

阿里山美景



小火车轨道



沼平七号桥



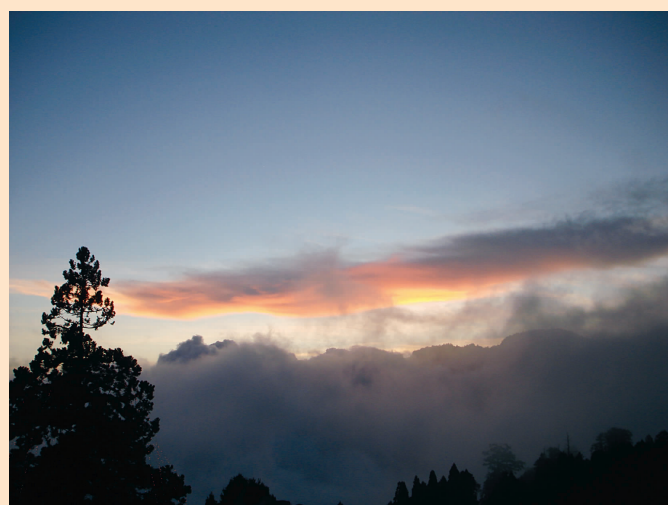
姊潭春韵



妹潭靚影



香林國小



日薄西山

云南地理环境研究

第二十五卷

第五期

二〇一三年十月

中国期刊网
中国学术期刊(光盘版)
万方数据——数字化期刊群
中国学术期刊综合评价数据库 全文收录期刊
中国核心期刊(遴选)数据库
中国科技期刊数据库
中国台湾思博网(CEPS)

ISSN 1001-7852

云南 地理环境研究

第 25 卷

第 5 期

Vol.25 No.5

2013 年 10 月



手牵手同行

云南大学 主办

YUNNAN GEOGRAPHIC ENVIRONMENT RESEARCH

ISSN 1001-7852



9 771001 785098

刊号: ISSN 1001-7852
CN53-1079/P

公开发行人
国内定价:15.00 元

本刊声明

《云南地理环境研究》为学术类科技期刊，国内外公开发行人。为加强学术交流，本刊已入编多种数据库。作者稿件一经本刊录用，将同时被“中国期刊网”、“中国学术期刊（光盘版）”、“中国学术期刊综合评价数据库”、“万方数据——数字化期刊群”、“中国核心期刊（遴选）数据库”、“中国科技期刊数据库”、“中国台湾思博网”等全文收录。作者著作权使用费与本刊稿酬一次性给付。作者向本刊投稿，即视为同意将文章编入以上数据库。

云南地理环境研究
YUNNAN DILI HUANJING YANJIU
(双月刊 1989 年创刊)
第 25 卷 第 5 期 2013 年 10 月出版
国内统一刊号 **CN53-1079/P**

**YUNNAN GEOGRAPHIC
ENVIRONMENT RESEARCH**
(Bimonthly Started in 1989)
Vol.25 No.5 Oct., 2013
国际标准刊号 **ISSN 1001-7852**

主 管 云南省教育厅
主 办 云南大学
主 编 何天淳
常务副主编 徐 旌
出版发行 《云南地理环境研究》编辑部
(昆明市学府路 20 号, 邮政编码:
650223 电话: 0871-65134021
电子邮件: 1423307537@qq.com
网络地址: /www.ger.ynu.edu.cn)
国外发行 中国国际图书贸易总公司
(北京 399 信箱 100044)
印刷装订 云南省印刷技术研究所

Editor: Editorial Office of YGER
Yunnan Institute of Geography
(20 Xuefu Rd., Kunming 650223, China.
E-mail: 1423307537@qq.com
[http: //www.ger.ynu.edu.cn](http://www.ger.ynu.edu.cn))
Editor-in-Chief: HE Tian-chun
Publisher: Editorial Office of YGER
Distributor: Editorial Office of YGER
Abroad: China International Book Trading
Corporation (GUOJI SHUDIAN)
(P.O.Box 399, Beijing 100044, China)
International Periodical No.: 4101 (BM)

云南地理环境研究

第 25 卷 第 5 期 2013 年 10 月

目 次

中国旅游能源消耗与旅游经济增长的关联机制研究

——基于空间面板数据模型 刘 佳, 赵金金 (1)

商业化大潮中丽江古城的文化特质分析 张祖群 (8)

丽江市古城周边“城中村”更新的社会经济发展策略研究 欧莹莹 (15)

旅游发展背景下周庄古镇物质文化景观变迁研究 储成芳 (20)

中国湖南、四川嗜辣口味的差异性研究 王春萌 (27)

基于 K - Means 聚类的辽宁省主体功能区试划研究 王 利, 纪胜男, 马 琳 (33)

基于模糊综合评价法的昆明市生态安全时序性评价 王兴友, 赵筱青 (39)

中国自然保护区生态旅游研究进展 郭 迪, 鲁小波, 齐 月 (46)

基于商品住宅价格的大连市居住空间分异研究 丁申锐, 韩增林 (52)

会宁县城镇土地分等定级的研究 钮小杰, 陈淑莽 (58)

建水县林地保护利用研究 李静辉 (64)

北部湾沿海地区土地利用动态模拟与水源涵养服务能力估算

——以广西钦州市为例 田义超, 梁铭忠, 吴 彬 (69)

云南大理暴雨天气过程 GPS 大气可降水量特征分析 董保举, 王明栋, 刘建平, 等 (79)

云南雨季开始期的特征以及与南海季风和印度季风开始期的可能关系

..... 代冰冰, 刘 逵, 高云峰, 等 (84)

昆明大气降水稳定同位素分析 朱秀勤, 范 弢, 官 威 (90)

基于石笋记录的云贵高原古气候变化研究进展 李 玲, 王嘉学, 黎亚波 (96)

土壤重金属污染与植物吸收累积效应研究进展 侯 锐, 李 昆, 刘方炎 (104)

第十四届海峡两岸三地环境资源与生态保育学术研讨会在云南昆明召开 苟俊华 (110)

照片: 手牵手同行 朱春莉 (封面)

照片: 阿里山美景 朱春莉 (封底)

YUNNAN GEOGRAPHIC ENVIRONMENT RESEARCH

Vol. 25 No. 5 Oct. 2013

CONTENTS

The Correlation Mechanism on China's Tourism Energy Consumption and Tourism Economic Growth ——Based on Spatial Panel Data Model	LIU Jia, ZHAO Jin-jin (7)
The Analysis on Cultural Characteristics of the Old Town of Lijiang in the Tide of Commercialization	ZHANG Zu-qun (19)
Study on Strategies of Social Economic Development of “City Villages” Regeneration in Surrounding Areas of the Old Town of Lijiang	OU Ying-ying (19)
Research on Material Culture Landscape Change in Zhouzhuang Under the Background of Tourism	CHU Cheng-fang (26)
The Comparative Analysis of Different Spicy Tastes Between Hunan and Sichuan	WANG Chun-meng (32)
Major Function Oriented Zoning of Liaoning Province Based on K-means Clustering	WANG Li, JI Sheng-nan, MA Lin (38)
Ecological Security Sequential Assessment of Kunming Based on Fuzzy Comprehensive Evaluation Method	WANG Xing-you, ZHAO Xiao-qing (45)
The Study Development on Ecotourism in Nature Reserve in China	GUO Di, LU Xiao-bo, QI Yue (51)
Differentiation of Residential Commodity Prices of Residential Space Based on Dalian	DING Shen-rui, HAN Zeng-lin (57)
The Research of Urban Land Classification and Gradation in Huining County	NIU Xiao-jie, CHEN Shu-qiao (68)
Research of Jianshui County Forest Protection and Utilization	LI Jing-hui (68)
The Land Use Dynamics Simulation and Water Conservation Service Capacity Estimates in Beibu Gulf Coastal ——Acase Study in Qinzhou City of Guangxi Zhuang Autonomous Region	TIAN Yi-chao, Ling Ming-zhong, WU Bing (78)
Analysis the Feature of Precipitable Water Vapor Derived from Ground-based GPS on a Rainstorm Weather in Dali City of Yunnan Province	DONG Bao-ju, WANG Ming-dong, LIU Jian-ping, et al (83)
The Features of Yunnan Rainy Season Onset Date and Its Possible Relationships with South China Sea Monsoon and Indian Monsoon	DAI Bing-bing, GAO Yun-feng, LIU Kui, et al (89)
The Analysis of Stable Isotopes of Precipitation in Kunming	ZHU Xiu-qin, FAN Tao, GUAN Wei (95)
The Ancient Climate Change Research Progress Based on Stalagmite Records of Yunnan-guizhou Plateau	LI Ling, WANG Jia-xue, LI Ya-bo (103)
Research on Soil Heavy Metal Pollution and the Effect of Plants Absorb and Accumulate Progress	HOU Rui, LI Kun, LIU Fang-yanu (111)

中国旅游能源消耗与旅游经济增长的关联机制研究 ——基于空间面板数据模型

刘佳, 赵金金

(中国海洋大学 管理学院, 山东 青岛 266100)

摘要: 基于地理权重矩阵和经济权重矩阵, 运用空间面板数据模型, 探讨了2002~2010年中国30个省域旅游能源消耗与旅游经济增长的关联作用机制。研究结果表明: 两种空间权重下, 中国旅游能源消耗与旅游经济增长均呈现显著的正向空间相关性; 旅游能源消耗不仅推动当地旅游经济的增长, 还通过空间和经济传导机制对邻近区域的旅游经济产生正向的溢出效应; 中国省域旅游能源消耗对旅游经济增长影响中, 相对地理位置的影响大于经济差距的影响。

关键词: 旅游能源消耗; 旅游经济增长; 空间相关性; 空间面板模型

中图分类号: F224 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7852(2013)05-0001-07

0 引言

能源是各国在制定发展战略考虑的重要因素。党的十八大报告指出: “推动能源生产和消费革命, 控制能源消费总量, 加强节能降耗, 支持节能低碳产业和新能源、可再生能源发展, 确保国家能源安全”。从旅游自身的产业发展特性来看, 旅游业是典型的资源节约型和环境友好型产业, 在应对气候变化、节能减排和产业替代方面具有明显优势^[1]。然而, 旅游业是一个涉及食、住、行、游、购、娱等各部门的交叉性行业, 尤其是旅游交通、旅游饭店等是耗能相对较高的部门。2002年中国30个省市(未包括中国西藏等地区)旅游能源消耗为 $12\,011.02 \times 10^4$ t标准煤, 2011年达 $36\,545.92 \times 10^4$ t标准煤, 增长了2.04倍。因此, 节能减排也是中国旅游产业在未来一段时期面临的重要问题, 正确处理旅游能源消耗与旅游经济增长的关系对中国旅

游产业发展来说尤为必要。

20世纪70年代石油危机以来, 经济增长与能源消费之间的关系一直是经济领域学者关注的焦点问题。国外对能源消耗与经济增长关系的研究主要集中在基于短期动态关系的研究^[2-4]、基于长期协整关系的研究^[5-7]、基于多变量模型的研究^[8-10]等。国内则包括简单的定性定量分析^[11-12], 基于协整理论和向量误差修正模型的研究^[13-14], 以及基于空间视角的计量分析^[15-16]。但是, 当前从旅游产业发展视角, 探讨其能源消耗与经济增长之间关系的研究尚未全面展开。本文基于地理空间邻接矩阵和经济空间权重矩阵, 采用Moran's I、LMerr和LMsar等空间相关系数检验中国省域旅游能源消耗与旅游经济增长是否具有显著的空间联动特征, 并运用空间面板回归模型进行拟合分析, 揭示二者之间的关联机制与作用机理, 以期为中国旅游业可持续发展与提高旅游经济效率等相关政策的制定提供理论依据。

收稿日期: 2013-08-31; 修订日期: 2013-09-30.

基金项目: 国家社会科学基金青年项目“中国沿海地区旅游产业结构与旅游产业集聚关联机理研究”(12CGL059)、教育部人文社会科学研究青年基金项目“滨海旅游环境承载力与可持续开发研究——以山东半岛蓝色经济区为例”(11YJC630130)联合资助。

作者简介: 刘佳(1981-), 女, 山东省临朐县人, 副教授, 硕士研究生导师, 研究方向为旅游开发与规划。

1 空间面板数据模型

1.1 空间相关性检验

空间相关性检验是空间计量经济分析的一个重要内容。区域空间相关性检验主要有基于极大似然估计的假设检验的 LMerr (Burridge 1980)、LMsar、Lratios、Walds (Anselin 1988) 统计量和空间相关指数 Moran'I (Moran 1948), 其中原假设 $H_0: \rho = 0$ 或 $\lambda = 0$, 但它们都是针对单个截面回归模型提出的, 不能直接用于面板数据模型^[15]。本文采用分块对角矩阵 $C = I_T \times W$ 代替 Moran'I 等统计量计算空间权重矩阵, 从而将这些检验扩展到面板数据分析^[17]。Moran'I、LMerr 和 LMsar 统计量可分别表示为:

$$\text{Moran'I} = \frac{e'We}{e'e} \quad (1)$$

$$\text{LMerr} = \frac{[e'We/(e'e/N)]^2}{\text{tr}(W^2 + W'W)} \quad (2)$$

$$\text{LMsar} = \frac{[e'W_N/(e'e/N)]^2}{\{(WX\beta)'[I - X(X'X)^{-1}X'](WX\beta)/\sigma^2\} + \text{tr}(W^2 + W'W)} \quad (3)$$

式中: $W = I_T \times W_{ij}$; N 为研究区域个数 ($N = 30$); T 为时间长度 ($T = 9$); I_T 为 T 维单位时间矩阵; W_{ij} 为 $N \times N$ 阶的空间权重矩阵; e 为普通最小二乘 (OLS) 估计的残差向量; tr 是矩阵求迹, LMerr 和 LMsar 统计量都是一个渐进的 $X^2(1)$ 分布。其中 LMerr 和 LMsar 等统计量不仅可以用来检验空间相关性, 还可以为模型设定提供线索^[18], 帮助在空间自回归模型和空间误差模型之间进行选择: 若 LMsar 比 LMerr 统计量更显著, 且 robust LMsar 显著而 robust LMerr 不显著, 那么选择 SAR; 相反, 如果 LMerr 比 LMsar 在统计上更加显著, 且 robust LMerr 显著而 robust LMsar 不显著, 那么选择 SEM^[19]。

1.2 空间面板数据模型设定

空间计量经济学中, 空间相关性指一个地区的样本观测值与其他地区的观测值相关, 其相关程度及模式由空间上的绝对位置和相对位置决定。空间相关性来自于两方面: 一是不同地区经济变量样本数据的采集可能存在空间上的测量误差; 二是相邻

地区间的经济联系客观存在^[20]。因而在空间自回归模型中, 空间相关性体现在误差项和被解释变量的滞后项, 相应地, 空间计量经济的两种基本模型分别是空间误差模型 (Spatial Error Model, SEM) 和空间滞后模型 (Spatial Autoregressive Model, SAR)^[21], 前者 (SEM 模型) 讨论相邻地区对变量的误差的影响在多大程度上影响了本地区的观察值, 后者 (SAR 模型) 分析变量在相邻地区是否存在溢出效应, 这两个模型的基本形式为:

$$\text{SEM}: y = X'\beta + \mu, \mu = \lambda(I_T \times W_N)\mu + \varepsilon \quad (4)$$

$$\text{SAR}: y = \rho(I_T \times W_N)y + X'\beta + \varepsilon \quad (5)$$

式中: y 为 $n \times 1$ 阶被解释变量即旅游总收入向量; X 为 k 个解释变量即旅游能源消耗量的 $k \times n$ 阶矩阵; β 为 $k \times 1$ 阶回归系数向量; μ 和 ε 为随机误差项; λ 为空间自相关系数, 度量一个区域的变量变化对相邻区域的影响程度; ρ 为空间自回归系数, 度量相邻区域观测值即旅游总收入对本区域旅游总收入的影响程度和方向; I_T 为 T 维单位时间矩阵, W_N 为 $n \times n$ 的空间权重矩阵 (n 为地区数); $(I_T \times W_N)$ 为空间滞后被解释变量。

SEM 模型的误差项不是独立分布的, 而是表现出空间相关性 ($E[\varepsilon_i \varepsilon_j] \neq 0$), 此时普通最小二乘法 (OLS) 估计量是无偏的, 但不具有有效性; SAR 模型引入空间滞后被解释变量, 由此会产生内生解释变量问题, 此时 OLS 估计得到的是有偏估计量, 而且是不一致的。因此, 空间计量模型的估计不能用 OLS, 而是运用极大似然法 (ML)。首先, 随机效应模型假定解释变量与固定效应不相关^[22], 对于本研究而言, 这个假设过于绝对; 其次, 当样本是随机地抽取自所考察的总体时, 随机效应模型应是更恰当的设置, 而本文所选取的研究对象是中国 30 个省级区划单位, 回归分析局限于一些特定的个体, 此时固定效应模型应该是更好的选择^[23]。因此, 本文选用空间固定效应模型来研究旅游能源消耗与旅游经济增长的空间关联机制, 并在 Matlab 软件中的 Spatial 程序包*中得以实现。

1.3 空间权重矩阵

空间权重矩阵是空间计量模型的关键, 也是地区间空间交互作用与影响方式的体现, 可分为地理

* Matlab 的空间计量经济学程序可从 econometrics 下载, 主要由 LeSage 和 Elhorst 等人编写。

空间权重矩阵 (w) 和经济空间权重矩阵 (W), 前者中最常用的是简单二分权重矩阵, 遵循的判定规则是 Rook 相邻规则, 矩阵 w_{ij} 的设定方式为:

$$w_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{当区域 } i \text{ 和区域 } j \text{ 相邻} \\ 0, & \text{当区域 } i \text{ 和区域 } j \text{ 不相邻} \end{cases} \quad (6)$$

主对角线上的元素为 0, w 经过行标准化处理, 用每个元素同时除以所在行元素之和, 使得每行元素之和为 1。然而, 相邻地区间的旅游经济联系并非完全相同, 相对于旅游经济落后地区而言, 旅游经济落后地区对发达地区的影响力度较小, 而旅游经济发达地区能够对周围落后地区产生更大的辐射力和吸引力, 即有更强烈的空间影响力。因此, 经济权重矩阵能更好地模拟地区间现实存在的旅游经济关联。经济空间权重矩阵 (W) 是地理空间权重矩阵 (w) 与各地区旅游总收入 (TR) 占有地区旅游总收入之和比重的均值为对角元的对角矩阵的乘积^[21], 具体形式为:

$$W = w * \text{diag}\left(\frac{\bar{y}_1}{\sum_{i=1}^n \bar{y}_1}, \frac{\bar{y}_2}{\sum_{i=1}^n \bar{y}_1}, \dots, \frac{\bar{y}_n}{\sum_{i=1}^n \bar{y}_1}\right), \text{ 其}$$

$$\text{中, } \bar{y}_1 = \frac{1}{t_1 - t_0 + 1} \sum_{t=t_0}^{t_1} y_{1t} \quad (7)$$

式中: t 为考察时间期数; N 为研究地区个数 ($N = 30$); y 为研究地区旅游总收入 (TR)。由于不同空间权重矩阵的设置对模型估计的结果会产生较大的影响, 本文分别采用这两种方法进行空间自相关检验和空间面板数据分析。

2 变量选取与数据来源

2.1 变量选取

被解释变量: 采用各省市的旅游总收入作为被解释变量, 用以反映中国省域旅游经济增长状况, 用 TR 表示。解释变量: 采用旅游能源消耗量作为解释变量, 用以反映中国省域旅游能源消耗状况, 用 TE 表示。根据《中国统计年鉴》及各省 (市、区) 统计年鉴, 在中国现行国民经济核算中的产业分类中, 旅游业主要涉及第三产业中的交通运输、仓储和邮政业, 批发和零售业, 住宿和餐饮业 3 个行业部门, 而在《中国能源统计年鉴》地区能源平衡表中, 与旅游业相关的产业主要分为交通运输、仓储和邮政业, 批发、零售业和住宿、餐饮业, 与国民经济核算中的产业分类基本吻合, 据此, 本文选取交通运输、仓储和邮政业, 批发、零售业和住宿、餐饮业两者能源消耗之和表征旅游产业能源消耗, 并按照各种能源折算标准煤系数, 将旅游产业能源消耗以标准煤形式加以表征。

2.2 数据来源

本文的研究对象为 2002 ~ 2011 年中国 30 个省、自治区和直辖市 (受数据获取限制, 未包含中国西藏、港澳台、南海诸岛等地区)。旅游总收入等指标数据来自《中国旅游统计年鉴》(2003 ~ 2011 年); 旅游产业能源消耗相关指标数据来自《中国能源统计年鉴》(2003 ~ 2012 年); 各种能源折标准煤系数来自《综合能源计耗计算通则》(GB/T2589 - 2008) 等 (见表 1)。为减少原始数

表 1 各种能源折标准煤参考系数

Tab. 1 Reference coefficients of converting various energy into standard coal

能源名称	折算标煤系数	能源名称	折算标煤系数	能源名称	折算标煤系数
原煤	0.714 3kgce/kg	原油	1.428 6kgce/kg	石油沥青	1.330 7kgce/kg
洗精煤	0.9kgce/kg	汽油	1.471 7kgce/kg	石油焦	1.091 8kgce/kg
其他洗煤	0.357 15kgce/kg	煤油	1.471 7kgce/kg	液化石油气	1.714 3kgce/kg
型煤	0.6kgce/kg	柴油	1.457 1kgce/kg	炼厂干气	1.571 4kgce/kg
焦炭	0.971 4kgce/kg	燃料油	1.428 6kgce/kg	其他石油制品	1.2kgce/kg
焦炉煤气	0.592 85kgce/m ³	石脑油	1.5kgce/kg	天然气	12.721 5kgce/m ³
高炉煤气	0.128 6kgce/m ³	润滑油	1.414 3kgce/kg	液化天然气	1.757 2kgce/kg
其他煤气	0.579 75kgce/m ³	石蜡	1.364 8kgce/kg	热力	0.034 12kgce/MJ
其他焦化产品	1.3kgce/kg	溶剂油	1.467 2kgce/kg	电力	0.122 9kgce/kW · h

数据来源: 综合能耗计算通则 (GB/T2589 - 2008) 等。

据出现异方差现象，并保证原始变量之间的变化态势不变，所有指标数据均取其对数形式。

3 中国旅游能源消耗与旅游经济增长的关联机制研究

3.1 中国旅游能源消耗现状与演化特征分析

从旅游能源消耗的时序演化特征看，由图 1 可知，2004 年中国交通运输、仓储和邮政业以及批发、零售业和住宿、餐饮业迅猛发展，因而能源消耗量大幅度上升，2005 年又回归正常能源消耗量；其余年份，中国旅游能源消耗量呈稳定增长态势，但增长率在逐年下降。除特殊年份外，中国各省份旅游能源消耗量均处于稳定增长状态。

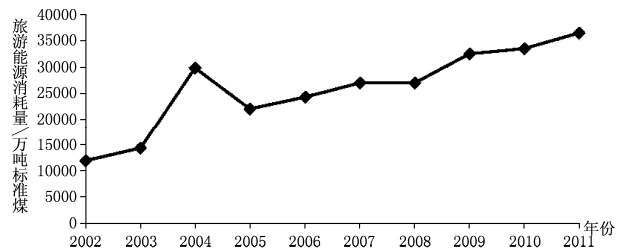


图 1 2002 ~ 2011 年中国旅游能源消耗量变动情况
Fig. 1 The change of tourism energy consumption in China (2002 ~ 2011)

从旅游能源消耗的空间差异特征看，本文分别以 2002 年和 2010 年为研究界面进行比较分析，由图 2 中国各省份的旅游能源消耗量分级图可知，广东、上海、辽宁、浙江、湖北、江苏、四川、北京、湖南、山东这 10 个省市的旅游能源消耗量在 2002 年和 2010 年均较大，都位于前两个等级，而甘肃、安徽、海南、宁夏、青海这 5 个省市的旅游能源消耗量在 2002 年和 2010 年均很小，处于第四

等级。对比 2002 年和 2010 年，旅游能源消耗量的等级跨越较大的省市有：天津由第二等级变为第四等级，内蒙古由第三等级变为第一等级，陕西由第四等级变为第二等级，可知天津的旅游能源消耗量增长幅度远低于全国水平，内蒙古和陕西的旅游能源消耗量增长幅度则远高于全国水平。

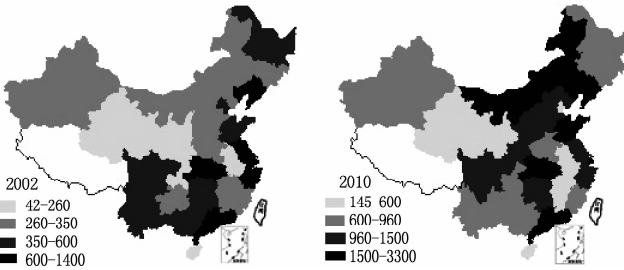


图 2 2002 年和 2010 年中国旅游能源消耗量分级图
Fig. 2 The hierarchical map of China's tourism energy consumption in the year of 2002 and 2010

3.2 中国旅游能源消耗与旅游经济增长的作用机制

本文采用 Moran'I、LMerr、LMsar3 种空间自相关统计量，分别根据标准化的地理二分权重矩阵和经济权重矩阵对中国省域旅游能源消耗量的对数和旅游总收入的对数进行空间相关性检验，结果见表 2。从检验的结果来看，在两种权重矩阵下，3 种空间相关性检验结果都非常显著 (Prob. = 0. 0000)，表明旅游能源消耗与旅游经济增长之间存在显著的空间相关性。同时，3 种统计量的检验值均为正值，表明区域间旅游能源消耗和旅游经济增长在空间上具有明显的正相关关系，邻近地区之间的旅游能源消耗和旅游经济增长具有明显的相似性和空间集聚效应。此外，LMsar 统计值都大于 LMerr 统计值，即空间滞后检验值大于空间误差检验临界值，且 robust LMsar 显著而 robust LMerr 不显著，因此两种

表 2 基于地理和经济空间权重矩阵的空间相关性检验

Tab. 2 Spatial correlation tests based on the geographic and economic spatial weight matrix

基于地理空间权重矩阵			基于经济空间权重矩阵		
检验方法	统计量	概率	检验方法	统计量	概率
Moran'I	0. 413 5	0. 000	Moran'I	0. 363 2	0. 000
LMerr	84. 877 2	0. 000	LMerr	56. 708 3	0. 000
LMsar	153. 102 7	0. 000	LMsar	98. 430 3	0. 000
robust LMerr	2. 504 4	0. 114	robust LMerr	0. 076 8	0. 782
robust LMsar	70. 729 9	0. 000	robust LMsar	41. 798 8	0. 000

空间权重矩阵下, 均应选择空间滞后面板模型 (SAR) 进行估计与分析。

进一步采用地理权重和经济权重, 对中国省域旅游能源消耗与旅游经济增长进行空间面板估计, 探讨二者之间的关联机制。考虑到空间效应和时间效应的不同作用, 本文将空间计量模型分为 4 类: 无固定效应 (nonF)、空间固定效应 (sF)、时间固定效应 (tF)、空间和时间固定效应 (stF), 并比较各模型的统计检验指标。根据空间相关性检验结果 (见表 2), 本研究采用固定效应的空间滞后模型 (SAR) 更为合理, 在此进一步给出 SAR 模型的估计结果 (表 3)。由此可知:

(1) 空间滞后模型 (SAR) 中, 在两种空间权重下, 四种类型的回归系数 (β) 和空间自回归系数 (ρ) 均通过了显著性检验, 进一步证实了中国省域旅游能源消耗与旅游经济增长之间存在显著的空间相关性, 即地理因素和经济水平因素都对旅游能源消耗的空间溢出作用显著。此外, β 和 ρ 估计值均显著为正, 表明通过旅游能源消耗不仅推动本地区旅游经济增长, 还通过相邻省份的地理作用和经济联系等传导机制, 推动周边地区旅游经济增长, 即表现出正向的溢出效应。

(2) 在两种空间权重下, 空间固定效应 (sF) 模型的极大似然值 (LogL) 和拟合优度 (R^2) 均明显大于时间固定效应 (tF) 模型的相应值, 表明相邻省域旅游能源消耗对旅游经济增长存在的空间外溢性体现在区域间结构性差异的误差冲击要远大于体现在时间性差异的误差冲击。对两种空间权重

进行比较, 可知基于地理空间权重矩阵下, 除时空固定效应模型 (stF) 的极大似然值 (LogL) 略微小于经济空间权重矩阵下 stF 模型的相应值外, 其余三种固定效应类型下, 模型的极大似然值 (LogL) 和拟合优度 (R^2) 均大于基于经济空间权重矩阵下的相应值, 表明中国省域旅游能源消耗与旅游经济增长的相互影响关系中, 相对地理位置的影响大于经济差距的影响。

(3) 对比四类固定效应模型的估计结果, 时空固定效应 (stF) 模型的极大似然值 (LogL) 和拟合优度 (R^2) 为最大, 由此可知, 地区之间既存在固定效应影响, 又存在时间固定效应影响, 即表明不同区域随区位变化和随时间变化的影响要素均存在很大差异, 尤其是前者 (随区位变化的要素), 使得旅游能源消耗和旅游经济增长存在显著的时空差异。因此, 将结构性和时间性均差异固定后的空间模型拟合得更好。根据时空固定效应 (stF) 模型解释变量的系数估计值 (β) 可知, 在保持其他条件不变的情况下, 旅游能源消耗每增长 1%, 区域旅游经济增长水平提高约 0.14%; 根据空间自回归系数 (ρ) 可知, 相邻区域旅游总收入增加 1%, 本区域旅游经济增长水平提高约 0.33%。

4 结论与讨论

本文分别基于地理空间权重矩阵和经济空间权重矩阵, 运用空间面板数据模型, 选取 2002 ~ 2010 年中国 30 个省市的面板数据揭示了旅游能源消耗

表 3 基于地理空间权重和经济空间权重的空间滞后模型 (SAR) 估计结果

Tab. 3 Estimation results of Spatial Lag Model based on the geographic and economic spatial weight matrix

		nonF	sF	tF	stF
地理空间权重	constant	1.493 8(3.233 5) *			
	β	1.108 1(27.775 3) *	0.166 8(5.161 2) *	1.176 2(31.328 9) *	0.139 6(2.911 4) *
	ρ	0.435 0(13.876 7) *	0.835 0(33.318 8) *	0.444 0(12.905 0) *	0.332 9(4.802 8) *
	logL	-196.339 9	87.610 2	-172.347 7	132.707 4
	R^2	0.835 6	0.983 8	0.863 6	0.985 3
经济空间权重	constant	1.516 8(2.860 0) *			
	β	1.150 7(26.983 4) *	0.177 9(5.398 8) *	1.216 8(29.695 7) *	0.135 3(2.819 2) *
	ρ	0.406 0(11.714 4) *	0.843 0(38.061 9) *	0.416 0(13.222 5) *	0.319 0(4.844 4) *
	logL	-218.541 5	79.419 0	-216.017 7	132.931 9
	R^2	0.804 8	0.982 9	0.834 8	0.985 3

注: *、** 和 *** 分别表示在 1%、5% 和 10% 的显著性水平下显著; 括号里数值为对应系数的 t 统计量值。

与旅游经济增长的关联作用机制, 研究结果表明: (1) 在两种空间权重下, 中国省域旅游能源消耗与旅游经济之间均具有显著的空间相关性, 相邻省域的旅游能源消耗与旅游经济具有明显的相似性和空间集聚性。(2) 中国省域旅游能源消耗对旅游经济增长的推动作用存在明显的空间溢出效应, 纳入空间效应的空间滞后 (SAR) 模型能更好地拟合 2002–2010 年间中国省域旅游能源消耗与旅游经济增长的作用关系, 即旅游能源消耗作为省域旅游经济增长的解释变量, 不仅推动本省旅游经济的增长, 还通过地理邻接和经济差距等空间传导机制对其相邻省份旅游经济发展产生影响。(3) 中国省域旅游能源消耗与旅游经济增长的相互影响关系中, 相对地理位置的影响大于经济差距的影响。不同省份随区位变化和随时间变化的影响要素均存在很大差异, 尤其是前者 (结构性差异要素), 使得旅游能源消耗对旅游经济增长的作用存在显著的时空差异。

因此, 根据实证结果提出了以下政策建议: (1) 中国旅游能源消耗与旅游经济之间存在正向依赖性, 政府决策部门在制定旅游能源消费政策和涉及旅游行业的价格调控措施时, 应考虑到空间作用机制对能源消费的差异化作用。(2) 旅游能源消耗是影响旅游经济增长的重要因素, 因此, 提高旅游能源利用效率尤为必要。应不断优化与升级旅游产业结构, 重点发展游览、购物、娱乐、邮电通讯等需求弹性较高的高级要素部门, 从而能以较少的旅游能源投入实现旅游经济的增长, 走旅游经济效益好、旅游能源消耗低、环境污染少的可持续发展之路。(3) 应推进省域之间的协调发展, 并考虑到旅游能源消耗与旅游经济增长的空间布局均衡化问题, 一方面通过旅游能源消耗的空间溢出效应扩大旅游能源消耗促进旅游经济增长的范围和程度, 另一方面应减小旅游能源消耗量高, 但旅游经济水平不高的区域对其临近省份的负向辐射作用。

参考文献:

- [1] 石培华, 吴普. 发展低碳旅游的基本思路与重点举措 [N]. 中国旅游报, 2010-01-08 (10).
- [2] KRAFT J, KRAFT A. On the Relationship between Energy and GNP [J]. Journal of Energy and Development, 1978, 3 (2): 401–403.
- [3] EDEN S H, YU BEEN-KWEI, WANG H. The Relationship between Energy and GNP: Further Results [J]. Energy Economics, 1984, 6 (3): 186–190.
- [4] EROL U, YU E S H. On the Causal Relationship between Energy and Income for Industrialized Countries [J]. Journal of Energy and Development, 1987 (13): 113–122.
- [5] DILP M, NACHANE, RAMESH M, et al. Co-integration and Causality Testing of the Energy-GDP Relationship: A Cross-Country Study [J]. Applied Economics, 1988, 20 (11): 1511–1531.
- [6] FATAI K, OXLEY L, SCRIMGEOU F G. Modeling the Causal Relationship between Energy Consumption and GDP in New Zealand [J]. Australia, India, Indonesia, The Philippines and Thailand [J]. Mathematics and Computers in Simulation, 2004 (64): 431–445.
- [7] CHIEN-CHIANG LEE. Energy Consumption and GDP in Developing Countries: A Cointegrated Panel Analysis [J]. Energy Economics, 2005, 27 (3): 415–427.
- [8] STERN D I. Energy and Economic Growth in the USA: A Multivariate Approach [J]. Energy Economics, 1993, 15 (2): 137–150.
- [9] ASAFU-ADJAYE. The Relationship between Energy Consumption, Energy Prices and Economic Growth: Time Series Evidence from Asian Developing Countries [J]. Energy Economics, 2000, 22 (6): 615–625.
- [10] WANKEUN OHA, KIHOOON LEE. Energy Consumption and Economic Growth in Korea: Testing the Causality Relation [J]. Journal of Policy Modeling, 2004, 26 (8~9): 973–981.
- [11] 陈书通, 耿志成, 董路影. 90 年代以来中国能源与经济增长 [J]. 中国能源, 1996 (12): 24–30.
- [12] 刘朝明, 曾胜, 刘博. 中国能源消费与经济增长的关联模型分析 [J]. 华东经济管理, 2006, 20 (11): 29–34.
- [13] 王昱, 郭菊娥, 席西民. 基于协整和脉冲响应的中国能源与经济增长动态关系测算研究 [J]. 中国人口·资源与环境, 2008, 18 (4): 56–61.
- [14] 吴翔, 刘璇, 宁华光, 等吉林省能源消费与经济增长: 基于误差修正模型的实证分析 [J]. 东北电力大学学报, 2013, 33 (3): 74–77.

- [15] 赵湘莲, 李岩岩, 陆敏. 中国能源消费与经济增长的空间计量分析 [J]. 软科学, 2012, 26 (3): 33 – 38.
- [16] 王建军, 周晓唯. 人口、能源消耗、碳排放与经济增长关系实证分析 [J]. 统计与决策, 2013 (23): 144 – 147.
- [17] 何江, 张馨之. 中国区域经济增长及其收敛性: 空间面板数据分析 [J]. 南方经济, 2006 (5): 44 – 52.
- [18] FLORAX A L. New Direction in Spatial Econometrics [M]. Dordrecht: Springer – Verlag, 1995.
- [19] ANSELIN L, REY S J, MONTOURI B D. US regional income convergence: a spatial econometric perspective [J]. Regional Studies, 1991, 33 (2): 112 – 131.
- [20] ANSELIN L. Spatial Econometrics: Methods and Models [M]. Dordrecht: Kluwer Academic publisher, Dordrecht, 1988.
- [21] 陈晓玲, 李国平. 中国地区经济收敛的空间面板数据模型分析 [J]. 经济科学, 2006 (5): 5 – 17.
- [22] J 约翰斯顿, J 迪纳尔多. 计量经济学方法 [M]. 北京: 中国科学出版社, 2002.
- [23] BADI H. BALTAGI. Econometric Analysis Of Panel Data [M]. John Wiley & Sons, 2001.

THE CORRELATION MECHANISM ON CHINA'S TOURISM ENERGY CONSUMPTION AND TOURISM ECONOMIC GROWTH ——BASED ON SPATIAL PANEL DATA MODEL

LIU Jia, ZHAO Jin-jin

(Management College, Ocean University of China, Qingdao 266100, Shandong, China)

Abstract: Based on geographical weight matrix and economic weight matrix, spatial panel data model was used to study the relationship between the consumption of tourism energy and the growth of tourism economy in China, the result showed that under two kinds of spatial weights, provincial tourism energy consumption and tourism economic growth in China both had significantly positive spatial correlation, and tourism energy consumption not only promoted the growth of local tourism economy, but also generated positive spillover effects on adjacent areas through spatial and economic transmission mechanism. In the influence that China provincial tourism energy consumption had on tourism economic growth, the influence of the relative location was greater than the economic gap.

Key words: tourism energy consumption; tourism economic growth; spatial correlation; spatial panel data model

商业化大潮中丽江古城的文化特质分析

张祖群^{1,2,3}

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 首都经济贸易大学工商管理学院旅游管理系, 北京 100070;
3. 北京师范大学艺术与传媒学院, 北京 100875)

摘要: 丽江旅游开发 30 年呈现表象的商业化与内在的文化自觉两条线索。基于访谈样本, 认为丽江古城独特的地方智慧是吸引游客的主要原因, 这使其呈现世界休闲古都的文化意象。最后进行两点学术讨论: (1) 丽江古城遗产保护, 应该兼顾物质文化遗产和非物质文化遗产。(2) 丽江古城作为茶马古道的重镇, 其未来的发展不应该摒弃纳西族文化、马帮文化、人-水-城-大环境四合一的中庸文化等特质, 高品质的深度旅游和文化传承才是符合世界遗产旅游的潮流和可持续的。

关键词: 丽江古城; 文化特质; 世界遗产; 地方智慧

中图分类号: TU984 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7852(2013)05-0008-07

1 丽江古城遗产旅游研究综述

丽江古城作为 1986 年被批准的中国历史文化名城(第二批)、1997 年入选的世界文化遗产、和 2011 年评定的 5A 级景区。在中国知网以“丽江古城”为主题检索有 1 201 篇文献, 其中学术期刊 1 096 篇, 博士论文 9 篇, 硕士论文 57 篇, 会议论文 39 篇(2013 年 10 月 28 日), 丽江古城是遗产旅游学界的重点剖析对象。从比较视野、跨学科特色、旅游生命体等角度可以看出, 丽江古城研究已经不能简单通过破碎的单一学科来界定, 几乎所有学科、各种学术背景的旅游学者都介入到丽江旅游研究中来。

比较视野: 从比较视野, 丽江与威尼斯^[1]、丽江与平遥^[2]、丽江与周庄^[3]、丽江与凤凰^[4]、丽江与大理^[5]香格里拉^[6]、丽江与其他同类古镇等具有旅游资源潜质、商业化路径、发展模式、居民感知

态度、旅游影响的相似性^[7], 也具有中国西南边疆地区特色。

跨学科特色: 宗晓莲专门从人类学视野对丽江古城民居客栈业进行梳理^[8], 显示了跨学科介入旅游研究的可观图景。宗晓莲分析地方符号在丽江古城商品消费中的应用, 探究过程化的旅游地空间商品化和空间化的商品化对当地社区的影响^[9]。和玉媛认为丽江纳西族旅游纪念品开发有以纳西族审美意蕴为途径、以旅游纪念品的功能性为途径、高中低档结合、旅游纪念品的商品化设计等几种途径^[10]。彭青, 曾国军发现丽江古城家庭旅馆的连锁化经营、扩展为民居旅馆、业务多元化、业务创新发展 4 种成长路径^[11]。孙九霞, 王心蕊应用乔治·里茨尔“虚无”与“实在”理论分析古城酒吧“虚无”与“实在”的表征、原生文化和旅游文化相互交融^[12]。孙九霞, 马涛分析了丽江族群文化“去地方化”和“再地方化”的表征差异,

收稿日期: 2013-08-10; 修订日期: 2013-10-10.

基金项目: 国家科技基础性工作专项课题“澜沧江中下游与大香格里拉地区综合科学考察”之“自然遗产与民族生态文化多样性考察”(2009-2013)(2008FY110300-05)、北京对外文化交流与世界文化研究基地 2013-2014 年度青年研究项目(BWSK201304); 国家社会科学基金青年项目(12CJY088); 北京市属高等学校人才强教深化计划中青年骨干人才资助项目(PHR201108319)。

作者简介: 张祖群(1980-), 男, 湖北省应城人, 博士后, 副教授, 硕士生导师, 主要研究文化地理、文化产业与遗产旅游等。

旅游发展与社区利益主体的集体选择是主要因素^[13]。

旅游生命体:将丽江古城看成一个文化生命体^[14],旅游成为近年来古城环境变迁与文化时序发展的主要驱动力^[15]。学术界从日常生活空间结构^[16]、形象传播^[17]、形象内涵与建构^[18]、旅游绅士化^[19]、气候资源^[20]、水污染与环境^[21]、地方学者的口述史^[22]、城郊少数民族妇女^[23]、客栈名的语音语义^[24]、档案式保护^[25]、非遗保护^[26]、旅游地商品化的形式^[27]、相互作用^[28]与社会文化影响^[29]等角度进行解构,透过各种“丽江现象”,学术界总结为独特的旅游发展“丽江模式”^[30-31]。

2 丽江古城商业化

丽江的商业化使纳西族土著建立了强烈的文化自尊和自信,催生了反向的民族文化保护浪潮,从出售文化商品到反向形成民族文化保护自觉。丽江旅游开发30年,既是民族文化商业化的30年,也是纳西民族文化自觉的30年,一明一暗两条线索并行不悖^[32]。

2.1 表象的商业化

海拔2 000多米的丽江高原长有一种喝高山雪水的雪桃,色彩鲜艳、口感甜脆,是绝对纯天然、无污染的仙果。最早种植雪桃的丽江市波罗村200多农户,在养殖大户木崇凤的带领下扩大雪桃种植-加工产业。仅2009年,丽江全市雪桃种植面积达两万余亩,其中3 000亩进入盛果期,带来1 500 t鲜果产量和3 000多万元的直接收入^[33]。今天雪桃作为古城一种主要旅游餐饮水果,在酒店餐桌、大街小巷都能看到,也成为人们认识高原姑苏的一个水果品牌。

丽江古城的纳西族爱护古城里的流水就像爱护自己的眼睛一样,很多外来“他来者”并不理会这世代袭的风俗。游客不经意间就随手把垃圾扔到河里,外来商户的旅馆、客栈的污水不经处理直接排到河中,水沟里甚至还能见到杀鸡、洗菜后遗留下来的垃圾。丽江古城每年产生150 t以上固体废弃物,520 t以上的生理排泄物, $5 \times 10^4 \text{ m}^3$ 以上生活污水,对水系自身净化造成严重威胁,使自然水质迅速恶化到三类水标准以下,河流下游部分地区低于五类水标准^[34]。这就是旅游商业化后的触目惊心的后果。

丽江打着“非遗”名号的商品商店有200多个,如东巴香烟、东巴按摩、东巴发廊等。有些旅游商品充斥着胡编乱造、不规范的东巴文字。有些只有“非遗”之名无“非遗”之实,有些利用“非遗”的外衣招摇撞骗。一些外来经商者穿上东巴服装,摇身一变成为“大东巴”表演敛钱。不要以为骑白马的都是王子,那可能是唐僧;不要以为有了翅膀就是天使,其实只是鸟人。当丽江的大街小巷都充斥着胡编乱造、不规范的东巴文字,破旧的音箱里蹦出摇滚音符和歇斯底里的“呐喊”。到这里来的游客感觉却是丽江商业化太严重了,已经“烂透了”。1999年丽江市还拥有80余名老东巴,2013年笔者访谈丽江旅游局得知丽江市仅剩余30多位了,健在的博学老东巴屈指可数。20世纪80年代丽江古城居民80%以上为纳西族,居民日常交际语言以纳西语为主;20世纪90年代旅游业大规模发展以后,留在古城中的原著民不足原来 $1/2$ ^[35],大量的浙江、安徽、福建、四川等地外来商户和原著民进行置换,租住房屋开设客栈、商铺、洗浴小屋等,外地生产的日用品、玉器、首饰等出现在四方街,居住者的置换带来了传统文化的置换、变异。今天,丽江政府用经济政策鼓励纳西人回到古城居住,规定古城中所有的房产必须在纳西族名下,出租的宅院必须有一部分由纳西原著民居住。从客人到主人体现旅游文化的来向传播。东道主与旅游者的文化交往主要体现他们对旅游者所携带文化的接收与排拒^[36]。

2.2 内在的文化自觉

纳西先民以本民族的东巴文化为根基,积极吸取藏传佛教苯(钵)教文化等外来文化因子,和而不同,使其具有旺盛生命力^[37]。纳西族表达欢庆丰收、表达希望、表达活泼开朗乐观的古老民间舞蹈(勒巴舞)将纳西族民间舞蹈和藏族的“热巴舞”合二为一。张艺谋导演的大型实景演出《印象·丽江》中,10个少数民族的粗狂汉子、婀娜女子,16个少数民族村庄的普通农民,500多个最底层劳动民众(非专业演员),用他们最原生的动作、最质朴的歌声、最热情的汗水,人与天地共舞,人与自然同声,带给游客的是与异质文化的互动,是自我心灵的绝对震撼^[38]。《印象·丽江》演出虽然采用纳西族民间传统的歌曲“窝热热”、白沙细乐“笃”等,但是张磊认为全剧进行整体音乐创作过程中过多的使用西洋管弦乐队、伴奏、电子音效等

专业音乐作曲技法,早已不是接近“原始”的民间音乐风貌,并不是“最纯粹的原生态民族文化”^[39]。全球化进程对纳西民族传统文化具有或多或少的负面影响,只有尊重地方民族文化传统,在文化自觉基础上保护民族文化风格,才能使得地方性和现代性和谐共生共存。

3 丽江古城意象

旅游目的地形象具有社会、文化、心理3个层面,体现群体共享性和差异性、社会根源性和规范说明性、相对稳定性和长期动态性等对立特征。符号表征功能的运作是建构旅游目的地形象的本质,有利于规范和组织旅游目的地社群和旅游活动^[40]。

第一,丽江古城是在独特环境综合形成一种旅游艺术抽象。游客初到丽江,完全会被当地的景色震撼。玉龙雪山那连绵起伏的山脉,远远望去犹如一个满头白发的老者静卧在那里。在丽江市内任何一家酒店,游客推开窗户,都能看到玉龙雪山巍峨的身姿,暗灰色的山脊,顶上有一层厚厚的雪顶,就像是戴了顶漂亮的绒帽站在那里,一站就是好久。站在山脚下抬头仰望,顿时觉得自己被一片白色的世界笼罩。那一刻,人类不得不感叹自身的渺小,以及大自然的鬼斧神工。随着旅游车开近,就能看到山顶冒着腾腾的“白气”,导游说:那是山顶的风太大,吹得雪花连天飞。“当我坐在最高的舞台上,在伟岸陡峭的玉龙雪山的映衬下,看到十几个不同民族的非专业演员,将自己民族的特色完美表现出来,真切地感受到那种扑面而来的期待有强烈民族地方特色的旷达、狂野、自由。他们以饱满的热情,自信的舞步向来自五湖四海的朋友们传达他们民族独特的文化,那是生活的热爱,对爱情的向往,对美好生活的憧憬”。(访谈样本11,访谈对象:李度中,2011年5月7日)。玉龙第三国的美丽传说,少数民族朋友的特色演出,还有丽江古城那美丽的“一米阳光”的浪漫爱情故事吸引了无数相爱的少男少女们的心。游客在丽江感受到美丽、浪漫和神奇!

作为一个典型古城古镇旅游目的地,丽江古镇有三:大研、白沙、束河。大研古城是其中的典型

代表,直接称之为大研古城或大研镇。大研古城位于丽江坝子(即盆地)的中心,古城的西南角的文笔锋高高耸立,酷似书天巨笔。丽江盆地就像上天眷恋这片神奇土地做成的一方碧玉砚台。因“研”和“砚”相通,即称为大研。大研古城城口最引人注意是一双水车,有人解读为子母水车,也有人解读为情人水车。水车由两个大小不同的大轮子组成,像两个齿轮一样相连接着,交替将水运送过去^[41]。加上江泽民同志在巨墙上书写的丽江古城几个大字,使这里成为丽江古城的标志性入口和古城文化符号。“行走大研、束河和白沙的古城,当我们只是以普通行者的视角自由地触摸这一份柔软时光的时候,你能真实地感觉到世世代代在这块土地上繁衍生息的子民依然生于斯、长于斯,却又宽容着四面八方的行者。从早到晚,世居者与异乡人如此自然地共处同一个空间,彼此的存在都是他者的风景,该是一件多么幸福的事情啊”。(访谈样本14,戴斌教授,2011年3月31日)*诚如他所说,旅游作为经济社会发展到一定阶段的产物时,不要做高高在上的“高贵”游客,每个人都天然地享有自由旅行和感受他者文化的权利,游客与原住民平等地分享丰富多彩的自然和文化遗产,实际也是在分享目的地的公共生活空间。

第二,丽江古城独特的资源特质和茶马古道地方性知识是吸引游人的主要原因。休闲作为一种生活方式,只有认同观念、理解生活方式、适应环境,才会使休闲旅游业名至实归。有人问:爱丽江需要理由吗?丽江触动了青年男女内心最柔软,最平静的深处,使你在不知不觉中喜欢上丽江的水、城和人,如同灵动的绍兴,浮华的苏州,灵性的杭州。当你不是在丽江,就是在去丽江的路上。丽江古城“三坊一照壁,四合五天井,走马转角楼”的特色民居,全城顺水而进,逆水而出,古朴的院落,构造简洁、粗犷,庭院布置装饰却丰富而细腻。作为一个他者,若能在此小住几月,每天抽一段时间,躺在院子里的木椅上看看书,享受属于“自己”的一米阳光,那是一份逃离都市的惬意!“我准备老了以后,就去丽江开一家温暖的客栈,养一条金毛、一条拉布拉多。每天遛狗、晒太阳,

* 笔者按:2011年3月31日,由中国旅游研究院参与主办的“建设丽江精品旅游胜地研讨会”在云南丽江召开。戴斌院长发表了“旅游发展与文化传承——在建设丽江国际精品旅游胜地研讨会上的主题演讲”。参见<http://www.ctaweb.org/html/2011-3/2011-3-31-15-45-49584.html>。

坐在小溪边的露天酒吧看我爱的电影，享受惬意”（访谈样本 26，2013）。当你走在古城小巷，药材铺、杂货铺、裁缝铺、铁匠铺、皮匠铺、造纸作坊，还有诸多的客栈，当你走到街角时，顺手推开一扇古香古色的木门，里面是一个有着现代化的服务和时尚元素的富人俱乐部。他们喝着咖啡上无线网，与国际友人谈论海峡两岸政治和谈和“巴以”冲突。从茶马古道的一个中转站到充满小资情调的世界休闲之都，丽江的文化的包容度达到一个不可思议的程度。还在古城东南划出专门台湾饮品、云南各色小吃（如烤鸡、烤鸭蛋、米糕、烤土豆、糖果、卖凉粉等）美食街。

丽江这座没有围墙的古城，很长的一段时间内只是停留在观众在电视画面而产生的遐想里。影视中窄窄的深巷，身披“披星戴月”的纳西老人，昔日茶马古道上的强健背影，或三五成群地打牌闲聊，或静坐屋檐下若有所思。他们作为丽江的主角，在闲聊或静思中回望往昔充满传奇的岁月。一个丽江土著从少年时代跟着父辈赶着牦牛，踩过梅里雪山，越过虎跳峡，历经人生风雨，品尝酸甜苦辣，长大成人，娶妻生子，终老于丽江古城的某一个老屋，世代不断演绎生命传奇的欢乐或痛苦^[42]。这座古城与这座古城的人一样，具有一种顽强的生命力，让人们的心悠然思索来。当你身临古城的繁华喧闹却需要心静如水，当你在别人的匆忙中也看出别样从容的步态。丽江古城的魅力在于它展示了一个充满鲜活气息的具有民族传统文化特色和生活习俗的古城。关于人与自然是兄弟等古老的东巴思想赋予了古城天人合一、物我谐和的生命力^[43]。

第三，丽江古城休闲旅游使其逐渐具有“小资”情调和浪漫情怀。丽江是一剂短暂的遗忘药，去丽江是去收获回忆，而不是永久忘掉过去！丽江是世外桃源，在丽江的日子游客什么也不会想，都希望永远在那里发呆！如果有时间，每年应该去丽江发呆一周。但是那是发呆的虚幻世界，不是真实的生活。漂亮的老板让你舍不得走，走了还想去！什么都不用想、不用做，喝老板的普洱、听人家的古筝！星星离你很近、小客栈很静、晒着太阳入睡，流着口水醒来绝对不用紧张失态！在健身房的跑步机上，怀念着徒步亚丁。在都市灰暗的天空下，想象古城美丽的火烧云。在高架桥的车流中，追忆拉市海马儿温顺的眼神，啃着快餐店里的炸鸡

块，才体会到土鸡汤的鲜美。星星离你很近、小客栈很静、晒着太阳入睡，流着口水醒来绝对不用紧张失态！

丽江不但能给你清静，还能给你喧嚣。喜欢清静的“小资”们躲进古城，用一个暂时性逃离需求的模式做出享受自然回归自己的快感。每天清晨的一壶清茶能解你迷醉的酒意，对丽江不回头、不停留，才是回味这壶老茶的最好方式；无所求、无所取，才是成就这壶美酒的最佳配方。每天中午端杯啤酒坐在小桥边的柳荫下，身边是不同肤色、不同语言的人，一起分享一刻的宁静安祥。你眼望着小桥，流水，人家，谁能不醉呢？如果你感到悲伤，快去丽江，在那里寻找快乐！如果你感到快乐，就去丽江，在那里更加快乐！每天夕阳西下，在丽江古城大研镇的三眼井旁，一幅井然有序的劳动画面就呈现在你的眼前：人们在第一眼井是挑饮用水，主妇们在第二眼井里洗菜，主妇们在第三眼井里洗衣服。千百年来，纳西族原住民根据水流的方向建造水井，上游的水挑回家烧茶、煮饭，中游的水用来洗菜，下游的水则用于洗涤^[44]。井然有序，互不干涉，人水共生。

丽江古城适合给人们做心理按摩，在那里傻傻地晒太阳，合同、股票、下岗、失恋全都丢掉。忘记了时间，忘记了尘世，忘记了烦恼和纷争，忘记了自己从何而来、为何而来，忘记一切。在那里，你终将庆幸自己终于来了。倘若来过，总有一天你还会再来，带上未曾相识的爱人，看望久违的朋友，穿梭在那青浦的四方古街上，仔细聆听千年茶马古道的呼吸声！

4 讨论

4.1 古城遗产保护

丽江大研纳西族聚落形态发展经历唐宋、元明、清3个阶段，清代大研古镇得到整体开发，白沙区位重要性下降，沦落为大研的卫星村落。在缺少全局性的规划引导下，内外因素合力推动大研古镇的纳西族聚落经历由村落向城镇的自发式变迁^[45]，体现了时间发展脉络中的大研古镇生长过程^[46]。（表1）丽江近30年当代建筑发展可分为质朴探索期、外皮彰显期、严格统一期3个不同的时期，3个时期建筑创作的地域主义思想表现为不同特征^[47]。目前遗产管理体制还不健全，丽江古城

控制遗产地旅游房地产开发的关键是严格执法，把握好房地产开发的范围和力度，使其不危害到遗产的价值和可持续发展^[48]。20 世纪 50 年代末期，丽江旧城西北逐渐形成了丽江地区和丽江市一级的行政中心、文化娱乐中心。新区开始脱开旧城发展，旧城得以完整的保护，新区得以自由灵活的发展。玉龙桥一带连接新旧两区，应采取以文化休闲为主要内容的景观过渡地带^[49-50]。

表 1 基于时间历程的丽江古城文脉

年代	营 建 事 件
南宋末年	丽江木氏先祖将其统治中心从白沙移至丽江坝子，北依象山、金虹山、西枕狮子山开始营造房屋城池，这一带称“大叶场”
南未责佑元年（公元 1253 年）	木氏先祖阿宗阿良归附元世祖忽必烈
实佑二年（公元 1254 年）	丽江木氏先祖归附元世祖忽必烈，在古城设“三爨”管民官（隶属于茶罕章管民官）
元至元十三年（公元 1276 年）	将茶罕章管民官升级，改为“丽江路军民总管府”
元至元十四年（公元 1277 年）	三爨管民官改为通安州，州治在今大研古城
明洪武十五年（公元 1382 年）	通安州知州阿甲阿得归顺明朝，设丽江军民府，阿甲阿得被朱元璋皇帝赐姓木并被封为世袭知府
明洪武十六年（公元 1383 年）	木得在狮子山麓兴建“丽江军民府衙署”
清顺治十七年（公元 1660 年）	设丽江军民府，仍由木氏任世袭知府
清雍正元年（公元 1723 年）	朝廷在丽江实行“改土归流”，改由朝廷委派流官任知府，降木氏为土通判
雍正二年（公元 1724 年）	第一任丽江流官知府杨铤到任后，在古城东北面的金虹山下新建流官知府衙门、兵营、教授署、训导署等，并环绕这些官府建筑群修筑城墙
乾隆三十五年（公元 1770 年）	丽江军民府下增设丽江县，县衙门建于古城南门桥旁
民国二年（公元 1912 年）	丽江废府留县，县衙门迁入原丽江府署衙内
民国三十年（公元 1941 年）	在丽江设云南省第七行政公署及丽江县政府

注：（调研自制）

2002 年，新修编的《世界文化遗产丽江古城保护规划》将丽江古城分为核心区、缓冲区、一般保护区 3 个区进行分级保护，对古城范围内的城市空间、建筑及历史环境等要素进行立法严禁破坏，以求做到“保持原貌，修旧如故，以存其真”。重新确定古城、缓冲地带、新城的功能定位，打造丽江为旅游集散地^[51]。编制《丽江民居修复指导手册》，指导居民进行房屋修缮，有效保护丽江古城的民居建筑。从 2003 年起，丽江市政府斥资 3 亿元，实施古城区环境整治工程。例如以四方街为核心在 2.4 km² 范围内建设统一的排污管网，修复和改造五花石头路面，建设免费星级厕所，实施地面电视线、电力线“入地”工程等。同时，组织编写纳西母语培训教材，对外来经营者定期进行纳西语会话和书写培训。街道办、社区组织古城居民，也邀请外地商户和游客在四方街上进行传统歌舞表演。逐步渐恢复放河灯、金秋菊花展、放水冲洗四

方街等传统民俗活动^[52]。

丽江古城非物质文化遗产开发应遵循保护性、市场化、创新性、社区参与、以人为本的原则，贯穿生态旅游理念、文化旅游产业观念，协调三大效益^[53]。以“非物质性的”生活方式的保护为基础是社区保护的实质，同时保护物质文化遗产和非物质文化遗产，囊括各种“遗产谱系”的文化形态，突出“社区价值管理”的文化价值之所在^[54]。古城保护不仅是一种“短视”的政府政绩和目的，而是抵御剧烈的遗产旅游目的地变迁的手段。今天，古城保护已经不只是流于口号和形式，也成为城市规划与管理者、古城原住民、外来商户、游客认同的一种手段。只有多个利益主体共同合作，古城保护才能达到真正地效果。古城保护不仅仅是硬质的建筑遗产保护，也是无形的非物质文化遗产、文化氛围、地方文脉、城市精神的延续。

4.2 丽江古城未来走向何处

有闭月羞花之容的人往往无需粉黛,久而久之比起那些天天浓妆艳抹的人,在化妆技艺上难免相形见绌。天然美女无需化艳妆,否则既糟蹋了脸又糟蹋了颜料。一个旅游地,文化特质犹如天生的相貌,旅游产业犹如脂粉妆红,一个天生丽质的少女恰巧又善于涂描,纵是浓妆艳抹,也总养眼宜心。能发展艳遇的人,哪里都能艳遇。想找艳遇的人们在其他城市也可以,随着旅游发展的生命周期时序导致在中国大地上充斥“性色彩”的城市很多。当大多数游客在一种无形网络暴力驱使下去丽江,而只是为了一个“不可告人”的艳遇目的,将浪漫隐私粗鄙化、庸俗化,那么这个城市的形象转变值得深深反思了。丽江古城现今作为艳遇之地、休闲之城、浪漫之都,充斥着各种“性”色彩的文化消费符号,性旅游从原来的附属品演变成成为主要目的,造成游客落差性心理、消费的偏差性符号、古城文化的迷失性特质。笔者认为,作为茶马古道的重

镇,纳西族文化、马帮文化、人-水-城-大环境四合一的中庸文化等原生基质尤其不应该摒弃。倘若一种文化在新的时期失去传统文化的基础养分,就是无根之木和无源之水,自然会变成半空漂浮的空中楼阁。一旦大众流行文化发生变异,空中楼阁会顺应倒塌,何来文化生命力?^[55]大量的文化休闲旅游符号为大研古城的跨越发展做出了暗示。今天这种季节性的超大规模的游客涌入形成“高峰-低潮”的潮汐现象,以酒吧等放纵形成小资式的“艳遇之都”旅游形象转变,以古城为落脚地向泸沽湖、大理、香格里拉发散的组团旅游,都值得深入思索。随着休闲时代到来,传统的观光旅游逐渐转变为休闲度假旅游,丽江古城应该摒弃大容量的观光式产品开发模式、休闲式的度假型模式,提倡古镇深度综合开发模式^[56]。只有以“去丽江旅行”为丽江终极目的所在,以追寻丽江本身的原生基质文化为原初目的,以高品质的深度旅游和文化遗产才是符合世界遗产旅游的潮流,才是可持续的。

参考文献:

- [1] 陶伟,岑倩华.历史城镇旅游发展模式比较研究——威尼斯和丽江[J].城市规划,2006(5):76-82.
- [2] 黄玉理,龙良富,王玉琼.我国世界遗产地居民对旅游影响感知与态度的比较研究——以平遥、丽江古城为例[J].人文地理,2008(2):91-94.
- [3] 保继刚,苏晓波.历史城镇的旅游商业化研究[J].地理学报,2004(3):427-436.
- [4] 胡卫华.古城镇旅游开发的问题与对策——以云南丽江古城和湖南凤凰古城为例[J].小城镇建设,2007(4):95-99.
- [5] 陈娟.生态位理论在区域旅游竞合中的应用研究——以大理、丽江旅游区为例[J].林业经济,2013(5):65-68.
- [6] 李云.滇西北民居客栈游客满意度研究——以丽江古城、大理古城和香格里拉古城为例[J].重庆邮电大学学报:社会科学版,2012(4):116-122.
- [7] 王荣红.从同类古镇旅游资源的对比中寻求丽江古城的特色发展[J].红河学院学报,2013(3):95-100.
- [8] 宗晓莲.丽江古城民居客栈业的人类学考察[J].云南民族学院学报:哲学社会科学版,2002(4):63-66.
- [9] 宗晓莲.旅游地空间商品化的形式与影响研究——以云南省丽江古城为例[J].旅游学刊,2005,20(4):30-36.
- [10] 和玉媛.丽江纳西族旅游纪念品开发设计研究[D].无锡:江南大学,2009:30-42.
- [11] 彭青,曾国军.家庭旅馆成长路径研究——以世界文化遗产地丽江古城为例[J].旅游学刊,2010,25(9):58-64.
- [12] 孙九霞,王心蕊.丽江大研古城文化变迁中的“虚无”与“实在”——以酒吧发展为例[J].旅游学刊,2012,27(9):73-83.
- [13] 孙九霞,马涛.旅游发展中族群文化的“再地方化”与“去地方化”——以丽江纳西族义尚社区为例[J].广西民族大学学报:哲学社会科学版,2012,34(4):60-67.
- [14] 杨宏浩,杨桂华.以文化生命体的观点审视文化遗产地的可持续发展——以云南丽江古城为例[J].思想战线,2003(3):107-111.
- [15] 杨慧.旅游发展与丽江古城命运的思考[J].中央民族大学学报:哲学社会科学版,2002(1):69-72.
- [16] 张天新,山村高淑.丽江古城的日常生活空间结构解析[J].北京大学学报:自然科学版,2003(4):467-473.
- [17] 杨小明.旅游形象传播的“丽江途径”——基于大文化视野下的理论研究[J].北京第二外国语学院学报,2013(5):64-70.
- [18] 刘建峰,王桂玉,张晓萍.基于表征视角的旅游目的地形象内涵及其建构过程解析——以丽江古城为例[J].旅游学

- 刊, 2009 (3): 48-54.
- [19] 徐秀美, 韩富贵. 文化遗产地旅游绅士化的形成机制与影响分析——以丽江古城为例 [J]. 旅游论坛, 2013 (3): 16-19.
- [20] 李京平, 胡毅, 朱克云. 丽江地区旅游气候资源研究 [J]. 成都信息工程学院学报, 2001 (3): 179-182.
- [21] 宁宝英, 何元庆. 丽江古城的旅游发展与水污染研究 [J]. 中国人口·资源与环境, 2007 (5): 123-127.
- [22] 徐杰舜. 一个纳西族人类学者的学术心史——访云南社科院杨福泉研究员 [J]. 民族论坛, 2013 (8): 19-28.
- [23] 木春燕. 城市化进程中的丽江城郊少数民族妇女 [J]. 云南民族大学学报: 哲学社会科学版, 2013 (4): 72-76.
- [24] 杨晖. 丽江客栈名的语音语义特点 [J]. 南昌教育学院学报, 2013 (8): 39-40.
- [25] 胡莹. 丽江古城文化的档案式保护浅析 [J]. 云南档案, 2013 (7): 25-28.
- [26] 杨文顺. 少数民族物质文化遗产保护管理模式研究——以丽江古城个案为例 [J]. 黑龙江民族丛刊, 2013 (3): 144-147.
- [27] 宗晓莲. 旅游地空间商品化的形式与影响研究——以云南省丽江古城为例 [J]. 旅游学刊, 2005 (4): 30-36.
- [28] 杨福泉. 滇西北各民族宗教的相互影响及其启示 [J]. 中南民族大学学报: 人文社会科学版, 2013 (3): 32-36.
- [29] 刘燕. 旅游业的发展对丽江古城社会文化的影响 [J]. 云南地理环境研究, 2005, 17 (S1): 29-32.
- [30] 段松廷. 从“丽江现象”到“丽江模式” [J]. 规划师, 2002 (6): 54-57.
- [31] 和良辉. 从“丽江现象”到“丽江模式” [J]. 理论前沿, 2005 (3): 46-46.
- [32] 陶然. 商业化丽江的背后 [N]. 中国民族报, 2011-02-18 (9).
- [33] 本报记者俞灵. 丽江雪桃的品牌之路 [N]. 中国民族报, 2010-10-01 (10).
- [34] 胡卫华. 古城镇旅游开发的问题与对策——以云南丽江古城和湖南凤凰古城为例 [J]. 小城镇建设, 2007 (4): 95-99.
- [35] 杨杰宏. 丽江古城: 盛名之下的困局 [N]. 中国民族报, 2010-94-16 (10).
- [36] 孙九霞. 旅游中的主客交往与文化传播 [J]. 旅游学刊, 2012, 27 (9): 20-21.
- [37] 于洪. 丽江古城形成发展与纳西族文化变迁 [D]. 北京: 中央民族大学, 2007: 140-151.
- [38] 高玉梅, 周芬. STP 战略在“印象西湖”、“印象丽江”中的应用 [J]. 云南科技管理, 2010 (3): 85-86.
- [39] 罗洁璐. 栖息在文化与旅游之间——《印象·丽江》(雪山篇) 纪实访谈与思考 [J]. 民族艺术研究, 2012 (2): 105-109; 150.
- [40] 刘建峰, 王桂玉, 张晓萍. 基于表征视角的旅游目的地形象内涵及其建构过程解析——以丽江古城为例 [J]. 旅游学刊, 2009, 24 (3): 48-54.
- [41] 瞿健文. 没有城墙的古城——丽江 [M]. 西安: 三秦出版社, 2003: 4.
- [42] 方舟. 丽江古城觅铃声 [N]. 云南大学报, 2010-03-26 (4).
- [43] 茹遂初. 丽江古城 [M]. 北京: 中国画报出版社, 1999: 45-46.
- [44] 范卉. 丽江的水, 纳西人的爱 [N]. 中国民族报, 2009-08-25 (4).
- [45] 周燕芳. 历史时期丽江大研纳西族聚落形态初探 [D]. 西安: 陕西师范大学, 2007.
- [46] 陈凡. 丽江大研古镇纳西族民居环境艺术特色研究 [D]. 西安: 西南林学院, 2007.
- [47] 汤鲜. 丽江当代建筑创作中的地域主义及其批判 [D]. 昆明: 昆明理工大学, 2009.
- [48] 吴其付. 遗产地旅游房地产研究——以丽江古城为例 [J]. 城市问题, 2007 (8): 32-36.
- [49] 黄光宇. 丽江古城的保护与开发 [J]. 城市规划, 1986 (1): 53-57.
- [50] 黄光宇. 丽江古城的开发与保护 [J]. 重庆建筑工程学院学报, 1985 (3): 9-16.
- [51] 李超. 丽江古城旅游的可持续发展研究 [D]. 昆明: 昆明理工大学, 2011: 76-80.
- [52] 胡洪江, 杨丽丘. 丽江老街越来越“世界” [N]. 人民日报, 2009-09-26 (5).
- [53] 罗冰清. 丽江古城非物质文化遗产旅游开发利用研究 [D]. 昆明: 云南西师范大学, 2007: 46.
- [54] 刘朝晖. 文化遗产保护地移民安置的社区价值研究——以云南“丽江古城狮子山环境整治工程”项目为例 [J]. 思想战线, 2012, 38 (2): 85-89.
- [55] 陈蓦. 探寻丽江古城文化生命力 [D]. 昆明: 云南艺术学院, 2012: 16-28.
- [56] 丁雨莲, 陆林, 黄亮. 文化休闲旅游符号的思考——以丽江大研古城和徽州古村落为例 [J]. 旅游学刊, 2006, 21 (7): 12-16.

