

会议报道



群英荟萃



校长致词



开场报告



会间交流



颁发证书



学者云集

ISSN 1001-7852



刊号: ISSN 1001-7852
CN53-1079/P

公开发行
国内定价: 15.00 元

云南地理环境研究

第二十五卷 第二期

二〇一三年四月

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

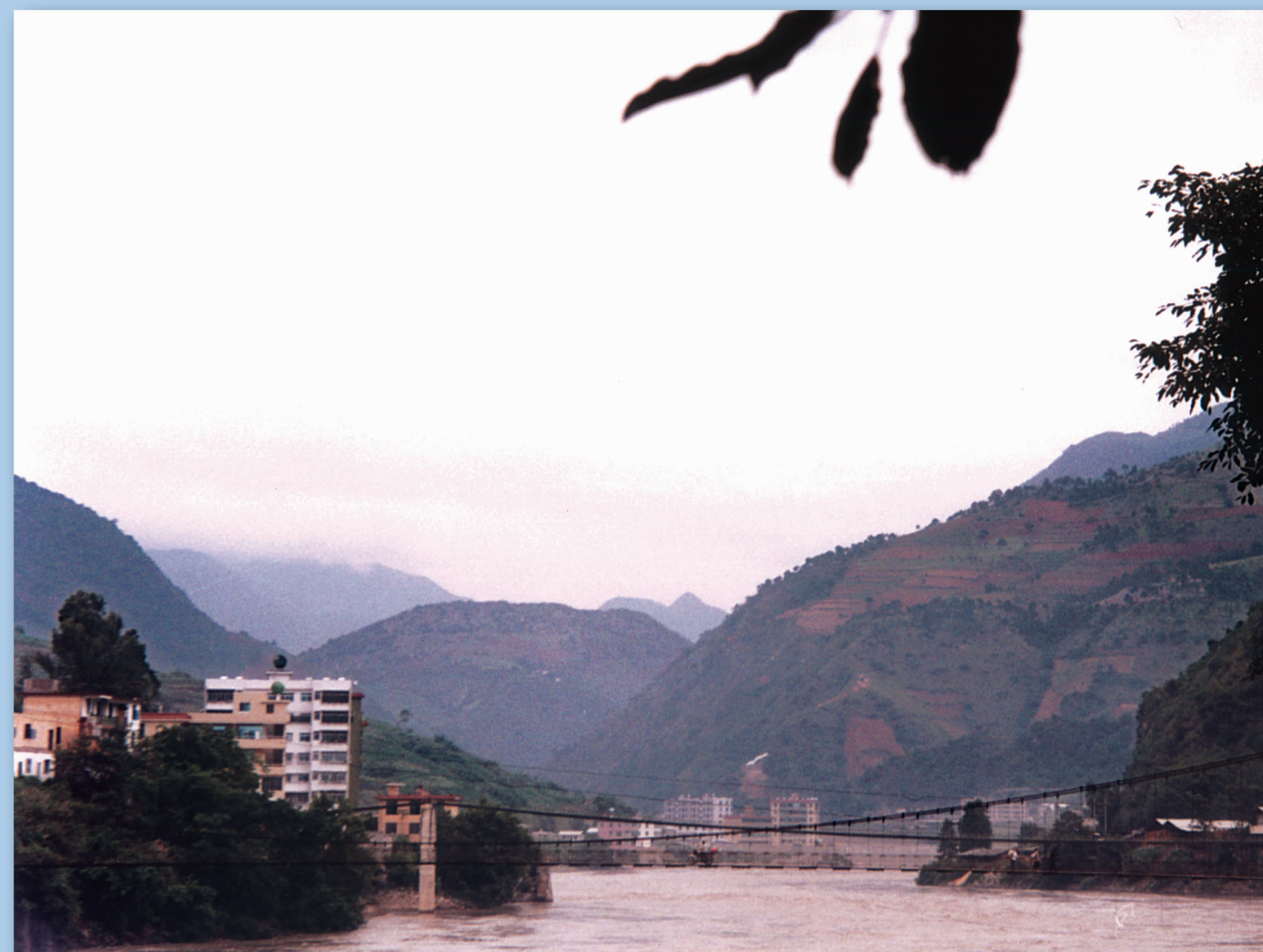
云南 地理环境研究

第 25 卷

第 2 期

Vol.25 No.2

2013 年 4 月



怒江环境

云南大学 主办

YUNNAN GEOGRAPHIC ENVIRONMENT RESEARCH

本刊声明

《云南地理环境研究》为学术类科技期刊，国内外公开发刊。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 2 期 2013 年 4 月出版
国内统一刊号 CN53-1079/P

YUNNAN GEOGRAPHIC
ENVIRONMENT RESEARCH
(Bimonthly Started in 1989)
Vol.25 No.2 Apr., 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)
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)

图版 I Plate I

王 帆等:基于 eCognition 的面向对象的土地覆被分类研究——以云南大学呈贡校区为例



图 2 不同分割尺度对比图
Fig.2 Different scale image segmentation comparison chart

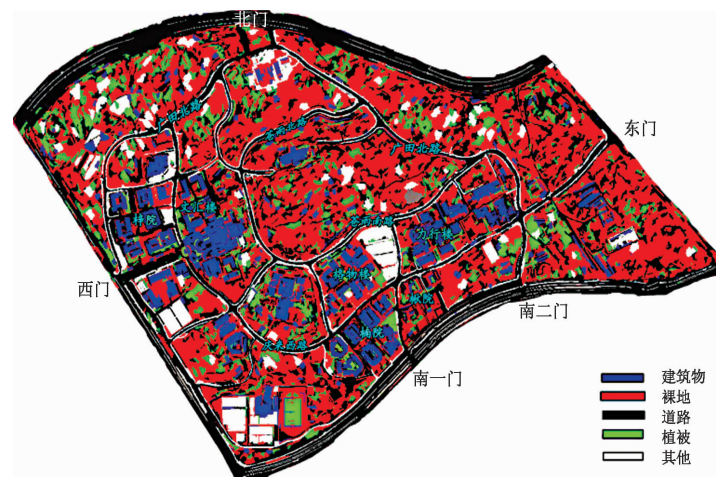


图 3 分类结果图
Fig.3 Classification map

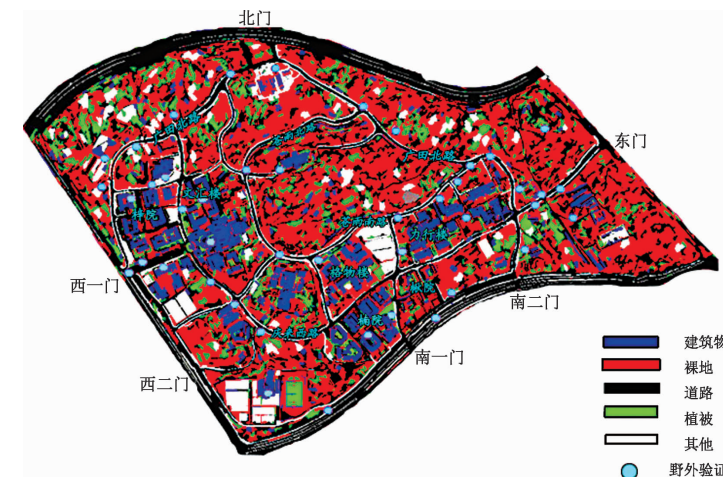


图 4 土地覆被室内分类成果野外验证抽样分布
Fig.4 Land cover indoor classification results
of verification sampling distribution map

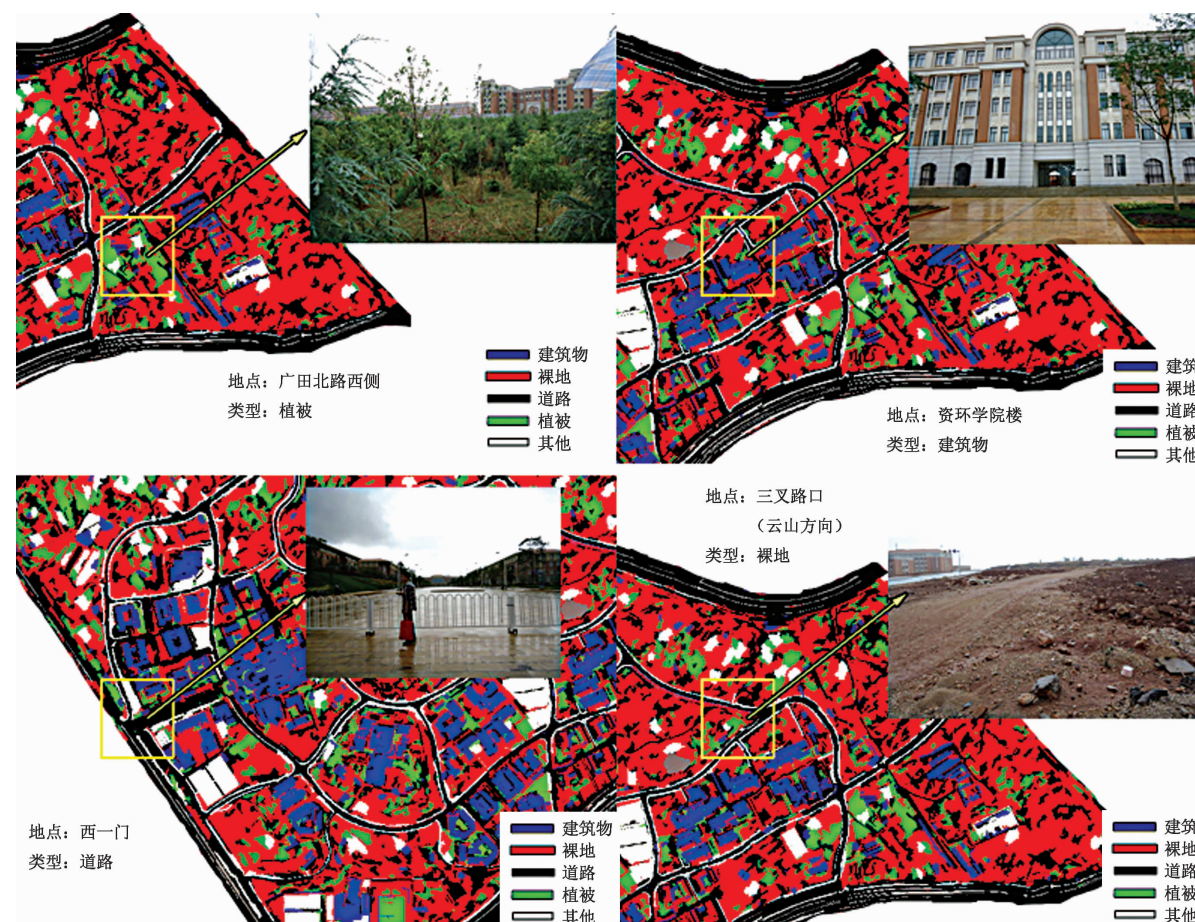


图 5 土地覆被室内分类成果野外验证抽样分布图
Fig.5 Land cover indoor classification results of verification sampling distribution map

云南地理环境研究

第 25 卷 第 2 期 2013 年 4 月

目 次

国内旅游产业结构与竞争力比较分析

——以山东省和浙江省为例 张广海, 秦素贞 (1)

基于 IPA 分析法的历史文化街区游客满意度测评研究

——以扬州东关街为例 王亚辉, 明庆忠, 吴小伟 (9)

太湖跨界旅游区与区域系统的耦合协调测度与互动分析 张 凯, 杨效忠, 张文静 (15)

青海旅游景点(区)的时间可达性分析 陈 敏, 张海峰 (23)

中国家庭旅馆研究进展及展望 苏雅婷, 马元柱 (28)

资源诅咒视角下的澳门社会经济发展探析 李 辉, 阚兴龙 (35)

山西省区域中心城市势力圈与行政区域的叠合分析 万 炜, 贾文毓, 张爱国 (40)

国内外行政区划调整研究综述 刘 高 (47)

房地产建设项目环评前期工作探索研究 宫 玺, 赵锦慧, 李 静 (52)

城市不透水面高光谱遥感监测研究进展 樊风雷 (57)

中国陆栖哺乳动物特有种及其空间分布格局 张 瑞, 黄 贝, 周汝良 (65)

基于决策树的帽天山小流域磷矿开采区植被遥感判读研究 赵敏慧, 杨中宝 (71)

基于 eCognition 的面向对象的土地覆被分类研究

——以云南大学呈贡校区为例 王 頔, 赵志芳, 王瑞雪 (76)

基于 GM(1,1) 的植物群落抗踩踏能力分析

——以香格里拉高寒草甸为例 张 勇, 易 琦, 丁 佼, 等 (80)

中国土壤中主要放射性核素空间分布特征 汪凤敏, 花 明, 李小燕 (85)

云龙天池自然保护区垂直气候带划分 苏 骅, 王 平 (90)

曲靖市降水量和低云量的时空变化特征研究 李矜霄, 何 萍, 保 桃, 等 (95)

地面辐合线锋生激发黔西南州冰雹天气的个例分析 崔 庭, 杜晓玲, 孙旭东 (101)

云南省秋季降水时空分布规律 谢志昂, 朱欢欢, 林茂军, 等 (106)

照片: 怒江环境 徐 旌 (封面)

照片: 会议报道 徐 旌 (封底)

YUNNAN GEOGRAPHIC ENVIRONMENT RESEARCH

Vol. 25 No. 2 Apr. 2013

CONTENTS

- The Comparative Analysis of Industrial Structure and Competitiveness of the Domestic Tourism
——An Example of Comparison the Shandong and Zhejiang Provinces ... *ZHANG Guang - hai, QIN Su - zhen* (14)
- A Study on Customers Satisfaction of Historic Cultural Street Based on the IPA Theory
——A Case of Dongguanjie in Yangzhou *WANG Ya - hui, MING Qing - zhong, WU Xiao - wei* (14)
- Coupling and Coordination Measurement and Interactive Analysis of Cross - Border Tourism Region and Regional System in Taihu Lake Tourism Area *ZHANG Kai, YANG Xiao - zhong, ZHANG Wen - jing* (22)
- Analysis of Accessibility Time of Tourist Attractions in Qinghai Province
..... *CHEN Min, ZHANG Hai - feng* (27)
- Bed and Breakfast Research Progress and Prospect in China *SU Ya - ting, MA Yuan - zhu* (46)
- The Analysis of Macao's Social and Economic Development Based on the "Resource Curse" Perspective
..... *LI Hui, KAN Xing - long* (39)
- The Overlay Analysis of Regional Center Cities Hinterland and Administrative Region in Shanxi Province
..... *WAN Wei, JIA Wen - yu, ZHANG Ai - guo* (46)
- Review on Adjustment of Administrative Division in Domestic and Foreign *LIU Gao* (89)
- The Exploration Research in the Beginning Work of Real Estate Constructions Projects' Environmental Impact Assessment *GONG Xi, ZHAO Jin - hui, LI Jing* (56)
- The Recent Progress of Urban Imperious Surface Study Based on Hyper - Spectral Remote Sensing Data
..... *FAN Feng - lei* (64)
- Endemic Terrestrial Mammal Species to China and Their Spatial Distribution Patterns
..... *ZHANG Rui, HUANG Bei, ZHOU Ru - liang* (70)
- Study on Remote Sensing Interpretation of the Phosphorite Mined Region Vegetable in Maotianshan Mountain Watershed Based on Decision Tree *ZHAO Min - hui, YANG Zhong - bao* (75)
- Research of Land Cover Classification Based on Ecognition Using Object - Oriented Method
——A Case Study in Chenggong Campus of Yunnan University
..... *WANG Di, ZHAO Zhi - fang, WANG Rue - xue* (79)
- Analysis on Plant Community Resistance to Trampling by Gray Model GM(1,1)
——A Case Study of Alpine Meadow in Shangri - La, Yunnan Province, China
..... *ZHANG Yong, YI Qi, DING Jiao, et al* (84)
- The Characteristics of Special Distribution of the Major Radionuclides in Soils of China
..... *WANG Feng - min, HUA Ming, LI Xiao - yan* (89)
- Climate Vertical Zoning of Tianchi Natural Reserve *SU Hua, WANG Ping* (94)
- Analysis Characteristics of Temporal and Spatial Variation of Precipitation and Low Cloud Cover in Qujing City
..... *LI Jin - xiao, HE Ping, BAO Tao, et al* (100)
- The Analysis on Hail Weather Excited by Ground Convergence Line Frontogenesis in Southwest of Guizhou Province *CUI Ting, DU Xiao - ling, SUN Xu - dong* (105)
- The Temporal - Spatial Distribution of Autumn Precipitation Over Yunnan Province
..... *XIE Zhi - ang, ZHU Huan - huan, LIN Mao - jun, et al* (110)

国内旅游产业结构与竞争力比较分析 ——以山东省和浙江省为例

张广海, 秦素贞

(中国海洋大学 管理学院旅游系, 山东 青岛 266100)

摘要: 运用动态偏离-份额分析方法, 以浙江省国内旅游为参考系, 定量分析山东省和浙江省国内旅游产业结构与竞争力。结果表明: 山东省需求弹性较小的长途交通、住宿、餐饮、景区部门的发展速度快于浙江省, 竞争力优势优于浙江省, 但其结构相对浙江省来说不够合理; 山东省需求弹性较大的购物部门发展速度、结构合理程度、竞争力优势都明显优于浙江省, 而其它需求弹性较大的娱乐、邮电通讯部门的结构相对浙江省不够合理, 竞争力优势略微优于浙江省。总体来看, 在考察期内山东省国内旅游产业竞争力优势优于浙江省, 产业结构相对于浙江省不够合理。解释了山东省国内旅游人数一直高于浙江省, 但其国内旅游收入却一直低于浙江省这一奇怪现象。

关键词: 动态偏离-份额; 国内旅游; 产业结构; 竞争力

中图分类号: F59 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7852(2013)02-0001-08

0 引言

《国务院关于加快发展旅游业的意见》(国发[2009]41号)提出“把旅游业培育成为国民经济的战略性支柱产业和人民群众更加满意的现代服务业”, 为了更好的落实国务院41号文件, 国家旅游局组织编制了中国旅游业发展“十二五”规划, “十二五”规划明确提出要转变旅游业发展方式, 优化旅游产业结构。旅游产业结构优化升级已成为各省的重点工作, 也是专家研究的热点问题。

国内关于旅游产业结构的研究多以国际旅游为对象, 研究方法主要有静态偏离-份额分析法、灰色关联度分析法、集中度分析法等^[1-5]。张春晖等运用动态偏离-份额分析方法分析了陕西入境旅游的产业结构^[6], 但从现有文献来看, 动态偏离-份

额分析方法在旅游产业结构研究中应用较少。由于数据的不可获得性, 动态偏离-份额分析方法很少被用于国内旅游产业结构的研究当中。本文将运用动态偏离-份额分析法比较山东省和浙江省的国内旅游产业结构。若按常规的动态-偏离份额方法思路, 本文将先以全国国内旅游为参考系, 分别计算出山东省和浙江省的国内旅游产业结构构成, 然后进行比较, 由于数据的不可获得性, 无法进行研究。因此笔者大胆尝试直接以浙江省国内旅游为参考系, 来比较两省的国内旅游产业结构。

1 山东省和浙江省旅游发展状况比较分析

在2011年全国各省旅游总收入排行榜中, 浙江省以3900亿元排名第三, 山东省以3700亿元

收稿日期: 2013-02-26; 修订日期: 2013-04-03.

基金项目: 山东省社会科学规划研究基地一般项目: 山东省旅游企业竞争力研究(08JDC031).

作者简介: 张广海(1963-), 男, 山东省临沂人, 教授, 博士后, 博士生导师, 研究方向为旅游开发规划与管理、区域经济.

尾随其后,排名第四,但浙江省接待游客总人数为 3.36 亿人次,而山东省却高达 4.15 亿人次。如图 1、图 2 所示,2004~2007 年山东省国内旅游收入与浙江省的差距相对较大,浙江省国内旅游收入一直领先于山东省,但山东省国内旅游人数与浙江省的差距相对较小,山东省国内旅游人数一直多于浙江省;2007~2010 年,山东省国内旅游收入一直追赶着浙江省,两者之间的差距越来越小,但山东省国内旅游人数与浙江省的差距却越来越大;在 2004~2010 年,山东省国内旅游发展与浙江省相比,一直存在一个奇怪的现象,即山东省国内旅游人数一直高于浙江省,但其国内旅游收入却一直低于浙江省,这种现象在 2007 年以后更加明显。本文设想是由于山东省国内旅游产业结构不够合理造成的,基于此假设,选择浙江省作为参考系,比较山东省与浙江省的国内旅游产业结构。

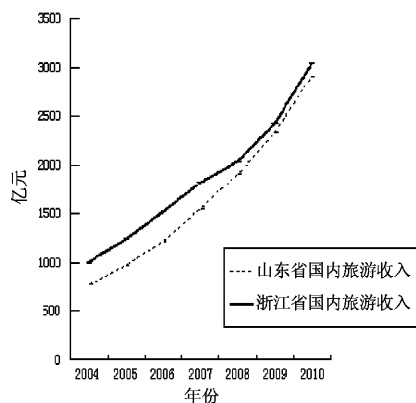


图 1 2004~2010 年山东省和浙江省国内旅游收入变化趋势图

Fig. 1 The trend graph of revenue of domestic tourism in

Shandong and Zhejiang Provinces from 2004 - 2010

数据来源:根据山东和浙江 2005~2011 年旅游统计年鉴数据绘制而成。

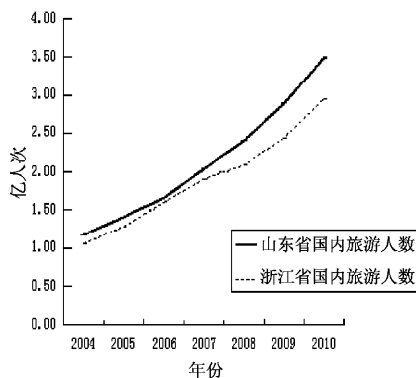


图 2 2004~2010 年山东省和浙江省国内旅游人数变化趋势图

Fig. 2 The trend graph of number of domestic tourism in

Shandong and Zhejiang Provinces from 2004 - 2010

数据来源:根据山东和浙江 2005~2011 年旅游统计年鉴数据绘制而成。

2 研究方法和数据来源

2.1 动态偏离份额法

动态偏离份额法是在静态偏离份额法的基础上推导出来的,是对静态偏离份额法的改进。静态偏离份额法^[7]是美国经济学家 Daniel Creamer 在 1942 年提出的,它无法揭示考察期内每个时间分段里各种因素的具体变化对总体的影响,以及时间维度的变化趋势,而动态偏离份额法克服了这一缺点。

其模型假设^[8]为:假定某大区域含 m 个下属区域,各个下属区域 i ($i = 1, 2, \dots, m$) 按照某种分类依据可分为 n 种产业部门,设区域在经历了时间 $[0, t]$ 之后,经济总量和结构均发生变化,则可将经济规模在 t 年内的总增量分解成 t 个分量,以上标“ p ”表示第 p 年相对于 $p-1$ 年的增量,则可以将考察期的区域经济增量分解成如下形式:

$$G_{ij} = N_{ij} + P_{ij} + D_{ij} = \sum_{p=1}^t N_{ij}^p + \sum_{p=1}^t P_{ij}^p + \sum_{p=1}^t D_{ij}^p \quad (1)$$

式中: G_{ij} 、 N_{ij} 、 P_{ij} 、 D_{ij} 分别表示区域总增量、份额分量、结构偏离分量和竞争偏离分量。

假设下属区域 i 的基年和 p ($p = 1, 2, \dots, t$) 年经济总规模为 b_{i0} 和 b_{ip} , 以 $b_{i,j0}$ 和 $b_{i,jp}$ 分别表示区域 i 第 j 个产业部门在基年与 p 年的规模,并以 B_0 和 B_p 表示下属区域所在大区域在相应时期基年与 p 年的经济总规模,以 B_{j0} 和 B_{jp} 表示大区域基年与 p 年第 j 个产业部门的规模,则有:

$$G_{ij}^p = N_{ij}^p + P_{ij}^p + D_{ij}^p \quad (2)$$

$$N_{ij}^p = b_{i,j0} \times [(B_p - B_{p-1})/B_0] \quad (3)$$

$$P_{ij}^p = b_{i,j0} \times [(B_{jp} - B_{jp-1})/B_{j0} - (B_p - B_{p-1})/B_0] \quad (4)$$

$$D_{ij}^p = b_{i,j0} \times [(b_{ijp} - b_{ijp-1})/b_{ij0} - (B_{jp} - B_{jp-1})/B_{j0}] \quad (5)$$

$$(PD)_{ij}^p = P_{ij}^p + D_{ij}^p \quad (6)$$

式中: G_{ij}^p 、 N_{ij}^p 、 P_{ij}^p 、 D_{ij}^p 、 $(PD)_{ij}^p$ 分别表示区域第 p 年相对于第 $p-1$ 年的增量、份额分量、结构偏离分量和竞争偏离分量、总偏离分量。

在计算区域相对增长率、效果指数和竞争力指数时,可以有两种方法^[9]:一种是定基模式方法,即在研究区域时,各年均与基期年份相比较;另外一种为环比模式方法,分析时,各变量取上一年作为变量对比和参照的基期。采用定基模式方法可以

观测相关指数在考察期内的总趋势，而环比模式方法无这一优点，故在本文中采用定基模式计算相对增长率、效果指数和竞争力指数。

定基模式下的相对增长率 L_{i0} 及其分解得到的效果指数 W_{i0} 和竞争力效果指数 U_{i0} 为：

$$L_{i0} = (b_{ip}/b_{i0}) / (B_p/B_0) = W_{ip} \times U_{ip} \quad (7)$$

引入 $K_{i0} = b_{i0}/B_0$, $K_{ip} = b_{ip}/B_p$, 分别表示在基年和 p 年产业部门 j 对区域 i 的产业贡献度占同期大区域相应产业贡献的比重，于是有：

$$W_{ip} = \left\{ \left[\sum_{j=1}^n (K_{i0} B_{jp}) \right] / \left[\sum_{j=1}^n (K_{ip} B_{jp}) \right] \right\} / \left[\sum_{j=1}^n B_{jp} / \sum_{j=1}^n B_{j0} \right] \quad (8)$$

$$U_{ip} = \left[\sum_{j=1}^n (K_{ip} B_{jp}) \right] / \left[\sum_{j=1}^n (K_{i0} B_{jp}) \right] \quad (9)$$

在本文中， b_i 代表山东省旅游产业， B 代表浙江省旅游产业， j 代表长途交通、住宿、餐饮、景区、娱乐、购物、市内交通、邮电通讯、其他部门。

2.2 数据来源

结合山东旅游统计便览和浙江旅游统计便览的统计方法，将国内旅游产业的构成分为长途交通、住宿、餐饮、景区、娱乐、购物、市内交通、邮电通讯和其他九大类，其中长途交通、住宿、餐饮、景区、娱乐和购物是国内旅游产业的重要组成部分。数据资料均来自山东旅游统计便览（2005~2011）（表1）和浙江旅游统计便览（2005~2011）（表2）。

表1 2004~2010年山东省国内旅游收入构成

Tab. 1 The constitution of domestic tourism revenue in Shandong Province from 2004 - 2010

%

年份	长途交通	住宿	餐饮	景区	娱乐	购物	市内交通	邮电通讯	其他
2004	16.17	23.50	17.53	10.68	5.07	17.41	2.20	0.89	6.55
2005	17.13	21.97	18.28	10.61	5.30	18.48	1.89	0.70	5.64
2006	16.59	21.68	18.33	10.79	5.81	18.76	1.96	0.66	5.42
2007	17.60	21.44	18.45	10.91	5.78	18.96	1.96	0.59	4.31
2008	17.35	21.25	18.33	10.73	5.27	19.45	2.07	0.82	4.73
2009	17.78	20.93	18.31	10.70	4.91	20.65	1.97	0.73	4.02
2010	15.40	20.57	17.36	9.48	2.17	21.4	1.94	0.53	11.15

表2 2004~2010年浙江省国内旅游收入构成

Tab. 2 The constitution of domestic tourism revenue in Zhejiang province from 2004 - 2010

%

年份	长途交通	住宿	餐饮	景区	娱乐	购物	市内交通	邮电通讯	其他
2004	15.80	21.30	19.80	9.10	8.20	21.1	2.40	1.60	0.70
2005	15.60	20.80	20.30	9.30	6.70	21.5	2.20	1.20	2.40
2006	14.50	20.80	18.60	7.30	4.00	23.8	2.50	1.10	7.40
2007	16.80	19.60	17.30	6.90	4.50	24.1	2.20	1.00	7.60
2008	15.90	18.30	18.40	7.40	5.30	26.5	1.80	1.20	5.20
2009	10.90	21.00	20.00	7.00	4.70	28	1.60	1.20	5.60
2010	14.90	18.80	19.40	8.20	4.10	23	1.70	0.90	9.00

3 山东省和浙江省国内旅游收入构成比较分析

从表1和表2可知，2004~2010年山东省和浙江省国内旅游收入构成中，长途交通、娱乐所占比例在2004~2010年尽管有小的波动，但总的来说

都表现出下降趋势，且山东省的长途交通所占比例一直大于浙江省，而其娱乐所占比例一直小于浙江省；山东省的住宿所占比例在2004~2010年一直呈现出下降趋势，浙江省住宿所占比例在2004~2010年波动较大，但总体上也呈现下降趋势，只在2009年山东省住宿所占比例低于浙江省，其他年份均高于浙江省；2004~2010年，山东省的餐饮、景

区所占比例基本保持稳定,而浙江省餐饮、景区所占比例波动较大,但总体来看,山东省餐饮所占比例小于浙江省,景区所占比例大于浙江省;2004~2010年,山东省和浙江省的购物所占比例总体上都呈现出上升趋势,山东省购物所占比例上升速度慢于浙江省,且其购物所占比例一直小于浙江省。总的来说,在2004~2010年,山东省国内旅游收入中需求弹性较小的长途交通、住宿、景区等部门所占比例大于浙江省,而需求弹性较大的娱乐、购物等部门所占比例小于浙江省。

4 山东省和浙江省国内旅游产业结构与竞争力比较分析

以浙江省国内旅游产业为参照系,选取2004~2010年为考察区间,其中,2000年为基年,2010年为目标年,以国内旅游收入为研究指标,按照上述方法,分析山东省国内旅游产业及其长途交通、住宿、餐饮、景区、娱乐、购物、市内交通、邮电通讯和其他9个部门在此区间内的份额、结构偏

离、竞争力偏离和总偏离状态;以2004年为基期,2005、2006、2007、2008、2009、2010年变量取值为考察期,分析定基模式下山东省国内旅游产业对于浙江省的相对增长率、结构效果指数和竞争力效果指数状况,处理结果见表3、4,图3。

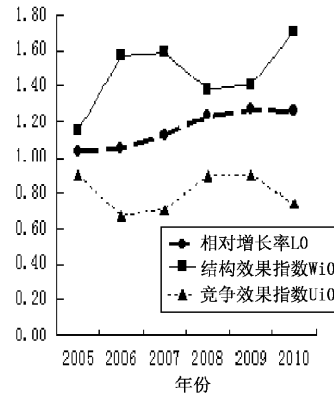


图3 定基模式下的山东省国内旅游产业相对增长率、结构效果指数和竞争效果指数变化趋势图

Fig. 3 The trend graph of relative growth rate, structure effect index, competition effect index of domestic tourism industry in Shandong Province (based on fixed base mode)

表3 以浙江省为参考系的山东省国内旅游产业结构动态偏离-份额分析表

Tab. 3 The DSSM table of domestic tourism industry structure of Shandong Province (Zhejiang Province as the reference system)

年份	G_i^p	N_i^p	P_i^p	D_i^p	$(PD)_i^p$
2004~2005	206.95	172.26	139.34	-104.65	34.69
2005~2006	240.20	212.21	518.29	-490.31	27.99
2006~2007	336.00	227.76	150.80	-42.55	108.24
2007~2008	357.70	166.80	-227.58	418.48	190.90
2008~2009	423.20	290.76	168.64	-36.20	132.44
2009~2010	584.10	471.58	880.13	-767.61	112.52
总计	2 148.15	1 541.37	1 629.62	-1 022.83	606.78

4.1 总体产业结构与竞争力比较分析

4.1.1 总体产业结构与竞争力的静态偏离-份额分析

由表3可知,2004~2010年山东省国内旅游产业增长总量高于按浙江省增长速度计算的份额分量,这说明在考察期内,山东省国内旅游产业发展速度高于浙江省;结构偏离分量为正值,说明山东省国内旅游产业结构优于浙江省,且优势较为明显,竞争力偏离分量为负值,说明山东省国内旅游产业相对于浙江省缺乏竞争力;总偏离分量为正值,说明山东省国内旅游产业增长优势高于浙江

省。可见,山东省国内旅游产业竞争力的强弱可能是导致山东省、浙江省之间这种怪现象的主要原因。

4.1.2 总体产业结构与竞争力的动态偏离-份额分析

从年度区间分析山东省国内旅游产业相对于浙江省呈现出阶段性的发展态势(表3):2004~2010年,山东省国内旅游产业增量呈现递增趋势,2007年之后增长速度放缓,说明山东省国内旅游产业在2004~2010年一直处于增长趋势;2004~2007年,山东省国内旅游产业的份额分量处于缓慢

表4 以浙江省为参考系的山东省国内旅游各部门动态偏离-份额分析表

Tab. 4 The DSSM table of domestic tourism departments of Shandong Province (Zhejiang Province as the reference system)

部门	指标	年份					
		2004 ~ 2005	2005 ~ 2006	2006 ~ 2007	2007 ~ 2008	2008 ~ 2009	2009 ~ 2010
长途交通	G_{ij}^p	42.82	34.59	71.41	58.18	83.45	34.46
	N_{ij}^p	27.85	34.31	36.83	26.97	47.02	76.26
	P_{ij}^p	-1.92	-13.40	29.45	-12.54	-93.73	70.87
	D_{ij}^p	16.89	13.68	5.13	43.75	130.16	-112.67
	$(PD)_{ij}^p$	14.97	0.27	34.58	31.21	36.44	-41.80
住宿	G_{ij}^p	33.72	49.25	69.12	73.06	82.47	111.76
	N_{ij}^p	40.48	49.87	53.52	39.20	68.33	110.82
	P_{ij}^p	-5.18	-1.17	-19.53	-25.31	45.11	-57.61
	D_{ij}^p	-1.57	0.55	35.13	59.18	-30.97	58.54
	$(PD)_{ij}^p$	-6.76	-0.62	15.60	33.87	14.14	0.93
餐饮	G_{ij}^p	43.59	44.52	63.45	63.71	77.11	79.25
	N_{ij}^p	30.20	37.20	39.93	29.24	50.97	82.67
	P_{ij}^p	4.16	-16.40	-18.30	11.37	22.42	-11.43
	D_{ij}^p	9.23	23.72	41.83	23.09	3.71	8.01
	$(PD)_{ij}^p$	13.39	7.32	23.52	34.47	26.14	-3.42
景区	G_{ij}^p	21.42	27.67	38.12	35.59	44.71	26.93
	N_{ij}^p	18.40	22.66	24.32	17.81	31.05	50.37
	P_{ij}^p	2.21	-26.55	-11.29	4.77	-14.43	20.90
	D_{ij}^p	0.82	31.55	25.08	13.01	28.08	-44.34
	$(PD)_{ij}^p$	3.02	5.01	13.79	17.78	13.66	-23.44
娱乐	G_{ij}^p	12.73	18.93	19.06	10.94	13.91	-51.21
	N_{ij}^p	8.73	10.76	11.55	8.46	14.74	23.91
	P_{ij}^p	-8.72	-21.20	-1.65	3.83	-12.03	-18.77
	D_{ij}^p	12.72	29.37	9.16	-1.35	11.20	-56.35
	$(PD)_{ij}^p$	4.00	8.17	7.51	2.49	-0.83	-75.12
购物	G_{ij}^p	46.46	47.79	66.14	77.17	110.29	142.49
	N_{ij}^p	29.99	36.95	39.65	29.04	50.62	82.10
	P_{ij}^p	3.10	22.57	8.49	34.76	35.70	-68.41
	D_{ij}^p	13.37	-11.72	17.99	13.37	23.97	128.79
	$(PD)_{ij}^p$	16.47	10.84	26.48	48.13	59.67	60.38
市内交通	G_{ij}^p	1.53	5.39	6.59	9.11	6.43	10.63
	N_{ij}^p	3.79	4.67	5.01	3.67	6.40	10.37
	P_{ij}^p	-1.72	2.78	-3.59	-5.98	-4.97	-1.34
	D_{ij}^p	-0.53	-2.06	5.16	11.42	5.00	1.60
	$(PD)_{ij}^p$	-2.26	0.72	1.57	5.44	0.03	0.26
邮电通讯	G_{ij}^p	-0.01	1.20	1.13	6.50	1.37	-1.57
	N_{ij}^p	1.53	1.89	2.03	1.48	2.59	4.20
	P_{ij}^p	-2.09	-1.11	-1.40	1.16	-0.65	-4.90
	D_{ij}^p	0.55	0.42	0.51	3.85	-0.57	-0.86
	$(PD)_{ij}^p$	-1.54	-0.69	-0.89	5.02	-1.22	-5.76
其他	G_{ij}^p	4.69	10.87	1.00	23.43	3.46	231.38
	N_{ij}^p	11.28	13.90	14.92	10.93	19.04	30.89
	P_{ij}^p	149.51	572.78	168.61	-239.65	191.20	950.82
	D_{ij}^p	-156.11	-575.81	-182.53	252.15	-206.79	-750.33
	$(PD)_{ij}^p$	-6.60	-3.03	-13.92	12.51	-15.58	200.49

的增长状态,在 2007~2008 年出现转折性的下降,2008~2010 年又恢复增长态势,且增长速度较快,其在 2004~2010 年均小于总增量,说明山东省国内旅游产业增长速度一直高于浙江省;在 2004~2010 年,山东省国内旅游产业的结构偏离分量出现较大波动,并在 2007~2008 年出现负值,说明在 2007~2008 年这个时段内浙江省国内旅游产业结构优于山东省,2008~2010 年,山东省国内旅游产业的结构偏离分量出现快速上升趋势;2004~2010 年,山东省国内旅游产业的竞争力偏离分量波动较大,除 2007~2008 年出现正值外,其余时期内均是负值,且在 2009~2010 年出现急剧下降趋势,说明山东省国内旅游产业相对浙江省极度缺乏竞争力;2004~2010 年,山东省国内旅游产业的总增长优势略高于浙江省,总体上处于缓慢增长趋势。

由图 3 可以观测定基模式下山东省国内旅游产业的相对增长率、结构效果指数、竞争效果指数在考察期内的总趋势。2004~2007 年,山东省国内旅游产业的结构效果指数由快速上升转为平稳上升,2008 年出现急剧下降,随后又出现上升趋势,2004~2010 年山东省国内旅游产业结构效果指数一直处于大于 1 的状态,说明其产业结构一直优于浙江省;竞争效果指数在 2004~2010 年,出现先下降后上升再下降的趋势,但其一直处于小于 1 的状态,说明山东省国内旅游产业竞争力一直低于浙江省;在 2004~2010 年,山东省国内旅游产业的相对增长率处于先快速上升后稳定上升的趋势,一直处于大于 1 的状态,说明山东省国内旅游产业的增长速度快于浙江省。

4.2 部门产业结构与竞争力的动态偏离 - 份额分析

4.2.1 长途交通部门偏离状况

由表 4 可知,份额分量在 2004~2010 年总体上呈增长趋势,且只在 2009~2010 年大于其增量,总的来说山东省国内旅游长途交通部门发展速度快于浙江省;结构偏离分量在 2006~2007 年、2008~2009 年、2009~2010 年有较大波动,对结构偏离分量总量影响较大,表明其结构不够稳定、合理,相对于浙江省来说有竞争优势、发展迅速的项目比重较小;竞争偏离分量除 2008~2009 年为较大正值(130.16)、2009~2010 年为较大负值(-112.67)外,其余均为较小正值,表明长途交通部门整体上具有较小的竞争力优势;总偏离分量只在 2009~2010 年出现负值,其余均为较小正值,说明

其增长优势略高于浙江省。

4.2.2 住宿部门偏离状况

由表 4,份额分量总体上呈现上升趋势,且只在 2004~2005 年、2005~2006 年大于其增量,说明山东省国内旅游住宿部门的发展速度明显快于浙江省;结构偏离分量除在 2008~2009 年出现正值(45.11)对结构偏离分量总量影响较大外,其他均为负值,说明其结构不如浙江省合理,结构效益不佳;竞争力偏离分量在 2004~2008 年呈现持续上升趋势,但在 2008~2009 年突然下降至 -30.97,对竞争力偏离分量总量影响较大,总的来说其竞争力优于浙江省;总偏离分量在 2004~2008 年出现上升趋势,2008 年之后突然下降至 0.93,说明其增长优势略微优于浙江省,有下降趋势。

4.2.3 餐饮部门偏离状况

由表 4,餐饮部门偏离分量总体上处于上升趋势,且小于其增量,说明其发展速度一直快于浙江省;结构偏离分量在 2005~2007 年、2009~2010 年为负值,说明在这段时间内其结构相对于浙江省不够合理,其余均为正值,且在 2008~2009 年取到最大正值(22.42),对结构偏离分量的总量影响较大,总体来说,餐饮部门的结构效果不佳;竞争力偏离分量在 2004~2010 年出现先上升后下降再上升的趋势,且全为正值,说明其竞争力优势优于浙江省;总偏离分量在 2005~2007 年出现上升趋势,2008~2010 年呈现下降趋势,且在 2009~2010 年下降至负值,说明其发展水平有低于浙江省的趋势,但总的来看,前者的发展水平高于后者。

4.2.4 景区部门偏离状况

由表 4,景区部门份额分量在 2004~2010 年呈现上升趋势,且只在 2009~2010 年大于其增量,说明其发展速度快于浙江省;结构偏离分量在 2004~2010 年波动较大,在 2005~2007 年、2008~2009 年出现负值,2009~2010 年出现最大值(20.90),对结构偏离分量总量影响较大,总的来说其结构没有浙江省合理;竞争力偏离分量在 2004~2010 年变化波动也很大,在 2009~2010 年出现负值(-44.34),对结构偏离分量总量影响较大,总体上来看其竞争力略微优于浙江省,但出现下降趋势;在 2004~2009 年,山东省国内旅游景区部门的增长优势高于浙江省,但在 2009~2010 年其发展水平急剧下降。

4.2.5 娱乐部门偏离状况

由表 4,份额分量在 2004~2010 年基本保持上

升趋势,在2004~2008年小于其增量,在2008~2010年大于其增量,说明其发展速度出现下降趋势;结构偏离分量只在2007~2008年出现较小正值,其余均为负值,说明其结构没有浙江省合理;竞争力偏离分量在2004~2010年波动较大,在2007~2008年、2009~2010年出现负值,且在2009~2010年出现波动较大的负值(-56.35),对竞争力偏离分量总量影响较大,总的来看其竞争力比浙江省略强,但有下降趋势;总偏离分量在2004~2008年保持较小正值,在2008~2010年出现负值,且在2009~2010年波动很大,对总偏离分量总量影响较大,说明其增长优势有不如浙江省的趋势。

4.2.6 购物部门偏离状况

由表4,份额分量在2004~2010年基本上保持上升趋势,但一直小于其增量,说明山东省国内旅游购物部门发展速度高于浙江省;结构偏离分量在2009~2010年出现波动较大的负值(-68.41),对结构偏离分量总量影响较大,总体来看其结构优于浙江省;竞争力偏离分量只在2005~2006年出现负值,且在2009~2010年出现较大幅度的上升(128.79),说明其竞争力优势高于浙江省,且有大幅度上升趋势;总偏离分量在2004~2010年基本保持上升趋势,说明其发展水平高于浙江省。

4.2.7 市内交通部门偏离状况

由表4,份额分量在2004~2010年基本保持增长趋势,且只在2004~2005年稍微大于其增量,说明山东省国内旅游市内交通部门发展速度略快于浙江省;结构偏离分量只在2005~2006年出现较小正值,其余均为较小负值,说明其结构略微劣于浙江省;竞争力偏离分量只在2004~2006年出现较小负值,其余均为正值,总的来说其竞争力稍微优于浙江省;总偏离分量在2004~2005年出现较小负值,其余均为较小正值,说明其增长优势略微比浙江省高一点。

4.2.8 邮电通讯部门偏离状况

由表4,份额分量在2004~2010年基本保持稳定上升趋势,且只在2007~2008年小于其增量,说明山东省国内旅游邮电通讯部门发展速度慢于浙江省;结构偏离分量只在2007~2008年出现较小正值,其余均为负值,说明其结构没有浙江省合理;竞争力偏离分量在2004~2007年基本保持稳定,在2007~2008年出现最大值(3.85),随后出

现逆转,转为负值,说明其竞争力略微优于浙江省,但在近几年出现下降趋势;总偏离分量在2007~2008年波动较大且出现唯一正值(5.02),对总偏离分量总量影响较大,说明其发展水平不及浙江省。

4.2.9 其他部门偏离状况

由表4可知,其他部门的份额分量在2004~2010年基本保持稳定,其增量在2007~2008年、2009~2010年大于其份额分量,尤其在2009~2010年增量异常增加,说明在2004~2007年,其增长速度慢于浙江省,而在2008~2010年,其增长速度快于浙江省;结构偏离分量在2007~2008年出现唯一负值(-239.65),在2009~2010年异常增加(950.82),总的来说其结构优于浙江省,且有进一步优化的趋势;竞争力偏离分量在2004~2010年波动较大,在2007~2008年出现唯一正值(252.15),2009~2010年出现绝对值异常大的负值(-750.33),总体来说其竞争力明显劣于浙江省;总偏离分量在2004~2009年基本保持稳定状态,在2009~2010年出现异常增加(200.49),说明其发展水平稍微弱于浙江省,但有超越后者的趋势。

4.3 分析结果修正

食住行游购娱是旅游产业的六大方面,也是研究旅游产业的重点研究对象,但由上面对山东省国内旅游总体和各部门的产业结构分析可知,对山东省国内旅游总体产业结构的分析是不合理的,因为其他部门的结构偏离分量、竞争力偏离分量等的绝对值非常大,对山东省国内旅游总体产业结构的影响很大,结果导致出现违背实际的结论,这也体现出动态偏离份额分析方法的优点。由表1和表2可知,市内交通、邮电通讯、其他部门在山东省和浙江省国内旅游收入构成中所占比例都很小,下面就对此3个部门进行忽略,只对含有长途交通、住宿、餐饮、景区、娱乐和购物六部门的山东省国内旅游产业结构进行分析(表5),可以看出,山东省国内旅游产业的增量只在2009~2010年(343.66)小于其份额分量(426.12),说明山东省国内旅游发展速度快于浙江省;其结构偏离分量只在2007~2008年出现正值(16.88),说明山东省国内旅游的结构没有浙江省合理;山东省国内旅游的竞争力偏离分量只在2009~2010年出现负值(-18.02),说明山东省国内旅游的竞争力优势优于浙江省。

表 5 含六部门的山东省国内旅游产业结构动态偏离 - 份额分析表

Tab. 5 The DSSM table of domestic tourism industry structure of Shandong Province (only containing six departments)

年份	G_i^p	N_i^p	P_i^p	D_i^p	$(PD)_i^p$
2004 ~ 2005	200. 74	155. 65	- 6. 36	51. 45	45. 09
2005 ~ 2006	222. 74	191. 76	- 56. 16	87. 14	30. 98
2006 ~ 2007	327. 29	205. 80	- 12. 82	134. 31	121. 49
2007 ~ 2008	318. 66	150. 72	16. 88	151. 06	167. 94
2008 ~ 2009	411. 94	262. 73	- 16. 95	166. 16	149. 21
2009 ~ 2010	343. 66	426. 12	- 64. 45	- 18. 02	- 82. 46
总计	1 825. 02	1 392. 78	- 139. 86	572. 10	432. 24

5 结论和讨论

由上面的分析可得出如下结论：山东省国内旅游的长途交通、住宿、餐饮、景区部门的发展速度快于浙江省，竞争力优势优于浙江省，但其结构相对浙江省来说不够合理；山东省国内旅游的购物部门发展速度、结构合理程度、竞争力优势都明显好于浙江省，而其娱乐、邮电通讯、市内交通部门的

结构相对浙江省不够合理，竞争力优势略微优于浙江省；山东省国内旅游其他部门的发展速度比浙江省快很多，结构合理程度也很高，但竞争力劣势也非常明显。总体来说，山东省国内旅游发展速度快于浙江省，竞争力优势优于浙江省，但结构不够合理，这也解释了为什么近几年山东省国内旅游收入与浙江省国内旅游收入差距越来越小，旅游人数差距却越来越大的现象。

参考文献：

- [1] 李德明, 程久苗. 安徽省国际旅游产业结构分析与优化 [J]. 资源开发与市场, 2004, 20 (5): 390 - 392.
- [2] 王昌燕, 刘云同, 张新焕. 新疆国际旅游产业结构效益分析 [J]. 新疆师范大学学报: 自然科学版, 2004, 23 (2): 75 - 79.
- [3] 刘月皓, 孙虎, 徐瑞. 山东省国际旅游产业结构效益的偏离 - 份额分析 [J]. 曲阜师范大学学报, 2008, 34 (3): 114 - 117.
- [4] 陈淑兰, 刘立平, 付景保. 河南省旅游产业结构优化升级研究—基于文化创意视角 [J]. 经济地理, 2011, 31 (8): 1393 - 1396.
- [5] 葛军, 刘家明. 广东省国际旅游产业结构与竞争力的偏离份额分析 [J]. 地理科学进展, 2011, 30 (6): 761 - 765.
- [6] 张春晖, 张红, 白凯, 等. 基于动态偏离 - 份额和灰色关联分析的陕西入境旅游产业结构与竞争力分析 [J]. 旅游论坛, 2010, 3 (1): 59 - 64.
- [7] 李岩. 广东省制造业产业升级的实证分析—基于动态偏离份额法 [J]. 技术经济与管理研究, 2009 (3): 106 - 109.
- [8] 袁晓玲, 张宝山, 杨万平. 动态偏离—份额分析法在区域经济中的应用 [J]. 经济经纬, 2008 (1): 55 - 58.
- [9] 刘振灵. 偏离 - 份额模型的改进及对辽宁中部城市群产业结构演进的分析 [J]. 软科学, 2009, 23 (10): 95 - 100.

(下转第 14 页)

基于IPA分析法的历史文化街区游客满意度测评研究 ——以扬州东关街为例

王亚辉¹, 明庆忠², 吴小伟¹

(1. 淮阴师范学院 历史文化旅游学院, 江苏 淮安 223300; 2. 云南师范大学 旅游规划研究中心, 云南 昆明 650092)

摘要: 游客满意度已是旅游研究中的一个热点, 受到诸多关注和重视, 但对历史文化街区的相关研究鲜有涉及。以历史文化街区——扬州东关街为例, 结合历史文化街区旅游资源特点, 借鉴专家咨询意见, 确定了影响历史文化街区游客满意度的27个因子, 并通过实地调查, 运用IPA分析法定量化地对扬州东关街游客满意度进行了实证研究。研究表明: 游客对东关街满意度的评价一般。

关键词: 游客满意度; 历史文化街区; IPA分析法; 扬州东关街

中图分类号: F59 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7852(2013)02-0009-06

0 引言

游客满意度是游客对旅游地的期望和实地旅游体验相比较的结果, 若实地旅游体验高于事先的期望值, 则游客是满意的^[1]。满意水平是可感知效果和期望值之间的差异函数^[2]。游客满意度不仅能客观地反映景区的旅游发展真实状况, 为旅游发展提供指导, 而且较高的游客满意度更有助于提高游客的忠诚度。

近年来, 游客满意度的研究成果较多, 研究对象多集中于旅游目的地、旅游购物、旅游景区等方面^[3-8], 对于历史文化街区的相关研究较少, 多数都是从旅游购物、餐饮的角度进行分析。在研究方法上, 早期基于模糊数学的方法进行研究, 其对数据要求比较高, 数据处理与分析比较复杂, 尤其是在评价结果的定性分析上不够简洁和直观^[9]。IPA分析方法以其简单直观、分析便捷的特点的得到越来越多学者的认可, 成为游客满意度分析的有效工具。

本文以中国大运河沿线城市中保存最为完好的

历史文化街区扬州东关街为例, 在问卷调查的基础上, 拟采用IPA分析法对历史文化街区游客满意度进行评价, 并基于IPA指数与象限分析结果, 提出扬州东关街游客满意度的提升策略。研究成果可为历史文化街区旅游开发提供科学的理论指导与实践借鉴, 有助中国大运河文化的传承和发展。

1 扬州东关街概况

东关街位于全国首批历史文化名城——扬州, 它见证了扬州城历史发展演变的历史, 更是扬州大运河文化与盐商文化的发祥地和展示窗口, 距今约1200年历史。自大运河开通后, 这条外依运河、内连城区的通衢大道, 逐步成为最活跃的商贸往来和文化交流集聚地。而利津古渡(即今天的东关古渡)是当时扬州最繁华的交通要冲。有了码头就有街市, 舟楫的便利和漕运的繁忙, 催化出一条商贸密集、人气兴旺的繁华古街——东关街。经过千年的积淀, 街内留下丰厚的历史遗存和人文古迹, 堪称中国大运河沿线城市中保存最为完好的商业古街。

东关街拥有比较完整的明清建筑群及“鱼骨状”街巷体系,保持和沿袭了明清时期的传统风貌特色。它全长 1 122 m,街内现有 50 多处名人故居、盐商大宅、寺庙园林、古树老井等重要历史遗存,这种“河、城、街”多元而充满活力的空间格局,体现了江南运河城市的独有风韵。东关街至今仍是扬州的商业重地,传统色彩浓厚的手工艺、特色小吃和商业老字号集中地。其中,手工业 72 家、餐饮业 24 家、旅游商品经营户 136 家,包括 19 家传统商业老字号,如谢馥春、三和四美、中国照相馆、协茂大药房等。目前,东关历史文化旅游区正在创建国家 4A 级旅游景区,如果通过验收,将对扬州旅游产品推广、旅游业态提升起到重要作用。

2 调查方法

2.1 问卷设计

问卷设计主要包括 3 个部分:第一部分是游客的人口统计学调查,主要包括性别、年龄、文化程度、客源地、月收入、出游动机、信息获取渠道等项目;第二部分设计影响满意度的相关因子,根据历史文化街区旅游资源的特点,结合已有研究成果基础上^[10-17],采用德尔菲法,邀请 20 位具有历史学、旅游学、民俗学、建筑学等专业背景的专家,以客观性与科学性相结合、代表性与全面性相结合、可评价性与敏感性相结合的原则,结合扬州东关街的旅游发展现状,经过专家 3 轮的讨论,确定影响历史文化街区游客满意度的 8 个方面的 27 个因子,调查其重要性和满意度;在形式上,采用里克特 5 点量表法,让游客根据自己的体验以“5、4、3、2、1”分别给每项因子赋分,分别代表“非常满意、满意、一般、不满意、非常不满意”;第三部分是调查游客的整体满意度和忠诚度。

2.2 问卷调查

调查工作分为两次,第一次于 2012 年 11 月 21 日~12 月 7 日在扬州市东关街及其周边(瘦西湖、个园等),第二次于 2012 年 12 月 28~2013 年 1 月 3 日对其他游客进行调查,两次调查均采取随机方便抽样的方式,对游客进行问卷的现场发放、填写及回收。两次共发放问卷 245 份,回收 244 份,获得有效问卷 221 份,有效率 90.57%。这说明问卷设计及再设计上能够让大多数游客正确的理解,保证问卷的质量。

为了确保问卷量表的科学性和可靠性,本研究

用 SPSS19.0 软件对问卷量表进行信度分析可知:Cronbach's Alpha 值为 0.83,基于标准化的 Cronbach's Alpha 值为 1.000,表明该量表具有较高的内在一致性,具有较高的信度。通常认为:信度系数 α 在 0~1 之间,若 $\alpha > 0.9$,表示量表的信度很好; $\alpha > 0.8$,表示量表是可以接受的; $\alpha > 0.7$,表示量表有些项目需要修订; $\alpha < 0.7$,表示量表有些项目需要抛弃^[18]。

3 基于 IPA 法的历史文化街区游客满意度评价分析

3.1 游客人口统计学特征

通过人口统计学调查分析发现:男性游客占 52.9%,女性游客占 47.1%,男女游客数量基本相当,男性略多于女性;游客年龄集中于 25~44 年龄段,中年人占据到调查人数的半数以上。本次调查的游客文化层次程度相对较高,大专以上文化程度的游客数量接近半数,一定程度上说明文化程度较高的游客对于历史文化型旅游景区更感兴趣。在出游方式选择方面,自助型的旅游方式占 77.0%,越来越多的游客喜欢选择自由出游方式,从另一个角度来说,对于历史文化街区类的旅游景区,大部分人更愿意选择自助的出游方式。客源构成以当地和省内游客为主。

3.2 游客总体满意度和忠诚度分析

在对历史文化街区总体满意度的评价方面,41.6%的游客表示一般,39.8%的游客认为比较满意,18.6%的游客表示满意。在游客忠诚度方面,本研究通过调查发现,多数游客对于扬州东关街具有较高的忠诚度,71.0%的游客表示会再次前往,91.9%的游客会将东关街推荐给更多的游客。在游览东关街之前,14.9%游客对东关街的期望一般,高达 43.4%的游客对其期望较高,还有 41.6%的游客对其有非常高的期望值(见表 1)。由此可见,整体上而言,游客对扬州东关街满意度一般,但是对于东关街的期望值较高,同时对其未来发展也表示出了较高的兴趣,充分说明了东关街未来发展潜力深厚。

3.3 影响游客总体满意度的项目因子分析

满意水平是可感知效果和期望值之间对比的结果。为了判断各影响因子重要性和满意度均值是否有显著性差异,本研究分别对两份量表进行配对双尾 T 检验(Sig 值 < 0.05 表示两者差异性显著),

表1 历史文化街区游客满意度和忠诚度统计表

Tab. 1 Statistics of tourist total satisfaction and loyalty in Dongguan in Yangzhou

项目	内容	百分比/%	项目	内容	百分比/%
总体满意度	一般	41.6	旅游期望	一般	14.9
	满意	39.8		高	43.4
	非常满意	18.6		非常高	41.6
再次前往	会	71.0	推荐他人	会	91.9
	不会	29.0		不会	8.1

同时计算两者均值之间的差值($P - I$) (表2), 通过差值来分析两者之间的差距。通过分析我们发现历史风貌、公共厕所、公共休息设施、停车场、餐饮特色、餐饮卫生条件、餐饮点特色服务、餐饮价格合理程度、住宿卫生条件、住宿安全状况、外部可进入性、商品种类丰富程度、购物环境舒适度、旅游商品特色等19各因子差值为负, 说明这些项目的满意度低于游客对其的期望度, 其中公共场所设施、娱乐活动特色、娱乐活动多样性、旅游咨询等4各方面问题尤为突出, 与实际调查过程的发现的问题基本相符。

表2 游客对扬州东关街的期望与感知的差异比较

Tab. 2 Paired - T Test between tourism experience and expectation in Dongguan in Yangzhou

影响因子	I 值	P 值	$P - I$ 值	T 值	Sig. (双侧)
1. 历史风貌	4.15	4.06	-0.09	1.252	0.212
2. 文化古迹品味度	3.99	4.01	0.02	-0.240	0.810
3. 历史街区格局特色	3.83	3.87	0.04	-0.653	0.515
4. 公共厕所	3.94	2.76	-1.18	14.725	0.000
5. 公共休息设施	3.95	3.27	-0.68	9.462	0.000
6. 宣传设施	3.31	3.38	0.07	-0.779	0.437
7. 指示牌配置	3.47	3.79	0.50	-3.994	0.000
8. 停车场	3.97	3.70	-0.27	5.305	0.000
9. 餐饮特色	3.90	3.80	-0.10	1.395	0.164
10. 餐饮卫生条件	3.91	3.75	-0.16	2.350	0.020
11. 餐饮点特色服务	3.81	3.55	-0.26	3.392	0.001
12. 餐饮价格合理	3.97	3.38	-0.59	9.627	0.000
13. 住宿地方卫生状况	3.96	3.95	-0.01	0.250	0.802
14. 住宿价格合理	3.83	3.93	0.10	-1.266	0.207
15. 住宿安全状况	4.06	3.84	-0.23	3.216	0.001
16. 景区内部交通	3.87	4.06	0.19	-2.710	0.007
17. 外部可进入性	3.93	3.82	-0.11	1.622	0.106
18. 商品种类丰富程度	4.00	3.57	-0.43	5.880	0.000
19. 购物环境舒适度	3.85	3.52	-0.33	4.814	0.000
20. 旅游商品特色	3.95	3.29	-0.66	9.523	0.000
21. 娱乐项目特色	4.06	2.13	-1.93	27.388	0.000
22. 娱乐活动多样性	4.00	2.21	-1.79	23.943	0.000
23. 娱乐场所环境	3.73	2.80	-0.93	12.650	0.000
24. 导游讲解	3.39	3.77	0.38	-5.237	0.000
25. 旅游咨询	3.68	3.77	-1.03	14.910	0.000
26. 服务态度	4.06	3.03	0.09	-1.333	0.184
27. 旅游投诉服务	4.00	3.77	-0.23	3.013	0.003

4 历史文化街区游客满意度 IPA 分析

IPA 分析法最早是由马提拉 (Martilla) 在 20 世纪 70 年代在分析机车产业产品的属性研究中提出的^[19]。在坐标轴中,以游客的满意度为 X 轴,游客的期望值(要素重要性)为 Y 轴,构建坐标系,以游客期望值和满意度的均值为象限分割线划分为 I、II、III、IV 4 个象限。分别将各项旅游要素重要性和满意度的实际得分对应到各个象限的相应位置,就可以对 4 个象限的变量进行合理的解释:第 I 象限:高/高区域,这部分占主要地位,企业在运行过程中应继续保持这部分的优势;第 II 象限:高/低区域,这部分是主要劣势,企业在进行资源整合和营销活动的过程中,应加大这部分的力度;第 III 象限:低/低区域,这部分属于次要劣势,不作为优先发展的对象;第 IV 象限:低/高区域,企业在这部分的资源优化程度相对较好,位于次要优势地位,在一定时期内,不需要花费过多的精力^[20]。

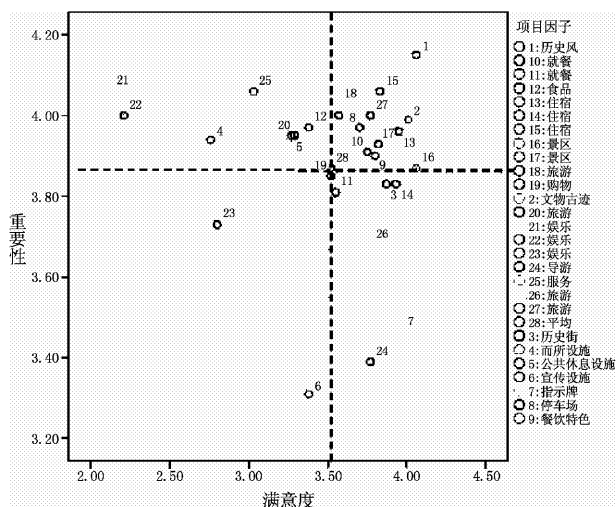


图1 扬州东关街游客期望值与满意度的 IPA 分析

Fig. 1 The diagram of IPA analysis of tourist satisfaction in the tourism industry of Dongguan Street

基于 IPA 分析法构建历史文化街区游客满意度定位分析图(图1),根据分析图,我们发现:

(1)第 I 象限有 11 对因子。分别是:1. 历史风貌,2. 文物古迹,8. 停车场,9. 餐饮特色,10. 就餐环境,13. 住宿环境,15. 住宿安全,16. 景区内交通,17. 景区外部交通,18. 旅游商品种类丰富程度,27. 旅游投诉。对于在历史文化街区游览的游客来

说,这 11 个方面的因素非常重要,并且与满意度的整体均值相比,表现良好。然而,通过从各项因子的重要性与满意度配对 T 检验的结果来看,停车场($t = 5.305, p = 0.000 < 0.05$),就餐环境($t = 2.350, p = 0.020 < 0.05$),住宿安全状况($t = 3.216, p = 0.001 < 0.05$),商品种类丰富程度($t = 5.888, p = 0.000 < 0.05$)方面,旅游投诉服务($t = 3.013, p = 0.003 < 0.05$)等方面游客的满意度感知与他们的期望值还存在一定差距(P-I)。

(2)定位在第 II 象限因子分别是:4. 公共厕所($t = 14.725, p = 0.000 < 0.05$),5. 公共休息设施($t = 9.462, p = 0.000 < 0.05$),12. 景点交通便利度($t = 19.595, p = 0.000 < 0.05$),20. 餐饮价格合理($t = 9.627, p = 0.000 < 0.05$),21. 娱乐项目特色($t = 27.388, p = 0.000 < 0.05$),22. 娱乐活动多样性($t = 23.943, p = 0.000 < 0.05$),25. 旅游咨询($t = 14.910, p = 0.000 < 0.05$)。定位于这区域 7 个方面体现了扬州东关街的主要劣势,游客非常重视,但是东关街的实际表现上却没有令游客满意,并且从配对比较结果来看,游客在这 7 个方面的实际感知与期望有相当大的差距,也是东关街亟待改善的方面。

(3)定位在第 III 象限的因子分别是:6. 宣传设施($t = -0.779, p = 0.437 > 0.05$),23. 娱乐场所环境($t = 12.650, p = 0.000 < 0.05$)等。在这两方面,由数据分析可知,东关街在宣传设施方面游客感知与游客期望基本持平,游客基本满意,娱乐环境场所方面两者差距较大,但是游客对这些因子并不是十分看重。

(4)定位在第 IV 象限因子是:3. 历史街区格局,7. 指示牌,11. 就餐服务,14. 住宿价格,19. 购物环境,24. 住宿价格,26. 购物环境等 7 项。位于该象限的因子相对于期望均值并不重要,但是游客的实际感知高于期望。这些因子可以逐步挖掘,引起游客重视。

5 结论及讨论

本文在研究历史文化街区这一特殊旅游景区过程中,运用 spss 统计工具和 IPA 分析法对扬州东关街这一案例进行定量分析,以数据和图标为方法简单直观地说明了游客对扬州东关街的真实感受,通过进一步挖掘,得出以下结论:

(1)总体上游客满意度一般,但由于东关街临近

的瘦西湖、个园等知名景区与自身发展契合良好,加上自身厚重的运河文化特色,使得游客重游率和重视度较高。

(2)历史风貌延续性、文化古迹品味度是历史文化街区的核心吸引力,在此类景区中占有重要地位,游客对于其相对比较满意。对于这些体现街区文化本底的项目,东关街应该在保持优势的基础上,不断挖掘内涵,注重运河文化和盐商文化的多样展现,扩大宣传和推广力度,提升其知名度和竞争力。

(3)历史文化街区在当今旅游活动中更多地充当为一种步行街,品尝美食、休闲购物成为其两大主要功能,扬州东关街的实证研究中也已得到验证,游客对购物和餐饮相关因子期望较高,然而游客对东关街的表现并不满意。历史文化街区发展过程中,在餐饮方面,要将地方特色美食融入其中,加强推介,树立口碑,打造淮扬美食品牌;休闲购物方面,增

强商品种类丰富程度,强化旅游产品的历史内涵和文化创意,增强旅游产品的地域区分度。

(4)历史文化街区发展往往与地方民俗、节庆活动息息相关,极具地方性和参与性的娱乐活动对游客有较强的吸引力,促动着整个街区的,更是历史文化街区发展的催化剂。历史文化街区娱乐活动不但要展现地方民俗,更要贴近当地群众生活,真正展现地方文化的原态,增强游客的文化体验,实现娱乐活动的“去舞台化”和“去商业化”。

总之,对于像扬州东关街这样具有深厚历史文化积淀的历史街区,在传承历史文脉的同时,更要重视游客的需求,通过有针对性的改造和整治,在现代服务设施配套、文化景观塑造、休闲购物、娱乐美食等方面多下工夫,才能有效发挥历史文化街区在城市旅游中的引领作用,从而提升历史文化街区游客满意度。

参考文献:

- [1] Pizam A. Tourism's Impacts: The Social Costs to The destination Community as Perceived by its Residents[J]. Journal of Travel Research, 1978, (spring): 8 - 12.
- [2] 李智虎. 谈旅游景区游客满意度的提升[J]. 企业活力, 2003, (4): 39 - 41.
- [3] 李瑛. 旅游目的地游客满意度及影响因子分析——以西安地区国内市场为[J]. 旅游学刊, 2008, 23(4): 43 - 48.
- [4] 姚秋芬. 基于IPA分析法的拉萨市游客满意度研究[J]. 科技与产业, 2012, 12(9): 78 - 80.
- [5] 朱站, 郭婷, 南英. 历史街区型购物场所顾客满意度研究——广州状元坊案例[J]. 旅游学刊, 2009, 24(5): 48 - 53.
- [6] 喻建良, 毛锦云. 历史街区顾客地方依恋与购物满意度的关系——以苏州观前街为例[J]. 地理科学进展, 2010, 23(9): 355 - 362.
- [7] 刘雄, 刘唐. 旅游景区游客满意度研究——以自贡恐龙博物馆为例[J]. 内江师范学院学报, 2012, 27(6): 65 - 70.
- [8] 夏巧云, 王朝辉. 基于Fuzzy - IPA的山岳型景区游客满意度研究——以黄山风景区为例[J]. 安徽师范大学学报: 自然科学版, 2012, 5(9): 471 - 476.
- [9] 张一, 邵林涛, 赵建, 等. 基于IPA方法的中国历史文化名城游客满意度分析——以韩城市为例[J]. 地理科学, 2012, 34(7): 1318 - 1324.
- [10] Martilla J, James J. Importance - performance Analysis[J]. Journal of Marketing, 1977, 41(1): 77 - 79.
- [11] Kozak M. Comparative Assessment of Tourist Satisfaction with Destinations Across Two Nationalities[J]. Tourism Management, 2001, 22: 391 - 401.
- [12] Wong J, Law R. Difference in Shopping Satisfaction Levels: A Study of Tourists in Hong Kong[J]. Tourism Management, 2003, 24(4): 401 - 410.
- [13] 汪侠, 顾朝林, 梅虎. 旅游景区顾客的满意度指数模型[J]. 地理学报, 2005(5): 807 - 816.
- [14] 董观志, 杨凤影. 旅游景区游客满意度测评体系研究[J]. 旅游学刊, 2005, 20(1): 27 - 30.
- [15] “游客满意度指数”课题组. 旅游景区游客满意度测评体系研究[J]. 旅游学刊, 2012, 27(7): 74 - 80.
- [16] 高玲, 李悦铮. 基于SPSS大连徒步旅游游客满意度研究[J]. 云南地理环境研究, 2012, 6, 24(3): 92 - 95.
- [17] 张骞. 历史街区游客地方感对忠诚度的影响研究——以西安回坊为例[D]. 陕西师范大学, 2011.
- [18] 白凯, 马耀峰, 李天顺, 等. 西安入境旅游者认知和感知价值与行为意图[J]. 地理学报, 2010, 65(2): 244 - 255.
- [19] Martilla J A, James J C. Importance - performance Analysis[J]. Journal of Mmarketing, 1977, 41(1): 77 - 89.
- [20] 李晓. 地质公园游客满意度分析及提升策略研究——以翠华山国家地质公园为例[D]. 西安: 长安大学, 2009.

