

河南省地表水时空分布特征研究

齐少华^{1,2}, 张学雷^{1,2*}, 段金龙^{1,2}

(1. 郑州大学 水利与环境学院, 河南 郑州 450001; 2. 郑州大学 自然资源与生态环境研究所, 河南 郑州 450001)

摘要: 以河南省典型样区郑州市、原阳县为例, 采用多样性概念和地图比较法对不同研究区域不同时期(1988年、2001年、2004年)的地表水信息进行汇总分析, 计算地表水空间分布多样性指数和不同时期的地表水空间分布相似度, 以期地表水空间分布信息研究提供一种新的评价指标。结果表明, 同一研究时期内, 地表水空间分布多样性指数随网格面积的增大而增大; 在网格面积较小时, 地表水面积与样区地表水多样性指数存在一定的正相关关系, 当网格面积较大时, 两者呈负相关。研究时间段间隔的大小对研究区域地表水空间分布的相似度有明显影响, 研究时间段间隔越小, 地表水空间分布的相似度越高; 地表水面积的变化对其空间分布相似度大小也有一定的影响。

关键词: 河南省; 地表水; 多样性; 地图相似度

中图分类号: K928.4 P289 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2013)11-0064-04

Characteristics of Surface Water Temporal and Spatial Distribution in Henan Province

QI Shao-hua^{1,2}, ZHANG Xue-lei^{1,2*}, DUAN Jin-long^{1,2}

(1. College of Water Conservancy and Environmental Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China;

2. Institute of Natural Resources and Eco-environment, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: Zhengzhou city and Yuanyang county were selected as typical sample area of Henan province for analysis of surface water temporal and spatial distribution in different periods(1988, 2001 and 2004) with diversity index and spatial distribution similarity, so as to provide a new evaluation for the study of surface water spatial distribution. The results showed that, in the same study period, the diversity index was increasing with the size expanding of the grid area; for smaller grid size, the surface water area had some positive correlation with surface water diversity index; otherwise, they had negative correlation. The research time interval had significant influence on the similarity of the surface water spatial distribution, the smaller the interval of time, the higher the similarity of the surface water spatial distribution; the surface water area changes of the sample area also had some impact on the surface water spatial distribution similarity.

Key words: Henan province; surface water; diversity; map similarity

进入 21 世纪后, 随着国家对中部地区经济发展的重视, 中部地区的经济发展速度逐渐加快^[1], 导致用水需求量的激增以及一系列水污染问题, 使得水

资源在总量和质量上受到极大影响^[2-3]。因此, 获取地表水全方位的特征信息极其重要, 而传统手段获取的地表水特征信息不够全面^[4-5], 往往造成水体分

收稿日期: 2013-04-17

基金项目: 国家自然科学基金项目(41171177)

作者简介: 齐少华(1988-), 男, 陕西宝鸡人, 在读硕士研究生, 研究方向: 地理信息与资源评价。E-mail: sun317537319sun@126.com

* 通讯作者: 张学雷(1960-), 男, 江苏沛县人, 教授, 博士, 主要从事自然资源与生态环境分析评价研究。

E-mail: zxlzsu@zzu.edu.cn

布数据信息统计不够全面,特别是在地表水空间分布的特征信息方面。

多样性理论最早起源于信息论领域,被广泛应用于生物物种以及微生物的计量和分析等生态学研究^[6-7]。Ibáñez 等^[8-10]在 20 世纪 90 年代中期开始系统地运用多样性方法分析土壤圈层内土壤类别的多样性,逐步发展了土壤多样性概念。本世纪初,土壤多样性理论引入我国,并被众多学者采用,并取得一定的研究成果^[11-14],实现了土壤多样性分析方法在地理信息系统环境中的数字化表达。将土壤多样性理论应用于地表水变化研究,不仅能获取地表水的分布特征,而且能整体上体现地表水的聚集和离散特性,通过对地表水分布的多样性指数进行评价,从而使得分析结果更具科学性、客观性^[15-16]。地图比较指通过比较某一区域不同时间地图系列,可以得出该地区某研究对象的发展趋势,并能够根据发展趋势及时制定相应的规划,这在土地利用、环境监测以及城市规划方面具有很强的实用性^[17-19]。为此,本研究选择多样性测度与地图比较 Kappa 统计法,对不同时期河南省典型样区的地表水空间分布进行分析,以期从一个新的角度探索研究样区水资源的合理规划与利用。

