林火行为,指导扑火工作以及日常的林火管理工作,从而以最少的人力、物力在最短的时间内将火扑灭。林火蔓延模型是林火行为预报的核心。

据国内外的资料显示,地表火是一种最常见的火灾,约占森林火灾的90%以上。因此目前所讨论的多是针对地表火的蔓延模型。火蔓延是一个多相、多组分可燃物在各种气象条件(温度、湿度、风向和风力等)和地形影响下燃烧和运动的极其复杂的现象,自从1946年WR. Foils首先提出林火蔓延的数学模型以来,世界上许多国家都提出了自己的林火蔓延模型,主要有美国的Rothermel模型、澳大利亚的McArthur模型、加拿大的国家林火蔓延模型以及中国的王正非林火蔓延模型等,以及在这些模型基础上的修正模型。但每个数学模型的应用都有一定的局限性,特别是,用于模型所基于的假定之外的场合时,将会带来很大的误差。所以,我们利用任何蔓延模型来估测时,要事先了解数学模型的应用范围、条件及其优缺点。下面是几种常用的林火模型:

1. 基于能量守恒定律的Rothermel模型
2. 澳大利亚的McArthur模型
3. 加拿大林火蔓延模型
4. 王正非的林火蔓延模型

#### 4 存在的问题及发展趋势等

如何有效扑灭火灾,降低灾害带来的损失,提高火灾发生时的反应能力是各级政府部门十分关心的问题。森林防火预警系统涉及森林防火理论与模型、GIS和计算机等多领域知识,是一个比较复杂的GIS应用系统。其中火点定位、火势蔓延分析、火灾

(下转第118页)

的原因。同时种植点多在田边地角较分散,放任生产,重栽轻管问题突出。

果实商品化处理落后。由于品种混乱、管理粗放、成熟期不整齐,采收、脱皮、晾晒、贮藏等仍采用传统方法,果实商品率不高。

### 3.2 核桃产业发展建议

建立资中县品种园和采穗圃基地,充分保证品种的纯正和就近供应良种穗条,减少运输等中间环节,掌握核桃嫁接育苗技术,提高嫁接成活率。

培育良种壮苗,建立标准化果园。选择具有育苗经验的农户与大型苗圃合作育苗,实行“育苗资格”、“良种证”和“苗木合格证”三证管理,确保苗木质量,逐步实现核桃品种良种化。科学规划,在专业技术人员的指导下,规范整地、选择良种壮苗、建立标准化果园,为丰产优质打下坚实基础。

强化果农意识,加大科技投入力度。加大宣传,增强果农意识,加强技术培训,开展全方位服务。以科技带动核桃产业的发展,建立健全科技培训机构;加大科技推广力度,使广大农民掌握核桃种植技术,改变核桃种植中的自生自灭、粗放管理的传统理念。重点管理好示范样板果园,真正起到示范带头作用。

积极开展技术研究,解决技术难题。有关部门开展核桃引种栽培、嫁接育苗等方面的技术研究,解决生产栽植密度、病虫害防治、低温晚霜冻害、林粮间作、采后处理和嫁接育苗等环节中出现的技术难题,为核桃产业的发展提供技术保障。

优化产业结构,积极培育新的增长点,使核桃引种栽培及嫁接育苗与退耕还林工程和农村产业结构调整相结合。引进优良品种,提高生产率,利用现有的生产设备及加工技术提高产品附加值。

### 参考文献:

- [1] 高国梁,朱代梅.九寨沟县核桃高接换优改造技术[J].四川林业科技,2010,36(06):114~117.
- [2] 甘霖,吴正琴.核桃的发展及其应注重的问题[J].四川果树,1995,(1):30~32.
- [3] 方文亮.核桃杂交育种研究初报[J].云南林业科技,1991(4):19~22.
- [4] 罗秀钧,王汉涛,武显维.河南省核桃良种选育研究[J].武汉植物学研究,1990(4):365~373.
- [5] 李明亮,张宏潮,王笑.核桃优良新品种—京861[J].中国果树,1991(3):21~23.
- [6] 杨士勇,张守江,周晓康.天水市核桃产业现状与发展建议[G].论文汇编,2010,168~170.

(上接第109页)

周边分析、损失评估、三维模型等功能也是今后研究发展的重点,现有研究成果主要针对特定重点林区的构建,各地区,各林区管理上较为分散,研究成果没有统一共享。目前我国也没有大规模的全国性的森林防火管理系统,随着GIS技术的提高和遥感影像的精度提高,必将大大促进GIS技术在森林防火管理中的应用,如何实现高效的、准确的、大规模、大范围、实时的动态监测将成为今后GIS相关技术的发展和应用的趋势。

### 参考文献:

- [1] 李红,舒立福,田晓瑞,等.林火研究综述(W)—GIS在林火管理中应用现状及发展趋势[J].世界林业研究,2004,17(1):20~25.
- [2] 吴信才.地理信息系统原理与方法[M].北京:电子工业出版社,2002.

- [3] 方水池.GIS在厦门市森林防火管理中的应用[J].森林防火,2010,3.
- [4] 张超.webGIS技术在林火蔓延及辅助决策中的应用[D].东北林业大学学位论文,2008,6.
- [5] 晓魏.俄罗斯林业近况[J].世界林业研究,1995,8(4):70~71.
- [6] 金晓钟,程邦瑜.森林火灾过程中的火旋风特征[J].自然灾害学报,1997,6(2):34~41.
- [7] 杨景标,马晓茜,林莉,等.基于传热分析的林火蔓延特性研究[J].火灾科学,2002,11(1):35~42.
- [8] 朱雾平,王海晖,范维澄.森林地表火行为预测预报系统[J].工程热物理学报,1997,18(2):256~260.
- [9] 唐晓燕,孟宪宇,葛宏立,等.基于栅格结构的林火蔓延模拟研究及其实现[J].北京林业大学学报,2003,25(1):53~57.
- [10] 王金海.基于GIS的森林火灾扑救指挥辅助决策系统[J].林火监测,2006(3):35~37.
- [11] 王玉玉,舒立福,寇晓军,等.基于GIS的森林火灾扑救路径的构建[J].测绘与空间地理信息,2007,30(1):6~9,14.
- [12] 梁晓晖,赵滨.基于“3S”技术的森林火灾损失评估系统研究与实现[J].工业技术研究,2008,4.