

## GIS支持下的水源涵养功能评价研究

王春菊<sup>1</sup>, 汤小华<sup>2</sup>

(1. 中国矿业大学 资源学院, 江苏 徐州 221008; 2. 福建师范大学 地理研究所, 福州 350007)

**摘 要:** 水源涵养是生态系统的重要服务功能之一, 根据国内外对水源涵养功能重要性评价的研究成果以及福建省的自然环境特征, 确定主要影响因子的评价指标和重要性等级。在 ArcGIS 9.0 软件的支持下, 完成了评价指标数据提取和集成, 并按照重要性等级标准进行水源涵养功能重要性评价。

**关键词:** 福建省; 水源涵养; GIS

**中图分类号:** P331

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2008)02-0215-02

## A GIS-based Study on the Function of Water Conservation

WANG Chun-ju<sup>1</sup>, TANG Xiao-hua<sup>2</sup>

(1. China University of Mining and Technology, Xuzhou, Jiangsu 221008, China;

2. Institute of Geography, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China)

**Abstract:** Water conservation is one of the importance function of ecosystem serves, with reference to domestic and international work on the function of water conservation and the natural environment characteristics of Fujian province, the primary influences and important grades of water conservation are determined. ArcGIS 9.0 software is utilized to index resulting data and to extrapolate the function of water conservation

**Key words:** Fujian province; water conservation; GIS

### 1 引 言

地理信息系统 (geographical information system, GIS) 是对空间数据进行采集、编辑、存储管理、查询分析、显示制图和综合应用等处理的综合性技术<sup>[1]</sup>。目前, GIS 技术已广泛应用于区域开发与规划管理中, 已成为体现流域水资源区域性、空间性与动态性特点的技术保证之一。生态系统服务功能与价值的研究是近年来在国内外备受重视, 受到科学界的高度关注<sup>[2-3]</sup>。涵养水源是生态系统的重要服务功能之一, 水源涵养能力与植被类型和盖度、枯落物组成和现存量、土层厚度及土壤物理性质等密切相关, 是植被和土壤共同作用的结果。生态系统涵养水分功能主要表现为: 截留降水、增强土壤下渗、抑制蒸发、缓和地表径流和增加降水等功能<sup>[4-5]</sup>, 这些功能主要以“时空”的形式直接影响河流的水位变化。在时间上, 它可以延长径流时间, 或者在枯水位时补充河流的水量, 在洪水时减缓洪水的流量, 起到调节河流水位的作用; 在空间上, 生态系统能够将降雨产生的地表径流转化为土壤径流和地下径流, 或者通过蒸发蒸腾的方式将水分返回大气中, 进行大范围的水分循环, 对大气降水在陆地进行再分配。

区域生态系统水源涵养能力由地表覆盖层涵水能力和土壤涵水能力构成, 二者分别取决于植被结构, 地表层覆盖状况及土壤理化性质等因素。植被结构可以间接影响下渗

到植被以下各层雨水的可利用量、地表层覆盖状况影响植被水分的蒸发量, 从而对植被水分涵养量起调节作用。进入植被下土壤中雨水的持留受土壤的质地、孔隙度、有机质含量、母质土层承受水压力大小的影响, 以上几方面共同决定了区域生态系统水源涵养功能的大小。不同的生态系统类型, 其植被结构、地表层覆盖状况, 以及土壤理化性质存在差异, 因此水源涵养功能的大小不一。研究表明, 森林生态系统具有巨大的涵养水源、调节径流的功能。森林的复杂主体结构, 能对降水层层拦截, 可将地表径流更多地转化为地下径流。林地的降水约有 65% 为林冠截留或蒸发, 35% 变为地下水。因此, 森林在雨季能一定程度上削弱洪峰流量, 延缓洪峰到来时间, 延长径流输出时间; 在旱季则可增加枯水流量, 缩短枯水期长度, 达到“削洪补枯”的作用。