A STUDY ON CUSTOMERS SATISFACTION OF HISTORIC CULTURAL STREET BASED ON THE IPA THEORY ——A CASE OF DONGGUANJIE IN YANGZHOU

WANG Ya - hui¹, MING Qing - zhong², WU Xiao - wei¹

(1. School of Historical Culture and Tourism, Huaiyin Normal University, Huai'an 223300, Jiangsu, China;

2. Tourism Planning Research Center, Yunnan Normal University, Kunming 650092, Yunnan, China)

Abstract: Tourist satisfaction has become a hot research issue, which arouses more interest and focuses in the tourism research field. Taking the historical and cultural street of Dongguan as a case study, the paper has drawn a two dimensions scatterplot chart of tourism expectation and experience by SPSS19.0 software with survey data obtained from a great deal of questionnaires and researched the tourism research of Dongguan Street in Yangzhou on the basis of IPA. The study showed that: the Dongguan Street doesn't meet the tourists' needs well. The study is of special significance for the research of customers' satisfaction degree in historical and cultural blocks which remains relatively weak. The study conclusion can provide guidance for the sustainable development of business street.

Key words: tourist satisfaction; historical cultural blocks; IPA analysis; Dongguan Street

~~~~~  
(上接第 8 页)

## THE COMPARATIVE ANALYSIS OF INDUSTRIAL STRUCTURE AND COMPETITIVENESS OF THE DOMESTIC TOURISM ——AN EXAMPLE OF COMPARISON THE SHANDONG AND ZHEJIANG PROVINCES

ZHANG Guang - hai, QIN Su - zhen

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

**Abstract:** Based on dynamic shift-share analysis method and chose the domestic tourism of Zhejiang Province as the reference system, then analysed industrial structure and competitiveness of the domestic tourism in Shandong and Zhejiang Provinces quantitatively. The conclusions are drawn as follows: The long-distance traffic, accommodation, catering and scenic area departments have small demand elasticity, and its development speed in Shandong Province is higher than that in Zhejiang Province, competitive advantage over Zhejiang Province, But its structure is less reasonable than that in Zhejiang Province; the development speed, industrial structure and competitiveness of shopping department in Shandong Province is much better than that of Zhejiang Province, while entertainment, posts and telecommunications sectors, structure is less reasonable than that in Zhejiang Province and competitive advantage is slightly better than that of Zhejiang Province. Generally speaking, during the study period, the competitive advantage of domestic tourism in Shandong Province is better than that in Zhejiang Province, while industrial structure is less reasonable than that in Zhejiang Province. This explains the strange phenomenon that why the number of domestic tourism in Shandong Province has been higher than Zhejiang, but its domestic tourism income has been lower than Zhejiang.

**Key words:** dynamic Shift-share; domestic tourism; industrial structure; competitiveness

# 太湖跨界旅游区与区域系统的耦合 协调测度与互动分析

张 凯, 杨效忠\*, 张文静

(安徽师范大学 国土资源与旅游学院, 安徽 芜湖 241003)

**摘要:** 基于系统科学理论与方法, 构建跨界旅游区旅游发展系统与区域发展系统之间的耦合模型和相应指标体系, 同时, 引入修正后的引力模型测度旅游经济边界效应。以太湖跨界旅游区为例, 对跨界旅游区与区域系统的耦合度与协调度进行测度和互动分析。研究显示, 假定太湖旅游区为无障碍旅游区的理想情形下, 各区域层级耦合协调度值多数处于0.802~0.861, 太湖旅游区与区域发展的关系极度协调, 处于高水平耦合阶段; 但考虑到目前旅游经济边界效应之后, 发现从整体到省级、市级层面太湖跨界旅游区与其所在区域的耦合度数值均有所下降, 处于0.082~0.549, 这说明行政区经济对旅游区与区域系统的耦合发展阻滞作用较大。消除旅游经济边界屏蔽效应, 促进要素流通, 加速区域一体化进程有利于跨界旅游区和谐健康发展。

**关键词:** 跨界旅游区; 发展度; 耦合协调; 太湖

**中图分类号:** F59

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-7852(2013)02-0015-08

## 0 引言

跨界旅游区是指自然地理单元完整却由于行政边界的存在而被相对割裂的旅游目的地<sup>[1]</sup>, 地处行政区边缘、沟通较少、信息要素流通不畅、旅游发展水平差异化是其健康发展的阻碍, 其中区域间缺少互动与交流是跨界旅游区健康发展的最重要制约因素之一。如何突破行政区划的限制, 加强跨界旅游区的区域合作, 实现跨界旅游区协调发展和谐共生, 逐渐成为旅游地理学研究的焦点。

国外学者在该领域的研究较早成果颇丰, Seymour E. Harris 从国际贸易理论上入手分析国家和地区间的经济关系协调与区域发展问题<sup>[2]</sup>, 为优化国际关系和跨界区域系统组合提供了基本的理论框架; Fagence M 详述区域旅游合作的方式、机制、

利益分担以及存在的障碍等问题并对区域旅游合作提出相应的对策<sup>[3]</sup>, 为深入研究跨界区域旅游合作提供了理论指导; Timothy 以跨界公园为例, 建立旅游资源的跨界合作管理模式, 强调管理框架、基础设施开发、促销、跨界合约之间的协调<sup>[4]</sup>; Lovelock 等建立基于宏观、中观和微观3个层面(“M-M-M”)的跨界合作影响因素的分析框架<sup>[5]</sup>; Greer 认为旅游业的内部合作固然重要, 海岛地区部门之间、产业之间的合作也极其重要<sup>[6]</sup>。中国对跨界旅游研究起步较晚, 以1987年辽宁丹东—朝鲜新义州一日游的旅游线路推出为肇始, 中国边界旅游得以迅速升温, 相关研究随之逐步加深。丁四保分析了中国省级经济区域形成和发展的历史规律及其地理边界形成的历史、自然地理、地区文化和经济的规律性<sup>[7]</sup>, 为国内跨界研究奠定了一定基础; 王凯对跨界旅游目的地系统、发育、成

收稿日期: 2012-12-25; 修订日期: 2013-03-30.

基金项目: 国家自然科学基金项目“跨界旅游区的边界效应测度与合作网络模型研究”(41071098)资助.

作者简介: 张凯(1988-), 男, 安徽省宿州人, 硕士研究生, 研究方向为旅游经济与旅游规划.

\* 通讯作者.

长和演变、整合发展的实现以及不同尺度跨界旅游目的地整合发展模式进行了探索性的研究<sup>[8]</sup>；陈仲伯为湘鄂渝黔桂省际边境区域经济的发展提出诸多科学战略<sup>[9]</sup>；李铁立和姜怀宇从边境区位的理论分析入手，探讨边境区位再创造问题，分析边境区位再创造与边境区经济合作的内在联系<sup>[10]</sup>；杨效忠运用社会网络理论与方法对跨界旅游区边界效应和合作发展进行了探索<sup>[11]</sup>，为跨界旅游研究提供了新思路。

诚然，近年来不断涌现出的区域旅游空间结构<sup>[12,13]</sup>、区域旅游合作<sup>[14]</sup>研究取得大量成果，为跨界旅游区研究提供了理论支持和研究范式。但与区域旅游合作相比，跨界旅游区合作空间尺度一般较小、区位毗邻，边界效应更为显著，更强调边界障碍的突破和注重旅游组织之间合作。跨界旅游区与区域发展之间的关系研究仍未引起重视，特别是跨界旅游区与区域之间的耦合关系研究较少。以太湖旅游区为例，从协同学系统分析的视角建立起旅游区与区域系统之间的耦合模型，尝试定量对比分析跨界对旅游区与区域系统的空间关系。

## 1 旅游区系统与区域耦合协调的理论模型

一般而言，耦合是指两个或两个以上系统或运动形式通过各种相互作用彼此影响以至协同的现象，是在各子系统之间的良性互动下，相互依赖、相互协调与促进的动态关联关系<sup>[15]</sup>，耦合度就是描述系统或要素彼此相互作用影响的程度。协调度是度量系统之间或系统内部要素之间在发展过程中彼此和谐一致的程度，体现了系统由无序走向有序的趋势<sup>[16]</sup>。而耦合协调度可以定量测度两个系统的耦合关系与协调程度。

测度系统耦合协调度之前，需要对旅游区与区域系统的综合发展指数进行定量化计算。算式为<sup>[17]</sup>：

$$U_i = \sum_{j=1}^n \lambda_{ij} x_{ij} \quad \sum_{i=1}^n \lambda_{ij} = 1 \quad (1)$$

式中： $U_i$ 为系统综合发展指数； $\lambda_{ij}$ 为各指标权重。

借鉴物理学耦合概念和系数模型来构建耦合协调度模型，对旅游区与区域发展的耦合协调发展状况进行测度，旅游区与区域系统耦合协调度函

数<sup>[18]</sup>如下：

$$\begin{cases} C = \{ (U_{(x)} \cdot U_{(y)}) / [(U_{(x)} + U_{(y)}) / 2]^2 \}^k \\ T = aU_{(x)} + bU_{(y)} \\ D = (C \cdot T)^{1/2} \end{cases} \quad (2)$$

式中： $C$ 为协调度； $D$ 为耦合协调度； $T$ 为旅游区与区域发展的评价指数，反映旅游区与区域发展的整体水平； $U_{(x)}$ 为区域系统发展的综合指数； $U_{(y)}$ 为旅游区系统发展的综合指数； $a$ 、 $b$ 为待定系数且  $a + b = 1$ （根据生延超等<sup>[19]</sup>研究成果，本文确定  $a = 0.6$ ， $b = 0.4$ ）； $k$ 为调节系数，取  $k = 2$ 。

对于旅游区与区域耦合系统而言，耦合协调度模型的意义是：定量描述耦合系统协调形态的空间差异，反映旅游区与区域在一定区域内互动关系的数量关系，为评判旅游区与区域系统交互耦合空间特征及影响二者协调性的因素提供依据。

旅游区与区域系统的耦合协调度  $D$  的取值范围为  $[0, 1]$ 。根据旅游区与区域系统耦合协调的演变可以分为 6 个阶段<sup>[19]</sup>：（1）当  $D = 0$  时，耦合度极小，系统之间或系统内部要素之间处于无关状态，系统将向无序发展；（2）当  $0 < D \leq 0.3$  时，低水平的耦合协调阶段，此时区域发展水平很低，旅游区发展较快，旅游区在拉动区域发展的同时，受到区域不和谐因素所牵制。这种情形下，需大力发展区域经济促使其与旅游区协调发展；（3）当  $0.3 < D < 0.5$  时，系统耦合处于颀颀阶段，此阶段区域发展已越过拐点，区域经济发展得到改善，逐步迈入快速发展时期，这时，由于旅游区发展有限，不能推动区域的更深层次发展；（4）当  $0.5 \leq D < 0.8$  时，系统耦合进入磨合阶段，旅游区与区域发展之间开始出现良性耦合；（5）当  $0.8 \leq D < 1$  时，系统处于高水平耦合阶段，旅游区与区域发展实行和谐互动；（6）当  $D = 1$  时，耦合协调度最大，达到良性耦合共振且趋向新的有序结构。

## 2 旅游区与区域系统耦合协调指标体系的建立及应用

### 2.1 案例区及数据来源

#### 2.1.1 案例区概况

太湖旅游区位于江苏省、浙江省交界处，行政区划上涉及 2 省 4 个地级市里的 9 个县（区），是



典型的跨界旅游区。它作为长三角重要的旅游目的地,旅游资源丰富,拥有无锡灵山、无锡影视基地等著名的5A级景区,吴越气息浓郁的太湖风景名胜,是长三角、全国乃至全世界旅游资源的富集区之一。但行政边界两侧旅游发展水平差异明显,江苏太湖旅游区临城滨湖且开发较早,建设了众多高品质的旅游资源如灵山大佛、常州淹城等,交通便利,客流量大,尤其是沪宁城际高速铁路开通之后,2010年旅游接待达1.71亿人次,旅游收入2118.43亿元,太湖旅游区宛然成为江苏旅游的“金字招牌”;浙江太湖旅游区开发较晚,直至2010年太湖南岸唯一的省级旅游度假区(湖州太湖旅游度假区)也仅为国家4A级景区,贯穿度假区的申苏浙皖高速公路2008年才全线通车,“高铁时代”对于湖州还尚未来临,2010年旅游接待人次为0.29亿人次,旅游收入仅214.16亿元,相对而言江苏太湖旅游发展较好。

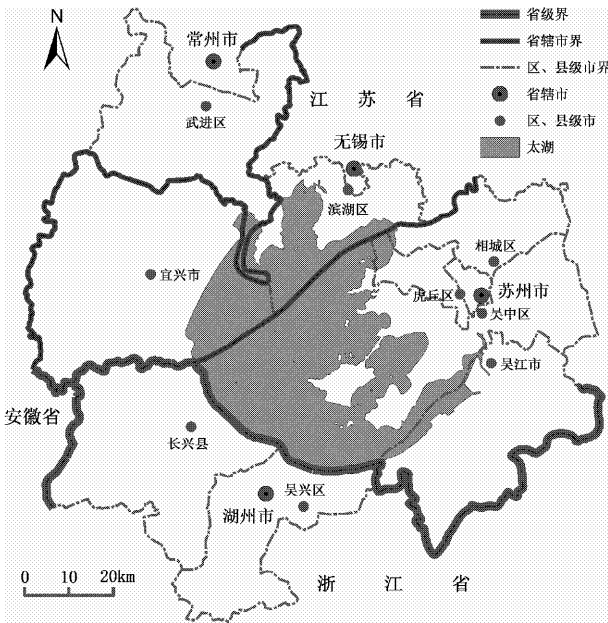


图1 研究区域

Fig. 1 The study area

### 2.1.2 数据来源

在实地调研的基础上,本研究采用的原始数据主要来源于苏州市统计年鉴(2011)、无锡市统计年鉴(2011)、常州市统计年鉴(2011)、湖州市统计年鉴(2011)、2010年研究区各市、县(区)国民经济和社会发展统计公报及其它相关文献和实地调研资料。根据需要对部分数据进行了必要的计算处理,力求达到较高准确度。

### 2.1.3 数据处理

(1) 数据无量纲化。为了消除指标量纲或指标测度量级的不同对研究科学性的影响,对指标数据进行无量纲化处理。

$$x_{ij} = (x_{ij} - M_{\min}) / (M_{\max} - M_{\min}) \quad (\text{正向指标})$$

$$x_{ij} = (M_{\max} - x_{ij}) / (M_{\max} - M_{\min}) \quad (\text{负向指标})$$

式中:  $x_{ij}$  为实际指标数据;  $x'_{ij}$  为标准化后的数据;  $i$  为指数个数;  $j$  为地区;  $M_{\max}$  为指标最大值;  $M_{\min}$  为指标最小值。本研究中指标全部为正向指标(表1)。

(2) 确立指标权重。本文根据研究需要并借鉴前人研究基础<sup>[18-20]</sup>上,依据下述方法确定指标权重:

①对数据进行比重变换:  $z_{ij} = x_{ij} / \sum_{i=1}^n x_{ij}$ ; ②计

算指标熵值:  $H_j = - \sum_{i=1}^n z_{ij} \ln z_{ij}$ ; ③对熵值进行标准

化处理:  $x_j = \max(H_j) / H_j$ ; ④计算指标  $x_j$  的权重:

$$\alpha_j = x_j / \sum_{j=1}^p x_j$$

式中:  $x_{ij}$  为样本  $i$  的第  $j$  个指标的数值 ( $i = 1, 2, \dots, n$ ;  $j = 1, 2, \dots, p$ );  $n$  和  $p$  分别为样本个数和指标个数。

## 2.2 指标体系构建

### 2.2.1 评价指标

旅游区与区域发展的耦合协调性可以从两个层面展开探讨<sup>[21]</sup>:一是将旅游区作为区域发展的内部要素考虑;二是旅游区作为与区域发展的资金、社会、产业、开放等子系统并行的系统进行考虑。无论选取何种层面,旅游区都应作为单独的子系统或区域发展要素。本文参考第二层面,结合跨界旅游区与区域发展的内在联系,建立旅游区与区域发展协调的评价指标体系。在科学性、可操作性、完备性原则的指导下,根据它们之间的相关关系分析,结合太湖旅游区实际并参考已有研究<sup>[22-24]</sup>,从旅游区与区域协调发展的作用机理出发,笔者认为评价旅游区与区域发展的协调关系应考虑旅游区系统3方面12个指标和区域系统4方面16个指标(表1)。

### 2.2.2 引力模型修正

当旅游吸引物等级一定的情形下,到达目的地的时间成本、货币成本应是影响游客决策的重要因

表 1 旅游区与区域发展耦合协调系统指标体系

Tab. 1 The coupling and coordination indicator system between tourism region and regional economic system

| 子系统          | 目标层  | 指标层                             |
|--------------|------|---------------------------------|
| 区域发展<br>子系统  | 经济实力 | GDP/ $\times 10^9$ 元            |
|              |      | 人均 GDP/ $\times 10^4$ 元         |
|              |      | GDP 年增长率/%                      |
|              |      | 第三产业占 GDP 比重/%                  |
|              | 开发程度 | 实际外资直接投资/ $\times 10^9$ 美元      |
|              |      | 贸易额/ $\times 10^9$ 美元           |
|              |      | 人均客货运量/ (人次 $\cdot t^{-1}$ )    |
|              |      | 邮电业务/ $\times 10^9$ 元           |
|              | 社会状况 | 就业率/%                           |
|              |      | 工资增长率/%                         |
|              |      | 高新技术企业数/家                       |
|              |      | 固定资产投资占 GDP 比重/%                |
|              | 公共环境 | 人均用电量/ $\times 10^3 kW \cdot h$ |
|              |      | 万人公共汽车数/辆                       |
|              |      | 工业固体废弃物综合利用率/%                  |
|              |      | 工业废水达标排放量/ $\times 10^8 t$      |
| 旅游区发<br>展子系统 | 旅游资源 | 国家森林公园/太湖旅游度假区数/个               |
|              |      | 国家 5A 级景区数/个                    |
|              |      | 国家 4A 级景区数/个                    |
|              |      | 五星级饭店数/个                        |
|              | 旅游接待 | 四星级饭店数/个                        |
|              |      | 旅行社总数/个                         |
|              |      | 国际旅行社数/个                        |
|              |      | 国际旅行社数/个                        |
|              | 旅游经济 | 旅游接待总人数/ $\times 10^5$ 人次       |
|              |      | 接待入境旅游人数/ $\times 10^4$ 人次      |
|              |      | 旅游总收入/ $\times 10^9$ 元          |
|              |      | 旅游总收入占 GDP 比重/%                 |
|              |      | 旅游外汇收入/ $\times 10^6$ 美元        |

素。本文选取旅游者从出发地到目的地所用的时间和费用<sup>\*</sup>，进一步把引力模型修正为：

$$I_{ij} = \sqrt{(P_i V_i \cdot P_j V_j) / C_{ij} T_{ij}} \quad (3)$$

式中： $I_{ij}$ 为*i*与*j*之间的旅游经济联系度； $P_i$ 、 $P_j$ 为城市*i*、*j*的旅游总人次； $V_i$ 、 $V_j$ 为城市*i*、*j*的旅游

总收入； $C_{ij}$ 代表*i*、*j*两地之间交通的货币成本； $T_{ij}$ 代表*i*、*j*两地之间交通的时间成本。考虑城市等级、景区数量等影响因素的存在，为旅游经济联系度设定修正系数 $K(K = P_i / (P_i + P_j))$ 。根据层次与幅度关系原理，随着行政层级的增加，行政距离随着扩大<sup>[23]</sup>，旅游经济联系度中考考虑行政距离因素<sup>\*\*</sup>。

### 2.2.3 边界效应测度

跨界旅游区边界效应主要指边界屏蔽效应与边界中介效应。本文使用的是边界的屏蔽效应，它反映行政边界对跨界旅游区界线两侧旅游经济联系的阻滞作用。计算公式<sup>[24]</sup>为：

$$R = (M - m) / M \quad (4)$$

式中： $M$ 为整体经济联系量； $m$ 为跨界经济联系量。 $R$ 取值在 0 和 1 之间， $R$ 越接近于 1，边界屏蔽效应越强；反之，越接近于 0，边界屏蔽效应越弱。

## 3 跨界旅游区系统与区域的耦合协调度互动分析

### 3.1 太湖跨界旅游区

结合前人研究成果<sup>[1,11,12]</sup>，界定跨界旅游区是指以完整的自然地理单元为核心旅游资源，却被行政边界割裂为两个或两个以上的空间或地域，跨界旅游区应该是以吸引物为依托、以衍射服务区为基础相对完整的旅游地理单元。行政边界对旅游业管理有所影响，本文确定跨界旅游区核心区与衍射服务区边界与行政边界相一致。太湖跨界旅游区即与滨临太湖水域的 9 个县（区）的行政区域相一致，区域即 4 个地级市（常州、无锡、苏州、湖州）。

根据公式（3，4）计算太湖跨界旅游区各节点间旅游经济联系度（表 2）和太湖跨界旅游区整体、省级、市级节点边界屏蔽效应（表 3）。

表 2 显示：省级层面，江苏太湖的旅游经济联系度大于浙江太湖，其中江苏太湖内部经济联系量较大，因为江苏太湖囊括太湖跨界旅游区 9 个节点中的 7 个，且旅游经济发展较好；市级层面，苏州

<sup>\*</sup> 2011 年 11 月 15 日，笔者利用百度地图（<http://map.baidu.com/>）选取“最少时间”查取各节点间公路距离；由于车速、车费取决于车况、路况、油价等多种因素，为了研究方便假设公路车速为 90 km/h，成本 0.68 元/km，得到两节点间的时间成本与货币成本。

<sup>\*\*</sup> 县级行政区划内行政距离为 0，市级行政区划内的县际行政距离为 1，省内跨市的县际行政距离为 2，跨省县际行政距离为 3。

最大,无锡、湖州次之,常州最小,因常州太湖仅武进区1个节点。说明节点旅游经济总量越大、交通条件越好,对外经济联系能力越强,反之则越弱。

表3显示,太湖跨界旅游区整体边界屏蔽效应显著,边界对旅游发展的阻滞作用较强。从屏蔽效应来说,整体边界屏蔽效应达0.901;省级层面,浙江太湖大于江苏太湖;市级层面,湖州最大,无锡、常州次之,苏州最小。边界屏蔽效应整体层面大于省级层面大于市级层面,说明边界层级越多维度越高,屏蔽效应越大,边界对旅游区发展的阻滞效应越明显。从省级层面来看,浙江太湖发展滞后,对外联系受地方保护影响较大,所以省级行政边界对其影响较为显著;而江苏太湖旅游发展较为成熟,区域竞争优势明显,呈现出从优势区向次优

区扩散的态势,虽受省级行政边界影响阻滞旅游发展,但较浙江太湖小;市级层面湖州太湖地处浙江,旅游发展水平一般,对外寻求合作与发展难度较大,故边界屏蔽效应最大;无锡与常州太湖旅游发展水平较高,且拥有一定太湖水面,同属江苏省,与太湖旅游区内节点行政距离小,行政边界对其影响不大,所以边界屏蔽效应较小;苏州滨湖区域自然人文旅游资源丰度较高,拥有太湖风景名胜区的绝大部分景区(点),交通便利,区域经济基础较好,为旅游发展提供了良好的基础。由此可见,跨界层级的多少、维度高低对边界效应的大小产生作用,且跨界层级越多维度越高边界屏蔽效应越显著。这一结论支持了杨效忠等以大别山天堂寨为例的跨界旅游研究<sup>[11]</sup>。

表2 太湖跨界旅游区旅游经济联系度

Tab. 2 Tourism economic affiliation degree of Taihu Lake tourism area

| 旅游区 | 虎丘区 - | 吴中区 - | 相城区 - | 吴江市 - | 武进区 - | 滨湖区 - | 宜兴市 - | 长兴县 - | 吴兴区 - |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 虎丘区 | 0.000 | 2.427 | 0.211 | 1.075 | 0.048 | 0.234 | 0.074 | 0.019 | 0.030 |
| 吴中区 | 0.660 | 0.000 | 0.270 | 2.592 | 0.069 | 0.380 | 0.139 | 0.032 | 0.056 |
| 相城区 | 0.279 | 1.310 | 0.000 | 0.600 | 0.043 | 0.186 | 0.062 | 0.018 | 0.027 |
| 吴江市 | 0.376 | 3.333 | 0.159 | 0.000 | 0.058 | 0.289 | 0.112 | 0.033 | 0.055 |
| 武进区 | 0.036 | 0.189 | 0.024 | 0.123 | 0.000 | 0.241 | 0.155 | 0.014 | 0.039 |
| 滨湖区 | 0.084 | 0.500 | 0.051 | 0.296 | 0.116 | 0.000 | 0.570 | 0.017 | 0.047 |
| 宜兴市 | 0.037 | 0.254 | 0.023 | 0.160 | 0.104 | 0.528 | 0.000 | 0.027 | 0.104 |
| 长兴县 | 0.019 | 0.114 | 0.013 | 0.092 | 0.019 | 0.047 | 0.079 | 0.000 | 0.181 |
| 吴兴区 | 0.018 | 0.122 | 0.012 | 0.093 | 0.031 | 0.079 | 0.186 | 0.111 | 0.000 |

注:“-”为经济联系方向,之前为起点节点,之后为目的节点。

表3 太湖跨界旅游区边界屏蔽效应

Tab. 3 The boundary shielding effect of Taihu Lake tourism area

| 项目   | 太湖旅游区 | 江苏太湖  | 浙江太湖  | 常州太湖  | 无锡太湖  | 苏州太湖  | 湖州太湖  |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 边界效应 | 0.901 | 0.562 | 0.641 | 0.363 | 0.431 | 0.330 | 0.572 |

### 3.2 实证对比分析

假设1(H1):非跨界情形下,行政边界不存在,边界屏蔽效应为零。此时,太湖旅游区内部人流、物流、信息流、技术流、资金流、生态流等实现无障碍流通与优化组合,太湖旅游区为无障碍旅游区。

假设2(H2):跨界情形下,行政边界将会阻滞旅游要素流通,各节点之间存在边界屏蔽效应(表3)。此时,太湖旅游区内物质与要素无法实

现无障碍流通与优化组合,太湖旅游区为跨界旅游区。

根据公式(1,2)计算得出非跨界情形下,太湖旅游区与区域发展协调度与耦合协调度值(表4);跨界旅游区与区域发展系统是一个“经济—社会—资源”复合系统,存在着各种物质流、能量流、信息流,是开放的大系统。引入跨界机制,结合表3,计算得出跨界情形下,太湖旅游区与区域发展协调度与耦合协调度值(表5)。

表 4 非跨界情形下,太湖旅游区与区域发展耦合度与耦合协调度值

Tab. 4 Non - cross - border case, the coupling and coordination degree values of tourism region and regional development system of Taihu Lake tourism area

| 区域    | $U_{(x)}$ | $U_{(y)}$ | $C$   | $D$   | 阶段判定        |
|-------|-----------|-----------|-------|-------|-------------|
| 太湖旅游区 | 0.629     | 0.722     | 0.991 | 0.823 | 极度协调高水平耦合阶段 |
| 江苏太湖  | 0.720     | 0.697     | 0.999 | 0.840 | 极度协调高水平耦合阶段 |
| 浙江太湖  | 0.540     | 0.648     | 0.984 | 0.771 | 极度协调磨合阶段    |
| 常州太湖  | 0.540     | 0.798     | 0.927 | 0.802 | 极度协调高水平耦合阶段 |
| 无锡太湖  | 0.718     | 0.758     | 0.999 | 0.861 | 极度协调高水平耦合阶段 |
| 苏州太湖  | 0.705     | 0.653     | 0.997 | 0.820 | 极度协调高水平耦合阶段 |
| 湖州太湖  | 0.540     | 0.648     | 0.984 | 0.771 | 极度协调磨合阶段    |

表 5 跨界情形下,太湖旅游区与区域发展耦合度与耦合协调度值

Tab. 5 Cross - border case, the coupling and coordination degree values of tourism region and regional development system of Taihu Lake tourism area

| 区域    | $U_{(x)}$ | $U_{(y)}$ | $R$   | $C$   | $D$   | 评价          |
|-------|-----------|-----------|-------|-------|-------|-------------|
| 太湖旅游区 | 0.629     | 0.722     | 0.901 | 0.099 | 0.082 | 低度协调低水平耦合阶段 |
| 江苏太湖  | 0.720     | 0.697     | 0.562 | 0.440 | 0.370 | 中度协调颀颀阶段    |
| 浙江太湖  | 0.540     | 0.648     | 0.641 | 0.354 | 0.278 | 低度协调低水平耦合阶段 |
| 常州太湖  | 0.540     | 0.798     | 0.363 | 0.593 | 0.513 | 高度协调磨合阶段    |
| 无锡太湖  | 0.718     | 0.758     | 0.431 | 0.569 | 0.491 | 高度协调颀颀阶段    |
| 苏州太湖  | 0.705     | 0.653     | 0.330 | 0.668 | 0.549 | 高度协调磨合阶段    |
| 湖州太湖  | 0.540     | 0.648     | 0.572 | 0.423 | 0.332 | 中度协调颀颀阶段    |

表 4 显示:从整体太湖旅游区到省级层面、市级层面耦合协调度值多数处于 0.802~0.861,太湖旅游区与区域发展的关系极度协调,基本达到高水平耦合阶段,仅省级层面浙江太湖与市级层面湖州太湖为磨合阶段。浙江太湖即湖州太湖,太湖旅游区内湖州仅吴兴太湖、长兴太湖 2 个节点且旅游发展水平较其他节点低,旅游区综合评价指数仅为 0.648,所以耦合协调度较其他地区稍低。

表 5 显示:在边界效应下,从整体到省级、市级太湖跨界旅游区与区域系统耦合水平均有所下降,跨界旅游区与区域系统之间整体呈现低度协调低水平耦合阶段,行政边界隔离的区域无法为旅游区的发展提供良好条件。边界效应对跨界旅游区与区域系统耦合协调度的影响也有所差异,具体如下:

(1) 从耦合协调度数值大小看,太湖跨界旅游区整体、省级、市级层面与所在区域耦合度处于 0.082~0.549,其中,苏州太湖、常州太湖耦合度均达到 0.5 以上,与所在区域发展呈现磨合耦合态势,江苏太湖、无锡太湖、湖州太湖耦合度在 0.3

~0.5,处于颀颀阶段,仅整体太湖旅游区与浙江太湖耦合度处于 0.3 以下,为低水平耦合阶段。表明太湖跨界旅游区与区域的耦合协调水平整体不高,受边界阻滞作用明显,跨界旅游区的发展受制于行政边界,区域整体对跨界旅游区发展的推动作用不大。

(2) 结合区域综合评价指数与旅游区综合评价指数可以看出:区域综合评价指数方面,省级层面的江苏太湖较浙江太湖多 0.180;市级层面,无锡最大为 0.718,常州、湖州最小为 0.540。说明在区域发展实力上,省级层面江苏太湖强于浙江太湖,市级层面无锡太湖强于常州太湖、湖州太湖,2010 年无锡 GDP 为 5 793.3 亿元,而常州、湖州分别为 2 976.7 亿元、1 301.56 亿元。从旅游区综合评价指数来看,省级层面江苏太湖为 0.697,稍大于浙江太湖;市级层面常州太湖最大为 0.798,湖州太湖最小为 0.648。说明省级层面江苏太湖旅游综合实力较浙江太湖大;市级层面常州太湖旅游资源、旅游接待、旅游经济组合条件较好,而湖州相

对较差且地处太湖南岸自然资源较普通。

太湖旅游发展市际差异显著:常州武进滨临太湖,水面较小,但不乏旅游资源尤以西太湖为主打品牌,城市带动效应明显发展较快;无锡太湖旅游发展较早,冠以“太湖明珠”称号,域内2县(区)滨临湖,是太湖旅游发展最为成熟、典型的地方;苏州坐拥东太湖水域最大,约占太湖的3/4,但苏州旅游以园林、古镇为主打,太湖旅游发展较晚,域内4县(区)滨临湖;浙江湖州虽2县(区)滨湖,但经济发展缓慢、旅游业滞后、主城区远离太湖、域内水域面积狭小等导致湖州太湖旅游发展较缓慢。太湖旅游区发展势头强劲,区域发展存在不均衡、差距较大。

(3)从边界屏蔽效应影响来看,边界效应作用下,太湖旅游区整体耦合协调度从0.823降至0.082,处于低度协调低水平耦合阶段;省级层面江苏太湖和浙江太湖耦合协调度也大幅降低,但江苏太湖仍达到0.370,为中度协调阶段,与其旅游发展水平较高,对外发展与合作意愿强烈是分不开的;市级层面各节点大都有所降低处于0.332~0.549,无锡太湖、常州太湖保持为0.5以上,为高度协调磨合阶段,与其优越区位、高水平旅游发展是必然相关的。

## 4 结论与讨论

太湖跨界旅游区与区域系统的耦合协调关系表

明:跨界旅游区与区域系统是相互促进、相互制约、相互影响的。总体来看,行政边界对跨界旅游区的旅游发展影响较大。比较来看,边界效应为零的情形下,太湖旅游区各层级耦合协调度值介于0.802~0.861,太湖旅游区与区域发展的关系极度协调,处于高水平耦合阶段;然而考虑边界效应情形后,从整体到省级、市级层面太湖跨界旅游区与其所在区域的耦合度数值均有所下降,处于0.082~0.549。由此可见,太湖跨界旅游区与区域系统耦合协调关系受行政边界作用显著。

通过对比发现,无障碍旅游区有助于区域内资金、技术、人员、物资等要素快速流通与合理组合,进而为旅游区系统优化提供良好的外部条件,一定程度上推动区域经济增长,促进旅游区与区域系统耦合协调。

影响跨界旅游区与区域协调发展的因素众多,鉴于数据的可获性、研究的便宜性,本文只选取部分指标衡量跨界旅游区与区域系统的耦合度,已选指标是否具有普适性与综合性,有待进一步考究。本文对于边界效应的测度源于引力模型的修正与跨界经济联系度的计算,囊括的因子是否完备、科学,也有待于进一步探讨。此外,利用耦合的方法,对太湖跨界旅游区与区域两个系统的耦合协调度测算反映了两者的空间变化的特征,而关于二者时间变化的整体趋势情形下,行政边界对旅游区与各区域的影响却未涉及,对于以上诸多不足,将在今后的研究中继续探索。

### 参考文献:

- [1] 保继刚,徐红罡.社区旅游与边境旅游[M].北京:中国旅游出版社,2006.
- [2] Seymour E Hams. International and Interregional Economies [M]. New York: McGraw-Hill Book company, Inc. 1957.
- [3] Fagence M. Regional Tourism Cooperation [J]. Annals of Tourism Research, 1996, 23 (3): 717-720.
- [4] Dallen J Timothy. Cross-border Partnership in Tourism Resource Management: Inter-national Parks along the US-Canada Border [J]. Journal of Sustainable Tourism, 1999, 7: 182-205.
- [5] Lovelock B, Boyd S. Impediments to a Cross-border Collaborative Model of Destination Management in the Catlins, New Zealand [J]. Tourism Geographies, 2006, 8 (2): 143-161.
- [6] Greer J. Developing Trans-jurisdictional Tourism Partnerships: Insights from the Island of Ireland [J]. Tourism Management, 2002, 23: 355-366.
- [7] 丁四保.我国的省区:它的地理边界和它的必然发展[J].人文地理,2001,16(2):12-16.
- [8] 王凯.跨界旅游目的地整合发展研究[D].上海:华东师范大学,2007.
- [9] 陈仲伯,杜平.湘鄂渝黔桂省际边境区域经济发展战略[M].长沙:湖南科学技术出版社,2001.
- [10] 李铁立,姜怀宇.边境区位、边境区经济合作的理论与实践——以辽宁省-朝鲜边境地区经济合作为例[J].人文地理,2004,19(6):1-5.
- [11] 杨效忠,张捷,乌铁红.跨界旅游区的组织网络结构与合作模型——以大别山天堂寨为例[J].地理学报,2009,64(8):978-988.



- [12] 杨新军, 马晓龙, 霍云霏. 旅游目的地区域 (TDD) 及其空间结构研究——以西安为例 [J]. 地理科学, 2004, 24 (5): 620 – 626.
- [13] 朱青晓. 旅游目的地系统空间结构模式研究 [J]. 地域研究与开发, 2007, 26 (3): 56 – 60.
- [14] 汪宇明. 旅游合作与区域创新 [M]. 北京: 科学出版社, 2009.
- [15] 王维国. 协调发展的理论与方法研究 [M]. 北京: 中国财政经济出版社, 2000.
- [16] 刘耀斌, 李仁东, 宋学锋. 中国城市化与生态环境耦合度分析 [J]. 自然资源学报, 2005, 20 (1): 105 – 112.
- [17] 刘定惠, 杨永春. 安徽省旅游产业与区域经济耦合协调度分析 [J]. 特区经济, 2011 (6): 188 – 190.
- [18] 王永明, 马耀峰. 城市旅游经济与交通发展耦合协调度分析——以西安市为例 [J]. 陕西师范大学学报: 自然科学版, 2011, 39 (1): 86 – 90.
- [19] 生延超, 钟志平. 旅游产业与区域经济的耦合协调度研究——以湖南省为例 [J]. 旅游学刊, 2009, 24 (8): 23 – 29.
- [20] 吴玉鸣, 柏玲. 广西城市化与环境系统的耦合协调测度与互动分析 [J]. 地理科学, 2011, 31 (12): 1474 – 1479.
- [21] 虞虎, 陆林, 朱冬芳. 长江三角洲城市旅游与城市发展协调性及影响因素 [J]. 自然资源学报, 2012, 27 (10): 1746 – 1757.
- [22] 张洪, 夏明. 安徽省旅游空间结构研究——基于旅游中心度与旅游经济联系的视角 [J]. 经济地理, 2011, 31 (12): 2116 – 2121.
- [23] 刘君德, 靳润成, 周克瑜. 中国政区地理 [M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [24] 杨效忠, 刘国明, 冯立新, 等. 基于网络分析法的跨界旅游区空间经济联系——以壶口瀑布风景名胜区为例 [J]. 地理研究, 2011, 30 (7): 1319 – 1330.

## COUPLING AND COORDINATION MEASUREMENT AND INTERACTIVE ANALYSIS OF CROSS – BORDER TOURISM REGION AND REGIONAL SYSTEM IN TAIHU LAKE TOURISM AREA

ZHANG Kai, YANG Xiao – zhong, ZHANG Wen – jing

(College of Territorial Resources and Tourism, Anhui Normal University, Wuhu 241003, Anhui, China)

**Abstract:** Based on the theory and method of system science, construct the coupling model and corresponding indicator system between tourism development system and regional economic development system of cross – border tourism region, at the same time, introduce the revised gravity model to measure tourism economic boundary effect. Taking Taihu Lake cross – border area as an example, the paper measures the coupling and coordinative degrees and analyzes the interactive relationship between cross – border tourism region and regional system. Assumed Taihu Lake area is the ideal case of barrier – free tourism zone, the results show that the coupling coordination degree value of the regional level are most from 0.802 to 0.861, and the high level coupling stage indicates the relationship between Taihu Lake tourism area and regional development is extreme coordinating. But after considering the current tourism economic boundary effects in Taihu Lake cross – border tourism area, from the whole to provincial and municipal levels across the world in Taihu Lake tourist area and the degree of coupling numerical are declined, between 0.082 and 0.549. This shows that administrative region economic has larger blocking effect to the coupling development of the tourism area and regional systems. Eliminate tourism economic boundary shielding effect, promote the factors to flow, and accelerate the process of regional integration is conducive to the harmonious and healthy development of cross – border tourism areas.

**Key words:** Cross – border tourism region; development level; coupling and coordination; Taihu Lake tourism area

# 青海旅游景点(区)的时间可达性分析

陈敏, 张海峰\*

(青海师范大学 生命与地理科学学院, 青海 西宁 810008)

**摘要:** 基于GIS技术, 运用加权平均旅行时间, 分析了青海省A级以上景点(区)的时间可达性。通过分析发现: 青海省旅游景点(区)等级表现出“少-多-少”交错排列的格局, 并在数量上以4A和3A级景区最占优势; 旅游景点(区)整体分布合理; 青海省旅游景点(区)时间可达性呈现出以河湟谷地和青海湖区域为中心逐渐向周边衰减的圈层式空间格局, 空间差异明显。在上述分析的基础上, 总结影响青海省旅游景点(区)的可达性的因素主要有旅游景点的分布、路网结构、自然环境、景点的知名度。

**关键词:** 时间可达性; 旅游景点; 青海省

**中图分类号:** F59

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-7852(2013)02-0023-05

## 0 引言

随着第三产业的兴起, 旅游逐渐成为衡量一个地区经济发展前景的重要指标。而旅游景点在旅游活动中具体有特殊的地位, 是旅游活动中一个十分重要的载体。在国外, 自1959年Hansen提出了可达性的概念<sup>[1]</sup>以来, 对可达性的研究主要集中在可达性对区域选址和区域优势<sup>[2-5]</sup>的影响以及新增交通对区域经济<sup>[6,7]</sup>的显著影响等方面。对可达性的研究, 国内学者分别从宏观的整体层面<sup>[8-10]</sup>、区域层面<sup>[11-13]</sup>以及区域内部层面<sup>[14-16]</sup>对其可达性进行了探讨。在旅游方面, 靳诚等基于公路网络对南京市以及长江三角洲旅游景点的可达性进行了分析<sup>[17,18]</sup>。杜雪梅等利用区域可达性对四川省的旅游景点的空间关系进行了研究<sup>[19]</sup>。潘竟虎等利用栅格成本加权距离算法对中国4A级以上旅游景点(区)的空间可达性进行了测算<sup>[20]</sup>。陈刚等利用加权平均旅行时间和引力模型对湖北省的旅游可达性和经济强度的关系进行了分析<sup>[21]</sup>。

由此可见, 对于可达性理论研究和定量分析都

已经十分成熟, 而可达性能够很好的反映一个区域的地形地貌特征及其到达的难易程度。目前可达性的研究主要集中在东部、中部, 对西部欠发达地区的研究尚少, 加上青海省由于独特的地理位置这几年的旅游发展迅速, 对于青海省旅游景点(区)的可达性就显得十分必要。本文旨在采用地理信息技术, 基于青海省公路网络, 从时间的角度对青海省内的68个旅游景点(区)的可达性进行综合评价。

## 1 研究区域和数据来源

青海省位于青藏高原东北部, 是青藏高原上的重要省份之一, 也是内地连接西藏和新疆的重要通道, 东经 $89^{\circ}35' \sim 103^{\circ}04'$ , 北纬 $31^{\circ}40' \sim 39^{\circ}19'$ , 东西长1200 km, 南北宽800 km, 面积 $72.12 \times 10^4 \text{ km}^2$ , 辖6州、1地、1市、51个县级行政单位, 与甘肃、四川、西藏、新疆接壤。青海省是全国经济欠发达的省份, 同时也是全国旅游资源比较丰富的省份。近10年青海旅游总收入同比增长显著, 成为青海经济新的增长点。

以青海省68个旅游景点(区)为研究单元,

收稿日期: 2013-03-12; 修订日期: 2013-04-02.

基金项目: 青海省科技厅应用基础研究计划项目(2011-Z-741); 2011年度教育部“春晖计划”项目(S2011008).

作者简介: 陈敏(1987-), 女, 四川省阆中人, 硕士研究生, 主要从事区域发展与规划管理.

\* 通讯作者.

旅游景点的数据来源于青海旅游局,空间行政边界矢量数据来源于 1:400 万中国基础地理信息数据;道路数据来源于中国地图出版社在 2012 年出版的《中华人民共和国分省系列地图—青海省地图》,选取了高速、国道、省道、县乡道道路进行矢量化得出;经济数据和道路信息来源于《2012 年青海省统计年鉴》。

## 2 研究方法 with 数据处理

### 2.1 研究方法

旅游交通可达性是目的地到旅游地沟通程度和便捷度的综合反映,而交通可达性常用最短旅行时间、加权平均旅行时间以及日常可达性等指标来衡量<sup>[22]</sup>,其中,加权平均旅行时间在反映区域交通可达性中运用较为广泛和成熟,加权平均旅行时间计算公式为<sup>[23,24]</sup>:

$$A_i = \sum_{j=1}^n (T_{ij} \times M_j) / \sum_{j=1}^n M_j \quad (1)$$

式中:  $A_i$  为节点  $i$  在交通网络中的加权平均时间;  $T_{ij}$  为节点  $i$  到节点  $j$  的最短路径,采用时间衡量;  $M_j$  为节点的质量。节点  $j$  的质量(为当地的常住人口数)。  $A_i$  越小,说明  $i$  节点在交通网络中的可达性越高,反之,说明  $i$  节点在交通网络中的可达性越低。

### 2.2 数据处理

不同地表类型具有不同的通勤方式和出行速度,本文将地表类型分为高速、省道、国道和县乡道分别设定时间成本值。为了尽可能提高计算精度,选定栅格大小为 30 km × 30 km,设定时间成本数值的参考为平均出行 30 km 大约所需要的分钟数,公式为: cost (时间成本) = 30/V × 60 (其中  $v$  为各类道路设定的速度)。具体速度(表 1)设定根据 2012 年中国不同等级的铁路里程和速度标准,以及《中华人民共和国公路工程技术标准(JT-GB01—2003)》。

表 1 青海省公路交通网的行驶速度

Tab. 1 The speed of the highway network in Qinghai Province

| 道路等级                       | 高速公路 | 国道   | 省道     | 县乡道 |
|----------------------------|------|------|--------|-----|
| 速度/(km · h <sup>-1</sup> ) | 90   | 80   | 70     | 50  |
| 成本值/min                    | 20   | 22.5 | 25.714 | 36  |

根据成本值,从基础数据库中提取空间要素,分别建立矢量要素层,包括表 1 中高速、省道、国道和县乡道 4 个图层,赋予成本属性后,将矢量数据转换为栅格数据,栅格数据的取值即为时间成本值;对各层时间成本值栅格数据进行空间叠加得到青海省旅游景点(区)的时间成本栅格(图 1)。

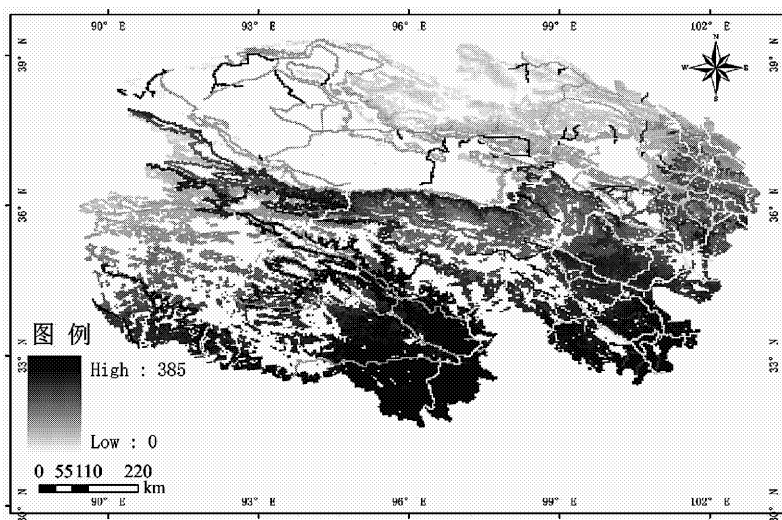


图 1 青海省旅游景区可达性成本栅格图

Fig. 1 Accessibility time cost raster of Qinghai Province tourist spots

## 3 分析结果

### 3.1 青海省 A 级旅游景区(区)整体分布情况

青海省 A 级旅游景区(区)共 68 个,其中 5A

级景区 2 个,4A 级 14 个,3A 级 45 个,2A 级 7 个(图 2)。从旅游景点(区)的等级划分情况来看:青海省旅游景点(区)等级表现出“少—多—少”交错排列的格局,即数量上 5A 和 2A 级景区(区)较少,以 4A 和 3A 级景区(区)最占优势。

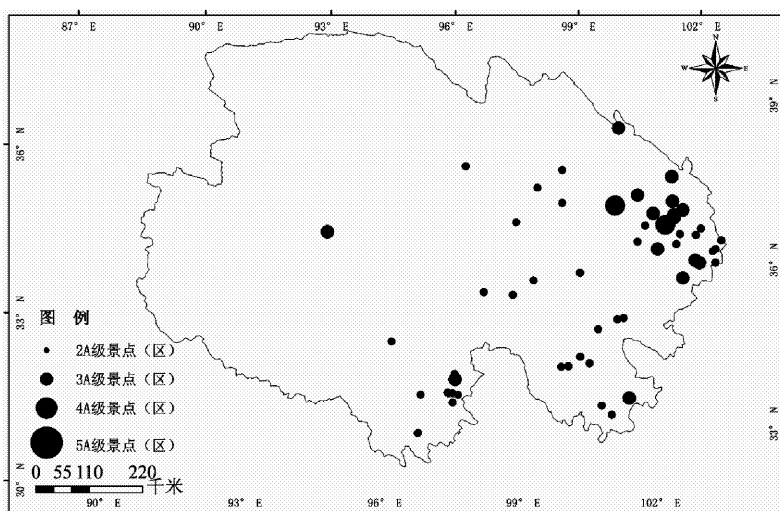


图2 青海旅游景点分布

Fig. 2 Spatial distribution of Qinghai scenic spots

从旅游景点（区）的地域分布上来看：5A级景点（区）主要分布在青海省东部地区，4A级景点（区）分布在青海省的海东地区；海北藏族自治州以及玉树藏族自治州的分地区；3A级景点（区）主要分布在靠近5A和4A级的边缘地带，分布范围较广；2A级景点（区）数量较少，主要分布在青海省南部的藏南谷地地区。在旅游景点（区）的分布上以海东地区的旅游景点最为密集，果洛藏族自治州和玉树藏族自治州次之，海西蒙古族藏族自治州最少。

运用洛伦兹曲线来分析青海省旅游景区的空间分布合理情况（图3），月牙形图形的面积  $S = 0.5 - 0.32345 = 0.17655$ ，通过计算两曲线所围成的面积比值算出基尼系数  $G = 0.17655 / 0.5 = 0.3531$ ，该基尼系数介于  $0.3 \sim 0.4$ ，说明青海省的旅游景点整体分布是合理的。

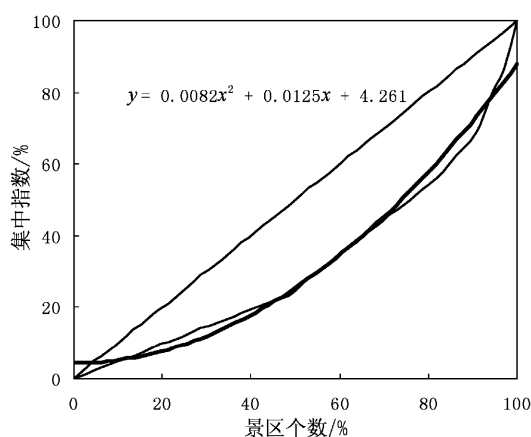


图3 青海省旅游景点分布空间洛伦兹曲线

Fig. 3 Lorenz's cure of space distribution in Qinghai scenic spot

### 3.2 可达性分析

应用公式（1），采用 Arcgis 空间分析模块，对青海省旅游景点（区）旅游交通可达性进行测算（图4），结果发现：青海省旅游景区交通可达性在空间上呈现出以河湟谷地和青海湖区域为中心逐渐向周边衰减的圈层式空间格局，空间差异明显。青海省旅游景区交通可达性极差为 9.58，为久治县年保玉则景区；可达性最好的是 1.94，为湟中县塔尔寺景区。可达性在  $0 \sim 2.5$  范围内的景区有 11 个，占研究景区的 16.17%，这些景区主要集中在西宁周边和海东部分地区；可达性在  $2.5 \sim 5.0$  范围内的景区有 32 个，占研究景区的 47%，这些景区主要集中在海北藏族自治州和黄南藏族自治州，分布在青海省中东部地区；可达性在  $5.0 \sim 7.5$  范围内的景区有 10 个，占研究景区的 14.7%，这些景区主要集中上一个圈层边缘部分，包括果洛藏族自治州的大部分和玉树藏语自治州的东南区域；可达性在  $7.5 \sim 10$  范围内的景区有 15 个，占研究景区的 22.13%。

## 4 景点可达性影响因素分析

旅游景点的可达性时间上都存在着差异，影响这种差异的因素主要有：旅游景点的分布、路网结构、自然环境、景点的知名度。这 4 种因素相辅相成共同影响着旅游景点的可达性状况。

### 4.1 旅游景点分布

可达性在旅游景点分布主要有两方面的影响：旅游景点的多少和景点分布的均衡性。景点越多，其景点之间的距离就较短，时间上就花费较少，其

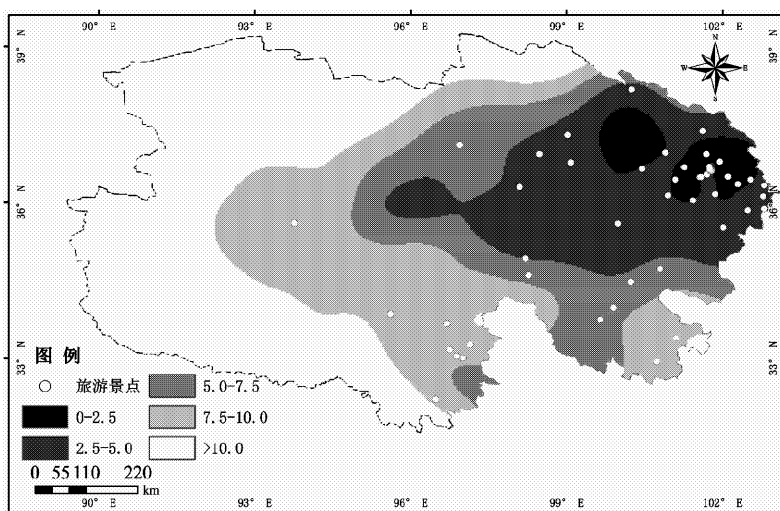


图 4 青海省旅游景区交通可达性空间格局

Fig. 4 Accessibility spatial pattern of the Qinghai tourist spots

时间上的可达性就较好。在青海省有着辽阔的地域, 景点分布较分散, 而且景点分布很不均衡。在西宁的 3 区 4 县、海东地区、青海湖以东地区的旅游景点分布较均衡, 在时间上的可达性较好; 在玉树藏族自治州、海西蒙古族藏族自治州和果洛藏族自治州范围内的景点, 由于景点的数量有限, 景点与景点之间的距离太长, 从而影响了它的可达性。

#### 4.2 路网结构

旅游过程中道路扮演着重要的作用, 网络对旅游景点可达性的影响表现在两个方面: 一是路网的发育程度; 二是路网的等级。从图 1 中可以看出, 可达性较好的景点县域内都有高等级的道路与之相连, 比如说景点可达性较好的湟源县 109 国道、青新公路穿境而过, 高等级交通成“Y”字形结构。

#### 4.3 自然环境

旅游景点的可达性与自然环境有着密切的关系。青海省在三大地质构造带的作用下, 形成了高山、高原、盆地、台地等复杂多样的地形地貌, 在宏观上影响着旅游景点的布局; 高原独特的缺氧、太阳辐射强等不利因素、气象灾害和地质灾害都影响着旅游者对旅游景点(区)的选择。

#### 4.4 景点(区)知名度

知名度是旅游景点的一张无形的招牌, 从青海省旅游景点的星标来看, 4A 级以上的景点占所选

景点的 26.56%, 截止 2012 年 1 月, 青海省只有 2 个 5A 级景点, 5A 级景点的评比内容涉及到旅游交通、游览、旅游安全等 8 个方面, 整体提高景点的知名度。

## 5 结论与讨论

本文从旅游景点(区)的可达性出发, 运用地理信息系统软件, 通过计算可以直观准确表达区域内所选景点的可达情况, 通过对青海省 A 级以上的旅游景点(区)的时间可达性分析, 得出:

(1) 青海省旅游景点(区)等级表现出“少-多-少”交错排列的格局, 并在数量上以 4A 和 3A 级景区最占优势。旅游景点(区)整体分布合理。

(2) 青海省旅游景区交通可达性在空间上呈现出以河湟谷地和青海湖区域为中心逐渐向周边衰减的圈层式空间格局, 空间差异明显。

(3) 影响青海省旅游景点(区)的可达性的因素主要有旅游景点的分布、路网结构、自然环境、景点的知名度。

本文仅是从加权平均时间出发, 来探讨旅游景点的可达性。在实际生活中, 影响旅游景点可达性的因素还很多; 本文没有考虑到旅游景点在可达性中的权重值, 在这些方面还有待进一步深入。

#### 参考文献:

- [1] Hansen W G. How Accessibility Shapes Land Use [J]. Journal of American Institute of Planners, 1959, 25: 73-76.
- [2] Geurs K T, Bertvan W. Accessibility Evaluation of Land-use and Transport Strategies: Review and Research Directions [J]. Journal of Transport Geography, 2004, 12: 127-140.
- [3] Linneker B, Spence N. Road Transport Infrastructure and Regional Economic Development: The Regional Development Effects of



- the M25 London Orbital Motorway [J]. *Journal of Transport Geography*, 1996, 4 (2): 77 – 92.
- [4] Mackiewicz A, Ratajczak W. Towards a New Definition of Topological Accessibility [J]. *Transportation Research B*, 2003, 30 (1): 47 – 79.
- [5] Kwan M P, Murray A T. Recent Advances in Accessibility Research: Representation, Methodology and Applications [J]. *Geographical Systems*, 2003, 5: 129 – 138.
- [6] Dupuy G, Stansky Vacates and Highway Networks in Europe [J]. *Journal of Transport Geography*, 1996, 4 (2): 107 – 121.
- [7] Vic Kerman R. Location, Accessibility and Regional Development: The Appraisal of Trans – European networks [J]. *Transport Policy*, 1996, 2 (4): 225 – 234.
- [8] Li Siming, Shum Yiman. Impacts of the National Trunk Highway System on Accessibility in China [J]. *Journal of Transport Geography*, 2001, 9 (1): 39 – 43.
- [9] 金凤君, 王娇娥. 20 世纪中国铁路网扩展及其空间通达性 [J]. *地理学报*, 2004, 59 (2): 293 – 302.
- [10] 曹小曙, 薛德升, 阎小培. 中国干线公路网络联接的城市通达性 [J]. *地理学报*, 2005, 60 (6): 903 – 910.
- [11] 罗鹏飞, 徐逸伦, 张楠楠. 高速铁路对区域可达性的影响研究: 以沪宁地区为例 [J]. *经济地理*, 2004, 24 (3): 407 – 411.
- [12] 魏立华, 丛艳国. 城际快速列车对大都市市区通达性空间格局的影响机制分析: 以京津唐大都市为例 [J]. *经济地理*, 2004 (6): 834 – 837.
- [13] 吴威, 曹有挥, 梁双波. 20 世纪 80 年代以来长三角地区综合交通可达性的时空演化 [J]. *地理科学进展*, 2010, 29 (5): 619 – 626.
- [14] 曹小曙, 阎小培. 经济发达地区交通网络演化对通达性空间格局的影响: 以广东省东莞市为例 [J]. *地理研究*, 2003, 22 (3): 305 – 312.
- [15] 徐昀, 陆玉麟. 高等级公路网建设对区域可达性的影响: 以江苏省为例 [J]. *经济地理*, 2004, 24 (6): 830 – 833.
- [16] 张兵, 金凤君, 于良. 近 20 年来湖南公路网络优化与空间格局演变 [J]. *地理研究*, 2007, 26 (4): 712 – 721.
- [17] 靳诚, 陆玉麟, 范黎丽. 基于公路网络的长江三角洲旅游景点可达性格局研究 [J]. *自然资源学报*, 2010, 25 (2): 258 – 269.
- [18] 靳诚, 陆玉麟, 张莉. 基于路网结构的旅游景点可达性分析: 以江苏南京为例 [J]. *地理研究*, 2009, 28 (1): 246 – 258.
- [19] 杜雪梅, 黄成敏, 李世广, 等. 区域可达性与旅游景点空间分布关系研究: 以四川省为例 [J]. *资源开发与市场*, 2011, 27 (4): 366 – 369.
- [20] 潘竞虎, 从亿波. 中国 4A 级以上旅游景点(区)空间可达性测度 [J]. *地理科学*, 2012, 32 (11): 1322 – 1327.
- [21] 陈刚, 黄翔, 刘大均, 等. 湖北省旅游交通可达性及旅游经济联系空间分析 [J]. *旅游论坛*, 2012, 5 (6): 62 – 66.
- [22] 吴威, 曹有挥, 曹卫东, 等. 开放条件下长江三角洲区域的综合交通可达性空间格 [J]. *地理研究*, 2007, 26 (2): 391 – 402.
- [23] 吴威, 曹有挥, 曹卫东, 等. 长江三角洲公路网络的可达性空间格局及其演化 [J]. *地理学报*, 2006, 61 (10): 1065 – 1074.
- [24] 张莉, 陆玉麟. 基于陆路交通网的区域可达性评价: 以长江三角洲为例 [J]. *地理学报*, 2006, 61 (12): 1235 – 1246.

## ANALYSIS OF ACCESSIBILITY TIME OF TOURIST ATTRACTIONS IN QINGHAI PROVINCE

CHEN Min, ZHANG Hai – feng

(School of Life and Geographic Science, Qinghai Normal University, Xining 810008, Qinghai, China)

**Abstract:** This paper analyses the accessibility time of a above tourist attractions in Qinghai Province with ARC-GIS software. The results show that: Qinghai tourist spots level showed “little more than a little” staggered arrangement pattern, it is a reasonable distribution. Qinghai tourist spots showing to the river Huang Valley and the Qinghai Lake area the center gradually decay to the surrounding circle spatial pattern. On the basis of the above results, we summarize four factors which impact the accessibility of tourist attractions: distributing of scenic spots, the structure of traffic, the natural environment, the visibility of the attractions.

**Key words:** time accessibility; tourist spots; Qinghai Province

# 中国家庭旅馆研究进展及展望

苏雅婷, 马元柱\*

(福建师范大学地理科学学院, 福建 福州 350007)

**摘要:**近年来随着家庭旅馆业的发展, 家庭旅馆研究越来越受到学者们的关注, 其已经成为旅游业发展的重要组成部分。通过文献的梳理, 分析了10年来国内家庭旅馆的研究进展, 研究内容包括了家庭旅馆的基础理论研究、家庭旅馆现状及发展研究、家庭旅馆经营管理研究、家庭旅馆游客和业者研究以及建筑学角度的家庭旅馆研究。最后根据以上内容的分析对家庭旅馆研究进行了评述并总结了未来家庭旅馆的研究方向。

**关键词:**家庭旅馆; 研究进展; 展望

**中图分类号:** F592

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-7852(2013)02-0028-07

## 0 引言

随着感性、知性、趣味和学习性的深度休闲旅游兴起, 人们的旅游形态日趋多样化、个性化和贴心化。家庭旅馆业的发展正体现了游客深度旅游和个性化需求。通过中文数据库 CINI 学术期刊及硕博学位论文全文数据库, 使用“家庭旅馆”、“民宿”及“民居客栈”等主题词进行检索, 搜索期刊论文和学位论文共 116 篇, 期刊论文 91 篇, 占搜集论文总数的 78%, 而学位论文有 25 篇, 占总数的 22%。国内家庭旅馆相关研究论文的发表从 2000 年至 2011 年呈上升趋势, 2007 年至 2011 年数量大增, 而截至 2012 年 10 月有关家庭旅馆论文的发表篇数有 7 篇。由此可见, 国内家庭旅馆业 2000 年以前兴起并开始受到学者们的关注, 同时也可发现研究区域主要集中于海南、杭州、丽江、阳朔等家庭旅馆业较发达省市。随着家庭旅馆业态的不断发展, 家庭的旅馆已经成为具有一定影响力和规模的新型业态参与至旅游业发展中。通过对这 116 篇论文研究内容的简单分

类及统计发现十年来国内家庭旅馆研究有一半以上仍停留于现况、问题及对策分析方面的研究, 研究内容及视角有待进一步拓展。

## 1 基础理论研究

### 1.1 家庭旅馆概念界定

如今国内对家庭旅馆概念的界定尚未明晰, 称法各式各样。有称为家庭公寓、民居客栈、家庭宾馆、民居旅馆、农家旅馆、民俗旅馆等, 此外也有借用日本之称法“民宿”。

概念界定是学术研究的基础层面, 家庭旅馆作为旅游业研究的一个方面, 只有对概念进行清晰的界定才能明确研究主题并掌握研究范围。国内学者根据各地区家庭旅馆的发展现状及经营特色从经营主体、服务对象、功能、特点和形式等方面进行定义, 各个定义侧重点有所不同。有些学者的定义仍停留在比较低级的层面, 即是将自家多余房屋供游客住宿之用。然而随着家庭旅馆业态的发展, 不少学者从较高层面对家庭旅馆进行定义, 突出了家庭

收稿日期: 2012-12-27; 修订日期: 2013-04-04.

基金项目: 福建省社科“十一五”规划重大项目(2008Z010)

作者简介: 苏雅婷(1987-), 女, 福建省厦门市人, 硕士研究生, 从事文化与旅游地理研究.

\* 通讯作者.

旅馆具有家庭之氛围及体验当地文化的特征。孙晓霞指出家庭旅馆是家庭利用多余的房间,向游客提供食宿服务,获得一定的经营收入并能让游客感受到家庭氛围和当地文化的小型旅馆<sup>[1]</sup>。龙肖毅提出民居客栈是一种以具有地方文化风格特点的家居院落为经营场所,集食、宿、游、娱为一体的,让游客体验当地的民风民俗、建筑风格、居住方式及家居人情味等人文现象的一种旅游形式<sup>[2]</sup>。李跃认为乡村家庭旅馆是依托于乡村旅游,将农舍改造,为游客提供住宿及餐饮获得一定的经济收入,主客之间有较多的沟通和交流,营造出家庭的温馨氛围<sup>[3]</sup>。此外在家庭旅馆产权非业者所有、家庭成员不住其内或雇用非家庭成员进行经营的家庭旅馆是否可定义为家庭旅馆上仍存在争议,亦有将外地人经营的家庭旅馆称为“家庭旅馆的变异”。随着旅游业的发展,休闲旅游需求增加,家庭旅馆逐渐壮大为一种业态,不应将房屋产权非经营者所有的家庭旅馆称为家庭旅馆的异化。而针对家庭旅馆经营者并无居住于旅馆内或聘用员工进行管理的家庭旅馆只要符合家庭旅馆的核心概念即可被称为家庭旅馆。此外,有学者谈到在欧美家庭旅馆的发展进入成熟阶段而衍生了分时度假的形式,这是另一种新

的业态,应区分于家庭旅馆。

## 1.2 家庭旅馆特征

家庭旅馆萌芽于旅游旺季住宿设施的供不应求,而家庭住房所能提供的客房数亦十分有限,设施设备亦相对简陋,因而早期家庭旅馆有副业经营、非商业性和非专业性的特征,这也使游客对家庭旅馆的想象停留于当地居民所提供的廉价简易的住宿设施。结合家庭旅馆定义及表1可以发现家庭旅馆的显著特征表现为以民居为经营场所、规模小、具备家庭氛围、提供食宿服务和可体验当地文化。

从家庭旅馆的功能上看,家庭旅馆不仅局限于住宿功能,单单以提供食宿服务的家庭旅馆是缺乏特色和生命力,其应是一种休闲度假体验场所。比较理想的家庭旅馆应是位于旅游资源丰富地,民居建筑内外空间富有地方特色或异国情调,并具备温馨之感的小型并精致的家一般的住宿体验空间。运用主人的兴趣及专长领域,结合周边的资源,提供的独具特色的餐饮及休闲活动,能与主人有较多的交谈,使游客对地方文化、生态、产业等有更深入的了解并能参与至主人的生活中,产生令人难以忘记的回忆,形成一种深度旅游形式。

表1 家庭旅馆特征及频数

Tab.1 The characteristic frequency of bed and breakfast

| 学者及年份                                 | 当地居民/自家房屋 | 家庭式/氛围 | 体验当地文化特色 | 食宿服务 | 规模小 |
|---------------------------------------|-----------|--------|----------|------|-----|
| 林轶 <sup>[4]</sup> (2004)              | √         |        |          | √    | √   |
| 贾小军 <sup>[5]</sup> (2005)             | √         | √      |          |      | √   |
| 孟丽 (2003)、孙晓霞 <sup>[6,1]</sup> (2006) | √         | √      | √        | √    | √   |
| 渠铭 <sup>[7]</sup> (2009)              |           |        | √        | √    |     |
| 王荣红, 谢泽氢 <sup>[8]</sup> (2009)        | √         |        | √        | √    | √   |
| 林巍 <sup>[9]</sup> (2009)              | √         | √      |          |      |     |
| 甘静 <sup>[10]</sup> (2009)             | √         |        |          |      |     |
| 龙肖毅 <sup>[2]</sup> (2009)             | √         | √      | √        |      |     |
| 蔡璐 <sup>[11]</sup> (2010)             | √         |        |          | √    | √   |
| 刘婷婷 <sup>[12]</sup> (2011)            | √         | √      |          |      | √   |
| 频数/次                                  | 9         | 5      | 4        | 5    | 6   |

## 1.3 家庭旅馆类型

科学的分类是一项基础性工作,通过繁杂的项目的分类使其条理化、系统化能够为科学的研究提供方便。从表2看,当前家庭旅馆的分类主

要是按地理位置、依托资源、建筑特色、经营模式及投宿目的进行分类,此外还有学者根据计价方式的不同,将家庭旅馆分为全包价家庭旅馆和零点式家庭旅馆,按照家庭旅馆的经营理念分成

民族型与现代型。随着家庭旅馆业态竞争加剧, 游客需求日益多样化和求异化, 这使家庭旅馆的发展呈现出经营专业化、住宿空间精致化、高档化的局面, 乃至复合型休闲旅游空间。在这样的趋势之下, 家庭旅馆类型日益多样化, 但目前家

庭旅馆的分类还不够严谨, 有待进一步的整理和补充, 使其分类具全面性、层次性和系统性。可以依据各种属性进行大类的分类, 之后根据各大类内部的差异进一步划分下一级类型, 使家庭旅馆的分类体系完整。

表 2 家庭旅馆分类

Tab. 2 The classification of bed and breakfast

| 分类依据 | 学者及年份           | 类型                                                                                       |
|------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 住宿目的 | 于泳 (2007)       | 度假型家庭旅馆、暂住型家庭旅馆、长住型家庭旅馆 <sup>[13]</sup>                                                  |
| 建筑风格 | 于泳 (2007)       | 普通型家庭旅馆和特殊型家庭旅馆 <sup>[13]</sup>                                                          |
|      | 渠铭 (2009)       | 窑洞式旅游客栈、木构架结构旅游客栈和砖木混合结构旅游客栈 <sup>[7]</sup>                                              |
| 依托资源 | 于泳 (2007)       | 古镇家庭旅馆、水乡家庭旅馆、渔乡家庭旅馆、花乡家庭旅馆、竹乡家庭旅馆、山村家庭旅馆 <sup>[13]</sup>                                |
|      | 韩元军, 周生辉 (2008) | 主题农园与农庄家庭旅馆、乡村民俗体验与主题文化村落型家庭旅馆、旅游城市型家庭旅馆、农业产业化与产业庄园家庭旅馆和相对垄断性旅游资源依托型家庭旅馆 <sup>[14]</sup> |
|      | 赵越 (2010)       | 景区生态型家庭旅馆产品、特色农业型家庭旅馆产品、古镇风情型家庭旅馆产品和三峡移民新村型家庭旅馆产品 <sup>[15]</sup>                        |
| 地理位置 | 赵海霞, 罗寿枚 (2004) | 城市家庭旅馆、乡村家庭旅馆和自然风景区家庭旅馆 <sup>[16]</sup>                                                  |
|      | 王跃荣 (2010)      | 林区家庭旅馆、牧区家庭旅馆和农区家庭旅馆 <sup>[17]</sup>                                                     |
| 经营模式 | 龙肖毅 (2008)      | 自家庭院经营模式、租赁经营模式及外来投资者与本地人合资经营模式 <sup>[2]</sup>                                           |

