

云南地理环境研究

第 22 卷 第 4 期 2010 年 8 月

目 次

怒江梯级水电站建设与大峡谷旅游创新发展探析	林锦屏, 李益敏, 郭来喜 (1)
返乡农民工旅游就业认知与意愿的实证研究	王 凯, 黄华芝 (6)
中国中部六省城乡人口异速生长过程分析	古 杰, 陈忠暖, 张少伟 (13)
互联网对城市人居活动的影响研究	
——以大连市为例	晋培育, 李雪铭 (20)
山地城镇空间结构演化中的自组织性	
——以云南临沧市城镇为例	王培茗 (27)
云南省区域人地关系及其空间差异实证研究	赵兴国, 潘玉君, 丁 生 (34)
滇越铁路车站等级设置与周边城镇化关系的探讨	张林艳, 何云玲, 刘晓芳 (40)
云南省区域经济空间格局及其演化	和瑞芳, 潘玉君, 徐艳飞 (46)
基于 GeoDA-GIS 的四川省县域经济空间分异研究	曾永明, 张 果 (52)
基于 GIS 的土地利用景观格局空间分析研究	
——以云南省泸西县白水镇为例	戴金华, 赵筱青 (59)
基于遥感影像数据的汉川市土地利用动态变化探讨	朱建英, 邓文胜, 王丽玲 (66)
玉龙雪山景区游客分布特征分析	丁 佼, 黄晓霞, 和克俭 (71)
青岛市城市化与生态环境发展协调性的定量评价	崔利芳, 任学慧 (77)
楚雄市 2008 年城市热岛效应实测数据分析	李宏波, 何 萍, 张杰兵 (82)
近 20 年来昆明市城市化进程对城市热岛效应的影响研究	赵庆由, 明庆忠 (87)
青藏高原未来气温变化趋势的 R/S 分析	罗隆诚, 王 俊 (93)
可拓方法在台风灾害危险性评估中的应用	刘少军, 张京红, 何政伟 (100)
全球气候变化下新疆湿地变化特征的初步分析	
——以博斯腾湖为例	何 瑛 (105)

YUNNAN GEOGRAPHIC ENVIRONMENT RESEARCH

Vol. 22 No. 4 Aug. 2010

CONTENTS

Cascade Hydropower Stations Construction of Nujiang River and New Approach to Grand Canyon
Tourism Development *LIN Jin-ping, LI Yi-min, GUO Lai-xi* (5)

An Analysis of the Will and Influencing Factors of Rural Workers' Tourism Employment in Guizhou Province
..... *WANG Kai, HUANG Hua-zhi* (12)

An Allometric Analysis of Six Provinces' Urbanization in Middle China
..... *GU Jie, CHEN Zhong-nuan, ZHANG Shao-wei* (19)

The Influence of Internet on Urban Human Activities
——A Case Study of Dalian *JIN Pei-yu, LI Xue-ming* (26)

Self-Organization in Spatial Structure Evolution of Mountainous Towns *WANG Pei-ming* (33)

The Empirical Research of Regional Man-Land Relationship and Spatial Differentiation in Yunnan
..... *ZHAO Xing-guo, PAN Yu-jun, DING Sheng* (51)

Explore the Relationship Between Station Rank Setting and Its Surrounding Urbanization
of Yunnan-Vietnam Railway *ZHANG Lin-yan, HE Yun-lin, LIU Xiao-fang* (45)

Spatial Pattern and Evolution of Regional Economic in Yunnan Province
..... *HE Rui-fang, PAN Yu-jun, XU Yan-fei* (51)

Study on County Economic Spatial Disparity Based on GeoDA-GIS in Sichuan Province
..... *ZENG Yong-ming, ZHANG Guo* (76)

Spatial Analysis for Landscape Pattern of Land Use Using GIS
——With Baishui Town of Luxi County in Yunnan Province as a Case *DAI Jin-hua, ZHAO Xiao-qing* (65)

Discussion of Land-Use Dynamic Change in Hanchuan City Based on Remote Sensing Image Data
..... *ZHU Jian-ying, DENG Wen-sheng, WANG Li-ling* (70)

The Temporal and Spatial Distribution Pattern of Visitors in Jade Dragon Snow Mountain
..... *DING Jiao, HUANG Xiao-xia, HE Ke-jian* (76)

The Quantitative Evaluation in Coordination of Qingdao Urbanization and Eco-Environment
..... *CUI Li-fang, REN Xue-hui* (81)

The Analyzing of Urban Heat Island Effect of Chuxiong City in 2008 with Measured Data
..... *LI Hong-bo, HE Ping, ZHANG Jie-bing* (104)

The Research of City Hot Island Effect on Kunming's Urbanization Process in the Recent 20 Year
..... *ZHAO Qing-you, MING Qing-zhong* (92)

R/S Analysis on the Trend of Climate Change in the Qinghai-Tibet Plateau in Future
..... *LUO Long-cheng, WANG Jun* (99)

Danger Assessment of Typhoon Hazard Based on Extension Method
..... *LIU Shao-Jun, ZHANG Jing-hong, HE Zheng-wei* (104)

Under Global Climate Change in Xinjiang Wetland Changes Preliminary Analysis
——A Case Study of Bosten Lake *HE Ying* (109)

怒江梯级水电站建设与大峡谷旅游创新发展探析

林锦屏^{1,2}, 李益敏², 郭来喜³

(1. 云南师范大学 旅游与地理科学学院, 云南 昆明 650092; 2. 云南大学 资源环境与地球科学学院, 云南 昆明 650091;
3. 中国科学院 地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要: 深度贫困的怒江傈僳族怒族自治州摆脱窘境的出路, 在于开发丰富的水电资源, 综合利用奇特壮丽的山水景观、得天独厚的自然生态、神秘奇特的民族文化、多种宗教和谐并存而又丰厚的历史文化综合旅游资源, 以发展特种旅游, 建成“天下神谷, 乐活怒江”旅游目的地系统, 将其推向世界。同时利用地缘优势, 使片马口岸升格为国家一级口岸, 联合缅甸科学有效开发、升值缅北多种优势资源, 将其转化为经济优势, 达到睦邻、友好、惠邻、共赢目标。使怒江州彻底摆脱贫困, 人民小康, 人地和谐, 让能歌善舞、敢于“上刀山, 下火海”、奇风异俗共聚的兄弟民族成为新产业的主人, 把怒江大峡谷建成为国人乃至世界探奇者乐游的新兴旅游目的地。

关键词: 怒江州; 梯级水电开发; 旅游目的地; 脱贫致富

中图分类号: TV74; F592

文献标识码: A

文章编号: 1001-7852(2010)04-0001-05

0 引言

云南省怒江州具有得天独厚的水利资源^[1,2], 是中国13大水电之一^[3], 创新发展旅游业具有极大的潜力^[4]和广阔的前景^[5,6]。怒江是一条跨中、缅、泰的国际河流, 至今未建干流梯级水电站的所谓“原生态河”, 同时又是人民固守宝贵财富而又处于相当贫困状态的河流^[7]。怒江中段峡谷近30万傈僳族、怒族、独龙族、藏族、白族等兄弟姐妹, 大部分尚在温饱线上挣扎, 农民年人均收入只有千元, 不到全国平均值的1/4, 和联合国人均365美元最低标准相距甚远, 也赶不上国家新的脱贫线。贫困面和贫困程度高居云南省之首^[8], 如何找到怒江州脱贫致富的新思路是新时期摆在我们面前的新命题。

怒江中游是中国诸大河流域的“水电富矿”, 落差集中(见封底图版I图1), 水量巨大(是黄河年平均流量的1.6倍), 在怒江这种极为特殊的高山峡谷上建电站(见封面图版II图2), 投资少、

效益高、移民少^[9]。怒江中下游河段全长742 km, 天然落差达1 578 m。水电部门规划的十三级梯级电站, 利用落差1 250 m, 总装机 $2\,155 \times 10^4$ kW, 年利用达4 500小时以上, 年发电量可达 $1\,015.5 \times 10^8$ kW·h, 平均每kW造价4 205元。根据专家论证, 推荐马吉、亚碧罗、六库和赛格为优先开发工程(前3个电站在怒江州境内)。其平均造价和淹没损失只有长江三峡工程的几分之一, 乃至几十分之一。

所谓“原生态河流”早已不复存在^[10,11]。其实, 怒江早已不是什么“原生态河流”^[12]。现在世居的傈僳族、怒族、独龙族都是由北方沿三江并流带迁入的。近千年来, 由于生态环境差^[13], 人口压力大, 陡坡开荒耕种超过全国任何一条大河流域, 人们戏称“大字报耕地”^[14]。怒江峡谷耕地坡度在25°以上的高达66.0%, 其中旱地更高达73.4%。按国家规定全在退耕还草还林之列。保护这样布满“大字报”式的耕地, 全国唯一因滑坡泥石流威胁撤县(碧江县)迁城的“原生态”地区是毫无意义的^[15]。

收稿日期: 2010-06-24; 修订日期: 2010-08-04.

基金项目: 云南省应用基础研究项目“云南省避寒旅游环境区划与评价指标体系构建研究”(2009ZC007M); 国家自然科学基金(40761019).

作者简介: 林锦屏(1963-), 女, 福建省福州市人, 助理研究员, 主要研究方向为人文地理与区域旅游开发.

水电站库区移民安置是国家、企业、移民的利益合理再分配问题^[16]，而不是水电站建设应当否定的问题^[17]。在水电梯级开发时不断改善设计方案，完善指标体系^[18]，尽量减少移民搬迁，降低环境负面影响^[19]，增大社会经济与生态效益，运用现代科学技术^[20]，完全可以达到效益最大化^[21]，使负面影响最小化^[22,23]。

怒江是一个聚奇特壮丽的地貌景观、得天独厚的自然生态^[24]、神秘奇特的民族文化^[25]、多种宗教和谐并存以及丰厚的历史文化等的综合旅游资源富集区^[26]。因此，必须依托怒江梯级水电开发，突显水电资源优势^[27]，大力综合发展大峡谷特种旅游^[28]。

1 怒江大峡谷段是水电富矿

利用怒江中下游河段的天然落差开发13级梯级电站，年发电量可达 $1\,015.5 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$ ，以每 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 电能耗煤 0.35 kg 的先进指标计，大体可年节约 $2\,800 \times 10^4 \text{ t}$ 标准煤。然而如此巨大的梯级电站仅淹没耕地 $3\,933 \text{ hm}^2$ （5.9万亩）（仅相当长江三峡工程的1/20左右），迁移人口4.9万人（仅相当于长江三峡工程的6.5%）。而静态投资不过896.5亿元。可称得上是中国诸大河中水电开发指标最优越的河段。

2 规划中的怒江中下游十三级梯级电站细解

水电部门规划的十三级水电站，由上而下分别是以下十三级水电站。

2.1 松塔水电站

在西藏察隅境内，距松塔6 km，与滇藏省界相距4 km。

规划控制流域面积 $10.35 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，坝址处多年平均流量 $1\,200 \text{ m}^3/\text{s}$ 。规划堤坝式开发，设计洪水水位海拔1 950.04 m，正常蓄水位海拔1 950 m，死水位海拔1 865 m。设计坝高307 m，坝长962.03 m，混凝土重力坝，总工期10年，装机 $420 \times 10^4 \text{ kW}$ ，保证出力 $119.7 \times 10^4 \text{ kW}$ ，年利用4 255小时，年发电量 $179.9 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$ ，静态总投资196.7亿元。淹没耕地 311 hm^2 （4 671亩），迁移人口3 633人。

2.2 丙中洛水电站

在云南省贡山县境内，控制流域面积10.37万

km^2 ，规划引水式开发，混凝土重力坝，坝高55 m，坝长211 m，无淹没耕地和动迁人口。坝址多年平均径流量 $1\,200 \text{ m}^3/\text{s}$ ，设计洪水水位海拔1 690 m，死水位海拔1 688 m，利用引水落差120 m，蓄水 $1\,370 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，调节容量 $240 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，装机 $160 \times 10^4 \text{ kW}$ ，年利用5 000小时左右，年发电量 $83.4 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$ ，静态投资52.3亿元，单位 kW 投资不过3 271元，是中国大型水电站中造价最低的。

2.3 马吉水电站

位于云南省福贡县马吉乡境内。控制流域面积 $10.61 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，坝址处多年平均径流量 $1\,270 \text{ m}^3/\text{s}$ 。规划坝高300 m，坝长940.78 m，蓄水 $46.96 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，调节库容 $31.77 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，装机 $420 \times 10^4 \text{ kW}$ ，年利用4 500小时左右，静态总投资184.5亿元。年发电 $184.5 \times 10^8 \sim 189 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$ ，规划的淹没耕地 $1\,653 \text{ hm}^2$ （2.48万亩），迁移人口19 830人，需搬迁贡山县城、茨开镇、普拉底乡、捧当乡、丙中洛乡、马吉乡。

2.4 鹿马登水电站

位于云南省福贡县鹿马登乡麻甲底村上游0.5 km处。控制流域面积 $10.72 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，坝址处多年径流量 $1\,330 \text{ m}^3/\text{s}$ ，堤坝式开发。规划坝高165 m，坝长605 m，混凝土重力坝，总库容 $6.64 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，总装机 $200 \times 10^4 \text{ kW}$ ，年利用5 000小时左右，年发电量 $90 \times 10^8 \sim 100 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$ ，静态总投资91.3亿元，淹没耕地 441 hm^2 （6 620亩），迁移人口5 092人。

2.5 福贡水电站

位于福贡县城上游5 km处，控制流域面积 $10.75 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，坝址处多年平均流量 $1\,340 \text{ m}^3/\text{s}$ ，规划坝高60 m，坝长200 m，混凝土重力坝，库容 $1\,800 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，装机 $40 \times 10^4 \text{ kW}$ ，年利用4 500多小时，年发电量 $18.3 \times 10^8 \sim 19.8 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$ ，静态总投资22.9亿元。淹没耕地 59 hm^2 （887亩），迁移人口682人。

2.6 碧江水电站

位于福贡县匹河乡瓦娃桥下端0.8 km处，控制流域面积 $10.84 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，坝址处多年平均径流量 $1\,390 \text{ m}^3/\text{s}$ ，规划坝高118 m，坝长356 m，混凝土重力坝，库容 $2.8 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，调节库容 $0.44 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，电站装机 $150 \times 10^4 \text{ kW}$ ，年利用4 400多小时，年发电量 $67.1 \times 10^8 \sim 71.4 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$ ，库区涉及3个乡，淹没耕地 322 hm^2 （4 832亩），迁移人口5 186人，静态总投资59.4亿元。

2.7 亚罗碧水电站

位于泸水县古登乡隔界河桥南端2.8 km处，

控制流域面积 $11.04 \times 10^4 \text{ km}^2$, 坝址处多年平均径流量 $1\,430 \text{ m}^3/\text{s}$, 规划坝高 133 m , 坝长 401 m , 碾压混凝土坝, 库容 $3.44 \times 10^8 \text{ m}^3$, 调节库容 $1.08 \times 10^8 \text{ m}^3$, 装机 $180 \times 10^4 \text{ kW}$, 年利用 $4\,600 \sim 5\,300$ 小时, 年平均发电 $90 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$, 淹没耕地 177 hm^2 ($2\,655$ 亩), 迁移人口 $3\,982$ 人, 静态总投资 60 亿元。

2.8 泸水水电站

位于泸水县跃进桥下 300 m 处 (距六库 12 km), 控制流域面积 $11.04 \times 10^4 \text{ km}^2$, 坝址处多年平均径流量 $1\,500 \text{ m}^3/\text{s}$, 规划以混凝土面板堆石坝, 坝高 175 m , 坝长 774 m , 装机 $240 \times 10^4 \text{ kW}$, 年利用 $4\,594 \sim 5\,310$ 小时, 年可发电量 $110 \times 10^8 \sim 127 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。静态投资 88 亿元, 淹没耕地 395 hm^2 ($5\,920$ 亩), 迁移人口 $5\,920$ 人。

2.9 六库水电站

位于泸水县六库镇上端 4 km 处, 控制流域面积 $11.06 \times 10^4 \text{ km}^2$, 坝址处多年平均径流量 $1\,500 \text{ m}^3/\text{s}$ 。规划混凝土重力坝, 坝高 35.5 m , 装机 $18 \times 10^4 \text{ kW}$, 年利用 $4\,500 \text{ h}$, 年发电量 $7.5 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$, 静态投资 9.4 亿元, 淹没耕地 11 hm^2 (162 亩), 迁移人口 411 人。

2.10 石头寨、赛格、岩桑树、光坡水电站

以上四级电站分别在保山隆阳、龙陵、施甸和镇库。最下一级水电站坝址处控制流域面积 $12.44 \times 10^4 \text{ km}^2$, 多年平均径流量 $1\,890 \text{ m}^3/\text{s}$ 。四级全为堤坝混凝土重力坝, 总装机 $110.6 \times 10^4 \text{ kW}$, 年均发电量合计 $120.4 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。静态总投资 508.5 亿元。淹没耕地合计 562 hm^2 ($8\,436$ 亩), 迁移人口 $4\,973$ 人。

3 怒江州梯级电站开发思路

在十三级规划电站怒江州境内计占有 9 座, 怒江是中国大河中唯一尚未进行大电站开发的流域。根据专家评估, 推荐六库、亚碧罗、马吉为优先工程。我们实地考察后认定以下水电站为优先开发项目。

3.1 六库水电站

距州府只有 4 km , 工程量小, 投资少, 已完成设计, 水电工程已三上三下, 应当列为首期工程, 尽早恢复施工, 争取 4 年内建成发电。同时经研究, 利用水库迴水面建成水上飞机场, 解决出入怒江困难的局面, 达到以水代陆, 节约土地问题。

3.2 亚碧罗水电站

在六库水电站之上, 是一项大型水电工程, 可

与六库水电站联合开发, 或作为接续工程。所涉及的匹河乡、洛本卓乡、古登乡、秤杆乡, 皆为怒江大峡谷人口密集, 贫困度最高的区段, 涉及移民不足 $4\,000$ 人, 淹没耕地 177 hm^2 ($2\,655$ 亩), 应当列为优先工程, 加快环境移民与脱贫致富工程。

3.3 马吉水电站

在怒江大峡谷中是一个超大型水电枢纽。库容 $47 \times 10^8 \text{ m}^3$, 可调节利用库容 $31.77 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。现规划的水电站坝高 300 m , 迴水直达丙中洛, 贡山县城淹没, 对怒江第一湾是威胁, 淹没损失较大, 动迁人口相对较多。因此, 如作为优先开发项目, 必须修改规划方案, 我们建议:

(1) 降低坝高, 迴水限制到贡山县城以下, 确保丙中洛奇特景观, 特别是怒江第一湾、雾里村等珍稀景观严格保护。

(2) 降低水库库容, 洪水期最高水位不威胁贡山县城, 城镇人口原地居住, 不搬迁, 减少耕地淹没损失, 增进人地和谐。缩小投资额, 以便争取早日上马投入运行。

(3) 创造山水新景观、构筑旅游新观点, 丰富怒江大峡谷的可游性。

(4) 开辟大型水体的水上旅游活动, 使怒江大峡谷更具风采。

3.4 丙中洛水电站

丙中洛水电站没有列入水电规划的优先项目, 但它却是全怒江大峡谷中唯一的引水式骨干电站, 利用落差高达 120 m , 修筑的坝高不过 55 m , 为日调节水库, 静态投资 52.3 亿元, 却能装机 $160 \times 10^4 \text{ kW}$, 年发电量 $80 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 左右。如能使上游松塔水电站投入运行, 则保证出力可大大提高, 从景观效果和推进滇藏川缅多元文化结合部旅游大发展, 促进清洁能源利用, 保护大尺度的生态环境出发, 建议将其纳入优先开发工程, 可考虑在“十二五”中后期动工。

4 水景营造与旅游大发展

怒江是个丰水性河流, 境内产出的年径流量相当于黄河流域的 1.6 倍。而单位面积的产水量为黄河流域的 7 倍。利用特丰的水资源和人的天然亲水性, 在发展传统旅游基础上, 大力拓展水上系列旅游, 将是创新旅游新观点。

利用水库水体, 开辟水上飞机场, 开展空中游览怒江大峡谷, 形成陆上 (汽车、自行车或徒步)、高山 (观景台)、水面 (游船)、水上 (漂流)、水

下(潜水)和空中(鸟瞰)多元立体化的大峡谷游。

利用人工水体营造的新景观,使高山、峡谷、奇石、生物、民居互映,构筑新的观光、休闲、度假旅游产品。

开展大峡谷水上系列游。怒江因山高峡深,水流湍急,除漂流外,难以开展多样性的水体系列旅游,新的人工水体形成后,形成奇特的山水交融峡谷型水景,除傈僳族澡塘会民族风情奇特项目外,可增设人工水体的系列旅游项目,延长旅游者的停留时间,增加消费支出,富民兴地。

以峡谷山水为天然背景,以民族特色歌舞和独特民俗产品(如“上刀山、下火海”、斗牛舞等),营造大尺度的《印象·怒江大峡谷》情景场面,产生震动中国、震动世界的效应。

整体再包装山水交融、民族文化纯真的怒江大峡谷,构成“当惊世界殊”的梦幻旅游产品。

5 建议与对策

将六库水电站列为优先建设项目。该电站在六库镇以上4 km处,工程已三上三下,造成的损失与影响颇大。基于其淹没耕地仅百余亩,动迁人口400多人,投资不过10亿元,对于怒江州来说却是个超大项目,能改善能源供应,减少山体破坏,应排除干扰早日复工投入运行。六库电站形成的迳水保持正常水位时,可考虑建设水上飞机场,节约耕地,解决怒江州出入通达难,一举多得。

列为优先开发项目的马吉水电站,是个大型水电工程,规划最大坝高300 m,坝长940.78 m,装机 420×10^4 kW,年发电量 189×10^8 kW·h,淹没耕地1 653 hm² (2.48万亩),搬迁人口1.89万人,静态总投资184.5亿元。其综合指标优越。

鉴于贡山县土地资源紧缺,居住生存空间有限,建议适度降低设计坝高,水库迳水最高达到贡山县城以下,使之不搬迁,大大降低迁移人口和耕地淹没损失,还保护“世外桃源”丙中洛系列的风

景资源。这和美国科罗拉多大峡谷放弃两个梯级电站发展大峡谷旅游有相似功能。具体坝高降低值,可请原设计单位北京水电设计院负责研究,提出修改方案。

亚碧罗水电站应列为优先开发工程之一。水库淹没区是怒江州最贫困的区段。该水电站亦是大型工程,规划坝高133 m,坝长401 m,装机 195×10^4 kW,年发电量 90×10^8 kW·h,淹没耕地177 hm² (2 655亩),迁移人口3 982人,静态总投资60亿元,单位kW投资仅3 334元,指标优越,建议北京水电设计院加强规划设计,争取六库水电站投入运行后作为接替工程。

6 怒江大峡谷旅游的展望

根据多年的跟踪研究,深度贫困的怒江州摆脱窘境的出路在于,开发水电资源,综合利用多样性生物资源(云南生物资源基因库之一)的优势,把陡坡30°以上的耕地退耕还果木或发展珍贵林木,开发优质大理石资源(远景储量达 40×10^8 m³多),发展特种旅游,建成“天下神谷,乐活怒江”旅游目的地系统。同时利用地缘优势,片马口岸升格为国家一级口岸,联合缅甸科学、有效、开发、升值缅北多种优势资源,达到睦邻、友邻、惠邻、共赢目标。

总之,以水电开发为龙头,拓展产业链,富民兴州,不仅对怒江州意义深远,而且又开辟一条进藏新通道,既有国防意义(邻近麦克马洪线以南印占区),也对缅甸有国际示范效应。经过10年左右努力,使怒江州彻底摆脱贫困,人民小康,人地和谐,让能歌善舞、敢于“上刀山,下火海”、奇风异俗共聚的兄弟民族成为新产业的主人,把怒江大峡谷建成为国人乃至世界探奇者乐游的新兴旅游目的地。

致谢: 怒江州扶贫办、怒江州水电局提供帮助。

参考文献:

- [1] 王朝阳,翟国寿.我国水能资源“富矿”——怒江水电基地[J].水力发电,2006,32(5):1-4.
- [2] 李恂.云南怒江建设矿电经济强省[J].中国经贸,2008(3):86-88.
- [3] 包广静,吴兆录,杨子生.怒江水电开发与区域旅游发展互动关系研究[J].人民长江,2008,39(3):39-43.
- [4] 陈昕.怒江水电开发对当地旅游业的影响及文化保护的对策[J].昆明理工大学学报,2007,7(1):102-107.
- [5] 林辰,吴小根,丁登山.峡谷旅游开发研究初探[J].安徽师范大学学报,2003,26(1):67-70.
- [6] 冯芸.云南怒江水电开发中经济发展与生态保护的悖论及破解[J].安徽农业科技,2008,36(34):15188-15249.
- [7] 冯芸.西南边疆少数民族地区生态保护与经济开发的困境及对策——以云南怒江水电开发为例[J].经济研究导论,

2008 (18): 160 – 163.

- [8] 李益敏. 怒江州产业结构调整的生产要素分析 [J]. 热带地理, 2007, 27 (3): 264 – 268.
- [9] 韩联宪. 怒江建坝的思考 [J]. 大自然, 2004 (5): 2 – 5.
- [10] 袁国友, 马勇, 杨绍军. 制约怒江水电开发的错误观念: 非人本的自然主义环境观与非科学的文化保护观 [J]. 学术探讨, 2004 (11): 115 – 119.
- [11] 刘卫民. 水电专家怒江调研指出水电开发有利于怒江生态保护 [N]. 云南日报, 2005 – 06 – 19 (01).
- [12] 郭慧光, 高虹. 怒江水电开发与生态保护 [J]. 人民长江, 2005, 36 (11): 58 – 59.
- [13] 水博. 水电开发是抢救和保护怒江流域脆弱生态环境的唯一选择 [J]. 云南电力, 2006 (2): 17 – 18.
- [14] 蒋睿, 杨世瑜. 怒江峡谷地区旅游扶贫策略探讨 [J]. 生态经济, 2009 (1): 158 – 166.
- [15] 五大因素阻碍怒江水电开发进程 [J]. 瞭望新闻周刊, 2004 (49): 26.
- [16] 陈伊恂. 怒江水电开发是怒江实现可持续发展的必有之路 [J]. 云南水力发电, 2005 (6): 1 – 6.
- [17] 余谋昌. 水电开发与生态保护的关系——以怒江水电开发为例 [J]. 水利发展研究, 2005 (8): 24 – 28.
- [18] 柳海龙, 李迪华, 黄刚. 峡谷区域水电开发景观影响评价——以怒江为例 [J]. 地理科学进展, 2006, 25 (5): 21 – 31.
- [19] 包广静, 杨子生. 水电开发对生态脆弱区旅游发展影响分析——以云南怒江为例 [J]. 安徽农业科学, 2008, 36 (4): 1511 – 1513.
- [20] 包广静, 骆华松, 候钰. 我国水电开发研究进展及展望 [J]. 资源开发与市场, 2008, 36 (4): 1511 – 1513.
- [21] 洪尚群, 陈吉宁, 董海军. 统一认识加快怒江水电开发 [J]. 人民长江, 2006, 37 (7): 41 – 44.
- [22] 高悦, 罗士琴, 钟小辉. 对怒江水电开发中环境影响评价问题的探讨 [J]. 华商, 2005 (2): 128 – 129.
- [23] 骆华松, 包广静, 李智国. 怒江水能资源开发与民族地区可持续发展 [J]. 云南师范大学学报: 自然科学版, 2005, 25 (4): 65 – 69.
- [24] 杨丽. 怒江州生态旅游开发研究 [J]. 生态经济, 2001 (12): 158 – 161.
- [25] 明非, 罗志蓉. 怒江峡谷社区旅游业发展的生态学影响 [J]. 经济问题探索, 2000 (12): 107 – 109.
- [26] 陶犁. 云南怒江州旅游资源评价 [J]. 学术探索, 2002 (2): 98 – 101.
- [27] 姚顺增. 怒江水电与民族文化的保护繁荣 [J]. 贵族民族研究, 2005 (4): 96 – 102.
- [28] 杨桂华, 余小华. 云南省怒江傈僳族自治州旅游开发 [J]. 山地研究, 1997, 15 (4): 257 – 260.

CASCADE HYDROPOWER STATIONS CONSTRUCTION OF NUJIANG RIVER AND NEW APPROACH TO GRAND CANYON TOURISM DEVELOPMENT

LIN Jin-ping^{1,2}, LI Yi-min², GUO Lai-xi³

(1. College of Tourism and Geography, Yunnan Normal University, Kunming 650092, Yunnan, China;

2. School of Resources Environment & Earth Sciences, Yunnan University, Kunming 65009, Yunnan, China;

3. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: In this thesis, we explore the issue of how to alleviate poverty in the highly impoverished Nujiang Lisu People and Nu People Autonomous Prefecture in Yunnan Province, the approach to which, we think, is to tap enormous hydropower resources and build the region into a unique world-famous tourist destination based on the local magnificent landscape, distinctive ecological environment, rich and mystical ethnic cultures and various religions. Meanwhile, it is important to make the customs port of Pianma a first-level national one and cooperate with Burma in exploiting the rich natural resources of north Burma in an effective and efficient manner to achieve common prosperity. In this way, it is hopeful that the Nujiang people can shake off poverty completely and live a better-off life.

Key words: Nujiang Lisu People and Nu People autonomous prefecture; cascade hydropower Stations; tourist destination; alleviate poverty

返乡农民工旅游就业认知与意愿的实证研究^{*}

王 凯^{1,2}, 黄华芝¹

(1. 中国科学院 地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 湖南师范大学 旅游学院, 湖南 长沙 410081)

摘要: 运用贵州省马岭河景区周边3个乡镇返乡农民工的调查数据及 Logistic 回归模型, 对农民工旅游就业意愿及其影响因素进行了计量经济分析。研究表明, 农民工旅游就业的意愿受到其年龄、文化程度、婚姻状况、务工时间、务工月收入、对当地旅游发展的认同度、对旅游就业的认知以及旅游地相关就业政策的满意度等多种因素的影响。基于实证研究结果, 就如何通过正确引导和解决返乡农民工的后续就业问题提出了相应的理论思考和政策建议。

关键词: 返乡农民工; 旅游就业; Logistic 模型; 贵州

中图分类号: F59 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7852(2010)04-0006-07

1 问题的提出

就业问题长期以来是一个世界性的难题。当前, 增加就业已成为中国经济社会发展中至关重要的方面, 其中农民工的就业问题又是社会各界关注的焦点之一。近年来, 大量农民工因受金融危机影响而被迫返乡, 使得贵州、四川、江西、湖南等作为中国劳动力输出重要源地的中西部地区原本就存在的农村劳动力过剩问题更加突出。旅游业的就业容量大、就业门槛相对较低、就业方式灵活, 比较适应当地劳动力素质和日常生活方式, 在旅游扶贫和促进农村剩余劳动力就业上发挥了突出作用^[1], 因此, 加快发展旅游业应该是中国破解农民工就业难题的重要路径之一。而与此同时, 中国特别是偏远地区的旅游企业“用工荒”问题普遍存在。那么, 对于中西部地区大量的返乡农民工而言, 其所从事旅游业的意愿有多强? 影响其旅游就业^{*}认知与意愿的因素又有哪些? 带着这些问题, 我们以贵

州省马岭河国家级风景名胜区周边3个乡镇的返乡农民工为考察对象, 在大量社会调查的基础上, 运用 Logistic 回归分析方法, 对返乡农民工的旅游就业意愿及其影响因素进行了实证性探讨, 以期有关部门合理引导返乡农民工就业提供决策参考。

2 文献述评及研究假设

2.1 就业意愿的影响因素分析

在就业意愿的影响因素研究方面, 楼栋、郭红东通过对浙江省大学生的实证研究表明, 大学生农村就业的意愿受到其主修专业、农村就业的国家政策待遇、社会偏见压力与高等教育体制等多方面因素的影响^[2]。龚文娟、雷俊在对失业者再就业行为的影响因素进行分析时, 得出了年龄、文化程度、居住地区、期望工资、家庭月总收入等影响因子^[3]。此外, 在影响农民工回乡创业意愿的主要因素方面, 许多学者认为年龄、受教育程度、技术和工作经验等人力资本^[4-6]和金融资本的积累^[7]等与

收稿日期: 2010-07-14; 修订日期: 2010-08-01.

基金项目: 湖南省哲学社会科学基金项目 (08YBA074); 湖南省普通高校青年骨干教师基金项目.

作者简介: 王凯 (1969-), 男, 湖南省新宁人, 副教授, 博士后, 硕士生导师, 主要研究方向为区域旅游经济.

^{*} 本文所指旅游就业包括3层含义: 一是指旅游直接提供的就业岗位, 包括公共设施服务业、娱乐业、住宿餐饮业等; 二是指旅游间接影响的就业岗位, 包括林业、食品制造业等; 三是指受旅游活动直接或间接影响而导致的旅游创业岗位.

其创业意愿密切相关。如李晓亮、申覃认为回流民工经过都市文明的洗礼，形成了与传统农民有别的特点，他们不仅积累了一定的经济基础，学到了一技之长，而且有了市场观念和法制观念，在人力资源等方面呈现出一定的优势^[8]。

2.2 关于旅游就业的影响因素研究回顾

国外学者一般都是通过实证从微观层面来分析旅游就业的影响因素，如 Allan 等认为，旅游就业容量会受到旅游产业规模、旅游企业的性质和规模、当地经济发展状况和当地劳动力市场的构成等因素的影响^[9]；Glenn 等学者认为，人们对旅游就业的认识和态度是影响旅游就业的最重要因素^[10]；Nkontogeorgopoulos 在对泰国苏梅岛（Sumai）和普吉岛（Phuket）的旅游情况进行实证分析时发现，旅游就业受到当地的文化与传统、历史和地理状况等因素的影响^[11]。国内学者则通常结合经验与实例，同时从宏观和微观两个层面来分析旅游就业的影响因素^[12,13]，如张辉和厉新建将促进旅游就业容量扩展的因素分为宏观经济发展趋势和旅游经济发展两大类^[14]。此外，黎洁通过对陕西太白山国家森林公园周边农村社区的实证分析表明，居民的受教育程度及其从事农业生产情况是影响社区居民旅游就业的主要因子^[15]。

2.3 简要评述及研究假设的提出

综上所述，国外学者关于旅游就业的影响因素研究相对较早，相关解释更为成熟，且微观层面的影响因素得到了充分验证。而国内的相关成果则更主要是关注宏观层面的影响因素，缺乏深入到特定人群的实证研究。在就业意愿的影响因素研究方面，学者们结合实证进行了大量探索，研究方法相对成熟，并形成了行为解释模型。但对于影响返乡农民工旅游就业认知与意愿的主要因素，目前较少有学者予以关注。鉴于此，我们在前人研究的基础上，结合返乡农民工的特性，并综合考量就业意愿的影响因素，提出本研究预期的研究架构及假设如下（图 1）：

H₁：返乡农民工的社会人口特征对其旅游就业意愿有影响。具体而言，女性农民工的旅游就业意愿强于男性；农民工的年龄与其旅游就业意愿呈负相关；文化程度与其旅游就业意愿正相关；家庭的负担使已婚农民工的旅游就业意愿更强。

H₂：农民工的务工经历对其旅游就业意愿有影响。务工经历主要包括务工时间、工种、月收入等。在外务工时间越长，工种与各旅游行业密切相关，月收入越高，则农民工从事相关旅游行业的可能性就越大。

H₃：农民工对当地旅游业发展的认同度对其旅游就业意愿有影响。农民工对当地旅游业发展的积极影响越认同，则其旅游就业的意愿就越强，反之亦然。

H₄：农民工对旅游就业的态度对其旅游就业意愿有影响。农民工对旅游就业的态度越积极，其越有可能从事旅游行业。

H₅：农民工对旅游就业政策待遇的满意度与其旅游就业意愿相关性较强。农民工对返乡再就业的国家政策待遇越满意，其旅游就业的可能性越大。

3 研究模型及样本选择

3.1 模型选择

本文所考察的是返乡农民工选择旅游就业的意愿，结果只有两种：愿意和不愿意，因此，它符合二项分布函数的性质与特征要求。Logistic 回归模型是一个适合的模型。本文以返乡农民工的旅游就业意愿作为因变量，即 0-1 型因变量，将“愿意从事旅游行业”定义为 $y = 1$ ，将“不愿意从事旅游行业”定义为 $y = 0$ 。 y 的分布函数为：

$$f(y) = p^y(1 - p)^{1-y} \tag{1}$$

(1) 式也可以写成：

$$f(y) = \begin{cases} 1 - p, y = 0 \text{ 时} \\ p, y = 1 \text{ 时} \end{cases} \tag{2}$$

在传统的回归模型中，因变量的取值范围在负无穷大到正无穷大之间，在此处不适用。本文采用 Logistic 回归模型，将因变量的取值限制在 $[0, 1]$ 范围内。Logistic 回归模型的一般形式如下：

$$p_i = f(a + \sum_{j=1}^m \beta_j X_{ij}) = 1 / \left\{ 1 + \exp[-a + \sum_{j=1}^m \beta_j X_{ij}] \right\} \tag{3}$$

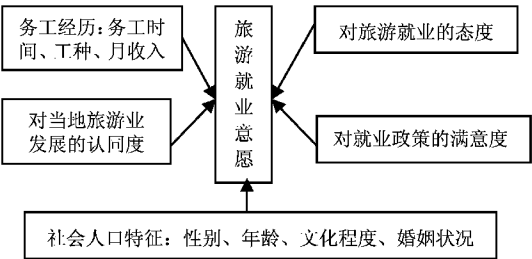


图 1 研究架构图

Fig. 1 The research framework of the paper

在 (3) 式中: p_j 表示返乡农民工愿意从事行业的概率, i 为农民工编号; β_j 表示影响因素的回归系数, j 为影响因素编号; m 表示影响这一概率的因素个数; X_{ij} 是自变量, 表示第 i 个样本农民工的第 j 种影响因素; a 表示回归截距。

3.2 样本选择及数据来源

本文的分析基于 2009 年 12 月 ~ 2010 年 2 月对贵州省马岭河景区周边 3 个乡镇的返乡农民工所做的一项调查。马岭河作为国家级重点风景名胜区, 区内住宿、餐饮、娱乐及购物等基础设施齐全, 且存在大量的用工缺口, 为吸纳农村劳动力就业提供了可能。因而, 选取马岭河景区周边乡镇作为研究个案具有一定的代表性。在调研过程中, 我们以景区周边的桔山、顶效及马岭 3 个乡镇为调查范围, 依据地理位置, 选取锅底塘、猴子寨、小寨、马别、鸭子寨及纳省等 6 个村寨为具体的调研地点, 对调研对象进行入户调查与访谈, 调研过程中共发放问卷 1 021 份, 回收有效问卷 894 份。问卷发放具体情况如表 1。

表 1 问卷发放基本情况

Tab. 1 Basic information of the sample distribution

基本情况		人数	百分比/%
桔山镇	锅底塘村	219	24.5
	猴子寨	127	14.2
顶效镇	小寨	185	20.7
	马别村	113	12.7
	鸭子寨	96	10.7
马岭镇	纳省村	154	17.2

3.3 变量选择及说明

本文的自变量是影响返乡农民工旅游就业意愿的各因素, 鉴于影响因素是一个很宽泛的概念, 笔者在总结以往研究成果的基础上, 结合本文所使用的问卷和数据, 选取了农民工的社会人口特征、务工经历、对当地旅游业发展的认同度、对旅游就业的态度及其对返乡就业政策待遇的满意度等几个变量来进行综合考察。模型中的相关变量说明参见表 2。

表 2 实证模型解释变量说明

Tab. 2 Explanatory variables of the empirical model

模型变量	变量定义	均值
1 社会人口特征		
性别	男性 = 0; 女性 = 1	0.39
年龄	20 岁及以下 = 1; 20 ~ 29 岁 = 2; ...50 岁及以上 = 5	2.7
文化程度	小学及以下 = 1; 初中 = 2; 高中 = 3	1.64
婚姻状况	已婚 = 1; 未婚 = 0	0.43
2 务工经历		
务工时间/年	1 年及以下 = 1; 2 ~ 3 年 = 2; 4 ~ 5 年 = 3; 6 年及以上 = 4	2.25
务工工种	旅游相关行业 = 1; 其他行业 = 0	0.52
务工月收入/元	800 ~ 1000 = 1; 1001 ~ 1500 = 2; ...2001 及以上 = 4	2.69
3 对当地旅游发展的认同度		
旅游开发促进了经济发展	同意 = 1, 不同意及其他 = 0	0.39
改善了村落交通等基础设施	同意 = 1, 不同意及其他 = 0	0.59
促进了与外界的文化交流	同意 = 1, 不同意及其他 = 0	0.76
提高了本地知名度和美誉度	同意 = 1, 不同意及其他 = 0	0.55
发展旅游只有少数人受益	同意 = 0, 不同意及其他 = 1	0.28
没有增加本地人就业机会	同意 = 0, 不同意及其他 = 1	0.27
旅游开发使生活成本增加	同意 = 0, 不同意及其他 = 1	0.34
4 对旅游就业的认知		
旅游企业工作环境较好	同意 = 1, 不同意及其他 = 0	0.68
旅游服务人员社会地位偏低	同意 = 0, 不同意及其他 = 1	0.21
旅游就业的收入偏低	同意 = 0, 不同意及其他 = 1	0.41
旅游季节性导致工作不稳定	同意 = 0, 不同意及其他 = 1	0.47
子女上学条件不如原务工地	同意 = 0, 不同意及其他 = 1	0.39
缺乏专业技能不想择业旅游	同意 = 0, 不同意及其他 = 1	0.22
旅游就业有利提高个人素质	同意 = 1, 不同意及其他 = 0	0.68
在本地就业有利于照顾家庭	同意 = 1, 不同意及其他 = 0	0.68
5 对就业政策的满意度	满意 = 1, 不满意及其他 = 0	0.53

4 实证分析结果与讨论

4.1 模型运行结果

笔者运用 SPSS15.0 统计软件对调查所得的 894 份农民工的截面数据进行 Logistic 回归处理。在处理过程中,采用向后筛选法。首先,将所有变量引入回归方程,进行回归系数的显著性检验,得到模

型一;然后,把 Wald 值最小的变量剔除,再进行回归,直到所有的变量基本显著为止。这样,总共有 19 个计量估计结果。从各种模型的运行结果看,模型整体检验基本可行,不同模型的估计结果和结论也相似。限于篇幅,本文只列出了估计结果中的两种(表 3)。结果表明,模型二的整体显著性($P=0.000$)明显优于模型一($P=0.006$)。因此,计量分析以模型二为主。

表 3 影响返乡农民工旅游就业意愿因素的 Logistic 模型回归结果

Tab. 3 Results from the logistic regression model of the factors affect the will of rural workers' tourism employment						
模型变量	模型一		模型二			
	系数	Wald 值	系数	Wald 值	Exp (B)	标准化回归系数
截距	-1.102	0.532	-1.046	4.802	0.389	—
1 社会人口特征						
性别	0.021	0.214	—	—	—	—
年龄	-0.600 **	3.085	-0.602 **	3.331	2.054	-1.048
文化程度	0.058 **	4.109	0.059 **	4.608	1.771	0.019
婚姻状况	-0.472 **	3.141	-0.473 **	3.269	0.254	-1.309
2 务工经历						
务工时间	0.041 **	1.828	0.053 **	5.027	1.071	0.642
务工工种	0.150	0.316	—	—	—	—
务工月收入	0.709 **	4.084	0.710 **	4.087	2.403	4.050
3 对当地旅游发展的认同度						
旅游开发促进了经济发展	-0.034	1.216	—	—	—	—
改善了村落交通等基础设施	0.002	0.021	—	—	—	—
促进了与外界的文化交流	0.028 *	3.113	0.029 *	4.128	1.639	0.534
提高了本地知名度和美誉度	0.614 **	4.908	0.615 **	4.617	0.831	1.063
发展旅游只有少数人受益	-0.039 **	1.357	-0.038 **	5.301	0.972	-0.442
没有增加本地人就业机会	-0.723 **	4.021	-0.723 **	4.016	2.068	-4.967
旅游开发使生活成本增加	-0.301 **	3.642	-0.327 **	3.483	1.472	-0.845
4 对旅游就业的认知						
旅游企业工作环境较好	0.174 **	3.083	0.175	4.312	1.217	0.796
旅游服务人员社会地位偏低	-0.661 **	3.273	-0.573 **	3.079	1.281	-3.427
旅游就业的收入偏低	-0.483 **	4.404	-0.484 **	4.426	0.894	-0.132
旅游季节性导致工作不稳定	-0.503 *	3.626	-0.617 *	3.028	1.208	-2.804
子女上学条件不如原务工地	-0.005	0.024	—	—	—	—
缺乏专业技能不想择业旅游	-0.648 *	4.012	-0.649 *	4.016	1.215	-3.582
旅游就业有利提高个人素质	0.033	0.318	—	—	—	—
在本地就业有利于照顾家庭	0.517	3.050	0.523 **	3.075	1.246	1.400
5 对就业政策的满意度	0.537 **	2.032	0.554 **	3.413	1.736	2.850
预测准确率	78.1%		82.6%			
对数似然值	273.704		286.572			
卡方检验值	135.814		132.933			
Nagelkerke R ²	0.472		0.515			
显著性 (P)	0.005		0.000			

注：*、** 分别表示在 5%、10% 的水平上统计显著。

4.2 讨论

表3的回归结果表明,各变量的交互效应对返乡农民工旅游就业意愿的影响较大,而各独立变量对其旅游就业意愿的独立影响程度较小^{*}。这说明农民工作为理性的经济人,他们在做出就业决策时,是综合考虑了各种相关因素的。从表3还可以看出,被调查者的各个特征变量对其旅游就业意愿的影响各不相同。

4.2.1 社会人口特征对农民工旅游就业意愿的影响

(1) 农民工的年龄对其旅游就业意愿有较大影响。模型估计的结果表明,在对其他变量加以控制的前提下,年龄越大的农民工,其旅游就业的意愿就越弱。这与笔者的假说基本一致。可能的解释是,一方面,受自身文化程度的影响,农民工对旅游就业的认知过于狭隘,将旅游就业的范围局限于旅游景区(点)、旅游饭店、旅行社等狭义的旅游行业,认为只有年轻人才适合从事旅游业;另一方面,年龄的增长意味着农民工身体机能的衰退以及劳动能力的下降,不愿承受过重的精神负担及创业风险,使其旅游就业的可能性相对减小。

(2) 文化程度是影响农民工旅游就业意愿的重要因素之一。从模型估计的结果来看,文化程度对农民工的旅游就业意愿具有正向作用。具体表现为,在其他条件不变的情况下,农民工的文化程度越高,其旅游就业的意愿就越强。这与笔者的假说相一致。究其原因,在外务工期间受市场观念影响较大,使其就业观念发生转变,对旅游行业所持有的偏见较少,因而,他们比文化程度相对较低的农民工更愿意选择在旅游行业中的相关部门就业。

(3) 婚姻状况对返乡农民工的旅游就业意愿影响较大。从模型估计的结果来看,婚姻变量的影响系数达到了显著性水平,但其符号为负。这表明婚姻状况对农民工旅游就业的认知与意愿影响较大。从Exp(B)系数可以判断出,已婚农民工旅游就业的概率是未婚农民工旅游就业概率的0.254倍,即未婚农民工的旅游就业概率是已婚者的3.94倍,说明未婚农民工更倾向于择业旅游。这与笔者的假说相违背。可能的解释是,未婚农民工身上有着“80”、“90”后的普遍特征:追求梦想、个性张扬、注重发展。作为新生代农民工,他们已由“生

存型”向“发展型”过渡,学技能、长见识、求发展已然成为其外出务工的主要动机。为此,他们敢于接受挑战,愿意涉足不熟悉的行业以增加阅历和经验,故其旅游就业的可能性相对较大。

4.2.2 务工经历对农民工旅游就业意愿的影响

(1) 务工时间对返乡农民工的旅游就业意愿具有较大影响。从模型估计结果来看,务工时间变量达到了显著性水平,且其系数为正,这表明,在外务工时间越长,农民工择业旅游的意愿就越强。这与笔者的假说相一致。这可能是因为长期的务工经历使农民工积累了一定的经济基础,学到了一技之长,而金融资本以及人力资本的积累,使其滋生了强烈的致富愿望,从而激发了旅游创业的热情。

(2) 务工月收入对返乡农民工的旅游就业意愿影响显著。从模型估计结果来看,务工月收入变量的影响系数达到了4.050,检验值达到了显著性水平,这说明农民工外出务工期间的月收入水平在决定其是否择业旅游时起着重要作用。具体表现为务工月收入水平越高的农民工,其积蓄相对较多,因而他们通过旅游创业促进就业的可能性就越大。这与笔者前述的假说相一致。

4.2.3 对当地旅游业发展的认同度对其旅游就业意愿的影响

返乡农民工对当地旅游业发展的认同度对其旅游就业意愿的影响极其显著。调查发现,农民工普遍认为,马岭河景区的开发改善了当地社区与外界的文化交流(0.534),也提高了本地的知名度和美誉度(1.063)。同时,他们又认为,发展旅游业只是使景区周边少数人得到实惠,而大部分的旅游收益都让外地人通过开办旅游企业等形式赚走了(-0.442),并没有给本地人增加合适的直接就业机会(-4.967),旅游开发使当地社区的生活费用增加(-0.845),如商品和房产价格上涨、生活费用增加等,自己迫于无奈外出务工。说明农民工对当地旅游业发展所带来的消极影响感知越强烈,则其旅游就业的可能性越小。这与笔者的假说相一致。这一状况是当地政府在发展旅游业的过程中,没有妥善解决好旅游创造的就业岗位和商业机会的公平分配等问题,当地农民工因得不到实惠而对旅游业的态度发生转变使然。

* 笔者对单个影响因素进行回归时,各个检验系数均没有达到显著水平。

4.2.4 对旅游就业的认知对农民工就业意愿的影响

农民工对旅游就业的认知是影响其就业意愿的重要因素之一。从模型估计的结果来看,一方面,调查对象普遍认为,与外出务工相比,在本地旅游企业工作的环境较好,轻松且自由(0.796),在本地从事旅游业有利于照顾家庭甚至还可以部分兼顾农业生产(1.400),说明农民工对待旅游就业的积极态度使其旅游就业意愿增强;而另一方面,农民工也认为留在家乡从事旅游服务业社会地位低(-3.427),且收入偏低(-0.132),旅游业发展过程中的季节性失业必然导致其工作的不稳定(-2.804)。此外,对旅游行业不熟悉、缺乏旅游专项服务技能而原来务工期间学到的技能又无从发挥(-3.582)、当地的教育发展水平相对落后必然导致其子女的上学条件不如原务工地等,则使其择业旅游的意愿大为减弱。这表明,农民工对旅游就业的认知和态度越消极,就越不愿意在当地从事旅游服务业。这与笔者的假说相一致,同时也验证了Glenn等学者的研究结论。

4.2.5 就业政策对农民工旅游就业意愿的影响

农民工对政策待遇的满意度与其旅游就业的行为选择相关性显著。从模型估计结果来看,政策待遇满意度变量的系数达到2.850,检验值达到了显著性水平。这说明在当前的形势下,当地政府促进就业的政策待遇对于引导农民工的旅游就业作用显著。在其他条件不变的情况下,农民工对就业政策和相关待遇越满意,其择业旅游的可能性就越大。这与笔者的预期以及农民工旅游就业的实际情况基本一致。

5 结论与政策建议

5.1 提高返乡农民工的旅游就业能力

上文的分析结果表明,年龄较小、具有较高文化程度且未婚的返乡农民工择业旅游的可能性远大于他们的父辈,这些群体可视为马岭河景区及相关旅游企业潜在的就业主体。如前文所述,作为新生代的农民工,增长见识、注重发展是他们的普遍特征。因此,要想将这部分人吸纳入旅游行业,相关行政部门及旅游企业就应注重对他们的岗前和在岗专业技能培训,增强他们的就业和创业意识,提高

他们的就业和创业能力。同时,还应为其提供完善的职业生涯规划,创造发展空间,从而稳住“民心”,增强他们对家乡的归属感及旅游事业发展的责任感。

5.2 提高旅游就业待遇,纠正认知偏差

调查结果显示,返乡农民工普遍认为旅游就业的收入偏低;马岭河景区明显的淡旺季可能导致工作的不稳定。为了改变农民工对旅游就业的这些消极态度,政府应设法减轻企业负担,为马岭河景区及相关旅游企业创造条件适当提高旅游就业的薪酬和其它福利待遇,吸引适任的人才;同时,在旅游淡季为员工提供最低标准工资,保障其基本生活,并通过组织专业培训,缩短工作时间等多种渠道和方式安置员工,以有效解决旅游淡旺季造成的工作不稳定问题,消除农民工的后顾之忧,纠正其对旅游就业的认知偏差。

5.3 促进旅游就业机会和发展收益的公平分配

实证研究表明,马岭河景区在旅游开发的过程中,没有妥善解决好旅游创造的就业岗位及商业机会的公平分配问题,致使农民工对当地旅游业的发展出现消极感知而不愿从事旅游业。为此,地方政府应围绕马岭河核心景区的建设,结合返乡农民工自身的能力和条件,鼓励在周边乡镇发展社区参与式乡村旅游,通过开办家庭旅馆、农舍食宿和特色工艺品商店等小型旅游企业开辟就业门路和创造就业岗位,使当地农民直接分享到当地旅游产业发展所带来的实惠,从根本上避免传统旅游开发中只有外来企业和部分当地居民受益的问题,也避免了旅游开发后因土地和资源被占用而迫使农民外出打工的现象。

5.4 切实为农民工“返乡创业”创造条件

研究表明,返乡农民工是否择业旅游,以创业带动就业的行为选择受到其务工经历及就业政策等因素的共同影响。在缺乏创业资金的前提下,政策的扶持便成为激发农民工旅游创业热情的助推器。为此,地方政府应认真落实国家促进就业以及鼓励西部地区旅游业发展的财税、金融政策。在贷款发放、税费减免、工商登记、信息咨询等方面提供支持。对有资金技术和旅游创业意愿的返乡农民工,提供各种创业服务,切实解决他们旅游创业过程中的困难和问题,增强对马岭河景区周边农民工返乡创立乡村旅游企业的吸引力。

参考文献:

- [1] 石培华. 中国旅游业对就业贡献的数量测算与分析 [J]. 旅游学刊, 2003, 18 (6): 45-51.
- [2] 楼栋, 郭红东. 影响大学生农村就业意愿的实证分析——以浙江省大学生为例 [J]. 西北农林科技大学学报: 社会科学版, 2008, 8 (6): 127-131.
- [3] 龚文娟, 雷俊. “生存理性”下的选择: 失业者再就业行为影响因素分析 [J]. 湖北社会科学, 2008 (9): 103-105.
- [4] 王西玉, 崔传义, 赵阳. 打工与回乡: 就业转变和农村发展——关于部分进城民工回乡创业的研究 [J]. 管理世界, 2003 (7): 99-108.
- [5] 胡明文, 黄峰岩, 谢文峰. 外出农民工回乡创业现状分析——以江西省万年县为例 [J]. 江西农业大学学报: 社会科学版, 2006, 5 (1): 56-59.
- [6] 刘冬, 许清德. 对现时代民工回流创业的社会学分析 [J]. 青海师专学报: 教育科学, 2008 (5): 129-131.
- [7] 赵阳, 孙秀林. 暂迁流动与回乡创业的政策效应 [J]. 农业经济问题, 2001 (1): 25-28.
- [8] 李晓亮, 申覃, 周霞. 回流民工——农村宝贵的人力资源 [J]. 农村经济与科技, 2005 (11): 16-17.
- [9] Allan M WILLIAMS, Gareth Shaw. Tourism & Economic Development—Western European Experiences [M]. London & New York: Belhaven Press. 1991.
- [10] Glenn F ROSS. Travel Agency Employment Perceptions. Tourism Management [J]. 1997, 18 (1): 9-18.
- [11] N KONTOGEORGOPOULOS. Accommodation Employment Patterns and Opportunities [J]. Annals of Tourism Research, 1998 (26): 31-49.
- [12] 左冰. 中国旅游产出乘数及就业乘数的初步测算 [J]. 云南财贸学院学报, 2002 (6): 30-34.
- [13] 冯学钢. 上海旅游就业容量及拓展对策研究 [J]. 华东师范大学学报: 哲学社会科学版, 2004, 36 (3): 109-115.
- [14] 张辉. 转型时期中国旅游产业环境、制度与模式研究 [M]. 北京: 旅游教育出版社, 2005.
- [15] 黎洁. 西部生态旅游发展中农村社区就业与旅游收入分配的实证研究——以陕西太白山国家森林公园周边农村社区为例 [J]. 旅游学刊, 2005, 20 (3): 18-22.

AN ANALYSIS OF THE WILL AND INFLUENCING FACTORS OF RURAL WORKERS' TOURISM EMPLOYMENT IN GUIZHOU PROVINCE

WANG Kai^{1,2}, HUANG Hua-zhi²

(1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

2. Institute of Tourism, Hunan Normal University, Changsha 410081, China)

Abstract: Based on a survey of rural workers returning home in the three towns neighbouring Malinghe National Scenic Area in Guizhou Province, the paper, using Logistic regression model, analyzed the key factors that put much impact on the will of rural workers' tourism employment. The results show that rural workers' will to work in tourism industry is affected by many factors, such as age, educational background, marital status, working time outside and income, recognition of local tourism development, attitude of tourism employment as well as satisfaction of the government's reemployment policies. Based on the above results, this paper presents relevant counter-measures in order to solve rural workers' reemployment through the development of tourism industry.

Key words: rural workers; tourism employment; logistic regression model; Guizhou Province

中国中部六省城乡人口异速生长过程分析

古杰¹, 陈忠暖^{1*}, 张少伟²

(1. 华南师范大学地理科学学院, 广东广州 510631; 2. 北京师范大学地理科学与遥感学院, 北京 100875)

摘要: 分析中国中部的江西、湖南、湖北、河南、安徽和山西 6 省 1949~2007 年的城市化进程表明, 6 个省区的城市化过程大致相同, 呈现出“J”型增长态势, 实际可以看成“S”型增长的局部形式, 说明 6 省区的城乡人口替代过程基本具备城乡人口异速生长过程的一般规律。由于 1977 年以前的数据波动较大, 城乡人口替代过程表现出很强的复杂性, 因此, 选取 6 省区 1977 年以来的城乡人口异速生长过程进行具体分析, 结果显示: 6 省区城乡人口异速生长过程均可分为正异速生长阶段和乡村人口衰退阶段, 转变年份出现在 1994~2000 年。不同之处在于安徽与河南两省呈现出大致相同的城乡人口替代过程, 阶段转变较早; 江西省和山西省相似, 转变时间较晚; 湖南省在转变时呈现出微小的波动; 湖北省始终呈现出较强的波动状态。这种结果在理论上验证了城乡人口异速生长过程具有维度不变的性质, 在实践上证明了中部六省的城市化进入了乡村人口衰退的质变阶段。

关键词: 中部六省; 异速生长; 省际差异; 城市化

中图分类号: C922

文献标识码: A

文章编号: 1001-7852(2010)04-0013-07

中部六省包括江西、湖南、湖北、河南、安徽和山西 6 个省份, 在东部大发展和西部大开发的背景下, 面对中部地区的塌陷危机, 中国实施了“中部崛起”战略, 并逐步加快了中部地区的城市化进程。本文从城乡人口的异速生长过程来研究中部六省的城市化进程, 对于明确各省区城市发展阶段, 从而更好地推进中部地区的城市化有重要的意义。

在对于城市化进程的地域差异研究方面, 中国许多学者进行了深入的研究, 取得了丰硕的成果, 形成了一套完整的方法和理论体系。但是前人的研究大多从城市化水平的现状去分析, 很少涉及到城市化进程本身的差异。也有相关成果涉及到城市化阶段演变的差异, 然而又多停留在中国城市化发展阶段的东部、中部和西部的差异^[1,3]。本文借助于分形几何学的相关理论, 尝试分析一个相对完整的区域城市化进程的差异。这种研究虽然是一种积极

的尝试, 但是许多方面的内容前人的研究成果已做了很好的铺垫。比如, 钱宏胜等人把中部六省视为一个相对完整的系统研究, 以异速生长规律为理论基础来研究个体城市与整体城市的关系^[4]。而利用异速生长规律来研究城乡人口的异速生长过程方面, 陈彦光做了大量的工作, 然而陈彦光在此方面的研究成果多集中在理论方面, 对于具体案例的研究多集中在研究一个区域城乡人口替代过程的阶段研究。本文正是在这种思路的指引下, 研究中六省城乡人口异速生长过程的省际差异^[5]。

1 基本理论

1.1 城乡人口异速增长方程

异速生长是指系统一个局部的相对增长速度相对于系统的整体或另一个局部的相对增长速度的比

收稿日期: 2010-05-27; 修订日期: 2010-07-18.

