

云南地理环境研究

第 23 卷 第 2 期 2011 年 4 月

目 次

景区依托型旅游村与核心景区耦合发展研究	杨效忠, 叶舒娟, 冯立新 (1)
西部乡村民族社区景区化的内涵及表征	
——以云南典型乡村民族社区为例	王维艳, 沈 琼, 李 强 (9)
名人故居免费开放对客源市场的影响	
——以孙中山故居为例	黄 英, 龙良富 (15)
基于 RMP 分析模式的次原始型山塘水库旅游资源开发研究	
——以湖北省小泉冲水库为例	赵 阳, 王洪蕾 (20)
烟台威海两地旅游产品整合探讨	于巧红, 李悦铮, 谢新华 (26)
新疆维吾尔自治区能源消耗与经济增长关系的实证研究	龙海丽 (31)
GIS 支持下的道路对县域人口分布的影响	
——以沛县为例	王 红, 闫庆武, 张 昊 (34)
十堰市构建区域中心城市的 SWOT 分析	张俊生, 胡道华 (41)
基于熵值法的江苏省农村人居环境质量评价研究	朱 彬, 马晓冬 (44)
中国流域生态系统健康评价研究进展	盛芝露, 赵筱青, 李佩泽 (52)
时空视角下 30 年来中国校园绿地研究进展	金远亮, 王 晶, 陆珊珊, 等 (59)
基于 GIS 的建设项目地质灾害危险性评估方法研究	
——以云南省师宗县人民医院建设项目为例	李 军, 虎雄岗, 金艳珠, 等 (66)
昆明市黑龙潭岩溶泉对不同降雨过程的响应	刘 剑, 刘 宏, 杨象鹏 (73)
2007 ~ 2010 年云南 GPS 观测大气可降水量特征分析	海云莎, 孙绩华, 陈新梅 (78)
南支槽造成红河州强降雨的统计分析	李艳春, 叶文群, 兰 兰 (85)
西畴县近 48 年来降水及气温小波分析	刘云生, 黄国平, 王顺江 (90)
曲靖罕见夏秋冬连旱天气分析	张精华, 白 波 (93)
乐业县种植猕猴桃的气候适宜性分析及其区划	农万江, 罗新宁, 李 政 (98)
黔南州太阳能资源普查分析	宋启堃, 杨 军, 易延勇 (102)
FY-2C 资料进行云顶粒子热力学相态分析应用初探	韦春霞, 黎 云, 邓丽玲 (105)
照片: 金塔神灵	徐 旌 (封面)
照片: 缅甸民情	徐 旌 (封底)

YUNNAN GEOGRAPHIC ENVIRONMENT RESEARCH

Vol. 23 No. 2 Apr. 2011

CONTENTS

Research on Coupling Development Between Scenic-based Tourism Village and the Core Scenic Area	YANG Xiao-zhong, YE Shu-juan, FENG Li-xin (8)
The Content and Characterization of the Scenic Area of Rural Ethnic Communities in Western China ——Take Typical Rural Ethnic Communities in Yunnan as an Example	WANG Wei-yan, SHEN Qiong, LI Qiang (14)
Free Opening Former Residence of Celebrities Making Impact on the Tourist Market ——A Case Study on Sun Yat-Sen Former Residence	HUANG Ying, LONG Liang-fu (19)
An Study of Exploration of Subprimitive Mountain Reservoir Tourism Resources Based on RMP Analysis; Case Study of Xiaoquanchong Reservoir in Hubei Province	ZHAO Yang, WANG Hong-lei (30)
The Study of Integration of Tour Productions in Yantai and Weihai	YU Qiao-hong, LI Yue-zheng, XIE Xin-hua (30)
Correlation Analysis Between Energy Consumption and Economic Growth in Xinjiang	LONG Hai-li (40)
Study on the Influence of Road on County Population Distribution Based on GIS ——A Case Study of Pei County	WANG Hong, YAN Qing-wu, ZHANG Hao (40)
An Analysis about the Construction of Taking Shiyan as Regional Central City Based SWOT Method	ZHANG Jun-sheng, HU Dao-hua (58)
Quality Evaluation of Rural Human Settlements in Jiangsu Province Based on Entropy Method	ZHU Bin, MA Xiao-dong (51)
Progress on Watershed Ecosystem Health Assessment Research in China	SHENG Zhi-lu, ZHAO Xiao-qing, LI Pei-ze (58)
Chinese Campuses'Greenland's Research Progress in Time and Space Perspective in Thirty Years	JIN Yuan-liang, WANG Jing, LU Shan-shan, et al (65)
Based on GIS Construction Project Geohazard Danger Evaluation Method Research ——Exampled People's Hospital in Shizong County of Yunnan Province	LI Jun, HU Xiong-gang, JIN Yan-zhu, et al (72)
The Responses of Heilongtan Karst Spring to Different Rainfall Processes	LIU Jian, LIU Hong, YANG Xiang-peng (77)
The Analysis of GPS-retrieved Pwv Characteristic in Yunnan from 2007 – 2010	HAI Yun-sha, SUN Ji-hua, CHEN Xin-mei (84)
The Statistical Analysis to the South Conditioner Which Cause the Torrential Rain in Honghe Prefecture	LI Yan-chun, YE Wen-qun, LAN Lan (104)
Wavelet Analysis of Rainfall and Temperature of Xichou in Recent 48 years	LIU Yun-sheng, HUANG Guo-ping, WANG Shun-jiang (92)
Research on the Extremely Severe Drought from Summer to Winter of Qujing City	ZHANG Jing-hua, BAI Bo (97)
Adaptability Analysis of Ecological Climate and Regional Research on the Kiwifruit in Leye County	NONG Wan-jiang, LUO Xin-ning, LI Zheng (110)
The Survey of Solar Energy Resources in Qiannan Prefecture	SONG Qi-kun, YANG Jun, YI Yan-yong (104)
FT – 2C Data Analysis of Cloud Particle Phase Application of Thermodynamics	WEI Chun-xia, LI Yun, DENG Li-ling (110)

景区依托型旅游村与核心景区耦合发展研究

杨效忠, 叶舒娟, 冯立新

(安徽师范大学 国土资源与旅游学院, 安徽 芜湖 241003)

摘要: 旅游村作为新型乡村旅游地, 是国家乡村旅游“百千万工程”中最基础的组成部分。从景区依托型旅游村的视角出发, 选取黄山山岔村与黄山风景区作为案例地, 运用多元回归分析方法, 对两者之间耦合发展进行研究。结果显示: (1) 黄山风景区发展大力提升了山岔村社会经济文化水平; (2) 黄山风景区发展对村落环境影响较小; (3) 黄山风景区发展对村落社区参与有影响, 但并不显著。从景区与村落的发展特征出发, 较为系统地揭示景区依托型旅游村与核心景区耦合发展的内在动力源于位差潜势、催化潜势、管理潜势和多稳定潜势, 这些形成了景村耦合发展的演化机制。在此基础上, 提出了景村耦合发展的4条途径。

关键词: 旅游村; 黄山; 耦合发展

中图分类号: F59 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7852(2011)02-0001-08

0 引言

目前学术界对旅游村尚无明确概念。根据前人对乡村旅游的研究^[1-8], 结合其他省市出台的旅游特色村标准, 以及安徽省旅游乡镇、旅游强县、星级农家乐等提出的评定标准, 笔者认为旅游村即旅游特色村, 即: 通过发展乡村旅游, 使得区域内的人力资源、旅游资源得到充分合理利用, 最终实现村庄内部协调一致发展。景区依托型旅游村主要是对发展景区依托型乡村旅游的各个村落进行整合, 共同管理、共同经营、共同开发, 使得区域内的人力资源、旅游资源得到充分合理利用, 最终实现区域内部协调一致发展。文章选取景区依托型旅游村——黄山山岔村与黄山风景区作为案例地, 探析两者耦合发展关系。

1 研究区域概况与调研方法

1.1 黄山风景区基本概况

黄山风景区位于安徽省南部黄山市境内, 距黄山市府所在地屯溪 69 km, 南北长约 40 km, 东西宽约 30 km, 地跨歙县、休宁、黟县和黄山区、徽州区, 其中山脉面积约 154 km², 是号称“五百里黄山”的精华部分。黄山风景区是全国十大风景名胜区之一、世界地质公园、国家 5A 级旅游景区, 并入选《世界文化与自然遗产名录》。

1.2 黄山山岔村基本概况

黄山区汤口镇山岔村位于黄山风景区东麓, 距黄山南大门仅 5 km。山岔村凭借着毗邻黄山的区位优势 and 境内丰富的旅游资源优势, 围绕黄山大旅游, 大力发展村域旅游经济。1985 年上张村民自发组织开发翡翠谷景区, 成立翡翠谷旅游公司, 成为

收稿日期: 2011-03-17; 修订日期: 2011-04-10.
基金项目: 国家自然科学基金项目 (41071098); 教育部人文社会科学项目 (07JC630026); 安徽省教育厅人文社会科学基地重点项目 (2010sk093zd) .
作者简介: 杨效忠 (1969-), 男, 安徽省六安人, 教授, 博士, 硕士生导师, 主要研究方向为旅游地理与旅游规划.

全国第一家农民兴办的旅游公司。接着又开发出九龙瀑、凤凰源、香河、天湖、奇物园等景区，使旅游经济逐渐成为村龙头经济。目前，山岔村内开发的旅游景区有多处，旅游收入随着黄山游客人数的增加也逐年增加。

1.3 调研方法与数据来源

本项研究采取实地问卷调查与现场访谈调查相结合的方法。问卷内容共 2 大类（居民基本情况、村民对黄山风景区发展旅游的感知）45 项。其中村民对黄山风景区发展旅游的感知包括旅游经济感知（8 项）、旅游社会文化感知（6 项）、旅游环境感知（3 项）、社区参与感知（7 项）等 4 小类，共 24 项。问卷采用 Likert 的 5 分制法对影响指标进行测量，1~5 分别代表“非常不同意”、“不同意”、“中立”、“同意”、“非常同意”，要求受调查

居民按 1~5 等级对调查表所列观点进行打分。调查时间为 2009 年 11 月 5 日。调查方式是走访山岔村村民及村委会，将印制的 200 份问卷分发到个人，现场填写、现场访谈、现场回收。调查效果较好，共回收有效问卷 186 份，回收率 93%，同时通过与村民的现场访谈，获得许多问卷未涉及的旅游感知信息。

2 结果分析

分别对经济、社会文化、环境、社区参与 4 个方面自变量进行因子分析，将甄选出来的各因子进行归一化处理，得到经济、社会文化、环境、社区参与 4 个自变量的综合得分，以便与“景区发展总体满意度”进行多元回归分析。

表 1 自变量综合得分及归一化处理
Tab. 1 Synthesis score and normalized processing of independent variable

自变量	因子载荷	归一化	克朗巴哈 a 系数
自变量 1：经济因素		1	0.719
增加个人收入	0.65	0.14	
居民利益分配满意度	0.64	0.14	
景区发展给居民带来更多利益	0.61	0.13	
景区发展带来经济效益	0.59	0.13	
增加就业机会	0.55	0.12	
追加投资，扩大经营项目	0.51	0.11	
居民利益补偿满意度	0.51	0.11	
依托景区主要经济来源情况	0.50	0.11	
自变量 2：社会文化因素		1	0.761
认为自己有责任有义务参与发展	0.77	0.19	
对生活的信心增强	0.74	0.18	
目前生活状态很满意	0.72	0.18	
改变传统观念，参与景区发展	0.71	0.18	
愿意接受专业教育培训	0.59	0.14	
生活宽裕，家庭和睦	0.55	0.13	
自变量 3：环境因素		1	0.555
基础设施完善	0.76	0.35	
交通有所改善	0.72	0.33	
居住环境有所改善	0.70	0.32	
自变量 4：社区参与因素		1	0.824
自觉维护旅游服务设施	0.80	0.16	
自觉保护旅游资源环境	0.79	0.16	
参与旅游地经营管理	0.72	0.14	
参与旅游开发决策	0.70	0.14	
热情友好对待旅游者	0.69	0.14	
主动做好景区宣传工作	0.63	0.13	
社区参与没有影响日常生活	0.62	0.13	

2.1 数据分析结果

将上述经济、社会文化、环境、社区参与 4 个自变量的综合得分与因变量“景区发展总体满意度”进行多元回归分析。

表 2 回归方程
Tab. 2 Regression equation

项目	Unstandardized Coefficients		T 检验 (概率 p)
	B		
(Constant)	1. 86	3. 48 (0. 00)	3. 48 (0. 00)
经济 X_1	0. 42	2. 92 (0. 00)	2. 92 (0. 00)
社会文化 X_2	0. 39	2. 33 (0. 02)	2. 33 (0. 02)
环境 X_3	-0. 21	-1. 62 (0. 11)	-1. 62 (0. 11)
社区参与 X_4	0. 01	0. 07 (0. 94)	0. 07 (0. 94)

由此，列出回归方程：

$$Y = 1.86 + 0.42X_1 + 0.39X_2 - 0.21X_3 + 0.01X_4$$

由回归方程可以看出，自变量 X_1 、 X_2 与因变量 Y 之间线性关系显著（ $P < 0.05$ ），呈正相关关系。然而，自变量 X_3 、 X_4 与因变量 Y 线性关系不显著（ $P > 0.05$ ）。其中，自变量 X_3 呈负相关关系。 F 值为 6.4， F 分布的相伴概率为 $0.00 < 0.05$ ，说明回归效果明显。这些数值表明因变量 Y 与自变量 X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 之间存在着线性相关关系，回归模型有意义。

