

GIS 支持下的晋西王家沟流域造林立地信息系统建设研究

樊良新,牛海鹏,佟 艳,刘 勇

(河南理工大学测绘与国土信息工程学院,河南 焦作 454000)

摘 要:应用 GIS 和数量化 I 理论分析了王家沟流域造林立地主导因子土壤水分与微地貌之间的关系,建立了相应的数量模型。并运用计算机、GIS 技术和决策分析技术设计建立了小流域造林立地管理系统(L YFSMS),系统主要由属性数据子模块、图形数据子模块、应用模型子模块以及信息输出子模块四个模块组成,通过这些模块可以进行造林立地信息的处理、分析和评价等操作。为该地区实现科学地、定量地和快速地造林提供参考依据。

关键词: GIS;造林;数量化

中图分类号: S727; TP79

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)01-0054-03

Establishment of Afforestation Site Information System in Small Catchment of Wangjiagou West Shanxi on GIS

FAN Liang-xin, NIU Hai-peng, TONG Yan, LIU Yong

(School of Geosurvey and Land Information Engineering, Henan Polytechnic University, Jiaozuo, Henan 454000, China)

Abstract: Based on relation of main restrict factor soil water, and microtopography by using GIS and quantification theory type, to get quantity model. Using computer, GIS and decision analysis to design L YFSMS, which is comprise of attribute data submodule, graphic data submodule, application model submodule and output submodule, from these it can process, assess and evaluate afforestation site information. Some references are given for realizing scientific quantitative and rapidly afforestation.

Key words: geographical information system; afforestation; quantification theory type

黄土高原小流域是土壤侵蚀产沙的基本单元,小流域内的造林、育林则是小流域治理的重要内容。有关造林科学化和信息化的研究是造林工作的核心内容。目前有关的造林立地研究现状主要是针对有林地和无林地进行评价。无林地的造林立地划分主要是针对微地貌和土壤而定性进行的划分,这种分类方法虽然易与 GIS 结合实现信息化造林但是由于没有运用数量化分析手段,其定量程度不高。有关数量化模型与造林立地的研究成果较多,其定量程度较高,由于与 3S 信息技术的结合不够,其量化的成果很难实际快速地指导造林工作。王家沟流域属于晋西黄土丘陵沟壑区,王家沟流域位于离石市三川河流域的交流北川河东,为黄河一级支流三川河流域的一条支沟,呈典型黄土丘陵沟壑地貌,总面积 9.1 km²。本文以王家沟流域为例利用 GIS 与数量化手段实现该流域造林立地的定量划分,结合 GIS 和 DELPHI 语言构建造林立地信息系统实现科学快速地造林。

1 王家沟流域造林立地等级划分

1.1 主导因子的确立

立地条件的划分,必须综合考虑影响林木生长的光、热、水、空气及土壤养分等环境因子。其中光和热它是大的宏观因子,它受到地理纬度和大气环流,海拔高度的影响。而对

于王家沟这不到 10 km²,海拔相对高差不到 300 m 的小流域中,其宏观因子之间差异不大。由于该流域气候干旱,湿度小,严重的水土流失使其土壤有机质及氮、磷、钾含量很低,各地类土壤养分差异不大,有机质含量 0.1%~0.9%、全氮 0.02%~0.07%、全磷含量在 0.1%左右,土壤养分虽有差异但都是低而均一。因此在该流域的造林立地条件的诸因素中,我们主要考虑了坡位、坡度、坡向、土壤(黄土、红黏土)等因子,而这些因素正是反映着不同的小气候,影响着造林的土壤水分。以往的研究表明土壤水分状况(在黄土丘陵区成为宜林性质的限制因子)是划分立地条件的主导因素^[1,2]。为此我们收集了王家沟流域的地形图、土壤类型图 and 不同地形部位以及不同地类的土壤含水率资料。以王家沟流域不同地形、地类的土壤水分含量为基准变量并利用数量化理论方法结合 GIS 来研究其立地类型。

1.2 数据处理流程图

将王家沟流域的地形图、土壤类型图等进行矢量化、叠加后建立空间数据库,根据各个地块的特征因子包括坡向、坡度、土壤、地貌部位,从空间数据库中提取出来,并将此特征因子值与土壤水分关联,运用数量化模型建立立地质量得分表和立地质量评价如图 1 所示^[3]。

1.3 造林立地等级划分

选用了土壤因子和坡向、坡位、坡度三个地形因子作为

* 收稿日期:2006-01-09

基金项目:河南省科技攻关资助项目(0324430019);河南理工大学自然科学(青年)基金重点资助项目(Z050501)