在 GIS 信息稠密的背景下, 使水资源研究的高度综合性与深入性相互协调统一成为可能; 强化了动态分析功能。GIS 已具备了分析流域水的汇集演变过程和描述未来变化趋势的能力; 提高了可视化技术在流域开发、规划管理领域中的地位和作用。生动直观的图形、图像不仅是研究成果的主要表现形式, 同时也是重要的研究手段和使研究成果实用化的有效途径。区域生态系统水源涵养服务功能重要性评价, 主要是根据评价地区生态系统水源涵养功能对整个流域

收稿日期: 2007-05-15

基金项目: 中国矿业大学青年科技基金 (2006A018)

作者简介: 王春菊 (1980-), 女, 山东济宁人, 助教, 硕士, 主要从事地理信息系统在人口、资源、环境等应用研究。E-mail: chjwang1257@163.com

水资源的贡献及其径流调节作用来评价。

福建省地处我国东南沿海,陆地上介于东经 115°50′—120°43′和北纬 23°33′—28°19′之间。福建省流域面积在 50 km<sup>2</sup> 以上的河流有 597 条,其中流域面积在 500 km<sup>2</sup> 以上的一级河流(除汀江经广东入海外,其余均由福建海域入海)有 14 条,流域总面积占全省陆域面积的 88.2%。在这 14 条一级河流的中上游区域,分布着广大的低山、中山山地,这些山地是一级河流河源区及其支流之间的分水区,也是降水量大的地区(多年平均降水量>1 700 mm 的多雨中心都分布在此区域),地表覆盖以森林植被为主,生态系统水源涵养功能对整个流域水资源的贡献及其径流调节作用十分重要<sup>[6]</sup>。据国内外对水源涵养功能重要性评价的研究成果及福建省的自然环境特征,确定主要影响因子的评价指标和重要性等级。在 GIS 软件支持下,完成了评价指标数据提取和集成,并按照重要性等级标准进行水源涵养功能重要性评价。

## 2 数据来源和评估方法

### 2.1 数据来源

研究使用的数据包括:(1) 1:25 万福建省地形图;(2) 福建省地貌图;(3) 福建省各气象站矢量数据;(4) 1:25 万福建省土地详查数据;(5) 福建省森林资源分布图;(6) 福建省水系分布。

### 2.2 数据处理

(1) 流域分析。以 1:25 万福建省地形图为基础,将地理信息系统(GIS)与流域研究相结合,运用 ArcGIS 9.0 的图像处理功能建立流域数字高程模型(DEM),利用其新集成的水文分析工具箱 Hydrology 方便的提取大量的水文信息并加以直观显示。流域识别分为 4 个步骤:DEM 的预处理、流向分析、汇流分析、流域特征提取<sup>[7-8]</sup>,划分为流域面积>500 km<sup>2</sup> 的一级河流流域和其他区域两类。

(2) 年降水量。利用全省 71 个气象站的多年降雨资料计算福建省各气象站的年均降雨量,利用 JION 命令把平均年降雨量输入系统,制作成点数据集,利用 GIS 软件中的地统计模块进行插值,转换成 100 m×100 m 的 GRID 图像,以年降水量 1 700 mm 为界线,对其进行重新分类。

(3) 地貌类型。采用福建省地貌图,提取研究所用的地貌信息:低山和中山及丘陵。

(4) 覆盖因子。根据福建省森林资源分布图,并提取 2000 年福建土地利用详查数据中的耕地、园地、居民点与工矿用地、水域进行校正,根据表 1 的分级标准对其分类,生成 100 m×100 m 福建植被类型对生态系统水源涵养重要性分布图。

### 2.3 生态系统水源涵养服务功能重要性评价

利用数据处理得到的流域面积,水系分布,地貌类型,年降水量分布、植被类型和土地利用等资料,按表 1 分级指标,应用 GIS 软件生成福建省生态系统水源涵养重要性分布图。根据福建省多年期年径流深分布数据,应用地理信息系统软件对水源涵养极重要和重要地区的径流量进行计算,结果表明,极重要和重要地区的水源涵养功能对整个流域水资源的贡献率较高。在主要水系中,大多数流域的极重要和重要地区的径流量约占全流域径流量的 43%~65%,最高达 81%。其中闽江流域极重要和重要地区径流量占全流域径流量的 48.6%,九龙江流域极重要和重要地区径流量占全流域径流量的 62.8%,赛江流域的比率为 62.3%,晋江西溪比率为 48.4%,霍童溪流域比率 70.3%,鳌江流域比率 57%。

