

坚 守 信 仰



杨善洲塑像



事迹陈列馆



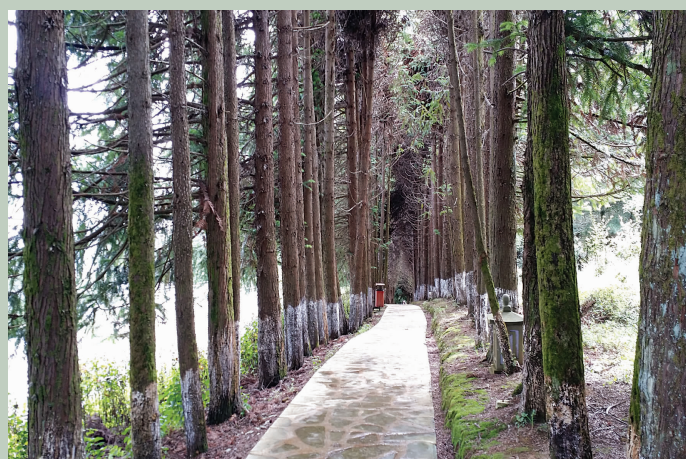
善洲宿舍



林场大门



善洲水井



善洲小道

云南地理环境研究

第二十七卷 第二期

二〇一五年四月

中国期刊网

中国学术期刊(光盘版)

万方数据——数字化期刊群

中国学术期刊综合评价数据库

中国核心期刊(遴选)数据库

中国科技期刊数据库

中国台湾思博网(CEPS)

全文收录期刊

ISSN 1001-7852

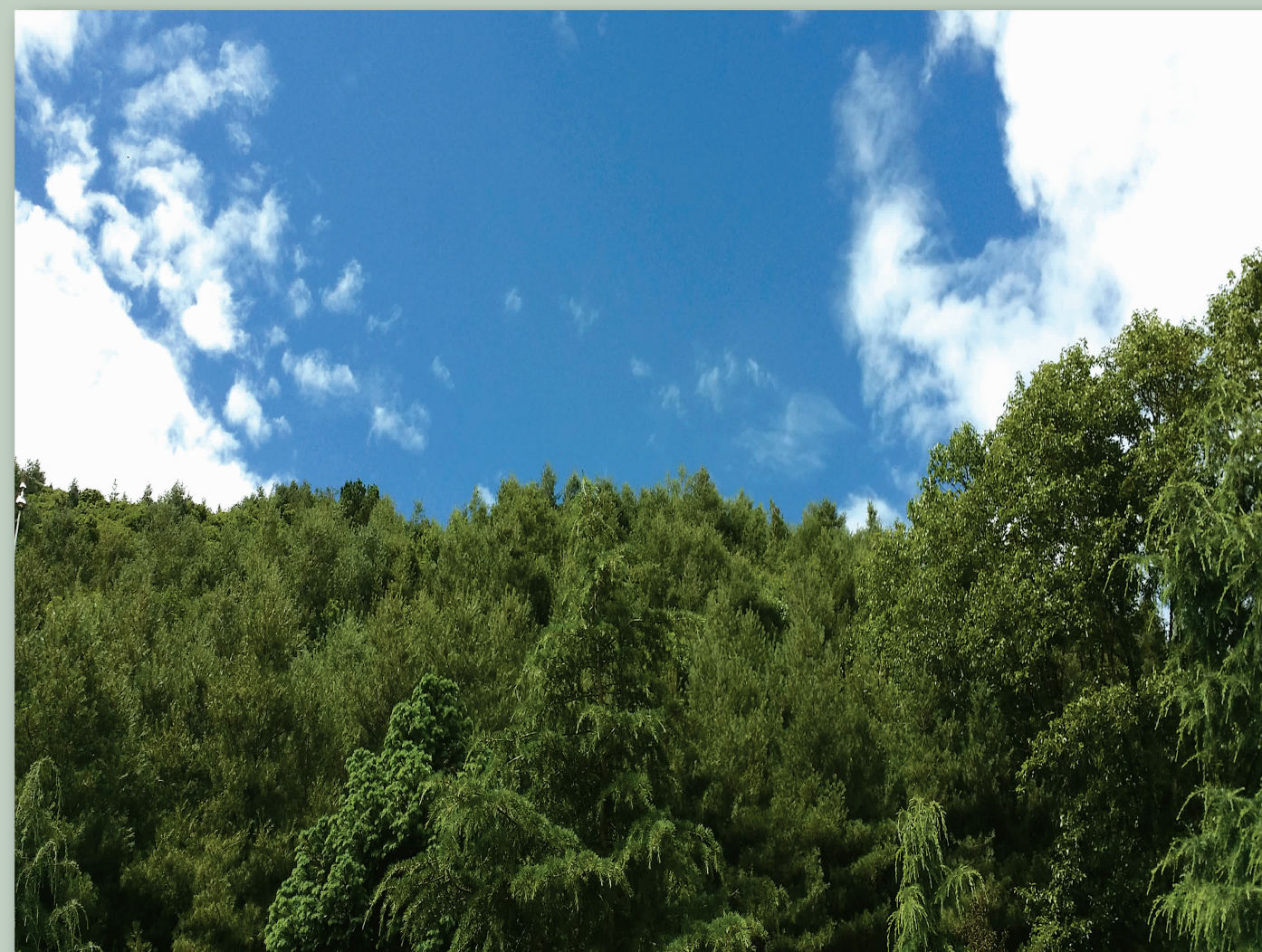
云南 地理环境研究

第 27 卷

第 2 期

Vol.27 No.2

2015 年 4 月



善洲林场

云南大学 主办

ISSN 1001-7852



刊号: ISSN 1001-7852
CN53-1079/P

公开发行人
国内定价: 15.00 元

YUNNAN GEOGRAPHIC ENVIRONMENT RESEARCH

本刊声明

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

云南地理环境研究
YUNNAN DILI HUANJING YANJIU
(双月刊 1989 年创刊)
第 27 卷 第 2 期 2015 年 4 月出版
国内统一刊号 CN53-1079/P

YUNNAN GEOGRAPHIC
ENVIRONMENT RESEARCH
(Bimonthly Started in 1989)
Vol.27 No.2 Apr., 2015
国际标准刊号 ISSN 1001-7852

主 管 云南省教育厅
主 办 云南大学
主 编 林文勋
副 主 编 徐 旌

出版发行 《云南地理环境研究》编辑部
(昆明市学府路 20 号，邮政编码：
650223 电话：0871-65134021
电子邮件：1423307537@qq.com
网络地址：//www.ger.ynu.edu.cn)

国外发行 中国国际图书贸易总公司
(北京 399 信箱 100044)

印刷装订 云南佳裕印刷有限公司

Editor: Editorial Office of YGER
Yunnan Institute of Geography
(20 Xuefu Rd., Kunming 650223, China.
E-mail: 1423307537@qq.com
http: //www.ger.ynu.edu.cn)

Editor-in-Chief: LIN Wen-xun

Publisher: Editorial Office of YGER

Distributor: Editorial Office of YGER

Abroad: China International Book Trading
Corporation (GUOJI SHUDIAN)
(P.O.Box 399, Beijing 100044, China)

International Periodical No.: 4101 (BM)

《云南地理环境研究》稿约简则

本刊为国内外公开发行的学术类科技期刊，登载有关自然环境、经济环境、社会环境研究的论文。来稿力求精炼，立意新颖，论点明确，数据可靠，并遵守国家保密等政策法规。以 7 000 字为宜，特殊情况可适当伸缩。

来稿请通过电子邮件发送至：1423307537@qq.com，请勿一稿多投。

非重大项目成果作者排名以不超过 3 个为宜，并附第一作者简介。另附详细地址、邮政编码及联系电话、电子信箱。

来稿请附上 300 字以内的中英文摘要及 3 至 6 个关键词。摘要需客观反映全文核心内容，应是具有独立性的报道式，不应写成内容简介或评述；关键词尽量采用《汉语主题词表》中所列词汇，不要使用“研究”、“调查”一类词语。

题目及图表名均须译成英文。图表只附必要的，其中的外文应译成中文。图件请按出版要求制作；表格一律使用“三线表”。照片请附底片或单独的高分辨率电子版及简短文字说明。

文中标题序号、层次按国家统一标准用阿拉伯数字连续编号，左顶格书写，不同层次间用圆点间隔(如 1，1.1，1.1.1……)。计量单位按《中华人民共和国法定计量单位》标称，表达量值时一律使用国际符号。标点符号请认真对待。

引文（内部资料）请对应于本页脚注；文末参考文献只列文中引用之公开发表文献，按文中出现的先后顺序列出（引用之处在右上角标注编号），著录格式为：

期刊： [序号] 主要责任者（列前 3 位，后加等或 et al). 篇名 [J]. 刊名，出版年，卷（期）：起止页码.

专著： [序号] 主要责任者（列前 3 位，后加等或 et al). 书名 [M]. 出版地：出版单位，出版年：起止页码.

学位论文： [序号] 学位获得者. 学位论文题名 [D]. 地址：授予学位机构，年份：起止页码.

文集： [序号] 析出文献责任者（列前 3 位，后加等或 et al). 篇名 [C]. //论文集责任者（列前 3 位，后加等或 et al).论文集名. 出版地：出版单位，出版年： 起止页码.

译著： [序号] 原著者国名. 原著者. 文献名 [M]. 译者名. 出版地：出版单位，出版年：起止页码.

电子文献： [序号] 主要责任者. 电子文献题名 [电子文献及载体类型标识]. 电子文献出处或可获得地址，发表日期/引用日期（任选）.

来稿免收审稿费。文责自负，本刊编辑可作必要删改。本刊一般会在 3 个月内尽快反馈稿件处理意见。

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

云南地理环境研究

第 27 卷 第 2 期 2015 年 4 月

目 次

白云岩喀斯特侵蚀坡地的 ¹³⁷ Cs法研究	何永彬, 李 豪 (1)
浙江尖峰山烧烤场周边植物叶片磁性特征及其环境意义	李 文, 胡忠行, 吉 茹 (7)
渭河渭南段重金属分析及防治对策	尹 斌 (13)
云南孟定盆地 48 年来相对湿度变化分析及预测	程清平, 王 平, 徐 强 (19)
滇西北高原区域性冰雹过程的雷达产品分析	秦香婷, 张崇莉, 赖云华 (25)
训练样本对遥感影像分类精度影响研究	高文杰, 王金亮, 刘广杰 (31)
可持续生计框架下农户生计与土地利用变化研究进展	杨世龙, 赵文娟 (37)
辽宁省陆路交通可达性及其对城市经济联系影响研究	王丹丹, 郭建科, 杜 鹏 (43)
云南省人口红利区域差异分析	李天顺, 张文芬, 尚海龙 (50)
华东地区旅游产业结构变动对旅游经济增长贡献实证研究	谢五届, 孙丽丽 (56)
青海省国内游客旅游消费行为影响因素分析 ——基于游客属性视角	陈 杰, 肖景义, 杜小培, 等 (61)
大连市创意旅游发展潜力探讨	史晓梦, 林宪生 (66)
移动旅游评述	怀 禾, 杨效忠 (71)
照片: 善洲林场	朱春莉 (封面)
照片: 坚守信仰	朱春莉 (封底)

YUNNAN GEOGRAPHIC ENVIRONMENT RESEARCH

Vol. 27 No. 2 Apr. 2015

CONTENTS

Research on Eroded Slope Land of Karst Dolomite Using ^{137}Cs Tracing Method in Maolan Clustered Peak Depression Area	HE Yong – bin, LI Hao (6)
The Magnetic Characteristic of Plant Foliage Formjianfeng Mountainbarbecue Places and its Environmental Significance	LI Wen, HU Zhong – xing, JI Ru (12)
Heavy Metals Analysis and the Countermeasures at Weinan Section of Weihe River	YIN Bin (18)
Analysis About Changes of Relative Humidity in Mengding Basin of Yunnan Over the Past 48 Years and Forecast	CHENG Qing – ping, WANG Ping, XU Qiang (30)
Radar Products Analysis of a Regional Hail Event in Northwest Yunnan Plateau	QIN Xiang – ting, ZHANG Chong – li, LAI Yun – hua (30)
Study on the Effect of Training Sample on Classification Accuracy of Remote Sensing Image	GAO Wen – jie, WANG Jin – liang, LIU Guang – jie (36)
Research Progress of Farmer Livelihoods and Land Use Change Based on Sustainable Livelihoods Framework	YANG Shi – long, ZHAO Wen – juan (70)
The Land Transport Accessibility of Liaoning Province and its Influence on Urban Economic Ties	WANG Dan – dan, GUO Jian – ke, DU Peng (49)
Analysis on Regional Difference of Demographic Dividend in Yunnan Province	LI Tian – shun, ZHANG Wen – fen, SHANG Hai – long (55)
Analysis of Tourism Industrial Structure Contribution to Tourism Economic Growth of East China's	XIE Wu – jie, SUN Li – li (60)
The Influencing Factors of Domestic Tourists Consumption Behavior in Qinghai Province ——Based on the Perspective of Tourist's Attributes	CHEN Jie, XIAO Jing – yi, DU Xiao – pei, et al (65)
Discussion on Creative Tourism Development Potential of Dalian City	SHI Xiao – meng, LIN Xian – sheng (70)
A Survey of Mobile Tourism	HUAI He, YANG Xiao – zhong (78)

白云岩喀斯特侵蚀坡地的¹³⁷Cs法研究

何永彬¹, 李 豪²

(1. 云南大学 云南省地理研究所, 云南 昆明 650223; 2. 四川农业大学 资源环境学院, 四川 成都 611130)

摘要: 在黔南峰丛洼地区林间白云岩坡地应用¹³⁷Cs法研究土壤侵蚀。4 个坡面采样样方的¹³⁷Cs面积浓度都低于¹³⁷Cs本底值浓度; 表土样¹³⁷Cs浓度随着坡长增加而增大, 全样¹³⁷Cs面积浓度的顺坡变化呈逐步下降趋势; 应用¹³⁷Cs农耕地侵蚀模型计算获得样点土壤侵蚀量后, 加以坡长加权平均计算获得的坡长权重土壤位移量为 2.045 t/(km²·a)。同时在坡脚的土壤分层剖面中的¹³⁷Cs浓度峰值在土壤次表层出现, 随着深度增加呈指数递减变化, 属于未受耕作扰动的无侵蚀非农耕地, 但表层含有相对低浓度¹³⁷Cs是坡面侵蚀泥沙的搬运堆积结果, 估算距 1963 年以来侵蚀泥沙年平均堆积厚度为 0.0682~0.1364 cm/a。坡地土壤侵蚀速率远小于以往贵州喀斯特地区典型喀斯特小流域和坡地的观测结果, 但坡脚泥沙堆积速率远大于坡地土壤侵蚀速率。表明季节性暴雨、坡面降雨汇流和耕作侵蚀等侵蚀作用使喀斯特坡地土壤颗粒出现微距离位移, 长期则在坡脚出现显著的侵蚀泥沙堆积。

关键词: 土壤侵蚀速率; 喀斯特林间坡地; ¹³⁷Cs示踪; 白云岩

中图分类号: S157 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7852(2015)02-0001-06

0 引言

中国西南喀斯特(岩溶)地区分布着世界上最为典型的碳酸盐岩喀斯特景观, 广泛分布的喀斯特坡地具有强侵蚀环境, 近年来喀斯特土壤侵蚀研究已经成为热点。普遍认为喀斯特土壤与喀斯特环境的各个要素之间存在密切联系, 土壤丧失与土地退化同石漠化具有显著直接的相关性^[1]。长期的研究表明, 喀斯特土壤侵蚀过程实际上是包括地质过程、生态过程与人为过程的复杂环境过程^[2-6]。既有岩石上覆土壤随着水力和溶蚀过程而发生土壤的地表与地下的迁移流失的地质侵蚀形式, 也有人为活动致使“生态环境退化、植被丧失致使的土壤侵蚀加剧发展的形式, 加上农耕扰动情况, 会持续出现坡地侵蚀退化^[7-11]。由于观测的年代、时段、方法和区域侵蚀环境等具体原因, 目前文献报道的

喀斯特坡地土壤侵蚀速率观测结果的差异较为悬殊而且数据较少。如陈文贵对贵州喀斯特地区典型喀斯特小流域观测结果是平均土壤侵蚀模数为 3 022 t/(km²·a)^[12]; 何腾兵观测到 15~20°的石灰土坡耕地玉米顺坡种植的土壤侵蚀模数 5 852~7 726 t/(km²·a), 新开垦的喀斯特坡地平均流失表土 5.75~7.5 mm/a^[13]; 龙明忠对贵州花江喀斯特峡谷土壤侵蚀监测发现不同石漠化等级的土壤侵蚀模数为 3.5~9.5 t/(km²·a)^[14]。张治伟在重庆南部南川市境内, 按不同侵蚀强度的坡地取¹³⁷Cs样品, 用于研究岩溶坡地不同侵蚀程度的土壤侵蚀强度与特征, 获得林草地平均侵蚀速率 112.5 t/(km²·a), 缓坡耕地平均侵蚀速率 565.5 t/(km²·a), 陡坡耕地的平均侵蚀速率 2 264.8 t/(km²·a)^[15]。

土壤侵蚀的¹³⁷Cs示踪方法已获得广泛应用^[16]。就喀斯特山地土壤侵蚀的¹³⁷Cs研究而言, 已有文献报道了在坡耕地坡面、次生林坡脚剖面、

收稿日期: 2015-03-06; 修订日期: 2015-04-04.

基金项目: 国家重点基础研究发展计划课题(2006CB403203)。

作者简介: 何永彬(1967-), 男, 云南省宣威市人, 副研究员, 博士, 主要研究方向为区域资源与环境。

中上坡剖面、裂隙剖面等中的 ^{137}Cs 分布特征及其侵蚀指示意义,有严冬春等研究了黔中高原岩溶丘陵坡地土壤中 ^{137}Cs 分布^[17];冯腾等分析了桂西北喀斯特坡地土壤 ^{137}Cs 的分布特征及其侵蚀指示意义^[18];张笑楠等分析了典型喀斯特坡地 ^{137}Cs 的分布与相关影响因子^[19];李豪等分析了桂西北倒石堆型岩溶坡地土壤的 ^{137}Cs 分布特点^[20]。由于坡地土壤浅薄分散、土壤剖面发育不全、岩石出露率高但不吸收 ^{137}Cs 而流失集中在附近土壤中致使 ^{137}Cs 含量异常高等原因,对应用 ^{137}Cs 法研究土壤侵蚀造成了限制^[17]。根据目前已有的研究分析,认识到应用 ^{137}Cs 法研究喀斯特坡地土壤侵蚀,关键条件是要寻找具有一定连续土壤覆盖和土壤均质性较高的坡地。本文选择“石漠化”程度轻、相对连续土壤覆盖、林间空地地带的白云岩坡地,试验运用 ^{137}Cs 法研究中短期尺度的喀斯特坡地土壤侵蚀速率及其空间变化特征。

1 研究地区概况和研究方法

1.1 尧所坡地概况

贵州茂兰自然保护区自第四纪以来持续上升、岩溶剧烈发育,形成了典型的峰林——峰丛低山山地。尧所坡地位于茂兰自然保护区内的洞塘乡的上必达村($25^{\circ}23' \sim 25^{\circ}24' \text{N}$, $107^{\circ}53' \sim 107^{\circ}54' \text{E}$),年平均温 15°C ,年平均降雨量 $1\,752\text{ mm}$ 。尧所坡地属于宽缓褶皱构造板寨背斜顶部部位发育的宽浅峰丛低山地带。地势西南高东北低,坡地四周山峰海拔为 $800 \sim 750\text{ m}$,坡地海拔 $460 \sim 560\text{ m}$ 。四周峰丛处于解体后退过程中,谷地宽平,相对高差为 $150 \sim 200\text{ m}$ 。地面出露层厚质纯的大面积碳酸盐岩,以石炭纪下统摆佐组的浅灰色—灰色的厚层至块状细—中粒白云岩为主,其中的方解石、白云石的含量在 $97\% \sim 99\%$ 以上,岩层产状平缓,为 7.5° 至水平,而且节理裂隙发育,有利于地表水向下渗透和垂直溶蚀发育^[21]。

尧所喀斯特白云岩坡地分布白云岩母质风化发育的、以粘土和重粘土为主的连续薄层土壤,自坡顶——坡脚土壤层厚度逐渐增厚,反映了坡地土壤受侵蚀堆积过程作用的特征。尧所坡地属于林地间的退耕草地,在 1982 年以后改为放牧草坡地。坡地原为耕地,现状植被是荩草、细柄草、扭黄茅、五节芒为主的灌丛草坡,零星分布白栎、槲栎、马

桑、小果蔷薇和樟叶荚迷等稀疏灌丛。坡地周围原生植被以常绿阔叶林为主,经过长期樵采、垦殖、放牧,高大乔木保存较少,坡地四周植被现演化为壳斗科和樟科幼树,并且零星分布枫香、响叶树等落叶树的次生性常绿阔叶与落叶阔叶混交林,植被覆盖率 $>60\%$ 。

1.2 样品采集与分析方法

1.2.1 坡地坡土壤样品采集

研究区采集样品时间是在 2007 年 3 月。本次样品采集主要采用剖面线网格样方法,剖面线长度为 81 m ,顺坡自坡顶至坡脚,在 12 m 、 53 m 、 71 m 和 81 m 处分别布置了四个分别长为 3 m 、宽为 2 m 的网格样方,每个网格样方内取 $3 \sim 4$ 个样(图 1)。另外在坡地的上部、中部和下部分别随机各取 2 个草地表土样。全样采用直径为 7.8 cm 的取样筒来取样。取样筒手动打入地下至基岩,获得的样芯不分层,自取样筒中取出后装入样品袋。

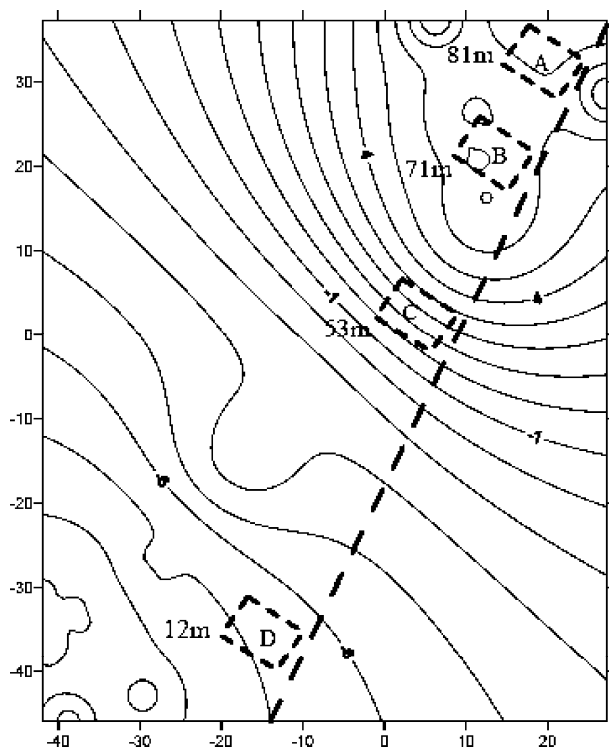


图 1 尧所坡地地形概图与采样地布置
(A、B、C、D — 采样样方)

Fig. 1 The relief sketch and the arrangement of sampling sites in Yaosuo slope land (A、B、C、D — sampling quadrat)

1.2.2 坡地坡脚土壤样品采集

在尧所坡地的东北侧有采石开挖所形成的一个土壤剖面。土壤剖面具有落叶层—腐殖质层—壤土

层-粘土层-半风化层-砂石层-基岩的自然剖面结构,其上覆盖有次生林植被,次生林地土壤剖面顶宽为3 m,顶面坡度为7.5°,坡向为东北方向45°,土体与基岩之间存在明显的分界接触面。在坡脚地带的土壤出露剖面分别各取深度21 cm,分层厚度3 cm的4个剖面样(图2)。

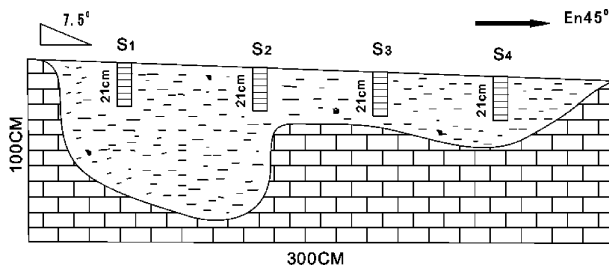


图2 尧所坡地坡脚土壤分层剖面图

Fig. 2 The soil section map at the foot of Yaosuo slope land

1.3 样品处理分析

采集的样品在中科院成都山地灾害与环境研究所进行预处理,土壤样品中的¹³⁷Cs含量测定在实验室将进行,样品经风干、研磨、过筛和称重后送实验室供测试用。测试样品封闭于样品盒中20 d后,用配备n型高纯锗探头(LOAX HPGe)的低能量、低本底γ能谱仪测定¹³⁷Cs含量,样品测重≥250 g,测试时间≥50 000 s,测试误差为±5% (95%可信度),样品的¹³⁷Cs含量根据662 KeV谱峰面积求算。有关的土壤颗粒结构是在中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所理化分析实验室进行实验分析。

1.4 计算模型

(1) 由于尧所坡地存在农耕、放牧等致使的侵蚀情况,坡地侵蚀估算采用张信宝新提出的侵蚀农耕地简化质量模型。

$$A = A_0 \left(1 - \frac{\Delta H}{H_p} \right)^{n-1963}$$

式中: A 为¹³⁷Cs面积浓度, A_0 为¹³⁷Cs本底值, ΔH 为土壤年流失厚度, H_p 为土壤犁耕层厚度, n 为取样年份。根据野外调查分析,研究区的犁耕层厚度为20 cm,土壤干容重为0.919 g/cm³。¹³⁷Cs本底值采用邻近环江地区的本底值997.7 Bq/m²。

(2) 坡脚侵蚀泥沙堆积速率计算模型

坡脚侵蚀泥沙沉积中¹³⁷Cs最大峰值指示全球¹³⁷Cs沉降最多的1963年。根据¹³⁷Cs峰值浓度的剖

面层位深度和1963年以来的沉积时间的比值来推算这一期间的平均沉积速率。

2 结果分析

2.1 坡地样方土壤样品的¹³⁷Cs特征与侵蚀速率

2.1.1 坡地土壤全样与表土样的¹³⁷Cs浓度变化

4个坡地采样样方分别位于坡地上部、坡地中上部、坡地中下部和坡地下部,相应地,¹³⁷Cs平均面积浓度分别是741.78 Bq/m²、477.83 Bq/m²、342.75 Bq/m²、230.45 Bq/m²,分别占当地本底值的58.07%、37.42%、26.84%和18.05%。4个采样点的¹³⁷Cs含量都低于本底值,说明出现不同程度的侵蚀状况,而且在从上部至坡地下的不同坡面位置,越往坡地下部¹³⁷Cs面积浓度的顺坡变化呈逐步下降趋势,表明坡地上部的土壤流失量要小于坡地中下部的土壤流失量。

在茂兰尧所坡地随机采集的6个表土样¹³⁷Cs浓度变化范围4.51 Bq/kg ~ 10.09 Bq/kg,坡上部、坡地中部和坡地中下部的草地表土样¹³⁷Cs平均含量分别为5.71 Bq/kg、7.63 Bq/kg和9.24 Bq/kg,说明坡地土壤侵蚀程度存在差异,可能是随着坡长增加加剧土壤侵蚀致使土壤剖面中含高浓度¹³⁷Cs的土壤层逐渐暴露于地表。

2.1.2 ¹³⁷Cs法估算的坡地土壤侵蚀速率

运用改进的简化质量模型来计算点土壤侵蚀速率的结果是:坡地上部、坡地中上部、坡地中下部和坡地下部4个采样地的土壤年平均流失厚度分别为 0.6699×10^{-4} cm/a, 1.65×10^{-4} cm/a, 2.39×10^{-4} cm/a, 3.26×10^{-4} cm/a。换算为土壤年平均位移量分别为0.617 t/(km²·a), 1.525 t/(km²·a), 2.21 t/(km²·a), 3.084 t/(km²·a)。总体上土壤侵蚀强度属于轻微侵蚀。考虑到坡地侵蚀力随坡长变化的因素,用坡长加权平均法计算得到的坡长权重土壤年平均位移量分布坡地上部0.091 t/(km²·a),坡地中上部0.376 t/(km²·a),坡地中下部1.12 t/(km²·a),和坡地下部0.457 t/(km²·a)。全坡面的坡长权重土壤年平均位移量为2.045 t/(km²·a)。顺坡面变化的4个采样地¹³⁷Cs浓度变化与土壤年侵蚀速率见图3。

2.2 坡脚土壤剖面¹³⁷Cs特征与侵蚀泥沙的堆积速率

2.2.1 坡脚土壤剖面¹³⁷Cs特征与指示意义

尧所坡地坡脚土壤分层样¹³⁷Cs分布曲线见图4。

4 个分层样点的 ^{137}Cs 分布在 0 ~ 18 cm 的土壤剖面中, 分层样点 S1、S2、S4 的 ^{137}Cs 峰值都出现在 3 ~ 6 cm, 而分层样地 S3 的 ^{137}Cs 峰值出现在 0 ~ 9 cm,

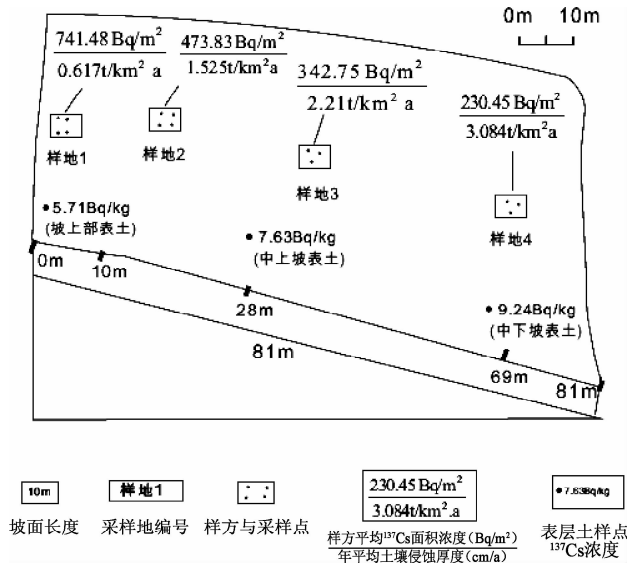
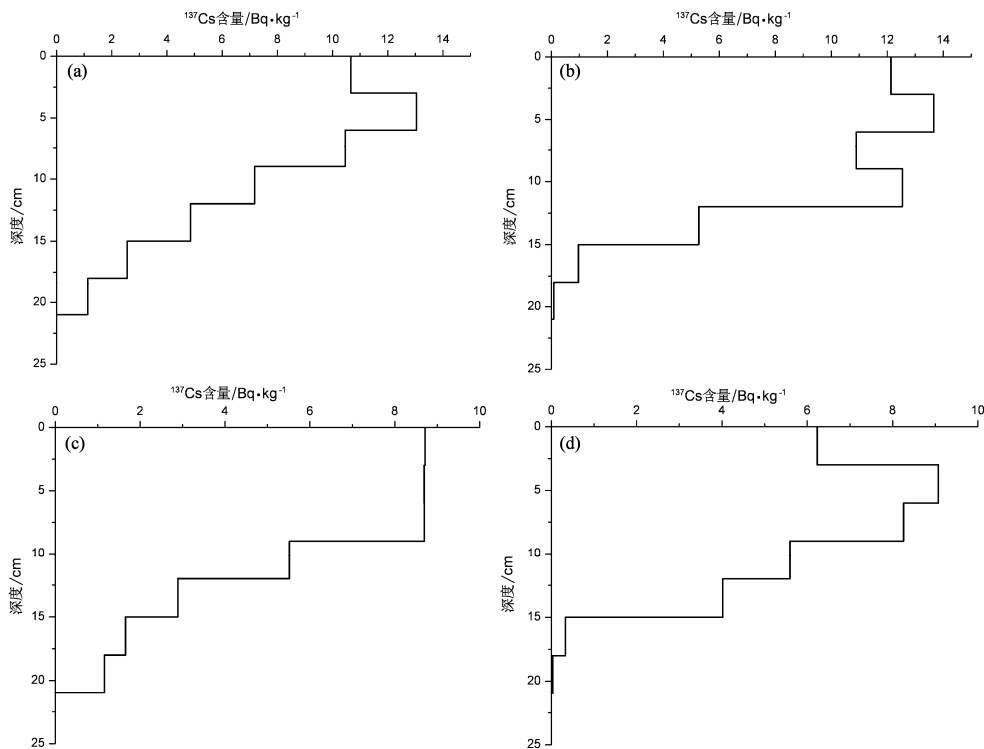


图 3 尧所坡地采样点与表土的 ^{137}Cs 浓度变化
与土壤侵蚀速率

Fig. 3 The ^{137}Cs concentration variation of sampling sites and surface soil and the soil erosion rate in Yaosuo slope land

在 ^{137}Cs 峰值深度以下都急剧下降至微量, 18 ~ 21 cm 的 ^{137}Cs 含量为 0.044 ~ 1.738 Bq/kg。土壤剖面表层 0 ~ 3 cm 和次表层 ^{137}Cs 含量较高, 其中表层 0 ~ 3 cm 的 ^{137}Cs 含量分别为 9.35 ~ 13.068 Bq/kg。但出现分层样 S1、S2、S4 的表层土壤 ^{137}Cs 浓度低于其峰值浓度; 4 个坡脚分层样的 ^{137}Cs 面积浓度分别为 1 218.011 Bq/m²、1 389.203 Bq/m²、1 223.46 Bq/m² 和 1 448.629 Bq/m², 变异系数为 0.088 6, 平均 ^{137}Cs 面积活度为 1 319.826 Bq/m², 土壤剖面 ^{137}Cs 分布中呈向上延伸的形态, ^{137}Cs 面积活度显著增加并大于邻近地区的广西环江地区的 ^{137}Cs 本底值 997.7 Bq/m²。

尧所坡地坡脚土壤分层样 ^{137}Cs 剖面反映了未受耕作扰动的稳定堆积型非耕地土壤剖面特征。重要的是, 由于坡面侵蚀作用致使含 ^{137}Cs 表层土壤微粒向下迁移或受降雨雨滴、风力等轻微侵蚀后土粒迁移等原因, 受侵蚀而迁移的泥沙 ^{137}Cs 浓度降低, 相应地沉积土壤剖面中 ^{137}Cs 浓度表现为自峰值深度向土壤表层减少的趋势。尧所坡地坡脚土壤分层样表层与次表层的 ^{137}Cs 变化形态说明了尧所坡地的坡脚出现了一定程度的泥沙堆积。



(a)、(b)、(c)、(d) 分别为尧所坡地分层样点 S1、S2、S3、S4

图 4 尧所坡地坡脚土壤分层样 ^{137}Cs 剖面图

Fig. 4 The depth distribution of ^{137}Cs content in slope foot profile

2.2.2 坡脚侵蚀泥沙的堆积速率估算

喀斯特山区正负地形相间分布,坡地是主要的土壤侵蚀——堆积场所。坡地岩石风化残积形成的土壤或酸不溶物在重力和水的作用下,从高处向低处进行着微距离或短距离的迁移。根据 ^{137}Cs 的时标记年原理,稳定堆积型非农耕地土壤 ^{137}Cs 分布剖面中自峰值深度以上反映的是1963年以来的泥沙积累量。坡脚侵蚀泥沙的堆积速率是 ^{137}Cs 峰值深度与自1963年 ^{137}Cs 沉降高浓度时期以来年限的比值。根据分层样点S1、S2、S4的 ^{137}Cs 峰值都出现在3~6 cm,采样年限距1963年以来是44年的情况,估算侵蚀泥沙的年平均堆积厚度为 $0.0682\text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) \sim 0.1364\text{ cm}/\text{a}$,换算为土壤年平均堆积速率为 $0.627 \sim 1.254\text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 。

3 讨论和结论

通过不同位置的白云岩喀斯特坡地 ^{137}Cs 空间分布的对比,土壤坡面的4个土壤样方的平均 ^{137}Cs 浓度远低于本底值,也指示着在坡面出现了明显的土壤侵蚀过程。坡面样方平均 ^{137}Cs 面积浓度的顺坡变化呈逐步下降趋势,而坡地表土样的 ^{137}Cs 浓度较高并且顺坡增加。说明在降雨形成的坡面径流冲刷作用下,坡地侵蚀强度和受侵蚀土壤厚度随坡长增加而加大,而且片状表土侵蚀集中在坡地中下部,并且随着坡长增加而土壤受侵蚀的厚度增加,以至出露心土层。运用侵蚀农耕地模型计算获得在坡地上部、坡地中上部、坡地中下部和坡地下部的土壤年流失量分别为 $0.617\text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$, $1.525\text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$, $2.21\text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$, $3.084\text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,用坡长加权平均法计算得到坡地土壤侵蚀模数为 $2.045\text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。尧所坡地的土壤侵蚀模数均小于有关文献报道的典型小流域土壤侵蚀模数^[12]、顺坡种植

的坡耕地土壤侵蚀模数和新开垦的坡地土壤侵蚀模数^[13]。

从坡脚堆积土壤剖面的 ^{137}Cs 分布形态分析,分层样剖面中 ^{137}Cs 分布在0~21 cm的深度范围内,其中高浓度 ^{137}Cs 集中分布在土壤次表层,峰值深度以下呈对数递减,说明坡脚土壤属于无侵蚀得非农耕地。据调查,尧所坡地的灌木草坡多为抗战和解放后“大跃进”期间经森林植被砍伐后形成。随后在森林植被遭受破坏后的短期内相应地出现表层土壤侵蚀剧增,坡地的侵蚀泥沙向下输移并坡脚形成一定厚度的土壤堆积,并在1963~1964年期间坡脚接受了高浓度 ^{137}Cs 微粒的沉降。1980年后研究区开始进入开垦灌木草地为坡耕地的耕作期,坡地种植的玉米等旱地农作物快速增长,同时也带来一定程度的表层土壤侵蚀及泥沙向坡脚的迁移。尧所坡脚侵蚀泥沙的堆积速率相对较大的原因是堆积土壤的来源在坡面表层土壤之外还有岩石间隙土壤,可能会增加堆积土层厚度;而且坡脚堆积土壤表层含有有机质成分并且结构疏松、土壤空隙较大,直接量取其厚度作为堆积厚度会出现数据偏大。所以相应地致使通过堆积土壤表层剖面 ^{137}Cs 法推算的尧所坡脚堆积土壤速率偏大。

综上所述,通过对坡地土壤全样和坡脚土壤剖面样品的 ^{137}Cs 采样和测试分析,获得不同坡位的坡地土壤侵蚀的强度与空间分布变化、以及坡脚土壤堆积速率估算等结果,推断可能是在森林植被破化后的短期内,原有坡地表层的结构疏松土壤已经大部分被冲刷流失。目前白云岩喀斯特坡地表层分布的土壤以粘土和重粘土为主,具有较大的抗侵蚀力。这说明了在多暴雨环境中降雨、坡面径流冲刷及重力和耕作扰动等作用下,白云岩喀斯特坡地出现以微距离位移为主的轻微土壤侵蚀。

参考文献:

- [1] 王世杰,李阳兵,李瑞玲.喀斯特石漠化的形成背景、演化与治理[J].第四纪研究,2003,23(6):657-666.
- [2] 苏维词,周济作.喀斯特山地的“石漠化”及防治对策[J].长江流域资源与环境,1995,4(2):177-182.
- [3] 郑永春,王世杰.贵州山区石灰土侵蚀及石漠化的地质原因分析[J].长江流域资源与环境,2002,11(5):461-465.
- [4] 朱守谦,何纪星,魏鲁明,等.茂兰喀斯特森林小生境特征研究//[M].朱守谦.喀斯特森林生态研究(Ⅲ).贵阳:贵州科技出版社,2003.38-48.
- [5] 孙承兴,王世杰,周德全,等.碳酸盐岩差异风化成土特征及其对石漠化形成的影响[J].矿物学报,2002,22(4):308-314.
- [6] 李瑞玲,王世杰,周德全,等.贵州岩溶地区岩性与土地石漠化的空间相关分析[J].地理学报,2003,58(2):314-320.
- [7] 张信宝,王世杰,贺秀斌,等.碳酸盐岩风化壳中的土壤蠕滑与岩溶坡地的土壤地下漏失[J].地球与环境,2007,35

- (3): 202 – 206.
- [8] 周运超, 王世杰, 卢红梅. 喀斯特石漠化过程中土壤的空间分布 [J]. 地球与环境, 2010, 38 (1): 1 – 7.
- [9] 严冬春, 文安邦, 鲍玉海, 等. 岩溶坡地土壤空间异质性的表述与调查方法—以贵州清镇市王家寨坡地为例 [J]. 地球与环境, 2008, 36 (2): 130 – 135.
- [10] 贾红杰, 傅瓦利. 岩溶区坡地耕作侵蚀过程中的土壤再分布研究 [J]. 土壤, 2008, 40 (6): 986 – 991.
- [11] 张信宝, 王世杰, 孟天友, 等. 农耕驱动西南喀斯特地区坡地石质化的机制 [J]. 地球与环境, 2010, 38 (2): 123 – 128.
- [12] 陈文贵. 贵州省喀斯特地区解决小流域粮食问题途径 [J]. 水土保持通报, 1999, 19 (1): 52 – 55.
- [13] 何腾兵, 张凤海. 贵阳市小箐村水土流失现状及其防治对策 [J]. 耕作与栽培, 1996 (1): 43 – 46.
- [14] 龙明忠, 杨洁, 吴克华. 喀斯特峡谷区不同等级石漠化土壤侵蚀对比研究—以贵州花江示范区为例 [J]. 贵州师范大学学报, 2006, 24 (1): 25 – 30.
- [15] 张治伟, 傅瓦利, 张洪, 等. 岩溶坡地土壤侵蚀强度的 ^{137}Cs 法研究 [J]. 山地学报, 2007, 25 (3): 302 – 308.
- [16] 张信宝, 贺秀斌, 文安邦, 等. 侵蚀泥沙研究的 ^{137}Cs 核示踪技术 [J]. 水土保持研究, 2007, 14 (2): 152 – 154.
- [17] 严冬春, 文安邦, 鲍玉海, 等. 黔中高原岩溶丘陵坡地土壤中 ^{137}Cs 分布 [J]. 地球与环境, 2008, 36 (4): 342 – 347.
- [18] 冯腾, 陈洪松, 张伟, 等. 桂西北喀斯特坡地土壤 ^{137}Cs 的分布特征及其指示意义 [J]. 应用生态学报, 2011, 22 (3): 593 – 599.
- [19] 张笑楠, 王克林, 张伟, 等. 典型喀斯特坡地 ^{137}Cs 的分布与相关影响因子研究 [J]. 环境科学, 2009, 30 (11): 3152 – 3158.
- [20] 李豪, 张信宝, 王克林, 等. 桂西北倒石堆型岩溶坡地土壤的 ^{137}Cs 分布特点 [J]. 水土保持学报, 2009, 23 (3): 42 – 47.
- [21] 毛志中, 张波. 茂兰喀斯特森林区地质特点 [J]. 贵州农学院学报, 1987, 2 (2): 51 – 63.

RESEARCH ON ERODED SLOPE LAND OF KARST DOLOMITE USING ^{137}Cs TRACING METHOD IN MAOLAN CLUSTERED PEAK DEPRESSION AREA

HE Yong – bin¹, LI Hao²

(1. Yunnan University, Yunnan Institute of Geography, Kunming 650223, Yunnan, China;

2. Sichuan Agricultural University, Resources and Environment College, Chengdu 611130, Sichuan, China)

Abstract: The research select one karst dolomites slope in peak cluster depression area of southern Guizhou to re-search karst slope soil erosion and accumulation using ^{137}Cs tracing method. ^{137}Cs concentration among 4 slope soil sampling quadrates all are lower than the ^{137}Cs reference value. ^{137}Cs concentration of slope surface soil samples increase but ^{137}Cs concentration of slope soil samples decrease along with the slope length. Using ^{137}Cs cultivation new improved model to calculate the soil erosion rate in the sampling sites, and the slope soil erosion rate of slope length weighted average is $2.045\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$. At the same, the profile at the slope foot has bigger area activity and the activity value decreased along with the depth increased and the peak value emerged at the sub – surface layer at which it could infer that the profile belong to undisturbed uncultivated land, the lower activity at the surface layer meant that the sediment accumulation at the slope foot, and hence infer that the sediment accumulation depth rate are among $0.0682\text{cm}/\text{a}$ and $0.1364\text{cm}/\text{a}$, which are smaller than the reported observation data in small catchments and the cultivated slope land. There the sediment accumulation rate at the slope foot was far bigger than the erosion rate of the slope. The research results show that the soil particle had occurred micro – distance movement driven by the seasonal rain and the slope stream and the agriculture activity, and sustainable eroded sediment accumulated at slope foot in longer time.