作者简介:樊良新(1979-),男,安徽六安人,硕士,主要从事干旱区植被恢复研究。

项目:将土壤分为红土、黄土两级;坡位按上坡、下坡分两级;坡向按阳坡、阴坡、半阳坡、半阴坡分四级;坡度分为平缓坡、斜坡、陡坡、危险坡,将该流域分为四个项目 12 个类目按示性函数(即 0~1 数量化方法):

$$i(j,k)=\begin{cases}1 & \text{当第 } i \text{ 样品中 } j \text{ 项目的定性数据为 } k \text{ 类目时} \\ 0 & \text{否则}\end{cases}$$

以土壤水分含量作基准变量,地形、土壤因子为自变量,利用数量化理论 数学模型建立预测方程:

$$y_i = \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^r i(j,k) b_{jk} + \epsilon_i, i=1,2,\dots,n$$

式中: b_{jk} ——仅依赖于 j 项目之 k 类目的系数; ϵ_i —— i 次抽样的随机误差。

将 102 块标准地($n=102$)的项目、类目反应值 $i(j,k)$ 代入,经计算得出王家沟流域四个项目贡献大小的次序为坡向

>土壤>坡度>坡位,(表 1)坡向之所以贡献最大是因为不同坡向的光照时间是不一样的,从而进一步影响着水分含量大小。

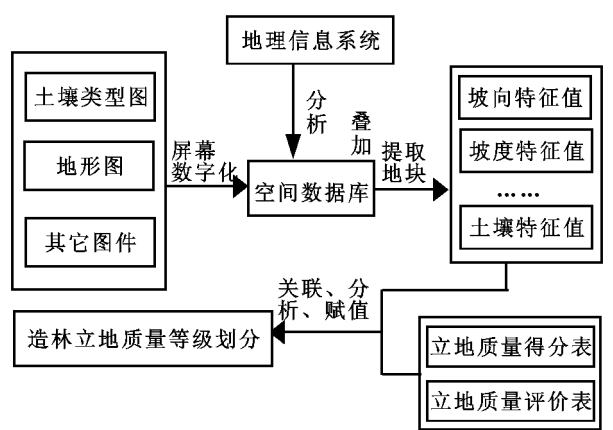


图 1 数据处理流程图

表 1 影响因子分数赋予一览表

项目 类型	坡 向		土 壤		坡 度				坡 位			
	阳坡	阴坡	黄绵土	红土	平地 < 7 °	缓坡 7 ~ 15 °	斜坡 15 ~ 25 °	陡坡 > 25 °	阶顶	上坡	下坡	沟底
得分值	18.1	24.55	3.89	- 3.89	0	- 0.12	- 1.28	- 1.56	0	0.66	1.02	2.30
偏相关	0.6384		0.4512		0.3145				0.2652			
复相关	0.7332											

为了对造林立地进行定量评价,我们将上表进行转化,编制成立地质量评价(表 2)。编制方法:将得分表中的各类目得分值代数差的差值,四等分之得常数 C ,公式表示为 $C = \frac{A-B}{4}$ 得 4 个数值范围,构成 4 个立地等级,分别以等级号 1,2,3,4 和优、良、中、及格、差表示之。

2 造林类型的选择

划分造林立地条件的目的是为了做到适地适树,科学进行造林规划,做到适地适树。通过对王家沟流域各立地条件

类型树种生长的水分条件调查分析,以及实际调查的资料并结合林木生长的生物学特性,既可以验证造林立地条件类型划分是否合适,又能确定各立地条件类型适宜的造林树种,使造林建立在科学的基础上^[4]。通过调查、分析得出王家沟流域造林类型和主要适生树种表如下:

表 2 立地类型划分结果一览表

立地等级					
质量评价	优	良	中	及格	差
数 值	28.44~24.88	24.87~20.33	21.32~17.77	17.76~14.21	<14.21