丽江市古城周边“城中村”更新的社会经济发展策略研究

欧莹莹

(云南大学 城市建设与管理学院, 云南 昆明 650091)

摘要: 丽江作为历史文化名城旅游开发的成功案例, 经济快速发展, 近年来, 古城的旅游市场已趋于饱和, 其周边土地的开发活动频繁, “城中村”现象显现出来。以研究丽江古城周边“城中村”的更新改造为目标, 针对丽江“城中村”的特殊性, 从社会学的视角探讨古城周边“城中村”地区在更新过程中社会经济结构的转变, 研究如何构筑城乡一体的新型经济、社会空间格局。

关键词: 丽江市; “城中村”更新; 社会经济发展策略

中图分类号: F299.2

文献标识码: A

文章编号: 1001-7852(2013)05-0015-05

自城市产生后, 城乡关系便随之而产生, 已形成的城乡关系论有二元结构理论、核心——边缘发展理论、空间扩散理论和城乡边缘理论等。在城乡关系论和城市边缘理论的基础上, 从20世纪90年代开始, 国内学者在理论和实践两方面对“城中村”成因、演变、改造等问题展开研究。“城中村”是从农村聚落演化而来的, 原是城市近郊的农村。学术界对“城中村”的定义没有统一的解释, 普遍认为“城中村”是被城区包围的“村庄”, 是中国体制转轨时期农村城市化进程中的一个独特现象^[1]。对“城中村”的更新改造的研究则来源于综合问题与对策、土地经济、文化、体制、城市规划、新方法新模式和实践等方面^[2], 其中不乏从社会经济的角度探讨“城中村”改造问题, 如李立勋以广州市典型城中村为例探讨“城中村”的社会经济特征^[3]; 尹晓颖、闫小培、薛德升以深圳市蔡屋围、渔民村为对象, 研究“城中村”改造中的非正规部门^[4]。

近年来, 滇西北成为云南省继以昆明为中心的滇中旅游区之后的第二大旅游区, 丽江自1996年

震后恢复重建, 1997年成功申报世界文化遗产, 2002年丽江“撤地设市”, 现已成为与国际接轨的旅游城市和区域中心城市。丽江古城承受着巨大的压力, 其周边土地的开发活动频繁, 建成区的再开发强度大, 农田和自然环境被吞噬, 国际性旅游城市的地位和落后的城镇建设水平不相匹配, “城中村”现象显现出来。针对丽江的学术研究大多集中于丽江古城, 包括对古城保护问题, 旅游开发问题, 古城景观、空间、文化、居住等问题的研究^[5]。而对古城功能外溢、古城与城市发展的相互关系, 古城外部的城市建设和“城中村”问题少有涉及。

1 丽江“城中村”存在和更新的特殊性

1.1 丽江“城中村”的特征

选取丽江市区内亟需整治的2个“城中村”片区进行调查, 分别为: (1) 位于古城、主城区雪山大道以西, 城乡接壤处的寨后片区; (2) 位于古城

收稿日期: 2013-08-30; 修订日期: 2013-10-09.

基金项目: 云南省教育厅科学研究基金一般项目: 丽江市“城中村”居住形态更新及防灾研究(2011Y110)成果.

作者简介: 欧莹莹(1979-), 女, 广东省番禺人, 讲师, 硕士, 研究方向为城市规划与区域规划.

东北侧,丽江市东侧交通主入口的金虹路片区。

相比中国“城中村”普遍存在的缺乏统一规划、建筑质量差、基础配套设施不足、社会矛盾突出、经济业态环境复杂等特点,丽江市“城中村”具有其特殊性,如:(1)建筑多呈规则的院落整齐排列。(2)建筑高度多为2~3层。(3)居民已形成良性的居住形态模式,生活满意度高。(4)少商业功能,多为居住功能,本地居民居多。(5)居民生产生活与古城关联度高。(6)多位于古城风貌保护范围内,受风貌和建筑高度限制。

1.2 丽江“城中村”更新的特殊性

(1) 具有较好的物质基础

丽江古城周边“城中村”具有明晰的城市肌理和脉络,“城中村”内建筑具有风貌的一致性和一定的历史文化价值。金虹路片区紧邻古城,延续了古城肌理,大部分建筑为传统木结构,三坊一照壁的院落式建筑形制,白墙灰瓦,整体色彩较为协调统一,保有丽江传统民居的风貌。寨后片区内“城中村”则呈现密集、整齐的城市肌理,建筑呈院落或行列式规整布置,多为含传统建筑特色的现代建筑。

(2) 物质空间改造和再开发困难

“城中村”城市肌理和建筑格局具有丽江民居特色,然而街区房屋质量较差,基础设施水平低,并存在消防等安全隐患。此外,一些“城中村”在古城保护范围内,如金虹路片区,在古城保护规划中均要求建筑高度控制在3层以下,也为更新再开发带来经济上的困难。

(3) 与古城经济活动互动频繁

古城周边的“城中村”得益于古城商业功能的“外溢”,经济活动丰富,与古城经济互动频繁。金虹路沿线家庭旅馆、商店、农家乐和餐馆密集分布。寨后片区的“城中村”中则有农家乐、客栈等商业形态。其中,寨后上村是个典型的“城中村”,全村有100多户,随着丽江城市建设的加快,村里的土地被大量征用。寨后上村抓住新农村建设的契机,发展个私经济和集体经济,村民人均纯收入迅速提高。

2 丽江“城中村”更新模式展望

2.1 沿用“丽江模式”对古城周边地区进行更新治理

针对丽江大研古镇的更新发展的丽江模式,将

旅游业的发展与历史文化遗产保护相结合,以对旅游业的投入来维系和保护丽江古城,同时解决管理者之间的矛盾,更新古城内居民的生活方式^[6]。丽江模式导致古城内商业氛围过重,但对繁荣经济,解决古城居民的再就业起到了积极的作用。

旅游业与街区保护相结合的方式,同样可运用于古城周边区域。沿用丽江模式需满足两个条件。(1)具有一定的文化和景观保护价值。古城周边,特别是“城中村”区域,没有古城这样优良的历史风貌,但寨后片区、金虹路片区等古城周边“城中村”包含具有保护价值的传统民居和城市肌理,同时这些区域也需要与古城的传统风貌相协调。(2)具有发展旅游经济的潜力。近年来,丽江旅游业蓬勃发展,旅游市场进一步扩张,古城周边商业氛围也颇为浓厚。

2002年,丽江政府对束河古镇进行了开发,保留了一部分古镇的肌理,同时也进行了新区的开发,旅游商业与古城保护同时进行,也获得了很好的成效。与束河古镇相比,古城周边地区更接近丽江城市旅游的核心区,交通便利,具有旅游经济开发的可能性。

2.2 借鉴“渐进式”街区更新的模式

从20世纪开始,伴随着西方国家城市更新运动的实践,许多学者就从不同角度倡导用小规模、渐进式的更新取代大规模的推倒重建。1961年,简·雅各布在其著作《美国大城市的生与死》中对大规模改造进行了批判。她认为,大规模的更新破坏了城市的多样性,提出了小规模渐进式的更新手段。在我国,尤其对历史保护街区的更新研究中,也有诸多学者提出了渐进式更新城市街区。吴良镛先生在对城市历史理论研究和旧城发展观察思索的基础上提出“有机更新”理论,并以此成功指导“菊儿胡同”的改造。

古城周边“城中村”面临物质更新困难的问题,既可吸取丽江古城更新模式的经验,也要结合旧居住区开发再管理的经验,以渐进式更新的方法进行局部的修缮和改造,保留有价值的城市 and 村落肌理。

2.3 从西方自主式更新得到的启示

不论是“丽江模式”,还是渐进式更新的模式,其核心内容除了在有限的经济条件下,配合以物质更新外,更重要的是政策引导与自主式更新相结合。在规划中协调社会团体层面的矛盾。

自20世纪70年代,西方国家开始实施以自主

式更新为主要手段的社区更新,复兴社区经济,改善城市环境。美国以“邻里复兴(Neighborhood Revitalization)”概念取代“城市更新(Urban Renewal)”,其实质是强调“自愿式更新(Incumbent Upgrading)”^[7]。西方国家在建设其战后的城市更新系统的过程中,强调加强个体和私人机构在城市公共住房和经济发展中所起的作用^[8]。中国的行政制度与社区更新相结合,出现了乡村城市化、乡办企业、村民自治更新等现象。借鉴农村城市化过程中的成功经验,“城中村”更新除了需要政府统一规划外,还需要多元资金筹措渠道,顺应丽江城市发展的需要,村民可选择自由参与的形式加入更新资金筹措中。

3 “城中村”更新的社会经济发展策略

古城周边“城中村”与丽江城市建设尚缺乏城乡一体化的空间联系,形成古城、“城中村”、城市新区建设脱节的现象。城市社会空间格局体现出多样化的特色。一方面,古城内部商业集中,本地居民比例减少,外来商客占大多数;另一方面,古城周边“城中村”仍保持农村的生活方式,以本地原住民为主,商业活动也呈零星和分散分布的格局。从社会经济的角度探讨“城中村”更新问题,旨在从古城旅游经济发展的“丽江模式”中吸取经验,顺应城市化质量的提高,构筑城乡一体的社会空间格局。

3.1 居民经济活动的转变——避免古城开发弊端, 弥补丽江商业体系

城乡一体的社会空间格局意味着村民经济活动的转变。将小规模渐进式更新改造与丽江模式相结合的过程中,居民自主式的经济活动转变起到重要的作用。

(1) 以由村组权利主体自筹资金实施的改造为主,避免外来经商者的挤压。旅游服务业是风景旅游城市居民再就业的重要组成部分,让本地居民参与旅游服务业当中,从“丽江模式”来看已显现出一些弊端。游客量日益增多,原有的社会风俗和历史文化被日益涌入的外来经商者和游客冲淡,社会文化转变的同时也导致了物质空间结构的变化。在古城周边地区进行商业再开发需和古城开发模式有所区别。

关于城中村更新的投资模式有以下4种:由村组权利主体自筹资金实施的改造为主,由政府或土地权利主体通过招商引资以“土地+资金”的合作模式实施的改造,由政府因公共利益需要直接投资的改造,由政府实施的土地储备、土地一级开发的改造^[9]。“城中村”地区的开发目的是居民职业转变和再就业,是实现村民市民化的重要途径,应以村民自筹资金实施的更新改造为主,有针对性的扶持本地居民的经营活

(2) “城中村”的商业更新可与特色商业街建设相结合,弥补丽江社区商业中心建设不足的问题。丽江作为以旅游业为主要职能的历史文化名城,目前商业网络还不够系统和完善,与丽江市国际型旅游城市的形象不相匹配。丽江缺乏规模较大且集中的城市商业中心,亦缺乏社区商业中心,虽有一些通过旧城改造建起的商业街,但特色不够鲜明。目前在各“城中村”内已有农家乐、餐饮、旅馆客栈等业态分布,旅游服务业有一定的市场,但“城中村”内基础设施缺乏,商业品味和层级低,建设较为盲目,且存在安全隐患。总的看来,丽江市特色商业街的开发具有较大的潜力,可将“城中村”的商业更新与特色商业街建设相结合,使原“城中村”内分散无序的商业业态发展为较集中的城市型社区商业中心,完善城市商业体系。

从“城中村”自发建设的酒店可见,餐饮业、农家乐和酒店业在“城中村”区域的发展势头更好,而噪声较大的酒吧、娱乐业则较少。提前规划,局部集中有利于未来社区商业网络的形成。

3.2 居民生活方式的转变——村委会转变为社区, 村民转变为市民

在推进居民经济活动改变的同时,实现居民生活方式的转变,同时应保留民族文化和民俗习惯。

(1) 居民生活方式的转变,是村委会向城市社区的转变,是城市社会环境改善的过程。近年来,丽江“城中村”酒店增长很快,但由于地处“城中村”,存在各种环境和安全隐患。虽然节假日丽江市酒店住房稀缺,按照相关规定旅行团和旅客也只会选择星级酒店和环境较好的客栈居住,“城中村”的旅社只有关闭,这给本来已燃起商业活力的“城中村”发展又带来困难。城市社区与“城中村”的不同,除了物质设施的差距,更重要的是社会环境的不同,城市社区能够为居民提供管理组织与社会服务。因此,实现“城中村”向城市社区的

转变,是改善“城中村”环境的重要途径。其中面临着行政、管理、经费多方面的困难,应尝试以“城中村”社区组织者为单元进行改制,政府增加对“城中村”地区的社会投入,从社区内部进行自主式的更新。

(2) 居民生活方式的转变,是村民向市民的转变。丽江“城中村”居民多为本地居民,“城中村”的社会环境与其他城市相比趋于单一,随着社区商业街的建设,可将居民的商业行为规范化,使其生活及经营方式也越来越接近城市居民。

3.3 社会群体互动方式的转变——维护生存空间,开放社会网络

(1) 社会群体互动关系的转变,首先体现在社会网络更加开放。由政府、村集体、开发商共同决策的开放型的社会网络结构取代原先的以村委会为单元的相对封闭的村级行政组织。社会群体关系由以家庭关系为主的原住地居民之间的互动转为更为复杂的政府、居民、经商者、游客之间的互动关系。

(2) 社会群体互动关系的转变,也体现在社会的多元化和各个群体的和谐生存。“城中村”社会矛盾突出,很大程度上是由于公共服务和公共设施稀缺导致的。在“城中村”经济活动和生活方式发生改变的同时,结合行政区划和社区规划,逐步完善社会组织管理和服务建设,使多元的社会结构更加和谐。

(3) 维护原有的生存空间,保护民族风俗和文化。古城开发使得外来经商人员持续增加,本地原住民大量外迁。根据丽江古城的经验,外来商户进入后,从事的主要行业是旅游业,主要的服务对象是游客,对原当地居民的生活服务较少,促进了古城商业化功能转型的过程^[10]。同样的现象,也有

可能出现在“城中村”地区。许多古城原住民搬迁到城市新区居住,将房屋出租给外来经商者,造成了城市文化的流失。针对“城中村”管理组织的更新规划应是普遍和全面的,“城中村”的主要功能还应以居住为主,商业作为区域发展的活力因子注入其中,应有重点的进行限制和规划。

4 结论

丽江市古城周边的“城中村”区域面临着城市更新的特殊性和困难性,探讨其城市更新中的经济及社会发展策略表明:

(1) 古城周边的“城中村”具有一定的物质文化基础,其建筑形态、城市肌理均具有民居风貌和民俗文化的保留价值,且需与古城风貌向协调,大规模的物质空间改造不可行。受古城功能“外溢”影响,周边区域与古城经济互动频繁,节假日古城的酒店、商业、饮食等功能均趋于饱和,较好的市场和便利的交通,为古城周边“城中村”更新以社会经济手段为主带来可能。“丽江模式”与小规模渐进式更新的结合,以西方国家自愿式更新为启发,古城周边“城中村”地区应以建立城乡一体的社会经济格局为目标进行更新改造。

(2) 构筑新型的社会经济体系。体现在:居民经济活动的转变,将古城“外溢”的服务业功能转入古城周边地区,使集中的社区商业网点取代零星分散的服务业;居民生活方式的转变,逐渐以开放的城市社区行政组织和管理服务取代封闭单一的村委会形式,改善社会环境,完成由村民向市民的转变;社会群体互动方式的转变,应建立多元和谐的社会关系。

参考文献:

- [1] 陈瑞莲. 破解城乡二元结构: 基于广东的实证分析 [M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2007: 22.
- [2] 王巧玲. 国内城中村改造研究综述 [J]. 经济师, 2011 (4): 30-31.
- [3] 李立勋. 城中村的经济社会特征——以广州市典型城中村为例 [J]. 北京规划建设, 2005 (3): 35-37.
- [4] 尹晓颖, 闫小培, 薛德升. 快速城市化地区“城中村”非正规部门与“城中村”改造——深圳市蔡屋围、渔民村的案例研究 [J]. 现代城市研究, 2009 (3): 44-53.
- [5] 陈桔. 丽江的城市开发与遗产保护 [D]. 昆明: 昆明理工大学, 2006.
- [6] 唐春媛, 刘明, 黄东海, 等. 古镇保护与更新模式探析——以闽北和平古镇为例 [J]. 重庆建筑大学学报, 2007 (12): 1-6.
- [7] 阳建强, 吴明伟. 现代城市更新 [M]. 江苏南京: 东南大学出版社, 1999: 17.
- [8] GOTHAM K F. A City without Slums: Urban Renewal, Public Housing, and Downtown Revitalization in Kansas City, Missouri

- [J]. *Economics and Sociology*, 2001, 60 (1): 285 – 316.
- [9] 洪增林. 城中村改造模式及效益研究——以西安市城中村改造为例 [J]. *西安建筑科技大学学报: 自然科学版*, 2010 (6): 432 – 435.
- [10] 黄珏, 张天新, 山村高淑. 丽江古城旅游商业人口和空间分布的关系研究 [J]. *中国园林*, 2009 (5): 23 – 26.

STUDY ON STRATEGIES OF SOCIAL ECONOMIC DEVELOPMENT OF “CITY VILLAGES” REGENERATION IN SURROUNDING AREAS OF THE OLD TOWN OF LIJIANG

OU Ying-ying

(*School of Urban Construction and Management, Yunnan University, Kunming 650091, Yunnan, China*)

Abstract: As a successful case of tourism development of historical city, the economy of Lijiang City develop fast. In recent years, the tourism market of the old town is basically saturated, land development activities are very frequent and the phenomenon of “City Villages” appears in surrounding areas of the old town. In order to re-search the regeneration of “City Village” surrounding of the old town of Lijiang City, this article discusses the transition of social and economic structure in “City villages”. In the view of sociology, studies on the reconstruction of a new social and economic spatial system between city and countryside.