## 2 家庭旅馆现状及发展研究

学者们通过实证研究分析各地家庭旅馆发展现状及存在问题, 可概括为行业管理层面和企业经营管理层面存在的问题。

从行业管理上看, 家庭旅馆发展缺乏整体规划、行业管理缺失和政策支持力度不足。在行业管理层面上, 王跃荣将内蒙古家庭旅馆发展存在的问题概括为政府的宏观管理力度不够、管理部门职能不够到位、家庭旅馆业主“被管理”观念落后、经营者没有管理观念和缺乏统一行业自律组织和规范<sup>[17]</sup>。林巍补充了业者缺乏相关教育指导的问题<sup>[9]</sup>。

从企业经营管理上看, 家庭旅馆发展存在着规模小、服务设施简陋、缺乏特色、经营者经营理念落后和营销不力等状况。林佚将少数民族地区家庭旅馆的现状归纳为体量小, 民族特色浓郁和经营方式

多样化<sup>[4]</sup>。而林巍的研究发现北京家庭旅馆经营未充分体现地方文化特色、宣传形式单一, 销售渠道闭塞<sup>[9]</sup>。赵越提出重庆市家庭旅馆产品在现阶段出现的问题包括家庭旅馆产品特色不明显、家庭旅馆产品内容单一、家庭旅馆产品类型较少及服务质量水平较低<sup>[15]</sup>。

此外, 还有学者从深层角度研究了家庭旅馆同质化经营的内外动力机制、景区内家庭旅馆发展动力、国内家庭旅馆竞争态势及家庭旅馆发展中知识转移的问题。学者们的研究揭示了家庭旅馆发展过程中的存在现象背后的原因, 能为家庭旅馆发展规划提供一定的视角并改进家庭旅馆发展规划。陈志永, 吴亚平结合乡村旅游地家庭旅馆经营者及产品与服务特点, 综合考虑政策环境及市场需求等因素, 从内在动力和外在动力机制总结乡村家庭旅馆同质化经营的形成机制<sup>[18]</sup>。此外, 孙晓静利用路径依赖理论, 揭示推动景区内 (周边) 家庭旅馆发展不断壮大的主要动力是投资, 旅游需求、政策刺

激等也是其主要影响因素<sup>[19]</sup>。李明龙指出目前的家庭旅馆处于相对充分的竞争环境下,且面临着来自供应商、替代商等多方的压力,而差异化与战略联盟是其可行的战略选择<sup>[20]</sup>。而甘静则从知识转移的角度将丽江古城家庭旅馆知识转移的阶段分为开始阶段、实施阶段、调整阶段和整合阶段。丽江古城家庭旅馆的知识转移是伴随着丽江古城旅游业和外来经营者的进入而发展的。知识转移进入整合阶段,只有注重服务创新、关注客人的家庭旅馆才能继续生存<sup>[10]</sup>。

### 3 家庭旅馆经营与管理研究

家庭旅馆的经营管理分为宏观和微观两个层面,一是政府相关部门、行业协会等对家庭旅馆的宏观经营管理,二是家庭旅馆作为一个企业的微观经营管理。这两个层面的经营管理构成了家庭旅馆经营成功与否的关键方面。

#### 3.1 家庭旅馆宏观层面的经营管理

家庭旅馆行业的有效管理能规范家庭旅馆经营,保证家庭旅馆业态运行的有序性。林佚将少数民族地区家庭旅馆的管理模式概括为:政府“零管理”模式、部分管理模式及“公司+农户”的模式,并探讨“政府+公司+农户”的模式、“政府+公司+行业协会+农户”的模式和“管理合同”模式<sup>[4]</sup>,李跃补充了成立行业协会,收取少量会费的经营模式<sup>[3]</sup>。吕宛青认为实施“当地政府+旅游企业+行业协会+家庭接待户”利益相关者共同参与的家庭旅馆经营管理模式,要建立有效的管理结构体系并设立层次清晰的利益相关者责任主体,保证利益相关者共同参与的家庭旅馆经营管理模式的实施<sup>[21]</sup>。

家庭旅馆宏观层面的研究主要从其作为一种业态的研究,该方面的研究不应仅是家庭旅馆业态的管理模式研究,该部分的研究可以从以下3个方面考虑。首先是家庭旅馆作为一种业态,家庭旅馆业发展与地方社会、经济和环境的交互关系。其次,家庭旅馆业态宏观的管理涉及了相关法规的适用性、各类型家庭旅馆设立及评星指标体系的建立等。第三,家庭旅馆发展中所呈现的群聚发展现象,可从时间和空间两个角度结合研究家庭旅馆的空间集聚经济效益。

#### 3.2 家庭旅馆微观层面的经营管理

家庭旅馆的经营模式是家庭旅馆面对市场所作反应的范式,包括家庭旅馆的业务范围及实现经营目标的方式。林佚从产品角度总结出少数民族地区家庭旅馆经营模式主要有住宿餐饮模式、度假村模式、旅游产品模式和品牌化发展模式<sup>[4]</sup>。张春霞则从经营思路的角度提出规范化经营模式、产品综合化经营模式、个性化经营模式、集团化经营模式、网络直销经营模式<sup>[22]</sup>。

家庭旅馆的成功经营,不仅需要良好的外部环境,还需合理的合作关系促成企业的成长。余勇,田金霞通过实证研究发现家庭旅馆核心资源通过信任、战略联盟对竞合关系产生综合效益,物质核心资源的作用仅限于促成结盟,社会核心资源进一步影响竞合关系的结构及竞合形态的转换<sup>[24]</sup>。家庭旅馆作为盈利性的微型企业,业者的成功经营需要掌握一定的资源并具备财力、创意力、执行力和判断力等能力。王文忠通过深度访谈及实地观察,发现个案家庭旅馆经营成功的关键因素包括资产与专长能力,而资产类资源在民宿发展过程中比专长能力重要,经营成功关键因素的特性受到核心资源的影响<sup>[23]</sup>。从家庭旅馆产品层面看,邹益民,董艳琳构建了游客投宿家庭旅馆体验的理论模型,据此从家庭旅馆的市场定位、区位选择和设施设备完善角度提出基于一文化主题的体验式服务、注重对外宣传促销等提出经营策略建议<sup>[25]</sup>。

从微观层面上看,家庭旅馆作为盈利性的小型企业,其经营的成功与否和经营者能力及资源条件密不可分。该层面的研究可以从家庭旅馆本身的经营管理、家庭旅馆作为微企业和家庭企业的复合体的研究以及业者3方面展开研究命题。经营者在家庭旅馆的经营活动中属于最活跃的因素,家庭旅馆经营者执掌着家庭旅馆的发展方向、经营模式、营销模式等。而经营者作为家庭旅馆发展的重要决定因素,业者的人格特质、业者所掌握的资源决定家庭旅馆的经营理念及形态。此外,我们还应该看到家庭旅馆与一般旅馆、星级酒店经营管理存在的突出差别,家庭旅馆不仅是旅游产业的重要补充,其更是一种小型旅游企业、微企业和家庭生活的事,值得学者进一步进行探索。

#### 3.3 家庭旅馆营销研究

目前为止,家庭旅馆的营销研究主要从网络营销、营销理念、营销策略、营销模式和品牌视角进

行探讨。贾小军结合家庭旅馆的经营实践总结了适合家庭旅馆营销推广的4个理念:客户关系理念、体验式营销理念、网络营销理念和营销联盟理念<sup>[5]</sup>。而廖惠兰则提出家庭旅馆营销家庭化、人性化和参与性的营销理念。在营销方式构建中提出了主题生活方式营销、模糊产品营销、资源互享营销和家庭氛围营销的产品策略<sup>[27]</sup>。蔡璐在总结大量文献的基础上,建立了景区家庭旅馆 FENB 营销模式,包括家庭味为核心、体验参与整个住宿过程、网络品牌发展<sup>[11]</sup>。后两者的营销理念突出体现了家庭化及人情味。

随着经济形态的变化,网络成为游客获取旅游服务资讯的重要渠道。家庭旅馆网站作为一种营销通道,其网站类型、品质及功能设计能否符合游客需求,能否有效吸引游客前往消费有待进一步的探讨。张竞予将家庭旅馆的博客营销方式总结为自建个人博客渠道、自建家庭旅馆网站及借助第三方博客的方式。作者还从家庭旅馆潜在顾客品牌态度和品牌个性感知视角来探讨博客营销特征属性对购买决策的影响。通过因子分析了家庭旅馆博客营销特征:博客环境、信息质量、服务产品、服务传递、顾客参与、经营者特质6个维度,即实体质量、互动质量和商家质量3个构面<sup>[26]</sup>。

从家庭旅馆作为一项旅游产品来讲,其伴随着市场需求而产生,因而家庭旅馆营销成为学者研究的重要方面,该方面的研究有助于家庭旅馆业者调整各项经营策略。营销包括传统的营销模式和网络营销形式,但随着网民的日益增多,家庭旅馆的网络营销成为重要的营销模式。家庭旅馆有别于酒店,因而网站的内容设置、设置方式对于家庭旅馆宣传和营销是否有利是未来研究的重要方面。国内家庭旅馆研究已经涉及到了家庭旅馆网络营销,但对于家庭旅馆网站的研究尚少,今后在网络营销形式、家庭旅馆网站的设计及网络营销效度的研究有待加强。家庭旅馆网站是业者与消费者进行信息传递的重要媒介,有必要从不同的学科和理论角度进行探索。

#### 4 从家庭旅馆业者和游客角度的研究

目前家庭旅馆研究中从“人”的角度进行的研究比较少,尤其是从家庭旅馆业者角度进行研究。游客的满意度是市场调查的重要部分和游客忠诚度

的基础,亦能检验家庭旅馆产品和服务在行业中的水平,为业者转变经营方式和提高服务质量提供参考。从游客角度,家庭旅馆游客偏好、游客满意度和忠诚度、游客行为及游客对家庭旅馆旅游地意象等方面的研究尤其重要。龙肖毅通过对大理古城家庭旅馆中外游客的满意度调查表明中国游客对大理古城民居客栈的总体满意度普遍高于外国游客;中外游客都对大理古城民居客栈有很高的忠诚度<sup>[29]</sup>。胡丽花以家庭旅馆游客动机、服务质量、满意度与忠诚度关系为研究主题,运用相关理论建立结构方程模型,并以大研古镇家庭旅馆游客为实证调查对象,对模型进行验证分析<sup>[30]</sup>。而在满意度评价指标上,伍燕,刘柳针对丽江古城家庭旅馆建立4层结构的游客满意度评价指标体系及游客满意度评价模型<sup>[31]</sup>。此外,甘博英以家庭生命周期、人格特质为主要变量的研究发现:不同家庭生命周期阶段在住宿动机方面存在显著差异;封闭性人格与开放性人格在选择家庭旅馆住宿动机上也存在显著差异<sup>[32]</sup>。该研究从家庭生命周期结合游客人格特质的研究为家庭旅馆营销计划提供了市场细分的依据。

国内家庭旅馆的经营有相当多为租赁式经营,经营者与员工、屋主、当地居民及当地的社会自然环境有着联结,并在某种程度上负有某种责任。王荣红,谢泽敏通过问卷调查和实地走访形式,对丽江古城客栈经营者的社会责任缺失问题进行分析。结果显示客栈经营者的社会责任缺失包括对房主责任的缺失、对员工责任的缺失、对社区居民责任的缺失以及对旅游者责任的缺失<sup>[28]</sup>。

#### 5 从建筑学视角的家庭旅馆研究

当前从建筑学角度对家庭旅馆建筑使用 and 设计的探讨包括古镇家庭旅馆的发展规划、家庭旅馆建筑文化内涵设计和家庭旅馆的室内设计。

家庭旅馆除了能够促进当地经济的发展,对整体环境和文化保存也有其贡献率,因而古镇发展家庭旅馆业对于古建筑的维护及相关文化的保存具有积极作用。曹桦在调研基础上,确定家庭客栈规划设计的目标和原则,针对家庭客栈选址和分布,历史文化和环境空间资源的合理利用,以及家庭客栈发展的模式进行深入探究,提出便于居民参与的方案<sup>[33]</sup>。金屹通过对当地传统村落和民居建筑的分



析及景区家庭旅馆的规划设计实践项目,探索总结了对当地民居聚落的保护利用和家庭旅馆的多元化规划设计问题<sup>[34]</sup>。

家庭旅馆发展至今已不再是简陋、廉价的接待设施,其是一种住宿空间的体验,当地人情味及文化氛围在融入家庭旅馆的空间体验设计中尤为重要。刘书宏从外观建筑风格与房间格局之间的关联性,解读建筑设计与文化相系的在地反应,析理出形式与内涵的研究探讨<sup>[35]</sup>。洪樱指出家庭旅馆通常是普通居住空间改建而成,其设计和当地的民居有着天然的联系,家庭旅馆既有居住空间的性质,又有旅游建筑空间的性质,在其装饰设计上比单一性质的空间设计有着更高的要求 and 更多的趣味性。应从“非标准化”、人情化和个性化3个方面进行设计<sup>[36]</sup>。

住宿空间的体验及休闲空间的体验亦是家庭旅馆产品构成的方面。作为住宿和休闲体验空间,室外环境的营造、室内氛围的塑造和游憩空间设计关乎游客能否在参与后产生令人难以忘怀的记忆,勾起游客再次参与民宿体验。因而民宿空间和环境的设计与营造研究至关重要,其是民宿成功经营和可持续经营的重要基础。

## 6 研究评述与展望

由于各地区各民族经济发展水平、文化特色及旅游资源存在着较大的差异,因而不同地区家庭旅馆发展各具特色,各研究者在概念界定及分类上并不统一。有必要对各地区各民族家庭旅馆的形式和经营特色加以总结,以其核心内涵作概念上的统一并进一步细分家庭旅馆类型。

家庭旅馆的研究涉及家庭旅馆宏观层面及微观层面的经营管理、家庭旅馆本身的空间形态及家庭

旅馆所处的环境、家庭旅馆发展与外部环境的互动关系等。相应的家庭旅馆的研究可以应用不同的学科角度及研究方法从产业层面、企业层面、产品层面和住宿与休闲空间层面展开研究(如图1)。

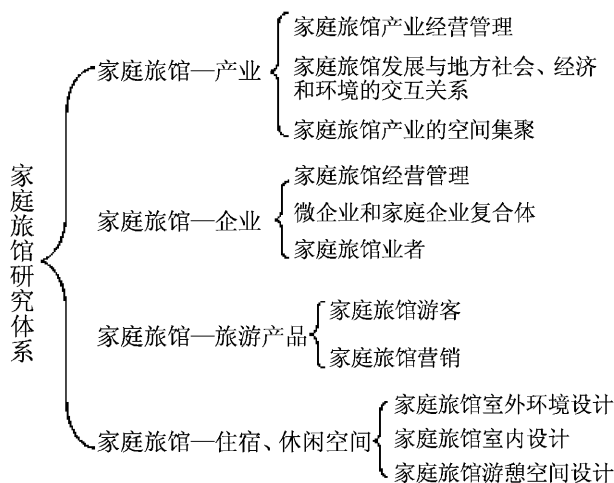


图1 家庭旅馆研究体系图

Fig. 1 The research system of bed and breakfast

总结国内家庭旅馆研究方法,主要以定性研究为主,定量研究极少。在定量研究的使用上主要是在文献回顾的基础上,提出假设,构建结构方程模型。建立测量模型,对结构模型进行验证评估。采用SPSS、LISREL与AMOS进行各量表的信度和效度检验、描述性统计分析、探索性因子分析、验证性因子分析、方差分析与独立样本 $T$ 检验。总体上,家庭旅馆研究在定量研究上比较薄弱。家庭旅馆研究有从管理学、营销学和建筑学角度进行阐述,亦有从社会学和人类学进行探讨。在研究视角上有从社会性别视角、核心资源视角、游客满意度、品牌个性、家庭生命周期理论、相关利益者理论和路径依赖理论等视角进行探讨。未来家庭旅馆的研究应关注多种学科理论和方法的交叉应用。

### 参考文献:

- [1] 孙晓霞. 家庭旅馆的演变及发展——以世界文化遗产地西递为例 [D]. 广州: 中山大学, 2006.
- [2] 龙肖毅. 民居客栈概念评述 [J]. 今日科苑, 2009 (14): 110-111.
- [3] 李跃. 孟屯寨乡村家庭旅馆经营模式探讨 [D]. 成都: 西南财经大学, 2011.
- [4] 林佚. 中国少数民族地区家庭旅馆的发展研究——以龙胜平安寨家庭旅馆发展为例 [D]. 南宁: 广西大学, 2004.
- [5] 贾小军. 中国家庭旅馆营销策略及经营模式探讨 [D]. 成都: 西南财经大学, 2005.
- [6] 孟丽. 浅析家庭旅馆发展的可行性 [J]. 玉溪师范学院学报, 2003, 19 (4): 31-33.
- [7] 渠铭. 山西乡村旅游客栈开发研究 [D]. 太原: 山西财经大学, 2009.
- [8] 王荣红, 谢泽弢. 丽江古城客栈经营者社会责任缺失研究 [J]. 云南地理研究, 2009, 21 (5): 103-106.
- [9] 林巍. 北京家庭旅馆发展现状及对策研究 [D]. 北京: 北京第二外国语学院, 2009.

- [10] 甘静. 家庭旅馆知识转移的研究——以丽江古城为例 [D]. 广州: 中山大学, 2009.
- [11] 蔡璐. 基于顾客满意度的景区家庭旅馆营销策略研究——以阳朔县为例 [D]. 桂林: 桂林理工大学, 2010.
- [12] 刘婷婷. 阿尔山市家庭旅馆发展问题与对策研究 [D]. 沈阳: 辽宁大学, 2011.
- [13] 于泳. 对我国旅游区家庭旅馆发展的探析 [D]. 成都: 四川大学, 2007.
- [14] 韩元军, 周生辉. 影响中国家庭旅馆发展的动力因素分析——基于日照家庭旅馆的研究 [J]. 商业经济, 2008 (9): 100-102.
- [15] 赵越. 重庆市家庭旅馆产品开发研究 [D]. 重庆: 西南大学, 2010.
- [16] 赵海霞, 罗寿枚. 试论自然风景区内家庭旅馆的发展 [J]. 华南师范大学学报: 自然版, 2004 (3): 120-125.
- [17] 王跃荣. 内蒙古自治区家庭旅馆发展模式研究——以阿尔山和希拉穆仁草原为例 [D]. 昆明: 云南大学, 2010.
- [18] 陈志永, 吴亚平. 乡村旅游地家庭旅馆同质化经营的形成机制与化解对策 [J]. 经济问题探索, 2011 (7): 78-84.
- [19] 孙晓静. 景区内 (周边) 家庭旅馆发展的路径依赖浅析 [J]. 武汉商业服务学院学报, 2011, 25 (2): 39-42.
- [20] 李明龙. 我国家庭旅馆竞争环境分析与战略选择 [J]. 旅游论坛, 2008, 1 (3): 426-430.
- [21] 吕宛青. 利益相关者共同参与的民族地区家庭旅馆经营及管理模式研究 [J]. 思想战线, 2007, 33 (5): 35-42.
- [22] 张春霞. 家庭旅馆经营模式研究——以河北省北戴河刘庄为例 [D]. 石家庄: 河北师范大学, 2011.
- [23] 陈文忠. 休闲民宿企业关键成功因素之研究 [D]. 天津: 南开大学, 2005.
- [24] 余勇, 田金霞. 基于核心资源视角的古城镇家庭旅馆竞合模型研究——以信任、战略联盟为中介变量 [J]. 旅游科学, 2011, 25 (4): 75-86.
- [25] 邹益民, 董艳琳. 基于游客体验的家庭旅馆经营策略研究 [J]. 桂林旅游高等专科学校学报, 2006, 17 (2): 191-196.
- [26] 张竞予. 家庭旅馆博客营销特征对顾客品牌态度的影响研究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2008.
- [27] 廖惠兰. 阳朔乡村家庭旅馆营销方式研究 [D]. 南宁: 广西大学, 2006.
- [28] 王荣红, 谢泽氢. 丽江古城客栈经营者社会责任缺失研究 [J]. 云南地理环境研究, 2009, 21 (5): 103-106.
- [29] 龙肖毅. 大理古城民居客栈中外游客满意度的人口特征差异的对比研究 [J]. 大理学院学报, 2009, 8 (3): 25-28.
- [30] 胡丽花. 家庭旅馆游客动机、服务质量、满意度与忠诚度关系研究——以云南丽江大研古镇为例 [D]. 重庆: 西南大学, 2008.
- [31] 伍燕, 刘柳. 丽江古城家庭旅馆游客满意度研究 [J]. 中国商贸, 2011 (28): 185-186.
- [32] 甘博英. 基于家庭生命周期与人格特质的台湾休闲旅游民宿选择动机研究 [D]. 长春: 吉林大学, 2012.
- [33] 曹桦. 陈炉镇家庭客栈规划设计研究 [D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2009.
- [34] 金屹. 青要山地区传统民居的现代演绎——景区家庭旅馆的设计与实践 [J]. 中华民居, 2011 (3): 11-13.
- [35] 刘书宏. 台湾民宿的特色、空间与形态 [D]. 厦门: 厦门大学, 2009.
- [36] 洪樱. 浅谈旅游地区家庭旅馆的装饰设计 [J]. 新闻界, 2010 (3): 191-192.
- [37] 吕建中, 李华敏. 对我国家庭旅馆发展的探析 [J]. 商业研究, 2003 (261): 130-134.
- [38] 林佚. 中国少数民族地区家庭旅馆的发展研究——以龙胜平安寨家庭旅馆发展为例 [D]. 南宁: 广西大学, 2004.
- [39] 梁钟荣. 龙脊梯田景区家庭旅馆发展对策研究 [J]. 零陵学院学报, 2005, 26 (3): 49-51.
- [40] 代俐. 浅议民族旅游开发中民俗家庭旅馆的建设 [J]. 成都电子机械高等专科学校学报, 2005 (3): 86-88.
- [41] 邹开敏. 民宿: 休闲度假旅游的一种探索——以江苏周庄为例 [J]. 乡镇经济, 2008 (8): 89-92.
- [42] 王雪芳. 阳朔家庭旅馆业的调查与分析 [J]. 旅游论坛, 2009, 2 (3): 370-374.
- [43] 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.
- [44] 谢珂. 三亚椰风海韵 B&B 家庭旅馆营销策略研究 [D]. 北京: 对外经济贸易大学, 2011.
- [45] 陈蕾. 厦门市酒店业与民宿业的对比分析与发展思路 [J]. 岳阳职业技术学院学报, 2011, 26 (4): 104-107.
- [46] 居学明, 胡海燕. 拉萨市城关区家庭旅馆发展现状调查 [J]. 西藏大学学报: 社会科学版, 2011, 26 (4): 62-66.
- [47] 吴燕秋, 聂力伟. 广西巴马乡村旅游民宿发展研究 [J]. 企业科技开发, 2010, 29 (18): 32-33.

# 资源诅咒视角下的澳门社会经济发展探析

李辉, 阚兴龙

(吉林大学珠海学院, 广东珠海 519041)

**摘要:** 20世纪80年代后, 越来越多资源丰裕的国家陷入了增长陷阱, 称之为“资源诅咒”现象。资源不仅包括自然资源, 而是包含资本、信息、人力、制度等的“大资源”, “制度”或者特殊的“政策”属于“大资源”范畴。澳门地区的赌权属于特殊的政策资源。近年来, 澳门博彩业迅猛发展使得生产资源过度聚集, 不断挤压其他行业尤其是中小企业的生存空间。除了建筑业受益于博彩业的迅速扩张而实现短期上升之外, 澳门其他两大产业制造业和金融保险业的比重不断下降, 尤其是制造业萎缩严重。澳门经济结构的单一化问题更加突出, “马太效应”和“挤出效应”明显, 经济社会发展开始出现“资源诅咒”现象。

**关键词:** 澳门; 资源; 资源诅咒; 博彩业

**中图分类号:** F127

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-7852(2013)02-0035-05

## 1 资源诅咒研究回顾

“资源诅咒”前期相关研究都集中在经济学领域。自然资源作为经济增长的重要因素, 对区域的发展有着重要的意义。因此经济学界一直关注自然资源与经济增长的关系研究。20世纪80年代以前, 主流经济学家充分肯定了自然资源对经济增长的促进作用, 他们认为丰富的自然资源是区域经济发展的重要因素<sup>[1]</sup>。20世纪80年代以来, 越来越多资源丰裕的国家陷入了增长陷阱的事实引起了经济学家的深思<sup>[2]</sup>。随着资源导向型国家经济增长的恶化, 更多的经济学家在研究发现了自然资源与经济增长之间的负相关性, 即自然资源丰富的国家或地区, 经济增长速度往往慢于那些资源稀缺的国家或地区。学者们把这一现象称作“资源诅咒”。并且很多学者都分别采取了不同的方法和数学模型对相关区域进行了论证, 并借助相关理论对产生诅咒现象的原因进行了分析<sup>[3]</sup>。

应该认识到“资源诅咒”的存在不仅会造成经济发展缓慢甚至停滞, 也会带来资源的枯竭、环境的恶化及其他社会问题的出现。有学者对“资源诅咒”概念界定进行了拓展。鲁金萍在前人研究的理论基础上提出广义“资源诅咒”的概念: 广义的“资源诅咒”是指资源丰富的国家或地区, 由于过度依赖自然资源及其开采而导致环境污染、生态破坏、产业单一、经济乏力、分配不公及政府腐败等问题, 致使区域发展陷入社会、经济、生态、环境等方面的严重困境, 体现的是一种不可可持续发展的状态<sup>[3]</sup>。开始有学者以新的视角研究“资源诅咒”现象, 如付英从社会的角度切入来研究资源诅咒, 扩大了资源诅咒的研究视角<sup>[2]</sup>。

目前对于“资源诅咒”研究所涉及的“资源”都仅仅局限于“自然资源”。本研究认为资源应该不仅包括自然资源, 而是包含资本、信息、人力、制度等的“大资源”。“制度”或者特殊的“政策”等也属于“资源”范畴。但是毕竟这种资源不同于自然资源, 因此本文在借鉴现有资源诅咒理论核心思想基础上来分析澳门经济社会发展的

收稿日期: 2012-11-12; 修订日期: 2013-04-04.

基金项目: 教育部哲学社会科学研究攻关项目 (07JZDH035) .

作者简介: 李辉 (1982-), 女, 山东省莱芜人, 讲师, 硕士, 研究方向为区域经济学、旅游经济学.

“资源诅咒”现象。

## 2 资源诅咒视角下的澳门社会经济发展特征

传统资源诅咒地区的经济发展都呈现出经济过度依赖资源产业、产业单一化问题突出,资源产业的挤出效应显著,现有经济发展模式不可持续,资源一旦枯竭经济将受严重打击并且短期无法恢复,人力资本投资被忽视等特征。在繁荣的博彩业助推下,澳门社会经济发展表现出与传统资源诅咒地区较为相似的特征<sup>[4]</sup>。

### 2.1 经济增长过于依赖“资源产业”

澳门回归后发展进入了一个崭新的时期,经济迅速复苏。2002 年博彩经营权开放后,澳门经济迅速攀升,地区生产总值由 1999 年  $472.9 \times 10^8$  澳门元提高到 2010 年的  $2\,237.4 \times 10^8$  澳门元,年均增长率达到 14%。不仅如此,澳门人均 GDP 达到  $40.98 \times 10^4$  澳门元,居亚洲第 4 位,世界 19 位,超过新加坡、香港和台湾<sup>[5]</sup>。澳门经济的迅速发展主要依赖博彩业的支撑,博彩业的发展对经济增长贡献非常显著。澳门经济总量的构成中,博彩业处于首位<sup>[6]</sup>。由表 1 可以看出,2010 年博彩业税收占公共财政收入的比重及博彩毛收入占 GDP 比重都超过八成<sup>[7]</sup>。

表 1 博彩业对经济的贡献

Tab. 1 The gaming industry contribution to the economy

| 项目          | 2001 年 | 2002 年 | 2003 年 | 2004 年 | 2005 年 | 2006 年 | 2007 年 | 2008 年 | 2009 年 | 2010 年 |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 税收占公共收入比重   | 62.8   | 69.5   | 72.2   | 76.4   | 72.9   | 76.9   | 59.4   | 69.4   | 65.4   | 86.4   |
| 毛收入占 GDP 比重 | 40.0   | 42.3   | 47.0   | 51.8   | 49.8   | 49.1   | 55.9   | 66.2   | 70.8   | 84.7   |

资料来源:根据澳门统计暨普查局网站数据整理。

### 2.2 经济发展受外部环境影响大

#### 2.2.1 博彩业与经济

澳门经济总量的增长状态,与一般国家或地区经济增长速度的幅度变化有所不同,澳门经济增长呈现明显的波动特征(图 1)。博彩业及其所带动的旅游业的发展受外部环境依赖较大,博彩和旅游消费弹性较大,并且澳门政府无法控制客源市场及其影响因素。并且随着新加坡等国赌博禁令的解除,博彩业面临外部的竞争也越来越激烈。因此博彩业及其带动旅游业对澳门经济增长的贡献有不确定性,有不可避免的敏感性和脆弱性。由此便导致了澳门经济存在不稳定性的风险。

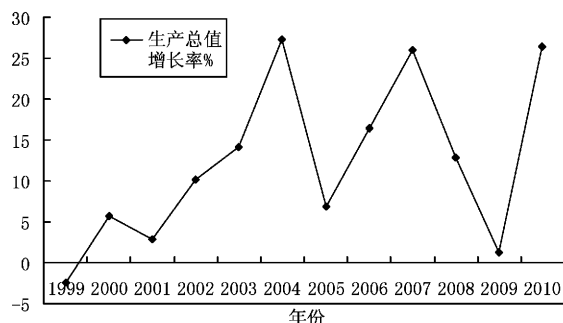


图 1 澳门回归后地区生产总值增长率变动

Fig. 1 The growth rate of GDP after the return of Macao

资料来源:根据澳门统计暨普查局网站数据整理。

#### 2.2.2 旅游业与博彩业

旅游人数增长和澳门博彩业发展之间的关系密切,通过比较澳门游客数量及博彩业收入之间的关系,发现两者呈显著线性相关。选取 1999 ~ 2010 年博彩业收入与游客数量的数据作散点图(图 2),发现 1999 ~ 2007 年数据的散点图呈线性,即两组数据存在线性相关关系。

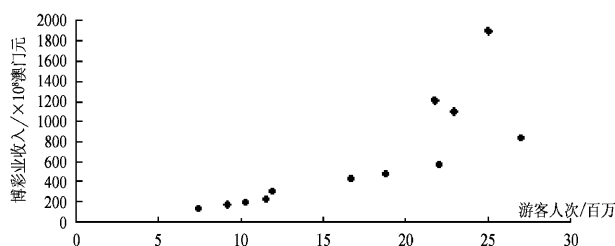


图 2 1999 ~ 2010 年澳门游客人数与博彩业收入关系

Fig. 2 Relationship between the number of tourists and the income of the gaming industry in Macao during 1999 - 2010

资料来源:同图 1。

2007 年之后游客人数统计口径发生了变化,持中国护照及通行证在澳门工作、珠海居住,每天往返澳门、珠海两地的人不再统计在内,致使游客数量较之前有所下降。二是由于统计口径发生变化后,博彩业界的对博彩中介人较大幅度的让利举措,使得中介大力在一段时间内推销泥码,泥码销

售增加,意味着博彩投注额增加,即出现2009年较2008年游客人数减少而博彩收益增加的特殊情况<sup>[8]</sup>。排除特殊事件对个别年份的影响,从统一的统计口径总体来看1999~2010年澳门的游客数量和博彩业收入线性相关。

### 2.2.3 旅游业的特点

据相关资料显示<sup>[7]</sup>,回归以来澳门旅游接待人次不断增加,由1999年的7.44百万人次,增长到2010年的24.97百万人次。游客数量的增长主要得益于中央政府的大力支持,尤其是自由行政策使得大陆游客数量迅速增长。大陆游客数量由1999年的1.65百万人次,比重为22.1%,增长到2010年的13.23百万人次,比重为53.0%。2010年来澳游客中亚洲游客占了游客总数的97.2%,前三位分别是中国大陆、香港和台湾,其中中国大陆游客占了53.0%,香港游客29.9%。可见澳门游客构成比较单一,香港及大陆游客占到82.9%。

据2010年《旅游统计》数据显示,日均消费最多的也是中国大陆游客,日均消费2030澳门元,其次是日本1273澳门元、东南亚国家1253澳门元。根据旅客的消费调查显示,大陆游客来澳门主要花费在购物方面,购买物品的排序由高到低依次为珠宝手表类、成衣、手信或食物、化妆品类、鞋包类。澳门旅游人口的构成特征也反映出澳门旅游业产品单一、游客构成单一、旅游市场存在局限性、国际知名度有待进一步提升等问题<sup>[9]</sup>。这些问题直接影响到博彩业的收益,进而影响到总体经济的可持续发展。

### 2.3 “资源产业”挤出效应凸显

近年来,博彩业迅猛发展使得生产资源过度聚集,进而挤压了其他行业尤其是中小企业的生存空间。澳门传统的支柱产业除了建筑业由于受益于博彩业的迅速扩张而实现短期上升之外,其他两大产业制造业和金融保险业的比重均随博彩业的膨胀而不断下降,尤其是制造业萎缩严重。相对于其他产业的萎缩,更增加了澳门经济对博彩的依赖,使得生产资源进一步集中,形成所谓的“马太效应”和“挤出效应”,使澳门经济结构的单一化问题更加突出。

以人力资源为例,博彩业的迅速发展为澳门创造了大量的就业岗位,使澳门的失业率显著下降的同时,也意味着大量的就业人口向博彩业聚集。从1999年到2010年,文娱博彩及其他服务业就业人数增长率为294.30%。回归后博彩业及其相关行业的劳动力增长率是总劳动增长率的4.72倍,新增的劳动力中有46.52%进入博彩及其他服务业,

博彩及相关行业接收了澳门近一半的新增劳动力。博彩业对劳动力市场的影响不仅于此,曾坤在《澳门赌业飞跃与竞争变数》一文中提及2006年前后被澳门媒体称为“转工潮”的现象:“到处在要人,到处在寻找高素质人才,尤其以赌场为烈。读者谁也想不到吧,前一阵子,澳门空姐流失,银行职员流失,中小学教师流失,警员流失……等等,流失到哪里去了?答案是一致的:赌场!”

在澳门四大支柱产业的对比中(图3),发现1999~2010年澳门制造业就业人数所占比重下降幅度最大,金融业变化不大,建筑业先略有上升,后有所下降总体变化也不大。只有博彩业就业人口的比重是一直上升的。

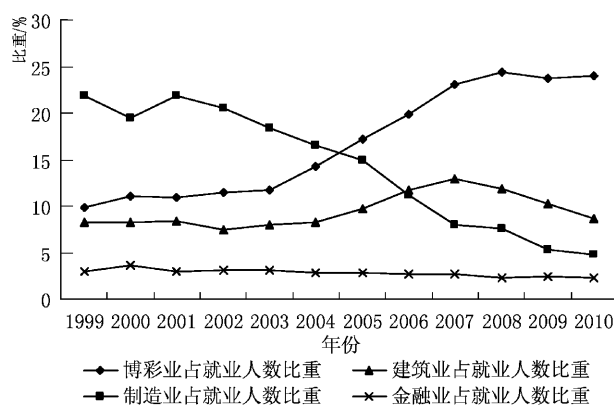


图3 1999~2010年澳门四大支柱产业就业人数占总就业人数的比重

Fig. 3 The proportion of employment in the four pillar industries accounted for the total employment in Macao during 1999-2010

资料来源:同图1。

### 2.4 人力资源储备受影响严重

澳门博彩业迅猛发展,也给澳门人力资源储备带来深刻影响。总体来看澳门人口的教育程度在不断提高<sup>[10]</sup>。就业人口中小学及以下和初中教育人数占就业人口的比例总体越来越小,高中和高等教育的比例越来越高,可见澳门就业人口的教育程度也在不断提高(表2)。失业人口中,小学及以下层次的失业人口虽然较多,但是比例在不断下降,并且下降幅度达20%,而高中及以上教育程度的失业人口比例在不断上升,总数占失业人口的40.2%(表3)。可见失业原因与教育程度的高低没有多大关系。因为澳门主要以服务业和制造业为主,在这些行业就业不一定需要高学历。澳门的经济以博彩业为龙头产业,博彩业大部分劳动力不需要高学历,实际上很多博彩公司在招聘工作人员的时候也只求初中学历。只要有中学的教育程度,经过短

期培训就可以胜任赌场工作。澳门《教育调查》中的数据表明,近几年中学生因为参加工作而离校的占了三成以上,其中2008年高达39%。

博彩业较高的收入也吸引很多青年放弃学业,尽快进入赌场工作。以2010年为例,按行业统计的月收入中位数,博彩业每月工作收入中位数为13 000澳门元,明显高于总体就业月收入中位数9 000澳门元,制造业的月收入中位数最少,为6 000澳门元。博彩业高工资、低技术、低学历、低门槛的特点,使其在吸纳大量没有工作经验的劳动力的同时,也使澳门许多青年的就业求学观发生了变化,很大程度上影响了澳门地区整体劳动力素质的提升,不利于人力资源的储备。

表2 澳门就业人口的教育程度

Tab.2 The education level of employment population in Macao %

| 教育程度  | 2003年 | 2004年 | 2005年 | 2006年 | 2007年 | 2008年 | 2009年 | 2010年 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 小学及以下 | 35.1  | 33.8  | 30.6  | 27.7  | 26.1  | 21.2  | 21.1  | 21.8  |
| 初中教育  | 31.8  | 30.9  | 31.6  | 30.1  | 30.3  | 29.2  | 25.8  | 27.2  |
| 高中教育  | 17.6  | 19.9  | 22.3  | 24.4  | 24.4  | 27.7  | 28.7  | 28.2  |
| 高等教育  | 15.4  | 15.4  | 15.5  | 17.7  | 19.2  | 21.8  | 24.4  | 22.7  |

资料来源:同表1。

表3 澳门失业人口的教育程度

Tab.3 The education level of unemployment in Macao %

| 教育程度  | 2003年 | 2004年 | 2005年 | 2006年 | 2007年 | 2008年 | 2009年 | 2010年 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 小学及以下 | 52.0  | 50.3  | 44.1  | 37.2  | 36.8  | 29.7  | 31.3  | 32.0  |
| 初中教育  | 27.0  | 28.6  | 30.7  | 31.8  | 31.6  | 31.5  | 30.9  | 26.8  |
| 高中教育  | 13.7  | 14.0  | 16.0  | 18.9  | 21.9  | 20.6  | 24.8  | 24.4  |
| 高等教育  | 7.3   | 7.1   | 9.1   | 12.0  | 9.7   | 18.2  | 13.0  | 16.8  |

资料来源:同表1。

## 2.5 贫富差距拉大,社会价值观被扭曲

### 2.5.1 贫富差距

博彩业对澳门的影响,除经济方面外还有社会方面的影响。在贫富差距方面,国际上常用基尼系数定量测定社会居民收入分配的差异程度。认为基尼系数低于0.2表示收入过于公平;而0.4是社会分配不平均的警戒线,故基尼系数应保持在0.2~0.4,低于0.2社会动力不足;高于0.4,社会不安定。绝大多数发达国家一般保持在0.2~0.3,1999年澳门的基尼系数为0.43,2003年为0.45,2008年为0.48。超过人均GDP低于澳门的韩国、新加坡、日本等国。

### 2.5.2 社会价值观及社会风气

博彩业对澳门社会价值观、社会风气产生了不良影响,这尤其体现在青少年群体中。据澳门《教育调查》中数据进行分析发现,2000年中学、小学学生因为犯校规而离校的学生比重分别为3.34%、2.06%,到2010年上升至19.23%、8.36%。

博彩业的高收入吸引了很多年轻人,甚至是很多中学生中途辍学。这些工作经验较浅、自制力较差的年轻人,在充斥浓厚的赌博氛围中工作,后果可想而知。相关研究显示,现时澳门地区不少从事博彩业的年青人,他们相对于从事其他行业的人士赚钱容易,因此崇尚名牌,任意挥霍的习惯逐渐滋生、扩大。部分青少年形成了自私自利、唯权唯钱的畸形价值观,追求金钱、物质及高消费的生活享受成为了他们的价值取向,有些更染上赌瘾。一旦受到金融危机和周边国家赌博合法化竞争的影响,赌场便大批裁员,对于那些没有完成学业,既无学历又无技能的人来说马上面临失业。大量失业人口的出现,以及由此而带来的经济及家庭方面的负担,会给社会安定和谐带来很大威胁。

## 3 澳门资源诅咒判定

资源诅咒现象的典型案例分析是“荷兰病”:大量的天然气资源使荷兰经济呈现繁荣景象,大量资源向天然气业聚集,严重打击了荷兰农业及其他工业部门的发展,造成荷兰经济畸形繁荣。当天然气开采完后荷兰面对的是出口下滑、收入大降、失业人口大增的局面。

目前,澳门博彩业、旅游业的快速发展极大促进了澳门经济的发展,博彩业发展与经济增长呈正相关的关系,并未出现对经济的“诅咒”。

但从长期来看,经济较大程度依赖博彩业的发展,也暴露出了很多问题。一方面,澳门的“资源产业”,实质是“政策”或“制度资源产业”—博彩业。博彩业对经济繁荣的重大作用,基于特殊的政策或制度,所以称为政策或制度资源产业,博彩业的繁荣及由此带来的经济增长都离不开中央政府的政策支持。它与自然资源产业不同,政策或制度的存在更具有灵活性或可变性,所以一旦“资源”枯竭或有所改变(如假设内地赌博合法化),甚至是周边开赌的地区和国家增多,那么它的优势就会丧失,经济的发展会受到严重打击。另一方面,通过文章第二部分的分析,博彩业本身也存在很多问



题,澳门博彩很大程度上跟游客数量有关,并且游客的构成非常单一。澳门旅游业发展极易受到外部经济政治环境的变化,所以博彩业本身的脆弱性对经济长期持续稳定发展构成隐患和风险。经济过度依赖博彩业,也容易造成政府对博彩财团的妥协,并且博彩业的特殊性质会对社会治安和社会风气带来影响,引发社会问题。

因此,博彩业的迅猛发展在推动澳门经济较快增长的同时,使得过度依赖博彩业的澳门经济可持续发展能力变差。

#### 4 结语

澳门赌权是一种特殊的资源,尤其是澳门回归以来,博彩经营权开放,使其资源效应进一步放

大,澳门博彩业迅猛发展,形成一枝独秀的发展局面。博彩业迅猛发展导致生产资源过度聚集,进而挤压了其他行业尤其是中小企业的生存空间。制造业和金融保险业的比重均随博彩业的膨胀而不断下降,尤其是制造业萎缩严重。长期来看澳门已经出现了“荷兰病”的典型症状,基本判定其存在资源诅咒。

毕竟制度性或政策性的资源不同于一般的自然资源,之前的资源诅咒实证研究都是在资源产业与经济的负相关现象出现后进行判定,文章主要从澳门博彩与其社会经济的发展现状特征来进行评判,并且澳门目前的博彩—经济发展并没有出现负相关的情况,因此如何应用数学模型精确判定,如何破解资源诅咒,促进澳门社会经济发展更加健康、持续,也是值得进一步探讨的问题。

#### 参考文献:

- [1] 冯宗宪,姜昕,赵驰.资源诅咒传导机制之“荷兰病”——理论模型与实证研究[J].当代经济科学,2010(4):74-82.
- [2] 付英,靳利飞.我国“资源诅咒”问题的社会学解析[J].资源与产业,2011(2):6-11.
- [3] 鲁金萍.广义“资源诅咒”的理论内涵与实证检验[J].中国人口·资源与环境,2009(1):133-138.
- [4] 冯邦彦.澳门经济适度多元化的路向与政策研究[J].广东社会科学,2010(4):89-94.
- [5] 李辉,阚兴龙.澳门回归后经济发展特征研究[J].江苏商论,2012(1):147-149.
- [6] 郭小东,刘长生.澳门博彩业的经济带动能力及其产业政策取向分析[J].国际经贸探索,2009(8):21-26.
- [7] 澳门统计局.澳门统计暨普查局网站[R].2012.
- [8] 郭永中.澳门经济发展应转变增长模式实现适度多元[J].山东社会科学,2012(11):150-154.
- [9] 唐娟.澳门旅游形象的优化——基于文化内涵的探讨[J].旅游科学,2009(2):16-20.
- [10] 曾忠禄,张冬梅.产业多元化:微型经济体国际比较[J].经济地理,2012(9):15-20.

### THE ANALYSIS OF MACAO'S SOCIAL AND ECONOMIC DEVELOPMENT BASED ON THE “RESOURCE CURSE” PERSPECTIVE

LI Hui, KAN Xing-long

(Zhuhai College of Jilin University, Zhuhai 519041, Guangdong, China)

**Abstract:** More and more resource-rich countries went into the growth trap, known as the “resource curse” phenomenon, after 80 years of the 20th century. The resources include not only natural resources, resources are “large resources”, which includes capital, information, human resources, system. System or policy belongs to the “large resources”. The gaming industry in Macao is a special policy resources. In recent years, with the rapid development of the gaming industry in Macau, made the production resources to excessive accumulation, and continue to squeeze the living space of other industries, especially SMEs. Construction industry rose in the short term due to the rapid expansion of the gaming industry, manufacturing and financial and insurance industries declined proportion in Macao. Especially serious shrinking manufacturing sector, the single issue of Macao's economic structure is more prominent. “Matthew Effect” and “crowding out” Obviously, the economic and social development began to appear the phenomenon of the “resource curse”.

**Key words:** Macao; resources; resources curse; gambling industry

# 山西省区域中心城市势力圈与行政区域的叠合分析

万 炜, 贾文毓, 张爱国\*

(山西师范大学 城市与环境科学学院, 山西 临汾 041004)

**摘要:**城市势力圈的划分是城市系统研究的主要内容之一。城市势力圈代表了区域内的社会经济分布力度, 划分出中心城市的势力圈, 便可直观地了解中心城市的社会经济发展状况以及区域内城市体系分布格局, 进而影响区域的开发顺序。通过主成分分析法得到山西省各区域中心城市的综合规模值, 以场强公式与断裂点公式确定各中心城市的强影响与弱影响势力圈半径, 再以中心地理论为基础, 借助 GIS 划分各城市势力圈的具体范围并与其行政范围进行比较。结果显示: 山西省区域中心城市强影响势力圈与其行政范围差异较大, 形成以太原为单核心式的势力圈空间结构, 各中心城市呈现非均衡状态; 山西省区域中心城市势力圈的形成有它特有的规律; 通过势力圈与行政区域的叠合分析, 得到各城市的势力圈构成和势力圈的跨市域分布特征。研究结论可为山西省城市规划、经济区划、行政区划调整等提供理论基础。

**关键词:**区域中心城市; 势力圈; 叠合分析; 中心地理论; 山西省

**中图分类号:** F127

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-7852(2013)02-0040-07

## 0 引言

城市势力圈的研究在国外起步较早<sup>[1-7]</sup>, 它起源于学者对“中心地”<sup>[7]</sup>的研究。城市势力圈也称城市腹地、城市吸引范围或城市影响区<sup>[8]</sup>, 其概念起初来自于日本。中国学者王德等(2000)曾将城镇的势力圈定义为, 一个城镇的吸引力和辐射力对城镇周围地区的社会经济联系起着主导作用的地域, 并且将城市势力圈的空间相互作用关系概括为并存、包含、半包含和竞争4种类型。换言之, 势力圈范围的形成是区域内同级城镇空间相互作用力量平衡的结果<sup>[9]</sup>。

对于城市势力圈的划分方法可归为两类。第一类是实证分析法, 即根据区域内各类要素指标进行研究, 分析不同地段与周边各城市之间各种流的联系的强弱程度来确定它们的归属<sup>[10-13]</sup>, 如周一星

等(2003)采用外贸货运流、铁路客货流、人口迁移流、空间信息流对改革开放条件下的中国城市经济区进行了划分<sup>[12]</sup>, 冯德显等(2006)根据经济综合、产业、基础设施等方面的指标研究郑州市的辐射能力<sup>[13]</sup>, 该方法的缺点是需要调查收集大量的流数据, 并要求选择代表性强、准确性高、易统计、易比较的指标加以综合分析研究。另一类是理论分析法, 即通过引入相关统计值并建立数学模型而进行计算<sup>[9,14-18]</sup>, 如用曲边 Voronoi 图来划分城市的吸引范围, 它兼具矢量数据模型和连续铺盖模型的基本特点, 提供了诸如影响范围、侧向邻近、局域动态等重要特征。但由于 Voronoi 图生成算法较为复杂, 且该方法所要求的“均质”状态等条件很难达到, 王新生等(2000)曾利用该技术计算了湖北省31个城市的影响范围, 认为该技术还有待完善, 划出的势力圈范围与实际的吻合性稍差<sup>[16]</sup>。

目前对于山西省城市势力圈的研究基本上是个

收稿日期: 2012-12-05; 修订日期: 2013-04-03.

基金项目: 国家社会科学基金项目(12BJL076); 2013年山西省高等学校大学生创新创业训练项目(SD2013CXCXY-87).

作者简介: 万炜(1993-), 男, 江西省景德镇人, 本科生.

\* 通讯作者.

空白，其它区域的城市势力圈划分研究也大多是使用 Voronoi 图的方法，且很少涉及势力圈的强弱等级问题。本文对于势力圈的研究在方法上有两个创新之处：第一，本文应用“场强”公式首次测算出山西省区域中心城市的强、弱势力圈；第二，划分势力圈没有采用 Voronoi 图的方法，而是以克里斯泰勒（Christaller）的中心地理论为依据，划分出不同等级中心地的实际影响范围。

## 1 研究方法与测度指标

根据《山西统计年鉴 2011》<sup>[19]</sup>，提取适宜的评价指标（表 1），运用主成分分析法计算得出各区域中心城市（本文中的中心城市指各地级市）的综

表 1 城市综合规模测度的指标体系

Tab. 1 Index system of city's comprehensive scale

| 一级指标   | 二级指标                       |
|--------|----------------------------|
| 经济发展水平 | 人均地区总产值 $B_1$              |
|        | 第二产业占总产值比重 $B_2$           |
|        | 第三产业占总产值比重 $B_3$           |
|        | 人均固定资产投资总额 $B_4$           |
|        | 非农人口占总人口比重 $B_5$           |
|        | 城镇居民人均社会消费品零售额 $B_6$       |
|        | 人均预算财政收入 $B_7$             |
|        | 社会消费品零售总额 $B_8$            |
|        | 人均工业总产值 $B_9$              |
|        | 海关进口总额 $B_{10}$            |
|        | 海关出口总额 $B_{11}$            |
|        | 人均邮政业务量 $B_{12}$           |
|        | 高等学校人口占总人口比重 $B_{13}$      |
|        | 高中和中等职业学校人口占总人口比重 $B_{14}$ |
| 社会生活水平 | 城乡居民人均储蓄年末余额 $B_{15}$      |
|        | 城乡居民平均每人可支配收入 $B_{16}$     |
|        | 城市职工平均工资 $B_{17}$          |
|        | 货运总量 $B_{18}$              |
|        | 出租汽车数 $B_{19}$             |
|        | 平均每万人拥有公共汽车数 $B_{20}$      |
| 环境设施水平 | 每人拥有铺装道路面积 $B_{21}$        |
|        | 人均绿地面积 $B_{22}$            |
|        | 城市下水道总长度 $B_{23}$          |
|        | 环境治理投资额 $B_{24}$           |
|        | 卫生机构数 $B_{25}$             |

合规模值；然后应用“场强”与“边界场强”公式划分出各中心城市的强、弱势力圈；根据行政原则的中心地理论，以省会太原作为高一级中心地，其余的 10 个地级市作为次一级中心地，借助 GIS 将中心城市的弱势力圈的重叠部分进行分割，让中心地外围的各点选择最接近自己的中心地，作出不规则多边形的中心地结构，进而测算出各中心地势力圈的实际影响范围，并与行政区域进行叠合分析。

## 2 山西省区域中心城市势力圈的划分

### 2.1 山西省城市空间分布特征

山西省位于太行山之西，表里河山，经济格局为汾河谷地地区发达，东西两侧山地地区落后。全省 11 个地级市大多分布在中部的五大盆地区，至北而南依次为大同、朔州、忻州、太原、晋中、临汾、运城；东部的太行山系及山间盆地只有阳泉、长治和晋城三座地级市；西部的吕梁山地及黄土丘陵区只有吕梁一座地级市。受交通干线的影响，山西大多数城镇沿同蒲、石太、太中、太焦线集聚，城市空间结构呈“大”字型格局。

### 2.2 山西省中心城市综合规模的定量分析

首先计算山西省各中心城市的发展水平。采用 Bartlett 检验和 KMO 检验方法检验了主成分分析的可行性，结果表明能够进行主成分分析。SPSS 在这部分选择了两个主成分，这两个主成分的特征值和累计贡献率如表 2 所示，两个主成分的特征值都大于 1，累计方差贡献率达到了 84.97%，说明这两个主成分包含了 11 个指标的绝大部分信息，可以用这两个主成分进行评价。

表 2 主成分分析的方差贡献率

Tab. 2 Variance contribution rates by Principal Component Analysis

| 主成分 | 特征值   | 方差贡献率/% | 累计方差贡献率/% |
|-----|-------|---------|-----------|
| 1   | 6.023 | 54.751  | 54.751    |
| 2   | 3.324 | 30.219  | 84.970    |

然后根据下式计算各中心城市“经济发展水平”这个一级指标的综合得分：

$$Z = X_1 \times Z_1 + X_2 \times Z_2 \quad (1)$$

式中： $X_1$ 、 $X_2$  分别为两个主成分的方差贡献率； $Z_1$ 、 $Z_2$  分别为两个主成分的得分。

表 3 中心城市的综合得分  
Tab. 3 Comprehensive scores of central cities

| 城市 | 经济发展水平       |              |           | 社会生活水平       |              |              |           | 环境设施水平       |              |           |
|----|--------------|--------------|-----------|--------------|--------------|--------------|-----------|--------------|--------------|-----------|
|    | 主成分<br>1 的得分 | 主成分<br>2 的得分 | 综合<br>得分  | 主成分<br>1 的得分 | 主成分<br>2 的得分 | 主成分<br>3 的得分 | 综合<br>得分  | 主成分<br>1 的得分 | 主成分<br>2 的得分 | 综合<br>得分  |
| 太原 | 1. 141 4     | 2. 616 2     | 1. 415 5  | 2. 681 2     | 1. 119 2     | 0. 352 9     | 1. 652 4  | 2. 760 8     | 0. 204 6     | 1. 663 6  |
| 大同 | -0. 455 5    | 0. 517 1     | -0. 093 1 | -0. 039 4    | -0. 648 3    | 1. 617 4     | 0. 044 4  | 0. 716 9     | 0. 313 3     | 0. 486 7  |
| 阳泉 | 1. 019 7     | -0. 313 7    | 0. 463 5  | -0. 397 7    | 1. 128 8     | -0. 938 9    | -0. 084 0 | -0. 595 7    | 0. 777 6     | -0. 186 3 |
| 长治 | 0. 408 3     | -0. 712 8    | 0. 008 1  | -0. 179 5    | -0. 313 7    | 0. 244 5     | -0. 127 4 | -0. 527 3    | 1. 718 6     | 0. 051 5  |
| 晋城 | 0. 927 3     | -0. 800 0    | 0. 266 2  | -0. 460 1    | 0. 640 3     | -0. 431 7    | -0. 155 4 | -0. 316 5    | 1. 113 2     | 0. 048 1  |
| 朔州 | 1. 145 5     | -0. 605 6    | 0. 444 2  | -0. 888 7    | 1. 002 5     | 0. 898 0     | -0. 134 7 | -0. 128 2    | -1. 856 3    | -0. 465 2 |
| 晋中 | -0. 404 4    | -0. 188 8    | -0. 278 5 | -0. 517 9    | 0. 413 1     | -0. 453 1    | -0. 235 2 | -0. 169 6    | -1. 123 3    | -0. 335 6 |
| 运城 | -1. 558 1    | 0. 433 6     | -0. 722 1 | 0. 936 1     | -1. 883 6    | -1. 282 2    | -0. 072 8 | -0. 033 9    | -0. 345 5    | -0. 092 5 |
| 忻州 | -1. 385 2    | 0. 247 7     | -0. 683 6 | -0. 326 5    | -1. 329 6    | 1. 062 8     | -0. 314 0 | -0. 826 7    | -0. 320 4    | -0. 552 6 |
| 临汾 | -0. 771 8    | -0. 224 6    | -0. 490 4 | -0. 261 3    | 0. 085 6     | 0. 407 3     | -0. 065 6 | -0. 355 7    | -0. 149 3    | -0. 240 2 |
| 吕梁 | -0. 067 4    | -0. 969 3    | -0. 329 8 | -0. 546 1    | -0. 214 4    | -1. 476 7    | -0. 507 6 | -0. 524 0    | -0. 332 5    | -0. 377 4 |

用相同的方法，对社会生活水平、环境设施水平进行计算。计算得出的综合得分见表 3。

在此基础上再应用主成分分析法对经济发展水平、社会生活水平和环境设施水平 3 个一级指标进行二次综合，可以得到反映山西省 11 个城市的综合规模。采用 Bartlett 检验和 KMO 检验方法检验了主成分分析的可行性之后，SPSS 选择了一个主成分，它的特征值为 2. 618，累计方差贡献率达到了 87. 279%，最后求得其综合得分（表 4）。

表 4 二次综合得分  
Tab. 4 Twice synthesis scores

| 城市 | 主成分得分     | 综合得分      |
|----|-----------|-----------|
| 太原 | 2. 807 6  | 2. 450 4  |
| 大同 | 0. 262 2  | 0. 228 8  |
| 阳泉 | 0. 086 6  | 0. 075 6  |
| 长治 | -0. 048 6 | -0. 042 4 |
| 晋城 | 0. 070 3  | 0. 061 4  |
| 朔州 | -0. 119 2 | -0. 104 0 |
| 晋中 | -0. 498 7 | -0. 435 3 |
| 运城 | -0. 490 5 | -0. 428 1 |
| 忻州 | -0. 894 7 | -0. 780 9 |
| 临汾 | -0. 446 9 | -0. 390 0 |
| 吕梁 | -0. 728 0 | -0. 635 4 |

为了便于计算和对比，并保证变换后的数据全部为正值且原数据列数值大小次序特征不变，本文选取在区间<sup>[1,5]</sup>对各市的综合得分进行数据变换处理。根据最小—最大化公式（2），计算得出山西各中心城市数据规范化后的综合得分与排序结果（表 5）。

$$V' = \frac{V - \min_A}{\max_A - \min_A} (\max'_A - \min'_A) + \min'_A \quad (2)$$

表 5 数据处理后城市综合得分与排名  
Tab. 5 The comprehensive scores and ranks  
after specifying the data

| 城市 | 综合得分  | 排名 |
|----|-------|----|
| 太原 | 5. 00 | 1  |
| 大同 | 2. 25 | 2  |
| 阳泉 | 2. 06 | 3  |
| 长治 | 1. 91 | 5  |
| 晋城 | 2. 04 | 4  |
| 朔州 | 1. 84 | 6  |
| 晋中 | 1. 43 | 9  |
| 运城 | 1. 44 | 8  |
| 忻州 | 1. 00 | 11 |
| 临汾 | 1. 48 | 7  |
| 吕梁 | 1. 18 | 10 |

式中： $V'$ 为数据处理后的城市综合得分； $V$ 为各地级市的综合得分； $\max_A$ 等于2.450 4； $\min_A$ 等于-0.780 9； $\max'_A$ 等于5； $\min'_A$ 等于1。

从表5中可以看出，排名第一的是太原，第二是大同，接下来依次是阳泉、晋城、长治、朔州、临汾、运城、晋中、吕梁、忻州。另外，太原的城市规模为其他10个城市均值（1.642）的3倍多，属于典型的单核心式城市，对全省的极化作用过强，这也反映了山西省的城镇体系尚不完善。

## 2.3 山西省中心城市势力圈的界定

### 2.3.1 场强与断裂点的确定

场强计算<sup>[20]</sup>：

$$S_{ik} = \frac{F_i}{d_{ik}^2} \quad (3)$$

式中： $S_{ik}$ 为*i*城市在其影响区*k*点上的场强； $d_{ik}$ 为*i*城市到*k*点的距离； $F_i$ 为*i*城市的综合实力。

断裂点计算：

对相邻两个城市势力圈的划分，目前普遍应用的是断裂点模式<sup>[21]</sup>，其计算公式为：

$$D_{ik} = \frac{D_{ij}}{1 + \sqrt{\frac{F_i}{F_j}}} \quad (4)$$

式中： $D_{ik}$ 为断裂点*k*到*i*市的距离， $D_{ij}$ 为*i*市与*j*市之间的距离， $F_i$ 和 $F_j$ 分别表示*i*市和*j*市的综合实力。

城市间的距离，理论上应该是空间直线距离，但城市的发展与城市间的道路有密切的联系，所以本文用实际公路里程计算城市间距离。

### 2.3.2 边界场强与强弱势力圈半径的确定

弱影响范围边界场强的界定。从前述城市综合得分中可以看出，太原、大同两个城市是山西省综合规模最强的两个城市，所以本文选定太原和大同断裂点处的场强作为确定城市弱影响范围所需场强。太原与大同之间的距离为355 km，设太原为*i*市，大同为*j*市，则 $F_i = 5$ ， $F_j = 2.25$ ， $D_{ij} = 355$ ，根据（4）式可得出，太原与大同两市的断裂点距太原212.470 5 km，距大同142.529 5 km。再根据（3）式计算出太原在断裂点处的影响力场强为 $S = 5/212.470 5^2 = 1.11 \times 10^{-4}$ ，并以此场强作为山西省其它地级市弱影响范围的边界场强。

强影响范围边界场强的界定。太原市作为山西省的省会，综合规模排名第一，是全省的政治、经济、文化和交通中心，对全省的带动作用很大，太原周围的城市有清徐县、阳曲县、娄烦县和古交市，受距离效应的影响，太原对这4个县市的影响比较大，所以本文选这4个县市距太原的平均距离处作为强影响区的边界场强，清徐县、阳曲县、娄烦县、古交市距离太原的距离分别为30.52 km、50.30 km、69.56 km、151.98 km，平均距离为75.59 km，计算的场强为 $S = 5/75.59^2 = 8.75 \times 10^{-4}$ ，并以此场强作为山西省其它地级市强影响范围的边界场强。

强弱势力圈半径的界定。可由对应的强、弱影响范围的边界场强进行计算。依公式（3）有如下关系：

$$D_i = \sqrt{\frac{F_i}{S_i}} \quad (5)$$

式中： $D_i$ 为城市影响范围即边界点距城市中心的距离； $F_i$ 为第*i*城市的综合实力； $S_i$ 为城市影响范围的边界场强。据（5）式计算得出的各城市强弱势力圈半径（表6）。

表6 山西省11个地级市的强弱势力圈半径  
Tab. 6 The radii of strong and weak hinterlands of 11 prefecture-level cities

| 城市 | 弱势力圈半径/km | 强势力圈半径/km |
|----|-----------|-----------|
| 太原 | 212.238 2 | 75.592 9  |
| 大同 | 142.373 7 | 50.709 3  |
| 阳泉 | 136.229 8 | 48.521 0  |
| 长治 | 131.176 2 | 46.721 1  |
| 晋城 | 135.566 9 | 48.284 9  |
| 朔州 | 128.750 1 | 45.856 9  |
| 晋中 | 113.502 8 | 40.426 3  |
| 运城 | 113.899 0 | 40.567 4  |
| 忻州 | 94.915 8  | 33.806 2  |
| 临汾 | 115.470 1 | 41.127 0  |
| 吕梁 | 103.104 9 | 36.723 0  |

## 3 山西省区域中心城市势力圈与行政区域的叠合特点

根据表6，首先用GIS划分出中心城市的强弱

势力圈,其强势力圈为图 1 中 a 图所示;然后根据克里斯泰勒中心地理论,以太原作为高一等级的中心地,其余的 10 个地级市作为次一级的中心地,将次一级中心地的弱势力圈重叠部分进行分割,让中心地外围的各点选择最接近自己的中心地,从而作出不规则多边形的中心地结构,见图 1 中 b 图,其中太原的辐射影响范围为图中的大圆所示,其余 10 个地级市的辐射影响范围为图中相应的多边形所示。

依山西省各中心城市的强弱势力圈半径可计算出对应的势力圈面积;运用 GIS 可量算出图 1 (b) 中各中心城市由弱势力圈确定的圆面积转化而成的多边形的实际影响面积,这样可以排除不包含于省域范围之内的弱势力圈面积以及城市势力圈重叠部分面积对分析结果的影响。太原作为单核心式的省会城市,属于高一等级的中心地,其强势力圈可辐射整个市域,弱势力圈实际影响区则波及全省;其余 10 个地级市作为次一级的中心地,只有实际影响区大体辐射各市域。因此对势力圈面积与行政地域面积进行对比分析时,为增加可比较性,对于不同等级城市采用不同的对比方式,即:太原的强势力圈面积与太原市行政地域面积进行对比,太原的实际影响区面积与省域行政地域面积对比;其余 10 个地级市的强势力圈面积与实际影响区面积均与其对应的行政地域面积对比,结果见表 7 所示。

通过表 7 和图 1,得出山西省城市势力圈与行

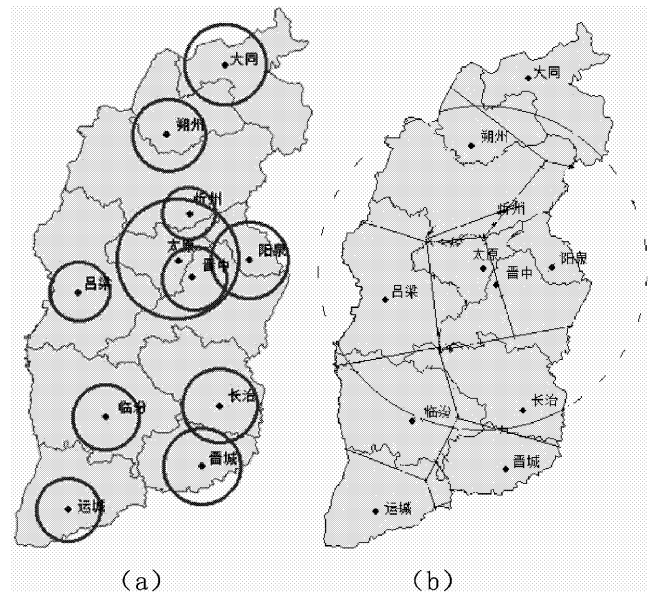


图 1 山西省中心城市的势力圈划分

Fig. 1 The division of hinterland of central city in Shanxi

政区域的叠合有以下特点:

(1) 从强势力圈面积来看, 11 个地级城市中只有太原和阳泉超出行政地域面积, 从图表中可以看出, 这也与太原和阳泉是行政地域面积最小的两个城市有关。

(2) 以太原为中心, 晋中、阳泉、忻州为外层, 各城市间强势力圈存在较多的重叠部分, 另外晋城与长治的强势力圈也存在少量的重叠部分, 而其他中心城市则不存在强势力圈的重叠现象。

表 7 山西省 11 个地级市强势力圈、实际影响区与行政地域面积的比较

Tab. 7 The comparisons of strong hinterland for 11 prefecture-level cities and its administrative ranges

| 城市 | 弱势力圈面积<br>(W)/km <sup>2</sup> | 强势力圈面积<br>(S)/km <sup>2</sup> | 实际影响区面积<br>(R)/km <sup>2</sup> | 行政地域面积<br>(A)/km <sup>2</sup> | S/A   | R/A     |
|----|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------|---------|
| 太原 | 141 513. 21                   | 17 951. 96                    | 117 455. 96                    | 6 988                         | 2. 57 | 0. 75 * |
| 大同 | 63 680. 93                    | 8 078. 40                     | 21 548. 52                     | 14 176                        | 0. 57 | 1. 5    |
| 阳泉 | 58 303. 43                    | 7 396. 21                     | 13 357. 66                     | 4 452                         | 1. 67 | 3. 00   |
| 长治 | 54 058. 00                    | 6 857. 66                     | 15 251. 43                     | 13 864                        | 0. 49 | 1. 10   |
| 晋城 | 57 737. 40                    | 7 324. 41                     | 11 389. 57                     | 9 490                         | 0. 77 | 1. 20   |
| 朔州 | 52 076. 89                    | 6 606. 31                     | 33 171. 87                     | 10 700                        | 0. 62 | 3. 10   |
| 晋中 | 40 472. 79                    | 5 134. 26                     | 12 482. 13                     | 16 400                        | 0. 31 | 0. 76   |
| 运城 | 40 755. 83                    | 5 170. 16                     | 10 304. 32                     | 14 106                        | 0. 37 | 0. 73   |
| 忻州 | 28 302. 64                    | 3 590. 40                     | 3 394. 48                      | 25 472                        | 0. 14 | 0. 13   |
| 临汾 | 41 887. 94                    | 5 313. 78                     | 19 249. 56                     | 20 275                        | 0. 26 | 0. 95   |
| 吕梁 | 33 397. 08                    | 4 236. 69                     | 16 916. 43                     | 21 143                        | 0. 20 | 0. 80   |

\* 此处的 R/A = 太原的实际影响区面积 (117 455. 96 km<sup>2</sup>) / 省域行政地域面积 (157 066 km<sup>2</sup>) .



(3) 太原、阳泉、朔州3市的实际影响区面积远大于其行政地域面积,大同、长治、晋城3市的实际影响区面积稍大于其行政地域面积,晋中、运城、忻州、临汾与吕梁5市的实际影响区面积小于行政地域面积,并且省会太原的实际影响区只能辐射到省域面积的三分之二左右。

(4) 从实际影响区面积来看,由于中部地区城市密度较高,使得忻州、晋中的势力圈被明显压缩,以致于晋中的综合规模虽大于吕梁,但由于中部地区城市间的强烈竞争,使晋中的势力圈面积反低于吕梁。说明城市势力圈的大小不单由城市的综合规模所决定,而且受区域城市密度的影响。

(5) 由于中心城市在对势力圈空间上的互相争夺,导致中心城市的实体地域并不完全位于自身势力圈的几何中心。

## 4 结论

本文采用由主成分分析法计算得出城市综合规

模值,以中心地理论为基础划分出山西省城市势力圈的范围,并与其行政地域范围进行叠合分析。通过研究,可得出如下主要结论:

(1) 山西省各中心城市的综合规模差值较大,城市总体发展不平衡,太原为单核心式城市,山西城镇规模结构呈单中心首位型结构,城镇体系不完善。

(2) 山西省中心城市势力圈的发展有它特有的规律,即沿着主要交通轴线与平原盆地发展。城市势力圈主要集中在中部五大串珠状盆地内,其次是东西两侧的山间盆地,在空间连接上呈“大”字型格局。

(3) 山西省中心城市势力圈与其行政地域范围很不协调,大部分城市的强势力圈未超过其行政地域范围,且城市的实际影响区与行政地域范围的差异也比较大。

(4) 区域内城市越密集,中心城市之间势力圈的互相争夺也越为剧烈,将造成中心城市实际影响区的压缩变形,同时也会造成中心城市的实体地域并不完全位于实际影响区的几何中心。

## 参考文献:

- [1] 富田和晓. 大都市圈的结构演变 [M]. 东京: 古今书院, 1995: 14-79.
- [2] Haughton G. Developing Sustainable Urban Development Models [J]. Cities, 1997, 14 (4): 189-195.
- [3] P Haggett. Locational Models [M]. London: Edward Arnold Ltd, 1977: 37-69.
- [4] Gallen N. The Rural-urban Fringe: A New Priority for Planning Policy [J]. Planning Practice & Research, 2006, 21 (3): 383-393.
- [5] Green, H L. Hinterland Boundaries of New York and Boston in Southern New England [J]. Economic Geography, 1955, 31 (2): 283-300.
- [6] Huff D L, Lust J M. Ireland's Urban System [J]. Economic Geography, 1979, 56 (3): 196-211.
- [7] Christaller W. Central Places in South Germany [M]. New Jersey: Prentice Hall, 1966.
- [8] 王德, 赵锦华. 城镇体系分析系统的升级开发与研究 [J]. 城市规划, 2002, 26 (8): 60-64.
- [9] 王德, 赵锦华. 城镇势力圈划分计算机系统的开发研究与应用——兼论势力圈的空间结构特征 [J]. 城市规划, 2000 (12): 37-41.
- [10] 许学强, 周一星, 宁越敏. 城市地理学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2009: 191-203.
- [11] 罗守贵, 金芙蓉, 黄融. 上海都市圈城市间经济流测度 [J]. 经济地理, 2010, 30 (1): 80-86.
- [12] 周一星, 张莉. 改革开放条件下的中国城市经济区 [J]. 地理学报, 2003, 58 (2): 271-284.
- [13] 冯德显, 贾晶, 乔旭宁. 区域性中心城市辐射力及其评价: 以郑州市为例 [J]. 地理科学, 2006, 26 (3): 266-272.
- [14] 王德, 程国辉. 我国省会城市势力圈划分及与其行政范围的叠合分析 [J]. 现代城市研究, 2006 (6): 4-9.
- [15] 王桂圆, 陈眉舞. 基于 GIS 的城市势力圈测度研究 [J]. 地理与地理信息科学, 2004, 20 (3): 69-73.
- [16] 王新生. 一种用于界定经济客体空间影响范围的方法——Voronoi 图 [J]. 地理研究, 2000, 19 (3): 311-315.
- [17] 潘竞虎, 石培基, 董晓峰. 中国地级以上城市腹地的测度分析 [J]. 地理学报, 2008, 63 (6): 635-645.
- [18] 闫卫阳, 王发曾, 秦耀辰. 城市空间相互作用理论模型的演进与机理 [J]. 地理科学进展, 2009, 28 (4): 511-518.
- [19] 山西统计局, 国家统计局山西调查总队. 山西统计年鉴 (2011) [M]. 北京: 中国统计出版社, 2011.
- [20] David L Huff. The Delineation of a National System of Planning Regions on the Basis of Urban Spheres of Influence [J]. Regional Studies, 1973, 7: 323-329.
- [21] Reilly W J. Methods for the Study of Retail Relationship [J]. University of Texas Bulletin, 1929, 2944: 29-44.

## THE OVERLAY ANALYSIS OF REGIONAL CENTER CITIES HINTERLAND AND ADMINISTRATIVE REGION IN SHANXI PROVINCE

WAN Wei, JIA Wen – yu, ZHANG Ai – guo

(*College of Urban & Environmental Sciences, Shanxi Normal University, Linfen 041004, Shanxi, China*)

**Abstract:** The division of city hinterland is one of main content of city system research. City hinterland represents economic distribution depth within the regions. By dividing central city into different domains, the economic development of central city and the distribution of regional city system which influences upon the order of regional development can be acquired. The comprehensive scale values of regional central city in Shanxi can be got by Principal Component Analysis (PCA), On the other hand, the radius of the strong and weak hinterlands of each central city can be confirmed through the formula of Field Intensity and Breaking Points. On the basis of the Central Place Theory, the different scopes of hinterlands have been divided by GIS and compared with corresponding administrative region. The results show: Strong hinterland of regional central cities is distinct different from their administrative range in Shanxi, which forming the sphere of space structure of single core with Taiyuan, presenting the non – equilibrium state of central cities. The forming of hinterlands of regional central cities has its special regularity. Through the overlay analysis of hinterlands and administrative regions, the compositions of hinterlands and the distribution states of hinterlands within cities can be obtained. The results can provide theoretical basis for the urban planning, economic regionalizing, and administrative division adjusting in Shanxi Province.

**Key words:** regional center city; hinterland; overlay analysis; central place theory; Shanxi Province