表 3 王家沟流域造林类型和主要适生树种

土地级	特征及分布	经营类型	适生树种
等地	地面平坦,土层深厚,土壤肥力较高。土壤侵蚀甚微或不明显,农林牧用地无限制,自然生产力高,主要分布在坝地、阶地和沟底	经济林 农田防护林 用材林	乔木树种:杨树、柳树、苹果、梨、核桃、刺槐、枣树、榆树、臭椿。灌木树种:柠条、黄刺玫、山桃、沙枣、紫穗槐、沙棘
等地	林牧生产高度适应的土地,自然生产力较高,主要分布在梁峁坡的机修梯田	经济林 农田防护林 用材林	乔木树种:核桃、榆树、杏、臭椿、山楂、文冠果、刺槐、油松、侧柏。灌木树种:山桃、柠条、荆条、桑
等地	林牧业生产适宜用地,水土流失较为严重,主要分布在梁峁坡为 15 以下的坡耕地	农田防护林 用材林	乔木树种:刺槐、山杏、河北杨、枣树、侧柏。灌木树种:柠条、黄刺玫、狼牙刺
等地	林牧生产较适应的土地,自然生产力低,主要限制因子是坡度和土壤侵蚀,主要分布在梁峁坡 15~20 的坡旱地或较为陡峭的沟坡耕地	农田防护林 水土保持林 薪炭林	乔木树种:刺槐、山杏、蜡柳、侧柏。灌木树种:柠条、荆条、黄刺玫
等地	仅适用于林牧用地,坡度大于 25°。为退耕造林种草地,主要限制因子是坡度和土壤侵蚀,主要分布在沟坡上,坡度为 25~45 和梁峁坡,沟坡 20~25 的荒坡	水土保持林 部分薪炭林	乔木树种:刺槐、山杏、蜡柳。灌木树种:柠条、山桃、狼牙刺
等地	不适宜利用土地、坡度大于 45 的沟坡的红土壤以及地面为裸岩、石砾的土地,通过整地措施可以种植柠条、黄刺玫等灌木	水土保持林 和水源涵养林	乔木难以成活;灌木树种:黄刺玫、山桃、山杏、沙枣、狼牙刺

3 小流域造林立地管理系统的构建

小流域造林立地管理是综合治理工作的重要组成部分,随着现代科学技术的飞跃发展,人们越来越重视将先进的科

技术手段应用到流域综合治理过程中,以更好地实现科学化、智能化的流域管理。本文在搜集整理归纳总结前人在小流域造林立地划分成功经验的基础上,试图将 Delphi 语言、计算机技术与地理信息系统技术、决策支持系统技术等相互集

成,研制和开发小流域造林立地管理系统(LYFSMS)。

3.1 系统设计结构

系统利用 GIS 空间分析技术为支撑,并用 Delphi 与 MAPX 实现了不同数据在系统各个子模块的交互、分析其数据结构如图 2 所示,数据库管理的方式采用 ODBC 数据库引擎管理的。GIS 是将具有拓扑结构的空间数据与属性数据融为一体的技术,图形与数据的关系是密不可分的。在进行数据结构设计时,我们根据 GIS 的这一基本特点,主要考虑了空间数据与属性数据的一致性。运用 MAPX 控件采用关键词索引将属性数据与空间数据一一对应起来图 2、3 所示^[5,6]。

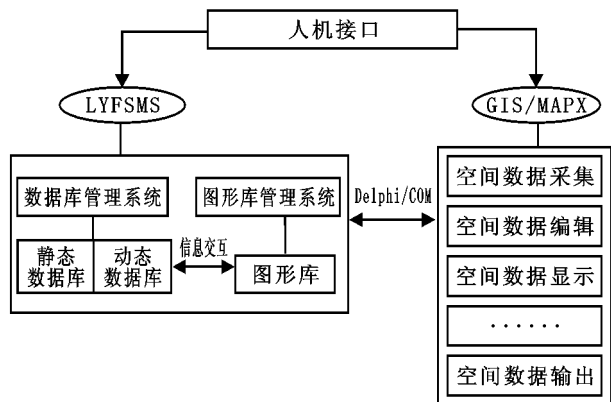


图 2 系统设计结构

3.2 系统的功能结构

小流域造林立地管理系统的主要功能模块由属性数据子模块、图形数据子模块、应用模型子模块以及信息输出子模块等四个模块组成,通过这些模块可以进行造林立地信息属性数据的输入、存储、查询、汇总、浏览显示、报表输出、统