Key words: soil erosion rate; karst slope land in forest; ^{137}Cs tracing method; Dolomites rock

浙江尖峰山烧烤场周边植物叶片磁性特征 及其环境意义

李 文, 胡忠行, 吉 茹

(浙江师范大学 地理与环境科学学院, 浙江 金华 321004)

摘要: 对浙江省金华市尖峰山烧烤场周边地表层、灌木层和乔木层植物叶片进行系统的磁性测量。结果表明: 细晶粒的超顺磁 (SP) - 单畴 (SSD) 亚铁磁性矿物主导了尖峰山烧烤场周边植物叶片的磁性特征, 其受到人类活动的显著影响。中心区域贴地层植物叶片磁性矿物含量远高于灌木层和乔木层, 过渡和外围区域没有明显的垂向空间差异; 3 种类型植物叶片磁性矿物含量均随距烧烤场中心区域距离的增大而明显降低, 磁性参数 χ 和 SIRM、 χ 和 χ_{ARM} 、 χ 和 HIRM 的组合能够将中心区域与过度 and 外围区域有效区分。

关键词: 环境磁学; 植物叶片; 露天烧烤场; 尖峰山

中图分类号: Q948 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001 - 7852(2015)02 - 0007 - 06

0 引言

寻找正确、快速的方法监控环境污染物质成为近年来来自环境科学的热点问题。20 世纪 70 年代以来快速发展的环境磁学, 具有快捷、准确、经济和非破坏性等特点, 被广泛运用于环境科学各领域^[1-3]。学者利用环境磁学手段对不同类型的自然生态系统的环境污染问题进行表征, 表明其在重金属、有机化合物污染等方面具有指示意义, 植物磁监测也逐步成为环境磁学的一个研究方向^[4-9], 研究发现植物 (包括叶片、树皮、年轮等) 的磁学性质和区域大气环境质量之间存在一定的联系, 磁指标的变化可以反映区域大气环境质量的动态变化^[10-13]。

叶片比表面积大、生长周期长, 其蜡质层对环境中的粉尘、悬浮颗粒物、沉降物具有吸附作用, 且易于采集, 是一种常见的生物监测载体^[14,15]。本文选取浙江省金华市尖峰山烧烤场周边植物叶片为研究对象, 对其进行系统的环境磁学分析, 探讨植

物磁学性质对人类活动的响应机制。

1 材料与方法

1.1 研究区域概况

尖峰山又称芙蓉峰, 位于浙江省金华市城北, 海拔 427 m, 亚热带季风性湿润气候, 年平均气温 17 ℃, 年均降水量超过 1 400 mm, 降水季节性差异明显。植被类型以亚热带常绿阔叶林为主, 多年生乔木类樟科树种香樟 (*Cinnamomum camphora* (L.) Presl)、芸香科橘子 (*Citrus reticulata*), 灌木类树种小叶黄杨 (*Buxus sinica* var. *parvifolia* M. Cheng)、山茶科树种茶花 (*Camellia japonica* L) 等树种较为常见, 地表植物有菊科植物蒲公英 (*Taraxacum mongolicum* Hand. - Mazz)、苔藓 (*Bryophyta*) 等分布。土壤类型以亚热带地区广泛发育的红壤为主, 在一定高程的山腰和山顶处土壤呈现黄化特征, 发育黄壤。尖峰山是金华地区重要的休闲娱乐场所, 山脚处集中分布一片露天烧烤场, 总计约有 60 多个烧烤点, 最多可同时容纳 300 余人,

露天烧烤活动造成的烟雾排放、垃圾排放等可能会造成环境污染问题^[16]。

1.2 样品采集与实验方法

借鉴相关研究中的样品采集方法^[10,11]，于 2011 年 9 月尖峰山烧烤旺季，选择采样前五天和采样期晴朗无雨的天气，在一天之内完成采样工作。以尖峰山烧烤场为中心向西南方向延伸，不等距的将研究区域分为中心区域、过渡区域和外围区域，

中心区域是烧烤点集中连

片分布区域，其中以 2 号、3 号采样点附近烧烤点分布密度最大。同时为分析植物磁性特征的垂向变化，每一区域又分为贴地层（0~0.2 m）、灌木层（1~1.2 m）、乔木层（2~2.2 m）3 个高度层，分别采集地表植物（苔藓、蒲公英等）、灌木层植物（以小叶黄杨为主）、乔木层植物（以香樟为主），共 15 个采样点，采集到 44 个植物叶片样品。

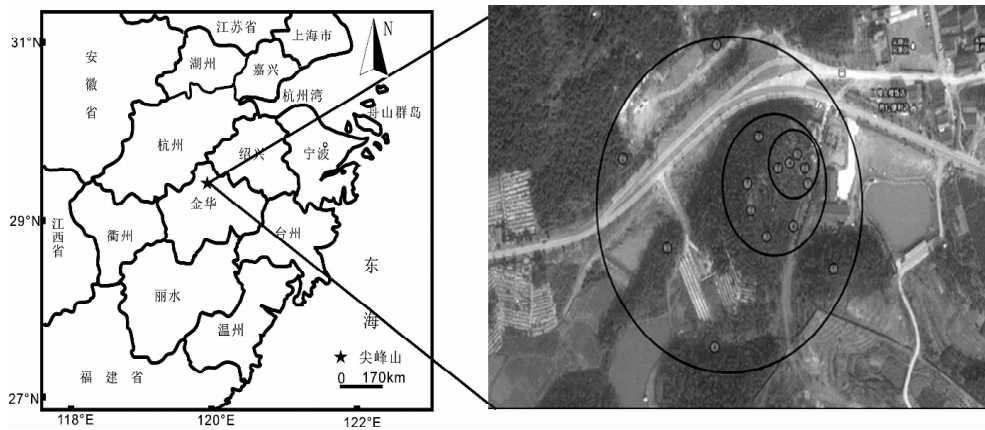


图 1 研究区域和采样点

Fig. 1 Location of study area and sampling site

将采集的叶片样品带回实验室，低温（约 45℃）烘干，备测。称取 3 g 左右样品装入样品盒中，按如下次序进行室温环境磁学测量：（1）利用 Bartington 磁化率仪测量样品的低频（0.47 kHz）和高频（4.7 kHz）磁化率（ χ_{lf} 、 χ_{hf} ），并计算百分频率磁化率 $\chi_{fd}\%$ ，文中磁化率为低频磁化率（记为 χ ）。（2）使用 Dtech 2000 交变退磁仪（交变磁场峰值 100 mT，直流磁场 0.04 mT）获得非磁滞剩磁（ARM），利用 Minispin 旋转磁力仪测定，并计算非磁滞剩磁磁化率 χ_{ARM} 。（3）样品用 MMPM10 脉冲磁化仪获得 1 T 条件下的等温剩磁，之后将样品在 100 mT、300 mT 反向磁场中磁化，分别用 Minispin 旋转磁力仪测得等温剩磁 IRM_{1T} 、 $IRM_{-100\text{ mT}}$ 和 $IRM_{-300\text{ mT}}$ 。本文定义 1T 磁场下 IRM 为等温剩磁（SIRM），并计算退磁参数 $S_{-100\text{ mT}}$ 、 $S_{-300\text{ mT}}$ 及硬剩磁（HIRM）。最后计算各类比值参数 χ_{ARM}/χ 、 $\chi_{ARM}/SIRM$ 、 $SIRM/\chi$ 。实验完成于华东师范大学河口与海岸学国家重点实验室。主要参数计算公式如下：

$$\chi_{fd}\% = (\chi_{lf} - \chi_{hf}) / \chi_{lf} \times 100$$

$$\chi_{ARM} = ARM / 0.3184$$

$$HIRM = (SIRM + IRM_{-300\text{ mT}}) / 2$$

$$S_{-100\text{ mT}} = (SIRM - IRM_{100\text{ mT}}) / (2 \times SIRM) \times 100$$

$$S_{-300\text{ mT}} = (SIRM - IRM_{300\text{ mT}}) / (2 \times SIRM) \times 100$$

不同磁性参数具有不同矿物学意义，其中 χ 和 SIRM 近似地指示样品中磁性矿物含量，与 χ 不同的是，SIRM 不受顺磁性、抗磁性矿物的影响，主要反映亚铁磁性矿物（如磁铁矿）的含量^[17]。 $\chi_{fd}\%$ 对超顺磁性（SP，< 0.03 μm ）颗粒较为敏感，反映其对磁性特征的贡献^[18]。 χ_{ARM} 受到磁性矿物晶粒大小的影响显著，稳定单畴（SD，0.03 ~ 0.07 μm ）亚铁磁性矿物晶粒的 χ_{ARM} 要显著高于超顺磁（SP）和多畴（MD，> 10 μm ）晶粒^[19]。HIRM 通常用来估算高矫顽力矿物（如赤铁矿和计铁矿）的含量^[17]。比值参数 χ_{ARM}/χ 可指示亚铁磁性矿物颗粒的大小，较高的比值反映了单畴（SD）颗粒，而较低的比值则指示了多畴（MD）或超顺磁（SP）的颗粒， $\chi_{ARM}/SIRM$ 指示意义与 χ_{ARM}/χ 类似，但不受超顺磁颗粒影响^[20]。 $S_{-100\text{ mT}}$ 、 $S_{-300\text{ mT}}$ 反映样品中亚铁磁性矿物（如磁铁矿、磁赤铁矿）与不完全反铁磁性矿物（如赤铁矿、针铁矿）的相对

组成，它随着不完全反铁磁性矿物的比例增加而下降。SIRM/ χ 影响因素较为复杂，随 SD 颗粒、不完整反铁磁性矿物的增加而升高，随顺磁性矿物和 SP 颗粒的增加而下降^[21]。

2 实验结果与讨论

2.1 植物叶片磁性特征

如表 1 所示，尖峰山烧烤场周边植物叶片磁性参数 χ 、SIRM、HIRM 分别在 $(1.10 \sim 20.33) \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ 、 $(225.60 \sim 3321.44) \times 10^{-6} \text{ Am}^2\text{kg}^{-1}$ 、 $(0.87 \sim 295.65) \times 10^{-6} \text{ Am}^2\text{kg}^{-1}$ 之间变化，标准偏差分别为 $5.12 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ 、 $791.05 \times 10^{-6} \text{ Am}^2\text{kg}^{-1}$ 、 $61.44 \times 10^{-6} \text{ Am}^2\text{kg}^{-1}$ ，说明不同采样点、不同植物叶片中的磁性矿物含量具有明显差异性。 $S_{-300 \text{ mT}}$ 在 87.57% ~ 99.83% 之间变化，平均值达到了 95.63%，说明了亚铁磁性矿物主导了尖峰山烧烤场周边地区植物叶片的磁性特征， χ 和 SIRM 之间的显著相关性 ($r=0.99$, $p<0.01$) 进一步说明了这一点。

表 1 尖峰山烧烤场周边植物叶片磁性特征统计

Tab. 1 Statistical data for magnetic parameters of plant foliage form Jianfeng Mountain barbecue places

项目	最小值	最大值	平均值	标准偏差	变异系数
χ	1.10	20.33	5.25	5.12	0.98
$\chi_{fd}\%$	5.32	62.68	23.45	11.94	0.51
χ_{ARM}	9.36	178.62	33.84	37.10	1.10
SIRM	225.60	3321.44	808.53	791.05	0.98
HIRM	0.87	295.65	41.10	61.44	1.49
$S_{-100 \text{ mT}}$	51.67	98.06	82.89	6.20	0.07
$S_{-300 \text{ mT}}$	87.57	99.83	95.63	2.46	0.03
χ_{ARM}/χ	3.82	13.76	6.50	1.68	0.26
$\chi_{\text{ARM}}/\text{SIRM}$	26.87	66.82	41.10	7.74	0.19
SIRM/χ	11.83	20.59	15.75	1.80	0.11

单位： χ 、 χ_{ARM} ： $10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ ；SIRM、HIRM： $10^{-6} \text{ Am}^2/\text{kg}$ ； $\chi_{fd}\%$ 、 $S_{-100 \text{ mT}}$ 、 $S_{-300 \text{ mT}}$ ：%； $\chi_{\text{ARM}}/\text{SIRM}$ ： 10^{-5} mA^{-1} ； SIRM/χ ： kAm^{-1} 。

研究表明当 $\chi_{fd}\%$ 超过 5% 时可认为样品中超顺磁性 (SP) 颗粒含量较高^[22]，尖峰山烧烤场周边地区所有植物叶片样品的 $\chi_{fd}\%$ 均大于 5%，平均值

到达 23.45%，表明其含有大量的 SP 颗粒。98% 的样品 $\chi_{\text{ARM}}/\chi > 4$ 、 $\chi_{\text{ARM}}/\text{SIRM} > 30 \times 10^{-5} \text{ mA}^{-1}$ ，说明样品磁性矿物晶粒以细颗粒的超顺磁 (SP) 和单畴 (SD) 为主，且不同区域、不同植物类型叶片的磁畴特征差不大，如图 4d 所示的磁性参数 χ_{ARM}/χ 与 $\chi_{\text{ARM}}/\text{SIRM}$ 散点图也说明了这一点。

2.2 植物叶片磁性特征空间变化

如图 2 所示，尖峰山烧烤场中心区域贴地层植物的 χ 、SIRM、HIRM 均明显高于乔木层和灌木层植物，以 χ 为例，贴地层植物的 χ 的平均值达到 $15.95 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ ，而乔木类和灌木类植物则分别只有 $7.14 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ 和 $6.80 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ ，说明尖峰山烧烤场的中心区域内贴地层植物本身和其附着的降尘所含有的磁性矿物含量远远高于乔木层和灌木层植物。但在过渡区域和外围区域中，三类植物的磁性矿物含量差异很小，说明中心区域不同类型植物叶片的磁性差异不是由于其植物本身性质造成，极有可能可与其所处的环境有直接关系，中心区域贴地层植物距离离烧烤台较为接近，常年处在人类活动频繁的环境里，烧烤所用的器具大部分为铁制品，高温烘烤和频繁翻动摩擦，造成粉尘排放和铁屑掉落，然后附着在近距离的贴地层植物上，导致其磁性较强。同时发现烧烤点最集中分布的 2 号和 3 号采样点附近，贴地层植物的 χ 则分别高达 $12.59 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ 、 $20.20 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ ，乔木层植物的 χ 分别高达 $15.12 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ 、 $10.21 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ ，灌木层植物的 χ 则分别高达 $9.16 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ 、 $12.69 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ ，均明显高于其他采样点，这两处采样点的 SIRM、HIRM 也具有相似的特点，进一步说明了烧烤活动会导致植物叶片磁性增强。

尖峰山烧烤场周边植物叶片磁性特征具有一定空间差异性，如图 2 所示，中心区域内贴地层植物的 χ 、SIRM、HIRM 明显高于乔木层和灌木层，而过渡区域和外围区域差异不明显。同时发现三个区域的磁性参数 χ_{ARM}/χ 、 $\chi_{\text{ARM}}/\text{SIRM}$ 的值均表现为贴地层 > 乔木层 > 灌木层，体现了植物叶片磁性矿物晶粒随高度升高先变粗再变细。

如图 3 所示尖峰山烧烤场周边地区同类植物的磁性参数 χ 、SIRM、HIRM 均表现为中心区域 > 过渡区域 > 外围区域 (灌木的 HIRM 除外)，说明随着距烧烤场距离的增大，植物叶片的磁性矿物含量下降，贴地层植物最显著，以 χ 为例，中心区域贴地层植物的 χ 平均值为 $15.95 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ ，分别为

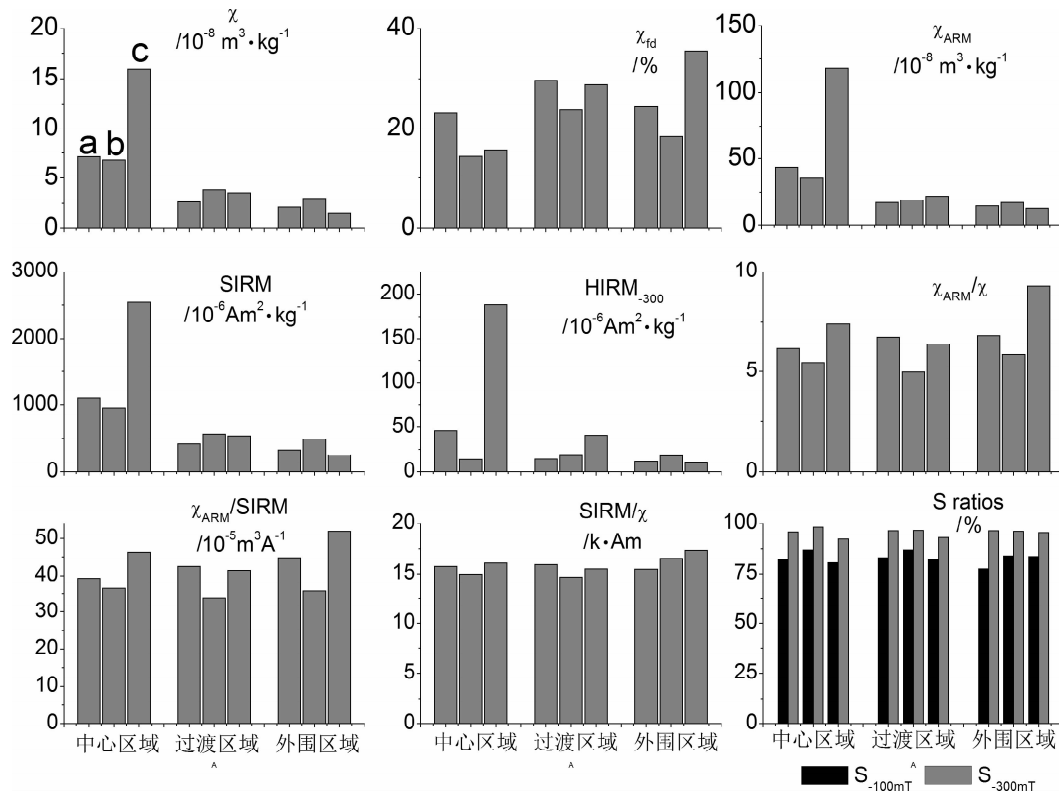


图 2 尖峰山烧烤场植物叶片磁性特征 (a: 乔木层; b: 灌木层; c: 贴地层)

Fig. 2 Magnetic properties of plant foliage from Jianfengmountain barbecue places
(a: arbor; b: shrub; c: ground flora)

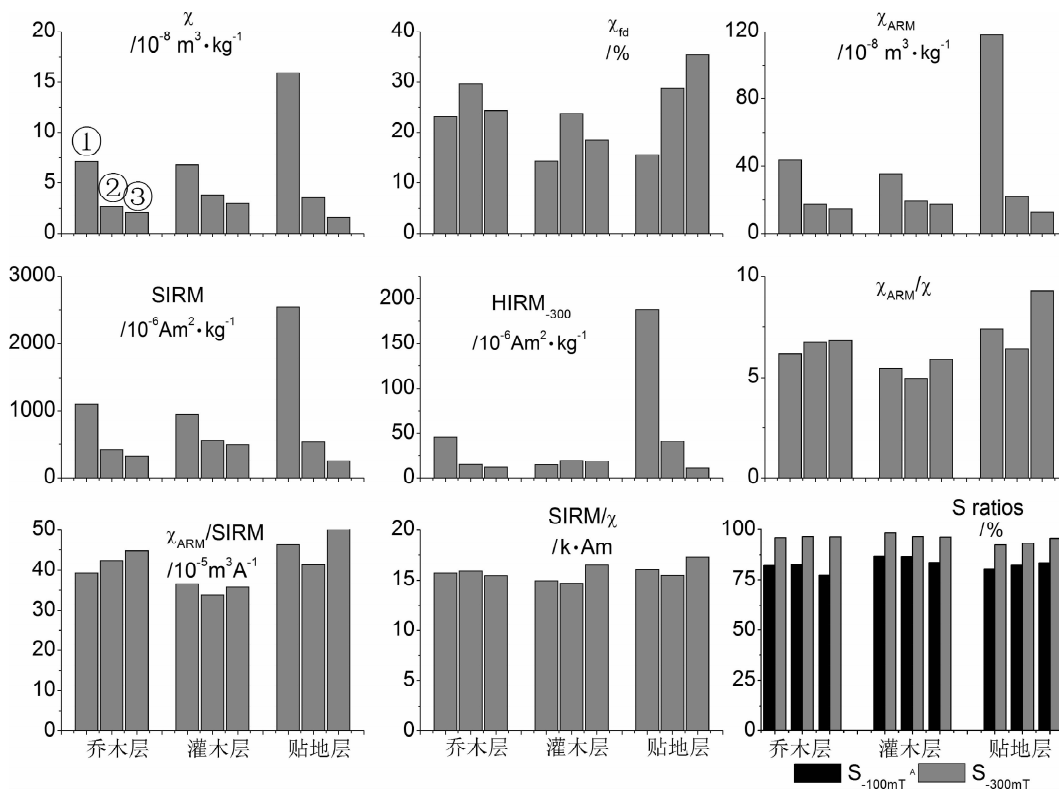


图 3 尖峰山烧烤场周边树叶磁性特征水平变化特征 (①: 中心区域; ②: 过渡区域; ③: 外围区域)

Fig. 3 The horizontal variation of magnetic parameters in plant foliage
(①: central zone; ②: transition region; ③: surrounding region)

过渡区域和外围区域的 4.56 和 10.63 倍；中心区域灌木层植物的 χ 平均值为 $6.80 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ ，分别为过渡区域和外围区域的 1.77 和 2.27 倍；而中心区域乔木层植物的 χ 平均值为 $7.14 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ ，分别为过渡区域和外围区域的 2.70 和 4.79 倍。4 种磁性参数在水平空间上的相似变化趋势，说明不同植物叶片磁性矿物具有一定共生性，指示其具有相似的来源。

2.3 植物叶片磁性特征对人类活动的响应

如图 4a、4b、4c 所示， χ 和 SIRM、 χ 和 χ_{ARM} 、 χ 和 HIRM 3 个组合的散点图能够明显将过渡区域

和外围区域与中心区域进行区分，过渡区域和外围区域的植物叶片的磁性特征较为接近，磁性矿物含量较低，而中心区域植物叶片磁性矿物的含量远远高于其他两个区域。3 个区域距离较近，自然环境背景比较一致，因此可认为造成这种差异的主要原因是人类活动的影响。中心区域植物叶片的强磁性特征主要是因为烧烤活动（铁器使用、垃圾排放、烟尘排放等）产生的污染物质导致磁性矿物增加造成，而过渡与外围区域植物叶片的磁性特征则代表研究区域的自然环境背景水平，体现了植物叶片磁性特征对人类活动的响应。

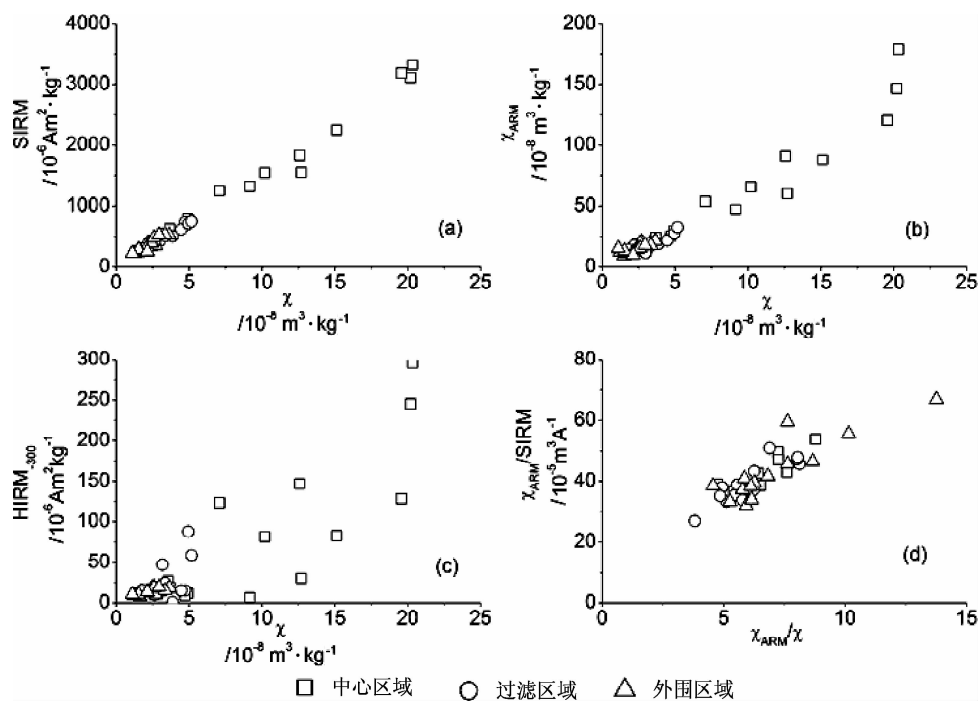


图4 尖峰山烧烤场不同区域植物叶片磁性特征对比

Fig. 4 Comparison of magnetic parameters between samples with different barbecue area

3 结论

细晶粒的超顺磁（SP）和单畴（SD）亚铁磁性矿物主导了尖峰山烧烤场周边植物叶片磁性特征，中心区域贴地层植物磁性矿物含量高于灌木层

和乔木层。水平空间上磁性矿物含量随距烧烤场距离增加而明显降低，磁性参数 χ 和 SIRM、 χ 和 χ_{ARM} 、 χ 和 HIRM 的组合能够将中心区域与过渡和外围区域区分，植物叶片磁性特征对人类活动具有明显响应。

参考文献：

- [1] 陈满荣, 王少平, 俞立中. 环境磁学及其在地理环境研究中的应用 [J]. 云南地理环境研究, 2001, 13 (1): 11-19.
- [2] 李鑫, 魏东岚. 浅述土壤磁化率的研究领域及其进展 [J]. 云南地理环境研究, 2012, 24 (6): 97-101.
- [3] 张春霞, 黄宝春. 环境磁学在城市环境污染监测中的应用和进展 [J]. 地球物理学进展, 2005, 20 (3): 705-711.
- [4] 张俊辉, 王瑾, 张健, 等. 宝鸡市街道尘埃磁学特征空间分布及环境意义 [J]. 环境科学, 2015, 36 (5): 1818-1826.

- [5] 李永涛, 曲赞. 武汉东湖 (官桥湖) 沉积剖面的垂向磁性特征及其对环境污染的响应 [J]. 地质科技情报, 2014, 33 (6): 226 – 232.
- [6] 陈铁楠, 张永清, 张希云, 等. 晋南某钢厂周边土壤重金属与磁化率分布规律及其相关性研究 [J]. 干旱区资源与环境, 2014, 28 (1): 85 – 91.
- [7] 乔庆庆, 黄宝春, 张春霞. 华北地区大气降尘和地表土壤磁学特征及污染来源 [J]. 科学通报, 2014, 59 (18): 1748 – 1760.
- [8] 董艳, 张卫国, 钱鹏, 等. 南通市任港河底泥重金属污染的磁学诊断 [J]. 环境科学学报, 2012, 32 (3): 696 – 705.
- [9] DongchenYin, ZhangweiGuo, Mahong Lei, et al. A magnetic record of heavy metal pollution in the Yangtze River subaqueous delta [J]. Science of the Total Environment, 2014, 476 – 477: 368 – 377.
- [10] 张春霞, 黄宝春, 李震宇, 等. 高速公路附近树叶的磁学性质及其对环境污染的指示意义 [J]. 科学通报, 2006, 51 (12): 1459 – 1468.
- [11] 胡守云, 段雪梅, 沈明洁, 等. 北京首钢工业区大气重金属污染树叶的磁学响应 [J]. 科学通报, 2008, 53 (4): 437 – 445.
- [12] 隆茜, 周菊珍, 孟颀, 等. 城市道路绿化带不同植物叶片附尘对大气污染的磁学响应 [J]. 环境科学, 2012, 33 (12): 4188 – 4193.
- [13] 张春霞, 黄宝春, 骆仁松, 等. 钢铁厂附近树木年轮的磁学性质及其环境意义 [J]. 第四纪研究, 2007, 27 (6): 1092 – 1104.
- [14] Alfani A, Baldantoni D, Maisto G, et al. Temporal and spatial variation in C, N, S and trace element contents in the leaves of Quercusilex within the urban area of Naples [J]. Environ Pollut, 2000, 109: 119 – 129.
- [15] 刘冰. 17 种道路绿化树木叶片重金属镉和铬含量的比较研究 [J]. 西北师范大学学报: 自然科学版, 2014, 50 (6): 104 – 109.
- [16] 郝姣姣. 露天烧烤对环境的影响研究——基于市长公开电话数据集上的统计分析 [D]. 长春: 东北师范大学, 2014.
- [17] Thompson R, Oldfield F. Environmental Magnetism [M]. London: Allen and Unwin, 1986: 1 – 227.
- [18] 董艳. 南通滨海地区全新世沉积物磁性特征及其古环境意义 [D]. 上海: 华东师范大学, 2014.
- [19] Maher B A. Magnetic properties of some synthetic sub – micron magnetites [J]. Geophysical Journal, 1988, 94 (1): 83 – 96.
- [20] Banerjee, S. K., King, J. Marvin, J. A. Rapid method for magnetic granulometry with applications to environmental studies [J]. Geophysical Research Letters, 1981, 8 (4), 333 – 336.
- [21] 马鸿磊. 长江口及东海内陆架沉积物柱样磁性特征及其影响因素 [D]. 上海: 华东师范大学, 2011.
- [22] 叶玮, 朱丽东, 李凤全, 等. 中国亚热带风成沉积物磁学特征对比研究 [J]. 第四纪研究, 2013, 33 (5): 912 – 926.

THE MAGNETIC CHARACTERISTIC OF PLANT FOLIAGE FROM JIANFENG MOUNTAIN BARBECUE PLACES AND ITS ENVIRONMENTAL SIGNIFICANCE

LI Wen, HU Zhong – xing, JI Ru

(College of Geography and Environmental Science, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, Zhejiang, China)

Abstract: Magnetic analyses was conducted on the plant foliage samples from Jianfeng Mountain barbecue area. The results indicate that ferromagnetic mineral dominates the magnetic properties, and it significantly influenced by human activities. In the central zone of barbecue places, magnetic mineral contents are higher in the ground flora than arbor and shrub, but in the transition area and peripheral area, the difference was insignificant. On the horizontal space, contents of magnetic mineral is significantly reduce with the increase of distance from central zone. The combination of χ and SIRM, χ and χ_{ARM} , χ and HIRM can effectively distinguish central zone from other two areas.

Key words: environmental magnetism; plant foliage; open – air Barbecue places; Jianfeng Mountain

渭河渭南段重金属分析及防治对策

尹 斌

(云南师范大学 旅游与地理科学学院高原 湖泊生态与全球变化重点实验室, 云南 昆明 650500)

摘要: 渭河是关中地区最大的一条河流, 对关中地区的发展具有重要意义。以渭河下游渭南段为研究对象, 选择了 3 个监测点采集河流底泥及河滩耕地土壤样品 24 件, 用便携式土壤重金属测量仪 (ALPHA-4000) 对河流底泥及河滩耕地土壤样品进行重金属检测。应用地积累指数法 (I_{geo}) 对河流底泥重金属含量进行空间变化特征分析, 并对河滩耕地土壤中重金属含量进行分析。结果表明: 3 个监测点的重金属单因子污染物平均浓度指数中, As 的平均浓度指数为 1.638, 属于严重超标, Sr、Pb 的平均浓度指数分别为 0.184、0.016, 属于轻度超标, 同时重金属 Sr、As 在河滩耕地土壤中的含量均超出了中国土壤元素背景值。沈河入渭口河流底泥中的重金属单因子含量最高, 污染最为严重。根据分析结果提出了相应的防治对策。

关键词: 渭河; 底泥; 重金属

中图分类号: X522

文献标识码: A

文章编号: 1001-7852(2015)02-0013-06

重金属是一类毒性大、易积累、难降解的污染物, 容易在植物体内富集, 进而通过食物链进入人体和动物体内, 危害生物的生命健康, 已经成为国内外的热点研究问题。由于重金属的积累作用, 沉积物中重金属浓度往往比水相中高几个数量级^[1]。进入河流的污染物中只有 1% 以下的污染物能溶解于水中, 99% 以上的污染物会沉积在河流沉积物中^[2]。所以对沉积物中的污染物进行分析和评价较单纯的水质分析更有代表性^[3], 而且其检测方法可靠简单, 故水体沉积物重金属含量的变化具有重要的环境指示意义。

随着渭南城市及工业的发展, 造成大量工业废水排入河中。其中重金属是比较严重的一类污染物。学者们对河流沉积物中的重金属从含量水平^[4]和评价研究^[5]等方面进行了大量研究, 但对沉积物中重金属的防治对策研究还不太深入。因此, 本文拟通过分析渭河渭南段沉积物及河滩耕地中重金属含量的空间变化及影响因素, 探讨渭河渭南段重金属污染现状及治理与保护措施, 为渭河的水环境保护提供依据。

1 研究区概况

渭河发源于今甘肃省定西市渭源县的鸟鼠山, 流经甘肃省陇东高原、天水盆地, 陕西省关中平原的宝鸡、咸阳、西安、渭南等地, 至渭南潼关县汇入黄河。全长 818 km, 流域总面积达 134 766 km²。渭南市地处陕西关中平原东部, 该区属温带季风性气候, 四季分明, 光照充足, 雨量适宜。年平均气温 11.3 ~ 13.6 °C, 年平均降水量为 570 mm, 降水时间分布不均, 集中分布在 7 月中旬到 10 月初。年日照 2 144 ~ 2 505 h。水资源总量为 20.06 × 10⁸ m³, 流经渭南市的渭、洛、黄三河客水年平均流量为 486.92 × 10⁸ m³, 可利用水量为 5.55 × 10⁸ m³。出现了水资源短缺, 地下水超量开采, 地表水含沙量大且污染重, 不宜饮用等问题。加之渭河中上游沿岸城市如宝鸡、西安工业比较发达, 其向渭河排入的污染物较多, 这些污染物往往会随着水流迁移到下游, 导致渭河渭南段水质污染加重, 同时也增加了该地区的水污染治理难度。近几年来随着有关

部门对渭河的综合治理,渭河的水质污染逐渐减轻,水环境逐渐好转。

2 数据与方法

2.1 采样与分析

于 2012 年 5 月在沈河入渭口、渭富大桥、漆河入渭口 3 个区域(图 1)用 GPS 进行定位,每个区域各选取 2 个采样点,用铁锹(表层涂有油漆,避免金属部分和土样接触)采集 0~40 cm 范围内

的底泥及土壤样品,所采样品为该采样点 3~4 个分点的混合样品,且每个采样点所采集的混合样不少于 2 000 g。盛放样品的容器材料为聚乙烯、纸等非金属制品。采样后均现场密封后带回实验室,置于阴凉处风干,于 3 周后进行过筛处理。

应用便携式土壤重金属测量仪(ALPHA-4000, 美国)对底泥及土壤样品进行重金属检测,并用地积累指数法^[6],对河流沉积物中重金属进行分析和评价,用土壤元素背景值对河滩耕地土壤进行对比分析。

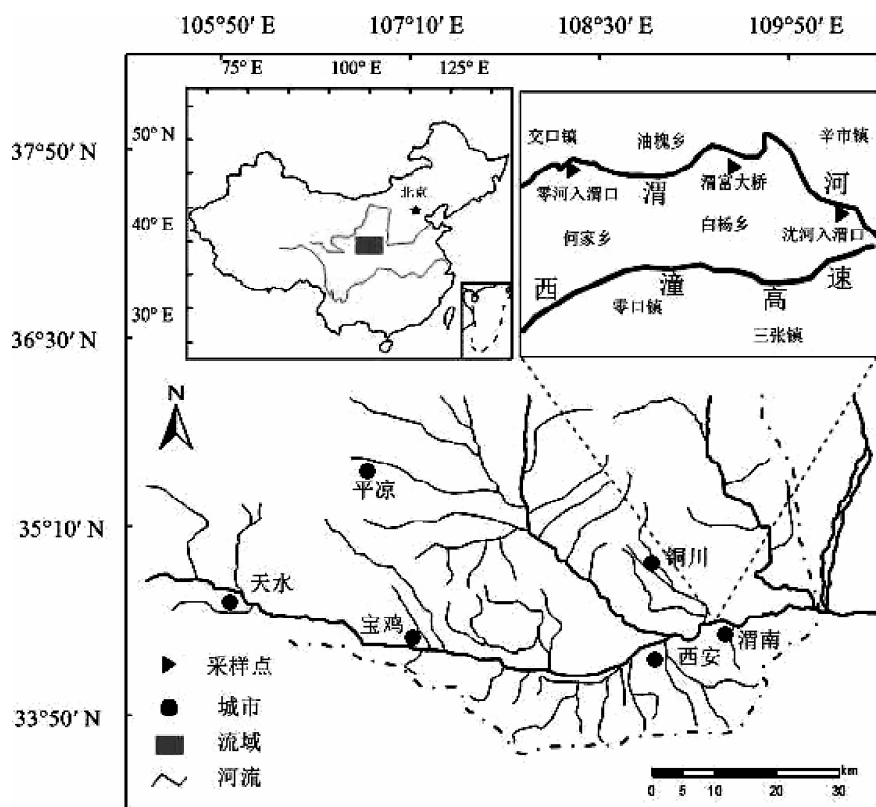


图 1 采样点分布图

Fig. 1 The sampling site distribution

2.2 研究方法

地积累指数法(lgeo)是德国海德堡大学沉积物研究所的科学家 Muller^[6]提出的一种研究水环境沉积物中重金属污染的定量指标,在该研究领域被广泛采用。其公式为:

$$lgeo = \log_2 [C_n / (1.5 \times B_n)] \quad (1)$$

式中: C_n 为元素 n 在沉积物中的含量(指质量比 mg/kg, 实测值); B_n 为沉积岩(即普通页岩)中的地球化学背景值; 1.5 为常数,是由于考虑到成

岩作用可能引起背景值的变动^[7]。地积累指数共分为 7 级, 0~6 级, 表示污染程度由无至极强, 最高一级(6 级)的元素含量可能是背景值的几百倍^[7]。因为河流底泥主要来源于当地的土壤, 所以用土壤中不同元素的含量作为背景值来判断当地河流底泥的重金属污染程度是国内外研究者较为普遍的做法^[8]。本文用中国土壤元素背景值^[9]为评价依据(表 1), 用地积累指数(lgeo)与重金属污染级别比较(表 2)对区域的重金属污染状况进行评价。

表 1 中国土壤元素环境背景值（几何均值）

Tab. 1 Environmental background values of soil elements
in China（geometric average）mg·kg⁻¹

元素	Mn	Pb	Zn	Rb	Sr	Zr	As
含量	482	23.6	67.7	107	121	237	9.2

表 2 地积累指数（lgeo）与重金属污染级别比较

Tab. 2 The comparison between geoaccumulation index（lgeo）
and the level of heavy metal pollution

lgeo	<0	>0-1	>1-2	>2-3	>3-4	>4-5	>5
lgeo 分级	0	1	2	3	4	5	6
污染程度	无	无—中	中	中—强	强	强—极强	极强

3 结果

3.1 河流底泥重金属分析结果

把表 3 中 As、Pb、Zn、Mn、Rb、Sr、Zr 等元素的数值分别带入公式（1）中，计算出各采样点的地积累指数（lgeo）值（表 4）。

表 3 渭河各采样点底泥重金属含量

Tab. 3 The volume of heavy metals in sediments from the
Weihe River at each sampling site

元素	单位	漆河入渭口	渭富大桥	沈河入渭口
Mn	mg/kg	476	242	426
	（+/-）	78	57	77
Fe	mg/kg	23 146	19 897	24 700
	（+/-）	607	464	643
Zn	mg/kg	52	78	95
	（+/-）	12	13	14
Pb	mg/kg	26	41	43
	（+/-）	8	8	9
Rb	mg/kg	71	69	70
	（+/-）	5	4	5
Sr	mg/kg	201	203	215
	（+/-）	9	8	9
Zr	mg/kg	230	309	236
	（+/-）	9	9	9
As	mg/kg	40	43	46
	（+/-）	12	11	10

表 4 渭河各采样点位重金属地积累指数（lgeo）与污染状况

Tab. 4 Accumulation index（lgeo）of heavy metals at every sampling site in the Weihe River and pollution conditions

采样点	指标	As	Pb	Zn	Mn	Rb	Sr	Zr
沈河入渭口	lgeo	1.737	0.281	-0.096	-0.763	-1.197	0.244	-0.591
	lgeo 分级	2	1	0	0	0	1	0
	污染程度	中	无—中	无	无	无	无—中	无
渭富大桥	lgeo	1.640	0.212	-0.381	-1.579	-1.218	0.162	-0.202
	lgeo 分级	2	1	0	0	0	1	0
	污染程度	中	无—中	无	无	无	无—中	无
漆河入渭口	lgeo	1.537	-0.445	-0.966	-0.603	-1.177	0.147	-0.628
	lgeo 分级	2	0	0	0	0	1	0
	污染程度	中	无	无	无	无	无—中	无

所测的 3 个采样点的重金属单因子污染物 lgeo As 在 3 个点位均为中度污染，lgeo Pb 在沈河入渭口和渭富大桥两个点位为轻度污染，lgeo Sr 在 3 个点位均为轻度污染。lgeo Mn、lgeo Zn、lgeo Zr、lgeo Rb 在 3 个点位均不构成污染。

表 5 中数据表明 3 个采样点断面中主要重金属单因子污染物 As 的平均浓度指数为 1.638，属于严重超标，Sr、Pb 的平均浓度指数分别为 0.184、0.016，属于轻度超标。Rb、Mn、Zn、Zr 含量正常。

表 5 渭河各采样点位重金属平均浓度地

积累指数（lgeo）与污染状况

Tab. 5 Accumulation index（lgeo）of heavy metals' average
concentration at every sampling site in the Weihe
River and pollution condition

As	Pb	Zn	Mn	Rb	Sr	Zr
1.638	0.016	-0.481	-0.989	-1.197	0.184	-0.474
中	无—中	无	无	无	无—中	无

3.2 河滩耕地土壤分析结果

将表 1 中土壤元素环境背景值与表 6 中土壤重金属含量数值相比较可得出, 7 个指标中 Zn、Rb、Pb、Mn 4 个元素的含量均小于土壤元素环境背景值, 达不到污染。Zr 元素在沅河入渭口处超出了土壤元素环境背景值。Sr 元素在 3 个点位的含量平均值超出土壤元素环境背景值近 1 倍, 处于污染状态。As 元素在 3 个点位的含量平均值超出土壤元素环境背景值 3 倍, 已构成严重污染。

表 6 河滩耕地各采样点土壤重金属含量

Tab. 6 The volume of heavy metals in riverside farmland soil at every sampling site

元素	单位	沅河入渭口	渭富大桥	沅河入渭口
Mn	mg/kg	352	357	245
	(+/-)	60	69	49
Fe	mg/kg	22043	23180	17396
	(+/-)	487	576	365
Zn	mg/kg	29	31	33
	(+/-)	8	10	7
Pb	mg/kg	22	23	22
	(+/-)	7	6	6
Rb	mg/kg	75	82	61
	(+/-)	4	5	4
Sr	mg/kg	204	191	197
	(+/-)	7	8	7
Zr	mg/kg	225	172	322
	(+/-)	8	8	9
As	mg/kg	31	33	31
	(+/-)	9	11	10

4 讨论

4.1 河流重金属污染原因分析

工业废水、矿业废水和生活污水排放以及流域农业肥料的使用等都会对河流造成重金属污染^[10]。重金属主要来自于工业废水, 大量废水未经处理排入河流, 冶金、化学、机械工业等废水中的重金属含量很高^[11]。

就本次分析结果而言, 在 3 个监测点中, 沅河入渭口的河流底泥重金属单因子含量最高, 污染最为严重。经调查得知沅河入渭口段在 10 多年前存

在小型化工厂有 10 多家, 另外还零散分布着一些机床厂, 这些工厂规模小, 污水处理技术落后, 有的工厂甚至直接将工业废水排入河中, 就造成了工业废水中的重金属在河流底泥中的积累。近年来随着各部门对沅河的综合治理, 这些工厂已被全部取缔, 污染在很大程度上有所减轻, 但由于重金属易积累、难降解的特点, 以前的污染至今对该水域的水环境有很大影响。渭南河滩耕地主要依赖渭河水漫灌以及长期施用化学肥料, 这是造成当地农业土壤重金属污染的主要原因^[12]。3 个监测点中河滩耕地土壤样品都存在个别重金属单因子污染物平均浓度超标现象, 说明该地区土壤已经受到河水及农业化肥的污染。

4.2 对策与建议

随着公众环保意识的提高, 重金属污染的隐蔽性、长期性和不可逆性已引起越来越多的关注^[13]。针对上述重金属单因子污染现状, 应该采取合理的耕作措施及生物工程措施进行治理。对于如何预防的问题, 应该综合利用法律及行政手段控制污染, 加强渭河沿岸各相关单位之间的协同管理。对渭河的治理应本着《全国生态环境保护纲要》中所强调的“保护优先, 预防为主, 防治结合”的方针, 把渭河打造成生态渭河。具体的治理与保护措施及建议如下。

4.2.1 生物工程措施

利用植物修复技术对渭河重金属污染进行修复, 植物修复技术是以植物(如水草, 生态花卉等)忍耐和超量积累某种或某些化学物质的理论为基础, 利用植物及其共生生物体系清除水体中污染物的环境污染治理技术。利用耐重金属植物或超积累植物降低重金属的活性, 将水体中的重金属萃取出来, 富集并运输到植物体内。在具体的植物与技术运用上要注意针对不同污染状况的水体选用不同的生态型植物, 以重金属污染为主的水体宜选用观赏型水生植物^[14]。而这一点也正好符合渭南市把渭河城区段打造成城市景观河的定位。在河滩上及水中种植芦苇、宽叶香蒲、睡莲、等植物, 用此来净化水体, 吸收水中的污染物, 这些水生植物不仅对重金属有很好的吸收作用。同时也可以减轻河水的浑浊度, 固定河床泥沙, 减少泥沙的淤积。将会取得很好的生态效益。在运用植物修复技术时应注意用于清除重金属功能的植物器官往往会因腐蚀、

落叶等原因使重金属等污染物重返水体,造成二次污染,因此必须定期收割并处理植物器官^[14]。

4.2.2 耕作措施

长期以来在渭河治理中存在重视水资源的开发利用,轻视水资源的保护和管理,重视修水库建设调水工程,轻视封山禁牧、退耕还河等问题。经走访调研,渭河沿岸河滩并不适宜耕种,土壤沙化严重,肥力低下,基本上无灌溉设施。对于这类土地,农户只能通过大量使用化肥来增加土壤肥力,以提高产量。这样在耕作过程中无疑造成了某些化肥中的重金属向土壤富集,然后向河流迁移。大量的化肥投入不能带来高额的耕作效益,而且导致了重金属的污染,所以应该引导当地村民改变生产方式,实现退耕还河。随着科学发展观的不断加深及生态文明建设,今后应转变渭河治理的理念及态度,以维护渭河健康发展和人水和谐为治河理念,尊重河流的自然演变规律,善待河流。

4.2.3 综合利用法律及行政手段控制污染

由于工业废水及生活污水中都含有一定量的重金属,特别是工业废水中重金属含量比较大。对于渭河重金属污染的防治,应综合运用法律、行政及经济调控手段严格要求工业废水和生活污水的排放标准。对于违规排放废水的工矿企业及单位,情节严重的予以相应的法律制裁,不构成违法的,予以必要的行政处罚。提高全民尤其是沿河两岸居民的环境意识,加强环境教育和宣传,动员全社会来保护渭河保护自己的家园。

4.2.4 加强渭河沿岸各相关单位之间的协同管理

以前对渭河的治理是各相关单位分段分区域管

理,各单位每年的治理目标与计划各不相同。并且重金属污染物可随着水流迁移,这样往往会导致下游河段的治理成果受到上游河段的影响,增大了治理难度。如果各单位之间能协同管理,提出共同的治理目标及标准,使整个渭河的治理及保护科学化系统化。这样将会大大提高渭河重金属污染的防治效率。

5 结论

根据对渭河渭南段河滩耕地及河流底泥土壤重金属分布规律的研究,得出结论如下:

(1) 河流底泥中重金属单因子对渭河渭南段的污染程度为 As (中) > Sr (无 - 中) > Pb (无 - 中) > Rb (无) > Mn (无) > Zn (无) > Zr (无),为轻度污染。

(2) 3 个监测点中,沱河入渭口底泥中的重金属单因子含量最高,污染最为严重。

(3) 河中底泥与河滩耕地重金属 Sr、Zr、Zn、Mn、As、Pb、Rb, 7 个指标中 Zn、Pb、Mn、Rb 含量均小于国家土壤元素环境背景值,As、Sr 含量均超标,Zr 含量也存在小范围超标,说明在一个大的环境容量中各部分的环境要素之间存在着必然的内在联系,既相互影响又相互制约。

(4) 在许多调查活动中,河流底泥与土壤的重金属含量分析大多以中国土壤元素环境背景值作为衡量重金属是否超标的标准。而超标的原因有两方面,一方源于人类排放,另一方面应该是源于当地岩石的风化,属于环境本底。

参考文献:

- [1] 乔胜英,蒋敬业,向武,等. 武汉地区湖泊沉积物重金属的分布及潜在生态效应评价 [J]. 长江流域资源与环境, 2005, 14 (3): 353 - 357.
- [2] 耿雅妮. 河流重金属污染研究进展 [J]. 中国农业通报, 2012, 28 (11): 262 - 265.
- [3] 马德毅. 海洋沉积物的污染指示作用和检测方法 [J]. 海洋通报, 1993, 12 (5): 89 - 96.
- [4] 陈春霄,姜霞,战玉柱,等. 太湖表层沉积物中重金属形态分布及潜在生态风险分析 [J]. 中国环境科学, 2011, 31 (11): 1842 - 1848.
- [5] 安立会,郑炳辉,张雷,等. 渤海湾河口沉积物重金属污染及潜在生态风险评价 [J]. 中国环境科学, 2010, 30 (5): 666 - 670.
- [6] Forster U. Ahlf W, Camano W. Sediment Quality Objectives and Criteria development [J]. Germany Water Sci Technol, 1993, 28 (8): 307.
- [7] 尹斌,卢爱刚,薛文,等. 渭河下游渭南段水环境分析 [J]. 陕西农业科学, 2013, 59 (2): 77 - 79, 104.
- [8] 霍文毅,黄风茹,陈静生. 河流颗粒重金属污染评价方法比较研究 [J]. 地理科学, 1997, 19 (1): 81 - 86.