~~~~~  
(上接第 34 页)

BED AND BREAKFAST RESEARCH PROGRESS AND PROSPECT IN CHINA

SU Ya – ting, MA Yuan – zhu

(*College of Geographical Sciences, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, Fujian, China*)

Abstract: Bed and breakfast has become an important part of tourism industry and research about bed and breakfast in China has also developed quickly in recent years. In general, the contents of domestic researches about bed and breakfast are few in these ten years. The paper attempts to make a systematical overview of the research progress of China's bed and from the following perspectives: basic theories of bed and breakfast, bed and breakfast's present situation and its momentum, bed and breakfast management, study on guest, study on operator and explore on bed and breakfast from architectural aspect. Base on previous research, the author point out the further study for bed and breakfast.

Key words: bed and breakfast; research progress; prospect

国内外行政区划调整研究综述

刘 高

(铜仁学院 武陵山区民族文化研究中心, 贵州 铜仁 554300)

摘要: 行政区划作为上层建筑,是把国家权益和政府职能合理配置于各级地方的空间基础,是协调区域利益格局的法理路径,也是有效管理和治理地方事务的重要举措,它是关系到国家繁荣昌盛和长治久安的大政。近年,中国行政区划变动较为频繁,处于相对的波峰时期,基于行政区划战略的重要性及现实需要的紧迫性,综述有关国内外行政区划的调整,对中国行政区划体制改革与调整具有重大理论参考价值和实践指导意义。

关键词: 行政区划; 调整; 综述

中图分类号: F29

文献标识码: A

文章编号: 1001-7852(2013)02-0047-05

行政区划本质上属于上层建筑范畴,是国体、政体结构的重要表现形式,是国家权力的地域空间配置的重要手段,也是国家统治集团意志及政治、经济、军事、民族、习俗等各种要素在地域空间上的客观反映^[1]。所以,行政区划事关国家的政治稳定、经济发展、社会进步与生态环境可持续等的全局战略,是关系到国家繁荣昌盛和长治久安的大政。

1 国外行政区划的相关研究

1.1 多学科的综合研究

国外对行政区划的研究通常是多学科共同进行的,主要集中在政治地理学、区域政治学、行政管理学等相关学科的研究之中。战后西方各国对行政区划研究具有两个鲜明的特点:即西方对城市型政区的研究投入了极大的热忱和西方行政区划研究大多与国家的国土整治开发和经济发展紧密结合^[2]。20世纪60~70年代,许多学者对大都市政府进行分析。政治学家揭示了大都市区政治分治的效果和本质;经济学家探讨了部分大都市区提供公共服务的有关财政方面的问题;地理学家则阐述了都市区空间范围和分治的内涵^[3]。

1.2 大都市作为行政区划调整的先导

国外发达国家的城市发展起步较早,曾在其城市化快速发展时期行政区划变动频繁,主要表现出协调、分割、相对集中的不同类型,调整都力求做到相对完整、职权分明和关系顺达^[4]。日本在20世纪50年代进入快速城市化时期,用3年左右时间增设了213个市,而韩国在60年代进入快速城市化阶段,也将140个县正式设置成一级正式行政区划单位^[5]。美国在20世纪前30年代斯杜邓斯基指出美国大都市区的主要政治问题是地方政府的零碎化,而唯一符合逻辑的发展方向是合并为区域性的大都市区政府^[6]。60年代,罗伯特·伍德(Robert Words)发表《1400个政府机构:纽约都市区的政治组织》(1961)中指出造成美国当时都市化地区矛盾丛生和管理效率低下的根本原因之一是存在庞大的地方政府,建议在都市区成立政府组织^[7]。所以,在70年代以后很多人开始从都市治道向大都市区政府转变,即从探讨结构性改革转变为管理政策和措施方面的调整。80年代因英美等国的一些学者针对大都市区政府存在的问题和缺陷提出质疑,致使大都市区的研究由盛转衰,西方国家的行政改革核心成为克服政府职能膨胀后出现的各种问题与矛盾,重新界定政府职能,理顺政府与

收稿日期: 2012-12-13; 修订日期: 2013-04-05.

作者简介: 刘高(1984-),男(苗族),贵州省铜仁人,讲师,主要从事行政区划与城乡发展研究.

市场的关系,并在实践中引入市场机制。进入90年代以来,区域规划、环境治理、社会平等和可持续发展等社会问题都需要在大都市区范围内统筹规划,大都市区改革也成为欧洲国家的热点课题,并对美国的相关研究产生了一定程度的影响^[8]。

概而言之,国外对于行政区划的研究多是围绕城市地区展开的,特别是大都市区的行政区划调整问题几乎成为一个世纪以来的研究中心。这与西方国家的城市化进程密切相关,高水平的城市化使城市型政区基本取代了传统的地域型政区,成为最主要的政区类型。另外,西方国家很多地方政区都是在长期的历史演进中自然而然地形成的,人为的“区划”对于地方政区设置和调整的影响作用相对较小,所以西方学术界普遍缺少针对行政区划的专门研究,只是在研究地方政府相关问题的过程中有所涉及,其研究具有较强的综合性与实用性,但关于行政区划研究的专门著作却并不多见,也没有形成系统的理论^[9]。

2 国内行政区划研究进展

国内对行政区划的研究较多,并且取得了丰硕的成果。其研究的内容主要涉及国家和部分地方行政区划沿革和制度变迁等。截至目前,在国内行政区划领域内比较有影响的著作有中国行政区划研究会编的《中国行政区划研究》(1991)、陈嘉陵等的《各国地方政府比较》(1991)、浦善新等的《中国行政区划概论》(1995)、舒庆的《中国行政区经济与行政区划研究》(1995)、刘君德主编的《中国行政区划的理论与实践》(1996)和刘君德等合著的《中国政区地理》(1999)与《中外行政区划比较研究》(2002)、刘君德,汪宇明合著的《制度与创新——中国城市制度的发展与改革新论》(2000)、周振鹤的《中国地方行政制度史》(2005)、浦善新的《中国行政区划改革研究》(2006)、刘君德等的《中央直辖市政区空间组织与制度模式探析》(2012)等。具体的学术研究比较集中在“省直管县”体制、“市管县”体制和乡镇区划体制改革领域,总体覆盖了中国省—市—县—乡4级行政区范畴。

2.1 “省直管县(市)”体制的探索

近年来,随着市管县体制问题的凸显和市场经济社会不断发展,“省直管县(市)”体制改革已成为行政区划领域关注的热点问题,学界主要基于

省管县体制和市管县体制对县域经济发展的比较优势和劣势从不同角度进行研究,取得了颇为丰厚的学术成果。从对这一体制的认同感的角度看,主要可以归纳为赞成派、反对派和折中派三大类观点。

2.1.1 赞成派

针对现行的市管县体制增加了行政管理层级、阻碍信息畅通传递、混淆省县间的合理权责关系和增大行政管理成本等弊端,不少学者认为应该推行行政区划改革,实行政府间分权,优化和减少行政区划层级,实行扁平化的行政结构,逐渐以省直管县取代市管县,从而提高信息传递的畅通性和可靠性,降低政策扭曲程度,提高政策的执行效率,促进地方经济的持续发展^[10-14]。从长远来看,省直管县体制能够带动省、县两级行政区管辖幅度的调整,建构规模合理、层级简化、活力旺盛的行政区划体制及其相应的政区管治体制,是推进中国政治制度现代化和民主化的重要战略举措,具有长远的战略意义和实践意义^[8,9]。但目前基本还处在试点阶段,并主要是从财政体制开始,有人认为省管县的财政体制改革对于促进县和县以下地区经济的繁荣,加速城乡一体化进程,促进县域经济的发展都非常有利^[15-17]。

2.1.2 反对派

同时,也存在对省管县体制绩效表示怀疑或反对的声音,有人认为已有的研究仍不足以证明改革行政区划、省管县财政体制和较少的行政层级就一定能够促进县域经济的发展^[18]。省直管县实质就是扩权强县(或强县扩权),使地级市的财政权力下放,削弱了地级市对县级行政管理的力度,扩大了县域发展的自主权,从而会导致各县之间盲目攀比、重复建设和无序开发,这不仅会导致大量耕地流失,而且会严重削弱财政资金的使用效益^[19-21]。

2.1.3 折中派

此外,在矛盾纠结难以割舍的时候,有学者从推行省管县体制的前提条件出发,统计分析指出中国不同的省市在推行省管县体制上应该存在着不同的类型,而且不同类型省份的省管县财政体制也需要不同的条件^[22]。由于中国行政区划类型多样,“省直管县”体制被认为在少数民族地区会遭遇到与民族区域自治体制(主要是自治州)发生冲突,有削弱自治州自治权之嫌,还提出应尽快重新调整、划分省、州、县3级权力,逐级放权等措施^[23]。也有人认为造成目前中国区域经济一体化与行政区划冲突的根本原因不在于行政区划本身,

而在于政府职能的转变尚未完全适应市场经济发展的需要,于是提出了“复合行政”的概念,复合行政思路的着眼点是转变政府职能,打破等级制的政府间关系,这给优化省管县体制改革与设计提供了一个新的思路^[24,25]。

2.2 “市管县”体制的省思

2.2.1 “市管县”体制的反省

“市管县”体制几乎一直是中国行政区划体制改革中最引人争议乃至非议的一种体制,开初就引起学术界和理论界的深度关注。市领导县体制的改革,不仅是行政建制的变动,而是要在经济体制上进行一系列的改革^[26]。早在经过几年的实践中肯定市领导县体制取得成就的同时,已经看到问题的凸显,如对市领导县体制下市辖县合理范围的划分标准、依据,指出市辖县范围的划分,有的并不与实际情况相符合^[27]。因此有学者认为以“市管县”体制为主的城乡一体化区划改革战略值得商榷^[28]。目前,大多学者都比较客观理性地做出分析,认为市管县体制的存在不仅有其历史依据,而且通过有效的制度创新,还有其巨大的发展空间^[29]。市管县体制对于消灭城乡对立、促进城乡经济协调发展、缩小城乡差别、实现城乡居民共同富裕以及有效推动农村工业化、现代化都起着十分重要的积极作用。在今后一个较长时期内,不但不能撤销市管县体制,而且还要在实践中逐步完善和修正它,使它较为充分地发挥自己应有的积极作用^[30]。也有人认为市管县体制构成了最基本的纵向权力结构体系,使中国行政区划中市的建制由20世纪50年代的城市型政区逐渐演变为广域型政区。这一体制在推动城乡一体化进程中,起到了一定的积极作用,但也暴露了不少问题^[31]。总之,市管县体制利弊共存是毋庸置疑的,有人总结了市管县体制的积极功效和消极影响^[32]。诚然,对于利弊的看法可谓见仁见智。

2.2.2 “市管县”体制的远思

新世纪以来,市管县体制的利弊逐渐变得清晰,学者们也就更能从全局把握其未来走向和提出改革策略。汪宇明对过去中国城市行政区划格局与体制的变动和影响进行了研究,揭示了市管县(市)体制的发展趋势和城市地区行政区划存在的矛盾,指出城市地区行政体制改革应遵循的原则和重点,讨论了中国的制度创新与城市变化,并认为调整规模、减少层级、增强活力是中国地方行政区划体制以及相伴生的政府管理体制进一步改革的长

期战略任务和目标^[33-35]。戴君良认为中国行政区划改革创新的大思路应该是缩省并县、省县直管、创新市制、乡镇自治,省直接领导县(市)是地方行政体制的重大改革创新,最终将形成省、县(市)二级制的地方行政体制^[36-38]。浦善新探讨了当前中国城市行政体制存在的问题并提出城乡分治、构建跨行政区协调机制的改革设想^[39,40]。还有人指出市领导县体制失败的关键是体制本身不符合社会经济发展的要求,并认为市管县体制的未来改革思路要遵循市场经济规律,并与政府职能转变相结合,按照稳中求进、由点到面等原则逐步加以改革^[41]。

2.3 乡镇政区改革的焦点

目前对乡镇级区划改革与调整的研究可说是浩如烟海。国内学术界提出了“撤销乡镇”、“乡镇自治”、“乡公所制”、“县政乡派村治”、“削弱乡镇”或“加强乡镇”等等政策主张^[42]。还形成了不同的论派,目前提得最多的有“撤消论”或“虚化论”、“自治论”、“保留论”或“强化论”,还有学者称其为“县镇乡派”、“乡村自治”、“乡政村治”、“乡治村政”、“乡镇自治”^[43]等等。通过分析可归纳为撤消派、自治派、强化派及其他派等。

2.3.1 撤消派

撤消派代表人物主要有徐勇、詹成付和邓大才等,主张观点即是“县镇乡派”、“撤消论”和“虚化论”的共同观点,主张国家政权应从乡村社会适度撤退,认为乡镇一级作为政府,没有存在的必要,应改乡镇政府为乡公所(办事处),作为县级政府为解决行政事务而在乡镇一级设置的派出机构,应该虚化乡镇政府,或实行“县政乡派”^[44,45]。如以邓大才为代表学者认为乡镇级政府早该撤了,其理由是:(1)乡镇没有能力建立一级完全政府;(2)是许多问题的始作俑者;(3)乡级政府已没有多少职能;(4)撤销乡级政府的收益大于成本;(5)撤销乡级政府不会影响农村的管理^[46]。

2.3.2 自治派

自治派主要代表人物有于建嵘和李昌平等,其观点和“乡村自治”、“自治论”的观点一致,基本主张是国家政权从乡村社会退回到县级,撤销乡镇政府,实行乡村全面自治,因此有学者也称其为“乡村自治”。此类观点认为只有“乡村自治”才能更好地从根本上解决乡镇体制固有矛盾和“三农”问题,他们认为实行乡镇自治后,由于完全由

乡镇居民决定乡镇政府机构规模,可以保证机构精简,条块矛盾自然就会变得轻微了^[47,48]。如于建嵘提出“乡镇村二级自治”,即在村一级实行村民自治,在乡镇一级实行社区自治^[47]。

2.3.3 强化派

强化派主要代表人物有金太军、项继权、潘维等和一些乡镇干部,此类观点主张继续保留或者强化国家对乡村社会的渗透,保留或强化乡镇政权,改革乡镇政府的权力运行模式,加强乡镇政府,将它建设成为一级完备的基层政府组织,因此可称其为“乡政村治”方案。也被称为“保留论”或“强化论”^[49,50]。金太军反对把乡镇变为县政府分派出机构,也反对实行乡镇自治,认为取消乡镇政府还牵涉修改宪法等法律法规的问题,涉及面很广,不可轻举妄动^[49]。

2.3.4 其他派

除前述3种派别之外,还有如主张实行国家与村民对乡镇政府的共同管理,同时确保乡镇政府对于上级政府和村民的相对独立性,构建国家政权与乡村社会的民主合作机制的“乡政自治派”^[51],以村民自主管理为主,乡镇实行地方自治,同时改村治为村政的“乡治村政派”^[52],以及不是非此即彼,而是因地制宜,提倡以“差别性原则”为重新设计县乡村体制的首要原则^[53]。

3 结论与启示

行政区划体制因不同的国家结构形式而不同,政区层级与幅度跟一个国家或地区的中央—地方关系模式、国土面积规模、政府与民间组织的关系等因素密切相关。通过以上综述,可以得到如下几点结论或启示:

第一,因国体、政体等不同而组成的国家结构形式有别,一味地与他国作定量的对比值得商榷,有时甚至缺乏科学性。在探讨省管县体制改革时,有关层级与幅度的问题应深度考察和分析中国的地理特征、民俗文化、人口要素和经济条件等诸方面的国情与地方实际,而不是非得与某些国家设立相当的省制。

第二,正如上述研究发现,西方发达国家的城镇化发育较为成熟,行政区划主要以城市型政区为主,而中国城镇化还处在快速发展阶段,行政区划也以地域型为主,已有市镇建制的实质仍然呈现出显著的地域性特征。因而,相对西方国家政区的自然演变,我们对城市型政区数量改革的同时更应注重质量内涵与国际接轨。

第三,乡镇作为中国现阶段的最底层政权组织,不仅数量规模庞大,而且在稳定民众和促进城镇化及城乡一体化进程中起着不可替代的作用。作为中国是一个具有2 000多年的社会主义单一制集权国家,基层政府性质的改变将是颠覆性的。因此,从中国政权体系的实际出发,稳定政局社会始终是基层政区改革前提条件。

第四,行政区划是一项极度复杂和高度敏感的系统工程,其改革与调整不可一蹴而就。然而,区划更多时候只是一种手段、路径和举措,其实现效果的好坏最终还是人为作用决定的,也即是外因通过内因起作用。行政区划体制本身不存在问题,问题的本质在于人为,尤其是政府作为质量。但这也绝不是说行政区划就不重要,恰好相反,行政区划体制科学合理与否直接关系到政府作为质量好与坏,两者相辅相成。因此,在研究行政区划时,还需结合国家的政治机构、政权体系和政府职能等相关领域辩证地分析和看待。

参考文献:

- [1] 靳尔刚,张文范.行政区划与地名管理[M].北京:中国社会科学出版社,1996:3-5.
- [2] 刘君德,冯春萍.中外行政区划比较研究[M].上海:华东师范大学出版社,2002:13-15.
- [3] 向政枝.我国省直管县市体制改革研究[D].重庆:重庆大学,2007:5-6.
- [4] 王开泳,陈田.国外行政区划调整的经验及对我国的启示[J].世界地理研究,2011(6):57-64.
- [5] Law G. Administrative Subdivisions of Countries: A Comprehensive World Reference, 1900 Through 1998 [M]. North Carolina: McFarland & Company, 1999: 87-93.
- [6] Paul Studenski. The Government of Metropolitan Area in the United States; New York: National Municipal League, 1930. 转引自王旭.美国城市发展模式:从城市化到大都市化[M].北京:清华大学出版社,2006:378-379.
- [7] Jeanne M. Pickering and John Leslie King. Hardwiring Weak Ties: Inter Organizational Computer-Mediated Communication, Occupational Communities, and Organizational Change [J]. Organization Science, 1995, 6(4): 479-486.
- [8] Stephen M. Wheeler. The New Regionalism: Key Characteristics of an Emerging Movement [J]. Journal of the American Planning

Association. 2002, 68 (3): 267 - 278.

- [9] 赵聚军. 中国行政区划改革的理论研究——基于政府职能转变的视角 [D]. 天津: 南开大学, 2010: 25.
- [10] 孙学玉, 伍开昌. 当代中国行政结构扁平化的战略构想——以市管县体制为例 [J]. 中国行政管理, 2004 (3): 79 - 86.
- [11] 汪宇明. 中国省管县市与地方行政区划层级体制的改革研究 [J]. 人文地理, 2004 (6): 71 - 74.
- [12] 戴均良. 省直接领导县: 地方行政体制的重大改革创新 [J]. 中国改革, 2004 (6): 67 - 70.
- [13] 庞明礼. “省管县”: 我国地方行政体制改革的趋势 [J]. 中国行政管理, 2007 (6): 21 - 25.
- [14] 刘长功, 李宜春. “扩权强县”与政府层级管理体制创新 [J]. 中国行政管理, 2007 (4): 19 - 21.
- [15] 孙学玉. 构建省直接管理县市的公共行政体制——一项关于市管县体制改革的实证研究 [J]. 政治学研究, 2004 (1): 35 - 43.
- [16] 何显明. 省管县改革: 绩效预期与路径选择——基于浙江的个案研究 [M]. 上海: 学林出版社, 2009: 105 - 107.
- [17] 李金珊, 叶托. 县域经济发展的激励结构及其代价——透视浙江县政扩权的新视角 [J]. 浙江大学学报: 人文社会科学版, 2010 (1): 21 - 29.
- [18] 金德万. 完善公共财政制度的体制机制创新——湖北实行省管县财政体制的实证分析与路径思考 [J]. 农村经济, 2007 (3): 3 - 6.
- [19] 徐少明. 关于省管县财政体制改革的思考 [J]. 湖北社会科学, 2006 (10): 65 - 68.
- [20] 岳德军. 实施省管县财政体制的政策建议 [J]. 经济研究参考, 2006 (95): 29 - 30.
- [21] 谢禹, 黄晓伟. 关于我国省管县财政体制改革的思考 [J]. 经济研究参考, 2007 (37): 46 - 48.
- [22] 吴金群. 省管县的条件及对我国 26 个省区的聚类研究 [J]. 浙江大学学报: 人文社科版, 2010 (4): 19 - 127.
- [23] 解佑贤, 胡祥华. “强县扩权”、财政“省直管县”之下的自治州地位问题研究 [J]. 黑龙江民族丛刊, 2012 (3): 21 - 27.
- [24] 王健, 鲍静, 刘小康. “复合行政”的提出——解决当代中国区域经济一体化与行政区划冲突的新思路 [J]. 中国行政管理, 2004 (6): 44 - 48.
- [25] 何显明. 市管县体制绩效及其变革路径选择的制度分析——兼论“复合行政”概念 [J]. 中国行政管理, 2004 (7): 70 - 74.
- [26] 吴佩纶, 郑定铨, 耿亮. 市领导县体制改革的初步经验 [J]. 理论月刊, 1985 (4): 32 - 36.
- [27] 李正一. 实行市辖县体制的合理范围初探 [J]. 城市问题, 1989 (4): 25 - 28.
- [28] 余兴安. 行政区划改革战略自议 [J]. 改革, 1991 (2): 183 - 188.
- [29] 王春霞. 市管县体制: 变迁、困境和创新 [J]. 城乡建设, 2000 (12): 12 - 13.
- [30] 李金龙. 市管县体制: 中国特色的地方行政制度 [J]. 湖南社会科学, 2003 (3): 39 - 41.
- [31] 梁小青. 市管县体制演变与利弊分析 [J]. 现代商业, 2008 (23): 151 - 153.
- [32] 王英津. 市管县体制的利弊分析及改革思路 [J]. 理论学刊, 2005 (2): 84 - 87.
- [33] 汪宇明. 中国市管县(市)体制的区域结构关系及发展趋势 [J]. 经济地理, 2000 (3): 18 - 21.
- [34] 汪宇明. 再论中国城市地区行政区划体制的改革 [J]. 改革与战略, 2001 (5): 26 - 32.
- [35] 汪宇明. 中国的城市化与城市地区的行政区划体制创新 [J]. 城市规划, 2002 (6): 22 - 25.
- [36] 戴君良. 行政区划应实行省县二级制——关于逐步改革市领导县体制的思考 [J]. 中国改革, 2001 (9): 38 - 39.
- [37] 戴均良. 省直接领导县: 地方行政体制的重大改革创新 [J]. 中国改革, 2004 (6): 67 - 69.
- [38] 戴均良. 适应我国现代化进程要求推进行政区划改革 [J]. 红旗文稿, 2004 (4): 6 - 10.
- [39] 浦善新. 城市化进程中的中国城市行政体制改革探讨 [J]. 济南市社会主义学院学报, 2000 (4): 17 - 21.
- [40] 浦善新. 改革城乡行政管理体制促进城镇化的健康发展 [J]. 城市规划, 2006 (7): 16 - 21.
- [41] 李春梅. 城市化进程中市管县体制的利弊 [J]. 陕西科技大学学报, 2005 (6): 143 - 145.
- [42] 陈华栋, 顾建光. 中国乡镇问题研究综述与思考 [J]. 求索, 2006 (3): 44 - 46.
- [43] 赵聚军. 乡镇改革研究的综述与思考 [J]. 行政论坛, 2008 (2): 77 - 80.
- [44] 徐勇. 县政、乡派、村治: 乡村治理的结构性转换 [J]. 江苏社会科学, 2002 (2): 27 - 30.
- [45] 詹成付. 关于深化乡镇体制改革的研究报告 [J]. 开发时代, 2004 (2): 5 - 15.
- [46] 詹成付. 深化乡镇机构改革可供选择的方案 [J]. 农林工作通讯, 2004 (5): 39.
- [47] 于建嵘. 乡镇自治, 根据和路径 [J]. 战略与管理, 2002 (6): 117 - 120.
- [48] 李昌平. 乡镇体制改革: 变官本位为民本位 [J]. 中国改革: 农村版, 2004 (2): 10 - 14.