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划重大项目“村镇空间规划与土地利用关键技术研究”课题——村镇空间规划技术集成与标准规范研究 (2006BAJ05A09).

作者简介: 古杰 (1984-), 男, 河南省郸城县人, 硕士研究生, 研究方向为城市发展与规划.

* 通讯作者.

例关系^[5]。把区域视为一个完整的系统，以区域的乡村人口作为自变量用 x 表示，以区域的城镇人口作为因变量用 y 表示，表达式为：

$$\frac{dy}{ydt} = \alpha \frac{dx}{xdt} \tag{1}$$

式中： x 为乡村人口； y 为城镇人口； α 为异速增长系数，是一个常数。如果一个地区的城市化水平符合联合国模型的曲线基本特征，也即呈现出“S”型特征，说明该地区的城市人口和乡村人口基本符合异速生长过程的一般规律。由式（1）可得：

$$\alpha = \frac{\ln(y + \Delta y) - \ln y}{\ln(x + \Delta x) - \ln x} = \frac{\ln \frac{y + \Delta y}{y}}{\ln \frac{x + \Delta x}{x}} \tag{2}$$

$$\text{令：} r_y = \frac{y + \Delta y}{y}, r_x = \frac{x + \Delta x}{x} \tag{3}$$

因为 α 为常数，所以 r_x 和 r_y 必为常数。 α 的实际意义在于它是反映城镇人口的相对增长速度与乡村人口的相对增长速度的比率^[6]。根据 α 值的大小，可以判断异速增长的类型。可以进一步导出：

$$\ln y = \alpha \ln x + C \tag{4}$$

$$y = e^C x^\alpha \tag{5}$$

在这里 e^C 为比例系数， α 为异速增长系数。

1.2 城市乡村人口的异速增长关系及其标度率

$\ln y = \alpha \ln x + C$ 的地理学意义在于城市人口的增长和乡村人口的增长是相关的，当 α 不为整数时，它们的关系具有分维的意义，服从标度率。

令 k 表示城乡人口相对增长率之差，那么可得到：

$$\ln \left[\frac{y(t)}{x(t)} \right] = kt + C \tag{6}$$

令 $x(t) = \frac{y(t)}{x(t)}$ 表示城乡人口比， k 为城乡人口替代系数，初始时刻 $t = t_0$ ，此时 $X(t) = X_0$ ，则有：

$$\ln X(t) = \ln X_0 + k(t - t_0) \tag{7}$$

这就是著名的城乡人口替代的 Karmeshu 模型，由此可见城乡人口增长率差就是城乡人口比的相对增长率。

$$X(t) = X_0 e^{k(t-t_0)} = X_0 e^{-kt_0} e^{kt} \tag{8}$$

那么：

$$X(t + \Delta t) = X_0 e^{k(\Delta t - t_0)} e^{kt} \tag{9}$$

$X_0 e^{-kt_0}$ 和 $X_0 e^{k(\Delta t - t_0)}$ 都是与 t 无关的常数，因此城乡人口替代的 Karmeshu 模型具有分形特征，具有平移变换不变性的标度率关系。

2 数据的选择及依据

资料匮乏和统计口径的差异是城市化问题研究面临的一个严重问题，如何从有限的统计资料中最大程度地提取需要的信息是必要的。在本文的研究中，由于跨越的历史时间较长，研究的范围较大，很难获取到连续年份所有省区相同口径的统计数据。为了真实客观地测度 6 个省区的城乡人口替代过程，本文以各省统计年鉴的城镇人口来表示城镇人口，以乡村人口来表示乡村人口。城镇人口就包含了一定的非农人口，这就避免了单纯以非农人口代表城镇人口所造成城镇规模过小的弊端。但是这样一来的问题是 1977 年以前的数据很不齐全，为了从更长的时间尺度反映中部六省的城市化进程，对于 1977 年以前的数据本文以非农人口来代替城市人口，以农业人口来代替乡村人口。这种做法的合理性在于 1977 年以前中国实行严格的户籍管理制度，城镇人口与非农人口之间的差异并不是很大。山西省的统计数据的口径只有农业人口与非农业人口，并且在时间上的连续性较强，为了更真实地反映实际，本文对这些原始数据不做特殊处理，因为这些数据对于分析城乡人口转变的阶段不会产生大的影响，对于统计口径不一致所造成的山西省城市化水平偏低的问题，本文单独说明。

3 计算过程及结果

3.1 六省区城市化水平变化曲线

选取各省城市人口 x 与总人口 $(x + y)$ 的比率作为城市化水平的测度，通过曲线图从直观上判断各省区城市化水平是否符合联合国模型的曲线特征。

结果表明，1977 年以前的城市化进程曲线除 1960 年左右呈现出较大的波动，其它年份基本保持着低速增长甚至局部年份的衰退状态。而 1977 年及其以后的数据，各省区均呈现出“J”型曲线，具备“S”型曲线的局部特征（图 1），说明各省区基本具备城乡人口异速生长过程的一般规律。同

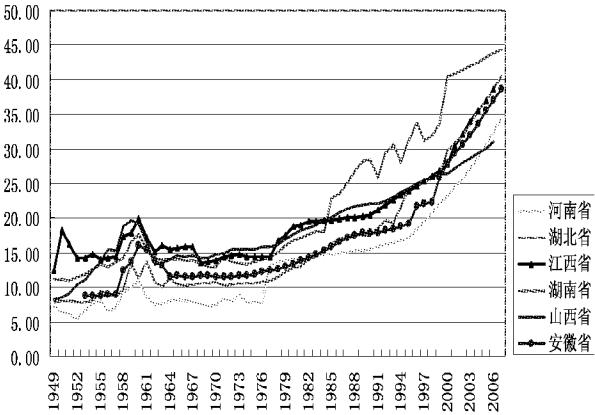


图 1 中部六省城市化进程曲线

Fig. 1 The urbanization process curve of six provinces in middle China

时，湖北省的城市化进程呈现出较大的波动。从 2006 年各省城市化水平来看，湖北省为 43.8%，湖南省为 38.71%，江西省为 38.68%，安徽省为 37.10%，河南省为 32.47%，山西省为 31.03%，山西省所用的数据是非农人口与总人口之比，造成了城市化水平偏低，所以就总体而言，除河南省的城市化水平较低外，其它 5 个省区表现出大致相同的城市化水平。

3.2 六省区城乡人口对数曲线

分别选取六省区城市人口的自然对数 $\ln x(t)$ 为横坐标，以乡村人口的自然对数 $\ln y(t)$ 为纵坐标，研究异速生长过程，并计算标度因子在 SPSS 软件上运行出六省区城乡人口的自然对数曲线（图 2）。

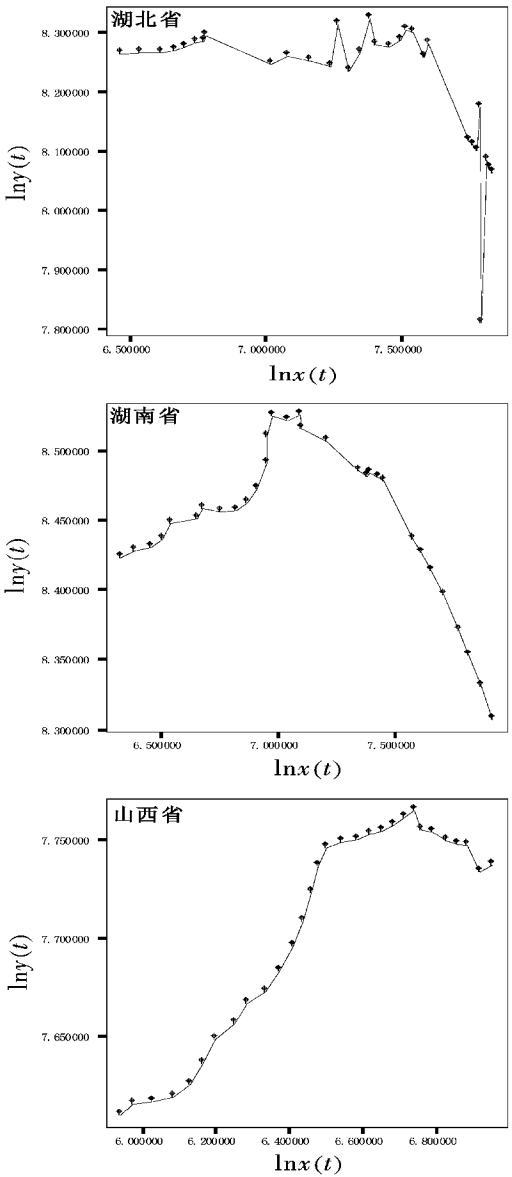
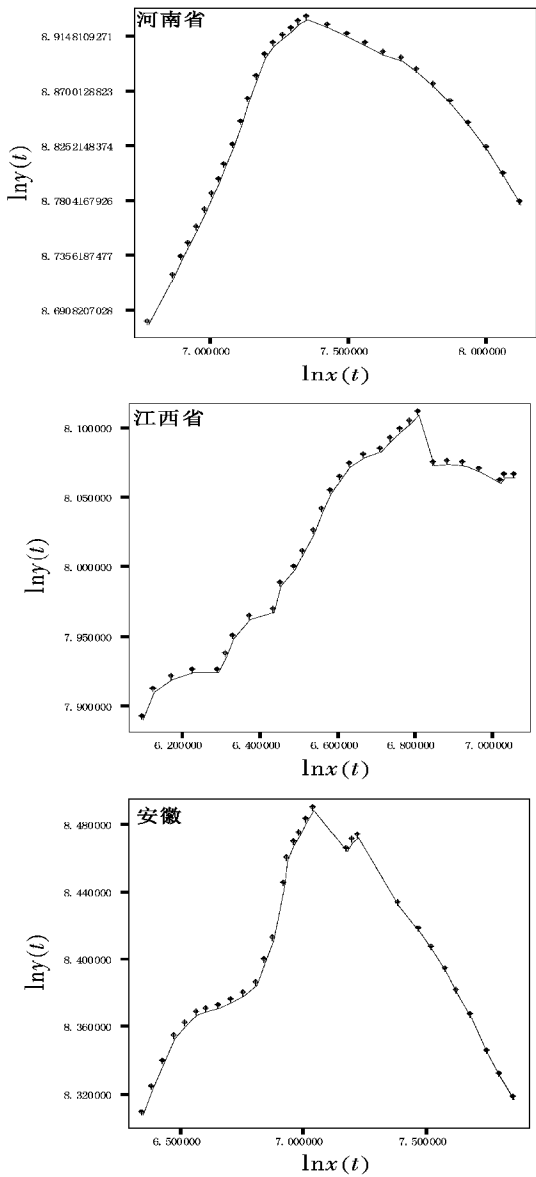


图 2 中部六省省城乡人口的自然对数曲线

Fig. 2 The natural logarithm curve of urban and rural population in six provinces in middle China

由于 1977 年以前的数据波动较大，规律性不明显，本文在绘制六省区城乡人口的双对数曲线时只采用 1977 年及其以后的数据，江西与山西的统计数据仅到 2006 年，其它省份的数据到 2007 年。

结果表明：第一，点列基本呈间断式直线分布，但是湖北省离散程度较大外；第二，河南、江西、安徽、湖南、山西大致可分为两段直线，线性关系较为明显；第三，湖北省可分为 3 段直线，线性关系不明显。由此可见，除湖北省外，其它中部五省的城乡人口增长具备明显的异速生长过程的动力学特征。根据 $\ln y = \alpha \ln x + C$ ，可以计算出各省区每一个时段的异速生长系数。

表 1 中部六省城—乡人口的异速生长系数
Tab. 1 The urban – rural population algometric coefficient in middle China

省份	时段	转变年份	异速生长系数 α	测定系数 R^2
河南省	1977 ~ 1995	1996	71. 942	0. 9347
	1996 ~ 2007		- 78. 74	0. 9429
湖北省	1977 ~ 1984	1985, 2000	222. 22	0. 9347
	1985 ~ 1999		253. 158	0. 3903
	2000 ~ 2007		- 61. 728	0. 1336
江西省	1977 ~ 1999	2000	9. 524	0. 9872
	2000 ~ 2006		- 476. 191	0. 694
湖南省	1977 ~ 1993	1994	144. 928	0. 9343
	1994 ~ 2007		- 66. 225	0. 944
山西省	1977 ~ 1999	2000	121. 951	0. 968
	2000 ~ 2006		- 285. 714	0. 8518
安徽省	1977 ~ 1995	1996	103. 093	0. 953
	1996 ~ 2007		- 68. 027	0. 9746

注：资料来源于各省统计年鉴。

3.3 六省区城乡人口替代过程曲线

研究中六省城乡人口的替代过程，并计算城乡人口的替代系数。首先在 SPSS 中定义一组新的数据 $g = \ln(x/y)$ ，也即是城乡人口比率的自然对数，然后以时间为横坐标，以 $\ln(x/y)$ 为纵坐标，从而得出城乡人口替代对数曲线（如图 3）。

结果显示， $(t, \ln(x/y))$ 呈现出非常明显的线性分布，表明中部六省 1977 年以来的城乡人口满足城乡人口替代的 Karmeshu 替代规律。六省区的城乡人口替代过程曲线基本可以分为两段：河南省可分为 1977 ~ 1995 年和 1996 ~ 2007 年两段，江西省可分为 1977 ~ 1999 年和 2000 ~ 2006 年两段，

湖南省可分为 1977 ~ 1993 年和 1994 ~ 2007 年两段，山西可分为 1977 ~ 1999 年和 2000 ~ 2006 两段，安徽可分为 1977 ~ 1998 年和 1999 ~ 2007 年两段，湖北省的城乡人口替代过程曲线波动性较大，但是也呈现出明显的线性关系，大致可分为 1977 ~ 1989 和 1990 ~ 2007 年两段。借助于城乡人口替代的 Karmeshu 模型，可以计算出不同时段城乡人口的替代率参数（表 2）。

表 2 中部六省城市化进程的城乡人口替代率
Tab. 2 The replacement rate of urban – rural population of the urbanization process in middle China

省份	时段	转变年份	替代率 k	测定系数 R^2
河南省	1977 ~ 1995	1996	0. 0152	0. 9762
	1996 ~ 2007		0. 0754	0. 9985
湖北省	1977 ~ 1989	1990	0. 0716	0. 9389
	1990 ~ 2007		0. 0535	0. 8696
江西省	1977 ~ 1999	2000	0. 021	0. 9684
	2000 ~ 2006		0. 0387	0. 9721
湖南省	1977 ~ 1993	1994	0. 0424	0. 9597
	1994 ~ 2007		0. 067	0. 9831
山西省	1977 ~ 1999	2000	0. 0275	0. 9834
	2000 ~ 2006		0. 0355	0. 9979
安徽省	1977 ~ 1998	1999	0. 0324	0. 9697
	1999 ~ 2007		0. 0715	0. 9975

注：数据来源于各省统计年鉴。

4 分析与比较

4.1 结果分析

本文的研究时段是从 1949 ~ 2007 年（由于部分数据的缺失，江西省和山西省到 2006 年），由于 1949 ~ 1976 年所在的时段城市化水平的波动性较大，丧失了城市化水平“S”型增长的基本特征，根据前人研究的经验，该时段内城乡人口替代过程不满足 Karmeshu 模型，城乡人口异速生长的动力学关系发生了退化，因此在本文的城乡人口异速生长过程的分析中采用了 1977 年及其以后的数据。造成建国至 1976 年这段时间城市化水平波动的原因主要是当时经济发展不稳定，这与 1977 年以后的社会经济的稳定发展所带来的稳定城市化进程形成了鲜明的对比。

根据异速生长系数的大小，可以把城乡人口异速生长过程划分为 3 类：当 $\alpha > 1$ 时，为正异速生

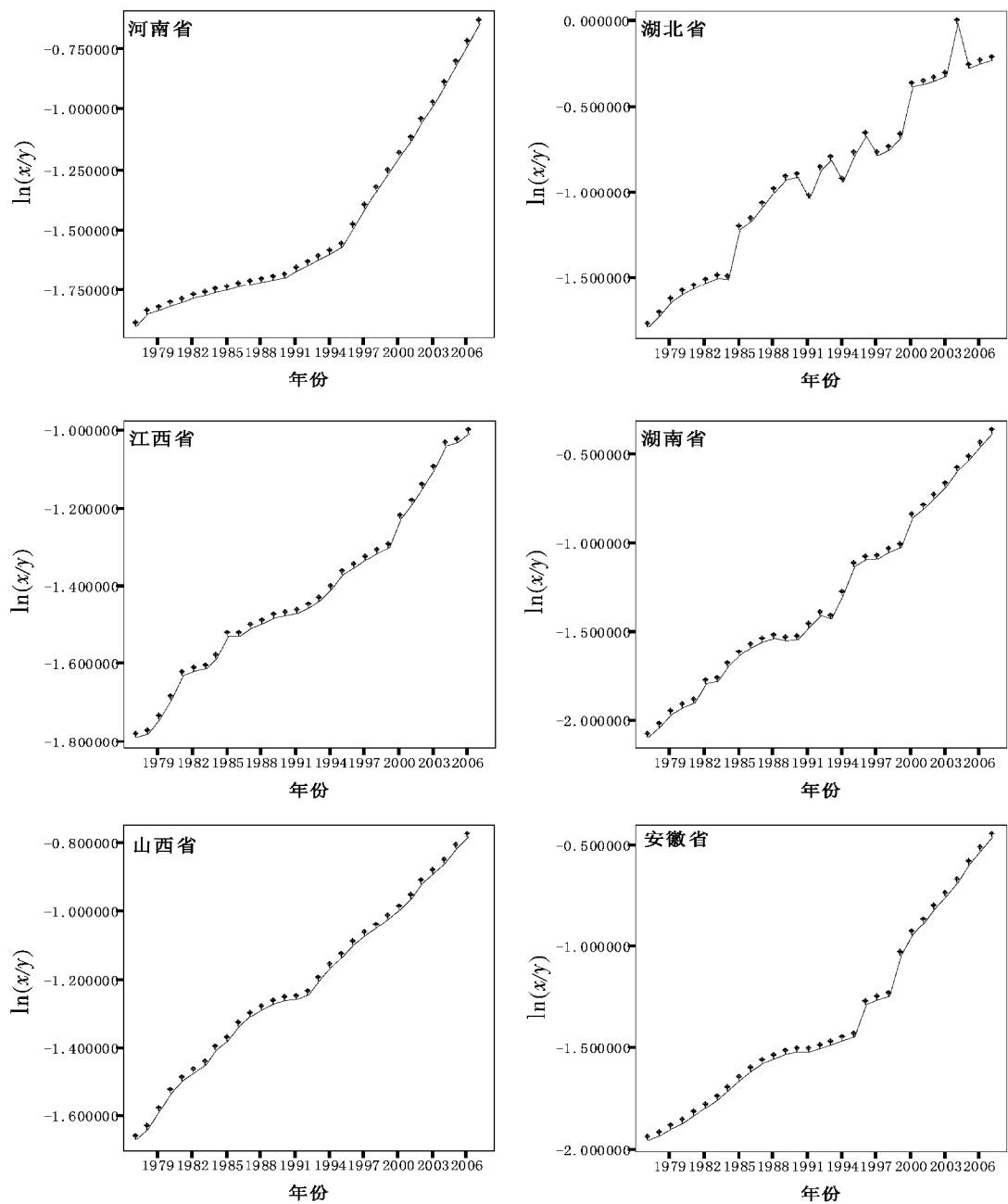


图 3 中部六省城乡人口替代过程曲线（1977 ~ 2007）

Fig. 3 Alternative logarithmic curve of urban and rural population in middle China (1977 ~ 2007) .

长阶段，此时城市人口的增长速率较乡村人口的增长速率为快；当 $\alpha < 1$ 时，为负异速生长阶段，此时城市人口的增长速率较乡村为慢；当 $\alpha = 1$ 时，为同速生长阶段，城市人口和乡村人口增长呈线性比例关系；当 $\alpha < 0$ 时，为乡村人口衰退阶段^[7-9]。

1977 年以后，中部六省的城乡人口异速生长过程根据值的大小可分为两段，湖北省由于波动性较大，划分为 3 个阶段，但是其前两个阶段大致相对于其它五省区第一个阶段的变形。

第一个阶段的起始年份为 1977 年，终止年份

各省略有差异，集中在 1994 ~ 2000 年各年份。该阶段是中部六省城市化稳步发展时期，异速生长系数大于 1，为正异速生长阶段。除湖北省外，城乡人口替代率普遍高于第二个阶段。形成这种现象的原因是文革结束以后，中部六省城市化进程走向正常化。

第二个阶段起始于第一个阶段末期，一直到研究时间段的终点，异速生长系数小于 0，表示该阶段中部六省的乡村人口进入衰退阶段，而城市人口依然处于增长阶段。该阶段城乡人口替代率的值均

比较大,是中部六省城市化进程的质变阶段。

4.2 中部六省城乡人口异速生长过程的比较

4.2.1 城市化水平比较

从城市化进程而言,中部六省呈现出大致相同的城市化进程。具体表现为 1949 ~ 1976 年,中部六省呈现出波动式缓慢发展的形态,城市化进程较低,特别是 1960 年后,中部六省整体出现了城市化水平大幅度下降的局面,表现出重大事件对区域城市化进程的影响。1966 ~ 1976 年是中国文化大革命时期,城市化进程表现为缓慢发展形态。1977 年以后,城市化进程的规律性较为明显,是中部六省的快速城市化时期,表现为“J”型增长,实际是“S”型增长的局部形态。

从各时期的发展水平而言,江西省、山西省、湖北省都曾经是中部六省城市化水平最高的省区,但 1985 年以后湖北省的城市化保持中部六省最高。除个别年份之外,河南省的城市化水平长期保持全区最低,其余各省区的城市化水平差异不大。

从波动性来看,湖北省城市化进程的波动性最大,其余 5 省城市化进程的波动性不大,但河南省出现了一个较为明显的转变阶段,表现了河南人的“郑州情节”对河南省城市化进程的影响。

4.2.2 城乡人口异速生长过程比较

中部六省经过了改革开放之后 20 年左右的发展,从 1994 ~ 2000 年,城乡人口异速生长过程发生了明显的转变。具体表现为从 1977 年到第一个转变时间,各省城乡人口异速生长过程表现为正幂率时期,表明各省区城市化水平初始上升阶段。转变时间之后直到 2007 年(江西省和山西省到 2006 年),中部六省的城乡人口异速生长过程处于负幂率时期,表明了各省区在城市人口进一步增长的同时,乡村人口开始出现负增长,城市化进程处于加速阶段。

从发展阶段来看,河南省和安徽省的城乡人口替代过程可以划分两个截然不同的阶段,并且城乡人口的自然对数曲线较为平滑,表明城乡人口替代过程较为平缓。江西省和山西省呈现出大致相同的生长过程,其特点是正异速生长阶段所历经的时间较长,乡村人口衰退阶段所历经的时间较短,并且在 2005、2006、2007 年出现微小的波动。湖南省的城乡人口替代过程也可分为两段,所不同的是正异速生长过程所历经的时间较短,而乡村衰退阶段

所持续的时间较长。湖北省的城乡人口替代过程呈现出较大的波动性,呈现出正幂率增长和负幂率增长交替出现的特点,实际反映的是湖北省城市化进程处于快速城市化的不稳定阶段。

从城乡人口替代率来看,除湖北省外,其它五省区的第一个阶段的城乡人口替代系数普遍低于第二个阶段,说明了五省区进入了乡村人口向城市人口转变的质变时期,从而在城市化进程的第二个阶段表现出较高的城乡人口替代率。湖北省之所以出现第二个阶段的城乡人口替代率高于第一个阶段的情况,则反映了经历了第一个阶段的高速城市化之后,乡村人口处于波动下降的过程。

从城乡人口异速生长的转变年份来看,湖北省有两个转变年份,分别是 1985 年和 2000 年,但城乡人口替代过程由正幂率向负幂率转变发生在 2000 年。其它五省区的转变时间从早到晚的顺序分别是:湖南、安徽和河南、江西和山西。所以总体上,中部六省城乡人口替代过程的转变时间发生在 1994 ~ 2000 年,表现出大致相同的转变时间。

5 结语

中国已经进入人口快速城市化时期,其重要表现就是乡村人口转变为城市人口^[11]。一个区域的城乡人口异速生长过程是否具备分维的性质,单纯的数理推导不足以给人满意的答案,一个具体省区的例证同样使人无法信服,本文以中部六省的城乡人口替代过程为例,城乡人口异速生长过程的确具有分维的性质^[8,10]。

在城市地理系统行为不变的情况下,一个区域的城乡人口的异速生长过程由正幂率向负幂率演化,意味着城市地理系统演化过程的质变。中部六省经历了建国到改革开放前的波动缓慢发展阶段,又经历了改革开放后 20 年左右的发展,1994 ~ 2000 年这段时间内发生了质变,进入了城乡人口替代过程的负幂率时期。其中安徽与河南两省呈现出大致形同的城乡人口替代过程,阶段转变较早;江西省和山西省相似,转变时间较晚;湖南省在阶段转变时呈现出微小的波动;湖北省始终呈现出较强的波动状态,根据城市发展战略的阶段论观点,今后中部六省的城市化发展战略必须进行相应地调整,具体的调整措施仍有待于进一步深入研究^[12]。

参考文献：

- [1] 徐学强, 叶嘉安. 我国城市化的省际差异 [J]. 地理学报, 1986, 41 (1): 8 – 22.
- [2] 张善余. 我国区域城市化发展水平的差异分析 [J]. 人口学刊, 2002 (5): 37 – 42.
- [3] 管卫华, 林振山, 陆玉麟, 等. 改革开放以来中国城市化水平发展的区域差异研究 [J]. 中国软科学, 2008 (9): 74 – 89.
- [4] 钱宏胜, 梁留科, 王发曾. 中部六省城市体系规模序列研究 [J]. 地域研究与开发, 2007, 26 (2): 57 – 61.
- [5] 陈彦光. 分形城市系统: 标度·对称·空间复杂性 [M]. 北京: 科学出版社, 2008: 7 – 142.
- [6] 刘继生, 陈彦光. 城镇体系等级结构的分形维数及其测算方法 [J]. 地理研究, 1998, 17 (1): 82 – 88.
- [7] 陈彦光, 周一星. 基于 RS 数据的城市系统异速生长分析和城镇化水平预测模型: 基本理论与应用方法 [J]. 北京大学学报: 自然科学版, 2001, 37 (6): 819 – 826.
- [8] 陈彦光, 靳军, 余国忠. 河南省城市化进程的异速生长分析 [J]. 信阳师范学院学报: 自然科学版, 1999 (3): 321 – 325.
- [9] WHITE R, ENGELEN G. 1933b. Cellular Automata and Fractal Urban form: a Cellular Modeling Approach to the Evolution of Urban Land – use Patterns. *Environment and Planning A*, 25: 1175 – 1199.
- [10] LEE Y. An Allometric Analysis of the US Urban System: 1960 – 80. *Environment and Planning A*, 21: 463 – 476.
- [11] 梁亮峰, 陈忠媛. 解读东莞人口快速城市化——以东城区为例 [J]. 云南地理环境研究, 2007, 19 (5): 25 – 29.
- [12] 周一星. 城市发展战略要有阶段论观点 [J]. 地理学报, 1984, 39 (4): 359 – 369.

AN ALLOMETRIC ANALYSIS OF SIX PROVINCES' URBANIZATION IN MIDDLE CHINA

GU Jie¹, CHEN Zhong-nuan¹, ZHANG Shao-wei²

(1. School of Geography Science, South China Normal University, Guangzhou 510631, Guangdong, China;

2. Department of Geography, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: The analysis of the urbanization of six provinces in middle China during the year 1949 – 2007 shows that the urbanization processes of these provinces are about the same. The “J” – type growth trend of urbanization, which actually can be seen as a part of an “S” – type growth trend, shows that the substitution processes of urban and rural population in these provinces basically follow the general law of allometric process of the population in urban as well as rural area. Considering the great fluctuation of the data before 1977 as well as the high complexity of the process of substitution processes of urban and rural population, this paper focuses on the specific analysis of the allometric process of the population in urban and rural area after 1977. The result indicates that there are two stages during these processes: positive allometric growth phase and rural population decline phase, with the change occurring from the year 1994 to 2000. However, there are differences during these processes. The substitution processes of urban and rural population in Anhui Province and Henan province are about the same, in which the changes of phases occur relatively earlier; Jiangxi Province and Shanxi Province share similar substitution process with changes of phases occurring late; Hunan Province witnesses slight fluctuations at the stage when the change has shown while Hubei Province witnesses a comparatively strong one. The result theoretically validates that allometric process of the population in urban and rural area have a feature which can keep the dimension unchanged. Practically the result proves that the six provinces in middle China have entered into the rural population qualitative decline phase.

Key words: six provinces in middle China; allometry; inter-provincial differences; urbanization

互联网对城市人居活动的影响研究 ——以大连市为例

晋培育, 李雪铭*

(辽宁师范大学 城市与环境学院, 辽宁 大连 116029)

摘要: 随着互联网的快速发展及其普及, 人类生存的地理空间环境也受到了网络化影响, 形成一种虚拟空间环境。论文基于问卷调查法, 以大连市为例, 借助 SPSS 统计软件对不同调查区虚拟空间环境下的城市人居活动进行比较分析, 并研究其空间特征。研究结果表明: 虚拟空间环境对城市人居活动的影响日益突出, 并与现实地理空间下人居活动存在一定的补充与替代性; 在各区层面上, 居民的网购频率、网购花费、远程工作和学习频率、以及通过网络获取信息和联系等人居活动的空间差异明显。

关键词: 互联网; 人居活动; 大连

中图分类号: K901 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7852(2010)04-0020-07

0 引言

随着互联网在世界范围内的飞速扩张, 人们的经济社会生活处于不断变化中, 网络已经渗透到人类社会生活的各个角落。进入网络社会, 城市的空间结构出现了新的特征和发展趋势, 人作为网络社会下的主体和城市的主人, 其地理空间环境也必然受到网络化影响, 形成一种虚拟空间环境^[1]。随着计算机与网络技术的快速发展, 传统空间的研究对象与内容发生了革命性的变化^[2]——实体世界转化为信息网络世界, 现实世界变成了虚拟世界, 物理空间走向了赛博空间, 实体空间进入了概念空间^[3]。

目前, 国外关于信息技术对地理空间影响的研究, 存在3种观点: (1) 地理空间替代论。该理论认为信息技术会使地理空间消失, 虚拟空间取代地理空间^[4]。(2) 地理空间补充论。该理论认为信息

技术并未意味着地理空间的消亡, 而是相反, 虚拟空间是对地理空间的补充^[5]。(3) 地理空间影响论。该理论认为信息时代地理空间不会被虚拟空间简单的替代或者只是两者的机械互补, 而是相互影响, 产生新的空间特征^[6]。

随着信息网络在中国的普及, 国内一些学者开始对城市居民的购物、出行、人际交往等人居活动的时空结构进行了实证研究, 并且主要侧重于空间行为特征的研究。孙智群等研究了深圳市民网上购物行为的时空特征, 阐明了虚拟空间环境下人们购物方式的一般特征以及对现实地理空间环境下人们购物方式产生的影响^[7]。甄峰、裴玉龙等采用社会调查数据分析了信息技术对城市居民出行特征和社会空间行为的影响, 提出了信息网络对居民日常出行的引导作用日益突出, 并出现了虚拟空间对地理空间的部分替代等^[8-10]。魏宗财等分析得出了信息化影响下经济发达地区家庭和个人联系网络演变的一些结论, 对虚拟空间环境下人们的联系方式与现

收稿日期: 2010-06-20; 修订日期: 2010-07-20.

基金项目: 国家自然科学基金项目(40871078); 教育部人文社会科学基金项目(08ja790060).

作者简介: 晋培育(1986-), 男, 山西省晋城人, 硕士研究生, 研究方向为城市人居环境.

* 通讯作者.

实地理空间环境的传统联系方式进行了比较^[11,12]。在地理学领域，国内对网络影响地理空间环境的研究虽然涉及多个内容，但对目前虚拟空间环境和地理空间环境的相互关系缺少有力的数据支持。

1 研究地区、调查方法、数据处理

1.1 研究地区

大连作为中国东北主要的对外门户和东北亚重要的国际航运中心、国际物流中心、区域性金融中心以及 IT 产业新领军者城市，社会经济相对发达。近些年来，随着经济高速发展和收入稳步提升，大连市高度重视信息产业发展，已把信息化战略列为城市发展的四大战略之一。2005 年，大连全市的互联网宽带用户为 35.16 万户，而到 2007 年，已增长到 71 万户，翻了一番。2008 年底，大连市互联网宽带用户已达 85.8 万户，网络化建设取得了长足的进步，网络普及率逐年上升。网络技术在社区、城市建设、交通、教育、文化等领域已得到广泛应用，取得了明显成效（见图 1）。

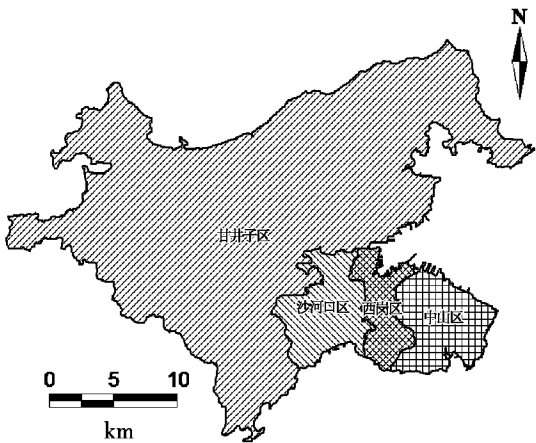


图 1 大连市各城区空间分布
Fig.1 space distribution in Dalian

1.2 调查方法

论文研究拟采用问卷调查的方法来获取研究数据，有针对性地对大连市内 4 区居民的生活、工作学习等人居活动受网络影响的情况进行较为详细的调查。将中山区、西岗区、沙河口区和甘井子区 4 城区作为本次调查研究的主要地区进行问卷的随机发放，各地区调查样本的具体数量见表 1。调查问卷主要分为个人基本信息和网络对城市人居活动的影响两个部分。其中个人信息主要包括性别、年

龄、所在城区、受教育程度、职业和收入等问题。而网络对城市人居活动影响部分主要涉及网络对大连市居民工作学习方式、交流方式、购物方式和获取信息方式等的影响^[13]。

表 1 大连市各城区问卷发放数量
Tab.1 The number of questionnaire disseminated in every district of Dalian

序号	城区	调查样本数量（208 份）
1	中山区	43
2	西岗区	43
3	沙河口区	73
4	甘井子区	49

注：前期发放问卷过程中，发现调查结果大多接近，因此共发放 220 份问卷作为样本进行分析。

1.3 数据处理

通过对调查问卷的结果进行录入、整理，建立相应的数据库。运用 SPSS13.0、Excel 等统计分析软件的方法对该数据库相关信息进行比较与分析，研究互联网对城市人居活动的影响。

本次调查共发放问卷 220 份，回收 213 份，其中有效问卷 208 份，有效度 93.27%。根据调查样本分析，调查以 20 ~ 39 岁的居民为主，占调查总人数的近 85%，其他年龄段的居民虽然存在，但所占的比重较低，这是因为 20 岁以下的居民大多为中小学生，正处在学习阶段，受家庭、学校、经济等因素的制约，接触网络的机会和时间较少，而 40 岁以上的人大多数不经常使用网络，因此网络对二者的影响程度较小。从调查样本的文化程度分布来看，大专以上学历所占比重达到 79%，说明学历较高的居民生活受网络影响大。就样本的职业分布来看，大致可以分为 3 个层级：学生和从事其他职业两类人群的数量居多，皆在 15% 以上；教师、服务业工作人员、信息或通讯业人员、个体户、自由职业者的数量处于第二层次，在 8% ~ 15%；金融保险业人员、制造业人员、广告传媒业工作人员、公务员处于第三层次，比重不足 8%。从样本的人均月收入而言，1000 ~ 3000 元、3000 ~ 5000 元两个区间上的比重均超过 25%，分别为 43.3% 和 26.9%，而无收入和 5000 ~ 10000 元的比重也较高，分别为 15.40% 和 7.21%，人均月收入 < 1000 元和 > 10000 元的比重较低，分别为 4.33% 和 2.86%（表 2）。

表2 样本分布基本情况
Tab. 2 Basic status of sample distribution

项目	选项	百分比/%	累计百分比/%
年 龄	20 岁以下	3. 80	3. 80
	20 ~ 29 岁	55. 80	59. 60
	30 ~ 39 岁	29. 30	88. 90
	40 ~ 49 岁	9. 13	98. 03
	50 岁以上	1. 97	100. 00
文 化 程 度	小学或小学以下	0. 49	0. 49
	初中	2. 91	3. 40
	高中或中专	8. 65	12. 05
	大专	24. 50	36. 55
	大学本科	54. 80	91. 35
	硕士及以上	8. 65	100. 00
职 业	学生	17. 70	17. 70
	教师	13. 40	31. 10
	公务员	3. 90	35. 0
	金融保险业	5. 80	40. 80
	制造业	5. 80	46. 60
	服务业	12. 40	59. 0
	广告传媒业	5. 30	64. 30
	信息或通讯业	8. 70	73. 0
	个体户、自由职业者	8. 70	91. 70
	其他	18. 30	100. 00
人 均 月 收 入	无收入	15. 40	15. 40
	<1 000	4. 33	19. 73
	1 000 ~ 3 000	43. 30	63. 03
	3 000 ~ 5 000	26. 90	89. 93
	5 000 ~ 10 000	7. 21	97. 14
	>10 000	2. 86	100. 00

2 互联网对大连城市人居活动的影响研究

2.1 网上购物行为的空间特征

随着消费品大量网上销售，人们的消费观念在不断的发生变化，消费方式也随之改变，网上购物作为一种虚拟的购物方式已逐渐走进我们的生活。简单地说，网上购物是消费者借助网络进入购物站点进行消费的行为。通过对 4 城区居民购物频率、购物花费等指标的统计分析，得出以下主要结论。

2.1.1 网上购物的频率依离商业区的远近而不同

调查结果显示，68.3%的居民每个月的网上购物频率不到一次，这说明大连市内 4 区大部分居民网上购物的频率是偏低的。地处商业区的中山区和离商业区较远的甘井子区的居民网上购物频率相对较高，而处于过渡带上的西岗区和沙河口区网上购

物频率却相对较低。大连市最大的市级商业区“青泥洼桥—胜利广场—天津街商业步行街—菜市街—俄罗斯风情街”位于中山区，因此该区居民传统购物最为方便，但调查数据表明该区每月网上购物频率大于一次的居民比例是 32.56%，在 4 个区中网购频率较高，体现了网上购物和传统购物之间补充性关系，即更多的传统购物机会导致了更多的网上购物行为；并且，这种补充性关系与购买商品种类、价格等因素有关^[7]。而距离市级商业区较远的甘井子区每月网上购物频率大于一次的居民比例 34.69%，在 4 个区中网购频率最高，这主要是该区缺乏规模较大的商业区，传统购物便利性差，是网上购物和传统购物之间替代性关系的体现，即较少的传统购物机会导致了较多的网上购物行为；并且，这种替代性关系与商品种类、购物便利程度等因素相关^[7]。西岗区地处两大市级商业区（青泥洼桥和西安路）之间，有更多传统购物的机会，因此每月网上购物频率大于一次的居民比例较低。沙河口区拥有大连市级商业区（西安路），而且伴随着大连城市“西拓北进”的城市发展战略，西部的马栏广场作为次一级商业区正在不断崛起，因此每月网上购物频率大于一次的居民比例仅为 30.12%（表 3）。

表3 网上购物频率的空间分布
Tab. 3 The frequency of shopping Online space distribution %

城区	大于 10 次/月	5 ~ 10 次/月	1 ~ 5 次/月	小于 1 次/月
中山区	0	9. 30	23. 26	67. 44
西岗区	4. 65	4. 65	20. 93	69. 77
沙河口区	0	4. 10	26. 02	69. 88
甘井子区	2. 04	4. 08	28. 57	65. 31

2.1.2 网上购物花费的空间差异

从本次调查来看（见图 2），各区居民平均每个月在网上购物花费的金额存在很大的差异，最少的为 100 元以下，最多的则在 1 000 元以上，500 元以下最为集中。其中甘井子区（63.39%）、沙河口区（57.53%）居民平均每个月在网上购物花费在 500 元以下所占比重明显高于中山区（48.83%）和西岗区（55.81%）的居民。平均每个月居民在网上购物花费金额在 500 元以上的，中山区为 16.28%，甘井子区为 12.24%，比重明显高于其余

两个区。这是因为中山区经济发展水平最高，居民的人均可支配收入和消费能力较强。而甘井子区由于网上购物的居民人数明显高于其他区，因此存在较高比例的高消费人群。

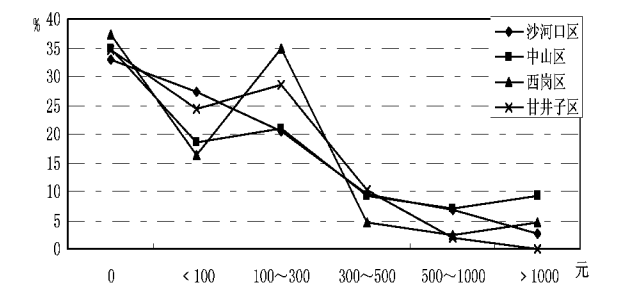


图 2 大连市各区居民网上购物花费比较
Fig. 2 Comparison on residential online shopping spent at different district in Dalian

2.2 网络工作学习方式的普及

网络技术的发展使得工作和学习方式呈现出多元化、高灵活性的特征。网络工作和学习将城市的居住和工作功能融为一体，一部分人可以由原来按时定点上班变为在家上班，不仅能够节省居民上下班（学习）的通勤时间和交通成本，还促进了人们的工作效率和学习质量的提高，有助于为单位节约办公面积，为社会减轻交通拥挤，具有可观的潜在经济与社会效益^[8]。

从调查结果来看（见图 3），92.3% 的被调查居民家里有联网的电脑，85.6% 的工作地有联网的公共电脑，说明大连城市网络普及率较高。在回答“我在工作和学习中离不开电脑及网络的帮助”问题时，46.15% 的样本选择“完全同意”，41.35% 选择“同意”，6.73% 选择“不确定”，只有 5.77% 的样本选择“不同意”和“完全不同意”，同样在回答“网络提高了我完成工作和学习的效率”问题时，44.23% 的样本选择“完全同意”，41.83% 选择“同意”，8.65% 选择“不确定”，只有 5.29% 的样本选择“不同意”和“完全不同意”，可以看出，电脑已成为多数居民工作和学习中必不可少的工具，这表明网络工作和学习作为一种新的办公和学习方式，它的优点已经得到社会和居民的认可，对居民原有的传统的工作和学习方式形成了冲击。居民主要在家中和办公地点使用电脑进行工作和学习，从图 2 可以看出，大连市居民在家使用电脑工作和学习的时间要高于在办公地点。具体来看，居民在家使用电脑进行工作和学习的时间主要集中在 1~3 时和 3~5 时的区间上，且二者比重均超过 20%，而在办公室使用电脑的时间则主要集中在大于 5 小时的区间上，比重达 51%，这表明，在家里使用电脑进行工作虽然已成为一种发展趋势，但办公室作为传统的办公地点，其地位是不容动摇的。

间主要集中在 1~3 时和 3~5 时的区间上，且二者比重均超过 20%，而在办公室使用电脑的时间则主要集中在大于 5 小时的区间上，比重达 51%，这表明，在家里使用电脑进行工作虽然已成为一种发展趋势，但办公室作为传统的办公地点，其地位是不容动摇的。

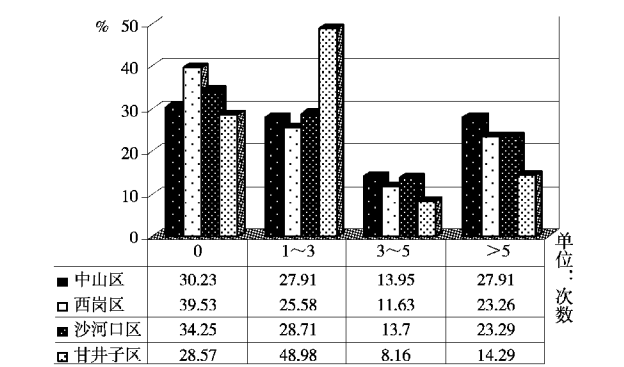


图 3 大连市居民使用电脑比较
Fig. 3 Comparison on computer use of urban residents in Dalian

在各区层面上，网络工作和学习频率的差异较为显著。从大连市城市居民每周平均从事“网络办公”和“网络学习”的次数（图 5），可以看出，大连市有高达 66.83% 的居民有过网络工作和网络学习的经历，其中超过 48.92% 的网络工作和网络学习居民每周有 1~3 次的机会，在 3~5 次区间上的比重占 17.99%，而大于 5 次以上的比重占到了 33.09%。但是各区网络工作和学习频率的差异较为显著，其中甘井子区每周平均从事“网络办公”和“网络学习”在 1~3 次频率中所占的比重最大，中山区在 >3 次比率中所占的比重最大，这可能与

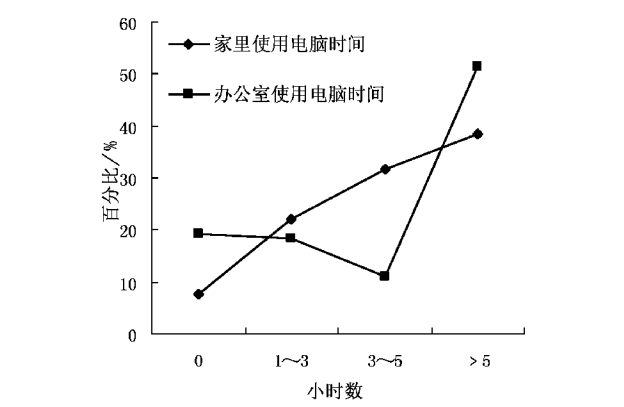


图 4 大连市各城区居民远程工作和网上学习次数比较
Fig. 4 Comparison on the teleworking and online learning percentage of urban residential per week in Dalian

各区网络的接入能力有一定的关系。总之，网络工作和网络学习的方式已被大多数居民所接受，网络对居民工作和学习的影响程度正在逐步提高。

2.3 大连城市居民个人联系方式特征分析

随着远程通讯方式的不断发展及其使用成本的持续降低，使用此联系方式的人数比重越来越高，网络技术对传统地理空间概念产生了显著的影响，它改变了人们原有的对空间、场所和时间的理解，形成了空间事物的一种新的组织形式，信息网络技术正在创造一个赛博空间或虚拟空间^[11]。

2.3.1 个人信息获取方式的变化

互联网作为新型的信息获取方式，正日益改变着居民传统的日常交流方式，它所构建的更便捷、性价比更高的网络使越来越多的人不必考虑出行。电视、报纸、广告、广播、杂志等传统信息获取方式比重降低，而互联网等新型信息获取方式比重迅速上升。

在大连市居民个人的重要信息获取方式中，电视、报纸、杂志、广告和广播等传统信息获取方式的比重仅占 25.97%，而通过因特网等新型信息获取方式比重达 74.03%，两者比例约为 1: 3，这表明网络作为一种新型的信息获取方式已经广泛影响到居民的日常生活中去。在回答问卷中的“我通过网络来获得关于学习、工作、旅游和健康等个人生活方面的信息”一题时，只有 3.37% 的调查样本选择“完全不同意”，2.4% 是“不同意”，13.46% 的“不确定”，51.92% 的“同意”，28.85% 的样本选择了“完全同意”。

2.3.2 在各区层面上，获取信息方式的差异较为显著

大连市各城区居民在获取信息方式上存在一定差异，根据问卷统计数据（见表 4），将依靠传统媒体来源获取信息的居民比重与通过网络获取信息居民的比重的比值作为变量，将其划分为 3 个层次（见图 5）。从统计结果来看，大连市 4 城区居民通过网络获得信息的比重均较高，通过传统媒体获取信息方式的地位已经受到影响。其中，沙河口区通过网络获取信息的比重最高，达 76.71%。按照大连城市居民通过传统媒体获取信息与通过网络获取信息比重的比值，大连市 4 城区可分为 3 个层次：处于 0.30~0.35 的有沙河口区和甘井子区，比值在 0.35~0.40 的为中山区，比值在 0.40 以上的为西岗区。

表 4 大连市各区居民信息来源比较
Tab. 4 Comparison on the information sources of urban residential in every district of Dalian

信息来源	全部样本	中山区	西岗区	沙河口区	甘井子区
传统媒体	25.96%	27.91%	30.23%	23.29%	24.49%
网络	74.04%	72.09%	69.77%	76.71%	75.51%

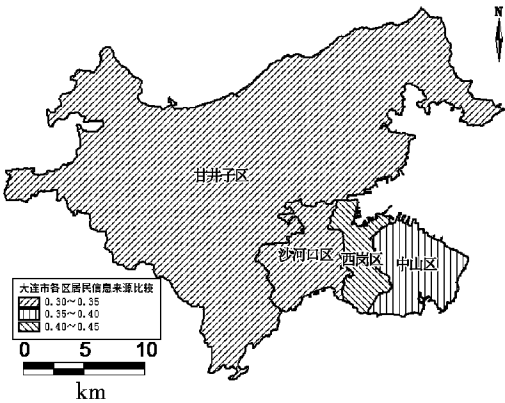


图 5 大连市各区居民信息来源比较
Fig. 5 Comparison on the information sources of urban residential in every district of Dalian

2.3.3 城市居民个人联系方式变化

随着 E-mail、QQ、MSN 聊天工具等远程联系方式的出现，不仅改变了人们的生活和工作方式，最重要的是形成了一个虚拟网络空间。普通信件、登门拜访等是地理空间环境下的传统交流方式，而电子邮件、网络聊天不仅是虚拟空间环境下的联系方式，而且传递的信息流是生成虚拟网络空间的重要组成部分。

通过 SPSS 软件对数据的分析显示，被调查者中 87.5% 的大连居民经常使用 E-mail、QQ、MSN 聊天室中的一种和亲戚朋友进行联系，这说明地理空间的传统联系方式比重逐渐下降，网络虚拟空间的联系方式比上升，尤其青年人群对使用网络虚拟空间的联系方式表现出积极的态度。

2.3.4 在各区层面上，个人联系方式存在一定差异

在各个区层面，基于调查问卷获取的数据，按照通过传统方式进行联系与通过网络进行人际交流的比值的高低将其分为 3 类（见图 6）。可以看出，甘井子区比值最低为 0.81，说明该区居民个人联系方式受网络影响较大，这可能与该区面积较大，远离市中心区域，人们通过传统的登门拜访和邮寄信

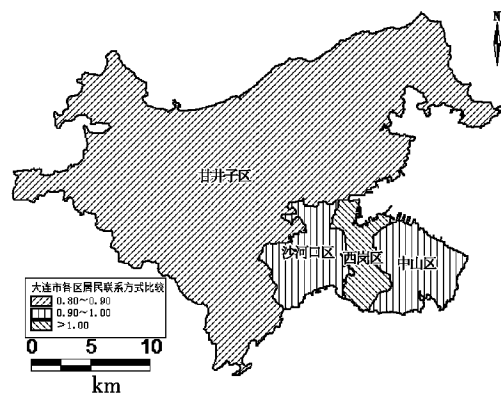


图 6 大连市各区居民联系方式比较

Fig. 6 Comparison on the communication manners of urban residential in every district of Dalian

件进行交往所需求的空间距和时间较多，因此大多数人选择网络进行交往。西岗区比值最大，为 1.26。说明通过传统交流方式的居民仍然占有一定的比重，这可能是由于西岗区面积小，且位于市中心区域，恰好处于沙河口和中山区之间的过渡地带，因此通过面对面、邮寄信件和亲戚朋友进行交流的人数在 4 区中比重较大。当然，通过网络进行联系仍是主要的联系方式。而沙河口区和中山区的比值介于西岗区和甘井子区之间，分别为 0.92 和 0.95。传统方式和网络进行个人联系相抗衡，几乎各占总量的一半。可以看出，各区在个人联系方式上存在一定差异（见表 5）。在回答问卷中的“我认为网络交流能够取代面对面交流，并促进人际交流”问题时，13.46 % 的调查样本选择“完全不同意”，25.96 % 是“不同意”，24.04 % 的“不确定”，22.59 % 的“同意”，只有 13.94 % 的样本选择了“完全同意”，这一定程度上说明网络交流不能完全取代面对面交流，两者是互补的，即地理空间和虚拟空间两者是互补而非替代关系。虽然随着网络技术的发展，网络交流越来越接近于面对面交

流，但虚拟空间环境下的交流是一种纯符号形式的交往，缺少地理空间环境中多种形式的表达，致使人际交往缺乏充分的感情交流，所以网络虚拟空间环境不能替代现实地理空间环境。

表 5 大连市各区居民个人联系方式比较
Tab. 5 Comparison on the communication manners of urban residential in every district of Dalian

联系方式	全部样本	中山区	西岗区	沙河口区	甘井子区
传统	49.04%	48.84%	55.81%	47.95%	44.9%
网络	50.96%	51.16%	44.19%	52.05%	55.1%

3 结论

虚拟空间环境对城市人居活动的影响日益突出，并与现实地理空间下城市人居活动存在一定的补充与替代性。网上购物虽然方便，但在现实条件下，还不能完全取代传统的购物方式，但作为传统购物方式的一种补充，是人类生活方式的一次飞跃；网络对居民的工作和学习的影响程度正在逐步提高。其作为一种新的办公和学习方式，已被大多数居民所接受。远程工作虽已成为一种发展趋势，但办公室作为传统的办公地点，其地位是不容动摇的；传统媒体获取信息方式的地位已经受到影响。电视、报纸、广告、广播、杂志等传统信息获取方式比重降低，而互联网作为一种新型信息获取方式，其比重迅速上升。在各区层面上，居民的网购频率、网购花费、远程工作和学习频率、以及信息来源和个人联系方式等人居活动的比重空间差异明显。这与大连市各区商业中心的布局、网络接入能力、经济发展水平以及居民人均可支配收入和消费能力等因素存在较大的关系。

参考文献：

[1] 刘慧, 甄峰. 信息化影响下居民活动特征探讨——以苏锡常地区为例 [J]. 河南科学, 2007, 25 (1): 169 – 172.
[2] 张之沧. 虚拟空间地理学论纲 [J]. 自然辩证法通讯, 2006 (1): 97 – 112.
[3] 曼纽尔·卡斯特. 网络社会的崛起 [M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2003.
[4] CASTELLS M. The Informational City: Information Technology, Economic Restructure, and the Urban – Regional progress [M]. Oxford: Blackwell, 1989: 390 – 395.
[5] FRIEDMAN J G WOLFF. World City formation: an Agenda for Research and Action [J]. International Journal of Urban and Regional Research, 1982 (6): 309 – 343.
[6] GRAHAM, MARVINS. Telecommunications and the City: Electronic Spaces, Urban Places [M]. London: Routledge, 1996.
[7] 孙智群, 柴彦威, 王冬根. 深圳市民网上购物行为的空间特征 [J]. 城市发展研究, 2009, 16 (6): 106 – 111.

- [8] 甄峰, 魏宗财, 杨山, 等. 信息技术对城市居民出行特征的影响 [J]. 地理研究, 2009, 28 (5): 1307–1317.
- [9] 裴玉龙, 马骥. 信息对城市居民出行影响的调查与分析 [J]. 哈尔滨工业大学学报, 2006, 38 (2): 226–230.
- [10] ZHEN Feng, WEI Zongcail. Influence of Information Technology on Social Spatial Behaviors of Urban Resident s. Chinese Geographical Science, 2008, 18 (4): 316–322. .
- [11] 魏宗财, 甄峰, 张年国. 信息化影响下经济发达地区个人联系网络演变 [J]. 地理科学进展, 2008, 27 (4): 82–88.
- [12] 魏宗财, 甄峰, 姜煜华, 等. 信息化影响下经济发达城市居民家庭联系网络演变 [J]. 城市发展研究, 2009, 16 (3): 50–57.
- [13] 刘卫东. 论我国互联网的发展及其潜在空间影响 [J]. 地理研究, 2002, 21 (3): 347–356.
- [14] 甄峰. 信息时代的区域空间结构 [M]. 北京: 商务印书馆, 2004: 3–8.

THE INFLUENCE OF INTERNET ON URBAN HUMAN AVTIVITIES ——A CASE STUDY OF DALIAN

JIN Pei-yu, LI Xue-ming

(College of Urban and Environmental Science, Liaoning Normal University, Dalian 116029, Liaoning, China)

Abstract: with the rapid development of Internet and the popularization of human existence, the geographical spatial environment has been formed a network fictitious space environment. Based on the questionnaire, the thesis in Dalian as an example, using SPSS radioactive-poll uted area to different virtual spatial environment of urban residential activities are analyzed, and the spatial characteristics. Research results show that: the virtual spatial environment of urban residential activities have become increasingly prominent, and the influence of geographic space and reality of human activities supplement and alternative. At the district level, residents of e-commerce frequency, costs, remote buys work and study, and through the Internet access frequency of such information and contact the differences of human activity space.