- [9] 魏复盛, 陈静生, 吴燕玉, 等. 中国土壤背景值研究 [J]. 环境科学, 1991, 12 (4): 12 – 19.
- [10] 李焕, 陈玖斌, 蔡虹明. 河流重金属污染同位素示踪研究进展: 以法国塞纳河锌同位素研究为例 [J]. 矿物岩石地球化学通报, 2014, 33 (6): 941 – 949.
- [11] 康勤书, 周菊珍, 吴莹, 等. 长江口滩涂湿地重金属的分布格局和研究现状 [J]. 海洋环境科学, 2003, 22 (3): 44 – 47.
- [12] 胡明. 韩城农业土壤重金属污染现状研究 [J]. 湖北农业科学, 2014, 53 (4): 798 – 801; 805.
- [13] 肖微炜, 臧传利, 柏益尧, 等. 河流重金属迁移转化数值模拟控制方程研究进展 [J]. 科技信息, 2014 (12): 228 – 229.
- [14] 冯雨峰, 孔繁德. 生态修复与生态工程技术 [J]. 北京: 中国环境科学出版社, 2008: 34.

HEAVY METALS ANALYSIS AND THE COUNTERMEASURES AT WEINAN SECTION OF WEIHE RIVER

YIN Bin

(Key Laboratory of Plateau Lake Ecology & Global Change, School of Tourism and Geographical Sciences,
Yunnan Normal University, Kunming 650500, Yunnan, China)

Abstract: The Weihe River is the largest river in the Guanzhong area, which is of great significance for the development of the Guanzhong area. The Weinan section of the river is the subject of the study. 24 specimens are collected from the sediment and cultivated lands of the 3 points. The Portable Measuring Instrument of Soil Heavy Metal (ALPHA – 4000) is used to analyze the sediment and cultivated lands. The accumulate index method (*I_{geo}*) is applied to study the spatial variation characteristics of heavy metal content in the river sediment and cultivated lands on the riversides. Results show that the accumulation average index of the heavy metal content in the river sediment of the 3 monitoring sites is negative, indicating the river sediment is non – pollution; The single factor average pollution concentration index of the 3 points are respectively 1.638 (As), 0.184 (Sr) and 0.016 (Pb), indicating a serious pollution of As and slight pollution of Sr and Pb; Also, Sr and As in cultivated land on the riverside exceed the soil elements setting value of Chinese; Compared with that of other points, The content of heavy metal single factor in the sediment of Youhe River is the most serious. According to the result of analysis, the corresponding countermeasures are put forward.

Key words: Weihe River; sediment; heavy metals

云南孟定盆地 48 年来相对湿度变化分析及预测

程清平^{1,2}, 王平^{2*}, 徐强²

(1. 福建师范大学地理科学学院, 福建福州 350007; 2. 云南师范大学旅游与地理科学学院, 云南昆明 650500)

摘要: 依据孟定气象站 1961~2008 年逐月相对湿度数据, 应用 Mann-Kendall 检验、相关分析、R/S 分析、均生函数预测模型等方法, 分析了孟定盆地 48 年来相对湿度的变化特征及未来变化趋势。结果表明: 48 年来孟定盆地年相对湿度呈缓慢的增加趋势, 倾向率为 0.017%/10a, 48 年来增加了 0.08%。各季节变化不同, 春、夏季分别以 0.94%/10a、0.03%/10a 的倾向率呈增加趋势, 秋、冬季相对湿度呈减少趋势, 倾向率分别为 -0.22%/10a、-0.68%/10a; 春季突变增加趋势显著, 冬季突变减少趋势显著且 5 年的变化周期十分显著; 相对湿度的增加与降水量的增加和蒸发量以及日照时数的减少有密切的关系; R/S 分析法和均生函数预测模型均表明 2009~2013 年相对湿度将仍呈增加趋势。

关键词: 孟定盆地; 相对湿度; 变化趋势; 预测

中图分类号: P468.0

文献标识码: A

文章编号: 1001-7852(2015)02-0019-06

空气相对湿度的变化影响着生态系统中动植物的生长, 人类生活环境的舒适程度以及各行各业的生产活动^[1]。近年来国内外少数学者对相对湿度的长期变化趋势开展了研究, Akinbode 等^[2]对尼日利亚 Akure 省研究发现, 1992~2001 年相对湿度呈下降趋势; Surratt 等^[3]对美国相对湿度变化特征的研究表明, 相对湿度呈下降趋势, 并且与水滴蒸发呈负相关关系^[3-4], 蒸发量增加 40%, 相对湿度减少了 25%~45%, 而湿度减少是造成干旱的原因之一^[3]。徐宗学等^[5]的研究表明, 1960~2001 年西藏地区相对湿度总体上呈微弱上升的趋势。刘明春等^[6]的研究发现, 1961~2009 年武威市各地年、年代相对湿度总体呈减少趋势, 相对湿度的时间序列存在着 6~8 年的变化周期, 冬季相对湿度呈增加趋势, 其他季节呈减小趋势。以上研究表明全球及我国相对湿度均发生了显著的变化。

目前, 有关云南相对湿度变化研究成果未见报道。笔者就孟定盆地相对湿度的变化特征和未来变化

趋势等进行分析, 旨在为认识该地区在全球和中国气候变化背景下的响应以及应对气候变化等提供依据。

1 资料和研究方法

1.1 研究区域概况

孟定盆地位于滇西南耿马县孟定镇境内, 南定河下游, 系大型断陷河谷盆地, 呈东北西南向展布, 长 30 km, 宽 2~4 km, 最宽处 10.0 km, 面积 98.4 km², 海拔约 465 m。气候类型为西部型北热带湿润季风气候, 年均温 22.3℃, 最冷月 (1 月) 均温 14.3℃, 最热月 (6 月) 均温 25.9℃, 年降水量 1 519.8 mm, 旱、雨季分明, 雨季降水量占全年降水量的 85%, 年相对湿度 80%。是云南著名的热区之一, 作物一年三熟, 主产水稻、橡胶、甘蔗、胡椒、热带水果等, 是著名的国家级边境口岸^[7]。

1.2 资料来源

数据来源于孟定气象站 (23°34'N, 99°05'E,

收稿日期: 2015-03-11; 修订日期: 2015-04-01.

基金项目: “低纬高原环境与区域发展”云南省特色优势学科群建设项目资助; “云南南滚河自然保护区综合科学考察”。

作者简介: 程清平 (1987-), 男, 云南省昭通市人, 硕士研究生, 主要从事自然地理与全球变化研究。

* 通信作者: 王平 (1965-), 男, 云南省昭通市人, 副教授, 从事自然地理及景观生态的研究与教学。

海拔 464 m), 年代序列为 1961 ~ 2008 年累年各月平均相对湿度。2009 年始, 该站改为自动气象站, 仅观测气温、降水 2 个气象要素。季节划分以 3 ~ 5 月为春季, 6 ~ 8 月为夏季, 9 ~ 11 月为秋季, 12 ~ 次年 2 月为冬季, 5 ~ 10 月为雨季, 11 ~ 次年 4 月为干季。标准相对湿度值以世界气象组织 (WMO) 设定的 30 年平均值 (1971 ~ 2000 年) 为标准。

1.3 研究方法

采用线性趋势法分析相对湿度的变化趋势, Mann-Kendall 趋势检验法^[8-9]研究相对湿度的突变特征。应用方差分析外推法^[10]分析相对湿度的变化周期, 并结合谐波分析^[10]加以检验。应用相关分析法^[11]分析相对湿度与其他气候要素的相关性, 并结合灰色关联法^[10]加以检验。选用 R/S 分析法^[12]对未来变化趋势做出预测, 并结合均生函数预测模型^[13]对 2009 ~ 2023 年的年和四季相对湿度值做出预报。

2 结果与讨论

2.1 变化趋势分析

2.1.1 年际变化趋势

线性回归分析显示, 孟定盆地 48 年来相对湿

度呈微弱的增加趋势 (图 1), 其倾向率为 $0.017\%/10a$ ($P=0.9$), 即 48 年来相对湿度增加了 0.09% , 春季相对湿度显著增加 ($P<0.05$) 对年均相对湿度的贡献最大, 年均相对湿度在 1993 年出现最大值为 82.3% , 1979 年出现最小值为 74.8% , 年内变化 (图 2) 以 7 ~ 8 月份达到最大为 86.6% , 3 月份达到最小为 65.2% 。5 年滑动平均曲线 (图 1a) 显示, 年相对湿度大致经历了增加 (1961 ~ 1976 年) — 减少 (1976 ~ 1989 年) — 增加 (1989 ~ 2000 年) — 减少 (2000 ~ 2008 年) 4 个阶段, 尤以 1976 ~ 1989 年这一时段减少幅度较大, 其倾向率为 $-0.42\%/10a$ 。

2.1.2 季节变化趋势

48 年来孟定盆地春、夏季相对湿度呈增加趋势, 倾向率分别为 $0.94\%/10a$ ($P<0.05$)、 $0.03\%/10a$ ($P=0.8$), 春季在 20 世纪 60 年代至 70 年代呈增加趋势, 并于 1979 年达到最低值为 55.3% , 80 年代至 90 年代前期呈减少趋势, 90 年代后期以来呈增加趋势 (图 1); 夏季在 60 ~ 70 年代前期呈波动增加趋势, 70 年代后期至 80 年代呈减少趋势, 90 年代至 2004 年呈增加趋势, 2005 年以来呈减少趋势。秋、冬季相对湿度呈下降趋势, 其倾向率分别为 $-0.22\%/10a$ ($P<0.05$)、

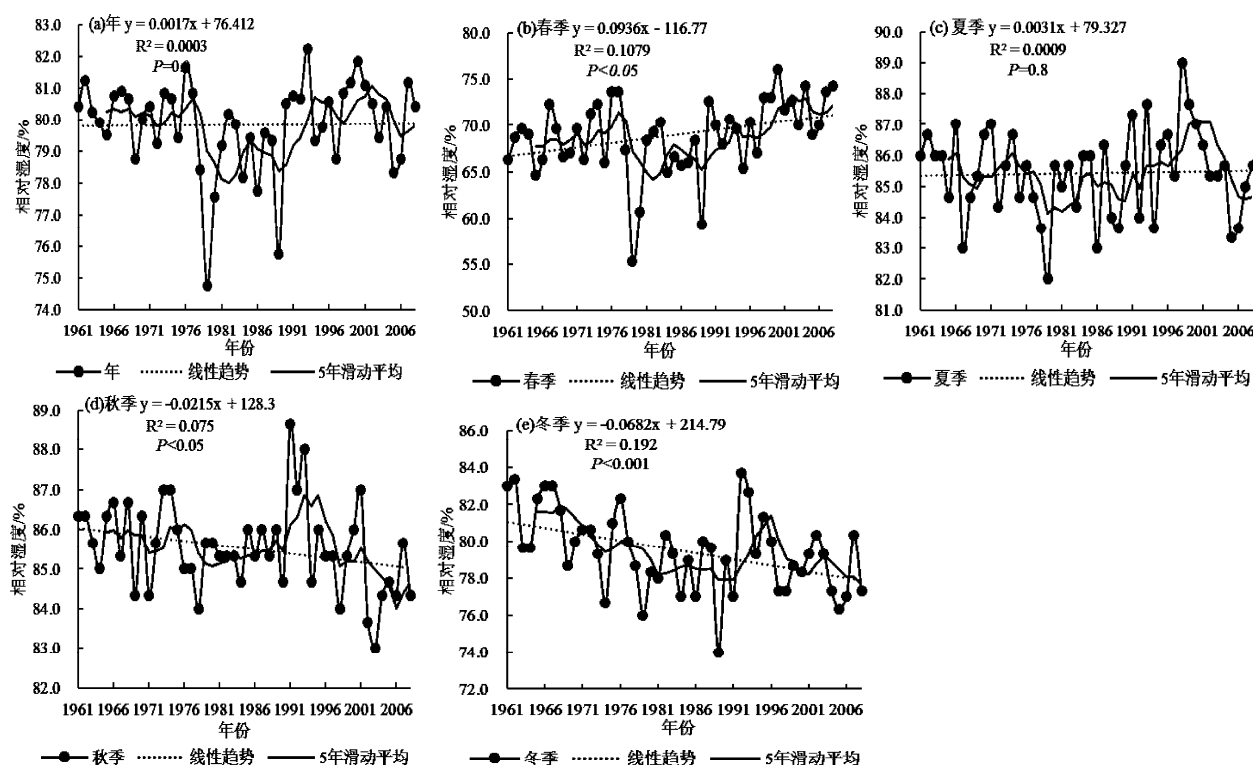


图 1 1961 ~ 2008 年孟定盆地年和各季相对湿度变化趋势

Fig. 1 Annual and seasonal relative humidity change curve in Mengding basin from 1961 to 2008

$-0.68\%/10a$ ($P < 0.001$), 秋季在60年代基本平稳, 70年代至80年代呈波动减少, 90年代呈增加趋势, 2000年以来呈减少趋势; 冬季在60年代呈

上升趋势, 70~80年代呈减少趋势, 90年代以来略有上升。

2.2 突变特征分析

经M-K检验, 春季于1997/1998年交于一点(图3), 并于2007年突破1.96 ($\alpha = 0.05$)的临界线, 表明春季于1998年发生突变增加, 与线性回归分析中春季相对湿度增加显著相印证。夏季在1961/1962年在正序列UF与逆序列UB之间交于一点, 并于1979~1984、1986、1988~1990年突破-1.96的临界线, 这说明夏季于1962年发生了突变减少, 1990年之后正序列UF呈波动增加。秋季在正序列UF与逆序列UB之间多次交于一点, 并于2004~2008突破-1.96的临界线, 正序列UF在整个时段呈明显的下降趋势, 这说明秋季突变减少趋势显著。冬季于1968/1969年在正序列UF与逆序

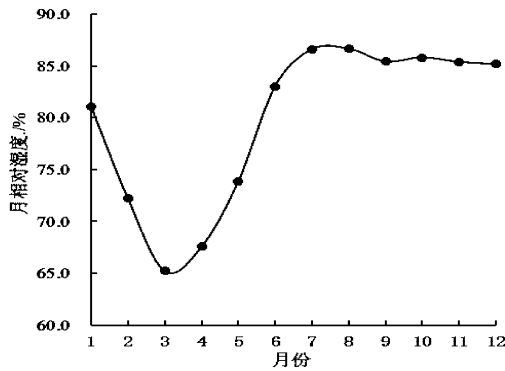


图2 孟定盆地相对湿度月际变化

Fig. 2 Monthly variation of Relative humidity in Mengding basin

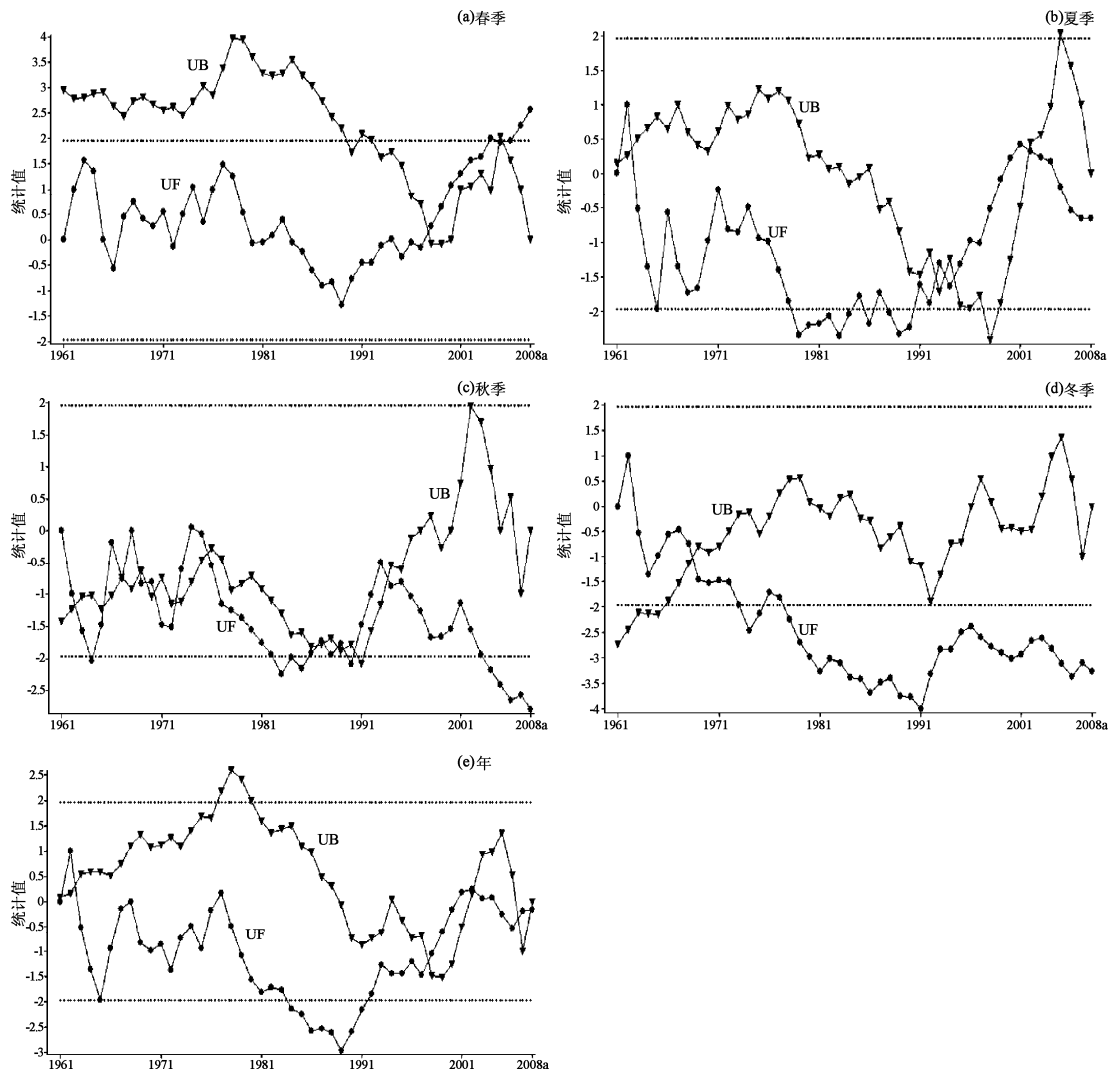


图3 1961~2008年孟定盆地相对湿度突变检验

Fig. 3 Relative humidity mutation test in Mengding basin from 1961 to 2008, UF and UB is reliability line

列 UB 交于一点, 1978 年以来突破 -1.96 的临界线, 这说明冬季于 1969 年发生极其显著的突变减少, 与线性回归分析中冬季相对湿度减少十分显著具有一直吻合型; 年均相对湿度在正序列 UF 与逆序列 UB 之间多次交于一点, 并于 1985 ~ 1991 年突破 -1.96 的临界线, 这说明年均相对湿度发生了显著的突变减少, 1992 年以后正序列 UF 呈波动增加趋势。

2.3 变化周期分析

方差分析外推法显示, 年均相对湿度有 5 a 的变化周期, 置信度 89%, 相关系数为 0.99, 谐波分析显示年变化有 8 a 的周期间隔, 显著性水平为 0.01 (表 1)。春季有 8 a 的变化周期, 置信度为 81%, 谐波分析显示春季有 8 a 周期间隔, 显著性水平为 0.01 (表 1)。夏季有 11 年的变化周期, 置信度为 82%, 相关系数为 0.99, 谐波分析显示夏季有 2.7 a 的周期间隔, 显著性水平为 0.07。秋季有 18 年的变化周期, 置信度未通过 95% 的信度检验, 谐波分析显示秋季有 24 a 的周期间隔, 显著性水平为 0.01。冬季有 5 a 的变化周期, 置信度为 99%, 相关系数为 0.98, 谐波分析显示冬季有 5.3 a 周期间隔, 显著性水平为 0.03, 表明冬季变化周期十分显著。

2.4 与其他气候要素的相关性分析与讨论

应用相关系数法对年和各季相对湿度变化分别与同期气温、降水、蒸发量、日照时数 4 个要素做

相关性分析, 结果表明: 年均相对湿度与蒸发量呈弱负相关, 与日照时数呈微弱负相关, 与气温和降水量相关性不明显 (表 2)。各季有所不同, 春季相对湿度与蒸发量呈极强负相关, 与日照时数呈弱负相关, 与气温呈微弱负相关, 与降水量呈弱正相关。夏季相对湿度与气温呈微弱负相关, 与降水量呈微弱正相关, 与蒸发量呈强负相关, 与日照时数呈弱负相关。秋季相对湿度与蒸发量和日照时数呈微弱负相关, 与降水量呈弱正相关。冬季相对湿度与气温、蒸发量和日照时数呈弱负相关, 与降水量呈弱正相关。以上影响因素均通过 0.05/0.01 显著性检验。

表 1 1961 ~ 2008 年孟定盆地相对湿度年际变化周期 (a)
Tab. 1 Inter-annual variations cycle of relative humidity in Mengding basin of 1961 to 2008 (a)

年/季	方差分析外推法				谐波分析法			
	p/a	F 值	$\alpha/\%$	r	a	F	P	r
年	5	2.05	89	0.99	8	4.99	0.01	0.56
春季	8	1.53	81	0.94	8	4.44	0.01	0.58
夏季	11	1.48	82	0.99	2.7	2.73	0.07	0.42
秋季	18	1.61	87	0.99	24	4.87	0.01	0.55
冬季	5	3.67	99	0.98	5.3	3.64	0.03	0.52

注: 方差分析外推法中 p 代表周期, α 代表置信度, r 代表相关系数, F 代表方差比。谐波分析中 a 代表主周期, F 代表方差比, P 显著性水平。

表 2 孟定盆地相对湿度与其他气候要素相关系数

Tab. 2 Correlation coefficient of relative humidity and meteorological elements in Mengding Basin

年/季	相关系数法				灰色关联法			
	气温	降水量	蒸发量	日照时数	气温	降水量	蒸发量	日照时数
年	-0.10	0.21	-0.69 **	-0.40 **	0.60	0.31	0.43	0.38
春季	-0.35 *	0.56 **	-0.92 **	-0.49 **	0.71	0.33	0.51	0.54
夏季	-0.37 *	0.38 **	-0.75 **	-0.62 **	0.75	0.42	0.47	0.38
秋季	-0.19	0.58 **	-0.30 *	-0.32 *	0.76	0.29	0.56	0.52
冬季	-0.39 **	0.44 **	-0.55 *	-0.57 **	0.83	0.44	0.79	0.84

注: 相关系数法中 * 表示 $P < 0.05$, ** 表示 $P < 0.01$ 。

结合灰色关联法检验得知, 年和各季相对湿度与气温的关联最好, 与日照时数和蒸发量的关联其次, 与降水的关联最小。从表 3 可知, 同期气温和降水量呈显著的增加趋势, 蒸发量和日照时数呈显著的减少趋势, 从而可知相对湿度增加

与蒸发量和日照时数的减少, 降水量的增加有密切的关系。

从以上分析并结合表 3 可知, 降水量的增加和蒸发量、日照时数的显著减少的共同作用下使相对湿度呈缓慢的增加趋势。

表 3 1961 ~ 2008 年孟定盆地常规气候要素倾向率
Tab. 3 The meteorological elements change rate
in Mengdingr basin from 1961 to 2008

年/季	气温 /℃·(10a) ⁻¹	降水量 /mm·(10a) ⁻¹	蒸发量 /mm·(10a) ⁻¹	日照时数 /h·(10a) ⁻¹
年	0.09	5.08	-31.3	-94.6
春季	0.03	5.96	-20.8	-45.4
夏季	0.06	0.83	-9.1	-25.7
秋季	0.06	-9.36	-2.2	-20.7
冬季	0.23	2.82	0.8	-2.8

2.5 未来变化趋势预测分析
2.5.1 R/S 分析法预测

R/S 分析法能对气候变化的持续性 ($0.5 < H < 1$) 和反持续性 ($0 < H < 0.5$) 成分的强度进行定量比较, 因此具有重要的应用意义^[13], 采用 R/S 分析法对孟定盆地年和各季相对湿度变化趋势做出预测, 所得年、春、夏、雨季相对湿度 Hurst 指数

分别为 0.86、0.79、0.70、0.72 > 0.5 ^[13], 表明未来年、春、夏、雨季相对湿度变化具有长期相关性, 将呈持续性变化, 且整体继承过去变化呈增加趋势。秋、冬、干季 Hurst 指数分别为 0.60、0.72、0.82, 这说明秋、冬、干季变化也呈持续性变化, 将整体继承过去变化呈下降趋势。

2.5.2 均生函数预测模型

均生函数预测模型主要有逐步回归方案、正交筛选方案、最优子集建模 3 种方案^[14], 本文利用 1961 ~ 2008 年相对湿度序列, 建立最优子集回归预测模型对孟定盆地相对湿度序列建立预报方程 (表 4)。根据双评分准则^[15], CSC 值越大越好或者拟合均方根误差 (RMSE) 越小越好。利用最优子集建模进行预测的结果和实测值拟合曲线如图 4 所示 (在此仅绘制年拟合曲线), 实测值与预测值在最大值和最小值之间吻合较好, 年和各季相对湿度拟合相对误差绝对值 REAV (表 2) 远小于 20%^[16] 误差范围, 模拟效果十分理想^[15], 模拟精度符合标准要求, 年和各季相对湿度预测值见表 5, 2009 ~

表 4 孟定盆地年和各季相对湿度最优子集预报方程
Tab. 4 Annual and seasonal relative humidity of in the most sub sets forecast equation in Meng ding basin

年/季	K	最优子集方程	REAV/%	CSC	RMSE	R
年	5 阶	$Y = -109.094 - 2.24389x_1 + 2.41563x_2 + 0.86527x_3 + 0.53798x_6 + 0.78973x_7$	2.6	55.56	0.92	0.78
春季	3 阶	$Y = -64.403 + 0.66879x_3 + 0.55066x_4 + 0.71398x_5$	8.1	56.87	2.56	0.78
夏季	4 阶	$Y = -65.390 + 0.46787x_1 - 0.40390x_3 + 1.04607x_4 + 0.64716x_6$	2.8	73.46	1.00	0.73
秋季	4 阶	$Y = -118.674 + 0.66562x_4 + 0.49149x_5 + 0.63702x_6 + 0.59297x_7$	1.8	58.15	0.68	0.80
冬季	4 阶	$Y = -0.772 + 0.51251x_2 + 0.47595x_4 - 0.90163x_5 + 0.91891x_6$	3.7	53.78	1.48	0.75

注: K 表示阶次; REAV 表示相对误差绝对值; CSC 表示双评分准则; RMSE 表示拟合均方差; R 表示相关系数。

表 5 孟定盆地年和各季相对湿度 2009 ~ 2023 年预测值
Tab. 5 Annual and seasonal relative humidity value in Mengding basin from 2008 to 2023 %

年份	年	春季	夏季	秋季	冬季	年份	年	春季	夏季	秋季	冬季
2009	79.6	69.3	86.3	86.1	75.9	2017	79.2	70.0	85.6	84.9	77.8
2010	80.3	71.9	85.7	84.8	78.2	2018	80.6	74.7	85.9	85.1	77.2
2011	78.4	67.5	84.6	84.8	78.4	2019	78.8	70.3	85.7	85.0	73.6
2012	79.7	69.9	87.0	84.3	79.1	2020	79.5	72.8	84.8	84.4	76.4
2013	80.3	71.6	86.7	85.3	77.9	2021	78.8	69.3	84.6	84.7	77.3
2014	80.2	73.2	86.4	84.9	76.7	2021	80.0	72.5	85.0	84.7	80.1
2015	81.0	73.1	86.5	85.0	77.7	2023	81.0	74.1	85.0	84.6	77.8
2016	80.6	74.4	85.5	84.0	77.3						

2023 年年和各季相对湿度倾向率分别为 0.116% 10a ($P = 0.8$)、1.944% 10a ($P = 0.1$)、-0.948% 10a ($P < 0.05$)、-0.397% 10a ($P = 0.1$)、-0.095% 10a ($P = 0.9$)，未来 15 年孟定盆地相对湿度除夏季呈减少趋势与 R/S 分析预测结果不一致外，年和其余各季与 R/S 分析得到的结果具有一致性，这预示着孟定盆地相对湿度仍将继承过去的整体变化趋势，继续向暖湿变化，这可能有利

于当地的农业生产活动。

3 结论

(1) 孟定盆地年均相对湿度呈增加趋势，48 年来增加了 0.08%，春季相对湿度的显著增加对年均相对湿度的增加贡献最大，夏季呈微弱的增加趋势，秋、冬季相对湿度呈显著的下降趋势。

(2) 年和春季、雨季呈突变增加趋势，尤以春季突变增加显著。秋季、冬季、干季相对湿度呈突变减少趋势，尤以冬季突变减少显著，且冬季 5 年的变化周期十分显著。

(3) 相对湿度的上升意味着孟定地区大气在向暖湿方向转变，可能会有利于该地区的农业生产活动和生物多样性的保护。

(4) 基于均生函数最优子集建模预测与 R/S 分析法得到的结果具有一致性，孟定盆地 2009 ~ 2023 年相对湿度倾向率为 0.116%/10a，将在波动中呈增加趋势。

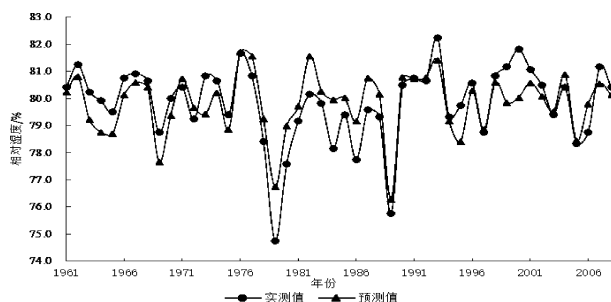


图 4 孟定盆地相对湿度实测值与预测值拟合曲线

Fig. 4 Comparison of measured and revised of Humidity in Meng ding Basin

参考文献:

- [1] 靳英华, 廉士欢, 周道玮, 等. 全球气候变化下的半干旱区相对湿度变化研究 [J]. 东北师大学报 (自然科学版), 2009, 41 (4): 135 - 138.
- [2] Akinode O M, Eludoyina O, Fashao A. Temperature and relative humidity distributions in medium - size administrative town in southwest Nigeria [J]. Journal of Environment al Management, 2008, (87): 95 - 105.
- [3] Surratt G, Aronowicz J, Shine W, et al. Change in aqueous tear evaporation with change in relative humidity [J]. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 2004, 45: 92.
- [4] Uchiyama J D, Aronowicz I A, Butovich, et al. Increased evaporative rates in low humidity conditions simulating airplane travel: a probable cause of dry eye symptoms [J]. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 2006, 47: 248 - B426.
- [5] 徐宗学, 张玲, 黄俊雄, 等. 西藏地区气温、降水以及相对湿度的趋势分析 [J]. 气象, 2007, 33 (7): 82 - 88.
- [6] 刘明春, 杨晓玲, 殷玉春, 等. 武威市相对湿度的气候特征及预报 [J]. 干旱区研究, 2012, 29 (4): 654 - 1659.
- [7] 王平, 程清平, 任宾宾. 孟定盆地 54 年来气温降水变化特征分析 [J]. 安徽农业科学, 2013, 41 (20): 8635 - 8641.
- [8] 刘昌明, 郑红星. 黄河流域水循环要素变化趋势分析 [J]. 自然资源学报, 2003, 18 (2): 129 - 135.
- [9] Yue S, Pilon P, Phinney B, et al. Power of the Mann - Kendall and Spearman's rho tests for detecting monotonic trends in hydrological series. J. Hydrology, 2002, 259: 254 - 271.
- [10] 唐启义. DPS 数据处理系统 [M]. 北京: 科学出版社, 2007: 807 - 809.
- [11] 李洁明, 祁新娥. 统计学原理 [M]. 上海: 复旦大学出版社, 2006: 333 - 341.
- [12] 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, 414 - 415.
- [13] 窦浩洋, 邓航, 孙小明, 等. 基于均生函数 - 最优子集回归预测模型的青藏高原气温和降水短期预测 [J]. 北京大学学报: 自然科学版, 2010, 46 (4): 643 - 648.
- [14] 文绮新, 孙国栋, 张传江, 等. 基于均生函数的最优子集回归方法在江西雨季降水预测中的应用 [J]. 灾害学, 2000, 15 (2): 11 - 16.
- [15] 曹鸿兴, 魏凤英. 估计模型维度的双评分准则及其应用 [J]. 数理统计与应用概率, 1996, 11 (1): 33 - 40.
- [16] 孙映宏. 基于均生函数模型的杭州市年降雨量预测 [J]. 水电能源科学, 2009, 27 (2): 14 - 16.

(下转第 30 页)

滇西北高原区域性冰雹过程的雷达产品分析

秦香婷¹, 张崇莉², 赖云华²

(1. 玉龙县气象局, 云南 丽江 674100; 2. 丽江市气象局, 云南 丽江 674100)

摘要: 利用丽江新一代天气雷达回波资料并结合常规资料, 对 2010 年 7 月 31 日发生在丽江市、维西县的一次强对流天气进行分析。结果表明: 青藏高压底部偏东气流强, 结合滇西北区域的辐合区及地面冷空气, 形成了有利于冰雹天气发生的天气背景; 在基本反射率因子图上冰雹云回波单体的强度值都大于 50 dBz, 最大值达到 63 dBz, 其外形结构为“点状”; 在 VCS (Vertical Cross Section) 垂直剖面图中冰雹云回波单体的强回波核高度在 8 km 左右, 且出现了悬垂状、弱回波区、回波墙等结构特征; 逆风区和低层风速的辐合是本次冰雹过程中径向速度场中的主要特点; 冰雹指数产品中中大三角形的出现可以作为冰雹预警的一个指示性标志; 降雹前 VIL 值都有不同程度的跃增, 跃增达到最大值后地面降雹, 降雹时的 VIL 值在 23 kg/m² 以上, 系统减弱后 VIL 值开始减小。

关键词: 冰雹云; 雷达回波; 导出产品

中图分类号: P458.3

文献标识码: A

文章编号: 1001-7852(2015)02-0025-06

0 引言

冰雹等强对流天气是在有利的大尺度天气形势背景下, 由中小尺度系统直接产生^[1-3]。因冰雹云产生、发展、消亡的时间短暂, 局地性强, 因此很难从常规天气图中捕捉这类系统, 而多普勒天气雷达实时监测的时间、空间分辨率高, 可以直观准确地提供有关其位置、强度、大小、结构以及风场等的信息及其发生、发展和演变, 可对强对流冰雹等天气进行预警和预报。近几年来国内许多研究人员利用多普勒雷达资料对此进行了一系列的研究, 为冰雹的实时监测和短时临近预报提供了理论依据。俞小鼎等^[4]、朱君鉴等^[5]利用多普勒天气雷达资料分析了发生在安徽无为县和泗县的两次强烈龙卷和强对流天气。郑媛媛等^[6]、程晓燕等^[7]、江玉华等^[8]分别利用雷达资料分析了不同地区典型超级单体风暴发生发展的演变过程及其显著结构特征。刘

君^[9]等利用雷达资料对闽西的一次强对流冰雹过程进行分析。张京英^[10]等利用新一代天气雷达资料和中尺度数值模式 MM5 对临沂的一次强对流冰雹过程进行了分析。马志敏^[11]等利用雷达资料对昆明地区一次超级单体冰雹过程进行了分析, 得出了冰雹云具有“V”形槽口、钩状回波等冰雹云的典型特征。吴红秀^[12]等分析了丽江 VIL 产品在丽江强对流天气中应用, 得出了 VIL 的“跃增”及 VIL 值在 30 kg/m² 时将出现冰雹天气。

冰雹是丽江市的主要气象灾害之一, 随着经济的发展, 其造成的灾害损失呈逐年上升的趋势。丽江市天气雷达建成后, 通过雷达能及时发现强对流云系, 大大提高了冰雹灾害的监测预警能力。但是将多普勒雷达资料应用在短临预报中, 提高冰雹等灾害性天气的预报时效及区域性冰雹的落区还需要做大量的研究工作。本文通过对 2010 年 7 月 31 日的区域性冰雹过程进行详细的分析, 得到一些区域性降雹的指标, 以期对今后区域性冰雹预报提供参考。

收稿日期: 2015-02-11; 修订日期: 2015-03-25.

基金项目: 云南省气象局预报员项目 (YB201213) .

作者简介: 秦香婷 (1983-), 女, 云南省丽江市人, 助理工程师, 从事天气预报相关工作.

1 灾情概要

2010 年 7 月 31 日下午至夜间, 丽江市古城、玉龙和宁蒍及香格里拉维西县的部分乡镇多个村委会遭受风雹袭击, 维西县记录的最大冰雹直径是 50 mm。本次过程的风雹由区域性及单点性的两部分组成, 时间跨度长, 空间跨越大, 受灾区域广, 是近年来影响较重的一次冰雹灾害。区域性过程的强回波单体于 16 时 30 分左右在香格里拉以南区域生成发展, 不断南下西进, 造成维西县及玉龙县西部的塔城、巨甸、鲁甸和黎明的部分乡镇依次遭到风暴袭击; 其余地区的冰雹则由单点性的局地强对流天气引发。

2 天气背景分析

2.1 环流形势特征

7 月 31 日 08 时 500 hPa 上中高纬为两槽一脊的形势, 中国西北地区东部为一高压控制。西太平洋副热带高压西进至广东西部, 西脊点位于 108°E 、 20°N 附近, 中心强度达 5 920 gpm。青藏高压维持加强, 中心位于西藏、青海、四川交界处, 中心强度达 5 920 gpm, 丽江位于 500 hPa 图上高压系统的南侧偏东气流控制。两高间辐合区为东西向, 位于宣威、楚雄、瑞丽一线。20 时辐合区东南移, 青藏高压南侧东北气流加强。7 月 31 日 08 时 700 hPa 云南大部为槽后西北气流控制, 巴塘、林芝附近为一反气旋环流, 与丽江、西昌之间形成一个辐合区, 丽

江上游地区无明显冷空气南下, 也未形成有利于强降水的“北高南低”形势。丽江附近比湿均高于 10 g/kg , $T - T_d$ 为 $2 \sim 3^{\circ}\text{C}$ 。20 时北部高度场迅速降低, 近南北向的切变位于福贡、大理、元江一线, 丽江转为偏南气流。地面图上 7 月 31 日 14 时没有明显冷空气和降水系统, 17 时四川盆地西南部至滇西北对流加强, 降温和雷暴天气明显。总结此过程, 高层高压底部偏东气流, 低层的辐合区及地面弱冷空气是造成冰雹天气的主要原因, 但预报难度较大。

2.2 大气垂直结构分析

从 TlogP 图上看, 31 日 08 时滇南与四川南部对流不稳定能量较大, 丽江站 CAPE 值为零, 底层西北风, 500 hPa 至以上为一致的偏东风, 丽江附近比湿均高于 10 g/kg , $T - T_d$ 为 $2 \sim 3^{\circ}\text{C}$ 。31 日 20 时与雷暴区域对应的各地不稳定能量快速提升, 丽江站低层风向逆转显示有一定的冷平流; 高层为东北气流, 考虑为青藏高压外围气流, 具有一定的垂直风切变。20 时探测 SI 值为 -3.58 , CAPE 值为 1 877.3; 巴塘站 CAPE 值更是达到了 3 037。31 日 08 时 TlogP 观测资料对当天下午至晚上发生的冰雹天气没有明显的指示意义, 所以预报难度较大。

3 冰雹过程雷达回波特征

3.1 基本反射率因子特征分析

对本次冰雹过程的基本反射率因子资料及其 VCS 垂直剖面产品的演变特征进行了分析。当日 15 时 30 分左右, 强度场资料上显示在丽江新一代天气雷达探测范围的西北部有云系不断南下并加强。

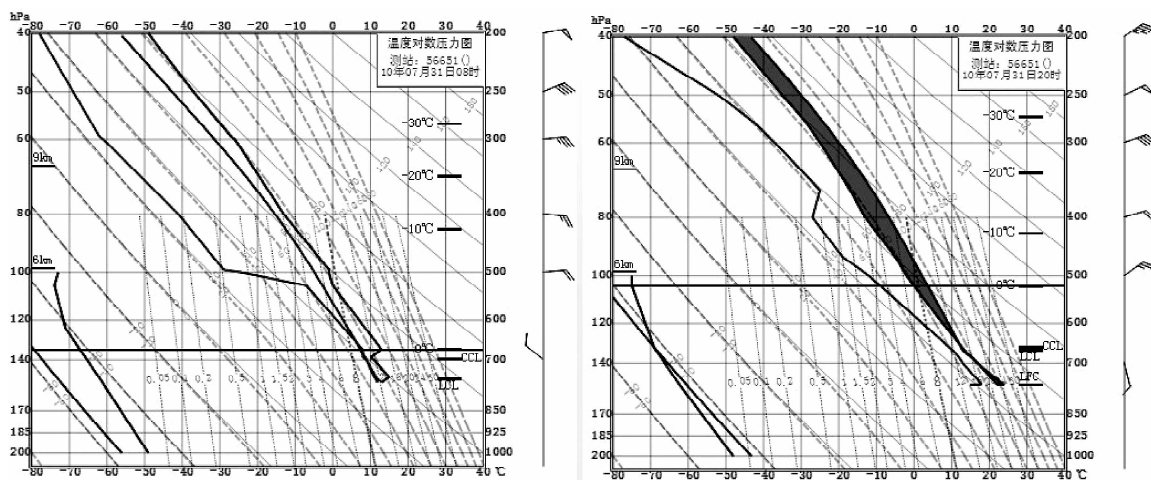


图 1 2010 年 7 月 31 日 08 时与 20 时丽江站 TlogP 图

Fig. 1 Lijiang station TlogP chart on July 31, 2010 08:00 and 20:00

16 时左右在中甸的北部地区有对流云系生成, 16 时 42 分在中甸与达拉之间生成一个强回波单体, 强度值大于 55 dBz, 该回波单体不断向西向南移动, 到 18 时左右影响维西东北部和丽江市塔城北部。在其传播方向的东南面有一个强度值在 50 dBz 左右的新生单体 A 开始出现, 18 时 38 分 (图 2a) 该回波新单体从东面进入丽江市的塔城、巨甸后出现冰雹天气, 此时回波强度值大于 60 dBz, 外形结构呈现出“人”字形结构; 对强回波单体做 VCS 垂直剖面产品 (图 2d) 可知: 冰雹云回波单体强回波核 (强度值大于 45 dBz 的回波) 的高度在大于 6 km, 还出现了回波墙的结构特征, 回波墙附近区域是发生冰雹等气象灾害的重灾区; 该单体回波不断西进南下, 于 19 时 (图 2b) 完全移入丽江市, 影响巨甸, 此时达到冰雹云的成熟阶段, 其水平结构特征呈现出“点状”, 回波强度值超过 60 dBz, 此时的强回波核高度达到 8 km 以上, 也出现

了悬垂状、回波墙的结构特征 (图 2e); 该单体以传播的方式在黎明生成新单体 B, 单体 B 迅速发展, 随后黎明出现风雹天气; 单体 A 继续西进南下, 19 时 11 分开始减弱, 19 时 22 分 (图 2c) 到达鲁甸附近且比前一时次 (图略) 增强, 主要表现在强度值增加和强回波面积增大, 强回波核的出现高度是 2 ~ 8 km, 低层存在弱回波区, 说明冰雹云还在发展阶段 (图 2f), 但已接近强盛时期地面开始降雹; 随后单体继续向鲁甸方向移动, 强回波中心 19 时 50 分后才移出丽江市, 20 时后这个单体减弱为降水云团。这个强回波单体的水平结构特征呈现出“点状”, 强度强, 移速快, 一个多小时的时间移过了 40 km 多, 使得这一区域出现了少见的风雹灾害。