房地产建设项目环评前期工作探索研究

宫玺, 赵锦慧, 李静

(湖北大学资源环境学院, 湖北武汉430062)

摘要:随着中国经济的快速发展, 大批房地产建设项目的开展所引起的环境问题得到了人们的普遍关注, 如项目在施工期对周边环境产生的废气、废水、废渣和噪声污染影响, 在使用期生活污水的收集, 附属便民设施对项目内外的影响等。在进行房地产项目环评时, 考虑到其作为居住用地的特殊性, 房地产项目环评前期工作在整个评价过程中的地位举足轻重, 文章从3个层次逐层的对房地产环评前期工作进行研究, 采取定性分析与定量分析的工作方法, 分阶段的进行了环境影响进行识别并在对其分析的基础上, 提出相应的对策和建议。

关键词:房地产; 环境影响评价; 前期工作

中图分类号: X82

文献标识码: A

文章编号: 1001-7852(2013)02-0052-05

1 房地产建设项目环境影响评价简介

1.1 房地产建设项目特点

房地产建设项目环境影响评价与工业企业建设项目的环评具有共通性, 但是由于其为居住用地的性质, 在环评的过程中应具有自身特点, 如果照搬《环境影响评价技术导则》一般项目评价模式、方法, 就可能会存在对一些不太重要的问题夸大其词, 也会对一些房地产类项目中普遍存在的隐藏环境问题未能交代清楚, 导致项目建成后, 因环境污染隐患而引起纠纷。

房地产建设项目自身特点决定了对环境影响的“双重性”, 一方面项目在施工与使用期自身产生的废水、废气、噪声、固体废物等的污染对外部环境产生不利影响; 另一方面考虑到其作为居住用地的特殊性, 在使用期较容易受到外界环境污染的影响。因此房地产建设项目环境影响评价要综合考虑以上两方面的因素, 不能只看重一个方面。这是房地产项目与其它类型项目环境影响评价的一个重要区别点。

因此, 必须在传统评价方法的基础上有所发展, 兼顾项目施工期与使用期对内外环境产生的影响, 体现房地产建设项目以人为本、和谐共生的理念。

1.2 房地产建设项目环评前期工作的重要性

由于房地产建设项目的特殊性, 所以在环境影响评价的前期工作中应对项目建设前以及项目使用期的各个环节进行充分的考虑, 力求将各种可能产生的环境污染得到有效的防范与控制, 充分发挥环境影响评价在指导项目建设方面的作用。

例如近年来全国多处爆出楼房地基下陷、墙面开裂、楼房漏水等问题, 被称之为“楼脆脆”、“楼裂裂”。其中有施工方施工时期的责任, 更多的是在环评阶段未对房地产建设过程中土地原有用途进行充分论证, 从而导致在建设过程中一系列问题的产生。2006年3月, 武汉市汉阳区赫山地块在进行房地产开发时发生工人中毒晕倒事件。据了解, 此地块是原武汉市农药厂所在地, 所造成的主要污染是有机磷、有机氯等有机化合物污染。此外电解铝厂、冶金等会造成土壤重金属污染, 给居民的生活质量带来严重的威胁。在城市扩张进程中, 像赫山地块这样的情形并不鲜见, 受污染的土地一旦开

发成住宅，会对居民健康造成危害，在土地交易和再开发利用过程中亦有很大的负面影响，给经济社会发展带来了重大损失。

而相比上述在房地产开发施工阶段环评应注意的问题，房屋使用期出现饱受周边废气、废水、废渣、噪声的困扰等问题更让居民饱受投诉之苦，忍受着周边环境给居民带来的煎熬，与目前提倡的建立“绿色宜居房产”与“和谐社会”等目标相去甚远。

所以房地产在环评阶段的前期工作中应对建成后外界对项目的影响进行充分的考虑，并进行重点项目的充分论证，以避免在环评过程中出现遗漏的情况。

2 拟采用的工作及应注意的问题

2.1 拟采用的环评前期工作方法简介

本文对房地产建设项目前期工作的研究主要分为 3 个阶段，采取定性与半定量的工作方法，逐层的进行项目环评的前期工作研究。对于定量的研究采取了 GIS 中的缓冲区方法研究，体现了其直观性，同时通过逐层的判断，使环评工作前期工作思路更为清晰。

2.2 环评前期工作第一阶段介绍及说明

2.2.1 环评前期工作第一阶段内容介绍

第一阶段：项目策划阶段，按照环评报告八大审批原则与房地产项目特殊性密切相关的审批原则，确定房地产建设项目在项目策划阶段应通过的相关标准，此层次为定性原则，即若建设项目不能满足其中任一审批原则，则此房地产环评不符合相关规范（表 1）。

表 1 房地产建设在项目策划阶段定性审核表
Tab. 1 Qualitative examining table of real estate construction at the planning stage

审批 相关 原则	是否符合国家的 产业政策、环保 政策和法规	是否符合国家有关生物 化学、生物多样性等生 态保护的法规和政策	是否符合流域、 区域功能区划， 生态保护	是否符合国家土 地利用的政策	土地的原有用途
具体 说明	是否符合《产业 结构调整指导目 录（2011 年本）》 限制类，淘汰类	项目所在区域是否存在 有国家及省级保护的珍 稀动植物	是否临近湖泊，自 然保护区，项目是 否能满足相关防护 距离的要求	是否符合当地最新 的城市土地利用规 划的用地性质，并 取得相关许可证	项目用地原址是否为产生危 险废物的工业企业、实验室 和生产经营危险废物的单位， 是否通过相关的场地评价
判断 结论	是/否	是/否	是/否	是/否	是/否

2.2.2 环评前期工作第一阶段说明及相关技术应用

通过上表的表述，在项目策划阶段应该较容易便于定性的判断，在此特别注意以下几点：

（1）关于土地原有用途

随着经济发展和城镇建设速度加快，在各地产业结构和城市布局调整中许多企业或生产经营单位搬出城镇中心，原有土地使用性质发生改变，如进行房地产开发和其他建设如果对原有工业（特别是一些污染型工业）用地不进行认真的调查、处置，则将存在着潜在的环境影响，可能会对将来入住居民产生不良的影响^[1]。

因此在环评中为了防止土地原有用途可能带来的污染隐患，国家环境保护总局办公厅发布了“关于切实做好企业搬迁过程中环境污染防治工作的通知”（2004 年 6 月 1 日），应按照其中的相关要求

对原址土地进行监测分析，或依据监测评价报告确定土壤功能修复实施方案。对项目建设场地进行原有使用用途的调查是避免产生环境潜在危害和纠纷的重要环节。

（2）关于用地性质

根据《中华人民共和国城乡规划法》的有关规定，房地产项目的选址要符合城市总体规划，禁止在规划的绿地、基本农田、文物保护区等其他用地范围内进行房地产开发；同时，房地产的开发用地性质应当符合国土资源部门审批的土地性质，取得相关部门颁发的许可证。

（3）关于是否临近湖泊、自然保护区的分析方法

搜索城市相关规划部门是否有关于临近湖泊、自然保护区的保护方案及实施细则，例如武汉市，临近湖泊的建设项目应同时满足《湖北省湖泊保护

条例》与《武汉市湖泊保护条例实施细则》中对湖泊保护区有相关规定和距离。

对于此类有关控制范围或防护距离有具体距离要求的情况下,利用 GIS 空间分析方法中的缓冲区分析方法能够较为清晰的判断项目是否位于湖泊,自然保护区或者相关工业企业的控制范围内。

2.3 环评前期工作第二阶段介绍及说明

2.3.1 环评前期工作第二阶段内容介绍

第二阶段:现场调查阶段,通过现场调查,对外环境、周边设施有初步了解,在此阶段,环评调查者可以给报告定性或者定量分析有个初步了解,着重强调外环境对本项目产生的影响(表 2)。

表 2 房地产建设在现场调查阶段定性与定量审核表

Tab. 2 Qualitative and quantitative examining table of real estate construction at the scene investigation stage

周边环境 名 称	与本项目 的方位	与本项目用地 红线的距离	备注
工业园 (工业企业)			明确工业污染性质,是否为有毒有害污染,调查是否有相关防护距离的要求,识别主要污染因子及特征污染因子
道路			道路宽度,车道,现场噪声本底值,车流量
轨道交通			是否满足《城市区域环境振动标准》中标准要求
高压线			是否满足《电力设施保护条例》(国务院令第 239 号)中相关要求
商业(选址 合理性分析)			商业对本项目的噪声污染程度,是否存在废气,废水,固废,噪声等重大危害
学校			规模,师生人数
医院			是否对本项目存在废气、废水、固废、危废的危害
加油加气站			是否存在防护距离的要求,调查总储油量,净用地面积
周边住宅			在建/既有,若为在建需调查入住时间和入住规模,是否存在幼儿园、食堂、超市、医务室等便民设施

2.3.2 环评前期工作第二阶段说明及相关对策分析

通过表 2 的表述,在项目现场调查阶段对外环境对本项目有哪些影响有了比较全面的认识,在此特别注意以下几点:

(1) 关于周边的工业企业

随着城市的不断开发,城区土地资源逐渐减少,房地产建设项目向工业企业靠近的趋势逐渐增加。因此,在现场调查阶段一定要了解清楚项目选址周边工业企业的基本情况,并详细核实企业的卫生防护距离。位于卫生防护距离外的建设项目要特别关注其他工业企业对自身项目有影响的各种污染源情况,调查已有污染源(包括危险源)类型、数量、位置、排放的主要污染物及排放量,并列表统计,分析、评价对建设项目的影 响程度并提出治理措施^[2-3]。

(2) 高压线

随着城市人口的增加,城市用电负荷也越来越大,电给城市人们带来诸多方便的同时也有其负面

的危害,城市高压线对人们的危害主要有以下几点:触电;电磁辐射是造成儿童白血病的危害之一;诱发癌症并加速人体癌细胞增殖;影响人类的生殖系统。

房地产建设项目从人居环境考虑,高压线对人们的危害是不容忽视的,因此房地产建设项目与高压线的距离应满足相关规范的要求,根据《电力设施保护条例》(国务院令第 239 号)中第十条电力线路保护区的要求距离进行评价。

(3) 周边商业,医院,学校等公共设施的合理性分析

作为房地产建设项目,应充分考虑周边配套设施(例如商业、餐饮、医院、学校)对本项目的影响,首先应明确本项目距离最近商业、餐饮、医院、学校等配套设施的距离,作为环境影响评价中居住适宜度的分析。同时也要明确外界这些便民设施对本项目是否产生废气、废水、废渣、噪声、危废等的环境污染,并明确其具体的产生量和处理措施。

(4) 周边住宅

周边住宅小区作为项目敏感点，应注意本项目在施工阶段所产生的废气、废水、废渣、噪声对外环境的影响，因此应明确本项目与周边住宅的距离，所影响的范围及人数，若周边住宅为在建项目，应调查清楚其竣工入住时间，对于晚于本项目入住的住宅，也应进一步分析他们对本项目入住后的影响，评价时段应做到清晰明确，并提出相关的防治措施。

2.4 环评前期工作第三阶段内容介绍

2.4.1 环评前期工作第三阶段内容介绍

第三阶段：全面回顾阶段，报告编制人员拿到建设方的总平面布置图或相关规划图件与建筑内容与技术经济指标等资料后进一步进行环评前期判断工作。在此阶段，除了要全面回顾房地产建设项目环评需注意的问题外还应着重考虑的是项目建设实施后项目自身对人居环境的影响（表 3）。

表 3 房地产建设在全面回顾阶段审核表

Tab 2 Examining table of real estate construction at the reviewing stage

建设时段	污染项目	备注
施工期	废气	施工扬尘，柴油燃烧废气，汽车尾气
	废水	施工废水，工人生活污水
	噪声	施工设备噪声
	固废	工人生活垃圾，建筑垃圾，拆迁垃圾
使用期	废气	餐饮油烟、幼儿园食堂油烟、居民烹饪油烟、汽车尾气、注意分期建设对项目内部产生的污染
	废水	排水可行性，居民生活废水，幼儿园食堂废水，景观水体产生的废水
	噪声	食堂风机噪声，电梯噪声，集中供冷供暖设备噪声
	固废	居民生活垃圾，商铺垃圾，厨余垃圾，食堂废油
绿色房产评价		项目的选址与规划，总平面布置合理性分析，小区绿化，景观用水，日照条件，清洁能源利用，中水回用，材料与资源利用

2.4.2 环评前期工作第三阶段说明及相关对策分析

(1) 使用期生活废水

由于城市的快速发展，大量用地被开发成为住宅用地，配套设施地下污水管网滞后的情况时有发生。对于房地产项目污水处理环评过程中主要存在以下问题：新建小区地下管网建设滞后；污水管网与老城区是否能顺利衔接；老城区地下污水管网老化；城市污水处理厂处理能力是否能满足更多污水处理的要求。

因此在房地产环境影响评价的过程中应对小区产生的污水能否顺利进入污水处理厂的问题进行全面考察，此外对于污水厂建设及运行也不同程度存在污水输送、处理能力、处理效率低以及污水处理厂提标改造等方面的问题也应进行相关分析评价^[4]。

(2) 附属便民配套设施的影响

为了方便小区居民，特别是在周边配套设 施不够完善的地区，商住混合功能类房地产项目越来越多，主要的便民设施有餐饮业、附属商业、幼儿园、社区医疗室等满足人们饮食、购物、看病、上学等基本要求的相关配套设施。而这些设施中所产

生的噪声、废气、固废等影响尤为显著，成为小区居民投诉的重点。

关于餐饮业与幼儿园食堂所产生的油烟污染的评价，应明确油烟排放口与最近居民楼的距离，油烟的排放量，要求其油烟的处理效率与周边的缓冲措施，并依据 GB18483 - 2001 《饮食业油烟排放标准（试行）》评价所产生的油烟是否满足要求。关于厨余垃圾与食堂废油应交由专门机构进行回收处理。食堂废水经过隔油沉淀处理后和小区生活污水一起进入小区化粪池处理，最终排入城市污水管网。对于大型餐饮业应另行环评。

关于房地产建设项目中商业网点安排，应明确提出防止扰民的限制内容，如在项目中没有明确具体安排，则环评报告中应加以说明，在今后建设中进行单项评价，并由建设单位认可。

关于小区建设医务室，应明确医疗规模，并要求产生的医疗固废经有危废处理资质的机构安全处置。医疗废水根据《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466 - 2005）相关要求进行处理。

如果项目暂时不能明确其附属配套设施的使用用途，在环境影响报告中应限制其引进范围，对产生废水、废气、废渣、粉尘、恶臭气体、噪声及振

动等污染因素严重的项目不得接纳;对可能产生重大环境影响的项目需进行单项评价并采取相应的环保措施如对直接位于居民楼下的公共建设项目要根据其用途配套设计安装隔热、隔音、防潮、隔油、油烟净化设施和内壁式专用烟道等必要的环保措施,未经允许,不得接纳^[5]。

(3) 集中供冷/暖设备

对于集中供冷设备如冷却塔等设备产生的噪声污染常造成投诉的热点,因此在环境影响评价期间对于冷却塔的位置,所产生的噪声污染强度及相应的防治措施应给与明确的评价,避免日后对居民产生噪声污染。对于北方地区的锅炉房,应对其产生的废气、废水、噪声等影响给与足够的重视,环境影响评价中明确项目锅炉位置、吨位、型号以及烟囱高度、燃煤的煤质、废气的达标情况等^[6]。

(4) 绿色房地产评价问题

当代人们对居住环境的要求的不断提高,根据房地产建设项目的性质与特点,开展绿色房地产生态量化评价已十分必要,具体的评价主要包括项目的选址与规划、总平面布置合理性分析、小区绿化、景观用水、日照条件、清洁能源利用、中水回

用、材料与资源利用等多个方面。

3 结语

随着城市的快速发展,房地产建设速度加快,房地产项目在建设期是污染源,在使用期又是被保护的对象,其对环境的影响具有“双重性”的特点决定了房地产建设项目环境影响评价中应树立“以人为本”的理念。既要考虑到项目建设期对外界的环境污染,更要注重项目使用期外界对项目以及项目内部的居住环境的评价,加强居住环境适宜性评价,做到明确项目各种污染源情况环境保护,进行环境影响分析,提出污染防治措施,全面、综合地考虑分析房地产开发所带来的主要环境影响,从而达到指导开发商改善人居环境的目的。使项目评价工作真正为项目服务,有利于为项目建设单位的决策提供合理化、科学化建议和要求,减少或避免环境污染纠纷,也有利于房地产项目环境影响评价工作日趋完善。

致谢: 感谢前川工业园规划环评项目(400-097701)基金支持和对此篇文章的帮助。

参考文献:

- [1] 冯昭华. 房地产项目环境影响评价的若干思考 [J]. 海峡科学, 2011 (11): 9-10.
- [2] 崔杨, 华德尊, 李春艳. 房地产建设项目环境影响评价浅析 [J]. 中国科技信息, 2009 (24): 163-166.
- [3] 吕贻敏, 齐放. 房地产项目开发建设对城市环境影响分析 [J]. 价值工程, 2011 (21): 61-62.
- [4] 唐亮. 房地产项目运营期重点环境问题分析及对策研究 [J]. 环境保护科学, 2012, 38 (1): 58-60.
- [5] 高丽, 单学敏, 李琳琳. 住宅小区建设项目环境影响评价问题探讨 [J]. 科学创新导报, 2010 (27): 39.
- [6] 校峰, 杨林, 王莉. 房地产开发项目环境影响评价 [J]. 北方环境, 2010, 22 (6): 28-30.

THE EXPLORATION RESEARCH IN THE BEGINNING WORK OF REAL ESTATE CONSTRUCTIONS PROJECTS' ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT

GONG Xi, ZHAO Jin-hui, LI Jing

(School of Resources and Environmental Sciences, Hubei University, Wuhan 430062, Hubei, China)

Abstract: With the development of economics in China, an increasing number of real estate constructions are built. And this result in some environment problems such as exhausted gas, wasted water, rubbish and noise pollution in the contribution of real estate construction. Moreover, in the process of service, the collection of wasted water and convenient facilities can also make impact on the internal or external environment of the real estate construction. Therefore, considering the special characters in the real estate construction projects, the beginning work of real estate construction projects' environmental impact assessment has a much important position. This article give a exploration research in the beginning work of EIA applying the method of determine the nature and semi-quantitative analysis by three levels. And based on the analyses of environmental impact identification, it gives the corresponding suggestions.

Key words: real estate; environmental impact assessment; beginning work

城市不透水面高光谱遥感监测研究进展

樊风雷

(华南师范大学 地理学院, 广州 广东 510631)

摘要: 1995年 Ridd 提出 VIS 模型以来, 城市不透水面便成为遥感应用领域中较为关注的问题。在城市遥感研究中, 不透水面不仅仅是城市重要的物质组成, 同时也对城市地表环境产生重要的影响。另一方面, 随着遥感空间分辨率和光谱分辨率的提高, 城市不透水面的提取在理论方法、技术路线等方面都得到了很大的提升。尤其是高光谱数据的发展, 基于城市不透水面物质光谱信息的混合像元分解成为当前研究的热点。本文就城市不透水面在遥感应用领域的历史发展状况进行梳理和剖析, 清晰化城市不透水面研究的状态, 并介绍当前研究方向, 为城市不透水面研究提供引玉之砖。主要讨论的内容包括: 不透水面的内涵和物质组分研究、不透水面提取的技术方法进展、不透水面数据源/尺度变换等方面的进展以及不透水面研究的未来发展方向, 尤其是基于高光谱数据的不透水面研究中的热点和存在的问题。

关键词: 城市不透水面; 遥感; 高光谱; 进展

中图分类号: X87

文献标识码: A

文章编号: 1001-7852(2013)02-0057-08

城市化研究是地理学重要的分支。随着经济的发展, 从 20 个世纪 70 年代开始全球便经历着一个城市快速扩张的过程。城市的扩张和发展表现出来的是不透水面的空间信息。不透水面是城市中最显著的人工地表特征, 对地表水的下渗起到了重要的阻碍作用, 从而在很大程度上影响了城市生态环境的变化, 因此获取不透水的信息, 尤其是不透水的面积以及组成不透水的物质组分就非常关键和重要。不透水面一直以来都被认为是在城市和环境相关研究中的重要参数, 例如城市土地分类^[1,2], 居住人口评估^[2,3], 城市利用规划^[4]和城市环境评估^[4-6], 地表径流和热岛效应^[7]。城市的地表组成是非常复杂的, 其地表构成不仅仅包含了自然的要素同时也包含了人工的要素。城市地表大致由河流、湖泊、绿地、果园、林地等自然要素之外, 还包括了大量的路面、屋顶、塑胶操场、陶瓷、金属、玻璃等其他物质要素。城市下垫面的复杂及其特征光谱给基于遥感数据获取不透水面带来了很大

的挑战^[8]。而高光谱工作的开展却可以弥补这一不足。高光谱数据的探测波段十分宽泛, 其探测范围多达几百个波段, 而且, 其波段分辨率也越来越高, 高光谱波段的发展可以获得大部分城市地物组分的信息。所以, 深入研究城市地表物质组分的高光谱遥感特征, 对提高城市不透水面的信息和应用水平具有重要的意义^[8]。

1 城市不透水面模型研究

在过去的 10 多年内, 从卫星图像中定量提取不透水面的先进方法被广泛应用, 这些方法包括高级的基于象元图像分类方法^[9-11]、对像元分解的亚像元分类方法^[1,12]和决策树模型。不透水面的提取也通过综合高反照率和低反照率丰度图像运用线性光谱混合分类来实现^[2,13]。另外一类估计不透水层的方法是建立不透水层和植被覆盖度之间的关系^[14,15]。很多以往的对不透水面的估计和制图研究

收稿日期: 2012-12-20; 修订日期: 2013-04-03.

基金项目: 国家自然科学基金(41201432)。

作者简介: 樊风雷(1977-), 男, 山东省济宁人, 副教授, 博士, 研究方向为环境遥感。

是基于中等空间分辨率图像,但是对城市制图而言,中等空间分辨率图像通常被认为分辨率太低,而中低分辨率的图像对区域城市的形态和物质分布却具有重要的作用。之后,随着高分辨率图像的发展,一些学者逐步利用高分辨率图像进行城市不透水的提取。Yuan 和 Bauer (2006) 运用 Quick bird 图像比较了基于像元和面向对象的不透水层提取方法^[16]。Lu 和 Weng (2009) 利用 IKONOS 图像比较了决策树和线性光谱混合分析在城市不透水层提取的性能。Roeck (2009) 比较了多层次分类方法和非层次分类方法在城市不透水提取中的效果。Zhang 和 Wang 在 2007 和 2008 年提出了一种基于改进的图像分割方法来提取不透水层。

1995 年 Ridd 提出描述城市地表组成的 VIS 模型以来,基于遥感数据开展不透水的研究取得了长足的发展^[17]。线性光谱分离、神经网络、多元回归等方法纷纷应用到不透水提取研究中来。Slonecker 就遥感估算城市不透水面的方法归纳为 3 种类型:解译分类方法、光谱分类方法和模型模拟方法。Ward 就澳大利亚的城市环境研究进行了 VIS 模型评价,另外,Phinn and Standord 等利用光谱约束方法计算了城市不透水面,并探讨了不透水面的空间分布情况^[1]。Wu 利用线性光谱分离模型 LSMA 讨论了基于 VIS 模型的城市不透水表面覆盖制图和评价,成功地将线性光谱分离技术与 VIS 模型进行了结合,而这一方法至今依然是亚像元级不透水比例提取的流行做法^[18]。杨存建和周成虎利用谱间关系提取城镇、水体等土地信息并构建了简单的提取模型。Rashol 等人采用混合光谱分析法对多光谱影像中的城市用地的光谱特征进行了探讨。Zhang 等人在城市建筑用地信息的提取中,融入了高频的道路信息,提高了城市建筑信息提取的准确性。Yong 等人利用 ETM+ 和高分辨率影像对城市大面积不透水面进行了研究。

城市是多种土地覆盖类型的综合体,其主要部分是以水泥建筑物为主的不透水面以及植被、土壤、水体等。这些地物要素在非阴影区的区别相对容易,对不透水提取的影响相对较弱,但是在老城区和阴影区下进行区分就相对复杂和困难许多。对此形成了不同的提取观点,一种观点是把阴影当作一种独立的端元存在;另外一种观点把阴影看作低反射的有效组成部分,最终和高反射率整合成不透水面。樊风雷 (2008) 直接把高反射率看作不透水面信息在广州市进行了研究,也获得了理想的效

果。另外的一些学者在处理阴影上我们更多借鉴了物质波段差异的特征而进行处理。在处理上添加了植被指数、波段比等,对消除阴影的影响效果明显。

尽管 VIS 模型在描述城市组成中是有价值的,但是对于不同种类的城市来说还是存在着技术上的困难,其中其光谱特征尤其是反射率特征(在灰度图像上表现为亮度)不同而导致的每个 VIS 组分的光谱差异。由于光谱范围从低反射率到高反射率的变化,不透水面在其中表现的尤为突出。不同类型的不透水组分之间的类间差异也异常明显。另外,植被内在的差异以及土壤成分、含水量差异等都在谱间表现为异常。而阴影又成为另外一个重要的因素影响着不透水信息。阴影是城市环境的重要组成部分,有效地处理阴影依然是一个难点,因此在 SMA 模型中端元阴影的解释就非常复杂。Lu 和 Weng 以及 Rashed 都把阴影单独作为一个端元或者独立因子^[2,12]。而此时,消除阴影的方法也慢慢被发现,如采用 Adams 的地形纠正法消除阴影、Camacho 用重正化方法消除植被冠层产生的阴影、钱乐祥发展了一种归一化光谱混合分析 NSMA 模型来解决亮度变化与阴影关联的问题。

2 城市不透水面提取方法研究

在不透水面提取中,采用 LSMA 方法最为关键的一环是端元的选择。端元提取不仅仅是多光谱遥感提取不透水面的前提更是高光谱数据提取不透水面的前提,端元的提取一直是不透水信息提取的热点和难点,目前已有很多成熟的方法被提出和应用。如纯象元指数法 PPI (Kruse and Green, 1993), N - FINDR 法 (Winter, 1999), 迭代误差分析 IEA 法, 定点成份分析法 VCA, 单形体体积法 (Craig, 1994), 最大距离法, 光谱角分类法 SAM (Vapnik, 1995) 等。

选取合适的端元是成功的混合像元分解的关键 (Tompkins, 1997; Elmore, 2000)。端元选取工作包含了 2 个重要的步骤,一个是确定端元的数量,另外一个分析端元的光谱特征。就线性混合分解模型来看,只要满足端元数小于等于图像的波段数这一条件线性方程组就可以有解。由于端元波段间的相关性,端元数量过多等都会导致混合像元分解的结果具有较大的误差(虽然这个状态下残差会减少) (Radeloff, 1999)。因此在尽可能地获取研究

区域大部分光谱特征信息的情况下,尽量少的端元数量是研究的关键(Sabol, 1992)。就城市地表研究而言,Ridd等(1995)提出的植被-不透水层-土壤端元模型可以更好地表达城市组成,其模型概括性和科学性就相对较好,因此,VIS模型在很多研究中得到应用。在一定数量的纯净像元和大多物质类型的端元被确定好以后,下一步就是找到获取这些端元光谱特征的渠道和方法。

3 城市不透水面端元选取方法和精度评价

端元光谱的选择总体上来看有两种方式:(1)使用地物光谱仪实地或室内测量而获得端元,一般称之为“参考端元”。一般这些参考端元可以从标准地物光谱数据库中获取,美国以及中国都建立了自己国家的高光谱数据库;(2)通过遥感影像获取端元,称之为“图像端元”。参考端元虽然可以精确测量,但由于各种因素可能会导致其与图像上像元光谱的不一致。相对而言,直接从图像上寻找端元更加直接方便,因而基于图像端元的方法得到广泛研究和应用。图像端元选取的方法大致可以分为交互式端元提取和自动端元提取这两种方式。交互式端元提取主要有PPI指数、MEST算法、CAR和EAR指数。自动端元提取主要有N-FINDR、IEA、CCA、ORASIS、VCA、SGA算法等,之后众多的学者对这些算法进行改进和完善。

端元变异也称端元不稳定性(End-member Variation)是当前较为关注的问题。一般的混合像元分解算法的理论前提是地物具有单一的光谱曲线且光谱特征是唯一的,整个研究区域上各种类型的地物的光谱特征都是排他的,具有唯一性,因而对增幅图像可以采用相同的端元光谱。但是,实际情况由于同物异谱现象的存在,端元的光谱并非唯一,其受到大气状况,传感器状况等影响,其光谱特征是变异的。因此,针对端元变异的问题,众多的学者设计出了可变端元提取算法,这主要包含4类:(1)多端元方法。最为典型的方法是Roberts等1998年提出的MESMA方法,之后Bateson等2000年提出了一种端元束的方法,该方法对每类地物生成端元束,将所有的端元束光谱作为端元进行混解;(2)光谱变换方法。这种方法主要是对光谱进行先期处理后再作为端元进行混解,主要有Wu 2003年提出的光谱除以各波段的均值、Garcia -

Haro 2005年提出的将光谱作标准化后再进行混解、Asner 2003年提出的将光谱做微积分后再进行混解以及Juan Pablo Guerschman 2009年提出的利用原始光谱计算归一化差分植被指数和纤维素吸收指数求解光合植被、非光合植被以及裸土的比例;(3)基于概率的方法。主要是Song 2005年提出的一种贝叶斯混合光谱分析方法BSMA;(4)基于光谱匹配的方法。主要是陈晋 2009年提出的基于光谱匹配的混合分解技术,需求匹配效果最后的端元进行混解。

光谱混合模型大致包含了线性和非线性两种,线性混合模型应用最为广泛,其物理意义明确,结构简单,但其基本假设光谱线性可加性和对多次散射过程的忽略处理是对现实情况的粗略近似,可能直接影响了像元分解的精度。非线性模型中的高次多项式模型和几何光学模型考虑了多次散射过程。而其他非线性模型主要将端元比例求取问题转化为软分类问题,缺乏清晰的物理意义。最简单的线性混合模型反演过程是无约束的最小二乘法,考虑到端元比例的物理意义,需要对其进行条件约束,使得所有端元比例之和为1。Heinz等2001年提出了基于全约束的最小二乘法的混解算法^[19]。考虑到遥感图像不同分辨率的问题,模型的选择在效率和精度上需要考虑一个尺度问题,针对中低分辨率图像来讲,线性模型已经可以满足不透水面精度提取的需要。基于不同分辨率图像进行端元选择和模型选择已经开始研究并获得国家基金的支持^[20-22]。

端元的精度评价也是不透水提取中重要的一环。因为混合象元分解结果等同于软分类结构,目前一般采用软分类结果的评价方法。最简单且最广泛的精度评价是均方根误差RMSE。RMSE计算了某类端元的分解总体精度,但对误差来源的错分和漏分没有进行区别。近年来一些学者试图利用混淆矩阵对混合象元分解结果进行精度评价。由于混合象元分解不能直接提供端元比例在混合象元中的空间分布信息,因此需要通过一些算子估计混淆矩阵的元素,比较有代表性的算子有:MIN, SI和PROD。Silvan-Cardenas 2008年指出用于混淆矩阵的算子需要满足一些约束条件,并提出SCM的评价方法。但是到目前为止,没有直接的证据表明哪一种精度评级方式更加优越。

4 城市不透水面指数研究和尺度转换

越来越多的方法和算法应用于提取城市不透水

面的指数。比较典型的有：徐涵秋构建了归一化差值不透水表面指数 $NDISI$ ，就福州市的城市不透水面进行了分析和提取^[23]，该指数在像元级层面上获得了较好的效果，得到了广泛的应用。Hu 等发展和应用了 SOM 及 MLP 神经网络方法的基础上对分辨率遥感数据进行了不透水表面信息提取，成功地实现了不透水面的模糊算法提取工作。在指数分析和研究中，Bauer 等及 Gillies 等探讨了城市不透水面与植被的空间关系，发现了城市不透水表面与植被覆盖呈现高度负相关的特征，进而他们利用 KT 变化绿度波段或 $NDVI$ 计算的植被覆盖度提取不透水表面指数。

对于城市不透水面的理解依然停留在一个整体的大尺度范围，大部分的学者依然在研究中只提取整个的不透水面的信息，而组成不透水的内在组分没有被太多学者关注和探讨。陈健飞和林征采用 Hyperion 数据探索了广州市小区域内城市地表组成，并进行了地表组分制图研究^[24]。另外，不透水的提取目前更多侧重于图像获取，从多光谱的 TM，ETM 到目前越来越受到重视的高光谱数据。但是，地面光谱测试进行城市地物多组分的区分依然是一个很有效的研究方法，不仅仅在于测试的精度较高（消除了大气影响），同时在于测试的便利性。诚然，地面测试获得光谱并作为端元进行不透水面的提取工作依然有一定的缺点，尤其是在区域性上很难大面积大范围开展。地面光谱测试获取端元依然需要解决数据采样尺度与图像分辨率尺度对应的关系，目前较为认可的方法是在地面图像尺度范围内进行等分采样，然后取其平均值^[25]。

5 基于光谱测试的城市不透水面研究进展

城市地物光谱特征的测量是遥感基础研究的重要内容，也是众多遥感应用及其信息分析的基石。在地物光谱测试中，国内外许多遥感相关的机构已经开展了大量的工作，相对比较典型的有：（1）前苏联在 20 世纪 30 年代对许多地表物质的反射光谱的测试分析；（2）20 世纪 70 年代，Landsat 系列卫星发射后美国在测试各种地物的光谱特征的基础上建立高光谱数据库的工作，实现了地物光谱的标准化。这些标准化、实验室环境下的地物光谱库主要包括 IGCP-264 光谱库、霍普金斯光谱库、JPLAS-TER 光谱库、USCS 光谱库和 HIPAS 光谱库等；

（3）近年来中国大量学者就地物分类和地物信息识别也开展了大量的研究，这包括鄱阳湖水藻研究、日本种植蔬菜分类研究，林业和农作物光谱研究等，童庆禧、薛永琪、潘德炉、宫鹏、杜培军、张兵、田庆久、陈建飞等在光谱机理、仪器研制以及地物识别等方面开展了广泛深入的研究。

高光谱遥感为地物目标特征的精细提取和识别提供了一种新方法，拓展了一种新的视角。地物高光谱数据的测试大致可以分为几种：卫星遥感、高空平台和地面测试。目前高光谱遥感卫星平台发展迅猛，并在很多领域取得了显著的成果。Steven 等利用 DAIS7915 高光谱数据对地中海地区的土地利用和土地覆盖分类研究中发现传统的方法往往忽略了邻近像元信息对当前像元的影响。就临近像元信息干扰的问题，Steven 设计了一个 SSC 的分类器（童庆禧，2006）。熊桢（2000）设计了一个高阶神经网络分类算法和分层神经网络分类算法，利用 MAIS 和 PHI 高光谱数据对北京沙河镇进行了分类精度研究，获取了该区域 12 种地物类型。刘建贵（1999）利用 PHI 数据和 IRIS 野外光谱仪在上述地区分类研究的基础上进行了更为深入的分析和探讨，其野外光谱实现研究表明在保证合理精度的前提下，采用任何一种方法很难一次性分离出所有的城市地物类型，而不同层次上采用不同的光谱特征对地物进行分类还是十分有效的^[25]。基于波谱角 SAM 方法进行混合象元分解是另外一个较为成熟和被普遍认可的方法，Kruse 和 Boardman（1993）利用 SAM 和 MTMF 方法，采用美国科罗拉多州博尔德市 AVIRIS 航空数据进行地表物质的分类工作，该方法取得了良好的效果。陈建飞（2010）利用高光谱图像数据以及在参考标准光谱库的前提先对广州市地表类型进行了划分，共划分了包括水泥、屋顶、裸土等在内的 10 种地物类型。

6 高光谱数据提取城市不透水研究进展

宫鹏、黎夏等在研究中指出了高光谱遥感数据研究领域内的几大科学问题^[26]：（1）地物目标的光谱特征及其在高光谱遥感数据中的表达到底如何？（2）如何从高光谱图像中对地物目标本身及其属性进行定性？定量？（3）同质性地物的光谱特征和凸包定点准确性对子像元分解的影响程度如何？（4）在遥感影响解译中如何充分借助心理学、认知

科学、人工智能等学科研究成果结合模式识别与图像处理开展相关的理论研究（宫鹏，2006）^[26]。这其中就涉及到了地物的光谱特征和混合像元分解的问题。杜培军、陈云浩在2006年对高光谱信息处理的一些原理和方法进行了探讨，提出了将数据挖掘发现的特征与知识应用于亚象元分解的思路，以克服传统统计方法的不足^[27]。

利用高光谱数据进行地物识别或者分类研究近几年来也慢慢被学者关注^[28-30]，其做法大致分为两类：一类采用高光谱遥感影像进行分析处理来提取特定的地物，如张兵在太湖水质参数的高光谱研究^[31]；一类采用地面光谱仪器进行野外测试来分析处理并提取地物类型，如王志平采用LASIS成像光谱仪进行了地物分类研究^[32]；刘亮利用实验室数据对农作物进行分类研究。温健婷等利用高光谱遥感对土壤铅含量进行了波段选择研究。

基于高光谱数据提取端元进而对高光谱数据进行混解和物质识别是高光谱一个重要的利用途径，因此，如何从高光谱图像中提取端元一直是一个热点问题^[33-35]，在这方面，已经提出和应用了很多成熟的方法。Craig提出了最小体积变换MVT来获得端元，FINDR利用高光谱数据通过寻找最大体积的单形体自动获得图像中的所有端元，J. Bowles等提出了一种动态的端元束提取算法-ORASIS以及Plaza充分利用了像素空间上的相关性在充分挖掘光谱信息基础上提出了一种基于形态学的端元提取算法^[36-38]。众多算法中，最为经典的算法是Boardman、Kruse和Green提出的纯像元指数提取端元的算法，即为PPI算法。樊风雷（2008）对PPI算法与手动提取端元的算法进行分析对比，在小区域范围内多次手动在N维空间上获取端元比PPI提取端元精度更高。王立国（2010）年对经典的SGA端元选择算法进行了改进，提高了运算速度^[30]。

高光谱图像（或者光谱数据，如标准光谱库、野外实测光谱数据等）可以利用混合像元分解技术来估计组成混合像元的端元比例。一些可行的方法被提出，其中最为常用的方法是通过输入端元矩阵，利用带全部约束或者部分约束条件的最小二乘法CLS对线性混合模型进行求解，以获取均方根误差最小解为目标^[39-41]。这种方法也是经典做法^[42-52]。其他方法如基于最大似然估计，利用正交子空间投影OSP与解混的等效性，通过最大似然估计得到其中的参数值来实现混解。还有凸包理论

方法认为端元向量位于凸包的顶点，而混合像素是凸包内的点，通过计算其到顶点的距离而获得混解。此外还有最大熵法、独立成份分析法等。当然，这些方法往往对含有未知地物的混合像素点进行强制解混，用已知的、强行规定的端元来进行比例混合，必然存在一定误差。王晓飞（2010）提出了一种基于支持向量的高光谱混合像元分解算法，通过向量把高光谱数据多维空间分解成两种不同的端元：已知端元和未知端元。这种方法对干扰信息的排除非常有效，避免了未知端元的对混解精度的影响。同样的，惠巍巍（2007）年利用EO-1高光谱数据对城市地物进行分类研究，在其研究中更多地侧重了分类方法的对比问题，获得了线性光谱分解技术精度最高的结论。刘俊（2010）年就高光谱在图像混解中的技术进行详细的梳理和验证，以完善高光谱数据提取不透水信息流程的缺失。刘衍宏（2010）利用高光谱数据Hyperion，基于不透水提取的常规思路对江西赣州的粘土矿信息进行提取，获得了粘土矿权重信息（丰度）。蔡燕（2010）利用Hyperion数据对比分析了线性混合模型和神经网络模型进行地物混解，提取了植被、水体、不透水和裸地4类地物，并分析了两种方法的精度，发现线性光谱混解模型精度较高。周纪，陈云浩，张锦水（2008）等以同种纯净地物光谱曲线形状相似为出发点，探讨了基于光谱相似性端元优化选择的可行性，并计算了城市地表不透水覆盖度。以色列的科学家E. Ben-Dor等人利用CASI成像光谱仪对特拉维夫进行了研究。他们利用光谱识别技术，特别采用了一种混合调制匹配滤波的方法MTMF，从严格大气校正的CASI图像中选择可以明确定义和表征的地物作为端元数据，对河流、沙土、草地、柏油、水泥、红褐色土、海水、植被、白色屋顶以及阴影等地物都取得了很好的识别。

7 总结

纵观以上所述我们可以总结几个结论：（1）不透水面提取的研究思路和研究方法已经非常成熟；（2）端元选择是不透水面提取中最为关键的问题^[48-52]；（3）高分辨率图像、高光谱图像提取不透水面已经开始被探讨^[53,54]；（4）不透水面已经开始逐步被多学科所认识，并在多领域获得应用；当然，我们也发现以下几个关键的问题尚需更好的研究：（1）VIS模型描述城市地表过于简单，且基

于该模型获取不透水面受到诸多因素的影响而精度偏低。模型的细化以及影响因素（如阴影）的消除需要进一步探讨；（2）城市地表物质组份的高光谱特征还没有获得清晰的认识^[53]。另外，基于光谱

特征的城市组份分类体系还没有建立；（3）城市地表物质组份的丰度比例关系依然没有引起学者们的关注，而这些物质组份丰度的空间分布特征具有很大的实用价值^[54,55]。

参考文献：

- [1] Phinn S., Stanford M. Monitoring the Composition of Urban Environments Based on the Vegetation – Impervious Surface – soil (VIS) Model by Sub – pixel Analysis Techniques [J]. International Journal of Remote Sensing, 2002, 23 (20): 4131 – 4153.
- [2] Lu D, Weng Q. Use of Impervious in Urban Land Use Classification [J]. Remote Sensing of Environment, 2006, 102 (1–2): 146 – 160.
- [3] Wu C. Normalized Spectral Mixture Analysis for Monitoring Urban Composition Using ETM + Imagery [J]. Remote sensing of Environment, 2004, 93 (4): 480 – 492.
- [4] Brabec E, Schulte S, Richarts P L. Impervious Surfaces and Water Quality: A Review of Current Literature and its Implications for Watershed Planning [J]. Journal of Planning Literature, 2002, 16 (4): 499 – 514.
- [5] Schueler T R. The Importance of Imperviousness [J]. Watershed Protection Techniques, 1994, 1 (3): 100 – 111.
- [6] Arnold C L, Gibbons C J. Imperious Surface Coverage: The Emergence of a Key Environmental Indicator [J]. Journal of the American Planning Association, 1996, 62 (2): 243 – 258.
- [7] Weng Q. Modeling Urban Growth Effect on Surface Runoff with the Integration of Remote Sensing and GIS [J]. Environmental Management, 2001, 28 (6): 737 – 748.
- [8] 章皖秋. 城市地物反射波谱分类及其通道窗口研究 [D]. 上海: 华东师范大学, 2005.
- [9] Hodgson M E, Jensen J R, Tullis J A, et al. Synergistic use of Lidar and Color Aerial Photography for Mapping Urban Parcel Imperviousness [J]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 2003, 69 (9): 973 – 980.
- [10] Dougherty M, Dymond R L, Goetz S J, et al. Evaluation of Impervious Surface Estimates in a Rapidly Urbanizing Watershed [J]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 2004, 70 (11): 1275 – 1284.
- [11] Jennings D B, Jarnagin D B, Jarnagin S T, et al. A Modeling Approach for Estimating Watershed Imperious Surface Area from National Land Cover Data [J]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 2004, 70 (11): 1295 – 1307.
- [12] Rashed T, Weeks J R. Measuring the Physical Composition of Urban Morphology Using Multiple End – member Spectral Mixture Models [J]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 2003, 69 (9): 1011 – 1020.
- [13] Wu C S, Murray A T. Estimating Impervious Surface Distribution by Spectral Mixture Analysis [J]. Remote Sensing of Environment, 2003, 84 (4): 493 – 505.
- [14] Gillies R R, Box J B, Symanzik J, et al. Effects of Urbanization on the Aquatic Fauna of the Line Creek Watershed, Altana – a Satellite Perspective [J]. Remote Sensing of Environment, 2003, 86 (3): 411 – 422.
- [15] Bauer M E, Heiner N J, Doyle J K, et al. Impervious Surface Mapping and Change Monitoring using Landsat Remote Sensing [J]. ASPRS Annual Conference Processings, 23 – 28 May 2004, Denver, Colourado, American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Bethesda, Maryland, 2004.
- [16] Yuan F, Bauer M E. Comparison of Impervious Surface Area and Normalized Difference Vegetation Index as Indicators of Surface Urban Heat Island Effects in Landsat imagery [J]. Remote Sensing of Environment, 2006, 106 (3): 375 – 386.
- [17] Ridd M K. Exploring a V – I – S (vegetation – impervious surface – soil) Model for Urban Ecosystem Analysis Through Remote Sensing: Comparative Anatomy for Cities [J]. International Journal of Remote Sensing, 1995, 16 (12): 2165 – 2185.
- [18] Wu C S. Normalized Spectral Mixture Analysis for Monitoring Urban Composition using ETM Plus Imagery [J]. Remote Sensing of Environment, 2004, 93 (4): 480 – 492.
- [19] Heinz D. Fully Constrained Least Squares Linear Spectral Mixture Analysis Method for Material Quantification in Hyper – spectral Imagery [J]. IEEE Transactions on Geo – science and Remote Sensing, 2001, 39 (3): 529 – 545.
- [20] 胡潭高, 张锦. 不同分辨率遥感图像混合像元线性分解方法研究 [J]. 中国科学论文在线, 2008, 24 (3): 20 – 23.
- [21] 吴波, 张良培. 基于支持向量机概论输出的高光谱影响混合像元分解 [J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2006, 1: 51 – 54.
- [22] 吴波. 不同端元选择方法研究. 2008 年国家自然科学基金资助课题: <http://www. nsfc. gov. cn/nsfc/cen/bsdt/iggb>.

html.

- [23] 徐涵秋. 城市不透水面与城市生态要素关系的定量分析 [J]. 生态学报, 2009, 29 (5): 2456 - 2462.
- [24] 陈剑飞, 林征, 陈颖彪. 基于高光谱线性混合光谱分解识别人工地物 [J]. 应用基础与工程科学学报, 2009, 17 (2): 206 - 218.
- [25] 刘建贵, 张兵. 基于光谱特征的城市人工地物分级分类研究 [J]. 遥感技术与应用, 1999, 14 (3): 1 - 6.
- [26] 宫鹏, 黎夏, 徐兵. 高分辨率影像解译理论与应用方法中的一些研究问题 [J]. 遥感学报, 2006, 10 (1): 1 - 5.
- [27] 杜培军, 陈云浩. 高光谱遥感信息智能处理的若干理论与技术问题 [J]. 科技导报, 2006, 24 (1): 47 - 51.
- [28] Plaza A, Martinez P. A Quantitative and Comparative Analysis of End - member Extraction Algorithms from Hyper Spectral data [J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2004, 42 (3): 650 - 663.
- [29] Plaza A, Martinez P. Spatial/spectral end Member Extraction by Multidimensional Morphological Operations [J]. IEEE Transactions on Geo - science and Remote Sensing, 2002, 40 (9): 2025 - 2041.
- [30] 王立国, 邓禄群, 张晶. 改进的 SGA 端元选择的快速方法 [J]. 应用科技, 2010, 37 (4): 19 - 22.
- [31] 张兵. 时空信息辅助下的高光谱数据挖掘 [D]. 北京: 中国科学院, 2002: 45 - 54.
- [32] 王志平, 杨建峰. 利用高光谱数据进行地物识别分类研究 [J]. 光子学报, 2008, 37 (3): 561 - 565.
- [33] 赵永超. 高光谱遥感中典型地物目标的光谱特征分析和信息提取模型——几个关机问题的研究报告 [D]. 北京: 中国科学院遥感应用研究所博士后流动站, 2001.
- [34] 谭炳香, 李增元. EO - 1 Hyperion 高光谱数据的预处理 [J]. 遥感信息, 2005 (6): 36 - 41.
- [35] 耿修瑞. 高光谱遥感图像目标探测与分类技术研究 [D]. 北京: 中国科学院遥感应用研究所, 2005.
- [36] 刘志刚, 史文中, 李德仁, 等. 一种基于支持向量机的遥感影像不完全监督分类新方法 [J]. 遥感学报, 2005, 9 (4): 363 - 373.
- [37] 浦瑞良, 宫鹏. 高光谱遥感及其应用 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 10 - 12.
- [38] 刘珍环, 王仰麟, 彭建. 不透水表面遥感监测及其应用研究进展 [J]. 地理科学进展, 2010, 29 (9): 1143 - 1152.
- [39] 王晋年, 张兵, 刘建贵, 等. 以地物识别和分类为目标的高光谱数据挖掘 [J]. 中国图象图形学报, 1999, 11 (4): 957 - 964.
- [40] 薛彬, 赵葆常, 杨建峰, 等. 改进的线性混合模型用于高光谱分类实验模拟 [J]. 光子学报, 2004, 33 (6): 689 - 692.
- [41] 李淑坤. 基于高分辨率图像的城市不透水层提取 [D]. 北京: 北京大学, 2009.
- [42] 胡茂桂, 王劲峰. 遥感影响混合像元分解及超分辨率重建研究进展 [J]. 地理科学进展, 2010, 29 (6): 747 - 756.
- [43] 钱乐祥, 崔海山. 运用归一化光谱混合模型分析城市地表组成 [J]. 国土资源遥感, 2006, 2: 64 - 68.
- [44] 袁超, 吴炳方, 罗兴顺, 等. 城市不透水表面遥感估算研究 [J]. 测绘工程, 2009, 18 (3): 32 - 36.
- [45] 耿修瑞, 赵永超. 高光谱遥感图像小目标探测的基本原理 [J]. 中国科学 D 辑, 2007, 37 (8): 1081 - 1087.
- [46] 李素, 李正文. 遥感影像混合像元分解中的端元选择方法综述 [J]. 地理与地理信息科学, 2007, 23 (5): 35 - 42.
- [47] 刘勇, 岳文泽. 基于图像融合与混合像元分解的城市植被盖度提取 [J]. 生态学报, 2010, 30 (1): 93 - 99.
- [48] 骆剑承, 周成虎. 支持向量机及其遥感影像空间特征提取和分类的应用研究 [J]. 遥感学报, 2002, 6 (1): 50 - 55.
- [49] 耿修瑞. 高光谱遥感图像目标探测与分类技术研究 [D]. 北京: 中国科学院研究生院, 2005.
- [50] 岳文泽, 徐建华, 等. 基于线性光谱分析的城市旧城改造空间格局遥感研究: 以 1997 - 2000 年上海中心城区为例 [J]. 科学通报, 2007, 51 (8): 966 - 974.
- [51] 李伟峰, 欧阳志云. 基于遥感信息的北京硬化地表格局特征研究 [J]. 遥感学报, 2008, 12 (4): 603 - 612.
- [52] 谢苗苗, 王仰麟, 李贵才. 基于亚像元分解的不透水表面与植被盖度空间分异测度 [J]. 资源科学, 2009, 31 (2): 257 - 264.
- [53] Wu C. Quantifying High Resolution Impervious Surface using Spectral Mixture Analysis [J]. International Journal of Remote Sensing, 2009, 30: 2915 - 2932.
- [54] Weng Q, Hu X. Extracting Impervious Surface from Medium Spatial Resolution Multi Spectral and Hyper - spectral Imagery: A Comparison [J]. International Journal of Remote Sensing, 2008, 29: 3209 - 3232.
- [55] Franke J, Roberts D A. Hierarchical Multiple End - member Spectral Mixture Analysis (MESMA) of Hyper - spectral Imagery for Urban Environments [J]. Remote Sensing of Environment, 2009, 113: 1712 - 1723.
- [56] Mountrakis G, Luo L. Enhancing and Replacing Spectral Information with Intermediate Structural Inputs: A Case Study on Impervious Surface Detection [J]. Remote Sensing of Environment, 2011, 115 (5): 1162 - 1170.

THE RECENT PROGRESS OF URBAN IMPERIOUS SURFACE STUDY BASED ON HYPER – SPECTRAL REMOTE SENSING DATA

FAN Feng – lei

(School of Geography, South China Normal University, Guangzhou 510631, Guangdong, China)

Abstract: Remote sensing had considerable potential for providing accurate, up – to – data information in urban areas. Urban remote sensing was complicated, however, by very high spectral and spatial complexity. When the model of VIS was present in 1995 by Ridd, the imperious surface was being an important issue in urban remote sensing researches. This paper put the focus on the development and discussed the context of imperious surface until now. Considering all lot of researches of urban remote sensing, current and accurate information about urban composition was critical not only for urban planning, disaster response and improved environmental management, but for intension of urban expansion and so on. Now, using the un – mixing method to analyze the urban problems was a new view. Spectrally unique materials and the presence of spectrally ambiguous materials, such as dark – shingles and asphalt roads further complicated analysis using the hyper – spectral remote sensing data. At the same time, as a result, urban environments exhibited a high dimensionality in spectral space. Lots of remote sensing techniques for urban imperious surface, as observed in previous studies, was developed. And high spatial and hyper – spectral remote sensing data were applied in past years. This paper discussed the evolution map and the importance of these researches in spatial and spectral information in which different models were used for different levels of complexity. On the other hand, making the status of the urban impervious surface and introducing the works in future were an important objective by using this paper. What the followed matters were included in this paper was that: the intension of imperious surface, the technology method which was used to obtain the imperious surface, the data which was used in application of imperious surface and the dimension change of imperious surface, at the same time, the development directions was discussed, and this paper emphasized the hot spots and problems of this research which was based on hyper – spectral remote sensing data. With an emphasis of summarizing the rationales, methods and implications of impervious surface application, this paper gave an attempt to provide further insights on theoretical and methodological foundations for our subsequent urban environment studies in the context of hyper – spectral.

Key words: imperious surface; remote sensing; hyper – spectral; outlook

中国陆栖哺乳动物特有种及其空间分布格局

张瑞¹, 黄贝¹, 周汝良^{2*}

(1. 西南林业大学 林学院, 云南 昆明 650224; 2. 云南生物多样性研究院, 云南 昆明 650224)

摘要:在对收集的中国陆栖哺乳动物特有种县级分布资料及生境、海拔信息整理并建立特有种空间分布数据库的基础上,应用地理信息系统(GIS)平台,对空间分布数据进行技术处理,研究了中国陆栖哺乳动物特有种的多样性及空间分布格局。统计分析了8目、23科、72属,共计128种中国陆栖哺乳动物特有种,阐述了特有种在县级、省级行政界线及动物区划中的丰富度分布情况,并对其垂直分布格局进行了研究。在充分考虑特有种丰富度分布情况及特有种分布所占国土面积比的基础上,采用克里金插值法(Kriging)对特有种在中国范围内的分布情况进行拟合,确定了6个主要的分布中心,即:藏东南—滇西北横断山区中心、川西邛崃山—大雪山中心、川北—陇南山地中心、秦岭—大巴山中心、巴颜喀拉山—唐古拉山中心、祁连山中心。

关键词:中国陆栖哺乳动物;特有种;空间分布;多样性中心;GIS

中图分类号:Q958.2, P208

文献标识码:A

A 文章编号:1001-7852(2013)02-0065-06

0 引言

对世界广泛分布现象而言,特有种是特有现象的具体体现,是某一分布区内因地质、气候和生物进化进程的不同形成的不属于世界性分布的属或种^[1]。作为表示某一地区生物多样性的指标,物种、特有种、珍稀种及其分布形式具有重要的价值和意义^[2,3]。特有种对研究其适应特殊环境的基因、物种进化、新种产生和物种绝灭都具有重要意义,特有种的消失或者灭绝往往意味着地球上将失去这一物种及其负载的宝贵的基因资源。因此在生物多样性保护方面特有种研究具有更为深远重要的价值,生物多样性保护的热点地区^[4,5]和特有性中心^[6]的确定都促使我们对特有种的空间分布进行进一步的研究。物种的特有现象也是物种多样性及保护研究的重要内容^[7,8]。

中国疆域辽阔,具有非常复杂的地形,气候类型多样,物种丰富,是全球12个“巨大多样性国家之一”,共分布有陆栖哺乳动物11目537种。但

是到目前为止,仅有少数学者对陆栖哺乳动物物种丰富度大尺度地理格局进行了研究^[10-12],而对中国陆栖哺乳动物特有种的研究尚未见诸报道。

GIS作为处理空间地理数据成熟、有效的手段和技术,其空间地理数据库及地统计分析功能为生物资源空间分布研究及管理提供了坚实的基础。为进一步探讨GIS生物资源空间分布研究中的应用,提供直观可视的空间分布研究结果,应用地理信息系统平台对中国陆栖哺乳动物特有种空间分布格局及多样性中心予以探讨。

1 材料与方法

1.1 特有种名录的确定

将分布区域完全限于中国境内及分布区域略超出中国边境的陆栖哺乳动物物种均视为中国的特有种而进行研究^[13]。依据《中国哺乳动物彩色图鉴》附录I《中国哺乳动物分类名录与分布》^[13]提供的特有种、半特有种名录及其分布,结合中华人民共和国濒危物种进出口管理办公室主编的《中国哺乳

收稿日期:2013-03-06;修订日期:2013-04-04.

基金项目:国家自然科学基金(编号:41261085);国家科技支撑项目(编号:2011BAD32B05)。

作者简介:张瑞(1986-),男,辽宁省调兵山市人,硕士研究生,研究方向为地理信息系统。

* 通讯作者。

动物分布》^[14]提供的县级分布数据对物种进行详细的核对、修订确定研究的特有陆栖哺乳动物名录。

1.2 分布资料的收集、处理

依据《中国哺乳动物彩色图鉴》及《中国哺乳动物分布》提供的分布信息,利用国家 1:4 000 000 县级矢量数据通过 ArcGIS 10 提取特有物种的县级分布并建立特有陆栖哺乳动物数据库,并根据《中国哺乳动物彩色图鉴》、《中国哺乳动物分布》、《中国兽类彩色图鉴》^[15]、《中国野生哺乳动物》^[16]、《中国濒危动物红皮书(兽类)》^[17]提供的生境及海拔分布信息进行比对审核确定其生境类型及海拔分布。

将特有物种县级分布矢量数据、1:100 万比例尺中国植被类型图矢量数据(由中国科学院昆明植物研究所提供)和分辨率为 100 m × 100 m DEM(数字高程模型)数据通过 ArcGIS 10 做投影变换使其具备统一的 Albers 等面积圆锥投影(Albers equal area conic projection)。进行叠加分析得出特有物种具体分布区域。将 1:20 000 000 中国地貌区划图及中国动物区划图(源于《国家自然地图集》)进行扫描和数字化,并配以 Albers 投影作为进一步分析的基础数据。

1.3 特有种分布和多样性中心的确定

运用 ArcGIS 10 将特有种空间分布数据及基础分析数据导入地理信息系统。通过相交(Intersect)、叠加(Identity)、联合(Union)等分析,将特有种空间分布数据叠加至省级行政界线、动物地理区划图上,获得特有种在不同省份及动物地理区划中的分布信息,进一步运用查询功能得出特有种所属的目、科、属、种等分类阶元及保护等级信息在各省及动物地理区划中的丰富度,以便进一步确定陆栖哺乳动物特有种。

参照的地理区包括 2 界,8 个区,18 个亚区^[14]。古北界:Ⅰ:东北区,ⅠA:大兴安岭亚区,ⅠB:长白山地亚区,ⅠC:松辽平原亚区;Ⅱ:华北区,ⅡA:黄淮平原亚区,ⅡB:黄土高原亚区;Ⅲ:蒙新区,ⅢA:东部草原亚区,ⅢB:西部荒漠亚区,ⅢC:天山山地亚区;Ⅳ:青藏区,ⅣA:羌塘高原亚区;ⅣB:青海藏南亚区。东洋界:Ⅴ:西南区,ⅤA:西南山地亚区,ⅤB:喜马拉雅亚区;Ⅵ:华中区,ⅥA:东部丘陵平原亚区,ⅥB:西部山地高原亚区;Ⅶ:华南区,ⅦA:闽广沿海亚区,ⅦB:滇南山地亚区,ⅦC:海南岛亚区,ⅦD:台湾亚区,ⅦE:南海诸岛亚区(未统计)。

在获得中国陆栖哺乳动物特有种详细分布矢量信

息的基础上,对特有种分布点进行赋权重重采样求得样点的值,所得数据在 ArcGIS 10 中通过克里金插值分析,通过充分考虑已知样本点的空间分布及未知样本点的空间方位关系,对中国陆栖哺乳动物特有种空间分布进行拟合,从而确定特有种多样性中心。

2 结果

中国陆栖哺乳动物特有种共计 128 种,隶属于 72 属、23 科、8 目,占中国哺乳动物种数的 19.84%,占陆栖哺乳动物种数的 21.23%,其中野生绝灭(Ex)1 种、濒危(E)13 种、易危(V)9 种,国家Ⅰ级保护动物 12 种、国家Ⅱ级保护动物 8 种,列入 CITES 附录Ⅰ 11 种、附录Ⅱ 8 种, IUCN 极危(CR)2 种、濒危(EN)8 种、易危(VU)9 种、低危/接近受危(LR/nt)6 种、低危/需予关注(LR/lc)1 种、低危/依赖保护(LC/cd)1 种、缺乏数据(DD)2 种。对特有种区系分析表明古北界有 86 种,占特有种数的 67.19%;东洋界有 109 种,占 85.16%,同时分布于两大界的种有 67 种,占特有种种数 53.13%。其中奇蹄目特有种仅分布在古北界。

2.1 特有种属及以上分类阶元的丰富度等级分布

仅对中国陆栖哺乳动物特有种的亚科及其以下阶元进行确定,确定的特有亚科有大熊猫亚科 *Ailuropodinae*、鼯鼠亚科 *Uropsilinae*;确定的特有属有沟牙鼯鼠属 *Aeretes*、短尾鼯鼠属 *Blarinella*、甘肃仓鼠属 *Cansumys*、绒鼠属 *Caryomys*、毛尾睡鼠属 *Chaetocauda*、缺齿鼯鼠属 *Chodsigoa*、毛冠鹿属 *Elaphodus*、麋鹿属 *Elaphurys*、绒鼠属 *Eothenomys*、林跳鼠属 *Eozapus*、林猬属 *Mesechinus*、麝属 *Moschus*、长吻鼯鼠属 *Nasillus*、新毛猬属 *Neohylomys*、鼯鼠属 *Neotetracus*、鼠兔属 *Ochotona*、藏羚属 *Pantholops*、仰鼻猴属 *Rhinopithecus*、甘肃鼯鼠属 *Scapanulus*、鼯鼠属 *Scaptochirus*、长尾鼯鼠属 *Scaptonyx*、岩松鼠属 *Sciurotamias*、复齿鼯鼠属 *Trogopterus*、大仓鼠属 *Tscherslia*、猪尾鼠属 *Typhlomys*、鼯鼠属 *Uropsilus*。

特有种所属不同分类阶元的等级多样性分布在中国不一致,如在省级分布图中,目、科、属的丰富度等级存在差异:全国有 6~8 目分布的省分有 15 个,其中四川、甘肃、西藏 8 个目均有分布,天津、上海各仅有 1 目,其他各省份具有 2~5 目分布;科的丰富度等级由高到低分别为:四川、云南、甘肃、陕西、重庆、贵州、西藏;属的丰富度等级由高到低分别为四川、云南、甘肃、陕西、贵州、重庆、西藏、青海、安徽、广西、湖北;在动物地理区划的不同亚区分布图中,目、科、属的丰

富度分布分别表现为：青海藏南亚区 8 目，西南山地高原亚区、西南山地亚区 7 目，滇南山地亚区、东部丘陵平原亚区、闽广沿海亚区、台湾亚区 6 目，其余各亚区有 1~5 目；西南山地亚区 22 科，青海藏南亚区、西南山地高原亚区 19 科，滇南山地亚区、东部丘陵平原亚区、黄土高原亚区、闽广沿海亚区、西部荒漠亚区、台湾亚区分别有 16、15、14、14、12、11 科，其余各亚区有 1~9 科；西南山地亚区 56 属，西南山地高原亚区 49 属，青海藏南亚区 46 属，黄土高原亚区 35 属，滇南山地亚区 31 属，东部丘陵平原亚区 29 属，闽广沿海亚区 22 属，西部荒漠亚区 21 属，台湾亚区 15 属，其余各亚区有 1~13 属。

2.2 特有种的水平分布格局

中国陆栖哺乳动物特有种在省界图中的分布情况表明：物种种类在四川省最多，具有 73 种，隶属于 5 目、16 科、36 属，并由此向各方向逐渐减少。云南省有 68 种，甘肃有 53 种，陕西有 49 种，贵州有 39 种，西藏有 37 种，在青海、重庆、安

徽、广西、湖北、福建等省中拥有 21~35 种不等，上海、天津分别仅有 1 种、2 种，其余各省区具有 5~19 种（图 1）。

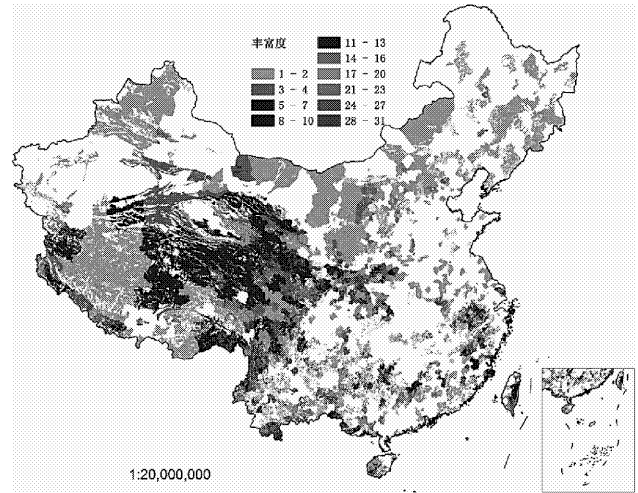


图 1 中国陆栖哺乳动物特有种丰富度分布格局

Fig. 1 The spatial distribution patterns of endemic terrestrial mammal species

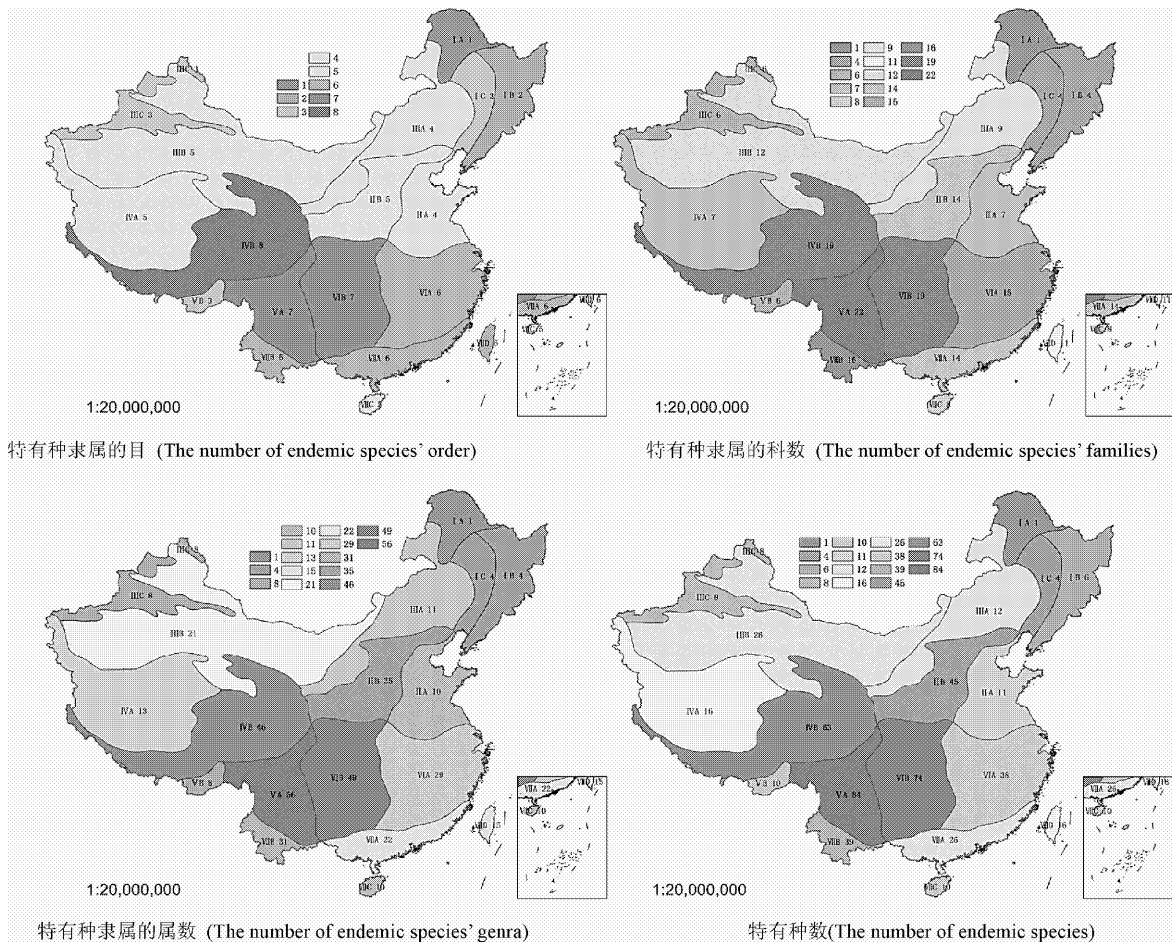


图 2 中国陆栖哺乳动物所隶属的目、科、属、种在动物地理区划中的分布

Fig. 2 The species, genera, families and order distribution of China's terrestrial mammals in the Map of Chinese Zoogeography