Key words: internet; human activities; Dalian

山地城镇空间结构演化中的自组织性 ——以云南临沧市城镇为例

王培茗

(云南大学 城市建设与管理学院, 云南 昆明 650091)

摘要: 在临沧山地城镇的发生、发展、演变历史中, 其空间结构都是自组织作用的结果。自组织力是一种贯彻始终的影响力量, 是城镇空间结构形成的内因, 它总是按照一定的社会经济原则在起作用。然而, 由于受到他组织这一外在干扰力的作用, 它在不同的历史时期表现出来的强弱不同, 遵循的自组织规律也不同。他组织力作为外来注入的干扰力, 它或促进或阻滞自组织作用的开展。他组织力是通过影响自组织力的若干序参量而起作用的, 城市规划是众多序参量中的一个, 要使这一序参量能很好地起作用, 就必须使其符合城镇空间的自组织规律, 并且影响和促进自组织过程的健康发展。

关键词: 临沧; 山地城镇; 空间结构; 自组织; 他组织

中图分类号: F291 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7852(2010)04-0027-07

0 前言

自组织理论认为: 从外部(宏观层面)对系统注入能量, 系统内部的要素(微观层面)通过相互作用会自发地(自组织)形成某种秩序和模型(宏观层面)^[2]。因为城市本身是一个必须不断从外界获取物质和能量的耗散系统, 所以外界的物质和能量也就强烈地影响和干扰着城市这个复杂巨系统自身的稳定性, 为了维持系统的稳定性, 城市必须不断地进行着自我修复和自我完善, 并自发地形成有序的城市空间结构(城市元胞), 这一过程就是城市的自组织过程。

1 临沧山地小城镇空间结构演化的自组织过程

历史上, 位于云南省西南边陲的临沧市因其地

处边疆、地势复杂、交通不便、少数民族聚居, 外来文化很难渗入, 经济发展水平低下; 加之历史上边境地区两国或民族之间纷争不断, 而中央政府管理失控, 使该区域在封闭落后的情况下又增加了不安定因素。这样, 该区域的城镇发展演化过程非常缓慢。解放以后, 中央政府加强了对该区域的影响和控制, 投入资金进行建设, 从而使城镇受控加强。改革开放以后, 更为强大的政策和经济助力推动城镇的发展, 城镇的发展速度突飞猛进。在城镇的发生、发展、演变历史中, 城镇空间结构的自组织作用贯彻始终。

1.1 城镇的产生源于他组织力, 但自组织力随后即占主导地位

由于临沧市地处少数民族聚居区域, 其主要城镇早期均为土司府驻地, 如临沧市政府驻地临翔区, 早期为勐缅甸土司地; 沧源县城驻地为勐角董土司地; 双江县城驻地为勐勐土司地; 耿马县城驻地

为耿马土司地，古称景麻；孟定镇政府驻地地为孟定土司署所在地；云县县城驻地史称大侯御夷州；凤庆县城驻地为勐氏土知府；永德、镇康史称镇康御夷州，驻地为现在的永康镇。这些土司府驻地建有土司署，但并不建城池，仅以栅栏为城，对土府外围城镇的发展并无准则，周围仅有少量的民房，有市无店，逢街天才有人流聚集。上述城镇中云县、凤庆和临沧（今临翔区，下同）改土归流较早，云县、凤庆在明万历二十六年即改为知和街道，如云县、凤庆和临沧都修建有东南西北 4 个城门，城内有衙门、民房、街道和街市，建筑除官府、民居和商业建筑外，还有塔寺、学校、会馆、粮仓等公共建筑，开始形成真正意义的城镇（见图 1）。这些城镇虽建有城池，但由于地处山地，城内街巷蜿蜒曲折，建筑也依山就势，并不同于平原地区按形制建设的城镇，自组织作用较为强烈。而其余土司署驻地主要为少数民族聚居，多半是清末、民初才改土归流的，受汉文化影响小，驻地都没有建城池，仅仅是围绕官衙（或土府）建设一定的民居和商贸建筑（见图 2）。而且由于纷争不断，行政区划变更频繁，如双江、永德、镇康、孟定都多次发生大的疆界变更，驻地也经常迁徙，这些驻地还往往在争战中遭受火毁之灾。从空间结构上看，这些城镇的基本格局仅仅是围绕官衙（或土府）依山就势进行布局。

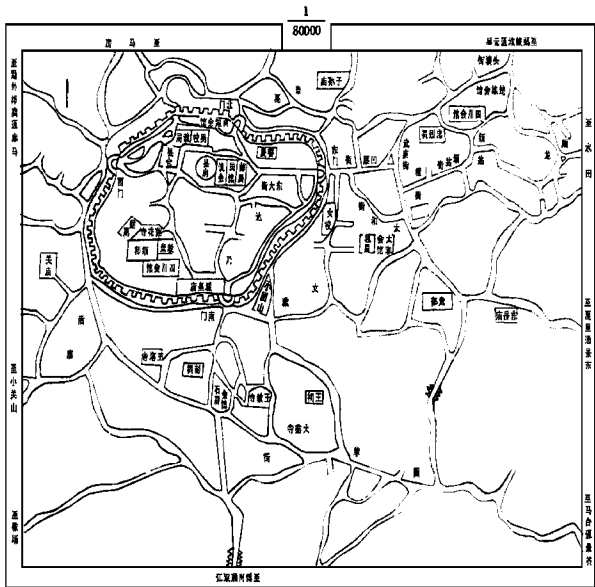


图 1 临翔区（临沧县城）1949 年街区图

Fig. 1 Street map of Linxiang Area (Lincang County) in 1949

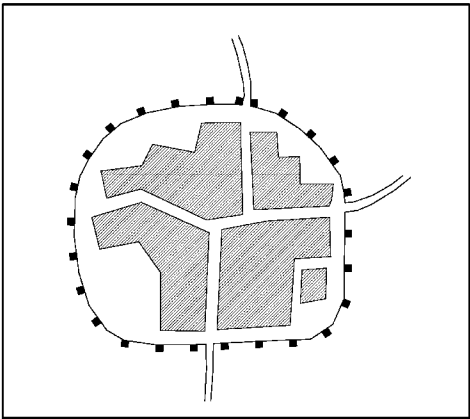


图 2 耿马县城 1944 年街区图

Fig. 2 Street map of Gengma County in 1944

从上述城镇的形成过程我们看出：当确定某地为土司署（或官衙）驻地后，即由土司（或官员）组织对土司署（或官衙）等少数建筑的捐款和派工，形成城镇的核心建筑，从而产生了建设的外来推动力量，即产生了以后建设的“核”，应该说各城镇形成伊始主要是他组织在起作用。随后便是居民的自发建设活动，由于对街道、民房建筑的建设并没有统一规划，因此城镇的居民便依据一定的法则（某个或几个民族的行为规范和建设条件）围绕土府（官衙）这个“核”进行自主建设，城镇建设演变为以自组织作用为主。

1.2 解放后到改革开放前，城镇空间形成的他组织作用明显增强

由于早期城镇的规模非常小，因此本阶段才是临沧市各城镇形成的重要阶段。解放后，国家有关部门对部分县的行政区划及政府驻地进行了调整，如镇康县一分为二成为永德、镇康两个县，新增镇康县政府驻地凤尾镇，双江和临沧先合并再分开，沧源县政府驻地从岩帅迁到勐董，最终形成了相对稳定的区划范围和政府驻地。国家同时还对少数民族聚居区域实行了民族区域自治，沧源、耿马、双江成为民族自治县。这些政策措施为后来城镇的建设提供了保障。

解放伊始，各县人民政府基本是利用原有官衙建筑改造后形成县政府、县委等办公建筑，而后围绕其建设了各类党政办公机构、邮电、百货商店、新华书店、银行、粮库、影剧院等公共建筑，新开辟了街道，修建了供职工居住的公宅。由于这一阶段是社会主义计划经济时期，建设用的土地是实行划拨的，建筑以及街道也基本是由政府直接投资进

行建设的，城镇建设基本是在政府掌控下、按政府的意愿进行的（见图 3、图 4）。这一时期，城市面貌改观虽大，但经济规律的作用往往被忽略：城市的中心充满各类行政办公类建筑，商业、文化等建筑仅按服务标准来进行配套建设，数量有限，生产建筑也占据城中心一定的空间，城镇很难进行自主调节和自我组织。此阶段城镇发展基本处于可计划、可控制的情况下，这是城镇空间演变过程中自组织作用最弱的阶段。然而，就是在这—阶段自组织也在发挥着作用，譬如，各类公共建筑的布局看似完全由外力（外来投资、政府掌控）决定，实际上其布局仍然是围绕政府这个核心按先来后到次序布局，遵循自组织规律。当然，由于此阶段破除迷信，解放思想，崇尚“人定胜天”，城镇建设中对环境形成一定的破坏。而同时，由于“以粮为纲”的战略思想指导，在城镇建设中还比较注意保护耕地，各城镇基本坚持利用山地进行城镇建设，且由于建设能力不强，建设中对山地环境的改造也不大，“依山就势”仍然是城镇空间布局的主要形式。

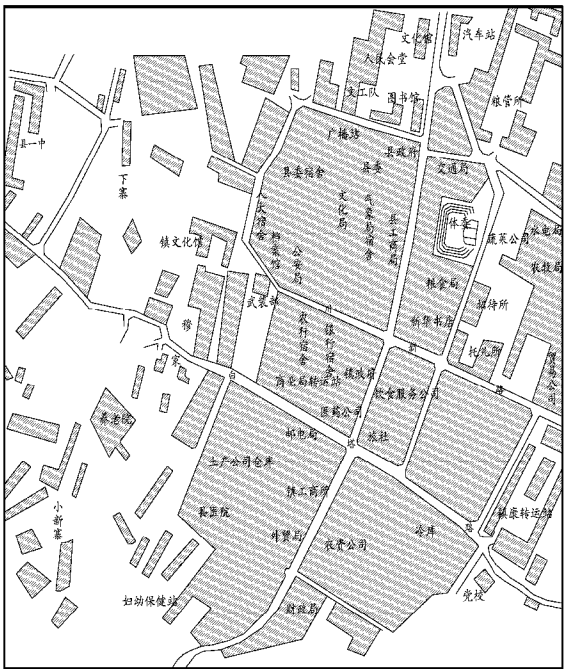


图 4 永德县城 20 世纪 80 年代街区图
Fig. 4 Street map of Yongde County in 1980

1.3 改革开放以来，城镇空间形成的自组织作用越来越强化

20 世纪 80 年代，临沧各县城镇都着手进行了第一轮城市总体规划（见图 5、图 6），城市建设在计划经济的指导下有条不紊地进行。然而，由于此时社会主义市场经济开始发挥作用，城镇实际建设与规划开始出现差距，很多新城市功能、新建筑形式出现，其布局也更加遵循经济规律，政府开始对城镇布局“失控”。如，个体私营商业的出现，最初只是在农贸市场内摆摊设点，随后开始在街面租借铺面，其分布也由外而内逐渐进入市中心；一些国营商业由于经营亏损，不得不把柜台外租，逐渐退出核心地段；影剧院由于受到电视的冲击，出现亏损，部分已改作其他功能；就连原来占据城中心地段的行政办公机构也开始把临街建筑出租……，卡拉 OK 厅、酒楼、宾馆、录像厅等新的建筑形式出现，政府很难控制其发展和建设。尤其是土地实行有偿使用以来，各类建设更是遵循地价规律有序布局，政府可调控的范围越来越小。虽然此阶段城市规划的监管力度大大加强，但由于第一版的城市总体规划计划经济的痕迹太重，政府很难在市场经济逐渐发挥作用的情况下再按计划经济下的规划来控制城镇建设，因此迫切要求调整已成为束缚的城市总体规划。

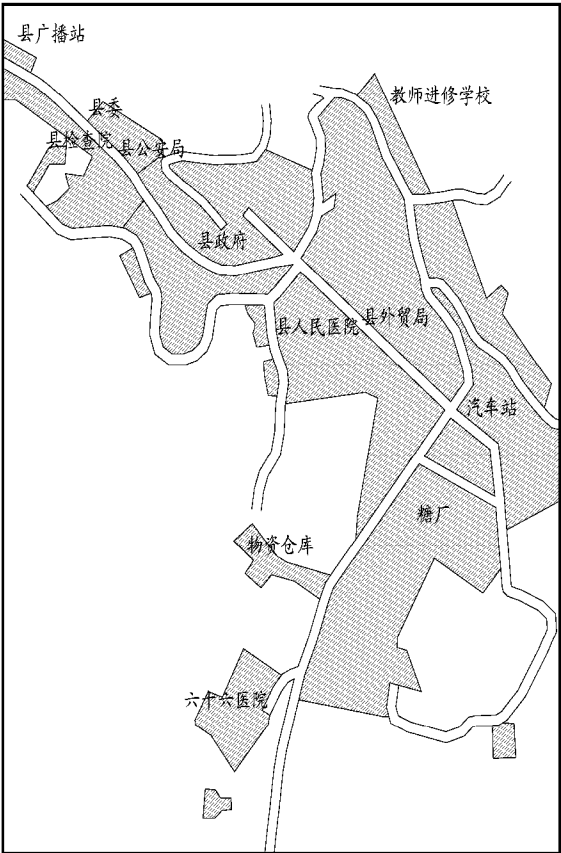


图 3 耿马县城 20 世纪 70 年代街区图
Fig. 3 Street map of Gengma County in 1970

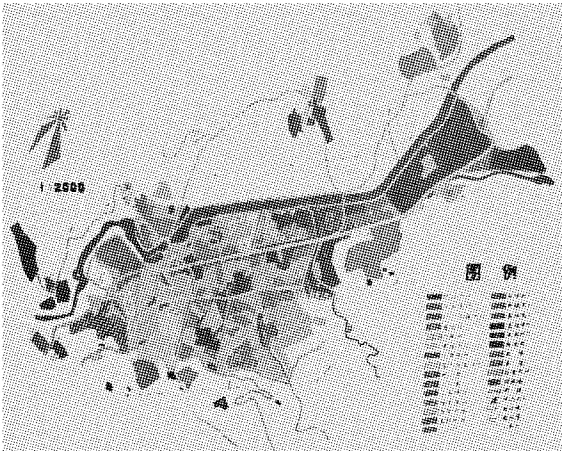


图 5 镇康县城（凤尾镇）1986~2000 年总体规划图
Fig. 5 Master plan of Zhenkang County (Fengwei Town) from 1986 to 2000

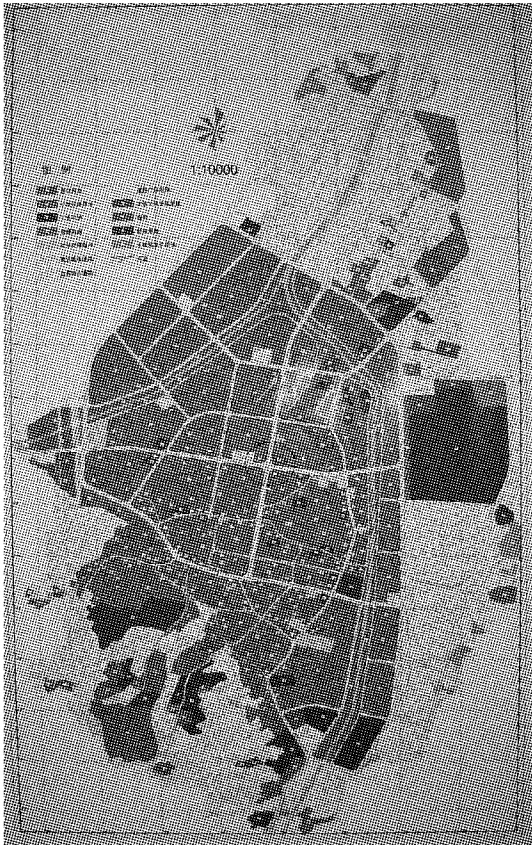


图 7 临沧县城 1997~2015 年总体规划图
Fig. 7 Master plan of Lincang County from 1997 to 2015

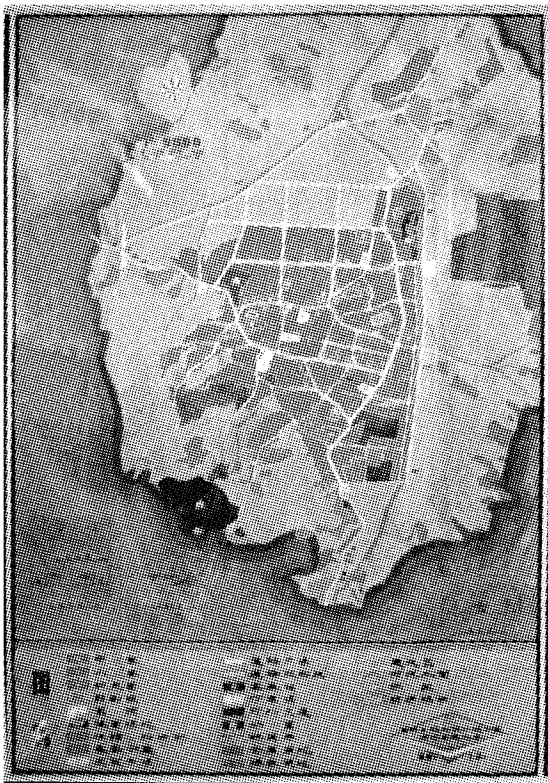


图 6 临沧县城 1985~2000 年总体规划图
Fig. 6 Master plan of Lincang County from 1985 to 2000

从 20 世纪末到 21 世纪初，临沧市各县城着手修编城市总体规划（见图 7~9），新一轮的城市总体规划比上一轮总体规划给了城镇建设布局较大的自主权，如商业、娱乐业等公共建筑的布局不像第一轮规划那样具体了，仅仅是规划出城市中心范围，表示出该区域是这些公共建筑的聚集区域。对居住建筑、生产建筑也以功能区设置为主。这样，

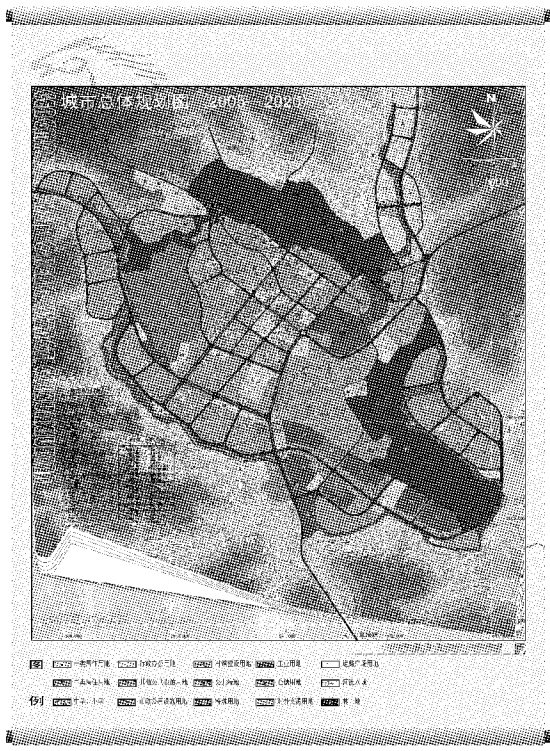


图 8 耿马县城 2005~2020 年总体规划图
Fig. 8 Master plan of Gengma County from 2000 to 2020

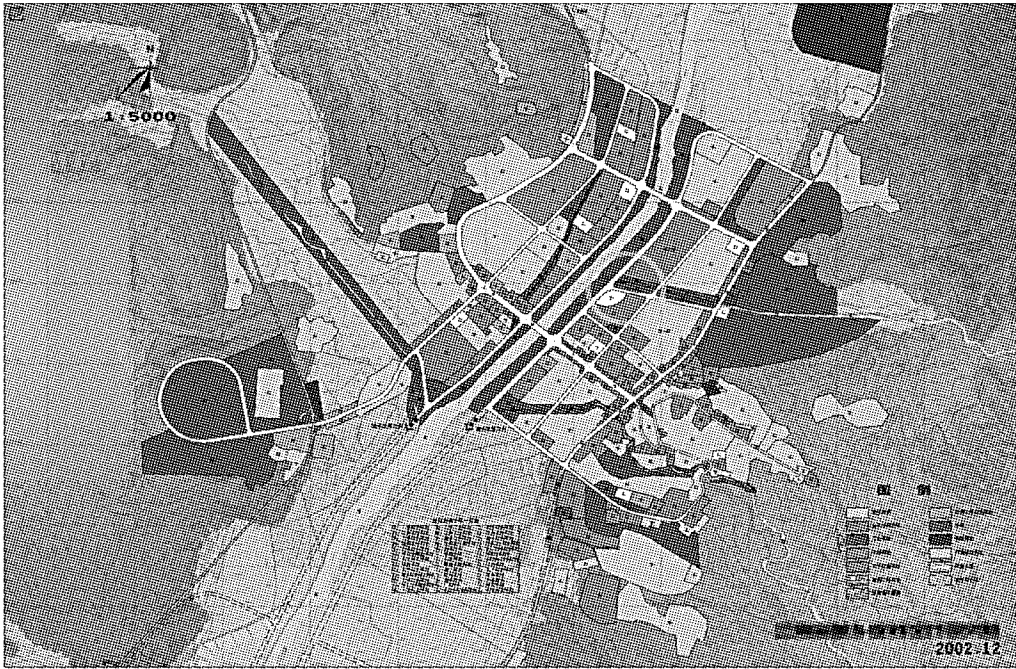


图 9 双江县城 2000 ~ 2020 年总体规划图

Fig. 9 Master plan of Shuangjiang County from 2000 to 2020

城镇内部空间以经济规律为准绳进行自我调适，城镇用地开始出现有规律的区位择优，各类用地按照地价规律进行置换，逐步形成符合经济规律的有序空间结构，外来的经济推力越大，城镇空间的自组织性也越强。但是另一方面，由于政府有了更多的资金渠道，对其可控部分，如城市发展方向、道路、广场、政府办公建筑、社会公益建筑（如图书馆、体育馆等）等，控制作用也更为加强，既而出现了一些城镇政府盲目扩大城市规模（至少 5 万人），宽马路、大广场，新行政中心等，并由此导致建设用地不足，开始占用城镇周边的耕地资源，在大片田野中投资建设新区中心。然而，由于城镇化和工业化速度都无法适应这一“有计划的拓展”，这一强烈的他组织作用并没有起到“核”的作用，许多城镇新区变成了人气不足的空架子，如临沧、凤庆等的新区。此阶段是城镇受到外力推动最强的阶段，但是，城镇政府对城镇建设却“失控”了。一些人认为这是城市规划的监管力度还不够大，其实，恰恰相反，是由于还没有摆脱计划经济影响的城市规划把自己当成了凌驾于自组织作用之上的他组织力量，一相情愿地组织城市空间结构而造成的失败。因为此时市场经济的强大力量已经使城市的自组织能力达到最强，任何外力都必须通过自组织方能发挥作用。

2 山地小城镇空间结构演变中的自组织作用分析

2.1 在城镇空间结构演变中，他组织是通过刺激自组织来发挥作用的

在城镇空间结构演变中，外来控制力量（他组织力）是诱因，正像进入贝壳中的沙粒等异物一样，有了这个诱因，蚌才围绕着它不断分泌珍珠质，使其圆润，不再刺激身体，珍珠也就形成了。城镇元胞的形成也是同样，往往是经济的、政治的、军事的外来原因使某地有了兴建城镇的必要，就在该地投入资金兴建一些核心建筑（如官衙、营寨等）。“核”形成后，该地原有的平衡就被打破了，为了建立起新的平衡，城镇开始进行自我调控（自组织作用），围绕着“核”开始建设，逐渐形成有规则的城市元胞。当然，城镇空间结构的形成要比珍珠的形成过程复杂得多，因为不仅其内部组织要比蚌复杂，更为重要的是在其自组织过程中还要不断地受到外来力量的干扰，也就是说可能遇到“刺激内分泌”或“抑制内分泌”的外力，还可能不断加入“沙粒”……譬如，在临沧市各城镇的形成过程中，遇到的外来因素就有：土司署、官衙的建设，人民政权的建立、战火毁损城镇、计划经济

政策、改革开放的经济政策、边疆少数民族自治政策等等，而所有这些外来力量对于城镇空间结构的形成都是外来诱因，不同的诱因带来城镇空间的不同自组织形式。归根到底，自组织是城市空间结构形成的核心力量，是内因，外部诱因必须通过作用于内因才能发挥作用。

2.2 在城镇发展的不同阶段，自组织的作用有强有弱

虽然我们认为城镇空间结构形成的核心力量是城镇的自组织作用，但并不是说在城镇形成的各个历史阶段城镇都能顺利地进行自组织。如前所述，在不同的发展阶段，由于提供给城镇空间进行自组织的环境不同，自组织作用往往有强有弱。当外力作用强烈，而此外力又不利于自组织作用时，如战争、计划经济政策等，城镇空间的自组织作用往往会受到抑制，城镇空间的生长往往就减缓甚至停滞。而当强烈的推进外力，如土地有偿使用制度、开放的投资渠道等，城镇空间便按一定的规则（如经济规则）自主调适，自组织作用强烈。

在自组织作用弱的阶段，人们往往会忽略了自组织作用而认为城镇空间是他组织作用的结果，其实这是误解。因为他组织力仅仅只是诱因，若这个诱因不能促使自组织作用发生，自组织作用便运行缓慢甚至停滞，但这并不能说明是他组织形成了城镇空间结构。如，战争毁损了城镇，或将城镇改为兵营，城镇自组织作用停滞，城镇也不再生长，一旦战争结束，城镇又马上会按自组织规律重新进行区位择优，功能重组。计划经济的影响也同样，政府人为控制城镇的增长，使城镇很难进行自我调控，城镇空间结构刻板而缺乏活力，一旦市场机制引入，许多原本配套建设的公共设施迅速退出中心区，城镇很快按市场原则进行自组织。在上述过程中他组织仅仅只是作为自组织的阻碍力量或推进力量，而无法独立组织城镇空间结构。

2.3 在不同的历史时期，城镇的自组织过程遵循不同的规律

在不同的历史时期，自组织作用不仅强弱不同，而且所遵循的规律也有所不同，一般是遵从当时、当地社会所公认的道德规范、行为准则和价值标准。在山地城镇形成早期，遵循的是朴素的自然观（尊重和敬畏自然的力量）和社会观（遵从氏族行为规范、尊敬氏族首领），城镇空间往往顺应自然地势，对自然环境破坏很小，空间形态往往会

形成环绕土司府等氏族首领驻地的变形同心圆模式。在社会主义计划经济时期，由于坚信“人定胜天”，对自然的尊重弱化，而对社会精神的代表——政府（人民民主专政）和工业企业（劳动创造了一切）的尊重放在了重要地位，城镇空间看似人力在控制，实质却还是依一定的规律在自组织，政府机构和工业企业被放在核心位置，其他用地环绕其布置。而在商品经济社会，人们首要的价值观是追求利润的最大化，城镇空间的布局也往往是按照利润最大化原则，利润最高的商务、商业、娱乐业占据了城镇核心位置，一些小利润或无利润的公益事业往往被挤出中心地段。鉴于此，代表城镇居民利益的政府必须对其进行干预，将代表社会公正的外力注入，如投入资金使社会资源公平共享、保持城镇环境的可持续发展等，才能使城镇空间朝着健康有序的模式发展。

2.4 城市规划不是他组织力，而是自组织力的序参量

人们常常会把城市规划当作一种他组织力量来看待，认为按照城市规划兴建的城市就是他组织的结果，其实这同样是一个误解。从临沧各城镇的发展歷程中可以看出，有着强烈计划经济背景的城市规划本身无法控制城市的生长，甚至无法引起城镇空间的自组织过程，而真正引起城镇空间自组织的外来诱因是政府投入了建设资金，若这一有限的投入不符合自组织规律，则无法引起连锁的自组织反应。所以说城市规划不应被视为他组织力量，而应该被看作城镇空间自组织过程的一个序参量。序参量选得好，符合自组织规律，则自组织过程能顺利进行，序参量选得不好，则影响自组织过程的进行。因此在进行城市规划时必须深入研究城市空间的自组织规律，符合客观规律的城市规划才是好规划，不要企图把城市规划看作是凌驾于自组织作用之上的他组织力量。但是，我们也不应忽视城市规划这一序参量对城市空间自组织过程的引导作用，城镇空间的自组织有时会走弯路，有时过程会很漫长，城市规划的作用就是要找出符合自组织总原则的途径然后对城市建设进行引导。

3 结论

综上所述，在山地城镇空间的发展演化过程中，自组织力是一种贯彻始终的影响力量，是城镇

空间结构形成的内因，它总是按照一定的社会经济原则在起作用。当然，由于受到他组织这一外在干扰力的作用，它在不同的历史时期表现出来的强弱不同，但它始终在影响着城镇空间的形成。他组织力作为外来注入的干扰力，它或促进或阻滞自组织作用的开展，当其促进自组织作用的时候，自组织力加大，自组织过程顺利；当其阻碍自组织作用的时候，自组织力减弱，自组织过程受到阻碍甚至停滞。在山地城镇形成的早期，由于山地区域的社会发展往往慢于平原地区的城镇发展，外来的他组织力往往是山地城镇形成的催酶，有了这一催酶，城镇开始进行自组织，随后，强大的他组织力便在不同的时期、以不同的形式干扰着城镇空间的自组织过程。然而，这些他组织力虽然强大，但其最后起

作用却是通过作用于自组织力。

由于自组织力总是受到他组织力的影响和干扰，而他组织力是通过影响自组织力的若干序参量而起作用的，那么序参量的选择就变得非常重要，城市规划就是众多序参量中的一个，这个序参量可以使自组织力加大或减弱，要使这一序参量能很好地起作用，就必须使其符合城镇空间的自组织规律，并且影响和促进自组织过程的健康发展，如城镇增长点的选择，自组织速度的控制等。只有发挥了城市规划这一序参量的作用，人类才能更多地影响城镇空间的自组织过程，使其朝着健康有序的方向发展，使其更能体现人类追求公平、公正、与自然和谐共生的理想。

参考文献：

- [1] 万勇，王玲慧．自组织理论与现代城市发展[J]．现代城市研究，2006（1）：7-13.
- [2] 陈彦光．中国城市发展的自组织特征与判据[J]．城市规划，2006，30（8）：24-30.
- [3] 徐珏燕，丁丽，张乐益．论城市——一个自组织演化系统[J]．东南大学学报：哲学社会科学版，2006，8（增刊）：168-170.
- [4] 王大伟，陈刚．徽州传统聚落空间形态自组织演化内在规律与启示[J]．中外建筑，2010（3）：53-54.
- [5] 马素伟．基于自组织视角的城市演化实证研究——以阆中古城为例[J]．中国名城，2010（7）：40-46.
- [6] 张建．自组织理论视角下的传统村落形态演变初探[J]．福建工程学院学报，2010，8（3）：222-226.

SELF-ORGANIZATION IN SPATIAL STRUCTURE EVOLUTION OF MOUNTAINOUS TOWNS

WANG Pei-ming

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

Abstract: In the occurrence, development and evolution history of Lincang mountainous towns, their spatial structures are the result of self-organization. The self-organization is a kind of impact strength all the way, and it's the internal cause of formation of towns' spatial structure. It always work according to certain principles of social or economic. However, by the effect of herter-organization, an external disturbance force, the self-organization force shows different intensity in different historical period, and the regulation of self-organization is the different also. As an external disturbance, the herter-organization promotes or blocks self-organization function. It react on some Sequence-parameters of self-organization. Urban planning is one of the Sequence-parameters. If we want the Sequence-parameter produce good effect, we must make it conform to the urban spatial self-organization regulation, and influence and promote the self-organization process to healthy development.

Key words: Lincang; mountainous town; spatial structure; self-organization; herter-organization

云南省区域人地关系及其空间差异实证研究

赵兴国¹, 潘玉君^{1*}, 丁生^{1,2}

(1. 云南师范大学 旅游与地理科学学院, 云南 昆明 650092; 2. 红河学院, 云南 蒙自 661100)

摘要: 作为中国西南边疆重要的省区之一, 云南省特殊的地理位置、复杂的自然地理条件以及丰富的自然资源等对维护国家边境安全、生态安全和资源安全具有重大贡献。实现区域人地系统的协调优化既是云南省发挥上述功能的重要体现, 又是其自身发展的客观要求。结合云南省所辖各州市的区域特点, 运用人地关系演进状态评价模型, 定量分析其各州市“十一五”前中期(2006~2008年)阶段的资源环境基础、人口密度、经济密度以及人地关系状态, 并以SPSS 16.0和ArcGIS 9.2两个软件作为辅助工具, 对研究结果进行聚类分析和地图绘制, 以揭示其人地关系状态及其构成要素的空间差异。根据人地关系状态的空间格局, 提出云南省区域人地关系空间优化的调控对策与建议。

关键词: 资源环境基础; 人地关系状态; 泰尔指数; 空间差异; 云南省

中图分类号: X24 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7852(2010)04-0034-06

0 引言

在人类活动对地理环境的影响强度和作用范围越来越大, 从而越来越强烈地改变着自然结构的今天, 人类面临着一系列诸如人口膨胀、资源枯竭、环境污染、生态破坏等诸多“人口-资源-环境-生态”问题。作为地球表层陆地空间系统中最为重要的两大类(组)要素的相互作用——“人”和“地”的关系, 成了地球表层系统中最需要研究的关系^[1], 而以人类活动和地理环境相互关系为内涵的人地关系研究正是地理学的传统领域^[2], 对其进行空间分析更是地理学独有的研究特色。

陆大道等^[3]明确将“我国不同区域人地关系紧张程度的变化趋势及应对措施”作为中国在未来很长一段时期内区域发展状态格局研究的重大需求, 表明区域人地关系的定量识别与优化调控将成为区

域发展研究的重要领域之一。从研究的发展趋势看, 地理学视角下的人地关系研究已经从最初的理论研究逐渐走向实证研究, 并进一步发展到理论与实证研究相结合的综合集成研究, 其主要的研究方法遵循钱学森院士提出的“从定性到定量的综合集成(M-S)法”, 基本目标是为了提高区域可持续发展能力, 根本目标是实现人地关系地域系统的协调共生^[4]。

云南省在全面建设小康社会的征程中拥有许多良好的发展机遇, 同时也面临着诸多区域性問題, 各州市经济社会发展差距较大, 发展的资源环境基础差异也较大。在加速推进工业化和城镇化的过程中仍存在不同程度的人地矛盾问题, 人地系统日趋失衡, 河湖污染、生态破坏、资源浪费等资源环境问题不断凸显, 严重制约了云南省各州市的全面协调可持续发展。本研究结合云南省所辖各州市的区域特点, 选取耕地资源等七大类具有区域代表性的

收稿日期: 2010-07-05; 修订日期: 2010-07-21.

基金项目: 国家社会科学基金项目(07BMZ033).

作者简介: 赵兴国(1985-), 男(布朗族), 云南省保山市人, 硕士研究生, 研究方向为区域系统开发与区域资源环境研究.

* 通讯作者.

资源环境基础评价指标，选取人口密度和经济密度作为区域人类活动的评价指标，运用张雷等提出的人地关系演进状态评价模型，定量分析其所辖各市州“十一五”前中期（2006～2008 年）阶段的资源环境基础、人口密度、经济密度以及人地关系状态，在此基础上进一步揭示它们的空间差异。根据分析结果提出云南省区域人地系统优化的目标和方向，并就如何实现云南省全面协调可持续发展提供相关的对策与建议。

1 研究方法和数据获取与处理

1.1 研究方法

1.1.1 人地关系演进状态评价模型

张雷等^[5,6]在对中国区域发展的资源环境基础研究中，创造性地提出了区域资源环境基础（“地-地”对应关系）的评价模型，并在考虑区域发展中人类活动的基础上，进一步提出了区域人地关系演进状态（“人-地”对应关系）模型。该模型因计算方法简洁，计算过程简单，计算结果切实反映区域实际情况等优点被众多学者采用^[7-11]。本研究结合云南省各市州的资源环境特点和经济、人口发展现状，在对其评价指标进行完善的基础上，计算出云南省各市州的人地关系状态，其基本评价公式为：

$$ML = (P \times E) / RCER \quad (1)$$

式中： ML 为云南省各市州人地关系演进状态系数； P 为各市州人口密度与云南省人口密度的比值； E 为各市州经济密度与云南省经济密度的比值，经济活动通常以 GDP 年产出形式表示； $RCER$ 为各市州区域资源环境基础。人地关系演进状态系数用于测度一个地区人地关系（演进）的状况，其值愈大，说明区域人地关系愈紧张；其值越小，则表明区域人地关系趋于缓和。

人地关系演进状态系数反映的是“人-地”对应关系，而资源环境基础反映的是“地-地”对应的关系。区域资源环境基础（ $RCER$ ）的评价公式为：

$$RCER = \sum (RF_i / NF_i), \quad \begin{matrix} RF_i = f_i / t, \\ NF_i = F_i / T \end{matrix} \quad (2)$$

式中： $RCER$ 为各市州资源环境基础； RF 为各市州资源环境要素的基础指标； f_i 为各市州资源环境要素表征值（ $i = 1, 2, 3, 4, \dots$ ，但不包括海洋生态系统）； t 为各市州陆域国土面积； NF 为云南省资源环境要素的基础指标， F_i 为云南省资源环境要素表征值（ $i = 1, 2, 3, 4, \dots$ ，但不包括海洋生态系统）； T 为云南省陆域国土面积。

1.1.2 泰尔指数

泰尔指数是由 Theil 利用信息理论中的熵概念提出并用于衡量收入不平等程度的一种方法，指数越大，表明收入差距越大；反之，则越小^[12]。其基本的评价公式为：

$$T = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \log\left(\frac{\bar{Y}}{Y_i}\right) \quad (3)$$

式中： T 表示泰尔指数； N 表示划分的地域单位个数； Y_i 表示第 i 个单位的人均收入； $\bar{Y}$ 表示 Y_i 的平均数。随着方法应用的日趋成熟和评价结果的科学与准确，泰尔指数除了应用于收入的区域差距测度以外，还广泛被应用于其它指标区域差距的测度，成为衡量区域发展差距的常用方法之一。

1.2 评价指标选择和数据获取与处理

在张雷等提出的人地关系演进状态的评价模型中，其资源环境基础的评价指标主要考虑了国家和地区社会经济整体发展依存程度及使用程度最为普遍的五大类“公用性资源”，即耕地资源、淡水资源、矿产资源、能源资源和森林资源。本研究在对云南省各市州资源环境基础进行评价中，结合区域资源特点和具体情况，在原有的五大类“公用性资源”的基础上，还增加草地资源和旅游资源。在对人的活动程度的评价中，则采用人口密度和地均 GDP 作为评价指标。

为了更好地反映云南省各市州“十一五”前中期（2006～2008 年）阶段人地关系状态的整体情况，在对各种自然资源的基础数据、人口数据及经济数据的处理上，将 2006 年、2007 年和 2008 年的数据进行平均处理来反映研究时段的整体情况。各市州地区生产总值的数据均按以 2000 年为基期进行的可比价计算。研究的基础数据主要来自于《云南统计年鉴》（2007～2009）、《云南年鉴》（2007～2009）、《云南省情》（2008）、《云南资源大全》（2006）等。

2 研究结果与分析

2.1 云南省各市州资源环境基础评价及其空间差异分析

表1 云南省各市州“十一五”前中期阶段资源环境基础评价价值
Tab. 1 The resource – environment base of “Eleventh Five – Year” plan before the mid – base in all cities and prefectures of Yunnan Province

项 目	昆明市	曲靖市	玉溪市	保山市	昭通市	丽江市	普洱市	临沧市
资源环境基础 (RCER)	9. 791 6	8. 818 2	6. 672 1	14. 896 4	13. 381 5	5. 794 5	7. 268 2	6. 916 1
项 目	楚雄州	红河州	文山州	西双版纳州	大理州	德宏州	怒江州	迪庆州
资源环境基础 (RCER)	3. 701 3	6. 355 8	4. 876 6	14. 533 5	6. 185 7	8. 063 7	7. 290 0	13. 950 0

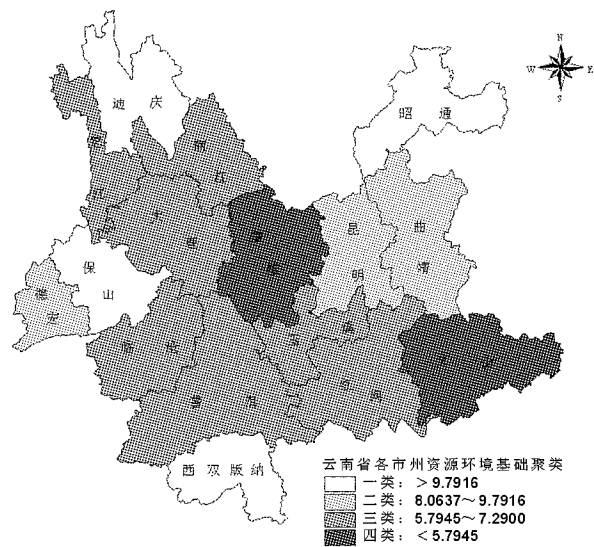


图1 云南省各市州资源环境基础的空间格局
Fig. 1 The spatial framework of resource – environ – ment base in all cities and prefectures of Yunnan Province

图1显示,资源环境基础处于一类地区的有保山市、西双版纳州、迪庆州和昭通市4个市州。从评价的资源类型看,保山市的耕地资源和能源资源较为丰富;西双版纳州除了具有较为丰富的森林资源和旅游资源以外,还具有十分丰富的盐矿资源;迪庆州则具有较为丰富的草地资源和旅游资源;昭通市资源环境基础较高的主要原因在于境内具有丰富的能源资源(主要是煤炭资源),其能源资源的评价价值高达6.215 2,是云南省煤炭资源较丰富的市州之一。资源环境基础处于二类地区的包括昆明市、曲靖市和德宏州3个市州,它们在资源环境基础上的共同特点是没有明显优势的資源,各类资源的评价价值相差较小,且区域差异也没有一类地区的

资源环境基础是区域人地关系研究中衡量“地的承载能力”的重要指标,其评价的主要表征指标应首先考虑“地-地”对应关系状态。表1和图1分别为云南省各市州“十一五”前中期阶段的资源环境基础评价价值及其空间格局。

显著。其他多数市州的资源环境基础均处于三类地区,主要分布于云南省的南部和西北部,该类地区除了旅游资源占有一定优势以外,其余资源的评价价值均较低且相差较小,其资源环境基础的总体评价价值均较低,该类地区的资源环境基础仅在5.794 5~7.290 0。分别处于滇中的楚雄州和滇东南的文山州则是云南省资源环境基础最低的地区,该两个民族自治州均没有占优势的資源,各类资源评价价值均较小且相差也较小。

总体来看,尽管各市州个别类型资源的资源环境基础差距较大,但其资源环境基础总体评价价值的差距较小,其泰尔指数仅为0.034 1。究其原因,主要表现为两方面,其一是资源环境基础较高的地区主要是以某类(或某几类)资源占优势,但这些地区又是发展较为落后的地区,表明其资源优势对区域发展的贡献并未充分发挥出来,有待进一步挖掘优势资源的开发潜力;其二是资源环境基础较低的地区往往又是发展相对较快的地区,但这些地区同时又是资源环境问题较为突出的地区。可见,无论是发展相对较好的地区还是较落后的地区,云南省在资源开发与利用方面仍存在畸形发展的态势,在推进资源环境友好型社会的建设面面临诸多挑战。

2.2 云南省各市州人口密度和经济密度评价及其空间差异分析

“十一五”时期是云南省各市州全面加速发展的重要机遇期,尽管2008年爆发的全球金融危机对中国经济整体发展造成一定的影响,但总体来看,云南省各市州的经济发展仍呈良好势头。表2、图2和图3分别为云南省各市州“十一五”前中期阶段人口密度和经济密度评价结果及其空间格局。

表 2 云南省各市州“十一五”前中期阶段人口密度及经济活动密度评价
Tab. 2 The density of population and economy of “Eleventh Five – Year” plan
before the mid – base in all cities and prefectures of Yunnan Province

项 目	昆明市	曲靖市	玉溪市	保山市	昭通市	丽江市	普洱市	临沧市
人口密度指数 (P)	2.506 9	1.678 2	1.292 4	1.091 4	1.981 1	0.500 9	0.495 9	0.846 6
经济密度指数 (E)	5.964 3	1.660 6	2.754 6	0.730 8	0.783 1	0.320 6	0.245 2	0.448 2
项 目	楚雄州	红河州	文山州	西双版纳州	大理州	德宏州	怒江州	迪庆州
人口密度指数 (P)	0.800 6	1.160 5	0.923 8	0.471 7	1.033 2	0.889 6	0.314 2	0.137 2
经济密度指数 (E)	0.745 8	0.984 1	0.486 1	0.449 3	0.959 7	0.600 3	0.224 7	0.124 8

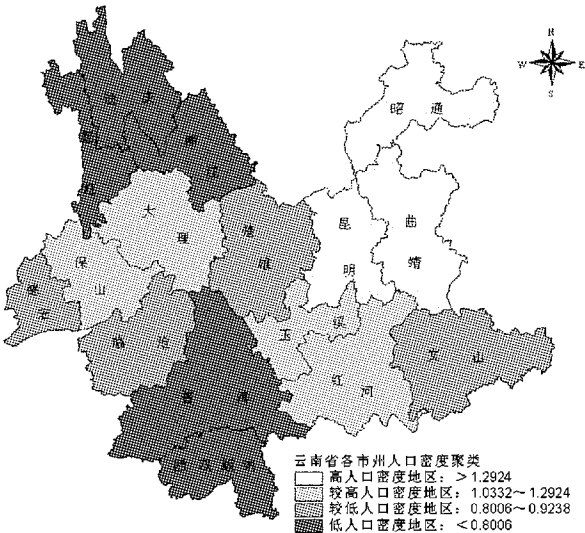


图 2 云南省各市州人口密度的空间格局
Fig. 2 The spatial framework of population density in all cities and prefectures of Yunnan Province

从人口密度的评价结果看，高人口密度地区主要集中在云南省东部地区，包括昆明市、昭通市和曲靖市，其人口密度指数均超过 1.67，为云南省人口规模最大的地区。人口密度处于“第二阶梯”的地区有玉溪市、红河州、保山市和大理州 4 个市州，其人口密度指数在 1~1.3，主要分布于滇西和滇东南，呈带状分布的空间格局。与“第二阶梯”相比，人口密度处于“第三阶梯”的楚雄、文山、德宏和临沧等 4 个市州则分布较为零散，其人口密度指数与“第二阶梯”的相差较小。人口密度最小的地区则主要分布于滇西北和滇西南地区，具有明显的带状分布格局。

从经济密度的评价结果看，经济发展水平具有明显的带状分布的特点，高经济密度地区主要集中在滇中地区，较高经济密度地区主要集中在滇中、滇西、滇东南的部分地区，较低经济密度地区分布较为零散，滇西南和滇东南均有分布，低经济密度

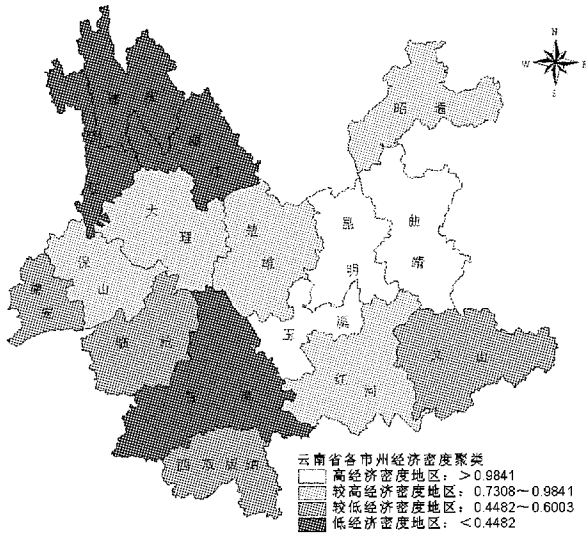


图 3 云南省各市州经济密度的空间格局
Fig. 3 The spatial framework of economic density in all cities and prefectures of Yunnan Province

地区则主要集中在滇西北。

总的来看，云南省各市州人口密度的空间格局与经济密度的空间格局具有较高的对应关系，其基本的分布规律是人口密度大的地区同时也是经济密度高的地区，这些地区总体的发展水平较高；人口密度低的地区同时也是经济密度低的地区，这些地区则相对落后。各市州经济活动密度的区域差距要比人口密度的区域差距大，其经济密度的泰尔指数为 0.216 4，而人口密度的泰尔指数仅为 0.091 0。

2.3 云南省各市州人地关系状态及其空间差异分析

人地关系处于什么样的状态且如此的状态是否有利于区域的全面协调可持续发展，是“人”对“地”的活动程度和“地”对“人”的承载能力的综合结果。因此，人地关系（演进）状态的研究既要把握“地-地”的对应关系状态，还要进一步明确“人-地”的对应关系状态。在对云南省各市州

资源环境基础和人口密度及经济密度的空间差异进行系统分析的基础上，最终得出云南省各市州“十一五”前中期阶段的人地关系状态的评价状况（如表 3）。

表 3 云南省各市州“十一五”前中期阶段人地关系状态评价价值
Tab. 3 The man – land relationship status of “Eleventh Five – Year” plan
before the mid – base in all cities and prefectures of Yunnan Province

项 目	昆明市	曲靖市	玉溪市	保山市	昭通市	丽江市	普洱市	临沧市
人地关系演进状态系数（ML）	1. 527 0	0. 316 0	0. 533 6	0. 053 5	0. 115 9	0. 027 7	0. 016 7	0. 054 9
项 目	楚雄州	红河州	文山州	西双版纳州	大理州	德宏州	怒江州	迪庆州
人地关系演进状态系数（ML）	0. 161 3	0. 179 7	0. 092 1	0. 014 6	0. 160 3	0. 066 2	0. 009 7	0. 001 2

为了进一步分析云南省各市州人地关系状态的空间差异，我们对各市州的人地关系演进状态系数（ML）进行了聚类分析，根据数值大小分为五类地区（如图 4）。相比之下，昆明市为云南省所辖市州中人地关系最为紧张的地区，各地区人地关系状态呈现出以昆明市为中心，依次向外呈近圆环状辐射的由紧张到缓和的空间格局。由此可见，在现有资源环境承载区域发展的背景下，人地关系状态较为紧张的地区往往是那些人口密度大、经济活动较强的地区；而人地关系状态趋于缓和的地区往往是那些人口密度小、经济活动弱的地区。值得我们思考的是，人地关系状态较好的地区，诸如迪庆和怒江等地区面临着生态环境脆弱、生存环境恶劣、人民生活水平较低、区域发展能力较弱等发展现状，从长远来看，这不利于实现这些地区的全面持续发展，而最理想的发展模式应该是在资源环境基础不

断增强的情况下，区域经济社会发展水平也不断提高，而人地关系状态则呈日趋缓和之势。

目前，尽管昆明、曲靖等滇中地区呈现良好的发展势头，但其区域发展与资源环境的矛盾也不断显现，水资源短缺与污染、高原湖泊污染、生态破坏等不断突出，这在很大程度上又反过来制约着地区经济社会的全面发展，给区域人地系统协调可持续发展带来巨大压力。

3 结论与对策

3.1 基本结论

通过对云南省各市州“十一五”前中期阶段人地关系状态及其空间差异的实证分析，本研究得出如下基本结论：（1）从反映区域“地的承载能力”的资源环境基础评价来看，保山、西双版纳、迪庆和昭通等资源环境基础较高的市州主要是以某类或某几类资源占主导优势，其它市州的资源环境基础评价相差较小，总体来看，各市州资源环境基础的空间差异较小，其泰尔指数仅为 0.034 1；（2）从反映区域“人的活动程度”的人口密度和经济密度评价来看，云南省人口密度和经济密度较高的地区主要集中在滇中地区，较低的地区主要集中在滇西北和滇西南，各市州人口密度和经济密度的空间分布规律为人口密度大的地区同时也是经济密度高的地区；人口密度小的地区同时也是经济密度低的地区，但经济密度的空间差异（ $T_{\text{经济密度}} = 0.216\ 4$ ）要明显高于人口密度的空间差异（ $T_{\text{人口密度}} = 0.091\ 0$ ）；（3）从反映区域“人地关系状态”的人地关系演进状态系数评价来看，人地关系较为紧张的地区主要集中在昆明、曲靖、玉溪等滇中地区，各市州人地关系状态呈现出以昆明市为中心，依次向外呈近圆环状辐射的由紧张到缓和的空间格局，空间差异

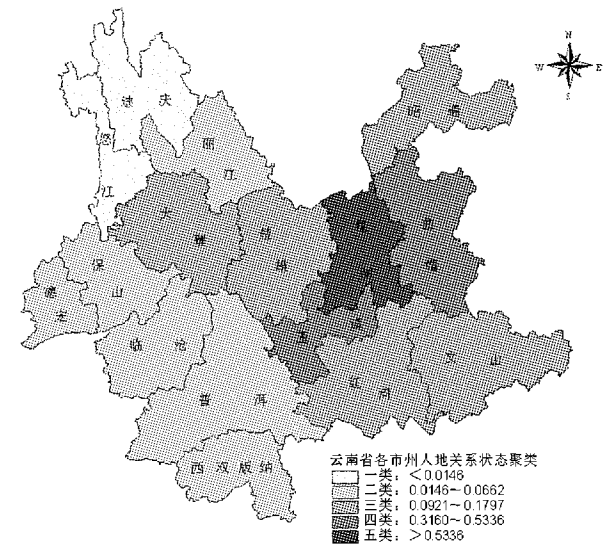


图 4 云南省各市州人地关系状态的空间格局
Fig. 4 The spatial framework of man – land relationship status
in all cities and prefectures of Yunnan Province

较大，其人地关系状态的泰尔指数高达 0.487 7。

3.2 对策建议

人地关系状态是区域人地关系紧张程度（或矛盾）的重要评判标准，是实现区域人地系统协调优化的客观基础。区域人地关系会随着经济社会的发展和自然资源的利用呈现不同的演进状态，其影响因素既有自然因素，又有人文因素，但纵观人类发展的历史进程，这种演进状态的趋好与趋差主要是由于人类活动引起的。因此，人地关系状态的演进是可以朝着有利于人类发展的方向进行科学调控的。

云南省正处于实现跨越式发展的重要机遇期，同时也面临着产业转型、结构优化等转变经济发展方式和生态恢复与重建、生物多样性保护、生态安全保障等生态环境保护的巨大挑战。随着胡锦涛总书记在 2009 年到云南考察工作时明确提出“把云南建设成为我国面向西南开放的桥头堡”的重要战略，加上“中国－东盟自由贸易区”的建立与运行，必将使云南省区域人地关系的相互作用进一步加强，人地矛盾进一步显现。实现区域内人地系统协调演进和区际间优势互补，将是云南省及其所辖各市州在“十二五”时期乃至今后很长一段时期内必须高度关注的重大问题，实现这个目标，我们认为应从如下几个方面来努力：（1）充分发挥各市州

区域发展的资源环境优势，不断提高资源的利用效率。云南省多数市州有其相对占优势的自然资源，各市州应找准各种机遇，发挥区域发展的资源优势，使区域内的各种资源能尽其所用，不断提高资源的利用效率。（2）更加重视水资源、森林资源和草地资源等的生态服务功能。云南省具有十分丰富的水资源和森林资源，而这两类资源主要集中在云南省西部地区，且空间差异十分明显。草地资源则主要集中在滇西北地区。云南省特殊的地理位置和地理环境条件决定了其生态环境的重要性，比起经济效益，我们认为更应该注重这些资源的生态服务功能。（3）不断提高经济发展的质量和效益。中国经济发展的差距在短期内不可能缩小，这是自然条件和人为因素共同决定的结果。这种背景下走“追赶型”的经济发展方式势必影响地区的长远发展，走一条质量和效益并重、环境和发展兼顾的“低碳发展之路”是各市州经济发展的必然选择。（4）建立完善的生态补偿机制。云南省及其所辖各市州的资源、环境、生态等无论是对区域内的发展还是对相邻区域乃至邻近国家发展的重要性都是绝不能低估的。因此，实施生态补偿政策不仅对实现区域内的协调发展和区际间的公平发展具有重要作用，也是区域环境保护、流域治理、生态重建等的重要保障。

参考文献：

- [1] 中国地理学会. 2006~2007 地理科学学科发展报告 [R]. 北京：中国科学技术出版社，2007：17-18.
- [2] 郑度. 人地关系地域系统与国土开发整治——贺吴传钧院士 90 华诞 [J]. 地理学报，2008，63（4）：346-348.
- [3] 陆大道，樊杰. 2050：中国的区域发展（中国至 2050 年区域科技发展路线图研究报告）[R]. 北京：科学出版社，2009：31-32.
- [4] 潘玉君，武友德. 地理科学导论 [M]. 北京：科学出版社，2009：43-45.
- [5] 张雷，刘毅. 中国东部沿海地带人地关系状态分析 [J]. 地理学报，2004，59（2）：311-319.
- [6] 张雷，刘毅. 中国区域发展的资源环境基础 [M]. 北京：科学出版社，2006：13-14.
- [7] 吴映梅，沈琼. 西南区人地关系演进状态综合评价 [J]. 西南师范大学学报：自然科学版，2006，31（6）：148-152.
- [8] 吴映梅，陈贻娟，牛静静. 金沙江中上游山地限制开发区人地关系演进状态研究 [J]. 云南师范大学学报：哲学社会科学版，2008，40（6）：34-37.
- [9] 肖波. 塔里木盆地南缘喀尔克绿洲人地关系动态变化研究 [D]. 乌鲁木齐：新疆大学，2007.
- [10] 姜黎. 新疆天山北麓绿洲主要城市人地系统演进及优化研究 [D]. 乌鲁木齐：新疆大学，2008.
- [11] 李琛，谢辉. 东北地区资源环境安全评价 [J]. 资源科学，2006，28（1）：30-36.
- [12] 张成旺. 重庆市农村居民收入区域差距测度 [J]. 重庆社会科学，2003（5）：45-47.