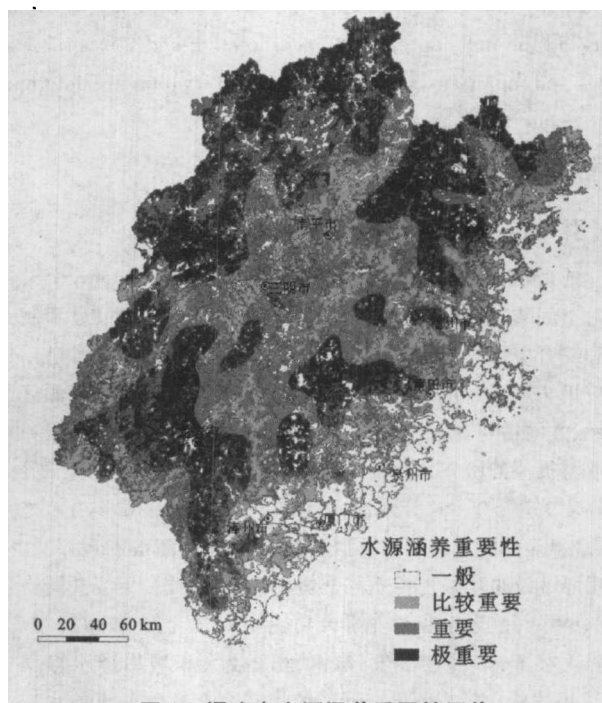


图 1 福建省水源涵养重要性评价

表 1 生态系统水源涵养重要性分级

指 标		重要性分级 赋值	
流域面积>500 km <sup>2</sup> 的一级河流流域	地貌类型以低山和中山为主,地表覆盖以森林植被为主,年降水量>1 700 mm	极重要	7
	地貌类型以低山和中山为主,地表覆盖以森林植被为主,年降水量<1 700 mm	重要	5
	地貌类型以丘陵为主,地表覆盖主要为针叶林、疏林地和灌丛等植被,年降水量<1700 mm	比较重要	3
流域面积<500 km <sup>2</sup> 的一级河流流域、其 它河流域	耕地、园地、居民点与工矿用地、水域	一般	1

## 3 福建省生态系统水源涵养重要性空间分布格局

全省生态系统水源涵养重要性共有极重要、重要、比较重要和一般地区 4 个级别。

极重要地区主要分布在武夷山脉和闽中大山带的几个

多雨中心(多年平均降水量 1 700~2 600 mm),包括闽北的武夷山市、光泽县、浦城县、建瓯市、邵武市一带;武夷山脉中段;泰宁县、建宁县、将乐县、明溪县一带;闽东的柘荣县、寿宁县、周宁县、屏南县、政和县、建阳市东部、古田县东部、闽

(下转第 219 页)