注：图中数字表示陆栖哺乳动物特有种在动物地理区划中所隶属的目、科、属、种的数目

特有种在各个动物地理区划中的分布情况可见(图2):西南山地亚区 84 种,西南山地高原亚区 74 种,青海藏南亚区 63 种物种丰富度明显高于其他亚区;黄土高原亚区次之,有 45 种,滇南山地亚区 39 种,东部丘陵平原亚区 38 种,其他各亚区在 4~26 种;而大兴安岭亚区有 1 种。

通过对特有种空间分布数据统计分析,处理结果表明特有种分布最多、最集中主要有:藏东南—滇西北横断山区、川西邛崃山—大雪山、川北—陇南山地、秦岭—大巴山、巴颜喀拉山—唐古拉山、祁连山(图3)。

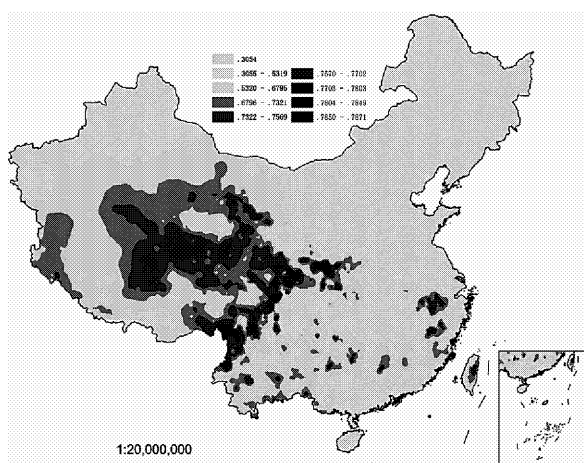


图3 中国陆栖哺乳动物特有种分布多样性中心
Fig. 3 Diversity centers of endemic terrestrial mammal species distributions in China

藏东南—滇西北横断山区中心是特有种丰富度最为集中的地区之一,面积约为 39 596.2 km²,占国土面积的 0.41%,有 66 种,隶属于 7 目、19 科、43 属,其中国家 I 级保护动物 5 种、国家 II 级保护动物 6 种。代表特有种有滇金丝猴 *Rhinopithecus bieti*、贡山麂 *Muntiacus gongshanensis*、滇绒鼠 *Eothenomys eleusis*、玉龙绒鼠 *Eothenomys proditor*、昭通绒鼠 *Eothenomys olitor*、云南壮鼠 *Hadromys yunnanensis*、云南兔 *Lepus comus* 等。

此外川西邛崃山—大雪山中心与藏东南、滇西北横断山区中心相似,也是特有种丰富度最为集中的地区,面积约为 40 524.5 km²,占国土面积的 0.42%,有 66 种特有种,隶属于 8 目、20 科、46 属,其中国家 I 级保护动物 4 种、国家 II 级保护动物 4 种。代表特有种有川金丝猴 *Rhinopithecus roxellana*、大熊猫 *Ailuropoda melanoleuca*、四川林跳鼠

Eozapus setchuanus、川西缺齿鼯鼠 *Chodsigoa hypsibius*、川西鼠兔 *Ochotona gloveri* 等。

川北—陇南山地中心,面积约为 33 298.1 km²,占中国国土面积的 0.35%,有 57 种特有种,隶属于 8 目、21 科、45 属,其中国家 I 级保护动物 4 种、国家 II 级保护动物 4 种。代表特有种有四川毛尾睡鼠 *Chaetocauda sichuanensis*、甘肃仓鼠 *Cansumys canus*、复齿鼯鼠 *Trogopterus xanthipes*、甘肃鼯鼠 *Scapanlus oweni*、沟牙鼯鼠 *Aeretes melanopterus* 等。

秦岭—大巴山中心,面积约为 19 079.4 km²,占国土面积的 0.20%,有 55 种特有种,隶属于 7 目、18 科、41 属,其中国家 I 级保护动物 2 种、国家 II 级保护动物 4 种。代表特有种有川金丝猴 *Rhinopithecus roxellana*、大熊猫 *Ailuropoda melanoleuca*、林麝 *Moschus berezovskii*、鼯鼠 *Sicista concolor*、中华鬣羚 *Capricornis milneedwardsii* 等。

巴颜喀拉山—唐古拉山中心,面积约为 109 397.7 km²,占国土面积的 1.14%,有 32 种特有种,隶属于 7 目、14 科、25 属,其中国家 I 级保护动物 4 种、国家 II 级保护动物 5 种。代表特有种有藏羚 *Pantholops hodgsoni*、藏野驴 *Equus kiang*、牦牛 *Bos mutus*、藏酋猴 *Macaca thibetana*、藏原羚 *Procapra picticaudata*、藏仓鼠 *Cricetulus kanmensis*、藏狐 *Vulpes ferrilata*、喜马拉雅旱獭 *Marmota himalayana*、藏鼠兔 *Ochotona thibetana*、喜马拉雅鼠兔 *Ochotona himalayana* 等。

祁连山中心,面积约为 16 120.3 km²,占国土面积的 0.17%,有 28 种特有种,隶属于 6 目、14 科、22 属,其中国家 I 级保护动物 5 种、国家 II 级保护动物 1 种。代表特有种有普氏原羚 *Procapra przewalskii*、复齿鼯鼠 *Trogopterus xanthipes*、甘肃鼯鼠 *Scapanlus oweni*、藏仓鼠 *Cricetulus kanmensis*、大仓鼠 *Tscherslia triton*、青海毛足田鼠 *Lasiopodomys fuscus* 等。

除上述 6 个分布中心外,在滇南无量山、皖南莲花峰、闽北武夷山及台湾山脉形成了几个规模较小的分布中心,总面积约为 7 953.1 km²,占国土面积的 0.08%,包含 16~36 种特有种,国家 I 级保护动物 1 种、国家 II 级保护动物 3 种。代表特有种有黑冠长臂猿 *Nomascus concolor*、台湾猴 *Macaca cyclopis*、台湾鬣羚 *Capricornis swinhoei*、黑麂 *Munti-*

acus crinifrons、华南兔 *Lepus sinensis*、华南缺齿鼯 *Mogera insularis*、景东树鼠 *Chiropodomys jingdongensis*、西南绒鼠 *Eothenomys custos*、台湾白腹鼠 *Niviventer coninga*、台湾田鼠 *Microtus kikuchii*、台湾鼠耳蝠 *Myotis taiwanensis* 等。

2.3 特有种的垂直分布格局

中国幅员辽阔，地形地貌复杂多样，是世界上海拔高差最大的国家之一，在如此巨大的高差范围内分布着丰富多样的垂直自然带和生境类型，对陆栖哺乳动物特有种的分布产生了重要的影响，形成了中国特有陆栖哺乳动物分布在垂直地带性上的差异。根据 61 种具有海拔分布信息的特有种资料统计（其他特有种因海拔信息不详，暂未统计），从海拔 70 m 到 5 200 m，均有特有种分布。随着海拔高度的变化特有种的分布基本上符合正态分布：从海拔 70 m 到 1 000 m 特有种数随海拔升高而增加，此范围内共分布特有种 28 种；1 000 m 到 4 000 m 随海拔高度升高特有种数保持在 20 ~ 35 种，共分布有 57 种，占特有种的 93.44%，在 2 000 m 和 2 500 m 附近高度，特有种分布均达到或超过 30 种，其余海拔高度特有种保持在 20 ~ 25 种左右，随高度变化略有起伏；海拔 4 000 m ~ 5 200 m 范围内共有 14 种，并且随海拔高度的升高种类逐渐减少（图 4）。由此得知，中国陆栖哺乳动物特有种主要分布在中高山、亚高山及高原地带，有些特有种的垂直分布范围较大，可分布在几百甚至上千米的范围内，如滇金丝猴 *Rhinopithecus bieti*、白唇鹿 *Przewalskium albirostris*、牦牛 *Bos mutus*、矮岩羊 *Pseudois schaeferi*、藏野驴 *Equus kiang*、喜马拉雅旱獭 *Marmota himalayana*、四川林跳鼠 *Eozapus setchuanus*、突厥鼠兔 *Ochotona cansus*、高原兔 *Lepus oiostolus* 等。

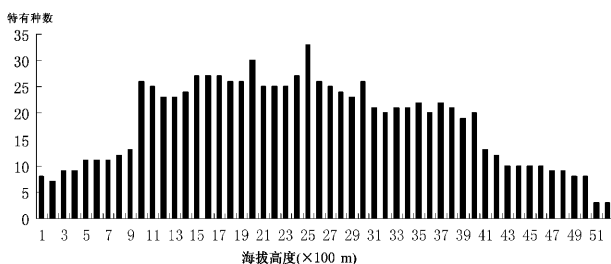


图 4 中国陆栖哺乳动物特有种垂直分布格局

Fig. 4 The vertical distribution of Chinese endemic terrestrial mammal species

3 讨论

据《中国哺乳动物彩色图鉴》附录 I 《中国哺乳动物分类名录与分布》提供的特有种、半特有种共计 186 种，由于县级分布资料的不足，仅将其中的 127 种收录进行统计分析，附录 I 中将东北黑兔作为东北兔的异名种，本文将其作为独立的特有种纳入统计范围，故而实际收录了 128 种特有种参与统计分析。

确定的 6 个主要分布中心及 4 个规模较小的分布中心，主要分布在中国的南方地区，并且以中国西南地区最为集中。从动物区划来看，除巴颜喀拉山—唐古拉山中心和祁连山中心分别位于古北界的青海藏南亚区的东部及北部边缘，以高原山地和高原草原为主要生境类型，是古北界独有奇蹄目藏野驴的主要分布地区，此外也是牦牛和甘肃鼯鼠的主要分布区；区域及各分布中心均主要分布在东洋界内，主要分布在西南山地亚区的藏东南—滇西北横断山区中心、川西邛崃山—大雪山中心，主要分布在西南山地高原亚区北部的秦岭—大巴山中心及主要分布在两个亚区北部交界的川北—陇南山地中心形成了一条西起藏东南—滇西北横断山区经川西邛崃山、大雪山、川北岷山、陇南山地东至秦岭、大巴山的绵延数千公里的巨大生物走廊，该地区正是中国地形最为复杂、生境最多样、自然生态环境保存最为完好的地区，为特有种的生存繁衍提供了必要的自然生态基础，继而成为中国陆栖哺乳动物特有种分布最为丰富多样，最为广泛的地区。虽然该区域具有自然生态环境及物种分布的连续性，特有种在几个分布中心范围内具有相似性、共有性，从自然地理区划的角度仍将其分为几个独立的分布中心进行阐述。位于滇南山地亚区的无量山中心、位于东部丘陵平原亚区的皖南莲花峰中心、闽北武夷山中心及位于台湾亚区的台湾山脉中心虽然规模较小，仍然具有较高的丰富度，就其所在的地理区域而言这几个中心具有十分重要的价值和意义。

对特有种垂直分布格局的研究虽然受到海拔分布数据不足导致只有 61 种参与统计分析，但基本说明了中国陆栖哺乳动物特有种的垂直分布格局，待数据完善后作进一步研究分析。

参考文献:

- [1] 雷富民, 卢建利, 刘耀. 中国鸟类特有种及其分布格局 [J]. 动物学报, 2002, 48 (5): 599 – 610.
- [2] Jablonski D. Background and Mass Extinctions: The Alternation of Macroevo-lutionary Regimes [J]. Science, 1986, 231 (4734): 129 – 133.
- [3] Sepkoski JJ. Alpha, beta, or Gamma – where does all the Diversity Go [J]. Paleobiology, 1988, 14 (3): 221 – 234.
- [4] Myers N. Threatened Biotas: “Hot spots” in Tropical Forests [J]. The Environmentalist, 1988, 8 (3): 187 – 208.
- [5] Myers N. The Biodiversity Challenge: Expanded Hot Spots Analysis [J]. The Environmentalist, 1990, 10 (4): 243 – 256.
- [6] Stotz, YK. Endemism and Species Turnover with Elevation in Montane Avifauna in the Neotropics: Implications for Conservation. Cam2 Bridge: [J]. Conservation Biology Series, 1998, 161 – 180.
- [7] Peterson AT, Ball LG, Brady KW. Distribution of the Birds of the Philippines: Biogeography and Conservation Priorities [J]. Bird Conservation International, 2000, 10 (2): 149 – 167.
- [8] Sankaran R. Developing a Protected Area Network in the Nicobar Islands: The Perspective of Endemic Avifauna [J]. Biodiversity and Conservation, 1997, 6 (6): 797 – 815.
- [9] 《中国生物多样性国情研究报告》编写组. 北京: 中国生物多样性国情研究报告 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1998: 1 – 430.
- [10] 张荣祖, 林永烈. 中国及其邻近地区兽类分布的趋势 [J]. 动物学报, 31 (2): 187 – 197.
- [11] Zhao SQ, Fang JY, Peng CH, et al. The Relationships Between Terrestrial Vertebrate Species Richness in China's Nature Reserves and Environmental Variables [J]. Canadian Journal of Zoology, 2006, 84 (9): 1368 – 1374.
- [12] 林鑫, 王志恒, 唐志尧, 等. 中国陆栖哺乳动物物种丰富度的地理格局及其与环境因子的关系 [J]. 生物多样性, 2009, 17 (6): 652 – 663.
- [13] 潘清华, 王应祥, 岩崑. 中国哺乳动物彩色图鉴 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2007: 1 – 420.
- [14] 张荣祖. 中国哺乳动物分布 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1997: 1 – 280.
- [15] 杨奇森, 岩崑. 中国兽类彩色图谱 [M]. 北京: 科学出版社, 2007: 1 – 12331.
- [16] 盛和林, 大泰司纪之, 陆厚基. 中国野生哺乳动物 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1999, 1 – 297.
- [17] 汪松. 中国濒危动物红皮书—兽类 [M]. 北京: 科学出版社, 1998: 1 – 471.

ENDEMIC TERRESTRIAL MAMMAL SPECIES TO CHINA AND THEIR SPATIAL DISTRIBUTION PATTERNS

ZHANG Rui¹, HUANG Bei¹, ZHOU Ru – liang²

(1. Faculty of Forestry, Southwest Forestry University, Kunming 650224, Yunnan, China;

2. The Institute of Biodiversity of Yunnan, Kunming 650224, Yunnan, China)

Abstract: The diversity and spatial distribution patterns of endemic terrestrial mammal species in China were analyzed with GIS software using a database of specimen collections and published references which were derived from the county distribution, elevation distribution and the habitat information of theirs. There were 128 endemic terrestrial mammal species in China, belonging to 72 genera, 23 families and 8 orders. The species richness distribution and the vertical distribution pattern of endemic species were studied basing on the county, the provincial administrative boundaries and animal division. Considering fully the species richness distribution of endemism and the ratio of their's areas to China's terrestrial area, six main centers of endemism were obtained by fitting the national distribution through Kriging method, namely as follow: Southeastern Tibet – Hengduan Shan Mountain Region of Northwest Yunnan, Qionglai Mountains in West Sichuan Province – Great Snow Mountain, Northern Sichuan – South Gansu Province, Qinling – Daba Mountain, Bayan Har Mountains – Tanggula Mountains and Qilian Mountains.

Key words: terrestrial mammals of China; endemic species; spatial distribution; center of species diversity; GIS

基于决策树的帽天山小流域磷矿开采区 植被遥感判读研究

赵敏慧, 杨中宝

(玉溪师范学院, 云南 玉溪 653100)

摘要: 基于 RS 技术平台, 将 ASTER 遥感数据与土地利用现状图和地形图相结合, 采用决策分类方法对抚仙湖帽天山小流域磷矿开采区植被类型进行分类研究, 结果表明, 基于 RS 的多源数据融合对小流域内不同植被类型信息具有较强的识别能力, 通过野外随机抽样证实, 帽天山小流域磷矿开采区植被类型遥感解译准确率 92%。

关键词: 磷矿开采区; 植被; 判读遥感, 决策树; 帽天山小流域

中图分类号: TP79

文献标识码: A

文章编号: 1001-7852(2013)02-0071-05

0 引言

抚仙湖流域磷矿的露天开采在云南省澄江县已有 20 余年的历史。磷矿开采所引发的水土流失除对本区域产生影响外, 还会对更大范围内的土地利用、水文条件产生影响^[1]。同时矿山废弃地对土地的侵占和环境污染已成为区域社会经济发展的制约因素^[2-4]。基于地形地貌和气候发展起来的地表植被作为地球表面的自然资源, 是人类生存环境的支撑条件。在人为干扰下植被景观格局是否合理, 关系到地方生态保护和可持续发展的可持续发展。位于抚仙湖东北角的帽天山小流域磷矿开采区的开采, 导致磷和伴生元素氟随地表径流进入抚仙湖, 增加了抚仙湖的污染负荷。

植被是连接土壤、大气和水分等土地覆盖要素的自然“纽带”, 其植被盖度及植被类型在某种程度上反应着地表环境质量状况的优劣。利用遥感技术监测矿区环境, 国内外已有相关研究^[5-6], 但研

究较少。决策树是遥感图像分类中的一种分层处理结构, 其基本思想是按照一定的规则将遥感影响数据集一级级往下细分, 以定义决策树的各个分支。决策树分类法与监督分类、非监督分类法相比具有以下优点: (1) 分类数据。不需参数化, 且不需要知道输入数据预先分布频率, 可有效解决特征和类别的非线性问题; (2) 决策树法结构明确且容易解释^[7]。本研究旨在通过应用遥感技术中的决策树分类法, 快速识别帽天山小流域磷矿开采区的植被现状, 为植被恢复和景观生态规划提供基础数据。

1 研究区概况

云南省抚仙湖帽天山小流域磷矿开采区位于抚仙湖东北角, 玉溪市澄江县城东, 呈南北向条带状分布, 中心地理位置为东经 102°59'31.0", 北纬 24°39'34.9", 海拔 1 850 ~ 2 187m。该开采区面积 3 743.12 hm², 占抚仙湖流域面积的 5.23%。开采区属亚热带高原季风气候, 干湿季节分明, 雨热同

收稿日期: 2013-02-26; 修订日期: 2013-04-02.

基金项目: 云南省自然科学基金“抚仙湖流域磷矿开采区植被恢复的林种配置与空间布局研究”(2006B0088M); 云南省教育厅科学研究基金项目“抚仙湖流域磷矿开采区植被恢复的林种配置研究”(0621248)。

作者简介: 赵敏慧 (1974-), 女, 云南省通海县人, 副教授, 硕士, 主要从事景观生态与生态恢复研究。

季,年平均气温 16.5℃,年平均降水量 900 ~ 1 200 mm,年日照时数为 2 141.8 小时。土壤为红壤、黄棕壤、水稻土。地带性植被是以壳斗科 (*Fagaceae*)、樟科 (*Lauraceae*)、茶科 (*Theaceae*)、木兰科 (*Magnoliaceae*) 植物为优势种的半湿润常绿阔叶林。帽天山磷矿开采区因位于帽天山国家地质公园保护区范围内,已于 2004 年全面封停,进入生态恢复阶段。残留磷矿开采废弃地 105.84 hm²,占该区域总面积的 2.83%,但因常年深度剥离式开采对地表植被破坏较大,又缺乏有利的开采面恢复措施,雨季表土随径流流失,增加了抚仙湖的污染负荷。

2 研究方法

2.1 数据准备

研究区植被/土地利用类型的判读涉及的基础数据有:(1) 2010 年 9 月 14 日涉及澄江县全境的一景 ASTER 高光谱数据,有 3 个波段组,分别为可见光/近红外 VNIR 波段组、短波红外及中波红外 SWIR 波段组、长波红外 TIR 波段组,分辨率 15 m ~ 90 m。扫描宽度 60 km (表 1),在垂直于飞行方向可以左右摆动 $\pm 8.55^\circ$ (SWIR、TIR)、 $\pm 24^\circ$ (VNIR),因此具有立体成像能力。(2) 基础地理

数据利用研究区《土地利用现状图》、《1:10 000 地形图》及磷矿区准采拐点坐标数据。

2.2 植被类型决策分类

此次研究工作以 ENVE4.3 和 ArcGis10 软件平台为基础,对 ASTER 高光谱遥感数据进行辐射校正预处理,利用 16 个控制点进行二次多项式拟合,对遥感影像进行了精校正,处理后的 ASTER 图像位移误差控制在 1 个像元以内。

为了突出植被影像特征,便于解译识别,首先将 ASTER 数据进行波段组合。根据 ASTER 波段光谱范围,结合本次解译主要针对植被和磷矿开采区的实际,选用与植被生长有关的 ASTER 1、2、3 波段进行假彩色合成。其中 ASTER 1 波段属于绿光波段,对判定植物长势敏感;ASTER 2 波段 (0.63 ~ 0.69 μm) 属红色波段,对植物覆盖度、植物生长状况敏感;ASTER 3 波段 (0.76 ~ 0.86 μm) 属近红外波段,是植被高反射波段,可识别植物种类。在 ASTER 1、3、3N 波段合成的假彩色图像上,色彩层次丰富,图像清晰,绿色的植物均表现为不同深浅的蓝色。只是影像成像时相的关系,导致了卫星影像特征的复杂性和不确定性,为减少数据不确定性因素对解译工作的影响,也便于分析各种植被的垂向分带性,利用 ArcGIS 10 软件对研究区 1:10000 地形图进行处理,形成与 ASTER 高光谱数据相匹配的 DEM 数据,采用决策树分类方法,对高光谱数据和 DEM 数据进行植被类型解译 (图 1)。

表 1 Aster 影像主要技术参数

Tab. 1 Main technical parameters in the Aster image

波段 序号	波长范围 / μm		地面分辨率 /m
1	0.52 ~ 0.60	可见光/近红外 VNIR 波段	15
2	0.63 ~ 0.69		15
3	0.76 ~ 0.86		15
4	1.60 ~ 1.70	短波红外及中波 红外 SWIR 波段	30
5	2.145 ~ 2.185		30
6	2.185 ~ 2.225		30
7	2.235 ~ 2.285		30
8	2.295 ~ 2.365		30
9	2.36 ~ 2.43		30
10	8.125 ~ 8.475	长波红外 TIR 波段	90
11	8.475 ~ 8.825		90
12	8.925 ~ 9.275		90
13	10.25 ~ 10.95		90
14	10.95 ~ 11.65		90

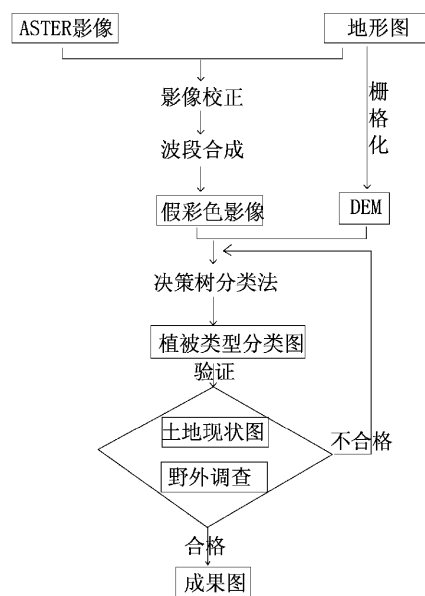


图 1 影像解译流程示意图

Fig. 1 Imagery interpretation process diagram

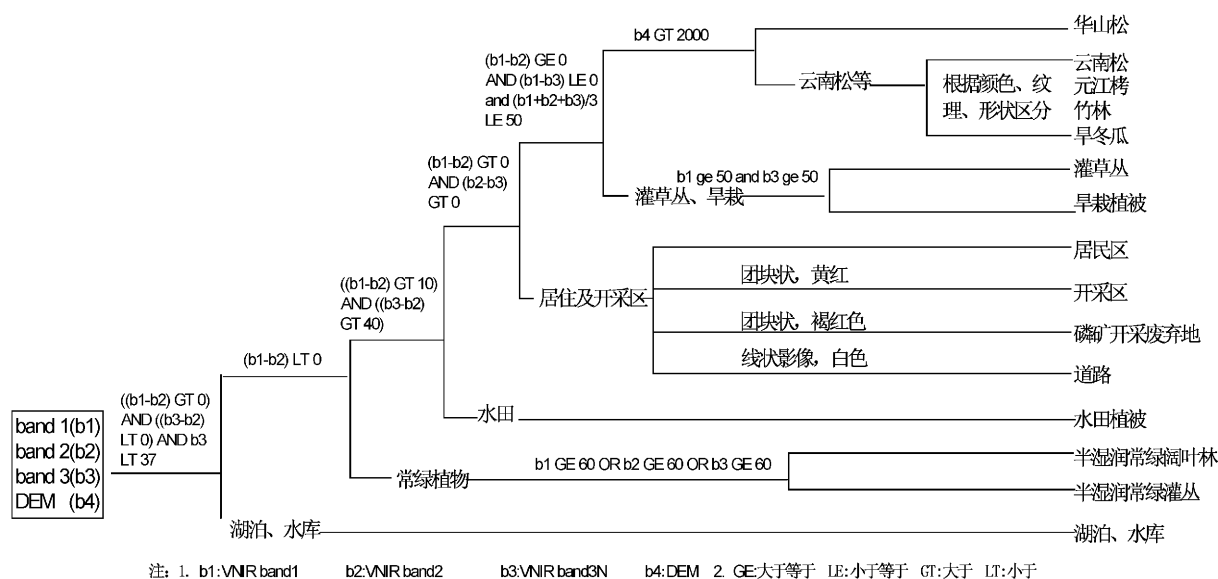


图2 决策信息树

Fig. 2 Decision - making information tree

通过对研究区现状植被类型的 GPS 定位采点及实况调查, 利用 ASTER 高光谱遥感影像合成的假彩色图像与土地利用现状图配准, 确定不同植被类型的光谱响应特征, 参照高程、形状等辅助参数, 提取了抚仙湖帽天山小流域磷矿开采区植被判读标志信息, 基于 ENVI 4.3 决策分类工具建立决策信息树 (图 2), 分层次地把各植被类型识别出来。

根据决策信息树进行分类的方法, 是基于每个像元的光谱特性逐个进行的, 导致在分类图中出现了许多孤立点形式的“分类噪声”。为了减少噪声, 方便制图, 利用 ENVI 4.3 对分类结果图像的碎图斑进行后期处理, 包括过滤、聚类、中值滤波, 其中过滤主要用于去除面积较小图斑, 本次处理时, 凡是小于 2×2 像元的图斑均被过滤, 之后使用聚类方法填充过滤时留下的空洞。中值滤波主要对边界进行平滑, 同时进一步填充空洞, 保证输出分类数据无未分类像元。

2.3 野外验证

地物类型判读的正确性和面积量算的准确性, 是衡量遥感应水平高低的两大重要指标, 甚至是确定其能否在某些特定地球资源调查、评估中应用的标准^[8]。根据室内解译结果, 对于解译出来的灌草丛、旱栽植被、云南松、华山松等分布面积广的植被类型及磷矿开采区、居民地等对本研究具有重要意义的地物类型进行了野外抽样调查, 使用手持 GPS 进行野外定位 (北京 54 坐标系), 植被类型为

地面实际类型 (表 2)。

在抽样调查的 28 样点中, 13 号点、15 号样点、16 号样点、17 号样点 4 个样点被判为磷矿开采面及矿渣, 而实际分别为旱地旱冬瓜相间林、旱冬瓜林、桉树林及人工黄槐灌木林地。据调查, 这 4 个样点原为磷矿开采面和矿渣堆放地, 近两年做了人工植被恢复, 较影像成像时间晚。而 10 号样点居民地及 21 号样点桉树林均被判为旱栽植被, 与实际植被类型不一致, 影像分类结果正确率 92%。

3 解译结果

经过以上判读流程最终得到研究区植被现状图。植被上图单元 14 类, 分别为: 灌草丛、华山松、半湿润常绿阔叶灌丛、半湿润常绿阔叶林、滇油杉、旱栽植被、居民地、磷矿开采废弃地、水体、水田植被、云南松、桉树、矿渣、道路。各植被类型斑块数、面积及所占比例见表 3。

4 结语

遥感影像是各类地物波谱特征的综合表现, 在无先验知识前提下, 可利用决策树方法将遥感影像数据进行类别划分, 并以 DEM 数据控制植被垂直分带, 减少类别划分时的误差。同时, 将解译结果

表 2 遥感判读结果抽样调查表
Tab. 2 Sampling survey of remote sensing interpretation results

序号	东经	北纬	实际类型	判读类型
1	102°58'38.181"	24°38'06.117"	桉树或灌木林地	灌草丛
2	102°58'38.432"	24°38'06.376"	桉树林	桉树林
3	102°58'53.990"	24°38'22.685"	旱地	旱地
4	102°59'04.040"	24°38'39.420"	居民地	居民地
5	102°59'01.238"	24°38'53.867"	旱地	旱地
6	102°58'57.250"	24°39'02.278"	云南松幼林	云南松
7	102°58'35.418"	24°39'06.807"	旱地	旱地
8	102°58'24.055"	24°39'13.348"	旱地	旱地
9	102°58'25.167"	24°39'23.869"	旱地	旱地
10	102°58'35.200"	24°39'24.454"	罗哩山居民点	旱栽植被
11	102°58'45.936"	24°39'37.838"	旱地	旱地
12	102°57'59.223"	24°39'44.152"	开采面复耕地（旱地）	旱地
13	102°58'00.377"	24°39'46.160"	旱地/旱冬瓜林	磷矿开采面
14	102°58'04.448"	24°39'57.670"	采矿废弃地	采矿废弃地
15	102°58'01.805"	24°39'46.898"	旱冬瓜（空洞山）	磷矿开采面
16	102°57'56.509"	24°39'37.963"	桉树林（空心坟）	磷矿开采面
17	102°57'37.164"	24°39'19.401"	黄槐灌木林地（人工栽种）	矿渣
18	102°57'38.972"	24°39'04.701"	桉树林	桉树林
19	102°57'18.322"	24°38'56.611"	澄江磷化公司	澄江磷化公司
20	102°57'06.134"	24°38'48.304"	澄江磷化公司	澄江磷化公司
21	102°56'54.840"	24°38'49.968"	桉树林	旱栽植被
22	102°57'40.046"	24°43'06.827"	华山松 2100m	华山松
23	102°57'38.344"	24°43'12.265"	荒草地	荒草地
24	102°58'01.243"	24°44'01.318"	旱地	旱地
25	102°57'50.346"	24°44'04.637"	华山松	华山松
26	102°57'39.359"	24°44'05.683"	采矿废弃地 2190m	磷矿开采面
27	102°57'37.795"	24°44'05.920"	磷矿采矿区	磷矿采矿面
28	102°57'46.973"	24°42'56.286"	华山松林	华山松林

表 3 帽天山磷矿开采区各植被类型特征
Tab. 3 Characteristics of various vegetation types in maotianshan mountain phosphorite mined region

植被类型	斑块数	斑块数百分比/%	平均斑块面积/hm ²	总面积/hm ²	面积百分比/%
滇油杉	1	0.04		8.01	0.21
灌草丛	948	35.24	0.37	351.83	9.4
华山松	103	3.83	2.01	207.23	5.54
旱栽植被	604	22.45	3.30	1 996.08	53.33
居民地	330	12.27	0.54	177.83	4.75
矿渣	1	0.04		14.85	0.40
磷矿开采废弃地	10	0.37	10.98	105.84	2.83
水田植被	94	3.49	0.37	34.61	0.92
水体	30	1.12	0.48	14.3	0.38
云南松	458	17.03	1.52	695.22	18.57
半湿润常绿阔叶林	4	0.15	0.44	1.75	0.05
半湿润常绿阔叶灌丛	84	3.12	1.00	83.63	2.23
桉树	5	0.19	6.80	34.01	0.91
道路	18	0.67	1.00	17.93	0.48
合计	2 690	100.00	1.39	3 743.12	100.00

与土地利用现状图进行空间数据融合，不仅可确定各类别植被属性，区别废弃矿山与流域植被，而且根据各个类别图斑的空间分布特征与土地利用现状图面域形态差异，还能够区分出含有不同植被信息的各类小流域植被类型和植被的时空演化。因此，

对于采矿废弃地等小流域植被分布规律研究而言，将 DEM 与植被分带相联系，将矿山开采历史与土地利用现状相结合，是遥感影像植被解译过程中研究植被时空变化的一种有益尝试。

参考文献：

- [1] 卞正富, 张国良, 胡喜宽. 矿区水土流失及其控制研究 [J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1998, 4 (4): 31 - 36.
- [2] 蓝崇钰, 束文圣, 孙庆业. 采矿地的复垦 [M] // 陈昌笃. 持续发展与生态学. 北京: 中国科技出版社, 1993: 132 - 138.
- [3] Dudka S, Adriano D C. Environmental Impacts of Metal ore Mining and Processing: A Review [J]. Journal of Environmental Quality, 1997, 26: 590 - 602.
- [4] Wong M H. Environmental Impacts of Iron ore Tailings, The Case of Tolo Harbour, Hong Kong [J]. Environmental Management, 1981, 5: 135 - 145.
- [5] Latifovic R, Fytas K, Chen J, et al. Assessing Land Cover Change Resulting from Large Surface Mining Development [J]. Applied Earth Observation and Geoinformation, 2005, 7 (1): 29 - 48.
- [6] 吴立新, 高均海, 葛大庆, 等. 工矿区地表沉陷 D-InSAR 监测试验研究 [J]. 东北大学学报: 自然科学版, 2005, 26 (8): 778 - 781.
- [7] 蔡栋, 魏巍. 基于决策树的水生植被遥感信息提取研究 [J]. 安徽农业科学, 2009, 37 (16): 7615 - 7616.
- [8] 周汝良, 张军, 张洪亮. 卫星图像的解译误差与提高精度的方法 [J]. 云南地理环境研究, 2000, 12 (2): 21 - 24.

STUDY ON REMOTE SENSING INTERPRETATION OF THE PHOSPHORITE MINED REGION VEGETABLE IN MAOTIANSHAN MOUNTAIN WATERSHED BASED ON DECISION TREE

ZHAO Min - hui, YANG Zhong - bao
(Yuxi Teachers College, Yuxi 653100, Yunnan, China)

Abstract: ASTER remote sensing data becomes merged with the Current land use map and contour map Based on the 3S technology, decision analysis of the phosphorite mined region vegetable types in maotianshan mountain watershed of Fuxian Lake Basin has been made, the correct rate of remote sensing interpretation is 92% by field random sampling, The result shows that the vegetable features were well identified by mult - source data fusion.

Key words: phosphorite mined region; vegetable; remote sensing interpretation; decision tree maotianshan mountain watershed

基于 eCognition 的面向对象的土地覆被分类研究 ——以云南大学呈贡校区为例

王 嶝^{1,2}, 赵志芳^{2*}, 王瑞雪¹

(1. 昆明理工大学 国土资源工程学院, 云南 昆明 650091; 2. 云南大学 遥感地质研究中心, 云南 昆明 650091)

摘要: 以云南大学呈贡校区作为研究区, 使用高分辨率的 GeoEye-1 数据, 利用智能化影像分析软件 eCognition, 采用多尺度分割方法和最邻近法, 探索性的进行面向对象的土地覆被分类研究。研究结果显示使用这种面向对象的土地分类方法得到的土地覆被类型判别精确度高达 90%, 颜色信息丰富、形状接近真实地物、大小区分明显、纹理信息突出、上下文关系明确、总体分类精度达到 90% 以上。同时研究成果还为呈贡校区的土地绿化建设和重点部署提供了技术支撑。

关键词: 高分辨率遥感影像; eCognition; 面向对象方法; 土地覆被分类; 云南大学呈贡校区

中图分类号: TP79 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7852(2013)02-0076-04

0 引言

遥感影像土地覆被分类是指遥感影像中的像元根据其在不同波段的光谱亮度、空间结构特征或其它信息, 按照某种规则或算法进行的土地覆被的分类。目前面向对象分类技术突破了传统方法以像元为基本处理单元的局限性, 以含有更多语义信息的多个相邻象元组成的对象为处理单元, 实现较高层次的遥感图像分类和目标地物提取^[1,2]。面向对象的遥感土地覆被分类研究为目前地学研究的前沿领域。本文拟开展面向对象的遥感土地覆被分类探索研究, 符合国际科学研究需求。研究选取云南大学呈贡校区作实验区, 开展相关技术方法进行研究探索, 以期同时取得一定的社会应用效益。

国内外已经开展的土地覆被遥感分类研究主要

包括: 监督与非监督分类方法、神经网络方法、基于多源数据融合以及专家分类的分类方法等。此外由于不同植被类型在不同时相的图像上表现出不同的光谱特征, 基于多时相遥感数据的频谱分析等分类技术也开始应用于土地覆被分类。

传统的基于像素的分类技术通过单个像素解译遥感影像, 参与信息提取的因子只是单个像素, 无法有效利用像素和周围像素之间的关系, 因而在利用高空间分辨遥感影像进行城市土地覆被分类过程中, 详细的光谱信息、纹理信息反而成为信息提取过程中的噪声; 目视解译的方法能够取得比较好的分类结果, 但是效率低, 边界容易错位, 地物定位精度低, 分类技术没有可移植性。基于此, 本文拟基于以往研究基础, 分析基于高分遥感数据的土地覆被分类研究方法的优劣, 提出基于高分遥感数据的土地覆被分类研究思路。

收稿日期: 2013-03-12; 修订日期: 2013-04-02.

基金项目: 中国国土资源航空物探遥感中心资助: 云南省矿山开发遥感调查与监测 (1212011220075) .

作者简介: 王嶝 (1990-), 女, 河北省唐山市人, 硕士研究生, 研究方向为遥感地质.

* 通讯作者.

1 研究区概况

本次研究选区为云南大学呈贡校区。云南大学呈贡校区位于昆明市呈贡县新城东南部雨花大学城片区内,毗邻吴家营片区、乌龙片区和大渔片区。校区规划总用地面积: 2.67 km^2 , 总建筑面积 $102.9 \times 10^4 \text{ m}^2$ 。

2 技术方法

2.1 技术路线

本论文研究以现代地理理论为指导,基于 RS 和 GIS 技术,进行面向对象土地覆被分类技术研究及应用,实现高精度土地覆被分类;对分类结果进行评价及分析,提出校园建设规划建议。即 GeoEye-1 数据为主,采用面向对象方法,按照有关技术规范,提高分类精度,实现云南大学呈贡校区土地覆被分类(图1)^[3-9],为校园建设提供基础信息资料。

2.2 研究方法

(1) 研究区数据准备

本次试验采用 GeoEye-1 数据、1:5 万的 RapidEye 数据以及 DEM 数据。

(2) 图像处理

包括数据打包、正射校正、影像裁剪。

(3) 确定分类体系。参考各种土地覆被分类系统,并结合研究区的实际情况,确定相应的一级和二级地类。

(4) 图像分类应用(基于 eCognition 进行)^[10-18]

包括创建工程、图像分割、建立多边形,检查有关影像目标的信息、创建分类层次结构,设定颜色参数、选取分类方法并创建分类知识库、图像分类、野外验证分类精度评价、综合分析。

3 遥感影像处理及实现

3.1 数据源

本次研究采用时相为 2011 年 2 月的 GeoEye-1 数据作为研究基础数据源,另外,研究还采用参考数据有:1:5 万的 RapidEye 影像数据和 Dem 数据,主要用于对 GeoEye-1 数据进行正射校正。

3.2 图像处理

基于 GeoEye-1 卫星及其影像数据的特点,采用“先融合后纠正”的基本思路作业,将精度控制在一个像元以内。

3.3 土地覆被分类系统建立

参照《土地利用现状分类》国家标准,根据本研究区土地覆盖和土地利用类型,结合目视解译和实地调查,确定该研究区包含 4 种主要土地覆被类型,即植被、建筑用地、裸地和道路 4 个一级类,以及其他土地覆被类型(主要为停车场、运动场地等)。

3.4 面向对象信息提取

3.4.1 载入影像数据

在 eCognition 中创建新的工程(project),导入研究区的影像图,将要进行的分类影像载入。

3.4.2 图像分割

在进行图像分割时,考虑每个编辑层对分类结果的重要性和适宜性,给每个编辑层赋予不同的权重,这里每个编辑层的权重都赋为 1,使红、绿、蓝 3 个图层均同等重要的参与运算。再考虑不同类别地物的特征和分类要求,给图像设置一个分割的

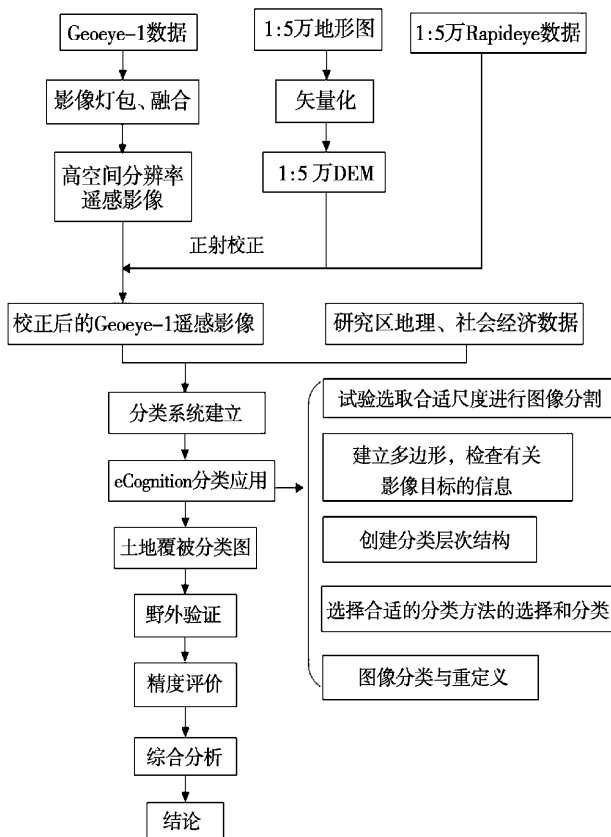


图1 研究流程图

Fig.1 Study flow diagram

尺度参数,分别设置 50、100、200,然后进行分割(对比结果见封三图版 I 图 2),最终的出最优分割尺度 50,形状参数设置为 0.5,颜色参数也为 0.5,经运算得到分割图像。

3.4.3 建立多边形,检查有关影像目标的信息

利用 eCognition 提供的工具在分割好的图像中建立多边形,并查看各地物目标的边界、轮廓、形状、面积、长、宽等信息。提取包含在其中的信息,如每个地物目标的平均值、标准差、形状特征、面积等,以利于后续对图像的分类处理。

3.4.4 创建分类层次结构

根据所建立的地物分类体系,在 eCognition 中创建相应的层次结构。不同的地物类型赋予不同的颜色表示。

3.4.5 分类方法的选择和分类知识库的创建

在本次研究中选用的是基于样本的最邻近法。算法选定后,进而用各图层的平均值描述各类,定义特征空间,形成知识库结构,这里选取的是亮度值、椭圆拟合、矩阵拟合以及面积等特征值。选取特征地物进行采样,给每一类地物依次赋予相应的有代表性的目标地物,即进行知识库的填充,完成对知识库的创建,然后对其进行最优特征组合分析。

3.4.6 图像分类与重定义

图像分类是个交互的过程。选择训练区后利用相关工具对影像进行初步分类运算,在初步分类结果的基础上,对那些被分类错误的地物作为样本重新赋予正确的类别,再进行分类运算,如此反复迭代,直至结果满意为止。研究区土地地物分类结果如封三图版 I 图 3 所示。

3.5 分类精度评价

对分类结果进行精度评价和精度分析非常必要,这是检验技术手段可行性的有效方法,同时还能从精度分析中获取信息,使操作细节更加完善。

由于 eCognition 试用版的局限性,本次分类精度采用野外验证(封三图版 I 图 4)的方法。选取野外点 45 个,涉及土地覆被类型 86 个(其中建筑物 20 个,植被 16 个,道路 29 个,裸地 21 个)分类研究结果精度较高,达 93.1% 以上,其中又以裸地分类精度最高,达 95.24%;道路分类精度相对较低,达 93.10%。

经过数据处理和分类图叠加检查对比,得到精度分析表格(表 1),各地物类型分类举例见封三图版 I 图 5。

表 1 分类结果野外验证精度评价表

Tab. 1 Classification results of field verification accuracy evaluation form

土地覆被类型	总数目	正确数目	错误数目	精度/%
道路	29	27	2	93.10
植被	16	15	1	93.75
建筑物	20	19	1	95
裸地	21	20	1	95.24
总计	86	81	5	94.19

3.6 综合分析

对分类结果进行统计分析,得出云南大学呈贡校区土地覆被分布状况。

由于 eCognition 试用版不能直接输出矢量、现得出的结果仅为光栅格式,采用 eCognition 软件统计建筑物、裸地、植被 3 类地物的每类地物所占的像元个数,再由每个像元代表实际 $0.5 \times 0.5 \text{ m}^2$ 的计算方法,得到每类地物的占地面积,并得到各土地覆被类型占地比例情况(表 2)。

由表 2 可以看出云南大学呈贡校区植被覆盖率仅占 20.65%,校园内尚存在 36.39% 的裸地未予以利用或绿化,建议进一步加强校区的绿化建设。绿化建设工作应结合影像分类结果予以重点部署,校区东南部分以及云山地区均存在大量裸地,建议重点加强校区东南部分以及云山地区绿化建设。

表 2 土地覆被类型面积统计表

Tab. 2 The statistical tables of land cover types in the area

名称	面积/ m^2	所占比例/%
建筑物	52.34×10^4	20.65
裸地	92.22×10^4	36.39
植被	14.54×10^4	5.74

4 结语

4.1 结论

(1) 本次研究取得了较好的土地覆被分类结果。依据 eCognition 对云南大学呈贡校区进行分类的到较为理想的土地覆被分类效果:即颜色信息丰富、形状接近真实地物、大小区分明显、纹理信息突出、上下文关系明确、各种地物类型的平均值都在 0.90 以上,总体分类精度达到 90% 以上,可见本研究不失为一次成功的分类应用探索。

(2) 本研究成果还为应用提供了强有力支撑。研究提出的加大绿化建设及其重点部署建议, 因有详实、直观的客观数据支撑, 一定程度上扩大了应用前景。

4.2 讨论

(1) 本次试验采用 2011 年 2 月的 GeoEye - 1 数据, 与 2012 年 4 月现势性研究存在一定的时间

差, 使分类工作具有一定的滞后性。这在本研究中主要通过加强野外验证力度、根据野外查证结果进行室内结果修正进行更新实现。

(2) 本次分类使用 ecognition 试用版软件, 在精度验证和影像输出方面因试用版软件不支持数据输出而具有局限, 给本次分类带来一定的困难。如能应用正版软件, 成果可靠度将进一步提高。

参考文献:

- [1] 赵英时. 遥感应用分析原理与方法 [M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [2] 王静. 土地资源遥感监测与评价方法 [M]. 北京: 科学出版社, 2006: 60 - 61.
- [3] 郭琳, 裴志远, 吴全, 等. 面向对象的土地利用/覆盖遥感分类方法与流程应用 [J]. 农业工程学报, 2010, 26 (7): 194 - 198.
- [4] 仇江啸, 王效科. 基于高分辨率遥感影像的面向对象城市土地覆被分类比较研究 [J]. 遥感技术与应用, 2010, 25 (5): 653 - 661.
- [5] 王林. 高分辨率遥感影像面向对象的分类方法 [J]. 电子科技, 2011, 24 (6): 38 - 39.
- [6] 王昆, 戚浩平. 土地利用与土地覆盖遥感分类方法研究综述 [J]. 山西建筑, 2008, 34 (5): 353 - 354.
- [7] 李爽, 张二勋. 基于决策树的遥感影像分类方法研究 [J]. 地域研究与开发, 2003, 22 (1): 17 - 21.
- [8] 员永生, 刘炜, 高欣. 面向对象土地覆被图像组合分类方法 [J]. 农业工程学报, 2009, 25 (7): 108 - 113.
- [9] 苏伟, 李京, 陈云浩, 等. 基于多尺度影像分割的面向对象城市土地覆被分类研究——以马来西亚吉隆坡市中心区为例 [J]. 遥感学报, 2007, 11 (4): 521 - 530.
- [10] J P Guerschman, J M Paruelo, C Di Bel l a, et al. Land Cover Classification in the Argentine Pam Pas Using Multi - temporal Landsat TM data [J]. International Journal of Remote Sensing, 2003, 24 (17): 3381 - 3402.
- [11] 沙占江, 马海州. 多尺度空间分层聚类算法在土地利用与土地覆被研究中的应用 [J]. 地理科学, 2004, 24 (4): 477 - 483.
- [12] Lobo A, Chic O, Casterad A. Classification of Mediterranean Crops with Multi - sensor Data: Per - pixel Versus Per - object Statistics and Image Segmentation [J]. International Journal of Remote Sensing, 1996, 17: 2358 - 2400.

RESEARCH OF LAND COVER CLASSIFICATION BASED ON ECOGNITION USING OBJECT - ORIENTED METHOD ——A CASE STUDY IN CHENGONG CAMPUS OF YUNNAN UNIVERSITY

WANG Di^{1,2}, ZHAO Zhi - fang², WANG Rue - xue¹

(1. Faculty of Land Resource Engineering of Kunming University of Science and Technology, Kunming 650091, Yunnan, China;
2. Research Center for Remote Sensing in Geology of Yunnan University, Kunming 650091, Yunnan, China)

Abstract: The exploratory study studied on land cover classification with high - resolution GeoEye - 1 data using the method of multiscale segmentation and nearest neighbor in Chengong campus of Yunnan University which using the intelligent image analysis software eCognition. The results show with this method the land cover accuracy of the determination are as high as 90%, rich information of color, shape close to the real surface features, differentiated by the size, texture information is prominent, context is clear, The accuracy of the overall classification more than 90%. At the same time, the results suggested on the land green building and the key deployment of Chengong campus.

Key words: high - resolution remote sensing image; eCognition; object oriented method; land cover classification; Chengong campus of Yunnan University

基于GM(1,1)的植物群落抗踩踏能力分析 ——以香格里拉高寒草甸为例

张勇, 易琦, 丁佼, 黄晓霞*

(云南大学 资源环境与地球科学学院, 云南 昆明 650091)

摘要: 通过踩踏实验研究香格里拉高寒草甸植被对于踩踏干扰的耐受能力。以盖度为主要指标, 先运用方差分析界定导致草甸植被相对盖度发生显著变化的踩踏强度范围, 再结合GM(1,1)模型分析确定植物群落盖度不发生显著改变时能承受的最大踩踏强度。结果表明: (1) 草甸植被相对盖度随踩踏强度增加而降低, 且相对盖度减少程度和踩踏强度之间呈正相关但非线性的关系; (2) 研究区草甸植被在踩踏强度介于200~500次和500~700次, 相对盖度有两次显著的改变, (3) 结合GM(1,1)模型的分析表明: 生长季将踩踏强度控制在220人次/m²以内, 可保持景区草甸植被景观无显著变化, 即植被盖度仍达到未受干扰状况下的80%。

关键词: 相对盖度; 耐踩踏能力; GM(1,1); 高寒草甸; 香格里拉

中图分类号: S759

文献标识码: A

文章编号: 1001-7852(2013)02-0080-05

0 引言

游憩活动从不同方面对生态系统产生负面影响^[1,2], 开展游憩活动的地方必然出现踩踏行为^[3], 因此踩踏干扰是游憩活动对植物群落造成的主要影响之一。踩踏会导致植物群落高度和盖度降低^[1,4], 但是植物群落对踩踏干扰具有一定的耐受能力(耐受干扰而不被破坏的能力)^[5]。不同植被类型对踩踏干扰的响应特征不尽相同, 其耐受踩踏的能力也不同^[6]。

植被对踩踏干扰响应特征的分析及耐踩踏能力的界定需要借助定量分析来实现。通过踩踏实验可建立“踩踏强度—植被响应”之间的定量关系, 进而分析植被对踩踏干扰的耐受能力。大量的野外调查和踩踏实验都表明踩踏强度和踩踏影响程度之间存在正相关但非线性的关系^[1,7-9], 研究中曾分别

用逻辑斯蒂曲线模型^[10]、渐近线模型^[7]、抛物线模型^[11]和线性模型描述这种关系^[12-14]。由于踩踏实验一般只能获得5~6个与踩踏强度对应的植被数据, 因此建模分析需要考虑数据量小这一客观存在的问题。此外, Cole和Growcock通过实验观测分别提出了植被对干扰响应的单阈值模式^[1,7]和双阈值模式^[4], 但其没有给出阈值求解的方法。当前对“踩踏强度—植被响应”关系的定量描述以及群落耐踩踏能力界定仍是亟待解决的问题^[12,15,16]。

GM(1,1)是邓聚龙教授所创立灰色分析系统中的建模方法, 适用于观测数据较少的预测问题, 其得到的模型是关于指数函数的复合函数, 能体现使用量和影响程度之间的关系。因此, 本研究基于踩踏实验, 采用GM(1,1)方法构建植被盖度对踩踏强度的响应模型, 并基于该模型分析植被盖度耐受踩踏干扰的能力, 以期能为香格里拉县高寒草甸旅游资源的可持续发展提供参考。

收稿日期: 2013-01-22; 修订日期: 2013-03-09.

基金项目: 国家自然科学基金项目(41101176); 云南大学中青年骨干教师培养计划资助.

作者简介: 张勇(1988-), 男, 云南省迪庆州香格里拉县人, 硕士研究生, 主要从事自然地理学研究工作.

* 通讯作者.

1 材料与方

1.1 研究区概况

香格里拉县位于云南省迪庆州境内, 属寒温带山地季风气候, 夏秋多雨, 冬季干旱, 年均温 6.3°C , 年均降雨量 651.1 mm 。分布有大面积连片的高山亚高山草甸^[17,18], 主要土壤类型为棕壤、暗棕壤、草甸土等^[19]。本研究选取香格里拉县城西南的布伦 ($99^{\circ}40'9''\text{E}$, $27^{\circ}47'28''\text{N}$) 为研究地点, 其位于石卡雪山的山前冲积扇上, 平均海拔 $3\,287\text{ m}$, 草甸上碎石遍布, 环境相对干燥, 群落植物以禾本科草类为主, 群落类型为绒毛草 + 旱茅群丛 (*Ass. Holcus lanatus + Eremopogon delavayi*), 大狼毒 (*Euphorbia jolkinii*)、西南委陵菜 (*Potentilla fulgens*) 和坚杆火绒草 (*Leontopodium franchetii*) 为主要伴生种, 属于高寒石质草甸。因紧邻石卡雪山景区及纳帕海自然保护区, 且临近公路, 常受到踩踏干扰。

1.2 数据获取与分析

1.2.1 数据获取及处理

参照 Cole 和 Bayfield (1993) 的实验设计方案^[20], 于 2010 年 7 月在研究区未受踩踏干扰的地方设置 3 块重复实验样地, 每块样地包括 6 条实验带, 每条实验带长 2 m 宽 0.5 m , 条带间以 0.4 m 的过道分开, 样地布置在平坦的地方。踩踏强度设置为 0 次 (对照带), 50 次、100 次、200 次、500 次和 700 次, 对实验条带随机分配不同强度的踩踏 (图 1)。体重大概为 70 kg 的实验者穿着带凹凸底纹的鞋子进行踩踏实验, 以正常步态沿着条带单向行走一次记作一次踩踏。

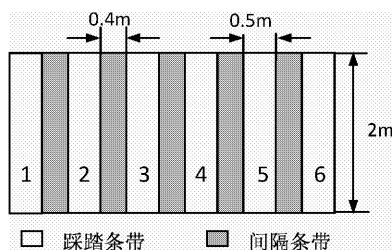


图1 踩踏实验样地设计

Fig. 1 Experimental design: plan of a block

分别于实验前和实验后第2周记录每个条带地上植物的投影盖度 (不包括苔藓植物及地衣)。为消除非踩踏因素的影响, 将盖度按下式折算成相对

盖度:

$RVC = (\text{踩踏后观测的盖度} / \text{踩踏前观测的盖度}) \times C_f$

式中: C_f = 第一次观测时对照带的总盖度 / 后续观测时对照带的总盖度。

1.2.2 构建 GM(1,1) 模型

在 Matlab (7.1) 中编程构建植被相对盖度对踩踏强度的 GM (1,1) 响应模型。建模过程见文献^[21,22]。因建模需要用连续序列 ($s: 1, 2, 3, 4, 5, 6$) 代替实验踩踏强度序列 ($S: 0, 50, 100, 200, 500, 700$), 所以模型计算出的踩踏强度 s 需要还原为实际的踩踏强度 S , 通过插值和误差分析建立两者的对应关系为:

$$S = \begin{cases} 26.768s^2 - 52.585s + 29.723, & (0 \leq s < 3) \\ -4.7264s^3 + 81.712s^2 - 240.08s + 206.23, & (s \geq 3) \end{cases} \quad (1)$$

1.2.3 响应阈值分析

基于植被相对盖度对踩踏干扰响应的 GM (1,1) 模型分析植被相对盖度和踩踏强度的对应关系; 然后, 通过方差分析判断植被相对盖度发生显著改变的范围, 并将该范围与上述对应关系结合, 分析草甸植被盖度对踩踏干扰的响应阈值。

2 结果与分析

2.1 植被相对盖度对踩踏干扰的响应特征

研究区的草甸植被表现出随踩踏强度增加, 植被相对盖度降低, 且植被相对盖度与踩踏强度之间存在正相关, 但非线性的关系。从图 2 可以看到,

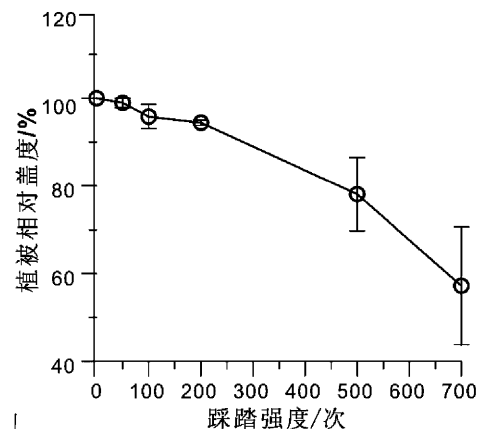


图2 RVC 随踩踏强度的变化

Fig. 2 Mean ± 1 standard error for RVC change along with trampling intensities

群落相对盖度随着踩踏强度增加而减少,且踩踏越强减少越快:低强度踩踏(50~200次)下植被相对盖度下降缓慢;踩踏强度高于200次后,植被相对盖度明显减少。

方差分析显示踩踏条带间的植被相对盖度存在显著差异($F=19.608$, $p<0.001$)。踩踏条带间植被相对盖度的两两比较表明:踩踏强度大于200次的踩踏条带,植被相对盖度均显著低于对照带;0~200次踩踏条带之间的植被相对盖度没有显著差异;500次、700次踩踏条带与其他条带的植被相对盖度均存在显著差异(表1)。这说明,植被的相对盖度分别在踩踏强度为200~500次以及500~700次发生了显著改变。

表1 不同踩踏强度下植被相对盖度的变化

Tab. 1 ANOVA of relative vegetation cover (RVC) among different trampling intensities

	0	50	100	200	500	700
0	0					
50	0.850	0				
100	0.453	0.571	0			
200	0.321	0.416	0.800	0		
500	0.002*	0.002*	0.006*	0.010*	0	
700	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.002*	0

注:表中值为不同踩踏强度间植被相对盖度(RVC)均值差分析的显著度;* :差异显著($p<0.01$),** :差异极显著($p<0.001$)。

2.2 GM(1,1)响应模型及抗踩踏能力分析

采用GM(1,1)建模方法得到植被相对盖度(RVC)对踩踏干扰(x)的响应模型,根据模型误差 $<10\%$ 的判断标准^[21],模型的精度等级均达到合格(表2)。

表2 踩踏强度与RVC的GM(1,1)模型

Tab. 2 GM(1,1) models between RVC and trampling intensity

样地	模型	模型误差/%
1	$110.13 e^{-0.10065x}$	5
2	$118.35 e^{-0.089247x}$	4.8
3	$112.78 e^{-0.091756x}$	7.1
综合	$108.52 e^{-0.1274x}$	4.19

基于所构建的GM(1,1)模型计算各相对盖度水平下所对应的踩踏强度(表3)。可以看到,研

究区草甸植物群落要保持未受干扰时的80%的盖度水平,能够承受的踩踏强度为220次左右,当踩踏强度达到500次,盖度将减少30%。一旦达到1200次左右,群落的相对盖度将大幅降低,达不到无踩踏干扰时盖度的50%,也就意味着草甸景观的严重退化。

表3 踩踏强度和植被相对盖度对应关系

Tab. 3 The relationship between trampling intensities and RVC

踩踏强度/人次	相对盖度	盖度减少率/%
220	80	20
505	70	30
870	60	40
1180	50	50

结合方差分析的结果和RVC变化曲线可知,研究区草甸植被的相对盖度分别在踩踏强度为200~500次以及500~700次发生了显著改变,用GM(1,1)模型,可进一步确定这两个变化点的踩踏强度分别为220次和680次,即群落相对盖度降低到80%和64%的时候。也就是说,220次以下的踩踏干扰对群落的影响差别不大,植物群落盖度虽有所降低,但与对照带没有显著差异;超过220次后,踩踏干扰的影响显现出来,群落盖度减少程度明显增加,外观出现较为明显的变化;当踩踏强度超过680次后,不仅从外观来看,植被盖度明显不同,还可能意味着群落结构与性质的进一步改变。

3 结论与讨论

3.1 植被盖度对踩踏干扰的响应

踩踏强度与其对植被造成的影响程度之间存在非线性的正相关关系。本研究表明,在香格里拉高寒草甸未受干扰的地区,低强度踩踏下植物群落盖度变化缓慢,与未受干扰的对照条带无显著差异,但随着踩踏强度增加,盖度减少程度显著增加。这与美国^[3]、澳大利亚^[4]、法国^[12]等的研究结论相同。但由于本研究区草甸位于山前洪积扇上,砾石较多,生境比其他高寒草甸干燥,分布着大量相对耐旱的禾本科草本植物,群落构成及生境条件与典型的高寒中生草甸群落有一定区别,因而群落的抗踩踏干扰能力上略高于澳大利亚及法国的高寒草甸^[23]。

3.2 GM(1,1) 模型在植被耐踩踏能力分析中的应用

在植物群落的踩踏干扰研究中, 盖度随踩踏强度的变化是单调的——随着踩踏强度增加, 植被盖度减少量增加, 但增加过程不是线性的。GM(1,1) 方法要求原始数据单调, 且序列具有稳定的发展趋势, 适用于观测数据较少的预测问题^[24], 且通过该方法得到的模型是关于指数函数的复合函数, 因此采用 GM(1,1) 建模符合群落盖度的变化特征, 能体现踩踏强度与踩踏影响之间的非线性关系。本研究中构建的 GM(1,1) 模型, 其精度级别均达到合格, 所界定的两个重要的踩踏强度 220 次和 680

次, 与方差分析结果和 RVC 变化曲线均吻合。

此外, 本研究中选用的实验后第二周的观测数据, 反映的是植被对踩踏干扰的即时响应, 只能作为生长季内短期管理的依据。要进一步了解其他季节和踩踏的中长期影响, 还有与其他类型高寒草甸差别, 都还需要进一步的实验与分析。高寒草甸是香格里拉重要的旅游资源, 同时也是滇西北少数民族农牧生产及文化依存的根基^[25], 其开发和保护应考虑游客踩踏的影响, 建议适当控制旅游旺季草甸分布区域内的游客人数及分布 (< 220 人次/ m^2), 以更为有效地保护草甸植被资源。

参考文献:

- [1] Cole DN. Impacts of Hiking and Camping on Soils and Vegetation: A Review [A]. In: Buckley, R. C. (ed.) Environmental Impacts of Ecotourism [C]. Wallingford: CABI. 2004.
- [2] Leung YF, Marion JL. Recreation Impacts and Management in Wilderness: A State-of-the-knowledge Review [A]. In: Cole D. N. (eds). USDA Forest Service Proceedings RMRS [C]. Ogden, Utah. 2000, 23–48.
- [3] Cole DN, Spillie DR. Hiker, Horse and Llama Trampling Effects on Native Vegetation in Montana, USA [J]. Journal of Environmental Management, 1998, 53: 61–71.
- [4] Pickering C P, Growcock, A J. Impacts of Experimental Trampling on Tall Alpine Herbfields and Subalpine Grasslands in the Australian Alps [J]. Journal of Environmental Management, 2009, 91 (2): 532–540.
- [5] Cole DN. Experimental Trampling of Vegetation. II. Predictors of Resistance and Resilience [J]. Journal of Applied Ecology, 1995, 32: 215–224.
- [6] Hill R, Pickering CP. Differences in Resistance of Three Subtropical Vegetation Types to Experimental Trampling [J]. Journal of Environmental Management, 2009, 90: 1305–1312.
- [7] Cole DN. Effects of Three Seasons of Experimental Trampling on Five Montane Forest Communities and A Grassland in Western Montana, USA [J]. Biological Conservation, 1987, 40: 219–244.
- [8] Cole DN. Recreation Ecology: What We Know, What Geographers Can Contribute [J]. Professional Geographer, 1989, 41 (2): 143–148.
- [9] Marion JL, Cole DN. Spatial and Temporal Variation in Soil and Vegetation Impacts on Campsites [J]. Ecological Applications, 1996, 6 (2): 520–530.
- [10] Hylgaard T, Liddle MJ. The Effect of Human Trampling on A Sand Dune Ecosystem Dominated by *Empetrum Nigrum* [J]. Journal of Applied Ecology, 1981, 18: 559–569.
- [11] Cole DN. Experimental Trampling of Vegetation. 1. Relationship Between Trampling Intensity and Vegetation Response [J]. Journal of Applied Ecology, 1995, 32 (1): 203–214.
- [12] Gallet S, Roze F. Resistance of Atlantic Heathlands to Trampling in Brittany (France): Influence of Vegetation Type, Season and Weather Condition [J]. Biological Conservation, 2001, 97: 189–198.
- [13] Gallet S, Roze F. Longterm Effects of Trampling on Atlantic Heathland in Brittany (France): Resilience and Tolerance in Relation to Season and Meteorological Conditions [J]. Biological Conservation, 2002, 103: 267–275.
- [14] Roovers P, Verheyen K, Hermy M, et al. Experimental Trampling and Vegetation Recovery in Some Forest and Heathland Communities [J]. Applied Vegetation Science, 2004, 7: 111–118.
- [15] Sun D, Walsh D. Review of Studies on Environmental Impacts of Recreation and Tourism in Australia [J]. Journal of Environmental Management, 1998, 53: 323–338.
- [16] 晋秀龙, 陆林. 旅游生态学研究方法评述 [J]. 生态学报, 2008, 28 (5): 2343–2356.
- [17] 刘玲玲, 吴兆录, 李青. 滇西北高山草地的地下生物量及净初级生产力研究 [J]. 云南大学学报: 自然科学版, 2006, (28) S1: 314–318.