滇越铁路车站等级设置与周边城镇化关系的探讨

张林艳, 何云玲, 刘晓芳

(云南大学 资源环境与地球科学学院, 云南 昆明 650091)

摘要: 滇越铁路是云南也是西南地区最早修建的一条铁路, 沿线车站共设5等: 特等、一等、二等、三等、小站, 按各县/市内最高等级车站将研究区相应划分为I、II、III、IV、V5个区。滇越铁路不同等级车站设置对周边城镇化进程的影响不尽相同, 特等站产生显著影响, I区人口增长尤为突出(高达214.5%), 远高于其他4个区(均低于100%); 一等、二等、三等站因有关区域各具特色影响程度较为相当, II、III、IV区内人口增长速度相似(69.1%、76.6%、73.2%); 小站影响较小, V区内人口在通车时最多但增长极为缓慢(仅27%)。就人口密度与车站等级设置的关系来说, 与特等站有一定关系, 与其他等级车站则关系不大, 这是因为人口密度与城镇自身发展历史更为密切。

关键词: 城镇化; 人口变化; 车站选择; 滇越铁路

中图分类号: F291

文献标识码: A

文章编号: 1001-7852(2010)04-0040-06

0 引言

滇越铁路, 1910年由法国建成通车, 跨中越两国, 故有云南十八怪“火车不通国内通国外”的说法。这条铁路在云南境内北起昆明、南抵河口, 连接6个地州、纵跨12个市县, 入越南后经河内最终止于海防, 全长854 km, 其中云南段(后改名为昆河铁路)长465 km, 俗称“滇越铁路”^[1]。法国修建滇越铁路的本意, 原是为了掠夺云南丰富的矿产资源, 将云南视为海外市场倾销商品和榨取高额利润。滇越铁路, 无不永远铭刻着帝国主义对中国大举侵略的耻辱, 与此同时这条铁路也为当年偏落后的云南带来了西方工业文明的气息。客观来看, 铁路的运行大力改善了云南的对外交通, 加速了云南自然经济向商品经济的转化, 尤其是对云南近代工业和城镇建设的发展起到了重大的作用^[2,3]。

随着云南早期工业化的发展, 近代云南经济贸易一度繁荣, 由此带动了铁路沿线及周边城镇化向前发展。作为西南地区的第一条铁路, 滇越铁路的到来为近代云南城镇化的发展开创了历史性的先河, 并随着铁路的运行先后兴起了河口、蒙自、开远、石屏、建水、宜良、玉溪、弥勒、通海、路南等一批市镇^[4]。可以说, 滇越铁路运行前后的几十年间发生了近代云南最早、最显著的城镇化过程, 这对今天的云南城镇布局及城镇进程的发展有着深远的影响。

车站, 是人流往来、物资集散的重要场所, 因此车站在铁路沿线上具有重要特殊的作用^[5]。铁路车站的选址需综合考虑地质地理背景、自然资源条件、交通运营管理等影响因素^[6]。反之, 由于人或货物必然通过车站进入或离开铁路运输, 车站等级的不同将导致它在铁路运输地位上的重大差异, 由此产生客流、物流运送的差距无时不影响着沿线周

边的经济发展，从而对当地或周边地区的城镇化发生不同程度的影响^[7-12]。滇越铁路沿线共设有 5 个等级的车站，即特等、一等、二等、三等、小站，因车站等级不同所导致周边城镇发展存在较大差异的情况比比皆是。譬如，为便于个旧大锡外运而设置的特等站——碧色寨，就是从一个默默无闻的仅有十几户人口的小村落发展成为滇越铁路重要的中转枢纽，在当年曾红极一时而被称之为内地“小香港”^[13]。与此同时，个旧锡矿吸引了外来的大批务工人员，从而使这座城市发展成为享誉全球的锡都。由于滇越铁路将开远设立为二等站，使之从很不起眼的小地方一跃成为滇南商业重镇^[14]。除了少数几个特等站、一等站之外滇越铁路沿线更多的是三等站和小站，它们在云南山高坡陡、村落分散、物资交流不畅通的情况下成为必不可少的区间站，是乡民贸易交通的窗口和物质交换的集散地，因此相应发展为规模不一的大大小的城镇，象芷村、小龙潭、徐家渡、禄丰村等都是因路而兴、因路而活、因路而富的城镇^[15]。车站等级的不同将导致其对周边城镇化影响程度和范围的差异，通过滇越铁路车站等级设置与周边城镇化关系的探讨研究，将对正在修建的玉蒙铁路的车站选址、未来铁路的选线以及研究铁路沿线城市化等问题提供一定

的参考借鉴。

1 研究区域

滇越铁路云南段由昆明经宜良、开远、碧色寨至河口，沿线共设有 43 个车站，因站点所处地理位置、客流量、货运量等方面的差异，有特等、一等、二等、三等站和小站之分。其中，特等站 2 个（碧色寨、河口），一等站（云南府）、二等站（开远）各 1 个，三等站 6 个（可保村、宜良、禄丰村、芷村、盘溪、腊哈地），小站 33 个（如图 1、表 1 所示）^[16]。为研究滇越铁路车站等级设置对沿线周边城镇化的影响，本文先以县为单位，将滇越铁路所穿越的 11 个县/市（河口除外，因其 1940 年方设建制县城而难以查询早期人口数据），即昆明市、呈贡、宜良、澄江、弥勒、华宁、开远、蒙自、建水、屏边、马关视为研究区域。此外，个旧虽未在滇越铁路上，但个旧锡矿从这条铁路转运出口，故把个旧市一同纳入研究范畴。如此，研究区合共 12 个县市，按各县/市内车站最高等级之别将如上县市划分为 5 个区，并分别冠以罗马数字 I ~ V 示之（见图 1、表 1）。其中，个旧离特等站碧色寨很近而深受影响，故将其划分为特等站所覆盖的地区。

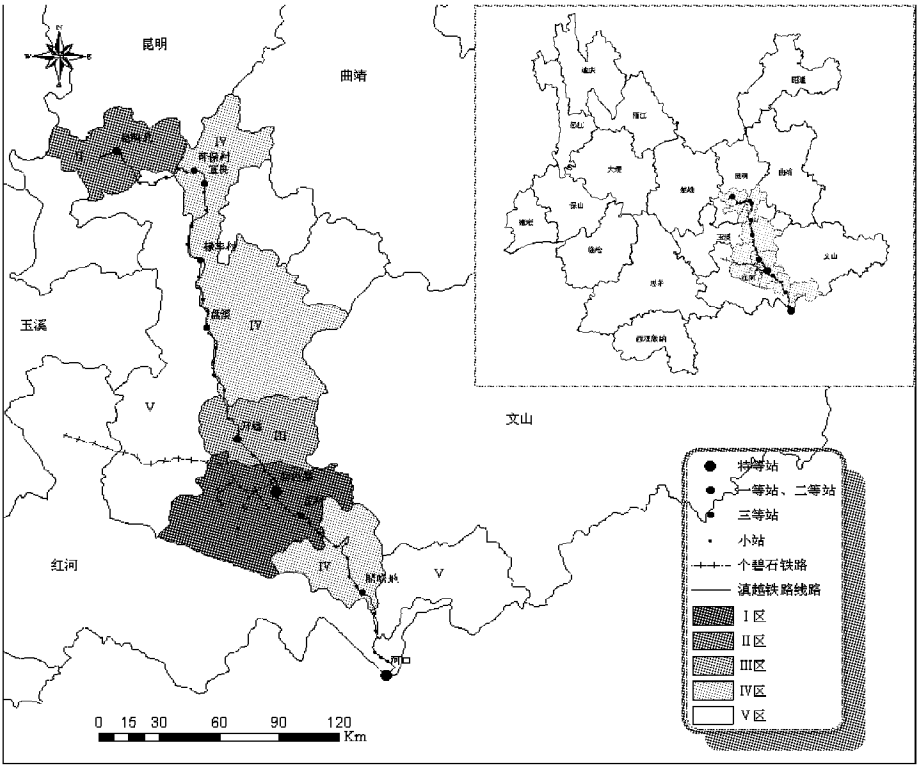


图 1 滇越铁路及研究区域划分图

Fig. 1 Location of Yunnan - Vietnam railway and five districts in study area

表 1 研究区域中各县/市内滇越铁路车站等级设置情况
Tab. 1 The setting of station ranks along Yunnan – Vietnam railway in each country of study area

区号	县/市	最高等级	县/市内车站等级设置情况				
			特等	一等	二等	三等	小站
I	蒙自 个旧 河口	特等	碧色寨 碧色寨 河口			芷村	大庄、草坝、黑龙潭、落水洞、戈姑 马街、南溪、蚂蟥堡
II	昆明	一等		云南府			
III	开远	二等			开远		小龙潭、大塔
IV	屏边 弥勒 宜良	三等				腊哈地 禄丰村、盘溪 宜良、可保村	保姑、波渡箐、湾塘、白寨、白鹤桥 西洱、小河口、热水塘、西扯邑、巡检司 阳宗海、凤鸣村、羊街子、狗街子、滴水
V	呈贡 澄江 华宁 建水 马关	小站					呈贡、三家村、水塘 徐家渡 糯粗 拉力黑 大树塘、老范寨

2 研究方法

城市化，也有的学者称之为城镇化、都市化，它是衡量一个国家和地区经济、社会、文化和科技水平的重要标志，它是一个内涵丰富的历史过程，其主要特征包括农村人口向城市转移、集中，城镇人口在总人口中的比重增大；城市规模扩张，城市数目增多；资本在空间上向城市集中、聚集等等方面^[17-18]。从城市化的定义来看，一个区域的城市化水平的高低是从多方面来体现的，但最简单和直接的是用人口来度量。人口，作为度量城镇化发展的一个比较常用的重要指标，一般用城镇人口比例（早期城镇研究中以总人口替代）的增长来表示城镇化水平的发展。这里，人口增长不仅以人口数量的变化来反映，还从人口增长率来看待城镇的发展速度，因为人口增长率的高低更直观地体现了人口的增长情况。此外，人口密度可以反映一定地区的人口密集程度，一般认为是衡量人口分布的主要指标，指单位面积上人口的数量，通常用每平方米的平均人口数量表示。从某种程度上说，人口密度更能合理反应一个区域的城镇化水平，在一定程度上表征了一个城市的人口规模和发展水平。本文即选取了人口变化、人口增长率及人口密度 3 个指标对城镇化水平进行度量^[17,18]。

为了对滇越铁路沿线主要城镇人口变化进行充

分的分析，本研究从云南省图书馆、昆明市图书馆、云南大学图书馆、云南省档案馆等处，对清末民初的相关志书、史料、书籍及部分相关档案进行查阅收集相关人口数据资料。由于史料数据不连续、不完整的局限性，从科学性、可操作性、可度量性以及可获取性的原则出发，本文选取各城镇人口数据较为齐全的 1910 和 1932 年两个时段作为对比，分别代表滇越铁路修建前后和繁荣兴盛两个时期的城镇化状况。按最高等级车站所划分的区域即 I、II、III、IV、V 5 个区分别进行人口统计（如表 2），得出各区总人口变化规律以及人口聚集程度与站点等级的关系，从而展示不同等级站点对城镇化发展影响程度的差异。

3 结果与分析

3.1 人口变化与车站等级的关系

某地区人口数量的变化可体现出当地城市化发展的状况，而人口增长的快慢即人口增长率则可以用来评定城市化的速度。从图 2 可看出，以县/市内车站等级之最高级别划分的 5 个区的人口都是呈增加趋势，但增长幅度有所不同。I 区（蒙自、个旧）、II 区（昆明）、III 区（开远）在滇越铁路通车时人口位于较低水平线上且相差不多，但在铁路运行 20 余年后却发生明显变化，且按 I—II—III 区的方向人口数量呈现出逐次递减的规律。也就是

表 2 以县/市内车站等级之最高划分的 5 个区的面积及人口（1910 年、1932 年）

Tab. 2 Area and population in 1910 and 1932 from five districts defined by the highest rank of station in each country of study area

区号	县市	面积/km ² (1932 年)	人口/人		人口密度/人·km ⁻²		人口增长率 /%
			1910 年	1932 年	1910 年	1932 年	
I	蒙自、个旧	27 600	71 594	225 173	2. 6	8. 2	214. 5
II	昆明	77	85 000	143 700	1 103. 9	1 866. 2	69. 1
III	开远	10 800	54 602	96 408	5. 1	8. 9	76. 6
IV	屏边、弥勒、宜良	27 376	171 765	297 436	6. 3	10. 9	73. 2
V	呈贡、澄江、华宁、建水、马关	104 100	504 627	640 660	4. 9	6. 2	27. 0

注：1 方里，即 0. 25 平方公里；实际人口数据来源于《云南省档案史料丛编——近代云南人口史料第 2 辑上（1909 ~ 1982）》（云南省档案馆，1987）* 及各县县志中关于人口章节介绍汇总^[19~22]。

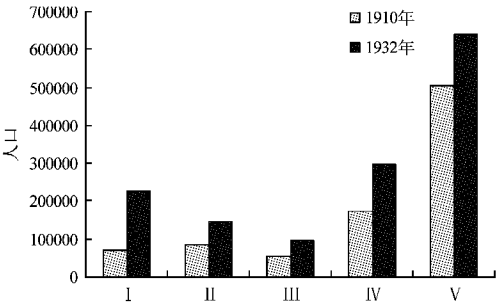


图 2 以县/市内车站等级之最高级别划分的 5 个区的人口变化（1910 ~ 1932 年）

Fig. 2 Change of population (1910 ~ 1932) from five districts defined by the highest rank of station in each country of study area

说，在这 3 个区中，受特等站碧色寨的影响，蒙自、个旧人口增长最为显著；其次是设为一等站的昆明，身为云南政治、经济和文化的中心，固然吸引了四面八方的人到此地谋求发展，所以该区人口增长较快；再次为开远，作为滇越铁路区间的大站（二等站）和重要枢纽，客、货运中转频繁，较大的客流吞吐使得旅馆、商店兴旺发达，加之通过滇越铁路引入先进工业设备建造的电厂、水泥厂、化肥厂等，使开远变为人口汇聚的工业城市^[15]。可见，车站等级的设置与城镇化过程从某种程度上具有一定的正向关联性。

图 3 显示了人口增长速度与车站等级设置的关系。其中，I 区内人口增长尤为突出，人口增长率高达 214.5%，远远高于其他 4 个区（均低于 100%），这进一步表明了特等站的设置对周边城镇化进程具有重要的推进作用。V 区（呈贡、澄江、华宁、建水、马关）内的人口，虽然在通车时为最多（504 627 人），但增长却最缓慢，人口增长率仅

为 27%（见表 2）。也就是说，由于县/市本身条件所限，加之其内铁路上仅设置有小站，所以人口发展较其他区慢。其他 3 个区，即 II、III、IV（屏边、弥勒、宜良）区内的人口增长速度则较为相似，分别为 69.1%、76.6%、73.2%。这里，II 区（昆明）、III 区（开远）都只是包含一个县/市，而 IV 区则包括屏边、弥勒、宜良 3 个县/市，由于三等站覆盖地区多、面积大，且自身具备较好的自然地理条件，因此在滇越铁路所穿越的诸多县市中就显出其潜力所在。比如，素有滇中粮仓之称的宜良，因设为铁路的中转站而成为当时重要的大米集散地，城镇化步伐随即加快^[14]。正因如此，IV 区的人口增长率方能与 II 区和 III 区抗衡。

3.2 人口密度与车站等级的关系

城镇化的本质表现为人口向某区域的聚集，人口密度可显示各区域的人口集中程度，一个区域的人口密度越大则表示这个区域的人口越集中。在表 2 中，1932 年 II 区人口密度为 1 866. 2 人/km²，远远高于其他区（在图 3、图 4 中因数量级过大未予显示）。其余 4 个区中，IV 区最高（10. 9 人/km²），III 区第二、I 区第三，而 V 区最低（6. 2 人/km²）。初看结果似乎认为车站等级与人口密度不存在任何关系，但具体考察这 4 个区内的县/市的人口密度之后发现，受政治文化中心之地昆明的影响，与之相邻的宜良（位于 IV 区）、呈贡（位于 V 区）、澄江（位于 V 区）3 个县/市的人口密度在滇越铁路通车之时就位之前三（见图 4）。在铁路运行 20 年后除个旧（位于 I 区）跃居第三之外这 3 个县/市的人口密度仍居于前四位之中，特别是 IV 区中的宜良在 1932 年人口密度为最高，从而使 1932 年 IV 区人口密度最大（见图 3、图 4）。这说明人口密度与

* 云南省档案馆：云南省档案史料丛编——近代云南人口史料第 2 辑上（1909 ~ 1982），1987。

车站等级设置有一定关系，但与城镇自身发展的历史更为相关。

4 结论

滇越铁路通车，不仅造就了碧色寨、个旧、开远、宜良等城镇的瞬间崛起，也使沿线的许多小站与小站临近的村落变得喧嚣热闹起来。总体上说，滇越铁路的通车运行对其周边的城镇化进程都产生或多或少的影响，而这种影响又因车站等级设置的不同表现出较大的差异性。车站等级的设置受站址本身自然条件、交通状况等因素的影响，反过来不同等级的车站将对其周边的城镇化产生作用。从某种程度上来说，车站等级的设置与城镇化过程具有一定的正向关联性。特等站的设置对周边城镇化进程具有显著影响，由于特等站碧色寨的设置，使得个旧、蒙自在通车后 20 年间城镇化发展迅速。一等站云南府，二等站开远以及腊哈地、禄丰村、宜良等 6 个三等站的设置，也不同程度地影响着昆明、开远以及屏边、弥勒、宜良等地的城镇化进程，但因有关区域各具特色而影响程度较为相当。铁路沿线诸多小站的设置对呈贡、澄江、华宁、建水、马关等地城镇化的影响相对较小。虽说人口密度与特等站的设置有一定关系，但与其他等级车站的设置则关系不大，这是因为人口密度与城镇自身发展的历史更为密切。本研究对未来铁路的选线、车站的选址以及铁路沿线城市化的研究可起到一定的参考作用。

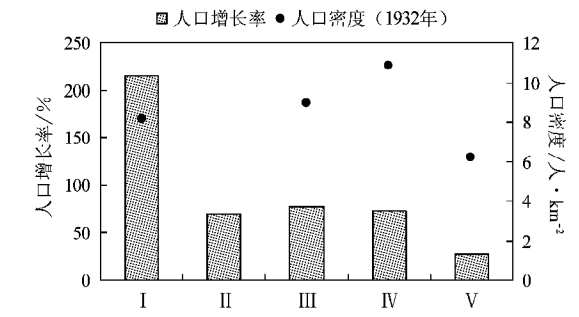


图3 以县/市内车站等级之最高级别划分的5个区的人口密度（1932年）及人口增长率（1910~1932年）

Fig. 3 Population density (1932) and growth rate (1910~1932) in five districts defined by the highest rank of station in each country of study area

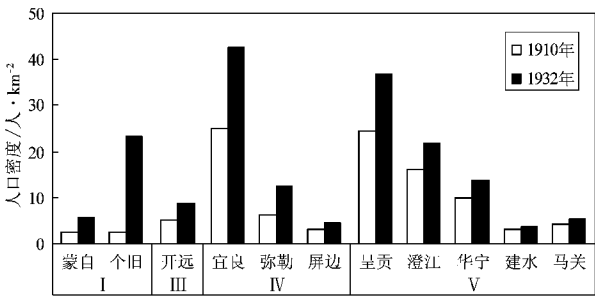


图4 4区中各县/市的人口密度变化（1910~1932年）

Fig. 4 Change of population density (1910~1932) in each country for four districts (except district II)

参考文献:

[1] 段锡. 1910 年的列车 [M]. 昆明: 云南美术出版社, 2002.

[2] 顾继国, 杨金江. 滇越铁路与云南近代进出口贸易 [J]. 云南民族学院学报, 2001 (5): 137 - 141.

[3] 吴兴南. 云南对外贸易史 [M]. 昆明: 云南大学出版社, 2002.

[4] 赵铨. 滇越铁路沿线农村商品经济初探 [J]. 云南财贸学院学报, 1997 (4): 62 - 65.

[5] 乔延洪. 客运专线运输组织的若干问题 [J]. 中国铁路, 2005 (8): 32 - 34.

[6] 杨宇, 陈刚, 袁光明. 城际铁路车站设置模式研究 [J]. 铁道运输与经济, 2007 (9): 11 - 14.

[7] 孙朝苑, 彭其渊. 客运专线车站设置与城市规模关系的研究 [J]. 铁道学报, 2004 (4): 15 - 19.

[8] 王先明, 熊亚平. 铁路与华北内陆新兴市镇的发展 (1905 - 1937) [J]. 中国经济史研究, 2006 (3): 149 - 157.

[9] 于春英. 中东铁路与近代牡丹江地区城镇的兴起 [J]. 东北亚论坛, 2008, 17 (1): 124 - 129.

[10] 谭刚. 陇海铁路与陕西城镇的兴衰 (1932 ~ 1945) [J]. 中国经济史研究, 2008 (1): 61 - 69.

[11] 程琳. 中东铁路与区域城镇化问题再探 [J]. 黑龙江史志, 2008 (15): 5 - 6.

[12] 王静. 民国时期陇海铁路在关中地区城镇化过程中的作用 [J]. 黑龙江史志, 2009, 208 (15): 38 - 39.

[13] 华熹. 壁虱寨邮政兴衰史 [J]. 上海集邮, 2004 (3): 32 - 33.

[14] 颜星, 蒙永乐. 滇越交通贸易之研究 [J]. 玉溪师范学院学报, 2002 (5): 24 - 25.

[15] 段锡. 滇越铁路——跨越百年的小火车 [M]. 昆明: 云南美术出版社, 2007.

[16] 开远铁路分局志编纂委员会. 开远铁路分局志 (1903 ~ 1990 年上册) [M]. 北京: 中国铁道出版社, 1997.

[17] 顾朝林, 柴彦威. 中国城市地理 [M]. 北京: 商务印书馆, 2004.

[18] 赵苑达. 城市化与区域经济协调发展 [M]. 北京: 中国社会科学出版社, 2003.

[19] 个旧市志编纂委员会. 个旧市志 [M]. 昆明: 云南人民出版社. 1998.
[20] 红河哈尼族彝族自治州编纂委员会. 红河州志 [M]. 北京: 生活 - 读书 - 新知三联书店出版社, 1994.
[21] 建水县志编纂委员会. 建水县志 [M]. 北京: 中华书局出版社, 1994.
[22] 蒙自县志编纂委员会. 蒙自县志 [M]. 北京: 中华书局出版社, 1995.

EXPLORE THE RELATIONSHIP BETWEEN STATION RANK SETTING AND
ITS SURROUNDING URBANIZATION OF YUNNAN-VIETNAM RAILWAY

ZHANG Lin-yan, HE Yun-lin, LIU Xiao-fang

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

Abstract: Yunnan-Vietnam railway is the first railway in Yunnan province, and the same to South-western area of China. The earliest and maybe the most notable urbanization process in Yunnan province occurred in those decades before the Yunnan-Vietnam railway operated and thereafter. There are five ranks of station (first class station, second class station, third class station, and small station) along the railway and the urbanization rate of those areas surrounding each rank of station was so different. According to the high rank of stations in each country/city along the railway, the study area was divided into five regions of I, II, III, IV, and V. General population indices used in urbanization study, such as population change, increase rate, and population density were selected to evaluate the urbanization level in the study. Results showed that population in five regions were all increasing from 1910 to 1932 but the increasing extent was different from each other. Population change was prominent in region I and the rate of population growth reached higher to 214.5%, far more than other regions (all lower than 100%). Even the population was the most for region V in 1910, the increasing rate was the lowest (only 27%). Other three regions of II, III, and IV had the similar population growth rate (69.1%, 76.6%, 73.2%). For the relationship of station rank and population density, the special class stations setting do have some positive effect while other ranks of station seems no good relationship on account of their own historical development. In conclusion, special class stations had notable influence while small class stations had little effect on its surrounding urbanization. First class stations, second class stations, and third class stations had similar effect on its surrounding urbanization for each particular character of the country the station related to.

Key words: urbanization; population change; station spot choice; Yunnan-Vietnam Railway

云南省区域经济空间格局及其演化

和瑞芳, 潘玉君*, 徐艳飞

(云南师范大学 旅游与地理科学学院, 云南 昆明 650092)

摘要:从地理研究的基本维度:科学维度、价值维度和伦理维度角度研究了云南省16个州市的区域经济空间格局及其演化。把度量经济发展水平的11个分指标用TOPSIS方法综合测度,得出了云南省16个州市1993~2008年的经济发展水平指数,并用泰尔指数、基尼系数、变异系数和极差计算了差异。得出云南省经济发展的格局:昆明成为增长极,滇中、滇西北地区经济发展水平提高,昭通经济衰退与西南保山、临沧、普洱成为云南经济水平最低地区。从1993~2008年,云南省16个市州间的经济发展水平相对差异不断缩小,但区域经济发展水平最高地区和最低地区间绝对差距不断变大。最后提出了提高区域经济发展促进人地关系协调发展的建议。

关键词:云南省;16个州市;经济发展水平;区域差异;空间格局演化

中图分类号:F127 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-7852(2010)04-0046-06

区域经济差异是区域多因素共同作用下形成的。区域经济差异是区域差异的客观表现。对于西部少数民族人口聚居的地区而言,由于区位、资源禀赋和人类生产活动的原因,与全国经济发展平均水平差距巨大,长期处于边缘化地区,加之这些区域内部区域的各种差异性,次级区域间的区域差异性也非常明显,严重影响了人地关系协调发展。本文以具有代表性和典型性的西部少数民族人口聚居区云南为对象研究其区域经济空间格局及其演化。

1 研究区域和研究方法

1.1 研究区域

云南省作为中国重要的西部边疆省份,26个县与东南亚地区接壤,处于多种文化的接壤和缓冲地带^[1],加之区内地理环境复杂,生态环境脆弱,发展生产的自然资源基础要素组合欠佳,交通纵向成本较高^[2],封闭性强,长期远离中国的经济文化中心,使云南不仅成为中国主要的少数民族聚居区,而且经济长期欠发达。可以说,云南的少数民族聚居区、贫困人口分布区与生态脆弱区在空间上具有

高度的重合性^[2]。云南在中国生态安全、生物多样性保护、边疆安全等方面具有非常重要的意义,所以区域开发中经济发展和生态环境压力并存。

1.2 指标选取和数据来源

地区的经济发展水平是由多个要素共同作用的结果。从数据可获取性与科学性出发,本文选取16个市州1993~2008年人口城镇化率、产业结构演进系数、地均GDP、人均GDP、总量GDP、总量GDP贡献率、非农产值比重、工业产值比重、居民人均消费、人均固定资产投资额、固定资产占全省比重11个指标来衡量云南省各市州经济发展水平。计算所需数据均来源于1994~2009年云南省统计年鉴。

1.3 测度方法

1.3.1 区域经济发展水平的测度

在综合指标体系的测度中,需要通过一定方法把以上11个指标合成能直观度量区域经济发展水平的指数,文中采用TOPSIS方法直观测度以综合反映区域经济发展水平。TOPSIS法(Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution)即理想解法,是1981年由C L HWANG和K YOON首

次提出，是通过把有限个评价对象与理想化目标的接近程度进行排序，实现了对现有对象进行相对优劣的评价^[3]。TOPSIS 法的优点是：（1）充分利用了原始数据信息，对原始数据进行标准化处理，可以将不同指标结合起来进行多目标的综合评价^[4]；（2）应用方便，对数据分布、样本量、指标多少无严格限制，计算量小、几何意义直观、信息失真小^[5]；（3）具有普遍实用性，能比较全面地反映一个地区的经济发展水平及区域经济差异状况^[5]。TOPSIS 计算的主要方法步骤是对 m 个评价单元、 n 个指标组成的决策矩阵进行加权规范处理，确定各项指标的正负理想值^[4,6]：

$$T^+ = \{t_j^+ \mid j = 1, 2, \dots, n\} = \{\text{Max} t_{ij} \mid j = 1, 2, \dots, n\}$$

$$T^- = \{t_j^- \mid j = 1, 2, \dots, n\} = \{\text{Min} t_{ij} \mid j = 1, 2, \dots, n\}$$

然后计算方案到正理想解和负理想解的距离^[4,6]：

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (t_{ij} - t_j^+)^2}, \quad D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (t_{ij} - t_j^-)^2}$$

$(i = 1, 2, \dots, n)$

最后求计算评价单元到理想解的相对接近度 C_i ^[4,6]：

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} (i = 1, 2, \dots, n)$$

1.3.2 区域经济发展水平差异的测度

经济发展水平差异的测度方法选取了变异系数、基尼系数和泰尔指数，并采用极差衡量了绝对差距。主要公式计算方法如下：

（1）变异系数。变异系数也称威廉逊系数，由美国经济学家威廉逊在 1965 年提出，计算公式如下^[7]：

$$v = \frac{1}{\bar{y}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n}}$$

式中： v 为变异系数； n 为区域个数； y_i 为第 i 个区域的数值； $\bar{y}$ 为整体区域的平均数。

（2）泰尔指数。由泰尔（Theil）等人提出，计算公式如下^[8]：

$$T = \frac{\sum_{i=1}^n \log \frac{y_i}{\bar{y}}}{n}$$

式中： T 为泰尔指数； n 为区域个数； y_i 为第 i 个区域的数值； $\bar{y}$ 为整体区域的平均数。

（3）基尼系数。基尼系数由意大利经济学家基尼提出，计算公式如下^[9]：

$$G = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n |y_j - y_i|}{2n(n-1)u}$$

式中： $|y_j - y_i|$ 为任何一对样本的绝对值； n 为样本容量； u 为样本的平均值。

2 各市州经济发展水平及差异的时间序列分析

用 TOPSIS 测算了衡量经济发展水平的 11 指标之后，得出了综合直观地衡量云南省 16 个市州 1993~2008 年经济发展水平的 C_i 值（如表 1）。 C_i 值越大，经济发展水平越好，反之亦然。表 1 数据展示了云南省各市州的经济发展水平在不断提高的态势。其中，经济发展速度最快的是滇西北迪庆、怒江、丽江；昭通经济发展速度较慢，在全省经济中处于地位一直下降的态势；滇中昆明、玉溪、曲靖和滇南红河是云南经济发展核心区，而且昆明始终是经济发展水平最高地区，全省要素向优区位聚集现象突出，区域增长极形成过程明显。

从 16 州市区域经济发展水平相对差异的时间看（如图 1）：1993~2008 年，云南省 16 个市州间经济发展水平的相对差异不断缩小，1999 年之前区域经济发展水平相对差异下降较慢，但在 1999 年后有较大改善；从衡量经济发展水平的绝对差距看（如表 1）：1993 年云南省经济发展水平最高的昆明与发展水平最低地区的极差只有 45.6，2008 年这一数值达到了 72，表明随着经济社会发展地区间经济实力的绝对差距在不断扩大。

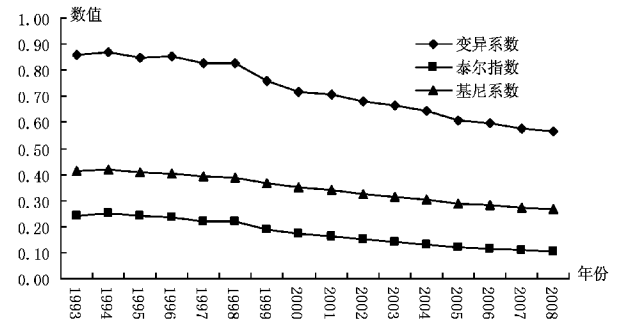


图 1 1993~2008 年云南省各市州区域差异的时间序列
Fig. 1 Regional differentiations of time series of cities in Yunnan Province from period 1993 to 2008

表 1 云南省 16 个州市 1993 ~ 2008 年的 C_i 值和极差
Tab. 1 C_i values and the range of 16 Municipalities and Prefectures in Yunnan from 1993 to 2008

地区	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年
昆明	50.4	52.1	53.9	53.6	56.4	59.7	61.0	60.7	62.5	63.7	67.6	71.4	72.5	78.4	83.4	87.6
曲靖	19.0	19.6	20.1	19.2	20.2	21.6	21.9	22.9	23.2	24.1	25.7	27.5	29.6	32.1	34.7	37.6
玉溪	33.5	40.8	41.1	45.1	45.2	46.7	42.5	42.0	39.5	38.5	39.2	40.5	41.0	42.4	46.1	49.1
保山	5.8	5.9	5.7	6.2	7.0	7.6	8.1	8.5	9.2	9.5	10.4	11.2	12.9	14.2	16.7	18.3
昭通	10.0	10.2	10.8	10.7	10.7	11.5	11.9	12.5	11.8	11.8	12.2	13.4	15.1	16.8	18.0	19.3
丽江	6.5	7.1	7.2	8.2	9.2	9.9	10.4	11.1	11.6	12.6	14.7	16.4	17.6	19.1	21.3	23.1
普洱	6.9	7.5	7.8	8.2	9.2	9.7	10.1	10.6	11.7	12.4	13.4	14.1	14.3	15.5	17.6	19.2
临沧	6.0	6.7	7.0	5.8	6.0	6.6	7.0	8.3	8.5	9.1	10.5	12.0	12.6	13.1	14.3	15.6
楚雄	12.8	13.4	13.8	14.0	14.8	15.5	16.1	16.5	17.5	18.1	19.1	20.4	21.8	23.0	24.9	26.7
红河	17.1	18.0	18.9	18.7	19.1	19.8	20.6	21.4	22.2	23.4	25.2	27.1	28.0	29.7	31.3	32.9
文山	4.8	5.4	6.0	6.5	7.1	8.1	8.7	9.3	10.4	11.1	11.9	12.9	15.2	17.1	18.9	20.6
版纳	9.9	10.6	11.1	11.6	12.2	12.9	20.0	20.4	20.7	21.0	21.6	22.5	22.7	23.5	25.2	26.7
大理	11.7	12.0	12.8	12.6	13.2	14.0	14.8	15.3	15.9	16.6	17.7	18.8	20.2	21.7	23.6	25.3
德宏	10.3	10.6	11.2	10.8	11.4	11.5	13.4	14.3	14.7	14.8	15.4	16.7	17.2	18.1	19.8	21.3
怒江	8.3	9.2	10.8	12.1	12.5	13.2	13.9	14.5	14.4	15.4	16.1	16.6	18.4	23.1	24.4	26.0
迪庆	6.1	6.2	7.2	7.9	9.4	9.1	10.7	11.3	11.6	13.2	14.8	19.5	21.6	25.3	29.8	30.5
极差	45.6	46.7	48.1	47.8	50.4	53.1	53.9	52.4	54.1	54.7	57.2	60.2	60.0	65.4	69.1	72.0

3 云南省区域经济空间格局演化

“区域”是地理学研究对象的一部分，所以根据地理学研究的基本维度，对于区域经济发展水平研究不仅要从时间序列研究，还要从空间结构研究^[10]。区域经济发展水平空间结构本文主要从空间格局演化来研究。

区域经济空间格局是社会经济各要素在系统内相互作用后反映在空间的集聚规模和形态^[11]。通过 SPSS 软件自动聚类分析，把 C_i 值从高到低聚成 4 类，对应区域为高水平地区、中高水平地区、中低水平地区和低水平地区，分类结果以空间分布形式表达，得到历年云南经济分布格局图。文中选取了 4 年的地图（如图 2 ~ 图 5），表述 1993 ~ 2008 年云南省区域经济空间格局的演化历程。

从图 2 ~ 图 5 可以看出，1993 ~ 2008 年，云南省 16 个市州经济都有了一定发展，经济空间格局演化过程明显：（1）昆明、玉溪、曲靖和红河是经济实力领先区域，2000 年后昆明经济增长速度要明显快于其它市州，成为云南省经济发展的增长极。

（2）滇西北的经济发展较快。怒江在 1993 年为经济发展低水平地区，但靠其矿产资源发展工业，在 1998 年最先成为滇西北唯一进入经济发展中低水平层次的地区。1999 世博会之后，云南的旅游业高速发展，迪庆、丽江作为滇西北旅游业的发展快速地区，经济发展由低水平区跃为中低水平区。近年来，国家加大了对藏区的政策等要素投入，促进迪庆藏区经济进一步高速发展，到 2008 年进入经济发展中高水平区行列。

（3）昭通在云南省经济空间格局中的衰退过程明显。1993 年昭通经济发展处于中低水平，随着时间推移经济地位下降，2008 年昭通与经济发展速度较慢的保山、临沧、普洱成为云南省经济发展水平最低的地区。

（4）大理、楚雄、德宏、版纳经济发展速度较慢，在云南省经济空间格局中始终徘徊在中低水平区间。文山州经济发展较快，1993 年属于经济低值区，2008 年跨上一个台阶进入中低水平行列。

可见，从 1993 ~ 2008 年，云南省经济空间格局由明显的东西差异，演化成为昭通和西南靠边疆地区经济发展较差、昆明为增长极、滇中与滇西北地区经济发展水平进一步增强的格局。

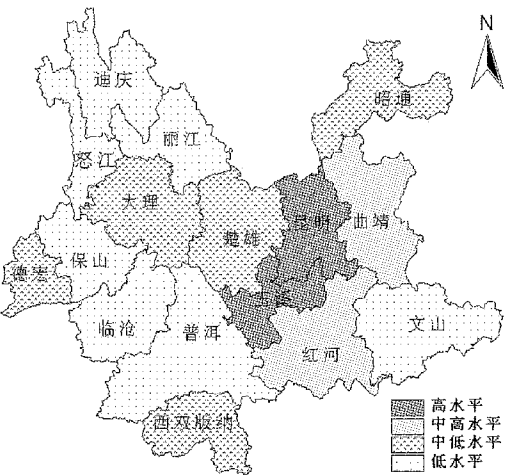


图 2 1993 年云南省 16 个州市经济发展差异的空间格局
Fig. 2 Spatial patterns of economic development disparities of 16 cities in 1993

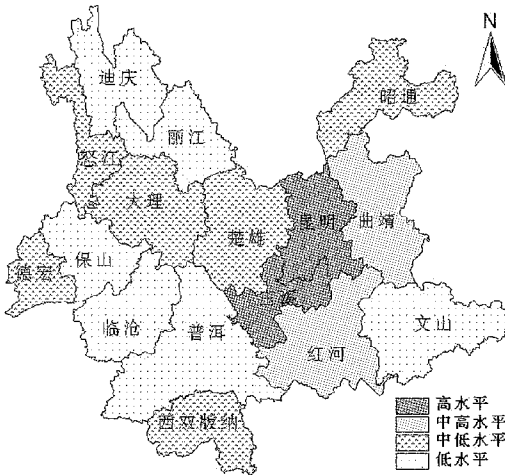


图 3 1998 年云南省 16 个州市经济发展差异的空间格局
Fig. 3 Spatial patterns of economic development disparities of 16 cities in 1998

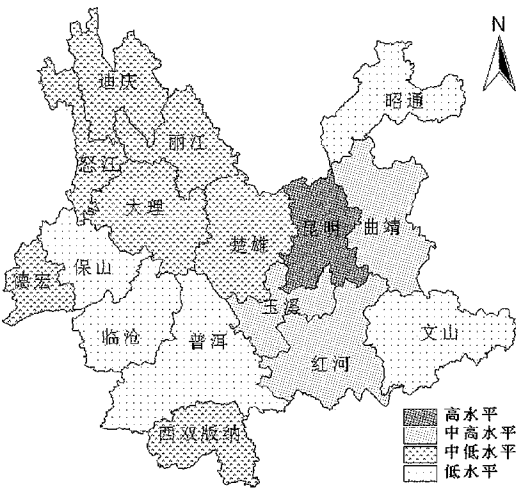


图 4 2005 年云南省 16 个州市经济发展差异的空间格局
Fig. 4 Spatial patterns of economic development disparities of 16 cities in 2005

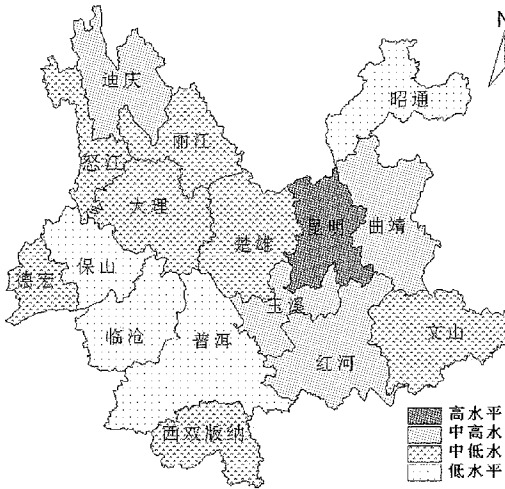


图 5 2008 年云南省 16 个州市经济发展差异的空间格局
Fig. 5 Spatial patterns of economic development disparities of 16 cities in 2008

4 结论和对策

以上可看出云南省区域经济水平整体都有提高，16 个市州经济发展实力相对差异在不断缩小，但区域间经济发展的绝对差距在扩大，形成了以昆明为增长极，滇西南和昭通经济发展较落后状态。区域人地关系协调发展是人口、资源、环境、经济和社会的协调发展，即“PREDS”的协调发展^[10]，而云南经济现状显然不利于地区人地关系的协调。任何地域在某一时期的总体特征取决于这个地域内人和这个地域内的地之间的关

系、其他地域对这个地域的作用、这个地域的历史时期的状态以及未来规划时期的期望^[10]。对此提出了提高区域经济发展促进人地关系协调发展的建议。

4.1 增加基础设施建设投资

用 11 个衡量经济发展水平的指标计算 C_i 时，可知产业结构演进系数、总量 GDP、固定资产和地均 GDP 权重较大（如表 2），表明提高云南省各市州生产能力和经济质量对提高区域经济发展水平将有重要影响。但云南基础设施建设投入严重不足，加上地貌条件的限制，设施建设成本均较高，导致交通条件等成为云南省及多数市州发展经济的首要

表 2 经济发展水平 C_i 的分指标权重

Tab. 2 Weight of indexes in C_i values of economic performance

项目	产业结构 演进系数	总量 GDP 贡献率	固定资产占 全省比重	地均 GDP	总量 GDP	人口 城镇化率	人均 GDP	人均固定 资产投资	工业化 比重	居民 人均消费	非农产值 比重
权重	0.116 8	0.112 6	0.108 3	0.098 9	0.094 5	0.094 0	0.090 4	0.088 0	0.076 0	0.064 8	0.055 9

瓶颈。云南省贫困主要发生在农村地区，因此加大基础设施投入对有效减缓贫困促进区域发展有直接促进作用。研究表明，农村道路、通讯、电力和教育 4 类基础设施对中国农业生产、非农生产，以及农民人均收入具有统计上的显著贡献^[12]。

4.2 加大教育投入势在必行

云南是少数民族和贫困人口主要聚居区，多年以来，云南省的义务教育投入不足，受教育机会和义务教育水平均低于全国平均水平。教育对改善边远落后地区的封闭意识，提高社会和经济水平具有重要意义^[13]。对此，加大教育尤其义务教育投入是实现地区经济长远发展和社会和谐的重要途径。

4.3 发展低碳产业

云南省地处横断山系，区内旅游资源、水能资源、太阳能资源和生物资源丰富，合理利用这些资源发展低碳产业，对促进区域人地关系协调发展将有重要意义。如流入东南亚的澜沧江、怒江水能资源丰富，对此，在保证地区生态安全情况下可适度开发水电资源，这将对解决河流流经的云南西南贫困区域的贫困问题有重要意义。

4.4 多方合作，完善区域生态补偿机制

生态补偿对缓解云南省区域贫困，促进人地关系协调发展将具有重要意义^[14]。滇西南和滇西北是中国重要的生物多样性保护区、滇东北的昭通是中国重要的水土保持和水源涵养重要功能区^[15]。重要的生态地位在一定程度上限制了经济发展，使之同东部发达地区差距拉大时也与云南省经济发达区差距变大，影响了生态脆弱地区保护环境的力度和积极性。目前建立具有法律保障的生态补偿机制，对重要生态功能区有重要意义。如流域下游地区对上游地区给予适当的经济补偿已成为中国解决区域之间社会经济失衡、保护流域水资源生态安全的重要手段和迫切需要^[16]。从云南省生态功能出发，云南省可以得到的生态补偿类型有森林与自然保护区、流域和矿产资源开发的补偿等。目前生态补偿标准有多种算法，如生态足迹法^[17]、防护成本法^[18]等。生态补偿方式也有多种，难以建立放之四海皆准的标准。对此完善云南的生态补偿机制需要与区域具体的状况如经济条件、政策背景和人文条件相结合，需要政府的监督协调，社会力量的参与和协商^[19]。

参考文献：

[1] 王声跃. 云南地理 [M]. 昆明: 云南民族出版社, 2002: 4-8.

[2] 吴映梅. 西部少数民族聚居区经济发展即机制研究 [M]. 北京: 人民出版社, 2006: 155-156.

[3] HWANG CL, YOON K. Multiple Attribute Decision Making [M]. Berlin: Springer_ Verlag, 1981.

[4] 袁晓玲, 仲云云, 郭铁群. 中国区域经济发展差异的测度与演变分析——基于 TOPSIS 方法的实证研究 [J]. 经济问题探索, 2010 (2): 33-39.

[5] 卢艳. 和谐社会综合评价模型研究与区域经济发展分析 [D]. 南京: 南京信息工程大学, 2008: 21-25.

[6] 王慧霞. 县域经济竞争力及其 TOPSIS 评价模型研究 [J]. 生产力研究, 2007 (5): 17-18.

[7] 侯景新, 尹卫红. 区域经济分析方法 [M]. 北京: 商务印书馆, 2007: 292.

[8] 张成旺. 重庆市农村居民收入区域差距测度 [J]. 重庆社会科学, 2003 (5): 46.

[9] 熊俊. 基尼系数四种估算方法的比较与选择 [J]. 商业研究, 2003: 124.

[10] 潘玉君. 地理科学导论 [M]. 北京: 科学出版社, 2009: 36.

[11] 魏后凯. 区域经济发展的新格局 [M]. 昆明: 云南人民出版社, 1995: 43.

[12] 鞠晴江. 基础设施与农村经济发展关系的实证分析 [J]. 安徽大学学报: 哲学社会科学版, 2006 (3): 113-116.

[13] 潘玉君, 罗明东. 区域教育发展及其差距实证研究 [M]. 北京: 北京大学出版社, 2007: 18-170.

[14] 王立安, 钟方雷, 苏芳. 西部生态补偿与缓解贫困关系的研究框架 [J]. 经济地理, 2009, 29 (9): 1552.

[15] 欧阳志云. 中国生态建设与可持续发展主编 [M]. 北京: 科学出版社, 2007: 35-69.

[16] 孔凡斌. 江河源头水源涵养生态功能区生态补偿机制研究—以江西东江源区为例 [J]. 经济地理, 2010, 30 (2): 301.

[17] 徐中民, 张志强, 程国栋. 甘肃省 1998 年生态足迹计算与分析 [J]. 地理学报, 2000, 55 (5): 607 – 616.

[18] 王浩. 水生态环境价值和保护对策 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2004: 88 – 89.

[19] 卢艳丽, 丁四保. 国外生态补偿的实践及对我国的借鉴与启示 [J]. 世界地理研究, 2009, 18 (3): 165 – 168.

SPATIAL PATTERN AND EVOLUTION OF REGIONAL
ECONOMIC IN YUNNAN PROVINCE

HE Rui-fang, PAN Yu-jun, XU Yan-fei
(Yunnan Normal University School of Tourism and Geography Science, Kunming 650092, Yunnan, China)

Abstract: From the perspective of science, value and ethical dimensions based on geographical research dimensions, the paper research on regional economic evolution of spatial pattern of 16 municipalities and prefectures in Yunnan. It turns out that economic development index of 16 prefectures and municipalities from period 1993 to 2008 with the method of TOPSIS contained 11 measurement indexes. Then, economic development disparity of every city is calculated by the means of Theil index, Gini index and coefficient of variation. It is showed that Kunming is growth pole, and that the economies in the middle and northwest of Yunnan is relative improved, while economy levels of Zhaotong, Baoshan, Lincang, Puer is lowest regions. From 1993 to 2008, regional gap appear narrow, but relative to the highest levels of economic development zone and the lowest level gap greaten. Finally suggestions were put forward with the goal of achieving developing relationships by regional economic development.