2.2 结果解释

由上述回归方程可以看出，目前黄山风景区的发展对山岔村的影响有：

（1）黄山风景区发展大大提升了山岔村社会经济文化水平（ $B_{经济} = 0.42$ ， $B_{社会} = 0.39$ ）。近些年来，黄山游客接待量逐年增长，旅游收入屡创新高。黄山山岔村以黄山风景区为依托，积极发掘当地旅游资源，开发翡翠谷、凤凰源、九龙瀑、香河漂流等多个特色景区，给村民带来丰厚的收入。同时，山岔村将农产品生产加工、贸易服务、旅游文化等产业结合发展，形成了多元化的产业格局。目前，全村生活水平已达小康标准，13 个村民组基本上同步发展，家家都住上了新式徽派建筑的楼房，家家通电、通自来水、通电话、通公路、通闭路电视，其中上张村民组人均年收入在 1.7 万元以上，25 年间人均收入增长 120 倍。因此，山岔村村民认

为黄山风景区发展对其在经济和社会文化上的正面影响较大。

（2）黄山风景区发展对村落环境影响较小（ $B_{环境} = -0.21$ ）。村民认为黄山风景区发展对村落环境影响较小，并呈负相关趋势。生活环境是村民的最基本需求，当生活环境满足或超过村民需求时，不会引起村民的不满意；反之，当村落环境需求没有被满足时，便会引起村民的不满意^[9]。山岔村坐落于黄山风景区脚下，环境优美，自然生态环境良好，同时政府为了更好的发展旅游业，采取封山育林，保护生态环境，基本满足了村民对生活环境的需求。但当游客人数越来越多，在给村民带来经济利益的同时，促使当地物价上涨、治安环境下降、村落文化受到影响，还带来了环境问题、噪声污染问题，干扰了村民们的正常生活，也破坏了原有的生活节奏。因此，村民认为黄山风景区的发展在一定程度上破坏了原有的环境。

（3）黄山风景区发展对村落社区参与有影响（ $B_{社区参与} = 0.01$ ），但并不显著。在调查过程中发现山岔村村民社区参与主要以餐饮、住宿为主。自 2004 年新国线集团（黄山）运输有限公司成立，游客可从新国线换乘中心坐车直达黄山风景区，对沿途山岔村民来说，运输、餐饮、住宿等生意受到一定的影响，引起村民不满。

3 景区依托型旅游村与核心景区耦合发展

系统耦合是指两个或两个以上性质相近的生态系统具有互相亲合的趋势。当条件成熟时，可以结合为一个新的、高一级的结构——功能体^[10]。景区与村落两大系统在旅游发展的初级阶段，都独立发展自身的旅游产业，系统内部分别包括食、住、行、游、购、娱六大产业部门。这种重复建设不仅使区域内发展旅游业的成本过高，造成了资源严重浪费，也造成了旅游产品雷同，旅游形象大众化，容易使游客产生审美疲劳，不能给游客耳目一新的全新体验。为了使两大系统有机耦合，景区与村落应优势互补、劣势回避，共同推动旅游业发展。

3.1 发展特征

3.1.1 景区主要以发展旅游景观业为主

在旅游活动的食、住、行、游、购、娱这六大

要素中，食、住、行是旅游活动的必备条件，购、娱是旅游活动的主要内容，游则是旅游活动的核心内容。景区依托型旅游村区别于其他类型的旅游村，在于它是依托风景区发展起来的乡村旅游。良好的景区环境是对游客产生吸引力的重要因素。因此，保护好景区的自然环境、旅游资源，对于景区依托型旅游村的发展尤为重要。

黄山是世界物质文化双遗产、世界地质公园、国家 5A 级旅游景区，其内部旅游资源丰富。景区内应以发展旅游景观业为主，保护好景区内的自然人文景观原貌，实施保护性开发，适当的对区内景观加以修砌还原保护。同时，将人类活动所必须的各种公共服务设施，如饭店、餐厅与景区核心部分分开，避免人工筑造的建筑物与频繁的人类活动对自然生态环境造成的破坏，维持好景区内的原生态，以吸引更多的海内外游客。

3.1.2 村落主要以发展饭店业为主

饭店业是以建筑设施为凭借，为旅游者提供住宿、饮食、娱乐、购物或其他服务的企业，是旅游核心行业之一。景区依托型旅游村应以旅游接待、提供服务为主要基本职能，发展以旅游饭店业为主

的旅游产业。

到黄山风景区的游客一般都会在上山前或下山后到周边村落留宿、休息，而山岔村位于黄山南麓，是游客由南大门进入黄山风景区的必经之地。因此将山岔村饭店业发展起来，形成有规模有特色的旅游饭店业，将成为山岔村未来旅游业发展的方向。

3.1.3 景村协同发展其他旅游行业

景区旅游业和村落旅游业两大旅游产业持续不断地通过物质、能量、信息之间的交换，以及系统内部物质、能量、信息的交换，使区域系统远离平衡态，产生自组织进化过程，最终使系统整体出现新的宏观有序结构，从而使核心景区与景区依托型旅游村得到耦合发展。

旅游业不仅包括旅游景观业、旅游饭店业等旅游核心行业，还包括商业、餐饮业、公共交通业、娱乐业、邮电通讯业、基础设施（水电气）等旅游依托行业。黄山风景区与山岔村应以发展各自优势产业为主，协同发展区域内娱乐业、商业、旅游交通业等其他行业，最终实现景区与村落的耦合发展。

表 3 黄山与山岔村景村协同发展旅游产业

Tab. 3 Coordination development of tourism industry between Mt. Huangshan Scenic Area and Shancha Village

作业	核心景区（黄山）	村落（山岔村）	两者协同发展
旅游交通业	内部：观光路、栈道、探险路、索道 外部：合铜黄高速、205 国道、103 省道、218 省道、县级甘美公路	村落内部道路：机耕路，中心区—杨家坪，中心区—直坑	拓宽 205 国道，顺畅连接周边村落与黄山风景区的公共旅游交通线路。建立直坑—天湖—苏坑、汤口——山岔、汤口——山岔——黄山南大门等城乡一体化的公共交通系统
商业	景区内部购物点较少，主要经营方便面、面包之类的食品	村落中购物商店主要经营食品、当地的茶叶、干货等土特产	开发具有黄山文化与徽州村落相结合的旅游商品，如反映黄山全景的山石、根雕等
娱乐业	尚无	开发了一批旅游景点，如翡翠谷、凤凰源、九龙瀑、天湖等，无法与黄山有机地结合起来	在山岔村创立以民俗、戏剧、舞蹈等艺术形式展现徽州文化的旅游项目；举办如“印象黄山”、“黄山山水”等大型歌舞盛会

资料来源：部分资料由《黄山风景名胜区总体规划 2007 ~ 2025》整理而得。

3.2 演化机制

景区依托型旅游村发展旅游业是由景区旅游业和乡村旅游业两大独立的系统组成，它们在发展旅游的过程中相互融合，最后耦合成为新的旅游共生

体。系统耦合的内在动力源于位差势、催化势、管理势和多稳定势^[11]。这些都是景村耦合发展过程中演化机制内在能量。结合上述对景区依托型旅游村发展特征的研究，现将两大体系耦合

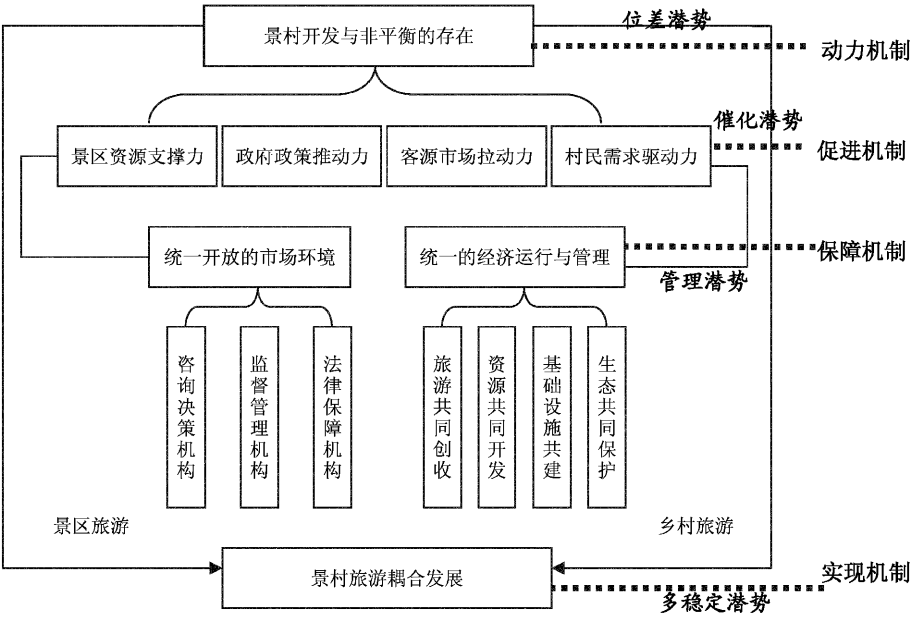


图 1 景区依托型旅游村与核心景区耦合演化机制示意图

Fig. 1 Coupling evolution mechanism diagram between scenic-based tourism village and the core scenic area

演化机制示意如图 1。

位差势能。位差势能即系统之间因自由能积累的不同而产生的势能位差。系统之间相互交流，最后达到系统能量和元素的相对平衡。黄山风景区与山岔村旅游业发展产生的位差势能的原因主要是：黄山风景区拥有得天独厚的资源优势，如自然资源、人力资源，而在经济、政策、智力等方面的投资也是相当大的。随着黄山风景区旅游业的发展，景区知名度逐步提高，吸引了越来越多的游客，景区承载力逐渐饱和甚至极限。景区依托型旅游村山岔村是依托黄山风景区发展乡村旅游的村落，其旅游业开发进程远远迟于黄山风景区旅游业的开发。这就导致黄山风景区与山岔村旅游业两大系统之间产生势能位差，村落与景区开发之间存在着非平衡状态，成为两个系统之间的耦合发展的动力来源，即景村耦合发展的动力机制。

催化势能。对于催化势能而言，系统耦合过程如同化学反应，正、逆向过程并存，若给以催化，就加快了反应速度，也增加了其自由能的通量密度。在耦合发展过程中，山岔村村民对发展旅游的热情由观望逐步向积极参与转变，如自发组织开发翡翠谷景区，成立翡翠谷旅游公司，开发九龙瀑、凤凰源、香河、天湖、奇物园等景区等。同时，当地政府也出台了一系列发展乡村旅游的政策和优惠条件，不断完善旅游环境，提高风景区的知名度，

帮助村民增加旅游收益。在景区资源支撑力、政府政策推动力、客源市场拉动力、村民需求驱动力等一系列催化势能的作用下，两个系统耦合加快发展，成为景村耦合发展的促进机制。

管理势能。面对着统一开发的市场环境，两者统一品牌、统一包装、统一形象，系统耦合的管理势能在耦合过程中使系统的管理过程大为简化，管理强度明显增加。首先利用双方信息优势，根据游客的需求，共同开发旅游资源，共同建设基础设施、共同进行生态环境保护，并建立统一的经济运行管理机制，共同打造大黄山旅游品牌，最终使黄山风景区与山岔村旅游业共同创收，实现景区与村落双方受益。

多稳定势能。系统耦合的多稳定势能表现为复杂的耦合系统较之简单的两个系统旅游业简单叠加的总体功能更为稳定。这样不仅避免了重复建设、减少了投资上的浪费，还能使游客体验到不一样的旅游项目，感受到更多的旅游乐趣，使得黄山地区旅游业发展更加兴旺。

旅游地演化系统由于其复杂性以及外界环境的变化导致演化系统时刻存在着各种随机的和不确定的因素^[12]，旅游地本身也具有周期性和连续动态性。因此本文分析的均为理想状态下景区依托型旅游村与核心景区耦合发展的一系列运行机制，并在理论分析基础上提出了景区依托型旅游村与景区耦

合发展的途径。

3.3 耦合途径

从旅游业的功能上看,旅游业主要具有经济、文化、社会、环境四大功能。本文结合旅游村与核心景区耦合发展的演化机制,从旅游业四大功能的基础上,构建景区依托型旅游村与核心景区耦合模型。

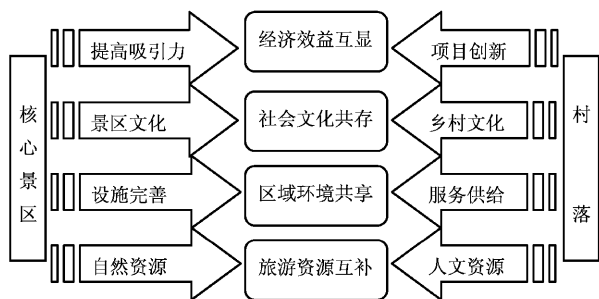


图2 村落与核心景区耦合发展模型

Fig. 2 Coupling development model between the village and the core scenic area

区域内经济发展、社会文化、环境状况和旅游资源4个系统相互作用、彼此影响。环境是基础,良好的自然和社会投资环境,必然会吸引外来资金,带动经济社会发展;旅游资源开发抬升区域知名度,给区域发展带来丰厚效益;同时,旅游、经济、社会的发展又反哺环境;旅游的发展,要求和促进环境的改善;经济的进步,使得加大改善环境的投入成为可能;居民素质的提高,有助于宣传风景区形象和精神面貌。四者之间的良性互动、循环发展,从而实现了为景村耦合发展获取综合优势。

3.3.1 经济效益互显

景区带动型旅游发展模式的主要特点有:一是通过开发建设旅游景区,带动景区周边乡村的旅游住宿、餐饮、购物及配套服务,拉动农副产品、土特产品的销售,促进乡村旅游及社区经济社会发展;二是减少了旅游景区建设资金投入的压力,迅速扩大和提升旅游景区的接待服务功能,并形成具有特色的旅游配套设施和服务;三是带动旅游景区周边农民就业和收入增加,形成旅游景区和社区经济社会的互动发展^[13]。

目前,黄山风景区人均年接待量稳步提升,且仍然有上涨的空间。旅游创汇收入巨大,面对如此广阔的市场需求,黄山风景区应积极创新营销策略,提高自身吸引力,保持良好的发展势头。随着