Key words: Lijiang City; regeneration of “City Villages”; strategies of social economic development

~~~~~  
(上接第 14 页)

## THE ANALYSIS ON CULTURAL CHARACTERISTICS OF THE OLD TOWN OF LIJIANG IN THE TIDE OF COMMERCIALIZATION

ZHANG Zu-qun<sup>1,2,3</sup>

- (1. *Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS Beijing 100070, China;*  
2. *College of business administration, Capital University of Economics and Business, Beijing 100070, China;*  
3. *College of art and communication, Beijing Normal University, Beijing 100875, China*)

**Abstract:** The 30 years development of Lijiang tourism presents two clues, including the commercialization of representation and intrinsic cultural consciousness. Based on the interview sample, the primary reason of attracting tourists is considered to be the specific local wisdom in Lijiang. Which makes it present the cultural intention of global leisure ancient capital. Two academic issues are discussed in the end: (1) The heritage protection of the old town of Lijiang City should consist of both material cultural heritage and intangible cultural heritage. (2) As a key town on the ancient horse and tea road, the old town of Lijiang City should not abandon the caravan Na – xi culture and four – in – one (human – water – city – environment) culture of the doctrine of the mean, and other characteristics in its future development. The depth of the high quality tourism and cultural heritage is in line with the tide of world heritage tourism and sustainable.

**Key words:** the old town of Lijiang; cultural characteristics; the world heritage; local wisdom

# 旅游发展背景下周庄古镇物质文化景观变迁研究

储成芳

(安徽国防科技职业学院, 安徽 六安 237011)

**摘要:**近年来, 古镇旅游发展迅猛。这一现象吸引了大批学者从不同角度对其进行了充分的研究, 但关于古村镇文化景观变迁方面的研究不多, 有必要弥补这一不足。利用文献分析、实地调研、遥感影像等研究方法, 从文化学、历史学、地理学等角度深入探讨了周庄古镇的旅游景点的类型和分布, 民居的功能和结构以及土地利用的总体特征和类型的变迁过程, 指出周庄古镇文化景观的变迁受到旅游发展、经济发展、人口变动、政府干预、科技发展5种因素的影响。

**关键词:**文化景观; 变迁; 旅游; 周庄

**中图分类号:**TV986

**文献标识码:**A

**文章编号:**1001-7852(2013)05-0020-07

中国古镇旅游起步于20世纪80年代, 目前古镇旅游在中国发展迅猛, 这种迅猛的发展态势也引起了学术界的关注。学者们纷纷从不同角度对古镇进行了研究, 在古村镇研究方面取得了丰硕成果。但国内关于古村镇的学术研究主要集中在古村镇的资源保护与旅游开发、古村镇的旅游影响等方面, 而对古村镇文化景观变迁的研究较少, 特别是对于土地利用变迁的研究则显得更加薄弱。研究古村镇文化景观变迁过程, 揭示旅游开发对传统村镇文化景观变迁的影响, 对于传统村镇文化景观的保护, 游客满意度的提高及旅游业的可持续发展都具有重要的现实意义。

## 1 旅游景观变迁

### 1.1 旅游景观类型变化

周庄的自然环境和历史文化塑造了其“小桥流水人家”的水乡风貌, 小桥、水巷、民居构成了古镇主要的景观要素。古镇利用这些资源, 发展观光旅游。景点类型主要包括古桥水巷、明清建筑、古镇名胜和民间馆藏, 大都是明清古建筑。以人文旅游资源为主, 自然旅游资源为辅。近年来, 周庄进

行产业转型, 新增了一些度假休闲类旅游产品, 丰富了旅游产品类型, 改变了旅游景点的分布格局, 延伸了旅游服务产业链, 从以门票收入为主的“观光型收入”转向以商务、会务、自驾、休憩、康体等多种收入并重的“休闲型收入”, 利用资源优势开发了一系列新的旅游景点, 且各景点功能不一, 能满足不同类型游客需求。这些旅游景点类型丰富, 增加了周庄文化景观的类型; 建筑风貌现代化, 与传统民居景观差异显著; 功能齐全, 集度假、休闲、会议、体验、娱乐、观光等功能于一体, 提升了传统旅游景点的功能, 正在刷新概念中的周庄(表1)。

### 1.2 旅游景点分布变化

周庄的观光型旅游景点主要集中在古镇核心区, 沿着“井”字形河道错落有致地分布。然而周庄这种传统的观光型旅游已步入成熟阶段, 而且面临衰退的可能<sup>[1]</sup>。在这样的背景下, 周庄政府积极响应国家支持旅游产业发展的政策号召, 对接大上海一体化战略, 全面推动周庄旅游的转型升级, 并以国际休闲度假旅游业、文化创意产业作为转型的突破口。近年来新增了许多休闲度假类旅游景点,

收稿日期: 2013-08-21; 修订日期: 2013-09-25.

基金项目: 2013年高等教育振兴计划人才项目: “专业合作社模式下贫困山区有机种植可持续发展研究”(2013SQRW112ZD).

作者简介: 储成芳(1987-), 女, 安徽省宣城人, 助教, 硕士, 主要从事旅游经济与文化研究.



有富贵园、画家村、云海度假村等。这些景点的分布由古镇核心区附近逐渐向周庄大桥以北地区扩展(图1)。这些新增旅游景点都分布在古镇核心区外围,并结合地域特色,沿着主干道不断向外拓展。

这不仅响应了同济大学阮仪三教授提出的“保护古镇,建设新区,发展旅游,振兴经济”的十六字方针,又打破了周庄传统的景观格局,重塑了周庄的景观形态。

表1 周庄旅游景点类型变化

Tab.1 Main tourist attractions in Zhouzhuang

|          | 景点类型     |        | 景点名称                           |          |
|----------|----------|--------|--------------------------------|----------|
|          | 传统       | 新增     | 传统                             | 新增       |
| 传统<br>景点 | 观光<br>游览 | 古桥水巷   | 双桥、富安桥、贞丰桥、福洪桥、太平桥             |          |
|          |          | 明清建筑   | 张厅、沈厅                          |          |
|          |          | 水镇名胜   | 文化街、周庄古八景、牌楼塔影、南湖、迷楼、澄虚道院、全福讲寺 |          |
|          |          | 民间馆藏   | 一稀堂博物馆、天富博物馆、周庄博物馆             |          |
|          | 开发时间     |        | 景点名称                           | 主要功能     |
|          |          |        | 周庄·江南人家                        | 实景演出     |
| 新增<br>景点 | 度假<br>休闲 | 2008 年 | 昆山文化<br>创意产业园                  | 宗教、休闲、美食 |
|          |          |        | 爱渡风情小镇                         | 度假、娱乐    |
|          |          |        | 富贵园                            | 文化创意     |
|          |          | 2001 年 | 画家村                            | 会议、休闲    |
|          |          | 2000 年 | 周庄舫                            | 健身、休闲、度假 |
|          |          | 1996 年 | 光明高尔夫球场                        | 美食、娱乐、休闲 |
|          |          |        | 云海度假村                          |          |

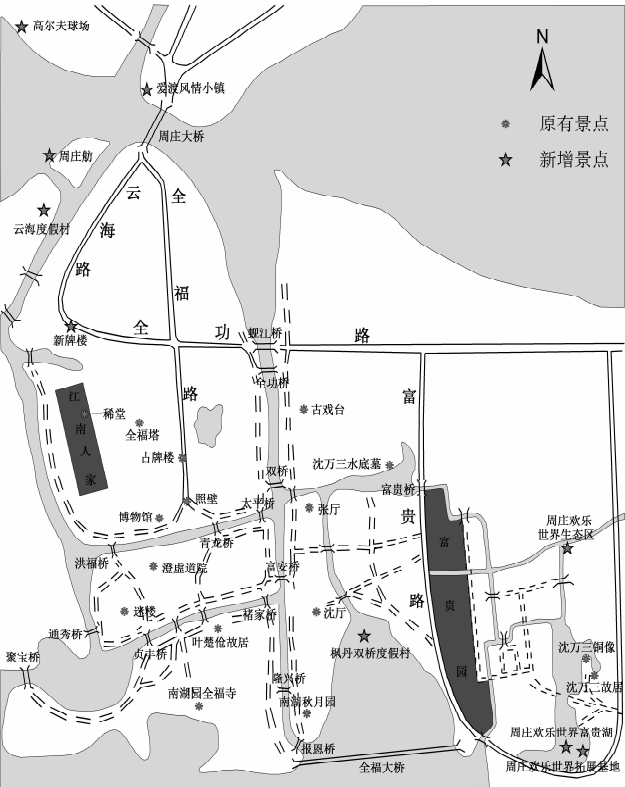


图1 周庄旅游景点分布图

Fig.1 Tourist attractions distribution in Zhouzhuang

2 民居景观变迁

周庄古镇民居中,明、清和民国时期的古建筑占有60%以上。其中有近百座古宅院第、临河水阁、过街倚楼、水墙门、河埠廊坊仍透析着古往今来的沧桑,诠释着先人们创造历史的勤劳与智慧。虽然为了发展旅游,古镇民居的改造与修缮、建筑高度、颜色等都被严格地限制,但是经过自然环境的变化和社会经济的发展,古民居的功能和新民居的结构都发生了变化。

2.1 古民居功能变化

受中国传统的“天人合一”思想和经济作用影响,周庄古镇民居采用背水临街的布局模式,一般临街处为前,面水处为后,并形成“下店上宅”、“前店后宅”和“前店后坊”的建筑模式,集生产和生活功能为一体。

古民居除了用于生产和生活,还具有商业功能。周庄商业向来比较发达,有“商业周庄”之称。发展旅游之后,古民居功能发生很大改变,由以前的以生产和生活功能为主,改变成以旅游和商

业功能为主。当地政府把发展旅游当作发展经济的助推器,对古镇建筑实行严格的保护,以保留传统的水乡风貌和空间格局,并通过各种有力方式促进旅游发展,“小桥、流水、人家”的独特风情吸引了国内外大批旅游者(图2)。同时,商业成为居民参与旅游业的主要途径,居民有的利用自家房屋开设家庭旅馆、经营商店,有的将房屋出租给外地人开店。据2007年统计数据,在古镇核心景区的主要街道上,紧密分布有585家商铺,其中15.83%的门面是仅剩的居民用房,只有4%的门面是面向居民为主的,7%的门面是面向居民和游客的,73.24%的门面是面向旅游者的\*。说明周庄古镇游客经济和居民经济失衡,缺少居民服务性设施,商业化氛围过浓,民众参与度低,生活气息缺失。浓厚的商业化气息造成很多年轻人不愿住在老镇区而纷纷迁往新区或大中城市。人去楼空,古民居成了游客欣赏的“躯壳”,外地商人赚钱的工具,当地政府发展经济的手段。

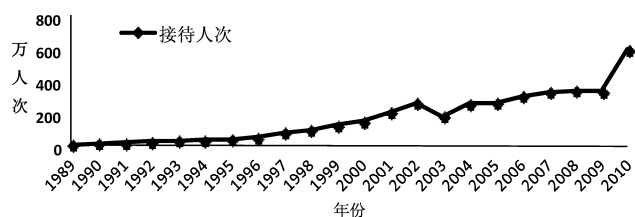


图2 周庄历年接待人次统计情况

Fig. 2 Zhouzhuang reception people statistics every year

## 2.2 新民居结构变化

建筑形态的选择与定型往往是自然环境与人文

环境共同作用的结果,尤其是与人们生活息息相关的居住建筑。周庄古镇的传统民居建筑主要为明、清和民国年间的遗存。建筑单体以砖木结构的一、二层厅堂式居多,少量建筑达到3层,基本维持水乡民居平缓、朴实的面貌。为适应江南水乡气候的特点,建筑布局多天井、院落。空斗填充墙,立帖举架,木椽木桁架构,观音兜山墙或马头墙,蝴蝶瓦屋顶,形成高低差落、粉墙黛瓦,极具江南水乡特色的建筑。

随着家庭人口结构、思想观念和生活水平的变化,大多数传统民居已无法满足人们的居住要求,加上现代建筑材料的更新和建造技术的进步,现代民居逐渐与传统民居形成差异,多为楼房式甚至别墅式,尤其是现代化的新型民居。据统计,2008、2009年住户楼房比重分别达到97.5%、98%\*\*。解放前后建的房子多为素混凝土表面,体量大、尺度大;解放后至80年代所建房屋多为砖混结构,一楼一底的平顶楼,下层用做厨房、休闲聊天和堆放农用具,楼上多为卧室,功能分区逐渐显著。许多房屋没有阳台,室内多用水泥铺地,窗户用材多为木质和铁质框架的玻璃窗。八、九十年代新建的房子不论是从外观用材还是内部装修,质量都大大提高,更适宜居住。大面积的采光、宽敞的阳台、内部空间的功能分配等在修筑中都得到充分考虑。钢混结构,形成联排式或独立式民居,裸露的墙面已经鲜见,大多墙体内外和地面都装饰一新,窗户采用不锈钢,大门制作精美。建筑风格城市化和趋同化<sup>[2]</sup>(表2)。

表2 周庄古镇民居发展趋势

Tab. 2 Development trend of residences in Zhouzhuang

| 建造时间    | 民居功能      | 建筑材料   | 民居结构              |
|---------|-----------|--------|-------------------|
| 明、清、民国  | 居住、商业、旅游  | 砖木结构   | 一、二层厅堂式、下店上宅或前店后坊 |
| 50年代    | 居住、农商业生产  | 素混凝土结构 | 平面式               |
| 50~80年代 | 居住、农工商业生产 | 砖混结构   | 两层楼、上下功能分离        |
| 80、90年代 | 居住、商业     | 钢混结构   | 三层楼或别墅、上下功能分离     |

## 3 土地利用变迁

周庄地处府县边隅,四周群湖环抱,河港纵

横。自古以来,土地利用以水域用地和耕地为主。随着经济发展和社会变迁,居住用地、道路用地、公共设施用地等面积逐渐增加,耕地面积不断减

\* 数据来源:周庄国际休闲度假区旅游发展总体规划(2011-2030)。

\*\* 数据来源:周庄镇统计站。

少。发展旅游之后，古镇的土地利用更是发生了巨大变化。

选取3个时期的Landsat TM卫星影像作为数据源，成像时间分别为1991年、2001年、2005年，投影类型为UTM投影，椭球体和基准为WGS 84，墨卡托区域（UTM Zone）选择北纬50区，图像质量良好。

利用遥感数字图像处理软件ERDAS IMAGINE 9.2对图像进行处理。首先，合成原始遥感图像。由于TM1，4，5波段为提取居民点和水域的最佳波段组合，所以选取这3个波段进行波段合成<sup>[3]</sup>，然后对图像进行几何校正等预处理。再次，在《全国土地分类（试行）》标准的基础之上，运用监督分类法对地物进行分类（见表3）。由于Landsat TM卫星影像第1，4，5波段分辨率为30 m，但周庄镇的面积太小，在原始遥感图像上显示得不清晰，很

难对建设用地进行详细划分，所以将周庄镇的土地利用类型主要划分为3类，分别为建设用地、水域和耕地。在波段1，4，5合成的遥感图像中，建设用地用品红色表示，水域用蓝色表示，耕地用绿色表示。最后，将分类后的土地利用类型图输出（图3、4、5）。

表3 周庄镇土地利用分类

Tab.3 The land use classification of Zhouzhuang

| 一级分类   | 二级分类                                                                      |
|--------|---------------------------------------------------------------------------|
| 1 农用地  | 11 耕地                                                                     |
| 2 建设用地 | 21 商服用地 22 工矿仓储用地 23 公共设施用地 24 公共建筑用地 25 住宅用地 26 交通设施用地 27 水利设施用地 28 特殊用地 |
| 3 未利用地 | 31 水域                                                                     |

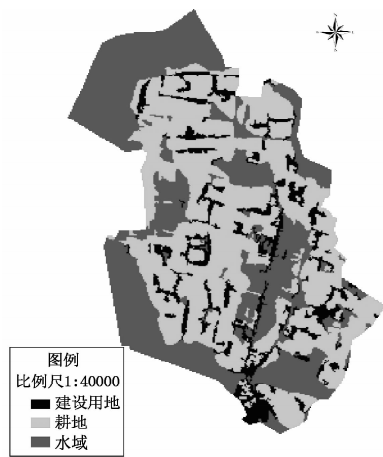


图3 1991年土地利用类型图  
Fig.3 Land use patterns in 1991

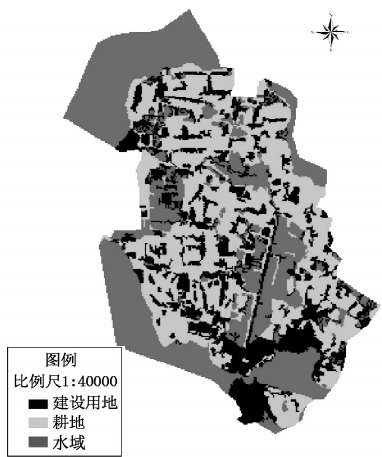


图4 2001年土地利用类型图  
Fig.4 Land use patterns in 2001

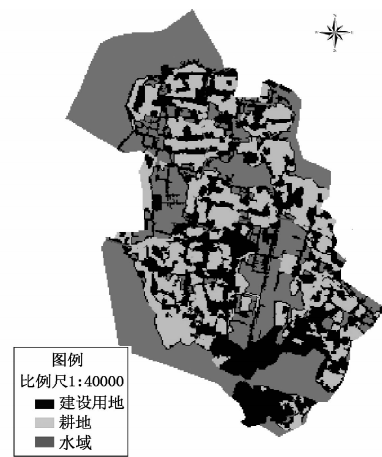


图5 2005年土地利用类型图  
Fig.5 Land use patterns in 2005

3.1 土地利用变化的总体特征

在区域土地利用变化中，土地利用面积变化是一个重要方面，它首先反映在不同类型的土地利用的总面积变化上。对比图3、4、5可看出，建设用地和耕地的面积变化明显。建设用地面积大幅增

加，覆盖范围越来越广；耕地面积逐渐减少，尤其是古镇区和新镇区；水域用地面积变化不大，基本保持不变。

通过分析，得出以下3个时期周庄镇的各土地利用面积及所占比例（见表4）。

表4 周庄镇1991年、2001年、2005年土地利用面积与比重  
Tab.4 The land use area and proportion in 1991, 2001 and 2005 year in Zhouzhuang

| 地类   | 1991年              |       | 2001年              |       | 2005年              |       | 1991~2001年          | 2001~2005年          | 1991~2005年          |
|------|--------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|---------------------|---------------------|---------------------|
|      | 面积/km <sup>2</sup> | 比重/%  | 面积/km <sup>2</sup> | 比重/%  | 面积/km <sup>2</sup> | 比重/%  | 变化量/km <sup>2</sup> | 变化量/km <sup>2</sup> | 变化量/km <sup>2</sup> |
| 建设用地 | 4.42               | 11.35 | 9.12               | 23.41 | 15.48              | 39.73 | 4.7                 | 6.36                | 11.06               |
| 耕地   | 19.09              | 49.0  | 14.88              | 38.19 | 8.02               | 20.59 | -4.21               | -6.86               | -11.07              |
| 水域   | 15.45              | 39.65 | 14.96              | 38.4  | 15.46              | 39.68 | -0.49               | 0.5                 | 0.01                |

从表 4 可看出, 15 年来, 周庄镇土地利用类型以水域用地为主, 约占总面积的 39%, 比重变化由 39.65%→38.40%→39.68%, 说明其稳定性较强, 这与周庄镇“镇为泽国, 四面环水”的自然环境密切相关。建设用地面积大幅增加, 1991~2001 年增加 4.70 km<sup>2</sup>, 2001~2005 年增加 6.36 km<sup>2</sup>, 1991~2005 年增加 11.06 km<sup>2</sup>; 耕地面积逐年减少, 1991~2001 年减少 4.21 km<sup>2</sup>, 2001~2005 年减少 6.86 km<sup>2</sup>, 1991~2005 年减少 11.07 km<sup>2</sup>; 建设用地面积的大幅度增加主要是由于耕地面积的减少而成的。周庄镇自 1989 年发展旅游业以来, 经济增长迅速, 高速发展的经济带动了城市建设活动的剧增, 大片耕地被占用。

### 3.2 土地利用类型变化的动态分析

#### 3.2.1 土地利用类型的数量变化分析

##### (1) 土地利用变化幅度和动态度

土地利用变化幅度可用于从宏观角度对区域土地利用动态变化进行综合分析, 从而客观地反映出土地利用变化的总态势和土地利用的结构变化。其

计算公式为<sup>[4]</sup>:

$$F = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times 100\% \quad (1)$$

式中:  $F$  为土地利用变化幅度;  $U_a$ 、 $U_b$  分别为研究期初和研究期末某一土地利用类型的面积。

单一土地利用动态度可定量描述区域土地利用变化的速度, 反映区域土地利用变化的剧烈程度, 对比较土地利用变化的区域差异和预测未来土地利用变化趋势具有积极作用。其表达式为<sup>[4]</sup>:

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (2)$$

式中:  $K$  为研究期内某一土地利用类型动态度,  $U_a$ 、 $U_b$  分别为研究期初和研究期末某一土地利用类型的面积;  $T$  为研究期时段长。

根据公式 (1)、(2) 计算出周庄镇 3 种土地利用类型 1991~2001 年、2001~2005 年的变化幅度、动态度和面积变化 (见表 5)。

表 5 周庄镇 1991~2001 年、2001~2005 年土地利用类型变化幅度、动态度

Tab. 5 The land use rangeability and dynamic index of Zhouzhuang in 1991~2001 and 2001~2005 year

%

| 项目   | 1991~2001 年 |        |       | 2001~2005 年 |       |      |
|------|-------------|--------|-------|-------------|-------|------|
|      | 建设用地        | 耕地     | 水域    | 建设用地        | 耕地    | 水域   |
| 变化幅度 | 106.34      | -22.05 | -3.17 | 69.74       | -46.1 | 3.34 |
| 动态度  | 9.67        | -2.0   | -0.29 | 13.95       | -9.22 | 0.67 |

从表 5 可知: 1991~2001 年和 2001~2005 年, 周庄镇土地利用类型中建设用地的动态度都为最大, 分别为 9.67% 和 13.95%; 水域用地的动态度都为最小, 分别为 -0.29% 和 0.67%; 耕地的动态度都为负值, 分别为 -2.0% 和 -9.22%。周庄镇产业结构的调整使建设用地面积增加, 建设用地占用大量耕地, 从而造成耕地的动态度出现负值, 而建设用地的动态度出现正值。

#### 3.2.2 土地利用程度变化分析

土地利用程度主要反映土地利用的深度和广度, 反映土地利用中土地本身的自然属性, 也反映了人类因素和自然因素的综合效应。根据刘纪远等提出的土地利用程度的综合分析方法, 将土地利用程度按照土地自然综合体在社会因素影响下的自然平衡状态分为 4 级, 并分级赋予指数, 从而给出土地利用程度的定量表达。其中, 水域分级指数为 2

(低度利用); 耕地分级指数为 3 (中度利用); 城镇、居民点、工矿用地、交通用地分级指数为 4 (高度利用)。研究区域土地利用程度综合指数表达式<sup>[5]</sup>为:

$$L_a = 100 \times \sum_{i=1}^n A_i \times C_i \quad L_a \in [100, 400] \quad (3)$$

式中:  $L_a$  为某区域土地利用程度指数;  $A_i$  为第  $i$  级土地利用分级指数;  $C_i$  为第  $i$  级土地利用程度分级面积百分比;  $n$  为土地利用程度的分级数。

土地利用变化量及其变化率可定量揭示该范围土地利用的综合水平和变化趋势。土地利用变化量和变化率的表达式为:

$$\Delta L_{b-a} = L_b - L_a \quad (4)$$

$$R = \frac{L_b - L_a}{L_a} \quad (5)$$

式中： $L_b$  为  $b$  时间的区域土地利用程度综合指数； $L_a$  为  $a$  时间的区域土地利用综合指数。如果  $\Delta L_{b-a} > 0$  或  $R > 0$ ，则该地区土地利用处于发展期，否则处于调整期或衰退期。

根据公式 (3) 计算出，周庄镇 1991 年、2001 年、2005 年土地利用综合指数， $L_a$  分别为 271.7、285.01、300.05，远远高于同期中国土地利用程度综合指数，并且该指数是逐步上升的。根据公式 (4)、(5) 得出，1991~2001 年周庄镇土地利用变化量  $\Delta L_{b-a}$  和土地利用变化率  $R$  分别为 13.31、0.049；2001~2005 年周庄镇土地利用变化量  $\Delta L_{b-a}$  和土地利用变化率  $R$  分别为 15.04、0.0528，均大于 0，说明周庄镇的土地利用正处于发展期。

## 4 结论与讨论

### 4.1 旅游发展

旅游业已成为周庄古镇的主导产业，旅游开发吸引着当地政府、投资商、当地居民和旅游者参与到旅游活动过程中来，进而推动着文化景观的变迁。当地政府通过颁布各种政策法规、提供优惠政策、招商引资等手段而改变旅游地文化景观；投资商到旅游地开店、参与旅游开发等行为会直接影响旅游地的文化景观变迁；当地居民为了迎合旅游者的爱好，将传统文化和生活方式舞台化、商品化，从而导致文化景观发生改变；旅游者带来的外来文化与本地文化在交流的过程中也逐渐地改变本地文化的形态，从而影响文化景观变迁。

### 4.2 经济发展

由于周庄地处经济发达的长三角地区，经济发展活跃，在城市经济的带动下，工业化、商业化发展迅速。现代工业的快速发展改变了古镇赖以生存的乡村环境，推动古镇景观向现代城市化景观演变。同时在强烈的城市经济冲击下，本地区的城市化进程加快，城市圈经济的互补功能促使古镇区外围土地的城市化利用加快，外围的居住、度假、休闲土地利用方式逐步使水乡土地利用发生巨大变化，在区域景观上形成城市景观和公园化景观逐步替代乡村景观的格局<sup>[6]</sup>。

### 4.3 人口变动

近年来，旅游发展导致古镇区宁静的生活环境被破坏，噪声、污染、拥挤充斥着古镇的桥街巷弄，现存的建筑老化，基础设施不全，具有水灾隐患，已不符合现代人的居住要求，大部分居民已外迁，民居变成了旅游吸引物和旅游商店。

虽然周庄旅游发展一直呈上升趋势，但在休闲度假旅游的大环境下，旅游者消费需求转变，传统的观光旅游已明显滞后，仅仅是门票经济，经济效益低，因此周庄新增了许多休闲度假类和文化创意类旅游项目。

### 4.4 政府干预

周庄镇政府为了保护古镇区的传统风貌，先后制订了一系列古镇保护规划，还设置了专门的古镇保护机构——古镇保护管理办公室，制订了保护公约、实施条例和细则等古镇保护的政策法规。

根据“保护古镇，建设新区，开辟旅游，发展经济”的十六字方针，出台了《古镇保护暂行规定》和《房屋拆迁管理暂行办法》等。根据古建修缮的“四原原则”，即原材料、原工艺、原结构、原环境，对古镇区房屋的重建、翻建、改建、扩建、修理、外部装修的承办审批程序进行了规定，并具体规定了古镇内修、建房屋的做法、层高、要求。

同时规定门票收入的 30%~50% 用于古建维修和古镇保护；原住民的住房租金收入 1/3 用于维修自己的老房子；古镇区租房收入的 50% 用于古建房屋的维修，并成立古镇保护基金会<sup>[7]</sup>。这些措施使古镇区的原生态景观得以保持。

### 4.5 科技发展

古民居大都是木结构、小蝴蝶瓦、砖墙，经过几百年的变迁，已经破损，存在水火灾隐患，基础设施不完善，已不符合现代人的居住要求。由于科技发展，新的建筑材料和建造技术能够克服传统建筑材料和建造技术的弊端，并且新建民居在颜色、式样、风格、舒适上更符合现代人的审美观和居住要求，也更经济、实用。加上随着时代的变迁，传统的建筑材料已逐渐消失，传统民居的建造工匠越来越少，传统建筑工艺也逐渐被淘汰。于是古镇居民在建造新房和整修旧房时，自发地开始使用新的建筑材料与工艺，影响了原来传统风貌的延续。



**参考文献:**

- [1] 庄秀琴, 郑海涛. 周庄古镇生命周期研究 [J]. 商业现代化, 2006 (3): 184 - 186.
- [2] 周心琴. 城市化进程中乡村景观变迁研究——以苏南为例 [D]. 南京: 南京师范大学, 2006.
- [3] 尹黎明, 卢玉东, 潘剑君, 等. 基于多波段组合技术的土地利用/覆盖信息提取研究 [J]. 遥感信息, 2005, 5: 16 - 18.
- [4] 朱建英, 邓文胜, 王丽玲. 基于遥感影像数据的汉川市土地利用动态变化探讨 [J]. 云南地理环境研究, 2010, 8: 66 - 70.
- [5] 庄大方, 刘纪远. 中国土地利用程度的区域分异模型研究 [J]. 自然资源学报, 1997, 4: 105 - 111.
- [6] 王云才, 陈田, 郭焕成. 江南水乡区域景观体系特征与整体保护机制 [J]. 长江流域资源与环境, 2006, 15 (6): 708 - 712.
- [7] 庄春地, 沙莎. 历史文化名镇保护监管机制建立的探索和思考 [EB/OL]. <http://www.china-mc.org/yanjiuwenku/zuixinwenzhang/2010-04-29/120.html>.

## **RESEARCH ON MATERIAL CULTURE LANDSCAPE CHANGE IN ZHOUSHUANG UNDER THE BACKGROUND OF TOURISM**

CHU Cheng-fang

(Anhui Vocational College of Defense Technology, Lu'an 237011, Anhui, China)

**Abstract:** In recent years, the ancient town tourism developed rapidly, which has attracted a large number of scholars to do research sufficiently. However, there is not much research about culture landscape change of ancient towns. Therefore, it's necessary to make up for the shortage. Apply research methods like the literature analysis, the field investigation and the remote sensing images, from the perspectives of culture, history, geography and so on, to discuss the changes of the types and distributions of tourist attractions, the structures and functions of residences and the general characteristics and types of the land use in Zhouzhuang deeply. Then, point out the factors that cause the culture landscape change, such as the development of tourism, economic development, the change of population, government intervention and the development of science and technology.

**Key words:** culture landscape; change; tourism; Zhouzhuang

# 中国湖南、四川嗜辣口味的差异性研究

王春萌

(华东师范大学 城市与区域科学学院, 上海 200241)

**摘要:** 中国幅员辽阔, 历史悠久, 自然环境多种多样, 社会经济状况也不尽相同。在漫长的历史发展历程中, 各地逐渐形成不同的饮食结构与饮食口味。为探明湖南、四川两地不同嗜辣口味中蕴含的地理信息, 通过建立喜辣程度、嗜辣口味等指标, 利用调查问卷的方法分析了两地嗜辣口味的差异性, 结果表明该差异性是由不同的地形地貌、温度湿度、作物种植、交通运输条件、文化习俗等综合因素导致的, 反映出饮食口味与地理环境的深刻关联性, 为进一步探索湖南、四川两地的饮食文化奠定了基础。

**关键词:** 嗜辣口味; 差异性; 湖南; 四川

**中图分类号:** K911.6

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-7852(2013)05-0027-06

## 0 引言

在中国, 到底是湖南人还是四川人更能吃辣一直众说纷纭, 难以做出准确定论。蓝勇认为现代中国在食辣方面形成3个辛辣口味层次地区, 其中包含四川、湖南、湖北、贵州等地的长江中上游地区为重辛辣区, 确定四川辛辣指数最高, 为151, 湖南次之, 辛辣指数为59<sup>[1]</sup>。由此看来解决了湖南、四川谁更能吃辣的争论, 但事实上两地区对“辣”的喜好口味并不完全一致, 甚至可以说存在很大差异。

## 1 两地嗜辣历史悠久

在“酸甜苦辣咸”五味中, “辣”味独具一格, 其直接的呈现载体为辣椒。辣椒属于不耐霜冻、喜温、喜湿的作物, 湖南(108°47'~114°15'E, 24°38'~30°08'N)和四川(97°21'~108°33'E, 26°03'~34°19'N)位于中国南方, 虽然光、热、水资源组合有所差异, 但均适合辣椒生长, 加上辣椒株型紧凑, 适合密植, 产量较高, 使湖南、四川成为中国两大辣椒主产区。湖南对辣椒记载的时间仅

次于浙江, 均早于周边地区, 是中国最先形成的食辣省区<sup>[2]</sup>。四川对辣椒的种植记载晚于湖南, 但大规模的辣椒种植几乎与湖南同步。嘉庆年间, 在湖南、四川将辣椒作为蔬菜培植后, 有关两地的食辣情况便屡屡见诸各地地方志。清代末年徐珂所著的《清稗类钞》中写到“滇、黔、湘、蜀嗜辛辣品”, 还提到湖南人“无椒芥不下箸也, 汤则多有之”, 同时期的徐心余在《蜀游闻见录》中称“惟川人食椒, 须择其极辣者, 且每饭每菜, 非辣不可”, 都从不同侧面反映出湖南、四川人食用辣椒的历史长、程度深。

## 2 两地嗜辣口味比较

为更实际、准确地比较两地嗜辣口味的差异, 此处采取调查问卷的形式。按照地区、性别均衡等原则回收合格问卷180份, 被调查对象年龄为18~45岁, 加上问卷询问了被调查者父母的年龄、职业以及食辣情况, 最终年龄确定为18~65岁。调查范围包含两省大部分地区, 其中四川的调查对象来自成都、西昌、巴中、达州、内江、乐山、雅安、泸州、眉山、广安、资阳、甘孜藏族自治州、凉山彝族自治州等13个地市(州), 湖南的调查对象来

自长沙、岳阳、衡阳、永州、湘西土家族苗族自治州、张家界、怀化、湘潭、郴州、益阳等 10 个地市（州）。调查对象职业类别广泛，有教师、公务员、媒体编辑、企业员工、个体户、农民、工人、学生以及无固定职业者等。

用辣味烹制的菜肴味型，主要有咸辣味、酸辣味、糊辣味、鱼香味、麻辣味、家常味以及怪味味型<sup>[3]</sup>。其中鱼香味、家常味与咸辣味、酸辣味等有重合之处，而糊辣味具有麻辣浓香的特点，基本可以算作麻辣味的一类，怪味味型多种味道并存，与辣味结合不算紧密。综上，在对“辣味”进行界定上，采取将五味与“辣”相结合的形式，即酸辣、甜辣、苦辣、辣辣（即纯辣）、咸辣，最后加上麻辣，形成 6 种口味类型。

表 1 两地对“辣”味的喜爱程度

Tab. 1 Love for the “hot” flavor in Hunan and Sichuan 人

| 地区 | 非常喜欢 | 比较喜欢 | 一般 | 不喜欢 | 合计 |
|----|------|------|----|-----|----|
| 湖南 | 30   | 42   | 3  | 15  | 90 |
| 四川 | 33   | 33   | 6  | 18  | 90 |

通过表 1 可以发现，四川完全不喜欢“辣”味的有 18 人，有 66 人比较喜欢甚至是非常喜欢，占比为 73.3%，湖南完全不喜欢“辣”味的有 15 人，有 72 人比较喜欢甚至是非常喜欢，占比达 80%，基本可以反映实际生活中两地对“辣”味的喜爱程度。不喜欢“辣”味的被调查者表示在饮食时他们基本不会选择带辣味的食物，所以在表 2 分析两地选择何种嗜辣口味时剔除这部分样本，这样四川有 72 个样本，湖南有 75 个样本，相差很小，可以忽略，两地区嗜辣人群对“辣”味的选择情况见表 2。

表 2 两地嗜辣口味的选择情况

Tab. 2 The choice of spicy tastes in Hunan and Sichuan

| 嗜辣<br>口味 | 湖南  |        | 四川  |        |
|----------|-----|--------|-----|--------|
|          | 样本数 | 所占比例/% | 样本数 | 所占比例/% |
| 酸辣       | 18  | 24     | 9   | 12.5   |
| 纯辣       | 33  | 44     | 3   | 4.17   |
| 麻辣       | 9   | 12     | 54  | 75     |
| 咸辣       | 12  | 16     | 6   | 8.33   |
| 甜辣       | 3   | 4      | 0   | 0      |
| 苦辣       | 0   | 0      | 0   | 0      |
| 合计       | 75  | 100    | 72  | 100    |

湖南、四川的嗜辣人群对“辣”味形成的各类口味选择上存在很大差异（见表 2）。相比四川人基本一边倒的喜爱麻辣味外，湖南人在吃辣口味上表现更为多样，虽然喜爱纯辣味的人占了相对较高的比例，但也没有超过一半，除纯辣味外，湖南人对酸辣味、咸辣味也比较喜爱，还有部分人群偏爱麻辣、甜辣。

### 3 原因分析

根据问卷调查的结果与前面的分析确定湖南、四川普通嗜辣，但在由“辣”形成的口味类型上存在不同的偏好，究其原因，是由自然地理环境、社会经济条件、文化习俗等多种因素造成的。

#### 3.1 自然地理环境

湖南、四川处于不同的纬度、海陆位置，形成不同的地形地貌，导致温度、湿度、热量等存在差异，进而影响到作物类型的选择。

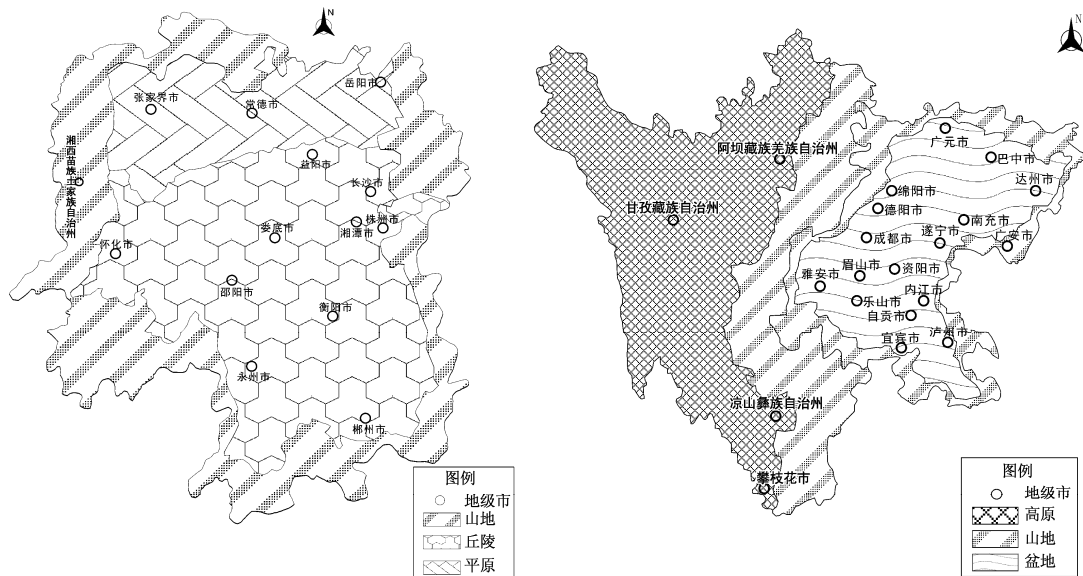
##### 3.1.1 地形地貌

图 1 具体展示了两地的地形地貌，湖南东、西、南 3 面被高耸的山地环绕，中间为低缓的丘陵起伏，北部为低平的平原湖泊，形似“簸箕状”，“七山二水一分田”是其地貌的真实写照<sup>[4]</sup>。而四川东部为四川盆地及其边缘山地，西部为青藏高原东南翼的川西高原，形成各面环山环高原，中间为盆地的“水桶状”地形<sup>[5]</sup>。地形地貌的差异使得两地境内水汽、光照存在区别，同时影响了人口分布和交通路线的选择，进而对饮食口味产生影响。

##### 3.1.2 湿度与 0cm 地温的结合

湖南属于孟加拉湾暖湿气流与太平洋暖湿气流相抗衡之地，年均降水量在 1 200 ~ 1 700 mm 以上，境内河流众多，全年日照时数为 1 300 ~ 1 800 h，热量充足。根据《四川 2012 年统计年鉴》中对各市（州）2011 年末常住人口的统计推断，80% 以上的人口居住在四川盆地内，而盆地周围高山耸立，天然封闭，受地形和季风环流的交替影响，内部云量多，晴天少，潮湿多雾<sup>[6]</sup>。一年四季少见太阳，全年日照时间仅为 1 000 ~ 1 400 h，比湖南地区少了 300 ~ 400h，因而有“蜀犬吠日”之说。

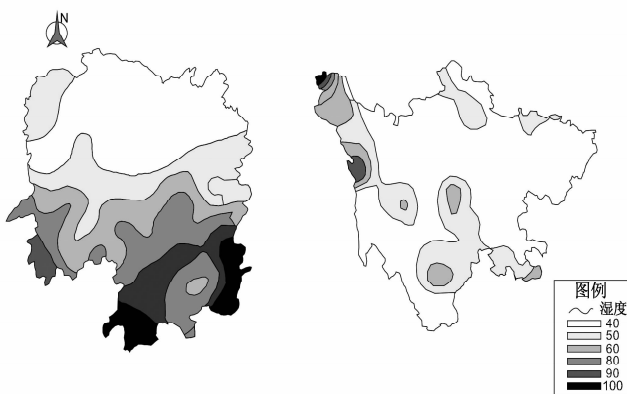
通过图 2 发现两地的相对湿度并不完全一致，湖南的相对湿度明显高于四川。图 3 展示出在同一季节同一时间检测下的湖南 0cm 地温高于四川，0cm 地温反映热量状况，虽然光照与热量有差别，但根据各气候要素的相关关系可以确定地表温度与日照时数成典型的正相关关系，直接验证了四川盆



资料来源：根据湖南、四川实际地形地貌情况绘制

图1 湖南、四川两省地形地貌图

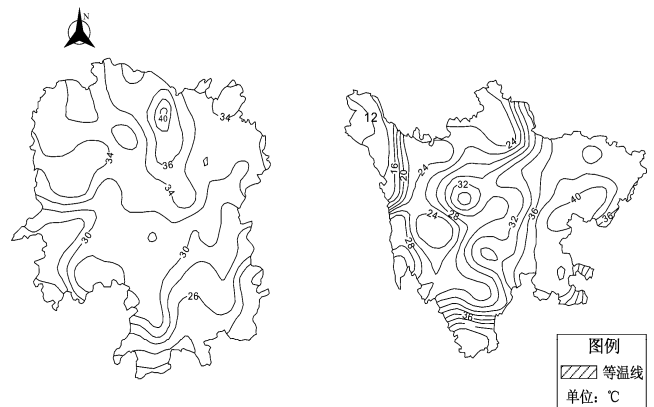
Fig. 1 The topographic and physiognomic maps of Hunan and Sichuan



资料来源：根据国家气象局公布的相对湿度情况绘制

图2 湖南、四川平均相对湿度(单位%)对比图

Fig. 2 The average relative humidity (%) of Hunan and Sichuan



资料来源：根据国家气象局公布的0cm地温情况绘制

图3 湖南、四川0cm地温对比图

Fig. 3 0cm ground temperature contrast of Hunan and Sichuan

地日照时数远低于湖南的情况。综上，湖南湿度高热量足，四川湿度、热量均小于湖南。四川为了弥补热量的不足选择花椒作为辣椒之外补充热量的食材，可见不同的湿度与热量的组合状况直接影响了两地区对“辣”味的选择。

### 3.1.3 长江水温度

空气、水、阳光是构成人类生存环境的重要元素，人生存在地球上，就要受到地球环境对人体机能的影响。长江流域是气候变化区域响应的重要地区<sup>[7]</sup>，同时，长江流域沿岸人口较为密集，经济交往活动较为频繁。其中四川居于西南腹地，处在长江上游；湖南的绝大部分区域位于洞庭湖之南，属

于长江中游地区。长江水流经四川、湖南两地时的温度相差较大，不可避免的影响到两地对“辣”味型的选择。

利用国家气象中心整编的“中国地面国际交换站气候资料日数据集”中的各年平均气温，选取长江流域中湖南、四川台站信息进行分析。湖南有常德、长沙（望城）、芷江、零陵4个台站提供数据，四川有甘孜、马尔康、松潘、温江、理塘、九龙、宜宾、西昌、会理、万源、南充11个台站。将这15个台站2005~2012年每年1月15日、7月15日的温度记录下来，然后分别汇总求取平均数见表3。

表 3 2005 ~ 2012 年长江流经四川、湖南两地的 1 月平均温度 \*

Tab. 3 The average temperature of the Yangtze River flowing through Sichuan and Hunan in January of 2005 - 2012

℃

| 项目 | 2005 年 | 2006 年 | 2007 年 | 2008 年 | 2009 年 | 2010 年 | 2011 年 | 2012 年 |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 湖南 | 1.275  | 5.075  | 2.85   | -1.225 | 5.75   | 8.675  | 5.35   | 2.475  |
| 四川 | 1.45   | 3.95   | 2.77   | 2.61   | 3.08   | 4.79   | 0.85   | 0.55   |
| 差值 | -0.175 | 1.125  | 0.08   | -3.835 | 2.67   | 3.885  | 4.5    | 1.925  |

根据表 3、4 可以确定在 2005 ~ 2012 年这 8 年的 1 月份,除 2005、2008 年湖南值低于四川,其余几年均高于四川,尤其是 2011 年高出 4.5℃。而

在这八年的 7 月份湖南温度均高于四川,甚至在 2005、2008 年的 7 月两地区温度相差了 10℃ 以上。

表 4 2005 ~ 2012 年长江流经四川、湖南两地的 7 月平均温度

Tab. 4 The average temperature of the Yangtze River flows through Sichuan and Hunan in July of 2005 - 2012

℃

| 项目 | 2005  | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | 2010  | 2011  | 2012  |
|----|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| 湖南 | 30.9  | 29.375 | 27.625 | 30.075 | 31.325 | 29.35 | 26.9  | 26.55 |
| 四川 | 20.03 | 24.33  | 21.33  | 18.96  | 22.16  | 21.61 | 17.64 | 19.27 |
| 差值 | 10.87 | 5.045  | 6.295  | 11.115 | 9.165  | 7.74  | 9.26  | 7.28  |

无论冬、夏,湖南整体温度均高于四川,表明长江水流经四川境内时寒性较强,当进入位于中流的湖南时,寒性减弱。湖南、四川湿度均较高,容易导致人体内湿气的积累。当体内有湿气,外界有风或者寒流袭来时,便极易感染风寒。在四川,长江横贯东西,流域面积达  $50 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,加上寒性高,仅依靠辣椒的热性人们难以将体内所有湿气排出,为此四川人沿用了温血补气的花椒,花椒与辣椒融合后产生的热量更大,同时结合形成的麻辣口味有麻痹神经的功效,使人在一定程度上感受不到寒凉。而对湖南而言,本地区长江水或者支流的温度都较高,寒性较弱,仅靠辣椒的热量就可以满足排湿的要求。

### 3.2 社会经济条件

#### 3.2.1 花椒的种植与价值

湖南、四川两地从辣椒种植类型到种植面积,均保持了较高的一致性,那么两地对辣味味型的不同选择与辣椒品种及播种面积等并无太大关系。各类辣味味型的产生需加入佐料,麻辣味的主要配料是花椒,由辣椒、花椒、精盐等调制而成;咸辣、酸辣味型较易实现,咸辣味型是用辣椒、精盐、酱油等调制形成;酸辣味型的菜肴利用辣椒粉、辣油调制辣味,用醋来调制酸味<sup>[3]</sup>。甜辣味型主要利用

辣椒、白糖等;苦辣味型则可通过辣椒、豆豉或者苦瓜等融合来实现。与麻辣味型相比,其他辣味味型与日常生活中常用的调味品结合便可得到。那么,湖南人不热衷麻辣而四川人推崇麻辣的原因可通过花椒找寻。

通常所讲的花椒是指经干制而成的花椒果实的果皮,属于传统的“八大调味品”之一,原产于四川,辛麻味是其主要的风味特征,也是其最重要的品质指标<sup>[8]</sup>。四川是中国重要的花椒产区,虽然盆地内日照时数短,但川西南区海拔高,空气洁净,多晴少云,年日照时数在 2 200 h 以上,属于中国日照时数较高的地区之一<sup>[9]</sup>,适宜培植花椒。而湖南并不是中国花椒主产区,花椒产量较低。根据两地 2012 年统计年鉴得知,截止 2011 年底,四川花椒总产量为 35 196 t,湖南仅为 827 t,约为四川的 1/43。

东晋史学家常璩所著的《华阳国志·蜀记》称:蜀人“尚滋味,好辛香”。这里的辛香是指花椒、姜、茱萸为主的“三香”,花椒居三香之首<sup>[10]</sup>。可见早在古代,花椒就被川菜所用,到清代辣椒传入四川后,花椒与辣椒有机结合,促使川菜呈现出清鲜醇浓并重、善用麻辣的风味特色<sup>[11]</sup>。而湖南的花椒是由四川等地传入,在当地培育基础

\* 表 3、4 中的差值是以四川为基准,用湖南所列数字与之相减得出的结果。

薄弱，人们对花椒也缺乏重视，这一点在调查中也明显体现出来。仅有10%的湖南被调查者认为花椒比较重要，90%的人认为花椒仅是普通蔬菜中的一种，地位一般，不太重要；而80%的四川被调查者认为花椒对其饮食产生重要影响，在蔬菜中具有独特价值。

### 3.2.2 交通运输情况

在四川许多地区，过去由于交通不便，物流不畅导致省外的时令蔬菜难以进入本土。到2013年，虽然高速总里程达4 330 km，跃居中国前七，一定程度上改变了“蜀道难，难于上青天”的格局，但具体来看，每百平方公里只有0.9 km，每万人只有0.47 km，远低于全国平均水平<sup>[12]</sup>。尤其在山区，地质条件复杂，交通设施投资高，回报周期长，修建难度大，加上内河航运优势没有得到充分发挥，公路等级偏低，使得运输成本仍然较高。此时四川境内广泛种植的辣椒、花椒凭借物美价廉的实惠实用性成为首选食材，并作为传统一直延续下来，客观上导致四川人对麻辣味型的沿用。

在湖南，湘北多为湖区，湘西南多为山区，湘中则为典型的丘陵地带，这种地域上的差别，导致湖南各地饮食风俗上的差异，具体体现在对辣味味型选择上的区别。以长沙、衡阳和湘潭为中心的湘江流域的辣注重酸辣，洞庭湖区的菜肴以烹制海鲜、家畜和家禽见长，注重咸辣，而位居山区的湘西菜肴擅长制作山珍野味、熏肉腌肉，侧重纯辣、咸辣，这点在调查中也得到了验证。究其原因，也和交通运输存在关联。湘西、怀化一带经济较为落后，加之地形的复杂、地势的险峻导致交通发展缓慢，出现与四川类似的情况，外界物资运入成本高，而本地生产的辣椒具有增进食欲、杀菌消毒等功能，可以替代食盐等<sup>[13]</sup>，所以辣椒成为吃饭的首选，逐渐培养起湘西山区人民对纯辣味型的热爱。而湘江流域和洞庭湖地区临近水域，河运、湖运条件优越，便于将外界的各类调味品运输进来，为了改善单纯辣味的单调性，实现去腥等功效，逐渐形成了各自擅长的辣味味型。

### 3.3 文化习俗因素

“一方水土养一方人”，不同地区的文化传统、习俗等存在差异，这种差异也会影响人们对饮食口味的选择。

#### 3.3.1 家庭饮食习惯

一个地区、一个家庭的饮食习惯无疑会对人们

产生重要的影响。绝大多数喜辣的被调查者认为是受到父母、亲朋好友的影响，甚至延续了他们的嗜辣口味。通过spss软件中的多元回归分析发现个人的嗜辣口味偏好与家庭整体饮食习惯显著相关( $P < 0.01$ )，也就是说家庭中大部分成员喜爱吃某种辣味味型，会直接影响到其他成员对此味型的选择。

#### 3.3.2 人口迁徙

从明清时期的“江西填湖广”到元末明初大规模的“湖广填四川”，湖南、四川拥有着辉煌而灿烂的人口迁徙史，移民的大量迁入使两地人口结构在族源、血源上产生了历史性的更换，实现了各地区社会观念、生活习惯方式的交融与重构<sup>[14]</sup>。如长沙制酱工艺来自苏州，即湖南酱油的使用源于浙江风味，这是湖南咸辣味型中的重要佐料之一<sup>[15]</sup>。对四川而言，明清以前的饮食文化贯穿的主线为“好滋味，尚辛香”，明清入川移民的食俗受其影响<sup>[16]</sup>，同时，移民带来的辣椒与原有的“好滋味，尚辛香”融合，使得麻辣味得到加固<sup>[17]</sup>。可见大量迁入湖南、四川的移民利用自己的生活、生产经验以及技术创造了许多独特性的调料、配料，为两地的辣味增添了不同的类型，在一定程度上影响了如今人们的嗜辣口味。

## 4 结论与讨论

对湖南、四川而言，嗜辣存在普遍性，但人们的嗜辣口味却存在较大差异，具体表现为四川人钟情麻辣味型，而湖南人青睐于纯辣味型、酸辣味型以及咸辣味型，更具多样性、丰富性。通过进一步研究发现该差异性是由不同的地形地貌、温度湿度、作物种植、交通运输条件、文化习俗等因素导致的。其中，自然地理环境起到主导作用，水热气组合情况的差异直接影响了人们对食材需求的差异。同时，社会经济条件对饮食口味的选择起到辅助效果，对传统作物的培育、喜爱状况及交通运输条件在一定程度上加深了人们对某种口味的钟爱。而包含家庭饮食习惯、人口迁移等内容的文化习俗更是在潜移默化的影响着人们的饮食口味。以上种种反映出湖南、四川的饮食口味与自然环境、人文环境是紧密联系的，从而为深入探索地域饮食文化与地理的关系提供了契机。



**参考文献:**

- [1] 蓝勇. 中国饮食辛辣口味的地理分布及其成因研究 [J]. 地理研究, 2001, 20 (2): 233.
- [2] 蒋慕东, 王思明. 辣椒在中国的传播及其影响 [J]. 中国农史, 2005, 24 (2): 21.
- [3] 薛党辰. 试论辣椒的辣味及其调味 [J]. 扬州大学烹饪学报, 2002 (3): 31-35.
- [4] 杨顺泉, 杨培炎, 李佐海, 等. 湖南地质灾害 [M]. 湖南. 科学技术出版社, 2000.
- [5] 胡绍永, 王玉川, 郑进军, 等. 基于 DEM 的四川省坡度图制作 [J]. 测绘, 2010, 33 (5): 200.
- [6] 呼永河, 钟梁. 四川地区湿热证候探讨 [J]. 西南国防医学, 2011, 21 (2): 180.
- [7] Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2001: The Scientific Basis [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2001, 1-785.
- [8] 梅莹. 花椒麻味物质基础的研究 [D]. 成都: 西南交通大学, 2012.
- [9] 李金建, 秦宁生, 孙善磊, 等. 基于均一性检验的 1961 年至 2006 年四川省日照变化规律研究 [J]. 资源科学, 2011, 33 (5): 1003.
- [10] 郭莉. 四川花椒首屈一指 [N]. 成都日报, 2008-04-21 (B02).
- [11] 杜莉. 论花椒、辣椒在川菜的运用及其影响 [J]. 中国调味品, 2011 (12): 16-17.
- [12] 张守帅. 路若不通, 怎通小康 [N]. 四川日报, 2013-03-09 (004).
- [13] 周军亮. 湘菜辣味的成因分析 [J]. 吉林商业高等专科学校学报, 2007 (2): 56-57.
- [14] 易晓萍. 明清时期湖南人口迁移及其规律研究 [D]. 湘潭: 湘潭大学, 2012.
- [15] 廖亚琴. 论人口迁徙与湖南饮食文化的融合 [J]. 武汉科技学院学报, 2006, 19 (4): 75.
- [16] 邹勇, 贺锐. 明清入川移民食俗变化及其原因探究 [J]. 商业时代, 2010 (8): 145.
- [17] 杜莉. 人口迁移对川菜调味料及调味特色的影响 [J]. 中国调味品, 2011 (8): 17.

## THE COMPARATIVE ANALYSIS OF DIFFERENT SPICY TASTES BETWEEN HUNAN AND SICHUAN

WANG Chun-meng

(East China Normal University, School of Urban and Regional Science, Shanghai 200241, China)

**Abstract:** China has a vast land, long historical standing and a variety of ecosystems and socioeconomic status. Different diets and dietary tastes are gradually formed during the long historical development process among different districts. In order to find out the geographic information rooted in the spicy flavors in Hunan and Sichuan, we analyzed the differences of the spicy tastes among these two districts by using the methods of questionnaire and establishing love for the “hot” flavor, the choice of spicy tastes and addiction to spicy tastes index. Results show that the difference is formed by the different topography, temperature and humidity, crop planting, transport conditions, cultural practices. It reveals the profound relevance between food tastes and geographical environments, laid a foundation for further exploration of diet cultures in Hunan, Sichuan.

**Key words:** spicy tastes; differences; Hunan; Sichuan

# 基于 K - Means 聚类的辽宁省主体功能区试划研究

王利<sup>1,2</sup>, 纪胜男<sup>1</sup>, 马琳<sup>1</sup>

(1. 辽宁师范大学 城市与环境学院, 辽宁 大连 116029; 2. 辽宁师范大学 海洋经济与可持续发展研究中心, 辽宁 大连 116029)

**摘要:**在国家提出的新的主体功能区概念体系和划分思路前提下, 基于辽宁省主体功能区划定要求的8个基本指标定量综合评价基础数据, 选择“典型的”优化开发区、重点开发区、农产品主产区和重点生态功能区, 采用 K - Means 聚类方法, 分别在不指定初始聚类中心、指定初始聚类中心、以及 PCA 分析(即主成份分析)基础上指定初始聚类中心3种方法, 对于全省100个县市区做4类主体功能区试划分。分别将划分结果与全省最终采用的划分方案进行比较, 结果表明采用在 PCA 分析基础上指定初始聚类中心技术方法的划分结果更接近最终采用方案。

**关键词:**主体功能区; K - Means 聚类; 辽宁省

**中图分类号:** F127      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1001 - 7852(2013)05 - 0033 - 06

## 0 引言

主体功能区是以区域的资源环境承载能力、现有开发强度和发展潜力为依据, 通过表征这些特征的具体指标体系, 遵循一定的原则划定的主体功能类型区<sup>[1]</sup>。2011年国家发展改革委颁布了《全国主体功能区规划》, 使省域主体功能区划相关的概念内涵、原则以及一般思路进一步明晰<sup>[2]</sup>, 特别是明确提出了主体功能区“4 + 3 + 2”的区划系统。“2”是指国家级、省级2个行政级别。“3”代表县域行政区(主体功能区基本划分单元)按照开发内容划分成的城市化地区、农产品主产区和重点生态功能区3种类型主体功能区。“4”是指按照开发方式划分为优化开发区、重点开发区、限制开发区和禁止开发区<sup>[3]</sup>。

国内地理学界对于主体功能区划的理论、思路、方法、技术等进行了一些探索性研究<sup>[4]</sup>。尽管目前研究成果较为丰富, 但是依然存在不足, 如开发与保护两种目标导向不够清晰, 研究区基本情况与问题分析不够, 指标选取与权重赋值等主观性和

随意性较大<sup>[5]</sup>。辽宁省是国家发改委指定的主体功能区规划研究试点省份, 在主体功能区的主导因素<sup>[6]</sup>、划分方法<sup>[7]</sup>、划分指标体系<sup>[8]</sup>及分区体系<sup>[2]</sup>等方面都有时序性的研究。面对国家提出的新主体功能区概念体系和划分思路这一新背景, 本文在以上研究基础上, 结合辽宁省实际, 重新构建辽宁省主体功能区划分指标体系, 并采用 K - Means 聚类的3种方法对辽宁省主体功能区进行试划分。

## 1 论文研究思路

本文选择地形起伏度( $X_1$ )、生态系统弱性( $X_2$ )、生态重要性( $X_3$ )、开发强度( $X_4$ )、人口集聚度( $X_5$ )、经济发展水平( $X_6$ )、交通优势度( $X_7$ )、农业生产重要性( $X_8$ )共8个指标进行量化, 采用 K - Means 聚类方法, 分别在不指定初始聚类中心、指定初始聚类中心以及 PCA 分析(即主成份分析)基础上指定初始聚类中心3种方法将辽宁省100个县市区单位划分为国家级优化开发区、省级重点开发区、国家级农产品主产区、省级重要生态功能区4种类型。分别将划分结果与全省最终

待公布的划分方案进行比较, 选择最优的划分方法作为推荐结论。研究开展的基本思路参见图 1。

各项指标与区域进行主体功能区类型的选择存在一定的相关关系, 同一指标对不同主体功能区类型选择的贡献值不同。优化开发区是指发展基础较

好, 但目前开发强度已经较大的地区, 不宜扩大工业园区开发面积。 $X_4$ 、 $X_5$ 、 $X_6$ 和 $X_7$ 4项指标与区域进行“优化开发区”选择存在正相关关系, 各指标值越大越应该划分为优化开发区,  $X_4$ 与优化开发区的正相关性最强。重点开发区即为发展条件较好,

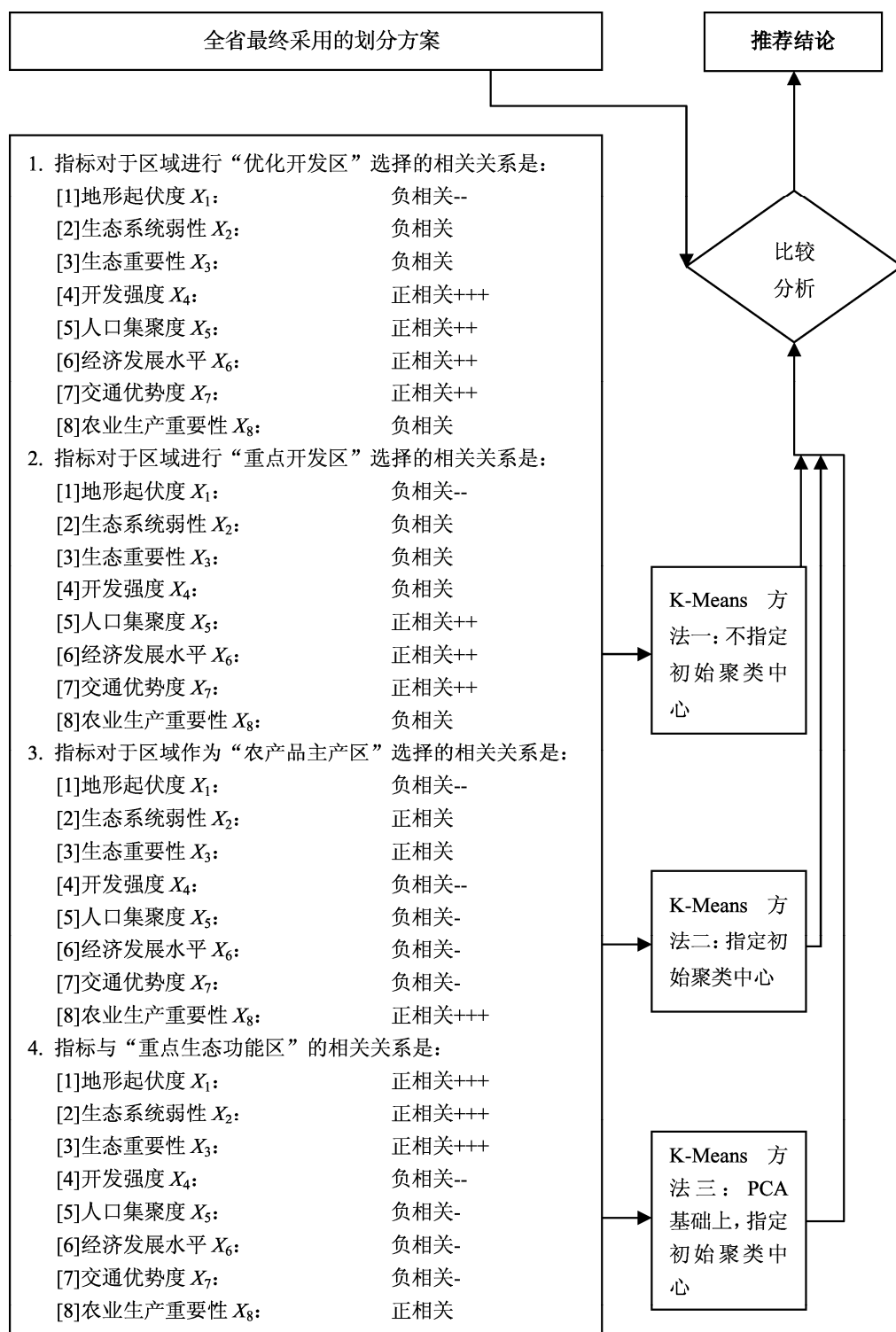


图 1 论文研究思路框图

Fig. 1 Thesis research ideas Diagram

但目前开发强度还不大的地区,可适度扩大工业园区开发面积。区域进行“重点开发区”选择与  $X_5$ 、 $X_6$  和  $X_7$  3 项指标存在正相关关系。农产品主产区是保障国家和地区农产品,特别是粮食供应安全的地区。 $X_2$ 、 $X_3$  和  $X_8$  3 个指标与区域进行“农产品主产区”选择呈正相关关系。 $X_8$  与农产品主产区正相关性最强。重点生态功能区即是保障国家和地区生态安全(保障清洁水源、控制水土流失、保障生物多样性等)的关键地区。 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$  和  $X_8$  4 个指标与区域进行“生态功能区”选择呈正相关关系,其中与  $X_1$ 、 $X_2$  和  $X_3$  的正相关性强。

## 2 辽宁省主体功能区划指标体系

### 2.1 指标体系选择与量化

根据《全国主体功能区规划》以及《省级主体功能区划分技术规程》(试用)<sup>[9]</sup>提出的省域主体功能区划分要求,结合辽宁省实际情况,在国家提出的新主体功能区概念体系和划分思路前提下重新构建辽宁省主体功能区划分指标体系。按照城市化导向、农产品主产区导向和重点生态功能区导向选取八个综合性、代表性指标来定量分析辽宁省国土空间开发状态、资源环境承载力和发展潜力<sup>[10-11]</sup>。

城市化导向的正相关指标有人口集聚度、经济发展水平、交通优势度和开发强度。开发强度是基本划分单元的各类建设用地的面积与基本划分单元的总面积的比,是界定重点开发区和优化开发区的主要依据。人口集聚度是评估一个地区现有人口集聚状态,由人口密度和流动人口两个要素集成的指标。经济发展水平是选择人均地区 GDP 和地区 GDP 增长比率两个因素评价一个地区经济发展现状和增长活力的一个综合性指标。交通优势度是为评估一个地区现有通达水平而设计的指标项。人口集聚度、经济发展水平及交通优势度指标的值越大越有利于未来城市化开发。

农产品主产区导向的正相关指标有生态系统弱性、生态重要性和农业生产重要性。生态系统弱性是反映生态系统存在的恶化或“易损性”的未来需要修复比较困难的评价指标。生态重要性是反映生态系统的保护对于区域自然资源环境的重要性程度的综合评价值。农业生产重要性是为了合理划分城市化地区、农产品主产区和重点生态功能区,在规

程的基础上,增加的作为划定农产品主产区的综合定量指标。农产品主产区导向与农业生产重要性正相关强度较大,农业生产重要性指数越大,农产品主产区导向越强。

重点生态功能区导向的正相关指标有地形起伏度、农业生产重要性、生态系统弱性和生态重要性。地形起伏度的数值越大,越应当实施生态保护,不宜进行城市建设、工业园区建设,也不适合农业开发,特别是种植业发展。地形起伏度、生态系统弱性和生态重要性对重点生态功能区导向的贡献值较大,3 项指标值越大越需要进行生态保护,对于未来城市化开发越不利。

### 2.2 基础数据表

本文数据来源于《辽宁省主体功能区划分基础研究》\*。由于选取 8 项指标的取值大小和计量单位有很大差异,在定量分析之前需要对各项指标进行标准化处理,使各项指标的相同数值对分类结果的影响程度相同<sup>[12]</sup>。8 项指标采用公式(1)进行标准化处理,把数量级不同的指标数据统一映射到  $[0, 100]$  区间段上。

$$y_i = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \times 100 \quad (i = 1, 2, \dots, 100)$$

式中:  $x_i$ 、 $y_i$  分别为转换前后的值;  $x_{\min}$ 、 $x_{\max}$  为样本中的最小值和最大值。经过标准化处理后得到表 1。

## 3 基于不同 K - Means 聚类思路的试划研究

主体功能区划是将多个基本划分单元,按照指标数据的相似性作为评价标准,划分各类型主体功能区。K - Means 聚类法通过占有较少的内存,少量的计算能够快速的将样本归入相对同源的类,能够满足主体功能区的划分要求。K - Means 聚类法能够快速的将大量样本划分到相对同源的类,适合以县级行政单元或公里网格作为基本划分单元的参考指标较多的省级主体功能区划。K - Means 聚类法能够人为设定初始聚类中心和聚类数,可以直接将各个基本划分单元划分成 4 类。因此,本文采用 K - Means 聚类方法,分别在不指定初始聚类中心、指定初始聚类中心,以及 PCA 分析基础上指定初始

\* 辽宁省主体功能区划分基础研究. 内部研究报告, 2010。

表 1 辽宁省主体功能区划分指标值

Tab. 1 Index value of major function oriented zoning of Liaoning Province

| 顺序编码 | 县市区名称 | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | $X_5$ | $X_6$ | $X_7$ | $X_8$ |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1    | 和平区   | 0     | 34    | 2     | 100   | 79    | 100   | 100   | 0     |
| 2    | 沈河区   | 0     | 34    | 2     | 100   | 100   | 100   | 100   | 0     |
| 3    | 大东区   | 0     | 34    | 2     | 98    | 71    | 100   | 100   | 0     |
| ⋮    | ⋮     | ⋮     | ⋮     | ⋮     | ⋮     | ⋮     | ⋮     | ⋮     | ⋮     |
| 98   | 绥中县   | 16    | 57    | 51    | 8     | 17    | 16    | 29    | 25    |
| 99   | 建昌县   | 38    | 68    | 42    | 5     | 14    | 11    | 3     | 16    |
| 100  | 兴城市   | 8     | 57    | 50    | 10    | 17    | 0     | 37    | 25    |

数据来源：辽宁师范大学. 辽宁省主体功能区划分基础研究. 内部研究报告, 2010.

聚类中心 3 种方法, 对于辽宁省 100 个县市区单位按 4 种主体功能区类型进行试划分。

### 3.1 不指定初始聚类中心的 K - Means 聚类

不指定初始聚类中心的 K - Means 聚类分析, 是系统随机在样本中选取 4 个聚类中心, 将辽宁省 100 个县市区, 看成是 8 维空间上的一个点, 依据点与点之间的距离 (两个县级行政单元的欧氏距离) 作为相似性的评价指标, 将所有点划分成国家级优化开发区、省级重点开发区、国家级农产品主产区和省级重要生态功能区 4 类。计算每个类的类间均值 (新的聚心), 按新的聚心再重新分类, 直到两次迭代计算聚心的距离为 0 时得到划分结果。国家级优化开发区共有 8 个主要分布于沈阳、大连两个经济中心附近, 省级重点开发区共有 32 个, 国家级农产品主产区共有 39 个, 省级重要生态功能区共有 21 个 (图 2)。

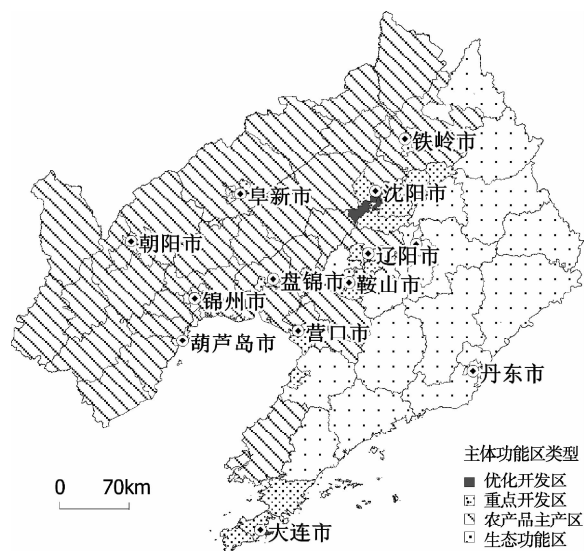


图 2 不指定初始聚类中心的 K - Means 聚类

Fig. 2 No specified initial cluster centers

### 3.2 指定初始聚类中心的 K - Means 聚类

典型的初始聚心不仅能大大减少计算量, 而且能把边缘摇摆区划分到更适合的类中, 增强聚类结果的合理性。本文选取 (鞍) 铁西区、大石桥市、黑山县、桓仁满族自治县分别作为国家级优化开发区、省级重点开发区、国家级农产品主产区和省级重要生态功能区的初始聚类中心。从基础数据表可知, (鞍) 铁西区的地形起伏度为零, 有利于区域的开发建设; 其人口集聚度、经济发展水平和交通优势度分别为 53.2、43.4 和 54.4, 可见经济发展水平很高属于城市化地区; 但是 (鞍) 铁西区的开发强度已达到 100, 属于典型国家级优化开发区。大石桥市的地形起伏度、人口集聚度、经济发展水平、交通优势度和开发强度分别为 7.6、24.9、51.4、45.3 和 14.1。大石桥市与 (鞍) 铁西区相比, 其地形起伏度、人口集聚度、经济发展水平和交通优势度相差较小, 应该属于城市化地区, 但开发强度小, 可开发空间大, 属于典型的省级重点开发区。黑山县的农业生产重要性为 55.7, 可见黑山县对保障国家和地区农产品特别是粮食供应安全起到重要作用; 而其开发强度、经济发展、人口集聚度和交通优势度都较低, 因此黑山县应该划分为国家级农产品主产区。桓仁满族自治县的地形起伏度、生态系统弱性和生态重要性分别为 59、25.3 和 98.9, 可见桓仁满族自治县生态系统脆弱, 不利于开发建设和农业生产, 属于典型的省级重要生态功能区。选定初始聚类中心, 对辽宁省 100 个县市区进行聚类分析。国家级优化开发区共 22 个, 省级重点开发区共 44 个, 国家级农产品主产区共 25 个, 省级重要生态功能区共 9 个 (图 3)。

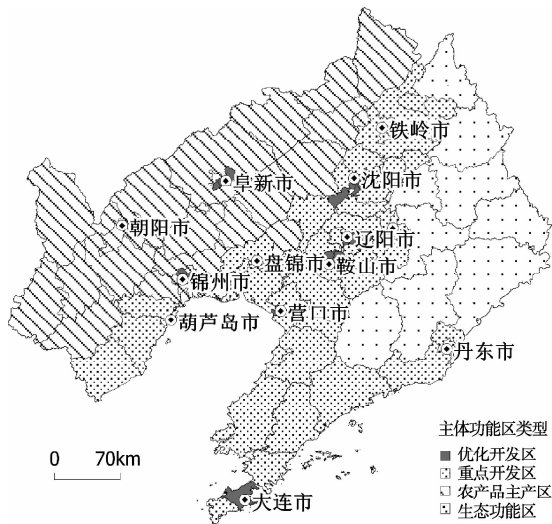


图3 指定初始聚类中心的 K - Means 聚类

Fig. 3 Specify the initial cluster centers

### 3.3 基于 PCA 的 K - Means 聚类

主成分分析即用降维的思想，把多指标转化为少数几个综合指标。将许多相关性很高的变量转化成彼此相互独立或不相关的变量。本研究预先采用 PCA 技术，对 8 项指标进行主成分分析，得到新的综合性变量。选择方差贡献率  $\lambda \geq 85\%$  ( $\lambda = 86.049$ )，得到 4 个适当的主成分。基于 4 个新的综合性指标，采用指定初始聚类中心（与第二种方法的中心一致）的 K - Means 聚类方法，按照 4 种主体功能区类型进行聚类分析。最终划分结果为国家级优化开发区共有 39 个，省级重点开发区共有 24 个，国家级农产品主产区共有 29 个，省级重要生态功能区共有 8 个（图 4）。

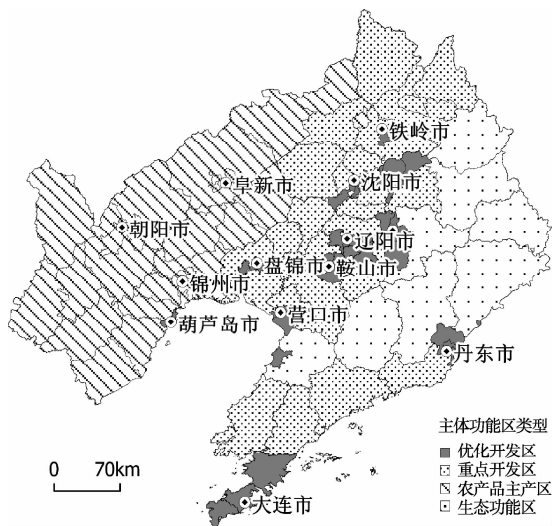


图4 基于 PCA 的 K - Means 聚类

Fig. 4 Base on the PCA of the K - Means clustering

## 4 分析与结论

参照针对辽宁省主体功能区划分的待公布方案（图 5），比较 3 种方案的试划结果。假设 3 种方案中，主体功能区每一个类别中与已有研究分类结论相符的县域单元个数为  $Y_i$  ( $i=1, 2, 3, 4$ )，1 代表国家级优化开发区，2 代表省级重点开发区，3 代表国家级农产品主产区，4 代表省级重要生态功能区，本研究所选取的县域单元总数为  $Y$ ，则各方案与参照标准相符的概率  $P$  如公式（2）所示：

$$P = \sum_{i=1}^4 \frac{Y_i}{Y} \quad (2)$$

据公式（1），结合 3 种方案的划分结果，计算出每个分类方案中的县域单元与已有研究结果相符合的样本个数及其概率（表 2）。

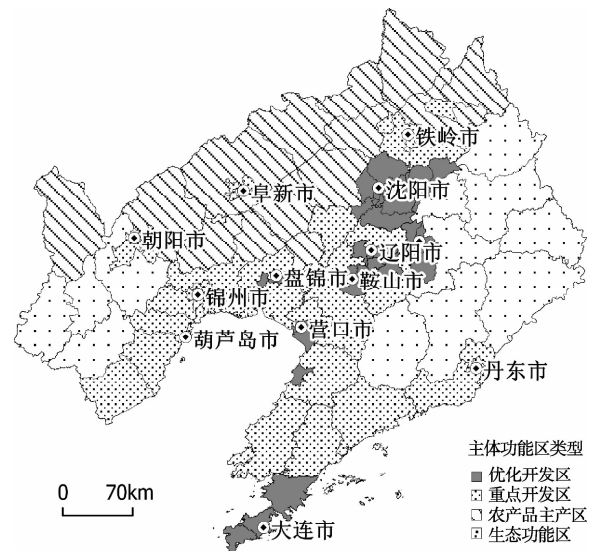


图5 辽宁省主体功能区划分的待公布方案

Fig. 5 Publish scheme of major function oriented zoning in Liaoning Province

从表中可以看到在 PCA 分析基础上指定初始聚类中心技术方法划分国家级优化开发区较为准确。3 种方案的省级重点开发区的划分结果都有待优化，在国家级农产品主产区和省级重要生态功能区的划分结果与已有研究结论都较为接近。方案 3 的  $P$  值最高，达到 62%。可见基于 PCA 的 K - Means 聚类划分的辽宁省主体功能区最为准确。所以，建议主体功能区试划问题可以选择采用本研究采用的聚类分析技术方法。论文研究采用的分析思路和技术



表 2 与已有研究划分相符和的案例数及概率  
Tab. 2 Number of cases and the probability of matching with existing

| 方案                          | $Y_1$ | $Y_2$ | $Y_3$ | $Y_4$ | $P$  |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|------|
| 辽宁省主体功能区划分的待公布方案            | 38    | 35    | 14    | 13    | 100% |
| 方案 1. 不指定初始聚类中心             | 8     | 8     | 13    | 8     | 37%  |
| 方案 2. 指定初始聚类中心              | 17    | 22    | 12    | 8     | 59%  |
| 方案 3. 基于 PCA 的 K - Means 聚类 | 34    | 13    | 8     | 7     | 62%  |

术方法对于解决主体功能区划分的类似问题有一定的普遍意义,尤其是类似于辽宁省的基本划分单元较大,在自然地理环境、资源状况、人口分布和经

济发展水平上都具有明显差异的地区。基于辽宁省的试划结论对于指导全省主体功能区划分有重要的实践意义。

#### 参考文献:

- [1] 国务院. 全国主体功能区规划 [DB/OL]. 中国政府网. 2010.
- [2] 韩增林. 当前背景下的省域主体功能区划分体系与一般思路 [J]. 辽宁师范大学学报: 自然科学版, 2011 (3): 365 - 371.
- [3] 王利, 韩增林, 关伟. 辽宁省空间开发战略与主体功能区划协调研究 [J]. 辽宁师范大学学报: 自然科学版, 2012 (3): 115 - 119.
- [4] 张明东, 陆玉麒. 我国主体功能区划的有关理论探讨 [J]. 地域研究与开发, 2009 (3): 7 - 11.
- [5] 唐长春. 流域主体功能区划分方法与指标构建——以长江流域为例 [J]. 地理研究, 2011 (30): 2173 - 2185.
- [6] 张卓, 王利. 辽宁省主体功能区导因素研究 [J]. 资源开发与市场, 2010 (9): 809 - 812.
- [7] 王利, 张卓, 王丹, 等. 辽宁省主体功能区划分方法研究 [J]. 地域研究与开发, 2010 (6): 8 - 11.
- [8] 王利, 于欣, 王丹, 等. 辽宁省主体功能区划分指标体系优化研究 [J]. 资源开发与市场, 2011 (1): 28 - 31.
- [9] 国家发展和改革委员会规划司. 省级主体功能区划分技术规程 (试用) [Z]. 2007.
- [10] 赵永江, 董建国, 张莉. 主体功能区规划指标体系研究——以河南省为例 [J]. 地域研究与开发, 2007 (6): 39 - 42.
- [11] 王强, 伍世代, 李永实, 等. 福建省域主体功能区划分实践 [J]. 地理学报, 2009 (6): 725 - 734.
- [12] 丁于思, 高阳, 周震红. 基于混合聚类的湖南主体功能区划分研究 [J]. 经济地理, 2010 (6): 393 - 396.

## MAJOR FUNCTION ORIENTED ZONING OF LIAONING PROVINCE BASED ON K - MEANS CLUSTERING

WANG Li<sup>1,2</sup>, JI Sheng-nan<sup>1</sup>, MA Lin<sup>1</sup>

(1. College of Urban and Environment, Liaoning Normal University, Dalian 116029, Liaoning China;

2. Research Center for Marine Economy and Sustainable Development, Liaoning Normal University, Dalian 116029, Liaoning China)

**Abstract:** The new major function oriented zones concept system and classification method, which proposed by the state is the premise of this paper. Based on eight basic index of Liaoning province, which is satisfy the requirement of major function oriented zoning, it quantitative comprehensive evaluated of basic data and chose the typical optimized development area, key development zones, agricultural products producing and the key ecological function areas. Using K - Means clustering method, it respectively based on without specifying the initial clustering center, specifying the initial clustering center, and the analysis of the PCA (principal component analysis) to specify the initial clustering center three ways, and according to the four types of major function oriented zones, try to divide unit of 100 counties in Liaoning province. Respectively compared the dividing results with the final classification scheme of Liaoning province, it is clearly that the analysis technology in the basis of PCA to specify the initial clustering center is closer to the final solution.

**Key words:** major function oriented zones; K - Means cluster; Liaoning Province

# 基于模糊综合评价法的昆明市生态安全时序性评价

王兴友, 赵筱青\*

(云南大学 资源环境与地球科学学院, 云南 昆明 650091)

**摘要:**以昆明市为研究区,采用PSR模型构建生态安全指标体系,通过熵值法确定指标权重,运用模糊综合评价法对昆明市2000~2010年生态安全状态进行动态评价与分析,并运用灰色数列预测法对昆明市生态安全进行预测。结果表明:2000年昆明市生态安全处于不安全等级,2001年至2007年处于临界安全等级。由于昆明市经济的不断发展,逐渐加大对环境保护等方面的投资等原因,2008年后生态安全逐渐好转,处于较安全等级,并具有向更安全等级发展的趋势。

**关键词:**生态安全;时序性评价;模糊综合评价法;昆明市

**中图分类号:**X82      **文献标识码:**A      **文章编号:**1001-7852(2013)05-0039-07

## 0 引言

生态安全指生态环境能够满足人类生存发展的各种需求,它包括自然生态安全、经济生态安全和社会生态安全<sup>[1]</sup>。目前对生态安全评价指标体系、评价方法、生态安全理论、生态安全格局构建等方面进行了大量研究<sup>[2-5]</sup>,但是这些研究大多停留于静态评价,很少考虑生态安全的动态性<sup>[6]</sup>。生态安全指标体系的建立主要有PSR<sup>[7]</sup>模型、DPSIR模型<sup>[8]</sup>和自然、社会、经济模型<sup>[9]</sup>等模型,这些模型都不同程度地反映了人类社会经济活动与生态环境间的关系。但是PSR模型将社会经济与环境看成一个有机整体,能更精确地反映生态系统中自然、经济和社会因素之间的关系。生态安全评价方法主要有综合指数法、主成分分析法、模糊综合评价法、物元法、灰色关联度法、景观生态学法、生态足迹法与数字地面模型等<sup>[10]</sup>。其中模糊综合法评价结果较全面、精确,能针对性地分析问题并提出对策。因此本文以昆明市为研究对象,基于PSR模型

构建指标体系,结合模糊综合评价法与灰色数列预测法对昆明市生态安全进行动态评价与分析,以期

为昆明市生态城市建设提供科学依据。

## 1 研究区概况

昆明市(102°10'~103°40'E, 24°23'~26°22'N)为云南省政治、经济、文化中心。属北纬低纬度亚热带-高原山地季风气候,春季温暖,干燥少雨,蒸发旺盛;夏无酷暑,雨量集中,且多大雨、暴雨易受洪涝灾害;秋冬季气候干燥,少雨易干旱。昆明市总体生态环境较好,但是仍存在用水紧张、滇池水污染等环境问题。经过多年的发展,农业保持稳定发展,工业形成以机械、冶金、烟草加工等为主的体系,商贸、旅游、信息、现代服务业等第三产业在国民经济中的比重日益增大。昆明市经济发展较快,为昆明市的生态环境建设提供了资金基础。但是昆明市目前处于工业化中期,工业结构性矛盾突出,增长依赖于传统产业支撑,高消耗的产业对能源、资源和环境容量的压力较大。

收稿日期:2013-07-20;修订日期:2013-09-17.

基金项目:国家自然科学基金项目(云南大规模桉树引种区土地生态安全时空分异及其优化配置研究:NO.41361020;尾叶桉类林引种的环境影响与生态安全格局研究:NO.40961031)资助.

作者简介:王兴友(1988-),男,四川省凉山州宁南县人,硕士研究生,从事土地利用/覆被变化与生态安全方面研究.

\*通信作者.

## 2 研究方法

### 2.1 生态安全状态评价方法—模糊综合评价法

基于模糊综合评价法<sup>[11,12]</sup>对昆明市生态安全状态进行评价,其运算过程如下:第一步:根据生态安全的评价内容,设定评价指标集  $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$ , 评价集  $Y = (V_1, V_2, \dots, V_n)$ , 按照所建立的指标体系与指标标准计算各指标对各评价等级的隶属度。

正效应指标对理想安全等级的隶属度计算函数(公式 1), 负效应指标对理想安全等级的隶属度计算函数(公式 2):

$$u = \begin{cases} 1, & x \geq s_1 \\ \frac{x - s_2}{s_1 - s_2}, & s_2 < x < s_1 \\ 0, & x \leq s_2 \end{cases} \quad (1)$$

$$u = \begin{cases} 0, & x \geq s_2 \\ \frac{x - s_2}{s_2 - s_1}, & s_1 < x < s_2 \\ 1, & x \leq s_1 \end{cases} \quad (2)$$

式中:  $u$  为隶属度函数;  $x$  为实测指标;  $s_1$  与  $s_2$  为理想安全与较安全等级的标准值。其余级别隶属度函数在此不再一一列举。

第二步:模糊矩阵的加权运算。为了减少信息含量丢失,采用加权平均模糊综合算子法计算隶属度  $b_j$ , 构建评价模型:

$$B = (b_j)_{1 \times 5} = \sum_{i=1}^n (a_i R_{ij})_{1 \times 5} \quad (3)$$

第三步:计算级别特征值:

$$H = \sum_{j=1}^5 (j * b_j) \quad (4)$$

式中:  $B$  为生态安全评价模型;  $n$  为评价指标数;  $a_i$  为第  $i$  项指标的权重;  $b_j$  为隶属于第  $j$  等级的综合隶属度;  $R_{ij}$  为第  $i$  个评价指标隶属于第  $j$  等级的隶属度;  $H$  为级别特征值。

### 2.2 生态安全预测方法——灰色数列预测法

灰色数列预测<sup>[13]</sup>的计算步骤如下:设  $x^{(0)}(1)$ ,  $x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(M)$  是所要预测的级别特征值。第

一步:构造数据矩阵  $B$ :

$$B = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2}[x^{(1)}(1) + x^{(1)}(2)] & 1 \\ -\frac{1}{2}[x^{(1)}(2) + x^{(1)}(3)] & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -\frac{1}{2}[x^{(1)}(M-1) + x^{(1)}(M)] & 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

式中:  $x^{(0)}(2), x^{(0)}(3), \dots, x^{(0)}(M)$  为原始数据的累加数列。

第二步:通过最小二乘法计算预测方程参数  $a, u$ :

$$[a_u] = (B^T B)^{-1} B^T Y_M \quad (6)$$

式中:  $Y_M$  为列向量  $Y_M = [x^{(0)}(2), x^{(0)}(3), \dots, x^{(0)}(M)]^T$ ;  $B$  为构造数据矩阵。

第三步:构建预测方程。并计算方程比  $C$  与小误差概率  $p$  来确定预测的精度。

$$x^{(1)}(t+1) = \left[ x^{(0)}(1) - \frac{u}{a} \right] e^{-at} + \frac{u}{a} \quad (7)$$

### 2.3 指标体系建立及指标权重确定

#### 2.3.1 指标体系建立

PSR 模型从社会经济与环境有机统一观点出发,表明了人与自然在生态系统中各种因素间的因果关系,能更精确地反映生态系统安全中自然、经济和社会因素之间的关系,为生态安全指标构建提供了一种逻辑基础。故本文在参考相关城市区域生态安全评价指标体系<sup>[14-15]</sup>的基础上,遵循科学性、整体性和可操作性原则并结合昆明的实际情况,从压力、状态与响应 3 个方面选取共 17 个评价指标及相应分级标准构建指标体系(表 1)。

#### 2.3.2 指标标准及权重确定方法

各指标生态安全等级划分为极不安全、不安全、临界安全、较安全、理想安全 5 个等级(表 1)。指标标准确定的原则为:(1)已有国家或国际标准,尽量采用规定等级划分,如城市建成区环境噪声平均等效声级参考《中华人民共和国国家标准—城市区域环境噪声标准》进行划分。(2)参考各部委生态城市、园林城市和宜居城市等评价标准及城市用水标准,按等差方式进行等级划分,其中

三产占 GDP 比例、建城区绿化覆盖率、人均公共绿地面积、工业 SO<sub>2</sub> 排强度、工业 COD 排放强度等指标参考《国家生态市（含地级行政区）建设指标体系》；人均道路面积等指标参考《国家生态园林城市标准（暂行）》；人均 GDP 等指标参考《宜居城市科学评价标准》，平均生活用水量等有关水资源指标参考《城市居民生活用水量标准》。（3）参考国内外生态城市典范及世界理想水平进行划分，如人口自然增长率参考世界理想水平人口自然增长率。（4）依据昆明市相关研究按等差方式确定指标阈值，如人口密度参考陈思思<sup>[16]</sup>等人关于昆明可持续的适宜人口的研究划分。（5）对于统计指标缺乏或者统计不完整又十分重要的指标，采用类似指标进行替代。

采用熵值法确定指标的权重（表 1）。熵值法是一种根据各指标提供的信息量来计算各指标对目标层的贡献大小的一种数学方法<sup>[14]</sup>。熵值法属于客观赋权法，不需要人工赋值，而减少了人工赋值带来的主观性。熵值法的计算过程如下：第一步：采用线性差值法对原始数据进行标准化，并计算标准化的指标比重。

$$R_{ij} = \frac{Y_{ij}}{\sum_{i=1}^{11} Y_{ij}} \quad (8)$$

第二步：计算第  $j$  项指标的信息熵值。

$$e_j = \frac{\sum_{i=1}^m R_{ij} * \ln R_{ij}}{-\ln m} \quad (9)$$

式中， $m$  为第  $j$  项指标的个数，在本文中  $m = 11$ 。

第三步：计算第  $j$  项指标的权重  $w_j$ 。

$$w_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^n (1 - e_j)} \quad (10)$$

### 3 结果分析

#### 3.1 昆明市生态安全综合分析

根据以上方法，得出昆明市 2000 ~ 2010 年生态安全状态（表 2）和生态安全级别变化趋势

表 1 昆明生态安全时序性评价指标体系、标准及权重

Tab. 1 The criterion and weigh of assessment index for eco - security assessment in Kunming

| 目标层       | 项目层 | 指标层                                        | 极不安全 | 不安全  | 临界安全 | 较安全  | 理想安全 | 权重      |
|-----------|-----|--------------------------------------------|------|------|------|------|------|---------|
| 昆明市生态安全评价 | 压力层 | 人口密度/人·km <sup>-2</sup>                    | 500  | 400  | 300  | 200  | 100  | 0.066 0 |
|           |     | 人口自然增长率/‰                                  | 5    | 4    | 2.35 | 0.3  | 0.8  | 0.041 3 |
|           |     | 工业 COD 排放强度/kg·万元 <sup>-1</sup>            | 6    | 5    | 3    | 2.25 | 1.5  | 0.027 9 |
|           |     | 工业 SO <sub>2</sub> 排强度/kg·万元 <sup>-1</sup> | 9    | 7    | 5    | 3    | 1    | 0.068 6 |
|           |     | 平均生活用水量/t                                  | 0.18 | 0.16 | 0.14 | 0.12 | 0.1  | 0.037 4 |
|           | 状态层 | 人均 GDP/万元                                  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 0.072 3 |
|           |     | 人均道路面积/m <sup>2</sup>                      | 3    | 6    | 9    | 11   | 14   | 0.072 7 |
|           |     | 人均公共绿地面积/m <sup>2</sup>                    | 4    | 6    | 8    | 10   | 12   | 0.068 5 |
|           |     | 建城区绿化覆盖率/%                                 | 20   | 25   | 30   | 35   | 40   | 0.075 3 |
|           |     | 集中式饮用水源水质达标率/%                             | 80   | 85   | 90   | 95   | 100  | 0.043 5 |
|           |     | 三产占 GDP 比例/%                               | 20   | 30   | 40   | 50   | 60   | 0.072 1 |
|           |     | 城市建成区环境噪声平均等效声级/dB                         | 60   | 57.5 | 52.5 | 47.5 | 42.5 | 0.048 3 |
|           |     | 工业固体废物综合利用率/%                              | 55   | 65   | 75   | 85   | 100  | 0.025 2 |
|           | 响应层 | 工业废水排放达标率/%                                | 80   | 85   | 90   | 95   | 100  | 0.022 0 |
|           |     | 污水处理率/%                                    | 30   | 50   | 70   | 90   | 100  | 0.105 4 |
|           |     | 垃圾无害化处理率/%                                 | 60   | 70   | 80   | 90   | 100  | 0.036 5 |
|           |     | 环保投资占 GDP 比例/%                             | 1    | 1.8  | 2.5  | 3.5  | 5    | 0.117 0 |

(见图 1)。2000 年至 2010 年昆明市生态安全综合级别特征值逐渐减小, 对应图像呈下降趋势, 表明昆明市生态安全状态逐年提升, 生态安全等级从 2000 年的不安全等级向 2001 年至 2007 年的临界安全、2008 年至 2010 年的较安全等级过渡。

从综合特征值曲线曲率来看, 2000 年至 2006 年曲线较为平缓, 而 2006 年之后曲率则变大, 说明昆明市生态安全在 2000 ~ 2006 年比较稳定, 而 2006 后生态安全则快速地发生好转。从项目层来看, 状态与响应的安全级别特征值变化趋势与总体安全水平大体相同, 而压力层级特征值虽然具有逐渐减少的趋势, 但是仍高于总体级别特征值, 最低值 3.541 8 (2010 年) 属于不安全等级。昆明市采取了一系列的响应措施使得生态安全逐渐趋于较安全, 但是人口密度、人口自然增长率等压力限制

了昆明市的生态安全。

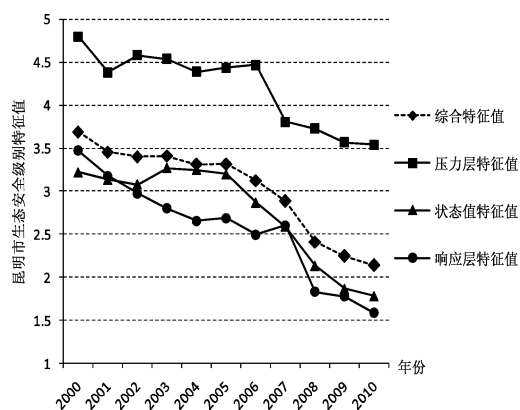


图 1 昆明市 2000 ~ 2010 年生态安全级别的变化趋势

Fig. 1 Trends of level characteristic value in Kunming eco-security from 2000 to 2010

表 2 昆明市城市生态安全模糊综合评价结果

Tab. 2 Results of fuzzy comprehensive evaluation of eco-security in Kunming

| 年份   | 指数 | 隶属度     |         |         |         |         | 级别特征值   | 评价结果 |
|------|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|
|      |    | 理想安全    | 较安全     | 临界安全    | 不安全     | 极不安全    |         |      |
| 2000 | 综合 | 0.032   | 0.089 1 | 0.334 7 | 0.246 6 | 0.297 6 | 3.688 7 | 不安全  |
| 2001 | 综合 | 0.023 3 | 0.142 9 | 0.411 8 | 0.202   | 0.22    | 3.452 5 | 临界安全 |
| 2002 | 综合 | 0.094 8 | 0.099   | 0.364 4 | 0.191 3 | 0.250 4 | 3.403 2 | 临界安全 |
| 2003 | 综合 | 0.066 1 | 0.155 6 | 0.321 8 | 0.216 8 | 0.239 7 | 3.408 4 | 临界安全 |
| 2004 | 综合 | 0.099 2 | 0.109 4 | 0.362   | 0.238 6 | 0.190 7 | 3.311 9 | 临界安全 |
| 2005 | 综合 | 0.106 4 | 0.124 5 | 0.314 4 | 0.256   | 0.198 8 | 3.316 6 | 临界安全 |
| 2006 | 综合 | 0.082 3 | 0.247   | 0.332 3 | 0.142 4 | 0.196   | 3.122 8 | 临界安全 |
| 2007 | 综合 | 0.086 1 | 0.329 9 | 0.303 8 | 0.172 9 | 0.107 3 | 2.885 4 | 临界安全 |
| 2008 | 综合 | 0.278   | 0.299 8 | 0.264   | 0.050 9 | 0.107 3 | 2.409 7 | 较安全  |
| 2009 | 综合 | 0.336   | 0.303 8 | 0.246 3 | 0.006 6 | 0.107 3 | 2.245 4 | 较安全  |
| 2010 | 综合 | 0.411   | 0.277 4 | 0.183 1 | 0.021 3 | 0.107 3 | 2.136 8 | 较安全  |

数据来源: 昆明市 2000 - 2010 年统计年鉴、2000 - 2010 年国民经济和社会发展公报和 2000 - 2010 年昆明市环境公报

### 3.2 项目层分析

#### 3.2.1 压力层

由图 2 可知极不安全隶属度所占的比例最大, 其最大比例占 88.43%, 最小比例占 44.48%。而不安全、临界安全、较安全、理想安全等级的隶属度所占的比例均较小, 说明压力层指标总体上隶属于极不安全等级。同时从图 1 可知压力层特征值为 3.5 ~ 5, 处于不安全与极不安全等级。主要原因在于人口密度、工业 SO<sub>2</sub> 排放强度、人均生活用水量

等指标更多隶属于临界安全、不安全和极不安全等级。同时人口密度与工业 SO<sub>2</sub> 排放强度指标的权重分别达到 0.066 0 和 0.068 6, 其对昆明市生态安全影响相对较大。

极不安全隶属度大体呈逐渐下降的趋势; 不安全隶属度呈先增后减趋势; 临界安全隶属度在 2002 年至 2007 年比较平稳, 2007 年至 2009 年呈快速上升趋势, 09 年之后则呈下降趋势; 较安全隶属度在 2007 年之前相对较平缓, 之后则呈逐渐升高的趋

势；理想安全隶属度在 2003 年之前呈升高趋势，之后则保持在 0.115 7 上。大体上可以得出，不安全、极不安全级别隶属度逐渐下降而比较安全和理想安全级别隶属度逐渐升高，即 11 年间昆明市生态安全压力层指标逐渐趋于变好的趋势。主要原因是到 2007 年人均生活用水量从 2000 年的 0.302 2 t/人·日下降到 0.123 8 t/人·日，指标等级由极不安全等级下降至临界安全和较安全等级。另外工业 SO<sub>2</sub> 排放强度也呈不断下降的趋势。

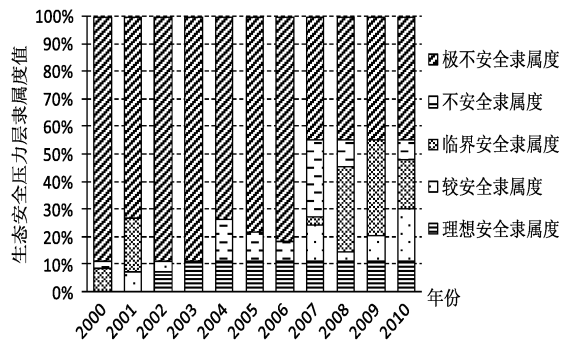


图2 昆明市 2000 ~ 2010 年生态安全压力层隶属度比例及变化  
Fig. 2 The change and proportion of subordinate degree about pressure in Kunming from 2000 to 2010

### 3.2.2 状态层

由图 3 可知昆明市 2000 年至 2010 年生态安全状态层隶属度比例具有阶段主导性，即各阶段占主导比例的隶属度属于不同的等级。2006 年以前临界安全隶属度和不安全隶属度所占的比例较大，分别占 63.41%、62.46%、65.03%、67.14%、72.57%、70.19%；2006 年不安全隶属度、临界安全隶属度和较安全隶属度所占比例相当，约占 30%；2006 年之后则较安全隶属度和理想安全隶属度的比例占主导地位，分别占 79.57%、80.1%、76.36%。说明 2006 年以前状态层处于不安全和临界安全较低水平，2006 年之后状态层趋于较安全和理想安全水平。主要原因是 2006 年之后人均公共绿地面积、建成区绿化覆盖率、人均 GDP 等指标得到快速发展，均从不安全级别逐渐转向较安全级别。在于昆明正在进行大力发展旅游业与园林城市的建设使得昆明市加大建成区绿化。到 2010 年昆明市建成区绿化覆盖率达到 41.28%，该值已经超过理想安全等级。另外集中式水源水质达标率也不断提升，从而到 2006 年后状态隶属度值趋于相对安全等级。

11 年间状态层中极不安全隶属度呈现递减趋势；不安全隶属度和较安全隶属度呈现先增后减的趋势；理想安全隶属度则出现逐渐上升的趋势；临界安全隶属度变化则呈波状形式即呈现出增 - 减 - 增 - 减 - 增的波状形式。总体上状态层生态安全逐渐向好的方向发展，但是其具有波动性，暗含许多的不安全因素。隶属度值波动原因在于建城区绿化覆盖率指标值（%）依次为 29.4、30.7、29.88、25.34、24.67、26.07、27.3、34.63、36.73、38.95、41.28 及集中式饮用水源水质达标率（%）分别为 98.68、97.68、99.69、96.05、97.29、97.78、96.14、98.4、95.32、97.47、99.67，均具有波动性。尤其是集中式饮用水源水质达标率在云南干旱之前水源水质都具有较高水平，之后水源水质受云南干旱影响发生变化，而最近几年昆明市加强水利设施的建设及对水源地区环境保护与治理，不断提高了水源水质的达标率。

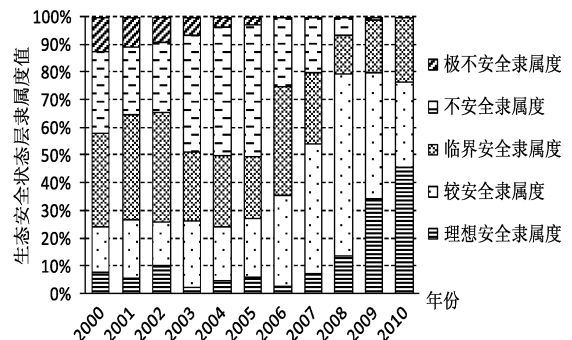


图3 昆明市 2000 ~ 2010 年生态安全状态层隶属度比例及变化  
Fig. 3 The change and proportion of subordinate degree about state in Kunming from 2000 to 2010

### 3.2.3 响应层

由图 4 可知 2007 年之前临界安全隶属度所占的比例最大，占 72.62%，而 2008 年及以后理想安全的隶属度所占比例最大，约占 53%。极不安全隶属度在 2000 年为 0.097 7，而在其它年份则均为 0，所占的比例最小为 0.977%。不安全与较安全隶属度均处于相对较小的比例，平均值为 14.45%。说明 2007 年之前昆明市生态安全响应层趋于临界安全等级，而 2008 年及以后年份则趋于理想安全等级。主要原因在于工业废水排放达标率、垃圾无害化处理率值均较大处于临界安全和较安全等级，保证了整体生态安全响应处于较好的等级。同时随着昆明市经济的快速发展，用于环境保护等方面的投



资逐渐加大。2000年至2010年环境投资占GDP的比例(%)依次为2.12、2.17、2.28、2.68、2.48、2.58、2.82、3.00、5.34、4.96、5.54,至2008年以后具有大幅度的比例提升,且GDP在不断提高使得用于环境保护的投资额巨大。大量资金投入用于进行绿化、环境污染的治理如滇池的治理使得生态安全状况变好。

极不安全隶属度、不安全隶属度不断降低;临界安全隶属度呈现先增后减的趋势;较安全隶属度呈现上升-下降-上升-下降-上升的波动形式;而理想安全隶属度则总体呈现上升趋势。说明2000年至2010年,昆明市生态安全响应层逐渐由不安全、临界安全等级向较安全和理想安全等级转变,整体在较安全等级进行上下波动。原因主要表现在工业废水排放达标率、垃圾无害化处理率、工业固体废物综合利用率、环保投资占GDP比例等响应层指标均向较好方向发展,但是工业固体废物综合利用率、环保投资占GDP比例、垃圾无害化处理率指标在2009年呈现出一定的波动性。

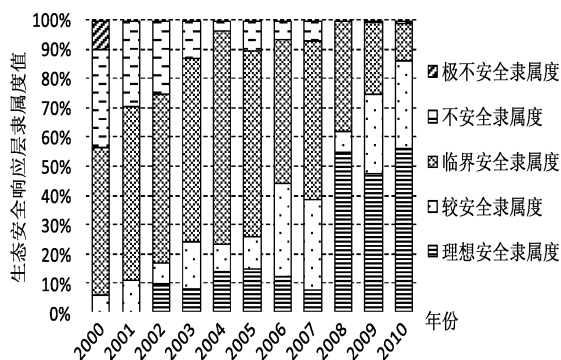


图4 昆明市2000~2010年生态安全响应层隶属度比例及变化

Fig. 4 The change and proportion of subordinate degree about response in Kunming from 2000 to 2010

### 3.3 昆明市生态安全变化趋势分析

根据施晓清等人的研究成果<sup>[6]</sup>,生态安全具有动态变化特征,某个状态生态安全的好坏并不能很好的表征某一区域的生态安全状况,只有评价一段时间内的生态安全才具有现实意义。一个区域的生态安全状况只有静态上具有安全性,并向更高安全等级发展才能认为是安全的。故本文采用灰色数列预测方法对生态安全中隶属度值进行预测,从而更好地表征生态安全状况。

用上述灰色数列预测法,预测2011与2015年

项目层及目标层的级别特征值。2011与2015年压力层级别特征值为3.519 5、3.418 8、3.321 1、3.226 1、3.133 8;状态层级别特征值为1.936 4、1.825、1.72、1.621 1、1.527 9;响应层级别特征值为1.677 7、1.57、1.469 1、1.374 7、1.286 4;综合级别特征值为2.216、2.105、1.999 6、1.899 5、1.804 4。通过计算方差比,其精度等级为好;误差概率,其精度等级为合格,故灰色数列预测法能有效预测生态安全级别特征值。2010年之后综合级别特征值与各目标层级别特征值均呈下降趋势,说明按照目前昆明生态环境建设来看,昆明市生态安全将日趋变好,生态安全等级将向更好的等级转变。综上所述,2010年生态安全处于较安全等级且具有向更高等级发展的趋势。

## 4 结论与讨论

从评价结果看,2000年昆明市生态安全处于不安全等级,2001年至2007年处于临界安全等级,而2008及以后处于较安全等级。11年间昆明市生态安全压力层处于不安全、极不安全等级,状态层变化趋势具有阶段主导性和波动性;2007年之前响应层趋于临界安全等级,而2008年及以后年份则趋于理想安全等级。响应层指标在保护昆明生态环境的作用逐渐增强,但生态环境压力强度仍然较大,还存在许多不安全因素使得昆明市生态系统状态具有不平衡的波动性。因此,昆明市需要在提高响应层的同时,不断采取积极措施降低生态环境压力,才能保证生态环境向更好等级发展。这与常宇飞<sup>[17]</sup>等学者的研究结论一致。但是张东华<sup>[18]</sup>却得到了相反的结果,与生态足迹分析方法相比,本研究考虑了生态环境方面的因素对生态安全的影响。其次,国内目前还没有构建出一套大家公认的评价指标系统与评价标准,本研究通过参考其他学者的指标体系,指标标准来源于生态城市建设等国家标准,对评价结果均有一定影响。

从生态安全变化趋势来看,11年间昆明市生态安全向较好等级发展。2010年生态安全处于较安全等级且具有向更安全等级发展的趋势,最终评判为较安全等级。生态安全是一个动态过程<sup>[6,9]</sup>,将生态安全状态与变化趋势结合起来评价生态安全更加符合实际。

## 参考文献：

- [1] 马倩, 张洋, 赵枫. 基于 PSR 模型的干旱区绿洲城市生态安全评价——以乌鲁木齐市为例 [J]. 土壤通报, 2011, 42 (5): 1225 – 1230.
- [2] 盛东, 李桂元, 徐义军. 湖南省小流域生态安全综合评价指标体系研究 [J]. 水土保持研究, 2010, 17 (2): 59 – 63.
- [3] YAN – ZHI ZHAO, XUE – YONG ZOU, HONG CHENG, et. al. 2006, Assessing the ecological security of the Tibetan plateau: Methodology and a case study for Lhaze County [J]. Journal of Environmental Management 2006, 80: 120 – 131.
- [4] 赵筱青, 和春兰. 外来树种桉树引种的景观生态安全格局 [J]. 生态学报, 2013, 33 (6): 1860 – 1871.