Key words: Yunnan; 16 regional; the level of economic development; regional differences; spatial pattern of evolution

~~~~~  
(上接第 39 页)

THE EMPIRICAL RESEARCH OF REGIONAL MAN-LAND RELATIONSHIP  
AND SPATIAL DIFFERENTIATION IN YUNNAN

ZHAO Xing-guo<sup>1</sup>, PAN Yu-jun<sup>1</sup>, DING Sheng<sup>1,2</sup>  
(1. Department of Tourism and Geography, Yunnan Normal University Kunming 650092, Yunnan, China;  
2. Honghe University, Mengzi 661100, Yunnan, China)

**Abstract:** Yunnan Province, as one of the important provinces in the Southwest of china, has a special location in geography, complicated natural conditions and abundant natural resources, etc. Yunnan contributes to the security of western China territory, ecology and resource. So to bring about the coordination of regional man-land system and human development is better to use the above functions, and it is also the objective requirements of their own development in Yunnan Province. According to the characteristics of various regions of Yunnan Province, to use the evaluation model of man-land relationship status, to quantitatively analyze their resource-environment base、population density、economic density and man-land relationship status of “Eleventh Five-Year” plan before the mid-base (2006 ~ 2008) in Yunnan Province. The results of cluster analysis is used SPSS 16.0, further more, to draw the map of clustering results by ArcGIS 9.2, to reveal man-land relationship status and other factors of spatial differentiation in these regions. According to the spatial pattern of man-land relationship status, raise the regulation strategy of human-land relationship spatial optimization for Yunnan Province.

**Key words:** resource-environment base; man-land relationship status; theil index; spatial differentiation; Yunnan Province

# 基于 GeoDA - GIS 的四川省县域经济空间分异研究

曾永明<sup>1,2</sup>, 张 果<sup>1,2\*</sup>

(1. 四川师范大学 西南土地资源评价与监测教育部重点实验室, 四川 成都 610066;

2. 四川师范大学 地理与资源科学学院, 四川 成都 610101)

**摘要:**选取 14 项经济指标, 构建一个充分反映县域经济发展水平的指标体系, 采用因子分析法, 结合探索性空间数据分析 (ESDA) 方法与 GIS、GeoDA 空间分析工具, 得出四川县域经济发展水平的差异性 & 空间分异特征。结果表明, 四川省 181 个县域单元的经济差异较大, 总体上, 经济发达县域处于川东盆地区, 经济落后县域分布于川西高原区; 全局自相关特征明显, 全局 Moran's I 指数达 0.634 4, 县域经济发展水平存在显著的空间集聚特征; 局部空间自相关分析和 Moran 集聚图、LISA 集聚图更具体、直观地显示了县域经济空间集聚位置和分布特征, 进一步揭示了四川县域经济发展的热区和盲区。

**关键词:** 县域经济分异; ESDA; 因子分析法; 空间自相关; 四川省

**中图分类号:** F127

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-7852(2010)04-0052-07

## 0 引言

作为区域经济学和经济地理学的热点问题, 区域经济差异历来是国内外学者关注的焦点。对区域经济差异的研究在空间尺度、测度方法和技术手段上都各尽差异<sup>[1-4]</sup>: 空间尺度从国家到省、市, 再到县域单元; 测度方法有绝对差异和相对差异, 具体包括绝对差、百分比、标准差、变异系数、基尼系数 (Gini)、锡尔指数 (Theil index)、沃尔夫森指数 (Wolfson index) 和崔 - 王指数 (Tusi - Wang index) 等; 技术手段主要是 GIS 的空间统计分析和空间表达。尽管如此, 传统的研究忽视了空间相关性和空间聚集性的特征, 其一个不切实际的假设是: 研究的空间实体之间是相互独立的。因其缺乏空间视角, 难以真正反映区域空间差异的变化与机制<sup>[6]</sup>。空间的影响, 尤其是空间自相关和空间异质性必须在研究不同尺度的区域差异问题时加以考

虑<sup>[6]</sup>。认识到空间分析的重要作用后, 许多学者在研究区域经济空间分异时致力于引入空间分析方法, 应用空间计量与 GIS 分析相结合的方法, 特别是空间权重的引入, 解决了空间关联的问题。所以, 近年来, ESDA (Exploratory Spatial Data Analysis, 探索性空间数据分析) 方法已成为揭示区域经济空间分异的主要方法。许多学者应用 ESDA 方法实证分析了区域经济的空间自相关性、空间异质性, 及空间集聚、空间极化或空间扩散现象<sup>[7-12]</sup>。

四川是中国西部一个发展中的大省, 有不少学者对四川省区域经济差异作过分析<sup>[13-17]</sup>, 基本特点是: 在区域单元的选取上大都以地级市为主, 对于县域经济单元的研究还停留于描述其现状发展阶段; 在指标选取上有单一的 GDP 或人均 GDP, 也有采用多指标评价体系; 在测度方法上主要是传统的变异系数、基尼系数等; 在空间分析方法上有少量对县域空间结构的分析。在参考大量文献的基础上, 本文应用 ESDA 方法, 以县域为研究单元, 借

收稿日期: 2010-06-13; 修订日期: 2010-07-30.

基金项目: 四川省哲学社会科学规划研究项目 (SC08C026); 四川省教育厅自然科学重点项目 (2006A073)。

作者简介: 曾永明 (1986-), 男, 江西省吉安人, 硕士研究生, 研究方向为区域经济学与 GIS 应用。

\* 通讯作者。

助 SPSS 提供的计量统计工具、ArcGIS 及 GeoDA 提供的空间分析模块，来揭示四川省县域经济空间分异特征。

# 1 基于因子分析的县域经济发展水平测度

## 1.1 研究区概况

四川省地处中国西南部、长江上游地区，境内以山地、高原和丘陵为主，平原面积狭小，地势西高东低。全省地处亚热带，雨量充沛，水系发达，动植物种类繁多，资源丰富，是中国西部重要的资源大省和工业基地。2008 年全省 GDP 总量为 12 506.3 亿元，列全国第 9 位、西部第 1 位，占西部地区总和的 21.5%，区域经济实力居西部各省市区之首。四川是一个发展中的人口大省、面积大省，截止 2008 年末，总人口 8 848 万，面积  $48.4 \times 10^4 \text{ km}^2$ ；人口多、地域广、地形复杂是其区域经济差异的重要原因。川东平原地区经济普遍好于川西高原地区，2007 年成都市双流县人均 GDP 为 35 001 元、甘孜州德格县人均 GDP 为 3 503 元，两者相差达十倍，经济差异明显。

## 1.2 数据来源与处理

衡量区域经济差异的指标远不止 GDP 或人均 GDP，综合前述参考文献并考虑到数据的可获得性，本文选取 14 个衡量四川县域经济发展水平的指标，从而更全面地反映县域经济发展现状。常规经济指标：GDP ( $X_1$ )、人均 GDP ( $X_2$ )、社会消费品零售额 ( $X_3$ )、社会固定资产投资 ( $X_4$ )、地方财政收入 ( $X_5$ )、二三产业比重 ( $X_6$ )；农村经济指标：农林牧渔产值 ( $X_7$ )、乡村从业人员 ( $X_8$ )、农村用电量 ( $X_9$ )、农村机械总动力 ( $X_{10}$ )；其它经济指标：工业产值 ( $X_{11}$ )、利税额 ( $X_{12}$ )、职工平均工资 ( $X_{13}$ )、产品销售收入 ( $X_{14}$ )。

以上数据来源于《四川统计年鉴 2008》<sup>[18]</sup>，并经整理得到。缺失数据处理：以该缺失数据所在市其它县域的平均值取代。县域单元：以 2007 年底，四川省所辖 181 个县级单位为研究单元，其中包括 120 个县、43 个市辖区、14 个县级市、4 个自治县。

## 1.3 县域经济发展水平测度与分析

因子分析法是利用降维的思想，把高度线性相关的多个原始指标转换成相互独立、并且包含原有

指标大部分 (80% ~ 85% 以上) 信息的少数几个因子的一种多元统计方法<sup>[19]</sup>。本文应用因子分析方法来测定四川县域经济发展水平具有极大优势。借助 SPSS 统计软件，对所选 14 项指标标准化处理后，采用主成分分析法、因子最大正交旋转法进行分析。计算得到 KMO 统计量等于 0.838，Bartlett 球度检验的  $p$  值为 0.000，小于显著水平 0.05，两者表明样本充足、存在公因子、适合进行因子分析。最终提取出 4 个主因子，如表 1，其累计方差贡献率达到 84.6%。

表 1 总方差解释表  
Tab. 1 Total variance explained

| 主因子 | 特征根   | 方差贡献率/% | 方差累计贡献率/% |
|-----|-------|---------|-----------|
| 1   | 4.910 | 35.072  | 35.072    |
| 2   | 3.441 | 24.577  | 59.648    |
| 3   | 2.172 | 15.517  | 75.166    |
| 4   | 1.322 | 9.442   | 84.608    |

经因子最大正交旋转法得到因子载荷矩阵。通常，一个指标在某因子上的载荷大于 0.4 或指标在某因子上的载荷值是它在其它因子上载荷值的两倍以上，就可以合理地将这个指标归入该因子中<sup>[20]</sup>。为使因子更具直观和解释性，按载荷大小进行分类，如表 2 的  $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$ 、 $F_4$ 。

表 2 旋转后因子载荷矩阵  
Tab. 2 Rotated component matrix

| 指标       | $F_1$  | $F_2$   | $F_3$   | $F_4$   |
|----------|--------|---------|---------|---------|
| $X_3$    | 0.9443 | 0.0471  | 0.0647  | -0.0342 |
| $X_4$    | 0.9083 | 0.0829  | 0.1330  | 0.1484  |
| $X_1$    | 0.8844 | 0.2589  | 0.2905  | 0.1925  |
| $X_5$    | 0.8131 | 0.0872  | 0.2490  | 0.3429  |
| $X_2$    | 0.7678 | -0.1371 | 0.3660  | 0.2207  |
| $X_8$    | 0.0601 | 0.9472  | -0.0715 | -0.0897 |
| $X_7$    | 0.0797 | 0.9454  | -0.0297 | -0.0141 |
| $X_{10}$ | 0.0248 | 0.9140  | 0.0295  | -0.0548 |
| $X_9$    | 0.3178 | 0.6046  | 0.2405  | 0.5150  |
| $X_{12}$ | 0.1275 | -0.0326 | 0.8441  | -0.0472 |
| $X_6$    | 0.5237 | -0.1816 | 0.6108  | 0.0475  |
| $X_{11}$ | 0.5837 | 0.2214  | 0.5996  | 0.3866  |
| $X_{14}$ | 0.5686 | 0.2177  | 0.5995  | 0.3766  |
| $X_{13}$ | 0.3075 | -0.4646 | -0.0321 | 0.7232  |

为了更好地反映因子的内涵，整理得到 4 个主因子的含义解释表，如表 3。从表 2 和表 3 可以看出，所选取的指标具有代表性，主因子有很强的实际意义，这保证了四川省县域经济水平测度的全面性和有效性。最后通过回归计算得到各因子的得分矩阵，在此基础上以各因子的方差贡献率与总累计方差贡献率的比值为权重，加权求得每个县域单元经济发展水平的综合指数。指数越大，经济水平越发达；指数越小，经济水平越落后。

表 3 因子含义解释表  
Tab. 3 Explanation of the Component

| 主因子   | 所包含的指标                     | 因子命名及含义 |
|-------|----------------------------|---------|
| $F_1$ | $X_3、X_4、X_1、X_5、X_2$      | 常规经济因子  |
| $F_2$ | $X_8、X_7、X_{10}、X_9$       | 农村经济因子  |
| $F_3$ | $X_{12}、X_6、X_{11}、X_{14}$ | 收益因子    |
| $F_4$ | $X_{13}$                   | 劳动收入因子  |

从总的综合指数看，正指数的县域单元有 80 个，负指数的县域单元有 101 个，分别占 44.2% 和 55.8%，表明指数低即经济发展水平低的县域居多。其中得分前三位的是郫县 2.088 9、金牛区 1.731 2、锦江区 1.559 4，得分后三位是阿坝县 -0.691 2、色达县 -0.710 1、石渠县 -0.723 6；最高分与最低分的极差为 2.812 5、综合指数的标准差为 0.549 4，区域经济差异显著。

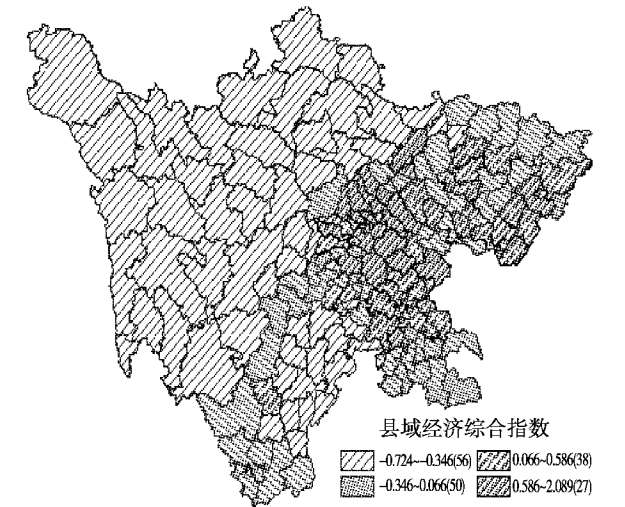


图 1 县域经济综合指数图

Fig. 1 County economic composite index map

在 ArcGIS 平台中，用字段将各县域经济发展水平综合指数与空间矢量图连接，并用其提供的自

然断点法 (Natural Breaks)，将四川省县域经济发展水平划分成 4 个类型：经济发达区、中等区、发展区和落后区（各类型综合指数范围见图 1，括号内数字表示县域个数）。并计算得到发达地区平均综合指数为 1.017 4，落后区平均综合指数为 -0.536 6，极差达 1.554。

2 县域经济空间分异研究

地域广、空间跨度大的区域，其内部经济空间分异一般更明显，为揭示具有这一特点的四川省县域经济空间分异特征，本文主要利用 ArcGIS 和 GeoDa 空间分析软件来探测四川县域经济空间数据规律和空间格局。通过以上因子分析得到的县域经济发展综合指数，揭示四川 181 个县域单元的经济空间集聚性和空间自相关性，找出经济热区和经济盲区，发现空间异质性。

2.1 基于 DEM 的县域经济空间宏观局势分析

由于四川省地势起伏大，而地形地貌与经济发展有一定的关联性。为揭示两者的关系，在 ArcGIS 平台中将四川省 DEM 与县域边界矢量图叠加，基于 Zonal Statistics 工具统计出各县域的平均高程，与县域经济综合指数在地统计分析模块中分别作趋势分析 (Trends Analysis)。结果表明，四川地势 (图 2) 在东西方向特征是：西高东低，并从西往东迅速下降；南北方向特征是：中部远比南北部低，而北部略比南部高。四川经济 (图 3) 在东西方向特征是：东高西低，并从西往东逐渐上升；南北方向特征是：中部远比南、北部高。这说明地势与经济发展水平有如下相关性：(1) 东部平原区经济发展水平普遍好于西部高山区；(2) 四川地势与经济发展水平有明显的反向增长关系，基本趋势是：地势较高的区域，经济发展水平越落后，地势较低的区域，经济发展水平越高。

为了更清晰地反映这种相关性，结合图 1，本文还在不同经济发展水平的县域数量上与高程做了统计分析，结果显示：属于经济发达的 27 个县域，即经济综合指数大于 0.586 的县域平均高程为 663.6 m，属于经济落后的 56 个县域，即经济综合指数小于 -0.346 的县域平均高程为 2 960.5 m。逆向测算显示：高程小于 700 m 的县域 (88 个) 中，59.1% (52 个) 属于经济发达或经济中等县域，其中 23.9% (21 个) 属于经济发达县域；高程大

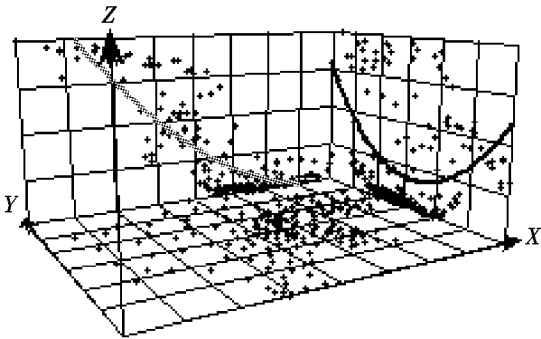


图 2 县域高程趋势图  
Fig. 2 DEM trends map

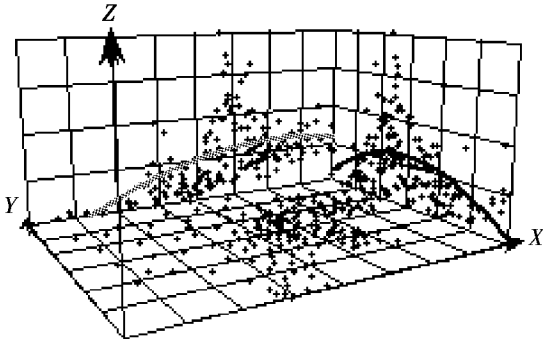


图 3 县域经济趋势图  
Fig. 3 Economic trends map

于 2 000 m 的县域 (51 个) 中, 98% (50 个) 属于经济发展或经济落后县域, 其中 84. 3% (43 个) 属于经济落后县域; 特别是高程大于 3 000 m 的县域 (31 个) 中, 全部是经济落后县域。这些数据进一步证实了四川县域经济发展水平与地势呈显著的反向变化关系。

2. 2 县域经济空间自相关分析

空间自相关是指同一属性在不同空间位置上的相关性; 空间位置越邻近, 属性越趋同、空间现象越相似<sup>[21]</sup>。空间自相关的度量方法可分为全局空间自相关和局部空间自相关。全局自相关描述某种现象的整体分布情况, 判定区域内是否存在空间集聚特征及集聚强度, 但不能确定集聚的具体位置; 局部自相关计算局部空间集聚性并指出集聚的位置, 探测空间异质性。

空间自相关的统计量包括全局空间自相关统计量, 如全局 Moran's I 统计量、全局 Geary C 统计量等; 还包括局部空间自相关统计量, 如局部 Moran's I 统计量, 局部 Geary C 统计量、G 统计量等<sup>[22]</sup>。在这些统计量中, 最常用的统计量为 Moran's I; 本文即采用 Moran's I 统计量。

空间自相关统计量与传统地理统计量的关键区别就是引入了空间权重矩阵。目前最常用的空间权重确定方法有两种, 一是基于空间单元的邻接性, 另一种是基于空间单元之间的距离<sup>[21]</sup>。本文采用第一种确定权重的方式, 且符合一阶邻接关系准则 (Contiguity First Order), 它的取值规则是:

$$w_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{县域 } i \text{ 和 } j \text{ 相邻接} \\ 0 & \text{县域 } i \text{ 和 } j \text{ 不邻接} \end{cases}$$

式中: 县域  $i$  称为中心县域, 与  $i$  相邻接的所有县

域  $j$  都称为相邻县域。

2. 2. 1 全局空间自相关分析

全局空间自相关的 Moran's I:

$$I = \frac{\sum_i^n \sum_{j \neq i}^n w_{ij} (x_i - \bar{x}) (x_j - \bar{x})}{s^2 \sum_i^n \sum_{j \neq i}^n w_{ij}}$$

式中:  $n$  是样本区域数,  $s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$ ;  $x_i$  是第  $i$  区域的属性值;  $\bar{x}$  是所有属性值的平均;  $w_{ij}$  是空间权重矩阵。

全局 Moran's I 的值介于  $-1 \sim 1$ , 大于 0 为正相关, 且越接近 1, 正相关性越强, 即邻接空间单元之间具有很强的相似性; 小于 0 为负相关, 且越接近  $-1$ , 负相关性越强, 即邻接空间单元之间具有很强的差异性; 接近 0 则表示邻接空间单元不相关。

在 ArcGIS 中的空间统计分析工具中调用 Spatial Autocorrelation (Global Moran's I) 模块, 空间邻接关系采用 Polygon Contiguity First Order (多边形一阶邻接关系) 准则。经计算, 显示 Moran's I = 0. 64, 检验值  $Z = 14. 53$ 。在显著性概率  $p < 0. 01$  的双侧检验阈值 2. 58 的检验下通过检验 ( $14. 53 > 2. 28$ ), 表明四川县域经济发展水平存在十分显著的空间集聚特征, 即经济发达的县域与经济发达的县域相邻接、经济落后的县域与经济落后的县域相邻接的现象十分明显。这就可以推测整个四川区域内存在明显的经济发达区域和经济落后区域, 区域经济空间分异明显, 存在经济“两极化”空间。

2. 2. 2 局部空间自相关分析

全局空间自相关 Moran's I 值只能反映属性的空

间集聚程度，不能确定具体集聚区域，而局部空间自相关的 Moran's I 解决了此问题。

局部空间自相关的 Moran's I (LISA)：

$$I_i = Z_i \sum_{j \neq i}^n w_{ij}' Z_j$$

式中： $Z_i = (x_i - \bar{x})/s^2$  是  $x_i$  的标准化量值； $Z_j$  是与第  $i$  区域相邻接的属性标准化值； $w_{ij}'$  是按照行和归一化的权重矩阵。

(1) Moran 散点图分析

Moran 散点图用于研究局部空间的异质性<sup>[11]</sup>，Moran 散点图绘制于一个笛卡尔坐标系统中，横坐标为  $Z_i$ ，即为中心县域经济综合指数的标准化值；纵坐标为  $\sum w_{ij}' Z_j$ ，即为与  $i$  相邻的所有县域经济综合指数的加权平均（标准化后），也称为空间滞后值。因此将出现 4 种类型的局部空间关系<sup>[23]</sup>：

$$\begin{cases} Z_i > 0, \sum w_{ij}' Z_j > 0 (+, +), \text{第一象限, 高高集聚(HH)} \\ Z_i < 0, \sum w_{ij}' Z_j > 0 (-, +), \text{第二象限, 低高集聚(LH)} \\ Z_i < 0, \sum w_{ij}' Z_j < 0 (-, -), \text{第三象限, 低低集聚(LL)} \\ Z_i > 0, \sum w_{ij}' Z_j < 0 (+, -), \text{第四象限, 高低集聚(HL)} \end{cases}$$

以上 4 种局部空间关系的含义是：“高高”表示中心县域与相邻县域的经济发展水平都较高，“低低”则表示中心县域与相邻县域的经济发展水平都较低；这两个象限内的县域经济存在较强的空间正相关，即均质性。“高低”表示中心县域经济发展水平较高，而其相邻县域发展水平较低，“低高”则表示中心县域经济发展水平较低，而其相邻县域发展水平较高；这两个象限内的县域存在较强的空间负相关，即异质性。

在 GeoDA 软件中绘制出 Moran 散点图（图 4），并在此基础上借助 ArcGIS 做出与 Moran 散点图对应的 Moran 集聚图（图 5），以更直观的显示空间集聚位置和分布特征。经统计，位于第一象限的县域单元 65 个，位于第三象限的县域单元 78 个，分别占四川县域总数的 35.9% 和 40.3%，两者共占 76.2%，说明四川省主要由一个经济发达片区和一个经济落后片区构成，经济“两极化”空间十分明显，而且“低低”集聚区比“高高”集聚区多出 13 个。从 Moran 集聚图看，“高高”集聚区位于四川盆地（和攀枝花的仁和区），几乎包括整个川东

平原，基本呈半环形；由于该区地理条件优越，地势平坦、交通发达、产业集聚、城市联动密集，成为四川的经济核心区，可称为“平原经济区”或“盆地经济区”。“低低”集聚区几乎占据整个四川的西北、西南和川南大部分区域，绝大部分县域属于该类型集聚区。经济“两极化”空间在 Moran 集聚图中形成强烈的对比，“平原经济区”与“高原经济区”集聚特征十分显著。

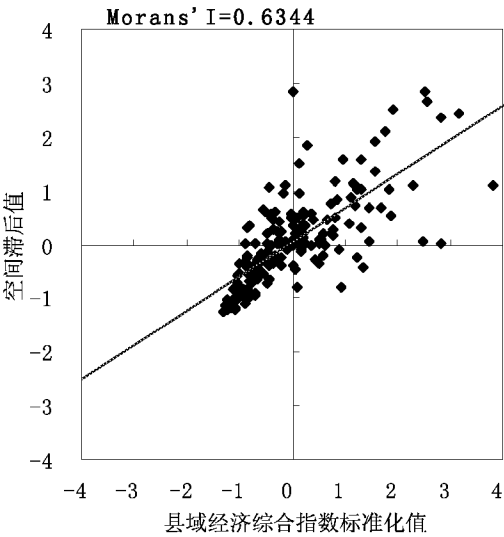


图 4 Moran 散点图  
Fig. 4 Moran scatter plot map

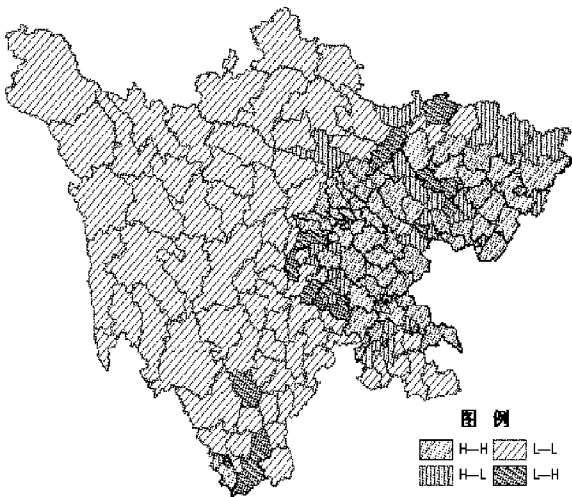


图 5 Moran 集聚图  
Fig. 5 Moran cluster map

另外，位于第二象限的“高低”集聚区为 28 个，位于第四象限的“低高”集聚区为 15 个，分别占县域总数的 15.5% 和 8.3%，两者共占 23.8%，即发展出现异质性或孤立性的县域有

23.8%。从 Moran 集聚图看，它们主要分布于“高高”集聚区与“低低”集聚区之间的交叉区域，主要有一个倾斜的近似“m”形的区域和一些零散的特殊县域，属于经济过渡区。从分布区看，这个“m”形区域是从平原、盆地向高原、山地过渡的边缘区，或是行政边界区（省界）。“m”形区域的 3 条边上的主要县域有：万源市—通江县—南江县—青川县—江油市—茂县，盐亭县—梓潼县—西充县—南部县—蓬安县，邛崃市—峨眉山市—犍为县—宜宾县，这些地形过渡区、边界区很容易形成经济过渡区；而那些零散的特殊县域例如西昌市，及某些城市的主城区如广安市的顺庆区、遂宁市的舟山区等显然要比其周边地区经济发展水平高，从而形成异质、零散的孤立区。

(2) 经济热区和经济盲区分析

以上对 Moran 散点图和 Moran 集聚图的分析，找出了“平原经济区”、“山州经济区”集聚特征十分显著的均质性地域，及经济过渡区、零散区等异质性地域，对整个四川县域经济的发展和集聚特征有了十分清晰的认识。为了进一步揭示四川县域经济发展的热区（Hot spot）和盲区（Blind spot），在 GeoDA 软件中绘制出 LISA 集聚图，如图 6。图中彩色的部分便是具有显著性集聚特征的经济热区或盲区（Z 检验显著性概率  $p < 0.05$ ）。

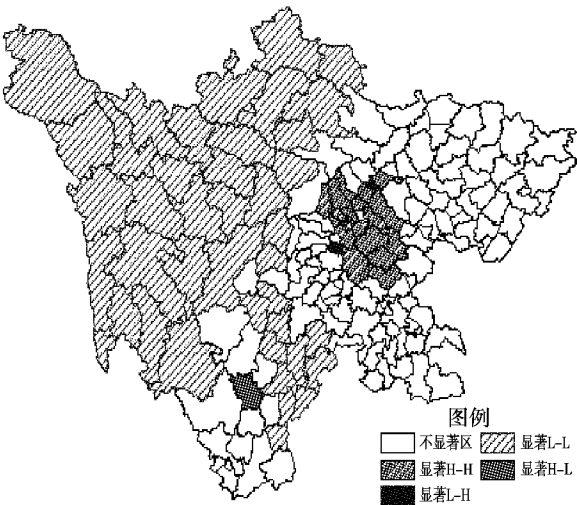


图 6 LISA 集聚图

Fig. 6 LISA cluster map

从 LISA 集聚图中看，显著 HH 区县域并不太多，集中在以成都市为中心的区域，包括成都市的 5 个中心城区、都江堰市、彭州市、郫县、温江县、

新都县、龙泉驿区、双流县、金堂县、旌阳区（德阳市）、什邡市、广汉市、中江县、游仙区（绵阳市）、雁江区（资阳市）、简阳市、乐至县、仁寿县、资中县等。这些县域单元是整个 HH 区的核心经济区，也是整个四川省经济最具活力的区域和四川经济增长的引擎区，这主要源于成都市这一特大城市的强大经济实力及经济辐射力，该区便是四川省的经济热区。从另外一个方面讲，四川经济热区仅集中于成德绵的核心区域，而其它城市在区域经济发展中发挥的辐射作用并不显著。相对于显著 HH 区，显著 LL 区范围明显更广，占据整个川西北地区，并且连片出现，包括阿坝州、甘孜州绝大部分和凉山州东部地区，这些区域成为四川省经济盲区不足为怪，主要源于该区恶劣的自然地理条件及由此导致的自然灾害、交通不便的因素，极大地束缚着该区经济的发展。

对于显著的 HL 区，LISA 集聚图显示只有西昌市。西昌市作为国家重要的卫星发射中心及四川攀西地区的政治、经济、文化、交通中心，一直受到国家及省政府的高度关注，其经济发展水平远比其他周边地区高，从而形成唯一的显著 HL 区。再看显著的 LH 区，有彭山县和罗江县，特征当然就是两者比其周围的县域单元经济要落后。对于彭山县，其四周是新津县、邛崃市、蒲江县、东坡区（眉山市）、双流县和仁寿县，这些经济实力非常强的县域单元，形成一个经济包围圈，将彭山县围住，使彭山县孤立出来，形成一个“经济塌陷区”。为此，彭山县应该找出存在这种差异的原因，充分利用其区位优势，吸取周边经济发展长势，从而得到更进一步的发展。对于罗江县，与彭山县一样，处于一些经济发展水平很高的县域中间。另外，罗江县由于历史建制原因，1996 年从德阳市中区分离出来成立建制县，导致发展受一定影响，经济发展速度赶不上周边县域，从而形成另外一个“经济塌陷区”。但由于罗江县区位优势明显，是成都—德阳—绵阳经济连绵带的重要通道，其经济发展潜力很大，为此，罗江县应该发挥通道优势，起到纽带作用，进一步提升经济实力。

3 结论

本文通过探索性空间数据分析方法与 GIS、GeoDA 空间分析工具，系统分析和比对了四川县域

经济发展水平的差异性及空间分异特征,对四川县域经济发展提供了实证数据和空间可视化结果。

基于四川县域经济发展的空间特征与问题,提出以下建议:(1)认清贫富差距的客观现实及严重性,加强对川西经济落后区域的扶持力度,尽最大力量消除贫困,均衡区域发展。(2)有效评估全省的人居环境条件,适当疏散那些仍处于环境极其恶

劣、不适宜人居住区域的人群,消除极度贫困人群。(3)对落后地区的教育、科技的投入要有适度的倾斜,并充分发挥发达区域的优势条件,结成县域“帮扶”对子,对口支持。(4)努力发展中心城市与中心县域,加强经济增长极在区域经济发展中的辐射带动作用。

## 参考文献:

- [1] 李小建, 乔家君. 20 世纪 90 年代中国县际经济差异的空间分析 [J]. 地理学报, 2001, 56 (2): 136 - 145.
- [2] 徐建华, 鲁凤, 苏芳林, 等. 中国区域经济差异的时空尺度分析 [J]. 地理研究, 2005, 24 (1): 57 - 68.
- [3] 欧向军, 顾朝林. 江苏省区域经济极化及其动力机制定量分析 [J]. 地理学报, 2004, 59 (5): 791 - 799.
- [4] 彭宝玉, 覃成林. 河南省县域经济实力评价及空间差异分析 [J]. 地域研究与开发, 2007, 26 (1): 45 - 48.
- [5] 潘竞虎, 冯兆东, 董晓峰. 甘肃省区域经济差异时空格局的 ESDA - GIS [J]. 兰州大学学报: 自然科学版, 2008, 44 (4): 45 - 50.
- [6] 孟斌, 王劲峰, 张文忠, 等. 基于空间分析方法的中国区域差异研究 [J]. 地理科学, 2005, 25 (4): 393 - 399.
- [7] 蒲英霞, 葛莹, 马荣华, 等. 基于 ESDA 的区域经济空间差异分析——以江苏省为例 [J]. 地理研究, 2005, 24 (6): 965 - 973.
- [8] 唐晓旭, 张怀清, 刘锐. 基于 GeoDA 的辽宁省 GDP 空间关联度分析研究 [J]. 林业科学研究, 2008, 21 (增刊): 60 - 64.
- [9] 潘竞虎, 张佳龙, 张勇. 甘肃省区域经济空间差异的 ESDA - GIS 分析 [J]. 西北师范大学学报: 自然科学版, 2006, 42 (6): 83 - 87.
- [10] 蒋国富, 刘长运. 河南省县域经济的空间分异 [J]. 经济地理, 2008, 28 (4): 636 - 638.
- [11] 麻永建, 徐建刚. 基于 ESDA 的河南省区域经济差异的时空演变研究 [J]. 软科学, 2006, 20 (5): 51 - 54.
- [12] 章青果, 郑林. 江西省区域经济差异及其空间格局研究 [J]. 华东经济管理, 2006, 20 (3): 9 - 13.
- [13] 彭建, 林家元, 王晓东, 等. 四川省经济发展水平的区域差异研究 [J]. 地理学与国土资源, 2001, 17 (4): 53 - 57.
- [14] 蒲小梅, 程子彪, 翟有龙. 四川省区域经济差异成因及对策研究 [J]. 经济研究导刊, 2009 (6): 112 - 113.
- [15] 吴祥云, 胡代全, 谭践, 等. 四川县域经济研究 [J]. 软科学, 2004, 18 (4): 91 - 93.
- [16] 董德利, 吴亚娟, 徐邓耀等. 四川区域经济差异分析及协调发展对策 [J]. 四川师范大学学报, 2000, 21 (2): 161 - 164.
- [17] 贺泽凯, 戴斌. 四川县域空间结构及其增长极的培育 [J]. 西南民族大学学报: 哲学社会科学版, 2003, 24 (5): 103 - 105.
- [18] 四川省统计局. 四川统计年鉴 2008 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2008.
- [19] 苏金明. 统计软件 SPSS12.0 for windows 应用及开发指南 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2004: 304 - 314.
- [20] 王华. 区域餐饮业竞争力的驱动因素及模式 [J]. 经济地理, 2009, 29 (3): 442.
- [21] 徐彬. 空间权重矩阵对关 Moran's I 指数影响的模拟分析 [D]. 南京: 南京师范大学, 2007.
- [22] 张松林, 张昆. 全局空间自相关 Moran 指数和 G 系数对比研究 [J]. 中山大学学报: 自然科学版, 2007, 46 (4): 93 - 97.
- [23] 樊新生, 李小建. 基于县域尺度的经济增长空间自相关研究——以河南省为例 [J]. 经济经纬, 2005 (3): 57 - 60.

(下转第 76 页)

# 基于GIS的土地利用景观格局空间分析研究 ——以云南省泸西县白水镇为例

戴金华, 赵筱青\*

(云南大学 资源环境与地球科学学院, 云南 昆明 650091)

**摘要:** 依据景观生态学基本原理, 运用 ERDAS 软件对云南省泸西县白水镇 2006 年 Landsat 遥感影像进行解译处理, 并进行实地校验, 根据《土地利用现状分类标准规程 (2007)》将研究区分为 8 个土地利用景观类型, 并以 ArcMap 为交互式界面进行数字化处理, 得到区域土地利用类型矢量数据, 将其转换成 GRID 格式, 运用 Fragstates 软件计算各用地类型景观格局指数, 并依计算结果对该区土地利用景观格局进行分析评价。研究表明: 耕地是区域的基质, 在整个区域景观中占有绝对控制作用; 耕地和林地景观保持较好的状态; 区域土地利用程度较高, 但土地生态环境较好, 说明区域农业生产水平较低。

**关键词:** 地理信息系统; 景观格局; 白水镇; Fragstates 软件

**中图分类号:** X87      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1001-7852(2010)04-0059-07

景观生态学起源于土地研究, 研究对象是土地镶嵌体, 而土地利用中的各土地利用类型可以理解为景观生态学中的一个景观缀块。了解区域土地利用景观格局空间分布特点, 对编制土地利用规划、维护土地生态安全、促进土地资源可持续利用、实现人地和谐发展具有重要意义, 对进行新一轮的土地利用生态规划也具有重要的示范意义和理论意义。

景观空间格局是景观生态学研究的核心之一<sup>[1]</sup>, 空间格局分析已成为了景观生态学研究的基本内容, 贯穿景观生态学发展的历史过程, 是进一步研究景观功能和动态的基础<sup>[2]</sup>。土地利用景观格局指数是景观空间格局分析的重要方法, 使土地生态过程和空间格局演变相互关联的度量成为可能,

在区域土地景观空间格局分析与功能评价, 以及景观规划、设计和管理等领域发挥重要作用<sup>[3]</sup>, 加强对区域土地利用景观空间格局分析研究, 有助于从无序的土地利用景观中发现潜在的有序规律, 揭示区域土地利用景观格局的空间分布状况, 为促进区域土地资源的高效利用和土地生态环境的保护提供重要参考。

当前, 景观格局的研究主要集中在两方面<sup>[4-5]</sup>: 一是景观格局的空间异质性问题, 主要包括景观指数及其空间统计特征分析<sup>[6]</sup>; 二是景观格局的演变即时间异质性问题<sup>[7-8]</sup>。空间异质性景观格局的静态分析, 是产生空间景观格局的主要原因<sup>[1,9]</sup>, 其主要是时间异质性的反映, 同时也是景观格局演变的基础。时间异质性是景观格局的动态

收稿日期: 2010-05-07; 修订日期: 2010-06-17.

基金项目: 云南省应用基础研究项目资助 (2009CD022); 国家自然科学基金项目 (40861023); 云南大学中青年骨干教师培养计划.

作者简介: 戴金华 (1984-), 男, 云南省泸西县人, 硕士研究生, 研究方向为土地规划、土地生态与地理信息系统.

\* 通讯作者.

分析,通过对景观格局的动态分析能够更好地揭示景观格局演变的规律,预测未来景观的变化趋势。

由于景观生态学研究所特有的大时空尺度特征、试验困难、跟踪调查时间长、花费大等问题不断涌现,以往的景观指数数量化方法已无法满足人们对景观格局分析的需要<sup>[10]</sup>。3S(RS、GIS 和 GPS)高新技术的快速发展和进步,为处理大规模的空间数据提供了可能,为景观格局的调查、检测和分析,提供了有效的手段和工具。GIS 有强大的空间分析能力和存储海量数据的空间数据库,RS 高速获取最新的数据,GPS 进行数据的空间定位,三者的结合使数据处理能力和分析能力显著提高,为景观水平上的监测与评价提供了有效的技术手段,使区域景观格局的定量化分析成为现实。本研究从景观生态规划学原理和景观的基本结构出发,借助 RS 和 GIS 技术对研究区遥感影像图进行空间分析处理,判别区域土地利用景观类型,用景观格局分析软件 Fragstates 计算出区域土地利用景观特征数据,并对计算结果进行分析,这将有利于准确地把握研究区土地景观空间分布特征,同时对加强该区土地生态环境管理、土地资源合理利用、生态设计和水土流失控制具有重要意义。

1 研究区概况

泸西县地处云南省东南部(见图 1),位于东经 103°30′~104°04′,北纬 24°15′~24°45′。



图 1 泸西县在云南省的区位图

Fig. 1 Location of Luxi County in Yunan Province

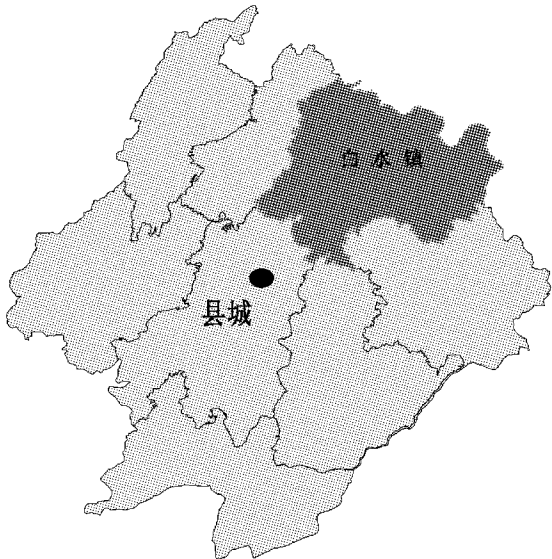


图 2 白水镇在泸西县的区位图

Fig. 2 Location of Baishui Town in Luxi County

白水镇是泸西县十乡镇之一,是云南省 506 个扶贫攻坚乡之一,位于县城东北部(见图 2),与曲靖市师宗县彩云镇接界,是红河州的北大门。全镇土地总面积 255.9 km<sup>2</sup>,全镇位于海拔 1 767~2 227 m,属典型的山地气候,主要风向为西南风。境内水库、小坝塘星罗棋布,有中型水库 3 座,即:白水库、五者水库、阿味水库,小型水库 6 座,小坝塘 25 座,库容量 6 500 × 10<sup>4</sup> m<sup>2</sup>。五者水库还拥有天然温泉,现已建成五者温泉、五者万亩野生花海风景区,与闻名遐迩的阿庐古洞连成一线,吸引着八方来客。

2 数据和研究方法

2.1 数据来源

- (1) 白水镇 2006 年 Landsate(TM) 遥感分幅影像图,分辨率 28.5 m;
- (2) 白水镇 2007 年统计年鉴;
- (3) 实地调查资料。

2.2 研究方法及技术路线

2.2.1 研究方法

本研究采用 ERDAS、GIS 和 Fragstates 软件<sup>[11]</sup>相结合,运用 ERDAS 软件将研究区 2006 年 1:10 000 的 Landsate 遥感分幅影像图进行空间校正和拼接,并进行标准假彩色合成、增强和几何校正处理,得到研究区数字正射影像图(DOM),以 Arc-

Map 为交互式界面进行数字化处理，勾绘出研究区土地利用类型矢量数据，最后通过空间分析功能中的数据转换将矢量数据转化成 GRID 格式，精度达到 0.5 个像元，各像元大小为 30 m×30 m。

2.2.2 技术路线

如图 3 所示。

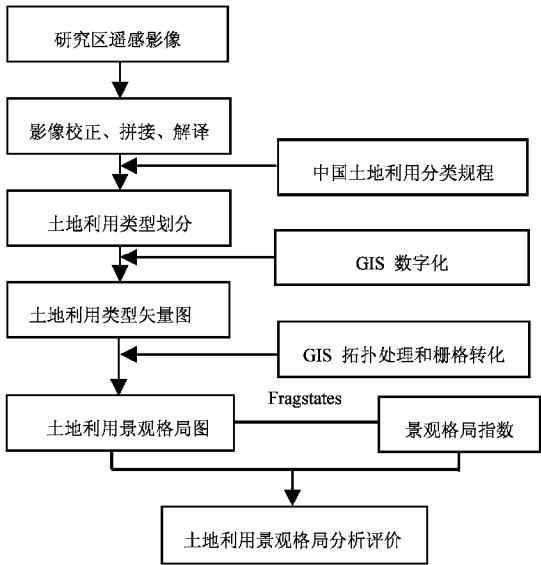


图 3 技术路线图

Fig. 3 Flow chart of the study

2.3 土地利用景观类型划分

基于遥感影像判读的土地利用类型，结合研究区实际情况，并以 2007 年 8 月 10 日中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局和中国国家标准化管

理委员会联合发布《土地利用现状分类》规程为指导，依据区分差异性、归纳共同性、从高级到低级逐级划分的原则，最终将研究区划分为 8 个土地利用类型（即生成 8 种景观，见图 4）。

3 景观格局指数选择

景观格局指数是指那些能够高度浓缩景观格局信息，反映其结构组成和空间配置某些方面特征的简单定量指标，是反映景观格局的重要参数，在景观生态学中具有广泛的运用，为科学衡量景观结构提供量化的依据<sup>[10]</sup>。由于景观指数数量较多而且由于新理论在景观生态学中的运用不断推陈出新，对景观指数的分类还未形成统一的标准<sup>[12]</sup>。不同学者由于自身研究的背景和目的不同，对景观格局指数的划分也不同，如福尔曼曾把描述斑块的景观指数分为两大类，即描述斑块形状的景观指数如形状指数（shape index）和描述斑块镶嵌的景观指数如相对丰富度（relative richness）、优势度（dominance index）和分维数（fractal dimensions）等；Huslshoff 认为景观指数可以划分为如斑块类型、数量和形状指数的景观格局指数（pattern index）以及如斑块数目变化率等的变化指数；傅伯杰等认为景观格局指数应当包括景观单元特征指数和景观异质性指数，前者用于描述斑块面积、周长、斑块数目等特征，后者包括多样性指数（diversity index）、镶嵌度指数（patchness index）、距离指数（distance index）和景观破碎化指数（landscape fragmentation index）等<sup>[13]</sup>。景观指数的计算主要是基于景观格局分析软件 Fragstats3.3 进行的，软件中将景观格局指数分为斑块水平、类型水平和景观水平 3 种类型<sup>[14]</sup>。斑块级别（Patch - Level），该级别的指标主要反映耽搁斑块的结构特征，是最基础的级别；斑块类型级别（Class - Level），反映景观中不同类型景观的结构特征；景观级别（Landscape - Level），反映了整个研究区整体景观格局特征。本研究主要目的是分析白水镇各土地利用类型景观的空间分布状况，并不针对某一具体的斑块进行分析，故文中主要选择类型级别和景观级别指标进行计算分析（见表 1）；各指数具体计算公式及生态学意义见表 2。

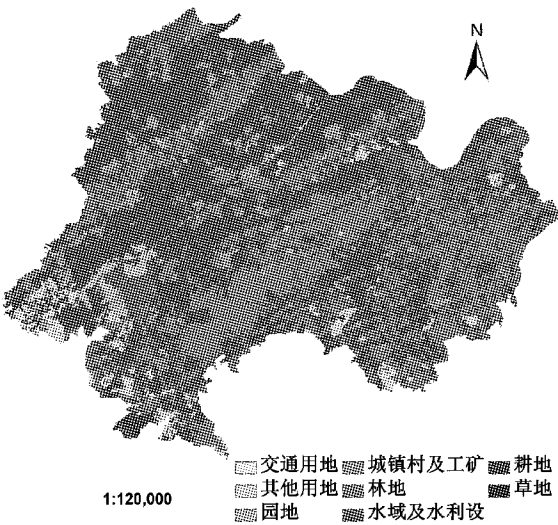


图 4 研究区土地利用景观类型分布图

Fig. 4 Landscape types of land utilization in Baishui Town

表 1 不同层次上景观指标  
Tab. 1 Landscape indicators at different levels

| 景观格局层次   | 景观指标层次 | 指标                                                            |
|----------|--------|---------------------------------------------------------------|
| 斑块类型     | 类型水平   | 斑块面积、斑块数目、斑块破碎度、景观斑块要素密度、结合度、斑块边缘密度、景观百分比、斑块分形维数、面积加权平均斑块形状指数 |
| 景观镶嵌景观水平 | 景观水平   | 景观多样性指数、均匀度指数、最大斑块所占景观面积的比例、蔓延度指数                             |

表 2 土地利用景观空间格局特征指标及其生态涵义  
Tab. 2 Indicators of spatial pattern of landscape of land utilization and their ecological meanings

| 指 数                   | 生态意义                                                                                                                                 |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 斑块数目、面积               | 研究景观要素特征的主要参数之一，是景观格局分析的基础                                                                                                           |
| 斑块密度                  | 斑块密度（ <i>PD</i> ）反映景观被分割的破碎化程度；同时也反映景观空间异质性程度，在一定程度上反映人为对景观的干扰程度， <i>PD</i> 愈大，破碎化程度愈高，空间异质性程度也愈大                                    |
| 斑块破碎度                 | 景观破碎度是指景观要素被分割的破碎程度，反映景观空间结构的复杂性和人类活动对景观结构的影响程度， <i>F</i> 越大，表示景观斑块越破碎                                                               |
| 景观百分比                 | 反映斑块类型占整个景观面积的相对比例，也是决定景观中生物多样性、优势种和数量等生态系统指标的重要因素                                                                                   |
| 最大斑块所占景观面积比例          | 其值大小决定着景观中的优势种、内部种的丰度等生态特征；其值的变化可以改变干扰的强度和频率，反映人类活动的方向和强弱                                                                            |
| 边缘密度                  | 边缘密度揭示了景观或类型被边界的分割程度，值越大，景观被边界割裂的程度越高                                                                                                |
| 斑块分形维数                | 反映了在一定的观测尺度上土地利用斑块边缘的复杂程度，值一般位于 1~2， <i>FD</i> 越接近 1，则表示斑块的自我相似性越强，表明受到干扰的程度越大                                                       |
| 均匀度                   | 描述景观里不同景观类型的分配均匀程度，取值范围为 0~1，其值越低，各个景观类型所占面积比例差异越大；值越大，景观各组分配越均匀                                                                     |
| 多样性指数                 | <i>SIDI</i> 值的大小反映景观要素的多少和各要素所占比例的变化。其取值于 0~100，当景观是由单一要素构成时，其多样性指数为 0；由两个以上的要素构成的景观，当景观类型所占比例相等时，其景观的多样性为最高；各景观类型所占比例差异增大，则景观的多样性下降 |
| 面积加权平均斑块形状指数          | 面积加权平均斑块形状指数 <i>AWMSI</i> 描述斑块形状特征。当景观中所有斑块均为正方形时， <i>AWMSI</i> = 1，当斑块形状不规则性增加时， <i>AWMSI</i> 值随之增加                                 |
| 蔓延度指数 <sup>[15]</sup> | 描述景观中不同类型景观团聚程度的指标，取值在 0~100。指数值接近 0 时，表示斑块类型在很大程度上的不聚集并且分散（所有类型斑块相邻程度一致），其值等于 100 表示斑块类型最大程度的聚集，即景观只包含单个斑块                          |
| 结合度指数                 | 该指标用于量化景观类型的自然连通性                                                                                                                    |

表 3 研究区土地利用景观总体特征  
Tab. 3 The general characteristics of landscape of land utilization of the study area

| 景观类型     | 斑块数目  | 比例/% | 面积/hm <sup>2</sup> | 比例/% | 平均斑块面积/hm <sup>2</sup> |
|----------|-------|------|--------------------|------|------------------------|
| 耕地       | 954   | 27.9 | 13 415.76          | 51.7 | 14.06                  |
| 园地       | 74    | 2.2  | 432.90             | 1.7  | 5.85                   |
| 林地       | 1 269 | 37.1 | 9 331.20           | 36.0 | 7.35                   |
| 草地       | 62    | 1.8  | 70.65              | 0.3  | 1.14                   |
| 交通用地     | 90    | 2.6  | 32.85              | 0.1  | 0.37                   |
| 水域水利设施用地 | 182   | 5.3  | 854.1              | 3.3  | 4.69                   |
| 城镇村及工矿用地 | 538   | 15.7 | 969.75             | 3.7  | 1.80                   |
| 其他用地     | 254   | 7.4  | 847.89             | 3.3  | 3.34                   |
| 合计       | 3 423 | 100  | 255.90             | 100  |                        |

注：表中第一个“比例”表示各景观类型斑块数目占总斑块数目的比例；第二个“比例”表示各景观类型面积占总面积的比例。

4 结果分析

4.1 土地利用景观总体特征分析

从图 4 和表 3 中可知，研究区 8 类景观的斑块总数为 3 423 个，景观总面积为 255.9 hm<sup>2</sup>。景观斑块的大小为耕地 > 林地 > 城镇村及工矿用地 > 水域及水利设施用地 > 其他用地 > 园地 > 草地 > 交通用地；各景观类型的平均斑块面积总体顺序为：耕地 > 林地 > 园地 > 水域及水利设施用地 > 其他用地 > 城镇村及工矿用地 > 草地 > 交通用地。景观要素组成以耕地和林地为主，其面积之和占整个景观总面积比例达到了 87.7%，其斑块数目占整个区域的 65%，其中耕地占整个景观的比例达 51.7%，是区域的基

质，在整个区域景观中占有绝对控制作用，这表明耕地景观在白水镇土地利用景观空间结构中的地位，农业发展在整个区域社会经济发展中占有十分重要的地位和作用。从图 4 中可以看出，该镇西北部呈现出农林条带交错分布，东南部呈农林相间分布，且耕地资源的分布相对集中，十分有利于区域耕地资源的规模化和集约化利用，适合大面积发展农业。该地区城镇村及工矿用地、水域用地及其他用地也有较大规模，是构成区域土地利用景观类型系统的主要景观要素，据实地调查发现，其他用地景观类型主要是裸土地和砾石地，集中分布在该镇西南部，城镇村及工矿用地虽然斑块数目和面积较大，但是分布相对分散，对整个区域景观干扰程度较小。

4.2 土地利用斑块类型指数分析

表 4 土地利用斑块类型指数  
Tab. 4 Indexes of land utilization at the Patch - level

| 景观要素类型    | <i>PD</i> | <i>ED</i> | <i>PLAND</i> | <i>FD</i> | <i>AWMSI</i> | <i>Cohesion</i> | <i>Fragmentation</i> |
|-----------|-----------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------------|----------------------|
| 耕地        | 3.675 6   | 1.464 5   | 51.688 3     | 1.501 0   | 14.062 6     | 99.708 6        | 0.071 1              |
| 林地        | 4.889 2   | 1.496 8   | 35.951 3     | 1.453 7   | 7.353 2      | 99.135 0        | 0.136 0              |
| 园地        | 0.285 1   | 9.511 4   | 1.667 9      | 1.442 8   | 5.850 0      | 95.051 0        | 0.170 9              |
| 草地        | 0.238 9   | 77.331 6  | 0.272 2      | 1.344 8   | 1.139 5      | 79.247 0        | 0.877 6              |
| 交通用地      | 0.346 8   | 88.759 4  | 0.126 6      | 1.05      | 0.365 0      | 63.932 8        | 2.739 7              |
| 城镇村及工矿用地  | 2.072 8   | 4.949 3   | 3.736 3      | 1.358 6   | 1.802 5      | 88.926 7        | 0.554 8              |
| 水域及水利设施用地 | 0.701 2   | 13.350 0  | 3.290 7      | 1.382 3   | 4.692 9      | 95.390 7        | 0.213 1              |
| 其他用地      | 0.978 6   | 4.003 8   | 3.266 8      | 1.366 5   | 3.338 1      | 92.010 4        | 0.299 6              |

对表 4 中计算结果进行分析可知：

(1) 景观百分比 *PLAND* 为耕地 > 林地 > 城镇村及工矿用地 > 水域用地 > 其他用地 > 园地 > 草地 > 交通用地，斑块密度为：林地 > 耕地 > 城镇村及工矿用地 > 水域用地 > 其他用地 > 交通用地 > 园地 > 草地，这表明耕地和林地在该镇占有绝对的主导地位，且景观连通性很好，这从图 4 中也能明显看出。而园地、草地和交通用地在整个区域景观中面积较小，且较分散，从图 4 中可以明显看出，全镇的交通用地较少，这对于整个区域未来社会经济的发展会产生阻碍。

(2) 该区域景观类型的边缘密度 (*ED*) 大小依次为：交通用地 > 草地 > 水域水利设施用地 > 园地 > 城镇村及工矿用地 > 其他用地 > 林地 > 耕地，这表明耕地景观和林地景观的保存程度最好，连通

性最高，从而表现出林业和农业在该区域内的重要地位和作用。交通用地和草地的分散程度最为严重，这不利于草地资源的开发，同时在一定程度上也不利于草地生态环境的保护。

(3) 平均斑块形状指数和斑块分维数是通过斑块的形状变化来间接反映人类活动强弱程度，该区域各景观的平均斑块形状指数大小 (*AWMSI*) 为：耕地 > 林地 > 园地 > 水域用地 > 其他用地 > 城镇村及工矿用地 > 草地 > 交通用地，这表明耕地和林地形状比较复杂，边界的形成主要受自然因素的影响，人为干扰小。斑块分形维数 (*FD*) 的大小依次为：耕地 > 林地 > 园地 > 水域用地 > 其他用地 > 城镇村及工矿用地 > 草地 > 交通用地，说明明耕地和林地景观斑块的边缘复杂程度较高，自我相似性较弱；交通用地的 *FD* 值接近 1，说明该景观的自

我相似性越强，受到干扰的程度越大。

(4) 区域的破碎度 (Fragmentation) 整体偏低，说明区域内的人类活动较为密集。耕地景观和林地景观的破碎度最小，而这两者占据了整个区域景观总面积的 87.7%，表明区域内的土地生态环境并未受到严重影响和破坏；交通用地、草地和城镇村及工矿用地的值较大，这反映出研究区内建设用地发展规模较小，密集度差，社会经济不很发达。

(5) 对于斑块结合度指数 Cohesion，其主要是量化相应景观类型的自然连通性，该区域的斑块结合度指数以耕地和林地最大，均超过 99%，说明耕地和林地的自然连通性很好，并且在整个景观中占有较大比重，类型间的物质和能量迁移比较通畅。交通用地、草地和城镇村及工矿用地的斑块结合度明显小于其他景观要素类型，这说明这 3 类景观要素类型受到人类活动的干扰较大，斑块相对分散，且之间的自然连接性较低。

4.3 景观水平指数分析

表 5 土地利用景观类型指数

| Tab. 5 Indexes of land utilization at the landscape - level |         |          |          |
|-------------------------------------------------------------|---------|----------|----------|
| LDI                                                         | LEI     | LPI      | CONTAG   |
| 1.148 6                                                     | 0.552 4 | 39.568 6 | 59.434 9 |

从表 5 中可以看出，整个区域景观均匀度为 0.552 4，表明各土地利用景观类型所占面积比例差异较大，景观各组分分配不均匀，从图 4 和表 3 中也可以看出，耕地景观和林地景观所占整个景观的面积比例很大，其他用地景观所占份额很小；多样性指数较低，主要原因是由于耕地景观和林地景观所占比例太大，而其他景观所占比例太小，且耕地景观和林地景观在整个区域中呈现大面积集中连片的空间分布；最大斑块所占景观面积的比例为 39.568 6，表明整个区域 3 423 个斑块中，最大斑块就占据了整个景观总面积的 39.568 6%，这说明区域各斑块面积比例差异太大；蔓延度为 59.434 9，表明

区域内各用地景观集聚程度较低，各景观空间分散度较高。

5 结论

(1) 通过对白水镇土地利用景观格局分析结果表明：全境 8 类土地利用景观中，除了耕地和林地外，其他景观差别较小。耕地景观和林地景观是该地区的优势景观，可以看成是该区域的基质，二者占据全镇土地总面积的 87% 以上，成为该地区的景观生态主体，同时也说明农业和林业在全镇社会经济发展中具有重要地位和作用。

(2) 从图 4 中还可知，本地区西北部呈现出农林条带交错分布，在东南部呈农林相间分布，且耕地资源的分布相对集中，表明区域土地开发利用程度较高，但农业生产水平较为低下。耕地的集中分布适合大面积发展农业，这对区域未来的农业规模化和集约化发展有较好的基础，也利用生态环境的保护，且两景观的连通性很好，对区域物质和能量的迁移有重要作用。

(3) 土地利用景观生态空间格局的稳定性与斑块的规模、特征、结构成正相关。从总体上看，白水镇土地利用景观空间格局保持着较好的状态，尤其是优势景观耕地和林地的完整性较好，反映出该地区有较好的土地生态环境。

(4) 以遥感影像数据作为数据基础，基于遥感技术对遥感图片进行解译，获得了研究区大量不同空间、光谱分辨率的数据，利用 GIS 平台和 FRAG-STATE3.3 软件同时运作的手段，借助于景观格局、空间分析等对土地利用研究具有代表性的数学计算模式，对白水镇土地利用景观空间格局做了深入的研究和分析，对了解该区土地利用空间分布状况，从而制定科学的土地利用规划，实现土地生态管护具有重要意义。

参考文献：

[1] 肖笃宁, 布仁仓, 李秀珍. 生态空间理论与景观异质性 [J]. 生态学报, 1997, 17 (5): 453 - 461.

[2] 马克明, 傅伯杰. 北京东灵山地区景观格局及破碎化评价 [J]. 植物生态学报, 2000, 24 (3): 320 - 326.

[3] BOTEQUILHA LA, AHEN J. Applying Landscape Ecological Concepts and Metrics in Sustainable Landscape Planning [J]. Landscape and Urban Planning, 2002, 59: 65 - 93.

[4] POUDEVINGE I, ALARD D. Landscape and Agricultural Patterns in Rural areas: A Case Study in the Brionne Basin, Norman-

- dy, France [J]. *Environment*, 1997, 50: 335–349.
- [5] TURNER M G. Spatial and Temporal Analysis of Landscape Pattern [J]. *Landscape Ecol*, 1990, 4 (1): 21–31.
- [6] 角媛梅, 肖笃宁. 绿洲景观空间邻接特征与生态安全分析 [J]. *应用生态学报*, 2004, 15 (1): 31–35.
- [7] 张秋菊, 傅伯杰, 陈利项. 关于景观格局演变研究的几个问题 [J]. *地理科学*, 2003, 23 (3): 264–270.
- [8] 张明. 榆林地区脆弱生态环境的景观格局与演化研究 [J]. *地理研究*, 2000, 19 (1): 30–36.
- [9] 徐建华, 方创琳, 岳文泽. 基于 GIS 和 RS 的区域景观镶嵌结构分析 [J]. *生态学报*, 2003, 23 (2): 365–375.
- [10] 邬建国. 景观生态学—格局、过程、尺度与等级 [M]. 高等教育出版社, 2000: 12.
- [11] 卢远, 华璿, 周兴. 基于 RS 和 GIS 的卡斯特山区景观生态格局 [J]. *山地学报*, 2002, 22 (6): 727–731.
- [12] LEVIN SA. The Problems and Pattern and Scale in Ecology [J]. *Ecology*, 1992, 73: 1943–1967.
- [13] 傅伯杰. 黄土区农业景观空间格局分析 [J]. *生态学报*, 1995, 15 (2): 113–120.
- [14] 彭建, 王仰麟, 张源, 等. 土地利用分类对景观格局指数的影响 [J]. *地理学报*, 2006, 61 (2): 157–168.
- [15] 李秀珍, 布仓仁, 常禹, 等. 景观格局指标对不同景观格局的反应 [J]. *生态学报*, 2004, 24 (1): 123–134.

## SPATIAL ANALYSIS FOR LANDSCAPE PATTERN OF LAND USE USING GIS ——WITH BAISHUI TOWN OF LUXI COUNTY IN YUNNAN PROVINCE AS A CASE

DAI Jin-hua, ZHAO Xiao-qin

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

**Abstract:** According to the fundamental principles of landscape ecology, software of ERDAS was employed to interpret the image of Baishui Town of Luxi County in Yunnan province, and the field investigation was made. The study area was divided into eight landscape types in accordance with the standard regulation of classification for the current situation of land utilization. The software of ArcGIS was applied to digitalize the current situation of land utilization of Baishui Town and the software of Fragstates was used to calculate the landscape indexes. The results indicated that cultivated land, which plays a dominant role in this region, is the matrix; the landscapes of arable land and forest land are kept well; the land utilization extent is comparatively great but the ecological situation is better, which means that the agricultural productivity level in the region is relatively low.

**Key words:** geographic information system (GIS); landscape pattern; Baishui Town; Fragstates

# 基于遥感影像数据的汉川市土地利用动态变化探讨

朱建英, 邓文胜, 王丽玲

(湖北大学 资源环境学院, 湖北 武汉 430062)

**摘要:** 以1991~2002年汉川市土地利用遥感数据为基础, 选取土地利用变化幅度、动态度、土地利用程度指数及景观生态学指标中的多样性、均衡度和优势度指数, 对研究区的土地利用变化状况和驱动力因素进行分析。结果表明: 1991年以来, 汉川市土地利用结构中, 水域、未利用地有所减少, 建设用地增加, 林地、耕地变化幅度和动态度最大; 12年来汉川市土地利用处于调整和发展期, 生态景观和均质程度在上升。综合分析表明, 人口、经济、政策在土地利用变化中起着主导作用。

**关键词:** 土地利用; 动态变化; 驱动因素

**中图分类号:** X87; F301

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-7852(2010)04-0066-05

土地是人类赖以生存和发展的最基本的自然资源, 是人类生存和发展的物质基础<sup>[1]</sup>。区域土地利用变化研究是全球研究的重要方面, 区域和地方尺度上的典型研究为土地利用变化的综合研究提供了丰富的区域信息, 也是参与全球环境变化研究的具体途径<sup>[2]</sup>。国内外已开展了大量有关土地利用变化的研究, 并取得了一定成果。研究汉川市土地利用变化及驱动力, 对解决县域经济发展与用地矛盾、土地可持续利用与发展以及平原区县级城市规划和土地规划均可起到借鉴作用。

## 1 研究区概况

汉川市地处湖北省中部, 江汉平原腹地的东北边缘, 位于东经113°21'~113°57', 北纬30°23'~31°52'。汉川市东与武汉市东西湖区、蔡甸区毗邻, 西连天门市、南接仙桃市, 北与应城市、云梦县、孝感市接壤。境内地势平坦且较低洼, 湖泊面积大。南有汉江, 北有汉北河, 其间有纵横交错的沟渠相连, 水网密布。汉川市属亚热带季风气候, 冬季盛行西北风, 夏季东南风, 年均气温16.7℃, 年

均降水量1200 mm, 雨热同期, 无霜期年均245天。全市总面积166 005.9 hm<sup>2</sup>。

## 2 研究方法

### 2.1 数据来源

采用选取区域1991年、2002年LandsatTM遥感影像数据, 采用TM4、TM5、TM3、(RGB)波段合成影像, 并对原图像中所有栅格数据层进行重采样, 使得分辨率为15 m。

首先利用ERDAS9.1遥感图像处理软件对1991年、2002年两期遥感影像图进行监督分类, 将研究区域土地利用类型大致分为耕地、建设用地、林地、水域、未利用地5大类(汉川市没有牧草地)。对分类图像采用混淆矩阵百分比和Kappa系数来进行分类精度的评定, 实验所得混淆矩阵的总准确率为91.45%, Kappa系数0.8547。研究认为, 分类的总体准确率即混淆矩阵的精度达到80%以上时, 其分类精度就能满足要求。监督分类是按照图像光谱特征进行聚类分析, 带有一定主观性和盲目性。对获得的分类结果再进行一些后处理, 应用聚类统

计处理方法对分类结果中产生的一些面积很小的图斑进行剔除，然后应用去除分析的方法将删除的小图斑合并到相邻的最大的分类当中，经过去除处理后分类图斑的属性值自动恢复为聚类处理前的原始分类编码，最终得到相对理想的分类结果。

其次，利用 ARCGIS 软件对分类图像生成 1991 年和 2002 年土地利用分类结果图（见图 1 和图 2）。

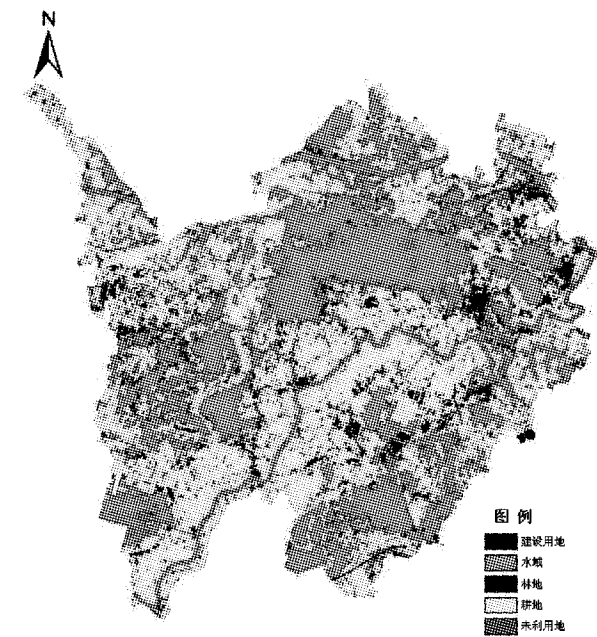


图 1 1991 年土地利用分类结果图  
Fig. 1 Land use classification map in 1991

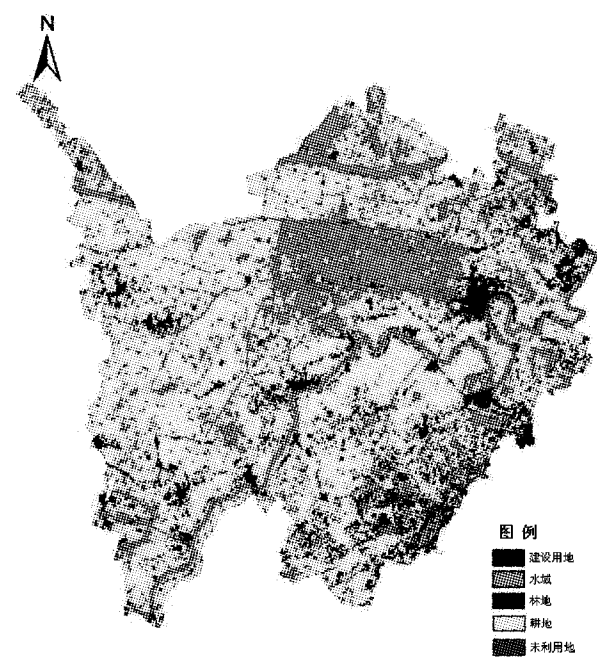


图 2 2002 年土地利用分类结果图  
Fig. 2 Land use classification map in 2002

2.2 土地利用变化分析方法

2.2.1 数量变化分析方法

(1) 土地利用变化幅度和动态度。

土地利用变化的幅度可从宏观的角度对区域的土地利用动态变化进行综合分析，从而客观地反映出土地利用变化的总态势和土地利用的结构变化。其计算公式为：

$$F = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times 100\% \tag{1}$$

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

土地利用动态度可定量描述区域土地利用变化的速度，对比较土地利用变化的区域差异和预测未来土地利用变化趋势都有积极的作用<sup>[3]</sup>。为了分析汉川市土地利用变化状况，采用单一土地利用动态度。其表达式为：

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

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

(2) 土地利用程度。

土地利用程度主要反映土地利用的广度和深度，反映土地利用中土地本身的自然属性，也反映了人类因素和自然因素的综合效应。根据刘纪远等提出的土地利用程度的综合分析方法，将土地利用程度按照土地自然综合体在社会因素影响下的自然平衡状态分为 4 级，并赋予指数，从而给出土地利用程度的定量表达，其方法是将 4 种土地利用级赋予其本身类别的值，则得到 4 种土地利用程度的分级指数<sup>[3-5]</sup>。其中，未利用土地、其他土地分级指数为 1（未利用）；水域、林地分级指数为 2（低度利用）；耕地、园地分级指数为 3（中度利用）；居民点及工矿用地、交通运输用地分级指数为 4（高度利用）<sup>[6]</sup>。研究区域土地利用程度综合指数表达式为：

$$L = 100 \times \sum_{i=1}^n A \times C_i \quad L \in [100, 400] \tag{3}$$

式中： $L$  为某区域土地利用程度指数； $A$  为第  $i$  级土地利用分级指数； $C_i$  为第  $i$  级土地利用程度的分

级指数;  $n$  为土地利用程度的分级数<sup>[7]</sup>。

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

$$\Delta L_{b-a} = L_b - L_a$$

(4)

$$R = \frac{L_b - L_a}{L_a}$$

(5)

式中:  $L_b$  为  $b$  时间的区域土地利用程度综合指数,  $L_a$  为  $a$  时间的区域土地利用综合指数。如果  $\Delta L_{b-a} > 0$  或  $R > 0$ , 则该地区土地利用处于发展期, 否则处于调整期或衰退期<sup>[7]</sup>。

2.2.2 空间格局分析方法

本研究选用景观生态学中多样性、优势度、均衡度 3 个指标对汉川市土地利用/覆盖的空间格局进行分析。

(1) 多样性指数 ( $H$ ) 是指景观在结构、功能以及在时间变化方面的多样性。多样性指数的大小反映景观要素的多少和景观要素所占比例的变化, 是系统复杂性和均衡性的测度, 可以用来反映区域土地利用系统的有序度。其表达式为:

$$H = - \sum_{i=1}^n [P_i \log_2 P_i]$$

(6)

式中:  $H$  表示为土地利用结构的多样性指数,  $P_i$  为第  $i$  种土地利用类型面积占总面积的比;  $n$  为研究区域土地利用类型的总数。

(2) 优势度指数 ( $D$ ) 是用于测度不同时期土地利用结构中 1 种或少数几种土地利用类型占据支配地位的程度。其表达式为:

$$D = \ln(N) + \sum_{i=1}^n [P_i \log_2 P_i]$$

(7)

式中:  $D$  表示土地利用结构的优势度指数;  $N$  表示给定区域最大的土地利用类型数;  $P_i$  为第  $i$  种土地利用类型面积占总面积的比。  $D$  值越大就表示景观结构受一种或少数几种景观类型支配的程度越大。

(3) 均衡度指数 ( $E$ ) 是用于表征不同时期研究区域各土地利用类型的分配均匀度。其表达式为:

$$E = \frac{- \log_2 [ \sum_{i=1}^n (P_i)^2 ]}{\ln(N)}$$

(8)

式中:  $E$  表示土地利用结构的均衡度指数;  $P_i$  为第  $i$  种土地利用类型面积占总面积的比;  $N$  表示给定区域最大的土地利用类型数。  $E$  取值范围为  $E \in [0,1]$ , 当  $E = 0$  时, 城市土地利用处于最不均匀状态; 而当  $E = 1$  时, 土地利用达到理想平衡状态。

3 结果与分析

3.1 土地利用变化的总体特征

从表 1 看出 1991 ~ 2002 年汉川市的耕地面积增加 27 989.77 hm<sup>2</sup>, 林地面积大幅增加, 增加了 2 074.39 hm<sup>2</sup>。建设用地总量变化比较大, 独立工矿和交通用地有所增加。未利用地逐年减少, 减少面积为 1 149.28 hm<sup>2</sup>, 减少的未利用地主要开发为耕地。从土地利用分类结果图 1 和图 2 对比可以看到, 耕地大幅度的增加是由于从 1991 年开始这 12 年间汉川市农业内部结构调整中坑塘水面调整为耕地而成。

3.2 土地利用变化的动态分析

3.2.1 土地利用的数量变化分析

根据公式 (1)、(2) 计算出汉川市 5 种土地利用类型 1991 ~ 2002 年的变化幅度、动态度、面积变化 (表 2)。

表 1 汉川市 1991 年、2002 年土地利用面积与比重  
Tab. 1 The area and the proportion of land use in Hanchuan in 1991 and 2002

| 地类   | 1991 年             |       | 2002 年             |       | 1991 ~ 2002<br>年变化量/hm <sup>2</sup> |
|------|--------------------|-------|--------------------|-------|-------------------------------------|
|      | 面积/hm <sup>2</sup> | 比重/%  | 面积/hm <sup>2</sup> | 比重/%  |                                     |
| 耕地   | 99 793.73          | 60.11 | 127 783.5          | 76.98 | 27 989.77                           |
| 建设用地 | 6 634.42           | 4.00  | 8 054.73           | 4.85  | 1 420.31                            |
| 林地   | 1 178.37           | 0.71  | 3 252.76           | 1.96  | 2 074.39                            |
| 水域   | 56 594.88          | 34.09 | 26 259.66          | 15.82 | -30 335.2                           |
| 未利用地 | 1 804.48           | 1.09  | 655.2              | 0.39  | -1 149.28                           |

表 2 汉川市 1991 ~ 2002 年土地利用类型变化幅度、动态度、面积变化

Tab. 2 Land use changes range, dynamic changes, area change of land use type in Hanchuan from 1991 to 2002

| 项目                   | 耕地         | 建设用地      | 林地        | 水域           | 未利用地        |
|----------------------|------------|-----------|-----------|--------------|-------------|
| 变化幅度/%               | 28. 05     | 21. 41    | 176. 04   | - 53. 6      | - 63. 69    |
| 动态度/%                | 2. 34      | 1. 78     | 14. 67    | - 4. 47      | - 5. 31     |
| 面积变化/hm <sup>2</sup> | 27 989. 77 | 1 420. 31 | 2 074. 39 | - 30 335. 22 | - 1 149. 28 |

由表 2 可知：土地利用类型中林地和耕地的动态度最大，分别为 14. 67% 和 2. 34%，且二者都出现了正值现象，是由于农业产业结构调整使其面积增加。建设用地的动态度最小，为 1. 78%，建设用地占用大量的耕地、水域、未利用地，从而造成水域和未利用地动态度出现负值，而建设用地出现正值。从面积变化来看，水域、未利用地的面积是减少的。其他用地类型是增加的。说明这几类在此期间变化较剧烈，不同用地类型之间的转移幅度较大。

3. 2. 2 土地利用的程度变化分析

根据公式 (3) 计算出，汉川市 1991 年、2002 年的土地利用综合指数  $L$  分别为 267. 01、286. 28，远远高于同期中国土地利用程度综合指数，并且土地利用综合指数是逐渐上升。根据公式 (4)、(5) 得出土地利用变化量  $\Delta L_t$  和土地利用变化率  $R$  分别为 19. 28、0. 072 2，均大于 0，说明汉川市的土地利用正处于调整和发展期。

3. 3 土地利用变化的景观生态学分析

根据公式 (6)、(7)、(8) 计算出，汉川市 1991 年、2002 年土地利用变化的景观生态学指标中的多样性、优势度、均衡度指数。

表 3 汉川市 1991 ~ 2002 年土地利用变化的景观生态学指标

Tab. 3 Landscape ecology index of land use changes in Hanchuan from 1991 to 2002

| 年份   | 多样性指数  | 优势度指数      | 均衡度指数    |
|------|--------|------------|----------|
| 1991 | 1. 049 | 0. 560 0   | 0. 586 8 |
| 2002 | 2. 114 | - 0. 504 5 | 0. 902 1 |

从表 3 可以看出汉川市土地利用空间格局有如下特点：土地利用景观生态学指标中的多样性和均衡度指数呈上升趋势，而优势度指数呈下降趋势。这说明汉川市土地利用的生态景观和均质程度在上升。因此，根据土地利用空间格局指数的大小，也可以从侧面反映人类活动对土地利用的干扰程度。

3. 4 土地利用的驱动因素分析

区域土地利用变化的驱动力主要包括自然驱动

力和人文驱动力两种。自然驱动力主要是指气候、地形等自然因素；而人文驱动力是指人口、政策及社会经济发展水平等。自然地理条件相对来说较稳定，对动态变化的影响较小，而人文活动占据着优势地位。

3. 4. 1 人口增长与土地利用变化的关系

人口作为一种外界压力，对土地利用数量变化起着重要的作用。一方面，人口的增加需要更多的耕地提供食物以满足生活的需要。另一方面，人口的增加，需要建设更多的生产和生活设施，发展建设用地。汉川市建设用地面积由 1991 年的 6 634. 42 hm<sup>2</sup> 增加到 2002 年的 8 054. 73 hm<sup>2</sup>。汉川市人口数逐年增加，这对土地利用变化的影响表现在城镇工矿建设用地面积变化在 12 年间保持涨势，而居住地绝大部分来自对耕地的占用。以及人口的增加对水资源的需求加大，对地表水资源的过度开采造成水域面积相应减少。

3. 4. 2 经济发展与土地利用变化的关系

土地是产业发展的载体。经济的发展不仅为社会发展进步做出了贡献，同时也要占用一定数量的土地资源。因此，经济发展是一个地区土地利用变化的主要动力之一。1991 ~ 2002 年，汉川市的经济发展迅速，1991 年的 GDP 为 100 576 万元，2002 年的 GDP 为 655 066 万元，第二、三产业也得到了迅速发展，使得工矿用地和交通用地面积持续增加。

3. 4. 3 政策法规与土地利用变化的关系

随着人们对土地利用新的认识，生态环境与耕地保护日益重要。1999 年中国修订了《中华人民共和国土地管理法》制定了相应的耕地保护条例。汉川市实行的禁止乱砍滥伐、保护生态环境及退耕还林等一系列政策，使得汉川市的森林覆盖率得到提高，林地土地利用动态度变化最大。

4 结论

汉川市土地利用总体特征中，耕地所占的比重

最大,反映农耕在汉川市农业经济中的重要地位。研究期间,各地类用地变化较剧烈,不同用地类型之间的转移幅度较大。研究区土地利用处于调整和发展期,土地利用集约潜力巨大。自然驱动因素对汉川市土地利用变化的影响相对较小,而人文活动占据着优势地位,其中人口增长和经济发展是汉川市土地利用变化的主要动力。

最近几年,国家和湖北省政府制订了一系列重大战略,如中部崛起战略和武汉城市圈建设战略等政策,使得汉川市地方经济发展加快,无论在基础设施建设还是工业化、城镇化建设等方面速度都明

显加快,汉川市对建设用地的需求量也大幅增长,农用地结构也发生了很大变化。因此,政府部门应该针对不同的区域制定不同的土地利用政策,切实做好严格保护耕地特别是基本农田,正确处理好新形势下城乡建设、经济发展与耕地保护的关系。按照建设资源节约型社会的要求,加快各类用地由外延扩张向内涵挖潜、由粗放低效向集约高效转变,促进土地利用方式的根本改变,提高土地集约利用水平和效益,控制建设用地总量的增长速度。确保土地资源的持续利用,构建生态文明的城乡环境,促进可持续发展。

### 参考文献:

- [1] 刘纪远,张增祥,庄大方,等.20 世纪 90 年代中国土地利用变化时空特征及其成因分析 [J]. 地理研究,2003,2 (1): 1-12.
- [2] 秀彬.全球环境变化研究的核心领域——土地利用/土地覆被变化的国际研究动向 [J]. 地理学报,1996,51 (6) 553-558.
- [3] 王秀兰,包玉海.土地利用动态变化研究方法探讨 [J]. 地理科学进展,1998,18 (1): 81-87.
- [4] 刘纪远.西藏自治区土地利用 [M]. 北京:科学出版社,1992.
- [5] 高志强,刘纪远,庄大方.基于遥感和 GIS 的中国土地利用/地覆盖的现状研究 [J]. 遥感学报,1999,3 (2): 134-138.
- [6] 庄大方,刘纪远.中国土地利用的区域分异模型研究 [J]. 自然资源学报,1997,12 (2): 105-111.
- [7] 任志远,张艳芳.土地利用变化与生态安全评价 [M]. 北京:科学出版社,2003.
- [8] 毛先成,何美香,刘文毅,等. GIS 支持下的县域土地利用动态变化分析 [J]. 安徽农业科学,2009,37 (26): 60-63.
- [9] 王三,赵伟,黄春芳.基于遥感的重庆市土地利用动态变化研究 [J]. 中国农学通报,2010,26 (2): 50-56.
- [10] 侯琳,任志远,陈广荣,等.鲁东南地区土地利用动态变化及其主要驱动因素分析 [J]. 农业系统科学与综合研究,2009,2 (1): 24-28.

## DISCUSSION OF LAND-USE DYNAMIAC CHANGE IN HANCHUAN CITY BASED ON REMOTE SENSING IMAGE DATA

ZHU Jian-ying, DENG Wen-sheng, WANG Li-ling

( School of Resource and Environment, Hubei University, Wuhan 430062, Hubei, China)

**Abstract:** Using the range of land-use change, the dynamic degree of land-use degree index and the indicators of the diversity of landscape ecology, balanced degree and dominance index, this article analysed the land-use change and its driving factors of Hanchuan City basis of the data of land-use remote sensing image of the city in 1991~2002. The results show that since 1991, Hanchuan land-use structure, the water, unused land decreased, an increase of construction land, woodland, farmland and dynamic variations of the largest degree; The land use in Hanchuan was in the adjustment and the period of expansion, the ecology landscape and the isotropic degree in the rise. The generalized analysis indicated that the population, the economy, the policy are playing the leading role in the land use change in Hanchuan.

**Key words:** land-use; dynamic change; drivers factors

# 玉龙雪山景区游客分布特征分析

丁 佼, 黄晓霞\*, 和克俭

(云南大学 资源环境与地球科学学院, 云南 昆明 650091)

**摘要:** 基于2001~2009年玉龙雪山景区索道接待人次数据, 从客流量的年度变化、季度变化、黄金周变化等方面分析了景区客流时空分布特征。主要结果如下: (1) 景区客流量随着时间变化呈逐年上升的趋势且增幅明显; (2) 夏季为玉龙雪山景区的旺季, 冬季为淡季, 景区内部各景点季节性差异大小为: 牦牛坪 > 冰川公园 > 云杉坪。 (3) 黄金周客流量变化呈“单峰”型, 中期人数最多; 最大日客流量为年内日平均客流量的2.43倍。各景点“五一”、“十一”客流分布集中程度相似, 牦牛坪的变化程度最大, 冰川公园最小。 (4) 景区客流量空间分布集中程度高, 主要集中于云杉坪和冰川公园。

**关键词:** 客流量; 时间分布; 空间分布; 冰川公园

**中图分类号:** F592

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-7852(2010)04-0071-06

随着旅游业的发展, 旅游研究成为社会需要, 引起了学者们广泛关注。从研究的现状看, 无论是基于旅游生态环境影响, 还是旅游资源开发、旅游发展调整的研究角度, 都离不开从游客入手研究旅游系统的性质、结构和运动规律<sup>[1-2]</sup>。因此, 研究游客时空分布规律在旅游研究当中非常重要, 是旅游地理学研究的中心问题之一, 也是每个旅游地旅游业发展首先要研究的基本问题<sup>[3]</sup>。

国内研究游客时空分布规律开始于20世纪90年代末期, 研究尺度主要为中小尺度, 在中尺度上主要研究城市旅游流<sup>[2-6]</sup>, 包括城市内部旅游景区之间客流量变化及其动因, 以及针对不同片区的差别化管理措施等问题。小尺度上的研究主要以景区实证研究为多, 但是景区实证研究的旅游地类型较为单一<sup>[7]</sup>, 主要是海滨型<sup>[7]</sup>、山岳型<sup>[7-12]</sup>和古村落型<sup>[13]</sup>, 冰川型景区在此方面的研究几乎为空白。

丽江玉龙雪山是欧亚大陆距赤道最近的海洋型冰川区<sup>[14]</sup>, 景区开发成熟, 可进入性较强, 近年来由于全球变暖及旅游等人为活动对景区冰川造成

了一定的负面影响<sup>[15]</sup>。因此, 本文选取玉龙雪山为研究区域, 分析景区游客时空分布特征, 以期对景区旅游资源保护与旅游可持续发展提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

玉龙雪山位于滇西横断山脉东南末端, 处于100°10'~100°20'E, 27°10'~27°40'N。玉龙雪山景区面积为300 km<sup>2</sup>多, 地形地貌多样, 具有雪山、现代冰川、高山原始森林、河谷、牧场、草甸、平坝相结合的地貌特征及自然景观资源, 是极具吸引力的旅游目的地。自1993年省政府批准成立玉龙雪山省级旅游开发区至今, 投资10亿元相继开发了一批具有较高旅游价值的景点, 如玉龙雪山冰川公园、云杉坪森林公园、牦牛坪高山草甸公园、蓝月谷水域景观、甘海子、高尔夫球场等景点。本文中的玉龙雪山景区, 也主要指这些比较成熟的开发景点。

收稿日期: 2010-01-18; 修订日期: 2010-07-28.

基金项目: 云南省应用基础研究面上项目(2009CD020); 云南大学中青年骨干教师培养计划资助.

作者简介: 丁佼(1988-), 女, 湖南省湘潭市人, 硕士研究生, 研究方向为自然地理.

\* 通讯作者.

玉龙雪山景区内目前共建有玉龙雪山冰川公园索道（俗称大索道）、云杉坪索道和牦牛坪索道 3 条索道，分别通向景区内最成熟和知名的 3 个景点——冰川公园、云杉坪和牦牛坪，这 3 个景点分别代表了冰川、森林、草甸 3 种不同类型的自然景观。

表 1 玉龙雪山景区索道景点概况  
Tab. 1 Information of Jade Dragon Snow Mountain with ropeways

| 景点   | 概况                                                        | 索道启用<br>年份 | 索道起止<br>海拔/m | 离城距离<br>/km |
|------|-----------------------------------------------------------|------------|--------------|-------------|
| 冰川公园 | 处于玉龙雪山主峰扇子陡东北坡，景点范围内分布着四期更新世古冰川作用的遗迹，是玉龙雪山现代冰川的典型代表       | 1998       | 3356 ~ 4506  | 32          |
| 云杉坪  | 处在原始杉林中的巨大草坪，位于玉龙雪山东麓的山箐里，在雪山主峰的右下方，被视为纳西神话传说中“玉龙第三国”的入口处 | 1994       | 2964 ~ 3205  | 35          |
| 牦牛坪  | 位于丽江玉龙雪山景区北端，东起丽鸣公路，南临黑水河，西依玉龙雪山东麓，北达雪花村上部，是典型的草甸牧场       | 2000       | 3200 ~ 3560  | 50          |

1.2 数据来源

玉龙雪山大索道、云杉坪索道、牦牛坪索道 3 条索道接待人次数据调研自丽江玉龙旅游股份有限公司。

1.3 分析方法

统计分析及制图用 Excel 完成。其中季节集中指数反映客流在不同季节之间的差异程度，采用公式如下<sup>[13]</sup>：

$$R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{12} (Y_i - \frac{1}{2} \times 100)^2}{12}}$$

式中：*R* 为季节性集中指数，越大表明季节性差异越大。*Y<sub>i</sub>* 表示各月流量占全年客流量的百分比的分子值。

2 数据分析结果

索道搭乘率是指索道接待人次与景区接待人次之比。从景区管理部门提供的索道搭乘率\*数据（表 2）看，景区内索道搭乘率平均值为 0.838。说明尽管玉龙雪山景区内景点较多，游客绝大多数还是会至少选择乘坐其中的一条索道游览。因此用 3

条索道接待人次的数据，在很大程度上可以代表玉龙雪山景区总体的接待量。

2.1 时间分布特征

2.1.1 年度分析

图 1 表明，玉龙雪山景区客流量呈现出逐年上升的趋势，2009 年客流量是 2001 年的 1.8 倍，增长幅度明显。整体变化属于“两峰两谷”型。冰川公园、云杉坪客流量变化趋势大体一致，均出现了两个特别明显的低谷年，即 2003 年和 2008 年，而牦牛坪在这两年恰好是略有突出的峰值年。

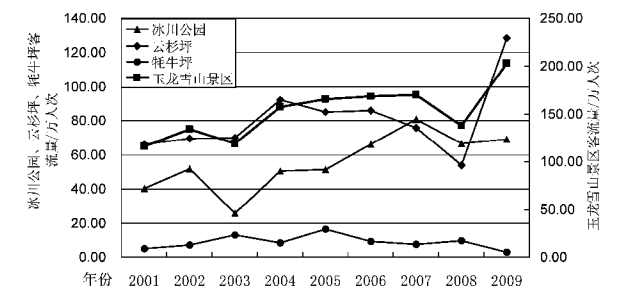


图 1 2001 ~ 2009 年玉龙雪山 3 条索道及景区整体的客流量  
Fig. 1 Tourist flow in three scenic spots of Jade Dragon Snow Mountain (2001 ~ 2009)

表 2 玉龙雪山接待人次索道搭乘率  
Tab. 2 Tourists by ropeways rate in tourists of Jade Dragon Snow Mountain

| 项目  | 2001年 | 2002年 | 2003年 | 2004年 | 2005年 | 2006年 | 均值    |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 搭乘率 | 0.822 | 0.957 | 0.711 | 0.904 | 0.829 | 0.804 | 0.838 |

值得注意的是，冰川公园还存在两个峰值年 2002 年和 2007 年：2002 年客流量为 51.8 万人次，较上年增长了 27.7%；2007 年客流量为 80.9 万人次，较上年增加了 22.2%。云杉坪客流量也存在两个峰值年：2004 年和 2009 年，其中 2004 年增幅明显，较上年增长达 31.5%；2009 年达到历史最高

\* 丽江旅游（002033）深度调研报告．平安证券有限责任公司，2007.3.13.

值，客流量达到 128.8 万人次。牦牛坪游客接待人数整体一直处于低位，2005 年客流量是其历史最高值，共接待了 29.07 万人次，仅为同期云杉坪客流量的 34.2%，大索道客流量的 56.3%。

2.1.2 季度分析

2.1.2.1 淡旺季分析

从图 2 中可以看到，景区 8 月接待游客最多，

1 月接待游客最少；一般在 4 月和 10 月会出现两个小的峰值，6 月、9 月出现两个相对的低值。若依据气象部分的季节划分法，即阳历 3~5 月为春季，6~8 月为夏季，9~11 月为秋季，12 月~次年 2 月为冬季，玉龙雪山景区淡旺季还是明显的，夏季为旺季，冬季为淡季，春秋各有一个小峰值，总体平均下来客流量相近，为平季。

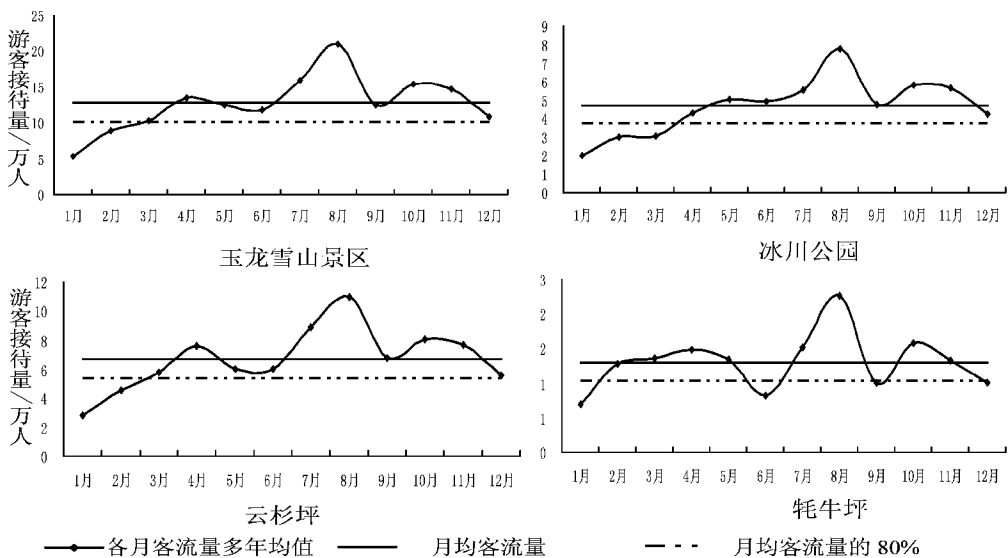


图 2 玉龙雪山景区各月游客流量变化  
Fig. 2 Monthly changes of tourist flow in three scenic spots of Jade Dragon Snow Mountain

2.1.2.2 季节集中程度分析

旅游客流的季节性是指客流的流向、流量集中于一年中相对较短时段的发展趋势<sup>[16]</sup>，是旅游地发展固有特征。旅游客流季节集中指数可定量说明玉龙雪山景区内景点旅游客流季节性差异的强度。表 3 显示，牦牛坪客流季节间的差异程度大大高于另外两个景点，各景点季节性指数均值大小为：牦牛坪 > 冰川公园 > 云杉坪。

曲线变化。黄金周最大日接待客流量达到 10 142 人次，而 2001~2009 年的日平均接待量为 4 180 人次，可见黄金周的最大日客流量可达平均日流量的 2.43 倍。

表 3 玉龙雪山景区内 3 个景点的季节集中性指数

| Tab. 3 Seasonal fluctuations index of scenic spots in Jade Dragon Snow Mountain |        |        |        |        |        |      |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|------|
| 景点                                                                              | 2001 年 | 2002 年 | 2004 年 | 2006 年 | 2009 年 | 均值   |
| 冰川公园                                                                            | 2.82   | 2.97   | 2.46   | 2.90   | 2.45   | 2.72 |
| 云杉坪景点                                                                           | 2.77   | 2.76   | 2.58   | 2.33   | 2.51   | 2.59 |
| 牦牛坪景点                                                                           | 5.41   | 4.52   | 4.38   | 4.07   | 2.84   | 4.24 |

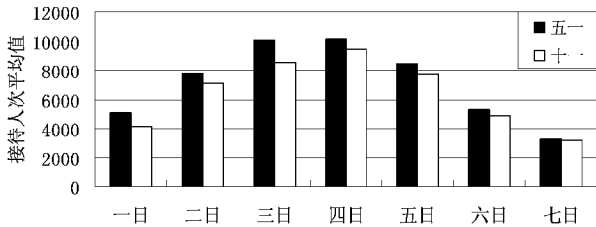


图 3 2005~2007 年玉龙雪山景区“五一”和“十一”日均值比较  
Fig. 3 Daily tourist flows variations of “Gold weeks” in Jade Dragon Snow Mountain (2005~2007)

2.1.2.3 黄金周分析

(1) 日均值分析：图 3 表明玉龙雪山景区“五一”和“十一”日接待人次整体呈现“单峰”型

(2) 集中程度分析：通过比较雪山各主要景点“五一”、“十一”黄金周的客流均值及变异系数，可看出各景点客流集中程度的差异（表 4）。总体来看，各景点“五一”、“十一”的接待量相差不大，只有牦牛坪的“五一”接待人次偏多，而云杉

表 4 玉龙雪山景区及 3 条索道景点的黄金周客流情况比较

Tab. 4 Tourist flow compare of Golden Week holidays in Jade Dragon Snow Mountain

| 景点     | 最大值    |        | 最小值   |       | 平均值      |          | 标准差      |          | 变异系数/% |       |
|--------|--------|--------|-------|-------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|
|        | “五一”   | “十一”   | “五一”  | “十一”  | “五一”     | “十一”     | “五一”     | “十一”     | “五一”   | “十一”  |
| 冰川公园   | 3 928  | 3 874  | 1 458 | 1 536 | 3 009. 5 | 3 014. 4 | 926. 6   | 970. 4   | 33. 2  | 33. 8 |
| 云杉坪    | 4 423  | 5 081  | 1 442 | 1 831 | 3 017. 0 | 3 370. 1 | 1 146. 7 | 1 236. 9 | 39. 6  | 38. 1 |
| 牦牛坪    | 1 930  | 1 273  | 384   | 234   | 1 132. 6 | 677. 8   | 631. 5   | 384. 5   | 55. 8  | 55. 0 |
| 玉龙雪山景区 | 10 142 | 10 227 | 3 284 | 3 672 | 7 159. 1 | 7 062. 3 | 2 646. 2 | 2 530. 1 | 38. 9  | 37. 1 |

坪的“十一”接待人次较多。从景区内景点间客流变化看，牦牛坪的变异系数最大，冰川公园的变异系数最小，即黄金周牦牛坪客流量变化最大，云杉坪次之，冰川公园最小。

2.2 空间分布特征

所谓空间分布是指客流量的流向及空间集聚情况。图 4 表明，云杉坪占玉龙雪山景区客流份额最大，超过整个景区客流量的一半。冰川公园占 36%，牦牛坪仅占 11%。可见，玉龙雪山景区客流量空间分布集中程度是非常高的。

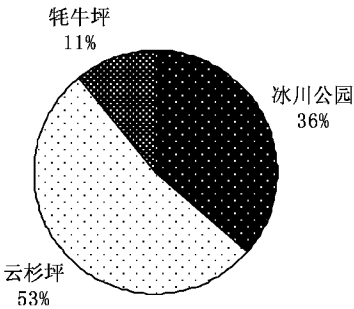


图 4 2001 ~ 2009 年三景点客流量占玉龙雪山景区客流量的平均份额值

Fig. 4 Proportion of three scenic spots in Jade Dragon Snow Mountain (2001 - 2009)

3 原因分析与讨论

3.1 客流年度变化与影响因素

随着时间推移，旅游需求越来越旺盛，景区经营的品牌效应越发显著，客流量呈逐年增加趋势，但是在各种因素影响下，客流量会出现一些波动。

首先，玉龙雪山景区不可避免地受到国内外经济社会大背景的影响。如 2003 年的“非典”、2008 年的冰雪灾害和国际金融危机、2009 年的甲流等事件，严重影响了旅游行业的整体情况，玉龙雪山景区也未能幸免。其次，玉龙雪山景区各景点的人为

因素影响及自然环境条件限制也造成了景点客流量的变化。冰川公园的主要影响因素是气候条件。因玉龙雪山大索道直达海拔较高的高山地段，旅游经营活动易受到大风、浓雾、雨雪等天气干扰，游客考虑到安全、旅游体验方面感受会改选其他线路。云杉坪的主要影响因素是索道的技术改造。由于云杉坪索道接待人次是 3 条索道之首，常年处于运力饱和状态，运力不足一直制约着云杉坪客流量的增长，因此于 2007 年末停机进行技术改造，改造后的运力提高了 3 倍，是 2009 年全球经济复苏后云杉坪客流量猛增的主要原因。而牦牛坪的主要影响因素则是景区营销策略，牦牛坪离城位置相对较远，索道公司基于地理位置、开发成本、经济效益的综合考虑，一直没有将其列入重点营销的范围，只是在 2008 年大索道和云杉坪停机时间里，为了分散客流压力将部分客流引至牦牛坪。

3.2 淡旺季与季节性集中指数

分析表明玉龙雪山景区存在明显的淡旺季：夏季为旺季，冬季为淡季，春秋客流量相近，为平季。夏季全国普遍高温，上雪山观冰川，成为了具有较强吸引力的夏季旅游产品，加上学生暑期长假带动家庭旅游，这就使得玉龙雪山景区夏季成为全年旺季。而冬季玉龙雪山海拔高、温度低、风速大，恶劣的气候环境令冰川观赏体验大打折扣，造成客流量减少，形成淡季。春秋季节气候凉爽适宜旅游，但只有黄金周便于远距离出游，难以出现夏季的旅游旺势。

同时季节性集中指数分析表明，景区内部 3 景点客流量季节性差异以牦牛坪最为明显，冰川公园次之，云杉坪季节性差异较小。不考虑节假日制度的影响，造成牦牛坪季节性差异大的因素主要是自然资源的季节性变化，牦牛坪的景观类型是高山草甸，只有在春夏的生长季节才具有较高的观赏性，因此生长季与非生长季的游客人数差异明显。冰川公园的冰川虽然全年都可观赏，但是由于冬季高山地区气候条件恶劣，

出于安全考虑,景区管理部门也必须进行客流调控,因此冬季游客较少。云杉坪季节性差异较小,从景观类型上说,云杉坪不单拥有草甸还有极具特色的大面积云杉森林,草甸虽有季节差异但是云杉常年具有观赏性,且景点可进入性强,民族文化特色浓郁,因此云杉坪季节性差异较小。

### 3.3 空间分布分析

云杉坪集中了玉龙雪山景区一半以上的客流,存在以下几个原因:一是云杉坪景点开发最早,是景区内相对最成熟的旅游景点;二是云杉坪索道运力大于其他景点索道,尤其是2008年技术改造后索道年最大运力达到380万人次,是大索道和牦牛坪索道的3.8倍;三是云杉坪自然资源季节性差异小,其受气候因素影响小,全年均适合旅游,同时纳西文化元素增加了云杉坪的可观赏性,加之景点可进入性强,这些原因造就云杉坪成为景区客流集中之地。而冰川公园本身因冰川资源的稀缺性,对游客具有较强吸引力,但是碍于气候因素和索道运力影响,以及基于冰川保护对客流限制的影响,冰川公园只集中了景区的36%的客流。对于牦牛坪而言,由于地理位置较为偏远,且牦牛坪与云杉坪在景观类型上存在一定重复性,游客从旅行成本和观赏兴趣上更倾向于选择云杉坪而放弃牦牛坪,所以牦牛坪占景区客流份额小。

### 参考文献:

- [1] 林密,康志林,甘萌雨,等.基于航空口岸的台胞大陆旅游流空间场效应分析[J].地理研究,2007,26(2):403-412.
- [2] 马晓龙.西安旅游区入境旅游流时空演变及系统调控[J].人文地理,2006,(4):88-93.
- [3] 严斧,雷凌,蒋江龙,等.张家界市旅游客流量的时空变化及其影响与对策研究[J].生态旅游,2004:208-212.
- [4] 宣国富,陆林,汪德根,等.三亚市旅游客流空间特性研究[J].地理研究,2004,23(1):115-124.
- [5] 牛亚菲,谢丽波,刘春风.北京市旅游客流时空分布特征与调控政策[J].地理研究,2005,24(2):283-292.
- [6] 曹华盛,胡志毅.区域旅游客流的内部空间结构分析——以重庆市为例[J].西华师范大学学报:自然科学版,2005,26(3):321-324.
- [7] 陆林,宣国富.海滨型与山岳型旅游地客流季节性比较——以三亚、北海、普陀山、黄山、九华山为例[J].地理学报,2002,57(6):731-740.
- [8] 陆林.山岳风景区客流研究——以安徽黄山为例[J].地理学报,1994,49(3):236-244.
- [9] 崔凤军,张建忠,杨永慎.泰山旅游需求时空分布规律及旅游者行为特征的初步研究[J].经济地理,1997,17(3):62-67.
- [10] 朱同林.九华山国内旅游流时空分布研究[J].安庆师范学院学报:自然科学版,1998,4(1):43-48.
- [11] 张维梅,秦安臣,张启,等.雾灵山森林公园国内旅游者行为特征分析[J].海峡两岸观光休闲农业与乡村旅游发展,2002:480-488.
- [12] 李坚,王友娥,黄雄伟,等.风景旅游区游客流空间移动模式的实证研究[J].系统工程,2005,23(11):122-126.
- [13] 卢松,陆林,王莉,等.古村落旅游客流时间分布特征及其影响因素研究——以世界文化遗产西递、宏村为例[J].地理科学,2004,24(2):250-256.

## 4 结论

综上所述分析,玉龙雪山景区客流时空分布呈现以下几个特征:

(1) 景区客流量逐年上升且增幅明显。景区总的游客接待量不可避免地受国内外重大事件影响,而各景点接待量差异的影响因素各不相同。冰川公园主要受气候因素影响,云杉坪主要受索道技术改造等人为因素影响,而牦牛坪主要是受景区营销策略等外部因素影响。

(2) 夏季为玉龙雪山景区的旺季而冬季为淡季,景区内部各景点季节性差异大小为:牦牛坪>冰川公园>云杉坪。牦牛坪季节性差异主要受高山草甸资源的季节性变化影响;冰川公园则主要受高山气候条件制约;云杉坪受上述因素的影响小,且景点可进入性强,所以季节性差异小。

(3) 黄金周客流量变化呈“单峰”型,中期人数最多;最大日客流量为年内日平均客流量的2.43倍。各景点“五一”、“十一”客流分布集中程度相似,牦牛坪的变化程度最大,冰川公园最小。

(4) 玉龙雪山景区客流量空间分布集中程度非常高,云杉坪和冰川公园集中了89%的客流。

- [14] 李铁松. 玉龙雪山冰川公园的旅游资源特色及其保护 [J]. 资源开发与市场, 1999, 15 (5): 311–312.
- [15] 王世金, 何元庆, 和献中, 等. 我国海洋型冰川旅游资源保护性开发研究——以丽江市玉龙雪山景区为例 [J]. 云南师范大学学报, 2008, 40 (6): 38–43.
- [16] 万绪才. 城市旅游地与山岳旅游地旅游客流特征异同性研究——以南京市和黄山为例 [J]. 六安师专学报, 2000, 16 (4): 62–64.

## THE TEMPORAL AND SPATIAL DISTRIBUTION PATTERN OF VISITORS IN JADE DRAGON SNOW MOUNTAIN

DING Jiao, HUANG Xiao-xia, HE Ke-jian

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

**Abstract:** Based on the ticket sales data of ropeways in Jade Dragon Snow Mountain (2001 ~ 2009), the temporal and spatial distribution pattern of visitors was studied from different aspects, such as changes from year to year, seasonal fluctuations, variations in Golden Weeks, and so on. The main results are as follows: (1) Tour Number showed a rising trend year by year and increase significantly. (2) For all scenic spots, summer was the peak period while winter, the opposite. Seasonal fluctuations: Yak meadow Park > Glacier Park > Spruce meadow Park. (3) Golden Week holidays were popular, especially the midterm. The maximum daily tourist flow of Golden Week was 2.43 times as much as annual average. The temporal pattern of “May Day” was similar to “National Day”, Yak Meadow Park with greatest variation, while the Glacier Park the smallest. (4) Visitor use concentrated on Spruce meadow Park and Glacier Park, which accounting for 89% of all visits.

**Key words:** tourist flows; spatial distribution; temporal distribution; Glacier Park

