

GIS 空间分析在退耕还林中的应用研究

赵鹏祥, 郝红科, 刘广全

(西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 空间分析功能是 GIS 的本质特征。选择黄土高原小流域退耕还林(草)工程为研究对象,以探讨 GIS 空间分析在退耕还林(草)工程中的应用方法为目标,确定了一种基于 GIS 空间分析的黄土高原小流域退耕还林(草)规划方法;建立了相关地理编码体系和规则,并运用 GIS 空间分析的坡度分析、坡向分析、叠置分析、属性分析等功能实现了规划的全过程,完成了黄土高原小流域退耕还林(草)规划图以及退耕地还林面积和还林规划面积统计。结果表明,此方法在以小流域治理为特点的黄土高原地区退耕还林(草)工程实施中有借鉴意义。

关键词: GIS; 空间分析; 退耕还林(草); 应用

文献标识码: B

文章编号: 1000—288X(2005)05—0045—05

中图分类号: X171.1, S157

Planning of Converting Farmland into Forest or Grass Land Based on GIS Spatial Analysis

ZHAO Peng-xiang, HAO Hong-ke, LIU Guang-quan

(College of Forestry, Northwest University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, Shaanxi Province, China)

Abstract: The spatial analysis is an important function or a characteristic of GIS. The article chooses the project of converting farmlands to forestry or grass land in the small watershed on Loess Plateau as an object of studying, aiming at researching new methods for applying GIS spatial analysis into the project. Firstly, a new scheme of converting farmlands into forests or grass adapting to the areas based on GIS spatial analysis and rules of geocodes were made. Secondly, using the functions of GIS spatial analysis including slope analysis, aspect analysis, overlay analysis attributive analysis finished the whole process of planning. Finally, the planning map and area statistics tables about converting farmlands into forests or grass land in the small watershed were obtained. The results show that the method may be used in the course of carrying out the project of converting farmlands into forests or grass on the loess plateau with the characteristics of the small watershed.

Key words: GIS; spatial analysis; converting farmlands to forests or grass

地理信息系统是在计算机硬件和软件支持下,对地理空间数据进行采集、输入、存储、操作、分析和建模,以提供对资源、环境及各种区域性研究、规划、管理及决策所需信息的人机系统^[1]。空间分析功能是 GIS 区别于其它信息系统主要标志,体现了 GIS 的本质特征。它是指对空间定位数据和属性数据进行统计、变换、分类、综合、比较、推断,以解释时空分布规律,分清主次因素、预测发展趋势^[2]。从数据模型的角度,把空间分析可以划分为拓扑分析、属性分析、拓扑与属性的联合分析。拓扑分析包括空间图形数据的拓扑运算,即旋转变换、比例尺变换、二维及三维显示和几何元素计算等;属性分析包括数据检索、逻辑与数学运算、重分类和统计分析等;拓扑与属性的联

合分析包括与拓扑相关的数据检索、叠置分析、区域分析、邻域分析、网络分析、形状探测、空间内插等^[3],同时,把这些空间分析方法也称为通用性 GIS 空间分析工具,已经广泛用于地学研究领域。

林业生产、科研、管理中的许多问题,都和地理空间位置有关,比如森林资源分布、森林资源的动态变化、森林火险区划、营林规划设计、林业专题制图、自然保护区管理等^[4-5]。这些特征表明 GIS 具有广阔的应用前景。但是,从 GIS 的整体理论看,目前 GIS 用于林业生产领域的重点主要在专题制图和林业资源信息管理系统开发与建立方面,而 GIS 空间分析的应用相对比较薄弱,还没有在林业规划决策中充分发挥作用。

收稿日期:2005-04-20

资助项目:国家林业局“十五”攻关课题“黄河中游黄土高原区水土保持型植被建设技术研究与示范”(2001BA510B0103)

作者简介:赵鹏祥(1965—),男(汉族),青海省乐都县人,副教授,主要从事林业测绘、林业遥感、“3S”技术应用方面的教学和科研工作。

E-mail:zpx666@263.net。

退耕还林工程是全国开展的 6 大林业生态工程之一,是一项防止水土流失,改善生态环境,造福子孙的伟大工程。自从工程实施以来,林业科技人员已经从国家级、省级、县级和小流域级四种不同尺度进行了研究^[6-9],获得了许多成果。但是,随着工程的顺利实施,工程的规划设计、质量监测和评价是变得更为重要。对工程进行快速、准确、客观、科学的监管是林业管理部门的期望。GIS 技术自身的发展以及和林业生产的结合,使这种期望成为可能,并产生了巨大的影响。同时,随着退耕还林工程向纵深推进,这方面的研究也越来越多。