- [5] 苏泳娴, 张虹鸥, 陈修治, 等. 佛山市高明区生态安全格局和建设用地扩展预案 [J]. 生态学报, 2013, 33 (5): 1524 – 1534.
- [6] 施晓清, 赵景柱, 欧阳志云, 等. 城市生态安全及其动态评价方法 [J]. 生态学报, 2005, 25 (12): 3238 – 3242.
- [7] 张松男, 雷国平, 李秀霞, 等. 基于 P – S – R 模型的城市生态安全模糊物元评价——以吉林省四平市为例 [J]. 水土保持研究, 2013, 20 (2): 170 – 175.
- [8] 张继权, 伊坤朋, 王秀峰, 等. 基于 DPSIR 的吉林省白山市生态安全评价 [J]. 应用生态学报, 2011, 22 (1): 189 – 195.
- [9] 冯文斌, 李升峰. 江苏省土地生态安全评价研究 [J]. 水土保持通报, 2013, 33 (2): 285 – 290.
- [10] 李佩武, 李贵才, 张金花, 等. 深圳城市生态安全评价与预测 [J]. 地理科学进展, 2009, 28 (2): 245 – 252.
- [11] 李佩武, 李贵才, 张金花, 等. 城市生态安全的多种评价模型及应用 [J]. 地理研究, 2009, 28 (3): 294 – 300.
- [12] 高长波, 陈新庚, 韦朝海, 等. 熵权模糊综合评价法在城市生态安全评价中的应用 [J]. 应用生态学报, 2006, 17 (10): 1923 – 1927.
- [13] 徐建华. 现代地理学中的数学方法 [M] 第二版. 北京: 高等教育, 2002: 342 – 345.
- [14] 李双江, 杨玉铮. 快速城市化进程中城市生态安全评价——以石家庄市为例 [J]. 国土与资源研究, 2012 (3): 53 – 54.
- [15] JINGYI TIAN, GENSHI GANG. 2012. Research on Regional Ecological Security Assessment. Energy Procedia 16 (2012) 1180 – 1186.
- [16] 陈思思, 罗上华, 周跃. 昆明市可持续发展适宜人口规模研究 [J]. 昆明理工大学学报: 理工版, 2008, 33 (2): 72 – 76.
- [17] 常宇飞, 施玉, 丁伟, 等. 云南省昆明市生态安全评价 [J]. 安徽农业科学, 2012, 40 (35): 17260 – 17269.
- [18] 张东华. 基于生态足迹改进模型的昆明市生态安全评价研究 [D]. 昆明: 云南财经大学, 2012.
- [19] 彭少麟, 郝艳茹, 陆宏芳等. 生态安全的涵义与尺度 [J]. 中山大学学报: 自然科学版, 2004, 43 (6): 27 – 31.

## ECOLOGICAL SECURITY SEQUENTIAL ASSESSMENT OF KUNMING BASED ON FUZZY COMPREHENSIVE EVALUATION METHOD

WANG Xing-you, ZHAO Xiao-qing

(School of Resource & Environment and Earth Science, Yunnan University, Kunming 650091, Yunnan, China)

**Abstract:** Taking Kunming as a case study, adopting PSR (Pressure – State – Response) conceptual model to construct ecological security index system and using entropy method to determine the index weight, giving a dynamic assessment and analysis on the ecological security from 2000 to 2010 by fuzzy comprehensive evaluation method and conducting a prediction on the ecological security in Kunming by gray sequence prediction method. The results indicate that the ecological security in Kunming was insecure in 2000 and moderately secure from 2001 to 2007. With the rapid development of economy and gradually reinforced investment on environment protection, the ecological security in Kunming got a good momentum and maintained secure after 2008. It also had a tendency toward higher levels.

**Key words:** ecological security; sequential assessment; fuzzy comprehensive evaluation method; Kunming

中国自然保护区生态旅游研究进展

郭迪, 鲁小波\*, 齐月

(渤海大学旅游学院、旅游发展与规划研究中心, 辽宁锦州 121000)

**摘要:** 截止 2012 年, 中国自然保护区面积达国土面积 14.9%, 超过世界平均水平。自然保护区的自然生态资源迎合了生态旅游需求, 在保护区内开展生态旅游, 为保护区可持续发展提供一个新思路。目前, 国内越来越多的学术研究论文集中在这些旅游活动, 通过中国知网, 对 2000 ~ 2012 年中国自然保护区生态旅游的相关文献进行检索和分析, 经整理获得相关文献 1 673 篇, 其中核心期刊 414 篇。在此基础上对自然保护区生态旅游的理论、开发、管理、环境问题、社区参与及国外经验研究方面进行综述。就中国自然保护区生态旅游的研究进展, 概括出 4 点成就并提出 4 点建议。

**关键词:** 自然保护区; 生态旅游; 可持续发展

**中图分类号:** S788.2      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1001 - 7852(2013)05 - 0046 - 06

自 1956 年中国第一个自然保护区——广东鼎湖山自然保护区建立以来, 截止 2012, 中国已建立 2 669 处自然保护区 (不含港澳台地区), 总面积为  $149 \times 10^4 \text{ km}^2$ , 陆地自然保护区面积约占国土面积的 14.9%, 超过 12% 的世界平均水平。自然保护区大多地处偏远地区, 自然资源保存完好, 拥有独具特色、风景秀丽的自然风光。这些区域集中了自然生态系统和自然景观中最为精华的部分, 迎合了产生于 20 世纪 80 年代的生态旅游需求。

目前国内越来越多的学术研究论文集中在这些自然保护区内的生态旅游活动, 研究数量逐年增多, 研究内容也在逐步扩展和深化。因此有必要对其研究成果进行阶段性总结, 指出自然保护区生态旅游发展研究的现状及其存在问题, 以便为今后的进一步研究提供依据和方向, 从而促进自然保护区的持续健康发展。

1 总体研究概况

利用中国知网以主题为“自然保护区”进行检

表 1 中国自然保护区生态旅游研究论文统计  
Tab. 1 Statistics of research paper of ecotourism  
in nature reserve in China

| 年份   | 全部期刊/篇 | 核心期刊/篇 | 核心期刊占有率/% |
|------|--------|--------|-----------|
| 2000 | 57     | 11     | 19.30%    |
| 2001 | 72     | 16     | 22.22%    |
| 2002 | 86     | 22     | 25.58%    |
| 2003 | 105    | 15     | 14.29%    |
| 2004 | 85     | 23     | 27.06%    |
| 2005 | 115    | 30     | 26.09%    |
| 2006 | 193    | 59     | 30.57%    |
| 2007 | 188    | 54     | 28.72%    |
| 2008 | 185    | 39     | 21.08%    |
| 2009 | 156    | 32     | 20.51%    |
| 2010 | 167    | 45     | 26.95%    |
| 2011 | 146    | 46     | 31.51%    |
| 2012 | 118    | 22     | 18.64%    |
| 合计   | 1 673  | 414    | 24.75%    |

收稿日期: 2013 - 08 - 06; 修订日期: 2013 - 09 - 19.  
基金项目: 国家自然科学基金项目 (41301137) 研究成果之一.  
作者简介: 郭迪 (1988 - ), 女, 辽宁省葫芦岛市建昌人, 硕士研究生, 主要研究方向为旅游规划与开发.  
\* 通信作者.

索,然后输入“生态旅游”在结果中检索,来源类别分别选择“全部期刊”和“核心期刊”。最后,再采用“滚雪球”法<sup>[1]</sup>对所得文献后所列参考文献中具有代表性的的相关研究进行检索,力求获得较为完备的文献资料,以期能全面反映中国的自然保护区生态旅游研究现状。通过整理可获得2000~2012年的相关文献1 673篇,其中核心期刊414篇,核心期刊占有率为24.75% (见表1)。研究主要集中在自然保护区生态旅游的理论、开发、管理、环境问题、社区参与及国外经验6个方面。这些研究为国内自然保护区开展生态旅游提供了理论指导,促进了自然保护区生态旅游的快速发展(图1)。

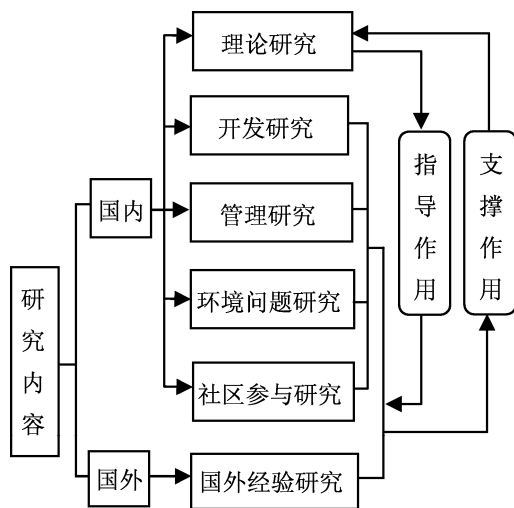


图1 自然保护区生态旅游主要内容层次结构

Fig. 1 Hierarchy of main content of ecotourism in nature reserve

## 2 中国自然保护区生态旅游研究的主要内容

### 2.1 基础理论研究

#### 2.1.1 自然保护区生态旅游的概念与内涵

比较有代表性的定义认为自然保护区生态旅游的基本内涵是亲近自然、享受自然,其基本要求是在享受自然的同时要保护自然,其核心是对保护区生态环境的保护和谋福当地居民,不再认为自然保护区是被征服、利用的对象,而应尊重自然界的异质性,尽量减少对环境的影响,达成“天人合一”的和谐状态<sup>[2]</sup>。

#### 2.1.2 可持续理论

国内对自然保护区的可持续发展的研究兴起于

20世纪90年代末。周世强<sup>[3]</sup>认为自然保护区的可持续发展是自然保护区经营管理模式走向成熟的标志,并阐释了自然保护区的可持续发展经营管理模式的生态经济原理与特征,以及自然保护区的可持续发展的概念、具体策略和措施。随后,有许多学者就自然保护区生态旅游的可持续发展纷纷发表自己的看法,如解永秋<sup>[4]</sup>认为可采取如下具体措施:制定各级严格科学可操作的生态旅游规划,加强生态旅游法制化、规范化管理,改善财税支撑体系,利用区位优势发展多种生态旅游形式,强化对生态意识的宣传与培训,促进公众生态旅游可持续发展意识的提升;朱青晓<sup>[5]</sup>从政府、企业、公众3个行为主体层面构建生态旅游可持续发展环境伦理体系,旨在为自然保护区生态旅游可持续发展提供哲学支撑和实践借鉴;庞振刚、鲁小波<sup>[6-7]</sup>等认为发展生态旅游是自然保护区可持续发展的必由之路。

#### 2.1.3 生态学理论

生态学理论涉及范围较广,钟林生、赵士洞、向宝惠<sup>[8]</sup>对生态伦理学理论、生态经济学理论、景观生态学理论进行了研究,分别阐述了这些理论的产生、特点、基本理论、指导作用等方面。张建萍<sup>[9]</sup>提出了生态美理论,她提到生态美是建立在生态人文观基础上的一种崭新的具有生态哲学意义的美学概念,是生态文明社会中人类的一种共同美学追求,具有与自然美本质上差异的美学特征。

### 2.2 自然保护区生态旅游开发研究

#### 2.2.1 资源评价

目前已经开展探索有自然保护区生态旅游资源评价的目的、内容和方法。其目的在于:确定旅游资源的质量,评估现有旅游资源在旅游地开发建设中所处的地位;明确旅游地的性质,拟定旅游资源的结构(主次关系)和规划设计;通过对旅游资源开发条件的评价,确定不同旅游地建设顺序。其内容主要包括两方面一是旅游资源本身(个体),二是旅游资源间的相互关系,景点的地域组合、环境容量及旅游条件的配置情况,即旅游资源系列条件<sup>[10]</sup>。近年来,旅游地学界开始探索更科学的旅游资源评价方法,由定性描述逐渐转向定性定量相结合评价,多采用层次分析法(AHP)进行综合评价。

#### 2.2.2 开发模式

由于自然保护区开发生态旅游类型的多样化,不同类型的自然保护区生态旅游开发模式也不尽相同。森林生态系统自然保护区生态旅游开发模式,

包括森林观光、森林游憩、森林保健(休闲度假)、徒步穿越(探险)、环境教育;草地生态系统自然保护区生态旅游开发模式:草原观光、民族风情体验、草原休闲度假、草原探险;湿地生态系统自然保护区生态旅游开发模式:动物(鸟类)观赏、水上项目;海洋生态系统自然保护区生态旅游开发模式:海岸项目、水上项目、水下项目<sup>[11]</sup>。此外,还有“保护、开发、管理”三位一体的新模式<sup>[12]</sup>。

### 2.2.3 产品开发

根据旅游区的资源特色和市场的不同需求,可以开发出不同的旅游产品种类,如旅游产品规划类别:森林科考科普游;森林、溪水、石佛观光游;原始森林探险游;林海蓝天览胜游;休闲度假购物游;红色遗迹爱国游;森林健身览胜游<sup>[6]</sup>等。旅游产品的开发:“食”—绿色饮食、“住”—生态小屋、“行”—环保交通、“游”—生态体验、“购”—原生商品、“娱”—寓教于乐等。

## 2.3 自然保护区生态旅游管理研究

### 2.3.1 管理体制

不健全的自然保护区的管理体制易造成管理职责不清,挫伤建设自然保护区积极性和投资渠道不畅等问题<sup>[13]</sup>,因此保护区的管理体制十分重要。如陕西佛坪国家级自然保护区经过数十年发展,建立了较为完善的局、站、点等3级保护管理体系,基本能实现保护管理区域的分区控制,建立了独立的管理机构,科室设置分级明确,人员编制与实际在岗人员数量适宜,职工年龄结构合理<sup>[14]</sup>。

### 2.3.2 游客管理

游客管理是自然保护区生态旅游管理中十分关键的内容。发展生态旅游过程中,旅游者对保护区内生态资源产生影响,而旅游者本身也受到了影响。在讨论与游客相关的影响时,传统的方法是把生态环境承载力作为决策原则,这种环境承载力方法侧重于通过减少使用者的数量来解决对资源和游客自身经历的影响<sup>[15]</sup>,而一些学者就提供了科学的计划管理框架和各种具体的管理办法,如韦原莲、刘薇<sup>[16]</sup>。

### 2.3.3 景区管理

自然保护区首要目标就是对自然资源进行有效保护,因此景观资源的管理十分重要。制定合理有效的保护措施保护生物资源,严防物种流失,严防生态系统遭受干扰和破坏;制定科学合理的保护管理措施,加强对自然景观的保护,严禁任何人为的活动影响或改变自然生态景观,加强对人文景观的

专项保护,注重民族文化教育的发掘和整理<sup>[17]</sup>。为使旅游活动对保护区生态环境的影响尽可能降到最低限度,保护区内的服务设施应只局限为道路、停车场、休息台、观景台、标示牌和厕所等,避免大兴土木。旅游景区的工作人员必须认真规划,严格培训,对游客提供出高素质和高质量的服务。

## 2.4 自然保护区生态旅游环境问题研究

### 2.4.1 生态旅游引起的环境问题

景区开发方面:为了吸引游客,一些旅游地盲目的规划和开发,有些地区甚至在核心区内开展旅游,这不但破坏了自然景区的原貌,而且大量游客和机器在风景区的聚集,对土壤和植被造成很大的损害<sup>[18]</sup>,严重的出现土壤板结、压实,水分渗透减少,地表径流增加,导致水土流失增加,进而影响到植被的生长,尤其是珍稀濒危物种和某些大、中型动物,往往会因此而受损或迁移。如张家界市在过去的旅游开发过程中,重开发轻保护,许多部门和开发商在武陵源风景区内建设了大量宾馆和招待所,生态破坏严重<sup>[19]</sup>。

游客游览方面:游客大量涌入使保护区的环境质量下降,垃圾、水污染、空气污染正在成为一些保护区令人忧虑的旅游负影响。据有关资料表明,在已开展生态旅游活动的自然保护区中有3%产生了空气污染,12%出现了水污染,11%有噪声污染,44%存在垃圾公害,仅有16%定期进行环境监测,而部分保护区连一台必要的监测仪器也没有,根据科学监测对游客数量进行控制的保护区仅占20%,有23%的保护区在核心区也有旅游活动<sup>[20]</sup>。景区应严格控制游客承载力,根据景区环境容量计算的结果,限制游客数量,或实行淡旺季浮动票价制等措施进行游客分流<sup>[21]</sup>。

### 2.4.2 环境容量和环境承载力

要保证自然保护区生态旅游在可持续发展的道路上,生态旅游环境容量和环境承载力的研究至关重要。生态旅游环境容量是评价游客容量的量化指标,采用较多的有线路法(游道法)、面积计算法、卡口法<sup>[22]</sup>。目前已经应用到生态旅游环境容量测算中的方法还包括层次分析法和综合模糊评价<sup>[23]</sup>等。自然保护区生态旅游环境承载力的指标体系包括资源空间承载力、生态环境承载力、社会环境承载力和经济承载力4个分量因子<sup>[24]</sup>。在分析旅游供求关系是否平衡的基础上,多数研究通过定性与定量相结合的方法,采用一定的计算模型和公式,计算生态旅游环境承载力。

### 2.4.3 环境保护与环境解说

环境保护的途径有对保护区进行功能分区、合理控制保护区的游客容量、坚持以自然保护为主并制订生态旅游规划<sup>[25]</sup>。湿地自然保护区环境解说三维系统是以生态旅游可持续发展三维目标体系和环境教育理论为基础,结合自然保护区的功能分区特点,以空间、时间、形式为3个维度构建的新型解说系统<sup>[26]</sup>。

## 2.5 自然保护区生态旅游社区参与研究

### 2.5.1 鼓励居民参与旅游业

保护区不是孤立存在的,它与周边社区山水相连、风雨共依,保护区与社区群众的生产、生活息息相关,而自然资源的保护管理也离不开群众的配合与参与,应鼓励居民参与旅游业。学者杨桂红<sup>[27]</sup>就提出利用利益机制增进社区居民的环保意识和环保行为,并倡导拓展社区居民参与旅游的途径。

### 2.5.2 实现社区参与经济效益

社区参与是实现旅游扶贫的有效途径<sup>[28]</sup>。姚正明、余登利等<sup>[29]</sup>提出以下对策:加快生态旅游建设步伐、提高服务水平和接待能力、增加旅游经济群众的覆盖面、加大旅游产品开发力度、拉长旅游经济产业链、建立反哺机制促进社区经济发展等对策建议。姚正明、兰洪波等<sup>[30]</sup>提出增加资金投入、发挥“科普基地”的作用、开发生态旅游以鼓励和扶持社区群众参与旅游接待和优化管理模式等对策和建议。

### 2.5.3 社区参与旅游发展规划和决策

社区参与旅游发展规划和决策十分重要。孙九霞以西双版纳的傣族园为例进行研究得出结论:旅游开发商要培养居民强烈的社区意识,在此基础上使社区居民不仅参与经营活动,并且要参与社区旅游发展的决策、执行和监督<sup>[31]</sup>。刘伟华<sup>[32]</sup>则认为社区应作为一个主体参与旅游规划、决策、管理。胡志毅、张兆干等<sup>[33]</sup>从社区参与旅游的层次性,认为社区参与需要在旅游规划、旅游地环境保护、旅游地社区文化维护等方面得到加强。罗永常<sup>[34]</sup>探讨了社区参与旅游的保障机制。

## 2.6 国外经验研究

中国自然保护区生态旅游的相关研究并没有闭门造车,而是积极引入国外经验和理论,并结合我国自然保护区的具体情况,逐步开展生态旅游。研究内容包括:(1)介绍国外自然保护区生态旅游研究的主要问题和进展,从而提出国内生态旅游

研究的具体思路和方向<sup>[35]</sup>; (2)根据中国自然保护区的实际情况,参考国外自然保护区的定义与分类方式,对中国森林自然保护区生态旅游资源进行了研究<sup>[36]</sup>; (3)介绍欧美、澳洲学者的研究进展基础上,针对中国的研究现状,提出在自然保护区开展生态旅游对野生动物影响的研究方向、监测和管理策略<sup>[37]</sup>。根据实际国情和自然保护区所在区域的具体条件将国外相关研究进行本土化,使国外发展经验和国内实际情况有效结合起来,这种中西结合、理性研究的思路符合科学发展的理论。

## 3 总结及展望

### 3.1 研究成就

综合来看,国内自然保护区生态旅游研究的具体成就可以总结为以下4个方面。

(1)目前国内越来越多的学术研究论文集中在这些自然保护区内的生态旅游活动,研究数量逐年增多,核心期刊占有率增大,研究内容也在逐步扩展和深化。

(2)中国自然保护区生态旅游的研究不仅有基础和应用理论的研究,也有对自然保护区生态旅游的开发、管理等实践方面的研究。

(3)从国内相关研究来看,不仅有旅游开发方面的研究,生态旅游管理研究也逐渐出现并不断深化。这表明目前国内研究正在逐步摆脱传统的“重开发,轻管理”,从而更有利地保证了自然保护区生态旅游健康发展。

(4)国内学者结合中国国情,积极总结和引用了国外先进理论和经验,促进中国旅游业飞速发展。

### 3.2 今后展望

通过对近十几年来国内自然保护区生态旅游研究的总结,就中国自然保护区生态旅游现状看,今后还需对以下几个问题进行关注。

#### (1) 理论研究与实践结合

通过对近年来国内学者发表的论文分析来看,绝大多数为理论性研究论文,实用的、有效的实证研究少。目前学术界忽视了理论研究与实践相结合,中国许多保护区开发生态旅游过程中暴露出的种种问题都与之有很大关系。

#### (2) 规范研究方法

在自然保护区生态旅游研究中,要树立科学研究思维,力求有“方”可循,有“法”可依。比

如,目前有关自然保护区生态旅游环境影响研究多偏重于现状的评价,对系统预测调控研究不够,过于理论化,实用性不强。

### (3) 注重多学科交叉相融

自然保护区生态旅游研究要借鉴其它学科的方法和理论,注重多学科交叉交融。如应用地理学、资源学方法研究自然保护区旅游资源开发问题,用

管理学中的博弈论进行相关利益主体分析。不断拓展研究领域,关注微观层面,推进研究深度。

### (4) 经验总结并加以重视

中国自然保护区生态旅游的研究中,虽有一些研究已引入了国外经验和理论,但数量仍为少数。高度决定视野,角度决定空间,学者们应重视国外经验的总结和引用。

## 参考文献:

- [1] 徐璿昱,刘力,吴慧.中国的韩国旅游研究进展与展望[J].地理科学进展,2009,28(1):153-160.
- [2] 黄晓玲,林盛.论自然保护区生态旅游的内涵实质与基本特征[J].林业经济问题,2003,23(3):172-175.
- [3] 周世强.试论自然保护区的可持续发展(摘编)[J].长江流域资源与环境,1988,7(4):24-27.
- [4] 解永秋.我国自然保护区生态旅游的现状 & 可持续发展的对策[J].经济与管理研究,2007(9):89-90.
- [5] 朱庆晓.我国自然保护区生态旅游可持续发展的伦理学思考[J].地域研究与开发,2008,21(1):73-76.
- [6] 庞振刚.自然保护区可持续发展的必由之路——发展生态旅游[J].生态经济,2001(5):20-23.
- [7] 鲁小波.自然保护区生态旅游开发与管理[M].北京:旅游教育出版社,2010:156-157.
- [8] 钟林生,赵士洞,向宝惠.生态旅游规划原理与方法[M].北京:化学工业出版社,2003:56-58.
- [9] 张建萍.生态旅游[M].北京:中国旅游出版社,2008:85-88.
- [10] 何爱红,王亦龙.甘肃自然保护区生态旅游资源的类型及综合评价[J].干旱区资源与环境,2011,25(6):211-219.
- [11] 李君轶,杨敏.基于敏感性的我国自然保护区生态旅游开发研究[J].干旱区资源与环境,2009,23(4):152-154.
- [12] 梅燕,谢萍.自然保护区生态旅游开发模式研究[J].安徽农业科学,2010,38(20):10925-10927.
- [13] 黄建军,李雪梅,薛晓煊.试论自然保护区分级管理体系[J].陕西环境,2003,10(6):4-6.
- [14] 杨丽萍,陈晶,周伟.陕西佛坪国家级自然保护区管理现状调查与评价[J].林业经济问题,2010,30(5):430-434.
- [15] 李俊清,崔国发,胡涌.自然保护区生态旅游管理与可持续发展[J].北京林业大学学报,2000(4):126-127.
- [16] 韦原莲,刘薇.生态旅游对自然保护区的影响及游客管理对策分析[J].林业资源管理,2005(4):21-23.
- [17] 杨絮飞.自然保护区生态旅游规划与管理对策研究[J].商业研究,2008,3(371):183.
- [18] 叶春,李渊妮,王为.旅游活动对生态旅游区环境冲击影响实证研究——以广东省南昆山上坪一中坪景区为例[J].云南地理环境研究,2008,20(5):103.
- [19] 袁鸾,吴仁海.张家界生态旅游可持续发展探讨[J].云南地理环境研究,2005,17(2):55-57.
- [20] 于爱水.我国自然保护区生态旅游研究进展[J].国土与自然资源研究,2005:68-70.
- [21] 普荣,吴映梅,白海霞.限制,禁止开发区旅游业发展模式探索——以云南省为例[J].云南地理环境研究,2008,20(6):79-84.
- [22] 钟林生,赵士洞,向宝惠.生态旅游原理与方法[M].北京:化学工业出版社,2003:307-333.
- [23] 赵赞,李丰生.生态旅游环境承载力评价研究——以桂林漓江为例[J].安徽农业科学,2007,35(8):2380-2383,2385.
- [24] 周鹏,张爱琴,冯永忠,等.工布自然保护区生态旅游环境承载力评价[J].西北林学院学报,2011,26(3):209-213.
- [25] 黄新华.鸡公山生态旅游与环境保护[J].安徽农业科学,2011,39(10):6132-6133.
- [26] 张建萍,吴亚东,朱亮,等.湿地自然保护区环境解说三维系统的构建[J].社会科学家,2010(4):100-104.
- [27] 杨桂红.试论社区居民参与旅游业与旅游业发展对环境保护的积极作用——以碧塔海旅游景区为例[J].经济问题探索,2001(11):124-126.
- [28] 邱云美.社区参与是实现旅游扶贫的有效途径[J].农村经济,2004(12):43-45.
- [29] 姚正明,余登利,冉景丞.贵州茂兰国家级自然保护区生态旅游与社区经济发展探析[J].安徽农业科学,2011,39(25):15532-15534.



- [30] 姚正明, 兰洪波, 冉景丞, 等. 茂兰保护区资源保护与社区发展探讨 [J]. 安徽农业科学, 2011, 39 (26): 16093 – 16094, 16121.
- [31] 孙九霞, 保继刚. 社区参与的旅游人类学研究 [J]. 广西民族学院学报: 哲学社会科学版, 2004, 26 (6): 128 – 136.
- [32] 刘纬华. 关于社区参与旅游发展的若干理论思考 [J]. 旅游学刊, 2000 (1): 47 – 52.
- [33] 胡志毅, 张兆干. 社区参与和旅游业可持续发展 [J]. 人文地理, 2002, 17 (2): 38 – 41.
- [34] 罗永常. 民族村寨社区参与旅游开发的利益保障机制 [J]. 旅游学刊, 2006 (10): 45 – 48.
- [35] 黄金火, 杨新军, 马晓龙. 国内外生态旅游研究的问题及进展 [J]. 生态学杂志, 2005, 24 (2): 228 – 232.
- [36] 栗海军, 马建章. 森林自然保护区生态旅游资源研究进展 [J]. 生态环境, 2008, 17 (2): 866 – 871.
- [37] 马建章, 程鲲鹏. 自然保护区生态旅游对野生动物的影响 [J]. 生态学报, 2008, 28 (6): 2818 – 2827.

## THE STUDY DEVELOPMENT ON ECOTOURISM IN NATURE RESERVE IN CHINA

GUO Di, LU Xiao-bo, QI Yue

(College of Tourism, Tourism Development and Planning Research Center, Bohai University, Jinzhou 121000, Liaoning, China)

**Abstract:** By 2012, Chinese Nature Reserve area was 14.9% of the whole land area, which was higher than the world's average. The natural ecological resources of the Nature Reserve satisfied the demand of the ecological tourism and provided a new train of thought for the sustainable development of the reserve by developing ecotourism. After searching and analyzing the related essays on ecotourism of CNKI during 2000 – 2012, 1673 related articles with 414 core journals were obtained. The writer reviewed the theories, the current situation on development and management, environmental issues, community involvement and foreign empirical studied on ecotourism in Nature Reserve. Then according to the research results had been made of ecotourism in Nature Reserve, the paper summarized 4 achievements and put forwards 4 recommendations, which provided a basis and a direction for the further study.

**Key words:** Nature Reserve; ecotourism; sustainable development

# 基于商品住宅价格的大连市居住空间分异研究

丁申锐<sup>1</sup>, 韩增林<sup>1,2</sup>

(1. 辽宁师范大学 城市与环境学院, 辽宁 大连 116029; 2. 辽宁师范大学 海洋经济与可持续发展研究中心, 辽宁 大连 116029)

**摘要:**通过分析大连市商品住宅售价的分布情况,发现大连市居住空间分异现象已初见端倪,城市社会极化、空间隔离明显,居住空间混合居住依然存在,但尚未出现明显集聚的“富人区”和“穷人区”,居住空间分异较合理。就此其特征及产生原因进行了综合研究,探讨居住空间分异的形成机制,认为多层次居住区分化、住宅商品化和自主性择居是大连市居住空间分异形成原因,针对大连市居住空间分异的现状特征的形成机制,采取以下调控策略:加强城郊结合部的公共基础设施建设;注重居住区的文化建设,创造多样化交往空间;采用混合居住的布局模式。

**关键词:**大连市;商品住宅;居住空间;分异

**中图分类号:** F293.3

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-7852(2013)05-0052-06

## 0 引言

居住是城市的主要功能之一。城市居住空间分异是指在一个城市中,不同特性的居民聚居在不同的空间范围内,整个城市形成一种居住分化甚至相互隔离的状况。在相互隔离的区域内,同质人群有着相似的社会特性、遵循共同的风俗习惯和共同认可的价值观,或许持着同一种亚文化;而在相互隔离的区域之间,则存在较大的差异<sup>[1]</sup>。20世纪初期,社会极化、居住隔离等在西方国家产生了一系列严重的社会问题,同时也推动了西方国家居住空间分异研究的不断发展。

20世纪二三十年代,西方社会学者对北美城市进行生态因子分析,结论表明:社会等级、家庭类型和种族成分是居住隔离形成的主要原因<sup>[2]</sup>。Harvey研究发现,居住隔离的产生不全是人们偏好选择的结果,更多的与资本主义产生的过程密切相关<sup>[3]</sup>。Henderson等从经济学角度对此进行了系列研究,认为家庭收入、财产和住房价格等是影响住房权属转换的重要因素<sup>[4-5]</sup>。自20世纪80年代

末,国内学者从不同的角度出发对居住空间分异研究提出大量的理论和实证方法,并在此基础上对中国若干城市的居住空间结构进行开创性研究。黄怡等从理论进行研究,总结出中国城市居住空间隔离是社会贫富差距悬殊、住宅市场分化加剧以及财产权的确立的背景下产生<sup>[6]</sup>。吴雅菲以上海市2006~2009年3个相同时段的上海住宅租赁价格指数为基础,对上海外环线以内地区的居住空间分异现状特征进行研究,得出上海居住空间整体上未出现严重分异,但以经济状况为标杆的居住空间分异初现端倪,贫富夹层隔离显著<sup>[7]</sup>。吕露光以合肥市为例,运用隔离指数计算出不同收入水平人群的区域化分布现象确实存在,造成这一现象的原因不仅仅是由于收入的差距这一客观原因,同时也是由于低收入者在心理上排斥与富裕人群同住在一起<sup>[8]</sup>。

当前,中国正处在社会转型的特殊时期,城市作为人类活动的主要场所不断地发生复杂而深刻的变化,城市居住空间作为城市的物质空间与社会空间的集中体现,其分异现象日益明显,由此产生的社会问题也初见端倪。在此背景下加强城市居住空间分异的研究,对指导城市居住区建设、优化城市

居住空间结构、协调城市的有序发展具有重要意义。20世纪90年代以来,随着经济、政治、社会体制的深入,大连市房地产业不断发展,居住区环境也随之得到改善,城市居住空间出现了新的特征。通过对大连市住宅小区的隔离度指数及其形成机制分析,为大连市城市居住空间调控和城市建设与发展以及提高居民生活质量提供科学依据。

## 1 大连市商品住宅分布现状与分析

### 1.1 房地产市场发展总体概况

近年来,大连市房地产业发展势头平稳,房地产发展的总体水平,不论是总投资额,还是销售额与销售面积,都有一定的增长。2012年大连市完成房地产开发投资1396.5亿元,比上年增长26.1%,高于全市投资平均增速2.6个百分点,占全市固定资产投资比重达到24.8%,同比上升0.5个百分点,其中,住宅投资1055.4亿元,比上年增长21.4%;住宅销

售额733.3亿元,比上年增长11%;住宅销售面积 $966.6 \times 10^4 \text{ m}^2$ ,比上年增长16%。据大连市地产文库显示大连市2013年3月住宅样本均价每平方米11283元,同比增长1.22%<sup>[9]</sup>。大连市房地产业保持着平稳、健康、快速的发展态势。

### 1.2 商品住宅价格分布现状

文章研究的数据主要来自大连当地房产门户网站——搜房网的楼盘样本点,以及2013年大连房产交易会提供的楼盘信息和楼市地图,获取的资料为2013年3月大连房地产市场的最新数据。笔者根据大连搜房网截止到2013年4月12日的商品住宅统计资料,详细分析了大连市主城4区商品住宅售价情况,将商品住宅按售价情况分为5个档次:10000元/ $\text{m}^2$ 以下的低档住宅、10000~12000元/ $\text{m}^2$ 的中低档住宅、12000~15000元/ $\text{m}^2$ 的中档住宅、15000~20000元/ $\text{m}^2$ 的中高档住宅、20000元/ $\text{m}^2$ 以上的高档住宅,表1给出了不同档次的住宅项目在大连市市内4区的分布比重。

表1 大连市四大区域各价格档次楼盘分布比重

Tab. 1 Four regional Dalian city sale distribution proportion of the price level

| 项目  | 低档<br>( $\leq 10000 \text{ 元/m}^2$ ) |       | 中低档<br>( $10000 \sim 12000 \text{ 元/m}^2$ ) |       | 中档<br>( $12000 \sim 15000 \text{ 元/m}^2$ ) |       | 中高档<br>( $15000 \sim 20000 \text{ 元/m}^2$ ) |       | 高档<br>( $\geq 20000 \text{ 元/m}^2$ ) |       |
|-----|--------------------------------------|-------|---------------------------------------------|-------|--------------------------------------------|-------|---------------------------------------------|-------|--------------------------------------|-------|
|     | 数量/个                                 | 百分比/% | 数量/个                                        | 百分比/% | 数量/个                                       | 百分比/% | 数量/个                                        | 百分比/% | 数量/个                                 | 百分比/% |
| 西岗  | 35                                   | 9.4   | 64                                          | 16.0  | 41                                         | 14.0  | 23                                          | 13.3  | 7                                    | 8.7   |
| 中山  | 39                                   | 10.5  | 73                                          | 18.3  | 97                                         | 33.1  | 72                                          | 41.6  | 35                                   | 43.2  |
| 沙河口 | 73                                   | 19.7  | 135                                         | 33.8  | 110                                        | 37.5  | 70                                          | 40.5  | 30                                   | 37.0  |
| 甘井子 | 224                                  | 60.4  | 128                                         | 32.0  | 45                                         | 15.4  | 8                                           | 4.6   | 9                                    | 11.1  |
| 合计  | 371                                  | 100   | 400                                         | 100   | 293                                        | 100   | 173                                         | 100   | 81                                   | 100   |

资料来源:大连搜房网<sup>[10]</sup>楼盘信息整理计算。

低档和中低档住宅在12000元/ $\text{m}^2$ 以下,适于工薪阶层,主要分布于沙河口区和甘井子区。中档和中高档住宅为12000~20000元/ $\text{m}^2$ ,主要分布在沙河口区和中山区。20000元/ $\text{m}^2$ 以上的高档住宅以别墅为主,主要分布在中山区(图1)。大连历来以港建城,早在19世纪末20世纪初的俄日占领时期,沿着中山区以北的大连湾沿岸往西,就陆续建设了不少别墅。近年,高档住宅区由北逐渐往南部方向发展<sup>[11]</sup>。目前,中山区已形成10余片别墅住宅区,且有扩大规模的趋势。

低档住宅主要分布于甘井子区和沙河口区,其中,尤其是甘井子区,其低档住宅占全区低档住宅

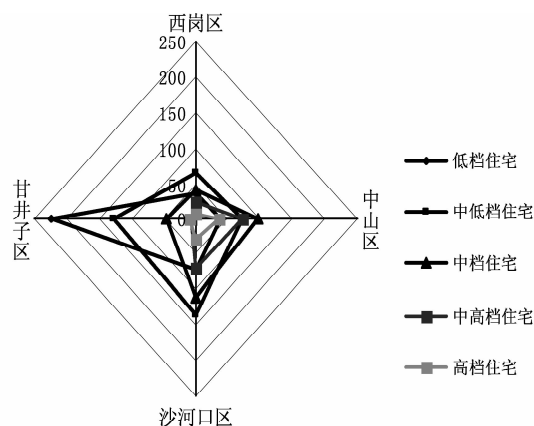


图1 大连市市区各价位商品房分布图

的 60%，主要分布在胡家大岭以北地带、甘井子区与沙河口区交界地带以及大连周水子国际机场以东的华北路、山东路、西南路地带，西岗区北部临海一带也有分布。中低档住宅近年来发展迅速，四区都有分布，甘井子区、沙河口区分布集中，占全区中低档住宅的 65.8%，沙河口区的侯家沟及香炉礁、中长街一带分布集中。中档和中高档住宅主要分布在中山区的友好广场、中山广场、港湾广场、森林动物园附近，以及沙河口区的西安路段，西岗区也有少量分布。高档住宅以别墅为主，主要分布于大连市商业中心和金融中心区域，即中山区北部的友好广场、中山广场周边，南部老虎滩湾、傅家庄景区及星海湾一带因其依山傍海景色宜人的区位优势，建成了连片的高档别墅群。

## 2 大连市居住空间分异特征与分析

### 2.1 居住空间分异的特征及原因

(1) 各区售价差异较大。中山区是大连开发建设高档住宅最早的地区，早在沙俄租借时期就开始修建供俄国人居住的高档住宅<sup>[10]</sup>，集中了全区 43.2% 的 20 000 元/m<sup>2</sup> 以上的高档商品住宅；西岗区在城市职能上主要属于行政区，集中了大连市主要的行政单位，只分布了全区 12.9% 的商品住宅，且以中档和中低档住宅为主，价格在 10 000 ~ 15 000 元/m<sup>2</sup>；沙河口区则 10 000 ~ 12 000 元/m<sup>2</sup> 的中低档住宅和 12 000 ~ 15 000 元/m<sup>2</sup> 的中档住宅在空间上分布相对较为集中，分别占全区同类型商品住宅的 33.8% 和 37.5%。甘井子区在主城区的外围，面积较大，以 10 000 元/m<sup>2</sup> 以下的低档住宅为主，低档住宅数量占全区低档住宅量的 60.4%。

(2) 各区房地产投资建设不均，区域开发规模差异较大。各区房地产开发建设分布不均，沙河口区和甘井子区集中了全市 63.1% 的在售商品住宅，中山区集中了全市 24.0% 的在售商品住宅，只有 12.9% 的在售商品住宅分布于西岗区（图 2）。

大连市居住空间呈现低档住宅集中在甘井子区，中高档、高档住宅集中在中山区和沙河口区的特点，这与其环境条件密不可分，这些地段更靠近中心城区交通环境良好，或是临海建宅，风景秀丽，尤其受到开发商的青睐。沙河口区星海湾一带，临海建宅，其优良的自然环境，海景秀丽，区位优势显著，也成为高档住宅开发热点区。

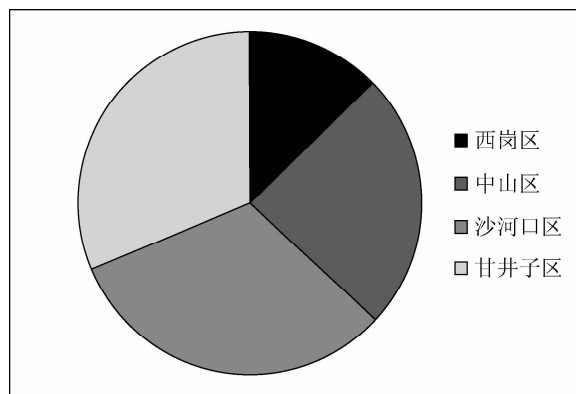


图 2 2013 年 4 月大连市市内 4 区在售商品住宅数量比较

### 2.2 居住空间分异隔离化程度分析

居住空间分异是指不同收入状况、文化取向、职业背景、社会阶层的居民群体的居住空间分布趋于分化隔离的现象。由于住宅是居住的载体，住宅本身就能够很好地反应居住者的收入水平、家庭结构和工作、生活状况及文化取向等，因而可以直接作为空间分异的指示指标。为了进一步对大连市居住空间分异隔离化程度作量化比较，笔者根据表 1 中统计的不同价格档次住宅计算出其隔离度指数。该指数的计算方法如下：

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - y_i|}{2}$$

式中： $x_i$  为第  $i$  区域单元（区段）内的某种类别（可以是住宅类型，也可以是人口种群类型，如居民的年收入、受教育水平、职业状态、职业类型等）占同类别的百分比； $y_i$  则是第  $i$  区域单元内其他所有类别的百分比  $D$  为隔离度指数，在 0 ~ 100 之间变化， $D$  值越高表明分异程度越高，当  $D = 0$  时，意味着各种类别的空间分布完全均匀， $D = 100$  时，则说明不同类别空间分布的极端隔离化，即某种类别只集中在某一区段（100%），而在其他所有区段内的分布均为 0<sup>[12]</sup>，指定区域内只有一种单纯的社会群特存在，亦表明是绝对的空间隔离。

表 2 是根据大连市市内 4 区商品房售价计算的隔离度指数的具体结果，可以看出：以住宅售价为计算基础，显示出 10 000 元/m<sup>2</sup> 以下的低档住宅是空间隔离化程度最高的类别，表现为相应的隔离度指数数值最大，这说明这种价格档次的商品住宅在大连市区内分布最不均匀。10 000 ~ 12 000 元/m<sup>2</sup> 的中低档住宅和 12 000 ~ 15 000 元/m<sup>2</sup> 的中档

普通商品住宅在空间的隔离程度最低。也就是说，现阶段大连市中等收入阶层居民和中低等收入阶层居民居住相对分散均匀，而最低收入的居民相对集聚。这表明大连尚未出现明显集聚的“富人区”或是“穷人区”，但居住空间分异现象已显现出来。

表2 不同价格档次的住宅隔离度指数

Tab. 2 The prices of different grades of residential

segregation index

%

| 住宅价格档次 | 低档 | 中低档 | 中档 | 中高档 | 高档 |
|--------|----|-----|----|-----|----|
| 隔离度指数  | 45 | 14  | 12 | 25  | 21 |

### 3 大连市居住空间分异的形成机制研究

造成居住空间分异的主导因素很多，社会经济的快速发展使个人收入差距拉大，新阶层出现，城市建设飞速发展，房地产市场多元化以及住房分配制度改革等等<sup>[13-15]</sup>，它们相互叠置在一起形成了复杂的城市居住空间结构，这种居住空间分异形成低收入与中高收入阶层的各自集中，导致大连市不同经济阶层之间的相对隔离<sup>[16]</sup>。

#### 3.1 多层次住宅区分化

随着土地批租和有偿使用制度的推行，土地级差效应日益显著，这为不同质量居住用地在空间上的不均衡分布提供了可能。其表现之一是在住宅开发建设中，开发商以自身利润最大化为目标，投资对象主要是区位、环境优越地段的中高档、高档商品住宅小区；而政府兴建的经济适用房多位于地价低廉的边缘偏远地区，以降低开发成本。中山区中山广场以北的天津街、人民路、长江路一带，以及广场友好和南部的石槽山景区附近，交通便利，基础设施完备，环境优美，是众开发商投资竞争激烈的地段，集中了全区中高档、高档住宅的42.1%，其中，高档住宅占全市的43.2%。相反，在甘井子区的大连周水子国际机场东北南关岭、海茂岛一带，因为远离市中心区，开发成本低，但又与中心市区和新开发区紧密相连，成为政府和开发商投资建设廉价房集中区域。不同层次的住宅区在空间布局上形成分化，为居住空间分异提供了物质前提<sup>[17]</sup>。

#### 3.2 住宅商品化

随着住房商品化和住房补贴货币化政策的实

施，住宅市场使居民能在更大的空间范围内选择居住地点，导致聚居模式由过去以单位导向为主，向现在以收入阶层为主的转变。相同或是相近收入阶层的购房者则倾向于选择同等水平的住宅小区。甘井子区一些交通条件受限的地段，因为地处不便，远离市中心区，地价开发低廉，这样容易形成低保工薪阶层集聚购房安置区，而富足家庭则集中在中山区交通便捷，环境优良的中山路、人民路、中南路、老虎滩湾地段购房。这样，就无形之中出现了不同收入阶层在住宅区域上的分异现象，对现阶段居住空间分异的进程具有重大影响。

#### 3.3 自主性择居

在市场经济条件下，城市居住空间分异主要是个体择居行为整合结果的体现。择居行为的市场化，使不同职业、收入的人群在选择住房时具有更强的自主性，形成了居民择居意愿和行为上的多样性与复杂性。高收入阶层可以选择交通便利、居住质量高的住宅区域，如中山区港湾广场附近的大连绿地中心、万达公馆，老虎滩琥珀湾及沙河口区星海湾一方公馆、星海湾壹号，这些住宅区环境条件优越，交通便利，售房价格皆在40 000元/m<sup>2</sup>以上，而低收入阶层则只能居住在住房价格较低的住宅区域内，如城乡结合部，其通勤条件、居住环境、商业服务基础设施欠佳的地段。在甘井子区大片区域内，由于远离中心城区，交通条件有限，住宅小区基础设施也相应欠缺，低收入阶层多选择在这些地段居住。

### 4 大连市居住空间分异的调控策略

居住空间分异作为住宅市场化的必然产物，只要社会存在收入差距，就是不可消除的，这是一个客观规律。居住空间分异与社会阶层之间的隔离现象交错发展、恶性循环、是不利于社会公平与稳定的，也有悖于建设和谐社会的精神<sup>[18]</sup>。这就需要在目前居住空间分异格局既定的情况下，尽可能的增强城市各居住区之间的均质性。为了保证大连市房地产及住房市场的健康发展，更好的解决伴随而来的居住区空间分异过程所出现的社会和环境问题，笔者认为可以从以下几个方面做出改进。

#### 4.1 加强城郊结合部的公共基础设施建设

当前，大连市城郊结合部的交通等公共基础设施建设，多数是从解决市中心区与城郊的交通压力出发，而满足当地居民需求的公共基础设施建设则

未能得到足够的重视。如西部、北部的甘井子区各个村镇之间互通的公交线路较少。在今后一段时间内,需要在城市城郊结合部加大对公共基础设施建设的力度,减少不同区域居民生活条件的差距,或在进行大型公共基础设施建设时,要考虑满足当地居民的生活需求,其中,应该增加在城郊结合部城市公共交通线路的数量,缓解上下班高峰期间市中心区与边缘区之间过高的交通通勤压力。

#### 4.2 注重居住区的文化建设,创造多样化交往空间

在传统的居住区里,居民之间交往频繁,邻里关系融洽和谐,但是在一些新的中高档商品房住宅区里居民之间的关系是淡漠疏远的。因此在居住区建设中,应该树立“以人文本”的理念,充分考虑不同居民交往方式的差别,创造多样化、多层次的交往空间。如在沙河口区香炉礁、马栏一带的传统街坊社区应在保留传统交往空间的同时注意居民住房功能与私密性的完善,而在星海湾、老虎滩湾一带新建居住区则要提供公共、半公共、半私密的多层次交往空间。同时,应加强居住区文化建设,开展丰富多彩的社区文化活动,促进居民之间的接触、沟通和交流,这在一些中高档商品房住宅区更为重要。

#### 4.3 采用混合居住的布局模式

混合居住是指不同特性的居民在城市中融合居住在一起。在大型混合居住区中,不同社会阶层的居民可以共享相同的公共服务设施,共享城市提供的环境条件,对于体现城市居民平等,实现不同社会阶层融合,保证城市稳定健康发展具有一定作用。在混合居住的建设中,要在一定范围内将各种档次的居住区进行合理配置,实现“大混居,小聚居”。

大混居一小聚居是大范围混合前提下的小范围居住分异。这种模式要求适当减小居住小区的开发规模,通过在同一区域布置不同层次居住小区的方式,实现混合与分异的有机结合,这种中、高、低档小区的混合布局既可在小范围内保持同阶层居住

的舒适安全,又可在大范围内体现混住交往的人性化、多元化优势,将居住分异造成的社会隔离降到最小。

## 5 结论与讨论

居住空间分异其实质是一种社会阶层的分化,反应了不同社会阶层在经济收入、社会地位等方面的差异在城市居住空间结构上的表现。本文基于国内外对居住空间的理论与实践,运用隔离度指数分析法对大连市在售商品住宅进行测算,分析大连市居住空间分异的现状特征,得出如下结论:

(1) 大连市居住空间分异初见端倪,但尚未出现明显集聚的“富人区”和“穷人区”,居住空间分异程度相对较合理。此外还具有城市社会极化与空间隔离较明显,居住空间混合居住的现象依然存在等特征。

(2) 大连市居住空间分异的机制是住宅市场与城市居民自主择居行为的结果,其中,开发商的操作导致住宅市场的分化,而在分化的过程中政府又起着控制和引导的作用,最后城市居民自主择居行为与住宅市场分化的相互交织作用导致了大连市居住区在空间上的分异。

(3) 大连市居住空间分异的过程是一个多种因素混合作用形成的复杂的过程,是一个伴随社会、经济发展的动态变化的过程。大连市居住空间分异是伴随政治经济体制的改革,城市社会与经济发展的结果,基于此,文章提出了诸如加强城郊结合部公共基础设施建设、注重居住区的文化建设、采用大混居一小聚居的布局模式等行之有效的措施,来解决城市居住空间分异带来的弊端。

此外,居住空间分异“度”的控制问题有待进一步探讨和研究。适度的居住空间分异有益于城市机能的良性运转,而过度的居住空间分异则不仅会阻碍城市机能的充分发挥,而且还有悖于社会主义公平公正的原则。那么怎样对这个“度”进行科学合理的界定,还需要进一步研究。

#### 参考文献:

- [1] 吕露光. 城市居住空间分异与贫困人口分布状况研究——以合肥市为例 [J]. 城市规划, 2004 (6): 74 - 77.
- [2] SHEVKEY E, WILLIAM M. The Social Areas of Los Angeles [M]. Richmond: University of California Press, 1949.
- [3] HARVEY D. The urbanization of Capital, Basil Blackwell Ltd [M]. Oxford: Oxford University Press, 1985: 111 - 120.
- [4] HENDERSON J V, IOANNIDES Y M. A model of tenure choice [M]. The American Economic Review, 1983, 73: 98 - 113.
- [5] HENDERSON J V, IOANNIDES Y M. Owner Occupancy: Investment vs. consumption demand [M]. Journal of Urban Econom-

- ics, 1987, 21: 228 – 241.
- [6] 黄怡. 城市居住隔离及其研究进程 [J]. 城市规划学刊, 2004 (5): 65 – 73.
- [7] 吴雅菲. 上海城市居住空间分异与城市规划应对策略研究 [D]. 上海: 华东师范大学, 2009.
- [8] 吕露光. 城市居住空间分异与贫困人口分布状况研究——以合肥市为例 [J]. 城市规划, 2004 (6): 74 – 77.
- [9] <http://www.stats.dl.gov.cn/index.jsp>.
- [10] <http://dl.soufun.com>.
- [11] 刘长德. 大连市规划 100 年 [M]. 大连: 大连海事大学出版社, 1999: 41 – 43.
- [12] 周晓辉. 大城市居住社区空间分异过程及机制研究——以西安市为例 [D]. 西安: 西北大学, 2005.
- [13] 冯长春. 中国经济适用房政策评析与建议 [J]. 城市规划, 1999 (8): 18 – 20.
- [14] 李雪铭, 隋丽丽. 人居环境对大连市城市经济发展的效应分析 [J]. 辽宁师范大学学报: 自然科学学报, 2006, 29 (4): 233 – 236.
- [15] 傅十和, 曹振良, 浅议房地产市场的政府干预和调控 [J]. 中国房地产, 1999 (3): 13 – 15.
- [16] 李志刚, 吴缚龙, 卢汉龙. 当代我国大都市的社会空间分异 [J]. 城市规划, 2004 (6): 60 – 67.
- [17] 吴启焰. 大城市居住空间分异研究的理论与实践 [M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [18] 丁蕾. 济南市居住空间分异研究 [D]. 济南: 山东师范大学, 2009.

## DIFFERENTIATION OF RESIDENTIAL COMMODITY PRICES OF RESIDENTIAL SPACE BASED ON DALIAN

DING Shen-rui<sup>1</sup>, HAN Zeng-lin<sup>1,2</sup>

(1. School of Urban and Environmental Science, Liaoning Normal University, Dalian 116029, Liaoning, China;

2. Marine Research Center of Economy and Sustainable Development, Liaoning Normal University, Dalian 116029, Liaoning, China)

**Abstract:** By analyzing the distribution of Dalian City commercial housing price, found that Dalian City residential space differentiation phenomenon is emerging, city social polarization, spatial isolation significantly, the living space of mixed residential still exists, but has not yet appeared obvious agglomeration “rich areas”, “poor areas”, differentiation of living space more reasonable. On its characters and reasons are studied comprehensively, on the forming mechanism of residential space differentiation, considers that the multi – level residential differentiation, residential commercialization and independence of the alternative is Dalian city residential space difference causes the formation mechanism, in view of the current situation of Dalian City residential space differentiation characteristics, take the following regulation strategy: (1) Public infrastructure construction to strengthen the City outskirts; (2) Pay attention to the cultural construction of residential areas, creating a diverse communication space; (3) The layout pattern of mixed residence.

**Key words:** Dalian City; commodity residential; living space; differentiation



# 会宁县城镇土地分等定级的研究

钮小杰<sup>1</sup>, 陈淑莽<sup>2</sup>

(1. 云南大学 资源环境与地球科学学院, 云南 昆明 650091; 2. 枣庄学院, 山东 枣庄 277000)

**摘要:** 文章运用定量和定性相结合的方法, 对影响会宁县城镇土地质量的经济、社会、自然等各项因素进行综合分析, 评定城镇等级, 揭示城镇之间以及城镇内部的地域差异。根据会宁县城镇土地的自然、社会、经济属性, 结合城镇土地分等规程, 运用特尔非法确定研究区域的因素因子及其权重, 收集分等定级所需资料, 计算了分等定级因素的综合分值, 土地等级进行初步划分, 最终取得会宁县城镇土地分等定级的成果, 把会宁县的城镇土地分为4等, 并确定会宁县城区的土地级别, 可进一步摸清各镇区的基本情况, 掌握各城镇之间的差异原因。

**关键词:** 会宁县; 城镇土地; 分等; 定级

**中图分类号:** F299.232

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-7852(2013)05-0058-06

## 0 引言

人类居住形式之一是城镇, 它是从事工业、商业、服务、交通等非农业活动为主的、非农业人口高度集中的各类物质设施较为完善的居民点, 是人类社会生产力发展到一定阶段的产物<sup>[1]</sup>。城镇土地是城镇这一地域系统中最为宝贵的资产, 是城镇经济系统中最为宝贵的资源; 同时城镇土地又是城镇进行生产、生活以及各种社会活动的载体。城镇经济发展的水平, 在很大程度上取决于城镇土地用地资源的数量、质量和在城镇中所处的位置。

城镇土地由于所处位置和人们投入的不同, 就会出现城镇土地质量差异, 这些差异不仅在于各城镇之间, 也存在于各城镇内部, 表现在利用条件、利用价值以及在城镇经济活动中的地位<sup>[2]</sup>, 充分地利用城市土地, 对于城市社会经济发展来说是一个重要条件, 因此城镇土地要分等, 在分等的基础上也要定级。城镇土地分等总的来说一般与城镇土地定级结合着进行, 土地定级是对土地分等的细化而土地分等又是对土地定级的宏观调控<sup>[3]</sup>。不管是土地分等还是土地定级都是通过对影响城镇土地

质量的各项因素(如经济、社会、自然等)进行综合分析, 揭示城镇之间以及城镇内部的地域差异, 为合理用地、优化用地结构提供可能。

对会宁县城镇土地分等定级进行详细的研究, 可以全面、及时的掌握会宁县城镇土地质量及利用状况, 揭示城镇与城镇之间以及各个城镇内部的土地质量差异, 通过对会宁县城镇土地的分等定级的研究, 为城镇地价之间的衔接, 深化土地使用制度改革, 以及不同等级城镇的土地有偿使用服务途径奠定了良好的基础。将会在西部大开发中, 进一步有计划地发展经济, 调整土地利用方式, 发挥其重要作用。

## 1 研究区域概况

### 1.1 自然概况

会宁县位于甘肃省的中部, 大至是北纬35°24'~36°26', 东经104°29'~105°34', 它的东西南北分别静宁县、宁夏回族自治区西吉县、海原县、定西市安定区、榆中县、白银市的南端、靖远县和平川区相邻接。会宁县总体来说北宽南窄, 最宽地方大约是140 km; 最窄地方大约是50 km; 从南至北139 km, 总体南高北低, 东北角、中西部有海拔2

200 m 的山塬和峰峦，南部、中部为山地，多属黄土堆积侵蚀长梁、梁峁地貌；它的气候类型属于温带季风型气候<sup>[4]</sup>。

### 1.2 社会经济概况

会宁县位于白银市境内，是一座历史悠久的文化古城。全县共辖 28 个乡（镇），截止 2004 年底，全县总人口 58.33 万人，会宁县总面积 6 439 km<sup>2</sup> (64.39 × 10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup>)，地域辽阔，土地资源丰富，其中耕地面积 15.066 67 × 10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup>，占总面积的 23.4%，在耕地面积中山地 11.666 67 × 10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup>，占 77%；川地 2.066 67 × 10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup>，占 14%；塬地 1.333 33 × 10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup>，占 9%。全县现有梯田 9.733 33 × 10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup>，水地有效面积 1.866 67 × 10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup>。它的运输方式以公路运输为主。国道 312 线、309 线横跨东西，省道靖天公路贯通南北，县城距省城兰州 150 km 多，距陇海铁路 60 km，县乡村皆通公路，形成了纵横交错层次分明的交通网络，交通较为便利。

### 1.3 会宁县城区概况

会宁县城区作为会宁县人民政府驻地，是全县政治、经济、文化的中心，位于东经 105°03′，北纬 35°42′，面积约 16.685 km<sup>2</sup>，城镇居民 2.8 万人。近年来，为了发展地方经济，已开辟了多个农贸市场，以及木材市场、畜禽市场、洋芋市场、小杂粮市场等，逐步形成了以为主的商服网络。会宁县城镇的水主要以地下水供给为主。目前省地勘察局勘查出年出水量 2000 t 的地下水，并已铺设管道，供县城生活用水。引用黄河水的工程已于多年前完成，农业用水主要以天然降雨为主，并以集雨补灌为辅，正所谓三水齐用。

## 2 城镇土地分等的技术方法探讨

### 2.1 城镇土地分等的技术流程

城镇土地分等是对土地质量具有影响的各种因素（如经济、社会、自然）进行综合分析，按照综合差异评定各城镇的土地质量，划分土地等<sup>[1,5-7]</sup>。本次进行土地分等的技术路线（图 1）

### 2.2 城镇土地分等研究具体实施方法

#### 2.2.1 城镇土地分等因素因子的选择

城镇土地分等影响因素数量多，有直接的，也有间接的；有宏观因素，也有微观因素；有静态的，也有动态的；性质各异，各因素相互影响错综复杂<sup>[8]</sup>。按照《规程》<sup>[9]</sup>的要求和规定，并结合会宁县的实际，比较分析后，确定会宁县土地分等的

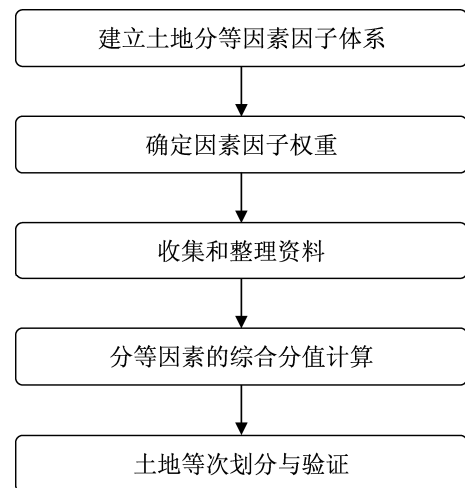


图 1 土地分等的技术路线图

Fig. 1 The technology process of land gradation

因素为城镇区位、城镇集聚规模、城镇基础设施、区域经济发展水平、区域综合服务能力等 5 大因素，19 个因子（表 1）。

表 1 会宁县城镇土地分等因素因子体系

Tab. 1 The land grading factors system of Huining County

| 因素层        | 一级因子层            | 二级因子层        |
|------------|------------------|--------------|
| 城镇区位因素     | 交通区位             | 国道           |
|            |                  | 省道           |
|            |                  | 县道           |
|            |                  | 其他道路         |
|            | 城镇对外辐射能力         | 客运总量<br>货运总量 |
| 城镇集聚规模因素   | 人口规模             |              |
|            | 非农产业规模           |              |
|            | 工业经济规模           |              |
| 城镇基础设施因素   | 道路状况(城镇人均铺装道路面积) |              |
|            | 供水状况(城镇人均生活用水量)  |              |
|            | 供气状况(城镇气化率)      |              |
|            | 排水状况(城镇人均排水管道密度) |              |
| 区域经济发展水平因素 | 人均国内生产总值         |              |
|            | 人均地方财政收入         |              |
|            | 人均全社会固定资产投资      |              |
|            | 人均社会消费品零售总额      |              |
| 区域综合服务能力因素 | 金融状况(人均年末储蓄存款余额) |              |
|            | 邮电服务能力(人均邮电业务量)  |              |

2.2.2 确定因素因子权重

按照《城镇土地分等定级规程》的要求，结合确定因素因子值时所遵循的原则，并借鉴国土资源局关于权重方面的数据，得到各分等因素因子的权重值。

2.2.3 会宁县城镇土地综合分值的计算

按照《城镇土地分等定级规程》的规定和要求，设计调查分等资料所需的表格，按照极值标准化公式将各因素因子的数据进行标准化处理，然后计算各分等对象因素因子分值，最后计算各分等对象的总分值，会宁县各城镇综合分值的计算结果。相应公式如下：

(1) 极值标准化的公式为：

$$Y_{ij} = 100 \times a_{(j)} \times (X_{ij} - X_j) / (X_{\max} - X_{\min}) \quad (1)$$

式中： $Y_{ij}$ 为第*i*个分等对象第*j*项因子分值； $X_j$ 为当第*j*项因子指标与土地利用效益正相关时， $a_{(j)} = 1$ ，且  $X_i = X_{\min}$ ；当第*j*项因子指标与土地利用效益负相关时， $a_{(j)} = -1$ ，且  $X_i = X_{\min}$ ； $X_{ij}$ 为第*i*个

分等对象第*j*项指标值； $X_{\max}$ 为各分等对象  $X_{ij}$  指标的最大值； $X_{\min}$ 为各分等对象  $X_{ij}$  指标的最小值。

(2) 按下式计算分等对象各因素因子分值：

$$F_{ik} = \sum_{j=1}^n (W_{kj} \times Y_{ij}) \quad (2)$$

式中： $F_{ik}$ 为第*i*个分等对象第*k*项因素分值； $W_{kj}$ 为第*j*项因子对应层上第*k*个因素的权重值； $Y_{ij}$ 为第*i*个分等对象第*j*项因子的分值；*n*为第*k*个因素包含的因子个数。

(3) 按照下式计算城镇土地分等对象的综合分值：

$$S_i = \sum_{k=1}^n (W_k \times F_{ik}) \quad (3)$$

式中： $S_i$ 为第*i*个分等对象的综合分值； $W_k$ 为第*k*个因素的权重值； $F_{ik}$ 为第*i*个分等对象第*k*个因素分值；*n*为因素个数。

(4) 会宁县各城镇综合分值的计算结果（如表 2）。

表 2 会宁县城镇土地分等因素综合分值计算表  
Tab. 2 The land grading factors comprehensive score calculation table

| 编号 | 城镇名称  | 城镇区位因素                       | 城镇集聚规模  | 城镇基础设施建设 | 区域经济发展水平 | 区域综合服务能力 | 综合分值     |
|----|-------|------------------------------|---------|----------|----------|----------|----------|
| 1  | 城区    | 84.774 3                     | 100     | 88.345 0 | 100      | 100      | 93.338 4 |
| 2  | 郭城驿镇  | 70.990 6                     | 9.425 6 | 51.315 6 | 83.427 2 | 60.706 3 | 55.933 3 |
| 3  | 河畔镇   | 38.394 1                     | 5.843 9 | 44.186 0 | 69.801 8 | 53.316 5 | 41.596 8 |
| 4  | 甘沟镇   | 7.604 1                      | 0.547 7 | 24.990 0 | 26.042 1 | 36.282 8 | 17.918 3 |
| 5  | 头寨镇   | 30.350 3                     | 1.912 3 | 30.964 3 | 24.078 1 | 36.308 7 | 24.669 0 |
| 6  | 太平镇   | 54.391 4                     | 0       | 0        | 0        | 0        | 12.705 8 |
|    | 因素权重值 | 0.233 6                      | 0.182 9 | 0.266 4  | 0.2071   | 0.11     | 1        |
|    | 标准化方法 | 标准化按照《城镇土地分等定级规程》中的极值标准化公式计算 |         |          |          |          |          |

2.3 会宁县土地等次的划分

根据会宁县各城镇的综合分值和区域状况，结合城镇土地等初步划分原则，将会宁县各城镇划分为 3 等。会宁县城镇土地等别划分结果（如表 3、

表 4）是对会宁县城镇土地等别划分的区间。

表 4 会宁县各城镇综合分值表及城镇土地分方案  
Tab. 4 The comprehensive score table and each scheme of urban land in Huining County

| 表 3 会宁县城镇土地等别划分区间<br>Tab. 3 Divide the land interval grade of Huining County |        |         |         |          | 城镇名称 | 会宁县<br>城区 | 郭城<br>驿镇 | 河畔镇 | 头寨镇 | 甘沟镇 | 太平镇 |
|------------------------------------------------------------------------------|--------|---------|---------|----------|------|-----------|----------|-----|-----|-----|-----|
| 等级                                                                           | 四等     | 三等      | 二等      | 一等       | 综合分值 | 93        | 56       | 42  | 25  | 18  | 13  |
| 分数                                                                           | 10 ~ 0 | 39 ~ 11 | 69 ~ 40 | 100 ~ 70 | 等级   | 一         | 二        | 二   | 三   | 三   | 三   |

### 3 城镇土地定级技术方法探讨

#### 3.1 城镇土地定级的技术流程

以《城镇土地分等定级规程》<sup>[9]</sup>为依据,参照其他城市土地定级经验,结合会宁县城区特点,拟定了级别更新工作路线(如图2)。

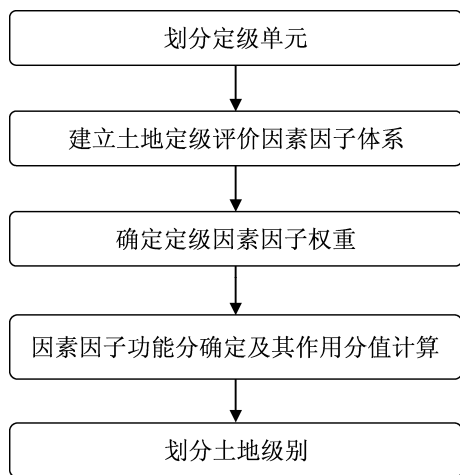


图2 城镇土地定级的技术流程

Fig. 2 The technology process of land classification

#### 3.2 城镇土地定级的具体实施方法

##### 3.2.1 划分定级单元

根据会宁县实际,遵循划分定级单元时的原则,采用标准网格法划分定级单元,具体操作如下:根据标准网格原理,将会宁县城区定级单元均匀划分成大小相同的正方形标准网格,每一个网格作为一个定级单元。

##### 3.2.2 城镇土地定级因素选择及权重值确定

###### 3.2.2.1 定级因素

根据定级因素因子选择的原则,结合专家意见以及会宁县实际情况,会宁县城区定级因素选择如下:

- (1) 商服繁华程度
- (2) 交通条件
- (3) 基本设施条件
- (4) 人口状况
- (5) 环境条件
- (6) 产业集聚效益

###### 3.2.2.2 定级因素权重值

权重反映定级因素因子对城镇土地质量的影响程度<sup>[3]</sup>,根据定级因素权重值确定的原则,本次定

级权重确定采用特尔斐测定法。权重值计算公式如下:

$$\text{均值: } E = \sum_{j=1}^n a_i / n \quad (4)$$

$$\text{方差: } F^2 = \sum_{j=1}^n (a_i - E) / (n - 1) \quad (5)$$

式中:  $E$  为某因素权重的均值;  $n$ —打分的专家数;  $F^2$  为某因素权重的方差;  $a_i$  为第  $i$  位专家的打分值。根据专家打分统计计算得出城区各因素权重值。

#### 3.3 会宁县城区土地定级因素评价

##### 3.3.1 商服繁华度作用的评价

征求有关会宁县城市建设方面专家的意见,将会宁县城区的商服中心等级层次以3级划分为宜,即市级、区级和小区级。市级商服中心:会州商贸城;区级商服中心:南关十字、以延安街红军路十字为中心;小区级商服中心:会师商场、长征北路会宁县车站周边地区、亚欧桥汽车站。

##### 3.3.2 交通条件的评价

根据会宁县城区道路交通现状特点和规划发展状况,选择道路通达度、公交便捷度和对外交通便利度作为交通条件因素的衡量因素即:

$$F_{j\text{交通}} = F_{j\text{道路}} \times W_{\text{道路}} + F_{j\text{公交}} \times W_{\text{公交}} + F_{j\text{对外}} \times W_{\text{对外}} \quad (6)$$

式中:  $F_{j\text{交通}}$  为空间  $j$  点交通通达度作用分值;  $F_{j\text{道路}}$ 、 $F_{j\text{公交}}$ 、 $F_{j\text{对外}}$  分别为道路通达度、公交便捷度和对外交通便利度作用分值;  $W_{\text{道路}}$ 、 $W_{\text{公交}}$ 、 $W_{\text{对外}}$  分别为道路通达度、公交便捷度和对外交通便利度权重值。

##### 3.3.3 基本设施完善度评价

###### 3.3.3.1 生活设施完善度评价

城市生活设施一般包括供水、排水、电力、电讯、供热、供气等内容<sup>[10]</sup>。定级经因素权重分析,各因素作用指数比值为:  $K_{\text{供水}}:K_{\text{排水}}:K_{\text{供热}}:K_{\text{供电}}:K_{\text{电讯}}$ ,基本设施完善度作用分由下式计算:式中:  $f_i$  为某单元生活设施完善度作用分值;  $k_i$  为生活设施作用指数;  $r_i$  为某单元到基本设施的相对距离;根据以上数据计算生活设施完善分,即:  $F_{\text{生活设施完善度}} = f_{\text{供水}} + f_{\text{排水}} + f_{\text{供热}}$  然后运用下式进行分值标准化,计算生活设施完善度作用分值:

$$F_{\text{生活设施完善度}} = 100 \times \frac{F_i - F_{i\min}}{F_{i\max} - F_{i\min}} \quad (7)$$

式中： $F_{\text{生活设施完善度}}$ 为标准化后任一网格的生活设施完善度； $F_i$ 为标准化前任一网格的生活设施完善度分值； $F_{i\min}$ 为所有网格中最小的生活设施完善度分值； $F_{i\max}$ 为所有网格中最大的生活设施完善度分值。

#### 4.3.3.2 公用设施完备度评价

根据会宁县的实际情况和专家意见收集五项因子资料。经因素权重分析，5项因素作用指数比值为： $K_{\text{学校}}:K_{\text{医疗}}:K_{\text{邮电}}:K_{\text{农贸市场}}:K_{\text{银行}}$ ，将收集到的各公用设施资料展绘在工作底图上，查出各个设施点位坐标并输入微机，根据各网格距离设施的远近程度进行线性衰减赋分，计算各设施作用分值。各公用设施作用分计算如下：

$$F_i = K_i(1 - d_i/d_{\max})(d_i < r_i) \quad (8)$$

式中： $f_i$ 为某单元某一公用设施作用分； $k_i$ 为该设施作用指数； $r_i$ 为某单元到该设施的相对距离； $d_i$ 为某单元到该设施的实际距离； $d_{\max}$ 为某单元到该设施的最大距离，然后将所得数据运用标准化公式处理。计算公式如下：

$$F_{\text{公用设施得分}} = K_{\text{学校}} \times f_{\text{学校}} + K_{\text{医疗}} \times f_{\text{医疗}} + K_{\text{邮电}} \times f_{\text{邮电}} + K_{\text{农贸市场}} \times f_{\text{农贸市场}} + K_{\text{银行}} \times f_{\text{银行}} \quad (9)$$

#### 3.3.4 人口状况评价

人口密度中的人口密度指标值应统一按一定面积的典型区域或单元计算。其公式为：

$D_i = P_i/S$ ；式中： $D_i$ 为人口密度指标； $P_i$ 为某单元人口总数； $S$ 为某单元面积。人口密度指标值经过极差标准化修正可得到人口密度作用分值即：

$$F_{\text{人口}} = 100 \times (X_i - X_{\min}) / (X_g - X_{\min}) \quad (10)$$

式中： $F_{\text{人口}}$ —人口密度作用分； $X_{\min}$ —人口密度最小值； $X_g$ —密度最佳值； $X_i$ —任意单元*i*的人口密度值。

#### 3.3.5 环境状况评价

根据《规程》规定，结合会宁县城区的实际和专家评议，本次会宁县城区工业用地定级中采用了自然条件优越度因素。因此将会宁县城区按其地质差别分为3等，主要城区定为一等区域，工业

园区定为二等区域，其余区域为三等。

#### 3.3.6 产业集聚效益评价

此次会宁县城区工业用地定级因素选择了产业集聚影响度。其作用分计算公式如下：

$$e_i^A = 100 \times I_i^A \times \lambda_i^A \quad (11)$$

式中： $e_i^A$ 为*i*产业集聚影响度作用分； $I_i^A$ 为*i*产业集聚规模指数； $\lambda_i^A$ 为*i*产业集聚修正系数。

#### 3.4 划分土地级别

会宁县城区土地级别划分是以单元作用分值为根本依据，单元分值越高，土地质量越好，而单元作用分值是各定级要素对各个土地定级单元的影响作用分值的加权之和<sup>[11]</sup>。本次土地级别的划分遵循主导性、顺序性、唯一性、相似性、渐变性和地域完整性原则，定级单元分值计算采用因素加权求和法，计算公式为：

$$P_j = \sum_{j=1}^n F_j \times W_j \quad (12)$$

式中： $P_j$ 为某一定级单元评价分值； $F_j$ 为定级单元内某定级因素的分值； $W_j$ 为某定级因素的权重； $n$ ：定级因素总数。计算得定级单元总分值后，选择频率曲线明显的突变处作为土地级别的分界线，从而得到综合类型的定级单元总分值区间。

#### 3.5 城镇土地定级的结果

根据《规程》规定，结合会宁县的实际情况，会宁县城区土地级别数目可划分为3—5级，由于会宁县城区在定级范围内有平地、田坎和山地，土地质量差异较大。根据定级单元在不同分值区间的分布，选择频率曲线明显的突变处作为土地级别的分界线<sup>[12,13]</sup>，结合土地利用现状，并征求有关部门领导和专家的意见，最后将会宁县城区的各类土地级别划分为4级（如表5）。

表5 会宁县城区不同用地类型单元总分值与土地级别对照表  
Tab.5 Huining urban total score value in different land use types and land level table

| 级别       | 一       | 二       | 三       | 四       |
|----------|---------|---------|---------|---------|
| 商业用地分值区间 | 93 ~ 74 | 74 ~ 56 | 56 ~ 36 | 36 ~ 13 |
| 住宅用地分值区间 | 63 ~ 55 | 55 ~ 50 | 50 ~ 30 | 30 ~ 12 |
| 工业用地分值区间 | 63 ~ 48 | 48 ~ 39 | 39 ~ 30 | 30 ~ 10 |

## 4 结论与讨论

会宁县的6个镇共分为3等,土地等别高的城镇分布在自然条件相对较好的地区,等别较低的城镇则分布在自然条件相对较差的地区;其次,等别高的城镇都是城镇规模较大,人口密度相对较大,流动人口相对较多地区;另外,土地等高的城镇,地理位置都相对优越,土地开发潜力相对较大。反之土地等较低。

会宁县城商业用地现状格局的形成是与县城总体规划实施的引导、历史、地形及人口密度息息相关;会宁县城住宅用地土地级别面积表现为一、二级住宅用地面积较小,三级、四级住宅用地面积较大;会宁县城工业用地质量较好的一、二级用地面积较大,这些区域拥有较为完善的基础设施、交通条件和有利的地形条件,三、四级地工业

用地发展要素相对较差,因此这两级用地分布在县城规划区边缘。

城镇土地分等定级成果有利于实现土地资源在空间上的优化配置;有利于宏观调控城镇土地估价;有利于政府部门调整土地利用结构,制定科学的土地管理政策;有利于市场经济中的供需平衡和土地资源的可持续发展<sup>[10,14,15]</sup>。会宁县6个镇区的土地分等,为城镇地价之间的衔接,深化土地使用制度改革,以及不同等级城镇的土地有偿使用服务途径奠定了良好的基础。将会在西部大开发中,进一步有计划地发展经济,调整土地利用方式,发挥其重要作用。城镇土地定级的目的和出发点都是为科学管理土地服务的,也可以为城市规划提供科学合理的依据,会宁县城土地定级成果,将会为会宁县土地有偿使用及进一步深化土地使用制度改革,服务西部大开发,开拓房地产市场,合理调节土地利用方式,发挥作用。

### 参考文献:

- [1] 王静,郭旭东.我国县级土地可持续利用的科学调控[J].地理科学进展,2002,20(1).
- [2] 唐年根,欧海若,吴次芳.浙江省城镇土地分等地域分异特征研究[M].经济地理,1998,18(1):69-74.
- [3] 陈金梁.重庆市城镇土地分等研究[D].重庆:西南大学,2007.
- [4] 丁希杰,毛小平.城镇土地定级中因素的选择与分析—以甘肃省会宁县为例[J].技术与分析管理,2009,30(1):92-95.
- [5] 张海霞,李明竹,刘斐,等.GIS支持下城镇土地定级研究——以河北省高阳县为例[J].中国农业资源与区划,2012,33(6).
- [6] 姜安源.城市土地级别划分的方法研究[J].地域研究与开发,2002,21(12).
- [7] 侯小胜,刘淑英.农用地分等定级在土地开发整理中的作用[J].农业资源整理与开发,2012,18(10).
- [8] 徐慧,曹开邦,程强,等.基于区级城镇土地分等成果的宏观调控研究[J].国土资源科技管理,2005,13(2).
- [9] 中华人民共和国国家标准 GB/T(18507-2001).城镇土地分等定级规程[S].北京:中国标准出版社,2001.
- [10] 王文福.城镇土地定级方法研究[D].武汉:武汉大学,2004.
- [11] 张文婷,王海军,陈莹莹,等.顾及障碍物的朴素贝叶斯分类法在城镇土地定级中的应用[J].资源科学,2013,33(9).
- [12] 胡石元.面向对象的城镇土地定级估价信息系统[J].武汉测绘科技大学,2000,26(8).
- [13] 姜焕国,张娟,杨中贵,等.泰安市岱岳区乡镇土地分等工作初探[J].山东国土资源,2013,26(3).
- [14] 李武生.关于城镇土地使用价值的地域差异与分等研究的数理分析[M].资源科学,2000,22(5):16-20.
- [15] 毛良祥,许书平,范黎.城镇土地分等研究的进展及问题[J].中国国土资源经济,2006,21(1).
- [16] 曹阳,李乐静,吴琼,等.农用地分等定级在土地开发生态效益评价中的应用研究[J].农业与技术,2012,32(2).
- [17] 胡存智.中国农用地分等定级理论与方法研究—兼论《农用地分等规程》总体思路及技术方案设计[J].中国土地科学,2012,26(3).
- [18] 丑迎.基于城市规划的城镇土地级别与地价变化研究[D].内蒙古师范大学,2013.
- [19] 杨海娟.县域内城镇土地分等研究[J].西北大学学报,2003,3(4).

(下转第68页)

# 建水县林地保护利用研究

李静辉

(建水县利民乡林业站, 云南 建水 654300)

**摘要:** 利用实地调查法、GIS 和相关分析法研究分析建水县林地保护利用现状及存在的问题, 研究发现: 建水县建设占用与林地保护矛盾突出; 林地生产力较低; 林地树种结构较单一, 生态功能比较脆弱; 大多数林地分布在地质灾害中高易发区, 地质灾害对林地破坏较大; 林地保护管理队伍难以满足现实需求。研究结论: 根据林地保护级别对林地实施分级管护, 要依法正确处理林地保护和建设占用的关系, 完善林地保护管理队伍, 建立健全管理机构, 加强林地的防灾、抗灾、减灾能力建设, 大力促进天然林、人工林和经济林的合理有效培养和发展。

**关键词:** 林地; 保护利用; 建水县

**中图分类号:** F326.2

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-7852(2013)05-0064-05

## 0 引言

林地是人类赖以生存和发展的基础, 是国家重要的自然资源和战略资源。国务院明确要求“要把林地与耕地放在同等重要的位置, 高度重视林地保护”。加强林地保护利用管理, 提升森林资源承载能力, 是应对气候变化、保障国土生态安全、推进生态文明建设的重要任务之一<sup>[1-2]</sup>。随着建水县近年来社会经济的持续发展, 林地保护与利用的矛盾日趋突出。如何有效解决经济社会发展需求与林地供给的矛盾, 提高林地利用效益, 促进生态文明建设, 推动经济社会的可持续发展, 是当前需要研究的重要课题。对建水县林地保护利用开展研究, 可以为建水县科学、高效、合理保护和利用林地资源, 保障社会经济的可持续发展提供重要依据。

## 1 研究区概况

建水县隶属于云南省红河哈尼族彝族自治州, 位于云南省东南部, 红河中游北岸。地跨北纬 23°

12'42"~24°10'32"、东经 102°33'18"~103°11'42", 北回归线贯穿县境。县域总面积 3 782.04 km<sup>2</sup>。全县辖区内有临安、官厅、西庄、青龙、南庄、岔科、曲江、甸甸 8 个镇和普雄、坡头、甸尾、盘江、李浩寨、利民 6 个乡, 共 14 个乡镇。2011 年, 全县总人口 52.7 万人, 其中农业人口 45.4 万人, 占总人口 86.09%; 非农业人口为 7.3 万人, 占总人口 13.91%<sup>\*</sup>。人口密度 139.35 人/km<sup>2</sup>。建水县地处滇东高原南缘, 地势为南高北低, 西高东低。水系均由西向东流, 全县形成两山、两谷、两坝以及部分丘陵半山区地形地貌。境内中部除建水盆地等大型盆地外, 其余均为起伏不大的山陵地貌, 石灰岩广泛。南部哀牢山支脉的五老峰为最高峰, 其海拔 2 515 m, 最低点为红河河谷的阿土村, 海拔为 230 m。建水县属南亚热带季风气候区, 干湿分明, 雨热同季, 夏无酷暑, 冬无严寒, 少雨干旱, 雨水多集中在夏季。境内河流呈掌叶状, 由南盘江水系和红河水系组成。全县自然植被以针叶林(云南松)、常绿阔叶林和灌木中的常绿种类为多。由于地势起伏, 气候、土壤基质条件不一致, 形成垂直地带性植被明显分

收稿日期: 2013-09-03; 修订日期: 2013-10-09.

作者简介: 李静辉(1964-), 女, 云南省红河州建水县人, 工程师, 主要从事营林技术指导和公益林管理研究工作.

\* 建水县统计局. 建水县统计年鉴 [M]. 2011.



布的特点,加上长期受人类活动的影响,原生植被多遭破坏,演替为次生植被。

## 2 林地分布现状特征

### 2.1 林地分布较广,有林地面积较大,但分布不均

根据2011年建水县第二次全国土地调查变更数据统计结果,全县林地面积199 675.60 hm<sup>2</sup>,占全县土地总面积的52.80%。其中有林地125 674.08 hm<sup>2</sup>,占全县林地面积的62.94%;灌木林地42 167.41 hm<sup>2</sup>,占全县林地面积的21.12%;其他林地31 834.11 hm<sup>2</sup>,占全县林地面积的15.94%。林地在全县各乡镇均有分布,但分布不均,分布面积最大的是岔科镇,有23 910.14

hm<sup>2</sup>,其次是坡头乡,分布面积最少的是西庄镇,只有7 308.09 hm<sup>2</sup>。有林地主要分布在利民乡、官厅镇、岔科镇、盘江乡、坡头乡、曲江镇等乡镇。灌木林地主要分布在岔科镇、坡头乡等乡镇。其他林地以幼林和疏林地为主,主要分布在曲江镇、官厅镇、临安镇等乡镇。

### 2.2 大多数林地分布在坡度较陡的山区

把等高距为20 m的等高线图与建水县林地分布图叠加分析得出建水县坡度 $\leq 6^\circ$ 的林地有35819.91 hm<sup>2</sup>,占全县林地面积的17.94%;坡度在 $6^\circ \sim 15^\circ$ 的林地有19 005.64 hm<sup>2</sup>,占全县林地面积的9.52%;坡度在 $15^\circ \sim 25^\circ$ 的林地有49 849.21 hm<sup>2</sup>,占全县林地面积的24.97%;坡度 $\geq 25^\circ$ 的林地有83 490.97 hm<sup>2</sup>,占全县林地面积的41.81%。全县大多数林地分布在坡度较陡的山区。

表1 建水县林地按乡镇面积统计表

Tab. 1 Jian-shui County forest area statistical table (By Township Area)

hm<sup>2</sup>

| 乡镇名称  | 有林地        | 灌木林地      | 其他林地      | 合计         |
|-------|------------|-----------|-----------|------------|
| 临安镇   | 6 188.38   | 2 382.05  | 3 875.3   | 12 445.73  |
| 官厅镇   | 14 813.17  | 1 582.59  | 4 339.74  | 20 735.50  |
| 西庄镇   | 5 358.56   | 1 121.02  | 828.51    | 7 308.09   |
| 青龙镇   | 4 140.30   | 2 042.41  | 1 149.46  | 7 332.17   |
| 南庄镇   | 3 248.93   | 3 089.65  | 2 036.54  | 8 375.12   |
| 岔科镇   | 12 891.07  | 8 871.85  | 2 147.22  | 23 910.14  |
| 曲江镇   | 10 561.98  | 1 228.72  | 5 256.31  | 17 047.01  |
| 面甸镇   | 5 943.13   | 4 432.48  | 1 793.69  | 12 169.30  |
| 普雄乡   | 7 001.07   | 640.82    | 2 557.61  | 10 199.50  |
| 李浩寨乡  | 7 978.63   | 1 215.23  | 1 954.99  | 11 148.85  |
| 坡头乡   | 11 447.55  | 8 004.61  | 1 127.03  | 20 579.19  |
| 盘江乡   | 12 030.65  | 2 592.53  | 1 797.28  | 16 420.46  |
| 利民乡   | 15 395.24  | 1 539.97  | 2 120.50  | 19 055.71  |
| 甸尾乡   | 8 675.40   | 3 423.48  | 849.93    | 12 948.81  |
| 建水县合计 | 125 674.08 | 42 167.41 | 31 834.11 | 199 675.60 |

表2 建水县林地按坡度面积统计表

Tab. 2 Jian-shui County forest area statistical table (By Slope Area)

hm<sup>2</sup>

| 地类    | 坡度             |                         |                          |                 | 总计         |
|-------|----------------|-------------------------|--------------------------|-----------------|------------|
|       | $\leq 6^\circ$ | $6^\circ \sim 15^\circ$ | $15^\circ \sim 25^\circ$ | $\geq 25^\circ$ |            |
| 有林地   | 21 640.12      | 9 707.64                | 37 299.29                | 57 027.03       | 125 674.08 |
| 灌木林地  | 6 997.34       | 3 759.44                | 12 549.94                | 18 860.69       | 42 167.41  |
| 其他林地  | 7 182.45       | 5 538.56                | 11 509.85                | 7 603.25        | 31 834.11  |
| 建水县合计 | 35 819.91      | 19 005.64               | 49 849.21                | 83 490.97       | 199 675.60 |

### 2.3 大多数林地分布在地质灾害中高易发区

把地质灾害易发性分区图与林地分布图叠加分析得出建水县位于地质灾害非易发区的林地有 1 113.43 hm<sup>2</sup>, 占全县林地面积的 0.56%; 位于地质灾害低易发区的林地有 5 816.88 hm<sup>2</sup>, 占全县林

地面积的 2.91%; 位于地质灾害中易发区的林地有 108 010.67hm<sup>2</sup>, 占全县林地面积的 54.09%; 位于地质灾害高易发区的林地有 84 734.62 hm<sup>2</sup>, 占全县林地面积的 42.44%。全县绝大多数林地分布在地质灾害中高易发区。

表 3 建水县林地按地质灾害易发性分区面积统计表

Tab. 3 Jian-shui County forest area statistical table (By Geological Hazard Susceptibility Zone Area)

hm<sup>2</sup>

| 地质灾害易发性 | 有林地        | 灌木林地      | 其他林地      | 合计         |
|---------|------------|-----------|-----------|------------|
| 非易发区    | 577.14     | 182.85    | 353.44    | 1113.43    |
| 低易发区    | 2 239.82   | 2 058.41  | 1 518.65  | 5 816.88   |
| 中易发区    | 69 061.95  | 20 255.76 | 18 692.96 | 108 010.67 |
| 高易发区    | 53 795.17  | 19 670.39 | 11 269.06 | 84 734.62  |
| 建水县合计   | 125 674.08 | 42 167.41 | 31 834.11 | 199 675.60 |

## 3 林地保护利用中存在的问题

### 3.1 建设占用与林地保护矛盾日趋突出

近年来,建水县城镇化、工业化发展迅速,各项建设处于快速发展阶段,城镇、工业、道路、旅游等建设项目用地需求量日益增大,建设项目不可避免的将占用到林地,林地既要承担满足人们日益增长的生态需求,又要承担满足经济社会发展用地需求的任务,林地保护与利用的矛盾日益突出。

### 3.2 地质灾害对林地破坏较大

建水县地质灾害隐患点主要类型包括滑坡、泥石流和不稳定斜坡。其中,地质灾害隐患点以滑坡为主,其次为潜在泥石流。由于全县绝大多数林地分布在地质灾害中高易发区,全县每年都有部分林地遭受滑坡等地质灾害破坏,尤其在灌木林地和其他林地区域破坏较严重。

### 3.3 林地生产力较低

虽然建水县有林地面积较大,但是有林地以次生林为主,森林质量不高。而且长期粗放式经营,全县乔木林的林地生产率为 44.6m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>,远低于全省林地的平均水平(全省林地生产率为 105.5 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>)<sup>[3]</sup>。

### 3.4 林地树种结构较单一,生态功能比较脆弱

全县现状林种结构是用材林较多,防护林和特用林较少,全县国家级公益林只有 19 993.33 hm<sup>2</sup>,占全县林地面积的 10.01%,省级公益林只有 54 740.00 hm<sup>2</sup>,占全县林地面积的 27.41%<sup>[4]</sup>。在用材林中绝大部分为云南松林,优质高价阔叶林、

速生丰产林等较少。因此,生态功能比较脆弱,林地的经济效益也未能很好实现<sup>[4]</sup>。

### 3.5 林地管理难度大,林地保护管理队伍难以满足现实需求

建水县林地分布广大,而且林地坡度较陡,管理本身难度就较大。集体林权制度改革后,林权所有者取得了林地使用权、林木所有权和林木使用权。林权所有者对林地流转、改造、甚至改变林地用途以获取更高经济效益的愿望强烈,部分农户为追求经济效益而毁林开垦、毁林挖塘,造成林地的流失。由于全县涉及的林权所有者多、范围广,加大了林地监管难度<sup>[4]</sup>。林地保护管理要正常进行林地监管工作需要大量的管理、巡检等人员,目前建水县林地保护管理队伍难以满足现实需求。

## 4 林地保护利用对策

### 4.1 严格控制建设占用林地,严格保护国家级公益林地

建设项目尽量不占用林地。必须占用或者征用林地的建设项目,要依法办理审核手续,并严格实行林地面积占补平衡制度,即“占一补一”,确保林地面积不减少。严禁擅自改变国家级公益林的性质、随意调整国家级公益林地的面积、范围或降低保护等级。禁止在国家级公益林地采石、采沙、取土,严格控制勘查、开采矿藏和工程建设占用征用国家级公益林地。除国务院有关部门和省级人民政府批准的交通、水利等基础设施建设项目外,不得占用征用国家级公益林地<sup>[5-6]</sup>。

## 4.2 实施林地分级保护

按照林地保护级别,分别制定相应的保护、利用和管理措施。Ⅰ级保护林地实行全面封禁管护,禁止生产性经营活动和改变林地用途。Ⅱ级保护林地实行局部封禁管护,鼓励和引导抚育性管理,改善林分质量和森林健康状况,禁止商业性采伐。Ⅲ级保护林地,重点商品林地实行集约经营、定向培养,公益林地在确保生态系统健康和不受威胁或损害的前提下,允许适度经营和更新采伐。Ⅳ级保护林地,推行集约经营、农林复合经营,在法律允许的范围内合理安排各类生产生活,最大限度地挖掘林地生产力<sup>[7-8]</sup>。

## 4.3 加强林地的防灾、抗灾、减灾能力建设

在地质灾害中高易发区,加强林地和森林生态系统的防灾、抗灾、减灾能力建设,改造提升灌木林地和其他林地,减少自然灾害损毁林地数量,对灾毁林地及时进行修复治理。

## 4.4 调整林地树种结构,提高林地的生态服务功能

根据林地必须用于林业发展和生态建设的要求,加强对现有林种、树种结构的调整,加强引进速生阔叶林种和工业用材树种、大力营造优良乡土树种,调整林地树种结构,优化有林地、灌木林地,提高林地的生态服务功能。

## 4.5 发展速生丰产林和特色经济林,提高林地生产力

在用材林和商品林区域,应用良种、科学经营

和集约经营方式,大力发展以速生桉树、桉木为代表的速生丰产林,提高林地的生产力;以市场需求为导向,结合林地立地条件和交通,发展核桃、油茶等特色经济林,提高林农的经济收入。

## 4.6 加强林地保护管理队伍建设

一要做好队伍建设工作。在队伍建设上,要从人员招聘、专业知识考核、持证上岗等方面严格审查;二是做好相关人员定期培训制度。对聘用的护林员、林地巡视员以及相关林权管理人员等要定期进行法律知识与专业知识的培训,以提高管护水平;三要执行林地管理多级责任制。林地管理部门要与下级签订相关责任合同,明确个人的管辖区域、职责、报酬等,并严格执行考核制度。

# 5 结语

林地是人类发展的基础,具有社会、经济和生态三大效益。对于林地的科学保护和合理开发利用要在建水县实际和实践的基础上统筹兼顾。针对建水县林地保护利用中存在的问题,要根据林地保护级别对林地实施分级管护,要依法正确处理林地保护和建设占用的关系,完善和充实林地保护管理队伍,建立健全管理机构,加大法制宣传力度,加强林地的防灾、抗灾、减灾能力建设,改善森林生态环境,大力促进天然林、人工林和经济林的合理有效培养和发展,实现林地的可持续发展,进而促进建水县经济社会的可持续发展。

## 参考文献:

- [1] 董文婷. 新疆布尔津县林地保护与利用研究 [J]. 安徽农业科学, 2013, 41 (6): 2702-2703; 2707.
- [2] 董文婷. 青海省称多县林地保护与利用研究 [J]. 宁夏农林科技, 2013, 54 (4): 31-32; 61.
- [3] 沈新华. 建水县林地保护利用规划探究 [J]. 林业调查规划, 2012 (8): 91-94; 98.
- [4] 李绍宏. 建水县林业生态建设探析 [EB/O]. <http://www.hhdx.hh.cn/Index.aspx>.
- [5] 于清. 论黑龙江省林地保护规划的意义和加强林地保护 [J]. 黑龙江科技信息, 2011 (33): 278.
- [6] 覃兆海, 兰秀美. 上思县林地变化与保护分析 [J]. 内蒙古林业调查设计, 2013, 36 (2): 114-116.
- [7] 房剑峰. 浅析阿龙山林业局林地保护利用规划的必要性 [J]. 内蒙古林业调查设计, 2013, 36 (3): 106-107.
- [8] 苏省. 广东省林地保护利用现状及对策研究 [J]. 绿色科技, 2012 (4): 8-10.

## RESEARCH OF JIANSHUI COUNTY FOREST PROTECTION AND UTILIZATION

LI Jing-hui

(Liming Village Jian-Shui County Forestry Station, Jian-shui 654300, Yunnan, China)

**Abstract:** This paper analysis forest land protection and utilization of Jian-shui County and its problems by utilizing analysis of field investigation, GIS analysis and related analysis. The study found that contradictions between forest land protection and construction occupancy reveals, the productivity of forest land is low, the structure of forest tree species is single, and the ecological function is week, most forest land distribute in medium to high geological hazard zone, geological disasters make great damage to the forest, and forest protection and management team is hard to work in Jianshui County. It concludes that Jianshui County should manage its forest land on the basis of forest protection level, deal with the relationship between construction occupation and forest land protection according to law, rebuild forest management team, establish a sound management mechanism, strength disaster prevention, disaster reduction ability, reasonable and effective promote natural forest, artificial forest and economic forest development.

**Key words:** forest land; utilization and protection; Jianshui County