3.2 基本径向速度特征分析

对本次过程的基本径向速度资料进行分析可以发现几个特点: 18 时 38 分的径向速度资料中出现了逆风区及风速辐合的特征 (图 3a), 远离雷达的

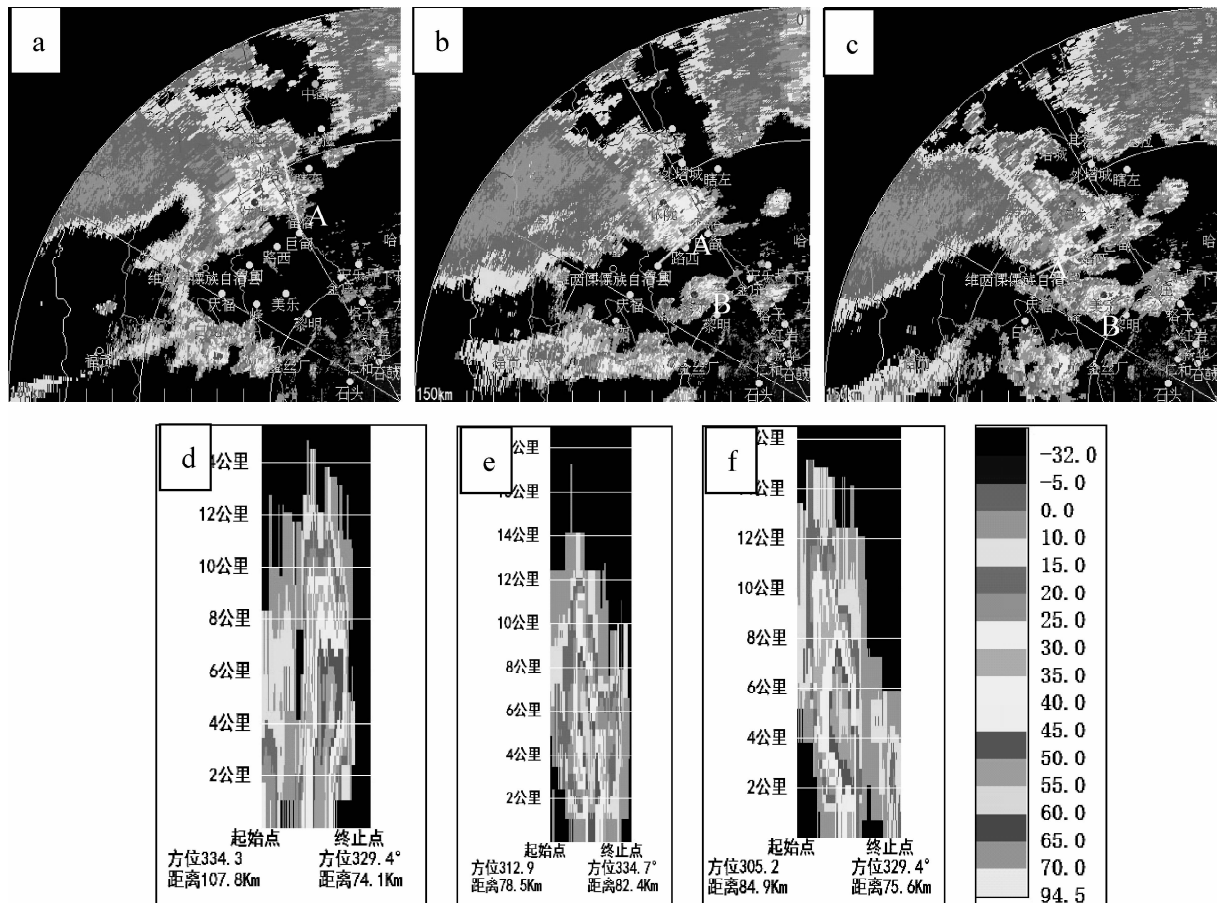


图2 2010年7月31日18时38分(a, d), 19时00分(b, e), 19时22分(c, f)

丽江新一代天气雷达强度场资料演变特征(1.5℃)和VCS垂直剖面图(剖面线为上图中的黄线)

Fig. 2 Lijiang new generation weather radar intensity field material evolution characteristic (1.5℃) and the VCS vertical profiles (Section line is above the yellow line) 18:38 (a, d), 19:00 (b, e), 19:22 (c, f) on July 31, 2010

云系在移动的过程中前面的云系移速慢,后面的云系移速快,在标识圈内形成风速的辐合,低层的辐合说明上升气流为主,有利于冰雹云的形成;这种风速辐合一直随着强回波单体 A 向西移动,逆风区向南扩大(图 3b);随后逆风区随着云系的移动减弱而向北收缩,风速的辐合随着云系的移动转变为

风速风向的辐合(图 3c),此时冰雹云回波又一次发展到强盛阶段,致使鲁甸境内出现冰雹天气。当冰雹云发展很强时,在低层可以看到一近似与距离圈平行的速度密集带,它是冰雹云成熟阶段云体中强烈的下沉气流形成的,这一区域对应稳定的层状云降水回波。

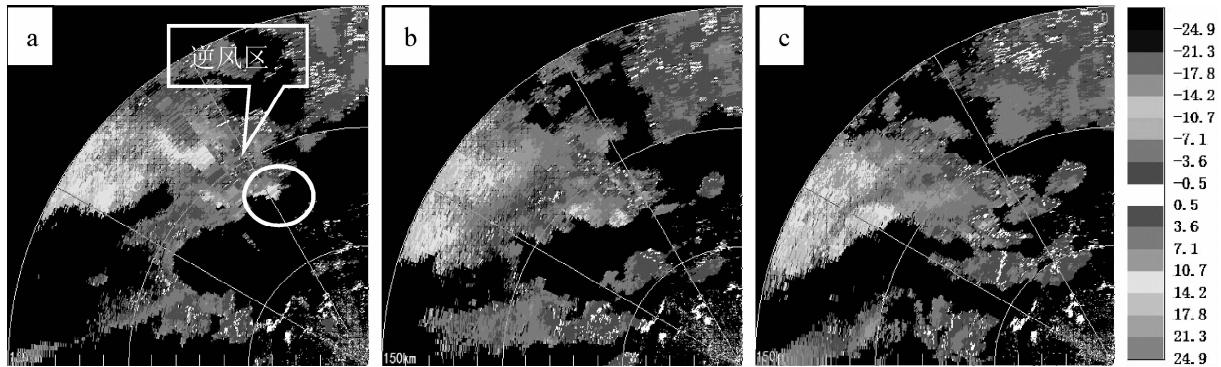


图 3 2010 年 7 月 31 日基本径向速度资料演变特征 (1.5°C) 18 时 38 分 (a), 19 时 00 分 (b), 19 时 22 分 (c)

Fig. 3 Evolution characteristics of the basic radial velocity data (1.5°C) 18:38 (a), 19:00 (b), 19:22 (c) on July 31, 2010

4 冰雹云在导出产品上的特征

所谓导出产品是指雷达体扫后的基数据经雷达产品生成子系统 (RPG) 和主用户终端子系统 (PUP) 采用气象和水文算法处理之后得到的二次产品。本文选用冰雹识别指数 (HI)、垂直液态含水量 (VIL)、组合反射率因子 (CR) 和回波顶高 (ET) 来分析这次冰雹的特征。

4.1 冰雹指数 (HI)

冰雹探测算法被设计用来寻找冻结层之上的高反射率因子,他需要在 0 °C 和 -20 °C 层的高度,以做出准确的冰雹识别。算法计算任何尺度冰雹概率 (POH),强冰雹概率 (POSH) 和最大预期尺寸 (MEHS)。这些参数显示在雷达基本用户终端风暴属性表中。由算法产生的基本产品是冰雹指数,他用于识别有可能产生冰雹的单体。如果单体的 POH 达到 30%,以空心小三角形标识,POH 达到 50%,以实心小三角形标识。如果单体的 POSH 达到 30%,以空心大三角形标识,如果单体的 POSH 达到 50%,以实心大三角形标识,以上参数为雷达系统默认值,是可调的。MEHS 表示所识别单体的最大冰雹尺寸估计,显示间隔以 1/4 英寸增加,HI 产品中实心大三角形中填充值即为 MEHS。7 月 31 日 CINRAD/CC 雷达冰雹指数产品中 POH 误报率很

高,在丽江市西北部及香格里拉境内产生强降水的回波,即存在回波强度值在 45dBz 左右的地区都标有实心小三角形。首先看图 4 中的风暴单体 B2,于 19 时 55 分出现,沿着强回波单体的移动路径向西南方向移动,20 时 18 后消失,说明单体回波减弱,该单体的降雹过程结束。因此以 POSH 大于 30% (大三角形) 作为冰雹预警门限则有很好的效果。从单体 B2 的移动路径可以看出:这个单体与强度场上影响塔城、巨甸、鲁甸的冰雹单体是一个。

4.2 垂直液态含水量 VIL

垂直液态含水量 VIL 产品是判别冰雹等灾害性天气的有效工具之一。从前面的分析并结合图 5 可知,这次过程的冰雹单体在降雹前有一定程度的“跃增”,从 18 时 22 分的 28 kg/m²,跃增到 18 时 33 分的最大值 40 kg/m²,随后地面开始降雹,

这和强度场上的分析 18 时 38 分 (同一个体扫数据和对应的产品数据相差 6 分钟) 强回波单体进入丽江市是一致的;VIL 值在移动过程中的变化和强度场上的变化是也一致的,19 时 11 分强度场上的强中心值开始减弱,同时 VIL 值也从这时开始减小,从前一时次的 28 kg/m² 减小到 19 时 12 分的 23 kg/m²,随后开始增加,鲁甸出现冰雹;19 时 56 分 VIL 值降低到 20 kg/m² 以下,回波单体开始减弱,降雹基本结束。

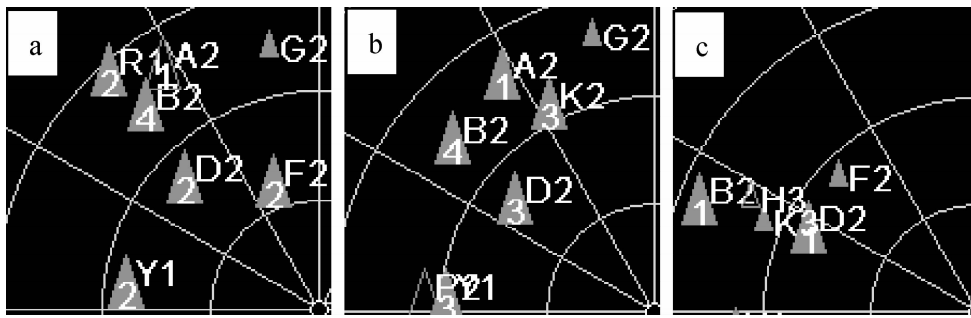


图4 2010年7月31日冰雹指数产品变化规律 18时55分 (a), 19时17分 (b), 20时13分 (c)

Fig. 4 Hail index products variation 18:55 (a), 19:17 (b), 20:13 (c) on July 31, 2010

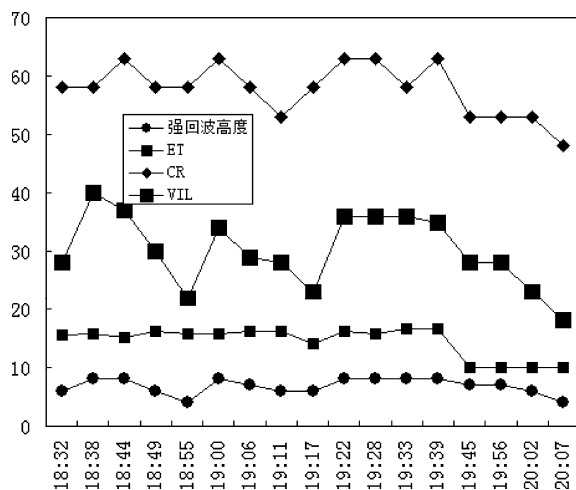


图5 冰雹云 CR、VIL、ET 和强回波高度最大值变化曲线

Fig. 5 Hail cloud CR、VIL、ET and a strong echo height of the maximum value curve

统计分析表明 (图5): 垂直液态含水量随时间的变化和强回波核的高度随时间的变化是一致的。回波顶高在单体移动的过程中变化很小, 只有在冰雹云减弱阶段才出现明显的降低。组合反射率因子值在整个冰雹过程中都大于 50 dBz, 在消亡阶段才降低到 50 dBz 以下。

5 结语

利用丽江新一代多普勒天气雷达资料对 2010

年 7 月 31 日的下午滇西北地区的冰雹云回波进行分析, 结果表明:

(1) 青藏高压底部偏东气流强, 结合滇西北区域的辐合区及地面冷空气, 形成了有利于冰雹天气发生的天气背景; 但 08 时的观测资料指示意义不强, 预报难度较大。

(2) 本次冰雹过程中强回波单体的基本反射率因子值都大于 50 dBz, 最大值达到 63 dBz, 冰雹云的外形结构为“点状”。

(3) 在 VCS 垂直剖面图中可以分析出冰雹云回波单体的强回波核高度在 8 km 左右, 结构密实且出现了悬垂状、弱回波区的特征, 还有一个强度值在 55 dBz 左右的高度大于 8 km 的回波墙。

(4) 逆风区和低层风速的辐合是本次冰雹过程中径向速度场中的主要特点。逆风区和辐合的出现说明低空有气流的辐合, 以上升气流为主导, 有利于冰雹云的形成和发展; 低层风切变区的出现说明系统以下层气流为主导, 对应着冰雹云回波的减弱。

(5) 冰雹指数和 VIL 在并报预测中具有一定的使用价值。冰雹指数产品中大三角形的出现可以作为冰雹预警的一个指示性标志; 降雹前 VIL 值都有不同程度的跃增, 跃增达到最大值后地面降雹, 降雹时的 VIL 值在 23 kg/m² 以上, 系统减弱后 VIL 值开始减小。

参考文献:

- [1] 王小明, 谢静芳, 王侠飞. 强对流天气的分析及短时临近预报 [M]. 北京: 气象出版社, 1992: 28-29.
- [2] 程麟生, 冯伍虎. 中纬度中尺度对流系统研究的若干进展 [J]. 高原气象, 2002, 21 (4): 337-347.
- [3] 吕胜辉, 高艳红, 刘伟. 华北平原一次中尺度对流系统分析 [J]. 高原气象, 2005, 24 (2): 268-274.
- [4] 俞小鼎, 郑媛媛, 张爱民, 等. 安徽一次强烈龙卷的多普勒天气雷达分析 [J]. 高原气象, 2006, 25 (5): 914-924.
- [5] 朱君鉴, 刘娟, 王德育, 等. 2006 年 6 月皖北龙卷多普勒雷达产品分析 [J]. 气象科技, 2009, 37 (5): 523-526.
- [6] 郑媛媛, 俞小鼎, 方翀, 等. 一次典型超级单体风暴的多普勒天气雷达观测分析 [J]. 气象学报, 2004, 62 (3): 317-327.
- [7] 陈晓燕, 付琼, 岑启林, 等. 黔西南州一次分裂型超级单体风暴环境条件和回波结构分析 [J]. 气象, 2011, 37 (4): 423-431.

- [8] 江玉华, 刘娟, 何跃, 等. 一次伴随冰雹的超级单体风暴特征 [J]. 气象科技, 2011, 39 (2): 172 – 181.
- [9] 刘君, 肖秀珠, 张红梅, 等. 闽西一次冰雹过程的雷达产品分析 [J]. 气象科技, 2007, 35 (B12): 86 – 88, 93.
- [10] 张京英, 漆梁波. 一次强对流天气中尺度涡旋结构和冰雹落区分析 [J]. 气象科技, 2008, 36 (3): 293 – 299.
- [11] 马志敏, 余珂. 一次冰雹天气过程雷达回波特征及数值模拟研究 [J]. 云南地理环境研究, 2014, 26 (4): 15 – 21.
- [12] 吴红秀, 杨沛琼. VIL 产品在丽江强对流天气中的应 [J]. 云南地理环境研究, 2014, 26 (5): 74 – 78.

RADAR PRODUCTS ANALYSIS OF A REGIONAL HAIL EVENT IN NORTHWEST YUNNAN PLATEAU

QIN Xiang – ting¹, ZHANG Chong – li², LAI Yun – hua²

(1. Yulong Meteorological Bureau, Lijiang 674100, Yunnan, China;

2. Lijiang Meteorological Bureau, Lijiang 674100, Yunnan, China)

Abstract: The severe convection weather occurred in Lijiang and Weixi on July 31, 2010 was analyzed by using Lijiang's Doppler – Radar (CINRAD/CC) and conventional meteorological data. The results show that the hail-storm weather caused by the strong easterlies at the bottom of the Tibetan high and cold air moved to Northwest Yunnan Plateau. Echo intensity of hail cloud was greater than 50dBz on radar base reflectivity image, the echo peak value was 63 dBz. The features of this hail cloud can be found, such as dots structure, overhang echo, weak echo area and echo wall. The main features was that adverse wind region and convergence of wind in lower atmosphere. Triangle have appeared in hail index product is a good indicator of hail alert. Before the hail the VIL have different extended, when it reached to maximum the hail was on the ground and the VIL was bigger than 23 kg/m².