1 材料和方法

1.1 研究区域概况

河南省位于我国中部、黄河中下游,地处 110°21′~116°39′E、31°23′~36°22′N,整体地势西高东低,属暖温带—亚热带、湿润—半湿润季风气候。总体上看,河南省是一个水资源相对贫乏的省份,全省水资源总量为 405 亿 m³,约占全国总量的 1.47%;人均水资源占有量约 420 m³,为全国人均水平的 1/5。郑州市为河南省省会,面积 7 604.48 km²,属北温带大陆性季风气候,春季干旱少雨,夏季炎热多雨,秋季晴朗日照长,冬季寒冷少雨,年均降水量 640.9 mm。原阳县隶属河南省新乡市,面积 1 324.32 km²,地处豫北平原,地跨黄河、海河两大水系,水资源充沛。

1.2 数据来源及处理

本研究使用的数据主要来自美国地球资源卫星(Landsat)TM 数据,分辨率为 30 m×30 m。所用遥感影像数据覆盖郑州市和原阳县,影像时间为 1998 年、2001 年和 2004 年 3 个时期。研究中首先使用遥感软件 ENVI 4.5 对影像进行分类,选择研究对象,然后用 ArcGIS 9.3 对其进行矢量化处理获

得各研究样区空间数据库,最后采用 Excel 对研究数据进行分析。

1.3 研究项目及方法

1.3.1 地表水空间分布的多样性指数 采用多样性测度方法进行分析,为更好评价地表水的空间分布离散性,采用仙农熵变形公式进行分析^[16],如公式(1)所示。

$$Y_h = \frac{-\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i}{\ln S} \quad (1)$$

式中, S 表示空间网格的数目, p_i 表示第 i 个空间网格里地表水的面积占其总面积的比例,多样性指数 Y_h 表示在研究区域内地表水空间分布的特征,其体现了地表水分布的离散性程度,即地表水空间分布的多样性格局问题。多样性指数 Y_h 取值区间为 $[0,1]$,当地表水分布极度不均匀时, Y_h 取值趋于 0;当地表水均匀分布时, Y_h 取值趋于 1^[15-16]。为研究不同尺度网格下地表水的分布特点,本研究采用 1 km×1 km、2 km×2 km、4 km×4 km 和 8 km×8 km 4 种规格的网格。

1.3.2 地表水空间分布的相似度 采用 Kappa 统计法^[18,20]进行分析。本研究只考虑不同时间同一研究区域地表水空间分布的相似性,对应的统计性指标如公式(2)所示。

$$K_{noi} = 1 + 4P_{ii} - 2(P_{i.} + P_{.i}) \quad (2)$$

其中, K_{noi} 表示地表水空间分布的相似度, $P_{i.}$ 是研究样区研究时期 A 地表水占研究区面积的比例, $P_{.i}$ 是研究样区研究时期 B 地表水占研究区面积的比例, P_{ii} 是在该研究时段内重合水体占研究样区面积的比例。

2 结果与分析

2.1 研究区域地表水提取及水体变化

根据各研究样区建立的空间数据库,以及研究样区水体信息的符号化显示,可知,研究样区的水体变化不明显,其中,研究始末郑州市水体面积变化为-5.73 km²,占研究样区总面积的 0.08%;原阳县水体变化稍明显,为-16.52 km²,占研究样区总面积的 1.25%(表 1)。

表 1 各研究区不同研究时期地表水面积 km²

研究区域	1988 年	2001 年	2004 年
郑州	307.89	264.92	302.16
原阳	83.10	67.26	66.58

2.2 研究区域地表水空间分布的多样性指数

从表 2 可知,同一研究区域内,在同一研究时期随着网格面积的增大,多样性指数逐渐增大。造成这种现象的主要原因是,对同一研究区域而言,随着网格面积增大,对应的网格数量减少,任意网格中包含地表水的几率增大;其次,地表水分布的局部变化也会对多样性指数的变化趋势产生影响,这有待进一步研究。

表 2 不同年份地表水在不同网格下的多样性指数

研究区域	年份	网格规格/(km×km)			
		1×1	2×2	4×4	8×8
郑州市	1988	0.783 2	0.791 5	0.805 2	0.809 9
	2001	0.776 1	0.788 1	0.802 7	0.817 4
	2004	0.785 1	0.795 2	0.806 7	0.818 7
原阳县	1988	0.834 1	0.850 6	0.867 2	0.852 9
	2001	0.819 0	0.848 7	0.873 1	0.875 0
	2004	0.787 2	0.812 5	0.841 0	0.844 0