~~~~~  
(上接第 63 页)

THE RESEARCH OF URBAN LAND CLASSIFICATION AND GRADATION IN HUINING COUNTY

NIU Xiao-jie¹, CHEN Shu-qiao²

(1. Environment Science and Geoscience Institute, Yunnan University, Kunming 650091, Yunnan, China;

2. Zhaozhuang University, Zhaozhuang 277000, Shandong, China)

Abstract: Using the method of combining quantitative and qualitative, this article make a comprehensive analysis of all kinds of factors that affect the urban land quality, such as economic, social, and nature situation to classify the land of urban and evaluate the grade of urban land. This paper grasps the land quality status comprehensively, make use of urban land scientifically, based on Huining County town land natural, social, economic factor, combine the urban land classification procedures, use Delphi method to determine the research area's factors and weight, collect the needed information of the classification and grading, calculated the comprehensive score of the classification and grading factor, land level decide preliminarily, won the Huining County town land classification and grading results. The land is divided into four grades in Huining County, determine the Huining County city land's level, understand the basic situation towns further, and master the different reasons of each town.

Key words: Huining County; Urban land; land gradation; land classification

北部湾沿海地区土地利用动态模拟与 水源涵养服务能力估算 ——以广西钦州市为例

田义超^{1,2}, 梁铭忠¹, 吴彬¹

(1. 钦州学院 资源与环境学院, 广西 钦州 535000;

2. 广西师范学院 北部湾环境演变与资源利用省部共建教育部重点实验室, 广西 南宁 530001)

摘要: 分析北部湾沿海地区广西钦州市土地利用格局及未来变化趋势, 为开展该地区土地利用规划和生态服务价值中的水源涵养服务能力估算提供决策依据。以 2000 年、2010 年的 TM 遥感影像以及各种驱动因子数据为基础, 耦合 Binary Logistic 及 CA - Markov 模型对研究区 2020 年的土地利用格局进行模拟, 并对研究区的水源涵养服务能力进行估算。结果表明: (1) 2000 ~ 2010 年各种土地利用类型的转化强度大且比较复杂, 尤以耕地、林地和水域之间的流动最为显著, 建设占用耕地和林地的面积高达 2 003.31 hm²; (2) 由 Binary Logistic 逻辑斯蒂回归方程所得出的各种土地利用类型 ROC 拟合值中最小为 0.686, 最大达到 0.952, 模拟效果良好; (3) 预测年 2020 年建设用地增加的区域主要集中在钦州市钦南区的市区周边, 向东方向扩展, 变化比较剧烈的地方主要是钦州港区和研究区域的北部; (4) 单位面积水源涵养能力的排序依次为: 水域 > 林地 > 草地 > 耕地 > 建设用地 > 未利用地, 3 个年份的水源涵养服务能力在空间上均呈现出“东南部高西北部低, 中心地带持续衰减”的趋势。

关键词: 北部湾沿海地区; 钦州市; 土地利用

中图分类号: F301

文献标识码: A

文章编号: 1001 - 7852(2013)05 - 0069 - 10

0 引言

土地利用/覆被变化 (land use and land cover change, LUCC) 是陆地生态系统景观变化的主要体现, 其对生态系统和生态环境的影响已成为全球环境变化研究领域的前沿和热点^[1]。它受到自然、人文和社会经济等多种因素在不同时间和空间尺度上的综合影响, 它是一个极其复杂的系统过程^[2,3]。土地利用覆盖变化不仅可以改变生态系统的结构, 而且可以改变生态系统的功能, 甚至可以改变关键

生态系统的物质循环与能量流动, 对维持生态系统及其服务功能起着决定性的作用^[4]。土地利用/覆被变化与生态服务能力之间存在着相互影响与相互制约的关系。近年来, 由于人们对生态服务功能和服务价值缺乏充分的认识, 较多的考虑环境与资源可实现的直接经济价值, 而较少的估计其潜在的社会与生态环境价值, 对生态系统服务功能造成了很大的损害, 严重影响了人类在生物圈中的可持续性^[5]。水源涵养服务能力作为生态系统服务功能的重要组成部分, 区域水源涵养的空间分布如何, 水源涵养量的大小如何, 对于确定关键生态系统生态

收稿日期: 2013 - 09 - 05; 修订日期: 2013 - 10 - 11.

基金项目: 广西自然科学基金项目: 钦江流域生态环境脆弱性及其调控研究 (2010GXNSFA013019); 北部湾土地利用变化的时空格局与驱动机制 (BBG1101); 基于 Spot - vegetation 的北部湾海岸带植被覆被时空变化特征及对气候的响应 (2013XJKY - 18B) .

作者简介: 田义超 (1986 -), 男, 陕西省西安市人, 工程师, 硕士, 主要从事资源环境遥感与 GIS 的相关研究.