- [18] 李亚飞, 刘高焕. 大香格里拉地区植被空间分布的环境特征 [J]. 自然资源学报, 2011, 26 (8): 1353 – 1362.
- [19] 王君, 沙丽清, 李检舟, 等. 云南香格里拉地区亚高山草甸不同放牧管理方式下的碳排放 [J]. 生态学报, 2008, 8 (28): 3574 – 3583.
- [20] Cole DN, Bayfield NG. Recreational Trampling of Vegetation: Standard Experimental Procedures [J]. Biological Conservation, 1993, 63: 209 – 215.
- [21] 邓聚龙. 灰预测与灰决策 [M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2002.
- [22] 邓聚龙. 灰色系统基本方法 [M]. 2 版. 武汉: 华中科技大学出版社, 2005.
- [23] Torn A, Rautio J, Norokorpi Y, et al. Revegetation after Short – term Trampling at Subalpine Heath Vegetation [J]. Annales Botanici Fennici, 2006, 43: 129 – 138.
- [24] 刘思峰, 邓聚龙. GM(1,1)模型的适用范围 [J]. 系统工程理论与实践, 2000 (5): 121 – 124.
- [25] 徐宁, 吴兆录, 李正玲. 滇西北藏族神山传统与持续农牧生产研究 [J]. 云南地理环境研究, 2007, 19 (5): 55 – 58.

**ANALYSIS ON PLANT COMMUNITY RESISTANCE TO TRAMPLING
BY GRAY MODEL GM(1,1)
——A CASE STUDY OF ALPINE MEADOW IN SHANGRI – LA, YUNNAN PROVINCE, CHINA**

ZHANG Yong, YI Qi, DING Jiao, HUANG Xiao – xia

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

Abstract: In order to understand the damage of alpine meadow vegetation in response to short – duration trampling, a controlled trampling experiment was conducted. The changes in vegetation cover after trampling was analyzed by one – way ANOVA and GM(1,1) model. The results were as follows: (1) Vegetation cover decreases nonlinearly with the increasing of trampling intensity. (2) When the trampling intensity was at the level of 200 – 500 passes and 500 – 700 passes, there is a sensible difference in vegetation cover. (3) The trampling intensities were accurate to 220 passes and 680 passes by GM(1,1) model, according to the relationship between relative vegetation cover (RVC) and trampling intensities. The result suggested that if the reduction rate of vegetation cover was controlled under 20%, which the trampling intensity under 220 passes, the vegetation cover of the alpine meadow would not change dramatically in growth season.

Key words: relative vegetation cover; resistance; GM(1,1); alpine meadow; Shangri – la

中国土壤中主要放射性核素空间分布特征

汪凤敏, 花明, 李小燕

(东华理工大学核资源与环境省部共建国家重点实验室培育基地, 江西南昌330013)

摘要: 人类对土壤造成的污染日益严重, 其中土壤放射性核素对环境污染尤为严重, 对人类自身也造成很大威胁, 因此, 近年来引起人类高度关注。深入了解土壤中放射性核素空间分布, 对于更好地应对土壤中放射性核素的威胁起着至关重要的作用。土壤中放射性核素有自然来源和人为来源。由于经典统计方法不能反映环境变量空间分布模式, 目前在对土壤中放射性核素空间分布的研究中主要运用了地统计学方法和GIS技术。针对土壤中放射性核素的来源、种类、危害及空间分布研究方法和现状作出总结和综述。

关键词: 放射性核素; 来源; 空间分布; 地理信息系统; 土壤污染

中图分类号: X53, P208

文献标识码: A

文章编号: 1001-7852(2013)02-0085-05

在铀矿采冶过程中, 矿石中的放射性核素, 除铀大部分被提取外, 还有少量的铀和几乎全部的 ^{230}Th 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 等进入尾矿贮存在尾矿库内, 由于化学和细菌的氧化作用, 尾矿中的黄铁矿可部分转变成硫酸, 使尾矿中的重金属和放射性核素被浸出, 其含量一般比本底高2~3个数量级, 属低比活度放射性物质, 但由于废物量庞大, 含放射性核素种类多, 毒性高, 且约36%的核素为长寿命核素, 如 ^{238}U 、 ^{230}Th 和 ^{226}Ra 的半衰期分别为 $45.1 \times 10^8 \text{a}$ 、 $7.7 \times 10^4 \text{a}$ 和 $0.16 \times 10^4 \text{a}$, 这些核素还将长期衰变释放氡及短寿命子体 ^{218}Po (RaA)、 ^{214}Pb (RaB)、 ^{214}Bi (RaC)、 ^{214}Po (RaC')、 ^{210}Tl (RaC'')以及长寿命子体 ^{210}Pb 、 ^{210}Bi 和 ^{210}Po 。尾矿库内经澄清后的废水和铀矿山外排废水均排入附近的河流^[1]。尾矿库和矿井下方有部分农田就用这种废水直接灌溉, 经长期灌溉后, 废水中含有的 ^{238}U 、 ^{230}Th 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 等放射性核素积聚在农田土壤中, 亦迁移到农作物中, 通过食物链, 最后进入生物体, 对生物体造成严重危害。因此, 研究土壤中放射性核素的空间分布对开展土壤放射性污染

治理具有重要的指导意义。

1 土壤中放射性核素的来源、种类及危害

土壤中放射性核素有自然来源和人为来源。人为来源包括放射性核素在医疗、工业、农业、消费产品等领域中的应用, 如大气层核试验的放射性落下灰以及由地下核试验泄漏和气体扩散产生的放射性物质; 核武器制造过程、核能生产过程和核事故所释放的放射性放射性污染物; 矿物的采冶及应用过程中释放的放射性放射性污染物; 农业生产中施用的部分化肥含有放射性核素, 如磷肥中也含有铀和磷^[2-4]。自然来源包括铀、钍系、钾以及物质宇宙辐射的相互作用, 地壳的风化是原生放射性核素的释放进入土壤的最终机制。土壤中天然放射性核素主要是由于放射性核素铀和钍系列的衰减, 20世纪60年代以来人类面临天然放射性核素威胁已经显著增强, 天然来源的辐射成为一个主要的环境问题^[2,5]。也有学者认为土壤中重金属的来源主要有:

收稿日期: 2013-02-02; 修订日期: 2013-03-20.

作者简介: 汪凤敏(1988-), 女, 四川省宜宾市人, 硕士研究生, 主要从事土壤中的放射性核素空间分布研究。

大气沉降带来的污染物,尤其是在许多工业发达的国家,大气沉降是首要的外源输入因子;污水灌溉使重金属在土壤中不断积累,从而污染农产品,随着食物链在生物体和人体内富集,对人类也造成危害;固体废弃物,其中又以工业和矿业产生的固体废弃物对土壤污染尤为突出;农业活动,主要是两方面造成土壤污染,一是不合理施用化肥造成土壤重金属污染,二是施用化肥促使土壤酸化,进而增强重金属活性加重危害^[6]。

根据来源不同,人们通常把放射性核素分为两类。一类是天然放射性核素,这类放射性核素不断产生连续的衰变,产生 3 个放射性系列:以²³⁸U 为首的铀系、以²³⁵U 为首的钍铀系或钍系和以²³²Th 为首的钍系。一类是人工放射性核素,如¹³¹I、¹³⁷Cs、⁶⁰Co。

土壤中的放射性核素的危害不容忽视,土壤污染后不仅对植物生长有害,还会随食物链传递在动物体和人体内富集,危害人和动物的健康,随着生态循环也会影响到水和空气的质量^[7]。土壤中的放射性核素会导致土壤中生物群落发生变化,对某些敏感植物造成伤害,减少某些动物的数量,不利于农业生态系统保持稳定,对人类身体健康造成危害^[4]。

2 土壤中放射性核素空间分布的研究现状及研究方法

许多学者对中国土壤中放射性核素空间分布特征进行了大量研究。曹龙生等人综合分析了中国各省土壤中天然放射性核素²³⁸U、²²⁶Ra、²³²Th 和⁴⁰K 的含量,发现土壤中天然放射性核素的分布具有地域性。²³⁸U、²²⁶Ra、²³²Th 的含量南高北低;⁴⁰K 的含量在东部地区,北高南低;在中部地区,无明显规律;在西部地区,南北高、中间低。福建、广东、广西、湖南、江西、西藏、云南、浙江的土壤中²³⁸U、²²⁶Ra、²³²Th 含量在全国排名前 8。也可以看出,铀矿资源与土壤中放射性核素的含量存在较明显的相关性^[8-16]。有学者研究发现中国土壤中天然放射性核素的比活度在长江以南地区高于全国的均值,而长江以北地区比全国均值低。土壤中天然放射性核素在垂直方向上均匀分布。土壤中天然放射性核素的含量和成土母岩母质的类型存在明显的相

关性。土壤中人工放射性核素随纬度有规律地分布,从北向南呈减少趋势^[17,18]。

国内外对土壤中放射性核素空间分布的研究目前主要运用了地统计学和 GIS 技术。地统计学是以具有空间分布特点的区域化变量理论为基础,研究自然现象的空间变异与空间结构的一门学科。地统计学的处理对象是在空间分布的变量;地统计学主要用于研究空间自相关结构的探测以及变量值的估计和模拟;地统计学用于空间分析时的基本步骤包括,探索性分析数据,构建空间连续性的量化模型,估计未知点属性值,预测未知点局部及空间整体不确定性^[19-22]。有学者认为经典统计方法不能反映环境变量空间分布模式。而地统计学方法可用于描述、模拟和预测环境变量的空间分布这方面的信息^[23-27]。并且由于采样方案对空间分析结果起着至关重要的作用,而地统计学考虑到了土壤特性的空间相关性和采样点的空间位置,所以把地统计学应用到土壤重金属研究的采样中能比传统的采样方法更好地反映土壤特征。还可以应用地统计学方法分析土壤中重金属的空间分布特征并且绘制成图^[28]。也有学者认为使用探索式的方法研究废弃的工业用地是不适合的,因为这类方法没有提供污染土壤体积的可靠估计并且忽视了空间的不确定性。地统计学提供了为了量化土壤污染和污染土壤的体积的当地和全球的不确定性的有效方法。通过量化不确定性,地统计学模型为改造方案和补救决策提供技术支撑^[29]。李凤全等人运用地统计学方法研究金华市城市灰尘重金属污染的空间变异特征,得出 Pb、Cr、Cu、Zn、Ni 等重金属的空间分布比较相似^[30]。有学者把地统计学方法应用于对徐州矿区复垦土地重金属分布的分析过程中,分析表明除 Cd 和少数 As、Zn、Cu 的样品以外,其他重金属浓度都低于标准。基于此,对严重高浓度镉的含量进行了研究。运用 Cd 重金属分布的克立格法插值,得出了其浓度随深度的变化规律。Cd 在粉煤灰填充土壤表层的含量高,并在 0~20 cm 随深度增加而减少,在 20~60 cm 相对稳定(2.40 mg/kg)。在煤矸石填充部位镉的含量呈随深度增加而增加的趋势^[31]。

地理信息系统(GIS)是具有采集、存储、管理、分析和描述整个或部分表面、空间和地理分布

有关的数据的功能的空间信息系统。在研究土壤重金属空间结构过程中，GIS 技术与地统计学相结合主要用于两方面：分析土壤中重金属分布的空间结构和制作相关的专题地图；对土壤中重金属污染以及其来源进行预测评估^[32-34]。由于地理信息系统（GIS）能够分析并且能够处理海量地理数据，所以在研究土壤中重金属空间分布过程中可以作为地统计学的很好的辅助工具。GIS 与地统计学相结合在土壤重金属空间结构研究中主要应用于分析土壤重金属分布空间结构并制作相关专题图。有助于了解区域中土壤环境的动态变化，对更好地制定应对措施也有着至关重要的作用^[32,35,36]。由于 GIS 在数据分析、建模等方面具有强大的功能，所以在土壤重金属空间分布研究中地统计学与 GIS 相结合，除了可用于土壤环境质量相关专题图的绘制，还可以预测并评估土壤污染物来源，绘制环境规划图^[37]。例如在对江苏省溧水市土壤重金属污染研究中，使用地理信息系统（GIS）技术和多元统计学方法，基于地统计学分析和 GIS 制作的重金属含量的空间分布图表明城市和郊区的表层土富集 Cd、Cr、Cu、Mn、Ni、Pb、Zn。Cr、Cu、Ni 等具有人为来源，而 Co 和 V 具有天然来源^[38]。祁轶宏用 GIS 结合地统计学方法绘制的空间分布等值线图直观地反映出铜陵地区不同污染区域所处的位置及范围^[39]。A. Navas 等人运用 GIS 和空间插值研究天然和人为放射性核素在流域尺度的空间分布，得出放射性核素浓度空间分布模式和他们分布重要的差异，放射性核素的空间分布模式与地理特征如梯度，方向，

和山坡植被覆盖密切相关。例如，最低的放射性核素的活性位于流域内最小的植被覆盖度和陡峭的斜坡^[5]。

3 目前的研究中存在的问题以及展望

尽管在研究土壤放射性核素分布的过程中采用的方法不断的进步，对其研究也不断深入，但在研究过程中仍然存在一些问题。

（1）在一些研究中虽然研究的是几种放射性核素的空间变异，但在理论模型的采用方面只考虑了单一的理论模型而没有考虑协同结构模型，所以在理论模型方面还有待研究。（2）部分研究采样区域的面积较小，而土壤重金属含量空间分布上不连续，以点代面的方式使土壤重金属空间分布表达不精确。

今后针对土壤中放射性核素的研究在一些方面应该注重。（1）对空间分析作进一步的剖析，从而有针对性地改进 GIS 的功能，增强其空间分析的能力。更好地利用地统计学与 GIS 技术以及遥感图像相结合。（2）在应用地统计学分析土壤中放射性核素分布过程中，多咨询经验丰富的专家，因为，地统计学仅仅是一种数据处理工具，它并不能从有缺陷的数据中得出较好的、较准确的结果。（3）在研究过程中可针对土壤放射性核素进行形态分级，从而更好地研究放射性核素在土壤中的存在形态和转化机理。

参考文献：

- [1] 王朝益，熊晓英．某铀矿区 γ 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 、 ^{226}Ra 环境污染评价及居民剂量估算 [J]．铀矿冶，1987（4）：56-61.
- [2] Hasan M. Khan, Zahid S. Chaudhry & Muhammad Ismail & Khalid Khan. Assessment of Radionuclides, Trace Metals and Radionuclide Transfer from Soil to Food of Jhangar Valley (Pakistan) Using Gamma - Ray Spectrometry [J]．Water Air Soil Pollut, 2010, 213: 353-362.
- [3] 董武娟，吴仁海．土壤放射性污染的来源、积累和迁移 [J]．云南地理环境研究，2003，15（2）：83-87.
- [4] 孙赛玉，周青．土壤放射性污染的生态效应及生物修复 [J]．中国生态农业学报，2008，16（2）：523-528.
- [5] A Navas, L Gaspar, M López - Vicente, et al. Spatial Distribution of Natural and Artificial Radionuclides at the Catchment Scale (South Central Pyrenees) [J]．Radiation Measurements, 2011, 46: 261-269.
- [6] 严连香．不同工业企业周围土壤—作物系统重金属空间变异和迁移转化规律研究 [D]．南京：南京农业大学，2007.
- [7] 周燕．崇明岛土壤重金属污染的空间分析及污染评价 [D]．上海：华东师范大学，2009.
- [8] 曹龙生，杨亚新，张叶，等．中国大陆主要省份土壤中天然放射性核素含量分布规律研究 [J]．东华理工大学学报：自然科学版，2012，35（2）：167-172.
- [9] 广西壮族自治区环境监测中心站．广西壮族自治区土壤中天然放射性核素含量调查研究 [J]．辐射防护，1993，13

(4): 209–302.

- [10] 李新德, 郑水红, 吴向荣, 等. 江西省土壤中天然放射性核素含量调查 [J]. 辐射防护, 1993, 13 (4): 291–294.
- [11] 刘如业, 王作家, 王振全, 等. 西藏自治区土壤中天然放射性核素含量调查研究 [J]. 辐射防护, 1991, 11 (5): 375–381.
- [12] 孙冶, 李玉先, 李广通, 等. 云南省土壤中天然放射性核素含量调查研究 [J]. 辐射防护, 1993, 13 (2): 127–130.
- [13] 高薇薇, 易莲芳, 王玉琴, 等. 福建省土壤中天然放射性水平的调查 [J]. 环境科学, 1990, 11 (1): 75–80.
- [14] 曾庆卓, 陈联光. 广东省土壤中天然放射性核素含量调查研究 [J]. 辐射防护, 1993, 13 (5): 372–375.
- [15] 浙江省环境监测中心站. 浙江省土壤中天然放射性核素含量调查 [J]. 辐射防护, 1986, 6 (4): 287–292.
- [16] 庄南甫, 黄懿. 湖南省土壤中天然放射性核素含量调查研究 [J]. 辐射防护, 1991, 11 (2): 145–151.
- [17] 张淑蓉, 潘京全, 李允兴, 等. 我国土壤中放射性核素水平及分布 [J]. 医学研究通讯, 1991, 20 (8): 30–31.
- [18] 全国环境天然放射性水平调查总结报告编写小组. 全国土壤中天然放射性核素含量调查研究 (1983~1990 年) [J]. 辐射防护, 1992, 12 (2): 122–142.
- [19] 孙英君, 王劲峰, 柏延臣. 地统计学方法进展研究 [J]. 地球科学进展, 2004, 19 (2): 268–274.
- [20] P Goovaerts, R Webster and J-P Dubois. Assessing the Risk of Soil Contamination in the Swiss Jura Using Indicator Geostatistics [J]. Environmental and Ecological Statistics, 1997, 4: 31–48.
- [21] 刘晓双. 基于 GIS 的云浮硫铁矿周边土壤中重金属污染空间分布与污染评价研究 [D]. 广州: 暨南大学, 2010.
- [22] 李锐. 区域土壤-水稻系统重金属污染空间变异规律及迁移转化特征研究 [D]. 江苏省南京市: 南京农业大学, 2008.
- [23] 杨秀虹, 李适宇. 地统计学方法在环境污染研究中的应用 [J]. 中山大学学报, 2005, 44 (3): 97–101.
- [24] Yang Gao, Yafeng Wang, Guoming Zhang, et al. An Approach for Assessing Soil Health: A Practical Guide for Optimal Ecological Management [J]. Environ Earth Sci, 2012, 65: 153–159.
- [25] X M Liu, J M Xu, M K Zhang, et al. Application of Geostatistics and GIS Technique to Characterize Spatial Variabilities of Bio-available Micronutrients in Paddy Soils [J]. Environmental Geology, 2004, 46: 189–194.
- [26] A Ersoy, T Y Yunsel, M Cetin. Characterization of Land Contaminated by Past Heavy Metal Mining Using Geostatistical Methods [J]. Arch. Environ. Contam. Toxicol, 2004, 46: 162–175.
- [27] Abbas Hani, Ebrahim Pazira. Heavy Metals Assessment and Identification of Their Sources in Agricultural Soils of Southern Tehran, Iran [J]. Environ Monit Assess, 2011, 176: 677–691.
- [28] 黄勇, 郭庆荣, 任海, 等. 地统计学在土壤重金属研究中的应用及展望 [J]. 生态环境, 2004, 13 (4): 681–684.
- [29] D. D'Or · H. Demougeot – Renard · M. Garcia. An Integrated Geostatistical Approach for Contaminated Site and Soil Characterisation [J]. Math Geosci, 2009, 41: 307–322.
- [30] 李凤全, 叶玮, 程雁, 等. 基于地统计学方法的都市灰尘重金属污染的空间变异特征 [J]. 浙江师范大学学报, 2008, 31 (4): 367–372.
- [31] Jihong Dong, Min Yu, Zhengfu Bian, et al. Geostatistical Analyses of Heavy Metal Distribution in Reclaimed Mine Land in Xuzhou, China [J]. Environ Earth Sci, 2011, 62: 127–137.
- [32] 康彩霞. GIS 与地统计学支持下的哈尔滨市土壤重金属污染评价与空间分布特征研究 [D]. 长春: 吉林大学, 2009.
- [33] 姜亚莉, 张延辉. GIS 空间分析的应用领域 [J]. 四川测绘, 2004, 27 (3): 99–102.
- [34] 许金朵. 基于 GIS 的金华市区土壤重金属含量空间分布与污染评价研究 [D]. 南京: 南京师范大学, 2008.
- [35] 冯锦霞. 基于 GIS 与地统计学的土壤重金属元素空间变异分析 [D]. 长沙: 中南大学, 2007.
- [36] P A Burrough. GIS and Geostatistics: Essential Partners for Spatial Analysis [J]. Environmental and Ecological Statistics, 2001, 8: 361–377.
- [37] 林艳. 基于地统计学与 GIS 的土壤重金属污染评价与预测 [D]. 长沙: 中南大学, 2009.
- [38] Hongyan Wang, Shenggao Lu. Spatial distribution, Source Identification and Affecting factors of Heavy Metals Contamination in Urban – suburban Soils of Lishui city, China [J]. Environ Earth Sci, 2011, 64: 1921–1929.
- [39] 祁铁宏. 基于 GSI 的铜陵地区土壤重金属元素的空间分布及污染评价 [D]. 合肥: 合肥工业大学, 2006.

THE CHARACTERISTICS OF SPECIAL DISTRIBUTION OF THE MAJOR RADIONUCLIDES IN SOILS OF CHINA

WANG Feng – min, HUA Ming, LI Xiao – yan

(*State Key Laboratory Breeding Base of Nuclear Resources and Environment, East China Institute of Technology, Nanchang 330013, Jiangxi, China*)

Abstract: Along with the technical progress, social development, industry and agriculture have developed. At the same time, the soil pollution is becoming more and more serious. Radionuclide soil environmental pollution is particularly serious. Radionuclide also pose a great threat to human beings. Therefore, the issue has aroused great concern of human in recent years. It is important to know the spatial distribution of radionuclides in soil. Sources of radionuclides in soils are divided into natural sources and anthropogenic sources. Classical statistical method could not reflect the pattern of of the spatial distributions of environmental variables. Currently, geostatistics and GIS were used to study the spatial distribution of radionuclide. Summary and review were made, according to sources, types, harm and the method and research status of radionuclides spatial distribution in soil.