黄山游客人数的不断增加,山岔村旅游业也迅速发展起来。山岔村现已开发旅游景区多处,如翡翠谷、九龙瀑、凤凰源等,游客也逐年上升。笔者在调研中发现,山岔村村民积极参与旅游发展,自发经营各种与旅游相关的产业,如住宿、餐饮、运输、土特产品等商业活动,村民就业人数不断增加、村民收入也有明显增长。目前山岔村民主要以经营饭店业为主(餐饮39%,住宿24%),土特产品经销、娱乐休闲、向导等其他行业涉足较少。

因此,依托黄山风景区发展旅游业的山岔村应抓住机遇,开发新型娱乐项目,提高旅游服务质量、提升旅游产品品味。近期山岔村主要以接待省内及周边省市游客为主,中远期将与黄山风景区逐步接轨,以接待国际入境市场游客为主,实现景区与村落两者互利共赢。

3.3.2 社会文化共存

旅游业是一项文化性很强的产业,没有文化内涵的旅游产品是没有持久生命力的。任何旅游资源都因为与文化有某种联系才得以被挖掘;旅游业的发展反过来又极大地促进了文化的繁荣和升华,提高人们的精神生活水平^[14]。随着旅游业的不断发展,游客对旅游产品质量、旅游服务质量的要求逐渐提高,他们往往不满足于某一个景区中游览、购物等旅游活动,也不愿意只是品尝农家饭菜等简单的旅游项目,而是希望能深入目的地居民的日常生活,亲身体验当地的地方文化。

黄山风景区内拥有源远流长的宗教文化、精品荟萃的宗教艺术、独特的地质地貌、冰山遗迹、稀有的自然资源等,这些都具有很高的旅游开发价值。山岔村是典型的徽州村落,应重新定位地方文化个性,将当地的传统习俗和文化逐步进行恢复和开发,对民间传统艺术和技艺重新重视和传承,历史文物和建筑重新修复和保护,从而再现古徽州乡村生活,使游客对黄山和古徽州文化有更深层次的了解和崇敬,进而吸引更多的旅游者。两类不同类型的文化相得益彰,全力将黄山地区乡村旅游的品牌创出来、打出去。

3.3.3 区域环境共享

优美的环境是吸引旅游者前来访问和旅游业持续发展的必要前提,旅游业的环境功能正日益显现出来。这里所提的环境不仅包括生态环境,还包括人工环境如公共的基础设施、道路交通、建筑等。

目前黄山风景区内道路、基础设施一流，然而村落内道路狭窄、崎岖不平，卫生条件差、住宿餐饮标准尚未完全达标，一方面影响了黄山的整体形象，另一方面村落不能提供必要的服务供给，留不住游客，不能完全满足游客的旅游需求。因此，景区与村落应共同加强基础设施建设，政府要扶持村落旅游服务业发展，可从以下几方面着手：

一是进行环境整治。游客希望享受到的是“开门大自然，闭门现代化”的生活，对卫生、安全的要求比较高。因此黄山山岔村农家建筑既要在外观上体现浓郁的地方徽派乡村特色，内部的卧房等起居生活配置又要达到现代化标准。政府必须通过规划确立准入条件和统一标准，规定设施和服务要求，以保证区域内环境整洁、卫生、安全。

二是优先保护区域内的生态资源，古木、遗迹、水域等。不仅对黄山风景区内的旅游资源进行严格保护，对于村落中的乡野环境、乡风民俗、乡村生活、乡土特色及徽州文化，也要尽量用本土资源意境强化特色，避免低水平、庸俗化、雷同化。

三是就地取材，采用生态建筑。黄山山岔村内建筑尽量选择原有或当地生产的木材竹料，使其与黄山自然环境充分融和，并采用生态工程法，尽量维护原有生态或创造优良生态环境，游步道的设置和建设尽可能利用现有的山路和田埂等，使之与周边景区相协调。

四是要防止城市化倾向。乡村性是乡村旅游整体推销的核心和独特卖点。如果旅游村内大兴土木，城市化、商业化、人工化痕迹明显，就会丧失对游客的吸引力。因此，黄山风景区与山岔村要保持协调一致的徽派风格，给游客强烈的视觉冲击，令其流连忘返。

3.3.4 旅游资源互补

无论是自然旅游资源还是人文旅游资源，都是旅游目的地的重要组成部分。如果旅游资源遭到破坏，那么旅游业的发展就失去了赖以生存的基础。保护好、维持好、恢复好区域内的旅游资源，对黄山和山岔村旅游业的发展至关重要。

景区依托型旅游村的旅游业在起步阶段，往往

将其旅游产品纳入到大型景区或相对成熟景区的观光旅游产品中去，而在市场营销方面依托大型景区的知名度，以提供初级服务启动乡村旅游，成为景区观光旅游的配角。但黄山风景区与山岔村旅游景观特色迥然不同，应发挥各自优势，相互补充。黄山风景区应突出表现黄山的自然风光，山岔村充分展现翡翠谷、凤凰源、九龙瀑等自然景观，可以给游客提供不一样的旅游感受。

4 结语

第一，在大量文献研究和问卷调查、实地走访的基础上，借鉴相关学者的研究思路和研究方法，运用多元回归分析方法对景村耦合发展进行了初步研究，得出以下结论：（1）黄山风景区发展大力提升了山岔村社会经济文化水平；（2）黄山风景区发展对村落环境影响较小；（3）黄山山景区发展对村落社区参与有影响，但并不显著。

第二，黄山风景区应以发展旅游景观业为主，山岔村应以发展旅游饭店业为主，其他旅游行业应协同发展。

第三，通过对景区依托型旅游村与核心景区耦合发展的动力机制、促进机制、保障机制、演化机制、实现机制的分析，构建了经济利益互显、社会文化共存、区域环境共享、旅游资源互补的村落与核心景区耦合发展模型。

第四，在景区发展对村落的影响研究过程中，限于资料原因，笔者仅从村民感知这一角度对景区耦合发展进行定量研究，其中还有不少方面尚未涉及，这将是笔者下一步研究中需要克服的难题。实地调查过程中，当地居民对景区旅游发展的态度、观念都是处于一种模糊概念，社区居民参与旅游的公平性受到质疑。如何有效管理及合理分配利润、共享环境资源，实现景区共生发展也是急需攻破的难点。另外，关于景区依托型旅游村与景区耦合发展的途径主要是宏观上的探讨，未能在微观方面提出更具可操作性的措施，期待在以后的研究中逐步加以完善。

参考文献：

- [1] MARCELO Royo-Vela. Rural-Cultural Excursion Conceptualization: A Local Tourism Marketing Management Model Based on Tourist Destination Image Measurement [J]. Tourism Management, 2009, 30 (3): 419 - 428.

- [2] 王铁, 张宪玉. 基于概率模型的环城游憩带乡村旅游开发决策路径研究 [J]. 旅游学刊, 2009, 24 (11): 30–35.
- [3] 陈觉. 基于前后台分离的乡村旅游集团化结构研究 [J]. 经济地理, 2010, 30 (8): 1378–1382.
- [4] 孙艺惠, 陈田, 张萌. 乡村景观遗产地保护性旅游开发模式研究——以浙江龙门古镇为例 [J]. 地理科学, 2009, 29 (6): 840–845.
- [5] 郭文. 乡村居民参与旅游开发的轮流制模式及社区增权效能研究——云南香格里拉雨崩社区个案 [J]. 旅游学刊, 2010, 25 (3): 76–83.
- [6] 白凯. 乡村旅游地场所依赖和游客忠诚度关联研究——以西安市长安区“农家乐”为例 [J]. 人文地理, 2010 (4): 120–125.
- [7] 吴必虎, 武佳. 中国乡村旅游发展产业升级问题 [J], 旅游科学, 2007, 21 (3): 11–12. 3.
- [8] 杨蜜蜜, 龙茂兴, 刘建平. 景区边缘型乡村旅游发展探讨 [J]. 生态经济, 2009, 1 (1): 142–144.
- [9] Johann FÜLLER, Kurt MATZLER. Customer Delight and Market Segmentation: An Application of the Three – Factor Theory of Customer Satisfaction on Life Style Groups [J]. Tourism Management, 2008, 29 (1): 116–126.
- [10] 曲亮, 郝云宏. 基于共生理论的城乡统筹机理研究 [J]. 农业现代化研究. 2004, 25 (5): 372.
- [11] 杨春宇, 黄震方, 毛卫东, 等. 旅游地系统演化机制研究 ——基于两个系统的耦合分析 [J]. 云南师范大学学报, 2007, 39 (2): 140.
- [12] 申秀英, 卜华白. 中国古村落旅游企业的“共生进化”研究——基于共生理论的一种分析 [J]. 经济地理, 2006, 26 (6): 325.
- [13] 吴国新. 旅游产业发展与我国经济增长的相关性分析 [J]. 上海应用技术学院学报, 2003 (4): 238–241.
- [14] 罗明义. 发展乡村旅游与社会主义新农村建设 [J]. 旅游学刊, 2006 (10): 4–5.

RESEARCH ON COUPLING DEVELOPMENT BETWEEN SCENIC-BASED TOURISM VILLAGE AND THE CORE SCENIC AREA

YANG Xiao-zhong, YE Shu-juan, FENG Li-xin

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

Abstract: Tourist Village, as a new type of rural tourism destination, is one of the most basic components in the national rural tourism “One Hundred, One Thousand and Ten Thousand Project”. From the scenic-based tourism village’s perspective, the paper selects the Mt. Huang Scenic Area and Shancha Village as the case place, analyses coupling development between the village and the core scenic area using multiple regression analysis. The results show that: (1) the development of Mt. Huang Scenic Area energetically promotes the social, the economic and cultural level of Shancha Village; (2) the development of Mt. Huang Scenic Area has less environmental impact on Shancha Village; (3) the development of Mt. Huang Scenic Area is influential to the village community participation, but is not remarkable. Based on the development characteristics of scenic area and village, the paper systematically reveals that endogenous capacity of coupling development between scenic-based tourism village and the core scenic area stems from the difference potential, the catalysis potential, the management potential and the stably potential, which form the scenery-village coupling evolutionary mechanism. At the same time, the article proposes four ways of tourism coupling development between Mt. Huang Scenic Area and Shancha Village.

Key words: tourism village; Mount Huang Scenic Area; coupling development

西部乡村民族社区景区化的内涵及表征 ——以云南典型乡村民族社区为例

王维艳¹, 沈 琼¹, 李 强²

(1. 云南师范大学 旅游与地理科学学院, 云南 昆明 650092; 2. 四川攀枝花学院, 四川 攀枝花 617000)

摘要:从旅游活动要素及其空间效应着眼,对“景区化”与“乡村民族社区景区化”的内涵进行了界定,把社区事象的景观化、经济功能的旅游化、组织管理的业缘化等视为“乡村民族社区景区化”的具体表征;认为乡村民族社区景区化的结果,必将导致乡村民族社区向旅游社区的演变,并对乡村民族旅游社区的内涵及其类型特征作了初步探讨,进而细分出名义在场型、从业参与型、景观资产型、混合平衡型4种类型。对云南曼听五寨、雨崩村、泸沽湖落水村和里格村进行实证研究的结果表明,除了曼听五寨属于名义在场型外,其余为从业参与型旅游社区。

关键词:景区化;乡村民族社区;旅游社区;云南省

中图分类号: F59 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7852(2011)02-0009-06

0 引言

后现代主义思潮,引发了极具体验性、探索性和求知性诉求的西部乡村民族社区旅游的热潮;同时,大量实践经验已证明,对于发展机会十分有限的中国西部欠发达民族地区而言,旅游业的发展比其他产业也更加有效,这主要得益于其优良的自然生态、民族文化资源禀赋以及旅游业较低门槛的投入、较快的就业回报效应等。

另外,笔者也发现,乡村民族社区响应(参与)旅游发展的结果,使得原来传统的农业村社正在或已具备某些旅游景区的形态和功能特征,进而催生了一批特色鲜明的民族文化旅游社区。传统农业社区向旅游景区、旅游社区的演进,已不同程度地面临传统社区的解构与重构问题,因而迫切需要对这一现象和过程给予关注和研究。本文尝试性地将这一发展过程界定为“乡村民族社区的景区化”,

并对其内涵及表征进行了阐述,以期“抛砖引玉”。

1 景区与景区化的内涵

1.1 景区的内涵

目前,国内外关于旅游景区的定义仍存在多种观点,尚无定论。综合各家之说^[1-3],我们认为,旅游景区一般具有如下基本属性。

首先,景区功能的旅游专用性,即指景区专为到访者提供审美观赏、增知益智、娱乐康体、休闲疗养等方面的旅游功能,它取决于景区特定的旅游资源、旅游设施及服务;其二,景区管理的控制性,是指景区一般设有专门的管理机构,通过划定明确的地域边界,设置固定的出入口,以实现景区开发保护及游人行为的有效控制;其三,景区质量的等级性,即依据 GB/T17775-2003 标准^[2]可将其定级为AAAAA级,AAAA级,AAA级,AA级、A级以及无A级旅游景区。其中,景区功能的

旅游专用性是其本质属性。

1.2 景区化的内涵

国内外对于“景区化”鲜有界定。肖胜和为了论述旅游“非景区化”问题,曾通过反向思维对“景区化”提出了自己的见解,认为“因开展旅游活动从环境空间中剥离出来,与其周边环境之间因有明确的界限而形成特定的隔离空间,该过程可以称为环境空间的‘景区化’”^[4],这是旅游活动对环境空间作用结果的初步认识。

从旅游活动要素及其空间效应着眼,我们认为“景区化是指某个空间或地域,因其特定的资源环境被旅游者纳入旅游吸引(景观)视域,经由某种形式的开发和经营管理,配套相应的旅游设施与服务,逐步形成具备一定旅游功能的新型空间过程”。这一界定揭示了“景区化”作为旅游活动三要素与特定空间相互作用内在逻辑关系的本质。而某些景区(尤其是城市型景区)取消门票、拆除围墙的做法,不过是景区在经营管理形式上的改革与创新,实质是景区顺应后现代旅游发展需要在其“生存空间”上的扩张。