计分析、输出及图形信息的查询分析、立地类型专题图的生成、立地类型评价等各种操作。

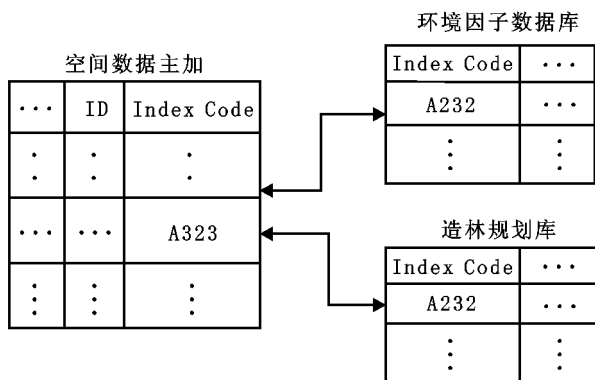


图 3 数据索引

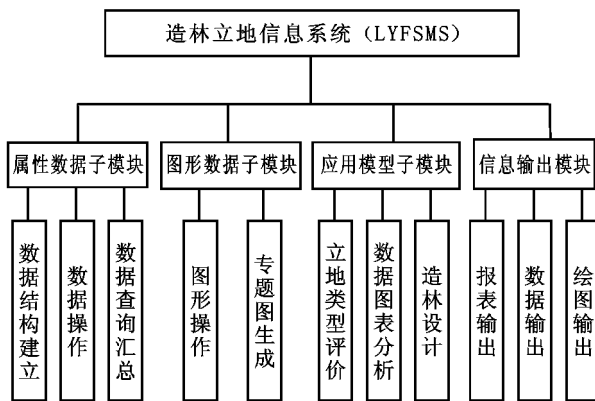


图 4 系统的功能结构

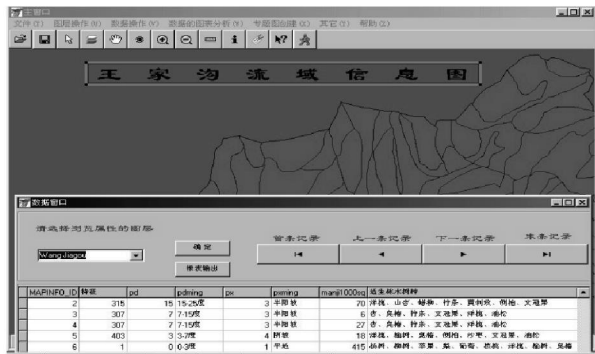


图 5 属性数据操作窗口

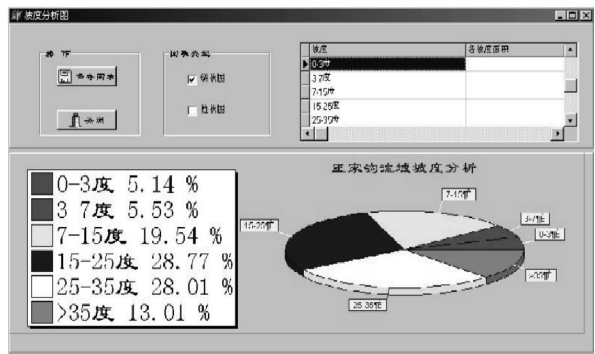


图 6 分析图表的输出窗口

4 结论与展望

根据王家沟流域的地形、地貌、土壤对土壤含水量的贡献,将 GIS 技术和数量化理论运用到王家沟流域林业立地因子分析中来。研究该流域土壤和微地貌对地块的土壤含水率的贡献值的大小,实现了这些定性因子的量化过程,

并建立土壤水分与环境之间的数量模型。运用地理信息系统技术对王家沟流域的坡度、坡向、坡位以及土壤空间分异性进行叠加分析建立王家沟流域空间数据库,并将空间数据库与数量模型进行耦合关联建立了流域造林立地基础数据库。在此基础上运用 Delphi 结合 Map Info 公司提供的 OCR 控件 MapX 进行开发设计了小流域造林立地管理系统。可以为黄土高原小流域植被建设提供服务。

参考文献:

[1] 杨文治,马玉玺,韩仕峰.黄土高原地区造林土壤水分生态分区研究[J].水土保持学报,1994,8(1):1-9.
[2] 余新晓,张建军,朱金兆.黄土地区防护林生态系统土壤水分条件的分析与评价[J].林业科学,1996,12(4):189-297.
[3] 董文泉,周光亚,夏立显.数量化理论及其应用[M].长春:吉林人民出版社,1979.
[4] 吴钦孝,杨文治.黄土高原植被建设与持续发展[M].北京:科学出版社,1998.
[5] 范大凯,吴健平.基于 MapX 的 GIS 应用开发实例[J].东北测绘,2001,24(2):31-35.
[6] 桂智明,晏磊.基于 DCOM/ActiveX 的分布式 GIS 系统实现[J].计算机工程与应用,2003,39(25):220-222.