Key words: radionuclide; sources; spatial distribution; GIS; soil pollution

~~~~~

(上接第51页)

[49] 金太军. 乡镇机构改革挑战与对策 [M]. 广州: 广东人民出版社, 2005: 355 – 356.

[50] 项继权. 改“七站八所”为“条块分离” [J]. 安徽决策咨询, 2003 (5): 45 – 46.

[51] 吴理财. 乡镇自治, 还是乡政自治 [N]. 学习时报, 2004 – 01 – 05.

[52] 沈延生. 村政的兴衰与重建 [J]. 战略与管理, 1998 (6): 1 – 34.

[53] 贺雪峰. 乡村研究的国情意识 [M]. 武汉: 湖北人民出版社, 2004: 59 – 61.

## REVIEW ON ADJUSTMENT OF ADMINISTRATIVE DIVISION IN DOMESTIC AND FOREIGN

LIU Gao

(*Tongren University, Research Center for Ethnic Culture in Wuling Area, Tongren 554300, Guizhou, China*)

**Abstract:** administrative division as the superstructure, it's the spatial basis to rational allocate the national interests and government functions to levels of local place, the legal path to coordinate the pattern of regional interests, the important measures to manage and govern the local affairs effectively, and it's the major political that related to national prosperity and long – term stability. In recent years, the administrative divisions are frequent changes which in the corresponding peaks period in China, and based on the importance and urgency for strategy of administrative divisions, reviewing adjustment of the administrative divisions in domestic and foreign, to be great theoretical reference value and practical significance for administrative divisions system reform and adjustment in China.

**Key words:** administrative division; adjustment; review

# 云龙天池自然保护区垂直气候带划分

苏 骅<sup>1</sup>, 王 平<sup>2\*</sup>

(1. 保山学院 资源环境学院, 云南 保山 678000; 2. 云南师范大学 旅游与地理科学学院, 云南 昆明 650092)

**摘要:**以位于纵向岭谷区核心区域的云龙天池自然保护区为研究对象,通过分析保护区气温及降水两大要素的垂直变化,依据气候要素变化特征,结合云南省热量资源区划指标系统及山地热量带划分原则,将保护区划分为6个垂直气候带:澜沧江河谷南亚热带半湿润气候带、澜沧江河谷中亚热带湿润气候带、低中山山麓北亚热带湿润气候带、中山南温带湿润气候带、高中山中温带湿润气候带、高山寒温带潮湿气候带。对各垂直气候带内气候、生物特征进行分析,结果表明:各气候带界限明确,发育符合本气候带热量水分条件的植被及土壤;山麓底部发育有符合水平地带性规律的基带,基带垂直向下的河谷地带发育负向气候带;保护区南温带及以上的气候带,气温偏低,生态系统脆弱。

**关键词:**天池自然保护区;垂直气候特征;气候带划分

**中图分类号:** P94

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-7852(2013)02-0090-05

纵向岭谷区 (Longitudinal Range - Gorge Region) 是指位于中国西南、与青藏高原隆升直接相关联的横断山及毗邻的南北走向山系河谷区<sup>[1]</sup>。该区是反映地球演化重大事件的关键区域,是世界上生物多样性最丰富的地区之一,对该地区地表复杂环境系统和生命系统的演变规律研究受到国内外地理学界和生物学界等广泛关注<sup>[2]</sup>。山地气候的研究一直是自然地理学界重要的研究问题,纵向岭谷区具有全球独特的高山峡谷景观,是山地气候研究的重点核心区域。

对于山地气候,许多学者都进行过较为深入的研究,并取得了显著的研究成果。张谊光<sup>[3]</sup>认为白马雪山降水量随高度升高而增加,且风对降水量的影响显著。张克映<sup>[4]</sup>认为哀牢山降水量随海拔高度呈良好的线性分布,山顶为最大降水高度所在。黄中艳<sup>[5]</sup>以整个滇东北山地为研究背景,得出滇东北山地气候要素垂直分异及地域分异显著,为地势、纬度、冷空气南侵及昆明准静止锋

位移变化综合作用的结果。傅抱璞<sup>[6]</sup>对山地地形和海拔高度对降水的影响进行了深入研究。文传甲<sup>[7]</sup>研究了横断山区地形对水热条件的影响后指出,横断山区内降水量、日照与气温高低相间随地形呈波状起伏,高原对气流起屏障、拦截与聚集作用。吴积善<sup>[8]</sup>通过综述概括介绍了山地学研究进展。谢健<sup>[9]</sup>利用实测数据推断出念青唐古拉山南坡多年冻土分布高度。何大明<sup>[10]</sup>等研究指出,在高黎贡山西侧的独龙江地区,存在丰富的垂直气候带和自然带。虞光复<sup>[11,12]</sup>、徐慧<sup>[13]</sup>、姚永慧<sup>[14]</sup>均对山地垂直自然带分异进行过研究,探讨山地垂直带的特征和空间分布规律。

气候的变化体现了地形、地貌、植被和土壤等因素的综合作用,这种作用反过来又影响土壤发育和植被生长<sup>[15]</sup>。而气候带与气候型的存在是地球上地带性与非地带性规律的直接体现,山地气候则是这种地带性与非地带性规律的辩证统一<sup>[16]</sup>。山地气候带划分,是地带性与非地带性规律的辩证统

收稿日期: 2012-12-04; 修订日期: 2013-03-04.

基金项目: 云南省林业厅“云南云龙天池自然保护区综合科学考察项目”资助.

作者简介: 苏骅 (1984-), 女, 云南省保山市人, 助教, 硕士, 主要从事自然地理及区域开发管理研究.

\* 通讯作者.

一的实践,进行山地气候带研究,可为山地研究、土壤地理研究、动植物群落分布研究等领域提供研究基础。

1 区域概况

天池自然保护区位于横断山纵向岭谷核心区域,云岭山脉向南延伸至大理州云龙县境内的雪盘山中上部,三江并流世界自然遗产地的东南部,为国家级自然保护区(图1)。保护区重点保护以云南松林为代表的原始森林生态系统,和以滇金丝猴 *Rhinopithecus bieti* 为旗舰种的珍稀濒危野生动植物种。保护区总面积 14 475 hm<sup>2</sup>,由天池和龙马山 2 个片区组成。其中天池片区地理坐标北纬 25°49′48″~25°57′7″,东经 99°13′14″~99°20′34″,海拔 2 100~3 225.9 m,面积 6 630 hm<sup>2</sup>;龙马山片区地理坐标为北纬 26°02′48″~26°14′16″,东经 99°11′36″~99°17′15″,海拔 2 260~3 638.9 m,面积 7 845 hm<sup>2</sup>。最低点海拔 2 100.0 m,最高点海拔 3 638.9 m,相对高差 1 538.9 m。区内物种丰富,是云南松主要的育种及物种资源的保护基地。

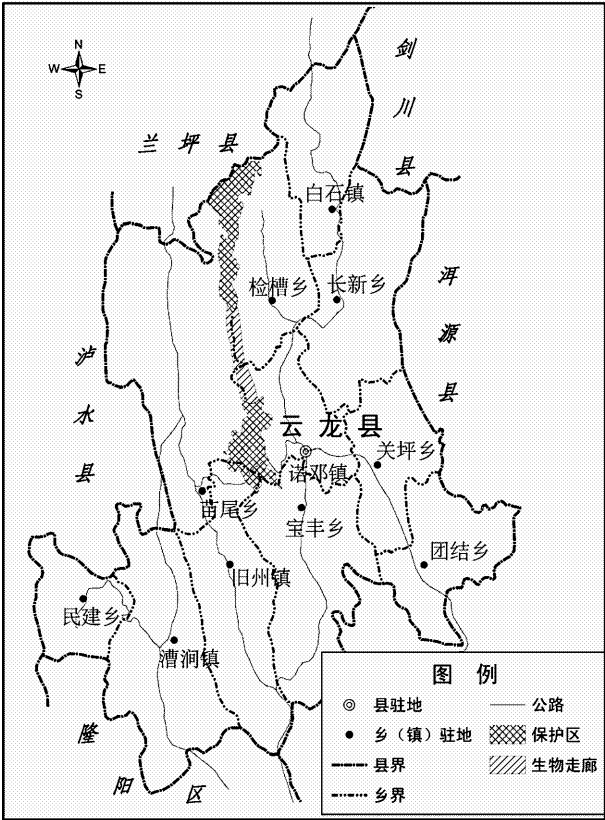


图1 天池自然保护区位置示意图  
Fig. 1 The location of Tianchi Nature Reserve

2 气候要素分析

2.1 气温

保护区山体高大,陡峭,在相同山脉的同一侧坡向上,气温直减率表现出了明显的随海拔高度而增加的特点,受地理环境影响,年均温、最冷月、

最热月均温均表现出明显的垂直递减特征(表1)。保护区年平均气温垂直递减率为 0.558℃/100 m,≥10℃积温的垂直减率为 302.5℃/100 m。温度随海拔升高而降低,同时也导致各海拔地带积温、界限温度初日、终日的不同。

表1 天池自然保护区不同海拔高度年、月平均气温及降水量  
Tab. 1 The temperature and precipitation of Tianchi Natural Reserve at different heights

| 海拔/m    | 年均温<br>/℃ | 最冷月1月<br>均温/℃ | 4月均温<br>/℃ | 最热月6月<br>均温/℃ | 10月均温<br>/℃ | 年较差<br>均温/℃ | ≥10℃<br>积温/℃ | 年降水量<br>/mm |
|---------|-----------|---------------|------------|---------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| 1 300   | 17.7      | 10.0          | 18.9       | 23.3          | 18.5        | 13.3        | 6 200.0      | 777.7       |
| 1 600   | 16.1      | 8.5           | 17.1       | 21.7          | 16.8        | 13.2        | 5 500.0      | 862.3       |
| 2 000   | 13.8      | 6.5           | 14.9       | 19.7          | 14.6        | 13.2        | 4 800.0      | 975.1       |
| 2 400   | 11.6      | 4.4           | 12.6       | 17.6          | 12.3        | 13.2        | 4 200.0      | 1 087.9     |
| 2 800   | 9.4       | 2.4           | 10.3       | 15.5          | 10.1        | 13.1        | 3 200.0      | 1 200.7     |
| 3 200   | 7.1       | 0.3           | 8.0        | 13.4          | 7.8         | 13.1        | 1 600.0      | 1 313.5     |
| 3 400   | 6.0       | -0.7          | 6.9        | 12.4          | 6.7         | 13.1        | 1 500.0      | 1 369.9     |
| 3 600   | 4.9       | -1.7          | 5.7        | 11.3          | 5.5         | 13.0        | 1 400.0      | 1 426.3     |
| 3 638.9 | 4.7       | -1.9          | 5.5        | 11.1          | 5.3         | 13.0        | 1 400.0      | 1 437.3     |

数据来源:云龙县气象局,云龙县农业气候资源及区划,大理州气象局,1983。

## 2.2 降水

保护区地处云岭山脉向西南延伸的雪盘山中上部,横断山纵向岭谷核心区域,纵向的高山峡谷成为水汽“输送通道”<sup>[17]</sup>,为保护区带来大量降水。沿雪盘山山脊一线降水多达 1 400.0 mm,随着山体海拔的升高,凝结作用更加强烈,降水量也明显增加,年降水量垂直递增率为 28.2 mm/100 m。1 600 m 以下的河谷地区,年降水量约 800 mm; 1 800.0 ~ 2 800.0 m 高度,年降水量约为 900.0 ~ 1 200.0 mm; 3 200 m 以上的山地,年降水量 1 400.0 mm 及以上。

## 3 气候带划分

山地气候带划分原则一直是学术界有较大争议的问题。特别是海拔高差悬殊的地区。如果划分时按照东部地区的纬度热量来划分,则会产生零星分散的多种气候类型。所以在进行山地气候带划分时,有不少学者深入研究划分原则。

江爱良<sup>[18]</sup>20 世纪 60 年代初就提出了“正确划分气候带,有助于地域性自然体系的认识,也有助于农作物的合理配置和新作为的引种”,并从农业气候着眼,参照一般气候区划、动力气候分区以及自然区划的原理和方法,对中国热带、亚热带气候进行划分。

20 世纪 80 年代,吕德康<sup>[19]</sup>通过对滇南 50 个气象站点水、热资料的分析,依据热量气候资料及海拔高度对滇南垂直-水平气候带进行划分。丘宝剑<sup>[20]</sup>也提出了农业气候区划的等级单位系统,即将全国农业气候区划作三级划分,一级 3 个区域,二级 14 个带,三级 39 个地区。毛政旦<sup>[16]</sup>提出山地气候型是属于一定纬度气候带的,又是所属纬度气候带中非地带性的表现,提出划分山地气候带的 4 项原则,即标准一致性原则、基带原则、高度地带性与非地带性原则、自然地理景观原则,并将山地气候划分为高山气候、坡地气候、谷地气候和高原气候 4 种基本类型。张谊光<sup>[21]</sup>采用统一的区划指标,将横断山区气候划分为 19 个气候区,在横断山区内部划分出一个山地暖温带,使青藏高原寒区和东部季风区两个气候大区得以自然衔接。王宇<sup>[22]</sup>依据  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  积温、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$  积温持续日数、最冷月均温、平均极低气温等指标,提出了云南省热量资源区划指标系统。将云南省热量带划分为北热带、南亚热带、中亚热带、北亚热带、南温带、中温带、高原气候区共 7 个热量带。王宇的划分具有明确的

指标及界限,较适宜于云南山地气候带划分。

20 世纪 90 年代,虞光复、陈永森<sup>[23]</sup>认为在进行山地热量带划分时应遵循两个原则:即水平-垂直迭加地带性原则与地理景观学-农业生产原则。作为山地地区,当以垂直地带性作用为主,水平地带性作用为辅。由此云南山地垂直气候带从山麓至山顶依次为:热带→南亚热带→中亚热带→北亚热带→暖温带→寒温带。

### 3.1 划分指标

天池自然保护区相对高差大,气候垂直分异显著,面对较多的气候带划分研究成果,如果按照东部及低海拔地区气候带划分标准及原则是不够准确的。在较多的划分方法中,王宇的云南省热量资源区划指标系统<sup>[22]</sup>较为适宜气候带划分,因此对保护区进行气候带划分时,结合云南省热量资源区划指标系统<sup>[22]</sup>、山地热量带划分原则<sup>[23]</sup>、云龙县气候垂直划分热量区划指标<sup>[24]</sup>来对研究区域进行划分。

### 3.2 划分结果

根据以上讨论划分指标及原则,依据主要气候要素随海拔高度的变化,将云龙天池自然保护区划分为以下 6 个气候带(图 2):澜沧江河谷南亚热带半湿润气候带(1 400 m 以下)、澜沧江河谷中亚热带湿润气候带(1 400 ~ 1 700 m)、低中山山麓北亚热带湿润气候带(1 700 ~ 2 000 m)、中山南温带湿润气候带(2 000.0 ~ 2 400.0 m)、高中山中温带湿润气候带(2 400 ~ 3 000 m)、高山寒温带潮湿气候带(3 000.0 m 以上)。

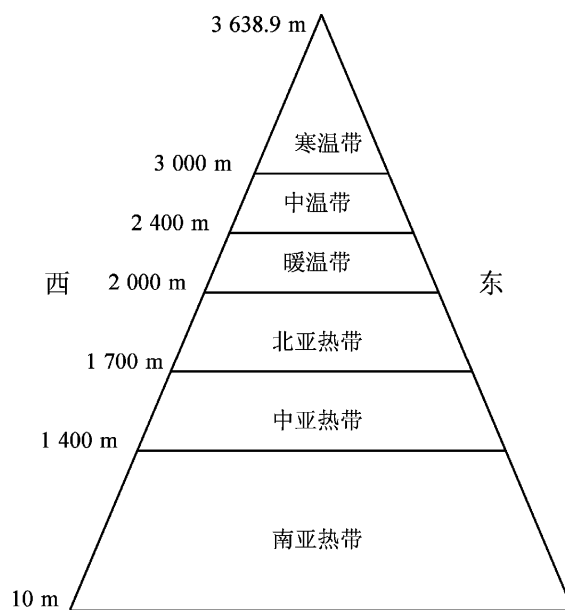


图 2 天池自然保护区垂直气候带划分示意图

Fig. 2 The vertical climatic zoning of Tianchi Nature Reserve

## 4 气候带特征

### 4.1 澜沧江河谷南亚热带半湿润气候带

主要分布于海拔小于1 400 m的澜沧江河谷区, 年平均气温 $\geq 17.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的积温 $\geq 6\ 000.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 日数320~360.0 d, 最热月平均气温 $\geq 22.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 最冷月平均气温 $\geq 9.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 气温年较差为 $13.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 年降水量为800.0 mm左右。气候类型属干热河谷南亚热带半湿润季风气候, 降水较少, 蒸发量较大, 属半湿润地区。植被类型以稀树灌丛为主, 土壤为褐红土。

### 4.2 澜沧江河谷中亚热带湿润气候带

主要分布于海拔1 400~1 700 m的澜沧江河谷、沅江河谷, 低中山下部。年平均气温 $15.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ~ $17.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的积温为 $5\ 300.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ~ $6\ 000.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 日数为280.0~320.0 d, 最热月平均气温 $20.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ~ $22.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 最冷月平均气温 $8.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ~ $9.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 气温年较差为 $13.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ~ $13.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 年降水量为800.0~900.0 mm左右。气候类型属中亚热带半湿润高原季风气候, 气温较高, 降水少, 蒸发量较大, 空气湿度较小, 属半湿润地区。植被类型以半湿性常绿阔叶林为主, 其次是稀树灌丛等, 土壤为红壤及紫色土等。

### 4.3 低中山山麓北亚热带湿润气候带

主要分布于海拔1 700.0~2 000.0 m的中山下部, 年平均气温 $13.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ~ $15.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的积温为 $4\ 800.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ~ $5\ 300.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 日数为220.0~280.0 d, 最热月平均气温 $19.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ~ $21.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 最冷月平均气温 $6.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ~ $8.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 气温年较差为 $13.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 年降水量为900.0~1 000.0 mm左右。气候类型属北亚热带高原湿润季风气候。除部分河谷地区外, 降水较为丰富, 空气湿度较大, 属湿润地区, 但热量条件较前两类气候稍有欠缺。植被类型以云南松林、华山松林、半湿性常绿阔叶林为主。土壤为黄红壤及紫色土等。

### 4.4 中山南温带湿润气候带

主要分布于保护区海拔2 000.0~2 400.0 m的中山上部, 年平均气温 $11.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ~ $13.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的积温为 $4\ 200.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ~ $4\ 800.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 日数为160.0~220.0 d, 最热月平均气温 $17.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ~ $19.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 最冷月平均气温 $4.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ~ $6.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 气温年较差为 $13.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 年降水量970.0~1 100.0 mm左右。气候类型属于暖温带高原湿润季风气候。降水量适中, 空气湿度较大, 气候以温湿为主要特征。植被

类型以云南松林、中山湿性常绿阔叶林、落叶阔叶林为主。土壤为黄红壤和黄棕壤等。

### 4.5 高中山中温带湿润气候带

主要分布于保护区海拔2 400~3 000 m的高中山下部, 年平均气温 $8.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ~ $11.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的积温为 $2\ 400.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ~ $4\ 200.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 日数为100.0~160.0 d, 最热月平均气温 $14.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ~ $17.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 最冷月平均气温 $1.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ~ $4.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 气温年较差为 $13.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ~ $13.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 年降水量1 100.0~1 260.0 mm左右。该区气候属于温带高原湿润季风气候, 雨量充沛, 空气湿度大, 气候以温凉潮湿为主要特征。植被以亚高山针阔叶混交林为主, 分布有云南松林、华山松林、铁杉林、石栎林、杜鹃林等。土壤为黄棕壤和棕壤。

### 4.6 高山寒温带潮湿气候带

主要分布于保护区海拔3 000.0 m以上的高寒山地, 年平均气温 $< 8.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的积温为 $2\ 400.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 日数为 $< 100.0\text{ d}$ , 最热月平均气温 $< 14.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 最冷月平均气温 $< 1.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 气温年较差为 $13.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 年降水量为1 260.0~1 450.0 mm左右。该气候类型属于寒温带高原湿润季风气候, 气候寒冷潮湿, 云雾多, 气候以冷湿为主要特征。植被以亚高山针叶林、亚高山灌丛草甸、寒温性硬叶常绿阔叶林、杜鹃矮林为主。土壤为棕壤、暗棕壤及亚高山草甸土。

## 5 结论与讨论

(1) 通过分析主要气候要素随海拔高度的变化, 结合相应山地气候带划分指标及原则, 将天池自然保护区划分为以下6个气候带: 澜沧江河谷南亚热带半湿润气候带、澜沧江河谷中亚热带湿润气候带、低中山山麓北亚热带湿润气候带、中山南温带湿润气候带、高中山中温带湿润气候带、高山寒温带潮湿气候带。每个气候带(区域)界限明确而稳定, 并有各自的水热特征, 发育符合本气候带热量水分条件的植被及土壤。

(2) 在山麓底部发育有符合水平地带性的基带, 即澜沧江河谷中亚热带湿润气候带, 该气候带特点与该区域水平地带性分异规律吻合, 由于保护区位于纵向岭谷核心区域, 河谷下切深刻, 在此基带垂直向下方向, 发育有负向气候带, 即澜沧江河谷南亚热带半湿润气候带, 这一划分结果, 符合山地地区以垂直地带性作用为主, 水平地带性作用为辅的原则。



(3) 多样的气候带有利于各种珍稀动植物的生存和繁衍, 构成了多样的植被类型、丰富的动植物种类。进行植被育种及补植时, 可参考各气候带水热特征, 选择适宜气候带。

(4) 南温带及以上的气候带, 夏季气温偏低,

冬季寒冷, 生长期较短, 植被生长缓慢。大面积的陡坡地段, 坡面重力梯度大, 土壤浅薄, 生态系统十分脆弱, 一旦受到干扰, 将很难恢复。且森林生态系统尚保持原始状态, 又是滇金丝猴的主要栖息地之一, 非常稀缺, 应给予重点保护。

#### 参考文献:

- [1] 何大明, 吴绍洪. 纵向岭谷区生态系统变化及西南跨境生态安全研究 [J]. 球科学进展, 2005, 20 (3): 338-344.
- [2] 甘淑, 何大明. 纵向岭谷区地势曲线图谱及地貌特征分析 [J]. 云南大学学报: 自然科学版, 2004, 26 (6): 534-540.
- [3] 张谊光. 横断山区垂直气候的几个问题 [J]. 资源科学, 1998, 20 (3): 12-19.
- [4] 张克映, 张一平, 刘玉洪, 等. 哀牢山降水垂直分布特征 [J]. 地理科学, 1994, 14 (2): 144-151.
- [5] 黄中艳. 滇东北山地气候特征 [J]. 山地研究, 1994, 12 (1): 32-38.
- [6] 傅抱璞. 地形和海拔高度对降水的影响 [J]. 地理学报, 1992, 47 (4): 302-304.
- [7] 文传甲. 横断山区地形对水热条件的影响 [J]. 山地研究, 1989, 7 (1): 65-73.
- [8] 吴积善. 山地研究的进展与方向 [J]. 地理学报, 1994, 49 (增刊): 660-666.
- [9] 谢健, 刘景时, 杜明远, 等. 念青唐古拉山南坡气温分布及其垂直梯度 [J]. 地理科学, 2010, 30 (1): 113-118.
- [10] 何大明, 李恒. 独龙江和独龙族综合研究 [M]. 昆明: 云南人民出版社, 1996: 25-32.
- [11] 虞光复, 陈永森, 朱光辉, 等. 白马雪山自然保护区土壤类型及其分布规律 [J]. 云南地理环境研究, 1996, 8 (1): 81-89.
- [12] 虞光复, 陈永森. 黄连山自然保护区的土壤及其地理分布规律 [J]. 云南地理环境研究, 1997, 9 (1): 73-79.
- [13] 徐慧, 彭补拙. 南迦巴瓦峰与托木尔峰山地垂直自然带的比较 [J]. 山地学报, 2002, 20 (4): 432-437.
- [14] 姚永慧, 张百平, 韩芳, 等. 横断山区垂直带谱的分布模式与坡向效应 [J]. 山地学报, 2010, 28 (1): 11-20.
- [15] 郑成洋, 方精云. 福建黄岗山东南坡气温的垂直变化 [J]. 气象学报, 2004, 62 (2): 251-255.
- [16] 毛政旦. 论山地气候带和气候型 [J]. 地理研究, 1989, 8 (3): 21-28.
- [17] 周长海, 吴绍洪, 戴尔阜, 等. 纵向岭谷区水汽通道作用及植被生产力响应 [J]. 科学通报, 2006, 51 (增刊): 81-89.
- [18] 江爱良. 论我国热带亚热带气候带的划分 [J]. 地理学报, 1960, 26 (2): 104-109.
- [19] 吕德康, 张克映. 云南南部热量指标随海拔高度的变化规律及垂直-水平气候带的划分 [J]. 地理学报, 1982, 37 (4): 407-420.
- [20] 丘宝剑. 中国农业气候区划新论 [J]. 地理学报, 1986, 41 (3): 203-209.
- [21] 张谊光. 横断山区气候区划 [J]. 山地研究, 1989, 7 (1): 21-28.
- [22] 王宇. 云南省农业气候资源及区划 [M]. 北京: 气象出版社, 1990: 203-208.
- [23] 虞光复, 陈永森. 关于云南省热量带的划分问题 [J]. 云南师范大学学报, 1997, 17 (4): 114-118.
- [24] 云龙县气象局. 云龙县农业气候资源及区划 [M]. 大理: 大理州气象局区划办: 1983.
- [25] 云南省气象局. 云南省农业气候资料集 [M]. 昆明: 云南人民出版社, 1984.

## CLIMATE VERTICAL ZONING OF TIANCHI NATURAL RESERVE

SU Hua<sup>1</sup>, WANG Ping<sup>2</sup>

(1. Resources and Environmental Science, Baoshan College, Baoshan 678000, Yunnan, China;

2. College of Tourism and Geography Science, Yunnan Normal University, Kunming 650092, Yunnan, China)

**Abstract:** Based on the climate data of Tianchi Natural Reserve which located in the the LRGR core area, the analysis found the protected areas can be divided into six climatic zones: South-subtropical, Mid-subtropical, North-subtropical, Warm-temperate, In-temperate, Cold-temperate. And the following conclusions: Climate with clear boundaries, vegetation and soil development in line with the climate conditions. Foothills developed baseband and the valley below baseband developed the negative climatic zones. Warm temperate zone and above climatic zones has low temperatures and fragile ecosystems, should be protect.

**Key words:** Tianchi Natural Reserve; mountain climate; climate division

# 曲靖市降水量和低云量的时空变化特征研究

李矜霄<sup>1</sup>, 何 萍<sup>2,3\*</sup>, 保 桃<sup>4</sup>, 李宏波<sup>5</sup>

(1. 南京信息工程大学 环境科学与工程学院, 江苏 南京 210044; 2. 楚雄师范学院 地理科学与旅游管理系, 云南 楚雄 675000;  
3. 北京大学 大气与海洋科学系, 北京, 100084; 4. 云南师范大学 旅游与地理科学学院, 云南 昆明 650092;  
5. 临沧市气象局, 云南 临沧 677000)

**摘要:** 利用曲靖市城市和郊区 1974~2011 年 38 年的降水量、低云量等气象资料, 对资料进行分析后得出其日变化、月变化、年变化规律, 并对城市和郊区进行对比分析, 同时对曲靖市降水量和低云量的影响因子进行了灰色关联度分析。结果表明: 城市一天中夜晚城市降水量比白天多, 14 时低云量在一天中最大, 降水量和低云量月变化都是夏秋季节多冬春季少, 降水量总体呈下降趋势, 低云量的年变化趋势总体上升趋势。城市和郊区对比分析发现降水量的日变化是白天城市多, 夜晚郊区多, 年降水量城市和郊区差别越来越小, 最近 8 年市区降水量超过郊区; 城市和郊区低云量对比分析发现日变化是 08 时和 20 时前后都是城市少于郊区, 而 14 时前后城市多于郊区, 低云量的年变化是, 前 20 年是城市少于郊区, 近 18 年是城市反而多于郊区。对降水量和低云量影响最大的自然因子是年平均风速, 人为因子是非农业人口, 且人为因子比自然因子的影响更大。

**关键词:** 降水量; 低云量; 变化特征; 曲靖市

**中图分类号:** P41

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-7852(2013)02-0095-06

## 1 研究背景

### 1.1 目的意义

降水不仅是一个重要的气象要素而且是一个关键的水文要素, 它对区域水资源时空分布、生态环境形成与演变以及农业生产起着决定性的影响。降水等气象要素的时空分布与人类的生产、生活紧密相关, 一直是气象研究的重要课题, 而与降水平均变化规律相比, 降水异常的时空变化对社会、经济和生态环境影响更为显著。随着经济的发展, 社会的进步, 城市的作用越来越重要, 出现城市人口增长较快, 降水不足严重困扰市民的生活<sup>[1]</sup>。云也是气象要素的重要指标, 不同的云与天气变化密切相关, 直接影响地气系统的辐射平衡、热量平衡, 也与人们日常生活中的晾晒指数、人们出行、能见度

以及紫外线指数等息息相关。

### 1.2 国内外研究现状

城市对降水量影响的问题, 是城市气候学中争议较多的一个课题, 但大部分学者认为城市有使城区及其下风方向降水增多的效应。早在 1910 年韩葆<sup>[1]</sup> (Hambery) 研究发现城市有增加降水的效应; 接着格罗谢<sup>[1]</sup> (Grosse) 在 1912 年指出不来梅 1896~1910 年平均降水量比附近的郊区多 16%; 1927 年施茂斯<sup>[1]</sup> 根据德国慕尼黑的降水观测指出城市降水量比郊区多, 城市降水量最大不是在市中心而在其下风方向。此后, 波果洛坡<sup>[1]</sup> (Bogolopow), 克拉特采尔 (Kratzer)<sup>[1]</sup>, 章农 (Changnon)<sup>[1]</sup> 等先后对莫斯科、慕尼黑、美国的芝加哥、厄巴拉和圣路易斯等城市的降水量做了大量研究工作, 发现城市降水量都比附近郊区多。

中国周淑贞<sup>[1]</sup> 根据上海 (1959~1978) 20 年

收稿日期: 2013-01-21; 修订日期: 2013-04-02.

作者简介: 国家自然科学基金地区基金项目 (40965002); 云南省自然科学基金项目 (2005D0077) 资助.

作者简介: 李矜霄 (1991), 男, 云南省楚雄市人, 本科生, 主要从事气象、气候和大气环境方面的研究.

\* 通讯作者.

降水记录发现上海市雨量最大,由此向郊区的各个方向降水量递减;陈少勇<sup>[2]</sup>对祁连山区周围 34 个测站每个月低云量做了季节变化分析;李昕翼<sup>[3]</sup>分析成都地区降水量的变化趋势;李汀、严欣、据建华<sup>[4]</sup>分析了 MJO 活动对云南 5 月降水的影响;张一平<sup>[5]</sup>分析了西双版纳勐仑地区降雨特征及趋势;何萍等人<sup>[6-9]</sup>分析了楚雄市降水量和低云量的变化特征;中国还有不少学者对北京<sup>[10]</sup>、广州<sup>[11]</sup>、重庆<sup>[12]</sup>、青藏高原<sup>[13,14]</sup>、新疆<sup>[15,16]</sup>等地的降水量和低云量变化特征进行了分析。对云南高原曲靖市的降水量和低云量变化特征目前还没有人进行过分析,因此本文将根据曲靖市城市和郊区 1974~2011 年 38 年的降水量、低云量等气象要素资料,对其变化特征进行研究。

### 1.3 研究区域概况及数据来源

曲靖市 ( $102^{\circ}42' \sim 104^{\circ}50'E$ ,  $24^{\circ}19' \sim 27^{\circ}03'N$ ) 位于云贵高原,根据中国城市规模划分标准,曲靖市现在已发展为大城市,为亚热带高原季风气候,年平均气温  $14.5^{\circ}C$ ,最热月 7 月平均气温  $19.7^{\circ}C$ ,最冷月 1 月平均气温  $6^{\circ}C$ ,年平均降水量在 1 000 mm 左右。干湿分明,冬春干旱多风,夏秋雨量集中,日照时间 2 000 h 左右,全年无霜期 254 d 左右。城市规模越来越大,城市人口越来越多,城市建成区面积从 1984 年的  $10\text{ km}^2$  发展到 2011 年的  $55\text{ km}^2$ ,人口从 1984 年的 12 万发展到 2011 年的 58 万人。我们以曲靖市主城区麒麟区站作为城市气象站,沾益站作为郊区气象站。

气候资料主要来源于曲靖气象局和沾益气象站的气象观测资料,部分资料来源于云南省气象资料整编,城市发展数据来自中国城市统计年鉴和曲靖市统计年鉴,由于统计年鉴从 1984 年以后才有,作灰色关联度分析时,人为因子只有近 28 年的数据。

## 2 曲靖市降水量的时空变化

### 2.1 曲靖市降水量的时间变化

#### 2.1.1 降水量的日变化

通过计算得出曲靖市 38 年来日平均降水量 08 时至 20 时是  $1.31\text{ mm}$ ,20 时至 08 时是  $1.48\text{ mm}$ ,可以看出多年日平均降水量夜晚降水量多于白天。

#### 2.1.2 降水量的月变化

图 1 是曲靖市 38 年来月平均降水量分布图,从图 1 中可以看出降水量的月变化呈单峰型变化。

6 月降水量最多,多年平均值大约  $188.51\text{ mm}$ ,降水最少的是 12 月,多年平均值大约  $15.71\text{ mm}$ ,从 3 月到 6 月降水量呈现出上升的趋势,6 月到 12 月降水量呈现下降的趋势。干季 (11 月~次年 4 月) 降水量较少,不到全年降水量的 20%,干季主要受偏西气流影响,地面主要受干暖气团控制,这支气流经伊朗、巴基斯坦、印度北部到达云南高原,气团性质是干暖的,曲靖市干季主要在这个气团控制下天气晴朗、云量少、日照充足、降水少、湿度小、风速大,形成干旱少雨的气候特点。雨季 (5~10 月) 降水占全年的 80% 以上,主要受来自孟加拉湾的西南暖湿气流控制,水汽含量极为丰富,因而形成暖湿多雨的气候<sup>[8]</sup>。

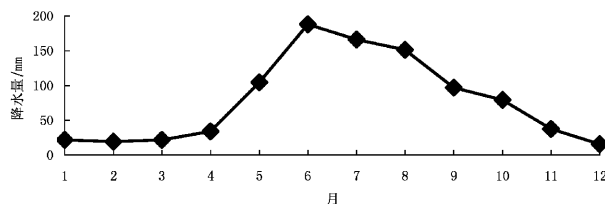


图 1 曲靖市月平均降水量变化图

Fig. 1 The monthly variation of mean precipitation in Qujing City

#### 2.1.3 降水量的年变化及年代际变化

从图 2 可以看出曲靖市降水量年变化是多雨年和少雨年波动变化,但总的趋势是下降,最大值出现在 1974 年,降水量是  $1\,243.2\text{ mm}$ ,最小值出现在 2011 年,降水量是  $561.2\text{ mm}$ ,最大值与最小值之比为 2.2:1。从降水量年代际变化图 3 可以看出第一个 10 年至第二个 10 年降水量呈下降趋势,第二个 10 年至第三个 10 年降水量呈上升趋势,第三个 10 年到 2011 年呈下降趋势,并且幅度很大,多雨年和少雨年波动的原因是夏季风来临的不稳定,有的年份夏季风来得早撤退晚所以降水多,有时夏季风来临迟撤退早降水就少。

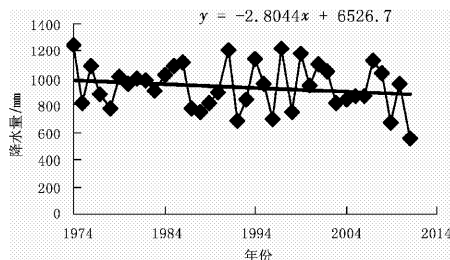


图 2 曲靖市年降水量变化图

Fig. 2 The annual variation of precipitation in Qujing City

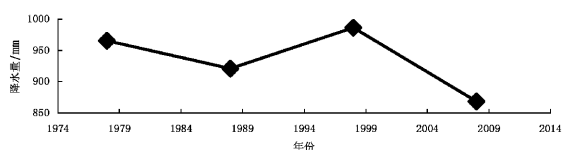


图3 曲靖市降水量年代际变化图

Fig. 3 The decadal variation of precipitation in Qujing City

## 2.2 降水量的空间变化

通过城市和郊区降水量之间的对比分析来看降水量的空间变化。一般用城市降水量减去郊区降水量,差值出现正值,说明城市出现雨岛,差值出现负值,说明城市出现干岛。

### 2.2.1 城市和郊区降水量日变化比较

表1是城市曲靖站减郊区沾益降水量的差值,08时至20时出现正值,说明白天城市出现雨岛,20时至次日08时差值出现负值,说明夜晚城市出现干岛。原因是白天城市混泥土、柏油等路面热容量低,升温迅速,对流旺盛,再加上城市混浊岛效应凝结核比郊区多,所以城市比郊区更容易成云致雨;夜晚由于城市热岛效应等原因使城市相对湿度降低,不利于成云致雨,使城市降水量比郊区少。

表1 曲靖市与近郊日平均降水量差值表

Tab. 1 The difference of daily precipitation between

Qujing City and its suburb

mm

| 项目        | 曲靖    | 沾益    | 差值     |
|-----------|-------|-------|--------|
| 08时~20时   | 1.310 | 1.066 | 0.244  |
| 20时~次日08时 | 1.482 | 1.633 | -0.151 |

### 2.2.2 城市和郊区降水量年变化比较

表2中是用每10年平均降水量城市曲靖站减郊区降水量的差值,可以看出城市38年年平均降水量是938.88 mm,郊区38年平均值是950.75

表2 曲靖市与近郊年平均降水量年代际变化表

Tab. 2 The difference of annual precipitation between

Qujing City and its suburbs

mm

| 年份         | 曲靖平均降水量 | 沾益平均降水量 | 差值     |
|------------|---------|---------|--------|
| 1974~1983年 | 965.56  | 1030    | -64.44 |
| 1984~1993年 | 920.81  | 948.87  | -28.06 |
| 1994~2003年 | 986.53  | 989.77  | -3.24  |
| 2004~2011年 | 868.55  | 816.25  | 52.30  |
| 38年平均      | 938.88  | 950.75  | -11.87 |

mm,说明沾益的年平均降水量比曲靖市多,但是从年代际变化来看,城市和郊区的差值越来越小,特别是后面8年城市降水量反而大于郊区。原因是近年来随着城市化进程的加快,城市建成区面积越来越大,城市人口和建筑物逐渐增加,使城市凝结核增多,对流乱流容易发展,这些因素的综合作用使城市及其下风方向降水增多。

## 3 曲靖市低云量的时空变化

### 3.1 曲靖市低云量的时间变化

#### 3.1.1 城市低云量的日变化

由于02时曲靖站的低云量数据没有,所以只比较了其他3个时刻的低云量,从图4可知曲靖08时低云量的年平均值是0.553成,14时是0.556成,20时是0.427成,说明14时低云量最高,08时次之,20时最低。14时通常情况下是一天中温度最高的时候,地面温度高,大气层结不稳定引起对流上升运动,容易形成对流云,所以14时低云量最多。

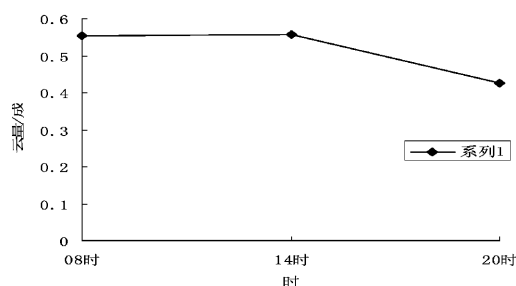


图4 曲靖低云量平均日变化图

Fig. 4 The daily variation of mean low cloud in Qujing City

#### 3.1.2 城市低云量的月变化

从低云量的月变化图5中可以看出最大值出现在7月,低云量是6.82成,最小值出现在3月,低云量是3.36成,最大值是最小值的2倍多。低云量比较多的是夏秋季节,冬春季节低云量少,原因是夏秋季节正是云南的雨季,受来自热带洋面的暖湿气流的影响,降水量大且集中,能够蒸发的地表水增多,加上夏季昼长夜短,太阳高度角大,气温高,空气中水汽压较大,从而使云量增加;而冬春季节是云南的干季,由于主要受偏西干暖气流影响,空气干燥,降水少,可供蒸发的水汽少,再加上气温较低不易蒸发等原因,所以云量较少。

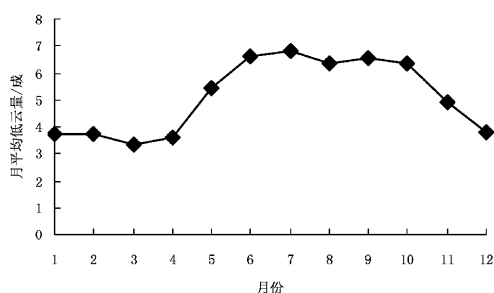


图 5 曲靖低云量的平均月变化

Fig. 5 The monthly variation of mean low cloud in Qujing City

### 3.1.3 城市低云量的年变化特征

从图 6 可知, 低云量的年变化趋势是多雨年与少雨年上下波动, 总趋势是呈上升趋势, 低云量最大值 5.9 成, 最小值 4.3 成。随着城市的发展, 城市凝结核越来越多, 城市里的工厂和汽车增多, 人口和建筑面积增多, 人们的生产和社会活动排放出大量的烟粒、尘埃杂质比郊区多, 另外城市热岛环流使郊区尘埃、污染物等向城市中心流动导致城市空气中凝结核比郊区多<sup>[10]</sup>, 所以低云量在逐年增加。

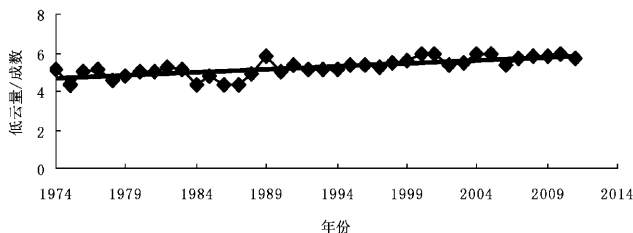


图 6 曲靖低云量的年变化图

Fig. 6 The annual variation of low cloud in Qujing City

## 3.2 低云量的空间变化

### 3.2.1 城市和郊区低云量日变化比较

图 7 是曲靖市区减近郊低云量日变化差值图, 从图 7 可以看出, 08 时和 20 时前后出现负值, 说明 08 时和 20 时前后都是城市低云量小于郊区, 而 14 时前后城市低云量多于郊区。主要原因是, 14

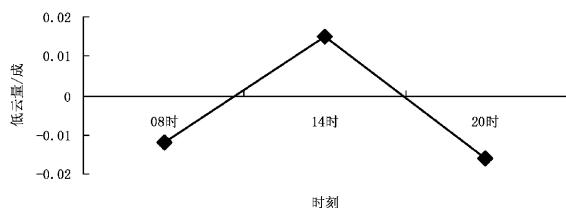


图 7 曲靖市区与近郊低云量日变化差值图

Fig. 7 The difference of daily low cloud between City and its suburbs

时前后城市温度比郊区高, 对流更旺盛, 凝结核多, 更容易成云致雨。

### 3.2.2 城郊低云量的年变化比较

表 3 是每 10 年的平均低云量曲靖城市和郊区低云量的差值, 曲靖 38 年平均低云量是 5.29 成, 沾益是 5.18 成, 说明城市比郊区的低云量平均值要高, 前面 20 年郊区低云量比城市多, 后面 18 年城市的年平均低云量高于郊区, 两者差值由负值转向正值。其主要原因是近年来随着曲靖市城市化进程的加快, 城市凝结核随着城市发展越来越多, 同时城市对流比较旺盛, 更容易形成对流云。

表 3 曲靖市区和郊区年平均低云量年变化表

Tab. 3 The difference of annual low cloud between Qujing City and its suburbs

| 年份            | 曲靖平均低云量<br>/成 | 沾益平均低云量<br>/成 | 差值<br>/成 |
|---------------|---------------|---------------|----------|
| 1974 ~ 1983 年 | 4.95          | 5.03          | -0.08    |
| 1984 ~ 1993 年 | 4.94          | 5.24          | -0.3     |
| 1994 ~ 2003 年 | 5.5           | 5.34          | 0.16     |
| 2004 ~ 2011 年 | 5.76          | 5.31          | 0.45     |
| 38 年平均        | 5.29          | 5.18          | 0.11     |

## 4 灰色关联度分析

结合全面性、可操作性、相对独立性原则, 在目前可获取的资料前提下, 并参考国内何萍<sup>[7-9]</sup>、刘思峰<sup>[16]</sup>等学者的研究成果, 以及曲靖市城市的实际情况, 从城市人口、建成区面积、道路面积、城市绿地面积、相对湿度、低云量、总云量、日照时数、风速、大气污染物成分等指标中进行预处理后, 选取了 5 个自然因子 (年平均风速、年相对湿度、年日照时数、年平均气温、年平均降水量 (或者年平均低云量)) 和 4 个人为因子 (城市非农业人口、建成区面积、建成区绿地面积、城市国民生产总值), 利用曲靖市 1974 年到 2011 年的数据资料对影响曲靖市降水量和低云量的影响因子进行分析, 将曲靖市降水量和低云量作为参考系列, 其余 9 项作为比较系列, 通过灰色关联度计算各比较系列与参考系列的关联度如表 4 ~ 7 所示。

从表 4 ~ 表 7 中可以看出, 降水量和低云量的影响因子中人为因子的影响比气象因子影响大。人为因子中对降水量和低云量影响最大的是建成区非

表 4 曲靖市降水量与自然因子之间的关联度

Tab. 4 The correlation between Precipitation and natural factors in Qujing City

| 因子      | 关联度       | 因子    | 关联度       |
|---------|-----------|-------|-----------|
| 年平均风速   | 0.701 466 | 年平均气温 | 0.610 931 |
| 年平均低云量  | 0.696 615 | 年日照时数 | 0.459 85  |
| 年平均相对湿度 | 0.546 896 |       |           |

表 5 曲靖市降水量和人为因子的关联度

Tab. 5 The correlation between Precipitation and human factors in Qujing City

| 因子    | 关联度       | 因子     | 关联度       |
|-------|-----------|--------|-----------|
| 非农业人口 | 0.959 275 | 绿地面积   | 0.897 178 |
| 建成区面积 | 0.931 41  | 国民生产总值 | 0.734 51  |

表 6 低云量和自然因子之间的关联度

Tab. 6 The correlation between low cloud and natural factors in Qujing City

| 因子     | 关联度       | 因子      | 关联度       |
|--------|-----------|---------|-----------|
| 年平均风速  | 0.768 829 | 年平均相对湿度 | 0.744 269 |
| 年平均降水量 | 0.763 69  | 年日照时数   | 0.629 285 |
| 年平均气温  | 0.746 68  |         |           |

表 7 低云量和人为因子之间的关联度

Tab. 7 The correlation between low cloud and human factors in Qujing City

| 因子    | 关联度       | 因子     | 关联度      |
|-------|-----------|--------|----------|
| 非农业人口 | 0.970 395 | 绿地面积   | 0.899 51 |
| 建成区面积 | 0.941 35  | 国民生产总值 | 0.734 51 |

农业人口，自然因子中对降水量和低云量影响最大的是年平均风速。主要原因是，城市人口逐渐增多，一直呈上升趋势，建成区的面积也会不断扩大，城市空气中的凝结核增多，再加上城市道路的建设增加了下垫面的粗糙度，有利于湍流的形成，从而有利于云雨的形成；干季（11~次年4月）云南高原多为偏西风气流控制，气流来自内陆，湿度小风速大，不利于天气系统的停滞和缓行，形成干旱少雨的干季；相反雨季（5~10月）风来自热带高温高湿洋面，风速比春季小，有利于暖湿天气系统的停滞和缓行，从而形成了暖湿多雨的雨季。

5 结论

（1）曲靖市降水量夜间比白天多；月变化呈单峰型，夏秋多，冬春少，6月降水量最多12月最少；曲靖市降水量的年变化是有波动，但总体呈下降趋势。

（2）城市和郊区降水量对比分析发现，降水量日变化是白天城市多，夜晚郊区多；年变化是城市和郊区差值越来越小，曲靖市最近8年的降水量超过郊区。

（3）城市低云量日变化14时低云量在一天中最高，20时最低；低云量的月变化是夏秋多，冬春少；低云量的年变化是逐渐增多。

（4）城市和郊区低云量对比分析发现，日变化是08时和20时前后都是城市低于郊区，而14时前后城市多于郊区；年变化是，前20年是城市少于郊区，近18年是城市反而多于郊区。

（5）对降水量和低云量影响最大的自然因子是年平均风速，人为因子是非农业人口，且人为因子比自然因子的影响更大。

参考文献：

[1] 周淑贞，束炯．城市气候学[M]．北京：北京气象出版社，1994：207-225.

[2] 陈少勇，董安祥．祁连山区低云量的气候变化与异常研究[J]．高原气象，2006，25（3）：545-548.

[3] 李昕翼，肖国杰，白爱娟，等．成都地区降水时空变化分布变化[J]．气象科技，2011，39（4）：417-422.

[4] 李汀，严欣，琚建华．MJO活动对云南5月降水的影响[J]．大气科学，2012，36（6）：1101-1111.

[5] 王馨，张一平，西双版纳勐仑地区降雨特征及变化趋势分析[J]．热带气象学报，2005，21（6）：658-664.

[6] 何萍，李宏波，张树超．云南高原楚雄市干湿度变化分析[J]．楚雄师范学院学报，2010，25（9）：56-64.

[7] 何萍，李宏波，黄惠．1960—2009年云南高原楚雄市气候年代际变化特征及城市气候分析[J]．地理科学进展，2011，30（1）：65-72.

[8] 李宏波，何萍．云南高原城市发展对降雨的影响分析——以楚雄市为例[J]．山地学报，2011，29（5）：575-580.

[9] 何萍，陈辉，李宏波，等．云南高原中小城市热岛效应因子的灰色分析[J]．地理科学进展，2009，28（1）：25-32.

[10] 赵娜，刘树华，牡辉，等．城市化对北京地区日照时数和云量变化趋势的影响[J]．气候与环境研究，2012，17

(2): 33 – 243.

- [11] 廖镜彪, 王雪梅, 李玉欣, 等. 城市化对广州降水的影响分析 [J]. 气象科学, 2011, 31 (4): 384 – 390.
- [12] 张天宇, 程炳岩, 李永华, 等. 重庆主城区近百余年降水的变化特征 [J]. 西南师范大学学报, 2011, 36 (6): 99 – 104.
- [13] 蔡雯悦, 徐祥德, 孙绩华. 青藏高原东南部云状况与地表能量收支结构 [J]. 气象学报, 2012, 70 (4): 837 – 846.
- [14] 王传辉, 周顺武, 唐晓萍, 等. 近 48 年青藏高原强降水量的时空分布特征 [J]. 地理科学, 2011, 31 (4): 470 – 477.
- [15] 唐道来, 徐利岗. 气候变化背景下新疆地区降水时空变化特征分析 [J]. 水资源与水工程学报, 2010, 21 (3): 73 – 79.
- [16] 牛晓瑞, 王淑瑜, 李杉. 1961 ~ 2005 年新疆夏季低云量长期变化特征及影响因素分析 [J]. 气候与环境研究, 2012, 17 (1): 59 – 67.
- [17] 刘思峰, 党耀国, 方志耕. 灰色系统理论及其应用 [M]. 北京: 科学出版社, 2004: 51 – 95.

## ANALYSIS CHARACTERISTICS OF TEMPORAL AND SPATIAL VARIATION OF PRECIPITATION AND LOW CLOUD COVER IN QUJING CITY

LI Jin – xiao<sup>1</sup>, HE Ping<sup>2,3</sup>, BAO Tao<sup>4</sup>, LI Hong – bo<sup>5</sup>

(1. College Of Environmental Science And Engineering, Nanjing Information Engineering University, Nanjing 210044, China;

2. The Department of Geography And Tourism Management, Chuxiong Normal University,  
Chuxiong 675000, Yunnan, China;

3. The Department of Atmospheric and Ocean Science, Peking University, Beijing 100084, China;

4. The Institute of Tourism and Geography, Yunnan Normal university, Kunming 650092, Yunnan, China;

5. Lincang Meteorological Observatory, Lincang 677000, Yunnan, China)

**Abstract:** Basing On the meteorological data of precipitation and low cloud cover in Qujing City and its suburbs during 1974 – 2011, this paper analyze its rule of daily variation, monthly variation and annual variation, Make a comparison between the city and the suburbs, analyze the factors affecting the precipitation and the low cloud cover of Qujing City. The result shows that, the city precipitation in daylight is more than what at night, the daily variation of low cloud cover shows that which at 14 o'clock is the most sufficient. The monthly variation of precipitation and low cloud shows that the precipitation and low cloud in summer and autumn is more than that the winter and spring. The annual variation of precipitation has been trending down and the annual variation of low cloud cover has been trending up. Compare the city with the suburbs we can find that the daily variation of precipitation is city's is more than the suburbs' in the day, but the suburbs' is more than city's at night. The difference of annual variation of precipitation is more and more small, and the precipitation of city is more than the precipitation of suburbs in the past 8 years. On the other hands, compare city low cloud with suburbs low cloud we can find that the daily variation is that the city low cloud is less than the suburbs low cloud before and after 8 o'clock and 20 o'clock, but the city low cloud is more than the suburbs low cloud before and after 14 o'clock. The annual variation shows that the city low cloud is less than the suburbs low cloud in the first 20 years, but the city low cloud is more than the suburbs low cloud in the past 18 years. we draw a conclusion which is that the main factor which influence precipitation and low cloud cover in natural factors is annual average wind speed, and the main factor which influence intensity of precipitation and low cloud cover in human factors is non – agricultural population, and human factors factors is more influential than natural factors.

**Key words:** precipitation; low cloud cover; change features; Qujing City

# 地面辐合线锋生激发黔西南州冰雹天气的个例分析

崔庭<sup>1</sup>, 杜晓玲<sup>2</sup>, 孙旭东<sup>1</sup>

(1. 黔西南州气象局, 贵州 兴义 562400; 2. 贵州省气象台, 贵州 贵阳 550002)

**摘要:** 本文利用 NCEP\ NCAR $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 资料、实况观测资料及黔西南州多普勒雷达资料, 对 2012 年 4 月 19 日傍晚发生在黔西南州的一次冰雹天气进行了诊断分析。分析表明: 低层切变和地面辐合线是本次冰雹天气的主要影响系统; 北部发生在对流性不稳定层结中,  $0^{\circ}\text{C}$  层高度满足冰雹发生的环境; 偏北路径弱冷空气南下激发了地面辐合线锋生, 促使对流不稳定能量释放, 产生对流; 在多普勒雷达图上发生冰雹时出现了有界的弱回波及悬垂回波特征。

**关键词:** 黔西南州; 地面辐合线; 垂直涡柱; 弱回波区

**中图分类号:** P458.3      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1001-7852(2013)02-0101-05

## 0 引言

冰雹天气是影响黔西南州的重要灾害之一, 它具有空间尺度小, 时间尺度短, 突发性强, 破坏力大的特点, 黔西南州每年都要不同程度的遭受冰雹天气袭击, 给人民的生命财产安全、工农业生产等带来严重威胁。各级党委政府和相关部门高度重视, 因此, 深入研究冰雹发生前的天气系统特征非常有必要。近年来, 国内外已有很多专家对不同地区的冰雹特征做了详细的分析, 也得出了不少方法。如孙继松等研究了地形热力和动力作用对冰雹等强对流天气的影响<sup>[1]</sup>; 钱传海等得出强对流天气发生前高层的干冷空气倾斜状向下侵入到对流层中低层附近, 对强对流天气的发生发展起了非常重要的作用<sup>[2]</sup>; 杨晓霞等分析了华北南部冰雹天气的产生机制<sup>[3]</sup>。上述研究成果对我们认识冰雹天气的发生发展有很好的指示作用, 也对冰雹灾害的形成机理提供了较好的天气动力学基础。

黔西南州位于  $104^{\circ}31' \sim 106^{\circ}32'E$  和  $24^{\circ}37' \sim 26^{\circ}11'N$ , 属亚热带季风湿润气候。地处黔、滇、桂 3 省

区结合部, 云南高原向广西丘陵过渡的斜坡上, 地形地貌复杂, 在全球变暖的大背景下, 本地区发生极端天气气候事件也尤为频繁。从黔西南州 1961 ~ 2008 年四季冰雹频次统计, 春季冰雹频次最多, 占全州冰雹总频次的 71.8%; 冬季次之, 占全州冰雹总频次的 13.4%; 夏季再次之, 占全州冰雹总频次的 9.1%; 秋季冰雹频次最少, 仅占全州冰雹总频次的 5.6%; 全州一年 12 个月均有冰雹出现, 4 月冰雹频次最多, 占全年冰雹总频次的 36.4%<sup>[1]</sup>, 所以对春季发生的冰雹天气的影响系统及形成机理研究也很有必要。2012 年 4 月 19 日 16 时 40 分至 19 时 30 分出现了一次自西北东南向的冰雹天气, 全州大部 5 个县市不同程度遭受冰雹袭击, 降雹持续时间最长为 5 分钟, 最大冰雹直径为 25 mm, 造成 9 人受伤, 多人转移, 大面积的房屋受损, 农作物受灾, 家禽死亡等等。从分析来看, 这次是因地面辐合线锋生, 促使对流不稳定能量释放, 产生冰雹天气。这次冰雹天气特征不是很明显, 从图上分析是由静止锋控制的一个稳定大气, 所以漏报了此次冰雹天气过程, 所以有必要总结这次冰雹天气过程。本文主要探讨中低空天气系统配置, 冰雹产生的物理机制及触发



机制, 希望为今后黔西南州预报此类冰雹天气提供有价值的参考。

## 1 资料与方法

本文主要利用每天高空与地面 08 时、20 时观测的风场、气压场、温度场、相对湿度场资料, 能量指数与稳定指数, NCEP1.0°×1.0°再分析资料, 多普勒天气雷达等资料, 从大气环流背景、物理机制、雷达回波特征等方面对 2012 年 4 月 19 日傍晚强冰雹天气的热力、动力机制进行研究, 揭示了其发生发展的客观规律。

## 2 中尺度分析和主要影响系统

分析图 1 可得, 2012 年 4 月 19 日 08 时, 500 hPa 中高纬为多槽脊型, 四川西部高空槽未来东移影响贵州省; 700 hPa 四川中部有一切边线维持, 贵州省受西南气流影响; 850 hPa 切变位于贵州省南部边缘地区, 湿舌从中国南部一直伸展到贵州省北部, 最大湿区位于静止锋后; 地面位于滇黔静止锋位于滇黔之间, 靠冷区一侧。综合分析这次冰雹天气过程: 500 hPa 高原上有高空槽东移, 带动中层冷空气南下; 850 hPa 切变线维持, 且存在最大湿区, 有利于水汽辐合上升; 地面处于弱滇黔静止锋附件。所以这次天气是由 500 hPa 高原槽东移带动中层冷空气激发地面辐合线锋生, 促使对流不稳定能量释放, 产生强对流天气的发生。

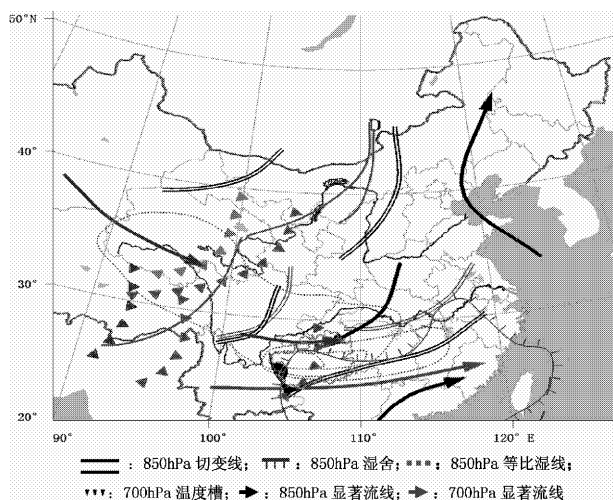


图 1 2012 年 4 月 19 日 08 时中尺度分析图

Fig. 1 Mesoanalysis at 08: 00 on April 19, 2012

## 3 环境场条件

### 3.1 稳定度分析

#### 3.1.1 不稳定指数分析

$K$  指数与  $SI$  指数对对流性天气有较好的指示作用。分析  $K$  指数 (图略), 08 时本地区  $K$  指数维持在 32℃, 到 20 时  $K$  指数上升到 37℃, 并逐渐往北扩展, 说明从 08 时至 20 时  $K$  指数呈明显增大趋势; 分析  $SI$  指数 (图略), 08 时只在黔西南州南部边缘维持负值区, 20 时负值区从黔西南州的南部边缘伸展至贵州省中部一线 (图 2), 本地区最大达到 -4℃。说明从 08 时至 20 时, 能量是在不断增大, 不稳定条件也是逐渐变强, 范围逐渐扩大, 可见降雹条件从上午开始逐渐变得有利。

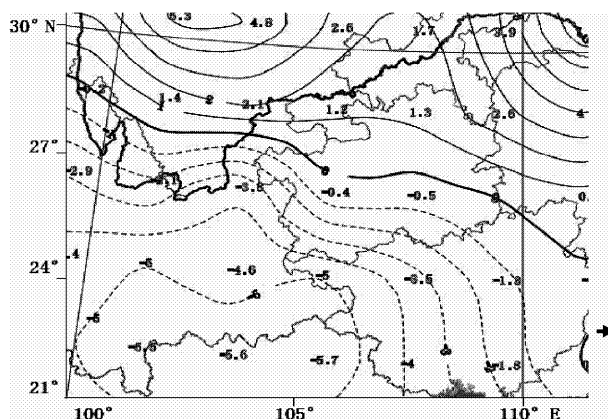


图 2 2012 年 4 月 19 日 20 时  $SI$  指数图 (单位:℃)

Fig. 2  $SI$  index at 20: 00 on April 19, 2012 (unit:℃)

#### 3.1.2 0℃层高度

0℃层高度 ( $H_0$ ) 和 -20℃层高度 ( $H_{-20}$ ) 可以用来表征积雨云内部结构特征。-20℃层高度反映了高层冷空气的强度, 0℃层高度则会影响到冰雹到达地面时的大小, 0℃和 -20℃层高度之差 ( $\Delta H$ ) 可以用来反映过冷水浓度的大小, 因为过冷水主要存在于 0℃和 -20℃层高度之间, 对于定量的过冷水  $\Delta H$  越小过冷水浓度越大, 越有利于冰雹碰撞并增长。根据陈晓燕等<sup>[5]</sup>对黔西南州冰雹时空分布及春夏冰雹环境条件分析, 黔西南州春季冰雹有利的 0℃高度 610 hPa 左右, -20℃层高度 390 hPa 左右,  $\Delta H$  为 220 hPa。4 月 19 日 08 时 0℃高度为 580 hPa, -20℃层高度 450 hPa,  $\Delta H$  为 130 hPa, 说明这次 0℃层高度和 -20℃层高度非常利用

冰雹的增长。

### 3.1.3 Qse 垂直分布特征分析

当  $\frac{\partial Q_{se}}{\partial p} > 0$  时表明这里的大气层级处于对流不稳定。分析 2012 年 4 月 19 日 14 时沿 105°E 作垂直剖面图。如图 3 的 Qse 场分布特征，在 24°~25°N 存在假相当位温线密集区，说明在黔西南州存在较为明显的锋区，锋区略向北倾斜，通过几个时次的分析看出锋区不断南北摆动，08 时至 14 时锋区由南向北摆动，14 时至 20 时锋区由北向南摆动，而冰雹天气就出现在锋区由北向南摆动的过程中。从图上还可以看出低层 750 hPa 以下 Qse 随高度的变化而减小，说明低层大气处于对流不稳定，有利于对流活动的产生。

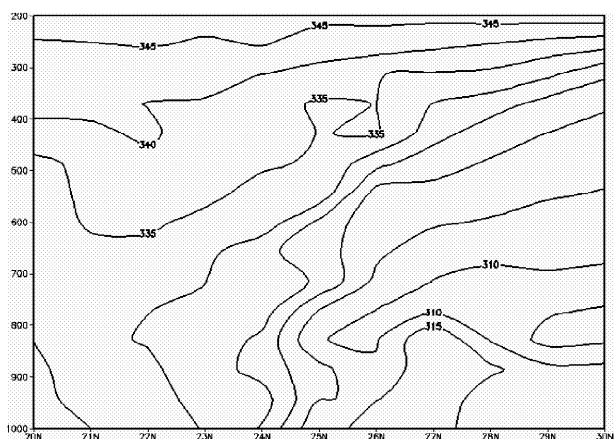


图3 2012年4月19日14时沿117°E Qse (单位: K)

Fig.3 Vertical section along 117°E Qse (solid lines, unit: K) at 14:00 on April 19, 2012

### 3.2 干侵入作业

干侵入是指对流层顶附件高层下沉至中层或低层的干空气，通常说的干侵入，是下沉支气流的触发（启动）机制。为研究本次强对流天气，考虑对干空气的标准没有达成共识，本文定义相对湿度  $\leq 40\%$  的空气代表干空气。图 4 显示的是强对流天气发生前 14 时，本地区 (24°~25°N) 的相对湿度和气流场的沿 105° 的垂直剖面图，其中气流场为南北向风速与垂直速度的合成。从图中可以看出，强对流天气发生前，25°N 以北的对流层顶为干空气下沉区，这股干空气象楔子一样自北向南，自上而下的倾斜地插入到湿空气里，增强了空气柱的对流不稳定，而干侵入的南部为能量锋区，使得雷暴系统得以发展。以上分析表明，干侵入对本次强对流天气的发生发展起了非常重要的作用。

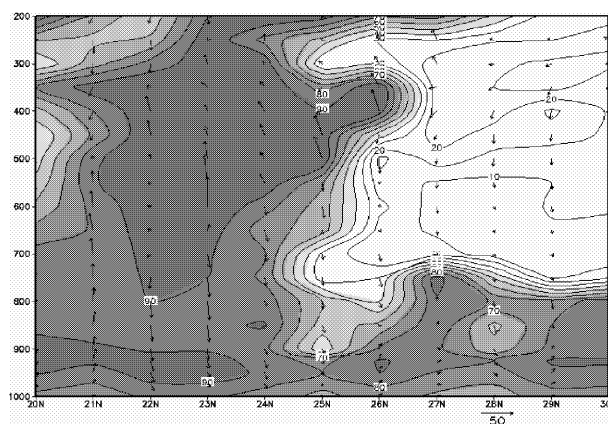


图4 2012年4月19日14时沿105°E相对湿度(实线, 阴影区为相对湿度大于40%, 单位:%)、气流场(矢量箭头, 由南向北风速与垂直速度合成)垂直剖面图

Fig.4 Vertical section of relative humidity (solid lines, the relative humidity of shaded area was greater than 40%, unit: %), airflow (vector, combination of  $v$  and  $\omega$ ) along 105°E at 14:00 on April 19, 2012

### 3.3 触发条件

#### 3.3.1 冷空气南下激发准静止锋上对流发生

温度平流不仅是造成大气层结不稳定，而且还是大气斜压性的一个度量<sup>[5]</sup>。分析 2012 年 4 月 19 日 14 时沿 25.5°N、104°~106°E 垂直剖面图。

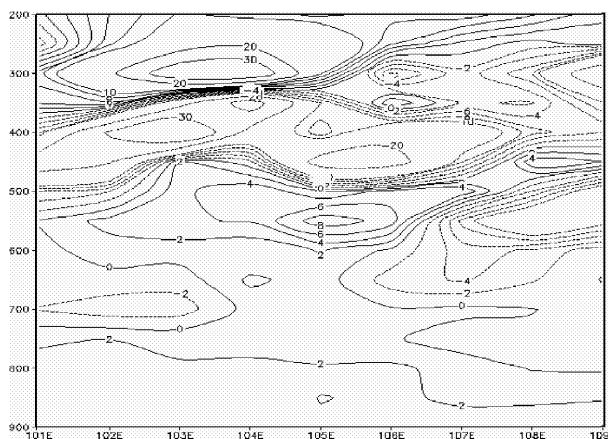


图5 2012年4月19日14时沿25.5°N温度平流经向垂直剖面(单位:  $\times 10^{-5} \text{K} \cdot \text{s}^{-1}$ )

Fig.5 Vertical section of temperature advection along 25.5°N at 14:00 on April 19, 2012 (Unit:  $\times 10^{-5} \text{K} \cdot \text{s}^{-1}$ )

2012 年 4 月 19 日 08 时 (图略), 600 hPa 以下为弱的暖平流, 在 400 hPa 有强的冷平流, 中心值为  $-26 \times 10^{-5} \text{K} \cdot \text{s}^{-1}$ , 在 300 hPa 较强暖平流, 中心值为  $18 \text{hPa} \times 10^{-5} \text{K} \cdot \text{s}^{-1}$ , 到 14 时如图 5, 中低层暖平流明显增强, 中高层有冷平流补充, 使得冷平流

下沉到 450 hPa, 上层冷平流也下沉到 350 hPa, 这种暖冷暖的高中低层结不稳定配置更紧密, 更有利于冰雹天气的发生、发展, 而冰雹区域处于高中低温度平流强中心相对应的区域, 随着这种系统配置减弱东移冰雹天气随着结束。说明这次冰雹天气过程是中高层冷平流入侵触发了此次冰雹天气过程。

### 3.3.2 边界层的辐合抬升

利用贵州省自动站每小时加密资料分析 (图略), 08 时在黔西南州中部偏西的地方有一条西北东南向的辐合线, 在 14 时辐合线不断往北抬, 14 时以后辐合线又南掉, 而对流单体 16 时在辐合线后部沿辐合线方向西北东南的移动, 逐渐减弱消散, 所以地面辐合线有利于对流云团的发生发展。

### 3.4 动力条件

分析 14 时涡度场的垂直结构特征可以看出 (图略), 在 14 时,  $24.5^{\circ} \sim 26.5^{\circ} \text{N}$  (能量锋区) 有一个极强的气旋性涡柱由地面伸展到 400 hPa, 400 ~ 350 hPa 有负涡度, 350 hPa 以上则又表现为正涡度。从地面至 400 hPa 的正涡度柱随锋区略有向北倾斜, 正涡度中心在 850 hPa 附近。在正涡度柱的

南北两侧分别有高度不同的负涡度区。垂直涡柱的这种配置表明低空有强烈的辐合入流, 并伴有强上升运动, 有利于强对流天气的发生<sup>[6]</sup>。

## 4 雷达资料分析

在冰雹等强对流天气的临近预报中, 雷达资料能够更好的反应对流云团的强度、影响, 故对兴义多普勒雷达回波特征进行进一步分析, 找出冰雹天气的回波特征。

分析这次冰雹天气最强时刻的垂直剖面如图 6, 它具有宽大的有界的弱回波及其上的强大的悬垂回波, 且弱回波区与回波移动方向一致, 说明是入流区, 且回波的发展较为旺盛, 强中心高度到 10 km, 随着这个对流单体的减弱消散冰雹天气随之结束<sup>[7]</sup>。

分析较强时刻的径向速度, 低层是一个沿径向方向的辐散, 离该云图最近的测站安龙县城出现了 12.6 m/s 的极大风速; 而在中层可以看到明显的中气旋如图 6, 而随着中气旋的减弱, 该云图也逐渐减弱。

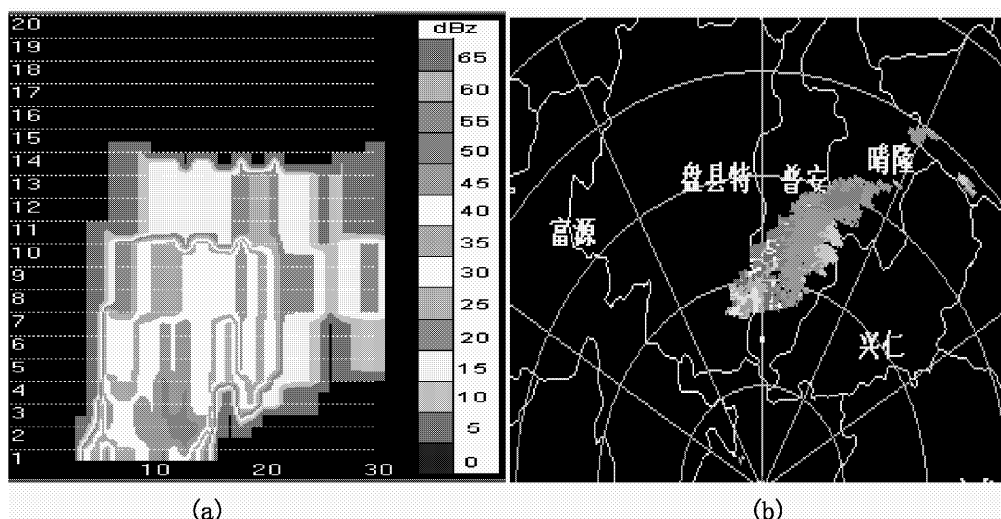


图 6 2012 年 4 月 19 日 16 时 53 兴义雷达回波垂直剖面图 (a) 与  $1.5^{\circ}$  径向速度图 (b)

Fig. 6 Vertical section (a) and  $1.5^{\circ}$  radial velocity (b) at 16: 53 on April 19, 2012 from Radar echoes of Xingyi

## 5 结论与讨论

(1) 850 hPa 低层切变和地面辐合线是本次冰雹天气的主要影响系统, 500 hPa 高原槽东移带动中层冷空气南下激发地面辐合线锋生, 促使对流不稳定能量释放, 产生冰雹天气。

(2) 地面辐合线不仅为本次强对天气提供动力条件, 而且还影响强对流云团的移动方向。

(3) 这次冰雹天气温度平流的配置为暖冷暖, 在冰雹发生前, 中层有冷平流补充, 有利于触发此次冰雹天气, 且随着暖冷暖这种系统配置的减弱东移而结束。

(4) 能力锋及锋区上强的正涡度柱为此次强对

流天气过程提供有利的热力与动力条件。

(5) 这次冰雹天气是一个对流单体从生成到消亡的一个过程, 本次强对流天气云图具有宽大的有界的弱回波及其上的强大的悬垂回波, 并在中层有中气旋, 回波顶发展越高, 冰雹直径越大的特点。

综合分析这次冰雹天气过程, 滇黔静止锋出现

冰雹天气较少见, 要从 08 时天气图上分析出此次天气过程是比较困难, 所以要预报这种天气系统所发生的冰雹天气难度较大, 我们只有不断总结和探索这些系统引起冰雹天气的一些环流配置和物理机理, 才能为今后预报本地区的冰雹天气有所提高。

#### 参考文献:

- [1] 孙继松, 石增云, 王令. 地形对夏季冰雹事件时空分布的影响研究 [J]. 气候与环境研究, 2006, 11 (1): 39 - 46.
- [2] 钱传海, 张金艳, 应冬梅, 等. 2003 年 4 月江西一次强对流天气过程的诊断分析 [J]. 应用气象学报, 2006, 32 (3): 460 - 467.
- [3] 杨晓霞, 张爱华, 贺业坤. 连续冰雹天气的物理量场特征分析 [J]. 气象, 2000, 26 (4): 50 - 54.
- [4] 陈晓燕, 罗松, 杨玲. 黔西南州冰雹时空分布及春夏冰雹环境条件分析 [J]. 暴雨灾害, 2010, 29 (1): 1 - 6.
- [5] 朱乾根, 林锦瑞, 寿绍文, 等. 天气学原理和方法 [M]. 北京: 气象出版社, 2000.
- [6] 许新天, 王楠, 刘瑞芳, 等. 2006 年陕西两次强对流冰雹天气过程对比分析 [J]. 高原气象, 2010, 29 (2): 447 - 460.
- [7] 俞小鼎, 姚秀萍, 熊廷南, 等. 多普勒天气雷达原理与业务应用 [M]. 北京: 气象出版社, 2006.

## THE ANALYSIS ON HAIL WEATHER EXCITED BY GROUND CONVERGENCE LINE FRONTOGENESIS IN SOUTHWEST OF GUIZHOU PROVINCE

CUI Ting<sup>1</sup>, DU Xiao - ling<sup>2</sup>, SUN Xu - dong<sup>1</sup>

(1. Meteorological Bureau of Southwest, Xingyi 562400, Guizhou, China;

2. Meteorological Observatory of Guizhou Province, Guiyang 550002, Guizhou, China)

**Abstract:** Based on NCEP \ NCAR  $1^{\circ} \times 1^{\circ}$  data、observation data and Doppler radar data of southwest of Guizhou Province, the hail weather on the evening of April 19, 2012 in southwest of Guizhou Province was analyzed. The results show that lower shear and ground convergence line are the main affecting systems of the hail weather. The north was convection instable layer,  $0^{\circ}\text{C}$  height satisfied the environment of generating hail. The week cold air of north way southwards excited ground convergence line frontogenesis, which urged convection instable energy release, generated convection. The bounded week echo wave and pendant echo wave appeared on Doppler radar graph as hail weather occurred.

**Key words:** southwest of Guizhou Province; ground convergence line; vertical vorticity - pole; week echo wave area

# 云南省秋季降水时空分布规律

谢志昂, 朱欢欢, 林茂军, 曹 杰\*

(云南大学 大气科学系, 云南 昆明 650091)

**摘要:** 利用云南省124个气象观测站1961年至2009年逐月降水观测数据, 通过EOF方法、谱分析、Mann-Kendall分析等方法对云南省秋季降水时空分布规律进行了分析。结果表明: 云南省秋季降水主要特征是全省降水的一致多雨或少雨型, 其方差贡献占总体的33.87%, 时间演变周期为2~3年。云南省秋季降水另一特征模态为西北-东南的反向变化, 占方差贡献的14.39%, 时间上无显著的变化周期。云南省秋季降水在近50年的时间范围内具有7.7 mm/10a的减少趋势, 并在2001年时发生了突变。其中, 云南东部是秋季降水减少最显著的地区。

**关键词:** 秋季降水; EOF; 功率谱; Mann-Kendall分析

**中图分类号:** P426.6

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-7852(2013)02-0106-05

## 0 前言

近年来, 云南各种极端天气气候事件频繁发生, 如2005年云南出现的有气象记录以来最为严重的春夏连旱, 共造成农业经济损失53亿元, 工业经济损失约80亿元<sup>[1]</sup>。2009/2010年秋、冬季云南包括中国西南地区降水持续偏少, 气温偏高, 出现了罕见的干旱天气。持续的干旱导致全省大量库塘出现干涸, 水资源严重匮乏。城乡居民的饮水安全受到威胁, 大量山区人畜饮水和城镇居民生活用水出现严重困难, 花卉、林业、茶叶、橡胶、蔗糖等产业也因旱灾损失巨大, 以农产品为主要原料的烟草、制糖、食品等加工业受到影响, 水电发电量急剧下降, 对工业企业产生了较大影响。2010年3月云南全省平均合计降水量仅为87.1 mm, 突破1951年以来的历史同期极小值<sup>[2]</sup>。鉴于云南省干旱问题的日趋严重, 近年来对云南省降水的研究成为一项重要的内容。云南省干湿季分明, 雨水基本集中在雨季的5~10月, 所以对这一时段云南省降水的研究成为一个热点, 有了很多研究成果。彭贵

芬等对云南省干旱情况分月研究指出了云南省干旱月变化趋势: 云南1~3月干旱最严重, 其次是11~12月, 再次是4~6月上旬, 9~10月干旱较轻, 6~8月基本不受干旱的影响。并且4~6月上旬和9~10月这两个时段干旱有发展加重的气候变化趋势<sup>[1]</sup>。黄慧君等则分析了2009/2010年秋冬季的干旱与副高、西风带环流的关系<sup>[2]</sup>。郑春怡等通过对云南省降水年际与年代际变化的研究, 发现云南省雨季降水异常2~6年的年际变化特征和准30年的年代际变化特征, 并指出了其与南印度洋和南海海域热分布状况的很好相关关系<sup>[3]</sup>。杨素雨等分析了2009年云南省降水极端偏少的显著气候特征, 指出了其与大尺度环流异常的联系<sup>[4]</sup>。陶云等研究指出, 云南省夏秋季降水有减少特征, 并且具有突变点, 另外降水存在明显区域分布差异, 而且进一步分析了其与气候变暖的关系<sup>[5]</sup>。谭志强等的研究指出西南片区2009年秋季降水异常偏少是热力和动力因素共同作用的结果, 但热力因素的影响大于动力因素的影响<sup>[6]</sup>。郭荣芬等人对西行热带气旋和云南省降水进行了统计分析, 结果表明云南几乎每年都受到西行热带气旋的影响, 年代际分布总体呈下

收稿日期: 2013-03-15; 修订日期: 2013-04-04.

基金资助: 云南大学资源环境与地球科学学院第二届本科教学质量与教学改革工程(本科生创新实验项目)资助。

作者简介: 谢志昂(1991-), 男, 浙江省人, 本科生。

\* 通讯作者。

降趋势，且发生在7~9月最多<sup>[7]</sup>。

但这些研究大部分集中在夏季降水的研究，而且很多集中于特定的极端年份，其中缺少对云南省秋季降水分布规律的系统研究。再加上云南地形复杂，其降水时空分布变化很大，对其秋季降水进行研究具有实际意义，通过云南省秋季降水的变化特征研究，可以从一个新的视角了解云南省近年来秋季气候异常的原因，为相关秋季旱涝灾害的防治提供参考。

## 1 资料和方法

### 1.1 资料

本文所使用的资料来自云南省124个气象观测站从1961年至2009年的逐月降水观测数据。为研究云南省秋季降水情况，笔者定义逐年9月、10月、11月月降水量之和为秋季降水量。根据陶云等人的研究，云南省大部分站点秋季降水均符合正态分布特征<sup>[8]</sup>，很好地保证了本文资料研究中统计学方法的有效性。

### 1.2 分析方法

(1) 通过谱分析方法<sup>[9]</sup>、经验正交展开方法(EOF)<sup>[9-14]</sup>对云南省秋季降水的时间演变和空间分布进行研究，研究了一、二两个模态下云南省秋季降水的特点，从而对降水的空间和时间分布主要特征有了基本认识。

(2) 利用线性倾向估计方法<sup>[15,16]</sup>对124站秋季平均降水量逐年时间序列进行分析，对云南省整

体降水情况进行了分析，找出总体变化趋势和异常降水年份，并根据秋季降水情况将序列分为3个时期。

(3)、应用Mann-Kendall突变分析法<sup>[16-20]</sup>和趋势检验<sup>[21]</sup>对云南省各站点进行逐站趋势分析，对各站年际变化的趋势和突变特征进行了分析，并与整体变化特征进行比较，最终对云南省秋季降水时空分布规律有一个全面的认识。

## 2 云南省秋季降水时空演变特征

### 2.1 时空变化 EOF 分析

利用经验正交展开分析法(EOF)对云南124个测站1961~2009年秋季降水序列进行分析，前3个特征场累计方差贡献达到了55.94%，第四特征场开始对整体的方差贡献已经很小，以下列出了前3特征向量场的方差贡献。

表1 云南省秋季降水前三模态方差贡献

Tab. 1 The first three EOF modes of autumn precipitation in Yunnan Province

| 特征场  | 第一特征场  | 第二特征场  | 第三特征场 |
|------|--------|--------|-------|
| 解释方差 | 380170 | 161479 | 76092 |
| 方差贡献 | 33.87% | 14.39% | 6.78% |

由表1可知，前两个模态占到了云南秋季降水48.26%，表现了云南秋季降水的主要特点，下面主要分析了这两个模态的时间和空间特点。

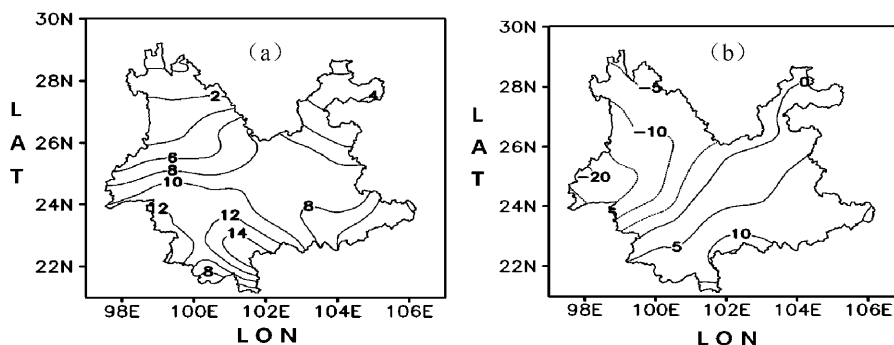


图1 云南秋季降水的 EOF 第一特征向量空间分布图 ((a) 图为第一模态, (b) 图为第二模态)

Fig. 1 The first (a) and second (b) EOF mode of autumn precipitation in Yunnan Province

图1(a)给出了云南省秋季降水量第一特征场，全区一致为正，即表现为全省秋季降水一致性偏多或偏少，这也说明在第一特征场中云南秋季干旱或洪涝的全省一致性。图中正的大值区呈带状分

布，荷载量大致呈现纬向分布的特征。荷载量大值区主要位于南部地区，包括普洱、江城、景洪等地，而香格里拉、丽江等地为荷载量最小的地区。同时对云南省秋季降水的 EOF 第一时间主成分进行

功率谱分析 (图略), 计算得对应周期为 2~3 年。

图 1 (b) 给出的是云南省秋季降水量第二特征场反映了云南省秋季降水分布的区域差异。从正负值分布看, 云南秋季降水第二类空间分布型是西北-东南向型, 其表现为西北与东南降水反向型。表明在第二特征场中云南西北部 and 东南部的降水变化趋势相反, 正的载荷量大值区主要位于绿春、元阳、红河一带, 而负的载荷量大值区主要位于保山一带。其方差贡献为 14.39%, 是云南第二主要的空间分布型。而在第二特征场中的时间序列全部没有通过功率谱检验, 不存在周期。

## 2.2 线性倾向估计

图 2 是云南省 49 年 (1961~2009 年) 秋季降水量年际变化图。从图 2 可以看到, 云南省秋季降水量呈现年际震荡, 但总体呈缓慢减少趋势, 49 年总体减少趋势为 7.7 mm/10a, 这与陶云等利用线性趋势分析方法获得的结果基本一致<sup>[5]</sup>。经计算, 全省秋季降水的年均值为 258.55 mm。根据降水量可以分为 3 个阶段, 第 1 阶段从 1961 年到 1981 年为相对稳定期, 降水量年均值为 261.21 mm, 与 49 年的均值相差不大, 这阶段降水量呈逐年波动减少趋势, 但减少不十分明显。第 2 个阶段从 1982 年到 2001 年多雨期, 降水量的年均值为 273.32 mm, 这 20 年秋季降水总体偏多, 20 年中仅有 6 年降水距平为负值, 其余年份降水量都在均值之上, 多雨期的年均降水比 49 年的均值多 14.77 mm。第 3 阶段 2002 年到 2009 年少雨期, 其降水量年均值为 225.48 mm, 这个阶段整体降水量少, 少雨期的年均降水比 49 年的均值少 33.07 mm, 且年均降水降幅十分明显, 其中 2009 年是云南自 1961 年来秋季降水最少的一年。

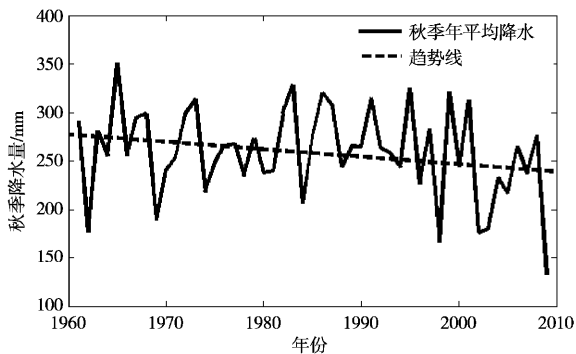


图 2 云南省秋季降水量年际变化曲线图  
Fig. 2 The interannual variability of autumn precipitation in Yunnan Province

## 2.3 Mann-Kendall 趋势分析与突变分析

图 3 是云南省各站秋季降水的 Mann-Kendall 秩相关检验统计量分布图。从图 3 中可知, 滇西北地区秋季降水呈上升趋势, 其他地区则呈下降趋势。对云南省平均秋季降水计算得到的趋势值  $\beta$  为 -0.61, 秩相关统计值  $Z$  为 -1.34, 没有通过 0.05 显著性检验, 表明云南省秋季降水整体表现为下降趋势, 但趋势不明显, 这与笔者之前的线性倾向计算的结论是一致的。同时也计算了全省 124 个测站的趋势值  $\beta$  和秩相关统计值  $Z$ , 其中秋季降水为减少趋势的测站有 91 个 (占全省测站数 73.4%), 有 15 个测站减少趋势站通过了 0.05 或以上显著性水平检验; 有 31 个测站 (占全省测站数 25%) 秋季降水为增加趋势, 均没有通过 0.05 显著性检验。由此可见, 云南 49 年来大部地区秋季降水以减少趋势为主。

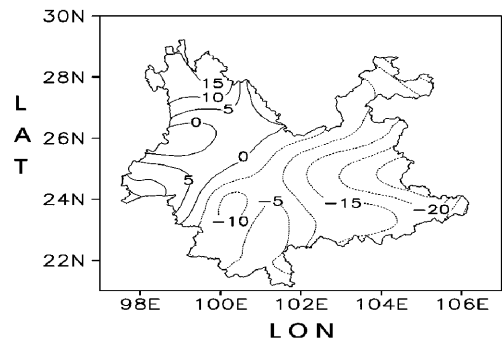


图 3 云南省秋季降水的 Mann-Kendall 检验  $Z$  值分布图 (数值放大 10 倍)

Fig. 3 The value  $Z$  of Mann-Kendall test for autumn precipitation in Yunnan Province

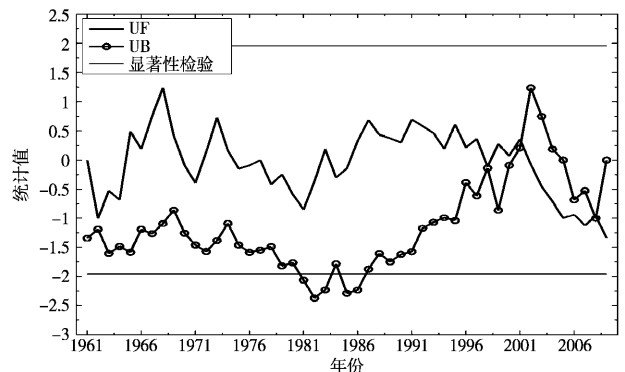


图 4 云南省年平均秋季降水 Mann-Kendall 突变分析图  
Fig. 4 Mann-Kendall test for year averaged autumn precipitation in Yunnan Province

对云南平均秋季降水时间序列进行的 Mann-Kendall 趋势分析和突变分析发现 (图 4), UF 与

UB 曲线的交点有两个, 分别为 2001 年与 2008 年, 综合考虑 UF 与 UB 曲线的形状, 可以确定云南省秋季降水发生突变年份为 2001 年, 与前文中对 3 个阶段分析的第二阶段和第三阶段时间节点是一致的。

表 2 秋季降水减少趋势最显著的前 5 个站及其降水发生突变的时间

Tab. 2 The top five stations with the largest decrease trend of precipitation and associated abrupt change years

| 项目   | 罗平   | 广南   | 师宗   | 宜良   | 元阳   |
|------|------|------|------|------|------|
| 突变年份 | 1997 | 1996 | 1998 | 1997 | 1999 |

表 3 秋季降水增加趋势最显著的前 5 个站及其降水发生突变的时间

Tab. 3 The top five stations with the largest increase trend of precipitation and associated abrupt change years

| 项目   | 施甸   | 福贡   | 腾冲   | 德钦   | 香格里拉 |
|------|------|------|------|------|------|
| 突变年份 | 1975 | 1975 | 1978 | 1983 | 1977 |

另外在云南省站点中各取  $z$  值极大与极小的 5 个站点进行 Mann - Kendall 趋势分析 (表 2 及表 3), 可以得出降水减少的突变集中于 1998 年附近, 而降水增加的年份比较集中于 1978 年附近。显著减少站点突变年份与云南平均秋季降水突变的年份

时间相较于接近。

### 3 结论

利用云南 124 个测站 1961 ~ 2009 年逐月降水量观测资料, 分析了云南秋季降水的时空变化特征。根据以上分析, 可得到以下几点主要结果:

(1) 根据 EOF 分析第一模态提供的空间分析, 云南省秋季降水一致偏多或偏少为其主要空间特征, 大致存在一个 2 ~ 3 年的显著性变化周期。第二模态表现出云南省秋季降水的西北 - 东南差异, 且并无表现出显著周期变化。

(2) 近 50 年来, 云南省秋季降水量总体呈缓慢减少趋势。根据降水的变化可以分为 3 个阶段: 第 1 阶段从 1961 年到 1980 年为相对稳定期, 略有减少趋势; 第 2 个阶段从 1981 年到 2000 年为总体多雨期; 第 3 阶段 2001 年到 2009 年为少雨期, 有显著减少趋势。

(3) 从秋季降水的变化存在明显的区域特征。滇西北秋季降水基本为增加趋势, 其余大部地区秋季降水为减少趋势。

(4) 云南省平均秋季降水量时间序列在 2001 年发生突变, 2001 年后全省秋季平均降水量较多年平均偏少。

### 参考文献:

- [1] 彭贵芬, 刘瑜, 张一平. 云南干旱的气候特征及变化趋势研究 [J]. 灾害学, 2009, 24 (4): 40 - 44.
- [2] 黄慧君, 李庆红, 高月忠, 等. 云南省 2009/2010 年秋冬季罕见干旱诊断分析 [J]. 热带地理, 2011, 31 (1): 28 - 33.
- [3] 郑春怡, 黄菲, 普贵明. 云南省雨季降水的年际年代际变化特征及其与热带上层海洋热含量分布的关系 [J]. 热带气象学报, 2003, 19 (3): 300 - 306.
- [4] 杨素雨, 张秀年, 杞明辉, 等. 2009 年秋季云南降水极端偏少的显著异常气候特征分析 [J]. 云南大学学报: 自然科学版, 2011, 33 (3): 317 - 324.
- [5] 陶云, 何群. 云南降水量时空分布特征对气候变暖的响应 [J]. 云南大学学报: 自然科学版, 2008, 30 (6): 587 - 595.
- [6] 谭志强, 余锦华. 西南秋季降水及其影响要素的气候变化特征 [J]. 河海大学学报: 自然科学版, 2012, 40 (2): 142 - 147.
- [7] 郭荣芬, 肖子牛, 李英. 西行热带气旋影响云南降水的统计特征 [J]. 热带气象学报, 2010, 26 (6): 681 - 686.
- [8] 陶云, 段旭. 云南降水正态分布特征的初探 [J]. 气象科学, 2003, 23 (2): 161 - 167.
- [9] 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法 [M]. 北京: 气象出版社, 2000.
- [10] 晏红明, 王灵, 周国连, 等. 云南夏季旱涝与前期冬季环流变化的关系 [J]. 应用气象学报, 2007, 18 (3): 341 - 349.
- [11] 周后福, 陈晓红. 基于 EOF 和 REOF 分析江淮梅雨量的时空分布 [J]. 安徽师范大学学报: 自然科学版, 2006, 29 (1): 79 - 82.
- [12] 王振华, 钱锦霞. 山西省秋季降水区划及变化规律 [J]. 安徽农业科学. 2008, 36 (28): 12353 - 12355.



- [13] 陈豫英, 陈楠, 王式功, 等. 近 55 年宁夏秋季降水的时空变化特征及其大尺度环流背景 [J]. 干旱区地理, 2009, 32 (1): 9 - 16.
- [14] 濮冰, 王绍武, 朱锦红. 中国东部四季降水量变化空间结构的研究 [J]. 北京大学学报: 自然科学版, 2007, 2 (1): 1 - 10.
- [15] 张天宇, 程炳岩, 李永华, 等. 重庆主城区近百余年降水的变化特征 [J]. 西南师范大学学报: 自然科学版, 2011, 36 (6): 100 - 104.
- [16] 郭圳勉, 黄先伦, 唐钱奎, 等. 广东阳江夏季降水的气候特征分析 [J]. 成都信息工程学院学报, 2011, 26 (2): 204 - 207.
- [17] 刘德地, 李梅, 楼章华, 等. 近 50 年来浙江省降雨特性变化分析 [J]. 自然资源学报, 2009, 24 (11): 1974 - 1982.
- [18] 曹洁萍, 迟道才, 武立强, 等. Mann - Kendall 检验方法在降水趋势分析中的应用研究 [J]. 农业科技与装备, 2008 (5): 36 - 40.
- [19] 张燕明, 文俊, 王新华, 等. 基于 Mann - Kendall 分析的昆明降雨与气温变化趋势研究 [J]. 安徽农业科学, 2011, 39 (25): 15755 - 15757.
- [20] 梁琼芳, 黄琳, 凌莉. 百色市日照时数变化特征分析 [J]. 气象研究与应用, 2010, 31 (4): 32 - 33.
- [21] XU Jianhua, CHEN Yaning, LI Weihong, et al. Wavelet Analysis and Nonparametric Test for Climate Change in Tarim River Basin of Xinjiang During 1959 - 2006 [J]. Chinese Geographical Science. 2009, 19 (4): 306 - 313.

## THE TEMPORAL - SPATIAL DISTRIBUTION OF AUTUMN PRECIPITATION OVER YUNNAN PROVINCE

XIE Zhi - ang, ZHU Huan - huan, LIN Mao - jun, CAO Jie

(*Department of Atmospheric Science, Yunnan University, Kunming 650091, Yunnan, China*)

**Abstract:** Based on the monthly precipitation data of Yunnan Province from 1961 to 2009, the temporal - spatial distribution of autumn precipitation over Yunnan Province were studied by using EOF analysis, power spectral analysis and Mann - Kendall test method. The results show that the autumn precipitation changing with the same sign is the most significant spatial pattern in Yunnan Province, which accounts for 33.87% of variance contribution. The first EOF mode has a significant oscillation period between 2 and 3 years. The second EOF mode is characterized by a reverse change between northwest and southeast Yunnan, which accounts for 14.39% of variance contribution. The second EOF mode does not have a significant oscillation period. The autumn precipitation of Yunnan tends to decrease with a rate of 7.7mm/10a, and appears an abrupt change around 2001, in which the most significant area locates at the eastern Yunnan Province.

**Key words:** autumn precipitation; EOF; power spectral analysis; Mann - Kendall test