Key words: hail cloud; radar echo; export products

~~~~~  
(上接第 24 页)

## ANALYSIS ABOUT CHANGES OF RELATIVE HUMIDITY IN MENGTING BASIN OF YUNNAN OVER THE PAST 48 YEARS AND FORECAST

CHENG Qing – ping<sup>1,2</sup>, WANG Ping<sup>2</sup>, XU Qiang<sup>2</sup>

(1. College of Geographical Sciences, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, Fujian, China;

2. School of Tourism and Geographical Sciences, Yunnan Normal University, Kunming 650500, Yunnan, China)

**Abstract:** Based on the monthly relative humidity data from the meteorological station in Mengding from 1961 to 2008, the author used the Mann Kendall test, correlation analysis, R/S analysis method and the prediction model of mean generation function to analyze the change of relative humidity characteristics and future trends from 1961 to 2008 in Mengding town basin. The study suggests that the annual relative humidity presented a trend of slow increase and the rate was 0.017%/10a in Mengding basin, increased by 0.08% over the past 48 years. It varied from seasons. The relative humidity in spring and summer showed a trend of increase in, and the rate was increased by 0.94%/10a, 0.03%/10a respectively. But in autumn, winter it showed a trend of decrease with the rate of 0.22%/10a, 0.68%/10a respectively. The spring mutation increased significantly, and the winter mutation decreased significantly with the change cycle of 5 years. The increase of relative humidity has a close relationship with the increase of precipitation, the decrease of evaporation and sunshine duration. The R/S analysis method and the prediction model of mean generation function showed that relative humidity would still increase in the next 10 years.

**Key words:** Meng ding basin; relative humidity; variation characteristics; forecast

# 训练样本对遥感影像分类精度影响研究

高文杰, 王金亮\*, 刘广杰

(云南师范大学 旅游与地理科学学院, 云南 昆明 650500)

**摘要:** 以大理 SPOT-5 HRG 影像和 Landsat TM 影像作为数据源, 在构建标准训练样本数据集的基础上, 探索训练样本对遥感影像分类的影响。选取不同训练样本数量组合, 分别对监督分类中的平行六面体、最小距离、马氏距离、最大似然法、神经网络和支持向量机 6 种分类方法进行多次实验, 并采用 Kappa 系数和总体分类精度对实验分类结果的精度进行评价。结果表明: 以多次分类结果的平均值作为最终的分类结果能减小随机误差; 增加训练样本数量可以减小单次分类引起的随机误差; 在不同的训练样本量下, 支持向量机的分类精度最高。

**关键词:** 训练样本; 遥感分类; 分类精度; 大理

**中图分类号:** P237

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-7852(2015)02-0031-06

## 0 引言

监督分类是遥感数据提取信息的最常用的一种方法。在监督分类中, 首先选择一定数量的不同类别地物的训练样本, 通过对训练样本数据像元值的统计分析, 得出每一类别的统计特征量; 然后根据统计特征量, 利用不同的分类算法得出相应的分类模型; 最后, 利用所得到的分类模型对整个遥感数据的所有像元进行分类<sup>[1]</sup>。因此, 训练样本的选择对分类结果有很大的影响, 不同的训练样本所得到的分类结果也会有很大的差异。为保证分类结果有较高精度, 从理论上说, 选择的样本像元应满足两个条件<sup>[2]</sup>: 一是每个类别地物的所有训练样本中每个像元所代表的实际地物类别应与该类实际地物类别相一致, 即所有训练样本中像元的地物类型应为单纯的同一种地物类型。二是选择的样本像元应具有代表性, 即训练样本的统计特征量与该类型总体统计特征相接近。陶秋香等<sup>[3]</sup>研究了植被高光谱分类中训练样本的选择方法, 薄树奎等<sup>[4]</sup>研究了面对对象方法的训练样本数量选择问题。李文庆等<sup>[5]</sup>参

考 Google Earth 提供的高分辨率遥感图像, 利用 ETM 解译生成训练样本, 然后采用最大似然监督分类算法进行 ETM 图像分类。赵慧等<sup>[6]</sup>探讨了训练样本、辅助数据以及分类技术对土地利用/覆盖分类精度的影响。任广波等<sup>[7]</sup>以直推式支持向量机分类为例, 发展了一种基于半监督学习的遥感影像训练样本时空拓展方法。薄树奎、李向等<sup>[8]</sup>基于兴趣类别提出一种基于白化变换的单类分类方法。本文参考 SPOT-5 HRG 影像数据, 对 Landsat TM 影像数据进行遥感分类, 旨在研究训练样本数量组合对遥感分类的影响, 为遥感影像分类提供一定的实验依据。

## 1 研究区及其数据

### 1.1 研究区概况

云南省大理白族自治州位于中国西南的云贵高原与横断山脉的过渡地带, 其西面与云岭山脉相连, 东面与滇中高原相接, 地势总体上呈东南低西北高的特点。大理白族自治州地处云南省中部偏西, 东邻楚雄州, 南靠普洱市、临沧市, 西与保山市、怒江州相连, 北接丽江市。地跨  $98^{\circ}52'E \sim$

收稿日期: 2015-03-07; 修订日期: 2015-04-01.

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41271230, 40861009) .

作者简介: 高文杰 (1990-), 男, 云南省陆良县人, 硕士研究生, 主要从事 GIS 与遥感应用研究.

\* 通信作者: 王金亮 (1963-), 男, 云南省武定人, 教授, 博士, 主要从事遥感与地理信息系统应用研究.

101°03'E, 24°41'N ~ 26°42'N。大理白族自治州地貌复杂多样, 其面积为 29 459 km<sup>2</sup>。其中, 山区面积占总面积近 90%, 坝区面积仅占 10% 左右。点苍山位于大理地区中部, 其西部为高山峡谷区。在点苍山以东至祥云以西的地区, 总体上来看为中心陡坡地形<sup>[9]</sup>。

本文选取大理市祥云县清涧美水库附近 (图 1) 作为研究区。

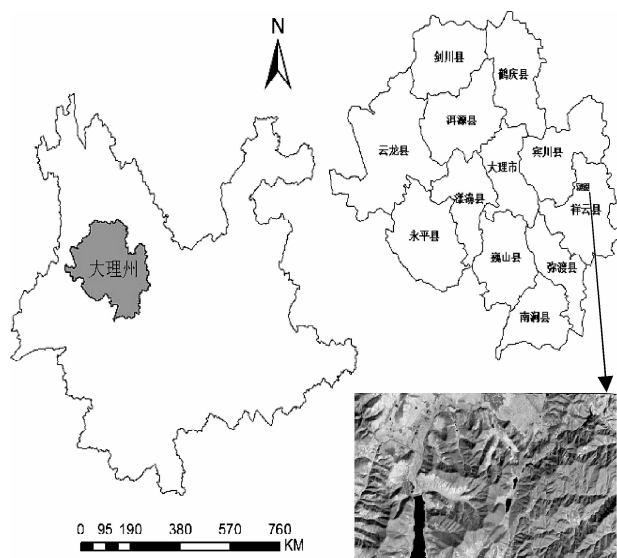


图 1 研究区位置图

Fig. 1 Location of the study area

## 1.2 数据及预处理

以 SPOT-5 HRG 和 Landsat TM 遥感数据为数据源。SPOT-5 HRG 影像获取时间为 2008 年 10 月 20 日, 空间分辨率为 10 m。Landsat TM 影像获取时间为 2008 年 12 月 16 日, 轨道号/行号: 131/42, 共 7 个波段, 空间分辨率为 30 m (TM6 的空间分辨率为 60 m)。

分类之前, 对 TM 和 HRG 影像进行预处理。包括图像裁剪、辐射校正、几何校正及图像配准等。影像校正后保证误差在 3 个像元之内, 投影类型转换为 UTM WGS 84。

## 2 研究方法

### 2.1 标准样本数据集的提取

参考 SPOT-5 HRG 遥感影像, 从 TM 遥感影像上提取标准样本集。具体步骤如下:

(1) 经过观察和分析, 将研究区主要地物类型定为: 林地、水体、耕地、居民用地和其他。采用最大似然法分别对 SPOT-5 HRG 和 TM 遥感影像进行分类。相关研究表明, 为保证分类精度, 训练样本量要大于一定数量。一般要求每个类别的训练样本量至少为遥感数据波段数的 10 ~ 30 倍, 才能基本保证分类精度<sup>[10]</sup>。因此, 研究分别选用了各类别超过波段数 30 倍的训练样本量进行分类研究。

(2) 将 10 m 分辨率 SPOT-5 HRG 影像的最大似然法分类结果合并为 30 m 分辨率的分类结果。

(3) 基于 TM 影像的分类结果和 SPOT-5 HRG 影像分类的 30 m 分辨率合成结果, 其交集则为标准样本数据。如对于某一块地物类型, TM 影像的分类结果为林地, SPOT-5 HRG 影像分类的 30 m 分辨率合成结果也为林地, 则这块地物类型就为林地。

(4) 对标准样本数据进行多次目视纠正, 最终得到标准样本数据区图像。

统计各地物训练样本在各波段的均值和方差 (表 1), 训练样本 J-M 距离 (表 2), 训练样本转换分离度 (表 3)。分析认为训练样本的分离度很高, J-M 距离大于 1.8, 转换分离度大于 1.9, 表示统计可分性强, 完全满足实验的分类要求。

表 1 训练样本统计特征表

Tab. 1 Statistical characteristics of the training sample

| 波段 | 林地     |       | 水体     |      | 耕地     |      | 居民用地   |      | 其他     |       |
|----|--------|-------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|-------|
|    | 均值     | 方差    | 均值     | 方差   | 均值     | 方差   | 均值     | 方差   | 均值     | 方差    |
| 1  | 39.09  | 1.79  | 40.22  | 1.24 | 46.91  | 1.41 | 52.07  | 4.15 | 48.11  | 2.96  |
| 2  | 16.87  | 1.78  | 17.56  | 1.10 | 22.97  | 1.21 | 25.14  | 2.80 | 24.95  | 2.94  |
| 3  | 15.04  | 2.28  | 14.03  | 1.31 | 23.08  | 2.49 | 29.59  | 4.04 | 33.04  | 5.58  |
| 4  | 44.06  | 9.96  | 9.52   | 2.23 | 65.62  | 7.43 | 32.93  | 4.57 | 52.16  | 4.68  |
| 5  | 34.67  | 10.59 | 6.52   | 2.16 | 58.83  | 7.11 | 52.53  | 9.50 | 93.84  | 13.18 |
| 6  | 108.41 | 3.39  | 107.35 | 2.22 | 115.42 | 1.74 | 116.25 | 2.34 | 122.77 | 4.43  |
| 7  | 12.67  | 3.96  | 4.02   | 1.30 | 23.97  | 4.06 | 31.04  | 6.17 | 45.49  | 8.10  |



表2 训练样本 J-M 距离表  
Tab. 2 J-M distance of the training sample

| 项目   | 林地     | 水体     | 耕地     | 居民用地   | 其他 |
|------|--------|--------|--------|--------|----|
| 林地   | -      |        |        |        |    |
| 水体   | 1.9999 | -      |        |        |    |
| 耕地   | 1.9802 | 2.0000 | -      |        |    |
| 居民用地 | 1.9997 | 1.9998 | 1.9978 | -      |    |
| 其他   | 1.9932 | 2.0000 | 1.9879 | 1.9878 | -  |

表3 训练样本转换分离表

Tab. 3 Separation conversion of the training sample

| 项目   | 林地     | 水体     | 耕地     | 居民用地   | 其他 |
|------|--------|--------|--------|--------|----|
| 林地   | -      |        |        |        |    |
| 水体   | 2.0000 | -      |        |        |    |
| 耕地   | 1.9937 | 1.9986 | -      |        |    |
| 居民用地 | 2.0000 | 1.9998 | 1.9993 | -      |    |
| 其他   | 2.0000 | 1.9874 | 1.9997 | 2.0000 | -  |

## 2.2 研究步骤

由于研究区内不同地物类型的面积存在很大差异,为了保证面积小的地物类型也能获得足够多的训练样本,以标准样本数据集为基础,采用分层随机抽样方法抽取了不同数量(1%、5%、10%、20%、30%、40%)的训练样本,同时利用监督分类中的平行六面体、最小距离、马氏距离、最大似然法、神经网络和支持向量机6种分类方法,对研究区的TM遥感影像进行分类,地物类型包括林地、水体、耕地、居民用地和其他5种。为研究随机误差对分类精度的影响,对每个样本量下的6种分类方法均作了3次实验。

## 3 不同训练样本量影像分类精度比较

### 3.1 精度评价指标

采用总体分类精度和 Kappa 系数来对上面的分类结果进行精度评价。(1) 总体分类精度: 正确分类像元数与研究区总像元数的比值。(2) Kappa 系数: 通过把所有地表真实分类中的像元总数乘以混淆矩阵对角线的和,再减去某一类中地表真实像元总数与该类中被分类像元总数之积对所有类别求和

的结果,再除以总像元数的平方差减去某一类中地表真实像元总数与该类中被分类像元总数之积对所有类别求和的结果所得到的。

Kappa 系数法是一种离散型的多元的综合分析方法,不受像元数的影响,能够完整地利用混淆矩阵得到的结果,具有其他精度评价方法不具备的优势。其公式<sup>[11]</sup>为:

$$Kappa = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i+} + x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i+} + x_{+i})}$$

式中:  $r$  是混淆矩阵中的总列数;  $x_{ii}$  是混淆矩阵中第  $i$  行、第  $i$  列上像元数量(即正确分类的数目);  $x_{i+}$  和  $x_{+i}$  分别是第  $i$  行和第  $i$  列总像元数量;  $N$  是总观察值,也就是混淆矩阵中用于精度评估的所有像元数量之和。

### 3.2 结果分析

图2~图7为在不同训练样本量下6种不同分类方法的总体分类精度和 Kappa 系数随训练样本量的增加而发生变化的曲线。

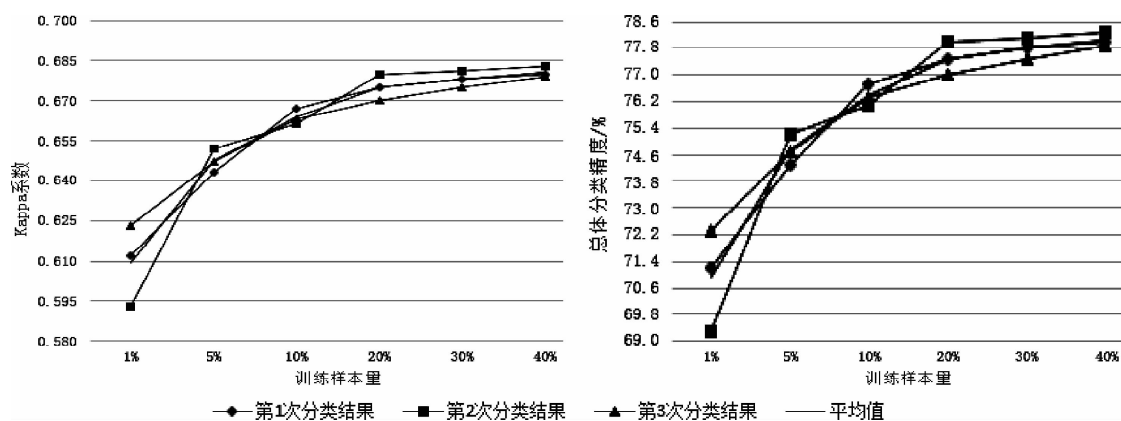


图2 平行六面体分类精度与训练样本数量的关系

Fig. 2 The relationship between parallelepiped classification accuracy and the number of training samples

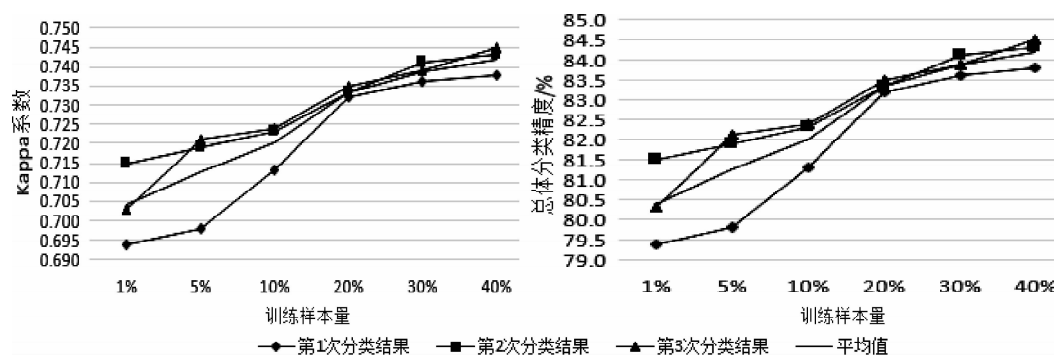


图 3 马氏距离分类精度与训练样本数量的关系

Fig. 3 The relationship between Mahalanobis distance classification accuracy and the number of training samples

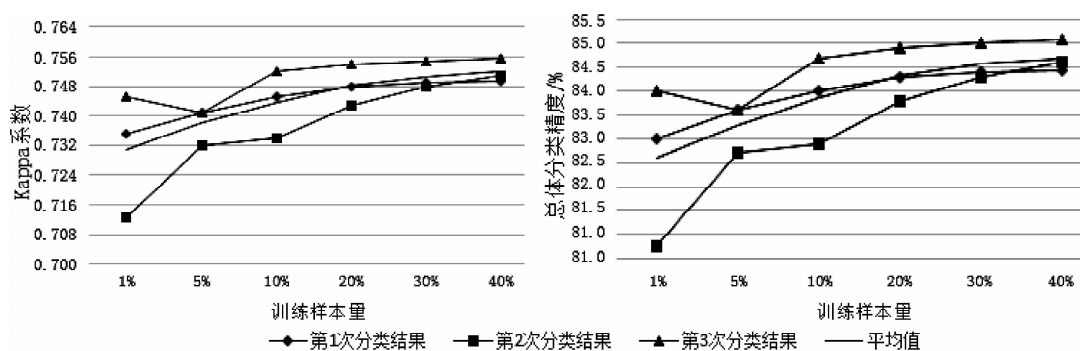


图 4 最小距离分类精度与训练样本数量的关系

Fig. 4 The relationship between minimum distance classification accuracy and the number of training samples

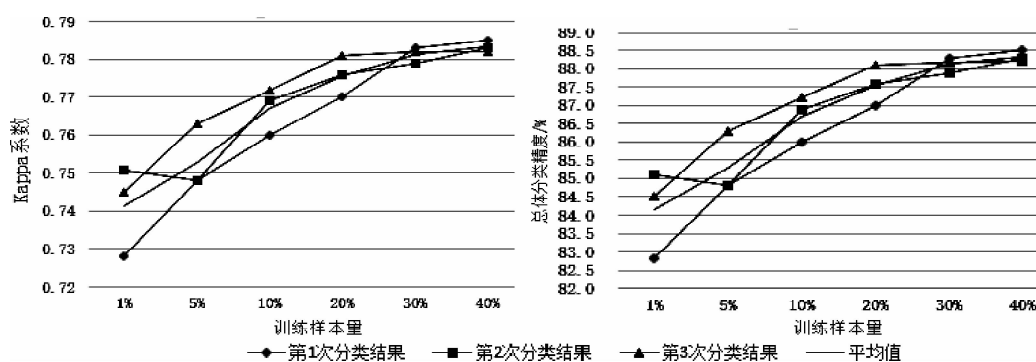


图 5 最大似然法分类精度与训练样本数量的关系

Fig. 5 The relationship between maximum likelihood classification accuracy and the number of training samples

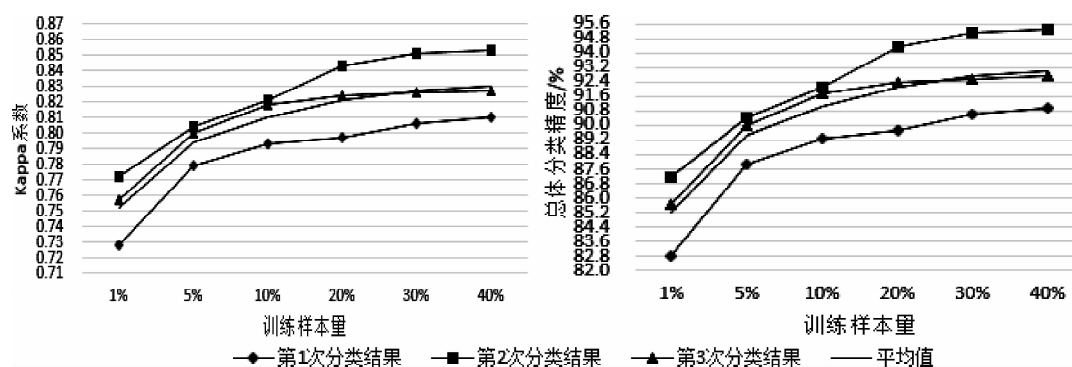


图 6 神经网络分类精度与训练样本数量的关系

Fig. 6 The relationship between neural network classification accuracy and the number of training samples

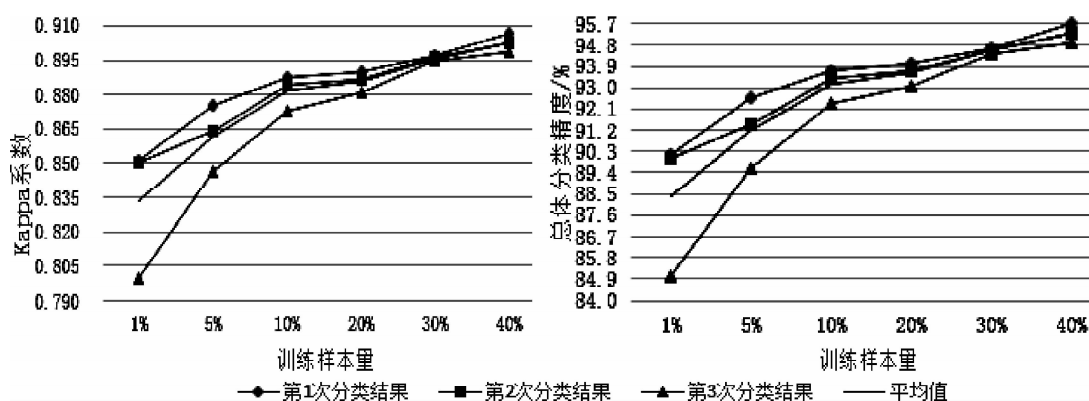


图7 支持向量机分类精度与训练样本数量的关系

Fig. 7 The relationship between SVM classification accuracy and the number of training samples

由图2~图7可得出以下结论:

(1) 对于相同的分类方法

当训练样本量呈现出增加的态势时,分类精度的波动范围随之逐渐减小。

(2) 对于不同的分类方法

①如果在相同训练样本量的情况下,不同分类方法的Kappa系数和总体分类精度差异较大,由图2~图7可以看出,支持向量机的分类精度最高(Kappa系数在0.8以上,总体分类精度在84.5%以上),由高到低依次为神经网络、最大似然、最小距离和马氏距离,而分类精度最低的是平行六面体(Kappa系数仅为0.59~0.68,总体分类精度仅为69%~78.5%)。主要是因为平行六面体分类的空间尺度的大小需要使用者根据实际经验和计算,选择合适的标准差阈值充当。分类时,根据像元相似性落在空间内的归属为同一种类地物,落在空间外的不进行地物类型聚类分析<sup>[12]</sup>。

②当训练样本量在增加时,支持向量机的分类精度的Kappa系数和总体分类精度均会表现出增加的趋势,而其他几种方法的分类精度则表现为先期随着训练样本量的增加而增加,但当训练样本量接近某一数量时,其Kappa系数和总体分类精度逐渐趋于稳定。因为支持向量机和基于一般统计的分类方法对训练样本的要求是区别的。对于传统的基于统计的分类方法来说,当训练样本达到接近某一数量并可以准确描述全部像元的分布规律时,增加训练样本量对提高分类精度的影响是不明显的。但对于支持向量机分类方法来说,支持向量的那部分像元对分类精度起着至关重要的作用<sup>[13]</sup>。随着训练样本量的不断增加,支持向量机的那部分像元也随其增加,因此,支持向量机分类方法的Kappa系数

和总体分类精度均随训练样本量的增加而逐渐增加。

## 4 结论与讨论

### 4.1 结论

参考SPOT-5 HRG遥感影像,在构建标准训练样本数据集的基础上,提取不同的训练样本量,有目的的分别对监督分类中的平行六面体、最小距离、马氏距离、最大似然法、神经网络和支持向量机六种分类方法对TM遥感影像进行多次分类实验,利用Kappa系数和总体分类精度对6种分类方法的分类结果精度进行了评价和对比分析,认为:

(1) 在实际工作中单用某次分类结果作为最终分类结果,必然会存在一定的误差,增加训练样本数量可以减小单次分类引起的误差。

(2) 随着训练样本量的增加,当训练样本量足以描述像元的分布规律时,增加训练样本量对于传统分类方法来说,对其分类精度的影响是不明显的。但对于支持向量机分类方法来说,随着训练样本量的增加,支持向量机分类的Kappa系数和总体分类精度会出现随训练样本量的增加而逐渐增加的现象。

通过以上分析,在不同的训练样本量下,分类精度最高的是支持向量机,且支持向量机的分类精度会出现随训练样本量的增加而提高的现象。所以,在实际分类中,应该优先考虑支持向量机。

### 4.2 讨论

本研究选取大理某一区域进行分类实验研究,分类系统及训练样本的选取具有一定的主观性。SPOT HRG影像的获取时间为10月份,而Landsat

TM 影像的获取时间为 12 月份, 影像获取的时间不同, 对分类可能造成一定的影响。在以后的研究中, 在影像的选取上尽可能选择同一时间, 分类系统和训练样本的选取尽可能客观。

本研究仅对每种分类方法做了 3 次实验, 在以

后的研究中应对每种分类方法进行多次实验, 使结果更具代表性和客观性。本研究只对监督分类中的 6 种分类方法进行了对比研究, 在以后的研究中可以加入决策树等分类方法进行对比研究。

#### 参考文献:

- [1] 梅安新, 彭望球, 秦其明, 等. 遥感导论 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2001: 198 - 199.
- [2] 吴健平, 杨卫卫. 遥感数据监督分类中训练样本的纯化 [J]. 国土资源遥感, 1996, 1 (27): 36 - 40.
- [3] 陶秋香, 张连蓬, 李红梅. 植被高光谱遥感分类中训练样本的选择方法 [J]. 国土资源遥感, 2005, 2 (64): 33 - 45.
- [4] 薄树奎, 丁琳. 训练样本数目选择对面向对象影像分类方法精度的影响 [J]. 中国图象图形学报, 2010, 15 (7): 1106 - 1111.
- [5] 李文庆, 姜琦刚, 邢宇, 等. 基于 Google Earth 的 ETM + 遥感图像自动分类方法 [J]. 江西农业学报, 2012, 24 (12): 158 - 163.
- [6] 赵慧, 汪云甲. 影响 ETM 影像土地利用/覆盖分类精度因素的研究 [J]. 遥感技术与应用, 2012, 27 (4): 600 - 608.
- [7] 任广波, 张杰, 马毅, 等. 基于半监督学习的遥感影像分类训练样本时空拓展方法 [J]. 国土资源遥感, 2013, 25 (2): 87 - 94.
- [8] 薄树奎, 李向, 李玲玲. 遥感影像单类分类的白化变换法 [J]. 测绘学报, 2015, 44 (2): 190 - 197.
- [9] 黎春梅. 云南大理白族自治州土地利用结构研究 [D]. 武汉: 华中师范大学, 2011.
- [10] Foody G M, Mathur A. The use of small training sets containing mixed pixels for accurate hard image classification: Training on mixed spectral responses for classification by a SVM [J]. Remote Sensing of Environment, 2006, 103 (2): 179 - 189.
- [11] 刘礼, 于强. 分层分类与监督分类相结合的遥感分类法研究 [J]. 林业调查规划, 2007, 32 (4): 37 - 39.
- [12] 朱秀芳, 潘耀忠, 张锦水, 等. 训练样本对 TM 尺度小麦种植面积测量精度影响研究 - 训练样本与分类方法间分类精度响应关系研究 [J]. 遥感学报, 2007, 11 (6): 826 - 837.
- [13] 张华. 遥感数据可靠性分类方法研究 [D]. 徐州: 中国矿业大学, 2012.

## STUDY ON THE EFFECT OF TRAINING SAMPLE ON CLASSIFICATION ACCURACY OF REMOTE SENSING IMAGE

GAO Wen - jie, WANG Jin - liang, LIU Guang - jie

(College of Tourism and Geographic Science, Yunnan Normal University, Kunming 650500, Yunnan, China)

**Abstract:** SPOT - 5 HRG image and Landsat TM image as a data source in Dali, on the basis of building standards on the training sample data set to explore the impact of training samples to remote sensing image classification. Selecting the different combinations of training samples, respectively, supervised the six classification of parallelepiped, minimum distance, Mahalanobis distance, maximum likelihood, neural networks and support vector machine (SVM). Using Kappa coefficient and the overall classification precision of the experimental accuracy of the classification results of the evaluation. The experimental results show that the outcome should be the average of multiple classification as the final classification results can reduce the random error; increased training samples can reduce the number of samples of random errors caused by single classification; SVM is the highest classification accuracy under the different training samples.

**Key words:** training sample; remote sensing classification; classification accuracy; Dali

# 可持续生计框架下农户生计与土地利用变化研究进展

杨世龙, 赵文娟\*

(云南大学 资源环境与地球科学学院、云南省地理研究所, 云南 昆明 650091)

**摘要:** 生计作为人类最主要的行为方式, 不断驱动着人地系统的演化, 同时农民作为广大农村最重要的经济活动主体与最基本的决策单位, 其所采取的生计策略对生态环境产生着深远的影响, 因此探讨人类生计与土地利用相互作用关系成为当前人地关系研究的热点。在对生计内涵和可持续生计框架进行阐述的基础上, 系统梳理了农户生计改变对土地利用的影响以及土地利用变化对农户生计的反作用。重点阐述了生计的非农化和多样化驱动着土地利用不断变化, 而生态保护政策或措施、土地流转以及土地质量等的变化同时亦促进农户生计的不断调整, 提出了广大发展中国家和地区农户生计向非农化和多样化转型的趋势。最后针对当前生计与土地利用研究的不足, 展望了未来农户生计与土地利用变化的研究趋势。

**关键词:** 可持续生计; 农户生计; 土地利用变化

**中图分类号:** F320.3

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-7852(2015)02-0037-06

## 0 引言

农民作为广大农村最重要的经济活动主体与最基本的决策单位, 其采取的生计策略不仅决定着当地自然资源的利用方式和效率, 更决定着生态环境的干预方式及干预程度, 对生态环境产生深远的影响<sup>[1]</sup>。土地资源作为生态环境的重要组成部分, 是农户生计策略选择的最直接客体, 不同的生计策略选择引起土地利用方式、结构、质量和空间分布的不断变化; 与此同时, 在人地关系系统中, 土地利用的改变亦会反作用于农户生计, 导致农户改变其生计策略<sup>[2]</sup>。由此农户生计与土地利用变化的联合研究已成为新的研究动向和热点<sup>[3]</sup>。

生计分析已经成为广大发展中国家和地区观察和研究生态脆弱区农户生计可持续发展与自然资源持续利用的全新视角<sup>[4]</sup>。已有大量的学者从生计与

土地利用、农户生计与退耕还林、农户生计与山区发展、失地农户生计与城镇化进程等<sup>[5-11]</sup>角度开展了农户生计变化与土地利用之间的研究。本文在阐述生计概念与可持续生计框架的基础上, 基于此框架梳理国内外农户生计变化与土地利用的研究进展, 分析了当前研究中存在的问题, 并讨论未来研究中应该注意的几个关键问题, 旨在为农户生计与土地利用相关研究提供借鉴和参考。

## 1 生计与可持续生计分析框架

生计是一种谋生的方式, 该方式是建立在能力、资产和活动的基础之上<sup>[12]</sup>, 其中资产居于核心地位。Scoones 将生计资产分为4类, 包括人力资产、自然资产、金融资产和社会资产<sup>[13]</sup>。为了更好的揭示生计资产与生计策略之间的关系, 英国国际发展署 (UK, Department for International De-

收稿日期: 2015-03-16; 修订日期: 2015-04-08.

基金项目: 国家社会科学基金项目 (13BMZ059); 云南大学“中青年骨干教师培养计划” (XT412003)。

作者简介: 杨世龙 (1988-), 男, 云南省昭通市人, 硕士研究生, 研究方向为区域可持续发展。

\* 通信作者: 赵文娟 (1975-), 女 (白族), 云南省大理市人, 副教授, 博士, 主要从事文化地理学和民族生态学研究。

velopment, DFID) 在 Scoones 等人的基础上又将金融资产细分为金融资产和物质资产两大类。在当前研究中, 大多都借鉴了 DFID 对生计资产分类, 即人力资产、自然资产、金融资产、物质资产和社会资产。

而可持续生计, 是指一种生计足以应对、并在压力和打击下得到恢复, 能够在当前和未来保持乃至强化其能力和资产, 同时又不损坏自然资源基础, 这种生计才是可持续的<sup>[14]</sup>。为了进一步揭示农户生计变化的过程、规律和解决农村贫困问题, 20 世纪 90 年代一些国际性的机构和大学纷纷提出了生计分析的框架, 主要有联合国开发计划署 (UNDP) 的生计分析框架、国际关怀 (CARE) 的农户生计安全分析框架和 DFID 的可持续生计分析框架 (the Sustainable Livelihoods Approach Framework, SLA)。其中 SLA 框架在农户可持续生计分析方面应用较为广泛<sup>[9-11]</sup>, 该框架由英国国际发展署 (DFID) 于 2000 年提出, 后被广泛运用于有关农户生计的研究中。SLA 框架<sup>[14]</sup>见图 1。以农村发展为基础, 为农户提供了一种如何利用大量财产、权利和可能的策略去寻求某种生计的途径。该分析方法以人为中心, 从农户生计的角度出发, 在充分了解当地农户生计实况的基础上, 分析存在的问题, 最后提出解决方案; 既体现了微观与宏观之间的联系, 同时还强调了参与性、动态性和持续性, 可以应用于多个时空尺度上生计发展问题的研究<sup>[15]</sup>。

## 2 农户生计改变对土地利用的影响

对农户生计变化的研究最初源于农村扶贫发展, 它以农户生计策略与土地之间关系为研究对象, 以实现农户生计的可持续发展为目标<sup>[16]</sup>。而生计在可持续生计分析框架中处于核心地位, 生计资产的改变将引起农户生计策略的变化。在外部环境的作用下, 农户生计策略改变必然反作用于生计资产, 土地作为农户最主要的生计资产, 是农户生计策略的突出反映<sup>[17]</sup>。

### 2.1 农户生计非农化对土地利用的影响

农户生计非农化往往会引起土地质量、土地投入和土地利用方式等的变化<sup>[16,18]</sup>。农户生计由纯农型向非农型转变的过程中, 两种不同的生计活动在劳动力数量和质量上的竞争, 影响着土地利用的变化。研究表明, 由于农户非农生计方式从业人数的不断增加与农作物的生产相互竞争, 结果导致农户为了高额的非农收入减少了在农作物生产方面的劳动力投入<sup>[18]</sup>。但已有研究发现, 农户非农收入的增加使得从事农耕活动的动力减少, 导致农业生产力降低、粮食产量下降, 进而使得农户最终成为粮食的购买者<sup>[19]</sup>。农户生计的非农化转变, 增加了农户生计资产的积累, 使得农户有更大的可能增加对土地的投入<sup>[20]</sup>。农户在土地上增加资金的投入会带动农业的发展, 促进农作物产量的增加<sup>[21]</sup>。

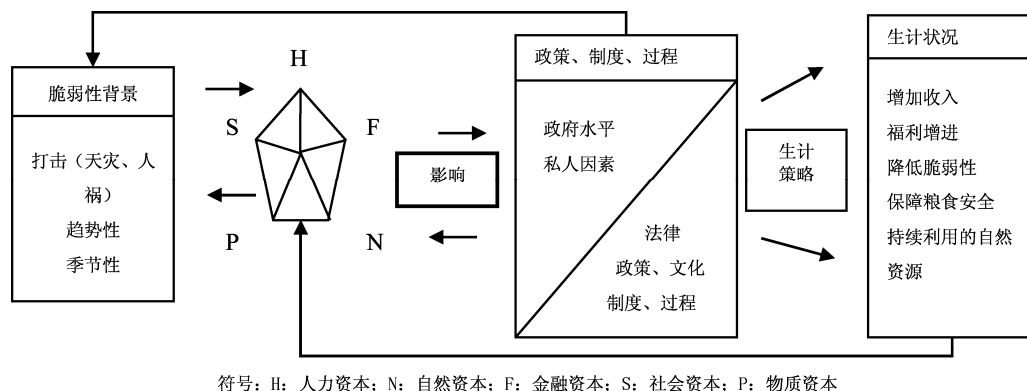


图 1 可持续生计分析框架

Fig. 1 Sustainable livelihoods approach framework

资料来源: DFID, Sustainable Livelihoods Guidance Sheets, London: Department for International Development, 2000.

另外有研究表明, 生计非农化也会对土地利用方式产生影响, 具体表现在土地的利用类型和土地

使用权的转变两方面。刘乃全等<sup>[22]</sup>指出农户生计非农化改变了农户的种植结构, 使农村土地由农业



用地向林业用地转变。Zhang 等发现,农村劳动力的非农从业促进地块利用向简单化、高经济效益、出租、退耕还林等方面发展<sup>[23]</sup>。王成超等也指出在非农化程度高的地区,生计非农化有效促进农户耕地的流出,不利于耕地的流入<sup>[24]</sup>。

## 2.2 生计多样化对土地利用变化的影响

生计多样化有利于降低因脆弱性背景和制度环境造成的风险,是增加农户收入和积累生计资本的重要手段,是可持续生计强调的目标之一,也是当前发展过中国家和地区农户生计变化关注的热点<sup>[24]</sup>。因此,生计多样化对土地利用的驱动和影响也备受关注。Tittone 等采用随机抽样法对肯尼亚和乌干达地区 205 个农场农户进行调查和土壤数据的收集,基于可持续生计框架下,在对农户分类的基础上,分析不同类型农户的生计多样化对土壤肥力和空间变异性的影响<sup>[25]</sup>。

中国也经历着生计多样化的历程,对于农户生计多样化对土地利用变化的影响,大多学者认为生计多样化对土地流转、利用类型变化和土地利用集约化等都会产生影响。就土地流转而言,农户自身的基本情况、家庭生计的类型以及非农活动等对农户土地流转的参与度和意愿产生重要的影响<sup>[26-28]</sup>。在生计多样化的背景下,农户在土地流转参与度方面表现为非农为主型>纯农型>非农型>以农为主型农户<sup>[25]</sup>。生计策略不同,对土地利用类型和集约化水平的影响也不同,非农活动为主的生计多样化策略是构建可持续生计的核心,也是实现土地可持续利用的根本途径<sup>[22]</sup>。

另外,吴莹莹首次把农户生计多样化分为农业生计多样化和非农生计多样化两类,通过与土地利用集约度之的研究,发现农业生计多样化与土地利用集约度成显著正相关,而非农生计多样化与土地利用集约度是无相关关系。由于农业内部活动之间是相互促进的,农户农业生计活动越多样化,对土地利用的集约度越高<sup>[29]</sup>。而李珍真等提出,生计多样化也会引发粮食生产能力停滞不前、土地流转和产权调整大规模顺势而生、土壤养分的富集等土地利用的变化<sup>[17]</sup>。

## 3 土地利用变化对农户生计的影响

土地作为自然资产的组成内容,是农户生计资产的重要组成部分。探究农户生计与生态保护政策

或措施的调整和完善、土地流转以及土地质量变化之间的关系有利于农户生计的可持续发展。

### 3.1 生态保护政策或措施对农户生计的影响

生计发展与环境保护之间是当前普遍关注的热点<sup>[30]</sup>,二者关系极为紧密,尤其是在实施生态保护政策或措施的地区这种关系表现得更为突出。生态恢复政策对生态治理、生态恢复具有重要作用,但同时减少了农户的有效耕地面积,改变了农户土地利用的空间格局,造成了农村劳动力的剩余,促进了农村剩余劳动力向其他产业转移,影响着农户生计<sup>[31-33]</sup>。农户作为生态系统服务的主要提供者和参与者,在自然和社会环境造成的脆弱性背景中,其所拥有的生计资本及采取的生计策略影响着生态系统服务供给与生态补偿项目效率;生态补偿使农户的生计资产大幅度增加,除自然资源下降外,其余生计资产均增加;并促使农户向非农业转变,导致非农化程度的提高<sup>[31]</sup>。在这些政策中,退耕还林政策对农户生计影响最大。Ke-rong 等运用可持续生计分析框架,对长江上游云南省退耕还林政策对农户的生计影响展开研究。微观分析表明,退耕还林政策对当地农户生计发挥着重要作用,但是政策没有考虑到农户长期的生计来源,在一定程度上影响了其可持续性。从可持续生计分析框架的角度看,今后应注意农户的能源问题以及退耕还林地区农户长期的生计来源问题<sup>[32]</sup>。

### 3.2 土地流转对农户生计的影响

土地作为农户的基本生产资料,土地流转必然会导致农村社会经济空间结构和农户生计发生重大的变化<sup>[34]</sup>。首先土地流转加速了农村劳动力向非农就业的转移,农户生计模式从单一向复杂化转变,小农经济模式向规模经营模式转变,居住方式亦由散居向聚居转变<sup>[35]</sup>;其次经过土地流转,使得农村部分土地向种地能手适度集中,实现了土地分散经营向集约经营的过渡,促进了农业生产的适度规模经营。土地流转使一部分不愿务农的农户让出承包经营权,从农村土地的束缚中解放出来,促进了劳动力的转移<sup>[36]</sup>。再次以草场这一特殊的土地利用类型为例,草场流转在一定程度上能协调草场承包到户后产生的牲畜对草场需求与草场供给之间的矛盾,缓解草场整体放牧压力,提高牧民生计,但同时亦造成草场内部放牧压力的转移,导致流转草场过度使用<sup>[37]</sup>。

### 3.3 土地质量变化对农户生计的影响

土地质量变化对农作物的种植结构、种植面积和产量等都有很大的影响,威胁着粮食安全,并进一步影响农户生计的可持续发展。Utkur 等<sup>[38]</sup>对亚洲中部阿姆河流域的研究表明,在退化的灌溉农田中发展速生的果林园艺能够帮助农户缓解水资源的短缺,还能够保证资源需求、增加收入和保障粮食安全;与此同时,土地质量的下降也会驱动着农户生计向非农化、多样化和替代生计发展。

## 4 研究展望

基于可持续生计框架,从农户生计视角出发为农村土地利用/覆被变化以及农村贫困与发展问题的研究提供了全新的思路,不仅能够从宏观上解释土地利用/覆被变化影响机制,也能够从微观层面剖析农户层面的土地利用问题,通过农户生计这个纽带将宏观和微观两个尺度的土地利用有机结合起来,对促进农村可持续发展这个最终目标起着巨大的推动作用。但是为了更深层次的剖析农户土地利用与农户生计变化之间的互动关系,在未来的研究中应注意以下几个方面。

### 4.1 生计变化规律和机制研究

生计是可持续生计框架强调的核心内容,在可持续生计分析框架内,农户生计变化受农户生计资产的载负情况、脆弱性背景、国家政策制度和过程等外部性不确定性因素的影响。在目前的生计变化研究中,大多关注的是生计资产与生计策略变化之间的关系<sup>[39,40]</sup>,较少将生计脆弱性背景与国家政策、制度和过程等外部不确定性因子纳入可持续生计研究中,究其原因可能是这些因子不像农户生计资产那么易于量化。因此,定量评估生计脆弱性背景、国家政策、制度和过程等这些不确定因子,是基于可持续生计分析框架下分析生计变化规律和机制的基础。但是指标如何选取?如何进行量化?这些问题尚待解决。目前往往以区域资源承载力水平和区域社会经济发展定量评估生计脆弱性背景的替代指标<sup>[9]</sup>,但该指标并不能准确、全面的反映农户的生计脆弱性背景,尤其缺乏对社会这个复杂系统中众多人文因素的描述。

在不同社会经济、政治环境以及民族文化等因素的作用下,农户生计变化的规律和机制截然不同。如何甄别生计变化背后的驱动因素?分析其变

化规律?剖析生计变化的驱动机制?如何实现农户生计与农村土地资源的持续发展?这些问题都亟需解决。在未来的研究中,应以可持续发展观为指导,从全局出发,全面审视农户生计系统,综合分析各生计要素之间的相互作用关系,以此探讨生计变化规律和机制。

### 4.2 转型生计背景下农村可持续发展研究

农户生计变化是动态的,当环境背景、生计资本及政策制度发生剧烈变化时,农户往往会转变生计策略以适应新的人地关系,生计转型已成为农户响应人地关系变化的最佳选择<sup>[41]</sup>。在生计转型方面的研究主要体现在微观层面的纯农户向兼业户、非农户的渐次转变和在宏观层面的农户生计多样化、非农化程度两方面<sup>[42]</sup>,集中强调农户生计多样化与非农生计多样化对农村土地利用的影响。相关研究表明,多样的生计行为在消除贫困的同时,也有利于生态环境的保护、可持续生计的构建和农村的可持续发展<sup>[43]</sup>。农村可持续发展是可持续生计强调的最终目标,其中包括农村自然资源的合理利用、农户生计水平的不断提高和生计可持续等。尤其是在经济转型地区特别是在中国广大的农村地区,土地资源相对不足,劳动力过剩,非农活动既是农户的重要收入来源也是规避风险的一个重要手段,因此生计非农化是农村可持续发展的一个新的途径。在转型生计背景下,农村的可持续发展将成为重点关注的领域。

### 4.3 加强农户生计变化与土地利用变化耦合关系研究

耦合是用来描述两个或者两个以上的系统或实体之间相互依赖程度的一个物理学概念,是一个系统对另一个系统依赖程度的度量。一般用耦合度来衡量系统或要素之间的相互影响和依赖的程度,来观测系统变化的特征、规律,以达到使系统由无序向有序转化的目标<sup>[44]</sup>。目前,有学者提出了新的认识,生计和土地利用变化是共同产生的<sup>[45]</sup>,土地利用和生计变化复合而成的系统是一个关联较强的开放系统,两者之间存在复杂的耦合关系。而当前研究中土地利用变化和生计系统常常被隔离开来分析或者将一个作为另一个的“驱动”因素。土地利用研究和生计考察,虽然是针对非常类似的问题,但其文献往往是彼此分离的<sup>[46]</sup>。在研究过程中往往只关注二者之间某种变化形式,割裂了农户生计与土地利用的系统关系。研究的结果也相互独

立, 不利于深入理解人地关系的相互作用。而实际上, 生计变化对土地利用产生影响的同时, 土地利用变化也会对生计产生反作用, 两者之间是相互影响、相互作用的关系。因此在以后的研究中, 应该以可持续生计分析方法为指导, 构建生计与土地利

用变化的评价指标体系, 建立农户生计与土地利用耦合评价模型, 利用耦合度来判断农户生计变化与土地利用变化之间的适应性, 以实现生计与土地利用变化的有序发展。

### 参考文献:

- [1] 王成超, 杨玉盛. 基于农户生计演化的山地生态恢复研究综述 [J]. 自然资源学报, 2011, 26 (2): 344-352.
- [2] 任大光, 薛思学, 袁媛, 等. 哈尔滨市土地利用变化与社会经济发展耦合关系研究 [J]. 国土与自然资源学报, 2012 (5): 19-22.
- [3] 信桂新. 农户生计与社会主义新农村建设——以邛崃市典型村为例 [D]. 重庆: 西南大学, 2009.
- [4] Bouahom B, Douangsavanh L, Rigg J. Building sustainable livelihoods in Laos: untangling farm from non-farm, progress from distress [J]. Geoforum, 2004, 35 (5): 607-619.
- [5] 葛智超, 张贵军, 杨皓, 等. 环首都退耕地区土地利用与农户生计耦合关系研究——以涞水县为例 [J]. 林业经济问题, 2014, 34 (1): 62-67.
- [6] 镇玲, 孙丽丽. 城市近郊被征地农户生计变化分析——以武汉市江夏区为例 [J]. 华中农业大学学报: 社会科学版, 2013 (5): 106-113.
- [7] 汤青, 徐勇, 李杨. 黄土高原农户可持续性评估及未来生计策略——基于陕西延安市和宁夏固原市 1076 户农户调查 [J]. 地理科学进展, 2013, 32 (2): 161-169.
- [8] 王传胜, 朱珊珊, 樊杰, 等. 西部山区坡地村落空间演进与农户生计改变 [J]. 自然资源学报, 2012, 27 (7): 1089-1100.
- [9] 何仁伟, 刘邵权, 刘运伟, 等. 典型山区农户生计资本评价及其空间格局——以四川凉山彝族自治州为例 [J]. 山地学报, 2014, 32 (6): 641-651.
- [10] 谢旭轩, 张世秋, 朱山涛. 退耕还林对农户可持续生计的影响 [J]. 北京大学学报: 自然科学版, 2010, 46 (3): 457-464.
- [11] 魏雯, 徐柱, 师尚礼, 等. 基于参与式方法的农牧户生计现状评估——以内蒙古太仆寺旗为例 [J]. 应用生态学报, 2011, 22 (10): 2686-2692.
- [12] Chambers R, Conway G. Sustainable rural livelihoods: Practical concepts for the 21st century [R]. Brighton: Institute of Development Studies, 2000.
- [13] Scoones. Sustainable Rural Livelihoods: A Framework for Analysis [J]. Brighton: Institute of Development Studies, 1998: 72-78.
- [14] DFID. Sustainable Livelihoods Guidance Sheets [J]. London: Department for International Development, 2000: 68-125.
- [15] 王成超, 杨玉盛. 基于农户生计策略的土地利用/覆被变化效应综述 [J]. 地理科学进展, 2012, 31 (6): 792-798.
- [16] Seones. Sustainable Rural Livelihoods: a framework for an analysis: IDS working Institute of Development Studies [J]. 1983 (3): 42-46.
- [17] 李珍真, 徐建春, 孔祥斌. 大都市郊区农户生计多样化及对土地利用的影响——以北京市大兴区为例 [J]. 地理研究, 2012, 31 (6): 1039-1049.
- [18] Clay D, Reardon T, Kangasniemi J. Sustainable intensification in the highland tropics: Rwandan farmers' investments in land conservation and soil fertility [J]. Economic Development and Cultural Change, 1998, 46 (2): 351-378.
- [19] Holden S, Shiferaw B, Pender J. Non-farm income, household welfare, and sustainable land Management in a less favored area in the Ethiopian highlands [J]. Food Policy, 2004, 29: 369-392.
- [20] Pender J. Development pathways for hillsides and highlands: some lessons from Central America and East Africa [J]. Food Policy, 2004, 29 (4): 339-67.
- [21] Jason Davis, David Lopez-Carr. Migration, remittances and smallholder decision making: Implications for land use and livelihood change in Central America [J]. Land Use Policy, 2014, 36: 319-229.
- [22] 刘乃全, 刘学华. 劳动力流动、农业种植结构调整与粮食安全: 基于“良田种树风”的一个分析 [J]. 南方经济,

- 2009 (6): 15 - 24.
- [23] Zhang L P, Zhang Y L, Yan J Z, et al. Livelihood diversification and cropland use pattern in agro pastoral mountainous region of eastern Tibetan Plateau [J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2008, 18 (4): 499 - 509.
- [24] 王成超, 杨玉盛. 农户生计非农化对耕地流转意愿的影响——以福建省长汀县为例 [J]. *地理科学*, 2011, 33 (11): 1362 - 1369.
- [25] Tiftonell P, Muriuki A, Shepherd K D, et al. The diversity of rural livelihoods and their influence on soil fertility in agriculture systems of East Africa: A typology of stallholder farms [J]. *Agricultural Systems*, 2010, 103 (2): 83 - 97.
- [26] 房凯. 不同生计类型农户土地流转研究——以重庆市涪陵区珍溪镇为例 [D]. 重庆: 西南大学, 2010.
- [27] 胡晨成, 邵景安, 余洋, 等. 不同生计方式农户的土地流转意愿感知——以三峡库区云阳县为例 [J]. *西北师范大学学报: 自然科学版*, 2014 (5): 98 - 105.
- [28] 李京涛, 周生路, 吴绍华, 等. 基于 Logit 模型的农户土地流转意愿及影响因素研究——以南京市浦口区为例 [J]. *国土资源科技管理*, 2010 (5): 131 - 136.
- [29] 吴莹莹. 生计多样化和土地利用变化——以大渡河上游典型村的实证分析 [D]. 重庆: 西南大学, 2009.
- [30] 何仁伟, 刘邵权, 陈国阶, 等. 中国农户可持续生计研究进展及趋向 [J]. *地理科学进展*, 2013, 32 (4): 657 - 670.
- [31] 赵雪雁, 张丽, 汪进德, 候成成. 生态补偿对农户生计的影响——以甘南高原黄河水源补给区为例 [J]. *地理研究*, 2013, 32 (3): 531 - 542.
- [32] Ke - rong, S. Sustainable Rural Livelihood and Ecological Shelter Construction in Upper Reaches of Changjiang River - Case Study of Zhaotong of Yunnan Province [J]. *Chinese Geographical Science*, 2006, 16 (1): 32 - 40.
- [33] 苏芳, 尚海洋. 生态补偿方式对农户生计策略的影响 [J]. *干旱区资源与环境*, 2013, 27 (2): 58 - 63.
- [34] 姚洋. 劳动力市场缺陷与土地市场的活动 [J]. *中国农村观察*, 1999 (2): 16 - 27.
- [35] 田帅. 西南地区土地流转对农户生计的影响因素分析 [D]. 重庆: 西南大学, 2008.
- [36] 吴申凤. 基于农户尺度的县域农户生计变化与土地利用的研究——以广东省翁源县为例 [D]. 广州: 华南师范大学, 2013.
- [37] 赖玉氛, 李文军. 草场流转对干旱半干旱地区草原生态和牧民生计影响研究——以呼伦贝尔市新巴尔虎右旗 M 嘎查为例 [J]. *资源科学*, 2012, 34 (6): 1039 - 1048.
- [38] Utkur Djanibekova, Nodir Djanibekov, Asia Khamzinnaa et al. Impacts of innovative forestry land use on rural livelihood in a bi-modal agricultural system in irrigated dry lands [J]. *Land Use Policy*, 2013 (35): 95 - 106.
- [39] 赵雪雁, 李巍, 杨培涛, 等. 生计资本对甘南高原农牧民生计活动的生计的影响 [J]. *中国人口资源与环境*, 2011, 21 (4): 111 - 117.
- [40] 苏芳, 蒲欣冬, 徐中民, 等. 生计资本与生计策略关系研究——以张掖市甘州区为例 [J]. *中国人口资源与环境*, 2009, 19 (6): 119 - 124.
- [41] Shackleton C M, Shackleton S E, Buiten E, Bird N. The importance of dry woodlands and forests in rural livelihoods and poverty alleviation in South Africa. *Forest Policy and Economics*, 2007, 9 (5): 558 - 577.
- [42] 张芳芳, 赵雪雁. 我国农户生计转型的生态效应综述 [J]. *生态学报*, 2015, 35 (10): 1 - 9.
- [43] Perz, S. The Effects of Household Asset Endowments on Agricultural Diversity among Frontier Colonists in the Amazon [J]. *Agroforestry Systems*, 2005, 63 (3): 263 - 279.
- [44] 周忠学, 任志远. 陕北土地利用变化与经济发展耦合关系研究 [J]. *干旱区资源与环境*, 2010, 24 (7): 58 - 61.
- [45] McCusker B, Carr E. R. The coproduction of livelihoods and land use change: Case studies from South Africa and Ghana [J]. *Geoforum*, 2006, 37 (5): 790 - 804.
- [46] 赵雪雁. 农户生计多样化与土地利用变化——以大渡河上游典型村为例 [D]. 北京: 中国科学院地理科学与资源研究所, 2007.

(下转第 70 页)

# 辽宁省陆路交通可达性及其对城市经济联系影响研究

王丹丹, 郭建科\*, 杜 鹏

(教育部人文社科重点研究基地, 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:** 基于 ArcGIS, 采用最短距离、可达性、可达性系数 3 个指标, 从可达性基本格局和空间差异两方面研究 2011 年辽宁省 57 个县级以上经济中心的可达性状况, 并探讨可达性对城市经济联系强度的影响。结果表明: (1) 辽宁省可达性呈现出以辽阳为中心, 向外围逐渐递减的“中心-外围”格局, 通过对中心性与综合可达性进行拟合分析发现“中心性”是影响可达性的一个重要因素。(2) 可达性与最短距离分布不一致, 快速交通线网的发展大大改善了中心性较差城市的可达性状况, 使可达性分布呈现一定的高等级道路指向性。(3) 利用直线距离和可达性分别计算出各城市经济联系强度并进行对比, 将可达性对城市经济联系强度的作用划分为: 促进型、协调型和制约型。

**关键词:** 辽宁省; 交通可达性; 中心性; 经济联系强度

**中图分类号:** V11

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-7852(2015)02-0043-07

## 0 引言

交通运输网络是城市间物质和人员流动的基础, 其发展对区域经济联系、空间结构等将产生重要影响。随着经济和社会的发展, 交通网络在一个区域的发展中起着越来越重要的作用, 交通发育程度已经成为决定个人生活方式和区域前景的一个关键性因素, 各个城市的交通发展好坏直接影响到城市的发展状况。在众多的交通网络评价方法中, 可达性被认为是最具综合性、最有效的一种评价方法<sup>[1-3]</sup>。因此, 各地的可达性研究也变得越来越重要。可达性定义为交通网络中各节点间相互作用机会的大小<sup>[4]</sup>, 是评价交通网络效率一个非常有代表性的指标, 也是近年来研究的热点问题。国内对可达性研究日趋成熟, 研究方向既包括省级可达性研

究<sup>[5]</sup>、高铁对可达性影响研究<sup>[6,7]</sup>、可达性演化研究<sup>[8]</sup>, 也有可达性与城市经济的联系研究。曹小曙等对中国干线公路网的可达性进行了分析<sup>[9]</sup>, 金凤君等研究了 20 世纪中国铁路网络的扩展与可达性的变化<sup>[10]</sup>。陆玉麒等对安徽省综合交通可达性进行了评价<sup>[11]</sup>, 冯长春等研究了高速铁路对中国省际可达性的影响<sup>[12]</sup>, 蒋晓威、曹卫东等研究了安徽省公路网络可达性与空间演化<sup>[13]</sup>。对于可达性与城市经济联系的研究, 孟德友、陆玉麒对江苏省区域经济联系强度与方向进行了研究<sup>[14]</sup>, 程钰、刘雷等综合分析了山东县域可达性与经济发展水平之间的关系<sup>[15]</sup>, 徐维祥、陈斌等研究了浙江省城市可达性与经济的联系<sup>[16]</sup>, 李诚固等对东北地区城市可达性及经济联系格局进行了分析<sup>[17]</sup>。1942 年 Zipf 将万有引力定律首次引入到城市体系空间相互作用的研究中, 用来衡量两地之间的吸引力, 建

收稿日期: 2015-01-26; 修订日期: 2015-03-31.

**基金项目:** 国家自然科学基金项目“沿海地区港口-腹地型城市外部空间演化规律及其分异模式”(41101114); 国家自然科学基金项目“辽宁沿海地区人海经济系统脆弱性综合测度研究”(41201114); 国家社科基金项目“辽宁港口群-东北腹地经济空间联动发展机理研究”(11CJL045).

**作者简介:** 王丹丹 (1990-), 女, 山东省平度人, 硕士, 主要研究方向为经济地理学、交通可达性.

\* **通信作者:** 郭建科 (1980-), 男, 山西省长治市人, 讲师, 博士, 研究方向为城市地理、交通物流与港口空间组织.

立了城市体系空间相互作用理论基础,此后引力模型被广泛应用于距离递减效应和空间相互作用的研究中。

考虑到辽宁省内各城市联系主要依靠公路和铁路等陆路交通运输,因此本文采用 GIS 技术,基于陆路交通网络,对辽宁省 14 个地级市和 43 个县级城市的可达性状况进行研究,分析省内可达性空间差异。对比可达性与最短距离的异同,探究影响可达性的主要因素。借助引力模型和直线距离求得城市经济联系强度初始值,再用可达性进行修正,通过前后对比合理探求可达性与区域经济间的相互作用,以此揭示辽宁省可达性相对于地理区位对城市经济联系强度的作用,进一步探讨区域交通网络建设对经济发展的影响<sup>[18]</sup>,为辽宁省交通和经济发展提供借鉴。

辽宁省地处亚欧大陆东岸,东北地区南部,濒临黄海和渤海,地理位置优越,是中国著名的重工业基地<sup>[19]</sup>。辽宁省版图形状具有一定的特殊性,大连和沈阳是辽宁省两个重要的中心城市,这就使辽宁省呈现典型“双核-双中心”<sup>[20]</sup>的经济格局,因此辽宁省两个经济中心城市的区内可达性因地理区位的影响有很大差异。辽宁省交通便利,铁路、公路、航空、水路四通八达,哈大铁路、沈大高速、京哈铁路、京沈高速贯穿南北东西,大连港、营口港沿海分布,形成了比较完善的交通运输网络。辽宁省面积约为  $15 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,截止到 2011 年末,全省拥有各级公路约 18 545 条,公路总长度  $10.4 \times 10^4 \text{ km}$ ,省级以上公路约为  $2.7 \times 10^4 \text{ km}$ ,其中高速公路约为 3 300 km,铁路总长度约为 4 035 km,高速公路和铁路形成以沈阳为中心,向四周呈放射状的分布格局,铁路和公路共同构成了辽宁省的陆路交通网络。