2 乡村民族社区及其景区化的内涵

2.1 乡村民族社区的内涵

社区(Gemeinschaft)概念源自 1887 年德国社会学家滕尼斯(F. Ferdinand Tönnies),并经由 20 世纪美国社会学家的功能性翻译(Community),以表达公社、团体、共同体之意,以及“地域”涵义的赋予,最终由马克斯·韦伯(Max Weber)直接将其定义为聚落和居民点。在中国,“社区”概念最早是费孝通先生在 1933 年用来翻译英文 Community 一词,主要是指以地区为范围,在地缘基础上结成的互助合作群体。可见,空间、功能、人群及其组织是社区构成的 4 个基本要素。

本文中的乡村民族社区,特指拥有某种稀缺或独特文化及其生态环境的少数民族聚居的农村社区,其环境空间的乡村性、经济功能的农本性、人群特质的(少数)民族性、组织管理的地缘-血缘性等成为该类社区最基本的属性特征。

2.2 乡村民族社区景区化的内涵

基于上述对“景区化”内涵的认识,我们认为,“乡村民族社区因其独特的自然-人文事象而被旅游者纳入旅游核心吸引(景观)视域,社区居民响应旅游发展的结果,使其传统的生产生活方式

乃至社区功能随之出现明显的旅游指向化倾向,最终成为一个与其周边环境功能相异的新型社区过程,即为‘乡村民族社区的景区化’”。其中,社区事象的景观化、经济功能的旅游化、组织管理的业缘化为其具体表征;而乡村民族社区景区化的结果,必将导致乡村民族社区向旅游社区的演变。

3 西部乡村民族社区景区化表征的实证研究

鉴于云南省乡村民族社区普遍具备“社区事象景观化”的资源环境禀赋,加之社区响应的较早,类型多样,故本文的实证研究主要涉及中国西部的这一特定空间地域。

3.1 社区事象的景观化

特定空间内的某些物象及其地域组合,因被旅游者或政府、开发商赋予了鉴赏意义而附加旅游价值的过程即为物象的“景观化”。一般而言,探险型旅游者是乡村原生型物象“景观化”的先驱推手,随着旅游发展阶段的演进,政府或开发商将作为第二、三梯队跟进;而旅游开发商和政府通常是城市主题型物象“景观化”(如主题公园)的主推力量。文中的实证案例属于前者范畴,同时,乡村旅游场域内的人们也会逐步认同并主动迎合“景观化”这一发展趋势。

3.1.1 雨崩村(旅游起步阶段)——徒步探险者推崇的“香格里拉”

雨崩村本是滇西北梅里雪山深处的一个极其贫困的半农半牧藏族村寨,20 世纪末开始有探险旅游者进入,近年来每年吸引上万人次的旅游者^[5]。究其原因,我们不妨信手捻来几个博文辞藻加以简单组合以飨读者。“雨崩,一个与世隔绝的旷世桃源:冰川、神山、藏式建筑、白塔、田园与淳朴的民风 and 热情的笑脸交相辉映,让一切现代化的东西显得多余;至今仍保留了古老而独特的一妻多夫文化和生活习俗,村中许多人都墨守着兄弟共老婆的传统婚姻方式;还保留着原始的共产分配方式,或开客栈、牵马载客,保证了全村村民共同富裕;……每个到过雨崩村的人都坚信这里就是真正的香格里拉”^[6]。

目前,前往雨崩的游客大部分为年轻的自助旅游者,旅游接待也多为村民主导的牵马托运、向导和提供简易的食宿设施,政府与外来开发商尚未跟进^[7]。

3.1.2 曼听五寨（旅游发展阶段）——傣族园公司顺势推进的“孔雀羽翎”

橄榄坝曼听五寨（曼将、曼春满、曼乍、曼嘎、曼听），凭借其旖旎的亚热带田园风光、保存完好的千年古村落群、典型的干栏式竹楼、浓郁的傣家饮食习俗、神奇的佛教文化而被外界誉为“孔雀羽翎”。在西双版纳傣族历史上，曼听就已成为傣族统治者宣慰使召片领的宫廷花园寨。20世纪80年代末90年代初，游客慕名橄榄坝“孔雀尾巴”而来，少数村民自发响应的结果，催生了诸如“曼听景点”、“曼春满风景园”及“蝴蝶园”等零散景点。

其实，早在10年前，傣族园公司就独具慧眼，加之“99昆明世博会”的机遇，终于在1999年正式介入并圆满开业。公司设计的“公司+农户”运作模式，即“村寨和村民提供资源，公司投资开发利用，……互利互惠”的做法，强化了“村寨的每个人，每棵树，每株草都是一道特别的风景”^{*}，使村民的日常生活成为了傣族园景区最灵动、最精彩的“孔雀羽翎”。对散客的访谈中我们也发现，并非天天泼水狂欢、舞台歌舞，而是村民们开放式的竹楼院落、“夜不闭户”、“宾至如归”的“傣家乐”民俗体验，直接触动了人们心灵深处那些最柔软的地方。

3.1.3 泸沽湖摩梭村寨（旅游转型阶段）——社区-政府次第跟进提升的“女儿国”

从独特性和吸引级别角度，泸沽湖旅游的核心价值不在于湖光山色，而是被各种媒体广为报道的“女儿国”及其“母系大家庭”与“走婚”等习俗。20世纪80年代以前基本属于以美国学者洛克、中国学者周汝诚、李霖灿、刘尧汉等为代表的民族文化学术考察阶段；80年代末泸沽湖旅游业开始萌芽，以1989年宁蒗县旅游局的成立以及落水村第一间家庭旅馆的诞生为标志，但因村民观望气氛浓重，直到1993年才出现第二间家庭旅馆。1994年省政府正式批准泸沽湖为省级旅游区，次年批准实施泸沽湖省级旅游规划，政府也以兴建星级宾馆（摩梭山庄）的形式有所介入。之后10年间，民居家庭旅馆的旅游经济示范效应已使落水村和里格村的社区旅游开发暴露出过度透支“女儿国”文化品牌与泸沽湖自然生态的诸多问题。

为了营造良好的社会环境和投资环境，加大保

护管理力度，提高旅游业发展的质量和效益，2004年泸沽湖省级旅游区管理委员会调整为市政府直属管理机构。2006年省政府滇西北旅游现场办公会提出了“要抓好以竹地为重点的，包括摩梭风情展示、住宿餐饮、娱乐购物、文化体验、游客服务中心为一体的泸沽湖女儿国旅游小镇建设工作”精神。2008年丽江市人民政府与中邦置业集团有限公司和米丘环境艺术设计有限公司在昆明正式签署了《泸沽湖女儿国项目投资开发框架协议》，为泸沽湖女儿国旅游转型升级提供了有力支撑。

3.2 社区经济功能的旅游化

社区功能主要指社区满足人们生产生活需要的功能，一般构成一个完善的功能体系，但文中主要指社区的经济功能及其参与功能。对于中国西部广大的乡村民族村社而言，农业以及由血缘-地缘关系维系的个体家庭经营为其经济功能的主要内容和组织形式。

近年来，村社面向旅游者的“游”而配套的吃、住、娱、购等相关设施与服务也应运而生，由此引发了社区产业结构从第一产业向以旅游业为重心的第三产业转移的现象，即所谓社区功能的旅游化，又可从旅游从业、旅游收入两方面来体现。

3.2.1 社区旅游从业的普及化

以雨崩村为例，村民参与旅游的方式主要包括为游客提供马帮、食宿、向导和藏家访等。其中，仅马帮服务就已保证了该村34户村民100%的参与到了旅游接待活动中，其中有24户兼营家庭客栈，还有一部分虽没有开客栈，但在旅游旺季也会为游客提供食宿服务^[7]。

据我们2011年2月9~17日实地入户调查的结果显示，泸沽湖落水（自然）村主要是通过游船、篝火晚会等集体项目，保证了全村居民户的旅游公平参与（按1996年定格的全村73户计，分36人与37人两组轮流出工；分家以后的收益由原母屋内部进行二次分配）；另有70%农户兼营家庭旅馆，还有部分出租铺面、搞客运等。里格村则按2005年整村搬迁时的37户计，家家户户都经营家庭旅馆，所不同的是，除了扎西家自己经营外，大多与外来投资者形成合资、合作、出租等经营形式；此外，还有晚间全村（包括新分家的4户，共计41户）均等参与的跳舞与白天零星的客运、划船项目。

* 范文武. 西双版纳傣族园十年发展回顾（1999~2009）. 西双版纳傣族园有限公司，2009. 12.

相比较而言，傣族园五寨村民（户）的旅游参与面却不够深入广泛。就其参与的途径而言，主要有傣家乐、摆摊设点卖水果或工艺小商品、招为公司员工等。目前，景区内五寨村民共有 339 户，其中 138 户有 1~3 人不等在公司就业，占村民总户数的 40.7% *；另据笔者 2010 年 8 月份的实地观察，有食客经常光临的“傣家乐”不过 20 多家，旅游旺季有一定量的散客住宿，淡季很少；摆摊设点旺季时可到 100 个左右，9 月份时大约只有 40 多个，还有约 1/4 农户几乎没有任何形式的参与。

3.2.2 社区旅游收入的主业化

雨崩村，传统上主要从事畜牧业和农副业，其中，包括肉、奶、酥油等畜牧业以及盛夏时节的特种山货（冬虫夏草、藏红花和松茸等）是其主要收入来源^[5]。近年来，旅游服务业已逐渐取代农牧业成为村民的主要经济来源。早在 2006 年，雨崩村旅游马帮运输服务和旅游住宿经营住宿服务的总收入已达 148 万元，其中住宿 88 万元，牵马服务约 60 万元，平均每户获利 4.5 万元^[8]。加之，通过适当的组织形式和二次分配制度，保证了村民之间的收入相差不至于过大。

落水（自然）村早在 2003~2006 年间农民家庭经营收入中商饮业和服务业的收入总和即已稳定在 55% 左右**，但因家庭旅馆的经营规模、档次不同，村民之间的收入相差较大。据笔者 2011 年 2 月 9~17 日的实地入户问卷调查，全村（按 1996 年定格的 73 户母屋计）80% 的农户旅游及相关收入占家庭总收入的一半以上，64% 的农户高达 3/4 以上；当然，旅游总收入从 1 万元到 20 余万元不等，大约 2/3 的农户旅游收入在 5 万元以下。里格村（按现有 41 户中的 29 户样本计）86% 的农户旅游及相关收入占家庭总收入的一半以上，65% 的农

户高达 3/4 以上；旅游总收入从 3 万元到 30 万元不等，绝大多数在 10 万元以下。

与就业相关联，2008 年傣族园五寨农村经济总收入中商饮业和服务业的收入总和却只占 12.88%，其中最高的曼乍村为 31.32%，最低的曼听村仅为 1.95% ***。另据笔者 2010 年 8 月实地入户问卷调查，全村（按 172 户抽样样本计）73.8% 的农户旅游及相关收入占家庭总收入的 1/4 以下；只有 3.5% 的农户旅游收入占家庭总收入的一半以上。

3.3 社区组织管理的业缘化

3.3.1 社区旅游组织的契约化

“乡村社区以农业为主的自给自足的经济结构，使农户之间形成了一种相互独立的非竞争的产业经济关系，而旅游业则在参与者之间形成了一种竞争性的产业经济关系，即旅游业的边际收益（损失）将即刻影响到其他农户。这样，旅游业就把一种紧张的、竞争性的经济关系直接引入到了乡村社会的内部生活空间”^[8]。

为了应对旅游业的这种“外部性”问题，过去建立在血缘-地缘关系上的传统组织形式，已经不再适应新型产业经济关系发展的需要。于是，基于简单契约（或乡规民约）关系的各种社区旅游组织形式便应运而生，如雨崩村马帮经营的整村“轮换制”与住宿分配的“代税制”^[8]；落水村集体游船、篝火晚会项目的轮流分配与合作制。然而，傣族园五寨村民曾经出现过却于近年解体的傣楼与傣家乐经营的集体轮流与分工合作制则属例外，也值得深思。

3.3.2 社区旅游管理的层级化

鉴于上述乡村民族社区（自然村）与既定景区空间关系所形成的景区包含社区或景区-社区（主体）重叠两种空间结构类型（图 1），加之旅游场

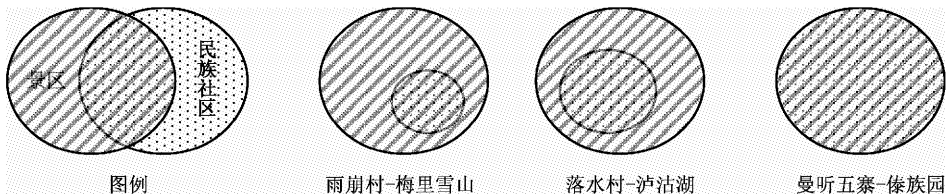


图 1 乡村民族社区-景区的空间关系图式

Fig. 1 The spatial relationship of rural ethnic communities - scenic area

* 傣族园公司民族事务部，西双版纳傣族园五寨村民基本情况表，2010. 2. 经笔者统计而得。
** 落水村委会，2003~2006 年落水村委会农村经济统计资料，经笔者计算而得。
*** 勐罕镇政府，2008 年曼听村委会农村经济统计资料，经笔者计算而得。

域中权力-资本运作惯习的影响，社区旅游的组织管理实践多呈现为两个垂向层级的多元网络模式，如景区-社区一级的“景区主导-社区参与”以及村社一级的“社区自治”；前者又包括“政府主导-社区参与”（如泸沽湖）和“企业主导-社区参与”（如傣族园）模式，后者即指以落水村、雨崩村为代表的“轮换制”和“代税制”等“社区自主”模式。

4 对旅游社区的再认识

4.1 旅游社区及其悖论：傣族园内曼听五寨算不算旅游社区

旅游社区，是旅游地理学界常用的概念，但鲜见对其进行较为清晰界定的成果。基于“旅游”的游客体验性及社区功能的双重指向，本文将其界定为：依托社区独特的文化生态家园，通过景观资源的资产化运作并配套相关旅游接待设施与服务，使旅游业在收入、就业等方面取代传统产业而成为其支柱产业（即社区旅游及相关收入占其总收入50%以上），最终形成与之相适应的生活方式和社区组织形式的新型社区形态，它是社区景区化发展到一定阶段的产物。