为了研究水体面积与地表水多样性指数的关系,将各研究区域不同研究时期地表水的面积与其多样性指数进行关联分析,郑州市如图 1 所示,原阳县如图 2 所示。从图 1 和图 2 可知,在网格面积较小时,线性趋势线的系数均大于 0,地表水面积与样区地表水多样性指数存在一定的正相关关系,随着地表水面积的增大,地表水多样性指数呈上升趋势;当网格面积增大时,如 8 km×8 km,两者呈负相关。这就要求在用类似方法做地表水分布多样性指数统计时,要科学选取网格的大小。

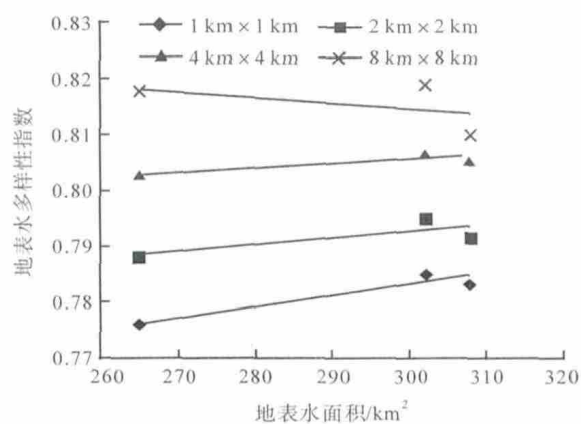


图 1 郑州市不同年份地表水面积与不同网格下多样性指数的关联分析

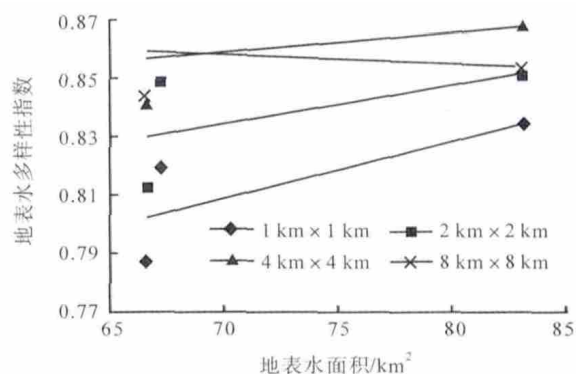


图 2 原阳县不同年份地表水面积与不同网格下多样性指数的关联分析

2.3 同一地区不同时期地表水的地图相似性比较

针对同一研究区域,由于其研究时期间隔不一致,所以针对 3 个研究时期,选择将 2 个研究时期作为 1 个研究时间段,研究地表水的地图相似性,研究结果如图 3 所示。由图 3 可知,不同时期地表水分