## 1 研究方法 with 数据来源

### 1.1 相关计算方法

#### 1.1.1 可达性测算模型

在特定区域范围内,可达性反映了某一地区与其他区域相互联系的难易程度,通过分析区域内各个节点的可达性进而确定整个系统的可达性。本文对可达性的研究主要采用最短距离、可达性和可达性系数 3 个指标,用最短距离来反映区域的地理位置,加权平均旅行时间反映可达性,可达性系数反映区域可达性与平均可达性的关系。可达性矩阵  $L$ :

$$L = [l_{ij}]_{n \times n} \quad (1)$$

式中:  $l_{ij}$  为  $i$  点到  $j$  点的距离,  $n$  为节点数。利用可达性矩阵求得每个节点的最短距离。 $i$  点的最短距离  $L_i$ :

$$L_i = \sum_{j=1}^n l_{ij} \quad (2)$$

式中:  $L_i$  为距离指标,表示给定经济中心到其他各节点的最短距离之和(简称最短距离)。 $L_i$  值越小,地理区位越好。采用简单的距离和并不能很好的反映一个节点的综合可达性情况,因此引入加权平均旅行时间  $A_i$ :

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (T_{ij} \times M_j)}{\sum_{j=1}^n M_j} \quad (3)$$

式中:  $A_i$  为节点  $i$  在交通网络中的加权平均旅行时间,  $A_i$  值越小,表明该地的可达性越好<sup>[21]</sup>。 $T_{ij}$  为节点  $i$  到节点  $j$  的最短时间。 $M_j$  为节点的质量,可以是节点  $j$  的人口或地区生产总值(GDP)等,本研究采用人口和经济的算术平方根,因为实际上人口较多、经济发达的地方,由于其自身发展的需要,其人口流动量相对较多。这样就弥补了最短距离中默认各节点对旅客吸引力相同的不足。可达性系数  $R_i$ :

$$R_i = \frac{A_i}{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n A_j} \quad (4)$$

式中:可达性系数  $R_i$  为某点可达性值与该地区可达性平均值之比,  $A_i$  为  $i$  点的可达性。可达性系数大于 1,说明该节点的可达性状况低于网络平均水平;可达性系数小于 1,说明该节点的可达性状况高于网络平均水平;可达性系数等于 1,说明该节点可达性和网络平均水平一致<sup>[22]</sup>。可达性系数越小,说明该节点可达性越好,即交通越便利。

#### 1.1.2 中心性测算方法

中心性表示各节点距区域几何中心的远近,计算公式为:

$$C_i = D_i / \sqrt{S/\pi} \quad (5)$$

式中： $C_i$  为节点的中心性， $D_i$  为节点到中心的距离， $S$  为区域面积。 $C_i$  值越小，表示节点的中心性越好<sup>[23]</sup>。

### 1.1.3 城市经济联系强度测算方法

城市经济联系强度是衡量区域经济联系的重要指标，反映经济中心与外界经济联系的强弱。引力模型是测算区域经济联系的常用方法<sup>[24,25]</sup>。其表达式为：

$$R_{ij} = (G_i \times G_j) / D_{ij}^2, F_i = \sum_{j=1}^n R_{ij} \quad (6)$$

式中： $R_{ij}$  为  $i, j$  两城市间的经济联系强度； $F_i$  为  $i$  城市对外经济联系总量，反映该城市与其他城市的经济联系的强弱； $G_i, G_j$  分别为  $i, j$  两城市各自的 GDP； $D_{ij}$  为  $i, j$  两城市间的距离。

### 1.2 数据来源和处理

(1) 以 2012 年末辽宁省交通路网为基础，利用 ArcGIS 网络分析模块对辽宁省交通网络进行最优路径计算。(2) 人口和生产总值 (GDP) 来自 2012 年《辽宁省统计年鉴》。(3) 公路和铁路时速设置参照《公路路线设计规范》并根据实际情况确定，设定高速公路时速为 120 km/h，国道 100 km/h，省道为 80 km/h，县乡道为 40 km/h。由于铁路不同类型列车的时速不相同，结合铁路线路和列车时刻表，查询每条铁路干线的通车类型，对不同铁路干线设置不同的时速，设定特快列车为 160 km/h，动车为 200 km/h，其他为 90 km/h。(4) 主要以县级及以上经济中心为对象，研究辽宁省可达性的分布特点，包括 14 个地级城市和 43 个县级城市 (长海县除外)，求出 57 个节点两两之间最短距离和最短时间矩阵，然后利用上述指标进行计算，得出各个县市的可达性。

## 2 陆路交通网络可达性空间分析

### 2.1 可达性基本格局

根据可达性计算结果总结辽宁省可达性分布规律 (图 1、图 2、图 3)，主要得出 4 方面特征 (为区别于公路可达性，文中的综合可达性指陆路交通可达性)：(1) 最短距离、综合可达性和公路可达性空间分布均呈现出以沈阳为中心，向外围逐渐递减的“中心-外围”格局，中心地区范围与沈阳经济区范围具有较高一致性，中心地区整体可达性明显好于边缘地区。可达性较差的区域主要为辽西南、

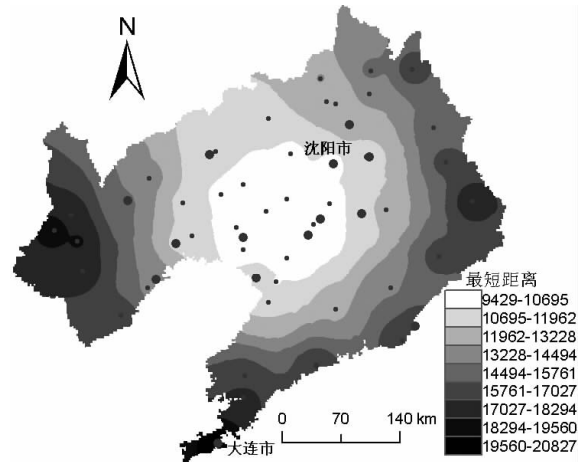


图 1 县级经济中心最短距离分布图

Fig. 1 The shortest distance of the county - level economic centers distribution

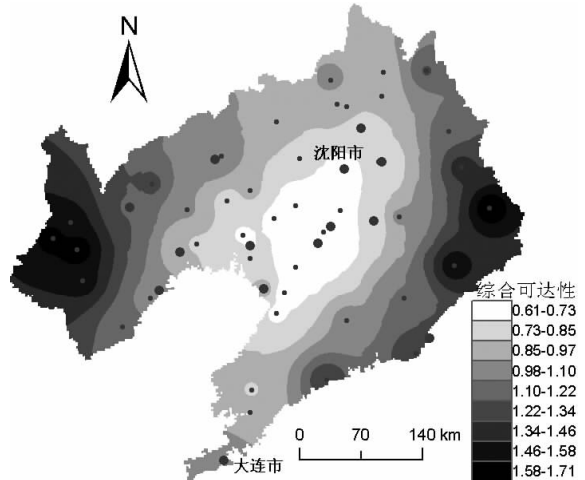


图 2 县级经济中心综合可达性分布图

Fig. 2 The comprehensive accessibility of the county - level economic centers distribution

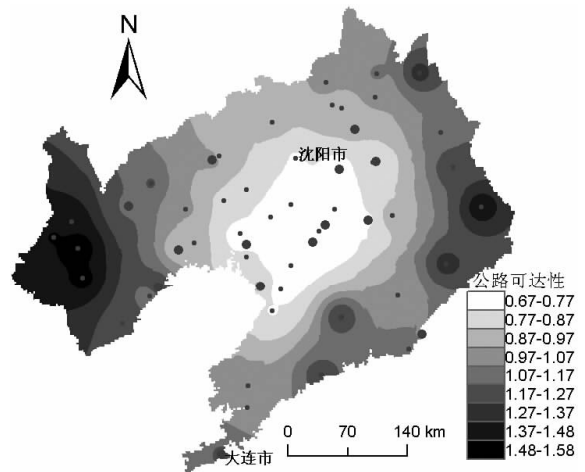


图 3 县级经济中心公路可达性分布图

Fig. 3 The road accessibility of the county - level economic centers distribution



黄海沿线、中朝交界至铁岭和本溪东部县市。(2) 城市的综合可达性是其区域中心性的体现,反映了该城市节点在本区域中的地理区位,城市的中心性越小,表明该城市距区域几何中心越近。根据中心性计算结果,对辽宁省城市综合可达性和区域中心性进行归一化,并在 SPSS 软件中进行相关性分析和拟合,得到相关系数为 0.804,相关性较高。模拟方程为  $Y = e^{(-0.522 + 0.737x)}$ , 式中  $Y$  为综合可达性,  $x$  为几何中心性,充分说明,中心性对于辽宁省城市综合可达性格局起决定性作用。应该说,随着区域经济持续发展,现代化交通网络覆盖面显著增大,中心性对综合可达性的决定作用也逐渐增强。通过比较中心性与综合可达性计算结果可知,在中心性小于 0.4 的 16 个节点中,有 13 个节点的可达性较好,其可达性系数小于 0.8;在中心性大于 1 的 9 个节点中,仅有一个节点的可达性好于平均水平,其他节点可达性均较差,表明节点的区域中心性是区域综合可达性的重要影响因素。(3) 通过比较路网最短距离和综合可达性空间分布可以发现,最短距离的“中心-外围”格局与区域几何特征高度重合,而综合可达性的分布沿沈大和京沈两条交通轴线向边缘地区延伸,相对于最短距离而言,

大连、锦州、葫芦岛、铁岭的综合可达性排名显著提升,而包括丹东在内的东部边缘地区综合可达性则明显下降,这充分说明高等级道路和主要交通干线对城市综合可达性具有明显促进作用。(4) 不同路网可达性存在明显差异。公路可达性的极差为 0.910 3,明显小于综合可达性极差,这表明公路网络覆盖面大、范围广,地区公路可达性差异小。将铁路加上后得到陆路综合交通可达性,铁路线网分布差异较大,部分中心性较好的县级城市仍存在铁路不通的情况,使综合可达性相比公路可达性呈现出一定的高等级道路指向性。

## 2.2 可达性地区差异

辽宁省各地级城市可达性存在明显差异:(1) 两种路网最短距离排名类似,鞍山、辽阳和盘锦最短距离值最小,大连的最短距离值最大,大连的最短距离值是辽阳的 2.2 倍。综合路网的最短距离较公路路网值更小,说明铁路运输对辽宁省内交通运输产生重要影响。作为辽宁省的“双核”,沈阳的最短距离明显小于大连的最短距离。(2) 综合可达性结果排名前三的为:辽阳(78 min)、鞍山(79 min)和沈阳(79 min),远超过平均可达性水平。最差的为丹东(150 min)和朝阳(144 min),

表 1 各城市可达性主要指标表

Tab. 1 The main accessibility indicators of cities

| 城市   | 综合可达性结果 |         |       | 公路可达性结果 |         |       | 中心性  |
|------|---------|---------|-------|---------|---------|-------|------|
|      | 距离和/km  | 可达性/min | 可达性系数 | 距离和/km  | 可达性/min | 可达性系数 |      |
| 鞍山市  | 2 078   | 79      | 0.72  | 2 145   | 91      | 0.74  | 0.09 |
| 本溪市  | 2 479   | 98      | 0.90  | 2 552   | 103     | 0.83  | 0.44 |
| 朝阳市  | 3 482   | 144     | 1.33  | 3 536   | 159     | 1.29  | 0.84 |
| 大连市  | 4 615   | 127     | 1.17  | 4 700   | 155     | 1.26  | 1.29 |
| 丹东市  | 3 777   | 150     | 1.38  | 3 865   | 148     | 1.20  | 0.92 |
| 抚顺市  | 2 691   | 100     | 0.92  | 2 789   | 112     | 0.91  | 0.60 |
| 阜新市  | 2 712   | 135     | 1.25  | 2 762   | 138     | 1.12  | 0.52 |
| 葫芦岛市 | 3 196   | 127     | 1.17  | 3 592   | 174     | 1.41  | 0.74 |
| 锦州市  | 2 643   | 103     | 0.95  | 2 709   | 123     | 0.99  | 0.58 |
| 辽阳市  | 2 074   | 78      | 0.72  | 2 139   | 90      | 0.73  | 0.23 |
| 盘锦市  | 2 115   | 89      | 0.82  | 2 192   | 98      | 0.80  | 0.23 |
| 沈阳市  | 2 266   | 79      | 0.73  | 2 327   | 92      | 0.75  | 0.40 |
| 铁岭市  | 2 953   | 98      | 0.90  | 3 024   | 122     | 0.99  | 0.69 |
| 营口市  | 2 455   | 113     | 1.04  | 2 503   | 120     | 0.97  | 0.35 |

低于平均可达性水平。大连和铁岭可达性排名较最短距离排名有很大提升,说明大连和铁岭高等级道路的发展弥补了地理区位的不足。相反,营口从最短距离的第5降到可达性的第9,说明营口虽然地理位置占优势,但其交通干线和交通系统的发育程度与本身地理区位相比存在明显不足,使可达性结果变差。(3)公路可达性中鞍山(91 min)和辽阳(90 min)可达性最好,葫芦岛(174 min)最差。公路路网最短距离和可达性排名有很大差距,说明地区高速公路的发达程度对于公路可达性产生重要影响。(4)将综合可达性与公路可达性相比揭示铁路对区域交通可达性的重要影响。葫芦岛的可达性与公路可达性有很大差异,公路可达性排名最差,但综合可达性在第九位,同理,大连的综合可达性与公路可达性相比也有很大进步,原因在于葫芦岛和大连位于京哈线与哈大线沿线,充分说明铁路建设尤其是高等级铁路建设对于城市可达性具有重要的促进作用。

### 3 可达性对城市经济联系的影响

由于辽宁省内各城市在地理区位、经济基础和地理条件等方面的差异,使得省内各地区的经济发展水平差异很大,双核结构的核心——沈阳和大连,经济发展状况最好,一些处于边缘地区的县级城市则经济发展水平较差。根据公式计算得到辽宁省各县级以上城市与14个地级市的城市经济联系强度,假定用直线距离和可达性求得的城市经济联系强度均为固定值,都设为1,从而求出每个城市的经济联系强度占省内总经济联系强度的百分比(限于篇幅仅详细列举地级市),最后进行比较分析。通过改变 $D_{ij}$ 的取值,对计算结果进行比较分析,从而探讨可达性对城市经济联系的影响,具体

做法是:首先利用城市间直线距离计算出城市经济联系强度,然后进行加总,最后求得每个城市经济联系强度占总经济联系强度的百分比作为初始值,在此基础上,运用加权平均旅行时间修正引力模型,计算出基于可达性的城市经济联系强度修正值,比较修正值相对于初始值的变化情况,探讨可达性对城市经济联系的影响。

根据计算结果,可从3方面总结可达性对城市经济联系的影响:(1)受各县市经济发展水平、城市规模以及区域交通可达性的影响,城市经济联系强度地区差异较大。沈阳经济区整体与外界联系较强,沈阳市经济联系强度是排名第二的抚顺的两倍还多,说明沈阳与其他地方经济联系密切,不仅地理位置优越,经济发展水平也较好。锦州市和朝阳市与外界经济联系强度最差。(2)大部分城市经济联系强度修正值较初始值有很大变化。对修正值与初始值比较,将可达性对经济联系强度的作用进行分类:比值处于0.9~1.1则看作基本一致,属协调型;0.7~0.9为弱制约型,小于0.7为强制约型,这些城市可能地理位置占优势,但是由于其他城市的影响和自身可达性的作用,使基于可达性的经济联系程度较初始值水平有所降低;1.1~1.3为弱促进型,大于1.3为强促进型,可达性使这两类城市与其他城市的联系较初始值水平有所增强。中心城市多数为强促进型和弱制约型,县级城市多为制约型。(3)城市经济联系强度修正值较初始值分布更加不均匀,可达性修正值之间的极差为19.35,方差为10.65,初始值极差为14.70,方差为7.11。进一步说明,高等级道路的修建使不同地理区位的城市之间可达性优劣差距拉大,也使两地之间城市经济联系强度差距变大。地级城市的经济联系强度好于县级城市,地理位置处于中心的城市好于边缘城市。

表2 14个地级城市经济联系强度

Tab.2 The urban economic contact strength of the 14 prefecture-level cities

%

| 城市  | 初始值   | 修正值   | 城市   | 初始值  | 修正值  | 城市  | 初始值  | 修正值  |
|-----|-------|-------|------|------|------|-----|------|------|
| 沈阳市 | 14.93 | 19.54 | 营口市  | 2.42 | 1.41 | 阜新市 | 0.32 | 0.20 |
| 抚顺市 | 6.57  | 5.36  | 大连市  | 1.69 | 2.60 | 丹东市 | 0.32 | 0.25 |
| 鞍山市 | 6.43  | 9.40  | 盘锦市  | 1.57 | 1.38 | 锦州市 | 0.23 | 0.25 |
| 辽阳市 | 5.64  | 8.47  | 铁岭市  | 1.34 | 2.23 | 朝阳市 | 0.23 | 0.19 |
| 本溪市 | 3.01  | 2.20  | 葫芦岛市 | 0.51 | 0.42 |     |      |      |

表 3 可达性对城市经济联系强度的作用分类

Tab. 3 The effect of accessibility on city economic contact intensity

| 作用类型 |   | 中心城市               | 县级城市                                                         |
|------|---|--------------------|--------------------------------------------------------------|
| 促进   | 强 | 铁岭、大连、辽阳、鞍山、沈阳     | 瓦房店市、海城市、北镇市、昌图县                                             |
|      | 弱 |                    | 开原市、辽中县                                                      |
| 制约   | 强 | 营口、阜新              | 大洼县、兴城市、宽甸县、桓仁县、本溪县、新宾县、喀喇县、灯塔市、北票市、建昌县、岫岩县、东港市、辽阳县、庄河市、调兵山市 |
|      | 弱 | 盘锦、朝阳、抚顺、葫芦岛、本溪、丹东 | 黑山县、凤城市、盘山县、凌源市、大石桥市、建平县、清原县、义县、盖州市、新民市、康平县、彰武县、凌海市          |
| 协调   |   | 锦州                 | 法库县、西丰县、台安县、绥中县、普兰店市                                         |

## 4 结论与讨论

交通是城市发展的重要载体,辽宁省路网建设比较完善,经济发展较好,可达性格局大致呈现出以辽阳为中心向外围递减的“中心-外围”格局,城市对外经济联系强度整体较好。(1) 辽宁省经济格局与可达性格局不相匹配。沈阳作为辽宁省省会城市,是辽宁省的重心,经济与可达性状况都比较好。大连作为辽宁省重要的经济中心,是辽宁省对外联系的门户,经济发展状况良好,但是受地理区位因素的影响,其综合可达性较沈阳市有很大差距。(2) 综合可达性与最短距离存在差异。铁路和高速公路等快速路网建设改善了边缘地区城市的可达性。研究显示高等级道路克服空间区位对综合可达性影响的能力较大,例如大连是辽宁省重要的经济中心,但是其区域中心性差,最短距离排名最差,而综合可达性排名有很大进步,说明大连到其他各地高等级道路发育状况较好,克服地理区位影响的能力较大。高等级道路的发展不均衡也使地区间综合可达性差距变大,尤其是路网状况发展较好的中心城市与路网发育不完善的边缘县级城市可达性差距变大。(3) 综合可达性影响城市经济联系强度。经济联系强度修正值与初始值相比,地区间的经济联系强度差距变大。城市经济联系强度与地理区位、可达性和经济发展水平有很大的关系,地级

城市经济联系强度好于县级城市。沈阳作为省会城市,经济发达,中心性强,对外经济辐射能力大。大连虽然中心性较差,但经济发达,其克服区位优势因素能力较大,与其他城市经济联系强度较好。边缘地区一些县级城市经济联系强度结果较差。将城市按综合可达性对城市经济联系强度的作用分为 3 种类型:促进型、制约型、协调型。

区域性是经济地理学研究的重要特征,可达性的研究同样离不开区域,特定区域的可达性研究虽有一定缺陷,但对揭示区域内部城市间相互作用、相对区位及彼此经济腹地具有重要指示作用。区域联系的一个基础就是可达性,城市与周边腹地联系状况、城市对外联系状况具有不同特点,两者可能存在巨大反差,这是内外联系特征的具体反映,恰恰揭示了这个城市经济联系及可达性的重要特征,因此,封闭区域的可达性研究有其特定意义。本文以辽宁为例的研究表明:城市发展特别是中心城市发展需要腹地支撑,这种腹地往往是周边区域。沈阳有较强的城市群腹地支撑,与大连相比,更容易整合周边区域和形成辐射中心。大连虽然是沿海发达城市,但是由于在腹地中的区位缺陷,城市的发展缺乏较强的腹地支撑,港口腹地面临营口等港口的严重蚕食,因此,大连的城市、港口发展重心应向北部沿海迁移,结合快速交通网构建,以此强化与内陆腹地的吸引和互动,提升整合辽宁沿海经济带及临海产业带的核心优势。

### 参考文献:

- [1] 杨涛, 过秀成. 城市交通可达性新概念及其应用研究 [J]. 中国公路学报, 1995, 8 (2): 25-30.
- [2] 李平华, 陆玉麒. 可达性研究的回顾与展望 [J]. 地理科学进展, 2005, 24 (3): 69-78.
- [3] 陈浩, 陆峰, 程昌秀. 可达性度量方法及应用研究进展评述 [J]. 地理科学进展, 2007, 26 (5): 100-110.
- [4] Hansen W G. How accessibility shapes land use [J]. Journal of the American Institute of Planners, 1959, 25 (2): 73-76.

- [5] 张莉, 陆玉麒. 基于陆路交通网络的区域可达性评价——以长江三角洲为例 [J]. 地理学报, 2006, 61 (12): 1235 – 1246.
- [6] 蒋海兵, 徐建刚, 祁毅. 京沪高铁对区域中心城市陆路可达性影响 [J]. 地理学报, 2010, 65 (10): 1287 – 1298.
- [7] 于涛, 陈昭, 朱鹏宇. 高铁驱动中国城市郊区化的特征与机制研究——以京沪高铁为例 [J]. 地理科学, 2012, 32 (9): 1041 – 1046.
- [8] 钟业喜, 陆玉麒, 卢晓旭. 江苏省城镇间可达性及其格局演变研究 [J]. 经济地理, 2011, 31 (11): 1817 – 1821.
- [9] 曹小曙, 薛德升, 阎小培. 中国干线公路网络联结的城市通达性 [J]. 地理学报, 2005, 60 (6): 903 – 910.
- [10] 金凤君, 王娇娥. 20 世纪中国铁路网扩展及其空间通达性 [J]. 地理学报, 2004, 59 (2): 293 – 302.
- [11] 沈惊宏, 陆玉麒, 兰小机, 等. 区域综合交通可达性评价——以安徽省为例 [J]. 地理研究, 2012, 31 (7): 1280 – 1293.
- [12] 冯长春, 丰学兵, 刘思君. 高速铁路对中国省际可达性的影响 [J]. 地理科学进展, 2013, 32 (8): 1187 – 1194.
- [13] 蒋晓威, 曹卫东. 安徽省公路网络可达性空间格局及其演化 [J]. 地理科学进展, 2012, 31 (12): 1591 – 1599.
- [14] 孟德友, 陆玉麒. 基于引力模型的江苏区域经济联系强度与方向 [J]. 地理科学进展, 2009, 28 (5): 697 – 704.
- [15] 程钰, 刘雷, 任建兰, 等. 县域综合交通可达性与经济发展水平测度及空间格局研究 [J]. 地理科学, 2013, 33 (9): 1058 – 1065.
- [16] 徐维祥, 陈斌, 李一曼. 基于陆路交通的浙江省城市可达性及经济联系研究 [J]. 经济地理, 2013, 33 (12): 49 – 53.
- [17] 尹鹏, 李诚固, 陈才. 东北地区省际城市可达性及经济联系格局 [J]. 经济地理, 2014, 34 (6): 68 – 74.
- [18] 刘传明, 曾菊新. 县域综合交通可达性测度及其与经济发展水平的关系 [J]. 地理科学, 2011, 30 (12): 2209 – 2221.
- [19] 王利, 李玉森. 辽宁省县域交通优势度评价研究 [J]. 云南地理环境研究, 2011, 23 (6): 10 – 15.
- [20] 陆玉麒, 俞勇军. 区域双核结构模式的数学推导 [J]. 地理学报, 2003, 58 (3): 406 – 414.
- [21] 吴威, 曹有挥, 曹卫东, 等. 长江三角洲公路网络的可达性空间格局及其演化 [J]. 地理学报, 2006, 61 (10): 1065 – 1074.
- [22] 金凤君, 王娇娥. 20 世纪中国铁路网扩展及其空间通达性 [J]. 地理学报, 2004, 59 (2): 293 – 302.
- [23] 刘俊, 陆玉麒, 孟德友. 基于不同指标的公路交通网络可达性评价 [J]. 工业技术经济, 2009, 28 (2): 78 – 82.
- [24] 牛慧恩, 孟庆民, 胡其昌, 等. 甘肃与毗邻省区区域经济联系研究 [J]. 经济地理, 1998, 18 (3): 51 – 56.
- [25] 王欣, 吴殿廷, 王红强. 城市间经济联系的定量计算 [J]. 城市发展研究, 2006, 13 (3): 55 – 59.

## THE LAND TRANSPORT ACCESSIBILITY OF LIAONING PROVINCE AND ITS INFLUENCE ON URBAN ECONOMIC TIES

WANG Dan – dan, GUO Jian – ke, DU Peng

(Key Research Institute of Humanities and Social Sciences at Universities——Center for Studies of Marine Economy and Sustainable Development of Liaoning Normal University, Dalian 116029, Liaoning, China)

**Abstract:** Based on ArcGIS, the paper studied accessibility status of 57 economic centers of counties and above from two aspects of accessibility's basic framework and spatial difference in Liaoning province during 2011 by using three indicators of the shortest, the accessibility and the accessibility coefficient. At the same time, it discussed its effect on urban economic contact intensity. Results showed that: (1) The accessibility of Liaoning province roughly presented the “center – periphery” pattern. It gets Liaoyang as the center, and then decreases gradually from city center to the local part. Through a joint analysis of the centrality and comprehensive accessibility, we reached a conclusion that the “centrality” was an important factor to accessibility. (2) The distribution of the accessibility and the shortest distance were inconsistent. The development of rapid transit network had greatly improved the accessibility status of the cities which is in poor centrality, and made the accessibility distribution presents the directivity of high – grade road. (3) Calculated the urban economic contact intensity with linear distance and accessibility and made a comparison between them. The impact of the accessibility to the economic contact intensity can be divided into three types of promotion, coordination and restriction.

**Key words:** Liaoning Province; transportation accessibility; centrality; economic contact intensity

# 云南省人口红利区域差异分析

李天顺<sup>1</sup>, 张文芬<sup>1</sup>, 尚海龙<sup>2</sup>

(1. 普洱学院 马克思主义学院, 云南 普洱 665000; 2. 凯里学院 旅游学院, 贵州 凯里 556000)

**摘要:** 通过对云南省16州市2010年抚养比及人口红利利用率的对比, 从空间上对各区域进行综合聚类, 发现云南省目前总体上仍处于“人口盈利”期, 人口红利分布不均衡且各区域之间存在较大差异。

**关键词:** 云南省; 人口红利; 抚养比; 利用率; 区域差异

**中图分类号:** C924.24

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-7852(2015)02-0050-06

## 1 云南省各州市人口年龄结构及指标值

依据国际通用的划分人口年龄结构类型的程度指标(0~14岁人口比重<30%、65岁以上人口比重>7%、少儿系数<30%、老年系数>10%、老少比>30%、年龄中位数>30岁为成年型)<sup>[1]</sup>, 从2010年第六次人口普查的数据来看, 云南省各项指标平均值均已符合成年型的标准数值, 尤其是从年龄中位数来看, 所有州市均已符合成年型标准。然而, 内部各州市的人口年龄结构变化进程存在较大差异, 其中, 西双版纳州、德宏州、怒江州、迪庆州人口年龄结构相对其它州市而言较为年轻; 昭通市少儿系数位居全省之首, 是云南省人口年龄结构最为年轻的州市。

从表1、表2可以看出, 各项指标在内部各区域之间呈现出一些差异, 但在云南的16个州市, 表征人口老龄化的主要指标老年系数均已经高于7%的老年型门槛, 已进入老年型行列。滇中4城更是远远超过该门槛, 均高于10.83%。另外, 位于滇西的保山市, 老年抚养系数也高达12.32%, 高于滇西4市而居全省之首, 为老龄化相对严重的地区。16个州市中, 6个州市老年系数高于全省平均水平, 分布在滇中及滇西地区。相对来说, 滇西

南(临沧、普洱、版纳)、滇西北(丽江、迪庆、怒江)及位于滇西的德宏老年人口比例较低, 少儿系数均低于全省平均水平。从少儿系数来看, 昭通、文山、曲靖、红河位居前列, 省会昆明比重最低。滇中4城中, 曲靖市因为少儿人口比重较高而导致老少比高于其他3个州市, 昆明、玉溪和楚雄老少比均处于全省最高水平。从年龄中位数来看, 滇中4城中除曲靖外的昆明、楚雄、玉溪依然高于全省平均水平且位居榜首, 最年轻的依然是少儿比重较高的昭通市, 其次是曲靖市。

究其原因, 一方面是由于滇中地区经济相对发达, 加之接纳了许多具有一定素质和不同文化的外来人口, 人们的生育观念转变较为彻底, 生活节奏较快, 致使生育率较低, 少儿系数较小。同时, 滇中地区作为云南省经济最为发达的地区, 外来人口较多且迁入人口大多为青壮年, 一定程度上冲淡了老年人口比例的升高, 致使老年系数较小。另一方面, 位于滇东北的昭通市, 人们的生育观念转变尚不够彻底, 不少人还存在“多子多福”的传统思想, 加之昭通流动人口较多, 一定程度上给计划生育政策的落实加大了难度, 生育率较其它地区较高。同时由于青壮年劳动力人口的流出等多种原因, 昭通市老年人口、劳动年龄人口比重均为全省最低, 而少儿人口比重遥遥领先其它州市位居全省第一, 成为云南省人口最为年轻的地区。

表1 2010年云南省各州市人口年龄结构<sup>[2]</sup>

Tab. 1 The population age structure in every city of Yunnan province in 2010

| 地区    | 总人口<br>/人  | 各年龄段人口总数及比重 |       |            |       |           |      |
|-------|------------|-------------|-------|------------|-------|-----------|------|
|       |            | 0~14岁       |       | 15~64岁     |       | 65岁以上     |      |
|       |            | 人数/人        | 比重/%  | 人数/人       | 比重/%  | 人数/人      | 比重/% |
| 云南省   | 46 016 000 | 9 528 000   | 20.73 | 32 932 000 | 71.64 | 3 506 000 | 7.63 |
| 昆明市   | 6 439 000  | 996 859     | 15.50 | 4 897 122  | 76.13 | 538 231   | 8.37 |
| 曲靖市   | 5 861 000  | 1 397 364   | 23.87 | 4 022 275  | 68.70 | 435 416   | 7.44 |
| 玉溪市   | 2 306 000  | 434 340     | 18.85 | 1 667 022  | 72.37 | 202 149   | 8.78 |
| 保山市   | 2 509 000  | 519 349     | 20.72 | 1 769 110  | 70.58 | 218 032   | 8.70 |
| 昭通市   | 5 219 000  | 1 400 577   | 26.86 | 3 458 003  | 66.33 | 354 953   | 6.81 |
| 丽江市   | 1 246 000  | 227 498     | 18.28 | 921 118    | 74    | 96 153    | 7.72 |
| 普洱市   | 2 546 000  | 456 130     | 17.94 | 1 902 145  | 74.80 | 184 623   | 7.26 |
| 临沧市   | 2 432 000  | 487 536     | 20.07 | 1 769 404  | 72.83 | 172 565   | 7.10 |
| 楚雄州   | 2 687 000  | 474 124     | 17.66 | 1 981 881  | 73.84 | 228 169   | 8.50 |
| 大理州   | 3 460 000  | 672 000     | 19.44 | 2 499 000  | 72.31 | 285 000   | 8.25 |
| 红河州   | 4 506 000  | 966 600     | 21.48 | 3 200 700  | 71.11 | 333 600   | 7.41 |
| 文山州   | 3 522 000  | 845 800     | 24.04 | 2 420 793  | 68.81 | 251 348   | 7.14 |
| 西双版纳州 | 1 135 000  | 207 690     | 18.32 | 855 124    | 75.44 | 70 701    | 6.24 |
| 德宏州   | 1 213 000  | 252 174     | 20.82 | 883 264    | 72.91 | 76 002    | 6.27 |
| 怒江州   | 535 000    | 115 536     | 21.62 | 386 241    | 72.29 | 32 560    | 6.09 |
| 迪庆州   | 401 000    | 72 810      | 18.19 | 301 084    | 75.24 | 26 288    | 6.57 |

资料来源：各州市人口数来自云南省2010年第六次人口普查数据，比重根据相关数据计算得出。

表2 2010年云南省各州市人口年龄结构指标值<sup>[3]</sup>

Tab. 2 The index value of population age structure in every city of Yunnan Province in 2010

| 地区    | 老年系数/% | 少儿系数/% | 老少比/% | 总抚养比/% | 年龄中位数/岁 |
|-------|--------|--------|-------|--------|---------|
| 云南省   | 10.65  | 28.93  | 36.80 | 39.58  | 35.02   |
| 昆明市   | 10.99  | 20.36  | 53.99 | 31.35  | 37.21   |
| 曲靖市   | 10.83  | 34.74  | 31.16 | 45.57  | 33.64   |
| 玉溪市   | 12.13  | 26.05  | 46.54 | 38.18  | 36.09   |
| 保山市   | 12.32  | 29.36  | 41.98 | 41.68  | 35.33   |
| 昭通市   | 10.26  | 40.50  | 25.34 | 50.77  | 32.09   |
| 丽江市   | 10.44  | 24.70  | 42.27 | 35.14  | 36.00   |
| 普洱市   | 9.71   | 23.98  | 40.48 | 33.69  | 36.00   |
| 临沧市   | 9.75   | 27.55  | 35.40 | 37.31  | 35.14   |
| 楚雄州   | 11.51  | 23.92  | 48.12 | 35.44  | 36.46   |
| 大理州   | 11.40  | 26.89  | 42.41 | 38.30  | 35.71   |
| 红河州   | 10.42  | 30.20  | 34.51 | 40.62  | 34.65   |
| 文山州   | 10.38  | 34.94  | 29.72 | 45.32  | 33.49   |
| 西双版纳州 | 8.27   | 24.29  | 34.04 | 32.56  | 35.58   |
| 德宏州   | 8.60   | 28.55  | 30.14 | 37.15  | 34.61   |
| 怒江州   | 8.43   | 29.91  | 28.18 | 38.34  | 34.24   |
| 迪庆州   | 8.73   | 24.18  | 36.10 | 32.91  | 35.72   |

资料来源：根据表1中2010年云南省各州市人口年龄结构分布情况计算得出。

## 2 云南省人口红利区域差异分析

要判断现实人口是否处于人口红利期及人口红利的大小,首要问题就是评判的标准。主要涉及到两个重要的概念:劳动年龄人口和经济活动人口。因此,抚养比(理论)和人口红利利用率(实际)成为了评判人口红利是否存在及其大小的两个重要指标。一般来说,衡量人口红利与人口负债的最主要标尺就是人口负担,即抚养比。目前国内大多学者基本以总抚养比为 50% 作为是否进入人口红利期的门槛标准,陈友华根据瑞典生命周期定义为 53%<sup>[4]</sup>。文中采用抚养比为 50% 的标准对云南人口红利进行界定。在动态变化上,区别了少儿抚养比和老年抚养比,因为对于同是负担的两个数值来说,少儿人口会逐渐成长为劳动年龄人口,相对来说,少儿抚养比较大的地区人口负债来临的时间会更晚一些。事实上,抚养比反应出来的只是理论上的人口红利,在劳动力没有充分就业的情况下,这些红利实际上都是虚的,人口红利利用率通过计算经济活动人口与劳动年龄人口的比值,一定程度上弥补了这一理论上的不足。因此,用抚养比和人口红利利用率对人口红利进行界定相对来说较为合理。

### 2.1 基于抚养比的云南省人口红利区域差异分析

根据云南省 16 州市的人口年龄结构的差异,选取了总抚养比、少儿抚养比以及老年抚养比 3 个指标对云南省 16 州市的人口红利状况进行了聚类分析,聚类结果见图 1。

**指标选取:**选取 2010 年云南省第六次人口普查数据作为数据来源,选取总抚养比、少儿抚养比以及老年抚养比 3 个指标进行综合聚类<sup>[5]</sup>。

**聚类方法:**分别按照总抚养比、少儿抚养比、老年抚养比的顺序,选取云南省平均水平作为参照,将高于或低于该标准的地区归类,最后根据 3 个指标进行综合聚类。例如:2010 年云南省总抚养比、少儿抚养比、老年抚养比分别为 39.58%、28.93%、10.65%,昆明市分别为 31.35%、20.36%、10.99%,则昆明市为“低、低、高”。聚类结果:根据云南省各州市总抚养比、少儿抚养比以及老年抚养比的差异,将云南省 16 州市划分为 5 类(图 1)。

**A 类地区(低、低、高):**包括昆明、楚雄、玉溪、大理、丽江 5 个州市。该类地区主要分布于滇中地区,该类地区总抚养比相对较低,少儿抚养

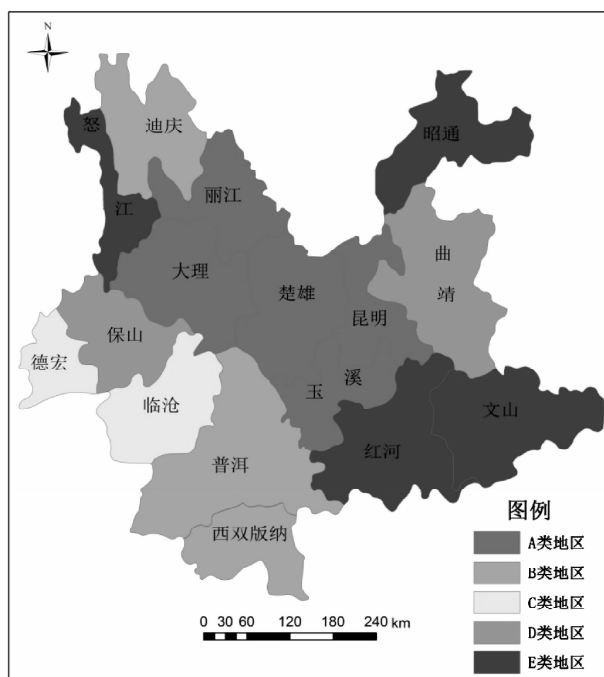


图 1 云南省人口红利区域差异

Fig. 1 The regional demographic dividend differences in Yunnan Province

比相对较低,老年抚养比相对较高。A 类地区人口结构反映了云南省人口的总体发展趋势:少儿人口比例在不断减少,中年人口比例和老年人口比例不断增加,人口红利的收获空间还比较大。

**B 类地区(低、低、低):**包括普洱、迪庆、版纳 3 个州市。该类地区主要分布于滇西南、滇西北的沿边地区。该类地区总抚养比相对较低,少儿抚养比相对较低,老年抚养比相对较低,相比于 A 类地区, B 类地区老龄化程度相对较低,人口红利的收获空间也更大。

**C 类地区(低、高、低):**包括德宏、临沧 2 个州市。该类地区主要分布于滇西沿边地区。该类地区总抚养比相对较低,少儿抚养比相对较高,老年抚养比相对较低。相比于其他地区, C 类地区少儿人口比例和老年人口比例相对比较均衡,但随着人口年龄结构的转变,该类地区的人口红利优势会逐渐缩减。

**D 类地区(高、高、高):**包括曲靖、保山 2 个州市。该类地区主要分布于滇西城市圈外围,该类地区总抚养比相对较高,少儿抚养比相对较高,老年抚养比相对较高。相比于前 3 类地区, D 类地区少儿比例对人口红利的贡献略显不足。

**E 类地区(高、高、低):**包括昭通、怒江、文山、红河 4 个州市。该类地区主要分布于云南省



东北、西北、东南部的沿边地区。该类地区总抚养比相对较高主要源于少儿抚养比较高。E类地区人口红利发展尚不充分,随着社会的发展以及人口结构的转变,E类地区将转变为A类地区。

分析图1,可以发现云南省人口红利的发展程度,大体呈现由滇中向周围尤其是西部沿边城市逐渐减弱的趋势,这与云南省区域经济发展状况的分布大体相似。究其原因,首先,经济发展水平很大程度上决定着人们的生育观念,经济发展程度较高的州市,人们的生育观念较早的发生了转变,直接促进了当地的人口转变。其次,与各州市计划生育工作落实状况密切相关。比如昭通市,少儿系数和总抚养比位居全省第一,远高于同类地区其它城市,老少比仅为25.34%,比重全省最小,而且年龄中位数仅为32.09岁,是全省人口最年轻的州市,主要原因是计划生育贯彻落实不到位,导致出生人口太多,尤其是流动人口的异地生育,给政策落实和人口统计带来较大困难。另外,人口红利程度高,能够为当地经济发展提供充足的劳动力,又反过来促进了当地经济的发展。当然,导致这一结果也有一些特殊因素,比如省会昆明市总抚养比及少儿抚养比均为全省最低,老年抚养比位居全省第五位,比全省老年抚养比的平均水平略高(高出0.34个百分点),年龄中位数为37.21岁,位居全省第一,这些数据不仅是当地人口转变的结果,也与外来人口有很大的关系,因为昆明作为云南省的省会城市,外来人口较多,而这些外来人口中劳动年龄人口占了绝大多数。

## 2.2 基于人口红利利用率的云南省区域差异分析

### 2.2.1 云南省人口红利利用率的计算

选取15~64岁参与经济活动的人口的比例作为衡量人口红利利用状况的指标,称之为人口红利利用率<sup>[3]</sup>。人口红利利用率计算公式为:

$$\text{人口红利利用率} = \frac{15 \sim 64 \text{ 岁参与经济活动的人口}}{15 \sim 64 \text{ 岁总人口}} \times 100\%$$

选取2010年云南省第六次人口普查的数据作为研究云南省人口红利利用率区域差异的依据。由于调查中没有各州市分年龄段就业人口和失业人口的相关数据,因此根据现有数据对各州市15~64岁年龄段就业人口和失业人口进行了估算,具体估算方法如下:

15~64岁就业人口 = 总就业人口 - 少儿就业人口 - 老年就业人口

由于14岁以下少儿就业人口比例极低,故估算时,将少儿就业人口计为0,将云南省平均就业率近似的看作各州市老年人平均就业率,故:

各州市老年就业人口 ≈ 各州市老年人口 × 云南省平均就业率

计算结果见表3和图2。

表3 云南省各州市人口红利利用率

Tab. 3 The demographic dividend utilization in every city of Yunnan Province

| 地区    | 15~64岁总人口/人 | 15~64岁经济活动人口/人 | 人口红利利用率 |
|-------|-------------|----------------|---------|
| 云南省   | 32 932 000  | 25 551 043     | 0.776   |
| 昆明市   | 4 897 122   | 3 632 769      | 0.742   |
| 曲靖市   | 4 022 275   | 3 341 271      | 0.831   |
| 玉溪市   | 1 667 022   | 1 388 988      | 0.833   |
| 保山市   | 176 9110    | 1 391 241      | 0.786   |
| 昭通市   | 3 458 003   | 2 728 238      | 0.789   |
| 丽江市   | 921 118     | 677 203        | 0.735   |
| 普洱市   | 1 902 145   | 1 400 023      | 0.736   |
| 临沧市   | 1 769 404   | 1 228 771      | 0.694   |
| 楚雄州   | 1 981 881   | 1 515 848      | 0.765   |
| 大理州   | 2 499 000   | 1 990 287      | 0.796   |
| 红河州   | 3 200 700   | 2 434 774      | 0.761   |
| 文山州   | 2 420 793   | 1 967 415      | 0.813   |
| 西双版纳州 | 855 124     | 518 202        | 0.606   |
| 德宏州   | 883 264     | 683 116        | 0.773   |
| 怒江州   | 386 241     | 283 028        | 0.733   |
| 迪庆州   | 301 084     | 226 998        | 0.754   |

资料来源:15~64岁总人口数来自云南省2010年第六次人口普查数据,15~64岁经济活动人口数及人口红利利用率根据相关数据计算得出。

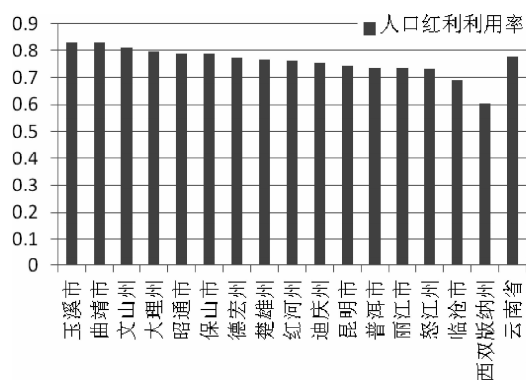


图2 云南省区域人口红利利用率

Fig. 2 The regional demographic dividend utilization in Yunnan Province

### 2.2.2 云南省人口红利利用率区域差异分析

根据云南省各州市人口红利利用率的不同,对 16 州市进行了聚类。将人口红利利用率大于 0.80 的州市归为人口红利利用率较高地区;将人口红利利用率在 0.75 ~ 0.80 的归为人口红利利用率一般地区;将人口红利利用率小于 0.75 的地区称为人口红利利用率较低地区。聚类结果见图 3。

人口红利利用率较高地区(A类地区):玉溪市、曲靖市、文山州。

人口红利利用率一般地区(B类地区):大理州、昭通市、保山市、德宏州、楚雄州、红河州、迪庆州。

人口红利利用率较低地区(C类地区):昆明市、普洱市、丽江市、怒江州、临沧市、西双版纳州。

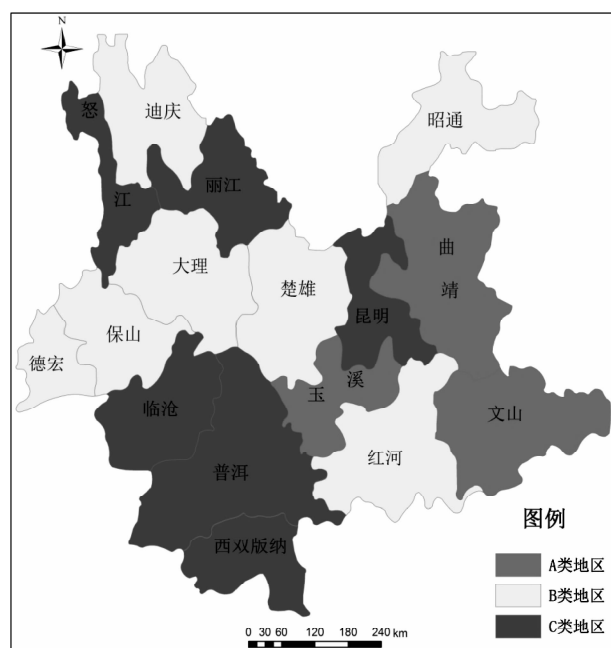


图 3 云南省人口红利利用率区域差异

Fig. 3 The regional differences of demographic dividend utilization in Yunnan Province

分析图 3,可以看出云南省人口红利利用率的大致分布趋势,偏东部的曲靖、文山、玉溪人口红利利用率较高,利用率较低的州市除省会昆明市外主要分布在滇西北、滇西南沿边地区。这与云南省人口红利发展状况以及云南省区域经济发展状况正好相反。呈现这样的分布趋势,原因是多方面的。

第一,人口红利利用率与各州市的城镇化率密切相关,城镇化率越高,人口红利利用率越低的趋势。云南省乡村人口红利利用率高于城镇人口红利

利用率,人口红利利用率较高的玉溪市、曲靖市,其人口城镇化率也相对较高。城镇地区工作压力较大,竞争比较激烈,这从一定程度上打击了城镇地区人们参与经济活动的积极性,相比于城镇地区,乡村地区人们多从事于自己所承包的耕作或者养殖工作,相对比较闲散,几乎没有压力与竞争,因而相比于城镇地区,乡村地区的人们参与经济活动的积极性较高。

第二,人口红利利用率与各州市的产业结构密切相关。呈现产业结构越是高度化,其人口红利利用率越低的趋势。例如:昆明市 2010 年全市三大产业的比重结构基本形成了“三、二、一”递减的倒金字塔结构,第三产业虽然绝对值高,但增长速度慢于第二产业,而 2010 年昆明市人口红利利用率仅为 74.2%;文山州 2010 年第一产业的产值比重高于昆明市,二三产业低于昆明市,但其 2010 年人口红利利用率却高达为 81.3%,位居全省之首。这主要是由于云南省的农业仍然处于小规模的家庭为单位的生产方式,主要是依靠劳动力的投入,所要求的科技含量不高,因而相比于二、三产业,第一产业的劳动力所要求的准入门槛较低,这就使得第一产业比重较大的地区,劳动参与率较高,从而提高了人口红利利用率;相比于第一产业,第二、三产业一般要求一定的专业技能,有些高科技产业对员工的要求更是苛刻,第二、三产业对劳动力所要求的准入门槛较高,这从一定程度上打击了劳动者参与经济活动的积极性,从而降低了人口红利利用率。因此,要提高云南人口红利利用率,还得继续加大第三产业比重,尤其要发展现代化服务业,带来高附加值的同时,实现三次产业间的良性互动。

另一方面,从人口红利利用的潜力来看,版纳等州市人口红利利用率较低,意味着有大批的适龄劳动力没有参与到经济活动中,人口红利未能得到充分利用,应当尽可能的创造就业机会,使得尽量多的适龄劳动力加入到社会经济建设中来,充分发挥人口红利的优势。而玉溪、曲靖文山等市,其人口红利利用率较高,但是劳动者多从事的是技术含量较低的工作,创造的社会价值相对较低。这就意味着劳动者的价值并没有得到充分的发挥,劳动者还存在着巨大的潜力,应当从升级产业结构、提高产业的科技含量方面入手。

结合经济发展情况,综合分析抚养比、人口红利利用率,不难发现云南省人口红利在区域差异上

大体呈现以下特点：

第一，云南省人口红利区域差异显著，从东西方向上看，云南省人口红利发展程度大体呈现从东向西逐渐递减的趋势，从南北方向上来看，云南省人口红利大体呈现从中部向南北部逐渐递减的趋势。之所以呈现这样的分布趋势，一方面与当地人的生育观念相关，另一方面，受当地的人口政策影响。

第二，云南省的区域人口红利与云南省区域经济发展密切相关，二者呈现很高的趋同性，即区域经济发展程度高的地区，其区域经济发展也较快，反之亦然。究其原因，首先，经济发展程度很大程度上决定着人们的生育观念，经济发展程度较高的州市，人们的生育观念较早的发生了转变，直接促进了当地的人口转变。其次，与各州市计划生育工作落实情况密切相关。

第三，云南省人口红利区域差异分布与云南省人口红利利用率区域差异分布正好相反，即人口红利发展程度高的地区，其人口红利利用率反而较低，反之亦然。究其原因，一方面，人口红利发展程度较高的地区，其城市化率也较高，相比于乡村地区，城市的就业竞争更为激烈，而以流动人口为主体的这一群体在竞争中刚好处于劣势，他们的非农行业技能相对欠缺，综合素质也不够高，往往不

能适应新的岗位需求，要么失业，要么生产效率不高，这在一定程度上降低了人口红利利用率。另一方面，人口红利发展程度较高的地区，其产业结构发展水平也较高，相比于传统产业，资金密集型产业、技术密集型产业等对劳动者的专业技术以及劳动素质要求更高，对劳动者来说，这类产业的准入门槛更高，就业岗位的供需矛盾也较为明显，这从一定程度上也降低了该类地区的人口红利利用率。

### 3 结语

纵观云南各州市相关数据可看出，云南仍处于劳动年龄人口充裕，从属年龄人口比处在低谷的“人口盈利”期，应当充分利用“盈利”的有利时机加快经济、社会和科技的发展步伐，同时也要清醒地看到，“人口盈利”过后便是从属年龄比上升较快的“人口亏损”期，不能只顾分享眼前的“红利”而不顾日后的“亏损”。而且，云南各区域间存在较大差异，要实现总体发展，必须协调各区域人口与经济的互补，统一规划引导各区域间人口合理流动，充分挖掘“人口红利”，并利用红利期优势，从根源上提高劳动生产率，为日后的“亏损期”做好充分准备。

#### 参考文献：

- [1] 贾珉，石启章. 韩城市志/人口志 [M]. 西安：三秦出版社，1991.
- [2] 2010年云南省第六次全国人口普查主要数据公报 [EB/OL]. 云南省统计局. [2011-05-10]. [http://www.stats.yn.gov.cn/TJJMH\\_Model/newsview.aspx?id=1598421](http://www.stats.yn.gov.cn/TJJMH_Model/newsview.aspx?id=1598421).
- [3] 张文芬. 人口老龄化背景下云南人口红利利用研究 [D]. 昆明：云南师范大学，2013.
- [4] 丁仁船，张航空. 中国“人口红利”研究现状与评述 [J]. 长春理工大学学报：社会科学版 [J]. 2012, 25 (8): 61-62.
- [5] 肖烨. 山东省人口红利的时空变化及对经济发展的影响研究 [D]. 济南：山东师范大学，2010.

## ANALYSIS ON REGIONAL DIFFERENCE OF DEMOGRAPHIC DIVIDEND IN YUNNAN PROVINCE

LI Tian-shun<sup>1</sup>, ZHANG Wen-fen<sup>1</sup>, SHANG Hai-long<sup>2</sup>

(1. Marx School, Puer University, Puer 665000, Yunnan, China;

2. Tourism School, Kaili University, Kaili 556000, Guizhou, China)

**Abstract:** Based on 16 cities in yunnan province in 2010 to raise utilization ratio and demographic dividend, comprehensive clustering of various regions from the space, summarizes the demographic dividend distribution characteristics and the regional difference in yunnan province.

**Key words:** Yunnan Province; demographic dividend; the dependency ratio; utilization; regional differences

# 华东地区旅游产业结构变动对 旅游经济增长贡献实证研究

谢五届<sup>1,2</sup>, 孙丽丽<sup>1</sup>

(1. 江苏师范大学 历史文化与旅游学院, 江苏 徐州 221116; 2. 上海财经大学 国际工商管理学院, 上海 200433)

**摘要:** 旅游产业结构变动是旅游经济增长的因素之一。以华东地区为案例地, 采用多部门经济模型分析旅游产业结构变动对旅游经济增长的影响。研究结果显示: 2002 ~ 2012 年华东地区旅游产业结构变动对旅游经济增长贡献率呈现波动性下降的趋势, 其中 2002 ~ 2007 年旅游产业结构变动对旅游经济增长贡献处于平稳态势, 2008 ~ 2012 年旅游产业结构变动对旅游经济增长的贡献呈现波动性下降趋势; 2006、2009、2012 年华东地区旅游产业结构变动对旅游经济增长在空间上趋于均衡。

**关键词:** 旅游; 产业结构; 经济增长; 华东地区

**中图分类号:** F59      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1001 - 7852(2015)02 - 0056 - 05

## 0 引言

古典经济增长理论将经济增长归结为两个方面: 一是要素(土地、资本、劳动等)投入的增加; 二是要素生产率的提高, 即技术进步。除资本、劳动力、技术之外, 美国经济学家 Stiglitz 提出经济增长的第四个要素——生产结构<sup>[1]</sup>。在一个非均衡的经济中, 不同产业部门的要素边际生产率不相等, 要素和资源在不同部门之间的流动促进经济总体的全要素生产率的提升, 即产业结构高级化有助于提升资源配置效率、推动经济增长<sup>[2]</sup>。因此国内外学者更加关注产业结构促进经济增长的机制问题。

在市场化进程中, 旅游产业结构优化对旅游经济增长的贡献是多大? 旅游产业结构优化的效益是增强还是减弱? 国内外学者对此进行了大量研究。

Denison 研究发现 1929 ~ 1957 年美国 12% 的经济增长是由产业结构变动产生<sup>[3]</sup>, Kuznez 通过长期趋势和截面数据分析显示美国 1948 ~ 1966 年生产率的提高有 10% 是由资源再分配引起的<sup>[4]</sup>。林毅夫的比较优势理论认为, 要素的相对价格变化可以实现产业升级与经济增长互动, 周明生、梅如笛认为第二产业和第三产业的结构升级与经济增长存在紧密关系<sup>[5]</sup>, 干春晖、郑若谷、余典范和罗若愚、张龙鹏分别研究了中国和西部地区产业结构变动对经济增长的联动关系<sup>[6-7]</sup>。葛新元等分析中国经济增长的数据, 得出 19% (1953 ~ 1975 年) 和 9.8% (1979 ~ 1997 年) 的经济增长是由经济行业结构调整导致的<sup>[8]</sup>。于雪原对山东 3 个经济区 1996 ~ 2006 年统计数据进行分析, 认为产业结构在空间上的演变差异比较明显<sup>[9]</sup>。刘伟、张辉从单要素生产率和全要素生产率两个角度来分析产业结构变迁对经济增长贡献, 得出在市场化水平越高的情况下, 产业结

收稿日期: 2015 - 02 - 04; 修订日期: 2015 - 04 - 01.

基金项目: 教育部人文社会科学青年基金项目 (12YJC790175) .

作者简介: 谢五届 (1979 - ), 女, 安徽省灵璧人, 讲师, 博士生, 研究方向为旅游经济.

构变迁对经济增长的促进越下降的结论<sup>[2]</sup>。国内外学者实证研究表明产业结构变动对经济增长存在贡献，但从经济学角度解析旅游产业结构变动对旅游经济增长的贡献需要进一步研究。

华东地区地处中国长江经济带，社会经济发展环境优越，历史文化与自然资源丰富，是出入境旅游和国内旅游的主要目的地与客源地。以 2001 ~ 2012 年为研究时段，分析华东地区旅游产业结构变动对区域旅游经济增长的影响。

## 1 研究方法 with 数据来源

### 1.1 测度模型

在经济增长过程中，各部门增长比例存在差异，投资和劳动力以不同的比例流向各个生产部门，现有的资本和劳动力在增长过程中重新分配，部门之间的产品交换存在较大变化，需要在多部门框架下分析经济增长机制。借鉴葛新元的思路构筑多部门经济模型<sup>[8]</sup>。宏观经济将实际经济中多部门的多种产品约化为一种，用一个总量生产函数描述。多部门经济模型依据讨论问题的需要和经济系统的实际情况，将经济大系统分解为多个子系统，每个子系统采用一个生产函数描述，总体经济是各子系统之和。旅游产业按行业划分为旅行社、旅游饭店和旅游景区三大行业，测度公式如下：

$$G_t = \Delta R_t \cdot Y_t$$

$$\Delta R_t = R_t - R_{t-1}$$

式中： $G_t$  为  $t$  年旅游产业结构变动对其经济增长的贡献； $R_t$  为  $t$  年旅游产业各部门的经营收入占当年旅游经济总量比重构成的行向量， $\Delta R_t$  表示旅游产业结构的变化。 $Y_t$  为  $t$  年旅游产业各部门经济增长率构成的列向量。

$$B_t = G_t / g_t \times 100\%$$

式中： $B_t$  为  $G_t$  占当年旅游企业经营收入增长率 ( $g_t$ ) 的比重，即当年旅游经济增长率中结构变动所占份额。

### 1.2 数据来源

生产结构表示生产要素的组合方式，产业结构是其中最重要的一种。在一定技术水平和一定量资

本、劳动力投入的条件下，不同的生产结构对应着不同的产出水平。经济增长促进经济结构不断地调整与优化，而不断优化的经济结构反过来促进经济进一步增长。旅游产业结构是指旅游产业各分布区域、各行业部门、各产品类型、各目标市场、各经济成分以及旅游经济活动各环节的构成及其相互之间的比例关系，从旅游产业结构“量”角度理解为在规模上旅游产业各要素构成的比例关系；从旅游产业结构“质”角度理解，体现在投入产出方面旅游产业各要素的相关关系。综合以上两点，考虑到数据的可得性，用旅游企业的经营收入数据代表旅游经济总量，将旅游经济分解为旅行社、旅游星级酒店、旅游景区 3 个部门。华东地区旅行社、旅游星级酒店、旅游景区收入和比重见表 1。

表 1 华东地区旅游产业结构 (2001 ~ 2012)

Tab. 1 Tourism industry structure in east of China (2001 - 2012)

| 年份   | 旅行社       |          | 星级酒店      |          | 旅游景区      |          | 总计<br>/亿元 |
|------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|
|      | 收入<br>/亿元 | 比重<br>/% | 收入<br>/亿元 | 比重<br>/% | 收入<br>/亿元 | 比重<br>/% |           |