本项研究以黄土高原退耕还林工程为对象,以 GIS 空间分析为主要数据处理手段,探讨 GIS 空间分析在退耕还林规划乃至全部林业生态工程中的应用方法,为 GIS 在林业生产、管理、决策中发挥更大作用提供参考。

1 研究区基本概况

选择黄土高原小流域为试验区域,它属黄土残塬沟壑区,地理坐标东经 108°18',北纬 34°45',处于北温带,属温带大陆性季风气候。年平均气温 9.8℃,10 月活动积温 3 280℃,极端高温 39.4℃,最低气温 -21.3℃;平均无霜期 183 d;海拔 750~1 175 m,地貌类型主要为塬、沟谷。沟谷密度为 7.73 km/km²,水土流失严重;土壤为黄壤,质地中壤,0~400 cm 土壤平均容重 1.25 g/cm³,田间持水量 21.97%。多年平均降水量 600.6 mm,最多 832.0 mm,最少 376.0 mm,7—9 月降水占全年降水 53%,有 50%的

年份降水量在 520 mm 以上。主要的土地利用类型有果园、耕地和林灌草,其中果园主要以苹果为主,农作物以小麦为主,林地中乔木树主要有刺槐、山杨、山柳等,灌木主要有酸刺、狼牙刺等,草被复盖有艾草、白羊草等。

2 退耕地还林规划方案确定

退耕还林规划方案是实施退耕还林工程基础性工作,关系到工程的成败。在制定规划方案时,应该从当地的实际情况出发,充实考虑其自然、社会和经济条件。其中自然条件(地形、地貌、气候条件、植被分布特征等)是决定因素。黄土高原地区实施退耕还林工程的限制因子是水分,所以,在考虑立地条件因子时,主要围绕水分因子选择立地因子。

本次研究中,由于面积较小,在考虑立地条件的主要因子时,首先选取了坡度和坡向作为立地条件的主导因子,因为这两个因子对其它因子有影响,特别是土壤的含水量,不同的坡度、坡向其土壤含水量不同,坡度越大土壤越干燥,坡度越小土壤越湿润;阳坡的土壤含水量比阴坡的低。其次,土壤因子也是比较重要的立地因子,但由于该区土壤均为白壤土,其质地、有机质含量等在退下来的耕地中没有很大差异,因此,没有考虑该因子。另外,在林种、树种选择以及退耕地还林模式方面,主要依据植物的地域分布规律和前人研究成果^[10-11]。最后,利用坡度和坡向两个因子,植物生物性特性以及退耕地还林模式,初步构建了小流域退耕地还林规划应用模型,完成退耕还林规划(见表 1)。

表 1 退耕地还林(草)规划

坡向	坡度		
	< 15°	15°~25°	> 25°
阴坡	核桃+草类	油松+草类	刺槐+柠条+草类
半阴坡	经济林+草(乔+草)	生态林+草(草+乔)	生态林+草(草+灌+乔)
阳坡	柿子+草类	油松+草类	沙棘+刺槐+草类
半阳坡	山杏+草类	侧柏+草类	柠条+侧柏+草类
	山杏+草类	侧柏+草类	沙棘+刺槐+草类

由表 1 可以看出,退耕地还林涉及 3 个坡度级,4 个坡向类型,3 种还林模式,9 个树种和 9 种树种组成配置。该表具有简单、直观的特点,能够作为实际退耕还林工作中树种选择、规划方式的确定等提供的方便。但是,特别需要说明的是,在黄土高原对草类的选择应该放在造林的初期进行,主要考虑它能够调节地表的温度和湿度,对乔木幼苗起到遮阴的作用。当乔木幼苗成活以后,可以除去草类,有利于乔木的快速生长。

3 退耕地还林规划地理编码及命名

为了利用 GIS 空间分析功能直观地、准确地表达退耕地还林规划的结果,快速获得退耕地还林的空间信息和属性信息,需要对规划内容进行编码。为此,对退耕地林规划的命名做以下规定:

(1) 根据退耕还林紧迫程度,将退耕地分为不退、缓退和急退三个等级,分别用 A、B 和 C 表示,因此,还林只是在 B 和 C 两级中进行;