~~~~~  
(上接第 58 页)

STUDY ON COUNTY ECONOMIC SPATIAL DISPARITY BASED ON GEODA-GIS IN SICHUAN PROVINCE

ZENG Yong-ming^{1,2}, ZHANG Guo^{1,2}

(1. Key Laboratory of Land Resources Evaluation and Monitoring in Southwest

(Sichuan Normal University), Ministry of Education, Chengdu 610066, Sichuan, China;

2. Geography and Resources Science College, Sichuan Normal University, Chengdu 610066, Sichuan, China)

Abstract: Constructed an index system with 14 indexes which can reflect county economic level adequately, than using the factor analysis method, binding exploratory spatial data analysis method and GeoDA、GIS spatial analyzing technology, and getting the diversity of county economic level in Sichuan province and spatial diversity characteristic. Empirical results show that 181 counties of Sichuan is great in economic difference, the overall characteristic is that developed counties distributing eastern Sichuan basin and developing counties distributing western Sichuan plateau; Global autocorrelation feature is obvious for the global Moran's I is 0.6344, which indicates that spatial cluster is significant in counties' economic level; Analysis on local autocorrelation and Moran cluster map、LISA cluster map indicates the regional economic characteristics of spatial cluster local and distribution specifically and intuitively, which reveals counties' economic hot spot and blind spot deeply of Sichuan province.

Key words: county economic disparity; ESDA; factor analysis; spatial autocorrelation; Sichuan Province

青岛市城市化与生态环境发展协调性的定量评价

崔利芳¹, 任学慧^{1,2,3*}

(1. 辽宁师范大学 城市与环境学院, 辽宁 大连 116029; 2. 辽宁师范大学 自然地理与空间信息科学
辽宁省重点实验室, 辽宁 大连 116029; 3. 辽宁师范大学 海洋经济与可持续发展研究中心, 辽宁 大连 116029)

摘要: 从协调性视角构建城市化与生态环境两大子系统。运用主成分分析法确定两系统的综合发展水平, 然后借助模糊数学中的隶属函数, 计算两者之间的协调度, 进而评价城市化与生态环境发展的协调状况。结果显示: 青岛市自 2000 年以来城市化和生态环境综合发展水平都在不断提高, 但城市化发展速度明显快于生态环境; 青岛市城市化与生态环境这一复合系统的协调性基本处于失调状态, 初步确定生态环境发展相对滞后于城市化是导致这一状况的主要原因; 同时指出青岛市经济结构重型化、工业三废排放量大、资源和能源相对短缺以及区域内部经济发展不平衡、自然条件差异性的存在制约着城市化与生态环境协调发展。

关键词: 青岛市; 城市化; 生态环境; 协调性

中图分类号: F290

文献标识码: A

文章编号: 1001-7852(2010)04-0077-05

0 引言

改革开放 30 年来, 中国经济高速增长, 城市化进程不断加快。城市化率从 1978 年的 20% 提高到了 2009 年的 48%, 年均增长 0.93 个百分点。尤其是 20 世纪 90 年代之后, 城市化进程不断向前推进, 年均增长为 1.5%, 表明中国已经进入快速城市化阶段。快速的城市化发展必将与土地、水及生态环境产生冲突, 日益短缺的资源和逐渐突出的环境问题已成为城市发展的制约因子^[1]。因而如何协调好城市化与城市生态环境的建设与发展, 已成为中国经济社会环境可持续发展的一个紧迫任务^[2]。国内许多学者对这一问题进行了研究: 任学慧^[3]等研究了大连市居住环境与城市化进程的关系; 刘耀彬^[4]运用物理耦合度模型, 分析了从 1985 年以来中国城市化与城市生态环境耦合度的时空分布特征; 方创琳^[5]认为, 随着城市化进程的加快, 城市化作为一种重要形式, 正在对周围生态环境造成现

实的或潜在的威胁; 宋学锋^[6]采用系统动力学模型, 分析了江苏省城市化与生态环境的耦合机制及其动态模拟。

青岛市作为中国沿海开放城市之一, 是山东省最大的工业城市, 也是中国著名的“品牌之都”。近几十年城市发展迅速, 2008 年全市总人口为 761.56 万, 全市生产总值达 4 436.18 亿元, 城镇化率达到了 61.5%, 远高于全国平均水平 (45.7%)。在高速城市化发展过程中, 探讨其城市化与城市生态环境复合系统的协调状况, 旨在发现城市发展与环境之间目前是处于矛盾状态还是和谐一致, 并进一步分析城市发展的可持续能力。

1 评价方法

1.1 城市化与生态环境综合发展水平评价

1.1.1 数据的标准化处理

由于各项指标的单位不同以及其数值量级间的悬殊差别, 因此需对评价指标做无量纲处理即数据

收稿日期: 2010-05-10; 修订日期: 2010-05-27.

基金项目: 国家自然科学基金项目 (40971294); 辽宁省教育厅项目 (2009A405)。

作者简介: 崔利芳 (1985-), 女, 山西省朔州人, 硕士研究生, 主要研究方向为区域环境与可持续发展。

* 通讯作者。

的标准化。采用 Z - Score 标准化公式：

$$Z_{xi} = \frac{Z_i - \bar{X}}{S_i}$$

(1)

式中： Z_{xi} 为样本数据标准化处理后的指标值； $\bar{X}$ 为样本数据的均值； S_i 为样本的标准差。

1.1.2 建立城市化与生态环境综合发展水平评价函数

利用主成分分析法分别对城市化、生态环境的综合发展水平进行评价^[7]。定义城市化发展评价函数 $F(x)$ 和生态环境状况评价函数 $G(y)$ ，以每个主成分方差贡献率占所选取主成分的总方差贡献率的比重为权重，利用主成分得分构建评价函数，公式如下：

$$F(x) = \frac{a_1}{\sum_{i=1}^m a_i} F_1 + \frac{a_2}{\sum_{i=1}^m a_i} F_2 + \dots + \frac{a_m}{\sum_{i=1}^m a_i} F_m$$

(2)

式中： $F(x)$ 是城市化发展评价函数； $F_1 \cdots F_m$ 是对城市化指标进行因子分析选取的主成分的得分； $a_1 \cdots a_m$ 分别为相对应的各个主成分的方差贡献率。生态环境状况评价函数 $G(y)$ 的构成形式与 $F(x)$ 相同。

1.2 协调度评价

1.2.1 协调度评价函数

系统是动态发展的，定量评价区域内系统之间的协调发展程度，这里引入了协调度的概念，协调度是度量系统之间或系统内部要素之间协调状况好坏的定量指标。本文引用模糊数学中的隶属度^[8]，隶属度是 $[0,1]$ 闭区间上的实数，隶属度变化规律通过隶属度函数来反映，状态协调系数是表示在给

定数值下系统对“协调”这一模糊概念的符合程度，计算公式为：

$$U_{(i/j)} = \exp[-(F - F')^2/S^2]$$

(3)

$$U_{(j/i)} = \exp[-(G - G')^2/S'^2]$$

(4)

式中： i 为城市化发展系统； j 为城市生态环境系统。 $U_{(i/j)}$ 为城市化发展系统相对生态环境系统的状态协调度； F 为城市化发展综合水平的实际值； F' 为城市生态环境系统对城市化系统要求的协调值； S^2 为城市化系统的方差； $U_{(j/i)}$ 为生态环境系统相对城市化系统的状态协调度； G 为城市生态环境发展综合水平的实际值； G' 为城市化系统对生态环境系统要求的协调值； S'^2 为生态环境系统的方差。然后通过状态协调度 $U_{(i/j)}$ 算出两系统间的协调度，计算公式为：

$$U = [\min\{U_{(i/j)}\} / \max\{U_{(i/j)}, U_{(j/i)}\}]$$

(5)

式中： U 为城市化与生态环境复合系统的协调度指数。从上式可以看到， $U_{(i/j)}$ 与 $U_{(j/i)}$ 的值越接近， U 的值就越大，说明系统的两种状态指标间协调发展程度越高；反之， $U_{(i/j)}$ 与 $U_{(j/i)}$ 的值相差越大， U 的值就越小，说明系统两状态指标间协调发展的程度越低；当 $U_{(i/j)} = U_{(j/i)}$ 时， $U=1$ ，表明系统的两状态指标的发展完全协调。

1.2.2 协调度的等级划分

目前，城市化与城市生态环境协调度的等级划分尚无统一标准。本方法采用均匀分布函数法确定协调度的等级划分标准^[6,9]（表1）。

表 1 城市化与生态环境协调度的等级划分

Tab. 1 Classification standards of coordination degree between urbanization and eco-environment

项目	0.00~0.09	0.10~0.19	0.20~0.29	0.30~0.39	0.40~0.49	0.50~0.59	0.60~0.69	0.70~0.79	0.80~0.89	0.90~1.00
等级	极度失调	严重失调	中度失调	轻度失调	濒临失调	勉强协调	初级协调	中级协调	良好协调	优质协调

2 青岛市城市化与生态环境的协调性评价

2.1 指标体系

陈明星和陆大道在中国城市化水平的综合测度及其动力因子分析时指出仅人口城市化已不能较全

面的反映一个地区的城市化水平^[10]。因此为了较准确的体现青岛市的城市化状况，本文从人口城市化、经济城市化、土地城市化和社会城市化 4 个方面选取 15 项城市化指标构建城市化子系统指标体系；从生态环境水平、生态环境压力和生态环境治理 3 个方面^[2]，选取 12 项指标构建城市生态环境子系统指标体系，见表 2。

表 2 城市化与城市生态环境各系统评价指标体系

Tab. 1 Evaluation indicator system of urbanization and urban eco - environment

项目	城市化系统指标体系	项目	生态环境系统指标体系
人口城市化	X ₁ 总人口/万人	生态环境水平	Y ₁ 园林绿地面积/hm ²
	X ₂ 非农业人口/万人		Y ₂ 人均公共绿地面积/m ² ·人 ⁻¹
	X ₃ 城市人口密度/人·km ²		Y ₃ 建成区绿化覆盖率/%
经济城市化	X ₄ 人均 GDP/元		Y ₄ 造林面积/km ²
	X ₅ 工业产值/亿元		Y ₅ 耕地面积/km ²
	X ₆ 第三产业产值/亿元		Y ₆ 粮食产量/×10 ⁴ t
土地城市化	X ₇ 城市面积/km ²	生态环境压	Y ₇ 废水排放量×10 ⁴ t
	X ₈ 建成区面积/km ²		Y ₈ 烟尘排放量/t
	X ₉ 建设用地面积/km ²		Y ₉ 工业粉尘排放量/t
	X ₁₀ 人均拥有道路面积/m ²		Y ₁₀ 固体废弃物排放量×10 ⁴ t
社会城市化	X ₁₁ 城市居民人均可支配收入/元	生态环境治理	Y ₁₁ 工业废水排放达标量/×10 ⁴ t
	X ₁₂ 每万人拥有医疗床位/张		Y ₁₂ 固体废弃物综合利用量/×10 ⁴ t
	X ₁₃ 每万人中在校高中学生数/人		
	X ₁₄ 每万人拥有公共交通工具/标台		
	X ₁₅ 自来水普及率/%		

资料来源：山东省统计年鉴（2001～2009）。

2.2 城市化与生态环境综合发展水平

按照上述城市化与生态环境综合发展评价方法，利用 SPSS 软件对原始数据进行标准化处理和主成分分析，选取特征值大于 1 的主成分，及其贡献率和累计贡献率，见表 3。利用公式（2）构建城市化与城市生态环境综合发展水平的评价函数 $F(x)$ 和 $G(y)$ ，表达式如下：

$$F(x) = 0.856 \times F_1 + 0.144F_2$$
$$G(y) = 0.644 \times F_1 + 0.243F_2 + 0.113F_3$$

把所提取主成分的得分带入上式，对 2000 年来青岛市城市化与生态环境的发展水平进行综合

评价（图 1）。

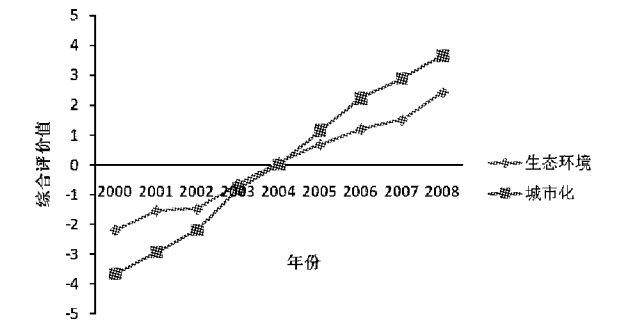


图 1 青岛市城市化和生态环境质量综合水平变化

Fig. 1 Comprehensive development level curve of Qingdao urbanization and eco-environment

表 3 主成分分析结果

Tab. 3 The result of principal component analysis

项目	主成分		项目	主成分		
城市化	F ₁	F ₂	生态环境	F ₁	F ₂	F ₃
特征值	11.68	1.97	特征值	7.10	2.68	1.25
贡献率	77.84	13.10	贡献率	59.15	22.36	10.38
累计贡献率	77.84	90.94	累计贡献率	59.15	81.51	91.90

从图 1 可以看出,青岛市 2000 ~ 2008 年城市化和生态环境发展综合水平总体上都呈上升趋势,且城市化的发展速度明显快于生态环境,城市化发展指数平均每年增长 0.8 个百分点,而生态环境为 0.5 个百分点。发展过程大致分为两个阶段:2000 ~ 2004 年城市化和生态环境质量综合发展水平都较低而且生态环境的综合水平高于城市化;2005 ~ 2008 年综合发展水平进入了新的阶段,综合发展水平都显著提高且城市化综合水平高于生态环境。

2.3 城市化与生态环境协调度评价

利用上述公式 (3)、(4) 和 (5) 计算城市化与生态环境的协调度,见表 4。

表 4 青岛市城市化与生态环境协调发展度
Tab. 4 Coordinated development degree of Qingdao urbanization and eco-environment

年份	协调度	协调度等级
2000	0.41	濒临失调
2001	0.63	初级协调
2002	0.20	中度失调
2003	0.00	极度失调
2004	0.23	中度失调
2005	0.44	濒临失调
2006	0.60	初级协调
2007	0.64	初级协调
2008	0.24	中度失调

表 4 显示 2000 ~ 2008 年青岛市城市化和生态环境复合系统的协调性总体上处于波动状态,2000 ~ 2001 年协调度的增幅较大,从濒临失调演变为初级协调;但是 2001 ~ 2003 年,协调度开始下滑直到极度失调;之后协调性开始逐步回升由极度失调转变为初级协调,而在 2008 年又演变为中度失调。

为了更好地反映青岛市城市化与生态环境的协调度变化趋势,以 3 年为周期进行滑动,分别求出协调度 (图 2)。表明 2000 年以来青岛城市化与生态环境的协调度近似呈“V”型变化,2000 ~ 2004 年协调度呈下降趋势,且处于失调状态,之后协调度呈上升趋势,向勉强协调过渡。总之 2000 年以来青岛市城市化与生态环境的协调性基本处于失调状态。

由图 1 可以看出城市化的发展速度明显快于生态环境,而且从 2003 年之后城市化发展的综合水平高于生态环境同时两者的差距愈来愈大,可见生态环境滞后于城市化发展是导致城市化与生态环境协调性较差的主要原因。根据城市化与生态环境的

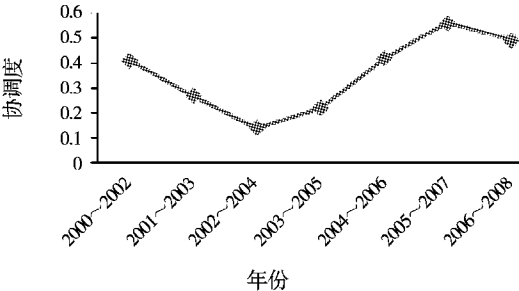


图 2 青岛市城市化与生态环境协调度演化趋势
Fig. 2 The evolving trend of coordination between urbanization and eco-environment

交互胁迫作用^[2],表明青岛城市生态环境发展相对滞后的直接原因是城市化的发展超过了生态环境的承载力。

2.4 制约青岛市城市化与生态环境协调发展的因子

2000 年以来青岛市城市化与生态环境发展的综合水平虽然都呈上升趋势,但制约这一复合系统协调性的因素将长期存在,对其未来的协调发展构成一定的威胁。

(1) 工业三废的排放量大,直接影响生态环境质量的改善。青岛市作为山东省最大的工业城市,经济结构重型化,第二产业比重一直维持在 46.6% ~ 52.3%。大中型工业企业虽然投入大量资金进行技术改造,但是工业三废的排放量仍然呈上升趋势,2008 年工业废水、废气和固体废弃物的排放量分别为 $9\,685.04 \times 10^4 \text{ t}$ 、 $2\,187.57 \times 10^4 \text{ m}^3$ 和 150 t。青岛市产业结构的不合理在短时期内很难扭转,因而工业三废排放量大的状况将长期存在,直接阻碍城市化与生态环境的协调性发展。

(2) 青岛作为海滨丘陵城市,土地资源相对短缺,因而随着城市化发展的不断加快,城市建成区面积的加速扩张对生态环境必然产生很大的压力。另外青岛市是全国严重的缺水城市之一,人均水资源量仅为 313 m^3 ,是全国人均水平的 12%。同时青岛市水污染较为严重,2009 年调查结果显示,全市 36 条河流的 1/3 达不到国家环保的五类标准。这些状况对城市化和生态环境的协调发展必然有一定的影响。

(3) 区域内部城市化和生态环境发展的差异性也是导致青岛市城市化与生态环境这一复合系统协调性较差的因素。5 个市的地区生产总值的最大值与最小值之间的差距从 2000 年的 38 亿增至 2008 年的 169 亿,区域经济差距不断扩大,同时区域内自然条件差异性的存在,再加之这一复合系统内部发展的不平衡,因

而不利于城市化与生态环境的协调发展。

3 结论

(1) 从协调性视角将城市作为一个复合系统, 构建城市化与生态环境两大子系统。通过主成分分析及模糊数学的隶属函数表明: 城市化与生态环境子系统的综合发展水平都呈显著上升趋势, 且城市化发展速度明显快于生态环境; 城市化与生态环境复合系统的协调性基本上处于失调状态, 发展过程大致为: 濒临失调—初级协调—极度失调—初级协

调—中度失调。

(2) 根据城市化与生态环境的交互耦合关系, 初步确定这一复合系统协调性较差的主要原因是城市化与生态环境发展不平衡, 即城市生态环境滞后于城市化发展。

(3) 对制约青岛市城市化与生态环境这一复合系统协调发展的因子进行分析, 指出青岛市经济结构重型化、工业三废排放量大、资源和能源相对短缺以及区域内部经济发展不平衡、自然条件差异性的存在等因素将会长期影响青岛市城市化与生态环境的协调发展。

参考文献:

- [1] 车秀珍, 尚金城, 陈冲. 城市化进程中的战略环境评价 (SEA) 初探 [J]. 地理科学, 2001, 21 (6): 554 - 557.
- [2] 李静, 李雪铭. 大连市城市化与城市生态环境发展协调性评价与分析 [J]. 现代城市研究, 2008 (2): 29 - 35.
- [3] REN Xuehui, ZHANG Haijing, LI Xueming. The Health Evaluation of the Living Environment for the Urban Residential District in Dalian [M] // Proceedings of 2008 International Conference on Construction and Real Estate Management. China Architecture & Building Press, 2008: 1001 - 1004.
- [4] 刘耀彬, 李仁东, 宋学锋. 中国区域城市化与生态环境耦合的关联分析 [J]. 地理学报, 2005, 60 (3): 237 - 247.
- [5] 方创琳, 黄金川, 步伟娜. 西北干旱区水资源约束下城市化过程及生态效应研究的理论初探 [J]. 干旱区地理, 2004, 27 (1): 1 - 7.
- [6] 宋学锋, 刘耀彬. 基于 SD 的江苏省城市化与生态环境耦合发展情景分析 [J]. 系统工程理论与实践, 2006 (3): 124 - 130.
- [7] 李鹤, 张平宇, 刘文新. 1990 年来辽宁省环境与经济协调度 [J]. 地理科学, 2007, 27 (4): 486 - 492.
- [8] 赵敏华, 李国平. 区域经济可持续发展评估方法的分析 [J]. 求索, 2006, 11: 5 - 7.
- [9] 刘耀彬, 李仁东, 张守忠. 城市化与生态环境协调标准及其评价模型研究 [J]. 中国软科学, 2005 (5): 140 - 148.
- [10] 陈明星, 陆大道, 张华. 中国城市化水平的综合测度及其动力因子分析 [J]. 地理学报, 2009 (4): 387 - 398.

THE QUANTITATIVE EVALUATION IN COORDINATION OF QINGDAO URBANIZATION AND ECO-ENVIRONMENT

CUI Li-fang¹, REN Xue-hui^{1,2,3}

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

2. Liaoning Key Laboratory of Physical Geography and Geomantic, Liaoning Normal University, Dalian 116029, Liaoning, China;

3. Center for Studies of Marine Economy and Sustainable Development, Liaoning Normal University, Dalian 116029, Liaoning, China)

Abstract: From the perspective of coordination, build urbanization and eco-environment subsystem. Taking advantage of principal components analysis (PCA) to determine comprehensive level of both subsystems and then applying the membership degree in fuzzy mathematics to calculate degree of coordination between them. The result demonstrates that level of development of Qingdao urbanization and ecological environment in general are in an upward trend, but the latter behind the former; the coordination of urbanization and eco-environment is in disorder, the main cause is eco-environment lags behind urbanization development; Also pointing out Qingdao irrationality of the economic structure, waste water, waste gas and solid waste of industry, resources and energy relatively shortage, and regional internal difference constraint coordination development of urbanization and eco-environment.

Key words: Qingdao City; urbanization; eco-environment; coordination

楚雄市 2008 年城市热岛效应实测数据分析

李宏波¹, 何 萍^{2*}, 张杰兵²

(1. 楚雄州气象台, 云南 楚雄 675000; 2. 楚雄师范学院 地旅系, 云南 楚雄 675000)

摘要: 利用楚雄市 2008 年实测气温数据和楚雄市气象观测站 2008 资料, 分析了楚雄市 2008 年城市热岛强度的变化, 并与楚雄市往年城市热岛效应做对比分析, 得到了 2008 年楚雄市城市热岛效应的月变化和日变化规律; 同时分析了热岛强度与地面风速、相对湿度、气压以及大气污染物的灰色关联度。结果表明, 2008 年楚雄城市热岛效应的日变化和月变化规律明显, 热岛效应呈现出明显的时段性和季节性; 气象因子中风速和相对湿度对热岛的影响明显, 大气污染物因子中 NO_2 对热岛的影响较大。

关键词: 城市热岛效应; 2008 年实测数据; 楚雄市; 关联度分析

中图分类号: P463.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7852(2010)04-0082-05

1 选题背景及研究现状

1.1 选题背景及意义

城市人类活动集中, 建筑物密集, 大量能源消耗使大气增加了数量可观的人为热, 使城市地区形成了特殊的城市气候^[1]。城市热岛效应已成为城市气候中最典型的特征之一, 所谓城市热岛效应, 就是城市气温高于郊区的现象^[2], 其强弱程度用城市热岛强度来表示。城市热岛强度是以城市中心气温减去同时郊区的气温差值来表示, 差值越大, 表示热岛发展越强, 反之则越弱。

城市热岛效应提高了城市温度, 降低了城市舒适度, 影响了城市居民的健康。具体表现在: 城市热岛效应提高了夏季发病率、加剧了光化学污染等^[3]。城市热岛效应对城市绿地规划、城市色彩规划、城市能源规划等方面都具有影响^[4]。

本文利用楚雄市 2008 年学生自测实际气温数

据进行分析, 得出楚雄市 2008 年热岛效应的月变化和日变化规律, 并与以前相关研究成果进行比较, 找出楚雄市 2008 年城市热岛的发展与变化特点。然后利用灰色关联度方法分析 2008 年热岛强度与气象因子和大气污染物因子的相关性, 并找出主要的影响因子。

1.2 国内外研究现状

1.2.1 国外研究现状

早在 19 世纪初期就有欧洲学者注意到了这种现象, Howard 首先发现了伦敦市城市和郊区的气温温差现象, 并将此发现公布于《伦敦气象》中^[1]。以后至今, 各国学者陆续对许多城市热岛效应进行了观测。城市热岛效应的研究已成为城市气候的热点之一, 如 Bendor 和 Sarron 利用航空热红外图像对城市热岛结构进行动态监测, 取得了良好的效果^[5]。

1.2.2 国内研究现状

国内关于城市热岛的研究也比较多, 如杨梅学

收稿日期: 2010-06-11; 修订日期: 2010-07-25.

基金项目: 国家自然科学基金地区基金项目 (40965002); 云南省自然科学基金资助项目 (2005D0077M2)

作者简介: 李宏波 (1966-), 男, 云南省宣威市人, 高级工程师, 主要从事气象气候与自然地理综合研究.

* 通讯作者.