按照上述界定，显然落水村、里格村和雨崩村都已纳入旅游社区范畴，而作为“景区和社区一体化”的傣族园曼听五寨却并未入围！产生这种旅游社区悖论的原因，不是理论界定的问题，就是实践操作的问题，值得探究。

4.2 对旅游社区类型及其特征的再认识

关于旅游社区的类型划分，笔者比较认同孙诗靓^[9]提出的景观型、从业型、景观-从业混合型的分类法。但因其划分不仅缺乏具体的指标依据，更重要的是不能深入揭示旅游社区之所以成其为旅游社区的经济学本质意义。

为此，本文依据一定的经济学量化指标，并结合既定的体制机制现实，将西部乡村民族社区景区化过程中形成的现行旅游社区划分为名义在场型、从业参与型、景观资产型、混合平衡型 4 种类型（图 2）。

名义在场型旅游社区，特指基于社区景观资源吸引和地方经济发展需要，而将社区作为地方经济发展的重要手段和工具，圈地划入旅游景区统一管理，而社区居民旅游收入并未达到总收入的一半以

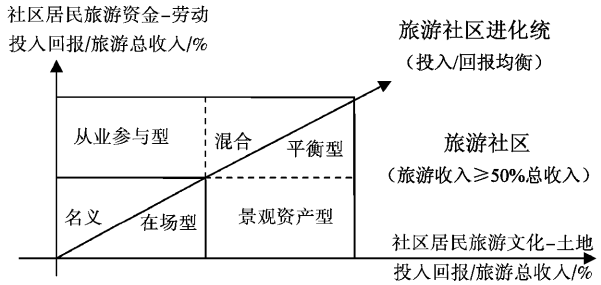


图 2 旅游社区类型及其进化统图示
Fig. 2 Tourism community types and their evolution system icon

上的一类旅游社区，如傣族园曼听五寨。这类社区与景区之间，名义上实现了空间-组织管理体制上的一体化，但社区居民的合法权益并未得到充分保障，甚至步入了旅游经济边缘化的境地。

从业参与型旅游社区，是指主要通过提供与旅游者的“游”相关的“吃、住、行、购、娱”设施与服务，满足社区居民的就业需求，并构成其旅游收入主要来源的一类旅游社区，如落水村、里格村和雨崩村。

景观资产型旅游社区，是指那些依托社区独特的文化生态家园，通过对其进行资产化运作（如景观-土地的股金、文化产权化等）使其收益成为旅游主要来源的一类旅游社区，通俗讲就是实现了吃景观饭。这样的旅游社区似乎有些遥不可及，但现实中九寨沟的“九寨”村民或许可算是基本吃上了景观饭。

当然，从严格意义上讲，不论名义在场型、从业参与型还是景观资产型，都是与在场、从业、景观收益相关的混合型，只不过经济贡献率不同而已。从社区景区化进化方向看，现实中较为普遍的从业参与型和名义在场型旅游社区都处于不稳定状态，必将向混合平衡型回归。这是因为：

一方面，作为从业参与型的旅游社区，因其隐藏的前提条件即市场非垄断（如落水村的团队市场、里格村和雨崩村的散客市场）以及较强的社区自治力（即社会控制、社会参与、社会互助等），而使其“旅游社区”的属性存在一定的风险和不确定性；同时，过度从业倾向既会损害其景观特质，又强化了社区单一经济结构的脆弱性。

另一方面，以“资源兴园”的傣族园，正面临“资源悖论”的困扰。“守望竹楼”与“异化建筑”的博弈，已对其“名义在场”提出了严峻的挑战。

或许九寨沟经验与景观资产型旅游社区模式是其最好选择, 不仅因为理论上景观资产型旅游社区具备可持续性和内涵发展的特质, 而且现实中“村民关于门票收入的分成愿望已开始出现”^[10]。

参考文献:

- [1] 李天元. 旅游学概论 [M]. 天津: 南开大学出版社, 2003: 205 - 206.
- [2] 国家旅游局信息中心. 旅游景区质量等级的划分与评定 (修订) (GB/T17775 - 2003) [EB/OL]. <http://www.cnta.gov.cn/html/2008-6/2008-6-27-20-31-36-5.html>.
- [3] 王波. 中国旅游景区供给的制度经济学研究 [D]. 北京: 北京交通大学, 2007.
- [4] 肖胜和. 旅游“非景区化”现象及其影响探析 [J]. 地理与地理信息科学, 2009, 25 (5): 98 - 101.
- [5] 保继刚, 孙九霞. 雨崩村社区旅游: 社区参与方式及其增权意义 [J]. 旅游论坛, 2008, 1 (1): 58 - 65.
- [6] 水边的骆驼. 雨崩: 真正的香格里拉 [EB/OL]. 2009-02-13. <http://www.xici.net/d85014146.htm>.
- [7] 陈志永, 杨桂华. 民族贫困地区旅游资源富集区社区主导旅游发展模式的路径选择——以云南梅里雪山雨崩藏族社区为个案研究 [J]. 黑龙江民族丛刊, 2009 (2): 52 - 63.
- [8] 陈颀, 杨桂华. 梅里雪山雨崩村旅游社区参与的组织形式与分配制度 [J]. 思想战线, 2008, 34 (3): 127 - 128.
- [9] 孙诗靓, 马波. 旅游社区研究的若干基本问题 [J]. 旅游科学, 2007, 21 (2): 29 - 32.
- [10] 孙九霞. 旅游人类学的社区旅游与社区参与 [M]. 商务印书馆, 2009: 149.

THE CONTENT AND CHARACTERIZATION OF THE SCENIC AREA OF RURAL ETHNIC COMMUNITIES IN WESTERN CHINA ——TAKE TYPICAL RURAL ETHNIC COMMUNITIES IN YUNNAN AS AN EXAMPLE

WANG Wei-yan¹, SHEN Qiong¹, LI Qiang²

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

2. Sichuan Panzhihua University, Panzhihua 617000, Sichuan, China)

Abstract: Basing on factors and their spatial effect of tourism, this article defines the content of “Area of” and “the Scenic Area of Rural Ethnic Communities”. And regards the scenic of community affairs, the tourism of economic functions, the industry margin of management etc. as the specific characterization of “the Scenic Area of Rural Ethnic Communities”. It considers the results of the scenic area of rural ethnic communities will inevitably change the rural ethnic communities into tourism communities. This article preliminarily studies the content and the features of the rural ethnic tourism communities and further subdivides into the name presence type, practitioner participation type, landscape assets type and mixing balance type. Empirical studies on Manting five villages, Yubeng Village, Lushui Village and Lige Village in Yunnan suggest that Manting five villages belong to the name presence type and the rest belong to practitioner participation type.

Key words: scenic area of; rural ethnic communities; tourism communities; Yunnan Province

名人故居免费开放对客源市场的影响

——以孙中山故居为例

黄 英¹，龙良富²

(1. 中山职业技术学院, 广东 中山 548202; 2. 电子科技大学 中山学院, 广东 中山 548202)

摘要：通过实地调研和 2007 ~ 2010 年孙中山故居客源市场统计数据，对孙中山故居免费开放后的客源市场变化情况进行了分析。研究表明免费开放对客源市场空间构成及消费行为产生了积极影响，并呈现以下特征：客流量逐年大幅度增加；周边地区及本地旅游市场集中度显著增加；游客数量春夏季增幅较大，在时间分布上相对均衡；客源市场消费动机日趋多元化，休闲旅游需求增加；游客购物行为明显增加。免费开放在一定程度上使孙中山故居从传统的教育基地馆变为大众休闲旅游场所，这种变化给予名人故居新的发展契机。针对客源市场的新需求，景区管理委员会应该改变管理思路，采取相应的经营管理措施。

关键词：孙中山故居；免费开放；客源市场

中图分类号：F59 **文献标识码：**A **文章编号：**1001 - 7852(2011)02 - 00015 - 05

2008 年 1 月，中宣部、财政部、文化部、国家文物局联合发出《关于全国博物馆、纪念馆免费开放的通知》，要求全国各级文化文物部门归口管理的公共博物馆、纪念馆，全国爱国主义教育示范基地实行免费开放。虽然目前中国多数名人故居仍属于文物建筑及遗址类博物馆的范畴，但由于已经普遍转变纪念馆，或者延伸出纪念馆，尤其是老一辈无产阶级革命家、现代文学家故居更是如此，以 22 家被评为全国重点文物保护单位的老一辈无产阶级革命家故居为例，其中 20 家发展为纪念馆^[1]，因此，全国纪念馆性质的名人故居已经执行免费开放。名人故居免费开放意味着游客参观游览不再需要门票支出，游览成本的降低必将对其客流量、客源市场空间构成及消费行为产生积极影响，也会因此为景区带来经营管理的问题，本文以孙中山故居为例，分析免费开放后客源市场的需求变化，并提出相应发展对策，以期对中国名人故居的持续发展提出新的思考。

1 从公共物品角度看名人故居的免费开放

名人故居通常是承载着历代民族英雄、领袖及各行业、各门类的杰出代表人物，其先进思想、遗物以及建筑艺术已成为地区重要的文化旅游资源。免费开放后名人故居由原来的半公共物品转变为纯公共物品，具有两个特征：消费的非排他性和非竞争性，即任何人在景区开放时间都可以以任一目的参观游览。

名人故居作为公共物品，其资源的原真性使其缺乏外部的竞争压力，相关管理部门一般都采取垄断营运方式，同时，由于有财政经费的支持和保

障,故居管理委员会并不追求利润最大化作为其行为目标,因此长期以来缺乏与旅游市场需求接轨的内在动力。但免费开放使名人故居从传统的教育基地馆变为大众休闲旅游场所,使其不仅要保持原貌、注重收藏与展陈,更重要的是要围绕人物和市场变化来开展旅游产品开发和市场开拓,以满足客源市场不断增长和丰富的旅游需求。因此,只有在研究名人故居免费前后客源市场变化的基础之上,才能在保护文化遗存的前提下,科学合理地开发旅游资源,通过免费游览来拉动“购、娱、住、吃”等旅游消费,从而促进名人故居的社会效益和经济效益。

2 孙中山故居旅游发展基本情况

孙中山故居位于广东省中山市翠亨村,紧邻珠海,与香港、深圳一水之隔,是中国伟大革命先行者孙中山先生的诞生成长之地。孙中山故居占地面积 500 m²,建筑面积 340 m²,分为孙中山纪念展示区、翠亨民居展示区、翠亨农业展示区。孙中山纪念展示区包括孙中山故居纪念馆以及孙中山在翠亨村的其他历史遗迹;翠亨民居展示区展示了翠亨村清末民初各阶层的民宅和生活状况,再现了孙中山出生及其成长的历史背景;翠亨农业展示区展示水稻耕作、瓜果蔬菜种植、桑基鱼塘、家禽饲养、现代农业的无土栽培种植等珠江三角洲的农业生态。

孙中山故居不仅是中山市唯一的全国重点文物保护单位,同时由于其环境优美、古迹保护完整、历史资料丰富而被评为中国首批 4A 级景区,在全国甚至东南亚地区都具有较高的知名度和影响力,2007 年被评为中山旅游十大看点之首。由于孙中山先生在世界范围内的广泛影响力,近 5 年来故居每年游客量保持在 100 万以上,成为本地之外旅游市场的主要接待地。以 2007 年为例,中山市共接待本地之外的游客量 484 万人次,孙中山故居接待了 71.6 万人次,占其中的 15%,占中山市接待广东省外游客量的 19.3%。因此,孙中山故居的旅游发展情况在很大程度上影响了中山市旅游市场的发育与拓展。

由于孙中山故居属于纪念性博物馆,按照《关于全国博物馆、纪念馆免费开放的通知》,于 2008

年 3 月 28 日正式免费开放。景区的免费开放取消了原来 20 元的门票,门票门槛作用消失,景区成为纯公共物品,这对客源市场产生了较大影响,也对景区的经营管理提出了新的挑战。

3 孙中山故居免费开放对客源市场的影响分析

3.1 客流量逐年大幅度增长

景区门票在本质上是游客观赏景区和接受相关服务所付出的相应费用,更多地体现为一个由潜在旅游需求转化为现实旅游消费的节点,具有调控客源市场需求的作用^[2],二者之间呈负相关关系。从近年来杭州西湖及各地城市公园免费开放的统计数据来看,取消景区门票后游客量将会出现井喷现象。虽然孙中山故居免费开放后的两天内只接待 3 942 人,略高于非节假日接待水平,并未出现过度拥挤的情况,但随着免费开放被公众逐渐认知,在免费开放后的 3 年时间内,游客数量逐年较大幅度增长(图 1),2007 年共接待游客 98.5 万人,到 2010 年游客数量已达 154.7 万人,增长了 56 万人,3 年的平均增长幅度为 16.76%,超过历年增长幅度,并创造了景区接待规模的历史新高。其中 2009 年游客数量增幅最大,达到 32.2%,这在一定程度和中国经济走出金融危机,居民旅游消费能力同比增强有关,但免费开放才是游客数量的大幅度增长的核心原因,免费开放取消了门票的“门槛作用”,增强了客源市场的购买能力,降低了他们的消费预算,促使旅游潜在需求能更低成本实现,促进了周边地区客源市场的消费以及本地居民的多次重复消费,以 2009 年的珠三角城际旅游大联动为例,由于免费开放,周边地区旅行社推出的 69 元中山故居游受到当地居民的强烈反响,导致游客数量大幅度增长。