| 2001 | 194.4     | 36.1     | 298.8     | 55.4     | 45.8      | 8.5      | 539.1     |
| 2002 | 239.7     | 35.9     | 349.9     | 52.5     | 77.3      | 11.6     | 666.9     |
| 2003 | 225.5     | 35.2     | 354.1     | 55.2     | 61.9      | 9.6      | 641.4     |
| 2004 | 342.5     | 39.4     | 428.1     | 49.3     | 98.1      | 11.3     | 868.7     |
| 2005 | 399.8     | 39.5     | 532.5     | 52.6     | 80.0      | 7.9      | 1012.2    |
| 2006 | 506.9     | 41.2     | 592.2     | 48.1     | 131.5     | 10.7     | 1230.6    |
| 2007 | 618.2     | 41.4     | 643.9     | 43.1     | 231.0     | 15.5     | 1493.1    |
| 2008 | 682.0     | 43.3     | 708.4     | 45       | 184.8     | 11.7     | 1575.2    |
| 2009 | 733.7     | 44.3     | 743.5     | 44.9     | 179.4     | 10.8     | 1656.6    |
| 2010 | 975.4     | 48.3     | 866.2     | 42.9     | 176.1     | 8.7      | 2017.7    |
| 2011 | 1229.2    | 53.9     | 905.1     | 39.7     | 148.0     | 6.5      | 2282.3    |
| 2012 | 1334.4    | 54.9     | 926.9     | 38.2     | 167.9     | 6.9      | 2429.1    |

数据来源：《中国旅游统计年鉴》(副本) (2002 ~ 2013 年)。

## 2 华东地区旅游产业结构变动对旅游经济影响的时空差异

根据上述公式，运用旅游经济结构统计数据进行分析，得出华东地区 2002 ~ 2012 年的  $gt$ 、 $Gt$  和  $Bt$  值 (表 2)。在 2001 ~ 2012 年数据中，2010 年旅游景区收入统计存在异常，根据其临近数据做平滑

处理。华东地区旅游产业结构变动对旅游经济增长的贡献  $G_t$  均值是 1.7%，占旅游经济增长率比重的 6.1%，表明华东地区旅游经济增长 6.1% 是由产业结构变动引起的。旅游产业结构变迁对旅游经济增长的效应小于同期产业结构变迁对经济增长的贡献，这是因为旅游业内部资源配置效率存在较小差距，而在市场化过程中，资源往往仅在三大产业间转移，旅游作为第三产业，其内部各行业之间的结构变动和资源配置与三大产业间相比自然就显得比较小，因此同一时期的全国其他行业水平比旅游业内部的结构变迁效应来得大。相对生延超分析的 1992 ~ 2008 年国内旅游经济的数据 3.1% 贡献率<sup>[10]</sup>，华东地区 1.7% 的贡献率相对较小。基于产业结构变迁对经济增长贡献率原理的分析，可知华东地区旅游产业结构较全国更为合理。

表 2 旅游业产业结构变动对其经济增长的贡献 (2002 ~ 2012)

| 年份   | $g_t$ | $G_t$ | $B_t$ |
|------|-------|-------|-------|
| 2002 | 23.7  | 1.6   | 6.7   |
| 2003 | -3.8  | 0.5   | -12.2 |
| 2004 | 35.4  | 1.9   | 5.5   |
| 2005 | 16.5  | 1.4   | 8.8   |
| 2006 | 21.6  | 1.7   | 8.1   |
| 2007 | 21.3  | 3.2   | 15.1  |
| 2008 | 5.5   | 1.1   | 20.5  |
| 2009 | 5.2   | 0.1   | 1.9   |
| 2010 | 21.8  | 1.1   | 4.8   |
| 2011 | 13.1  | 1.6   | 12.5  |
| 2012 | 6.4   | 0.1   | 1.8   |
| 平均值  | 13.9  | 1.7   | 6.1   |

## 2.1 旅游产业结构变动对旅游经济增长时间差异降低

为分析旅游产业结构变动和旅游经济增长的关系，将  $G_t$  放入图 1 中。2002 ~ 2012 年华东地区旅游产业结构变动对旅游经济增长贡献率存在波动性降低的趋势。2007 年波峰之前，除非典的 2003 年，其余年份相对较均衡。据此将华东地区旅游产业结构变动和旅游经济增长的关系分为两个阶段 2002 ~ 2007 年和 2008 ~ 2012 年。

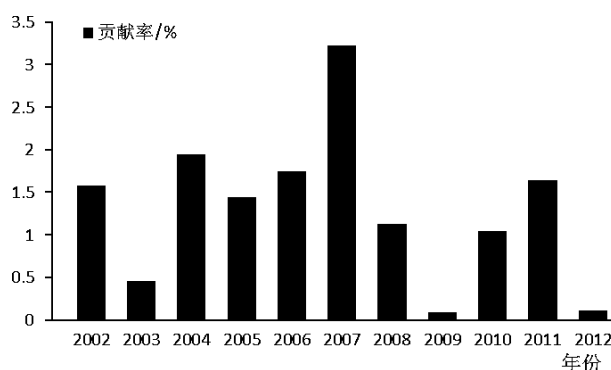


图 1 华东地区旅游产业结构变动对旅游经济增长的贡献 (2002 ~ 2012)

Fig. 1 The contribution of tourism industry structure to economic growth in east of China (2002 - 2012)

2002 ~ 2007 年除去 2003 年的低谷和 2007 年波峰，其余年份相对比较平稳，旅游产业结构变动和旅游经济增长拉动的效应较大，处于旅游产业结构变动对旅游经济增长贡献的平稳期。2003 年非典对旅游影响较大，旅游产业各组成部分均较为萧条，产业结构的调整也微乎其微。2007 年是中国第六次铁路大提速，新增“D”字头动车组，缩短了南京、无锡、苏州、上海、杭州等华东地区旅游城市之间的时间距离。随着交通的便利、游客的增多，景区的营业收入迅速提高，降低了酒店营业收入在旅游产业结构中的比重，使其比重从 2002 年的 52.5% 降到 2007 年的 43.1%，旅游产业结构优化促进区域旅游经济的增长。

2008 ~ 2012 年华东地区旅游产业结构变动对旅游经济增长贡献处于波动期。从 2007 年的波峰开始下降，2009 年达到了最低点，2010 年开始上升，上升趋势持续到 2011 年，2012 年又一次趋于下降。2008 年雪灾、金融危机、地震等因素严重影响华东地区旅游产业的发展与结构优化。2008 年百年不遇的大雪致使 17 个省、市受灾，其中包括浙江、江苏、安徽和江西，对华东地区旅游产业造成重大损失。2008 年中国修整了休假办法，“3 个黄金周、1 个小长假（元旦）”改为“两个黄金周、5 个小长假”。公共休假调整以后，“五一”与往年相比就明显出现冰火两重天的景象，假期从 7 缩短到 3 天，大部分游客取消了长途旅游计划，而是选择近郊游、自驾游等短途旅游活动。2010 年，在上海世博会期间共计接待国内外游客 7 308.44 万人次，其中入境游客占 4 成以上。同时在世博会的热潮推动

下,促使到华东地区旅游的多项数据创下新高。上海世博会结束以后,中国国家馆经过休整再度开馆迎客,掀起了后世博游的热潮,使华东地区旅游热度持续升温。

2002~2007年和2008~2012年两个时段由平稳的较高贡献发展到波动的较低贡献,与旅游产业不断优化是一致的。旅游产业结构不断合理化,旅游经济增长中各行业的贡献逐步趋于降低,旅游产业结构变动对旅游经济增长的贡献逐渐下降。

## 2.2 华东地区旅游产业结构变动对旅游经济影响的空间差异趋向均衡

华东地区六省一市旅游产业结构变动对旅游经济增长的贡献在逐渐下降,但各省市旅游产业结构对旅游经济增长的贡献存在差异。考虑到时间的平均间隔和数据的可得性,使用华东地区2006年、2009年、2012年旅游企业经营收入来代表旅游经济总量,分解出旅行社、星级饭店、旅游景区三大行业,测算华东地区六省一市旅游产业结构变动对旅游经济增长贡献率的空间差异(表4)。

表4 华东地区旅游产业结构变动对区域旅游经济增长的贡献

Tab. 4 The contribution of tourism industry structure to region's tourism economic growth in east of China %

| 省份 | 2006年 |       | 2009年 |       | 2012年 |       |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|    | $G_t$ | $B_t$ | $G_t$ | $B_t$ | $G_t$ | $B_t$ |
| 福建 | 2.2   | 11.1  | 0.3   | 1.9   | 0.1   | 0.7   |
| 江西 | 24    | 37.5  | 8.9   | 27    | 5.8   | -108  |
| 山东 | 21    | 69.0  | 1.7   | 4.8   | 4.6   | 38    |
| 上海 | 3.1   | 48.1  | 1.9   | -48   | 0.2   | 2.6   |
| 江苏 | 1.4   | 7.4   | 2.7   | 21    | 0.3   | 6.1   |
| 安徽 | 0.9   | 3.7   | 3.6   | 14    | 2.0   | 12    |
| 浙江 | 0.6   | 1.8   | 0.9   | 25    | 1.0   | -171  |

2006年,江西省、山东省、上海市的旅游产业结构变动对旅游经济增长贡献率分别是24%、21%、3.1%,占旅游经济增长率的37.5%、69%、48.1%,产业结构变动对经济增长拉动显著。福建省、江苏省、安徽省、浙江省产业结构变动对旅游经济增长贡献率分别是2.2%、1.4%、0.9%、0.6%,占旅游经济增长率的11.1%、7.4%、3.7%、1.8%,产业结构变动对经济增长影响相对较弱。从而形成了产业结构变动对经济增长拉动的

区域不平衡现象。表4显示,2009、2012年华东地区旅游产业结构变动对旅游经济增长贡献的差异比2006年小,2009年比2006年华东地区旅游产业结构变动对旅游经济增长的区域差异进一步变小,更加趋向均衡,这是旅游产业结构不断优化的结果。2009年旅游产业结构变动对旅游经济增长贡献最大的江西省为8.9%,其次为安徽省,旅游产业结构变动对旅游经济增长贡献为3.6%,其他依次为江苏(2.7%)、上海(1.9%)、山东(1.7%)、浙江(0.9%)、福建(0.3%)。可以看出旅游产业结构对经济增长的贡献相对2006年24%~0.6%的大跨度,2009年8.9%~0.3%的跨度更加趋向合理均衡,2012年5.8%~0.1%的跨度更加均衡。

从单个省市3个年份来看旅游产业结构变动对旅游经济增长贡献是波动的,江苏、安徽旅游产业结构变动对旅游经济增长贡献分别为1.4%、2.7%、0.3%和0.9%、2.6%、2.0%系列,呈现明显的波动性,与江苏省、安徽省旅游产业结构不断优化是一致的。

## 3 结语与讨论

旅游产业结构变动是区域旅游经济增长的因素之一。运用2002~2012年的统计数据测算华东地区旅游产业结构变动对旅游经济增长贡献率。从时间和空间两个角度进行分析。研究表明2002~2012年华东地区旅游产业结构变动对旅游经济增长贡献率存在波动性降低的趋势,旅游产业结构变动对旅游经济增长划分为平稳贡献期(2002~2007年)、波动贡献期(2008~2012年)两个时段,2006、2009、2012年华东地区各省市旅游产业结构变动对旅游经济增长在空间上趋向均衡。

如同中国产业结构合理化演变过程一样,旅游产业结构的演变由于产业结构变迁的复杂性导致了其对于经济增长影响的阶段性和波动性。产业结构合理化对经济增长的影响不仅取决于产业结构合理性本身,还与经济发展速度有关<sup>[7]</sup>。因此,华东地区各省市旅游产业结构优化对旅游经济增长的贡献在空间上的存在不平衡性。当前中国产业面临着从制造业走向服务业的转型时期,旅游产业作为服务业一方面在产业结构合理化过程中所占比例不断增加,另一方面,旅游产业内部结构不断进行调整优



化。据此提出以下建议：第一，各地区经济发展水平、经济增长速度存在差异，旅游产业结构合理化亦存在差异，并非所有地区都已进入到同一发展阶段，所以旅游产业合理化也应分阶段、分地域逐步推进；第二，产业结构调整的重点是产业结构合理化，而合理化的内涵主要是要素投入结构和产出结

构的耦合，当前中国旅游产业高端人才短缺，尤其是高端定制旅游需求旺盛，劳动力结构和产业结构匹配度较低，所以在旅游产业接受服务业外的产业结构调整 and 自身内部的产业结构调整的贡献不断弱化条件下，应提高旅游管理高端人才的供给，以促进内部产业结构进一步优化。

#### 参考文献：

- [1] Stiglitz J E. 经济学 [M]. 中国人民大学经济系译. 北京：中国人民大学出版社，1995：55.
- [2] 刘伟，张辉. 中国经济增长中的产业结构变迁和技术进步 [J]. 经济研究，2008（11）：4-15.
- [3] Denison E F. Why growth rates differ [M]. New York: The Brookings Institution, 1967: 286.
- [4] Siman Kuznes. 各国的经济增长—总产值和生产结构 [M]. 戴睿译. 北京：北京经济学院出版社，1989：24-78.
- [5] 周明生，梅如笛. 中国产业结构变迁与经济增长的关联性分析 [J]. 经济与管理研究，2013（6）：14-20.
- [6] 罗若愚，张龙鹏. 西部地区产业结构变动中的经济增长研究 [J]. 财经问题研究，2013（9）：30-36.
- [7] 干春晖，郑若谷，余典范. 中国产业结构变迁对经济增长和波动的影响 [J]. 经济研究，2011（5）：4-16.
- [8] 葛新元，王大辉，袁强. 中国经济结构变化对经济增长的贡献的计量分析 [J]. 北京师范大学学报：自然科学版，2000，36（1）：43-48.
- [9] 于雪原. 山东省产业结构演进与经济增长关系研究 [J]. 国土与自然资源研究，2010（1）：3-5.
- [10] 生延超. 旅游产业结构优化对区域旅游经济增长贡献的演变 [J]. 旅游学刊，2012，27（10）：11-19.

## ANALYSIS OF TOURISM INDUSTRIAL STRUCTURE CONTRIBUTION TO TOURISM ECONOMIC GROWTH OF EAST CHINA'S

XIE Wu - jie<sup>1,2</sup>, SUN Li - li<sup>1</sup>

(1. School of History Culture and Tourism, Jiangsu Normal University, Xuzhou 221116, Jiangsu, China;

2. Shanghai University of Finance and Economics, Shanghai 200433, China)

**Abstract:** Tourism industrial structure is one of the key factors that affect tourism economic growth. The paper measures contribution that tourism industrial structure to tourism economic growth using multi - sector economic model based on the data of East China's from 2002 to 2012. The results show that the contribution is in the fluctuation and there is a clear pattern of deceleration. The article divides it to two periods, the first period is relatively steady contribution during the time of 2002 - 2007 and the second period is in the fluctuation contribution during the time of 2008 - 2012. The contribution that tourism industrial structure to tourism economic growth gradually tend to the equilibrium in 2006, 2009, 2012.

**Key words:** tourism; industrial structure; economic growth; East China's

# 青海省国内游客旅游消费行为影响因素分析 ——基于游客属性视角

陈杰, 肖景义\*, 杜小培, 张玉珍

(青海师范大学 生命与地理科学学院, 青海 西宁 810008)

**摘要:** 基于游客属性视角, 运用交叉列联表分析和 Pearson 卡方检验方法, 对青海省国内游客旅游消费行为影响因素进行分析。结果表明: 旅游消费行为影响因素由强到弱依次是年龄、职业、收入、文化程度和性别。其中, 影响旅游动机的主要因素依次是年龄、职业、文化程度和收入; 影响旅游方式的主要因素依次是性别、年龄、收入和文化程度; 影响旅游资源偏好的主要因素依次是年龄和职业; 影响旅游信息来源的主要因素依次是收入、职业和年龄; 影响旅游花费的主要因素依次是收入、职业、文化程度、年龄和性别; 影响旅游购物的主要因素是年龄。

**关键词:** 旅游消费行为; 游客属性; 影响因素; 青海省

**中图分类号:** F590

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-7852(2015)02-0061-05

## 0 引言

旅游消费行为是一个受游客自身因素、环境因素和企业市场营销等多种因素共同影响的复杂过程。厘清旅游消费行为影响因素对于旅游目的地有效开发、完善旅游产品结构体系, 提高旅游市场营销的针对性, 转变旅游经营管理模式, 全面提升游客满意度, 促进旅游消费的良性循环意义重大。

国内外学者依据不同学科理论和方法针对旅游消费行为影响因素进行了广泛深入的研究。其中, Dann<sup>[1]</sup>提出旅游驱动因素理论, 将旅行决策中的主要影响因素划分为推动性和拉动性因素。Gilbert<sup>[2]</sup>提出了旅游消费者决策制定模型, 认为影响旅游消费行为因素可以分为两个层次: 第一个层次的影响更能体现个体的因素, 包括心理影响, 例如感知和认知; 第二个层次的影响主要是在社会化过程中产生的, 包括社会、文化因素、参照群体和家庭影响。Yuksel Ekinci<sup>[3]</sup>研究了潜在游客通过因特网对

旅游目的地选择与决策; H R Seddighi, A L Theocharous<sup>[4]</sup>指出旅游产品特征对游客旅游消费行为起重要作用。保继刚<sup>[5]</sup>等提出影响旅游决策行为的主要因素是感知环境、最大效益原则和旅游偏好。吴必虎<sup>[6]</sup>等从游客个体特征角度, 讨论了性别、年龄、职业、受教育程度等因子与目的地选择之间的相互关系。龙江智<sup>[7]</sup>等对中国城镇居民国内旅游消费模式进行整体性探究; 张丽峰<sup>[8]</sup>从人口结构对中国旅游消费的动态影响进行了研究; 刘雯雯<sup>[9]</sup>探究了中国居民收入与国内旅游消费关系; 王莹<sup>[10]</sup>探究了新假日制度对在杭休闲游客旅游消费行为的影响; 此外, 程冰<sup>[11]</sup>对俄罗斯来华游客、安芳芳<sup>[12]</sup>等对高端游客、冉思燕<sup>[13]</sup>对重庆老年游客、杨瑞<sup>[14]</sup>对西安市大学生、余凤龙<sup>[15]</sup>等对中国农村居民等不同群体旅游消费行为影响因素分别进行了实证分析。上述研究揭示了影响旅游消费行为的重要因素。但由于不同游客的个体特征差异较大, 使得影响旅游消费的因素具有一定的区域差异。因此, 有必要针对不同旅游地游客旅游消费行

收稿日期: 2015-01-20; 修订日期: 2015-04-05.

基金项目: 青海省社会科学规划项目(11006; 14032)资助.

作者简介: 陈杰(1991-), 男, 福建省福州市人, 硕士研究生, 主要研究方向为旅游地理学.

\* 通信作者: 肖景义(1971-), 男, 教授, 博士, 硕士生导师, 主要从事旅游经济研究.

为影响因素进行更广泛深入的研究。

国内旅游已成为青海省旅游业的主体。1996 ~ 2014 年青海省国内游客数量由 150 万人次增加到 2 000.43 万人次, 年均增长 16.46%; 国内游客旅游消费由 4.29 亿元增加到 200.31 亿元, 年均增长 25.37%; 国内旅游消费占全省旅游消费的比重由 95.33% 增加到 99.21%, 但有关青海省旅游消费研究仅见零星报道<sup>[16,17]</sup>, 缺乏针对国内游客旅游消费行为影响因素的系统研究。因此, 本文基于游客属性视角, 对青海省国内游客旅游消费行为影响因素进行分析, 以期为进一步开拓国内旅游消费市场提供参考。

## 1 数据来源与研究方法

### 1.1 数据来源

本文基础数据通过问卷调查和深度访谈获得。问卷调查内容主要包括: 游客基本属性、旅游消费行为特征和旅游消费满意度 3 部分。为使研究样本更具有代表性, 笔者分别于 2012 年 7 月 ~ 10 月和 2013 年 7 月 ~ 10 月, 在环西宁旅游圈著名景区(点)以国内游客为调查对象进行现场调研。随机发放调查问卷 1 000 份, 有效问卷为 926 份, 有效率为 94.9%。与此同时, 对 90 名游客进行深入访谈, 以弥补问卷调查的不足。

### 1.2 问卷信度和效度检验

借助 Spss19.0 统计软件, 采用 Cronbach  $\alpha$  系数对问卷数据进行信度检验, 同时通过 KMO 检验系数和巴特勒球形度检验值对问卷进行效度检验。Cronbach  $\alpha$  系数为 0.707, KMO 值为 0.744, Bartlett 的球形度检验的 Sig 为 0.000, 说明问卷具有良好的信度和效度, 可以进行数据的统计分析。

### 1.3 研究方法

以游客的属性特征作为自变量, 将旅游消费行为作为因变量, 建立游客个体特征与旅游消费行为的函数关系式:

$$y = f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, \dots) \quad (1)$$

式中:  $x_i$  分别为游客的性别、年龄、职业、收入和文化程度等属性特征;  $y$  分别为旅游动机、信息来源、出游方式、旅游资源偏好、旅游购物和旅游花费等旅游消费行为特征。在假定其他自变量不变的情况下, 某一个变量对游客消费行为影响是否显著。借助 Spss19.0 软件, 运用交叉列联表分析和 Pearson 卡方检验方法对游客属性与旅游消费行为的相关度进行系统分析与对比研究。本次卡方检验中所设定的显著水平为  $\alpha = 0.05$ , 原假设  $H_0$  为: 游客的不同属性特征与其旅游消费行为之间无显著性差异。游客属性特征与旅游消费行为卡方检验结果见表 1。

表 1 青海省国内游客属性特征与旅游消费行为卡方检验表

Tab. 1 The chi-square test of domestic tourists' attributes and tourism consumer behavior in Qinghai Province

| 项目   |                 | 旅游动机   | 旅游方式   | 旅游资源偏好 | 信息来源   | 旅游商品   | 旅游花费   |
|------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 性别   | Pearson $X^2$ 值 | 8.32   | 5.247  | 3.76   | 4.154  | 2.327  | 5.117  |
|      | 自由度 (df)        | 7      | 4      | 7      | 4      | 3      | 3      |
|      | P - 值           | 0.305  | 0.026  | 0.807  | 0.386  | 0.507  | 0.016  |
| 年龄   | Pearson $X^2$ 值 | 85.193 | 32.439 | 52.003 | 47.813 | 19.228 | 34.631 |
|      | 自由度 (df)        | 35     | 20     | 35     | 20     | 15     | 15     |
|      | P - 值           | 0.000  | 0.039  | 0.032  | 0.000  | 0.020  | 0.003  |
| 职业   | Pearson $X^2$ 值 | 113.85 | 59.555 | 110.63 | 70.534 | 5.897  | 75.451 |
|      | 自由度 (df)        | 63     | 36     | 63     | 36     | 9      | 24     |
|      | P - 值           | 0.000  | 0.08   | 0.000  | 0.001  | 0.75   | 0.000  |
| 收入   | Pearson $X^2$ 值 | 36.886 | 26.196 | 25.676 | 26.709 | 5.897  | 72.446 |
|      | 自由度 (df)        | 21     | 12     | 21     | 12     | 9      | 9      |
|      | P - 值           | 0.017  | 0.01   | 0.219  | 0.009  | 0.75   | 0.000  |
| 文化程度 | Pearson $X^2$ 值 | 46.345 | 31.98  | 38.479 | 23.549 | 17.854 | 31.965 |
|      | 自由度 (df)        | 28     | 16     | 28     | 16     | 12     | 12     |
|      | P - 值           | 0.016  | 0.01   | 0.09   | 0.1    | 0.12   | 0.001  |
| 有效样本 |                 | 926    |        |        |        |        |        |

## 2 结果与分析

### 2.1 影响旅游动机的主要因素依次是年龄、职业、文化程度和收入

在青国内游客旅游动机单一且层次低,以观光和休闲度假为主,其次是探亲访友。卡方检验结果表明旅游动机与游客年龄、职业、文化程度和收入有显著的相关性(表1,图1,下同)。

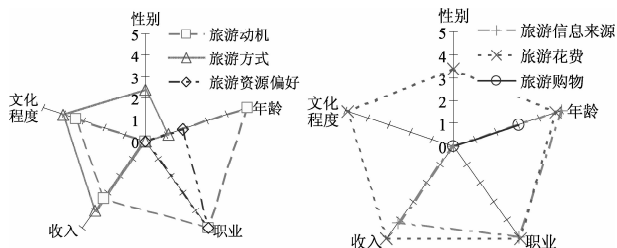


图1 青海省国内游客属性特征与旅游消费行为相关性

Fig.1 The correlation of domestic tourists' attributes and tourism consumer behavior in Qinghai Province

交叉列联表(限于篇幅,本文略去交叉列联表,下同)分析发现随着游客年龄增大,观光动机所占比例在减小。休闲度假主要集中在17~45岁年龄段,宗教朝拜主要集中在46~60岁,会议主要集中在36~45岁。探亲访友和健康疗养的比例随着年龄的增大而增大,60岁以上的老年游客所占比例最高。

离退休人员旅游动机主要是探亲访友(占42.1%),教师及科研人员旅游动机以会议居多(占23.1%),其他所占比例都很小。

文化程度高的游客具有比较宽广的知识面,他们的精神需求一般比其他人要强烈一些,更能促使旅游动机的产生和实现。在青文化程度大学以上游客的旅游动机以休闲度假(占90.7%)、文化交流(占8.4%)居多。

游客的可支配收入也影响游客旅游动机,在青游客其收入多寡与旅游动机的层次高低呈现正相关关系。收入在2000元以下的以观光为主,3000元以上的以休闲度假为主。此外,收入在2000~3000元的游客以探亲访友为主,占19.0%;收入在3000~5000元的游客以会议为主,占11.3%。

### 2.2 影响旅游方式的主要因素依次是性别、年龄、收入和文化程度

携家人或亲朋、独自出游和自驾成为在青国内

游客喜爱的主要旅游方式,徒步旅游也逐步兴起。受性别、年龄、收入和文化程度影响,旅游方式也有差异:

在性别方面,亲情色彩在女性身上体现得更为突出,女性更喜欢与家人、朋友,同事或同学出游(男性:50.0%;女性:57.5%)。男性选择“自驾”的比例高于女性。当前,文化层次高、经济独立、喜欢户外活动,对历史和文化也有较深入了解的女性偏爱独自出游已成为一种新的潮流。因此,在青旅游的女性游客选择“独自”的比例高于男性。由于出游方式的选择与旅游目的地有关,对于远距离的旅游目的地,有时为了省力省心而选择旅行社,故男女在选择旅行社方式差别不大。

年龄方面,17~35岁的中青年游客最偏好自驾旅游和徒步旅游,所占比例分别占47.7%和24.9%。旅游方式通过旅行社的以36~45岁年龄段居多,占22.9%,其余不同年龄段所占比例均较低。

收入在3000~5000元的游客中自驾旅游所占比例最高,为23.6%;游客对徒步旅游的偏爱程度随着收入的提高而增加。

文化程度方面,大学及以上学历的游客偏爱自驾游和徒步旅游,分别占总样本的50.1%和26.8%,初中及以下选择旅行社的较多,占30%。

### 2.3 影响旅游资源偏好的主要因素依次是年龄和职业

在青国内游客对青海旅游资源偏好主要集中在山水风光,其次是民俗风情和文物古迹。旅游资源偏好受年龄和职业影响显著,具体表现在:36~45岁游客更偏爱文化艺术和节庆活动,分别占14.6%和22.9%;46岁以上的中老年游客最感兴趣的是文物古迹,比例达62.1%。吴必虎<sup>[6]</sup>认为年龄与旅游资源选择之间存在较大关系,年龄偏大的游客偏好文史类景点,这与他们对中国传统文化比较熟悉且容易有怀旧的情绪有关,与本文研究结果一致。随着年龄增大,游客对医疗保健类旅游资源更感兴趣,尤其是46岁以上的中老年更加偏爱。

职业方面,军人偏爱文物古迹所占的比例较高,占41.2%;离退休人员和教师/科研人员在节庆活动中的比例相对较高,分别占20%、21.9%。

### 2.4 影响旅游信息来源的主要因素依次是年龄、职业和收入

在青国内游客旅游信息来源主要集中在朋友推荐和网络。旅游信息来源与年龄、职业和收入关系

密切,且相关性依次减弱。

年龄方面,45岁及以下的游客信息来源主要集中在朋友推荐和网络,所占比列均高于24.4%;其中17岁以上游客通过网络获得旅游信息来源所占比例呈现递减趋势,这与中国网民年龄结构变化趋势一致。46岁及以上的游客主要通过电视报纸和旅行社获得旅游信息。

职业方面,学生通过网络获得旅游信息占36.7%,高于其他群体;工人在电视报纸中占的比例最高,占33.3%;离退休人员的主要信息来源是旅行社,占40%;自由职业者主要受所学专业或职业影响,占11.6%。

收入在2000元以下的游客信息来源主要是朋友推荐和网络,占76.4%;收入在2000~3000元的主要信息来源是网络和旅行社,占53%;收入在3000~5000元的游客倾向于朋友推荐,所占比列为43.4%;收入5000元以上的游客受所学专业或职业影响较大,所占比例为11.8%。

## 2.5 影响旅游花费的主要因素依次是收入、职业、文化程度、年龄和性别

在青国内游客旅游花费主要集中在2000元以下和2000~3000元。旅游花费与收入、职业、文化程度、年龄和性别相关性依次减弱。

在青游客旅游花费与其收入呈正相关关系。收入在2000元以下的游客旅游花费在2000元以下的占53.7%,收入在2000~5000元的游客旅游花费在2000~3000元居多,占73.1%。收入在5000元以上的游客,旅游花费主要在3000~5000元,占40.4%,旅游花费在5000元以上的占34.6%。

职业方面,旅游花费在2000元以下的游客以学生为主;2000~3000元以公务员为主;3000~5000元以军人和离退休人员为主;5000元以上以自由职业者为主。

文化程度与旅游花费总体也呈现出正相关关系。大学以上文化程度游客旅游花费在3000~5000元的占47.8%,5000元以上的游客占33.2%。

不同年龄段游客在青旅游花费高低基本与年龄

大小呈正相关。17~25岁的旅游花费主要在2000元以下,36~60岁旅游花费主要在2000~3000元。

性别方面,男性游客旅游花费以2000元以下(34.3%)和3000元以上(43.4%)居多,女性在2000~3000元范围居多(33.7%)。

## 2.6 影响旅游购物的主要因素是年龄

在青游客对青海旅游商品的偏好主要集中在土特产品和饮食两个方面。旅游购物仅与年龄有显著的相关性。不同年龄段游客的消费差异表现在:17~25岁的青年游客对工艺美术品最偏爱,占32.0%,46岁以上的中老年游客购买保健品较多,占88.1%。体现出中老年游客消费受传统习惯影响大,消费有主见,随俗求稳不易受外界影响,注重商品的实用,节俭心理较强;青年游客消费个性强,追求时尚和新颖,喜欢品牌,具有超前消费的特征。

## 3 结论与讨论

基于游客属性视角,对青海省国内游客旅游消费行为影响因素进行分析,结果表明:旅游消费行为影响因素由强到弱依次是年龄、职业、收入、文化程度和性别。其中,影响旅游动机的主要因素依次是年龄、职业、文化程度和收入;影响旅游方式的主要因素依次是性别、年龄、收入和文化程度;影响旅游资源偏好的主要因素依次是年龄和职业;影响旅游信息来源的主要因素依次是收入、职业和年龄;影响旅游花费的主要因素依次是收入、职业、文化程度、年龄和性别;影响旅游购物的主要因素是年龄。

当然旅游消费行为是一个受多种因素共同影响的复杂过程,游客属性只是影响旅游消费行为的主要因素之一,今后应在此研究基础上,进一步厘清、掌握诸多影响游客旅游消费行为的因素,把握不同游客旅游消费行为特征,对于旅游地有效开发、完善旅游产品结构体系,提高旅游市场营销的针对性,转变旅游经营管理模式,全面提升游客满意度,促进旅游消费的良性循环具有重要意义。

## 参考文献:

- [1] Dann G M S. Anomie, Eco-enhancement and Tourism [J]. Annals of Tourism Research, 1977, 4 (4): 184-194.
- [2] Gilbert, M. Measuring the effect of tourism services on travelers quality of life: further validation [J]. Social Indicators Research, 2004 (69): 243-277.

- [3] Yuksel Ekinci, Popi Prokopaki, Cihan Cobanoglu. Service quality in Cretan accommodations: marketing strategies for the UK holiday market [J]. Hospitality Management, 2003 (3): 115 – 132.
- [4] H R Seddighi, A L Theocharous. A model of tourism destination choice: a theoretical and empirical analysis [J]. Tourism Management, 2002, 23 (5): 475 – 487.
- [5] 保继刚, 楚义芳. 旅游地理学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1999: 32 – 37.
- [6] 吴必虎. 中国城市居民旅游目的地选择行为研究 [J]. 地理学报, 1997, 52 (2): 97 – 103.
- [7] 龙江智, 李恒云. 中国城镇居民国内旅游消费模式 [J]. 地理研究, 2012, 31 (1): 155 – 168.
- [8] 张丽峰. 我国人口结构对旅游消费的动态影响研究 [J]. 干旱区资源与环境, 2015, 29 (3): 193 – 198.
- [9] 刘雯雯. 我国居民收入与国内旅游消费关系研究 [D]. 上海: 华东师范大学, 2011.
- [10] 王莹, 徐东亚. 新假日制度对旅游消费行为的影响研究——基于在杭休闲旅游者的调查 [J]. 旅游学刊, 2009, 24 (7): 48 – 52.
- [11] 程冰, 朱锦晟. 俄罗斯来华旅游者消费行为的影响因素研究 [J]. 旅游论坛, 2013, 6 (3): 92 – 95, 110.
- [12] 安芳芳, 杨裕钦. 高端旅游者消费行为的影响因素研究 [J]. 现代商业, 2011 (11): 124, 123.
- [13] 冉思燕. 影响老年旅游者消费水平的因素研究 [D]. 重庆: 西南大学, 2010.
- [14] 杨瑞, 白凯. 大学生旅游消费行为影响的实证分析——以西安市大学生为例 [J]. 人文地理, 2008 (5): 104 – 107.
- [15] 余凤龙, 黄震方, 方叶林. 中国农村居民旅游消费特征与影响因素分析 [J]. 地理研究, 2013, 32 (8): 1565 – 1576.
- [16] 肖景义. 青海省海外游客旅游消费分析 [J]. 青海社会科学, 2003 (6): 59 – 61.
- [17] 毕志强. 白玛委员: 鼓励旅游消费拉动青海经济 [N]. 中国旅游报, 2012 – 03 – 12 (01).

## THE INFLUENCING FACTORS OF DOMESTIC TOURISTS CONSUMPTION BEHAVIOR IN QINGHAI PROVINCE ——BASED ON THE PERSPECTIVE OF TOURIST'S ATTRIBUTES

CHEN Jie, XIAO Jing – yi, DU Xiao – pei, ZHANG Yu – zhen

(School of Life and Geography Sciences, Qinghai Normal University, Xining 810008, Qinghai, China)

**Abstract:** Based on the perspective of tourist's attributes, this paper made a analysis about the influencing factors of Qinghai Province domestic tourists consumption behavior with Cross reference table analysis and Pearson chi – square test method. The results showed that the influencing degree of the factors which influence tourism consumer behavior is descended from age, vocation, incomes to education and gender. The influencing degree of the main factors influencing tourism motivation can be listed from high to low as: age, vocation, education and incomes. The influencing degree of the main factors that influence means of traveling can be listed from high to low as: gender, age, incomes and education. The influencing degree of factors that influence tourism resources preference is descended from vocation to age. The influencing degree of the main factors influencing the choosing of tourism information source can be listed from high to low as: incomes, vocation and age. The tourism expenditures are influenced by incomes, vocation, education, age and gender, which are listed from high to low. Tourism purchasing has high correspondence with age.

**Key words:** tourism consumption behavior; tourist's attributes; influencing factors; Qinghai Province

# 大连市创意旅游发展潜力探讨

史晓梦, 林宪生\*

(辽宁师范大学 城市与环境学院, 辽宁 大连 116029)

**摘要:** 当前, 中国的传统旅游业已经进入发展瓶颈期。在这种情况下, 怎样才能让旅游业顺利运行下去呢? 于是, 催生了创意旅游的出现。创意旅游业被人们称作是 21 世纪的朝阳绿色产业, 因其具有创造性、高度体验性等特征广受大众欢迎。因此, 笔者通过总结国内外著名学者对创意旅游内涵的认识, 并借鉴前人研究的基础上, 总结出创意旅游的特征。最后以大连市为例, 运用定性分析法探讨该地发展创意旅游的条件, 最后提出大连市创意旅游的具体发展路径。

**关键词:** 创意旅游; 大连市; 发展路径

**中图分类号:** F59

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-7852(2015)02-0066-05

## 0 引言

21 世纪以来, 随着资源的日益枯竭, 全球经济向后工业时代迈进, 那么如何在这种情况下促进经济不断的健康发展下去呢? 一种新的产业——创意产业应运而生。创意产业以绿色健康低耗能、塑成性、创新性等特点得到了人们的普遍认可。于是, 萌生了各种与创意产业相融合的产业, 其中, 创意旅游产业就是创意产业与旅游业的完美融合。本文通过阐述对创意旅游的认识, 在此基础上探究大连市创意旅游产业的发展路径。

## 1 对创意旅游内涵的认识

创意旅游属于新型的产业类型, 国外对创意旅游的认识始于 20 世纪 90 年代, 由于中国目前的经济还没有完全进入后工业时代, 所以在对创意旅游的研究上仍然处于被动的状态。近几年来, 中国才刚刚对其进行研究分析。所以目前为止, 国内外学

术界对创意旅游的内涵还没有达成共识。为了更好地认识创意旅游, 笔者总结了国内外具有代表性的关于创意旅游内涵的认识。

从以上国内外对创意旅游的理解可以清楚地看出, 国外学者更加强调文化在创意旅游活动中扮演的作用, 而国内学者更注重从创意产业的角度去分析旅游业的发展。笔者认为, 创意旅游就是把创意的元素, 当地的文化元素与旅游业完美的结合, 形成一种独一无二的旅游产品, 并且使游客高度体验旅游产品的设计内涵的一种新型旅游模式。基于对文化创意旅游概念的界定和理解, 笔者总结创意旅游主要有以下特征。

### 1.1 创造性

创造性, 也可称之为创新性, 新颖性, 创意旅游就是将创意性思维, 人的灵感付诸实践, 使之成为旅游产品。例如迪士尼乐园、北京的 798 艺术中心、欢乐谷, 大连的发现王国, 这些主题景区无不充满人的创意思维。这是创意旅游区别于传统旅游的最明显特征, 也是判断是否是创意旅游的最根本性的标志。

收稿日期: 2015-01-09; 修订日期: 2015-04-06.

作者简介: 史晓梦 (1990-), 女, 河北省沧州市南皮县人, 硕士研究生, 研究方向为区域环境与文化经济.

\* 通信作者: 林宪生 (1954-), 男, 辽宁省凤城人, 教授, 博士, 主要从事区域环境与文化研究.



表1 创意旅游内涵

Tab.1 The intention about Creative Tourism

| 国内外专家学者对“创意旅游”一词的不同理解 |                       |                                                                                   |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 序号                    | 人物                    | 基本观点                                                                              |
| 1                     | 魏小安                   | 发散性解释：创异、创议、创艺、创翼、创忆、创义、创遗、创毅、创益 <sup>[1]</sup>                                   |
| 2                     | 杨振之                   | 它的意义在于提出了一个新问题，更多的依赖个人知识、经验、感受和经历 <sup>[2]</sup>                                  |
| 3                     | 厉无畏                   | 用创意产业的思维方式和发展模式整合旅游资源、创新旅游产品、锻造旅游产业链，是一种适应现代社会经济发展转型的全新旅游模式 <sup>[3]</sup>        |
| 4                     | Raymond&Richards      | 创意旅游包含一些旅游者自身的知识增长，强调旅游者的收获和体验 <sup>[4]</sup>                                     |
| 5                     | 联合国教科文组织创意城市网络联盟（CCN） | 为了经历真实性体验，而参与学习艺术、传统或者地方特色活动的旅行活动，这为游客与居民在此地并创造了这些独特文化的居民间架起了沟通的桥梁 <sup>[5]</sup> |

资料来源：根据各作者专著、文件、官网整理所得。

## 1.2 高度的体验性

创意旅游体验区别于一般旅游商品在于旅游者的主动参与，在于旅游者用整个身心来体验<sup>[6]</sup>。旅游者从中体验到的不仅仅是旅游产品本身，更多的是感受到创意旅游的文化性和创意性。正如理查德（Richards）和瑞蒙德（Raymond）强调的那样，创意旅游（creative tourism）是旅游的一个远期发展方向，这种发展是以更加强调个人发展的体验性消费形式为指向的<sup>[7]</sup>。通过体验，达到身心放松，丰富自身的文化涵养，丰富自身创意阅历，使旅游者在体验的过程中留下对旅游的美好印象。

## 1.3 旅游者文化水平较高

传统的旅游中，旅游者文化水平参差不齐，几乎对旅游者的文化水平没有要求。因为大多数的旅游者是在专业导游的带领下，通过导游的细致讲解来了解所在地的景观特色。而创意旅游对旅游者的文化素养要求较高，因为在创意旅游过程当中，需要旅游者的参与，亲身体验，如果参与者没有一定的文化素质，创意旅游设计的本意不能很好地被领会，那么创意旅游也就失去了意义。

# 2 国内外创意旅游发展实践

## 2.1 国外创意旅游发展实践

国外创意旅游发展始于19世纪30年代，纵观国际上创意旅游发展态势良好的国家，以英国、法国、美国、日本韩国为典型代表。这些国家的创意旅游产品比较成熟，广受大众欢迎。比如：寒冷的冬季是英国的旅游淡季，2013年英国旅游局推出的“泡温泉品尝威士忌”的旅游项目，游客边泡温泉边品暖人心脾的威士忌，让游客在寒冷的冬季也能

感受温暖；法国是一个浪漫的国家，他们 also 把浪漫情调运用到了本国的创意旅游中，法国一些创意餐厅的建设，让游客流连忘返；美国的创意旅游产品具有代表性的就是电影的发达，如众所周知的好莱坞电影城；大型的舞台剧，如美国纽约曼哈顿的百老汇是吸引全球各地游客的常去之地；以及风靡全球的主题公园——迪斯尼乐园。亚洲地区创意旅游比较发达的典型国家就是日本，如日本的动漫产业发展相当成熟，对全球的影响也非常深远。

## 2.2 国内创意旅游发展实践分析

与发达国家创意旅游发展程度相比，中国相差甚远。中国的创意旅游发展才刚刚起步，主要分布在经济发达的东部地区。他们几乎涵盖了我国目前创意旅游的发展形式。比如：创意产业园区的建设；比较有代表性的就是北京的798艺术中心、上海五维空间创意产业园、8号桥创意产业园区等。再如大型舞台剧的演出；典型代表就是杭州的《宋城千古情》，类似的还有张艺谋导演的印象系列舞台剧，如：《印象西湖》、桂林山水实景演出——《印象刘三姐》、弘扬武夷山茶文化的《印象大红袍》等，以及各地区一些主题公园；如北京的《欢乐谷》、深圳的《世界之窗》、《东部华侨城》等。与中国这些创意旅游发展态势较好的地区相比，大连市的创意旅游发展稍显逊色，目前大连还没有开发出独具特色的创意旅游产品。所以，在传统旅游模式进入瓶颈期间，探讨大连市发展创意旅游的潜能，并把这种潜能转化为旅游竞争力显得尤为必要。

大连是一座美丽的海滨城市，素有北方香港、东方巴黎、浪漫之都等美誉。大连的旅游收入一直处于飞速上涨的趋势。每年的夏秋季节都能吸引

大量的海内外游客来此避暑、度假、观光游览,同时大连市政府非常重视本地旅游业的发展,这些有利的基础条件为大连创意旅游的发展提供了可行性。

### 3 大连发展创意旅游的可行性分析

#### 3.1 良好的城市形象

大连作为国家首批旅游城市,知名度高而且城市形象好。大连三面环海,一面依山,海岸线长达 1 814.6 km,岛屿众多,这样的自然环境,造就了大连秀美的自然风光。受海洋的调节作用,夏无酷暑,冬无严寒。如此优越的自然环境为发展创意旅游提供了优越的自然环境。

#### 3.2 完善的城市基础设施

大连拥有海、陆、空立体的交通网络,尤其是近几年高铁的修建,到达大连更加方便快捷。市内交通发达,连接各景区各景点的道路通畅,2015 年 4 月,大连地铁竣工,其通往大连市著名的景区、机场、港口等。缓解了旅游旺季交通拥堵的局面。而且每个景点的配套设施比较完善。根据大连市统计年鉴统计,截止到 2012 年末,大连市拥有旅游宾馆 238 家,其中星级酒店 176 个,大连成为东北地区拥有星级酒店数目最多的城市,旅行社 366 家,这些优良的硬件设施,是吸引游客,增加游客承载量,发展文化旅游的必备条件。

#### 3.3 高质量的旅游资源

大连拥有国家 A 级景区 37 个,其中 5A 级景区 2 个,4A 级景区 11 个。名声远扬的景点有老虎滩海洋公园、金石滩国家旅游度假区、圣亚海洋极地世界、大连森林动物园、发现王国等。大连是全国有名的广场城市,大小广场 80 多个,形成了一种独特的广场文化景观。其中比较著名的广场有全亚洲最大的城市广场——星海广场、人民广场、友好广场、中山广场等。除此之外,大连独具特色的节庆旅游活动众多,如每年的大连啤酒节、国际徒步大会、服装节、国际马拉松比赛等。

#### 3.4 有利的国家政策

目前中国越来越意识到发展文化产业的重要性,文化产业作为一种新型的产业模式,是后工业时代产业的发展方向,而创意旅游又作为文化产业的一部分,国家政策大力倡导创意旅游的发展。在政府的大力号召之下,目前在全国许多地方出现了创意旅游的雏形并且发展态势良好。比较有代表性的就是主题公园的出现,典型的例子就是深圳华侨创意文化园的创立,深圳华侨城充分运用现代休闲

理念和高新娱乐科技手段,满足人们参与、体验的时尚旅游需求,营造清新、惊奇、刺激、有趣的旅游氛围,带给人们充满阳光气息和动感魅力的奇妙之旅。另一种比较有代表性的创意旅游产品类型就是各种“秀”,许多地方通过实景表演的形式来展现自己的当地文化,典型代表是广西的印象刘三姐、杭州的宋城千古情、西安华清池的《长恨歌》等这些大型的舞台剧表演深受全国人们的欢迎,不仅增加了当地旅游收入而且也提高了城市的知名度。

### 4 大连市发展创意旅游的路径

大连位于东经 121° 44' ~ 121° 49', 北纬 39° 01' ~ 39° 04', 地处辽东半岛最南部,城市三面环海,一面依山,海岸线长达 1 814.6 km,岛屿众多,这样的自然环境,造就了大连秀美的自然风光。受海洋的调节作用,夏无酷暑,冬无严寒。如此优越的自然环境为创意旅游的发展提供了有利的自然条件。历史上,大连先是沙俄的殖民地,后成为日本将近 40 年的殖民地。这些历史因素促使现在的大连不管是建筑风格还是饮食文化都受到了很大的影响。例如大连的城市规划布局就和法国巴黎有异曲同工之处,都是以广场为中心,道路向四周放射,所以造就了今天的大连市成为中国广场公园最多的城市。再如俄罗斯风情街、日本风情街等都是大连发展历史的见证。据调查,大连的日本料理在全国来讲是最正宗的,这无疑是受日本文化的深远影响。大连市行政区划里包括 6 个区,市内分别是西岗区、中山区、沙河口区和甘井子区,市郊共有两个区,分别为旅顺区和金州区。本文对大连市创意旅游的路径规划主要是以行政区划为单位,每个行政区特色不一,所以对大连发展创意旅游的路径规划必须根据每个市区的特色进行创意性构想。笔者结合大连市每个区的特色,提出了一些自己的创意构想。

#### 4.1 发展创意文化游

随着体验经济的到来,旅游者的消费动机也悄悄的发生着转变,从过去的游山玩水度假型慢慢向参与型、体验型转变。文化旅游正在日渐成为一种时尚,人们不单单追求文化带来的视觉享受,更注重知识和历史沉淀需求的补充。2003 年至今,张艺谋导演在全国各地推出的舞台剧如:广西阳朔的《印象·刘三姐》、云南丽江推出的《印象·丽江》、浙江西湖推出的《印象·西湖》等一系列印象派的大型演出,这不仅仅是一场视觉盛宴,更是一种对

历史文化的传承,让观众在视觉得到满足的同时,也提高了自己的文化素养。通过分析大连市的6个行政区,历史文化遗产较多的当属旅顺口区。旅顺作为大连的“后花园”拥有着独特的历史文化遗产资源。至今仍残存着炮台、堡垒、墓冢、石碑,战场厮杀的遗迹比比皆是,使旅顺成为名副其实的“露天博物馆”和“中国半部近代史”。笔者认为可以结合近代以来在旅顺发生的重大历史事件为线索,推出一个大型的真人演出剧,使游客深入了解旅顺,解读中国近代史,使每一位中国人珍惜现在的美好生活的同时,不忘国耻。

#### 4.2 发展创意渔业游

大连作为国家首批旅游城市至今,旅游模式仍停留在海滨观光的层面,游客对大连的印象就是气候适宜,干净、广场公园多,但是没有开发出属于大连独有的旅游产品。与隔海相望的山东青岛相比,大连的国内旅游业收入从2002年至2013年始终落后于青岛。2013年大连的国内旅游业收入为850.4亿元(来源于2013年辽宁省统计年鉴),而青岛国内旅游业收入为886.1亿元(来源于2013年山东省统计年鉴)。二者的旅游产品雷同性强,但大连始终不能超越青岛的原因主要是地理位置的缘故,由于经济距离的缘故,在吸引南方的游客方面,青岛更有优势。而大连处在辽东半岛的最南端,其劣势也就自然不用说了。在这种情况下,必须开发出一种独特的旅游产品使得广大的游客宁愿忽略经济距离而来大连。笔者通过分析,认为发展创意旅游渔业是一个明智之选。笔者选择中山区老虎滩“渔人码头”海域为发展创意旅游渔业的最佳位置,“渔人码头”停靠了很多小的渔船,海域显得非常有特色。而且,岸边的建筑为欧式风格,有许多极具创意的西式餐厅,咖啡厅。著名的概念书店——猫的天空之城也位于此地,每天都会吸引许多的年轻人去感受其内在的创意氛围。在这基础上发展创意旅游渔业将会是不错的选择。那么创意旅游渔业如何发展呢?创意旅游就是让游客高度的去体验,去亲力亲为。所以,创意旅游渔业就是要让来连游客在当地渔民的带领下去深度感受出海打渔的生活,从旅游体验中去收获自己的战利品。渔人码头有许多高档的专做大连海鲜的餐厅,大排档等。可以通过和这些地方合作,让游客享受自己捕捞上来的美味。

#### 4.3 发展创意生态游

提起大连,人们首先想到的就是大海。其实不仅如此,大连的农产品尤其是温带水果的知名度也不可小觑。每年的2月中旬到3月初的这半个月,

是草莓成熟的季节,会吸引许多市民前去采摘。这些年来又推出许多特别的草莓品种,如牛奶草莓、富硒草莓,广受人们的喜爱。而每年的6月初到7月中旬这段时间是大连樱桃的采摘季,樱桃采摘园一般分布在金州区和旅顺口区。而这两个区域以其独特的地理位置和气候条件成为中国乃至世界樱桃最佳摘植区之一。到了秋季,大连的苹果上市,大连是苹果之乡,苹果品种繁多,但知名的还是国光苹果,酸甜适度,香脆可口,皮厚而韧,极易储藏。大连苹果产量大质量优,畅销国内外市场。

目前,大连在生态农业与创意旅游结合上有一个典型案例就是大连玉米迷宫的建成,其位于金州区登沙河、丹大高速路旁的这个面积22.67 hm<sup>2</sup>(340亩)的“勇者之旅”大迷宫,成为了全亚洲最大的玉米迷宫。但是单单的迷宫对游客的吸引力是远远不够的,金州区与旅顺区都是草莓、樱桃、苹果盛产的两个区,笔者建议在这两个区域建创意旅游生态博览城。以“生态博览+休闲体验”的模式来构建博览城,引入生态农业体验产品,实现纯观光农业向休闲体验型农业功能的转变。大连目前的生态游还处于农家乐和休闲游的阶段,但根据创意旅游的特征,我们一定要转变观念,把创意性与让游客高度的体验性元素添加进去来规划创意旅游生态园的构建。例如,在生态博览城内兴建创意性生态餐厅、酒吧等,并让游客烹饪自己采摘的瓜果蔬菜,这样使得整个旅途充实,并且延长了旅游产业链,从而增加当地旅游业的收入。

### 5 结论与讨论

自“十七”大以来,中国政府认识到了文化产业的重要性,大力提倡文化产业的发展。创意旅游作为文化产业的一个重要分支,可以说国家的政策为大连发展创意旅游提供了契机。同样,大连发展创意旅游业面临众多的挑战,如何才能众多的创意旅游城市中凸显自己的特色,如何才能开发出一条属于自己的创意旅游道路,并且能够得到全国乃至世界人民的欢迎,这是关键所在。另外,本文的创新点与不足:创意旅游业是旅游业更高层次的发展模式,以著名旅游城市大连市为例子来探讨创意旅游业发展潜力,对大连市旅游业在知名度上、旅游业收入上、城市形象等方面有巨大的实践意义。文章的不足之处就是用定性的方法来探讨创意旅游发展,主观性太强,没有数据作为支撑,论据显得不充分。再加上笔者水平有限,论文研究深度不够。

## 参考文献:

- [1] 魏小安. 新时期中国旅游发展战略研究 [M]. 北京: 中国旅游出版社, 2010: 124 – 125; 298 – 301.
- [2] 杨振之. 旅游资源开发与规划 [M]. 成都: 四川大学出版社, 2002: 4.
- [3] 厉无畏, 王慧敏, 孙洁. 论创意旅游——兼谈上海都市旅游的创新发 展思路 [J]. 经济管理, 2008 (1): 70 – 74.
- [4] Richards G. Creativity: A new strategic resource for tourism? [A]. Tourism Creativity and Development [C]. ATLAS Reflections, October, 2005.
- [5] UNESCO. Toward sustainable strategies for creative tourism [R]. Discussion Report of the Planing Meeting for 2008 International Conference on Creative Tourism. San Fe, New Mexico. USA, 2006: 1 – 7.
- [6] 彭一刚. 传统村镇聚落景观分析 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1992: 12.
- [7] Richards G, Raymond C. Creative tourism [J]. ATLAS News, 2000 (23): 16 – 20.

## DISCUSSION ON CREATIVE TOURISM DEVELOPMENT POTENTIAL OF DALIAN CITY

SHI Xiao – meng, LIN Xian – sheng

(School of Urban and Environmental Sciences, Liaoning Normal University, Dalian 116029, Liaoning, China)

**Abstract:** At present, Chinese traditional tourism has entered the bottleneck in the development phase. In this case, how to make the tourism industry running smoothly Then, give birth to the emergence of creative tourism. Creative tourism industry is known as the twenty – first Century sunrise green industry, because of its characteristics such as highly creative experience, popular. Therefor, the author through summarizing the domestic and foreign famous scholars understanding of the connotation of creative tourism, and based on the former research, summed up the characteristics of creative tourism. Finally, in order to Dalian City as an example, to explore the development of creative tourism by using the method of qualitative analysis of the conditions, and finally put forward specific development path of Dalian City creative tourism.

**Key words:** creative tourism; Dalian; development path