等用复杂地形上的三维边界层模式模拟了兰州市的城市热岛^[6]；杨玉华等利用中尺度模式模拟了北京城市边界层热岛的日变化周期^[7]；何萍等人对楚雄市城市气候进行对比分析，发现了楚雄市热岛强度的年变化和日变化规律^[8]，关于城市热岛的研究还有很多，且主要集中在对大城市的城市气候进行研究。

2 楚雄市 2008 年城市热岛强度分析

本文中使用的楚雄市 2008 年的气温数据来源于我们自测的实际测量值，测量仪器为通风型干湿温度计。综合考虑天气状况和测量者的情况，选取 2008 年 1 月 14 日、4 月 21 日、7 月 17 日和 10 月 28 日进行测量，以 1 月代表冬季，4 月代表春季，7 月代表夏季，10 月代表秋季。每次测量时在楚雄市城区和郊区分别选择测量地点进行测量，其中城区测量点选择在楚雄市区中心的龙泰（25°02′30.35″N，101°32′40.66″E；海拔高度 1 782 m），郊区测量点选择了火车站西北面（25°03′29.63″N，101°32′43.63″E；海拔高度 1 794 m）和东瓜镇（25°05′01.56″N，101°29′34.81″E；海拔高度 1 808 m）两个地点，测量时收集 3 个测量地同时刻的气温数据。其中，龙泰与火车站西北测点的直线距离为 1.81 km，龙泰与东瓜镇测点的直线距离为 6.97 km。

本文中以 T_u 代表楚雄城区地面气温，以 T_{s_1} 代表火车站旁观测点地面气温，以 T_{s_2} 代表东瓜观测点地面气温，以 $T_u - s$ 表示城市热岛强度，计算公式为 $T_u - s = T_u - T_s$ 。由于火车站西北观测点和东瓜观测点与楚雄市区观测点空间距离的差异，因此将 $T_u - s_1$ 作为楚雄市近郊热岛强度，将 $T_u - s_2$ 作为楚雄市远郊热岛强度。

2.1 2008 年楚雄市城市热岛强度日变化分析

2.1.1 1 月城市热岛强度日变化特征

如图 1 所示，1 月近郊热岛强度 $T_u - s_1$ 的值中，02 时最强，08 时次强，14 时最弱，20 时次弱。夜间热岛要强于白天，白天向夜间过渡，热岛加强，而夜间向白天过渡，热岛减弱。1 月远郊热岛强度 $T_u - s_2$ 的值，02 时最强，08 时次强，14 时最弱，20 时次弱，夜间热岛同样强于白天，白天与夜间热岛的转变规律与 $T_u - s_1$ 是一致的。近郊热岛强度 $T_u - s_1$ 4 个时次的值均小于远郊热岛强度 $T_u - s_2$ 的值。

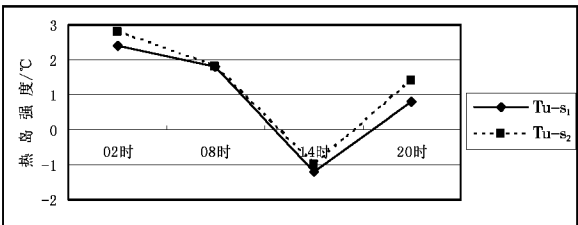


图 1 1 月楚雄市城市热岛强度日变化
Fig. 1 The daily variation of urban heat island intensity of Chuxiong in January

2.1.2 4 月城市热岛强度日变化特征

如图 2 所示，4 月近郊热岛强度 $T_u - s_1$ 的值，02 时最强，08 时次强，14 时最弱，20 时次弱，夜间热岛强于白天。远郊热岛强度 $T_u - s_2$ 中，02 时最强，08 时次强，14 时最弱，20 时次弱。夜间热岛强于白天，白天与夜间热岛的变化与 1 月总体变化趋势基本一致。对 4 月近郊热岛强度 $T_u - s_1$ 和远郊热岛强度 $T_u - s_2$ 进行比较，近郊热岛强度 $T_u - s_1$ 4 个时次的值均小于远郊热岛强度 $T_u - s_2$ 的值。

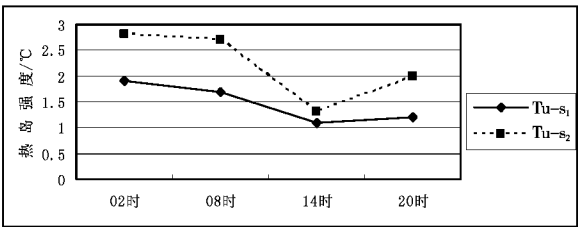


图 2 4 月楚雄市城市热岛强度日变化
Fig. 2 The daily variation of urban heat island intensity of Chuxiong in April

2.1.3 7 月城市热岛强度日变化特征

如图 3 所示，7 月近郊热岛强度 $T_u - s_1$ 的值，02 时最强，20 时次强，14 时最弱，08 时次弱。7 月远郊热岛强度 $T_u - s_2$ 的值，02 时最强，20 时次强，14 时最弱，08 时次弱。7 月热岛强度日变化规律与 1 月和 4 月一致。

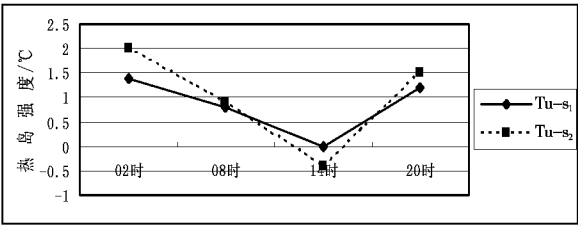


图 3 7 月楚雄市城市热岛强度日变化
Fig. 3 The daily variation of urban heat island intensity of Chuxiong in July

2.1.4 10 月城市热岛强度日变化特征

如图 4 所示, 10 月近郊热岛强度 $Tu-s_1$ 的值, 02 时最强, 20 时次强, 14 时最弱, 08 时次弱; 10 月远郊热岛强度 $Tu-s_2$, 02 时最强, 20 时次强, 14 时最弱, 08 时次弱。白天与夜间热岛的变化规律与 1 月、4 月和 7 月一致, 都是白天弱夜间强。10 月近郊热岛强度 $Tu-s_1$ 和远郊热岛强度 $Tu-s_2$ 值比较, 近郊热岛强度 $Tu-s_1$ 4 个时次的值均小于远郊热岛强度 $Tu-s_2$ 的值。

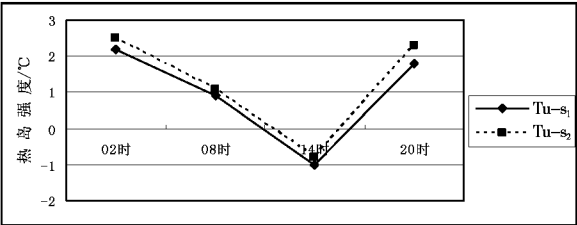


图 4 10 月 27 日楚雄市城市热岛强度日变化
Fig. 4 The daily variation of urban heat island intensity of Chuxiong on October 27

2.1.5 2008 年楚雄城市热岛强度日变化特征

综合以上分析, 结果表明楚雄市 2008 年的热岛效应的日变化明显, 且夜间热岛要强于白天。热岛效应夜晚强于白天, 原因主要是城郊下垫面的差异, 城市下垫面导热性比土壤高出数倍, 并且热容量高^[3], 导致白天郊区升温快, 夜间由于城区下垫面储存的热量多于郊区, 加之风速小于郊区^[8], 因而使得夜间城市气温高于郊区, 夜间热岛明显强于白天, 白天城市热岛强度微弱甚至消失。近郊热岛强度 $Tu-s_1$ 4 个时次的值均小于远郊热岛强度 $Tu-s_2$ 的值, 原因是近郊地处城乡结合部, 城市热岛强度不如远郊明显。

2.2 2008 年城市热岛强度月变化分析

分别利用 1 月、4 月、7 月和 10 月 4 次所测数据求出 $Tu-s_1$ ($Tu-s_1 = Tu - Ts$) 和 $Tu-s_2$ ($Tu-s_2 = Tu - Ts_2$), 然后再求月平均值。楚雄市 2008 年近郊与远郊城市热岛月变化特征如图 5 所示, 近郊热岛强度 4 月最强, 1 月和 10 月次强, 7 月最弱。远郊热岛强度 4 月最强, 1 月和 10 月次强, 7 月最弱, 近郊热岛强度 $Tu-s_1$ 4 个月的值均小于远郊热岛强度 $Tu-s_2$ 的值。

楚雄市 2008 年城市热岛效应表现为 4 月最强, 7 月弱, 其原因为: 楚雄市 4 月份处于干季, 天气晴朗, 日照充足, 加之 4 月郊区植被覆盖率不高,

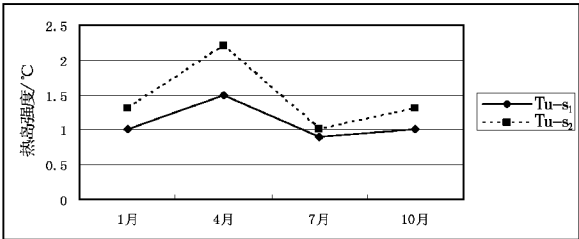


图 5 2008 楚雄市城市热岛强度月变化
Fig. 5 The monthly variation of urban heat island intensity of Chuxiong in 2008

通风能力强于城区, 所以导致 4 月城郊温差较大; 而 7 月楚雄市已处于雨季, 云和降水较多, 日照少, 使城市热岛效应不明显。

2.3 楚雄市 2008 年与往年城市热岛强度的比较

本文采用楚雄市 1971 ~ 2000 年的热岛数据进行比较。楚雄市 1971 ~ 2000 年的热岛强度的值^[8]为楚雄市与南华县城市气温的差值。由于数据有限, 这里计算是采用每天 02 时、08 时、14 时和 20 时 4 个时刻的平均值来代表一天的热岛状况。

如图 6 所示, 在 2008 楚雄市城市热岛月变化中, 热岛强度 4 月最强, 1 月和 10 月次强, 7 月最弱。在 1971 ~ 2000 年楚雄城市热岛月变化中, 热岛强度 4 月最强, 1 月次强, 7 月最弱, 10 月次弱。两者的基本变化规律是相似的, 因而 2008 实测的数据是可靠的。

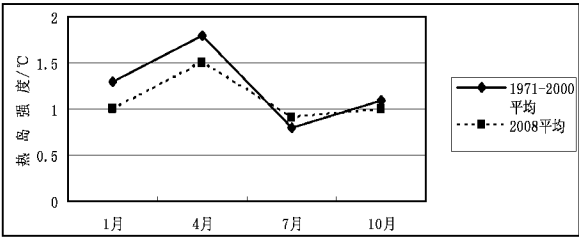


图 6 楚雄 2008 年和 1971 ~ 2000 年城市热岛强度
Fig. 6 The urban heat island intensity of Chuxiong in 2008 and 1997 ~ 2000

2.4 2008 年楚雄市城市热岛相关因子的灰色分析

利用灰色关联度对影响 2008 年楚雄城市热岛效应的因子群进行贡献测度分析。所谓关联度^[12]是指其他数列与参考数列之间的接近程度, 它描述了系统发展过程中因素间的相对变化情况, 即变化大小、方向与速度的相对性。需要指出的是, 关联度的大小只是因子间相互作用、相互影响的外在表现, 关联度的排序才能体现众多因子对参考因子的

相对影响程度。设有 m 个评价指标的 n 个评价样本组成的原始时间数列为：

$$X_i = \{X_i(k) | k = 1, 2, \dots, n; i = 0, 1, 2, \dots, m - 1\}$$

式中： X_i 为参考数列，其他为比较数列，以下若无特别说明，均满足 $i \neq 0$ 。对原始数列进行均值生成处理，得到数列 X_i 。记第 k 时刻 X_0 与 X_i 的绝对差为 $\Delta_i(k) = |X_0(k) - X_i(k)| (i = 1, 2, \dots, m - 1)$ ，则 $X_i(k)$ 与 $X_0(k)$ 的关联系数 $\xi_i(k)$ 可由公式 (1) 求得：

$$\xi_i(k) = \frac{\min_i \min_k \Delta_i(k) + \rho \max_i \max_k \Delta_i(k)}{\Delta_i(k) + \rho \max_i \max_k \Delta_i(k)} \quad (1)$$

式中： $\min_i \min_k$ 称为两级最小差，其中 $\min_i$ 为第一级最小差，表示在 X_i 曲线上各点与 X_0 中各相应点的距离的最小值； $\min_i \min_k$ 表示在各曲线找出的最小差 $\min_k$ 的基础上，再按 $i = 1, 2, \dots, m - 1$ 找出的所有曲线中最小差的最小值； $\max_i \max_k$ 为两级最大差，意义与两级最小差相似； $\rho \in [0, 1]$ ，称为分辨系数， ρ

值越小，分辨力越大，一般取 $\rho = 0.5$ 。由于获得的关联系数过多，信息过于分散，不便于比较，因此有必要将每一个比较数列各时刻的关联系数集中体现在一个值上，即是灰色关联度。灰色关联度的计算如公式 (2)（一般采用平均值法）：

$$\gamma_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \xi_i(k) \quad (2)$$

将灰色关联度按大小进行排序，若灰色关联序为 $\gamma_1 > \gamma_2 > \dots > \gamma_{m-1}$ ，则表明 X_1 对 X_0 的影响最大， X_2 次之，依次类推。

因为资料有限，文中选择气象因子和大气污染物因子^[14]来分析。首先用楚雄市 2008 年城市热岛强度作为一个序列，再利用影响热岛效应的气候因子作出相应的序列，同时对这些序列与热岛强度序列作关联度分析，找出这些因子中哪些对热岛效应的影响较大，并找出主要影响因素。如表 1 所示，选取风速、相对湿度、气压 3 个气象因子和 SO₂、NO₂、PM₁₀（粒径在 10 微米以下的颗粒物）3 个大气污染物指标来做分析。

表 1 2008 年楚雄市热岛强度影响因子统计表
Tab. 1 The statistical table of urban heat island intensity influence factor of Chuxiong in 2008

时间	热岛强度 /℃	瞬时风速 /m · s ⁻¹	相对湿度 /%	本站气压 /mb	SO ₂ /mg · m ⁻³	NO ₂ /mg · m ⁻³	PM ₁₀ /mg · m ⁻³
1 月	2.1	1.4	78.9	823.55	0.060	0.022	0.044
4 月	1.5	2.4	27.3	813.03	0.043	0.017	0.039
7 月	-0.3	1.9	78.3	812.35	0.042	0.011	0.036
10 月	1.2	1.2	88.5	822.00	0.041	0.019	0.034

注：表中 2008 年风速、相对湿度、气压数据来源于楚雄市气象站；SO₂、NO₂、PM₁₀数据来源于楚雄市环境监测站。

用 2008 年楚雄市城市热岛强度值，作为反映城市热岛效应的指标，将经标准化处理后的楚雄市热岛强度值作为热岛强度指数（IAH）。将所选的 6

个因子的指标也作标准化处理，然后根据表 1 数据利用灰色关联度原理分析其与热岛强度指数之间的相关性，权重选为 0.5，结果如表 2。

表 2 2008 年楚雄市热岛效应灰色关联度分析
Tab. 2 The pessimistic interrelatedness analysis of urban heat island effect of Chuxiong in 2008

影响因子/灰色关联度	4 月	7 月	10 月	平均灰色关联度
瞬时风速/m · s ⁻¹	0.858 409	0.665 452	0.741 118	0.616 835
相对湿度/%	0.888 415	0.596 003	0.480 653	0.560 314
本站气压/mb	0.345 165	0.431 932	0.522 419	0.417 483
SO ₂ /mg · m ⁻³	0.633 978	0.480 907	0.371 631	0.345 835
NO ₂ /mg · m ⁻³	0.569 8723	0.358 468	0.476 625	0.354 823
PM ₁₀ /mg · m ⁻³	0.513 654	0.441 256	0.325 642	0.304 521

由表2可以看出:首先,影响楚雄市热岛效应的气象因子中,因子关联度在0.50以上的有风速、相对湿度。分析表明:在风速、相对湿度、气压3个气象因子中,城市热岛强度与风速的关系最大,其次是相对湿度,城市热岛强度与气压的关系较弱。选取的3个大气污染物因子的关联度均小于0.5,与热岛的相关性较弱,其中 NO_2 对热岛的影响最大。风速对热岛的影响在上述因子中是最大的,这是因为当风速较小或静风时,热岛效应明显且有加强的趋势^[16],城市风速小,大气层结稳定,不利于热量的散发,有利于热岛效应的形成和加强^[16]。

3 结论

(1) 在2008年楚雄市城市热岛强度日变化中,

夜间要强于白天,02时最强,14时最弱,白天向夜间过渡,热岛加强;而夜间向白天过渡,热岛减弱。

(2) 2008年楚雄城市热岛强度一般远郊热岛强度要高于近郊热岛强度。

(3) 2008年楚雄城市热岛效应季节变化中,春季热岛效应最强,夏季热岛效应最弱,冬季和秋季次弱。

(4) 通过灰色关联度分析,影响2008年楚雄市城市热岛强度气象因子的关联度大小排序为风速>相对湿度>气压,大气污染物因子的关联度大小排序为 $\text{NO}_2 > \text{SO}_2 > \text{PM}_{10}$,其中气象因子对楚雄市2008年城市热岛的影响均大于大气污染物因子。

参考文献:

- [1] 周淑贞,束炯.城市气候学[M].北京:气象出版社,1994:244-344.
- [2] 周淑贞,张超.城市气候学导论[M].上海:华东师范大学出版社,1985:85-136.
- [3] 邹容,周卫军,李轩宇,等.城市热岛效应的产生及研究方法[J].科技园地,2007:113-114.
- [4] 彭少麟,叶有华.城市热岛效应对城市规划的影响[J].中山大学学报:自然科学版,2007,46(5):59-62.
- [5] 张保安,钱公望.城市热岛效应研究进展[J].四川环境,2007,26(2):88-91.
- [6] 杨梅学,陈长和.复杂地形上城市热岛的数值模拟[J].兰州大学学报,1998,34(3):117-124.
- [7] 杨玉华,徐祥德,翁永辉.北京城市边界层热岛的日变化周期模拟[J].应用气象学报,2003,1(4):61-68.
- [8] 何萍,李宏波,束炯,等.楚雄市城市气候特征分析——兼谈中国主要城市热岛强度对比分析[J].地理学报,2003,58(5):712-720.
- [9] 刘思锋,党耀国,方志耕,等.灰色系统理论及其应用[M].北京:科学出版社,1991:61.
- [10] 李兴荣,胡非,舒文军.北京冬季城市热岛特征及强弱热岛影响因子研究[J].中国科学院研究生院学报,2007,(24)4:431-435.
- [11] 汤惠君.广州市大气污染分布规律[J].地理研究,2004,23(4):495-503.
- [12] 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.
- [13] 何萍,李宏波.楚雄市人居气象指数分析[J].云南地理环境研究,2008,20(2):115-118.
- [14] 何萍,王丽花.楚雄市热岛效应与大气 NO_2 浓度变化的关系研究[J].广西科学院学报,2009,25(3).
- [15] 何萍,董诗萍,李宏波.楚雄市热岛效应与大气 SO_2 浓度变化的关系研究[J].云南地理环境研究,2009,21(1):78-82.
- [16] 何萍,龙晶.云南高原中小城市楚雄市城市规划的气候条件分析[J].云南地理环境研究,2009,21(4):77-82.

(下转第104页)

近20年来昆明市城市化进程 对城市热岛效应的影响研究

赵庆由, 明庆忠*

(云南师范大学 旅游与地理科学学院, 云南 昆明 650092)

摘要:近年来,城市化对城市气温影响是气候变暖研究中备受关注的问题之一。利用1987~2006年昆明及周围3个站点的气象数据分析城区和周围站点的气温变化差异,给出城市和郊区在不同年份、不同季节城市化影响下的气温变化趋势。研究发现:近20年来,城区年平均温度为15.7℃,郊区为14.9℃,受城市化的影响,昆明市城区热岛效应一直呈现增幅的趋势,其中在冬季热岛强度最大且增幅为0.399℃/10a,而热岛强度最小的是夏季, $UHI_{\text{最高气温}}$ 增幅为0.29℃/10a, $UHI_{\text{最低气温}}$ 增幅为0.56℃/10a。在此基础上结合昆明城区的城市发展资料,运用熵值法、主成分分析方法探讨了城市发展对年热岛强度的影响,结果表明在不同时段影响因素不同,1987~1994年主要因素是建成区面积和人均GDP,而1995~2006年则是人均GDP和城镇人口。

关键词:城市化;热岛效应;昆明市

中图分类号: P463.3

文献标识码: A

文章编号: 1001-7852(2010)04-0087-06

0 前言

城市化发展对区域及全球气候变化的影响已成为人们广泛关注的问题。20世纪被认为是近1000年以来北半球增温最快的100年,全球平均气温上升了0.4~0.8℃;针对全球许多地区和城市出现增温现象,联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)评估报告指出:自19世纪晚期以来,全球平均地表气温上升了 0.6 ± 0.2 ℃。而导致气候变暖最主要原因是人类活动、土地利用变化、城市化和温室气体的排放^[1]。在《气候变化国家评估报告》中也指出中国气温变化趋势与全球变化趋势基本一致^[2]。

近几十年来,世界各国科学家都重视人类活动对天气、气候影响研究,如Mitchell^[3]、Oke^[4]和

Hiroiyuki^[5]等研究指出,一般城市最大热岛强度与人口的平方根或对数有很好的线性关系。大量研究表明:在中国的大中城市如北京、上海、天津、南京、沈阳等都存在着热岛效应增强的趋势,但城市热岛强度的增幅不同以及影响城市热岛强度的因子也有差别。

林学椿^[6]对北京城区的热岛效应研究指出,北京城市的发展指数与城市热岛效应相关,且郊区气温的增温率低于城区的增温率;任春燕^[7]等运用主成分分析西北地区各城市的发展与城市气候指标的关联模型,丁淑娟^[8]运用回归分析方法探讨了长春市发展强度指标与年热岛强度的定量关系;何萍等^[9]利用灰色关联度分析法来探讨楚雄市热岛效应因子的贡献值;张红利等^[10]利用城郊温差对比方法来研究城市热岛效应与城市人口的关系;而近年来在一些大城市也逐渐用遥感来对城市热岛效应进

收稿日期:2010-05-24;修订日期:2010-07-04.

基金项目:国家自然科学基金委—云南省人民政府联合资助重点项目(U0933604);国家自然科学基金项目(40872118);云南省社会发展计划重点项目(2009CC007)资助.

作者简介:赵庆由(1984-),男,云南省曲靖市人,硕士研究生,研究方向为环境演变与区域发展研究.

* 通讯作者.

行分析研究^[11-13]。

近 20 年以来是昆明市经济高速发展时期，城市规模迅速扩张，城市人口增加，城市化进程不断加快。其由城市化产生的气候效应已引起相关学者的关注。这些研究者分别从不同角度阐述昆明市城市热岛效应的影响。如张一平等研究昆明热岛效应立体分布特征^[14-15]；朱天禄指出昆明城市发展因子的变化对城市的气温有明显的影响^[16]；赵红旭运用卫星图片研究指出昆明市热岛最大强度与我国特大城市的热岛相接近，热岛强度以秋冬最强，春季次之^[17]。但近几年来对昆明城市热岛效应的研究还不多，本文是基于这样的背景之下研究不同时期昆明城区发展对气温变化的影响。

1 资料及其处理

1.1 研究区概况

昆明市地处低纬度，高海拔地区。区内属于低纬度高原山地季风气候，由于受地理位置和印度洋西南暖湿气流的影响，日照长、霜期短、干湿季节区别显著。昆明市主城区辖五华区、盘龙区、官渡区、西山区，在 2004 年昆明市四区行政区划调整后，昆明城区面积进一步扩大。在通过城郊对比来研究城市热岛效应时，选择参考站的原则是：要处于同一气候区、具有相同或相近的地理位置、地形状况，并且不受城市化影响或影响较小。文中 4 个观测站点在研究的时间内均没迁站记录，且观测资料齐全。本文以台站所处的地理位置和城市化水平来确定城市站（昆明站）与郊区站（呈贡、安宁、嵩明）作为区域气候背景，进行气温对比，计算热岛强度（基本情况见表 1）。由于选取台站海拔高度不同，需要采用干绝热订正法（即海拔高度每上升 100 m，温度下降 0.6℃），对选取台站的温度进行高度订正到同一海拔高度。

表 1 所选站点的相关数据

Tab. 1 The selected data form some meteorological stations					
站名	纬度	经度	海拔 /m	城郊距离 /km	是否迁站
昆明	25°01′	102°41′	1891.5	0	无
呈贡	24°53′	102°48′	1906.6	16	无
安宁	24°56′	102°29′	1848.0	25	无
嵩明	25°20′	103°02′	1919.7	50	无

1.2 数据及分析方法

本文选取云南省气候中心提供的自 1987 ~ 2006 年昆明、嵩明、安宁和呈贡的气候统计资料，包括最高气温、最低气温、年平均气温等数据。昆明市城区发展资料根据昆明市 1987 ~ 2006 年的统计资料，包括城镇人口（万人）、城区建设面积（km²）、人均的 GDP（万元）、城市化率、人口密度（万人 / km²）。其中部分数据是由整理计算而得到的，个别年份缺失的数据采用相邻年份值插值补齐。

在分析城市化发展对气温影响是利用 SPSS15.0 统计软件中的主成分分析方法进行研究，该方法的数学原理和计算公式可参考文献^[18]，城市化水平的综合发展研究采用熵值法来确定权重，以消除权重的人为因素。具体计算步骤见参考文献^[19]。

2 结果分析

2.1 昆明城区气温变化特征

2.1.1 年热岛强度变化趋势特征

城市热岛强度是外部因素和内部因素共同作用的结果^[8]。地处城区的昆明气象站气温代表城区温度，其余 3 个站点平均温度代表郊区的温度。将城区站气温与郊区站气温的温差作为昆明城区的热岛强度（UHI），即 $UHI = T_{\text{城区}} - T_{\text{郊区}}$ 。将以平均气温、最高气温和最低气温统计的热岛强度用 $UHI_{\text{平均气温}}$ 、 $UHI_{\text{最高气温}}$ 、 $UHI_{\text{最低气温}}$ 来表示。

把订正后城区、郊区近 20 年的气温分别进行平均，得出 1987 ~ 2006 年的城区平均温度为 15.7℃，郊区为 14.9℃，两者相差 0.8℃。据研究，一般在百万人口大城市平均气温约高于郊区 0.5 ~ 1℃^[20]，可见昆明市城区是存在热岛效应的。

用线性趋势拟合和累积距平方法分析昆明市城区热岛强度的变化趋势，图 1 给出用年平均气温计算获得的昆明市城区热岛强度的逐年变化（a）和用逐年累积距平变化（b）。图 1（a）中的直线为 $UHI_{\text{平均气温}}$ 与时间序列（年）拟合的趋势线，通过 0.01 显著性水平的显著性检验。近 20 年的 $UHI_{\text{平均气温}}$ 增幅为 0.346℃/10 a，其中 1999 年的 $UHI_{\text{平均值}}$ 达到最大，约为 1.16℃。在 1987 年至 1999 年一直呈上升的趋势，增幅为 0.742℃/10 a；1999 年以后略有下降，下降幅度为 0.734℃/10 a，但总体上昆明市城区热岛强度一直呈上升的趋势。由逐年累积距平变化曲线图 1（b）可看出，1994 年为主要转折年，1994 年之后基本高于多年平均水平。

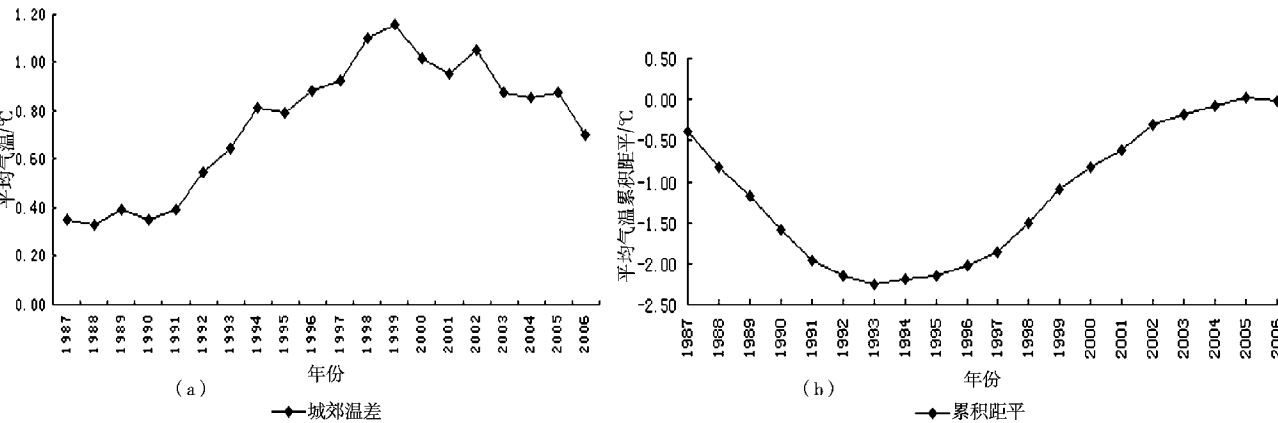


图 1 昆明市城区 1987 ~ 2006 年热岛强度变化趋势

Fig. 1 Trend of annual urban heat island intensity form 1987 to 2006 in Kunming urban area

图 2 给出年平均最高气温和年平均最低气温计算获得的昆明市城区热岛强度的逐年变化，其中， $UHI_{\text{最高气温}}$ 的趋势拟合通过了 0.01 的显著性水平检验， $UHI_{\text{最低气温}}$ 的趋势拟合通过了 0.05 显著性水平的显著性检验，1987 ~ 2006 年 $UHI_{\text{最高气温}}$ 增幅为 $0.29\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ ， $UHI_{\text{最低气温}}$ 增幅为 $0.56\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 。从图中可以看出 $UHI_{\text{最低气温}}$ 增加的趋势最为明显，增幅较大，这在一定程度上说明了城市热岛效应在最低气温上体现最为突出，而 $UHI_{\text{最高气温}}$ 的增幅比较平缓，说明气温比较高时，热岛效应并不是很显著。其中 UHI 最低在 1991 年后就超过 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，总体上在近 20 年来昆明市热岛强度呈上升趋势。

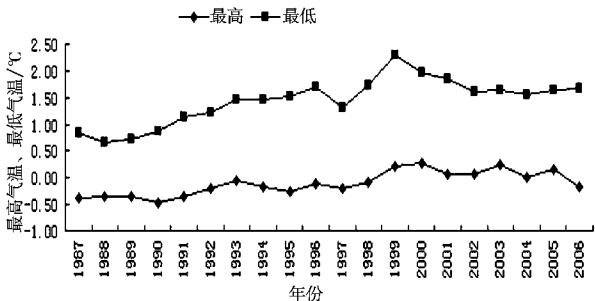


图 2 昆明市城区年热岛强度变化趋势
(最高气温、最低气温)

Fig. 2 The trend of annual urban heat island intensity
in Kunming urban area
(The Highest temperature、The Minimum temperature)

2.1.2 季节热岛强度变化趋势特征

1987 ~ 2006 年昆明城区四季热岛强度变化趋势 (图 3)，从图中可以看出昆明城区季节热岛强度都在增强，冬季增幅最大为 $0.399\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ ，夏季次之为 $0.339\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ ，其次春季和秋季分别为为 0.338

$^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 、 $0.307\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 。昆明城区在冬季 (12 月 ~ 次年 1 月) 的热岛效应最强，夏季 (6 ~ 7 月) 最小。这与有的研究者的结论相吻合^[18]。据何萍在研究楚雄市城市热岛效应时，认为不同的地形条件、大气环流、区域背景等都会影响城市的强度^[21]。由于昆明地处盛行西南风的低纬度高原之上，平均海拔高度为 $1\,891.4\text{ m}$ ，东、西、北三面环山，南面为滇池水体，这在一定程度上对其有影响，除了自然影响因素之外还有人为因素，这是本文将要探讨的人为因素城市化对气温变化的影响。

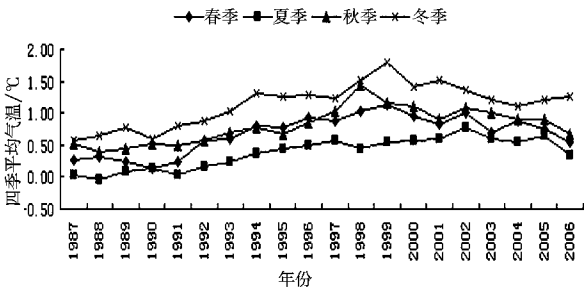


图 3 昆明市城区季节热岛效应强度变化趋势

Fig. 3 The trend of Season urban heat island intensity
in Kunming urban area

2.2 城市化进程对热岛效应的影响分析

2.2.1 昆明城区城市化进程

20 世纪 70 年代开始，在改革开放的背景下，昆明城区经历了快速城市化的进程，1978 年 ~ 1992 年是城市化发展恢复期，昆明城市建成区面积从 1978 年的 22.6 km^2 增加到 1992 年的 70 km^2 ，人口从 110 万人增加到 1992 年的 180 万人。到 2006 年底昆明城区的面积达到 225 km^2 ，人口达到 278 万人。1992 ~ 1998 年是城市化发展重振期。1998 年

以后是城市的快速发展期，在这期间有两个重要的发展阶段，一个是 1999 年为迎接“世博会”而进行大规模的城市化建设和改造，另一个是 2003 年昆明市政府提出新昆明发展战略以来，使得城市化的速度加快。

2.2.2 昆明城区城市化综合水平演变过程分析

城市化是农业人口转化为非农业人口、农村地域转化为城市地域、农业活动转化为非农业活动的过程^[22]。衡量一个城市化发展水平的指标有人口城市化、经济城市化、空间城市化等。

研究表明，社会经济和城市人口增加是中国城市土地扩张的主要驱动因子^[23]。由于昆明城市人口增加和经济发展，促使城区面积迅速扩张，改变了昆明城市下垫面的热力状况，同时经济发展对能源需求稳步增长。使得城市热力状况变得更加复杂，进而影响到昆明城区的气温变化。考虑到数据的可获得性，采用人口城市化（城镇人口、人口密度、城市化率）、空间城市化（城区建设面积）、经济城市化（人均 GDP）来作为城市化发展强度指标，来综合评价昆明城区城市化进程对城市增温的影响。

根据熵值法计算的步骤，对 1987 ~ 2006 年昆明市城区的数据标准化进行处理，计算相应的值，以分析昆明城区城市化综合水平的演变过程。表 2 给出 5 项指标的信息熵、效应值和权重值，从指标排序的权重来看，前两位分别是人均 GDP 水平（0.461 04）和城市化率（0.205 13）。这说明在这 20 年间昆明城区城市化进程的主要因素是人均 GDP 和城市化率。

表 2 城市化指标的信息熵、冗余度、及权重值

Tab. 2 The index of urbanization information entropy, redundancy and the weights

城市化指标	信息熵	冗余度	权重
城市化率	0.9008	0.0992	0.2051
人口密度	0.9326	0.0674	0.1395
城镇人口	0.9736	0.0264	0.0547
建成区面积	0.9325	0.0675	0.1397
人均 GDP	0.7771	0.2229	0.4610

2.2.3 城市热岛效应影响因子分析

通过前人研究表明：城市化发展能在一定程度上影响城市气温的变化，但由于不同时期城市发展程度不同，因而影响城市热岛效应的因素也有

差异。

将 1987 ~ 2006 年的昆明市城区发展强度指标数据进行数据标准化处理后。利用熵值确定权重的方法计算出昆明市城区综合城市发展指数（IUDI），将标准化处理后的昆明市城区热岛强度值作为热岛强度指数（AHI）。得到 IUDI 和 AHI 的逐年变化趋势图。

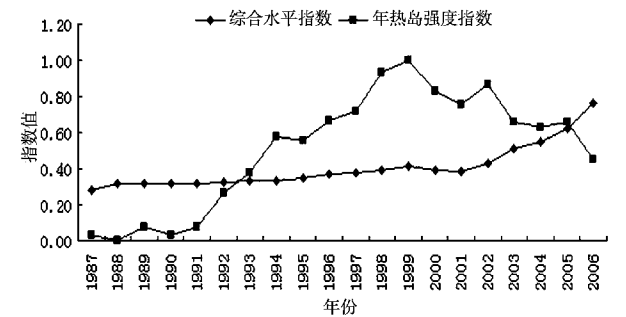


图 4 年热岛强度指数与综合城市发展指数的变化趋势

Fig. 4 The variation between integrated urban development intensity index and annual heat island intensity index

从图 4 可以看出，1987 ~ 2006 年随着综合城市发展指数的增加，昆明市城区年热岛强度指数整体变化呈增大趋势，1987 ~ 1994 年和 2005 ~ 2006 年年热岛强度指数均低于综合城市发展指数。对二者进行相关分析发现，其相关系数为 0.85，超过 0.01 的显著性水平。昆明市热岛强度与城市发展水平密切相关，随着昆明市城区范围的扩大，年热岛强度峰值出现的频率有增大的趋势。

为分析城市发展因子对昆明城区热岛效应的影响大小及其阶段性的特征，选取代表城市化发展指标作为自变量，同期年热岛强度值作为因变量。根据图 4 的分析来对两个阶段进行回归分析，第一阶段 1987 ~ 1994 年、第二阶段 1995 ~ 2006 年。建立起城市化与其影响因子的多元线性回归分析，利用 SPSS15.0 统计软件对数据进行主成分分析。分析结果如下：

1987 ~ 1994 年，利用 SPSS 软件对城区发展指标进行相关性分析，6 个指标之间具有很大的相关性，对指标进行主成分分析，通过他们新的组合中的主因子的载荷，来评价这些不同年份的指标对昆明市城区热岛强度的影响程度。由于第一主成分的特征值为 4.806，它解释 5 个原变量的总方差 96.124%。其中前 3 个因子的载荷值分别为建成区面积（0.994）、人均 GDP（0.991）、城市化率（0.990）。所以第一主成分在建成区面积、人均

GDP 和城市化率上有很大的载荷。因此在 1987 ~ 1994 年影响昆明市城区气温增温的主导因素是建成区面积、人均 GDP 和城市化率。

1995 ~ 2006 年，第一主成分的特征值为 2.874，贡献率为 57.472%；第二主成分的特征值为 1.097，贡献率为 21.937%；第三主成分的特征值为 0.989，贡献率为 19.772%，前 3 个特征值解释的累积贡献率为 99.181%。即前 3 个主成分包含原来 5 个变量中的 99.181%。所以取前 3 个主成分来代替原有的 5 个指标变量。在第一主成分中人均 GDP 和城镇人口占有很大的载荷；在第二主成分中是人口密度；在第三成分中城市化率占有很大的载荷。

3 结论与讨论

本文以昆明城郊区气象站点的气象数据为基础，分析近 20 年来昆明城区城市发展对城区气温的影响，得出以下结论：

(1) 近 20 年来，昆明市城区平均气温、最高气温、最低气温、季节平均气温等要素的年热岛强度均呈现显著的增暖趋势。从不同季节来看，冬季

热岛效应增幅最大且强度为 $0.3999\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ ，夏季最小。昆明市城区最低气温的热岛强度增幅比最高气温较显著。在 1999 年年热岛强度达到最大值且为 $1.16\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，之后热岛强度呈减弱的趋势，这可能与 1999 年“世博会”以来昆明注重城市绿化和改善生态环境有关。

(2) 通过主成分分析方法来研究探讨城市化发展对年平均气温变化的影响。在 1978 ~ 1994 年的影响因素是建成区面积和城市化率，1995 ~ 2006 年影响热岛强度的因子是人均 GDP、城镇人口和城市化率。在分析代表昆明城区发展指标的基础上，以能体现昆明城区城市发展程度的综合发展指数 (IUDI) 作为指标，与年均热岛强度指数进行相关分析，二者的相关系数为 0.85，且通过 0.01 的显著性水平检验。

(3) 城市热岛效应的形成受自然因素和非自然因素共同影响，因此，在同一时段，同一区域的市区与郊区自然因素相似的情况下，市区气温高于郊区气温可以认为是由非自然因素造成的，即受城市发展因素制约。反映城市化发展的一个指标能源消耗没有考虑在内，这会使得城市化发展的水平会比实际情况偏低。

参考文献：

- [1] IPCC. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.
- [2] 《气候变化国家评估报告》编写委员会. 气候变化国家评估报告 [M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [3] MITCHELL J MJr. The Thermal Climate of Cities: Symp. Air Over cities [J]. U. S. Public Health Serv. Publ. SEC. Tech. Kept, 1961. A62 - 5: 131 - 145.
- [4] OKE TR. City Size and the Urban Heat Islands [J]. Atmospheric Environment, 1973, 7: 769 - 779.
- [5] HIROYUKI K, MOTOKI N, TESTUZO Y. Estimation of the Increasing Rate of Surface Air Temperature Associated with Urbanization by Use of Seasonal Variations of Maximum、Minimum Temperature Anomaly [J]. Weather (in Japan), 1985, 5: 31 - 40.
- [6] 林学椿, 于淑秋. 北京地区气温的年代际变化和热岛效应 [J]. 地球物理学报, 2005, 48 (1): 39 - 45.
- [7] 任春艳, 吴殿廷, 董锁成. 西北地区城市化对城市气候环境的影响 [J]. 地理研究, 2006, 25 (2): 233 - 241.
- [8] 丁淑娟. 长春城市发展对城市热岛效应的影响及减缓对策研究 [D]. 长春: 东北师范大学, 2008: 1 - 40.
- [9] 何萍, 陈辉, 李宏波, 等. 云南高原楚雄市热岛效应因子的灰色分析 [J]. 地理科学进展, 2009, 28 (1): 025 - 032.
- [10] 张宏利, 陈豫, 张纳伟锐, 等. 西安市热岛效应变化特征与城市人口发展研究 [J]. 水土保持研究, 2009, 16 (4): 131 - 136.
- [11] 赵小艳, 杨沈斌, 申双和, 等. 基于遥感的南京市城市热岛效应时空演变分析 [J]. 安徽农业科学, 2009, 37 (22): 10776 - 10778.
- [12] 武鹏飞, 王茂军, 张学霞. 北京市植被绿度与城市热岛效应关系研究 [J]. 北京林业大学学报, 2009, 31 (5): 54 - 60.
- [13] 李成范, 刘岚, 周廷刚, 等. 基于定量遥感技术的重庆市热岛效应 [J]. 长江流域资源与环境. 2009, 18 (1): 60 - 65.
- [14] 张一平, 何云玲, 马友鑫, 等. 昆明城市热岛效应立体分布特征 [J]. 高原气象, 2002, 21 (6): 604 - 609.
- [15] 何云玲, 张一平, 刘玉洪, 等. 昆明城市气候水平空间分布特征 [J]. 地理科学, 2002, 22 (6): 724 - 729.

- [16] 朱天禄. 昆明市城市发展因子的变化对气候产生的影响 [J]. 贵州气象, 2000, 24 (4): 17-21.
- [17] 赵红旭. 昆明市热岛效应卫星监测研究 [J]. 国土资源遥感, 1999 (4): 29-32.
- [18] 何晓群. 现代统计分析方法与应用 [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1998.
- [19] 陈明星, 陆大道, 张华. 中国城市化水平的综合测度及其动力因子分析 [J]. 地理学报, 2009, 64 (4).
- [20] 许祥德, 汤旭. 城市化环境气候学引论 [M]. 北京: 气象出版社, 2002: 62-80.
- [21] 何萍, 李宏波, 束炯, 等. 楚雄市城市气候特征分析—兼谈中国主要城市热岛强度对比分析 [J]. 地理学报, 2003, 58 (5): 712-720.
- [22] 赵荣, 王恩涌, 张小林, 等. 人文地理学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2007: 191-212.
- [23] 谈明洪, 李秀彬, 吕昌河. 我国城市用地扩张的驱动力分析 [J]. 经济地理, 2003, 23 (5): 635-639.

THE RESEARCH OF CITY HOT ISLAND EFFECT ON KUNMING'S URBANIZATION PROCESS IN THE RECENT 20 - YEAR

ZHAO Qing-you, MING Qing-zhong

(Tourism and Geography Science Department, Yunnan Normal University, Kunming 650092, Yunnan, China)

Abstract: In recent years, the research on how the urbanization affects the climate changes to the global is one of the highlights. This paper is analyzing the temperature change of Kunming and other three experimental stations, according to their meteorological data during in 1987 to 2006. And it gives the temperature change tendency of the city and the suburb areas in the different year, the different season from the urbanization's influence. The research suggest that, the city's average temperature yearly is 15.7 °C, and for the suburb area is 14.9 °C. On the effects of urbanization in the last 20 years, temperature of Kunming was keeping the tendency to increase, in which the biggest is 0.399 °C/10 a in the winter. However, the hot island intensity in the summer is the smallest, the temperature increased range of highest *UHI* is 0.29 °C/10 a, the lowest *UHI* is 0.56 °C/10a. On this base, with the developmental data of Kunming city, we are using the entropy value law and the principal components analysis method has discussed the urban development to the influence of hot island intensity yearly. The conclusion indicates that the factors which can affect it are different in the different period. Take the year from 1987 to 1994 for example, the primary factor is the built-up district and the average GDP per person, but the years from 1995 to 2006 is average GDP per person and the urban population.

Key words: urbanization; heat island effect; temperature; Kunming

青藏高原未来气温变化趋势的 R/S 分析

罗隆诚, 王 俊*

(西北大学 城市与环境学院, 陕西 西安 710127)

摘要: 青藏高原气候变化是全球气候变化的重要组成部分。文章采用 R/S 分析法, 对青藏高原拉萨、托托河等 9 台站的气温平均值和极端值进行了计算分析。研究表明: 青藏高原气温的长期相关性特征总体表现为持续性, 表明青藏高原未来气温总体变化将与过去的变化趋势一致。年平均最高气温、年极端最低气温、年极端最高气温有着几乎一致的升高趋势, 其中年极端最低气温升高趋势的持续性相对较强。由青藏高原 9 台站年平均气温、年平均最低气温和年极端最低气温 3 项气候要素时间序列的升高趋势及其长期相关的持续性特征, 预示着青藏高原未来冷暖气候变化的趋势是持续变暖。

关键词: 气温; R/S 分析; Hurst 指数; 青藏高原

中图分类号: P46 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7852(2010)04-0093-07

作为世界“第三极”的青藏高原已成为继南极、北极之外, 又一个气候变化研究的热点区域。青藏高原的气候变化是全球气候变化的重要组成部分, 对全球气候波动可能会起到“触发”和“启动”作用。青藏高原的气候变化对东亚季风的演变, 对东亚和中国的气候变化也起着十分重要的作用^[1]。

近年来, 对青藏高原开展了一系列的气候变化研究。其中一方面是通过冰芯、树木年轮、湖泊沉积等代用资料恢复古气候, 恢复重建的古气候序列不仅能认识过去气候变化的特征, 而且对现代气候变化的认识以及对未来气候变化的预测都有着重要的科学意义。另一方面则开展了现代气候变化及变化趋势的研究, 这些研究着重于气候变化现状的分析和综合, 并由此得出相关的特点和一些规律性的结论。这两个方面的研究各有千秋, 各具特色^[2-8]。但是对青藏高原气候变化的研究中较少有研究者使用分形理论。分形理论阐释了自然界普遍存在某种程度的“自相似性”, 使我们有可能从使用部分气象台站资料这个局部来认识青藏高原总体的气候特征, 应用有限的气候资料来认识青藏高原未来气候的无限变化^[9]。文章运用 R/S 分析法, 对青藏高原 9 台

站 5 项气候要素进行了分形研究。由此综合出了青藏高原气温变化趋势, 并进一步研究了青藏高原未来总体气候变化趋势中的长期相关性特征。

1 资料与方法

1.1 气候资料

根据国家气象信息中心气象资料室(中国气象科学数据共享服务网, <http://cdc.cma.gov.cn/>)提供的资料^[10], 分别统计整理出青藏高原达日、都兰、格尔木、拉萨、玛多、曲麻莱、托托河、西宁、玉树等 9 台站的: (1) 气温平均值, 包括年平均气温、年平均最低气温及年平均最高气温; (2) 气温极端值, 包括年极端最低气温和年极端最高气温。应用这 5 项气候要素作为分析指标作 R/S 分析。

1.2 分析方法

R/S 分析法最早是由英国科学家赫斯特(H. E. Hurst)在研究尼罗河多年水文观测资料时提出的一种新的统计方法——变标度极差分析法(Rescaled Range Analysis, 简称 R/S 分析)^[11]。后来经 Mandelbrot 与 Wallis 在理论上对该方法进一步

收稿日期: 2010-03-10; 修订日期: 2010-07-01.

基金项目: 国家自然科学基金项目(30500077); 陕西省自然科学基金基础研究计划项目(2006D02).

作者简介: 罗隆诚(1984-), 男, 四川省仪陇人, 硕士研究生, 主要从事气候变化与生态环境研究.

* 通讯作者.

补充完善，把它发展成为研究时间序列的分形理论。近年来 R/S 分析法在环境变化、地理科学等领域开始广泛应用^[12]。

R/S 分析法的主要原理为：

考虑一个时间序列 $\{\xi(t)\}$ ， $t = 1, 2A$ ，对于任意正整数 $\tau \geq 1$ ，定义均值系列：

$$\langle \xi \rangle_\tau = \frac{1}{\tau} \sum_{t=1}^\tau \xi(t), \tau = 1, 2 \cdots,$$

(1)

累积离差为：

$$X(t, \tau) = \sum_{i=1}^\tau (\xi(t) - \langle \xi \rangle_\tau), 1 \leq t \leq \tau$$

(2)

极差为：

$$R(\tau) = \max_{1 \leq t \leq \tau} X(t, \tau) - \min_{1 \leq t \leq \tau} X(t, \tau), \tau = 1, 2 \cdots,$$

(3)

标准差为：

$$S(\tau) = \sqrt{\left[\frac{1}{\tau} \sum_{t=1}^\tau (\xi(t) - \langle \xi \rangle_\tau)^2 \right]}, \tau = 1, 2 \cdots,$$

(4)

现考虑比值 $R(\tau)/S(\tau) \triangleq R/S$ ，若存在如下关系：

$$R/S \propto \tau^H$$

(5)

则说明所分析的时间序列存在 Hurst 现象， H 称为 Hurst 指数。 H 值可根据计算出的 τ 值和 R/S 值，在双对数坐标系 $(\ln \tau, \ln R/S)$ 中用最小二乘法拟合式 (5) 得到。根据 H 值的大小，可以判断该时

间序列是完全随机的抑或是存在趋势性成分。趋势性成分是表现为持续性 (Persistence)，还是反持续性 (Antipersistence)。

Hurst 等人曾证明，如果 $\{\xi(\tau)\}$ 是相互独立、方差有限的随机序列，则有 $H = 0.5$ 。对应于不同的 Hurst 指数 H ($0 < H < 1$)，存在以下几种情况：

(1) $H = 0.5$ ，如上所述，即各项气候要素完全独立，相互没有依赖，气候变化是随机的。

(2) $0.5 < H < 1$ ，表明时间序列具有长期相关的特征 (Long range correlation)，过程具有持续性。反映在气候要素上，则表明未来的气候总体变化将与过去的变化趋势一致。如过去整体增加的趋势预示将来的整体趋势还是增加，反之亦然。且 H 值越接近 1，持续性就越强。

(3) $0 < H < 0.5$ ，表明时间序列具有长期相关性。但将来的总体趋势与过去相反，即过去整体增加的趋势预示将来的整体上减少，反之亦然，这种现象就是反持续性。 H 值越接近 0，反持续性越强。

Hurst 指数能很好地揭示出时间序列中的趋势性成分，并且能由 Hurst 指数值的大小来判断趋势性成分的持续性或者反持续性强度的大小^[11,13-15]，由此根据大量观测实验和计算得出了 Hurst 指数分级表 (表 1)。

按照上述计算步骤对拉萨、托托河等 9 个台站的 5 项气候要素的年度选取 9 个台站各自不同的 τ 值，通过计算进行了 R/S 分析。并由此得到了青藏高原 9 个台站 5 项气候要素的 R/S 分析结果图 (图略) 和 Hurst 指数表 (表 2)，可以看出，青藏高原 9 个台站 5 项气候要素存在着明显的 Hurst 现象。

表 1 Hurst 指数分级表

Tab. 1 The classification of Hurst index

等级	Hurst 指数值域	持续性强度	等级	Hurst 指数值域	反持续性强度
1	$0.50 < H \leq 0.55$	很弱	1	$0.45 \leq H < 0.50$	很弱
2	$0.55 < H \leq 0.65$	较弱	2	$0.35 \leq H < 0.45$	较弱
3	$0.60 < H \leq 0.75$	较强	3	$0.25 \leq H < 0.35$	较强
4	$0.75 < H \leq 0.80$	强	4	$0.20 \leq H < 0.25$	强
5	$0.80 < H < 1.00$	很强	5	$0.00 < H < 0.20$	很强

表 2 青藏高原 9 个台站 5 项气候要素的 Hurst 指数

Tab. 2 Hurst Index of five climatic elements in Qinghai-Tibet Plateau

项目	台站								
	拉萨	西宁	玛多	都兰	格尔木	达日	曲麻莱	托托河	玉树
年平均气温	0.84	0.82	0.60	0.68	0.99	0.69	0.76	0.65	0.75
年平均最高气温	0.87	0.66	0.75	0.62	0.54	0.40	0.75	0.62	0.61
年平均最低气温	0.92	0.81	0.80	0.79	0.99	0.98	0.83	0.74	0.82
年极端最高气温	0.94	0.73	0.44	0.64	0.64	0.57	0.67	0.57	0.59
年极端最低气温	0.83	0.75	0.72	0.62	0.99	0.87	0.88	0.70	0.70

2 结果分析

2.1 年平均气温

图 1 是青藏高原拉萨、托托河等 9 台站的年平均气温的 5 年滑动平均值随时间变化曲线图，从图中可以看出：

(1) 9 台站的年平均气温有着十分一致的明显升高趋势。R/S 分析结果表明：年平均气温序列长期相关特征表现为持续性，即未来变化与过去变化

趋势一致，过去总体升温的趋势预示未来年平均气温总体趋势仍将继续上升。

(2) 9 台站的年平均气温升高趋势的持续性强度不尽相同。其中，拉萨、曲麻莱、西宁、玉树、格尔木这 5 台站的 H 值超过 0.75，最高为 0.99，均达到 4 ~ 5 级。表现出了持续性强度相对非常强的势头。另有两个台站（达日、都兰）的 Hurst 指数值也在 3 级，表现出了较强的持续性强度。只有余下的两个台站的持续性强度相对较弱。

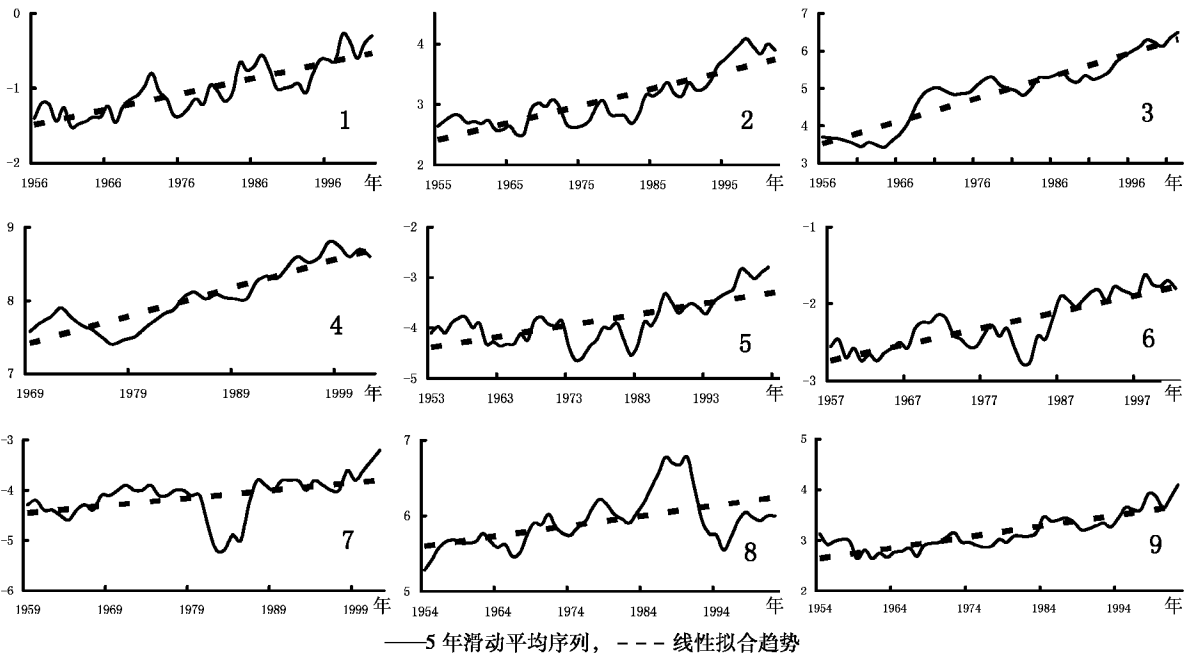


图 1 青藏高原年平均气温年际变化曲线

Fig. 1 Interannual variation of the annual average temperature in Qinghai - Tibet Plateau

(1: 达日, 2: 都兰, 3: 格尔木, 4: 拉萨, 5: 玛多, 6: 曲麻莱, 7: 托托河, 8: 西宁, 9: 玉树)

(1: Dari, 2: Tulane, 3: Golmud, 4: Lhasa, 5: Maduo, 6: Qumarlai, 7: Tuotuo River, 8: Xining, 9: Yushu)

2.2 平均最高气温

从 9 台站年平均最高气温随时间变化曲线图（图 2）可以看出：

(1) 9 台站年平均最高气温仍然有着明显的一致升高趋势。R/S 分析结果表明，除达日外，其余 8 台站年平均最高气温序列的长期相关特征都表现为持续性。

(2) 8 台站中，年平均最高气温序列的 Hurst 指数值为 5 级的有拉萨，3 级的有西宁、玛多、曲麻莱，2 级的有玉树、托托河和都兰，1 级的有格尔木。年平均最高气温升高趋势的持续性强度相对较弱。

(3) 达日站的 Hurst 指数为 0.40，表现出了较

弱的反持续性，即达日站年平均最高气温未来的变化趋势不是总体持续升高而是降低的。

2.3 平均最低气温

从 9 台站年平均最低气温随时间变化趋势图（图 3）可以看到：

(1) 9 台站的年平均最低气温同样有着一致明显的升高趋势。R/S 分析结果表明年平均最低气温序列的长期相关特征表现为持续性，过去总体升温趋势预示着未来仍将继续升温。

(2) 9 台站的年平均最低气温升高趋势的特点有着不同的强度。除都兰和托托河外，其余 7 个台站的 Hurst 指数值超过 0.80，为 5 级。表现出了比年平均气温变化趋势更强的持续性。

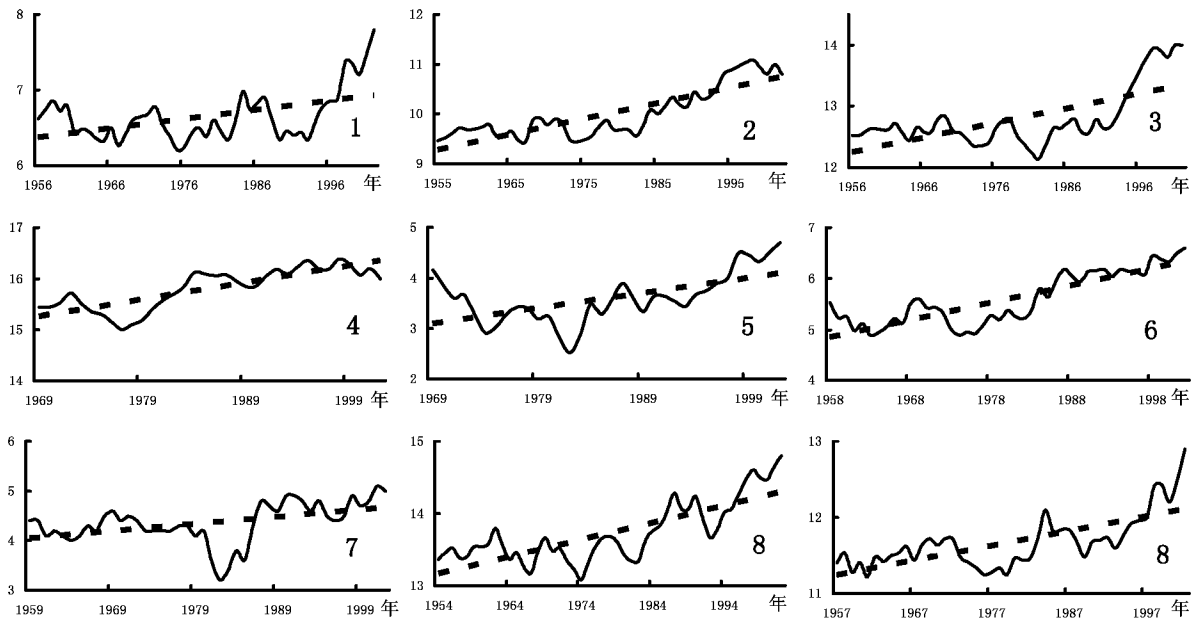


图 2 青藏高原年平均最高气温年际变化曲线

Fig. 2 Interannual variation of the annual average maximum temperature in Qinghai-Tibet Plateau