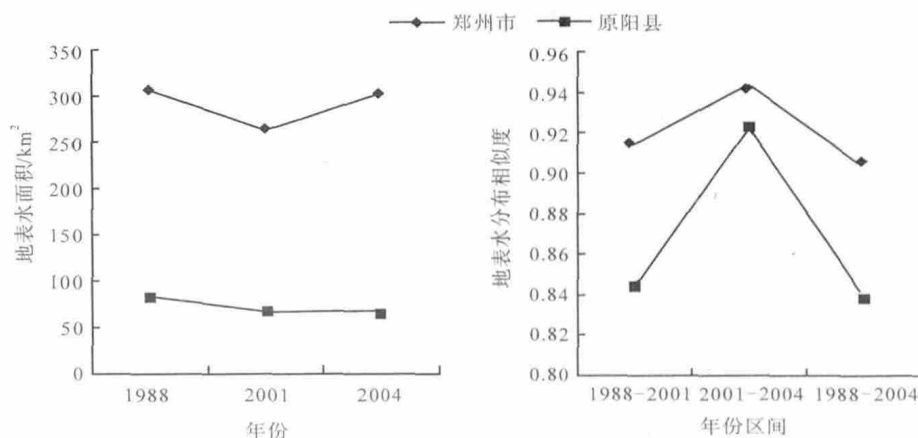


图 3 郑州市与原阳县不同年份地表水面积与地表水分布相似度变化趋势

布的相似度与研究时间段间隔时间的长短有明显关系,研究时间段越短其对应的地表水分布相似度越大,2001—2004 为 3 个研究时间段内间隔时间最短

的,其对应的地表水分布相似度最大,其中,郑州市为 0.942 0,原阳县为 0.921 9。

由图 3 可知,在不同研究时间段,地表水分布的

相似度和该研究区域地表水面积这两者的变化趋势存在一定的关联。如 1988—2001 年,郑州市地表水面积减少,同时期的地表水分布相似度在一个较低的水平;2001—2004 年,郑州市地表水面积增加,同期地表水分布相似度较之前相比,也有了一定幅度的提高,由 0.913 6 增加到 0.942 0;1988—2004 年,郑州市和原阳县的地表水变化均不大,地表水相似度变化与 1988—2001 年相比,不是很明显。造成以上变化趋势的原因一方面是由于局部地区地表水的分布有剧烈变化,另一方面推断与选择的研究样区的经济发展水平有关。

3 结论

本研究结果显示:同一研究时期内,地表水空间分布多样性指数随网格面积的增大而增大;在网格面积较小时,地表水面积与样区地表水多样性指数存在一定的正相关关系,当网格面积较大时,两者呈负相关。

在同一区域,研究时间段间隔的长短与地表水空间分布相似度有明显关系,时间间隔越小,地表水空间分布的相似度越高;研究区域地表水面积的变化与其分布相似度的大小也有一定的关联。

本研究表明,多样性理论与地图比较在地表水空间分布、监测、规划和管理中有实际应用意义,能为水资源的合理利用提供数据支持。

参考文献:

- [1] 刘荣增,耿明斋,李燕燕,等. 国家战略视阈下的中原经济区建设[J]. 河南科技学院学报,2010,9(9):1-4.
- [2] 张莉华. 关于河南水资源现状调查与开发利用的建议[J]. 水资源研究,2008,29(3):13-16.
- [3] 栾天新,单丽. 辽宁省水环境现状分析[J]. 水文,2006,26(6):90-94.
- [4] 高阳,高甲荣,陈子珊,等. 河溪近自然治理评价指标体系探讨及应用[J]. 水土保持研究,2007,14(6):379-382.
- [5] 李月臣,刘春霞. 北方 13 省土地利用/覆盖动态变化分析[J]. 地理科学,2007,27(1):45-53.
- [6] Rosenzweig M L. Species diversity in space and time [M]. Cambridge:Cambridge University Press,1995.
- [7] 崔金香,王帅. 土壤微生物多样性研究进展[J]. 河南农业科学,2010(6):165-169.
- [8] Ibáñez J J, De-Alba S, Bermúdez F F, *et al.* Pedodiversity: concepts and tools[J]. Catena,1995,24:214-232.
- [9] Ibáñez J J, De-Alba S. On the concept of pedodiversity and its measurement. A reply[J]. Geoderma,1999,93:339-344.
- [10] Ibáñez J J. The background of pedodiversity and pedogeomorphic diversity[J]. Pedometron,1995,4:2-4.
- [11] 张学雷,陈杰,张甘霖. 海南岛不同地形上土壤性质的多样性分析[J]. 地理学报,2003,58(6):839-844.
- [12] 张学雷,陈杰,龚子同. 土壤多样性理论在欧美的实践及在我国土壤景观研究中的应用前景[J]. 生态学报,2004,24(5):1063-1072.
- [13] 孙燕瓷,张学雷,程训强,等. 城市化对南京地区土壤多样性影像的灰色关联分析[J]. 地理学报,2006,61(3):311-318.
- [14] 孙燕瓷,张学雷,陈杰. 城市化对苏州地区土壤多样性的影响[J]. 应用生态学报,2005,16(11):2060-2065.
- [15] 路超,齐伟,李乐,等. 二维与三维景观格局指数在山区县域景观格局分析中的应用[J]. 应用生态学报,2012,23(5):1351-1358.
- [16] 段金龙,张学雷. 基于仙农熵的土壤多样性和土地利用多样性关联评价[J]. 土壤学报,2011,48(5):893-903.
- [17] 李爱华,柏延臣. 多源遥感专题信息比较研究:现状、问题与展望[J]. 地球科学进展,2011,26(7):741-750.
- [18] 韩鹏,龚健雅,李志林,等. 遥感影像空间尺度上推理方法的评价[J]. 遥感学报,2008,12(6):964-971.
- [19] 柏延臣,王劲峰. 遥感数据专题分类不确定性评价研究:进展、问题与展望[J]. 地球科学进展,2005,20(11):1218-1225.
- [20] 郭庆胜,杜晓初,闫卫阳. 地理空间推理[M]. 北京:科学出版社,2006.