~~~~~  
(上接第 42 页)

RESEARCH PROGRESS OF FARMER LIVELIHOODS AND LAND USE CHANGE BASED ON SUSTAINABLE LIVELIHOODS FRAMEWORK

YANG Shi – long, ZHAO Wen – juan

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

Abstract: As a primary form of human behavior, farmer's livelihood activity is a constant driver for the evolution of human – environment system. In the meantime, as the most important economic actors and most fundamental decision – makers, farmers' adoptions of certain livelihood strategies would have far – reaching impact on the ecological environment. Therefore, the exploration on the interaction between human livelihood and land use has become a hotspot for current research. Based on elaborations on livelihoods and sustainable livelihoods framework, an overall review is carried out on the impacts of farmer livelihoods change on land use and vice versa. Off – farm and diversification of farmer livelihoods are constant drivers for land use change, meanwhile ecological conservation policies, land transfer and land quality changes promote the continuous adjustment of farmer livelihood strategies. As most of current studies are inadequate in the explanation of the dialectical relations between farmer livelihoods and land use change, several orientations and trends are proposed for future studies.

Key words: sustainable livelihoods; farmer livelihoods; land use change

移 动 旅 游 评 述

怀 禾, 杨效忠

(安徽师范大学 国土资源与旅游学院, 安徽 芜湖 241003)

摘要:近年来,移动通信技术的迅速发展,手机、平板等移动设备的广泛应用,带来了旅游信息服务的快速发展,从而对旅游业的发展起到巨大的推动作用。移动旅游作为一个全新的研究方向,日渐成为国内外研究的热点。运用文献研究法,归纳和总结移动技术、移动旅游信息服务及用户技术接受理论等移动旅游研究现状,发现移动旅游服务能够满足旅游者的个性化需求,有利于用户旅游体验质量的提升和旅游地管理水平的提高。国内外研究在深度、方法、侧重点均有所不同,今后应着眼某一具体地区进行更有针对性的实地调查和对策研究,推动移动技术及信息服务在旅游领域内的应用和发展。

关键词:移动旅游;移动技术;信息服务

中图分类号: F59

文献标识码: A

文章编号: 1001-7852(2015)02-0071-08

0 引言

移动旅游是指利用移动通信与信息技术,通过无线网络或移动互联网,借助手机、平板、掌上电脑等便携的终端设备,主动感知旅游活动并快速掌握旅游信息,或感知旅游者等方面的信息,及时发布,让人们及时安排和调整旅游计划。旅游行业是移动技术的应用前沿,从长远来看,移动技术将是现代旅游业为大众服务的基本手段。随着移动通信网络和移动技术的不断发展和日趋成熟,越来越多的游客将会通过移动终端获取旅游信息或进行在线交易,全球移动用户也达到约 46 亿 (ITU 数据)。庞大的用户群构成了旅游业的潜在市场,是促进旅游业发展的根本源泉,因此针对移动终端用户提供的建立在移动技术上的旅游信息服务显得至关重要。由于移动技术迅猛的发展并在旅游系统中有广泛的应用性,“移动旅游”很快受到业界学者的瞩目,国内外相关研究文献、内容显著增加。

1 国外移动旅游研究综述

旅游业一直是新技术的集大成者并在方方面面受到技术的深刻影响^[1],2013 年手机将取代 PC (个人电脑) 成为最常接入网络的设备。69% 的德国人使用可以接入互联网的手机,瑞士的这一数字为 68%,而澳大利亚为 76%。无法联网的非智能手机已日趋落后,拥有迎合用户的操作界面和导航系统的手机急剧增长。Katz 认为,旅游目的地管理者会逐渐涉足并运用网络社交平台^[2]。Leo 指出,未来移动客户端的 app (应用) 会得到长足发展,旅游移动应用表现更为突出。旅游企业会受到“app 世界”的冲击,因此发展移动 app 的策略对于旅游公司和旅游部门管理者都至关重要^[3]。Wolfgang 认为社交媒体在移动旅游中扮演越来越重要的角色,数以百万计的用户上网分享旅游经历和心得。旅游目的地管理者应该利用社交媒体的储备数据,如用户对宾馆、酒店、饭店、交通等评价内容,提升用户的价值并将其融入到旅游价值链

收稿日期: 2014-11-12; 修订日期: 2015-04-04.

基金项目: 国家自然科学基金 (41471129) .

作者简介: 怀禾 (1990-), 男, 安徽省铜陵市人, 硕士研究生, 研究方向为旅游信息化.

中^[4]。除此之外, Leo (2010) 还提到, 智能手机正在不遗余力的发展基于位置的服务、众包应用(企业利用互联网将工作分配出去的商业模式)、支付系统以及“智慧系统”等, 将在游客停留目的地期间发挥很大作用^[3]。

1.1 移动旅游信息服务研究

移动技术的固有优势, 如不受时间和空间的限制, 实时、按需向游客传达相关信息而使移动服务成为旅游业中具有价值的信息通道。根据先进旅游者信息系统(ATIS)的研究, 越充分的信息越有利于旅游者做出更好的决策。随着智能手机时代的到来以及开源软件系统的出现, 移动平台上提供的信息服务得到前所未有的发展。Anckar 和 D'Incau 等通过研究发现, 移动技术可以满足用户的即时需求, 帮助用户在一定时间内完成事务的处理, 从而提高了效率^[5]。Tussyadiah 和 Fesenmaier 以及 Wang, Park 和 Fesenmaier 发现智能手机的信息查询、处理、分享照片和其他社交行为能够在心理和行为层面上提高用户体验^[6,7]。Brown 和 Charlmers 指出, 在旅游背景下, 移动技术可以支持旅游过程中信息的交流以及决策的制定^[8]。然而移动技术中旅游相关功能的研究并不多。Zipf 和 Manaka 指出由于旅游行为发生在不同的环境中, 所以在旅游活动中, 游客需要掌握大量的信息以应对不断变化的环境^[9]。然而, 由于移动终端的屏幕过小而需要提供相对庞大的信息量, 因此移动旅游信息服务受到了部分人的质疑。Ricci 为解决这一问题, 将建立在用户资料基础之上的用于选择和重组信息的协作过滤技术运用于旅游信息服务领域^[10]。Grun, Proll, Werthner, Retschitzegger 和 Schwinger 从信息服务和设计特色角度分析了移动旅游服务系统^[11]。Dan Wang, Zheng Xiang 运用内容分析法, 采集用户对苹果手机应用的评价、评级等描述性信息并进行数据分析, 认为基于手机应用提供的一系列创新服务如基于位置的服务、情境感知推荐等, 有助于用户进行即时选择和决策。作者还探索本质, 包括系统评估、用户使用行为、移动商业模式在内的研究为移动技术旅游领域打下了基础^[12]。

1.1.1 基于位置的移动旅游信息服务研究

作为基本的移动服务类型之一, 基于位置的服务主要是根据游客当前所在位置提供景点的旅游信息 (Chien - Chih Yu 和 Hsiao - ping Chang)^[13]。基

于位置的服务使得庞大的信息检索成为可能, 利用 GPS 进行地理定位, 获得基于位置和情境的相关信息。Hand 建立了基于位置服务的发展架构, 即用户沟通层、应用层、地理信息系统 (GIS) 层。用户的地理位置建立在沟通层, 且与应用层的交流发生在此层; 应用层将信息展示在用户无线设备的输出显示端; 而地理信息系统层的功能则是负责所有基于位置应用的查询处理^[14]。在旅游领域, Kakal- etris 从设计和实施角度提升与旅游相关的基于位置的服务。主要包括服务特征与程序、内容框架、服务质量以及安全性^[15]。通过列举类旅游向导的案例, Scherp 和 Boll 重点阐述符合旅游者当前位置以及兴趣偏好的个性化多媒体内容的动态生成^[16]。关于移动位置服务的研究多集中于技术层面, 对终端用户的研究则为数较少, 包括用户使用这种服务产生的感知和情感价值。根据 Bettman, 感知价值被描述为用户感受产品或服务的使用价值^[17]。Sheth 发展了 5 个维度的感知价值衡量标准, 包括功能、社会、情感、认知和条件价值^[18]。Pihlstrom 在 Sheth 的基础上增加了货币价值的衡量因素^[19]。为了更深入的研究基于位置服务的感知价值, Barbara Neuhofer 在六维模型的基础上增加了便利价值和信息价值两个因素, 运用定量与定性结合方法进行研究, 得出结论: 功能价值 (基于位置的服务拥有良好的功能) 对用户的使用态度具有最积极的影响; 其次是情感价值、条件价值, 而便利价值的影响最弱^[20]。

1.1.2 旅游移动个性化推荐系统研究

Ricci 将结合移动向导功能和推荐系统技术的系统定义为“移动旅游推荐系统”。移动旅游推荐系统可以使移动旅游应用提供的个性化内容更加集中, 减少了信息过载的负面影响^[10]。Hopken 认为移动电子向导系统的实用性远远超过印制板旅游向导, 是因为前者具有个性化服务的特征并利用现代移动设备的感知能力以推断用户的社会环境背景, 从而提供先进的情境感知服务^[21]。Gavalas 详细了解了典型的推荐任务以及移动旅游推荐系统的相关支持功能, 将推荐系统归纳为 4 个典型: 旅游地推荐系统; 旅游服务推荐系统; 两者结合的推荐系统; 旅游路线计划^[22]。Adomavicius 和 Tuzhilin、Ricci 指出了推荐系统的工作原理, 即利用注册用户的历史信息并根据整个用户群体的习惯, 将用户现有的信息与偏好

相比较,最终提供项目或产品的推荐^[10,23]。Gavalas 等认为推荐系统被广泛用作减少信息过载的手段并为游客提供旅游推荐信息。最新出现的旅游推荐系统为移动设备的用户量身打造,推荐了情境感知服务、多媒体信息以及用户评价等内容,极大地丰富了用户的旅游体验^[22]。Adomavicius 和 Tuzhilin 等运用用户建模方法提供个性化推荐。推荐系统根据应用环境,同样也为旅游地或旅游服务提供先进的、具有情境感知的推荐^[24]。

1.1.3 用户使用和接受移动旅游服务研究

根据 Neslin, 旅游者通过 3 个主要渠道接受旅游服务:传统方式、计算机和移动设备^[25]。Payne 和 Frow 指出传统方式是游客与旅游公司、旅行社通过面谈或电话交流;计算机包括台式机和笔记本以及平板电脑;移动设备主要指智能手机^[26]。Niklas Eriksson 于 2004 年和 2011 年通过自行管理的网络问卷调查,对芬兰网络用户接受旅游服务的渠道和偏好进行研究(表 1)^[27]。

表 1 旅游服务使用情况
Tab. 1 The use of tourism service

活动场景	2004 年				2011 年			
	人数/人	传统方式/%	计算机/%	移动设备/%	人数/人	传统方式/%	计算机/%	移动设备/%
搜索	761	4.6	86.7	8.6	918	2.9	72.3	24.3
预定	756	15.6	79.1	5.3	918	3.3	79.4	16.7
支付	764	27.2	69.9	2.9	920	6.3	86.6	6.9
登记	735	81.0	15.0	3.9	898	47.7	36.0	16.2
评价	736	53.5	44.8	1.6	902	39.9	51.2	6.6
总计	748	36.7	58.4	4.4	911	19.1	65.6	14.4

根据表 1 可得出以下结论:(1) 用户通过传统方式接受旅游服务的比例下降,而通过计算机、移动设备接受旅游服务的比例上升,其中移动设备使用率增幅最大;(2) 旅游活动场景中用户使用移动设备最主要的是搜索旅游相关信息。需要说明的是,研究者将平板电脑归属于计算机的范畴,并且问卷调查对象为芬兰地区,具有一定的局限性。

1.2 NFC (近距离无线通信技术) 在旅游中的应用

NFC 即近距离无线通信技术,是一种短距高频的无线电技术,由 RFID (非接触式射频识别) 发展而来, NFC 增加了电子设备之间短程通讯的便捷性。Dubey, Giri 和 Sahere 认为,相较于其他技术, NFC 具有启动快、使用性更强、用户体验更好等特点^[28]。Madlmayr 和 Scharinger 将 NFC 与蓝牙、WiFi (无线局域网) 以及 RFID 作比较,指出 NFC 的优势在于其迅速启动、自动连接功能^[29]。根据 Ok, NFC 有 3 个操作模式,分别为点对点、读/写和卡片仿真。在卡片仿真模式中,数据由移动设备传输到 NFC 读写器中;在读/写模式中,数据从

NFC 标签传到移动设备或从移动设备传到 NFC 标签;点对点模式则是指数据在两个带有 NFC 功能的设备中传输^[30]。虽然对 NFC 在旅游中运用的研究屈指可数,但目前 NFC 技术已经在旅游业中得到运用和发展。All - I - Touch 是 Kneiβl, Röttger, Sandner, Leimeister 和 Krcmar 所描述的与旅游相关的 NFC 应用。他们指出 NFC 不仅可以用于支付、购票,也可以增加移动设备的社交功能。用户通过运用 All - I - Touch, 对准产品或地点的标签,挥动 NFC 设备便可更新社交动态^[31]。Borrego - Jaraba, Luque Ruiz 和 Gómez - Nieto 提出 NFC 标签可以为游客提供基于所在位置的信息,游客只要将移动设备对准所处旅游地的智能海报,便可获取相关旅游信息。还有一些学者研究 NFC 技术如何提高用户体验^[32]。Ho 和 Chen 举例说明装有 NFC 设备的餐厅可以使得游客通过自己的手机查看菜单^[33]; Ok 通过实证研究指出 NFC 能够运用于酒店自动入住系统,为游客省去排队等待入住酒店的步骤^[30]。

1.3 移动技术接受模型研究

技术接受模型 (TAM) 是最为广泛使用的解释

用户接受行为的模型。根据技术接受模型,采用行为取决于利用某特定系统的意图,系统依次受到感知有用性和感知易用性影响。运用技术接受模型的主要优势在于它提供了一个框架,通过该框架能够预估系统使用的外部变量的影响。Fishbein 和 Ajzen 将模型建立在社会心理理论和理性行为理论上,具体说明了感知有用性和感知易用性以及用户的态度、目的和计算机采用行为这两个关键特征之间的随机联系^[34]。TAM 模型最初运用于计算机使用行为,并逐渐延伸到其他技术领域。Venkatesh, Morris, Davis 融合了部分 TAM 原理、创新扩散理论和另外 6 个主要接受模型,制定出整合型技术接受模型(UTAUT)^[35]。随着 TAM 的发展,UTAUT 开始适用于分析移动业务的接受度。移动服务应用的特点与其他信息系统差别较大,因此还需要考虑到成本、连接速度等因素。为了挖掘移动业务接受度的属性,需要考虑创新扩散理论(IDT)和任务-技术适配模型(TTF)。因此 He 和 Lu 提出了基于 UTAUT, IDT 以及 TTF 理论之上的综合性移动业务接受框架^[36]。Davis (1989) 定义在移动旅游领域,感知有用性是指用户对移动旅游服务技术提高用户旅游体验的感知程度,感知易用性指使用者使用技术的不耗费劳力程度^[37]。Bandura 对自我效能感知的定义为个人对自己完成某方面工作能力的主观评估^[38]。Venkatesh 将社会影响定义为个人受他人影响而使用新系统的程度^[35]。Venkatesh, Morris, Ackerman 通过研究表明女性相比男性对他人的观点更敏感,社会影响成为使用新技术最为突出的因素^[39]。Venkatesh 通过对 Rhodes' 年龄影响的研究,得出结论:归属需要随着年龄增长而增加,因此年长者受社会影响的程度更深^[35]。Constantinides 根据行为决策理论,即成本-收益模式对感知有用性和易用性都至关重要,认为移动旅游业务成本主要指设备成本、接入成本以及可能产生的交易费用,接入业务的速度对移动旅游业务的使用也有非常重要的影响^[40]。根据 Jones 的感知信任理论,即在没有安全保障的环境中信任第三方的行为^[41]。Serenko 和 Bontis 认为感知信任是包括私人信息交流在内的无线交互行为的助推器,因为移动旅游业务用户在接受服务时,信任服务商的安全性、真实性、可靠性以及忠实性是尤为重要的^[42]。

2 国内移动旅游研究评述

2.1 移动旅游信息服务的研究

国内的研究主要是在强调移动旅游信息服务的重要性与迫切性。杨雪涛提出旅行社应当扮演服务提供商的角色,利用移动通信技术的优势整合信息,与旅游者进行信息交互,打造“移动旅游信息服务平台”^[43]。刘亚军指出移动信息服务会革新旅游业的发展,将移动旅游服务分为票务服务、基于位置的服务和信息服务^[44]。另外,旅游信息服务中移动通信技术的应用也受到了学者们的广泛关注:乔玮分析了手机在旅游信息服务中的应用现状与特点,论述了手机对旅游信息服务的影响^[45]。葛嘉佳认为基于移动通信设备的信息推送服务具有随时随地、集中率高等特点,能在短时间内处理大量集群信息^[46]。在具体对旅游信息服务中移动通信技术的应用研究中,马勇、吴娟子阐明了旅游目的地移动信息服务应用模型的构建要素,在实证调查基础上系统构建了旅游目的地移动商务应用模型,包括五个构建要素:信息处理系统、网络服务系统、管理服务系统、形象展示系统、商务安全系统^[47]。

2.1.1 基于位置的移动旅游信息服务研究

石伟华首先介绍了基于位置服务的概念并阐述了位置服务对移动旅游信息服务的发展起关键作用,探讨了基于位置的服务会向行业化、大众化、娱乐化方向发展。除此之外还设计了手机名片导航系统,将名片和地图融入到移动设备中,提高了基于位置服务的可用性^[48]。刘亚军将基于位置的服务分为路线规划、导航服务、基于位置的信息发布和基于位置的移动黄页等服务^[44]。赵凌冰认为基于位置的服务主要包括地点查询、路线规划及导航等功能,可以根据定位提供周边信息服务,规划旅游路线^[49]。郭零兵从景区安全角度分析了移动定位技术的重要性,包括旅游地安全预警、安全救援、紧急事件通知等方面^[50]。巫宁指出移动位置服务应完善多语言功能,充实旅游信息量、提高终端兼容性,更好的适应用户的需求。此外,他指出基于位置的服务可以利用移动通信网络应用于旅游救援、车辆管理、车辆救援等^[51]。

2.1.2 移动旅游个性化信息服务需求研究

魏军、苏勤提出,因为旅游具有时效性,旅游

过程中往往需要处理大量信息,因此旅游个性化需求离不开个性化信息服务需求^[52]。张艳指出游客在不同阶段(旅游前、旅游中、旅游后)对旅游信息服务的需求存在个性化差异,制定了旅游地个性化信息服务的大规模定制策略^[53]。王欣从旅游者偏好的角度研究了旅游个性化信息服务。他指出旅游信息服务的基础在于挖掘旅游者的兴趣,并提出个性化信息推荐决策,即通过聚类分析和关联规则的方法进行旅游景点的推荐^[54]。张捷在移动通信技术基础上,构建了个性化旅游服务系统与算法^[55]。陈争艳认为,游客在网上搜寻旅游信息过程中,不同年龄、不同学历的游客的决策受旅游信息的影响差异较大;不同性别、职业、收入的游客的决策受旅游信息的影响差异较小^[56]。

2.2 移动支付研究

王宏星指出,由于信用体系的不健全和网银支付的不稳定性,大部分提供B2C旅游预订的公司,会选择客人现到付款的交易形式,在酒店预订服务中尤为如此。此类交易由于缺乏信用保障,给提供服务一方增加了风险。为降低风险,在旅游预订服务中可以通过移动梦网短信平台的“移动支付”方式为预订客户提供方便的小额预付款服务,从而在较大程度上降低了双方的风险^[57]。王青山设计了旅游信息系统移动支付子系统,该系统两大功能为在线支付和用户身份识别。游客可以通过手机等移动设备进行旅游服务费用的支付,也可以在线预订票务、酒店,在线购物。在注册某种旅游服务之前,可以通过手机进行用户的身份认证^[58]。陈芳英针对移动用户在旅游过程中产生的小额支付问题进行了研究。由于携带大量现金以及寻找银行对游客而言较为不便,提出可以利用手机上的智能SD卡并将其与个人银行卡进行绑定,使手机具备支付功能^[59]。兰岚指出移动支付需要完善,由于用户倾向于在PC终端进行大额支付,因此手机小额付款一定程度上制约移动支付业务的发展。其次,由于无线通信网络的不稳定性,因此移动支付的安全性是需要考虑的重点^[60]。

2.3 移动旅游服务整合型技术接受模型(UTAUT)研究

武学斐引入路径依赖、消费体验和感知风险等消费行为理论要素,基于UTAUT模型构建了移动互联网用户接受模型。结果表明社会影响、绩效期

望、消费体验对用户接受行为产生积极影响,而感知成本和感知风险产生了消极影响^[61]。李鹤分析了感知移动互联网业务特征,并构建了用户行为意向模型^[62]。曹媛媛研究了移动支付用户使用意向受使用行为的影响因素,发现移动支付用户的使用意向受社会影响、努力期望、绩效期望和成本的显著影响^[63]。易涌征在UTAUT模型、情境和感知风险理论的基础上,建立了移动支付用户接受模型。结果表明使用行为显著受到使用意愿、绩效期望、努力期望、社会影响的影响^[64]。尹佳在UTAUT模型基础上增加消费者的感知成本和个体创新性,构建了移动搜索业务模型^[65]。

3 结论与讨论

3.1 国内外相关研究比较

国内外关于“移动旅游”的研究差异体现在:

(1) 研究侧重点不同。国外研究处于技术层面,着重研究新技术的开发与运用,并且从用户体验的角度出发,具有更多的实践意义。国内研究以理论研究为主,停留在宏观层面上,更多的是研究移动旅游如何更好地与通信运营商、旅游管理部门、旅游企业融合的问题。

(2) 研究方法不同。国外更多地针对具体案例进行实证研究。国内多采用定性分析。

(3) 研究深度不同。由于移动技术在国外普及较早,国外对移动旅游的研究也相对成熟,侧重于建立数理模型和定量分析得出结论。国内借鉴了大量国外的理论基础,如模型建构往往是在建立在外国理论之上并加入了新的要素。

3.2 结论与展望

综合国内外研究文献可以发现,国内外对移动旅游的研究较为广泛和深入,涉及了旅游学、信息学、城市学、经济学等多个角度。从技术与方法的角度看,国内外均是采用较新的理论(数学模型等)。从内容的角度看,包括移动旅游概念,移动技术,移动旅游信息服务,用户技术接受理论等一系列研究成果。其中基于位置的信息服务研究在移动旅游信息服务研究中占有重要地位,是由于旅游的移动性决定了位置信息的重要性。这些研究有助于深化移动旅游内涵。从理论应用的角度看,移动旅游服务能够满足旅游者的个性化需求,有利于用

户旅游体验的提升和旅游地管理水平的提高。

虽然目前移动旅游的研究在国内取得了一定成果,但针对案例地进行的实证研究较少,由于移动旅游具有广阔的应用前景,因此未来需要更为深入、具体的研究。随着移动互联网与移动通信技术的进一步发展,信息量将会越来越大,因此在大数据、云计算面前为移动终端用户提供精准、个性化的旅游信息成为未来的研究重点,即应当重视旅游者个性化信息服务需求。除此之外,通过总结前人

相关文献,发现国内外文献集中于移动互联网、移动技术、云计算等技术层面的研究,或这些技术、信息服务对使用者的影响,而缺少以使用者为视角的研究。因此未来的研究应该以用户、旅游目的地管理者以及企业为视角探索其对移动旅游服务的使用需求及意愿,以此为基础分析移动旅游对其带来的影响,可以丰富移动技术和移动信息服务的理论范畴。

参考文献:

- [1] Paajarvi, M. Future Mobile Data Services for Tourism [J]. Lulea University of Technology, 2004 (4): 6-8.
- [2] Katz, J E. Magic in the Air: Mobile Communication and the Transformation of Social Life [D]. New Brunswick, NJ: Transaction Publishers, 2006: 36-55.
- [3] Leo, H. Trends in Service Innovation Enhanced by Mobile Services in the Field of Tourism in Rural and Mountain Areas [J]. How Can Service Innovations Support Sustainable Tourism in Rural Regions, 2010, 4 (1): 19-21.
- [4] Wolfgang. Tourism 2010: Three Web Trends for Destination Management Organizations [J/OL]. <http://www.web-cube.com/2010/01/14/tourism-2010-three-web-trends-for-destination-managemEnt-organizations/>, 2010.
- [5] Ankar, B, D'Incau, D. Value Creation in Mobile Commerce: Findings from a Consumer Survey [J]. Journal of Information Technology Theory and Application, 2002, 4 (1): 43-65.
- [6] Tussyadiah, I, Fesenmaier, D R. Mediating Tourist Experiences: Access to Places via Shared Videos [J]. Annals of Tourism Research, 2009, 36 (1): 24-40.
- [7] Wang, D, Park, S, Fesenmaier, D R. The Role of Smartphones in Mediating the Touristic Experiences [J]. Journal of Travel Research, 2011, 5 (2): 109-112.
- [8] Brown, B, Charlmers, M. Tourism and Mobile Technology// [M]. The Eighth European Conference on Computer-Supported Cooperative Work. Helsinki, Finland: Springer Netherlands, 2003: 335-354.
- [9] Zipf, A, Malaka, R. Developing Location Based Services for Tourism - The Service Provides View [A]. In: Sheldon, P., Wober, K., Fesenmaier, D. (eds.). Information and Communication Technologies in TOURISM 2001, Proceedings of ENTER 2001, 8th International Conference [C]. Wien, Austria: Springer Computer Science, 2001: 83-92.
- [10] Ricci, F. Mobile Recommender Systems [J]. International Journal of Information Technology and Tourism, 2011, 12 (3): 205-231.
- [11] Grun, C, Proll, B, Werthner, H, Assisting Tourists on the Move - An Evaluation of Mobile Tourist guides [A]. The 7th International Conference on Mobile Business [C]. Barcelona, Spain: IEEE, 2008: 171-180.
- [12] Wang, D, Xiang, Z. Information and Communication Technologies in Tourism 2012 [M]. Morlenbach, Germany: Springer Vienna, 2012: 308-319.
- [13] Yu, C C, Chang, H P. E-Commerce and Web Technologies [M]. Australia: Springer Berlin Heidelberg, 2009: 38-49.
- [14] Hand, A, Cardiff, J, Magee, P, et al. An Architecture and Development Methodology for Location-based Services [J]. Electronic Commerce Research and Applications, 2006, 5 (3): 201-208.
- [15] Kakaletis, G. Designing and Implementing an Open Infrastructure for Location-based, Tourism-Related Content Delivery [J]. Wireless Personal Communications, 2004, 30 (2-4): 153-165.
- [16] Scherp, A, Boll, S. Generic Support for Personalized Mobile Multimedia Tourist Applications [A]. Proceedings of the 12th Annual ACM International Conference on Multimedia [C]. New York, USA: ACM, 2004: 178-179.
- [17] Bettman, J, Luce, M, Payne, J. Constructive Consumer Choice Processes [J]. Journal of Consumer Research, 1998, 25 (3): 87-96.
- [18] Sheth, J N, Newman, B I, Gross, B L. Why We Buy What We Buy: A Theory of Consumption Values [J]. Journal of Business Research, 1991, 22: 159-170.
- [19] Phistrom, M. Perceived Value of Mobile Service Use and its Consequences [D]. Helsinki, Finland: Swedish School of Eco-

- nomics and Business Administration, 2008: 39 – 41.
- [20] Neuhofer, B. Information and Communication Technologies in Tourism 2012 [M]. Morlenbach, Germany: Springer Vienna, 2012: 84 – 95.
- [21] Hopken, W, Fuchs, M, Zanker, M, *et al.* Context – Based Adaption of Mobile Applications in Tourism [J]. Information Technology and Tourism, 2010, 12 (2): 175 – 195.
- [22] Gavalas, D, Konstantopoulos, C, Mastakas, K, *et al.* Mobile Recommender Systems in Tourism [J]. Journal of Network and Computer Applications, 2013, 39: 319 – 333.
- [23] Adomavicius, G, Tuzhilin, A. Toward the Next Generation of Recommender Systems: A Survey of the State – of – the – Art and Possible Extensions [J]. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 2005, 17 (6): 734 – 749.
- [24] Adomavicius, G, Tuzhilin, A. Recommender Systems Handbook [M]. New York, US: Springer, 2011: 217 – 253.
- [25] Neslin, S A, Dhruv, G, Leghorn, R, *et al.* Challenges and Opportunities in Multichannel Customer Management [J]. Journal of Service Research, 2005, 9 (2): 95 – 112.
- [26] Payne, A, Frow, P. A Strategic Framework for Customer Relationship Management [J]. The Journal of Marketing, 2005, 69 (4): 167 – 176.
- [27] Eriksson, N. User Experience of Trip Arrangements – A Comparison of Mobile Device and Computer Users [J]. International Journal of E – Services and Mobile Applications, 2012, 4 (2): 55 – 69.
- [28] Dubey, A, Giri, M, Sahere, M. Step – Up Analysis and Generalization Approach for Trusted NFC Application Development for Enhancing Real Time Use Location [A]. International Conference on Communication Systems and Network Technologies [C]. Katra, Jammu, India: IEEE, 2011: 318 – 322.
- [29] Madlmayr, G, Scharinger, J. Neue Dimension von Mobilen Tourismusanwendungen Durch Near Field Communication Technologie [A]. In R. Egger, & M. Joose (eds.). Mobile Dienste in Tourismus [C]. Wiesbaden, Germany: Gabler Verlag, 2010: 75 – 88.
- [30] Ok, K, Coskun, V, Aydin, M, *et al.* Current Benefits and Future Directions of NFC Services [A]. International Conference on Education and Management Technology [C]. Cairo, Egypt: IEEE, 2010: 334 – 338.
- [31] Kneißl, F, Röttger, R, Sandner, U, *et al.* All – I – Touch as Combination of NFC and Lifestyle [A]. Proceedings of the 1st International Workshop on Near Field Communication [C]. Hagenberg, Austria: IEEE, 2009: 51 – 55.
- [32] Borrego – Jaraba, F, Luque Ruiz, I, Gómez – Nieto, M. A NFC – Based Pervasive Solution for City Touristic Surfing [J]. Journal of Personal and Ubiquitous Computing, 2011, 15 (7): 731 – 742.
- [33] Ho, T, Chen, R. Leveraging NFC and LBS Technologies to Improve User Experiences [A]. International Joint Conference on Service Sciences [C]. Taipei, Taiwan: IEEE, 2011: 17 – 21.
- [34] Fishbein, M, Ajzen, I. Belief, Attitude, Intention and Behavior: An Introduction to Theory and Research [M]. California, USA: Addison – Wesley Pub. Co, 1975: 53 – 89.
- [35] Venkatesh, V, Morris, MG, Davis, GB, *et al.* User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View [J]. MIS Quarterly, 2003, 27 (3): 425 – 478.
- [36] He, D, Lu, Y. An Integrated Framework for Mobile Business Acceptance [A]. Sixth Wuhan International Conference on E – Business [C]. Wuhan, China: China University of Geosciences, 2007: 305 – 313.
- [37] Davis, F D, Bagozzi, R P, Warshaw, PR. User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models [J]. Management Science, 1989, 35 (8): 982 – 1003.
- [38] Bandura, A. Self – Efficacy: The Exercise of Control [M]. New York, US: Academic Press, 1997: 71 – 81.
- [39] Venkatesh, V, Morris, M G, Ackerman, P L. A Longitudinal Field Investigation of Gender Differences in Individual Technology Adoption Decision – Making Processes [J]. Organizational Behavior and Human Decision Processes, 2000, 83 (1): 33 – 60.
- [40] Constantinides, E. The 4S Web – Marketing Mix Model [J]. Electronic Commerce Research and Applications, 2002, 1 (1): 57 – 76.
- [41] Jones, A J I. On the Concept of Trust [J]. Decision Support Systems, 2002, 33 (3): 225 – 232.
- [42] Serenko, A, Bontis, N. A Model of User Adoption of Mobile Portals [J]. Quarterly Journal of Electronic Commerce, 2004, 4 (1): 69 – 98.
- [43] 杨雪涛. 旅行社与移动运营商的合作产物——移动旅游信息服务 [J]. 华东经济管理, 2003 (4): 139 – 141.

- [44] 刘亚军. 移动电子商务对旅游业的影响及对策 [J]. 商业经济, 2004, 12 (1): 78 – 80.
- [45] 乔玮. 手机旅游信息服务初探 [J]. 旅游科学, 2006 (6): 67 – 71.
- [46] 葛嘉佳. 网络个性化信息服务综述 [J]. 计算机时代, 2004 (5): 11 – 12.
- [47] 马勇, 吴娟子. 移动电子商务在旅游目的地中的应用模型构建——以三峡旅游目的地为例 [J]. 桂林旅游高等专科学校学报, 2007 (3): 426 – 442.
- [48] 石伟华. 基于手机平台的位置服务的应用研究 [D]. 上海: 上海师范大学, 2006: 25 – 46.
- [49] 赵凌冰. 移动互联网技术在旅游业中的应用 [J]. 硅谷, 2013 (8): 8 – 10.
- [50] 郭零兵. 移动电子商务在生态旅游中的应用模式研究 [D]. 长沙: 中南林学院, 2005: 39 – 40.
- [51] 巫宁. 手机媒体在旅游目的地中的应用 [J]. 旅游时代, 2007 (5): 1 – 2.
- [52] 魏军, 苏勤. 国外旅游信息搜索技术综述 [J]. 北京第二外国语学院学报, 2008, 2 (7): 23 – 28.
- [53] 张艳. 旅游区信息服务大规模定制探析 [D]. 杭州: 浙江工商大学, 2010: 5 – 10.
- [54] 王欣. 基于用户兴趣挖掘的个性化旅游服务系统研究 [J]. 中国市场, 2010, 35 (2): 38 – 39.
- [55] 张捷, 温明华等. 信息通信技术与旅行旅游业研究发展趋势 [J]. 旅游刊, 2004, 19 (3): 93 – 94.
- [56] 陈争艳. 基于游客网络行为的西安市国内客源市场时空动态研究 [D]. 西安: 陕西师范大学, 2009: 34 – 38.
- [57] 王宏星. 移动互联网技术在旅游业中的应用研究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2004: 49.
- [58] 王青山. 基于移动互联网技术环境下旅游信息系统的构建 [J]. 硅谷, 2012 (2): 182 – 183.
- [59] 陈方英, 全金铭. 基于手机用户的移动电子商务在旅游业的应用模式研究 [J]. 旅游纵览, 2013 (6): 44 – 46.
- [60] 兰岚. 移动电子商务的发展与应用 [J]. 黑龙江对外经贸, 2011 (11): 75 – 76.
- [61] 武学斐. 影响用户接受移动互联网的关键因素分析 [D]. 北京: 北京邮电大学, 2008: 42 – 65.
- [62] 李赫. 移动互联网业务使用行为影响因素研究 [D]. 北京: 北京邮电大学, 2010: 32 – 45.
- [63] 曹媛媛, 李琪. 移动支付使用者使用意向与使用行为模型及实证研究 [J]. 统计与信息论坛, 2009 (2): 72 – 76.
- [64] 易涌征. 移动支付消费者接受的影响因素研究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2012: 75 – 78.
- [65] 尹佳. 用户接受移动搜索业务的关键影响因素研究 [D]. 北京: 北京邮电大学, 2010: 26 – 39.

A SURVEY OF MOBILE TOURISM

HUAI He, YANG Xiao – zhong

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

Abstract: In recent years, with the rapid development of mobile communication technology and widely application of mobile devices, such as cellphones, tablet computers, tourism industry has gained tremendous development. As a brand – new research direction, the research of mobile tourism has become hot topics abroad. Based on literature research, inducing and summerizing the research status of mobile tourism, including mobile technology, mobile tourist information services, user technology acceptance theory. It has found that mobile tourist services can meet the personalized needs of tourists, thus improving the quality of the tour experience and management level of destination. Besides, the differences between domestic and foreign research lie in deepness, methods, emphasis. It suggests that the survey and analysis be carried on in a certain area, so as to promote the development of mobile technology and information services applied in tourism.

Key words: mobile tourism; mobile technology; informational services