- (2) 坡度分为 3 级,分别用罗马数字表示,1 = 15°,2 = 15°~25°,3 = 15°;
- (3) 坡向分为四级,分别用罗马数字表示,1 = 阴坡,2 = 半阴坡,3 = 阳坡,4 = 半阳坡;
- (4) 还林模式分为三级,分别用罗马数字表示,1 = 草 + 乔,2 = 草 + 灌,3 = 草 + 灌 + 乔;
- (5) 树种编码,见表 2。

表 2 树种名称及编码

编码	1	2	3	4	5	6	7	8	9
树种名称	草类	沙刺	柠条	山杏	核桃	油松	侧柏	刺槐	柿子

(6) 耕地还林命名由字母和数字有序组成,第一位为退耕等级,第二位是坡度级,第三位是坡向,第四位是还林模式,第五位和第六位为树种配置(图 1),如 B11314,表示本块耕地为缓退,坡耕地坡度小于 15°,处在阴坡,还林模式为草 + 灌 + 乔,树种组成为草类和山杏。

通过分类编码,本研究区域退耕地还林类型有 16 类,涉及 9 个树种,2 种还林模式,结果见表 3。

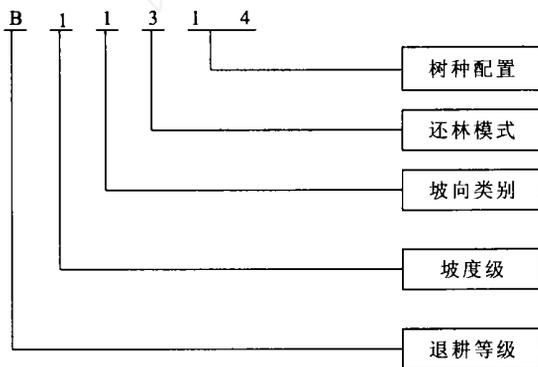


图 1 退耕地还林规划编码规则

4 GIS 空间数据处理

GIS 空间数据包括图形数据、属性数据和拓扑数据。一般地,目前流行 GIS 平台都具有较强的处理空间数据的能力。本次研究中,选用 Map GIS 和 arcview GIS 相结合的方式进行了空间数据处理,主要利用前者较强的图形数据输入、编辑功能,以及后者较强的空间分析功能。首先在 Map GIS 支持下建立了研究区土地利用现状空间数据库,然后在 arcview GIS 支持下完成了坡度分析、坡向分析、空间叠加等空间分析以及数据统计工作。总体工作流程见图 2。

表 3 退耕地还林类型

序号	编码	退耕地还林命名
1	B11151	缓退,小于 15° 阴坡,核桃和草类为主的草乔模式
2	B12191	缓退,小于 15° 半阴坡,柿子和草类为主的草乔模式
3	B13141	缓退,小于 15° 阳坡,山杏和草类为主的草乔模式
4	B14141	缓退,小于 15° 半阳坡,山杏和草类为主的草乔模式
5	B21161	缓退,15°~25° 阴坡,油松和草类为主的草乔模式
6	B22161	缓退,15°~25° 半阴坡,油松和草类为主的草乔模式
7	B23171	缓退,15°~25° 阳坡,侧柏和草类为主的草乔模式
8	B24171	缓退,15°~25° 半阳坡,油松和草类为主的草乔模式
9	C21161	急退,15°~25° 阴坡,油松和草类为主的草乔模式
10	C22161	急退,15°~25° 半阴坡,油松和草类为主的草乔模式
11	C23171	急退,15°~25° 阳坡,侧柏和草类为主的草乔模式
12	C24171	急退,15°~25° 半阳坡,油松和草类为主的草乔模式
13	C313831	急退,>25° 阴坡,刺槐、柠条和草类为主的乔灌草模式
14	C323281	急退,>25° 半阴坡,刺槐、沙刺和草类为主的乔灌草模式
15	C333371	急退,>25° 阳坡,侧柏、柠条和草类为主的乔灌草模式
16	C343281	急退,>25° 半阳坡,刺槐、沙刺和草类为主的乔灌草模式

5 结果及分析

5.1 绘制退耕地还林(草)规划图

本次退耕地还林规划图编制过程中,主要考虑了两个问题,一是解决在什么地方“还林”的问题。关于这些信息主要用坐标(54 坐标系或 80 坐标等)来反映出来,并用格网十字的形式表示在规划面上,这样有利于退耕地还林实践中的空间定位。这样就可以利用 GPS 把退耕地还林规划的内容准确地落实到每一地块。二是在退耕地还林规划图上要解决“怎样还林”的问题,关于这一点主要通过 GIS 属性编码和地块着色的方法,把退耕地还林的规划综合内容准确地反映在图面上,从编码和地块颜色就能反映出每块耕地的坡度、坡向、还林模式、树种组成等信息。