过程的影响因子有着至关重要的作用。土地利用空间格局变化是影响水源涵养服务能力的最主要因素,土地利用空间格局与功能的演变过程,可以导致生态服务功能的持续衰减,如水源贫乏、土壤沙化与水土流失等。因此,在对区域土地利用空间分布现状研究的基础上,通过对土地利用空间格局进行动态模拟,重建过去的和预测未来的土地利用情景^[6],为建立土地利用变化与区域水源涵养服务能力之间的联系,合理配置土地资源,改善区域生态环境质量及可持续发展提供科学的参考依据。

目前,在重建过去和预测未来土地利用空间格局的方法有很多,常见的有最优化模型^[7]、多智能体模型^[8]、系统动力学模型^[9]、土地利用变化及效应模型 CLUE - S (conversion of land use and its effects at small region extent) 模型^[10]及元胞自动机 CA (cellular automata) 模型^[11]。由于土地利用/覆被变化过程复杂,研究土地利用变化模型从单一的数量模型或空间模型向数量和空间模型融合方向的发展已成为必然的趋势^[12]。目前应用较多的 CA - Markov (cellular automaton - markov) 模型,综合了 CA (cellular automata) 模型模拟复杂系统空间变化的能力和 Markov 模型长期预测的优势^[13],被广泛地应用于模拟土地利用变化及其他地理现象,并取得了许多有意义的研究成果。如国外学者 Wu 等^[14]通过将微观 CA 模型和经济学模型结合起来,对城市发展的演化过程进行了模拟研究,取得了较为满意的结果;White 等^[15]尝试把区域发展模型与 CA 模型相联系,模拟城市和研究区的整体发展。国内学者也作了大量的研究:黎夏等^[16]构造约束 CA 模型,侯西勇等^[17]、杨国清等^[18]运用 CA - Markov 模型分别对广东东莞市、河西走廊地区和广州市的土地利用空间格局变化进行了模拟。由此可见,CA - Markov 模型在土地利用变化和模拟方面取得了良好的效果。然而,大部分学者在进行具体研究时只是将 CA 模型和 Markov 模型进行简单的组合,而未充分考虑到此模型在进行适宜性图层构建时各因子的最佳组合,因此所确定的适宜性图集很难反映各土地利用影响因子对土地利用空间变化格局的影响。

鉴于此,本文以西南广西北部湾沿海钦州市为研究区,基于 2000 年和 2010 年两期 TM 遥感影像资料及各种土地利用影响因子数据,在充分获取研究区土地利用变化信息的基础上,通过 GIS 的空间分析功能研究不同时期的土地利用变化情况,揭示

其格局特征和演变过程。在此基础上运用 Binary Logistic 逻辑斯蒂回归方程对影响研究区各土地利用类型的驱动因子进行回归分析,得出研究区各土地利用类型的模拟概率图层,并将此图层进行加权线性组合作为 CA - Markov 模拟的适宜性图集,并在此基础上对未来土地利用变化图谱进行预测,进而研究过去(2000 年、2010 年)及预测年(2020 年)土地利用变化格局对水源涵养服务的影响,以期 CA - Markov 模型在土地利用变化模拟、土地利用动态规划和区域生态服务功能提供了一种新的研究思路和科学依据。

1 研究方法

1.1 数据来源

选择北部湾沿海地区广西钦州市为研究区,该区域地处北纬 21°36' ~ 22°29',东经 108°10' ~ 109°09',东西长约 109.39 km,南北长约 97.85 km,总面积 4 628.21 km²,下辖 2 区 8 镇,分别为钦南、钦北 2 区,犀牛脚、那丽、那思、那彭、黄屋屯、大寺、平吉和小董镇 8 镇。该区是中国大陆东、中、西三大地带的交汇点,是华南经济圈、西南经济圈与东盟经济圈的结合部,是大西南最近的出海通道。境内地形由西北向东南依次为山地、丘陵、台地平原、沿海滩涂,主要山脉呈东北—西南走向,东北部有六万大山、西北部有十万大山横贯钦州境内。钦州市濒临北部湾,属亚热带季风气候区,具有亚热带向热带过渡性质的海洋季风气候特点。年平均气温 22℃,绝对最高温度 37.5℃,绝对最低温度 -1.8℃。年平均降雨量在 1 600 mm 左右,平均日照时数 1 800 h 左右,无霜期大于 350 d。太阳年辐射量 104.6 ~ 108.8 kcal/cm²,年日照时数为 1 633.6 ~ 1 801.4 h,年平均气温 21.4 ~ 22℃。历年平均无霜期 329 ~ 354 d。

2.2 数据来源

该研究所选用的土地利用数据为 2000 年的 TM 和 2010 年 ETM + 遥感影像解译数据。此数据来源于国际科学数据服务平台网站(<http://datamirror.csdb.cn>)网站。非遥感数据主要包括研究区的各种图件,来源于钦州学院的 1:1 万数字地形图、行政区划图,来源于美国 SRTM (<http://strm.csi.cgiar.org>)的 1:5 万数字高程模型图,2000 年的交通现状图以及研究区 2000 ~ 2010 年的气温、降水量等气象站点数据。在该研究中,

为了保证解译的精度以及研究的需要,根据中国土地利用现状分类系统,结合研究区土地利用现状及特点,运用美国克拉克大学克拉克实验室开发的 IDRISI 15.0 软分类中的 BAYCLASS 分类器对研究区的 TM/ETM 遥感影像进行监督分类,最后将其分

为6个大类,依次为耕地、林地、草地、水体、建设用地和未利用地。根据野外 GPS 采样点数据对解译出的土地利用类型进行验证,在 ArcGIS10.0 的支持下,最终形成研究区 2000 年及 2010 年的土地利用类型图。

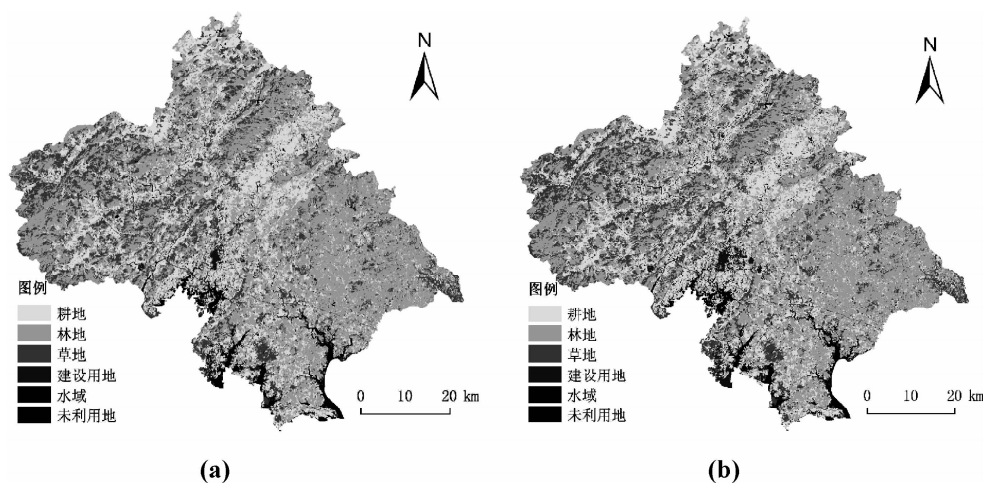


图1 研究区 2000 年 (a) 和 2010 年 (b) 土地利用类型分布图

Fig. 1 Spatial distribution of land use types of study areas in 2000, 2010

1.3 土地利用动态度模型^[19]

土地利用动态度能够刻画一定时间段内土地利用类型的数量变化特征,其公式表达式如下^[19]:

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\%$$

式中: K 为研究时段内某一土地利用类型动态度; U_a 为研究初期某一种土地利用类型的数量; U_b 为研究期末某一种土地利用类型的数量; T 为研究的时间段长,当 T 的时间段设为年时, K 的值就是该研究区某种土地利用类型年变化率。

1.4 Binary Logistic 回归模型

用 Binary Logistic 回归方程构建 CA - Markov 的土地利用适宜性图集。该模型的目标变量由土地利用类型的二分变量“0”和“1”栅格图像组成,“0”表示此种土地利用类型不出现,“1”表示出现此种土地利用类型,影响因素代表回归方程的自变量或解释变量(土地利用类型的驱动因子),Binary Logistic 回归方程的介绍见文献^[20]。土地利用驱动因子为 Binary Logistic 回归模型的自变量或解释变量,驱动因子的选择主要考虑:①资料的可获取性;②可量化;③在研究区内部存在空间差异性且与研究区土地利用变化的相关性较大。该研究

选取了12个自然和社会驱动因子: X_0 , 距城镇中心的距离; X_1 , 距道路的距离; X_2 , 距居民点的距离; X_3 , 距水库中心距离; X_4 , 距水系中心距离; X_5 , 距铁路中心距离; X_6 , 距县驻地距离; X_7 , 高程(数字高程模型 DEM 数据); X_8 , 坡度; X_9 , 降水量因子; X_{10} , 气温; X_{11} , GDP 因子(以人均国内生产总值计,元/人)。

1.5 CA - Markov 模型

元胞自动机(CA, cellular automaton)是一时间和空间都离散的动力系统。马尔科夫(Markov)模型是基于 Markov 过程理论而形成的预测时间发生概率的一种方法,常用于具有无后效性特征地理时间的预测。根据 Markov 模型无后效性与 CA 模型自组织的特点,将二者结合起来进行土地利用变化的空间预测。在土地利用栅格图中,每个像元可以看做一个元胞,每个元胞的土地利用类型为元胞的状态。模型在 IDRISI15.0 软件的支持下,利用转换面积矩阵和条件概率图像进行运算,从而确定元胞状态的转移,模拟土地利用格局的变化^[18]。

1.6 水源涵养服务能力测算方法

不同的生态系统水源涵养能力不同,所采用的估算方法也不尽相同。该研究采用水量平衡法测算不同生态系统涵养水源的能力:

$$W = (R - E) \times A = b \times R \times A$$

式中: W 为水源涵养总量 (m^3/a); R 为降水量 (mm/a); E 为平均蒸发量 (mm/a); A 为各类型土地的面积 (hm^2); b 为径流系数。根据对中国温带、暖温带、亚热带、热带各主要森林类型的测算, 其蒸发量与降水的比值多在 40% ~ 80%^[21]。青藏高原平均蒸发蒸散量占降水量的 55%^[22]。

2 结果与分析

2.1 土地利用变化分析

借助于 GIS 软件对研究区两期土地利用解译数据进行统计分析, 可以得出该区的土地利用面积及单一土地利用动态度变化情况 (表 1)。从表中可以看出: 2000 ~ 2010 年这 10 年期间, 研究区土地利用/覆被景观格局空间分布形态基本相似。林地是研究区的主要景观类型, 所占总面积的比例最大, 几乎达到研究区的 50% 左右; 其次为耕地、草地、建设用地和水域景观类型; 而未利用地的比例最小。建设用地和草地的面积呈增加趋势, 建设用地面积由 2000 年的 10 958.58 hm^2 增加到 2010 年的 13 900.81 hm^2 , 增加了 2 942.23 hm^2 ; 而草地面

积在此期间由 83 315.86 hm^2 增加到 2010 年的 84 306.20 hm^2 , 增加了 990.33 hm^2 。林地、耕地、水域和未利用地的面积呈减少趋势, 其中, 林地面积减少最多, 减少了 2 093.29 hm^2 ; 未利用地面积减少最少, 仅为 3.97 hm^2 ; 耕地和水域减少的幅度几乎一致, 同为 1 000 hm^2 左右。从土地利用/覆被的空间格局来看 (图 2), 研究区两个时期的耕地大部分分布于钦江流域的两侧, 林地主要分布于六万大山的丘陵与山体周边, 而建设用地主要集中分布于研究区南部的台地平原地区, 少量零星分布于各个居民点及道路沿线周边。

由表 1 可知, 建设用地的单一土地利用动态度最大, 高达 294.22, 并且其值为正, 说明在 2000 ~ 2010 年这 10 年期间, 钦州市建设用地变化最为活跃, 呈剧烈增加趋势; 其次, 单一土地利用动态度绝对值比较大的是林地, 为 209.33, 说明在此期间钦州市的林地与其他地类之间转换也比较明显; 水域的单一土地利用动态度之所以比较大, 是由于在此期间钦州市政府在钦州港区进行围海造陆, 致使一部分水域转化成其他地类; 未利用地单一动态度仅为 -0.4, 说明该土地类型在此时段内相对比较稳定。

表 1 研究区 2000、2010 年土地利用变化分析

Tab. 1 Analysis of land use changes in 2000 and 2010 in study areas

土地利用 类型	2000 年		2010 年		面积变化 / hm^2	单一土地 利用动态度
	面积/ hm^2	比例/%	面积/ hm^2	比例/%		
草地	83 315.86	18.00	84 306.20	18.22	990.33	99.03
耕地	126 128.95	27.25	125 192.71	27.05	-936.24	-93.62
建设用地	10 958.58	2.37	13 900.81	3.00	2 942.23	294.22
林地	227 360.91	49.13	225 267.62	48.67	-2 093.29	-209.33
水域	14 956.00	3.23	14 056.94	3.04	-899.06	-89.91
未利用地	99.45	0.02	95.48	0.02	-3.97	-0.40

从表 2 中可以看出, 2000 ~ 2010 这 10 年中, 各种土地利用类型的转化强度大且比较复杂。

从土地利用转化的方向上来看草地主要转化为耕地, 转化面积为 273.77 hm^2 , 其次主要流向建设用地和林地, 面积分别为 144.77 hm^2 和 102.88 hm^2 , 而流向未利用的面积最小, 仅为 16.65 hm^2 ; 大部分的耕地主要流向建设用地, 其中, 流向建设用地的面积高达 1 476.68 hm^2 , 其次流向草地, 转向草地的面积则达到 552.18 hm^2 。研究区建设用地

则主要转化为耕地和草地, 二者之和为 13.58 hm^2 , 其次有少量 (1.80 hm^2) 流向林地; 林地主要转化为耕地、草地和建设用地, 面积依次为: 1 010.93 hm^2 、786.32 hm^2 和 526.63 hm^2 ; 研究区的水域面积转换比较明显, 水域转换为建设用地的面积高达 809.52 hm^2 , 究其原因主要是由于在此期间钦州市政府在钦州港区进行大量围海造陆以及在部分水库中间建设水利设施的结果; 未利用地土地利用类型在此期间比较稳定, 主要流向耕地。总体来说,

表 2 研究区 2000、2010 年土地利用变化转移矩阵
Tab. 2 Transition matrix of land use changes in2000 and 2010 in study areas (hm²)

年份	项目	2010 年						总计
		草地	耕地	建设用地	林地	水域	未利用地	
2000 年	草地	82 777. 79	273. 77	144. 77	102. 88	16. 65	0	83 315. 86
	耕地	552. 18	0	1 476. 68	187. 85	58. 00	46. 53	2 321. 24
	建设用地	6. 91	6. 67	10 943. 20	1. 80	0	0	10 958. 58
	林地	786. 32	1 010. 93	526. 63	0	63. 66	0	2 387. 54
	水域	183. 00	43. 13	809. 52	1. 72	13 918. 63	0	14 956. 00
	未利用地	0	50. 50	0	0	0	48. 95	99. 45
	总计	84 306. 20	1 385. 01	13 900. 81	294. 25	14 056. 94	95. 48	114 038. 67

2000~2010 年土地利用类型之间转换比较强烈，尤以耕地，林地和水域之间的流动最为显著，建设占用耕地和林地的面积高达 2 003. 31hm²。

2. 2 Binary Logistic 空间统计回归结果分析

从表 3 中可以看出：研究区耕地的分布主要与道路、居民点、水库、水系、高程、坡度、降水量、气温以及人均 GDP 因子有关。其中，耕地的分布与道路、高程、坡度、气温和 GDP 因子呈现

出反相关关系，说明距道路越远、坡度越高、气温和 GDP 越高的地方，耕地的分布概率越小。而耕地的分布概率与水库、水系与降水量的分布呈现出正相关关系，说明该地区水源及降水量是耕地概率分布最主要的影响因素。林地的分布则主要与距城镇距离、居民点距离、水库、水系、铁路、高程、坡度和降水量因子有关，林地多分布在坡度较高、降水量丰富，距离居民点和城镇以及靠近水源地的

表 3 逻辑回归分析结果
Tab. 3 The results of binary logistic

驱动因子	耕地 Beta	林地 Beta	草地 Beta	建设用地 Beta	水域 Beta	未利用地 Beta
X ₀	—	0. 000 02	-0. 000 01	0. 000 07	—	0. 000 09
X ₁	-0. 012 07	—	—	0. 011 35	—	0. 004 45
X ₂	0. 000 02	0. 000 06	—	0. 000 06	—	0. 000 65
X ₃	0. 001 74	0. 001 18	0. 000 27	—	-0. 000 48	—
X ₄	0. 000 20	0. 000 09	0. 000 25	—	-0. 000 69	—
X ₅	—	0. 034 65	—	0. 123 92	—	0. 091 46
X ₆	—	—	-0. 051 43	0. 098 08	-0. 045 78	1. 034 75
X ₇	-0. 000 21	0. 000 43	—	-0. 000 14	-0. 002 20	—
X ₈	-0. 000 03	0. 000 02	0. 000 01	-0. 000 01	-0. 000 10	—
X ₉	0. 000 07	0. 000 08	0. 000 05	—	0. 000 03	—
X ₁₀	-0. 000 03	—	-0. 000 02	—	—	—
X ₁₁	-0. 000 32	—	—	0. 000 54	—	0. 000 66
常数	17. 727 93	-22. 896 53	11. 203 92	-28. 049 69	10. 966 41	-300. 367 12
ROC 值	0. 733 00	0. 677 00	0. 686 00	0. 788 00	0. 906 00	0. 952 00

注：表中 X0 至 X11 分别为各种土地利用类型的驱动因子，Beta 为回归方程各驱动因子的回归系数，Const 表示 logistic 回归常量，ROC 表示 logistic 回归检验值，“—”表示各种驱动因子变量没有进入 logistic 回归方程。

地方,而林地与铁路的相关系数之所以比较大,主要是由于铁路的周边大部分是森林绿化带,因此导致其相关系数达到 0.034 65;草地的分布则主要与距城镇中心的距离、距水库及水系中心距离、县驻地、坡度降水量和气温驱动因子有关,其中,草地多分布在距离水源地较近,坡度较高、降水量较多的地方,而坡度较高的地方草地之所以分布较多,究其原因主要是由于大部分的草地分布于该区域的六万大山以及十万大山山坡较高的地方。建设用地的分布主要与城镇、道路、居民点、铁路和县驻地因子有关,其次还与 GDP 因子呈现正相关,原因可能是由于 GDP 越高的地方也是建设用地高度密集和集中的区域,建设用地与高程和坡度因子呈现负相关,这也正好印证了坡度和高程一般是限制建

设用地分布的最主要影响因素;水域的分布主要与水源、县驻地、高程、坡度和降水量因子有关;未利用地则主要与城镇中心、道路、居民点、铁路、县驻地和 GDP 因子有关。从研究区各种土地利用类型 ROC 拟合值中可以明显看出,ROC 值最小值为 0.686,最大值达到 0.952,模拟效果良好,可以满足下一步研究的需要。

将表 3 中的各种土地利用驱动因子数据的回归系数带入 Binary Logistic 回归方程^[19]中,可以得到研究区 6 种土地利用类型的回归方程解析式,利用 ArcGIS10.0 的 Raster Calculator 栅格计算器数据上述的解析式可计算出不同土地利用类型的空间分布概率(图 3)。其中,各种土地利用类型空间分布概率越大,表示此种土地利用类型出现的可能性越高。

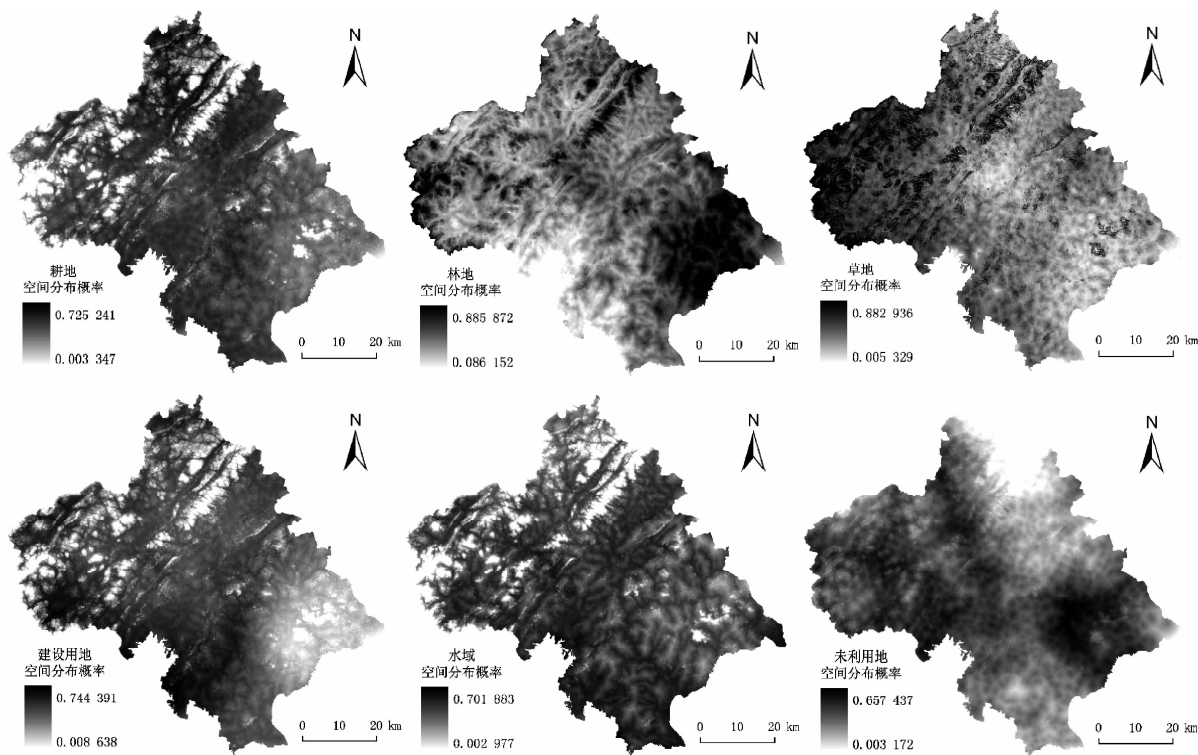


图 2 研究区各土地利用类型空间分布概率

Fig. 2 The simulated spatial probability distribution of the various land use types in study areas

2.3 CA - Markov 土地利用预测

该研究在进行土地利用模拟和预测时主要运用了 IDRISI 15.0 的 CA - Markov 模块,将 2000 年的土地利用类型图分别作为初始图层,时间间隔设置为 10 年,即在 CA - Markov 元胞自动机的循环次数设定为 10 次,滤波器设定 5×5 窗口。通过模拟,可以得到研究区 2010 年的模拟图,在模拟的过程中,为了验证 CA - Markov 的精度,必须对模拟的

精度进行检验。检验方法主要是对 2010 年实际土地利用类型图和模拟土地利用类型图进行 Kappa 指数分析^[23],由 Kappa 指数的计算原理可知本次预测的 Kappa 指数为 76.08。由此说明对 2010 年预测精度较高,同样可以对 2020 年的土地利用进行预测。从图 4 可以看出,预测年 2020 年的土地利用类型以建设用地与耕地、草地之间的转换最为剧烈,其中建设用地增加的区域主要集中在钦州市钦

南区的市区周边，扩展的方向主要向东，其次建设用地变化比较迅速的地方主要集中在钦州港区和研究区域的北部，此外，居民点和道路的沿线周边也是建设用地变化比较迅速的地方。因此，未来应该加强对这些区域土地利用的宏观调控对策，制止和阻止建设用地随意恶性扩张。

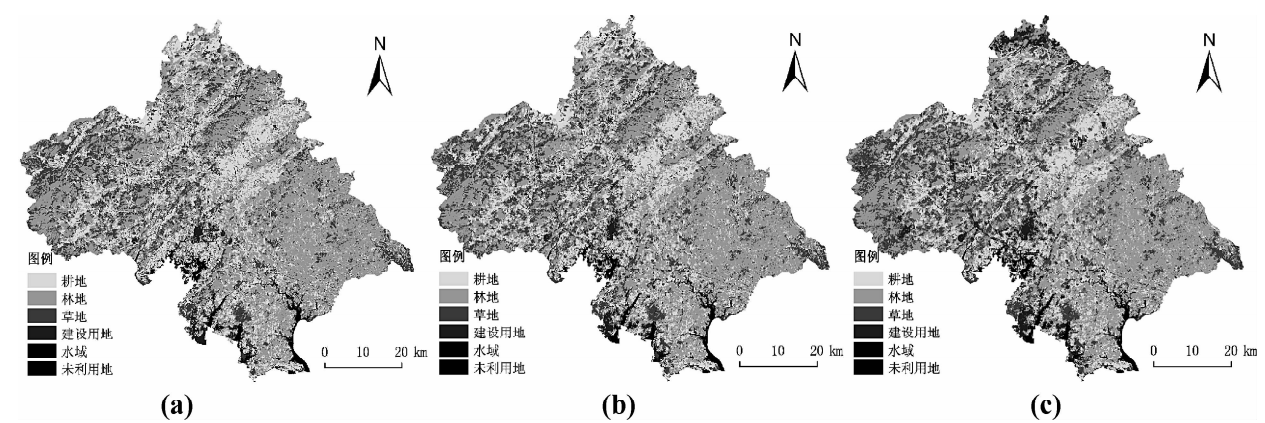


图 3 2010 年现状图 (a)、模拟图 (b) 及 2020 年预测图 (c)
Fig. 3 The contrast map of Simulation and current situation in 2010 and forecast map in 2020

2.4 水源涵养能力估算

该研究的降水量数据通过中国气象中心提供的 2000 ~ 2010 年的气象站点降水量数据经过克里金插值而成。取十万大山与六万大山 2000 ~ 2007 年的人工林的降水量和蒸散量分别为：1 480. 25 mm 和 756. 86 mm，由此可知，北部湾十万大山人工林平均的蒸发蒸散量占降雨量的比例为 0. 511 3。借鉴谢高地等人的研究成果^[24]，对研究区不同的土地利用类型的径流量进行修正，可以得出研究区各种土地利用类型的径流系数情况（表 4）。其中，水源涵养总量等于年降雨量乘以径流系数，年降雨量采用研究区 2000 年的各种土地利用类型总降水量除以总面积的平均数得出。从表中可以看出，几种土地利用类型的单位降水量几乎都达到了 19 000 mm

表 4 研究区不同土地利用类型单位面积水源涵养量

Tab. 4 Unit area's water conservation of different land use types in study area

土地利用类型	降水量 /mm	径流系数	单位面积水源涵养服务/mm
耕地	19 122. 46	0. 10	1 912. 25
林地	19 568. 43	0. 52	10 175. 58
草地	19 364. 86	0. 33	6 390. 40
建设用地	19 094. 25	0. 01	190. 94
水域	19 218. 26	3. 55	68 224. 82
未利用地	5 203. 14	0. 01	52. 03

以上，而未利用地的单位降水量仅为 5 203. 14 mm。单位面积的水源涵养能力的排序依次为：水域 > 林地 > 草地 > 耕地 > 建设用地 > 未利用地。

土地利用类型之间的转换一方面改变了耕地、林地、草地等原有的生态系统平衡，另一方面可以直接影响原有生态系统的水源涵养服务能力。通过重建过去和未来年份的土地利用变化数据可以在不同情景模式下评估未来生态系统的水源涵养量。图 5 为研究区在过去 2000 年、2010 年及预测年 2020 年的水源涵养分布图。从图中可知在各种土地利用类型中，水域的水源涵养能力最高，分布的区域主要集中在茅尾海沿岸和大风江流域的下游，这些区域的水源补给可以看作是大江大河得以维系和发展的主要因素，3 个时期在六万大山和十万大山之间的钦江流域之间形成了明显的集水富集区，此流域为区域的水源涵养的保持提供了重要的保障。从水源涵养的空间分布形态上来看，研究区 3 个年份的水源涵养服务能力均呈现出“东南部高西北部低，中心地带持续衰减”的趋势。东南部水源涵养之所以比较高，主要是由于大部分的林地在过去 10 年之间转化为草地和耕地，致使单位水源涵养量降低；西北部地区的土地利用类型变化交错分布比较复杂，中心地带由于建设用地持续扩张，造成水源涵养服务能力持续下降。因此，未来在进行区域规划和土地利用规划时，应该考虑土地利用类型之间的转换、转移对区域生态环境所造成的影响。

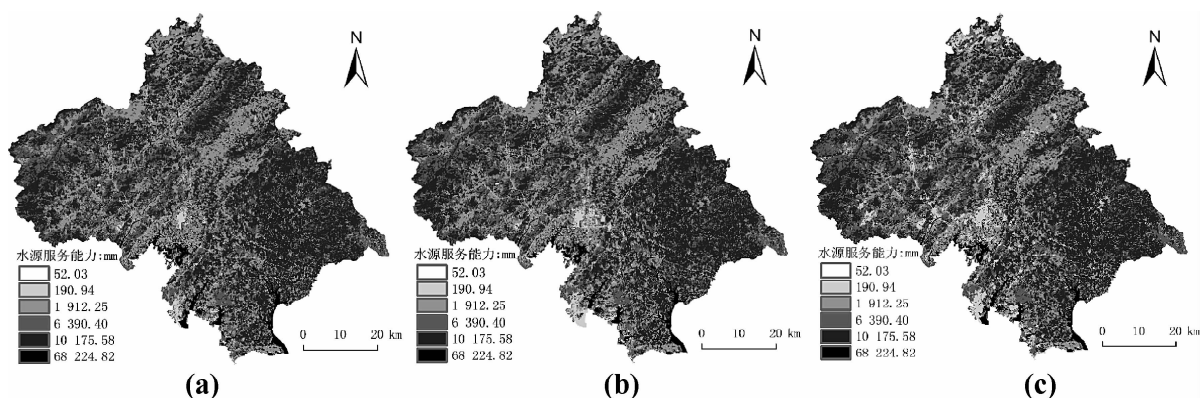


图 4 2000 年 (a)、2010 年 (b) 和 2020 年 (c) 的土地利用水源服务能力

Fig. 4 water conservation results in 2000、2010 and 2020

3 结论与讨论

该文以广西北部湾沿海钦州市为研究区, 基于 2000 年和 2010 年两个时期的 TM 遥感影像资料及各种土地利用影响因子数据, 通过 GIS 的空间分析功能研究不同时期的土地利用变化情况。在此基础上运用 Binary Logistic 逻辑斯蒂回归方程和 CA - Markov 分析模块对研究区土地利用变化图谱进行预测, 进而研究过去 (2000、2010) 及预测年 (2020) 土地利用变化格局对水源涵养服务的影响。研究结果表明:

(1) 从土地利用/覆被的空间格局来看, 研究区两个时期的耕地大部分分布于钦江流域的两侧, 林地主要分布于六万大山的丘陵与山体周边, 建设用地集中分布于研究区南部的台地平原地区, 少量零星分布于居民点及各个道路沿线周边。

(2) 研究区 2000 ~ 2010 年各种土地利用类型的转化强度大且比较复杂, 尤以耕地, 林地和水域之间的流动最为显著, 建设占用耕地和林地的面积高达 2 003.31 hm^2 。

(3) Binary Logistic 逻辑斯蒂回归方程所得出的各种土地利用类型 ROC 拟合值中可以看出, ROC 最小值为 0.686, 最大值达到 0.952, 模拟效果良好。

(4) 预测年 2020 年的土地利用类型以建设用地、与耕地、草地之间的转换最为剧烈, 其中建设用地增加的区域主要集中在钦州市钦南区的市区周边, 扩展的方向主要向东, 变化比较剧烈的地方主要是钦州港区和研究区域的北部, 此外, 道路的沿

线周边也是建设用地变化比较迅速的地方。

(5) 从水源涵养的分析结果可知: 单位面积的水源涵养能力的排序依次为: 水域 > 林地 > 草地 > 耕地 > 建设用地 > 未利用地。从空间分布形态上来看, 研究区 3 个年份的水源涵养服务能力呈现出“东南部高西北部低, 中心地带持续衰减”的趋势。

基于 2000 年和 2010 年的土地利用数据, 采用 Logistic 与 CA - Markov 耦合模型对研究区 2020 年的土地利用进行预测, 虽然可以在此基础上预测未来 2020 年的土地利用变化情况, 但也存在着一些不确定性。一般在进行土地利用变化预测时, 采用特定情境的分析是以一定的假设前提为基础的, 因此, 预测的结果具有诸多的不确定性, 不能完全接近现实^[25]。该研究选择 CA - Markov 模型进行预测土地利用变化时, 运用 logistic 模型构建适宜性图集的前提是当前经济和土地利用政策没有发生大的变化, 然而区域土地利用变化是个复杂的过程, 不同区域的土地利用变化情况不一样, 因此, 如何把当前的土地利用政策因素考虑到土地利用变化预测模型中是个难题, 也是本研究需要进一步解决的问题。此外, 该研究在进行土地利用变化预测时所采用的栅格尺寸是 100 × 100 m, 这个尺寸是否合理, 是否是研究区最佳的土地利用模拟尺度, 如果将栅格尺寸改变, 模拟结果会不会受到影响, 这也是有待深入探讨的问题。另一方面, 对于区域水源涵养能力的评估, 大部分学者只是对过去时期的水源涵养能力进行了评估, 而没有对未来土地利用变化情境下的水源涵养进行评估。该研究运用水量平衡法不仅对

研究区过去土地利用水源涵养情况进行了估算, 而且对预测年 2020 年的土地利用水源涵养也进行了评估。此方法可以很容易实现区域尺度上水源涵养能力的动态评估, 可以为区域土地利用动态规划和生态服务功能提供了一种新的研究思路和科学依据。

参考文献:

- [1] 李保杰, 顾和和. 矿区土地复垦景观格局变化和生态效应 [J]. 农业工程学报, 2012, 28 (3): 251–256.
- [2] 陈佑启, VERBURG P H, 徐斌. 中国土地利用变化及其影响 [J]. 地理科学进展, 2000, 19 (2): 116–127.
- [3] 蔡运龙. 土地利用/土地覆被变化研究: 寻求新的综合途径 [J]. 地理研究, 2001, 20 (6): 645–652.
- [4] TUMERBILL, SKOLED, SANDERSONS, et al. Land – use and land cover change: Science/research plan [R]. Stockholm: IGBP, 1995.
- [5] COSTANZA R, ARGE R, GROOT R, et al. The value of the world ecosystem services and natural capital [J]. Nature, 1997, 387: 253–260.
- [6] 李志, 刘文兆, 郑粉莉. 基于 CA – Markov 模型的黄土塬区黑河流域土地利用变化 [J]. 农业工程学报, 2010, 26 (1): 346–352.
- [7] MANSON S. Agent – based modeling and genetic programming or modeling land change in the Southern Yucatan peninsular region of Mexico [J]. Agric Ecosyst Environ, 2005, 111 (1/2/3/4): 47–62.
- [8] MANSON S M. Agent – based modeling and genetic programming for modeling land change in the southern Yucatan Peninsular Region of Mexico [J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2005, 111 (1–4): 47–62.
- [9] 杨怀宇, 杨正勇, 池塘养殖生态系统服务价值的系统动力学模型 [J]. 自然资源学报, 2012, 27 (7): 1176–1185.
- [10] 田义超, 任志远. 基于 CLUE – S 模型的黄土台塬区土地利用变化模拟——以陕西省咸阳台塬区为例 [J]. 地理科学进展, 2012, 31 (9): 1224–1234.
- [11] 何春阳, 史培军, 陈晋, 等. 基于系统动力学模型和元胞自动机模型的土地利用情景模型研究 [J]. 中国科学 (D 辑), 2005, 35 (5): 464–473.
- [12] 蔺卿, 罗格平, 陈曦. LUCC 驱动力模型研究综述 [J]. 地理科学进展, 2005, 24 (5): 79–87.
- [13] 田义超, 梁铭忠. 黄土台塬区土地利用/覆被变化定量研究——以陕西省咸阳台塬区为例 [J]. 干旱区研究, 2013, 30 (3): 563–569.
- [14] WU F. An experiment on the generic poly centricity of urban growth in a cellular automatic City [J]. Environment and Planning B, 1998, 25 (5): 731–752.
- [15] WHITE H. Comment on nonparametric regression: Multilayer feed forward networks can learn arbitrary mapping [J]. Neural Networks, 1990, 3 (5): 535–549.
- [16] 郑青华, 罗格平, 朱磊, 等. 基于 CA – Markov 模型的伊犁河三角洲景观格局预测 [J]. 应用生态学报, 2010, 21 (4): 873–882.
- [17] 侯西勇, 常斌, 于信芳. 基于 CA – Markov 的河西走廊土地利用变化研究 [J]. 农业工程学报, 2004, 20 (5): 286–291.
- [18] 杨国清, 刘耀林, 吴志峰. 基于 CA – Markov 模型的土地利用格局变化研究 [J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2007, 32 (5): 414–418.
- [19] 冯仲科, 郝星耀, 臧淑英. 土地利用/土地覆盖变化动态方程的建立与分析 [J]. 北京林业大学学报, 2005, 27 (S2): 5–8.
- [20] 摆万奇, 张永民, 阎建忠, 等. 大渡河上游地区土地利用动态模拟分析 [J]. 地理研究, 2005, 24 (2): 206–213.
- [21] 周晓峰, 赵慧勋, 孙惠珍. 正确评价森林水文效应 [J]. 自然资源学报, 2001, 16 (5): 420–426.
- [22] 鲁春霞, 谢高地, 肖玉, 等. 青藏高原生态系统服务功能的价值评估 [J]. 生态学报, 2004, 24 (12): 2749–2755.
- [23] 布仁仓, 常禹, 胡远满, 等. 基于 Kappa 系数的景观变化测度——以辽宁省中部城市群为例 [J]. 生态学报, 2005, 4 (25): 778–784.
- [24] 谢高地, 鲁春霞, 冷允法, 等. 青藏高原生态资产价值评估 [J]. 自然资源学报, 2003, 18 (2): 189–196.
- [25] 吴文斌, 杨鹏, 谈国新, 等. 基于 LOGIT 模型的世界主要作物播种面积变化模拟研究 [J]. 地理学报, 2007, 62 (6): 589–598.

**THE LAND USE DYNAMICS SIMULATION AND WATER CONSERVATION
SERVICE CAPACITY ESTIMATES IN BEIBU GULF COASTAL
——ACASE STUDY IN QINZHOU CITY OF GUANGXI ZHUANG AUTONOMOUS REGION**

TIAN Yi-chao^{1,2}, Ling Ming-zhong¹, WU Bing¹

(1. *College of Resources and Environment, Qinzhou University, Qinzhou 535000, Guangxi, China;*

2. *Key Guangxi Normal University, Laboratory of Beibu Gulf Environmental Evolution and
Resources Utilization, Nanning 530001, Guangxi, China)*

Abstract: Analysis of land use patterns and its future trends in Qinzhou City of Beibu gulf coastal region, in order to carry out the regional land use planning and ecosystem service value in estimating water conservation service capabilities to provide basis of decision – making. Based on the remote sensing image in the years 2000, 2010 and various of land use factors, the integrated use of Binary Logistic and CA – Markov model was set to simulate the land use pattern in 2020 and the service ability of water conservation are calculated in study area. The results indicated: (1) Various types of land use convert intensity and relatively complex, especially among arable land, forest land and water, the amount of arable land and forest land changed into construction land was up to 2, 003.31 hm² from 2000 to 2010. (2) The results of Binary Logistic regression showed that the smallest ROC of various land use types is 0.686, the maximum is 0.952, the simulation effect is well. (3) The increase of construction land in 2020 are mainly concentrated around QinNan district of QinZhou city, expanding to the east direction, and the land use changed severely in Qinzhou port area and the northern of study area. (4) In water conservation capacity per unit area of the sort order: water > forest land > grassland > arable land > construction land > unused land, three years of service ability of water conservation are presented on “southeast high northwest low, continuous sustaining in heartland”.

Key words: Beibu Gulf coastal region; Qinzhou City; land use

云南大理暴雨天气过程 GPS 大气可降水量特征分析

董保举^{1,2}, 王明栋³, 刘建平³, 杨 顺³

(1. 大理国家气候观象台, 云南 大理 671003;
2. 云南大学 大气科学系, 云南 昆明 650091; 3. 普洱市气象局, 云南 普洱 665000)

摘要: 应用云南大理地基 GPS 观测站的数据反演得到的 1h 间隔 GPS 大气可降水量资料和自动气象站逐时降水资料, 分析了云南大理地区 4 次暴雨过程的 GPS 大气降水量的演变特征。结果表明, 云南大理地区的暴雨天气过程中 GPS 大气可降水量呈现明显的 1~2 天的增湿过程和 1~2 次跃变过程, 跃变过程与降水发生和结束有较好的关系, 可为短期预报提供一个明确的水汽演变指标。

关键词: 地基 GPS; 水汽; 暴雨

中图分类号: P407

文献标识码: A

文章编号: 1001-7852(2013)05-0079-05

0 引言

暴雨是中国主要灾害性天气之一, 由其引发的滑坡、泥石流等自然灾害每年都发生, 常给国民经济和人民生命财产造成严重的损失, 所以暴雨的研究预报历来受政府和部门的重视。近年来气象研究人员在暴雨成因方面做了大量的研究工作, 有关暴雨的研究成果不断涌现, 陶诗言等^[1]对中国暴雨的分布特征进行了详细的研究, 孙淑清等^[2]在大尺度环流背景与中小尺度的相互作用、高低空急流、低涡、位涡、螺旋度、不稳定等方面的研究展开论述。水汽是预测暴雨的一个非常重要的物理参数, 水汽监测的最新手段之一是地基 GPS 遥感大气可降水量, 近年来气象研究人员在利用连续、高时空分辨率的地基 GPS 遥感大气可降水量对局地暴雨天气预报做了许多有意义的工作。例如, 李青青等^[3]利用 GPS 遥感的大气可降水量分析了产生强降水的阈值; 楚艳丽等^[4]利用地基 GPS 水汽总量数据资料数值研究表明能明显提高模式对该暴雨过程降水时段、落区和强度的预报水平。李延兴等^[5]利用 GPS

暴雨观测试验证明了大气可降水量与降水过程的关系密切; 杨引明等^[6]分析了长江三角洲地区大气可降水量的气候特征, 得出该地区的大气可降水量分布特征和季节变化, 以及大气可降水量与梅雨期强降水量之间的关系; 刘旭春等^[7]分析了 6 月哈尔滨大气可降水量, 认为如果大气可降水量大于 25mm, 伴随着 5mm 以上的跳跃, 则发生降水的几率约为 50%; 姚建群等^[8]对一次大到暴雨过程个例进行了分析, 得出大气可降水量出现 50mm 的时间与实际降水有较好的对应关系; 陈娇娜等^[9]对成都地区的华西秋雨进行了分析, 得出降水总是发生在 GPS 水汽高值与温度露点差低值阶段, 两者有较好的对应关系, 其上升阶段和高值期与温度露点差的低值区间相对应; 曹云昌等^[10]在研究中采用 2h 间隔的 GPS 遥测大气可降水量增量为 5mm 作为阈值, 得出在大气可降水量迅速增加后 4h 内会出现降水; 梁宏等^[11]研究了 GPS 大气降水量的日变化特征; 杨莲梅等^[12]研究了乌鲁木齐夏季强降水过程 GPS-PWV 的演变特征, 认为降水发生前 GPS-PWV 有明显的增湿和跃变过程。这些研究表明地基 GPS 反演的大气可降水量能较好的反映降水过程中水汽演

收稿日期: 2013-07-19; 修订日期: 2013-09-29.

基金项目: 云南省气象局预报员技术开发专项 (YB201210) 和中国气象局行业专项 (GYHY201006054) 共同资助.

作者简介: 董保举 (1979), 男, 云南省大理人, 硕士研究生, 主要从事雷达探测与应用研究.

变特征,而且 GPS 大气可降水量的前期演变对降水的产生具有一定的指示意义。

云南大理市地处云南省中部偏西,横断山脉中段,金沙江、元江和澜沧江三大水系分水岭地段,位于东亚水汽输送的关键区和青藏高原东南延伸区非绝热加热敏感区,属低纬高原季风气候。尽管水汽是影响暴雨形成的关键因素之一,但是由于观测手段和资料的匮乏,尤其对降水过程中客观、定量的水汽演变过程的理解有限,往往导致对降水的定时、定点及定量预报出现较大偏差。因此,本文利用地基 GPS 水汽探测技术,通过分析云南大理4次暴雨天气过程的 GPS 大气可降水量的演变特征,总结一些共同的特征,以期对短时临近预报提供物理意义清晰的预报指示。

1 资料选取说明

本文利用大理的 GPS 大气可降水量和自动气象站逐时降水资料,选取2008年和2009年暴雨天气过程,剔除由于仪器维护和缺测的 GPS 水汽数据,分析4次暴雨天气过程的 GPS 大气可降水量的演变特征及降水之间的关系。气候月平均值为 GPS 大气可降水量2008年和2009年相同月份的算术平均值。

2 暴雨天气过程 GPS 大气可降水量演变特征

2.1 1月暴雨天气过程 GPS 大气可降水量演变特征

2008年1月25日至28日云南大理出现一次连续的降雨过程(如图1),总降水量为84.5mm,其中27日降水量为54.2mm,达到暴雨量级。影响这次降雨过程的系统是南支槽。从图1中可以看出,降水发生前, GPS 大气可降水量有3个变化阶段,第一阶段23日17:00之前 GPS 大气可降水量在气候月平均值7.26mm附近波动;第二阶段从23日17:00开始有急剧增湿过程,至24日8:00达到第二阶段的最大值13.93mm,之后 GPS 大气可降水量逐渐减弱,至17:00减弱到在气候月平均值附近;第三阶段从24日18:00开始(降水发生前15h), GPS 大气可降水量出现第二次急剧增加的过程,至25日3:00达到降水前的最大值16.61mm,9小时水汽增量达6.92mm,变化量为气候月平均值95%,6小时之后出现降水。第二个峰值之后 GPS 大气可降水量略有降低,维持在11.62~16.02mm,从25日14:00开始(又一次降水发生前2小时), GPS 大气可降水量又逐渐在增加,随着 GPS 大气可降水量的增加地面降水量也随着增加,至27日3:00出现该次过程 GPS 大气可降水量最大值18.89mm,4h后地面出现小时最大降水量5.4mm。最大值之后 GPS 大气可降水量逐渐减弱至1.71mm,雨量也随着减弱至结束。

2.2 7月暴雨天气过程 GPS 大气可降水量演变特征

2008年7月18日云南大理出现一次连续的降

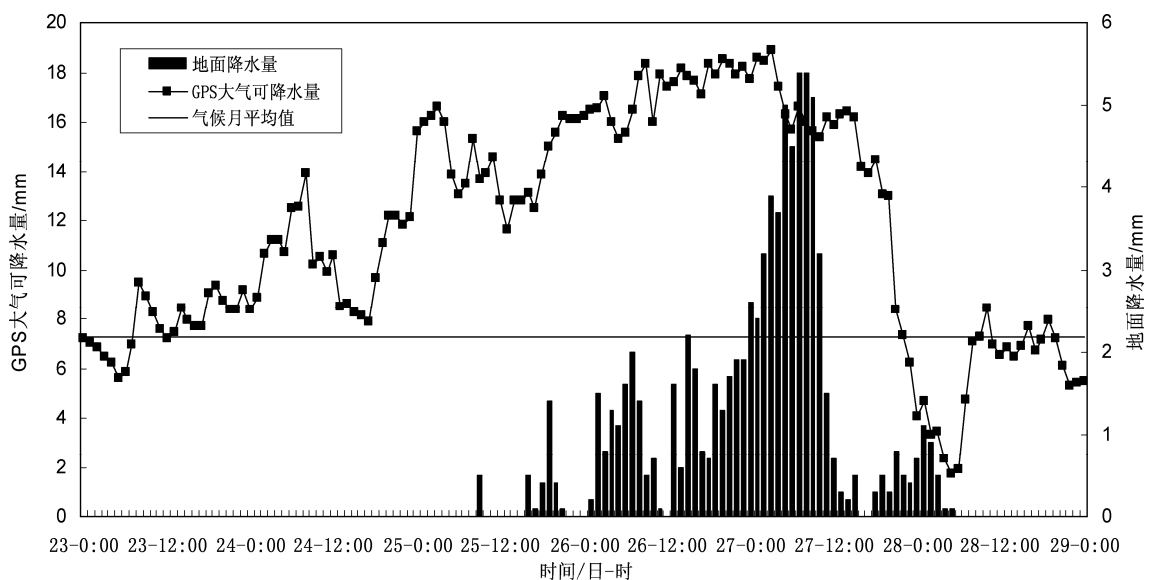


图1 2008年1月23日00:00至29日00:00云南大理暴雨降水过程 GPS 大气可降水量和地面降水量逐时变化图

Fig. 1 Hourly variations of the precipitable water vapor derived from ground-based GPS and precipitation during rainstorm processes from 00:00 on 23 to 00:00 on 29 January 2008 in Dali City of Yunnan Province

雨过程（如图2），日降水量为50.0mm，达到暴雨量级。受台风“海鸥”向西北移动的间接影响而产生这次降雨过程。如图2，7月17日00:00至8:00 GPS大气可降水量在气候月平均值34.80mm附近缓慢变化，17日9:00 GPS大气可降水量为35.59mm，之后开始出现明显的增湿过程，12:00

达到39.84mm，3小时增量约为4.25mm，之后11小时水汽维持在38.61mm以上的高值区，表明此阶段为水汽的累积过程；17:00开始GPS大气可降水量缓慢增加，23:00达到最大值41.00mm，1h后发生了降水。当GPS大气可降水量减弱到32.08mm时，降水结束。

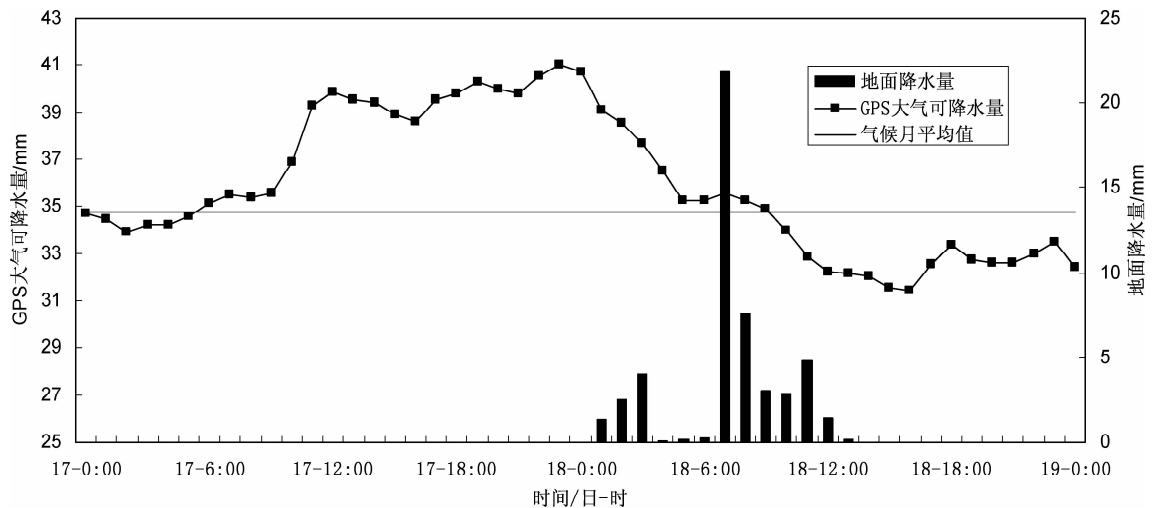


图2 2008年7月17日00:00至19日00:00云南大理暴雨降水过程GPS大气可降水量和地面降水量逐时变化图

Fig. 2 Hourly variations of the precipitable water vapor derived from ground – based GPS and precipitation during rainstorm processes from 00:00 on 17 to 00:00 on 19 July 2008 in Dali City of Yunnan Province

2.3 8月暴雨天气过程GPS大气可降水量演变特征

2008年8月3日至6日云南大理出现一次连续的降雨过程（如图3），总降水量为95.6mm，其中5日降水量为58.1mm，达到暴雨量级。影响这次降雨过程的系统是两高间辐合区。如图3，降水前

GPS大气可降水量出现了3个变化阶段，第一阶段是8月2日00:00至7:00 GPS大气可降水量从气候月平均值34.19mm以下的31.37mm急剧增加到平均值以上的36.78mm，7小时增加了5.47mm，之后2小时GPS大气可降水量减弱至气候月平均值附

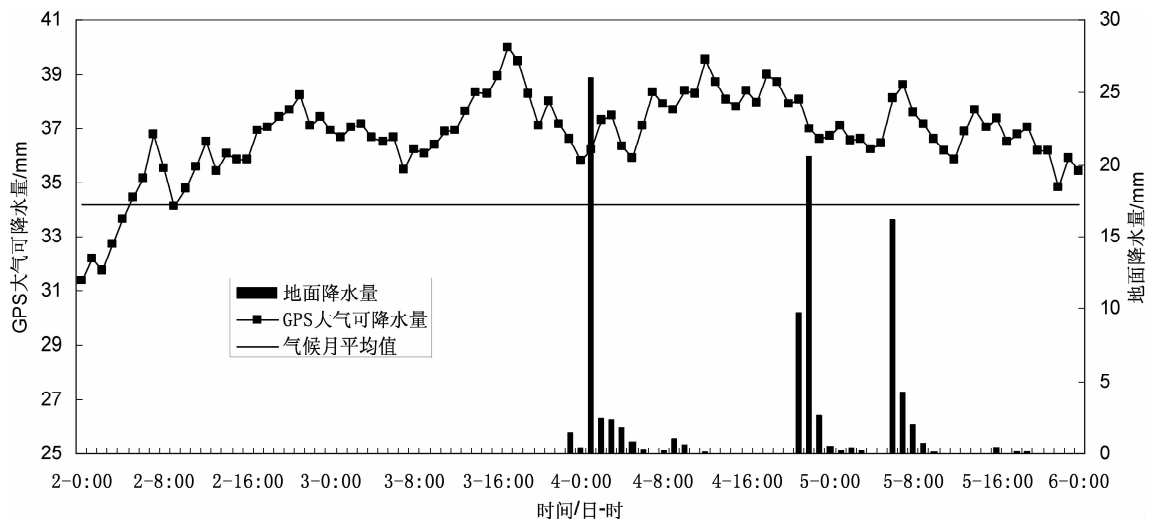


图3 2008年8月2日00:00至6日00:00云南大理暴雨降水过程GPS大气可降水量和地面降水量逐时变化图

Fig. 3 Hourly variations of the precipitable water vapor derived from ground – based GPS and precipitation during rainstorm processes from 00:00 on 2 to 00:00 on 6 August 2008 in Dali City of Yunnan Province

近;第二阶段是 8 月 2 日 10:00 至 8 月 3 日 6:00 GPS 大气可降水量在气候月平均值以上 0.62 ~ 4.07mm 变化;第三阶段是 8 月 3 日 7:00 GPS 大气可降水量开始出现急剧增加的过程,这是水汽持续输送和累积的过程,3 日 17:00 GPS 大气可降水量达到最大值 39.99mm,10 小时的水汽增量为 4.53mm, GPS 大气可降水量达到最大值后 5 小时地面出现降水,最大雨强出现在 GPS 大气可降水量达到最大值后的 7 小时,即为 8 月 4 日 1:00,小时降水量为 26.0mm。之后 GPS 大气可降水量有所减弱,降水量也随着减弱。4 日 5:00 GPS 大气可降水量在逐渐增加,随着水汽的增加到 20:00 后地面又出现降水,随着 GPS 大气可降水量减弱至 36.18mm 时地面降水也随着结束。

2.4 9 月暴雨天气过程 GPS 大气可降水量演变特征

2009 年 9 月 24 日至 25 日云南大理出现一次连续的降雨过程(如图 4),总降水量为 73.5mm,其中 25 日降水量为 70.7mm,达到暴雨量级。影响这次降雨过程的系统是副高外围气流。如图 4,

降水前 GPS 大气可降水量出现了 2 个变化阶段,23 日 10:00 前由 33.26mm 逐渐降低至气候月平均值 29.95mm 附近;11:00 后 GPS 大气可降水量从 29.87mm 开始上升,从 13:00 至 16:00 GPS 大气可降水量出现急剧增加,从 30.53mm 增加到 33.7mm,3 小时 GPS 大气可降水量增加了 3.24mm,16:00 后 GPS 大气可降水量平稳增加,表明此阶段为水汽的累积过程,历时 23 小时;在 GPS 大气水量增加累积的过程中,24 日 7:00 和 12:00 分别产生了 0.1mm 和 0.5mm 的降水,至 24 日 15:00 GPS 大气可降水量达到最大值 37.70mm,4 小时后地面产生降水,其中 14:00 至 15:00 小时 GPS 大气可降水量增量为 3.2mm。随着降水的持续, GPS 大气可降水量维持在高值区,25 日 2:00 GPS 大气可降水量减弱至 31.48mm 时,第一阶段的主要降水过程结束。之后随后 GPS 大气可降水量又一次迅速增强,又出现了一次强降水。随着 GPS 大气可降水量减弱至 32.04mm 时地面降水也随着结束。

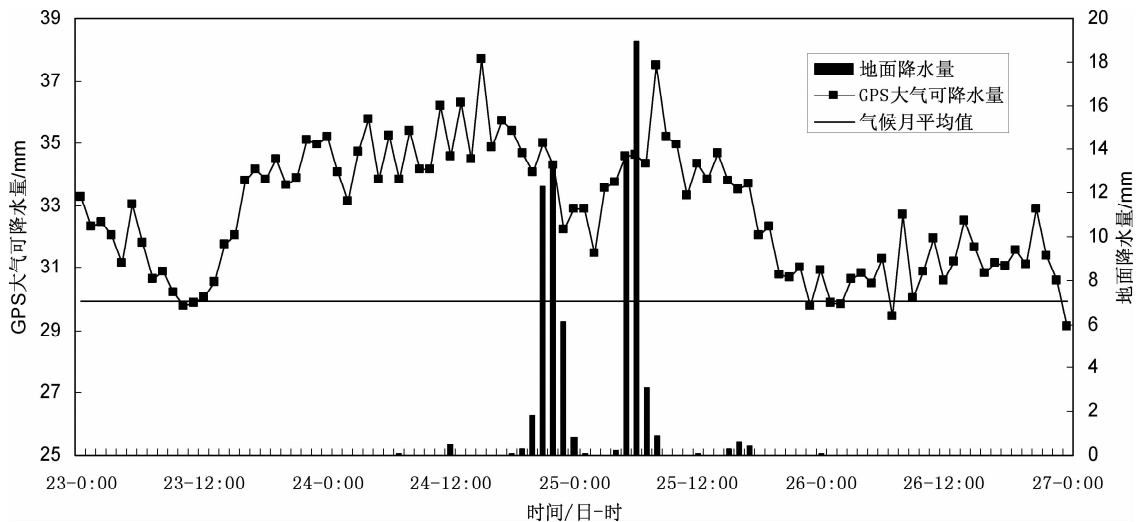


图 4 2009 年 9 月 23 日 00:00 至 27 日 00:00 云南大理暴雨降水过程 GPS 大气可降水量和地面降水量逐时变化图

Fig. 4 Hourly variations of the precipitable water vapor derived from ground-based GPS and precipitation during rainstorm processes from 00:00 on 23 to 00:00 on 27 September 2009 in Dali City of Yunnan Province

3 结论与讨论

通过以上分析,得出以下结论:

(1) 云南大理地区出现暴雨天气时都会出现一次 GPS 大气可降水量明显的持续增湿过程,该过程时间较长,约为 1~2 天,随着影响系统的不同,水汽的增长时间有所差异,持续性暴雨天气的水汽

累积过程较长。

(2) 云南大理地区暴雨天气过程时,有明显的 1~2 次水汽跃变增加过程,地面降水发生水汽跃变增加过程中或跃变增加到峰值之后。

(3) 由于每个月的 GPS 大气可降水量的气候值有较大差异,尤其是干季和湿季,1 月强降水时最大值为 18.89mm,当其下降到 1.71 时降水结束;7 月强降水时最大值为 40.00mm,当其下降到

32.08 时降水结束; 8 月强降水时最大值为 39.99mm, 当其下降到 36.18 时降水结束; 9 月强降水时最大值为 37.70mm, 当其下降到 32.04 时降水结束。

本文只是利用云南大理站的 GPS 大气可降水量(水汽)和地面降水资料初步分析了该地暴雨降水

过程中水汽的演变特征, 水汽只是产生降水的必要条件之一, 在降水短时临近预报中, 还必须配合热力、动力和不稳定条件一起分析, 为了做出精细化的预报, 还应结合多普勒雷达资料、卫星资料等进行综合分析, 这样才有利于对暴雨天气过程的发生、发展和消亡的全过程做出精确的预报。

参考文献:

- [1] 陶诗言. 中国之暴雨 [M]. 北京: 科学出版社, 1980: 25–32.
- [2] 孙淑清, 周玉淑. 近年来我国暴雨中尺度动力分析研究进展 [J]. 大气科学, 2007, 31 (6): 1171–1188.
- [3] 李青青, 张朝林, 楚艳丽. GPS 遥感的大气可降水量在暴雨天气过程分析中的应用 [J]. 气象, 2007, 33 (6): 19–24.
- [4] 楚艳丽, 郭英华, 张朝林, 等. 地基 GPS 水汽资料在北京“7·10”暴雨过程研究中的应用 [J]. 气象, 2007, 33 (12): 16–22.
- [5] 李延兴, 徐宝祥, 胡新康, 等. 应用地基 GPS 技术遥感大气柱水汽量的试验研究 [J]. 应用气象学报, 2001, 12 (1): 61–68.
- [6] 杨引明, 朱雪松, 刘敏, 等. 长江三角洲地区 GPS 大气可降水量统计特征分析 [J]. 高原气象, 2008, 27 (增刊): 150–157.
- [7] 刘旭春, 王艳秋, 张正禄. 利用 GPS 技术遥感哈尔滨地区大气可降水量的分析 [J]. 测绘通报, 2006, 14 (4): 10–16.
- [8] 姚建群, 丁金彩, 王坚捍, 等. 用 GPS 可降水量资料对一次大暴雨过程的分析 [J]. 气象, 2005, 31 (4): 48–52.
- [9] 陈娇娜, 李国平, 黄文诗, 等. 华西秋雨天气过程中 GPS 遥感大气可降水量演变特征 [J]. 应用气象学报, 2009, 20 (6): 753–760.
- [10] 曹云昌, 方宗义, 夏青. GPS 遥感的大气可降水量与局地降水关系的初步分析 [J]. 应用气象学报, 2005, 16 (1): 54–59.
- [11] 梁宏, 刘晶森, 陈跃. 地基 GPS 遥感的祁连山地区夏季可降水量日变化特征及成因分析 [J]. 高原气象, 2010, 29 (3): 726–736.
- [12] 杨莲梅, 王世杰, 史玉光, 等. 乌鲁木齐夏季强降水过程 GPS–PWV 的演变特征 [J]. 高原气象, 2012, 31 (5): 1348–1355.

ANALYSIS THE FEATURE OF PRECIPITABLE WATER VAPOR DERIVED FROM GROUND – BASED GPS ON A RAINSTORM WEATHER IN DALI CITY OF YUNNAN PROVINCE

DONG Bao-ju^{1,2}, WANG Ming-dong³, LIU Jian-ping³, YANG Shun³

(1. Dali National Climatic Station, Dali 671003, Yunnan, China;

2. Department of Atmospheric Science, Yunnan University, Kunming 650091, Yunnan, China;

3. Meteorological Bureau of Puer City, Puer 665000, Yunnan, China)

Abstract: Based on the precipitation with 1h interval from automatic weather stations, the evolution features of the precipitable water vapor derived from ground – based GPS during 4 rainstorm processes are analyzed. The result shows that the precipitable water vapor derived from round – based GPS always appears evidently wetting process from one to two days and water vapor jumps once to twice before precipitation beginning. The precipitable water vapor derived from ground – based GPS during the rainstorm abrupt variation corresponds to beginning and ending of precipitation. So the precipitable water vapor derived from ground – based GPS can exhibit a clear index of water vapor evolution during the rainstorm in arid for short range weather forecast.

Key words: ground – based GPS; rainstorm; vapor

云南雨季开始期的特征以及与南海季风和印度季风开始期的可能关系

代冰冰¹, 刘 逵^{2*}, 高云峰¹, 刘毅鹏²

(1. 云南省机场集团有限责任公司 丽江机场气象台, 云南 丽江 674100; 2. 云南大学 大气科学系, 云南 昆明 650091)

摘要:应用 EOF、Morlet 小波分析方法对云南雨季开始期的时空特征及多尺度周期变化特征进行分析, 使用相关分析初步分析印度季风和南海季风开始期与其关系。结果表明: (1) 云南雨季开始期的 EOF 第一模态表明全省雨季开始期一致偏早 (晚), EOF 第二模态表明滇中及以东、滇东北、滇东南、滇西南部分地区与滇西、滇西北、滇南大部分地区雨季开始期反相变化的空间分布特征。(2) 云南雨季开始期存在着明显的周期性波动, 连续小波变换分析表明云南雨季开始期存在 2~4 年和 5~7 年的振荡周期。(3) 南海季风开始期与云南雨季开始期相关不好, 印度季风开始期与云南雨季开始期存在很好的相关性。

关键词:云南雨季开始期; 时空特征; 南海季风开始期; 印度季风开始期

中图分类号: P468.024 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7852(2013)05-0084-06

0 引言

中国地处亚洲季风区, 大部分地区的气候类型属于典型的季风气候, 天气气候受季风活动的影响比较显著, 而夏季风爆发的早晚将会直接影响季风区雨季开始的早晚和雨量的多少。云南地处中国西南云贵高原地区, 位于 21.14°N~29.25°N, 97.52°E~106.19°E, 处于全球最强盛的印度季风、东亚季风和南海季风交叉影响的范围内, 形成了一年中干湿分明的立体气候。云南雨季开始的早晚和雨量的多少将直接影响着云南省的工农业生产, 对农业的影响更是举足轻重, 在一定程度上起着决定性的作用。

云南雨季开始期, 最早可在 4 月中下旬开始, 最迟可到 6 月下旬开始, 时间跨度很长, 所以准确预报云南雨季开始的日期对云南省内工农业生产起

着重要的作用。很多云南气象工作者已经从不同的方面对云南雨季开始期的时空分布特征进行过比较详细的研究, 比如陶云等利用云南 16 个地州测站的 1961~2002 年共 42 年的逐日降水资料, 分析研究了云南雨季开始期演变特征; 刘瑜曾研究分析过云南雨季早迟的气候特征; 赵荻等分析研究了亚洲季风区平均雨季开始期的时空分布特征^[1~3]。很多研究者对夏季风与云南降水的关系进行了比较深入的研究, 发现东亚地区和东南亚地区的夏季风对云南夏季降水的时间和空间分布都有比较明显的影响, 如赵尔旭等研究了东南亚地区夏季风爆发对云南雨季开始的影响^[4]; 踞建华等研究了云南初夏降水与前期大气环流的关系^[5]; 晏红明等研究了云南初夏降水与热带海温异常及亚洲季风变化的关系^[6]; 严华生等讨论过造成云南初夏旱涝的天气气候成因, 指出影响云南初夏旱涝的主要环流系统有南亚高压、西太平洋副热带高压、赤道辐合带、东

收稿日期: 2013-08-22; 修订日期: 2013-09-30.