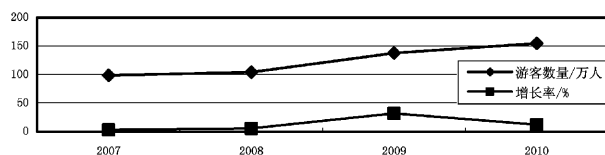


图 1 2007 ~ 2010 年接待人数及年增长率

Fig. 1 The reception number and growth rate from 2007 to 2010

3.2 客源市场时空分布呈现较大变化

3.2.1 周边地区及本地旅游市场集中度显著增加

旅游市场的空间分布结构主要指旅游者的地理来源和强度^[3]。从中山市旅游局的统计资料来看,2007 年(未免费开放)中山本地居民人数为 27.4 万人次、珠三角旅游人数 38.9 万人次,分别占总游客量的 27.8% 和 39.5%,其余地区人数仅为 32.7% (图 2),表明中山故居客源市场空间分布较为集中,这和全国大部分名人故居情况类似,由于产品结构相对单一,市场距离衰减特征相对风景名胜区尤为明显。免费开放后(2009 年),本地居民旅游人数为 53.9 万人次,珠三角为 54.5 万人次,分别占总人数的 39.2% 和 39.6%,说明孙中山故居市场引力场集中在 100 km 范围内,该范围内的客流量累计百分比已经达到 78.8%,市场集中度显著提高,而其他地区旅游人数所占比例逐渐降低。孙中山故居市场集中度的提高并非说明吸引范围下降,而是免费开放降低了旅游成本,直接刺激了本地居民的多次重复游览以及周边居民的消费欲望。从中山市旅游局调研的数据可以看出:免费开放后孙中山故居超越孙文纪念公园等城市公园而跃居于最受市民欢迎的休闲游览场所,由此可见孙中山故居免费开放后逐渐成为当地及周边短距离居民生活中重要的休闲游览场所。

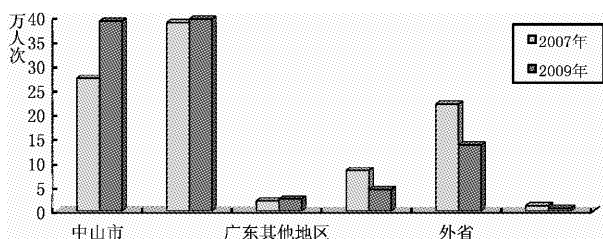


图 2 2007 年和 2009 年客源市场空间分布

Fig. 2 The source market spatial composition in 2007 and 2009

3.2.2 游客数量春夏季增幅较大,在时间分布上相对均衡

中山属亚热带湿润季风气候,长夏无冬,旅游尚无淡旺季区别,在免费开放前后的游客数量在时间分布上往往随着季节的变化呈现逐季增加的现象,春季游客数量明显低于秋冬季,从统计情况来看,2007、2008 年冬季游客数量都是春季游客数量的 3

倍之多,明显区别于其他地区的名人故居。但在 2009 年和 2010 年游客数量在春夏季有大幅度增长,增幅达到 100%~200%,而秋冬季增长幅度相对较少,使景区各个季度游客数量逐渐均衡。促使景区客源市场在时间上分布均衡的主要原因是景区免费开放后,大量本地及周边地区居民前往景区的时间选择上更加多样,特别是周边地区的老年市场和本地的中青年市场通常避开了游客相对拥挤的时段。

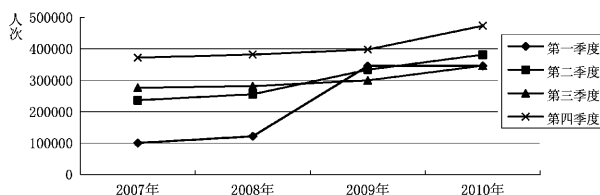


图 3 2007 年~2010 年各季度旅游人数

Fig. 3 The tourist number in each quarter from 2007 to 2009

资料来源:孙中山故居管理处。

3.3 客源市场消费动机日趋多元化,休闲旅游需求增多

名人故居作为传统的人文教育基地,游客的消费动机主要是缅怀、纪念和教育,同时兼具感受环境(传统文化中的风水、灵气)或休闲游览^[4]。但随着免费开放,参观人员由团体型逐步转向散客型,参观的目的也由原来纪念和教育逐步转向教育、旅游、休闲、文化考察、商务等相结合,纪念馆的旅游功能得到进一步的拓展和延伸。对孙中山故居的抽样调查表明,52% 的游客的主要动机是休闲旅游,其中本地及周边居民表现尤为突出;18% 的游客消费动机是德育和美育,主要为青少年市场;13% 是商务旅游,孙中山故居作为中山市景区的代表受到商务客人的青睐;其余 19% 为文化考察兼具纪念,主要为港澳台同胞、海外侨胞及部分省外旅游市场。由此可见孙中山故居由于环境优美、遗迹保存完整,免费开放后休闲旅游成为游客最主要的消费动机。

3.4 游客购买商品行为显著增加,对其他旅游消费需求增强

旅游是一种综合消费行为,涉及“吃、住、行、游、购、娱”各项消费,但由于故居强调陈列、展示的专业性,遗产遗址的原真性,在旅游消费功能开发中都较弱,通常只涉及名人相关的纪念

品及地方特产。免费开放后，由于游览成本为零，游客的商品购买意愿明显增强，笔者在孙中山故居纪念品及商品特产进行随机抽样调查，结果 78% 的受访者表示门票取消后在一定程度上促进了旅游商品购买愿意。商品销售人员也表明门票取消后游客购买商品数量明显增加，特别是孙中山纪念章、孙中山先生相关的书籍尤为明显。同时 74% 的游客不满意孙中山故居吃、住、娱等旅游接待设施的缺乏，认为作为中山市旅游景区的代表，应该通过相关接待设施的开发延长游客的停留时间，增加他们的旅游体验。

4 孙中山故居免费开放后客源市场变化的对策建议

4.1 有效调控游客数量，避免其超过景区承载力

免费开放让名人故居变为纯公共物品，旅游接待人数不断攀升，特别是在黄金周等节假日，孙中山故居日均接待量超过 2 万人，超过了景区承载力而造成过度开放，文物受到过度氧化、遗址受到破坏，这对故居的维护和持续发展产生了影响。同时，景区管理人员有限，对游客的破坏性行为难以当面制止，将会对故居造成难以弥补的损坏。因此，在经营管理中应重视协调保护与开发的关系，通过宣传等方式引导当地及周边居民淡季游览，在黄金周等节假日，可以借鉴中国其他景区的管理经验，通过预定指定日期等方式来限制游客数量，以有效减少游客过多对景区造成的负面影响。

4.2 围绕名人文化开发特色产品，增强对游客的教育功能

中国名人故居通常注重陈列展示的学术性，专业性，遗址的完整性，注意同行和上级领导的评价，而忽略趣味性、观赏性，进而影响了社会教育功能的充分发挥。随着免费开放，名人故居逐步大众化，因此应该围绕大众的旅游需求进行特色旅游产品开发。在孙中山故居旅游产品的具体设计上，可以通过采用主题化展示，以历史场景为载体对手法对孙中山文化思想进行产品设计，从革命家、政治家等角度，将孙中山生活时代环境、生活事件等以各种解说方式和参与型活动进行综合展示，最终将厚重的遗产文化转化为能体验、能参与的旅游产

品，寓教于乐，充分发挥名人文化旅游产品的教育功能^[5]。

4.3 完善旅游接待设施，满足短途游客的休闲需求

孙中山故居长期以来作为爱国主义教育示范基地，强调景区的社会教育功能，因此旅游功能受到弱化。但免费开放后，游客旅游动机主要以休闲为主，短途旅游需求日趋旺盛，除了游览景区之外，还对“吃、住、娱、购”具有较高的需求。但现在孙中山故居吃、住、娱至今尚是空白，因此，在景区外围发展与名人文化有关的衍生性服务，如开设文化主体餐馆；创办中山名人文化艺术团体，在孙中山故居广场晚间表演；在孙中山影视城增设酒吧、书吧、茶室、咖啡屋、小型电影院等，丰富游客休闲活动内容。此外，充分利用翠亨村的物质基础条件，发展农家乐，体验农耕生活，住宿农家旅馆。通过完善旅游接待设施，不仅满足了游客的多元旅游需求，还促使游客进一步认识孙中山先生时代的社会历史环境，增强景区的市场吸引力。

4.4 联合其他伟人故居开拓市场，增强故居市场吸引力范围

孙中山作为中国三大伟人之一，在国际上具有巨大的影响力，但故居未能将名人效应转化为市场吸引力，在景区的游客接待量明显少于毛泽东故居韶山和邓小平故居，客源空间分布局限于周边地区。2008 年三大伟人故里创建了“中国二十世纪三大伟人故里”旅游合作联盟，进行跨区域合作，但受到空间距离的制约，效果并不明显。因此，孙中山故居应该加强和毛泽东故居、邓小平故居的深入合作，展开互为目的地、互为客源地、联合营销的全方位合作，调动三大景区的客源市场之间的相互流动。积极举办相关研讨会、学术会，加强媒体宣传，扩大景区的影响力，更广泛的传播孙中山先生的思想和文化。

5 结论

免费开放对孙中山故居客源市场产生了明显的积极作用，导致了景区客流量逐年大幅度增加，周边地区及本地旅游市场集中度显著增加、客源市场消费动机日趋多元化等新的市场变化，在一定程度

上使其从传统的教育基地馆变为大众休闲旅游场所。这种变化不仅表现在孙中山故居，全国纪念馆性质的名人故居免费开放后都面临类似的客源市场变化，这些变化给予了名人故居新的发展契机，同时也带来了新的挑战。因此景区管理委员会应该改

变管理思路，积极将时代特点和名人精神进行融合，不断优化环境，提升旅游体验质量及景区服务能力；增加休闲、商务设施，满足不同人群的需要，促进名人故居的持续发展，从而进一步发挥名人故居的社会效益和经济效益。

参考文献：

[1] 张秋兵. 关于名人故居发展状况的冷思考 [J]. 中华文化论坛, 2010, 2: 123 - 126.
[2] 龙良富, 黄英. 旅游目的地价格的敏感度研究 [J]. 价格理论与实践, 2010 (11): 70 - 71.
[3] 赵毅, 红叶. 新编旅游市场营销学 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2006: 168.
[4] 张维. 名人故居旅游文化资源的保护 [J]. 思想战线, 2001, 27 (6): 51 - 54.
[5] 龙良富, 黄英. 中山市文化旅游产品深度开发研究 [J]. 市场论坛, 2010 (2): 44 - 46.

FREE OPENING FORMER RESIDENCE OF CELEBRITIES MAKING
IMPACT ON THE TOURIST MARKET
——A CASE STUDY ON SUN YAT-SEN FORMER RESIDENCE

HUANG Ying¹, LONG Liang-fu²

(1. ZhongShan Polytechnic, Zhongshan 528402, Guangdong, China;

2. ZhongShan Institute, University of Electronic Science and Technology, Zhongshan 548202, Guangdong, China)

Abstract: Through field research and source market statistics from 2007 to 2010 of Sun Yat-sen former residence, the change of the tourist market of Sun Yat-sen former residence after it's free opening was analyzed. This study shows that free opening has made a positive impact on the tourist market's spatial composition and the consumer behavior. It presents the following characteristics, which are a substantial increase in customer flow year after year; the surrounding areas and local tourism market concentration increasing significantly, time distribution relatively balancing; a more diversified change in tourist markets' consumer motivation and a significant increase in tourist shopping behavior. To a certain extent, free opening has turned Sun Yat-sen former residence from a museum of traditional education base into a places of leisure travel, and it gives new opportunity to the former residence of celebrities. According to the new demands of the tourist market, scenic management committee should change management ideas and take appropriate management measures.

Key words: Sun Yat-Sen former residence; free opening; tourist market

基于 RMP 分析模式的次原始型山塘水库 旅游资源开发研究

——以湖北省小泉冲水库为例

赵 阳, 王洪蕾

(湖北大学 资源环境学院, 湖北 武汉 430062)

摘要: 笔者以 RMP 分析模式为基础, 以小泉冲水库为次原始型山塘水库资源的代表展开实证分析。在 R 性分析和 M 性分析的基础上, 提出了小泉冲水库旅游资源开发的产品方向: 以养生为核心主题, 集养生美食、运动休闲、疗养美容保健、康复静养, 景观地产、科普教育、会议度假于一体的综合性旅游地, 并据此创立了次原始型山塘水库资源的 RMP 关系矩阵, 从而为同类旅游资源开发分析提供了参考依据。

关键词: 小泉冲水库; 旅游资源开发; RMP 分析; 养生

中图分类号: F59 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7852(2011)02-0020-06

0 引言

次原始型山塘水库旅游资源是指受人为或自然破坏活动因素影响较小, 原始风貌得以较完整保存的山间水库库区旅游吸引物组合。这类资源兼有山青水秀之美, 原野气息之浓, 水利工程之雄壮。对于游客而言, 亲水而近山, 非常适合养生休闲观光, 因而受到推崇; 对于开发者而言, 水库旅游资源不仅蕴含着巨大的市场潜力, 还具有极大的环境科普价值, 综合效益颇佳。由于开发强度不大, 受人为活动因素影响小, 小泉冲水库区内的旅游资源基本未受到损害, 原始面貌显著。鉴于此, 本文尝试运用 RMP 昂普分析模式^[1], 以小泉冲水库作为次原始型山塘水库旅游资源的典型案例来探讨旅游资源开发问题。

1 研究手段

RMP 昂普分析模式是由国内学者吴必虎结合自

己多年的区域旅游规划实践提出来的一种技术手段, 分别从资源 (R) 分析、市场 (M) 分析以及产品 (P) 分析 3 方面入手, 旨在解决旅游规划中出现的旅游资源开发和旅游产品定位问题^[2]。该手段克服了传统的单一资源导向型和市场导向型的旅游资源开发规划理念, 倡导对资源、市场、产品三维一体的综合考虑分析, 因而更加全面。

旅游规划的最终成果体现是旅游产品, 旅游产品的核心原材料即为旅游资源, 而旅游资源要想转化为旅游产品又离不开市场。从以上来看, RMP 分析模式牢牢抓住了旅游规划体系中的七寸, 资源、市场、产品。此举突出了重点, 简化了过程, 加强了针对性, 提高了旅游规划的效率。在 RMP 分析技术运用中, R 性分析、M 性分析和 P 性分析组成了该技术手段的“一体两翼”结构。P 性分析为体, 它的结果即为旅游资源开发的最终成果——旅游产品。R 性分析和 M 性分析则是体的“两翼”, 分别为旅游产品设计及定位提供资源和市场方面的参考依据, 共同支撑着 P 性分析的开展。