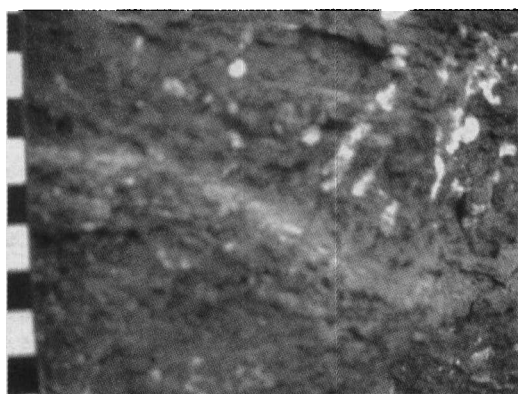


图4 绿底

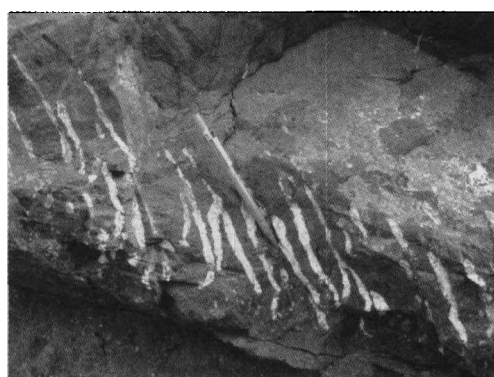


图5 管状、人字形气孔

(2)管状、人字形气孔(杏仁)的出现。在岩流底部岩浆流动缓慢或静止的情况下,形成管状或串珠状杏仁,管状杏仁体弯曲的一侧指示岩浆流动的方向(图5)。

(3)“绿底”的出现。熔岩流的底部由于与空气隔绝,处于还原环境,铁成2价,故岩石常成绿色。在坝址区很多岩层露头可见熔岩层面有绿色薄层带(图4)。

### 3 结论

掌握白鹤滩峨眉山玄武岩第3—6岩性段喷发界面识别熔岩层界面的识别标志,对于区域内岩体结构的形成演化历史,不同结构面的展布、发育特征、分布规律,岩体稳定性分析、岩体质量评价,岩体结构状况及其工程适应性具有重要的工程实际意义。

### 参考文献:

- [1] 张云湘,骆耀南,杨崇禧,等. 攀西裂谷. 中华人民共和国地质矿产部地质专报(五)[M]. 北京:地质出版社, 1988.
- [2] 沈军辉,王兰生,徐林生,等. 峨眉山玄武岩的岩相与岩体结构[J]. 水文地质工程地质, 2001, 28(6): 1-4.
- [3] 王奖臻,黄润秋,许摸. 金沙江下游白鹤滩水电站岩体结构的建造特征[J]. 地球科学进展, 2004, 19(6): 66-69.
- [4] 成都理工大学环境与土木工程学院. 金沙江白鹤滩水电站坝址区岩体结构特性及其对工程影响研究报告[R]. 2003: 11-13.
- [5] 沈军辉,王兰生,徐林生,等. 峨眉山玄武岩的岩相与岩体结构[J]. 水文地质工程地质, 2001, 28(6): 1-4.
- [6] 宋谢炎,侯增谦,曹志敏,等. 峨眉山大火成岩省岩石地球化学特征及时限[J]. 地质学报, 2001, 75(4): 498-506.

(上接第216页)

侯县北部一带;闽中的德化县、永春县、仙游县北部一带;闽南的华安县、南靖县、平和县、云霄县西部的博平岭南段;闽西的连城县、上杭县、新罗区、长汀县东北部、宁化县南部、永安市西部和东部一带。重要地区主要分布在多年平均降水量 $<1\,700\text{ mm}$ 的低山、中山山地。比较重要地区主要分布在丘陵地区。一般地区集中分布在闽东南沿海平原和台地,在山区的河谷盆地中也有分布。

### 参考文献:

- [1] 郭达志. 地理信息系统原理与应用[M]. 北京:中国矿业大学出版社, 2002.
- [2] De Groot R S, Wilson M A, Boumans R M J. Atypology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services[J]. Ecological

Economics, 2002, 41: 393-408.

- [3] 李文华,欧阳志云,赵景柱. 生态系统服务功能研究[M]. 北京:气象出版社, 2002.
- [4] 穆长龙,龚固堂. 长江中上游防护林体系综合效益的计量与评价[J]. 四川林业科技, 2001, 22(1): 15-23.
- [5] 邓坤枚,石培礼,谢高地. 长江上游森林生态系统水源涵养量与价值的研究[J]. 资源科学, 2002, 24(6): 68-73.
- [6] 曾从盛,汤小华,等. 福建省生态环境现状调查报告[M]. 北京:中国环境科学出版社, 2003.
- [7] 谢顺平,都金康,罗维佳,等. 基于DEM的复杂地形流域特征提取[J]. 地理研究, 2006, 25(1): 96-102.
- [8] 杨传国,余钟波,林朝晖,等. 大尺度分布式水文模型数字流域提取方法研究[J]. 地理科学进展, 2007, 26(1): 68-76.