基金项目: 云南省机场集团有限责任公司创新项目 (2013J (015)); 丽江机场暴雨天气监测预警系统开发研究。

作者简介: 代冰冰 (1987-), 女, 吉林省吉林市人, 助理工程师, 主要从事天气预报工作。

* 通信作者。

亚大槽的位置和强度异常^[7]；黄仪芳等及段旭等研究过 40°E 附近和 105°E 附近的两支越赤道气流对云南初夏雨量的影响^[8,9]；刘瑜等分析研究了云南雨季开始期与热带 OLR 的联系^[10]。但是，关于南海季风开始日期、印度季风开始日期与云南雨季开始日期之间的关系研究的很少，本文后半部分将通过计算二者爆发日期之间的相关系数，着重讨论南海季风开始期及印度季风开始期与云南雨季开始期的相关关系。

1 资料和方法

(1) 根据云南省气候中心提供的云南省 124 个测站 1971 ~ 2007 年共 37 年逐年雨季开始日期的资

料，根据云南省气象台业务标准：每年 4 月 21 日 ~ 6 月 30 日，满足任意 5 天滑动累积雨量多年雨季平均候雨量的某一天为止，以后连续 15 天内，又有任意 5 天滑动累积雨量多年雨季平均候雨量，则第一个 5 天中某一日雨量 10 mm 的这一天即为雨季开始日。

(2) 云南省气候中心提供的 1971 ~ 2007 年南海季风和印度季风开始的日期资料。

2 结果分析

2.1 云南 124 个测站雨季开始期的时空分布特征
应用 EOF 分析方法对云南 124 个测站 1971 ~ 2007 年共 37 年的雨季开始日期资料进行分析。

表 1 云南雨季开始期 EOF 分解的各模态所对应的方差贡献及累积方差贡献

项目	第一模态	第二模态	第三模态	第四模态	第五模态	……
方差贡献率/%	35.32	9.45	6.4	4.71	3.84	……
累积方差贡献率/%	35.32	44.77	51.17	55.88	59.72	……

从表 1 中可知，前 5 个模态的方差贡献只有第一模态的方差贡献超过了 10%，其他模态均低于 10%。为研究方便、抓住主要特征，选取前 2 个模态来分析云南雨季开始期时空分布特征。

从图 1a 中可知，第一模态的方差贡献为 35.32%，是云南雨季开始期最主要的空间分布类型。全省雨季开始期有一致偏晚（早），即全场一

致型的特点。从图 1b 可知，第二模态的方差贡献为 9.45%，是云南雨季开始期的另一种次主要的分布类型，滇中及以东、滇东北、滇东南、滇西南部分地区与省内其他地区雨季开始期相反，即云南雨季开始期滇中及以东、滇东北、滇东南、滇西南小部分地区偏晚（早），滇西、滇西北、滇南大部分地区偏早（晚）。总之，虽然云南省内各个地区的

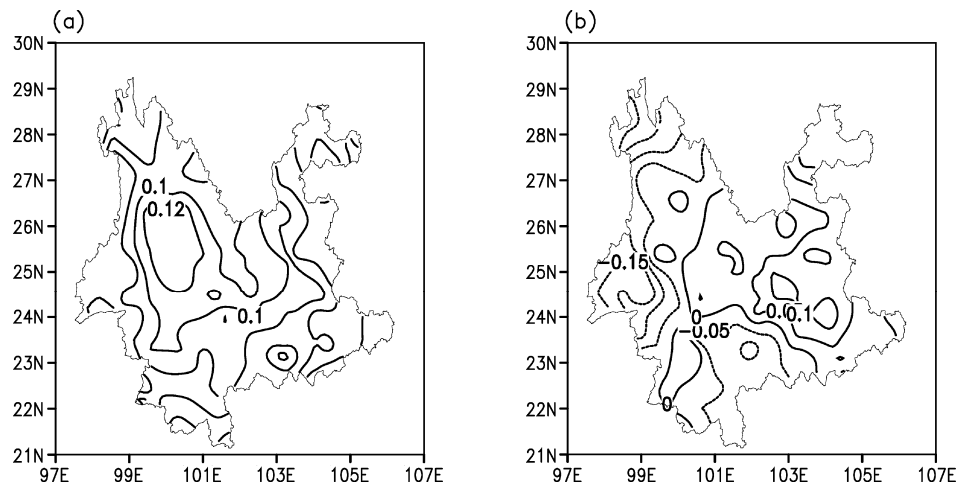


图 1 云南 124 个测站雨季开始期的 EOF 分解第一 (a)、二 (b) 模态的空间分布
Fig. 1 The spatial distribution of the EOF first (a) and second (b) models of rainy season onset date at the 124 representative stations in Yunnan

雨季开始期发生时间不同,但全省各地区雨季开始期一致偏早(晚)是雨季开始期的一个主要特征。

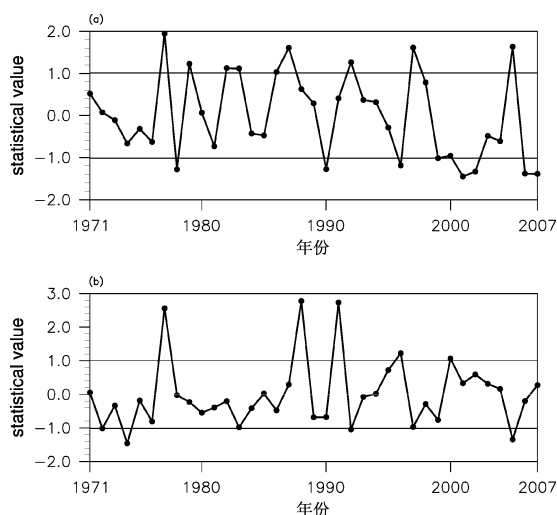


图2 云南雨季开始期 EOF 第一 (a)、二 (b) 模态时间序列

Fig. 2 The first (a), second (b) temporal series of the EOF of Yunnan's rainy season onset date

图 2a 和图 2b 的横轴为年份,纵轴为年份所对应的标准化后的时间系数。图中水平细横线为正负一倍标准差值线,取图 2a 正负一倍标准差值线为划分雨季开始早与晚的标准,取值大于平均值一倍标准差的年份为雨季开始较晚年,小于平均值一倍标准差为雨季开始较早年。从图 2a 可知,在 1971 年~2007 年 37 年中有 9 个雨季开始期明显较晚的年份,他们分别是 1977、1979、1982、1983、1986、1987、1992、1997 和 2005 年;有 8 个雨季开始期明显较早的年份,他们分别是 1978、1990、1996、1999、2001、2002、2006 和 2007 年;其中 1977 年开始得最晚,2001 年开始得最早。

从图 2b 可知,在 1971 年~2007 年 37 年中有 5 年第二模态的时间系数高于平均值的一倍标准差,他们分别是:1977、1988、1991、1996 和 2000;有 4 年第二模态的时间系数低于平均值的一倍标准差,他们分别是 1972、1974、1992 和 2005 年。

2.2 EOF 第一二模态时间序列的小波分析

图 3a 和图 3b 中横轴为年份,纵轴为周期,单位为年;粗实线表示通过了 95% 的显著性检验的区域,边界细实线表示头部影响区域。从图 3a 中可看出,云南雨季开始期在 1985~1998 年存在着 5~7 年的周期性振荡,在 1977~1981 年存在着 2~4 年的周期性振荡。从第二模态时间序列的小波分析图(图 3b)中可以得出云南雨季开始期在 1988~

1992 年存在着 2~4 年的周期性波动。所以可知云南雨季开始期可能存在 2~4 年和 5~7 年的周期振荡。

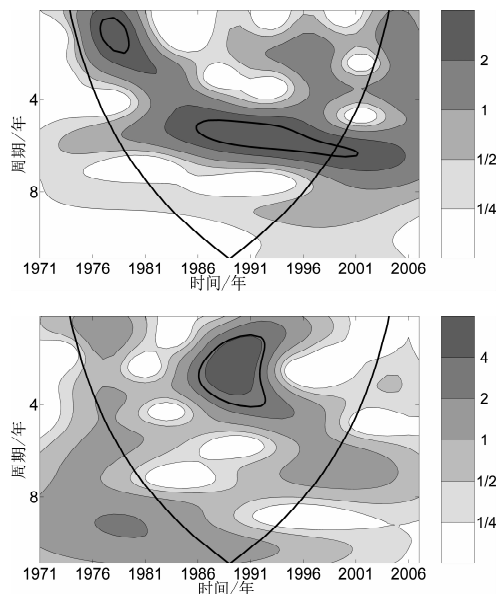


图3 云南雨季开始期 EOF 的第一 (a), 二 (b) 模态时间序列小波分析

Fig. 3 The wavelet analysis of the first (a) and second (b) EOF temporal series of Yunnan's rainy season onset date

2.3 南海季风开始期与云南雨季开始期的相关关系

中国为著名的季风区,夏季的雨量大、旱涝情况与亚洲夏季风的活动密切相关。丁一汇、李崇银等研究发现亚洲夏季风发展可分为 4 个阶段,其中南海夏季风的爆发更有重要意义,它爆发早晚反映了北半球大气环流季节转换的快慢,对随后的东亚地区大气环流演变及汛期降水等都有重要影响。因此,笔者将探究南海夏季风开始日期与云南雨季开始日期之间的相关关系。

从图 4 可以看出,南海季风开始期与云南雨季开始期相关性不是很好,全云南省除滇西北小部分地区、滇西中部地区和滇东的小部分地区通过了置信区间为 90% 的显著性检验外,其他部分均没有通过显著性检验。而且只有滇东很小的一部分地区的相关系数在 0.4 以上,全省其他大部分地区均在 0.3 以下。由此可见,南海季风开始期与云南大部分地区雨季开始期的相关性不是很好。南海季风开始期与云南雨季开始之间并无显著性相关,南海雨季开始期对云南雨季开始期没有多大指示作用。

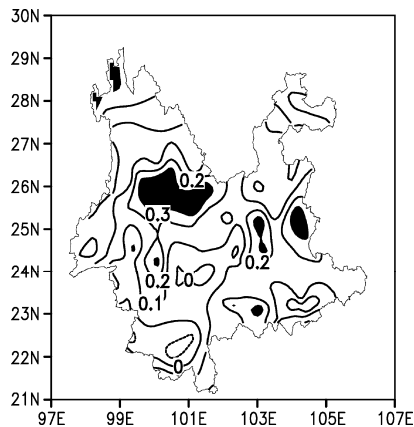


图4 南海季风开始期与云南雨季开始期的相关系数图
阴影区为通过置信度为90%的显著性 t 检验区域

Fig. 4 The correlations between the South China Sea Monsoon onset date and Yunnan's rainy season onset date, shaded area: passing 0.1 significance level t test area

2.4 印度季风开始期与云南雨季开始期的关系

与南海季风一样,为了研究印度季风开始日期与云南雨季开始日期之间的关系,笔者采用同样的方法对印度季风开始日期资料与云南省37年逐年雨季开始日期的资料做相关分析。印度季风开始日期笔者用两种不同的标准来定义,一种是经典的印度季风开始日期标准,即IMD;另一种为08年中国气象局新定义的标准,即OCI。

2.4.1 云南雨季开始期与IMD的相关

从图5可以看出,印度季风开始期(IMD)与云南雨季开始期相关性很好,全云南省内除滇东北

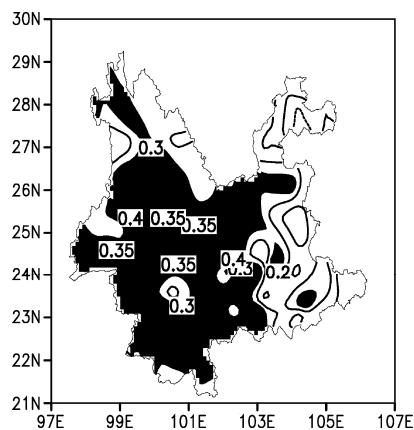


图5 印度季风开始期(IMD)与云南雨季开始期的关系,阴影区为通过置信度为90%的 t 检验区域

Fig. 5 The correlations between the Indian Monsoon (IMD) and Yunnan's rainy season onset date, shaded area: passing 0.1 significance level t test area

小部分地区、滇西北小部分地区、滇西南小部分地区和滇东南地区没有通过置信区间为90%的显著性检验外,其他部分均通过了显著性检验。而且滇中、滇西南和滇西北部分地区最为显著,相关系数均达到了0.4以上。由此可见,印度季风开始期(IMD)与云南滇中、滇西北部分地区和滇西南大部分地区雨季开始期均存在很好的相关性。

2.4.2 云南雨季开始期与OCI的相关

从图6可以看出,印度季风开始期(OCI)与云南雨季开始期相关性很好,全云南省内除滇东、滇西北部分地区、滇西偏西小部分地区没有通过置信区间为90%的显著性检验外,其他部分均通过了显著性检验。而且以滇中最为显著,相关系数均达到了0.5以上。由此可见,印度季风开始期(OCI)与云南滇中大部分地区、滇西北和滇南雨季开始期均存在很好的相关性。

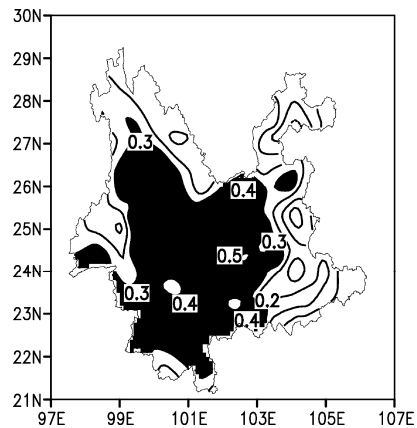


图6 印度季风开始期(OCI)与云南雨季开始期的相互关系,阴影区为通过置信度为90%的 t 检验区域

Fig. 6 The correlations between the Indian Monsoon onset date (OCI) and Yunnan's rainy season onset date, shaded area: passing 0.1 significance level t test area

2.4.3 IMD与EOF第一、二模态重构的云南雨季开始期的相关

从图7可以看出,印度季风开始期(IMD)与通过EOF第一二模态重构的云南省雨季开始期序列的相关性很好,全云南省内除滇东北部分地区、滇西北偏北小部分地区和滇东偏东的小部分地区没有通过置信区间为95%的显著性检验外,其他部分均通过了显著性检验。而且以滇中、滇西北、滇南部分地区最为显著,相关系数均达到了0.5以上。由此可见,印度季风开始期(IMD)与云南大部分地区雨季开始期均存在很好的相关性。

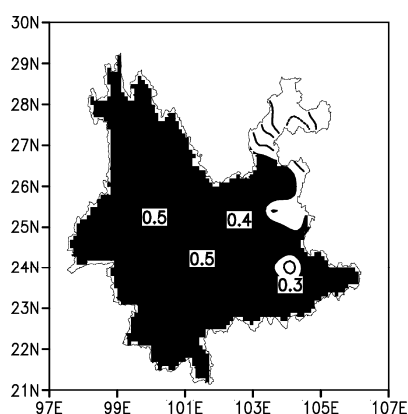


图 7 印度季风开始期 (IMD) 与 EOF 第一二模态重构序列的相关关系。其中阴影区为通过置信度 90% 的 t 检验

Fig. 7 The correlations between the Indian Monsoon onset date (IMD) and serial reconstructed by the first and second EOF models, shaded area: passing 0.1 significance level t test area

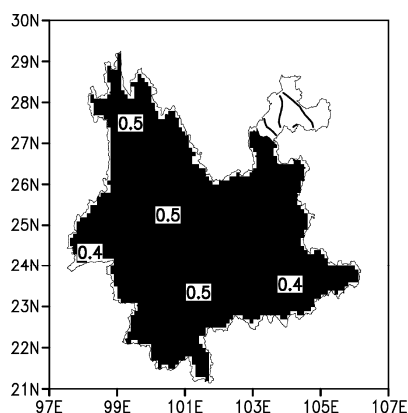


图 8 印度季风开始期 (OCI) 与 EOF 第一、二模态重构序列的相关关系, 其中阴影区为通过置信度为 90% 的 t 检验

Fig. 8 The correlations between the Indian Monsoon onset date (OCI) and the serial reconstructed by the first and second EOF models, shaded area: passing 0.1 significance level t test area

从图 8 可以看出, 印度季风开始期 (OCI) 与第一二模态重构的云南雨季开始期数据的相关同样

也很好, 全云南省内除滇东北小部分地区和滇西北偏北的小部分地区没有通过置信度为 90% 的显著性检验外, 其他部分均通过了显著性检验。而且以滇中偏西、滇中偏北、滇西北和滇东南小部分地区最为显著, 相关系数均达到了 0.5 以上。由此可见, 印度季风开始期 (OCI) 与云南大部分地区雨季开始期均存在很好的相关性。

综上所述, 可以得出以下结论: 印度季风开始期与云南雨季开始期之间存在着显著的相关性, 二者相关较好, 印度季风爆发的大气环流背景可能是云南雨季开始的大气环流背景, 这将对研究云南雨季雨量特征以及从大气环流的背景寻找影响云南雨季降水变化的原因有一定启发。

3 结论

本文得出如下主要结论:

(1) 云南地区雨季开始期的主要特征是全省一致型, 全省雨季开始期一致偏早 (晚), 称为全省一致型。滇中及以东、以北地区与省内其他地区雨季开始期相反, 即云南雨季开始期滇中及以东、以北、地区偏晚 (早), 滇西、滇南大部分地区偏早 (晚)。总之, 虽然云南雨季开始期在省内各个地区的发生时间不同, 但全省雨季开始期一致偏早 (晚) 是雨季开始期的一个主要分布型。

(2) 云南雨季开始期可能存在准 2 年和准 5 年的周期振荡。

(3) 南海季风开始期与云南雨季开始之间并无显著性相关, 而印度季风开始期与云南雨季开始期之间有着显著的相关性; 印度季风爆发的大气环流背景可能与云南雨季开始的大气环流背景相同, 这将对研究云南雨季雨量特征以及从大气环流的背景寻找影响云南雨季降水变化的原因有一定启发。

参考文献:

- [1] 陶云, 郑建萌, 万云霞, 等. 云南雨季开始期演变特征分析 [J]. 气象与环境研究, 2006, 11 (2): 229-235.
- [2] 刘瑜. 云南雨季早迟的气候特征分析 [J]. 气象, 26 (7): 45-49.
- [3] 赵获, 姚平, 杨若文, 等. 亚洲季风区平均雨季开始期的时空分布特征 [J]. 云南大学学报: 自然科学版, 2006, 28 (4): 333-336.
- [4] 赵尔旭, 吕俊梅, 踞建华. 东南亚地区夏季风爆发对云南雨季开始的影响 [J]. 热带气象学报, 2006, 22 (3): 209-216.
- [5] 踞建华, 李绚丽. 云南初夏降水与前期大气环流的关系 [J]. 高原气象, 1999, 18 (1): 63-70.
- [6] 晏红明, 杞明辉, 肖子牛. 云南 5 月雨量与热带海温异常及亚洲季风变化的关系 [J]. 应用气象学报, 2001, 12 (3): 365-376.
- [7] 严华生, 鲁亚斌, 尤卫红, 等. 云南省五月份雨量的天气气候成因探讨 [J]. 应用气象学报, 1995, 6 (1): 124

- 128.

- [8] 段旭, 踞建华, 肖子牛, 等. 云南气候异常物理过程及预测信号的研究 [M]. 北京: 气象出版社, 2000: 10 - 12.
- [9] 黄仪芳, 李艳, 严小冬, 等. 云南5月旱涝的天气气候成因及预测模型 [J]. 云南大学学报, 2001, 23 (5): 336 - 340.
- [10] 刘瑜, 黄玮, 陶云, 等. 云南雨季开始期与热带 OLR 的联系 [J]. 高原气象, 2007, 26 (2): 409 - 413.
- [11] 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法 [M]. 北京: 气象出版社, 2004: 121 - 141.
- [12] 匡正, 季仲贞, 林一骅. 华北降水时间序列资料的小波分析 [J]. 气候与环境研究, 2000, 5 (3): 312 - 317.
- [13] A GRINSTED, J C MOORE, S JEVREJEVA. Application of the cross wavelet transform and wavelet coherence to geophysical time series [J]. Nonlinear Processes in Geophysics, 2004, 11: 561 - 566.

THE FEATURES OF YUNNAN RAINY SEASON ONSET DATE AND ITS POSSIBLE RELATIONSHIPS WITH SOUTH CHINA SEA MONSOON AND INDIAN MONSOON

DAI Bing-bing¹, GAO Yun-feng¹, LIU Kui², LIU Yi-peng²

(1. Lijiang Airport Meteorological Station of Yunnan Airport Group co., LTD, Lijiang 674100, Yunnan, China;

2. Department of Atmosphere Science, Yunnan University, Kunming 650091, Yunnan, China)

Abstract: Applied EOF, Morlet Wavelet methods to analyze temporal and spatial features and multiscale periods of Yunnan rainy season onset date. Applied correlation methods to research its relationship with South China Sea Monsoon onset date and Indian Monsoon onset date respectively. The results indicated that: (1) The first model spatial distribution of the Yunnan rainy season onset time indicated that the whole province's rainy season onset dates were uniformly earlier (or later) than the normal time; the second model spatial distribution of the Yunnan rainy season onset time indicated that there was a reverse spatial distribution between the middle, the middle to the eastern, the northeastern, the southeastern, part of the southwestern areas of Yunnan and the western, the northwestern, the most of southern areas of Yunnan. (2) By Wavelet transform methods it could be seen that there was obvious 2 ~ 4 year and 5 ~ 7 year oscillation period. (3) The correlation effect between the South China Sea Monsoon onset date and the Yunnan rainy season onset date was bad, but the correlation effect between the Indian Monsoon onset date and the Yunnan rainy season onset date was very good.

Key words: Yunnan rainy season onset date; temporal and spatial feature; South China Sea Monsoon onset date; Indian Monsoon onset date

昆明大气降水稳定同位素分析

朱秀勤, 范 弢*, 官 威

(云南师范大学 旅游与地理科学学院, 云南 昆明 650000)

摘要: 为阐明昆明地区稳定同位素与大气降水的关系, 对 GNIP 昆明站点 1986~2003 年 δD 和 $\delta^{18}O$ 进行分析, 初步建立当地大气降水线方程, 并与中国及全球降水线方程进行对比, 揭示该降水线方程的特征。研究表明: 大气降水稳定同位素组成受到温度、蒸发、水汽源地等多种因素的复杂影响, 在不同时间有很大差异。研究区大气降水稳定同位素存在明显的季节变化, 雨季偏负, 旱季偏重, 降雨效应明显, 并在很大程度上影响和掩盖了温度效应。而 d 受其特殊地理位置影响, 呈现出雨季高旱季低的独特变化特征。

关键词: 稳定同位素; 大气降水; 水汽来源; 雨量效应; 昆明

中图分类号: P426.65; P342

文献标识码: A

文章编号: 1001-7852(2013)05-0090-06

大气降水作为水循环过程中的一个重要环节, 是地表水、地下水等水体系统的重要补给来源, 其稳定同位素比率的大小与产生降水的气象过程、水汽来源区的初始状态以及水汽输送方式等密切相关^[1,2]。降水稳定同位素含量在一定程度上能反映区域天气气候和区域性特征, 因此, 自 20 世纪 60 年代以来, 降水同位素组成成为地球化学研究热点之一。随着全球降水同位素监测网站的建立, 为研究全球及区域的水循环机制提供了宝贵的同位素资料, 我国取得了许多有意义的成果, 如中低纬度沿海地区降水中稳定同位素具有显著的降水量效应^[3,4], 中高纬度大陆内陆区无论是在时间尺度上还是在空间尺度上, 降水中稳定同位素都具有显著的温度效应^[5,6]。近年来, 国内有不少学者对东部季风区^[7,8]、西北干旱区^[9]、青藏高原区^[10]、沿海岛屿区^[11]、长江流域^[12]和黄河流域^[13]等区域降水稳定同位素进行了较为深入的探讨, 近年也陆续出现对西南季风区^[14-16]降水同位素的研究, 但对滇中高原明珠昆明研究相对薄弱。昆明位于西南边陲

省份, 该地区是东亚季风、南亚季风和青藏高原季风相互作用的区域, 属典型的季风气候区, 水汽来源以及影响降水的因素(如降水量、温度、季风和水平水汽压力等)非常复杂, 常发生极端干旱气象灾害^[17], 影响稳定同位素分布。因此, 本文对昆明大气降水资料进行分析, 探讨大气降水同位素和气象资料来研究昆明地区大气降水稳定同位素的变化特征及其水汽来源, 有助于对我国西南地区水循环机制的充分理解。

1 研究区概况

昆明地区地处滇中($24^{\circ}23' \sim 26^{\circ}33'N$, $102^{\circ}10' \sim 103^{\circ}40'E$), 海拔约 1 900 m, 由于受来自印度洋和西太平洋的暖湿海洋气流影响, 以及大陆气团和近地面等作用, 属低纬度高原山地季风气候, 年均温和降雨量分别为 $15^{\circ}C$ 、1 000.4 mm。据 1986~2003 年(缺 1993~1995 年)资料统计, 研究区年降雨量在 645~1 448 mm, 在时间分布上, 明显

收稿日期: 2013-08-18; 修订日期: 2013-09-28.

基金项目: 国家自然科学基金: “滇东岩溶高原峰林湖盆水源枯竭机制研究”(41261007); 云南省自然科学基金: “基于稳定同位素的滇东岩溶区云南松水分利用策略研究”(2011FZ077) 共同资助.

作者简介: 朱秀勤, 女(1986-), 广西壮族自治区桂林阳朔县人, 硕士研究生, 研究方向为岩溶环境与水资源.

* 通信作者.

地分为旱、雨两季。5~10月为雨季,降水量占全年的85%左右;11月至次年4月为旱季,降水量仅占全年的15%。因水汽来源强度差异,大气降水同位素存在较大变化。

2 数据获取与研究方法

昆明地区降水同位素资料 δD 、 $\delta^{18}O$ 和大气降水量(1986~2003年,数据个数为152个)均来自全球降水同位素监测网络 GNIP (Global of Isotope

in Precipitation)。大气降水中氢、氧稳定同位素分别采用金属铀法和 CO_2-H_2O 平衡法,采用英国的 MM903 质谱仪进行同位素分析,精度为 $CO_2 < 0.125\text{‰}$ 、 $H/D < \pm 1.0\text{‰}$, 文中的 δ 值均以 V-SMOW 为标准,单位为 ‰ , 表示为:

$$\delta = (R_{\text{样品}}/R_{V-SMOW} - 1) \times 1000 \quad (1)$$

式中: $R_{\text{样品}}$ 和 R_{V-SMOW} 分别代表水样中氢或氧的稳定同位素比率和维也纳标准平均海洋水中稳定同位素比率。图1为 δD 和 $\delta^{18}O$ 的关系图。

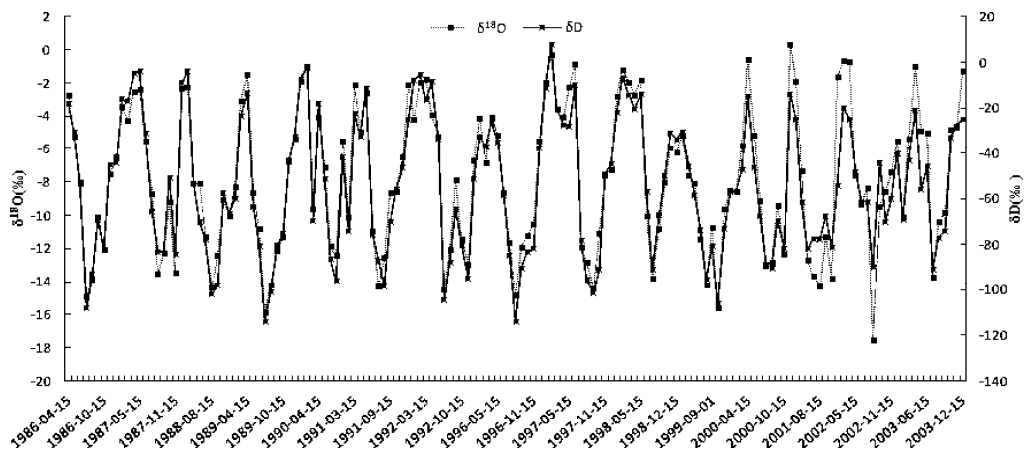


图1 1986~2003年昆明大气降水同位素组成

Fig.1 The component of isotopes in the precip itat ion from 1986 to 2003 in Kunming area

3 结果与分析

3.1 昆明大气降水 $\delta^{18}O$ 和 δD 的变化特征

根据图1昆明地区1986~2003年大气降水的 $\delta^{18}O$ 、 δD 的实测值,得出 $\delta^{18}O$ 介于 $0.35\text{‰} \sim -17.51\text{‰}$, 平均值为 -7.763‰ , δD 介于 $7.8\text{‰} \sim -114.2\text{‰}$, 平均值为 -54.209‰ 。郑淑慧^[1] 研究了中国大气降水 $\delta^{18}O$ 和 δD 变化范围为 $2.0\text{‰} \sim -24\text{‰}$ 、 $2\text{‰} \sim -210\text{‰}$, 而全球大气降水 $\delta^{18}O$ 和 δD 变化范围为 $10\text{‰} \sim -50\text{‰}$ 、 $50\text{‰} \sim -350\text{‰}$ ^[17]。研究区大气降水稳定同位素虽变幅较大,但均落在中国与全球的变化范围内。

雨季 δ 值偏负,旱季偏正。雨季 $\delta^{18}O$ 和 δD 的均值分别为 -10.12‰ 和 -70.78‰ , 旱季 $\delta^{18}O$ 和 δD 均值分别为 -4.5‰ 和 -31.43‰ , 在季节分布上呈现正弦波动的形态^[18,19]。昆明大气降水中 δD 和 $\delta^{18}O$ 的分布范围与周边 GNIP 站点的成都、遵义、贵阳等具有可比性,都体现出夏季降水中 δD

和 $\delta^{18}O$ 偏轻、冬季降水中偏重的特征。

$\delta^{18}O$ 最大值大部分出现在夏季风来临前的4月,而不是当地气温最低、降水最少的1月,1986~1989年、1996年、1999年和2000年, $\delta^{18}O$ 最大值出现在4月。 $\delta^{18}O$ 最低值通常出现在降雨量最大的月份的次一个月,存在“滞后”现象,如1986年、1990年、1991年、1996年、1998年、2002年和2003年等。

3.2 地区降水方程特征

大气水线是一个地区某一时段内降水 δD 与 $\delta^{18}O$ 间的线性关系,可以较好地反映该地区自然地理和气象条件,在了解当地蒸散发等方面具有明显优势,是利用降水同位素信息开展各项工作的基础^[19]。对昆明站各月降水中 δD 、 $\delta^{18}O$ 进行分析得到大气降水方程(图2)为: $\delta D = 6.56 \delta^{18}O - 2.96$ ($R^2 = 0.907$)。该方程与 Craig^[20] (1961, $\delta D = 8\delta^{18}O + 10$) 和 Yurtsever^[21] (1975, $\delta D = 8.17\delta^{18}O + 10.56$) 的全球降水线方程及郑淑慧^[22] 的中国降水线方程 (1983, $\delta D = 7.9\delta^{18}O + 8.2$) 相

比较,斜率和截距均降低,与章新平^[14]研究1986~1999年的昆明大气降水方程($\delta D = 7.34 \delta^{18}O + 4.18$)存在偏离,斜率和截距偏低。一方面也反映了水汽源的复杂性,另一方面与凝结物在未饱和大气中降落时重同位素出现蒸发富集,大气越干热,大气水线斜率和截距越小。

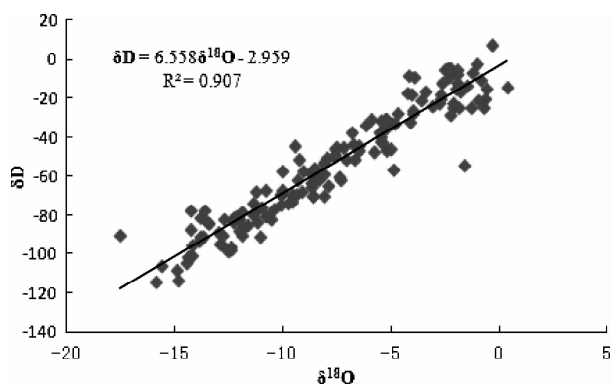


图2 昆明大气降水中 δD 与 $\delta^{18}O$ 变化关系

Fig. 2 $\delta D - \delta^{18}O$ variations of precipitation in Kunming

3.3 大气降水稳定同位素组成的影响机制

“降雨量效应”指降雨量与同位素的负相关关系。大气降水中同位素组成是空气湿度的函数,其不同之处主要由云团冷凝时遵循瑞利分馏过程所造成的,因此局地降水量与雨水的同位素存在一定的相关关系。根据昆明气象站实测数据的大气降水中 $\delta^{18}O$ 与降水量有一定的相关性,将二者加权后进行线性回归分析(图3),方程为: $\delta^{18}O = -0.0303P - 4.9041$ ($R = 0.3777$),相关系数为0.38,雨量略偏弱。这种相关性不如中国南方其它地区基于月降水量与 $\delta^{18}O$ 分析得出的“降雨量效应”显著^[23]。

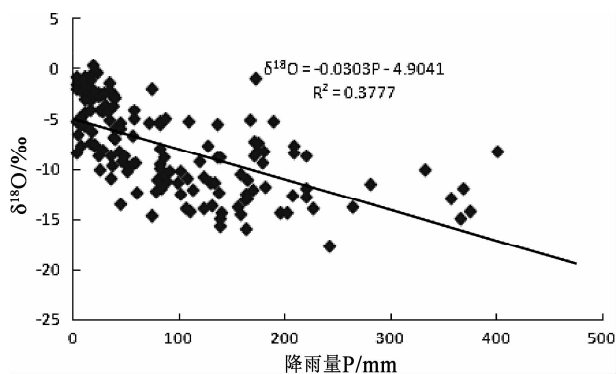


图3 昆明大气降水中 $\delta^{18}O$ 与降水量关系

Fig. 3 Relationship between the $\delta^{18}O$ of meteoric precipitation and rainfall over Kunming

“温度效应”指温度与同位素的正相关关系。在中国的青藏高原北部地区和西北地区,温度效应体现较为明显,即夏季大气降水中 $\delta^{18}O$ 明显偏正,冬季则明显偏轻。昆明地区大气降水中 $\delta^{18}O$ 与温度也具有一定的相关性(图4): $\delta^{18}O = -0.4743T - 0.1249$ ($R = 0.1942$)。从图4可得出昆明地区大气降水中 $\delta^{18}O$ 与温度存在负相关关系,相关系数为0.19,温度效应非常弱,甚至不存在,这与中国南方季风区和大部分东部季风区很多研究结果相似。

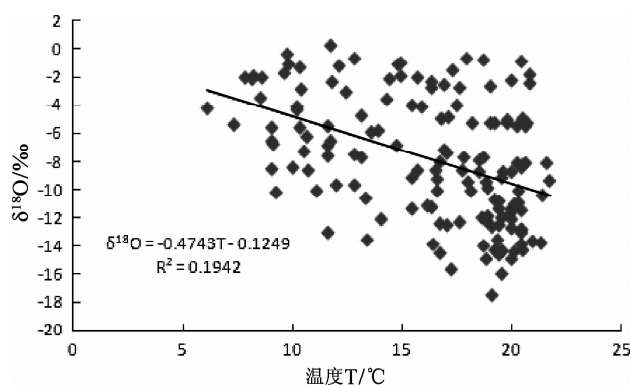


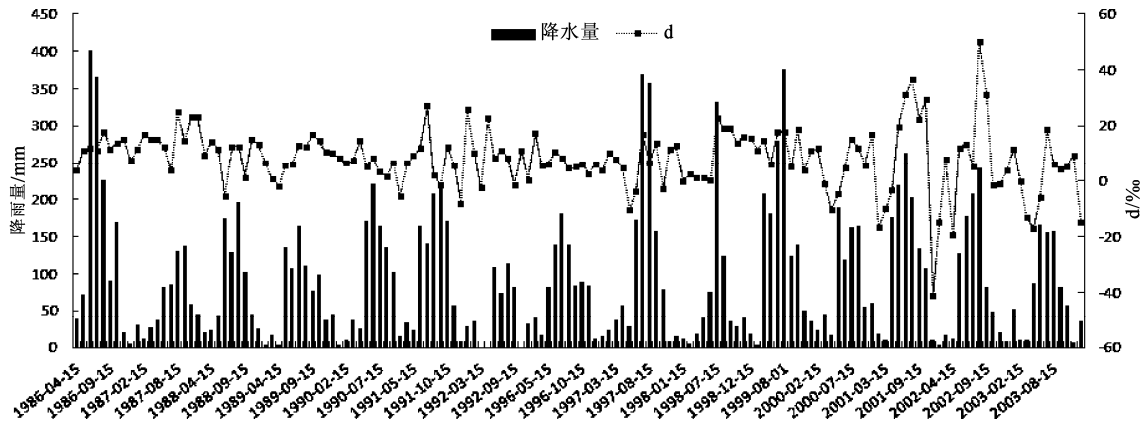
图4 昆明大气降水中 $\delta^{18}O$ 与气温关系

Fig. 4 Relationship between the $\delta^{18}O$ of meteoric precipitation and air temperature over Kunming

3.4 过量氘的变化特征

全球各地自然条件差异性显著,水在蒸发过程中的动力分馏作用使得氢同位素以及氧同位素的平衡分馏遭到破坏,大气降水中 δD 和 $\delta^{18}O$ 出现一个差值,其定义为 $d = \delta D - 8\delta^{18}O$ ^[24]。 d 反映了上空水汽团的同位素组成特征,并取决于水汽蒸发源地的状况,且同一水汽团在输送、冷凝过程中 d 会保持不变,因此, d 常被用来研究追踪水汽源地^[25],但是由于水汽源地的不同、降水形成过程等的变化造成不同地区 d 在时空分布上有较大的变化。

昆明多年大气降水氘盈余较高的月份,大部分现在7~10月,最高值达50.18‰,平均值为8.33‰,主要介于50.18‰~-41.18‰(图5),比世界大部分地区 d 值(10‰)低。雨季均值为10.78‰,旱季为4.86‰,即 d 值雨季高旱季低的特征。表明昆明水汽来源方式与世界大部分地区都不相同,如与东部地区的南京、齐齐哈尔和天津^[7]及田立德等人^[26]在青藏高原地区研究结论相反,与成都^[27]、乌鲁木齐^[28]和塔里木的和田^[10]较为相似。

图5 昆明地区大气降水与 d 变化关系Fig. 5 Variations of atmospheric precipitation and d

4 讨论

昆明地区受水汽来源差异的影响, 降水同位素值存在较大的差异。雨季, 来自海洋的西南暖湿气流长时间向该区提供大量水汽, 降水量大, 湿度大, 蒸发弱, 水汽由海洋到陆地运移过程中的多次凝结降水, 从而造成雨水中 δ 值相对较低的特点。旱季, 受西风南支槽^[29]和二次蒸发影响, 降水量小, 湿度低, 蒸发强, 导致 δ 值较高。季风降水到来之前的持续较高气温会引起当地地表蒸发旺盛, 而且空气相对湿度较低说明大气干燥, 这些条件都有利于同位素的分馏, 造成大气水蒸汽中同位素偏重^[30], 以至4月 δ 值在一年中达最高。但季风期间季风活跃期和不活跃期的交替出现及相邻月份之间季风强度不同可能引起降水中 δ 发生差异, 降水过程中随着雨滴的蒸发和降温空气饱和差很容易补偿, 随降水过程的延长雨滴不再蒸发, 甚至与环境水汽发生交换, 以致降水量最大月份的次一个月 $\delta^{18}\text{O}$ 在一年中最低^[22]。

全球和中国大气降水线方程是分别根据世界各地以及中国各个地区的观测数据而得到的, 综合了干旱地区与湿润地区的降水数据而得出的结果, 在相当程度上反映了海洋性气候的海岛城市的降水氢氧同位素特征。昆明地区降水线斜率和截距偏低, 主要原因是研究区处于高原地区, 气候干燥, 产生的水汽有相当一部分来自局地的蒸发, 加上在干旱气候条件下雨滴在降落过程中由于蒸发而产生的重同位素的^[28], 致使研究区降水中 $\delta^{18}\text{O}$ 偏高, 造成斜率和截距产生偏离。

昆明地区属典型的季风气候区, 大部分降水来源于海洋, 具有明显的“降雨效应”, 但因受到风速、大气稳定度、湿度以及水汽来源等因素的影响, $\delta^{18}\text{O}$ 表现出的离散程度较大, 使得研究区“降雨效应”较中国南方大部分地区弱, 与李延勇等^[30]等对重庆地区季风降水的研究结果相似。值得注意的是, 前面提到降水最大月并不与降水 $\delta^{18}\text{O}$ 最小值相对应, 说明在季风气候区降水量并不是决定降水 $\delta^{18}\text{O}$ 值高低的根本性因素, 水汽来源不同可能是决定降水 $\delta^{18}\text{O}$ 值的深层次原因, 季风可能是造成该效应的深层机制之一, 降水量效应只是体现形式^[8]。研究区“稳定效应”不明显, 甚至被“降雨效应”所覆盖, 可能与其所处的地理位置、气候、海拔等综合因子的影响有关。

d 值既反映了降水形成时地理环境和气候条件, 又反映了海水蒸发形成云气团时热力条件和水汽平衡条件^[9]。 d 值越大, 则反映蒸发速率大。卫克勤等^[17]指出, d 值反映了形成降水过程的汽团同位素组成, 含有形成汽团源区的重要信息, 包括蒸发过程的平衡或不平衡状态及蒸发速率等。田立德等人^[26]在中国青藏高原地区研究表明低的 d 反映强的季风降水与相对较弱的西风水汽输送时期, 而高的 d 对应弱的季风活动与强的西风输送时期。但昆明地区, 强的季风降水和弱西风输送相对应高的 d 值, 弱的季风降水和强西风输送相对应低的 d 值, 这与利用降水中过量氘追踪水汽来源原理不同。这可能与该地区特殊地理位置有关或与来自青藏高原地区水汽补充而引起。研究区位于云贵高原的滇中地区, 雨季受南亚季风、东亚季风和青藏高原季风的共同作用, d 值具有独特的特性。

5 结论

本文研究了昆明地区大气降水中氢、氧同位素组成特征及其与水汽来源的关系, 得出结论如下:

(1) 昆明雨水中稳定同位素值在年内具有明显的季节变化, 雨季比旱季明显偏负, 主要是雨季水汽由海洋到陆地运移过程中的多次凝结降水, 导致 $\delta^{18}\text{O}$ 偏负。稳定同位素偏重降水事件出现在 4 月, 由温度、湿度等控制的蒸发作用对重同位素的富集效应; 稳定同位素偏负降水事件出现在降水量最大

月份的次一个月, 由季风期间季风活跃期和不活跃期的交替出现而影响空气饱和度等造成的贫化结果。

(2) 初步建立了昆明大气降水线方程: $\delta^{18}\text{O} = 6.56 \delta^{18}\text{O} - 2.96$ 。

(3) 研究区大气降水稳定同位素组成体现出一定的降水效应, 但是温度效应几乎不存在。

(4) 由于昆明地区处于特殊的地理位置, d 值呈现出降水中过量氘追踪水汽来源原理不同的特点, 雨季高旱季低的独特季节变化。

参考文献:

- [1] 郑淑蕙, 侯发高, 倪葆龄. 我国大气降水的氢氧稳定同位素研究 [J]. 科学通报, 1983, 28 (13): 801-806.
- [2] SCHMIDT G A, HOFFMANN G, SHINDELL D T, et al. Modeling atmospheric stable water isotopes and the potential for constraining cloud processes and stratosphere - troposphere water exchange [J]. Journal of Geophysical Research, 2005, 110 (21): 21314.
- [3] 姚檀栋, 周行, 杨晓新. 印度季风水汽对青藏高原降水和河水中 $\delta^{18}\text{O}$ 高程递减率的影响 [J]. 科学通报, 2009, 54 (15): 2124-2130.
- [4] 陈锦芳, 曹建平, 黄奕普. 厦门沿岸地区大气降水中氢氧稳定同位素组成及其影响因素 [J]. 海洋学研究, 2010, 28 (1): 11-17.
- [5] Liu Jianrong, Song Xianfang, Yuan Guofu, et al. Isotopic composition of precipitation over Arid Northwestern China and its implications for the water vapor origin [J]. Journal of Geographical Sciences, 2009, 19 (2): 164-174.
- [6] 姚檀栋, 孙维贞, 蒲健辰, 等. 内陆河流域系统降水中的稳定同位素 [J]. 冰川冻土, 2000, 22 (1): 15-22.
- [7] 陈中笑, 程军, 郭品文, 等. 中国降水稳定同位素的分布特点及其影响因素 [J]. 大气科学学报, 2010, 33 (6): 667-679.
- [8] 张琳, 陈立, 刘君, 等. 香港地区大气降水的 D 和 ^{18}O 同位素研究 [J]. 生态环境学报, 2009, 18 (2): 572-577.
- [9] 侯典炯, 秦翔, 吴锦奎, 等. 乌鲁木齐大气降水稳定同位素与水汽来源关系研究 [J]. 干旱区资源与环境, 2011, 25 (10): 136-142.
- [10] 吐尔逊江·艾莎, 海米提·依米提, 古丽娜尔·哈历别克, 等. 塔里木盆地降水中稳定同位素变化特征浅析——以和田地区为例 [J]. 安徽农业科学, 2012, 40 (4): 2163-2165.
- [11] 蔡明刚, 黄奕普, 陈敏, 等. 厦门大气降水的氢氧同位素研究 [J]. 台湾海峡, 2000, 19 (4): 446-452.
- [12] 赵家成, 魏宝华, 肖尚斌. 湖北宜昌地区大气降水中的稳定同位素特征 [J]. 热带地理, 2009, 29 (6): 526-531.
- [13] 李小飞, 张明军, 王圣杰, 等. 黄河流域大气降水氢、氧稳定同位素时空特征及其环境意义 [J]. 地质学报, 2013, 87 (2): 269-277.
- [14] 章新平, 孙维贞, 刘晶森. 西南水汽通道上昆明站降水稳定同位素 [J]. 长江流域资源与环境, 2005, 14 (5): 665-668.
- [15] 庞洪喜, 何元庆, 卢爱刚, 等. 天气尺度下丽江季风降水中 $\delta^{18}\text{O}$ 变化 [J]. 科学通报, 2006, 51 (10): 1212-1224.
- [16] 章新平, 关华德, 孙治安, 等. 云南降水中稳定同位素变化的模拟和比较 [J]. 地理科学, 2012, 32 (1): 121-128.
- [17] IAEA/WMO. The GNIP Data Release 3 [EB/OL]. <http://www.iaea.org/programs/ri/gnip/gnipmain.htm>. 2001.
- [18] O'DRISCOLL M A, DEWALLE D R, MCGUIRE K J, et al. Seasonal ^{18}O variations and groundwater recharge for three landscape types in central Pennsylvania, USA [J]. Journal of Hydrology, 2005, 303 (1/4): 108-124.
- [19] 胡可, 陈洪松, 聂云鹏, 等. 桂西北喀斯特峰丛洼地降水稳定同位素的季节变化特征 [J]. 农业工程学报, 2013, 29 (5): 53-62.
- [20] CRAIG H. Isotopic variations in meteoric waters [J]. Science, 1961, 133: 1702-1703.
- [21] YURTSEVER Y, GAT J R. Atmospheric Waters. Stable Isotope Hydrology: Deuterium and Oxygen - 18 in the Water Cycle [R]. (J. R. Gat, R. Gonfiantini, Eds) Technical Reports Series 210. IAEA, Vienna, 1981: 103-142.

- [22] 郑淑蕙, 侯发高, 倪葆龄. 我国大气降水的氢氧同位素研究 [J]. 科学通报, 1983, 28 (13): 801 – 806.
- [23] ZHANG Xin – ping, LIU Jing – miao, SUN Wei – zheng, et al. Relations between oxygen stable isotopic ratios in precipitation and relevant meteorological factors in southwest China [J]. Science in China: Series D, 2007, 50 (4): 571 – 581.
- [24] DANSGARD W. Stable isotopes in precipitation [J]. Tellus, 1964, 16: 436 – 468.
- [25] 段旭, 陶云, 许美玲, 等. 西风带南支槽对云南天气的影响 [J]. 高原气象, 2012, 31 (4): 1059 – 1065.
- [26] 田立德, 姚檀栋, 蒲健辰, 等. 拉萨夏季降水中稳定同位素变化特征 [J]. 冰川冻土, 1997, 19 (4): 295 – 301.
- [27] 吴华武, 章新平, 孙广禄, 等. 长江流域大气降水中 $\delta^{18}\text{O}$ 变化与水汽来源 [J]. 气象与环境学报, 2011, 27 (5): 7 – 12.
- [28] 李晖, 蒋忠诚, 王月, 等. 新疆地区大气降水中稳定同位素的变化特征 [J]. 水土保持, 2009, 16 (5): 157 – 161.
- [29] 张万诚, 万云霞, 任菊章, 等. 水汽输送异常对 2009 年秋、冬季云南降水的影响研究 [J]. 高原气象, 2011, 30 (6): 1534 – 1542.
- [30] 李廷勇, 李红春, 沈川洲, 等. 2006 ~ 2008 年重庆大气降水 D 和 D^{18}O 特征初步分析 [J]. 水科学进展, 2010, 21 (6): 757 – 764.

THE ANALYSIS OF STABLE ISOTOPES OF PRECIPITATION IN KUNMING

ZHU Xiu-qin, FAN Tao, GUAN Wei

(School of Tourism and Geographical Sciences, Yunnan Normal University, Kunming 650000, Yunnan, China)

Abstract: To elucidate the relationship between stable isotope and the extreme drought in Kunming area, analysis of the stable isotope data of the GNIP in Kunming site from 1986 to 2003, and the precipitation line equation is rough forward. Comparison with the national and global equation is made to reveal the characters of this equation. According to researching, the stable isotopic compositions of precipitation exhibit great diversities in different areas due to influences of multiple factors, such as temperature, evaporation, rainfall amount moisture source and others. Both δD and $\delta^{18}\text{O}$ values in rainwater exhibit significant seasonal variations, having lower values in the rainy season and higher one in the dry season. The amount effect of precipitation is very distinct, that concealed the temperature effect. Got the special geographical position, d present a characteristics of higher values in the rainy season and lower values in the dry season.

Key words: stable isotope; precipitation; moisture source; amount effect of precipitation; Kunming

基于石笋记录的云贵高原古气候变化研究进展

李玲, 王嘉学*, 黎亚波

(云南师范大学 旅游与地理科学学院, 云南 昆明 650000)

摘要: 重建古气候、古环境已成为当今全球变化研究的热点。石笋作为岩溶洞穴次生化学沉积物的典型代表, 是古气候研究的重要载体。基于近年来已报道的贵州荔波、茂兰、都匀凯口及云南寻甸、宣威、宁蒗等地 11 个洞穴 30 余根石笋的氧同位素数据的综合分析, 认识云贵高原 163 kaBP 以来的古气候变化情况。结果表明, 163 kaBP 以来, 青藏高原隆升对全球气候格局的改变及季风系统的形成起到重大影响, 在此大背景下, 云贵高原气候演变体现了全球一致性, 也呈现出其自身规律: (1) 倒数第 2 次冰期的冰盛期 (163.3 ~ 129.28 kaBP), 气候严寒干冷, 期间伴随温凉向冷干的转变; (2) 末次间冰期 (129.28 ~ 78.92 kaBP), 气候温暖湿润, 但期间冷暖波动变化幅度很大; (3) 末次冰期 (78.92 ~ 11.2 kaBP), 气候极不稳定, 冷暖波动很大, 总体呈现降雨由多变少, 气温由高变低的变化趋势; (4) 全新世 (11.2 kaBP 至今), 气候温暖, 雨量充沛, 气候呈现变暖—高温—稍变冷—恢复的变化趋势。云贵高原作为一个特殊区域, 即东亚季风与印度季风的过渡带, 对研究中国甚至于全球季风系统的演变发展有着重要意义。通过多指标多手段, 提高研究区研究精度, 拟建古气候变化曲线, 应对全球变暖的区域性实证研究及未来气候模拟预测将是今后努力的方向。

关键词: 石笋; 氧同位素; 云贵高原

中图分类号: P532

文献标识码: A

文章编号: 1001-7852(2013)05-0096-08

0 引言

岩溶洞穴次生化学沉积物是岩溶动力系统与地球岩石圈、水圈、大气圈和生物圈 4 个圈层相互作用的产物, 蕴含着丰富的环境信息。石笋作为岩溶洞穴次生化学沉积物最为重要的代表之一, 以其时空分布广、时间跨度大 (时间跨度可从现代追溯到数千年乃至几十万年。全球岩溶面积约 $0.2 \times 10^8 \text{ km}^2$, 从滨海到内陆, 从热带到寒带都有分布。作为云贵高原主体部分的云南、贵州为中国南方岩溶集中分布区)、受外界干扰小、分辨率高、可对比性强、采集成本低、代用指标丰富 (碳氧稳定同位素、有机质荧光、微量元素、硫及硫同位素、纹层厚度等) 等特点^[1], 成为 20 世纪继冰芯、湖泊沉

积物、树木年轮、孢粉、珊瑚后古气候研究的重要载体。

O'Neil 通过无机实验发现碳酸盐中氧同位素与温度的关系式^[2], Hendy 建立判断洞穴化学沉积物形成过程中同位素是否达到平衡的 Hendy 准则^[3], 为利用洞穴化学沉积物恢复古环境提供理论基础, 随着测年技术的不断发展, 石笋测年样品需求量的减少及测年精度的提高, 石笋被广泛用于古气候重建^[4]。国内关于石笋的研究主要包括区域古环境重建, 代用指标的研究及古气候意义, 气候驱动机制研究, 气候突变事件研究等, 典型代表有南京葫芦洞^[5]、湖北神农架^[6]、贵州董哥洞^[7,8]、甘肃万象洞^[9]、北京石花洞^[10]等。

云贵高原地处青藏高原东侧的中低纬度过渡地带, 今属亚热带季风气候, 受东亚季风和印度洋季

收稿日期: 2013-08-17; 修订日期: 2013-09-28.