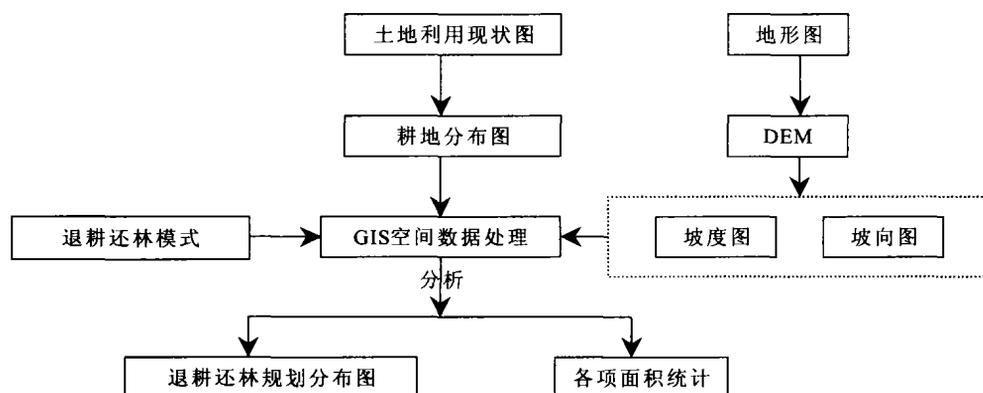


图 2 基于 GIS 的退耕还林规划工作流程

5.2 面积统计分析

退耕还林规划面积统计是最主要的属性信息提取内容,是上报管理部门的主要规定指标,也是管理部门核查退耕还林工程完成情况的重要指标。本研究主要运用 GIS 属性分析功能,对小流域退耕地“还林”规划面积分 3 种情况进行统计,一是按坡度统计,二是按坡向统计,三是按“还林”模式统计(表 4—5)。

表 4 退耕地还林按坡度和坡向的面积统计

坡向	坡度			小计	比例/ %
	<15°	15°~25°	>25°		
阴坡	0	0	0	0	0
半阴坡	1.15	0.28	0.01	1.44	34.87
阳坡	0.45	0.74	0.05	1.24	30.02
半阳坡	1.18	0.13	0.14	1.45	35.11
面积/ km ²	2.78	1.15	0.20	4.13	
百分比/ %	67.31	27.85	4.84	100	100

由表 4 可知,研究区域中如果按坡度统计, < 15° 的还林耕地为 2.78 km², 占全部还林地 (A + B) 的 67.31%; 15°~25° 还林耕地为 1.15 km², 占全部还林

耕地的 27.85%; > 25° 的还林耕地为 0.20 km², 占全部还林耕地的 4.84%。

虽然坡度 < 15° 的还林耕地面积远远大于 > 25° 的还林耕面积,但是从退耕方案可知,前者主要都是属于缓退耕地,后者全部是急退急还林耕地,二者是不同的。

同时,由表 4 还可以看出,如果按坡向进行统计,则阴坡不需要还林,因为本次研究区域内没有阴坡的耕地;半阴坡还林耕地的面积为 1.44 km²,它占全部还林耕地面积的 34.87%;阳坡还林耕地的面积为 1.24 km²,占全部还林还林耕地面积的 30.02%;半阳坡还林耕地的面积为 1.45 km²,占全部还林耕面积的 35.11%。

由表 5 可以看出,该流域内还林类型分为 5 类,即由柿子树和草类组成的生态经济林、由山杏和草类组成的生态经济林、由油松和草类组成的生态经济林、由侧柏和草类组成的生态林和由刺槐和草类组成的生态林,它们的面积占全部还林耕地面积的百分比分别为 27.84%, 42.62%, 6.78%, 19.13%, 3.63%。

表 5 退耕地还林按退耕还林类型的面积统计

序号	编码	面积/ km ²	合计/ km ²	百分比/ %	地块数	还林类型
1	B12191	1.15	1.15	27.84	21	柿子 + 草类生态经济林
2	B13141	0.45			11	山杏 + 草类生态经济林
3	B14141	1.18	1.76	42.62	33	山杏 + 草类生态经济林
4	B24141	0.13			9	山杏 + 草类生态经济林
5	B22161	0.28	0.28	6.78	8	油松 + 草类生态林
6	B23171	0.74	0.79	19.13	18	侧柏 + 草类生态林
7	C333371	0.05			8	侧柏 + 草类生态林
8	C323281	0.01	0.15	3.63	3	刺槐 + 草类生态林
9	C343281	0.14			8	刺槐 + 草类生态林
合计			4.13	100		