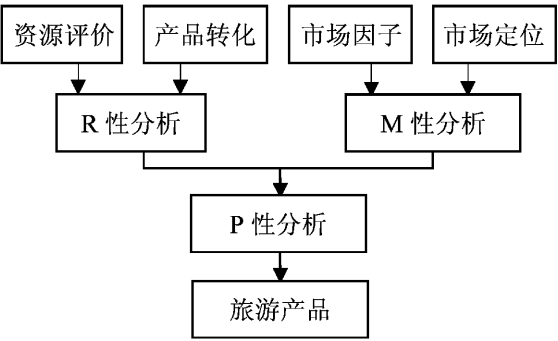


图 1 RMP 昂普分析谱系示意图^[3]

Fig. 1 The schematic diagram of RMP analysis

R 性分析即资源分析，它是 RMP 分析过程的第一步，是最终结论得出的基础和前提。主要内容包括资源评价和资源产品转化分析两个方面。资源评价的对象为资源品质、资源特色以及资源开发适宜程度的大小，资源产品转化分析需要在区域资源调查评价的基础上查明从旅游资源到旅游产品转化过程中存在哪些需要克服的障碍因素。

通过资源分析已经对区域资源状况有了一个比较全面的了解，下一步就是为资源找到匹配的市场，进而开发出最终的旅游产品。M 性分析由市场因子和市场定位两个子模块构成，市场因子主要从宏观方面把握某区的旅游资源开发存在哪些有利的市场因素和不利的市场因素，趋利避害，意图能够在纷繁复杂的市场形势中觅得开发的良机。进而结合区域旅游资源禀赋以及市场偏好，

进行市场定位。

P 性分析是最终的成果体现，是在 R 性分析和 M 性分析基础上共同进行的。在产品分析环节上，应从产品的核心主题确定来定义产品内涵，从产品的功能体系设置来进行产品定位，在产品定位和产品内涵的指引下最终完成产品体系的设置。

需要注意的是，R、M、P 并不是 3 个相互独立的个体，而是互有渗透。资源分析环节也需要考虑 M，因为可能是消费群体的偏好因素阻碍了资源向产品的顺利转化。市场分析中的市场因子分析和市场定位需要在弄清楚区域内旅游资源概况的基础上结合市场偏好与选择进行。P 性分析的结论则是综合了 R 性分析和 M 性分析的成果，旅游产品依托的是旅游资源和市场，因此不可偏废其一。

2 R 性分析

小泉冲水库位于湖北省荆门京山县境内，地处大洪山系南伸余脉，水域面积达 24 hm² 多（360 余亩）。水库四周为虎爪山所环抱，正所谓“三面环山一面水”。长荆铁路、武荆高速公路和随岳高速公路穿境而过，交通便利。库区内生态系统较为完整，分布有对节白蜡、银杏、红果冬青、红继木等名木，其中对节白蜡全球范围内仅在该区有少量分布，有“活化石”之称。山、水、洞、泉、瀑为主的自然景观遍布整个区域，景观组合条件较好（表 1）。

表 1 小泉冲水库主要旅游资源类型表
Tab. 1 The main types of tourism resources in Xiaoquanchong Reservoir

地文景观类		水域风光类			生物景观类			遗址遗迹类	建筑与设施类	
岛礁	洞穴	天然湖泊与池沼	瀑布	河段	树木	古树名木	野生动物栖息地	废城与聚落遗址	归葬地	综合人文旅游地
小泉湖	通峰洞	小泉湖	小泉冲瀑布、南岸瀑布	小泉溪	对节白蜡林、红果冬青林、榿木林、杉木林	对节白蜡、银杏	（蝴蝶谷）黑蝴蝶栖息地	古寨墙	百年古墓	板栗、玉米种植园

根据国家标准《旅游资源分类、调查与评价》（GB/T18972 - 2003）中所提供的“旅游资源共有因子综合评价系统”来对小泉冲水库旅游资源进行定量评价。具体量化结果如表 2。

该区质量等级最高的是三级，等级最低的则是一级资源；质量等级结构分布中，二级资源所占比例最高，其次为三级资源，一级资源最少。因此，得出结论：小泉冲水库的旅游资源整体上处于“普

通级”水平。在质量等级最高的三级资源中，生物景观类所占比例达到了 19%，为全区最高。而在二级资源中，该类资源也占到了总量的 19%，说明小泉冲水库生物景观类资源赋存度相对较高，具有一定的开发价值。二级资源中，水域风光类资源所占比重最大，说明该区的自然风光资源赋存度一般，但对于其他资源单体来说对游客的吸引力更高。人文资源类中的建筑设施类和遗址遗迹类数量很少，

表2 小泉冲水库旅游资源定量评价表
Tab.2 The quantitative evaluation of tourism resources
in Xiaoquanchong Reservoir

项目	单体分值	质量等级
杉木林	47	一级
櫟木林	50	二级
红果冬青林	55	二级
银杏	50	二级
古对节树	70	三级
对节白蜡林	73	三级
(蝴蝶谷)黑蝴蝶栖息地	70	三级
通峰洞	58	二级
水库大坝	62	三级
小泉湖半岛	60	三级
小泉溪	54	二级
小泉湖	52	二级
小泉湖瀑布	58	二级
南岸瀑布	54	二级
古寨墙	44	一级
古墓	50	二级
板栗、玉米种植园	50	二级
平均值	56	二级

整体上处于资源质量等级的较低水平。

小泉冲水库森林生态资源比较丰富，综合环境优异，但由于周围可替代的同类森林旅游资源较多，加之依托的虎爪山国家森林公园旅游影响力不大，景区底子相对薄弱，如果开发一般的观光、休闲类旅游产品，那么景区经营管理压力将会很大，景区生存困难。旅游产品设计成功的关键在于能否得到市场的认可，我们不妨从市场方面来寻找突破口。

3 M 性分析

3.1 市场因子

21 世纪，追求健康长寿已成为逐渐富裕起来的中国人生活的主题。不久的将来，随着人民生活的全方位改善，养生旅游必将会引领整个旅游产业的发展，养生旅游在中国发达东部地区的快速发展也证明了这一旅游发展的必然趋势。很少“足不出户”的人们首选的是观光旅游，处在繁忙工作中的人们

需要的是度假休闲旅游，有了“观光旅游”和“度假休闲旅游”经历的人们，会直接选择专题“养生旅游”。中国的养生旅游尚且处在“观光养生旅游”与“度假休闲养生旅游”的交叉发展阶段，但是，专题养生旅游坐拥着一个潜在而巨大的旅游发展市场^[4]，很快，专题养生旅游也必将成为养生旅游的主流发展，它也将引领旅游发展的新趋势。

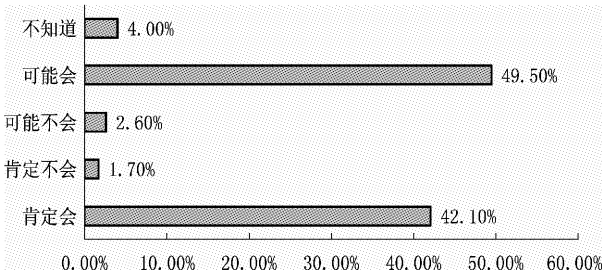


图2 游客选择生态养生旅游的可能性^[5]
Fig.2 The possibility of tourists choosing ecological health

小泉冲水库距离湖北省会武汉市大约一个半小时车程，处在武汉环城游憩带的范围之内。目前国内如北京、上海、成都、重庆、广州、深圳等国内大城市的环城游憩带旅游发展已趋向成熟。城市郊区新景点不断涌现，度假酒店、娱乐场所等配套设施日益完善，观光游、农家乐、采摘游等旅游形式渐趋多样^[6]。城郊具有“近山不进山，近城不进城”的先天区位优势，创造了良好而优美的居住环境。这诱发了城郊房地产业的发展，房地产商纷纷开发城郊土地，积极兴建大面积旅游地产。但目前环城游憩中也存在着一些主要问题，譬如餐饮、住宿等配套设施建设滞后、产品单一缺少特色，这些问题在小泉冲水库旅游资源开发过程当中都应该引以为戒。

此外，研究还发现，武汉市周围分布的专题养生度假旅游产品为数不多。据统计，武汉环城游憩带内人文观光旅游地、自然观光类型的旅游地占主要地位，两者之和占总数近70%、休闲度假旅游地占总数的21%，人工娱乐旅游地最少，仅占9%。休闲度假产品所占比重不大，而且大多数休闲度假旅游地还主要分布在武汉近郊环城游憩带，武汉西部地区休闲度假旅游产品还相对缺乏。为探究武汉周边2小时范围内环城游憩带中度假村发展情况，笔者特意对武汉环城游憩带的45个度假村进行调研。从调查结果显示，度假村大多分布在距离武汉市1小时车程以内，这类度假村占26个，而1~2

小时区域内的度假村共 19 个。度假村主要分布在武汉江夏区、咸宁、黄陂、蔡甸、鄂州、阳逻、孝感等地，主要集中在武汉北部、南部、东部，而在武汉西部方向则只有为数不多的度假村，尤其是在荆门市周边还缺乏高品质的专题养生度假旅游产品。武汉周边度假村活动项目组织较多的依次是温泉养生、农家乐、水上活动等，但由于各度假村管理落后、服务质量差或其它原因，武汉环城游憩带内品质高、功能全的养生度假旅游产品还不多见。

表 3 武汉环城游憩带旅游地类型与空间分布

Tab. 3 The types and spatial distribution of sightseeing places in Wuhan ReBAM						个
区域	自然观光	人文观光	人工娱乐	休闲度假	总计	
黄陂区	5	5	0	5	15	
新洲区	1	1	0	3	5	
江夏区	3	7	2	3	15	
蔡甸区	4	0	4	5	13	
东西湖区	0	0	1	3	4	
洪山区	2	0	1	3	6	
汉南区	5	5	0	1	11	
孝感市	7	9	2	3	21	
黄石市	4	4	3	2	13	
鄂州市	1	4	0	2	7	
仙桃市	1	2	0	0	3	
天门市	1	6	1	0	8	
潜江市	4	3	3	0	10	
黄冈市	14	15	2	3	34	
咸宁市	7	4	0	3	14	
荆门市	6	2	0	2	10	
荆州市	1	11	2	1	15	
合计	66	78	21	39	204	

养生休闲旅游市场需求的日益增长与专题养生旅游产品供给匮乏之间的矛盾，给小泉冲水库开发高档次的专题养生产品系列提供了良机。

3.2 市场定位

当地及周边城镇居民市场。以武汉市、荆门市、孝感市、荆州市、随州市、襄樊市、宜昌市等小泉冲水库周边主要城市中高收入的旅游消费者为主。这部分群体有足够的财力支持，且身居于闹市，生活环境与小泉冲水库区域的景观差异较大，去该地旅游的需求旺盛。此外，根据已有研究，城市居民向外出游多数集中在近距离内，一个半小时范围内占有市民出游机会的 60 % 左右；一部分外来游客对市外的目的地选择，主要集中在距城市 250 km 内。湖北省城镇居民 2008 年出游率为 127.3% [6]，意味着小泉冲水库周边主要城市每年会为景区提供 1 200 万人的潜在基础旅游市场。

周边中高端市场。小泉冲水库在面向周边大中城市城镇居民的同时，景区旅游产品的设计和项目的设置又是主要针对高收入人群且兼顾部分中收入人群。一般而言，中端市场的定义标准为年收入 6 万元以上，约占一个城市城区从业人数的 15% ~ 25%，计算时取值 20%，高端市场的定义标准为年收入 12 万元以上，约占一个城市城区从业人数的 5% ~ 10%，计算时取值 8%。随着湖北省经济的日益发展，人们的收入日渐提高，中高端市场潜力会越来越大，同时也会有更多的中端市场转变为高端市场。针对目前武汉周边市场上高端养生旅游产品较少的情况，在保证旅游产品优质化、服务专业化、管理人性化的情况下，笔者认为小泉冲水库在未来可以争取 5% 的高端市场和 10% 的中端市场，这就意味着每年会有 3 万高端市场群体和 15 万中端市场群体，同时小泉冲水库还可在未来争夺更多的中、高端市场。

表 4 2008 年小泉冲水库周边各大中城市中高端市场人数测算表 [7]

Tab. 4 The high - end market estimates of major cityies around Xiaoquanchong Reservoir in 2008											万人
项目	武汉	荆州	宜昌	襄樊	随州	孝感	荆门	仙桃	天门	潜江	合计
城区就业人员	456.0	31.7	58.9	64.8	23.8	35.6	30.5	21.6	17.8	16.4	757.1
高端市场人数	36.5	2.5	4.7	5.2	1.9	2.8	2.4	1.7	1.4	1.3	60.4
中端市场人数	91.2	6.4	11.8	12.9	4.8	7.2	6.1	4.3	3.6	3.3	151.6

企业团体市场。以大企业为主的团体旅游市场将会占据重要的地位。小泉冲水库周边 2 小时范围

内集中了湖北省多数重要的工商业城市，小泉冲水库周边主要城市发达的工商业为小泉冲水库提供了

广阔的团体旅游市场。2008 年小泉冲水库周边主要城市大中企业总数高达 29 336 家，其中工业企业 19 381 家，规模以上企业（经营效益显著）的企业 4 019 家，高新技术企业 2 946 家^[7]。众多的企业分布孕育了一个庞大的团体旅游市场，这也为小泉冲水库拓展团体旅游市场提供了良好的机遇。

4 P 性分析

4.1 产品定位

围绕小泉冲水库优美的森林生态资源特色、浓郁的田园乡野气息，结合现代城市居民修养身心的度假需求建造以森林养生为核心主题，森林生态休闲为基础，景观地产为盈利点的养生度假目的地，形成“养生 + 休闲度假 + 居住 + 投资”的旅游新格局。