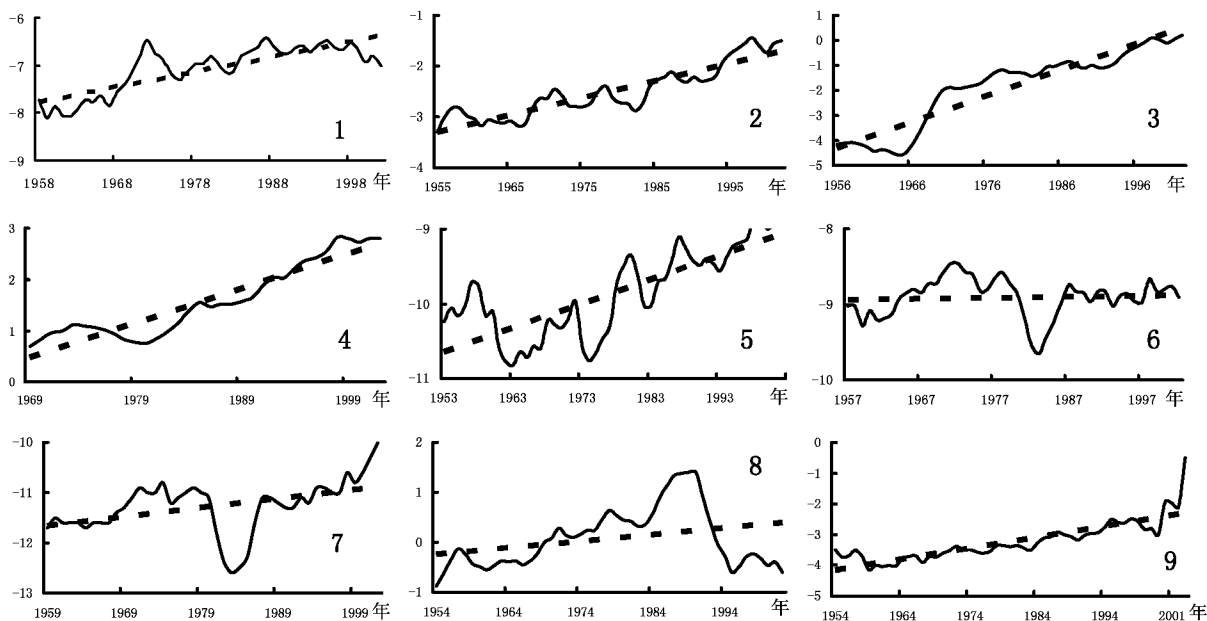


图 3 青藏高原年平均最低气温年际变化曲线

Fig. 3 Interannual variation of the annual average minimum temperature in Qinghai-Tibet Plateau

2.4 年极端最高气温

由图 4 可以看出：

(1) 9 台站的年极端最高气温有着一致的明显升高趋势。R/S 分析结果表明，除玛多站外其余 8 台站的年极端最高气温系列的长期相关特征为持续性。未来变化与过去变化趋势一致，过去总体升温趋势预示未来仍将升温。

(2) 8 台站年极端气温升温趋势的持续性强度总的看来不太强。除拉萨的 Hurst 指数为 5 级外。其余 7 台站的 Hurst 指数介于 2 ~ 3 级，主要分布在 2 级。

(3) 玛多的 Hurst 指数 < 0.5，表现出了较弱 (2 级) 的反持续性，即玛多年极端最高气温未来变化趋势不是总体升高而是降低。

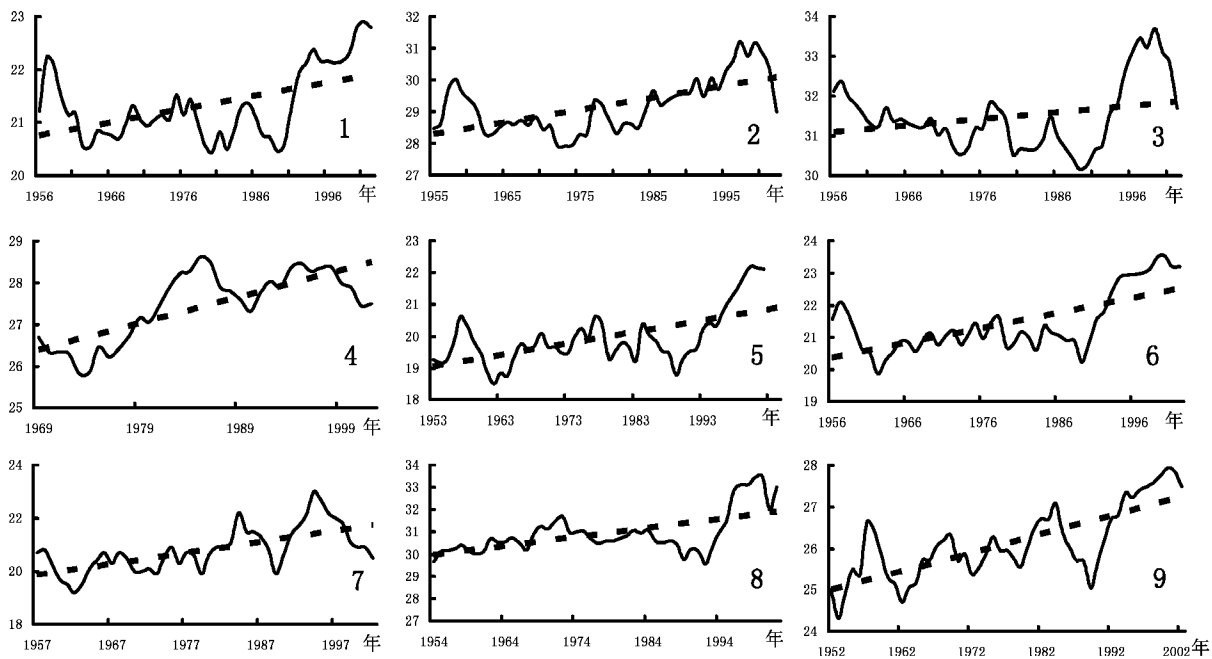


图 4 青藏高原年极端最高气温年际变化曲线

Fig. 4 Interannual variation of the annual extreme maximum temperature in Qinghai-Tibet Plateau

2.5 年极端最低气温

由图 5 可以看出：

(1) 除了托托河其余 8 台站的年极端最低气温都有明显升高趋势。R/S 分析结果表明，年极端最低气温序列的长期相关特征表现为持续性。

(2) 达日、拉萨、曲麻莱、格尔木 4 台站的

Hurst 指数达到 5 级。玉树、西宁、玛多 3 台站达到 3~4 级。只有都兰的 Hurst 指数为 2 级。8 台站年极端最低气温的升温趋势，表现出了相对强的持续性。

(3) 托托河极端最低气温出现下降趋势。并且这种下降趋势有较强的持续性，强度为 3 级。

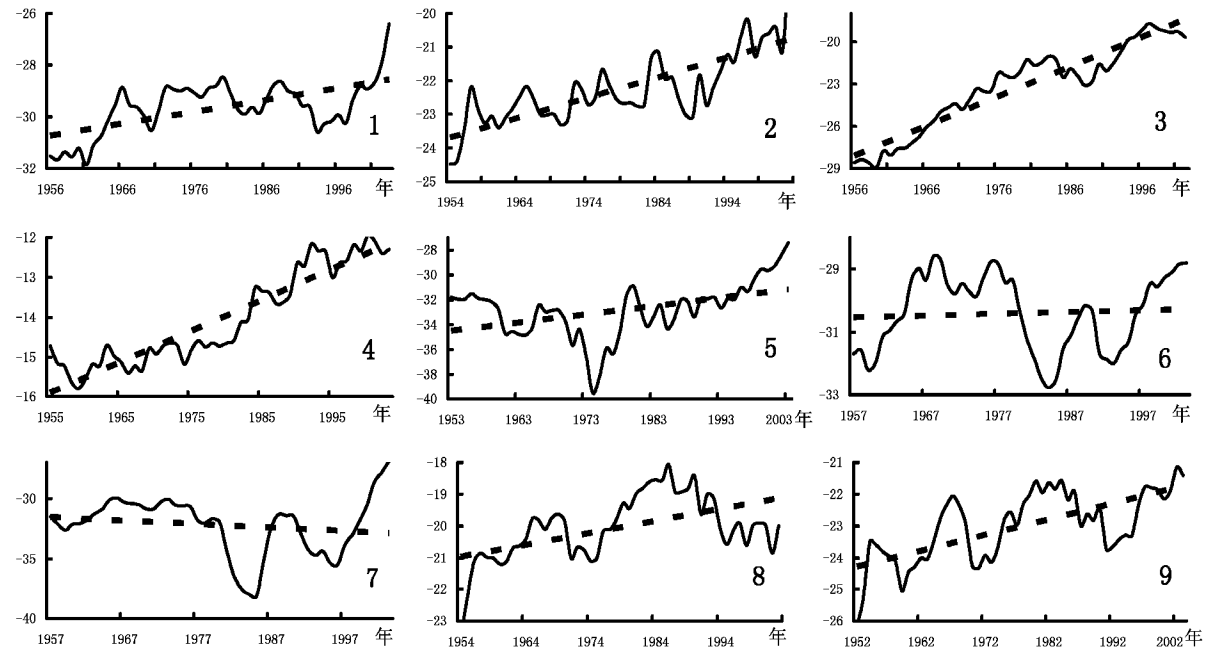


图 5 青藏高原年极端最低气温年际变化曲线

Fig. 5 Interannual variation of the annual extreme minimum temperature in Qinghai-Tibet Plateau

3 结论与讨论

(1) 对青藏高原9台站包5项气候要素进行R/S分析。结果表明,5项气候要素的变化趋势存在着十分明显的赫斯特现象。其中Hurst指数都介于0.5~1.0,这充分证明了气温时间序列的长期相关性特征表现为持续性。即青藏高原总体气温变化趋势存在着持续性。同时也应看到Hurst指数小于0.5出现了3次。虽然很少有3次,但在气候变化趋势中是不容忽视的。这表明青藏高原气温变化趋势中也还存在着反持续性的成分。不论是持续性还是反持续性。都反映了青藏高原的气温变化中明显存在的赫斯特现象。

(2) 青藏高原9台站年平均气温和年平均最低气温有着完全一致的明显升高趋势。而且这种升高

趋势的长期相关性特征全都表现为持续性。持续性强度各不相同。但若以4级为界,那么年平均气温和年平均最低气温两个序列总共就有10个台站/次的持续性强度位于4~5级。若以3级为界,这两个序列总共就有14个台站/次位于3~5级。这充分说明从总体来看,青藏高原年平均气温和年平均最低气温未来升温趋势的持续性强度有着十分强劲的气势。

(3) 青藏高原9台站的年平均最高气温、年极端最低气温和年极端最高气温有着几乎一致的升高趋势。但其趋势性和升高趋势的持续性表现出了多样性特征。年平均最高气温和年极端最高气温,升高趋势的持续性相对较弱,它们还各有一个台站,即达日和玛多的升温趋势已出现了反持续性。而年极端最低气温的升高趋势相对较强。

参考文献:

- [1] 李潮流,康世昌.青藏高原不同时段气候变化的研究综述[J].地理学报,2006,61(3):327-335.
- [2] 江灏,程国栋,王可丽.青藏高原地表温度的比较分析[J].地球物理学报,2006,49(2):391-397.
- [3] 吴绍洪,尹云鹤,郑度,等.青藏高原近30年气候变化趋势[J].地理学报,2005,60(1):3-11.
- [4] 徐宗学,孟翠玲,巩同梁,等.西藏自治区气温变化趋势分析[J].自然资源学报,2009,24(1):162-170.
- [5] 张宇,杨德保,王式功,等.1975-2008年青藏高原冬季气温变化[J].兰州大学学报:自然科学版,2010,46(1):72-76.
- [6] YAO Tan-dong, GUO Xue-jun, Lonnie Thompson, et al. $\delta^{18}\text{O}$ Record and Temperature Change Over the Past 100 Years in Ice Cores on the Tibetan Plateau [J]. Science in China Series D (Earth Sciences), 2006, 36(1): 1-8.
- [7] WANG Ning-lian, YAO Tan-dong, PU Jian-chen, et al. The Temperature Change in Malan Ice Core, Tibetan Plateau during the Last 100 Years [J]. Chinese Science Bulletin, 2003, 48(11): 1219-1223.
- [8] 王宁练.青藏高原南部和北部暖季气温年代际变化差异的界线位置[J].第四纪研究,2006,26(2):165-172.
- [9] 孙博文.分形算法与程序设计[M].北京:科学出版社,2005:1.
- [10] 国家气象信息中心气象资料室.中国地面气候资料国际交换站月值/年值数据[DB/OL].http://cdc.cma.gov.cn/,2009.
- [11] 孙霞,吴自勤,黄昀.分形原理及其应用[M].合肥:中国科学技术大学出版社,2003.
- [12] 秦耀辰,刘凯.分形理论在地理学中的应用研究进展[J].地理科学进展,2003,22(4):426-436.
- [13] 冯新灵,罗隆诚,邱丽丽,等.青藏高原至中国东部雨日变化趋势的分形研究[J].地理研究,2007,26(4):835-843.
- [14] 徐建华.现代地理学中的数学方法[M].北京:高等教育出版社,2002.
- [15] Ashutosh CHAMOLI, Abhey RAM BANSAL, V P Dimri. Wavelet and Rescaled Range Approach for the Hurst Coefficient for Short and Long Time Series [J]. Computers & Geosciences, 2007, 33: 83-93.

R/S ANALYSIS ON THE TREND OF CLIMATE CHANGE
IN THE QINGHAI-TIBET PLATEAU IN FUTURE

LUO Long-cheng, WANG Jun

(School of Urbanology and Environmental Science, Northwest University; Xi'an 710127, Shanxi, China)

Abstract: Based on R/S analysis, the average temperature including the average temperature, average minimum and maximum temperature, the extremely temperature including the extremely minimum and maximum temperature from 1951 ~ 2002 in the meteorological stations of Dari, Tulane, Golmud, Lhasa, Maduo, Qumarlai, Tuotuo River, Xining and Yushu in the Qinghai-Tibet Plateau have been calculated. The results show that the Hurst index of all the targets were beyond 0.5 which especially indicates that the trends of rising, with the trends in the past more than 50 years and have relatively strong persistence. And it is worth an attention to the case that three targets are below 0.5 which indicates that climate changes in the Qinghai-Tibet Plateau also have anti-persistence. Generally speaking, climate changes in the Qinghai-Tibet Plateau have evident Hurst phenomena. The yearly average temperature has an evident identical rising trend with the yearly average minimum temperature in the nine stations of the Qinghai-Tibet Plateau and the phenomena have considerable persistence. The yearly extremely maximum and average temperature in the nine stations of the Qinghai-Tibet Plateau almost has identical rising trends each other. But the persistence of the trends are considerably various and the rising of the yearly extremely minimum temperatures has a relatively strong persistence. The phenomena that the yearly average temperatures, yearly average minimum temperatures and yearly extremely minimum temperatures in the Qinghai-Tibet plateau have rising trends and the trends have considerably persistence indicates that the air temperatures in the Qinghai-Tibet Plateau will persistently become warmer in future.

Key words: temperatures; rescaled range analysis; the Hurst index; the Qinghai-Tibet Plateau

可拓方法在台风灾害危险性评估中的应用

刘少军^{1,2}, 张京红², 何政伟¹

(1. 成都理工大学 信息工程学院, 四川 成都 610059; 2. 海南省气象科学研究所, 南海气象防灾减灾重点实验室, 海南 海口 570203)

摘要: 台风灾害是全球面临的严重自然灾害之一, 对处于台风多发区进行危险性评价具有重要意义。由于可拓方法具有从定性和定量两个角度解决矛盾问题的能力, 因此在台风灾害危险性评估中运用可拓方法的基本理论, 建立台风灾害危险性评价的物元模型。在海南岛历史台风灾害数据库的基础上, 构建台风灾害危险性评价的经典物元和节域物元, 应用建立的物元模型, 选取台风灾害中的综合灾度、风速和降水的危险性作为评价因子, 利用可拓模型计算不同单元格内的灾害等级, 得到海南岛台风灾害的危险性评估结果。

关键词: 可拓方法; 台风; 海南岛

中图分类号: P444 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7852(2010)04-0100-05

0 引言

台风是一种发生频率高、影响范围广、造成损失严重的自然灾害。为减少灾害造成的损失, 对处于台风多发区进行危险性分析具有重要意义。危险的定性表达即危险性, 危险的定量表达即危险度。危险度即危险程度的简称, 是指有遭到损害的可能性大小^[1], Varnes D J 认为危险性是在特定时间和区域内某种潜在灾害发生的可能性^[2]。根据灾害危险性评价过程中所采用的不同手段, 灾害危险性的评价方法有: 统计分析法、模糊评判法、层次分析法、主成分分析法、神经网络法、信息量法和 GIS 计算机技术分析等^[3]。由于台风灾害的形成受多种因素的影响, 危险性评价过程中往往会出现由于选用评价因子不同, 同一评价单元被划分成不同的危险性等级, 其评价结果与实际情况往往有较大差别。灾害评估的构成要素是建立灾害损失评估指标体系的基础, 而灾害造成的损失是多方面的, 可以从不同的角度、不同的标准去衡量。目前, 对台风

灾害危险性评价无统一标准, 该研究试图在可拓理论的基础上, 建立相关的模型, 对台风灾害危险性进行评估。

1 台风危险性灾害评估的可拓模型

可拓方法是中国学者蔡文于 1983 年提出的, 它用形式化工具, 从定性和定量两个角度去研究解决矛盾问题的规律和方法, 其核心内容为物元理论和可拓集合理论, 基本方法是通过建立多指标参数的质量评定模型来完整地反映样本的综合水平^[4,5]。可拓模型评估的基本思路是: 首先根据历史灾害数据集确定各评估因子特征的经典域和节域; 确定各特征的关联函数; 然后将待评估的数据带入各数据类中, 计算关于各特征的关联度, 根据特征的权重系数计算综合关联度; 最后与各类别集合的关联度大小进行比较, 关联度越大, 与某类别的符合程度就越高^[6]。台风灾害危险性评估是在综合灾度、风速和降水的危险性等 3 个因子的条件下, 利用可拓方法计算不同单元格内, 评价台风灾害可能造成的灾害等级。

2.1 经典域和节域的确定^[7,8]

定义：

$$R_{oj} = (M_{oj}, C_j, V_{oj}) = \begin{bmatrix} M_{oj} & c_1 & \langle a_{oj1}, b_{oj1} \rangle \\ & c_2 & \langle a_{oj2}, b_{oj2} \rangle \\ & \vdots & \vdots \\ & c_n & \langle a_{ojn}, b_{ojn} \rangle \end{bmatrix} \quad (1)$$

式中： M_{oj} 为所划分的第 j 个灾害等级， C_i 为台风灾害等级 M_{oj} 的第 i 个评价因子， V_{oj} 为 M_{oj} 关于 C_i 所规定的量值范围，即台风灾害评价等级中对应的评价因子所取的数据范围——经典域。

设：

$$R_m = (M, C, V_m) = \begin{bmatrix} M & c_1 & V_{m1} \\ & c_2 & V_{m2} \\ & \vdots & \vdots \\ & C_n & V_{mn} \end{bmatrix}$$
$$= \begin{bmatrix} M & c_1 & \langle a_{m1}, b_{m1} \rangle \\ & c_2 & \langle a_{m2}, b_{m2} \rangle \\ & \vdots & \vdots \\ & c_n & \langle a_{mn}, b_{mn} \rangle \end{bmatrix} \quad (2)$$

式中： M 为台风灾害评价等级的全体； V_{mi} 为关于 c_i 所取的量值范围，即 M 的节域。

2.2 待评价物元

对待评估的对象，把所测得的数据或分析结果用物元表示为：

$$R = \begin{bmatrix} m & c_1 & v_1 \\ & c_2 & v_2 \\ & \vdots & \vdots \\ & C_n & v_n \end{bmatrix} \quad (3)$$

式中： m 为具体某一地点的灾害评估； v_i 为 m 关于评价因子 c_i 的量值，即待评点收集的具体数据。

2.3 确定关联函数

关联度是事物之间、因素之间关联性的量度。关联函数表达了事物具有某种性质的程度，待评灾害等级与定义的危害等级的关联函数值 $K_j(v_j)$ 可按下式计算：

$$K_j(v_j) = \begin{cases} -\frac{\rho(v_i, V_{oji})}{|V_{oji}|} & v_i \in V_{oji} \\ \frac{\rho(v_i, V_{oji})}{\rho(V_i, V_{Mi}) - \rho(v_i, V_{oji})} & v_i \notin V_{oji} \end{cases} \quad (4)$$

其中：

$$\rho(v_i, V_{oji}) = \left| v_i - \frac{a_{oji} + b_{oji}}{2} \right| - \frac{b_{oji} - a_{oji}}{2}$$
$$\rho(v_i, V_{Mi}) = \left| v_i - \frac{a_{Mi} + b_{Mi}}{2} \right| - \frac{b_{Mi} - a_{Mi}}{2}$$

2.4 确定其评价等级

根据公式(4)，可分别计算出状态评估的对象 m 中各因素与标准物元模型中等级 j 的关联度为：

$$k_j(m) = \sum_{i=1}^n w_i K_j(v_i) \quad (5)$$

式中： w_i 为各评价因子的权重，其确定方法采用层次分析法。若 $K_{j_0}(m) = \max_{j_0 \in \{1,2,\dots,m\}} K_j(m)$ ，则判定状态下 m 属于危险性等级 j_0 。

3 实例的应用

海南素有“台风走廊”之称，影响海南的热带气旋多年年平均约 7 个，最多的年份达 14 个，热带气旋影响高峰月最多时达 5 个^[9]，为减少灾害造成的损失，对处于台风多发区的海南岛进行详细的危险性分析愈加显得重要。主要考虑台风灾害中有其独特的致灾因子和承灾体特征，选取台风灾害中的综合灾度、风速和降水的危险性作为评价因子，运用可拓学方法进行台风灾害危险性综合评估。

3.1 评价因子的确定

(1) 综合灾度：为了能简便地反映台风区域分布的差异性，本文利用灾损率来对台风对海南岛的损害进行评估，以 1953 ~ 2005 年登陆海南岛的台风数据为基础，台风灾害的统计数据以县为单位评估其综合灾度，具体的计算方法如下：

$$\text{综合灾度} = (A + B + C + D + E) / 5$$

式中： A 为各地区平均受灾面积/全省平均总受灾面积； B 为各县平均倒塌房屋数/全省平均总倒塌房屋数； C 为各县平均死亡人数/全省平均总死亡人口； D 为各县平均受灾人口/全省平均总受灾人口； E 为各县平均直接经济损失/全省平均总直接经济损失。

(2) 降水的危险性：为了使指标具有可比性，以 1970 ~ 2005 年登陆海南岛的台风数据为基础，将每一市县年平均次数（台风过程中发生的暴雨次数）

与海南岛年平均次数（台风过程中发生的暴雨次数）的比值作为降水的危险性指标，其模型如下：

$$Y_i = y_i / \bar{Y}$$

(6)

式中： Y_i 为 i 市县的降水危险性指数； y_i 为 i 市县台风过程中发生的暴雨年均次数； $\bar{Y}$ 为海南岛台风过程中发生的暴雨次数年均数。

（3）风速危险性：为了更好的描述台风过程中风的危险性，本文采用台风过程中发生十级的次数来评价不同区域风的危险程度。台风过程中发生次数的数据采用了 1953 ~ 2005 年的数据，通过统计分析，海南岛台风过程中发生的十级次数。为了使指标具有可比性，将每一市县年平均次数与海南岛年平均次数的比值作为十级大风灾害的危险性指标，

其模型如下：

$$H_i = h_i / \bar{H}$$

(7)

式中： H_i 为 i 市县台风过程中十级大风灾害的危险性指数； h_i 为 i 市县台风过程中年均十级大风次数； $\bar{H}$ 为海南岛台风过程中年均十级大风次数。

根据上述评价指标的统计分析数据按照不同的度量分别对它们进行了五级量化分级，即找出各评价指标最优和最差的两个极限值，划定指标的级差范围，再根据确定的指标分级值在两个极限值之间按取差原则以阈限递增或递减规律取值，分别划分出 5 个级别；其次，使用经典的极差法对指标进行标准化处理，消除量纲差别，得到值域。综合灾度、风速和降水的危险性的评价因子等级划分见表 1。

表 1 台风灾害性评价因子等级
Tab. 1 Class of danger assessment index of typhoon disaster in Hainan Island

项目	评价因子等级				
	轻 (1)	低 (2)	中 (3)	较高 (4)	高 (5)
综合灾度	<0.02	0.02 ~ 0.05	0.05 ~ 0.08	0.08 ~ 0.11	>0.11
降水危险性	<0.9	0.9 ~ 0.95	0.95 ~ 1.05	1.05 ~ 1.1	>1.1
风速危险性	<0.8	0.8 ~ 0.9	0.9 ~ 1.0	1.0 ~ 1.1	>1.1

3.2 经典域和节域的确定

将台风灾害危险性评价等级分别按数值 M_{o5} ， M_{o4} ， M_{o3} ， M_{o2} ， M_{o1} 代表高、较高、中度、低、轻危险界限，则由表 1 可以构造出危险性评价各等级的经典物元为：

$$R_{o1} = \begin{bmatrix} M_{o1} & c_1 & \langle 0, 0.02 \rangle \\ & c_2 & \langle 0, 0.9 \rangle \\ & c_3 & \langle 0, 0.8 \rangle \end{bmatrix}$$

$$R_{o2} = \begin{bmatrix} M_{o2} & c_1 & \langle 0.02, 0.05 \rangle \\ & c_2 & \langle 0.9, 0.95 \rangle \\ & c_3 & \langle 0.8, 0.9 \rangle \end{bmatrix}$$

$$R_{o3} = \begin{bmatrix} M_{o3} & c_1 & \langle 0.05, 0.08 \rangle \\ & c_2 & \langle 0.95, 1.05 \rangle \\ & c_3 & \langle 0.9, 1.0 \rangle \end{bmatrix}$$

$$R_{o4} = \begin{bmatrix} M_{o4} & c_1 & \langle 0.08, 0.11 \rangle \\ & c_2 & \langle 1.05, 1.1 \rangle \\ & c_3 & \langle 1.0, 1.1 \rangle \end{bmatrix}$$

$$R_{o5} = \begin{bmatrix} M_{o5} & c_1 & \langle 0.11, 0.13 \rangle \\ & c_2 & \langle 1.1, 1.2 \rangle \\ & c_3 & \langle 1.1, 1.2 \rangle \end{bmatrix}$$

节域物元为：

$$R_m = \begin{bmatrix} M & c_1 & \langle 0, 0.13 \rangle \\ & c_2 & \langle 0, 1.2 \rangle \\ & c_3 & \langle 0, 1.2 \rangle \end{bmatrix}$$

3.3 危险评价指数权重的建立

确定指标权重集 W ：在广泛征求台风灾害研究不同领域的专家和学者意见的基础上，利用层次分析法（AHP）对多年平均台风灾害中的综合灾度、降水和风速的危险性的权重值进行了计算，并用于台风灾害危险性评价，其权重集为： $W = \{w_1, w_2, w_3\} = \{0.2702, 0.3528, 0.3771\}$ 。通过判断矩阵检验台风灾害危险性的权重值的适用程度，通过计算一致性比例 $CR = CI/RI = 0.00043 < 0.1000$ ，评判矩阵具有满意一致性。

3.4 评价结果分析

根据 1970 ~ 2005 年统计历史灾情数据，结合下垫面的地形地貌情况，对海南岛台风灾害空间分布和影响程度进行分析，应用 GIS 分析工具将综合灾度、风速和降水危险程度数据编制的数字图进行归一化和数值化处理，均按 5 级划分为 1 km × 1 km 单元格，作为待评价物元，按照建立的可拓模型，进行危险等级的划分，得出相应的灾害评估图（图 1），

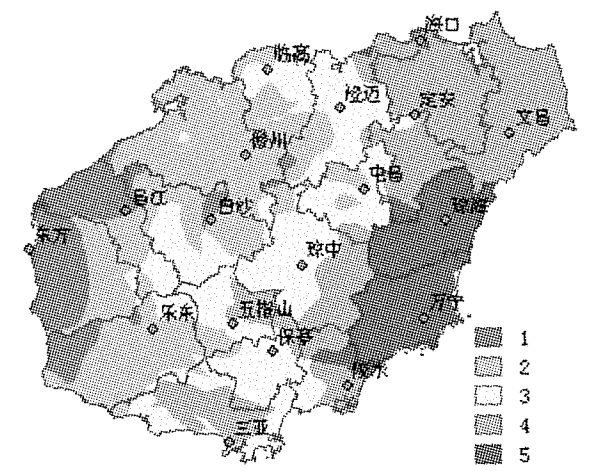


图 1 海南岛台风灾害危险性评价图

Fig. 1 Danger assessment of typhoon disaster in Hainan Island

分别按数值 5，4，3，2，1 代表高、较高、中度、低、轻危险界限值赋给每个评价单元。从图中可以看出，危险等级最高出现在海南岛的东部沿海地区，最低出现在西部沿海地区。

4 结论与讨论

在海南岛台风灾害历史数据的基础上，选取台风灾害中的综合灾度、风速和降水的危险性作为评价因子，采用可拓方法建立的评估模型，通过计算综合关联度来判断灾害危险性的等级。可拓方法建立的台风灾害模型能全面地分析危险性等级属于评价等级集合的程度^[10]，较好地解决了危险性评价中定性定量因素综合评价的问题，其评价方法为台风灾害危险性分区评价提供了一种新的思路。

存在问题：（1）虽然选用的指标能从一定程度上反映出台风灾害过程中海南岛危险程度的差异，但关于指标的选择和权重确立有待进一步的探讨；（2）台风灾害性评价因子等级建立的数据仅选用了 1953 ~ 2005 年中登陆海南岛的台风数据，对其他影响海南岛的热带气旋并未考虑在其中，难免造成一定的误差。

参考文献：

[1] 刘希林, 唐川. 泥石流危险性评价 [M]. 北京: 科学出版社, 1995.

[2] VARNES D J. Landslide Hazard Zonation: a Review of Principles and Practice [M]. Paris: UNESCO, 1984: 63.

[3] 莫健. 地质灾害危险性评价研究综述 [J]. 西部探矿工程, 2005, 114 (10): 220 - 223.

[4] 肖利辉, 周世华, 罗权. 可拓学理论在部队信息化水平综合评估中的应用 [J]. 兵工自动化, 2009, 28 (3): 45 - 49.

[5] 张京红, 韦方强, 邓波, 等. 区域泥石流短临预报及其应用——基于多普勒天气雷达技术的预报系统 [J]. 自然灾害学报, 2008, 17 (2): 71 - 77.

[6] 李琴, 王国会, 陈清华. 可拓分类方法及其在流动单元分类中的应用 [J]. 地球物理学进展, 2007, 22 (6): 1975 - 1979.

[7] 匡乐红, 徐林荣, 刘宝琛. 基于可拓方法的泥石流危险性评价 [J]. 中国铁道科学, 2006, 27 (5): 1 - 6.

[8] 蔡文. 物元模型及其应用 [M]. 北京: 科学技术文献出版社, 1994.

[9] 陈小丽. 海南热带气旋年际变化与趋势预测 [J]. 热带气象学报, 2000, 16 (4): 360 - 365.

[10] 尚敏, 陈剑平, 王征亮, 等. 向家河大桥库岸地质灾害危险性分区的可拓学评价 [J]. 岩土力学, 2007, 28 (11): 2445 - 2450.

[11] 张京红. 基于多普勒天气雷达技术的区域短临泥石流预报系统——以四川省凉山州为例 [D]. 成都: 中国科学院成都山地灾害与环境研究所, 2006.

DANGER ASSESSMEN OF TYPHOON HAZARD BASED ON EXTENSION METHOD

LIU Shao-jun^{1,2}, ZHANG Jing-hong², HE Zheng-wei¹
(1. College of Information Engineering of Chengdou University of Technology,
Chengdou 610059, Sichuan, China;
2. Research Institute of Hainan Meteorological Bureau, Key Laboratory of Meteorological Disaster Preventing
and Reducing of SouthChinaSea, Haikou 570203, Hainan, China)

Abstract: Typhoon hazard was one of seriously natural disasters in the world, so it was important for us to assess danger of Typhoon Hazard in typhoon-prone areas. As the extension method had the ability to solve contradictory problem from the qualitative and quantitative, the basic theory of extension was applied to assess danger of typhoon hazard, and to establish matter element model. Element model of typhoon hazard assessment was set up by extension method to construct the classical and limited matter elements based on the historical database of typhoon disaster in the of Hainan Island. Disaster loss index, wind and rainfall index were chosen to assess of typhoon hazard in Hainan island based on element model to Calculate Hazard ratingin the gridsand to get the results of typhoon hazard assessment.

Key words: extenics method; Typhoon; Hainan Island

~~~~~  
(上接第 86 页)

THE ANALYZING OF URBAN HEAT ISLAND EFFECT  
OF CHUXIONG CITY IN 2008 WITH MEASURED DATA

LI Hong-bo<sup>1</sup>, HE Ping<sup>2</sup>, ZHANG Jie-bing<sup>2</sup>  
(1. Chuxiong Meteorological Observatory, Chuxiong 675000, China;  
2. Department of Geography, Chuxiong Normal College, Chuxiong 675000, China)

**Abstract:** This article uses the measured temperature data and meteorological observatories data of chuxiong city in 2008, analyzing the changes of urban heat island intensity in chuxiong city in 2008, comparing the urban heat island in chuxiong city with previous years, and finding the discipline of chuxiong city urban heat island on changes and hourly in 2008. At the same time, analyzing the gray relational grade among heat island intensity, surface wind speed and relative humidity. The result shows that the discipline of diurnal variation and monthly of chuxiong urban heat island in 2008 changes significantly, showing a marked heat island effect and seasonal periods, and wind speed and relative humidity impacting the urban heat island obviously.

**Key words:** Urban heat island effect; measured in 2008; Chuxiong City; correlation analysis

# 全球气候变化下新疆湿地变化特征的初步分析 ——以博斯腾湖为例

何 瑛

(新疆教育学院 职业教育分院, 新疆 乌鲁木齐 830043)

**摘要:** 在全球气候变暖的大背景下, 中国西北地区呈现出了由暖干向暖湿转型的变化特征, 且新疆是显著转型区, 温度上升, 降水量、冰川消融量和径流量连续多年增加, 湖泊水位显著上升。博斯腾湖水质的变化, 水位的变化以及湿地芦苇资源的变化都直接或间接的受全球或区域气候的影响。总体来说, 博斯腾湖环境变化受自然和人为两种因素制约。但这两种因素对水位变化的影响力在不同时期是有差异的。20世纪70年代以前人为活动对湖水位变化的影响力略大于自然因素对湖水位变化的影响力, 在80年代以后湖水位变化主要受自然因素影响。总体来说, 湖水位变化以自然因素影响为主, 但人为活动加剧了湖水位的变化。

**关键词:** 气候变化; 新疆; 湿地

**中图分类号:** X21      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1001-7852(2010)04-0105-05

## 1 全球变暖背景下新疆区域气候变化事实和趋势

在全球气候变暖的大背景下, 中国西北地区呈现出了由暖干向暖湿转型的变化特征, 且新疆是显著转型区, 温度上升, 降水量、冰川消融量和径流量连续多年增加, 湖泊水位显著上升等<sup>[1,2]</sup>。

**温度变化:** 1960~2008年新疆地区的年平均气温总体上明显升高, 48年的平均气温增加了约 $1.5^{\circ}\text{C}$ , 升温速率达到了 $0.33^{\circ}\text{C} \cdot (10\text{ a})^{-1}$ , 远高于全国平均的气温增长率 $0.22^{\circ}\text{C} \cdot (10\text{ a})^{-1}$ , 其最大值出现在2004年, 达 $9.4^{\circ}\text{C}$ , 而最小值出现在1984年, 只有 $7.4^{\circ}\text{C}$ 。升温主要从20世纪80年代中后期开始, 在此之前气温的变化幅度不大。从空间分布看, 年平均气温南北疆南疆差异较大, 南疆明显高于北疆, 气温的最低值出现在天山山区, 最高值位于吐鲁番地区<sup>[3]</sup>。

**降水变化:** 总体上新疆地区的降水量表现为明

显的上升趋势, 降水的增长率达到了 $8.5\text{ mm} \cdot (10\text{ a})^{-1}$ , 年降水量的最大值出现在1993年, 约为 $160.2\text{ mm}$ , 最小值出现在1975年, 只有 $80\text{ mm}$ , 相当于丰水年降水的一半。从1987年开始发生由低到高的转折性增长变化, 自20世纪80年代末以来, 除1989、1991、1995和1997年降水低于多年平均值外, 其他年份都高于多年平均值。发生转折前最大降水量是 $140\text{ mm}$ , 而在发生转折后有9年的降水量大于转折前的最大降水量, 分别为1987、1988、1992、1993、1996、1998、2002、2003和2005年<sup>[3]</sup>。

## 2 新疆典型湿地环境变化 (以博斯腾湖湿地为例)

### 2.1 典型区地理概况

博斯腾湖位于天山南麓焉耆盆地东南最低处的新疆巴音郭楞蒙古自治州博湖县境内。地理位置

41°56′~42°14′N, 86°40′~87°56′E, 是新疆最大的湖泊, 也曾是中国最大的内陆淡水湖。博斯腾湖地处欧亚大陆中部, 干旱少雨, 蒸发强烈, 属温带大陆性荒漠气候, 极端最高气温 38.8℃, 极端最低气温 -35.2℃, 多年平均降水量 77.12 mm, 集中在 6~7 月份。多年平均蒸发量 1983~2010 mm, 夏天干旱炎热, 冬季寒冷少雪。

2.2 博斯腾湖湿地的气候变化趋势

2.2.1 气温

博斯腾湖湿地逐年平均气温是依据气象站在焉耆站的历年气象测量所得各月数据的平

均, 博斯腾湖虽然位于博湖境内, 但在博湖县没有相应的气象站点, 而博斯腾湖离焉耆县只有 24 km, 因此采用焉耆站的气象资料, 从图 1 可以了解到, 博斯腾湖湿地逐年平均气温存在着周期性变化, 上世纪 60 年代至今气温变化呈明显的上升趋势。21 世纪气温以 2000~2008 年历年平均气温计算。

从表 1 可以看出: 春季 (3~5 月), 气温变化不太明显。夏季 (6~8 月) 气温呈弱的上升趋势。秋季 (9~11 月), 气温变化比夏季的上升趋势明显。冬季 (12、1、2 月), 气温变化最明显。

表 1 20 世纪 60 年代~21 世纪各季节平均气温  
Tab. 1 20 century 60's and 21 century seasonal temperatures

| 季节 | 20 世纪 60 年代 | 20 世纪 70 年代 | 20 世纪 80 年代 | 20 世纪 90 年代 | 21 世纪 | 21 世纪与 20 世纪 60 年代的差值 |
|----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|-----------------------|
| 春季 | 11.23       | 11.18       | 11.16       | 11.74       | 11.78 | 0.55                  |
| 夏季 | 22.03       | 22.16       | 22.45       | 22.37       | 22.39 | 0.36                  |
| 秋季 | 7.80        | 8.40        | 8.37        | 8.90        | 9.05  | 1.25                  |
| 冬季 | -9.36       | -9.47       | -8.25       | -6.93       | -6.88 | 2.48                  |

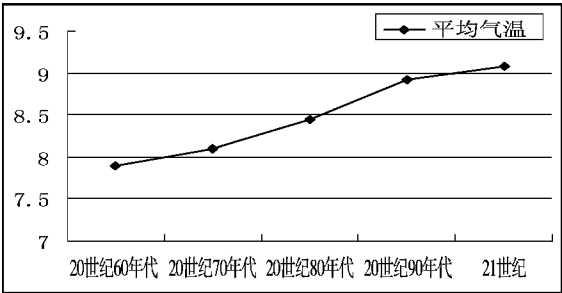


图 1 20 世纪 60 年代至 21 世纪各年代平均气温变化曲线图  
Fig. 1 20 century 60's to 21 century average temperature change curve

由于这种变暖因素的影响, 20 世纪 90 年代以来, 日平均气温稳定 $\geq 0^{\circ}\text{C}$  (草苇萌发) 的平均初日比 60 年代要早, 平均终日要晚, 初、终日间隔延长。稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$  (草苇植被形成) 的平均初日也要早, 平均终日也要晚, 初、终日间隔延长。

2.2.2 降水

博斯腾湖湿地平均年降水量 77.12 mm, 但变化率大, 最多的年份降水量达 142.1 mm (1992 年), 最少的年份只有 16.2 mm (1985 年)。

在博斯腾湖湿地年降雨量的曲线上 (见图 2), 降水量呈周期性变化, 1960~1966 年为一个多水期, 其间有 2 个多水年, 2 个少水年; 1967~1980 年为少水期, 有 8 个少水年, 没有多水年; 1981 年以后进入了一个新的多水周期。

春季降雨量占年雨量的 18.6%, 夏季降雨量占年雨量的 59.2%, 秋季降雨量占年雨量的 16.6%, 冬季降雨量占年雨量的 5.6%。

此外, 有研究指出: 1987 年起西北地区的气候由暖干向暖湿的转型, 并且新疆是一个明显的转型区。

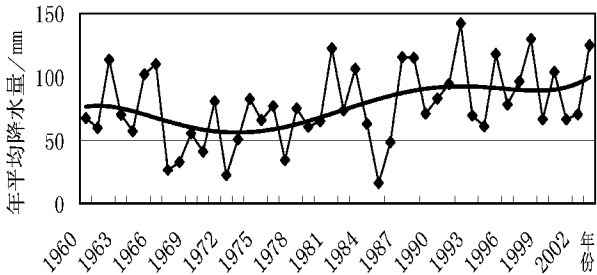


图 2 1960 年以来降水量变化曲线  
Fig. 2 1960~2009 curve of annual precipitation

2.3 博斯腾湖芦苇湿地面积及芦苇资源变化情况

在博斯腾湖芦苇湿地区, 作过 3 次比较详细的调查, 分别是 1965 年、1981 年、1992 年。1988 年也作过粗略的调查。另外还有一些零星资料, 但可靠性较差。从总体来看, 因资料缺乏, 芦苇湿地的研究较少。现在笔者利用的芦苇湿地面积资料是利用已有调查得到的资料, 插补一些年份资料, 然后再用比较理想的人工神经网络模型和预测, 重新进

行个别参数的率定和统计值的修正，据此得到一些年份的统计资料。从图 3 可以看出，博斯腾湖芦苇面积的变化。

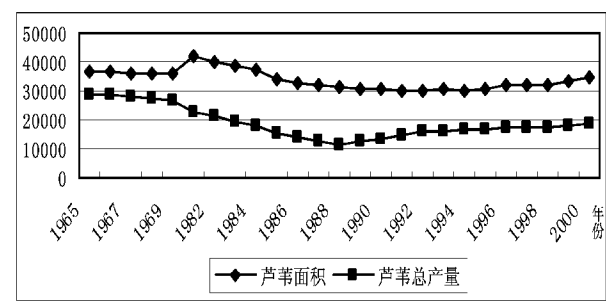


图 3 博斯腾湖芦苇面积和芦苇产量的变化曲线图  
(面积/ $10^4\text{ m}^2$ ，产量/ $10^4\text{ kg}$ )

Fig. 3 Reed Bosten Lake area and yield curves of reed  
(area/ $10^4\text{ m}^2$ ，yield/ $10^4\text{ kg}$ )

受自然和人为的影响，苇区环境发生了较大的变化，大湖区芦苇已基本绝迹，小湖区芦苇面积在缩小，质量在退化（茎粗变细，茎珠变矮）。与此相反，1983 年黄水沟疏通之前，芦苇面积大增，质量提高，该区一类芦苇面积曾占到全湖区面积的一半<sup>[4]</sup>。而产量占到 63.56%，黄水沟疏通以后，芦苇面积产量又呈下降趋势，面积及产量由  $107.76\text{ km}^2$  和  $10.9636\times 10^4\text{ t}$  下降到 1986 的  $43.1\text{ km}^2$  和  $3.086\times 10^4\text{ t}$ ，且一类芦苇基本消失<sup>[5]</sup>。

总体说来，自 1958 年以来，博斯腾湖湖周环境、湖水位与水质等发生了显著的变化。主要表现在以下两个方面：（1）小湖区总体萎缩。小湖区自 20 世纪 70～90 年代虽然有一个从大变小，然后又从小变大的过程，但总体上呈现缩小的趋势。90 年代小湖区面积的扩大与开都河来水量渐丰有关。小湖区湿地、沼泽景观持续退化。1965～1966 年调查，小湖区芦苇面积  $2.98\times 10^4\text{ hm}^2$ ，蕴藏量  $27\times 10^4\text{ t}$ ；1981 年小湖区芦苇面积减少为  $2.53\times 10^4\text{ hm}^2$ ，蕴藏量下降至  $20.7\times 10^4\text{ t}$ ；至 1993 年小湖区芦苇面积只有  $2.16\times 10^4\text{ hm}^2$ ，蕴藏量仅为  $15.0\times 10^4\text{ t}$ ，与 1965～1966 年相比，芦苇面积萎缩了 37.5%，蕴藏量减少了 44.5%，而且芦苇高度、生长量等品质指标也呈现下降之势。（2）大湖区北缘泻湖逐渐萎缩直至消失。需要指出的是这一现象是博斯腾湖滨变化的一个趋势，在湖的南缘也存在泻湖在减小甚至消失的情况。

2.4 博斯腾湖湿地的水质变化

20 世纪 50 年代以前，博斯腾湖水的矿化度一

直在  $0.55\text{ g/L}$  左右，水化学类型以重碳酸钙、重碳酸镁型为主，与开都河、黄水沟、曲惠沟、清水河等河流出口处的水质基本保持一致<sup>[6]</sup>。随着焉耆盆地的水土大开发，1975 年除开都河入湖区的矿化度为  $1.2\sim 1.3\text{ g/L}$  外，北部黄水沟入湖处矿化度已达  $1.8\sim 2.6\text{ g/L}$ ，湖区东部和东南部  $1.5\sim 1.7\text{ g/L}$ ，全湖水质的平均矿化度达到  $1.44\text{ g/L}$ 。湖水的化学类型也由重碳酸盐为主变为以硫酸盐为主<sup>[7]</sup>。博斯腾湖已变为微咸水湖。1982 年的扬水站运行和 1986 年以来的气候由暖干向暖湿转变，博斯腾湖水系入湖径流量增加，以及焉耆盆地农业结构调整，耕地面积稳定稍减，才使湖水矿化度回落。

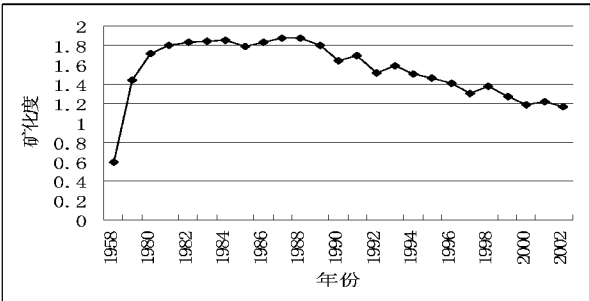


图 4 博斯腾湖矿化度的变化

Fig. 4 Bosten Lake salinity changes

2.5 博斯腾湖湿地的水位变化

博斯腾湖水位观测是博斯腾湖水资源与水环境及生态系统变化研究的一个重要基础资料，1959 年，巴音郭楞蒙古自治州水文局在大河口附近设立了博湖站，开始对博斯腾湖大湖水位进行观测。1986 年，巴音郭楞蒙古自治州水管处开始在博斯腾湖扬水站对大湖水位进行观测。在小湖观测系列较长的是 1991 年开始在小湖出口达吾堤闸的观测。

观测表明，近 50 年来，博斯腾湖水位经历了一个“V”字型过程（见图 5）。20 世纪 50 年代湖泊水位  $1\,048\text{ m}$  左右，1986 年比最高水位的 1956 年下降  $3.39\text{ m}$ ，为 50 年来的最低值（ $1\,044.81\text{ m}$ ），湖水面积缩小了近  $130\text{ km}^2$ ，湖水量减少了近  $30\times 10^8\text{ m}^3$ 。由于湖水面积的缩减，使  $10.7\times 10^4\text{ hm}^2$  的苇田衰退，芦苇比 60 年代减产 50%。另据巴州水文水资源勘测大队和水利局测算，1983～1988 年焉耆盆地平均每年进入博斯腾湖的农田排水量（即含盐量）高达近  $40\times 10^4\text{ t}$ 。湖泊水位下降，水质咸化，同时也使得湖泊沿岸地带鱼类的索饵场和产卵场受到破坏，水生动植物的生态系统与环境恶化，渔业生产明显减产<sup>[8,9]</sup>。

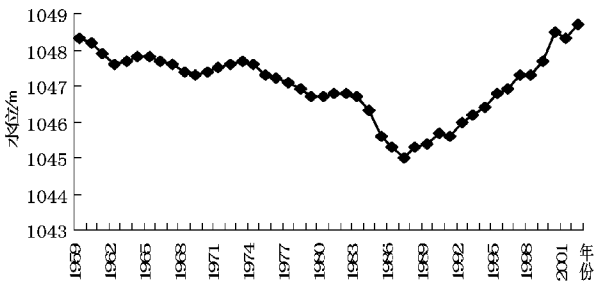


图 5 博斯腾湖 1959 年以来平均水位变化曲线  
Fig. 5 Bosten Lake since 1959, the average water level curve

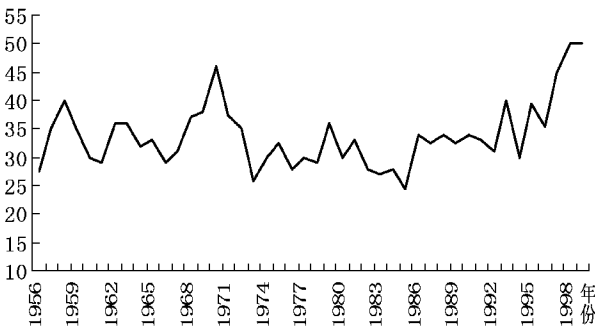


图 6 大山口水文站 1955 年以来年径流量变化曲线 (单位:  $10^8 \text{ m}^3$ )  
Fig. 6 Dashankou hydrological station since 1955, the annual runoff curve (unit:  $10^8 \text{ m}^3$ )

2. 6 博斯腾湖水位变化的原因分析

博斯腾湖水位的变化首先与流域内河川径流量的变化有直接关系。博斯腾湖流域面积约 27 000  $\text{km}^2$ , 有开都河、黄水沟、清水沟和曲惠沟等大小河流, 其中开都河以其 22 000  $\text{km}^2$  的流域面积占据各河川径流量之首, 开都河发源于天山中部的依连哈比尔尕山和艾尔宾山, 河源海拔 4 800 m, 分布有冰川 473.97  $\text{km}^2$ , 年冰川融水量约  $5.14 \times 10^8 \text{ m}^3$ , 汇纳数十条溪沟的降雨径流, 冰川融水约占年出山径流的比重达 15.2%。开都河流域集水区没有水源涵养林, 但有宽阔的大、小尤尔都斯盆地与河谷沼泽、以及巴音布鲁克山地草原, 主要依靠降雨径流和冰川融水径流补给<sup>[10]</sup>, 从图 2~6 分析可以看出, 自 1987 年以来山区的降水和上游产生的径流都有不同程度的增加, 河水出山口后, 在焉耆盆地通过冲积平原, 注入博斯腾湖, 河流全长 513 km, 多年平均径流量  $34.1 \times 10^8 \text{ m}^3$ , 夏季径流占 40%~50%, 春季径流约占 20%, 开都河径流占博斯腾湖入湖总径流量的 85% 左右, 是博斯腾湖最主要的补给水源。图 6 是开都河主要径流控制站大山口站 1956~2000 年平均流量变化过程图。与博斯

腾湖年径流量变化曲线对比, 它的径流过程可以粗略解释博斯腾湖水位的变化, 从图上很明显地看出, 开都河 1988 年以来径流与博斯腾湖水位均呈明显的增长之势<sup>[11]</sup>。分析径流增加的年内分配情况, 可以看出, 1~3 月平均径流量增加速率最快, 增长幅度最大。2000 年 1~3 月平均径流量是 1987 年的 1.77 倍。夏季径流变幅很大, 也有明显的增幅, 因为夏季径流在年径流分配中占绝对多数, 因此, 对博斯腾湖水位影响较大的仍然是 6~8 月的夏季径流。

从以上分析可以得出结论, 博斯腾湖近年来水位持续升高的主要原因是开都河夏季径流有较大增幅, 冬季径流量稳定并有很大增加, 年径流稳定增长。博斯腾湖流域农业用水及出流量稳定并有减少, 对博斯腾湖水位的升高有很大影响<sup>[11]</sup>。

如前所述, 博斯腾湖水位持续上升与干旱区和全球气候变化有关<sup>[3]</sup>。近年来新疆干旱区降水增加趋势明显。以上分析也说明, 博斯腾湖水位变化受自然和人为两种因素制约。但这两种因素对水位变化的影响力在不同时期是有差异的。20 世纪 70 年代人为活动对湖水位变化的影响力略大于自然因素对湖水位变化的影响力, 在 80 年代湖水位变化主要受自然因素影响。总体来说, 湖水位变化以自然因素影响为主, 但人为活动加剧了湖水位的变化<sup>[12]</sup>。

因此, 在排除其它人为干扰的情况下, 博斯腾湖水位变化直接受该区域内降水量和蒸发量的影响, 对处于干旱地区的湿地来说, 全球气候的变暖将使该区域蒸发量变大, 从而直接影响湿地的发育。自 20 世纪 60 年代至 2009 年, 从 80 年代后期起, 降水增加趋势明显, 特别是 80 年代后期降水特别显著。其次, 平均温度也呈现较明显的增加, 特别是 90 年代后期增加尤为明显。再次, 相对湿度自 20 世纪 60 年代至 2009 年也可看出较弱的增加趋势。这就是博斯腾湖区域气候变化的主要趋势特征。

3 结论

以上分析表明, 博斯腾湖水质的变化, 水位的变化以及湿地芦苇资源的变化都直接或间接的受全球或区域气候的影响。

(1) 水质的变化, 20 世纪 50 年代以前, 博斯腾湖水的矿化度一直在 0.55 g/L 左右, 80 年代以来, 全湖水质的平均矿化度达到 1.44 g/L, 博斯腾湖已变为微咸水湖。1982 年的扬水站运行和 1986

年以来的气候由暖干向暖湿转变, 博斯腾湖水系入湖径流量增加, 以及焉耆盆地农业结构调整, 耕地面积稳定稍减, 才使湖水矿化度回落。

(2) 水位的变化, 博斯腾湖水位变化受自然和人为两种因素制约。但这两种因素对水位变化的影响力在不同时期是有差异的。20 世纪 70 年代以前人为活动对湖水位变化的影响力略大于自然因素对湖水位变化的影响力, 在 80 年代以后湖水位变化

主要受自然因素影响。总体来说, 湖水位变化以自然因素影响为主, 但人为活动加剧了湖水位的变化。

(3) 湿地芦苇资源的变化, 受自然和人为的影响, 苇区环境发生了较大的变化, 大湖区芦苇已基本绝迹, 小湖区芦苇面积在缩小, 质量在退化(茎粗变细, 茎珠变矮)。

## 参考文献:

- [1] 陈发虎, 黄小忠, 张家武, 等. 新疆博斯腾湖记录的亚洲内陆干旱区小冰期湿润气候研究 [J]. 中国科学 D 辑: 地球科学, 2007, 37 (1): 11–85.
- [2] 陈喜, 吴敬禄, 王玲. 人工神经网络模型预测气候变化对博斯腾湖流域径流影响 [J]. 湖泊科学, 2005, 17 (3): 207–212.
- [3] 刘波, 冯锦明, 马柱国, 等. 1960–2005 年新疆气候变化的基本特征 [J]. 气候与环境研究, 2009, 14 (4): 414–426.
- [4] 李卫红, 陈跃滨, 徐海量, 等. 博斯腾湖的水资源保护与可持续利用对策 [J]. 地理研究, 2003, 22 (2): 185–191.
- [5] 杨光华, 包安明, 陈曦, 等. 新疆博斯腾湖湿地生态质量的定量评价 [J]. 干旱区资源与环境, 2009 (2): 119–123.
- [6] 谭莞, 王亚俊, 宁建忠. 新疆博斯腾湖水生态环境变化分析 [J]. 干旱区研究, 2004, 21 (1): 7–12.
- [7] 高华中, 朱诚, 李宗尧. 开都河灌区灌溉引水对博斯腾湖面积影响的定量分析 [J]. 自然资源学报, 2005, 20 (4): 502–507.
- [8] 高华中, 姚亦锋. 近 50 年来人类活动对博斯腾湖水位影响的量化研究 [J]. 地理科学, 2005, 25 (3): 305–309.
- [9] 谭莞, 李宇安, 姜逢清, 等. 1987 年后博斯腾湖水位的还原分析 [J]. 干旱区地理, 2004, 27 (3): 315–319.
- [10] 兰文辉, 阿比提, 安海燕. 新疆博斯腾湖流域水资源保护与治理 [J]. 湖泊科学, 2003, 15 (2): 147–152.
- [11] 王润, 孙占东, 高前兆. 2002 年前后博斯腾湖水位变化及其对中亚气候变化的响应 [J]. 冰川冻土, 2006, 28 (3): 324–329.
- [12] 万洪秀, 孙占东, 王润. 博斯腾湖湿地生态脆弱性评价研究 [J]. 干旱区地理, 2006, 29 (2): 248–254.
- [13] 王亚俊, 李宇安, 谭莞. 新疆博斯腾湖生态环境变迁分析 [J]. 干旱区资源与环境, 2004, 18 (2): 61–64.

# UNDER GLOBAL CLIMATE CHANGE IN XINJIANG WETLAND CHANGES PRELIMINARY ANALYSIS ——A CASE STUDY BOSTEN LAKE

HE Ying

(School of Vocational Education, Xinjiang Education Institute, Urumqi 830043, Xinjiang, China)

**Abstract:** In the background of global climate warming, China's northwest region showing the changes of the transition from warm dry to warm wet, and Xinjiang is a significant transformation of the wet zone, the temperature rise, precipitation, glacier melt and runoff increase for many years, lake water level increased significantly. Bosten Lake water quality changes, water level changes and reed resources changes are directly or indirectly affected by global or regional climate. Overall, the Bosten Lake by natural and man-made climate change are two of factors. But neither of these factors on the impact of water level in different periods is different. 70s before the change of human activities on the lake slightly larger than the influence of natural factors on the impact of changes in water level. 80s after the change is mainly affected by natural factors. Overall, the water level change is the main natural factors, but exacerbated by human activities.

**Key words:** climate change; Xinjiang; wetlands