其中山杏和草类组成的生态经济林所占面积最大(42.62%),并且这些还林耕地均为缓退,这样不会因为退掉耕地而影响农民的经济收入,相反,随着退耕还林工程的实施,农民的家庭收入还会增加。生态经济林就是为实现这一目标而规划的,它不仅可以起到防治水土流失、改善生态环境的作用,而且将会给农民带来实惠,是一种黄土高原小流域治理理想的还林类型。

[参 考 文 献]

- [1] 刘南,刘仁义.地理信息系统[M].北京:高等教育出版社,2002.
- [2] 陈军,唐治锋,周勇前.关于城市GIS空间分析模型研究[J].经济地理,1994,14(5):5—9.
- [3] 陈军,孙玉国.基于GIS的城市多因素模糊综合评价

- [J].武汉测绘科技大学学报,1988,13(4):99—104.
- [4] 陆守一,唐小明,王国胜.地理信息系统实教程[M].北京:中国林业出版社,1998.
- [5] 李芝喜.林业GIS[M].中国林业出版社,2001.
- [6] 杨存建,等.遥感和GIS支持下的云南省退耕还林还草决策分析[J].地理学报,2001(3):181—188.
- [7] 丁峰,等.“3S”技术在我省退耕还林还草中的应用[J].甘肃林业科技,2000(12):41—44.
- [8] 汤国安,杨玮莹,等.GIS技术在黄土高原退耕还林草工程中应用[J].水土保持通报,2002(10):46—50.
- [9] 黄建文,鞠洪波,等.快鸟数据在退耕还林中应用方法的研究[J].林业科学研究,2004(3):267—271.
- [10] 陈全龙,等.黄土丘陵退耕还林的几种模式和生态农业建设[J].防护林科技,2000(6):64—66.
- [11] 唐克丽,张科利.黄土高原人为加速侵蚀与全球变化[J].水土保持学报,1992,6(2):88—96.

(上接第41页)

(2) 突出区域的生态环境潜力及农业发展方向。生态—生产范式是指生态管理系统、区域性景观格局与功能带组合配置的范例,因此,在区划中突出了自然生态环境潜力的分析;在区划的命名中,则依据区域主要生态环境潜力和农业发展现状,给出区域农业的发展方向,为区域农业主导产业的确定提供依据。

[参 考 文 献]

- [1] 蔡运龙.中国西南喀斯特山区的生态重建与农林牧业发展[J].研究形状与趋势.资源科学,1999,21(5):37—41.
- [2] 冷疏影,李秀斌.土地质量指标体系国际研究的新进展[J].地理学报,1999,54(2):177—185.
- [3] 张新时.天山北部山地—绿洲—过渡带—荒漠系统的生态建设与可持续农业范式[J].植物学报,2001,43(12):1294—1299.
- [4] Christensen N L, et al. The report of the ecological Society of America Committee on the Scientific Basis for ecosystem management [J]. Ecological Applications, 1997,6(3):665—691.
- [5] Glean E M, Smith S, Squires V. On our failure to control desertification for global change, Issues and a research a-

- genda for the future. Environmental Science and Policy. 1998,1:71—78.
- [6] 张新时.天山北部山地—绿洲—过渡带—荒漠系统的生态建设与可持续农业范式[J].植物学报,2001,43(12):1294—1299.
- [7] 赵松乔.中国自然地理区划的一个新方案[J].地理学报,1983,38(1):1—10.
- [8] 傅伯杰,刘国华,等.中国生态区划方案[J].生态学报,2001,21(1):1—6.
- [9] 林文棣.西部大开发地域的生态—经济区划探讨[J].南京林业大学学报,2001,1(1):42—49.
- [10] 吴绍洪.综合区划的初步设想[J].地理研究,1998,17(4):367—374.
- [11] 杨青山.东北经济区人地关系地域系统区划的初步研究[J].人文地理,2000,15(1):52—55.
- [12] 王平,史培军.中国农业自然灾害综合区划方案[J].自然灾害学报,2000,9(4):16—23.
- [13] 王平,史培军.自下而上进行区域自然灾害综合区划的方法研究[J].自然灾害学报,1998,8(3):54—60.
- [14] 潘耀忠,史培军.区域自然灾害系统基本单元研究理论部分[J].自然灾害学报,1998,7(1):1—9.
- [15] 程序.农牧交错带研究中的现代生态学前沿问题[J].资源科学,1999,21(5):1—8.