基金项目: NSFC-云南联合基金 (U0933604); 国家自然科学基金 (41061021)。

作者简介: 李玲 (1989-), 女, 云南省安宁县人, 硕士研究生, 主要从事云贵高原古气候研究。

* 通信作者。

风共同影响。更新世以来,云贵高原及横断山地随青藏高原大幅度上升,形成至今北高南低,西高东低的地势格局,季风气候形成。第四纪大冰期及其后的整个全新世,是全球气候波动最大、最为复杂的时期,此时期云贵高原对全球气候变化的响应,是全球变化研究中的重要科学问题^[11,12]。本文基于前人多年来的石笋研究数据,进一步认识 163 kaBP 以来云贵高原古气候变化情况,揭示东亚季风和西南季风共同影响区域石笋记录的短尺度气候波动与全球气候变化的关系,为该区域古气候研究及未来气候变化预测提供参考。

1 石笋氧同位素古气候记录

1.1 研究区石笋氧同位素的指示意义及研究现状

当洞穴碳酸盐的氧同位素在同位素沉积平衡条件下形成时,石笋 $\delta^{18}\text{O}$ 值的变化反映了大气降水同位素组成和洞穴地表年均气温的变化^[3]。云贵高原现代降水氧同位素资料表明,大气降水的 $\delta^{18}\text{O}$ 值夏季比冬季显著偏负,且从沿海香港到桂林、贵州、昆明逐渐向负漂移^[7,13,14] (图 1)。本区石笋的 $\delta^{18}\text{O}$ 值与全球气温、夏季风强度呈负相关。 $\delta^{18}\text{O}$ 值越轻(越负),指示夏季风增强,气温增高,年降水量增加,气候温暖湿润;反之, $\delta^{18}\text{O}$ 值偏重(偏正)则表明气候冷干或夏季风减弱,冬季风盛行^[14]。

研究区位于云贵高原的主体部分(23°~27°N, 100°~110°E),因而各洞穴氧同位素记录可真实反映云贵高原的古气候情况。石笋 TIMS-U 系年龄和

高分辨率的氧同位素的连续记录,为研究区域气候变化提供了重要依据,本文基于袁道先、张美良、覃嘉铭、林玉石、彭子成、赵侃、程海等学者对董哥洞、七星洞、仙人洞、下水龙洞等 11 个洞穴约 30 根石笋已有研究(表 1),归纳总结云贵高原近 163 kaBP 以来的气候变化情况。

1.2 163 kaBP 以来石笋的氧同位素记录

第四纪是地质历史长河中的一个冷期,从第四纪开始,全球气候出现了明显的冰期和间冰期交替的模式,期间的气候变化非常剧烈。第四纪作为目前气候研究的重点,对未来气候预测具有实际意义。本文根据各石笋 TIMS-U 系测年及氧同位素数据,按照地质时序划分为 4 阶段对本区 163 kaBP 气候作对比和说明。

(1) 倒数第 2 次冰期的冰盛期(163.3~129.28 kaBP),属中更新世末期。更新世,全球以频繁的冷暖交替为特征。中更新世晚期,中国进入冰期的气候环境,由于喜马拉雅山对印度洋暖湿气流的阻挡,使青藏高原的降水减少,冰川规模不及中更新世早期^[15]。贵州荔波董哥洞^[8,14]、都匀七星洞^[16,17]等洞穴石笋氧同位素记录表明,此阶段云贵高原气候开始稍暖,后变得极其干冷,可分为 2 个由暖到冷的次一级的气候旋回,相当于 MIS6 (深海氧同位素第 6 阶段)中晚期。气候由暖变冷速度较慢,而由冷变暖速度急剧,呈锯齿状波形,冷暖之间的振幅较小,不像末次冰期振幅很宽且频繁的振荡式的波动。突出的冷事件发生在 135.15~130.53 kaBP,气候干旱寒冷,是 MIS6 的极冷事件。

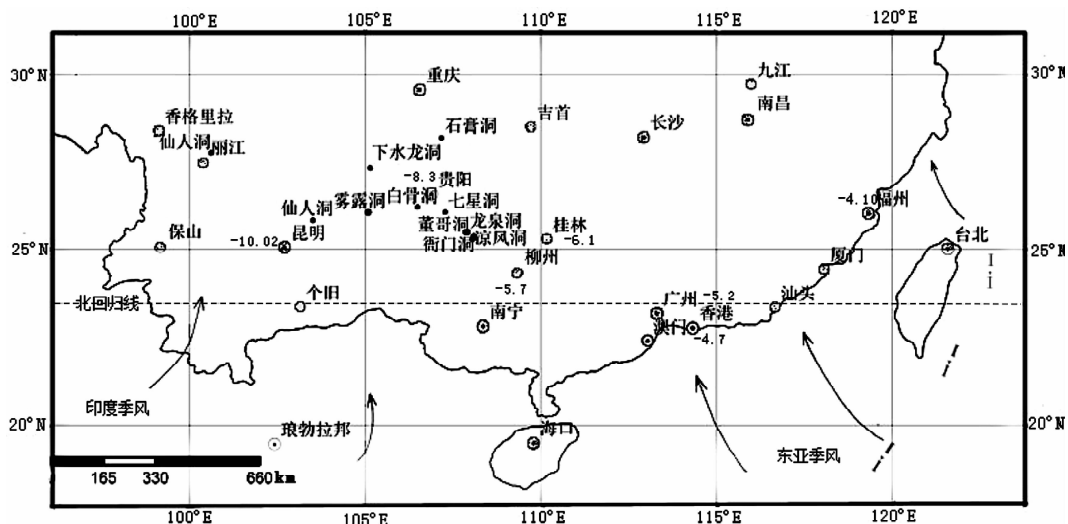


图 1 云贵高原洞穴分布位置和夏季降水气团运移路线示意图(图中数据是大气降水年平均 $\delta^{18}\text{O}$ 值; ↗ 夏季风运移方向)

Fig. 1 The distribution position of caves and moving route of the moisture source of the summer monsoon in Yunnan-Guizhou plateau (The data in Fig. 1 are the annual average $\delta^{18}\text{O}$ values of the precipitation; ↗ moving route of the summer monsoon)

表 1 云贵高原石笋古气候时间序列

Tab. 1 The ancient climate time series of Yunnan – Guizhou Plateau stalagmites

洞穴	位置	石笋	已建立时标
雾露洞	(26°03'N, 105°05'E) 位于贵州省黔西南普安县龙吟镇东南 10 km 处, 年均气温约 13.6 °C, 年均降水量 1 450 mm.	Wu23、Wu26	61.0 ~ 50.0 kaBP
		Wu32	29.0 ~ 20.8 kaBP
		Wu3	39.1 ~ 29.2 kaBP
		Wu60、Wu32、Wu3	39.2 ~ 15.3 kaBP
董哥洞	(25°20'N, 108°05'E) 分布于茂兰自然保护区内, 位于贵州省荔波县桐塘乡老场村东约 3 km 处. 年均气温 15.3 °C, 年均降水量 1 752 mm	DA、D15	1.2 ~ 0.28 kaBP
		DX1、DX2、DA、D15	1.0 kaBP ~ 至今
		D4	15.7 kaBP ~ 至今
		D42	65.0 ~ 42.0 kaBP
		D3	163.3 ~ 90.0 kaBP
		D3、D4、七星洞 Q2 DA、D15、DD	163.0 ~ 113.8 kaBP 9.0 kaBP ~ 至今
七星洞	(26°4'N, 107°16'E) 位于贵州省都匀市凯口镇凯西村东南 2 km 处, 年均气温 15.3 °C, 年均降水量 1 089.3 mm	Q1、Q2、Q4、Q6	151.0 ~ 11.3 kaBP
		QX-1	15.7 ~ 3.9 kaBP
		ZFQX1	43.0 ~ 12.65 kaBP
		Q4、Q6	60.5 ~ 11.27 kaBP
		1 号	109.0 ~ 65.9 kaBP
龙泉洞	(25°29'N, 107°52'E) 位于贵州省荔波县城北东 5 km, 年均气温 18.3 °C, 年均降水 1 320.5 mm	Q1、Q2、Q4、Q6	85.0 ~ 11.3 kaBP
		2 号	1.6 ~ 0.25 kaBP
		L1、L2	1.0 ~ 0.02 kaBP
		L2	1.2 kaBP ~ 至今
白骨洞	(26°13'N, 106°29'E) 位于贵州省长顺县改尧乡中院村	BG1	12.8 ~ 3.3 kaBP
石膏洞	(107°10'E, 28°11'N) 位于贵州省遵义市东北 80 km 处的绥阳双河洞国家地质公园内, 年均气温 13.5 °C, 年均降雨量 1 160 ~ 1 350 mm	SG1、SG2	9.8 kaBP ~ 至今
凉风洞	(25°16'N, 108°02'E) 位于贵州省荔波县桐塘乡尧所村东北约 600 m 处, 年均气温 18.3 °C, 年降水量 1 752 mm。	LF	14.22 ~ 1.57 kaBP
衙门洞	(107°54'E, 25°29'N) 位于贵州省荔波县董歌洞西北约 30 km, 研究区位于茂兰自然保护区内	Y1	16.2 ~ 7.3 kaBP
仙人洞	(27°45'N, 100°36'E) 位于云南省宁蒗县永宁镇西约 6 km 处, 年均气温 12.5 °C, 年均降水量 931 mm	LX1	4.5 ~ 2.0 kaBP
下水龙洞	位于云南省宣威城北约 40 km 的铺田村, 年均气温 13.3 °C, 年均降水量 997.7 mm	1 号	46.1 ~ 2.75 kaBP
仙人洞	(25°50'N, 103°30'E) 位于云南省寻甸县河口镇干河村北 1 km 处, 年均气温 14.4 °C, 年均降雨量 1 045 mm	XR1	8.0 ~ 2.0 kaBP

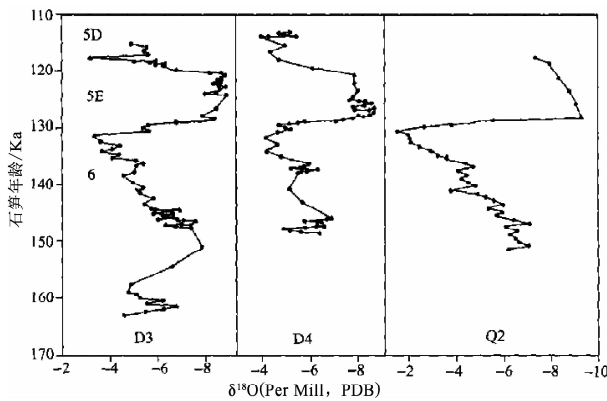


图2 荔波董哥洞 D3、D4 和都匀七星洞 Q2 石笋氧同位素曲线张美良等 2002

Fig. 2 The oxygen isotope curve of Libo Dongge Cave D3、D4 and Duyun Qixing Cave Q2 stalagmites

如董哥洞 D3、D4 石笋, 都匀七星洞 Q2 石笋氧同位素曲线所示, 该阶段又可分为 4 个亚阶段: ①相对温凉期 (162.97 ~ 160.0 kaBP) 气温逐渐开始回升, 气候由寒冷转向冷凉, 表现为半湿润的温凉气候环境; ②相对冷凉期 (160.0 ~ 154.29 kaBP) 气温下降, 冬季风增强或占优势, 表现为半干旱的冷凉气候; ③温暖湿润期 (154.29 ~ 145.2 kaBP) 东亚夏季风有所增强, 海洋表面温度增加, 降水量增多, 构成冰期中的最暖时期。④严寒干冷期 (145.2 ~ 129.28 kaBP) 气温开始下降, 冬季风和西北风盛行或占优势, 海洋表面温度降低, 降水量偏少, 构成冰期中的最冷时期, 显示严寒干冷的气候环境。随后气温稍有回升, 并于 129.28 kaBP 结束本阶段的冰期沉积^[14]。

(2) 末次间冰期 (129.28 ~ 78.92 kaBP), 属晚更新世晚期, 全球在经历了中更新世晚期的冰期气候后, 进入一个相对温暖湿润的气候期, 当时平均气温比现今高 2 ~ 3 °C, 相当于深海沉积物氧同位素的第 5 阶段 (MIS5)。此时期中国普遍处于温暖、湿润、落叶阔叶森林发育的环境中^[15]。贵州荔波董哥洞^[8,14]、都匀七星洞^[16-18] 石笋氧同位素记录表明, 整个间冰期云贵高原具有 2 个半气候旋回, 可分为暖、冷相间的 5 个气候期, 分别相当于 MIS5a—MIS5e, 其中, MIS5e 是整个末次冰期中最暖湿, 全球冰量最少、海面最高、森林茂盛, 夏季风最强的阶段 (如图 3)^[16,17]。

董哥洞、七星洞石笋完整的记录了 MIS5^[16,17]: ①129.28 ~ 118.4 kaBP, 相当于 MIS5e 阶段或冰芯的 Eemian 间冰期, 气候温暖湿润, 是末次间冰期开始升温最高的热事件, 董哥洞 D3 石笋^[8] 也有

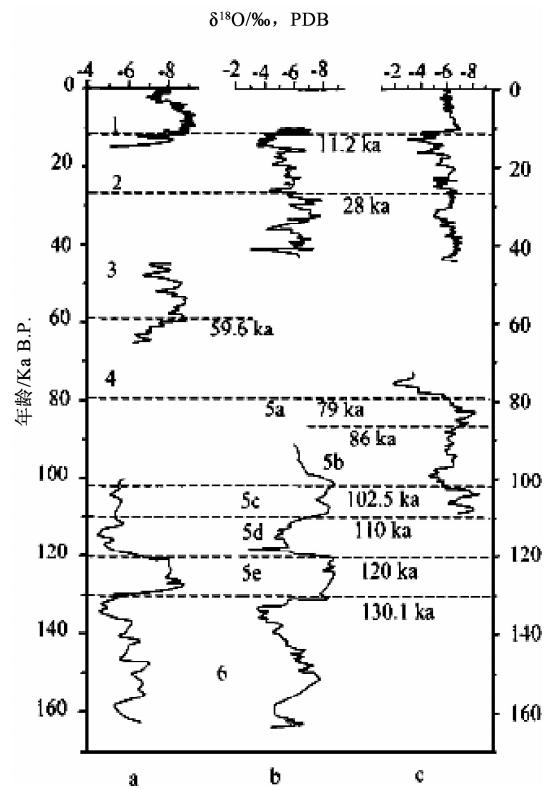


图3 广西、贵州地区 16 万年以来氧同位素记录 (覃嘉铭等 2001)

Fig. 3 The record of oxygen isotope since 160 thousand years in Guangxi, Guizhou
(a 为 D4 记录, b 上为 Q4 下为 D3, c 上为 X1 下为 Q1)

记录; ②118.4 ~ 113.8 kaBP, 相当于 MIS5d 阶段, 气候干冷, 是末次间冰期前期的降温事件; ③113.8 ~ 102.5 kaBP, 温暖湿润阶段, 相当于 MIS5c 阶段, 为末次间冰期中最温暖湿润期; ④102.5 ~ 86.6 kaBP, 冷凉半湿润—温凉湿润阶段, 相当于 MIS5b 阶段。⑤86.6 ~ 78.92 kaBP, 温暖湿润—温凉干旱阶段, 相当于 MIS5a 阶段, 为末次间冰期的终止阶段。MIS5c—MIS5a 阶段在七星洞 Q1 石笋也有记录, 同时还确定 78.92 ± 0.7 kaBP 为末次间冰期终止点最准确的年龄。这一分界年代, 既是深海氧同位素段 MIS4/5 的分界年龄, 也是末次冰期开始点, 具有地层学、地质年代学意义^[18]。

(3) 末次冰期 (78.92 ~ 11.2 kaBP), 属晚更新世晚期, 是第四纪距今最近的一个持续时间较长的冰期, 相当于深海氧同位素的第 4、3、2 阶段。此时期气候不仅寒冷, 且存在剧烈波动, 世界各地气温普遍下降, 降水减少, 高山地区冰川发育。贵州雾露洞^[19,20]、都匀七星洞^[17,18,21]、荔波董哥洞^[16,22]、凉风洞^[23]、白骨洞^[24]、衙门洞^[25]及云南宣威下水龙洞^[27] 石笋氧同位素记录表明, 云贵高

原此时期气候合 2 个半旋回, $\delta^{18}\text{O}$ 值由负偏逐渐向正偏方向变化, 反映东亚夏季风由强变弱, 降雨由多变少, 气温由高变低的变化趋势。可分为 3 个气候期, 分别相当于 MIS2—MIS4 阶段, 其中 MIS2 及 MIS4 是整个末次冰期中最干冷, 全球冰量最多, 海平面最低, 沙漠化最强, 冬季风最强盛阶段。整个末次冰期冷暖波动很大, 所揭示的多个千年级的冷事件 (如图 4), 可与北大西洋 Heinrich 事件对比^[16,17]。

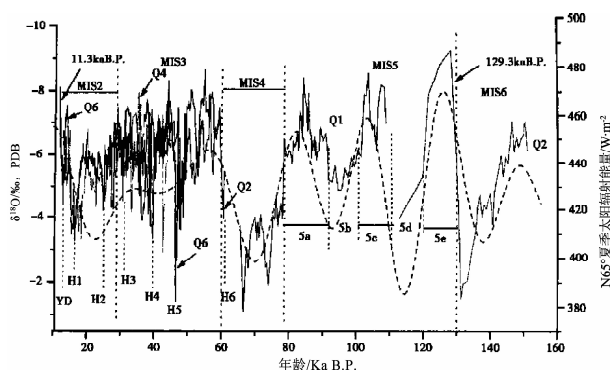


图 4 贵州都匀七星洞 1 ~ 15 万年气候变化的石笋 $\delta^{18}\text{O}$ 记录 (覃嘉铭等 2004)

Fig. 4 The stalagmites $\delta^{18}\text{O}$ records of climate change since 1 to 150 thousand years in Duyun Qixing cave, Guizhou

① 78.92 ~ 59.6 kaBP, 相当于 MIS4 阶段, 气温明显降低, 大气降水极少, 处于严寒干冷气候阶段^[18]。七星洞石笋记录于 66.4 kaBP 及 73.8 kaBP, 揭示了两次冷事件, 可于格陵兰冰芯记录中找到对应的冷谷^[21]。

② 59.6 ~ 28.8 kaBP, 相当于 MIS3 阶段, 气候温暖湿润。此阶段石笋记录的 $\delta^{18}\text{O}$ 值显著偏正事件有: 59.3、58.4、58.2、55.8、54.9、54.3 kaBP^[20]。雾露洞石笋 $\delta^{18}\text{O}$ 值记录的几次偏正和偏负事件与冰芯记录的 DO 旋回及亚旋回事件呈一一对应关系^[20,24]。

③ 28.8 ~ 11.2 kaBP, 为末次冰消期向全新世过渡阶段。气候逐渐由冷干向湿润过渡, 雾露洞石笋记录了 3 次明显的弱夏季风事件, 发生于 28.1、25.7、24.2 kaBP^[20]。七星洞石笋记录表明 13 ~ 14 kaBP $\delta^{18}\text{O}$ 值最轻^[22]。白骨洞石笋记录了极端干旱事件发生于 12.8 ~ 11.58 kaBP^[24]。宣威下水龙洞石笋显示 10.5 kaBP 为末次冰期最后一次冷事件在本区的表现^[26]。

(4) 全新世 (11.2 kaBP 至今), 全球气温回升, 降水增加, 气候带北移, 雪线升高, 冰川融

化, 海平面上升。云贵高原气候温暖, 雨量充沛, 是夏季风鼎盛时期。贵州石膏洞^[27]、荔波董哥洞^[7,16,22]、凉风洞^[23]、衙门洞^[25]、龙泉洞^[28]、白骨洞^[24]以及云南寻甸仙人洞^[29]、宣威下水龙洞^[26]、宁蒗仙人洞^[30]石笋记录了此阶段气候变化情况。依据 Antevs 对全新世气候期的正式命名将此阶段分为 4 个时期, 即变暖期、高温期、稍变冷期及恢复期。

① 早全新世干热期 (变暖期), 全球气温较晚冰期升高, 云贵高原气候炎热干旱, 石膏洞石笋记录显示全新世早期存在一系列百年尺度的夏季风减弱事件, 尤以 8.2 kaBP 事件最为显著^[27]。董哥洞石笋记录的最强季风减弱事件发生在 8.1 ~ 8.4 kaBP^[7]。凉风洞石笋记录表明 10.5 ~ 9.3 kaBP 气温逐渐回升, 西南季风对本区降雨贡献率较大, 至 8.3 kaBP, 气候存在波动, 东亚季风的贡献率增大^[23]。

② 中全新世稳定气候适宜期 (高温期), 是全新世最为温暖湿润时期, 俗称全新世大暖期。尤其在 6.0 kaBP 前后到达顶峰, 全球年均气温高出现今数度, 降雨量比现今多 70% ~ 100%。7.2 ~ 6.0 kaBP, 是大暖期气候最稳定和气温最高的鼎盛时期, 此时期中国各地区气温都较温湿^[15]。此阶段云贵高原气温暖湿。董哥洞石笋 $\delta^{18}\text{O}$ 值记录的时限为 9.0 ~ 7.0 kaBP^[7]与石膏洞 9.8 ~ 6.6 kaBP^[27], 白骨洞 10.5 ~ 5.8 kaBP^[24]具有相似性 (图 5)。其他记录为: 凉风洞 8.3 ~ 3.1 kaBP^[23], 寻甸仙人洞 8.0 ~ 6.0 kaBP^[29], 宣威下水龙洞 7.1 ~ 3.15 kaBP^[26]。各地石笋 $\delta^{18}\text{O}$ 值虽有差异, 但均显示时段内气候发生波动, 反映在全新世大暖期的背景下, 西南季风和东亚季风的交替及大气降雨量的变化存在较大波动, 说明季风气候的不稳定性。

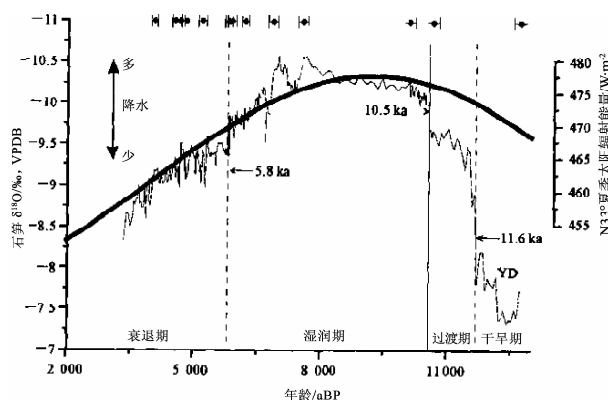


图 5 贵州白骨洞石笋 BG1 的 $\delta^{18}\text{O}$ 记录 (吴江滢等 2006)

Fig. 5 The $\delta^{18}\text{O}$ records from BG1 stalagmite in Baigu cave, Guizhou

③ 晚全新世气候突变期（稍变冷期），6.0 ~ 5.0 kaBP，是全球气候波动较强烈的阶段。在 5.5 ~ 5.06 kaBP 期间，全球出现强烈的降温事件，降温幅度达数度。云贵高原气候由温湿向冷干转变，气候变化的波动频率增加，越至现代气温变化时间渐趋缩短。寻甸仙人洞 XR1 石笋揭示了中全新世出现的 4 次冷干事件：6.0 ~ 5.1 kaBP 冷干事件相当于考古学上的仰韶中期的寒冷期，被 Denton 称为第二次小冰期；4.7 ~ 4.5 kaBP 气候事件是气候回暖过程中一次短暂的变冷事件；3.1 ~ 2.5 kaBP 间的降温事件在中国历史文献中被称为西周寒冷期，相当于北半球新冰期中的第三次新冰期，可与云南洱海湖泊沉积记录的 4.0 ~ 3.5 kaBP 冷湿阶段对比^[31]。2.5 ~ 2.1 kaBP 降温阶段相当于中国近 5000 年气候变化的第二次冷期（图 6）^[29]。董哥洞石笋记录的 4.4 ~ 3.9 kaBP 事件，导致延续几十年的亚洲季风强度的突然减弱^[7]。此阶段的降温事件在石膏洞^[27]、白骨洞^[24]、宣威下水龙洞^[26]等石笋中均有记录。

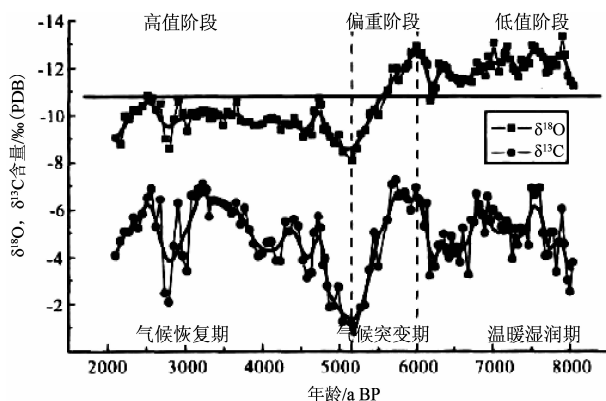


图6 云南寻甸仙人洞 XR1 石笋碳氧同位素记录和中全新世气候分期（张会领等 2011）

Fig. 6 The records of oxygen - carbon stable isotopes from XR1 stalagmite and climate periods during the Mid - Holocene in Xundian, Yunnan

④ 气候缓慢回升期（恢复期），属全新世第三个温暖期。全新世晚期我国气候普遍由暖湿转向干凉，期间有几次更短的气候冷暖和干湿波动，大约在 1 kaBP 逐渐过渡为现代波动频繁的干凉为主气候^[15]。云贵高原气候也存在频繁的干湿波动。5.1 ~ 2.1 kaBP，寻甸仙人洞气候从冷干逐渐恢复到中全新世正常水平^[29]。4.5 ~ 4.0 kaBP，宁蒗仙人洞显示为温暖干旱气候^[30]。4.0 ~ 3.4 kaBP，宁蒗仙人洞、宣威下水龙洞^[26]表现为寒冷干旱环境，而

衙门洞^[25]与洱海沉积^[31]则显示为冷湿环境。3.4 ~ 3.1 kaBP，宁蒗仙人洞表现为温暖湿润气候。3.32 ~ 1.95 kaBP，董哥洞石笋显示气候寒冷干旱，相当于第三冰期^[22]，宣威下水龙洞也有记载，时间为 3.1 ~ 2.5 kaBP。1.8 ~ 1.08 kaBP，董哥洞为半湿润温凉气候^[22]。近 1000 年来云贵高原的气候大致可分为中世纪暖期、小冰期及冰后温暖期。各地石笋对此阶段的研究也较为详细，如荔波龙泉洞 L2 石笋近 1200 年的古气候记录（如图 7）^[28]，故在此不再作分析。

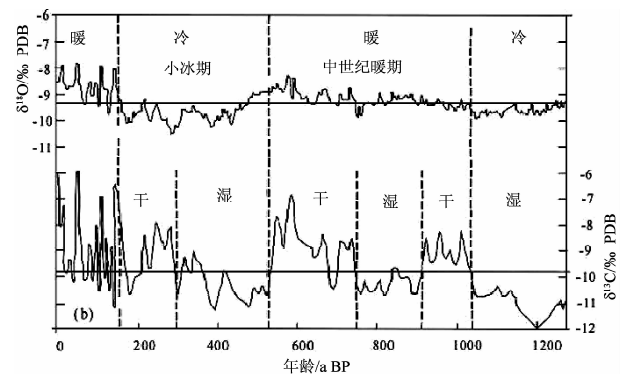


图7 荔波龙泉洞 L2 石笋碳氧同位素曲线（张美良等 2009）

Fig. 7 The records of oxygen - carbon stable isotopes from L2 stalagmite in Longquan cave, Libo

3 结论和讨论

云贵高原已有石笋研究数据表明，163 kaBP 以来，其气候大致可分为 4 个阶段：（1）倒数第 2 次冰期的冰盛期（163.3 ~ 129.28 kaBP），气候严寒干冷，期间伴随温凉向冷干的转变；（2）末次间冰期（129.28 ~ 78.92 kaBP），气候温暖湿润，但期间冷暖波动变化幅度很大；（3）末次冰期（78.92 ~ 11.2 kaBP），气候极不稳定，冷暖波动很大，总体呈现降雨由多变少，气温由高变低的变化趋势；（4）全新世（11.2 kaBP 至今），气候温暖，雨量充沛，气候呈现变暖—高温—稍变冷—恢复的变化趋势。气候变化的趋势基本与全球存在一致性，特别是全球几次大的冷事件也在各石笋中找到记录，体现了云贵高原石笋对全球气候变化的响应。

不可否认，在地质发展史中，青藏高原的隆升对全球气候格局的改变及季风系统的形成起到重大影响，在此大背景下，云贵高原气候也体现出其独特性。云贵高原作为一个特殊区域，即东亚季风与印度季风的过渡带，对研究中国甚至于全球季风系

统的演变发展有着重要意义。石笋作为研究全球气候变化的重要载体,除碳氧同位素外,还有微层发光、微量元素分析等多种手段,但国内石笋精确时标的建立还主要依靠国外实验室,另外继 IPCC 第五次报告中关于近年来人类活动对气候变化的主要

影响,缓解及防治等措施性研究还不足。通过多指标多手段对区域气候特别是西南季风的研究,提高研究区研究精度,拟建 163 kaBP 或更长时段气候变化曲线,应对全球变暖的区域性实证研究及未来气候模拟预测将是今后努力的方向。

参考文献:

- [1] 王建民, 王建力, 李廷勇. 洞穴石笋 $\delta^{18}\text{O}$ 与 $\delta^{13}\text{C}$ 气候意义研究 [J]. 热带地理, 2008, 28 (5): 395 – 399.
- [2] O'NEILL J R, CLAYTON R N, M AYEDA T K. Oxygen isotope fractionation in divalent metal carbonates [J]. Journal of Chemical Physics, 1969, 51: 5547 – 5558.
- [3] HENDY C H. The isotopic geochemistry of speleothems—Part1. the calculation of the effects of different model of formation on the isotopic composition of speleothems and their applicability as paleoclimate indicators [J]. Geochim et Cosmochim Acta, 1971, 35: 801 – 824.
- [4] 殷建军, 覃嘉铭, 林玉石, 等. 中国近 2000 年来气候变化石笋记录研究进展 [J]. 中国岩溶, 2010, 29 (3): 258 – 266.
- [5] WANG Y J, CHENG H, R L EEWARDS et al. A high – resolution absolute – dated late Pleistocene monsoon record from Hulu cave, [J]. Science, 2001, (294): 2345 – 2348.
- [6] HAI CHENG, R LAWRENCE EEWARDS, WALLACE S BROECKER, et al. Ice age termination [J]. Science, 2009, 326 (5950): 248 – 252.
- [7] 何尧启. 全新世亚洲季风的贵州董哥洞高分辨率石笋记录 [D]. 南京: 南京师范大学, 2005.
- [8] 张美良, 袁道先, 林玉石, 等. 贵州荔波董哥洞 3 号石笋的同位素年龄及古气候信息 [J]. 沉积学报, 2001, 19 (3): 425 – 431.
- [9] 张平中, 陈一萌, K P JOHNSON, 等. 甘肃武都万象洞滴水与现代石笋同位素的环境意义 [J]. 科学通报, 2004, 49 (15): 1529 – 1531.
- [10] 李红春, 顾德隆, LOWEL D, 等. 高分辨率洞穴石笋稳定同位素应用之一——京津地区 500a 来的气候变化记录 $\delta^{18}\text{O}$ [J]. 中国科学 (D 辑), 1998, 28 (2): 181 – 186.
- [11] 第二次气候变化国家评估报告编写委员会. 第二次气候变化国家评估报告 [M]. 北京: 科学出版社, 2011: 8.
- [12] 王宇. 云南气候变化概论 [M]. 北京: 气象出版社, 1996: 157 – 166.
- [13] 郑淑蕙, 侯发高, 倪葆龄. 我国大气降水的氢氧稳定同位素研究 [J]. 科学通报, 1983, 28 (3): 801 – 806.
- [14] 张美良, 林玉石, 覃嘉铭, 等. 黔南洞穴石笋古气候变化记录及终止点 II 的确定 [J]. 地球科学, 2002, 11: 942 – 949.
- [15] 田明中, 程捷. 第四纪地质学与地貌学 [M]. 北京: 地质出版社, 2009.
- [16] 覃嘉铭, 袁道先, 林玉石, 等. 黔桂地区最近 16 万年高分辨率的石笋记录的气候事件 [J]. 地学前缘, 2001, 8 (1): 99 – 103.
- [17] 覃嘉铭, 袁道先, 程海, 等. 贵州都匀七星洞石笋剖面晚更新世高分辨率的气候地层学 [J]. 第四纪研究, 2004, 24 (3): 318 – 322.
- [18] 张美良, 林玉石, 覃嘉铭, 等. 黔南七星洞石笋古气候变化记录及末次间冰期终止点的确定 [J]. 沉积学报, 2003, 21 (3): 473 – 478.
- [19] 王军彬, 孔兴功, 程海, 等. 61 – 50kaBP 亚洲季风百年尺度气候振荡的黔西南石笋记录 [J]. 海洋地质与第四纪地质, 2008, 28 (5): 86 – 90.
- [20] 赵侃, 汪永进. 黔西南石笋记录 MIS3/2 阶段百年尺度季风演变和 H 事件特征 [J]. 海洋地质与第四纪地质, 2011, 31 (2): 122 – 126.
- [21] 覃嘉铭, 林玉石, 张美良, 等. 末次冰期东亚季风气候的变迁: 贵州都匀七星洞石笋的 $\delta^{18}\text{O}$ 记录 [J]. 中国岩溶, 2003, 22 (3): 167 – 172.
- [22] 张美良, 程海, 林玉石, 等. 贵州荔波 1.5 万年以来石笋高分辨率古气候环境记录 [J]. 地球化学, 2004, 33 (1): 122 – 126.
- [23] 刘启明. 贵州凉风洞石笋的古气候记录与古生态环境意义 [D]. 中科院地质研究所, 2003.
- [24] 吴江滢, 汪永进, 孔兴功, 等. 贵州白骨洞石笋记录的全新世季风气候演化与突变 [J]. 海洋地质与第四纪地质,

- 2006, 10: 55–59.
- [25] 杨琰, 袁道先, 程海, 等. 末次冰消期亚洲季风突变事件的精确定年: 以贵州衙门洞石笋为例 [J]. 地球科学, 2010, 40 (2): 199–210.
- [26] 张美良, 袁道先, 林玉石, 等. 云南宣威 4.6 万年以来洞穴石笋古气候变化记录 [J]. 沉积学报, 2001, 20 (1): 124–127.
- [27] 姜修洋, 何尧启, 沈川洲, 等. 全新世黔北降水特征的石笋记录及适宜期结束时间在亚洲季风区的不等时性 [J]. 科通报, 2012, 57 (1): 73–78.
- [28] 张美良, 朱晓燕, 程海, 等. 贵州荔波 1200 年来石笋高分辨率的古气候环境记录 [J]. 地球学报, 2009, 30 (6): 831–839.
- [29] 张会领, 蒲晓强. 中全新世云南寻甸地区气候演化与冷干事件的石笋记录 [J]. 地球学报, 2011, 1: 95–99.
- [30] 张美良, 林玉石, 朱晓燕, 等. 云南宁蒗地区中全新世晚期气候变化的石笋记录 [J]. 海洋地质与第四纪地质, 2006, 26 (1): 35–38.
- [31] 张振克, 沈吉, 羊向东, 等. 近 8kaBP 来云南洱海湖泊沉积记录的气候变化与夏季印度季风强弱变化的关系 [J]. 亚热带资源与环境学报, 2008, 3 (3): 1–6.

THE ANCIENT CLIMATE CHANGE RESEARCH PROGRESS BASED ON STALAGMITE RECORDS OF YUNNAN – GUIZHOU PLATEAU

LI Ling, WANG Jia-xue, LI Ya-bo

(Tourism and Geography Science Academy of Yunnan Normal University, Kunming 650000, Yunnan, China)

Abstract: Reconstruction of paleoclimate and paleoenvironment has become a hot spot in today's global change research. Stalagmites, as a typical example of secondary chemical sediment in karst cave, has become an important carrier of the ancient climate research. Based on reported oxygen isotope analysis data from more than 30 stalagmites of 11 caves from Libo, Maolan, Duyun, Kaikou of Guizhou Province and Xundian, Xuanwei, Ninglang of Yunnan Province, through the comprehensive analysis, exploring the ancient climate change of the Yunnan – Guizhou Plateau since 163 thousand years. Results indicated: Qinghai – Tibet plateau uplift had a significant impact to the pattern of global climate change and the formation of the monsoon system, in this context, the Yunnan – Guizhou Plateau climate evolution embodied the global consistency, also presented its own rule: (1) Penultimate Glaciation Maximum (163.3—129.28 kaBP), cold and dry climate with the changes from cool to cold during this period; (2) Last Interglacial (129.28—78.92 kaBP), warm humid climate, but changes in temperature fluctuations and rangeability were significant during this period; (3) Last Glaciation (78.92—11.2 kaBP), unstable climate with big temperature fluctuation in the last glaciation, General present a trend of rainfall gradually reduced and temperature changed from high to low; (4) The Holocene (11.2kaBP to date), the climate was warm with plenty rainfall, climate change presented a trend from warming, high temperature, a bit cold to recovery. The Yunnan – Guizhou Plateau as a special region, namely the Indian monsoon and the east Asian monsoon transition zone, has important significance to the study of the evolution of our country and even the global monsoon system development. By means of multiple indexes, to improve the precision of research in the study area, proposed the ancient climate change curve, the regional empirical research on fighting against global warming and the climate simulation prediction for future will be the direction of future efforts.

Key words: Stalagmite ; Oxygen Isotope; The Yunnan – Guizhou Plateau

土壤重金属污染与植物吸收累积效应研究进展

侯锐¹, 李昆², 刘方炎²

(1. 西南林业大学, 云南 昆明 650024; 2. 中国林业科学研究院 资源昆虫研究所, 云南 昆明 650024)

摘要: 随着世界经济的高速发展, 大量工矿企业也随之产生, 这些工矿企业所产生大量含有重金属的物质经过一定处理或未经处理被直接排放到大自然中, 这些物质会直接或间接对土壤造成严重污染。植物对重金属有一定的吸收能力, 但超过一定的耐受值, 就会对植物产生毒害作用, 不同植物其耐受值不同, 重金属在植物体内的分布也不同。而在倡导低碳、绿色的今天, 利用植物来修复土壤中的重金属污染物质具有成本低、修复效果好、不会对土壤造成二次污染的特点, 这是其他修复方法所不具备的特点与优点。但该方法仍是一项刚刚兴起的修复技术, 仍有诸多问题需要解决。

关键词: 重金属污染; 吸收累积; 植物修复

中图分类号: X53 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7852(2013)05-0104-06

随着工业化、城市化的加快, 使得重金属污染环境问题日趋严重, 特别是土壤重金属污染问题日益为人们所关注。土壤重金属污染已经威胁到了生态环境、食品安全及人类的健康, 而寻找一种生态的、经济的、高效的解决土壤重金属污染问题的方法也成为科学家们所关注的焦点。传统的物理或化学方法治理土壤重金属污染投资较大, 修复成本高, 仅适用小面积的土壤污染治理, 为此, 植物修复技术应运而生^[1], 利用植物吸收累积重金属元素, 从而降低土壤中重金属元素的含量。达到污染治理与生态修复的双重目的。

1 土壤重金属污染的来源

重金属是指相对密度大于或等于 5.0 g/cm^3 的金属元素, 如铁 (Fe)、锰 (Mn)、铜 (Cu)、锌 (Zn)、镉 (Cd)、铅 (Pb)、汞 (Hg)、铬 (Cr)、镍 (Ni)、钴 (Co) 等; 砷 (As) 是一种准金属, 由于其化学性质和环境行为与重金属有相似之处, 通常也将其归于重金属范畴。土壤中重金属元素主

要是来源于自然和人为的因素, 自然因素主要由于成土母质和成土过程对土壤重金属影响较大, 人为因素中, 工矿生产、农业生产及交通工具对土壤重金属影响较大, 下面就人为因素的影响进行说明。

1.1 工矿企业对土壤重金属的影响

工矿企业在生产作业的过程中, 会产生大量的“三废”, 即废水、废气、废渣, 其中都会含有重金属, 这些未经严格处理的对环境有危害的物质直接排放到自然环境中, 并通过自然沉降、雨淋等方式扩散到周围土壤当中, 使得工矿企业附近的土壤重金属含量远高于当地的土壤背景值。对于这些污染物质, 现在一般均采用物理或者化学的方法来处理, 即采用机械或化学物质来净化污染物质, 如利用氧化钙来解决土壤或水体酸化问题; 用铁盐来化解含磷污染问题。但这些方法成本较高, 且容易产生二次污染, 往往治标不治本^[2], 从而利用植物修复成为一种治理污染的新兴技术。表 1^[3] 是部分工矿企业排放污水当中含有的重金属列表, 从该表中可以看出冶金、化工、化肥等企业排放的废水对环境影响较大。

收稿日期: 2013-08-23; 修订日期: 2013-10-08.

基金项目: 林业公益性行业科研专项 (201304202).

作者简介: 侯锐 (1987-), 男, 山西省长治市人, 硕士研究生, 研究方向为恢复生态.

表 1 部分工矿企业排放废水中所含重金属
Tab. 1 The heavy metals of parts industrial and mining enterprises in the discharge of waste water

企业类型	汞(Hg)	镉(Cd)	铅(Pb)	铬(Cr)	砷(As)
采矿	+	+	+		
冶金	+	+	+	+	+
化工	+	+	+	+	+
陶瓷				+	+
涂料			+	+	+
玻璃					+
造纸			+	+	
制革	+			+	+
纺织	+	+	+		+
化肥	+	+	+	+	+
氯碱	+	+	+	+	+
炼油	+	+	+	+	+

注：“+”表示该工矿企业排放废水中含有该元素。

1.2 农业生产活动对土壤重金属的影响

近代农业生产中大量使用农药及化肥，虽然可以在一定程度上提高产量，但长期使用会大大增加土壤中重金属元素的含量，农药和化肥当中含有的造成土壤重金属污染的元素主要有铅(Pb)、砷(As)、汞(Hg)、镉(Cd)等，市售磷肥中一般含有较高的Cd、As、Hg、Zn，特别是重金属Cd，由于不同矿质的磷矿，其含有的Cd的含量也有较大差异，低的不到1mg/kg，而高的可达100 mg/kg，20世纪50至70年代，在日本发生的“骨痛病”就是由于当地居民食用了被Cd污染了的稻米所致^[4]，表2^[3]表示了部分化肥中重金属的含量。另外，农用塑料薄膜生产应用的热稳定剂中含有Cd、Pb，大量使用塑料大棚和地膜过程中都会造成土壤重金属污染。此外，利用污水灌溉也是重金属污染的一个原因，污水灌溉已成为农业灌溉用水的重要组成部分，北方干旱地区是污灌的最普遍地区，城市污水处理设施不完善，导致大量污水直接用于农田灌溉，致使农田遭受不同程度的重金属污染^[5]，据中国农业部进行的全国污灌区调查显示，在大约140×10⁴ hm²的的污灌区中，遭受重金属污染的土地约占污灌区总面积的64.8%，且大部分属于积累性重金属超标，研究结果表明，长期使用污水和污泥的土壤，其

Cd、Hg的含量会高于背景值10倍和125倍；Zn、Cu、Pb的含量会高于背景值3~4倍^[6]，污灌是缓解农业灌溉用水短缺的办法，但污水当中的重金属污染应引起足够的重视。

表 2 部分化肥中重金属含量
Tab. 2 The heavy metals of parts fertilizer mg/kg

肥料	铜(Cu)	锌(Zn)	锰(Mn)	铅(Pb)	铬(Cr)
尿素	0.36	0.5	0.5	4	1
氯化钾	3	3	8	88	14
硫酸铵	0.5	0.5	70	/	/
磷酸铵	3~4	80	115~200	/	/

注：“/”表示肥料中不含该元素。

1.3 交通运输对土壤重金属含量的影响

近些年，随着城市汽车保有量的增加，交通运输对土壤造成了严重的污染，这些污染物质主要来自汽油燃烧产生的气体及汽车轮胎磨损产生的粉末，其中含有的重金属主要有铅(Pb)、镉(Cd)、铜(Cu)、锌(Zn)、铬(Cr)等^[7]，甄宏^[8]等人在研究沈大高速路两侧土壤中Pb、Cd、Cu、Zn和Cr污染情况表明，在距路肩250 m范围内，各段土壤中Cd、Pb均有不同程度累积，Cu、Zn、Cr、Ni污染不明显，土壤中Pb、Cd污染较高值出现在距路肩50 m内，尤以20~40 m范围内为高，其余重金属含量在距路肩150 m以外趋于背景值。通常汽车所排放的尾气中Pb含量达20~50 mg/m³，最高可达100 mg/m³，这也是汽车尾气中污染最严重的重金属物质；而在橡胶轮胎中加入加工助剂可以提高轮胎的性能，以解决人们轮胎性能的更高要求，对这种加工助剂多含有重金属物质Zn，随着轮胎的磨损，重金属Zn也会飘散至空气中^[9]。汽车尾气及轮胎磨损等产生的污染物质通过自然沉降和雨淋进入土壤中，造成土壤重金属污染。

2 植物对土壤重金属的吸收累积及其关系

2.1 植物修复及研究进展

植物修复，从技术上看，是指利用植物提取、吸收、分解、转化和固定土壤的方式达到将重金属物质吸收从而转移出土壤。达到治理土壤重金属污染的目的，并且，植物修复不易造成二次污

染^[10-11]。对重金属的吸收量超过一般植物 100 倍以上的植物称之为超累积植物,超累积植物累积的铬(Cr)、镍(Ni)、钴(Co)、铜(Cu)、铅(Pb)含量一般在 1 000 mg/kg 以上,累积的锰(Mn)、锌(Zn)含量一般在 10 000 mg/kg 以上^[12],且同时满足植物地上部分重金属含量大于植物根部重金属含量。目前,有报道的超累积植物有约 400 余种,大多都在国外,世界上研究得最多的植物主要集中在芸苔(*Brassica*)、庭芥属(*Alyssums*)及遏蓝菜属(*Thlaspi*),Sachs^[13]研究了遏蓝菜(*Thlaspi alpestre* var. *calaminare*)茎叶中重金属的累积特征;Baker^[14]整理并报道了 Ni 的超累积植物的种属与地理分布。中国报道的超累积植物有:对砷(As)累积能力很强的有蜈蚣草(*Pteris vittata* L)、蹄盖蕨(*Athyrium yorkorcense*)、剑叶凤尾蕨(*Pteris ensiformis*)^[15]等;对锌(Zn)累积能力很强的有东南景天(*Sedum alfredii hance*)^[16]等;对铅(Pb)累积能力很强的有土荆芥(*Chenopodium ambrosioides* L)^[17]等;对铜(Cu)累积能力很强的有海州香薷(*Elsholtzia splendens*)、鸭跖草(*Commelina communis*)、蓖麻(*Ricinus communis*)^[18]等;对镉(Cd)累积能力很强的有宝山堇菜(*Viola baoshanensis*)^[19]、龙葵(*Solanum nigrum*)^[20]、东南景天(*Sedum - alfredii*)^[21]等。

2.2 植物吸收重金属机理

植物吸收除去土壤重金属主要依靠植物萃取作用(phytoextraction)、根系过滤作用(rhizofiltration)、植物挥发作用(phytovolatilization)和植物固定化作用(phytostabilization)^[10,11,22]。

2.2.1 植物萃取作用

利用高生物量的超累积植物,在植物生长过程中吸收土壤中水溶性的重金属元素,将重金属污染物从土壤转移到植物的地上部分,定期通过收割地上部分并进行集中处理,以达到降低土壤中重金属含量的目的,这种方法最适合于浅层、且受污染程度较低的土壤的修复,目前,植物萃取被认为是土壤重金属污染治理最具潜力的技术。

2.2.2 植物根系过滤作用

超累积植物对重金属的吸收和保持作用,可将重金属保持在根部,该方法可以用于处理废水,如利用水生植物来处理水体中的重金属污染。

2.2.3 植物挥发作用

植物挥发作用是指植物吸收重金属污染物,在

植物体内通过一系列生物化学反应将重金属转化为可挥发的物质,并通过植物的气孔挥发到大气中;或者植物根部分泌的一些特殊物质将土壤中的重金属转化为可挥发态,直接挥发到大气中。这种方法要求挥发到大气中的重金属物质危害小于在土壤中的重金属物质,减少对环境的危害。例如烟草可以使毒性较大的二价汞转化为气态的单质汞;洋麻可使土壤中的 3 价硒转化为甲基硒挥发去除;海藻能吸收并挥发砷。

2.2.4 植物固定化作用

植物固定化作用是指植物根部分泌特殊物质可将土壤中的重金属由活性态转化为惰态,起到降低重金属物质在土壤中的迁移能力,减少重金属污染的扩散;或者将有毒性的重金属物质转化为相对无毒的物质,减少对环境的危害。如六价铬毒性较高,可通过植物的固定化作用变为无毒的三价铬。

2.3 植物对重金属的积累

植物从根部吸收的重金属离子经过木质部运输到茎、叶、果实等器官。Florijn^[23]等认为,同一植物的不同部位及不同的植物在离子积累方面都存在着比较大的差异,这种差异不仅表现在营养器官上,而且在生殖器官中也有所不同,一般情况下,植物吸收的重金属离子主要集中在根部,地上部分的各器官中含量都比较低。目前普遍认为,重金属在植物体内的积累,在细胞水平上,主要存在于液泡及外质体,在组织水平上,主要存在于表皮细胞及表皮毛,另外,Kupper^[24]等发现,叶肉细胞也是贮存重金属离子的重要部位。

2.3.1 重金属在液泡中的积累

耐性植物有将细胞质中重金属含量降低的功能。黄化刚^[25]等研究结果表明,进入原生质中的重金属离子可通过主动运输向液泡输送,从而降低原生质体中的重金属含量,利用液泡将重金属离子与胞内的其他物质区隔开来。据徐勤松^[26]等的研究表明,水生植物凤眼莲的根及叶当中,Pb 主要的累积部位为它们的液泡,在其他细胞组分中分布的均较少,这种现象在叶片中的表现尤为明显。另外 DE^[27]等的研究发现,在烟草受到 Pb 的胁迫下,大部分的 Pb²⁺ 都聚集在液泡中,早期的研究表明,液泡是聚集重金属的重要场所,在重金属积累方面起到了很重要的作用。由于目前植物修复存在修复周期长、生长缓慢的特点,人们将研究方向转向转基因植物,通过对植物部分基因的人工改

变,使得植物对重金属的吸收能力大大增强,转基因技术在植物修复方面得以应用^[28-29]。

2.3.2 重金属在植物体内的分布

一般来说,重金属元素在植物体内分布的大致规律为:根>叶>茎>花>种子,但不同的植物也可能会有不同的情况^[30],植物根部的重金属含量一般要高于植物地上部分的重金属含量,因为多数重金属元素是不可移动的,当根部将其固定后,很多重金属元素很难再往地上部分运输。但是,不同的植物重金属的分布情况也存在着一定的差异,如金盏银盘对Cd的吸收,其地上部分的Cd的含量要大于地下部分,说明这种植物对Cd有较强的转运能力^[31];油茶地上部分Mn、Pb、Cd的含量均大于地下部分^[32];盐肤木和紫花苜蓿地上部分Pb的含量也高于地下部分^[33]。土壤中的重金属离子被植物根部吸收固定后,再向地上部的茎叶等器官中转运,当植物地上部分的重金属含量越高说明植物对重金属的转运能力越强。徐应明^[34]等的研究发现,大豆体内的Pb的吸收分布规律为:根>茎>叶>籽实,且当Pb的浓度增大时,植物根部Pb的浓度也随之增大,但地上部分Pb的含量逐渐减小,说明其吸收变化的系数并不一致。

2.4 土壤重金属对植物的毒害效应

2.4.1 对植物生长发育的影响

生活在重金属胁迫中的植物需要消耗更多的能量保持适应环境,因此体内生理生化过程混乱,光合、呼吸作用受到抑制,影响植株正常生长。如铅能够降低叶绿素含量,根量稀少,根冠膨大、变黑、腐烂,导致植物地上部分生物量下降,植物呼吸及光合作用受阻^[35];硫酸锌是一种微量元素肥料,过量的锌会伤害植物根系,阻碍植物根系生长,地上部分有褐色斑点和坏死;植物镉中毒通常会出现叶片变黄、卷曲及出现斑点,根、茎生长缓慢,植株矮小等症^[36]。

2.4.2 对植物光合作用的影响

光合作用是植物通过叶绿体中的光合色素系统经过一系列的生物、化学过程在光能的作用下将水和二氧化碳合成有机物,并释放出氧气的过程^[37]。叶绿素是植物光合作用的基础,叶绿素的多少直接决定了植物光合作用的强弱,也可以表征逆境条件下植物组织器官的衰老状况^[38]。不同的重金属对叶绿素含量影响不同,但总体规律均表现为,重金属含量升高,叶绿素含量降低。在长期高浓度铅、

镉的胁迫下,进入叶片的 Pb^{2+} 、 Cd^{2+} 引起的过量氧活性自由基,会将叶绿素作为靶分子,使叶绿素结构受到破坏,从而影响植物正常的光合作用^[39];过量的Cu可极显著地降低苹果叶片叶绿素含量;随着Cd含量的升高,烟草中的叶绿素含量降低。

2.4.3 对呼吸作用的影响

重金属对植物呼吸作用的影响主要是抑制了植物呼吸过程中一些酶的活性,导致植物的呼吸作用发生紊乱,从而影响植物正常的生长发育^[40]。Andreu^[41]等认为Cd能间接影响植物的呼吸,当植物受到高浓度Cd的胁迫时,植物根部会有大量 K^+ 泌出,而 K^+ 是呼吸过程中一些酶的催化剂,从而抑制了植物的呼吸作用;葛才林^[42]等认为重金属离子如 Cu^{2+} 、 Cd^{2+} 、 Hg^{2+} 等对水稻呼吸过程中的细胞色素酶、苹果酸脱氢酶及淀粉酶的活性有较大抑制作用,从而影响水稻呼吸作用及正常的生长发育。

2.4.4 对细胞膜透性的影响

植物的细胞膜系统是细胞与外界的环境进行物质交换和信息传递的界面与屏障^[43]。植物细胞膜系统主要包括液泡膜、质膜和细胞器膜。细胞膜主要是由双层磷脂和蛋白质组成,主要为大量不饱和脂肪酸,当植物受到较高浓度的重金属胁迫时,会导致大量氧活性自由基产生,膜脂过氧化不断加剧,细胞膜透性增加,稳定性降低,致使细胞内的大分子物质和离子外渗,影响植物正常的生长发育过程^[44]。王焕校^[6]等研究表明,水生植物叶片外渗液的钾离子浓度和电导度与水中的Cd浓度呈非常显著的正相关,说明Cd可以大大降低细胞膜的透性,使细胞膜丧失其功能。据蔡新华研究表明,随着Cd、Cu离子浓度的上升,细胞膜透性增大,影响了细胞内外的物质交换,进而影响了植物正常的生理代谢活动。目前,细胞膜透性的变化被认为是反映重金属对植物的影响的一种方法。

2.5 植物吸收累积重金属评价指标

2.5.1 单项元素污染指数

G_i 为土壤中重金属元素*i*的实际含量, S_i 为土壤中重金属元素*i*的标准含量,重金属元素的标准含量参照文献《中国土壤元素背景值》^[45]。当 $P \leq 0.7$ 表示土壤受重金属污染为清洁;当 $0.7 < P \leq 1.0$ 表示土壤受污染为尚清洁;当 $1.0 < P \leq 2.0$ 表示土壤受污染为轻污染;当 $2.0 < P \leq 3.0$ 表示土壤受污染为中污染;当 $P > 3.0$ 表示土壤受污染为重

污染。

2.5.2 富集系数

富集系数^[46]是指植物体内的某种重金属元素的含量与植物根部所生长土壤中的重金属元素含量的比值,反映了植物对土壤中重金属污染物的吸收能力。富集系数越大说明植物对该元素的吸收能力越强,通常将植物各部分的重金属浓度与土壤中该种重金属浓度做对比,计算公式为: $C_i = C_{pi}$

式中: C_i 为重金属元素 i 的富集系数, C_{pi} 为植物体内重金属元素 i 的含量, C_{si} 为土壤中重金属元素 i 的含量。

2.5.3 转移系数

转移系数^[46]是指植物富集的某种重金属元素地上部分含量与根部含量之比,用来评价植物将重金属元素从地下根部向地上部分转运富集的能力。可以反映出土壤—植物系统中重金属元素迁移的难易程度。计算公式为: $F_i = C_{oi}/C_{ui}$

式中: F_i 为植物的转移系数, C_{oi} 为植物地上部分重金属元素的含量, C_{ui} 为植物根部重金属元素的含量。

3 研究展望

尽管已经有许多专家学者对一些植物的吸收累积方面做了相关的研究,包括植物对重金属的吸收机理,重金属对植物的毒害作用,重金属在植物体内的分布情况,植物吸收累积重金属的评价指标等,这些相关研究可以为植物吸收累积重金属及矿区植被恢复等方面提供理论依据。但这种方法仍然是一种新兴的方法,还有诸多问题需要解决,首先要研究超累积植物的分布,进行植物的调查、筛选及收集,建立超累积植物的分布数据库,其次要研究植物吸收累积与土壤重金属之间的关系,在污染植物吸收、运输方式及储藏机制等方面做相关的研究,阐明上述过程中参与并发挥作用的基因、蛋白、酶等,最后要将植物修复土壤重金属污染技术化、产业化,使这项新兴的技术尽早造福于人类。最后,尽管有植物可以修复土壤重金属污染,但是我们还应该从源头来控制重金属污染,重视土壤环境管理和保护工作,防止土壤重金属污染。

参考文献:

- [1] EBBS S D, LASAT M M, BRADY D J, et al. Phytoextraction of cadmium and zinc from a contaminated site [J]. Environ Qual, 1997, 26 (6): 1424 - 1430.
- [2] 丁吉震. 水体修复技术 [J]. 洁净煤技术, 2000, 6 (4): 36 - 38.
- [3] 付丽, 徐念. 土壤重金属污染来源及其修复对策 [J]. 农业环境科学学报, 2007, 7 (1): 131 - 135.
- [4] 马耀华, 刘树应. 环境土壤学 [M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1998: 198 - 201.
- [5] 郑喜坤, 鲁安怀, 高翔. 土壤中重金属污染现状与防治方法 [J]. 土壤与环境, 2002, 11 (1): 79 - 84.
- [6] 王焕校. 污染生态学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 188 - 213.
- [7] 李波, 林玉锁, 张孝飞, 等. 沪宁高速公路两侧土壤和小麦重金属污染状况 [J]. 农村生态环境, 2005, 21 (3): 50 - 53.
- [8] 甄宏. 沈大高速公路旁粮食和水果中重金属污染特征研究 [J]. 气象与环境学报, 2008, 5 (3): 1 - 5.
- [9] 王红旗, 刘新会. 土壤环境学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2007: 29 - 33.
- [10] ROSSELI W, KELLER C, BOSCHI K. Phytoextraction capacity of trees growing on a metal contaminated soil [J]. Plant and Soil, 2003, 256 (2) 265 - 272.
- [11] SALTDE, SMITHRD, RASKINI. Phytoremediation [J]. Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol, 1998, 49 (6): 643 - 668.
- [12] BAKERA JM, BROOKS. Terrestrial higher plants which hyperaccumulate metallic elements [J]. Biorecovery, 1989 (1): 81 - 97.
- [13] SACHS J. Handbuch der Experimental Physiologie der Pflanzen [J]. Leipzig, Germany: Wilhelm Engelmann Verlag, 1865, 3 (3): 153 - 154.
- [14] BAKERA JM. Terrestrial higher plants which hyperaccumulate metallic elements review of their distribution, ecology and phytochemistry [J]. Biorecovery, 1989, 1 (5): 81 - 126.
- [15] 韦朝阳, 陈国斌. 高砷区植物的生态与化学特征 [J]. 植物生态学报, 2002, 26 (6): 695 - 700.
- [16] 杨肖娥, 龙新宪, 倪吾钟, 等. 东南景天 (*Sedumalfredii*): 一种新的锌超积累植物 [J]. 科学通报, 2002, 47 (13): 1003 - 1006.

- [17] 吴双桃, 吴晓芙, 胡白利, 等. 铝锌冶炼厂土壤污染及重金属富集植物的研究 [J]. 生态环境, 2004, 13 (2): 156 – 157.
- [18] TANG S R, WIKE B M, HUANG C Y. The uptake of copper by plants dominantly growing on copper miningspoils along the Yangtze River, the People's Republic of China [J]. Plant and Soil, 1999, 209: 225 – 232.
- [19] 刘威, 束文圣, 蓝崇钰. 宝山堇菜 (*Viola baoshanensis*) 一种新的镉超富集植物 [J]. 科学通报, 2003, 48 (19): 2046 – 2049.
- [20] 魏树和, 周启星, 王新. 超积累植物龙葵及其对镉的富集特征 [J]. 环境科学, 2005, 26 (3): 167 – 171.
- [21] 熊愈辉, 杨肖娥, 叶正钱, 等. 东南景天对镉铅的生长反应与积累特性比较 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2004, 32 (6): 101 – 106.
- [22] RASKINI, SMITHRD, SALITDE. Phytoremediation of metals: using plants to remove pollutants from the environment [J]. Current Opinion in Biotechnology, 1997, 7 (8): 221 – 226.
- [23] FLORIJN P J, VAN BEUSICHEM M L. Uptake and distribution of cadmium in maize inbred lines [J]. Plant Soil, 1993, 150 (6): 25 – 32.
- [24] KUPPER H, LOMBI E, ZHAO F J, et al. Cellular compartmentation of cadmium and zinc in relation to other elements in the hyperaccumulation [J]. Planta, 2000, 212 (1): 75 – 84.
- [25] 黄化刚, 李廷轩, 杨肖娥, 等. 植物对铅胁迫的耐性及其解毒机制研究进展 [J]. 应用生态学报, 2009, 20 (3): 696 – 703.
- [26] 徐勤松, 施国新, 周红卫. Cd, Zn 复合污染对水车前叶绿素含量和活性氢清除系统的影响 [J]. 生态学杂志, 2003, 22 (1): 5 – 8.
- [27] DE DN. Plant cell vacuoles [J]. Collingwood, Australia: Csiro Publishing, 2000, 23 (7) .
- [28] 严群, 周娜娜. 植物修复重金属污染土壤的技术进展 [J]. 有色金属科学与工程, 2012, 3 (5): 60 – 65.
- [29] 张继舟, 王宏韬, 袁磊, 等. 重金属污染土壤的植物修复技术研究 [J]. 中国农通学报, 2013, 29 (14): 134 – 139.
- [30] SEREGIN L V, IVANOV V B. Physiological aspects of cadmium and lead toxic effects on higher plants [J]. Russian Journal of plant physiology, 2001, 48 (4): 523 – 544.
- [31] 李庚飞. 不同植物对矿区土壤重金属的吸收 [J]. 东北林业大学学报, 2012, 40 (9): 63 – 66.
- [32] 杨胜香, 田启建, 梁式楚, 等. 湘西花垣矿区主要植物种类及优势植物重金属蓄积特征 [J]. 环境科学, 2012, 33 (6): 2038 – 2044.
- [33] 施翔, 陈益泰, 王树凤, 等. 废弃尾矿库 15 种植物对重金属 Pb、Zn 的累积和养分吸收 [J]. 环境科学, 2012, 33 (5): 2021 – 2027.
- [34] 徐应明. 钝化作用对大豆污染土壤铅行为影响的研究 [J]. 农业环境学报, 2003, 22 (6): 685 – 688.
- [35] 李兵. 土壤中重金属的污染和危害 [J]. 金属世界, 2005 (5): 25 – 26.
- [36] 梁芳, 郭晋平. 植物重金属毒害作用机理研究进展 [J]. 山西农业科学, 2007, 35 (11): 59 – 61.
- [37] 王忠. 植物生理学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2002: 86 – 91.
- [38] 蔡囊, 李吉跃, 李永杰. 土壤重金属污染下植物效应研究进展 [J]. 广东林业科学, 2009, 2 (7): 71 – 78.
- [39] 何翠屏, 王慧忠. 重金属镉铅对草坪植物根系代谢和叶绿素水平的影响 [J]. 湖北农业科学, 2003, 5 (2): 60 – 63.
- [40] 江行玉, 赵可夫. 植物重金属伤害及其抗性机理 [J]. 应用与环境生物学报, 2001, 7 (1): 92 – 95.
- [41] ANDREUL, COMELIA U I, AMPARO S. Cd effects on transmembrane electrical potential difference respiration and membrane permeability of rice (*Oryza sativa* L.) roots [J]. Plant and Soil, 2000, 219 (5): 21 – 28.
- [42] 葛才林, 骆剑峰, 刘冲, 等. 重金属对水稻光合作用和同化物输配的影响 [J]. 核农学报, 2005, 19 (3): 214 – 219.
- [43] 张义贤, 张丽萍. 金属对大麦幼苗膜质过氧化及脯氨酸和可溶性糖含量的影响 [J]. 农业环境科学学报, 2006, 25 (4): 857 – 865.
- [44] 唐凌凌, 教忠意, 隋德宗, 等. 林木对重金属胁迫的抗性研究进展 [J]. 江苏林业科技, 2009, 29 (5): 92 – 97.
- [45] 中国环境监测总站. 中国土壤元素背景值 [M] 北京: 中国环境科学出版社, 1990: 65 – 73.
- [46] SALT D E, BLAYLOCK M, KUMAR NPBA, et al. phytoremediation: A novel strategy for the removal of toxic metals from the environment using plants [J]. Nature Biotechnology, 1995, 13 (5): 468 – 474.

第十四届海峡两岸三地环境资源与生态保育学术研讨会 在云南昆明召开

苟俊华

中图分类号: X-2

文献标识码: E

文章编号: 1001-7852(2013)05-0110-02

第十四届海峡两岸三地环境资源与生态保育学术研讨会于2013年7月12日至14日在云南省昆明市隆重召开, 本次会议由中国环境资源与生态保育学会、中国科学院地理科学与资源研究所主办; 云南大学国际河流与生态安全研究院、云南省地理学会、云南省生态学会、中国地理学会跨境流域与区域合作研究组等单位承办, 中国水土保持学会、香港中文大学地理与资源管理学系、台湾中国文化大学地理学系、广东省生态环境与土壤研究所、江西省水土保持科学研究院等单位协办。本次会议的主题是: 资源—环境—生态安全—生态文明建设。

来自海峡两岸三地60多个单位从事地理科学、环境资源、生态保育等相关学科的研究、教学和管理专家与学者220名参加了本次研讨会, 其中来自香港、台湾的专家和学者代表45名。



会议开幕式由云南大学国际河流与生态安全研

究院院长、云南省地理学会理事长何大明教授主持, 云南大学党委书记刘绍怀教授出席大会并发表了热情洋溢的开幕词, 中国环境资源与生态保育学会理事长、中科院地理科学与资源研究所蔡强国研究员、中国环境资源与生态保育学会副理事长台湾中国文化大学理学院院长卢光辉教授、中国环境资源与生态保育学会副理事长香港中文大学地理与资源管理学系伍世良教授、中国科学院海峡科技交流中心张松林主任等海峡两岸三地专家和领导致辞。会议邀请了香港大学李焯芬院士做大会主旨报告、云南大学国际河流与生态安全研究院何大明教授、香港中文大学林健枝教授、中科院地理科学与资源研究所孙九林院士、台北教育大学蔡元芳教授、云南师范大学张虎才教授、台湾东华大学陈紫娥教授、云南大学生态学与地植物研究所欧晓昆教授、台湾中国文化大学陈守泓助理教授、广东省生态环境与土壤研究所周顺桂研究员、中科院地理科学与资源研究所刘高焕研究员等作大会报告。报告题目依次为“中国水资源与水环境”、“亚洲大陆跨境水安全问题”、“水土保持与全球变化”、“地球系统科学数据共享进展与展望”、“流域土砂运移趋势分析—以楠梓仙溪为例”、“高原湖泊环境现状与重大生态安全问题”、“应用等高线地形图评估山棕寮地滑”、“云南的多样性与环境问题”、“台湾西南部沿海地区农业土壤改善措施探究”、“城市污泥资源化与能源化利用新理论与新技术”、“澜沧江流域数据集成与共享系统研究”。



除大会报告外,还设立了4个专题会场及3个青年学术论坛会场。会议的专题包括:(1)资源合理利用与区域可持续发展,(2)流域综合开发与河流健康,(3)生态系统变化与生物多样性保护,(4)环境变化监测与评价,(5)退化环境保护、恢复和重建,(6)生态系统变化与生物多样性保护,(7)灾害发生机制、监测预警与减灾。在3个青年学术论坛会场中,邀请资深专家组成评审小组,评选出优秀研究生论文,分别设置一等奖、二等奖和三等奖,以鼓励海峡两岸三地青年学者之间的合作和交流。大会共交流学术论文133篇,其中学生专场交流

学术论文49篇,评选优秀论文25篇。

为进一步加强和增进海峡两岸三地学者和专家之间的交流,会议期间安排了石林国家级地质公园的相关考察与交流活动。并于7月13日晚,举行了海峡两岸三地学生联谊活动,在欢歌笑语中来自海峡两岸三地的青年学者增进了对彼此的了解。

在会议闭幕式上,出席会议的专家为青年学生优秀论文颁奖,参加会议者对学会今后的工作提出了中肯意见与建议。经与会代表协商讨论,初步确定第十五届海峡两岸三地环境资源与生态保育学术研讨会2014年在湖南张家界召开。

自2000年首届两岸三地水土资源保育与生态环境建设学术研讨会在香港中文大学召开以来,两岸三地的学者们先后在中华大地的北京、台北、香港、乌鲁木齐、花莲、林芝、广州、武汉、根河、临沂和昆明等举办了十四届学术研讨会,借助这一学术交流平台,让两岸三地的学者有机会进行更加广泛的交流和密切的学习,在增进彼此间了解与认识的基础上,也提高了两岸三地水土资源保育、生态环境建设与防灾减灾方面的学术水平,更竭力地培养大量年轻学者和科技工作者。

~~~~~  
(上接第109页)

## RESEARCH ON SOIL HEAVY METAL POLLUTION AND THE EFFECT OF PLANTS ABSORB AND ACCUMULATE PROGRESS

HOU Rui<sup>1,2</sup>, LI Kun<sup>2</sup>, LIU Fang-yan<sup>2</sup>

(1. Southwest Forestry University, Kunming 650024;

2. Reaserch Institute of Insects Resources, CAF, Kunming 650024)

**Abstract:** With the rapid development of world economy, a large number of industrial and mining enterprises arise, these enterprises produced a large number of containing heavy metal material after a certain processing or untreated by direct emissions into the environment, these material would cause serious pollution to soil directly or indirectly. Plants had certain absorption capacity of heavy metals, but when beyond a certain tolerance value, it would be toxic to plants. Today, we initiate Low-carbon and green, Phytoremediation has low cost, effects are better and will not cause secondary pollution to soil characteristics and advantages, these are other methods don't have. But this method is still a newly emerging technology to repair, there are still many problems need to be solved.

**Key words:** heavy metal pollution, absorb and accumulate, phytoremediation