4.2 产品内涵

养生是小泉冲水库开发旅游产品的核心主题。任何其他形式产品的设计理念都必须服从于该主题，在景区建设细节上要处处体现养生特色。除了在项目建设中做足养生文章，创造养生卖点，还应在辅助设施上下养生功夫，在感知环境中营造养生氛围，比如在水库的旅游标识系统设计方面，可以设计景区养生图标，所有标示牌统一将此作为插图模板进行编辑，可以在游客休憩点、各景点、度假村、服务点设置养生文化宣讲牌，弘扬养生文化，也可以在餐饮店内设置背景音乐系统，播放有大自然原野气息的轻音乐。我们雕琢的是原汁原味的养生文化，目的就是让来小泉冲水库旅游的游客能够感受到“处处养生、时时养生”的旅游主题。

4.3 产品体系

通过 R 性分析，笔者了解到虽然小泉冲水库的旅游资源禀赋一般，但受破坏程度较小的原始风貌是它的自身优势。通过 M 性分析，笔者发现这种优势蕴藏着较大的养生市场潜力。在 R 性分析和 M 性分析的基础上，笔者认为小泉冲水库应结合自己的特色优势全力打造高品质养生休闲的旅游主题养生美食。随着生活条件的大幅度改善，人们不再单单满足于吃好、吃饱，健康的养生饮食系列成为人们的首选。依托小泉冲水库库区清新宜人的原生态环境和红果、山灵芝、微公害的山间野味以及其他健康养生食品资源，面向游客推出养生美食系列产品。

表 5 小泉冲水库旅游产品体系
Tab. 5 The toursim products system of Xiaoquanchong Reservoir

产品类型	活动形式
养生美食	以药膳养生、美食养生为主打，开发自助餐、家庭套餐、户外野餐、养生宴、喜庆宴等多种形式的养生美食
运动休闲	以森林生态养生为主题，开展以森林氧吧、森林浴场、登山、山地自行车、户外运动等各种森林游憩活动
疗养美容保健	健美运动、按摩、森林 SPA、中医药美容护理、人体健康形象塑造及各种水浴活动
康复静养	心理咨询及治疗，针灸、按摩、推拿、拔罐、静养等中医药养生活动
景观地产	分时度假、产权式公寓经营、养老公寓
科普教育	参观珍稀植物保育园、古寨墙，聆听植物常识、人文文化讲解
会议度假	召开各种形式的大中小规模的国内、省内会议

运动休闲。运动休闲也是养生方式的一种。游客通过运动养身，可以增强体质，促进智力开发，有益于身心健康。依托小泉冲水库库区的水体和山体、森林，开发水上运动、山体运动、森林运动等有氧型和无氧型运动休闲产品。

疗养美容保健。疗养美容逐渐成为一种时尚潮流。该类产品面向对象主要为高收入的中青年女性。依托库区丰富的负氧离子资源优势以及密林中湿润的环境，开发健美运动、按摩、森林 SPA 等疗养美容保健产品。

康复静养。久居在生活工作压力中的人们迫切需要找到一种释放渠道，转移注意力，放松心情，从而能够让疲惫的身心得到舒缓。依托库区中的山体，可以设计登山、攀岩产品，依托水体，可以设计水上运动、水上高尔夫等产品，依托森林，可以在幽静的环境中设计静养园、纳行气类、意念修炼类产品。

景观地产。景观地产的出现通过对自然景观和人文景观等旅游资源的整合，为消费者提供相应的居住及消费性建筑物及关联空间，实现旅游资源与地产的优势互补，相互促进。依托小泉冲水库库区内幽美的环境和清新的空气，加上周围地区可观的消费市场潜力，可以开发分时度假酒店、产权式公寓、养老公寓等景观地产产品。

科普教育。依托小泉冲水库珍稀植物保育园和古寨墙，可以在游客参观游览过程中提供各种形式的科普讲解。植物一般与养生存在着密切的联系，因此可以将植物科普教育和养生文化宣传结合起来，例如讲解员在向游客介绍红果冬青时，可以将它的养生功效加到讲解当中。

会议度假。依托规划建设的小泉冲专题养生旅游度假区，提供包括会议、住宿、用餐、游览在内的一条龙服务，招徕水库周边主要企事业单位的商务人士、公务人员举办各种会议。同时，让与会人

员在参会的间歇，也获得对会议举办地小泉冲水库的全面体验。

5 结论

通过小泉冲水库的案例研究，笔者以横行代表资源系列，竖列代表市场系列，交叉方格代表对应资源和对应产品的设计方案，创建一种在次原始型山塘水库旅游资源开发中可以应用的 RMP 关系矩阵（图 3）。

观 光	依托秀水青山，设置最佳观赏据点，提供自然风光静态展览，让游客获得返璞归真的视觉体验	在能够愉悦游客身心、震撼心灵的水域（水库湖泊、瀑布、溪流等）设置最佳观赏据点，满足游客的视觉体验	建立野生动物保护园，提供静态观光产品	珍稀植物、观赏性植物静态观瞻（建立珍稀植物保育园）	设置静态观瞻产品体系（如水库建筑物观光、泄洪观瞻）	特色历史遗存、特色民俗文化表演观瞻
求 知	借助于人工解说、标识牌、视频等多种手段，让游客了解水库库岸的概况以及库岸稳定性之于水库的安全意义	借助于各种手段宣讲水库的相关知识（如形成原因、机理）或水体景观的相关知识（如瀑布概况、形成原因）	借助各种手段宣讲野生动物的相关常识，倡导生态系统环保理念	借助各种手段（可通过植物标本制作、参与盆景、根雕DIY）普及植物常识，倡导生态系统环保理念	借助各种手段普及水利工程常识，了解泄洪过程	借助于各种手段宣讲历史文化常识，弘扬地方民俗文化
度 假	依托于库岸的秀山密林、清新空气以及周围的旖旎景观，按照与景致和谐统一的原则在适宜建筑区域设置度假设施（如木屋别墅、景观地产、商务度假村等）	同左		同“水库库岸”一项		以特色民俗文化、历史文化等为主题设计度假项目，将文化元素融入到度假产品当中
休 闲	设置滨水、山体参与性娱乐项目如（山地越野、滨水自行车骑行、团体拓展训练），满足游客放松身心的需求	设置多样化的参与型休闲项目。按照刺激强度的不同配置各种刺激等级的休闲娱乐项目，满足不同的游客需求	按照游客可以接受刺激强度的不同，开发多样的野生动物参与型动态产品（狩猎、探险）和静态产品（野味美食、动物保健药品）	依托森林空气负氧离子浓度高、空气清新的优势设置保健类、养生类静态产品（如森林浴、静心斋、森林SPA）。依托森林神秘幽静的特点开展森林定向拓展等动态产品		依托文化资源，结合其特点，按照“亲民近民”的原则设置参与型休闲娱乐项目（如参与民俗表演、乡风体验）
	水库库岸	库区水体	野生动物	森林植被	水利工程	文化资源

图 3 次原始型山塘水库旅游资源 RMP 关系矩阵

烟台威海两地旅游产品整合探讨

于巧红¹, 李悦铮¹, 谢新华²

(1. 辽宁师范大学 城市与环境学院, 辽宁 大连 116029; 2. 东北财经大学 工商管理学院, 辽宁 大连 116023)

摘要:地域资源有限性, 市场开放性, 需求多样性, 选择的自由性等因素决定了一地旅游产品要拥有旺盛生命力, 获得可持续发展, 与其他地区旅游产品进行整合是必然之选。基于此, 在对两地旅游产品现状进行对比分析的基础上, 尝试从旅游产品市场、旅游产品类型结构、区际旅游产品 3 方面给出了各自的整合对策。

关键词:烟台; 威海; 旅游产品整合

中图分类号: F59 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001 - 7852(2011)02 - 0026 - 05

旅游产品整合就是根据旅游者需求和原有旅游产品现状, 在产品类型、市场、地域(区际)等方面进行富有科学创新性的策划、配置, 使之在不同的纽带连接成一个整体, 从而带给旅游者一个难以忘怀的旅游经历的过程。目前国内对旅游产品整合多从概念、必要性、原则等方面研究, 且多与旅游资源分析相结合, 如李秀霞^[1]针对旅游产品整合从概念、必要性、原则 3 方面给出了自己的理解; 王静^[2]、赵丽娟^[3]、秦绪霞^[4]、陈兴中^[5]均在分析了所研究区域的旅游资源状况的基础上, 进行了旅游产品整合模式、动力机制、具体措施等相关方面的研究。鉴于此, 本文尝试从分析区域已形成的旅游产品现状入手, 在旅游产品市场整合、旅游产品类型结构整合、区际旅游产品整合 3 方面分别给出各自对策。

1 两地旅游产品现状对比分析

国家旅游局 1999 年把旅游产品划分为四大类:

一是观光旅游产品, 二是度假旅游产品, 三是专项旅游产品, 四是生态旅游产品^[6]。结合两地旅游发展实际, 两地旅游产品类型丰富, 四大类均有发展, 观光旅游是其传统优势产品, 度假旅游是近年大力发展产品, 其他旅游产品皆获得较好发展。

1.1 度假旅游

在国内, 度假旅游是一个从 20 世纪 90 年代才开始兴起的新概念, 一种从西方舶来的新型旅游方式^[7]。两地依靠良好的环境、丰富的资源, 发展了多样化的度假旅游产品类型, 主要有海滨海岛度假、乡村度假、温泉度假、森林度假、都市度假等。其中海滨海岛度假是两地度假旅游的重要组成部分, 一方面是由于两地的滨海地理位置、优良的海滨自然环境, 另一方面则为海滨海岛度假作为传统度假项目, 也是最为符合游客度假需求。有学者专门对游客的度假需求进行了调查, 结果如表 1^[7]。

表 1 旅游者想去和不想去的度假地
Tab. 1 Holiday resorts where tourists want to or don't

	选项	海滨地带	乡村田园	湖泊地带	山岳风景区	温泉疗养地	大都市	特色城镇	少数民族风景区	其他地区
想去		68.53	53.49	40.93	34.57	36.59	21.09	38.76	42.03	11.63
不想		31.47	46.36	59.07	65.43	63.41	78.91	61.24	57.83	88.37

表 1 说明海滨地带是游客最想去的度假目的地，且“想去”指数远远大于其他目的地，也反应出海滨海岛度假旅游市场潜力巨大。目前两地度假旅游产品见表 2。

表 2 烟台威海两地主要旅游度假产品

Tab. 2 The main holiday production of tourism in Yantai and Weihai City

烟台市	威海市
烟台金沙滩旅游度假区	威海环翠省级旅游度假区
烟台养马岛旅游度假区	威海洲际休闲旅游度假区
蓬莱旅游度假区	威海北海旅游度假区
海阳旅游度假区	大乳山滨海旅游度假区
龙口南山－东海旅游度假区	乳山银滩旅游度假区
莱州滨海旅游度假区	小观南海金滩旅游度假区
莱阳丁字湾旅游度假区	石岛桃园民俗度假区
莱山旅游度假区	苏山岛旅游度假园
长岛海上旅游度假目的地	威海西霞口旅游度假区
烟台都市旅游度假区	海阳旅游度假区

资料来源：根据两地相关旅游资料及网站信息整理而得。

分析：（1）两地旅游度假产品基本遍布所有可能发展的海岸线，在烟台“千里黄金海岸旅游长廊”上，已经发展了 10 个综合性海滨旅游度假区^[8]，威海主要旅游度假产品也大都沿海岸线分布，只有一些温泉、生态等受资源区位限制较大的度假产品分布离海稍远。（2）两地度假区内基础设施和专门设施配备相对齐全，在国内属较高水平。（3）烟台由于地域广，资源相对丰富，发展时间早起点高，度假旅游产品发展与威海相比较为成熟。目前烟台已有 8 家省级旅游度假区，占到了全省数量的 42%，名列第一。（4）两地拳头度假产品皆以 3S 为依托，拳头产品特色不突出。

1.2 观光旅游

与度假旅游作为西方传统旅游方式不同的是观光游却是中国人最为习惯的。目前，观光旅游主体对象主要是景区景点，鉴于国家 A 级景区景点最能反映一地观光旅游发展水平、资源品位、知名度等因素的大小高低，笔者对两地 A 级景区（点）进行了统计（表 3）。

表 3 烟台威海两地 A 级景区（点）数量

Tab. 3 Quantity of scenic spots with A

项目	1A	2A	3A	4A	5A
烟台	1	7	8	4	2
威海	0	1	6	4	1

资料来源：根据中国旅游网及相关资料整理而得。

产品分析：（1）烟台在产品富集度、级别方面优于威海；（2）两地观光产品中依托海滨、海岛较多，本底资源同质性强；（3）各自突出特色：烟台为海上仙境、葡萄酒文化、大型主题公园如拥有亚洲最大的蓬莱海洋极地世界；威海则为整洁美丽的城市景观、浓郁多彩的韩国文化、大打福文化和养生牌。

1.3 其他旅游产品

工业旅游：目前两地皆以工业立市，2009 年，烟台第二产业生产总值占到总产值的 60.2%，威海占到 57.7%^[9]。区域内有许多国内闻名的大企业、集团，为发展工业旅游奠定了较好基础。如烟台的张裕集团、513 所航天科技馆、北极星钟表有限公司、三环造锁厂、招远黄金生产项目、海阳核电旅游项目等，已建成使用的有张裕酒文化博物馆、北极星钟表文化博物馆、中国三环锁具博物馆、招远黄金博物馆等；威海著名企业集团有金猴集团、荣成好当家集团、文登的宏安集团和艺达集团等，但在旅游项目开发建设上成果较少，与烟台相比后劲尚足。此外这些集团区位分布相对分散，但若和其他不同类型旅游产品整合，同样会是旅游线路中别样的“兴奋点”，有利于加强旅游者的旅游体验。

节庆会展旅游：为了加强旅游发展动力，各类节庆活动在两地纷纷亮相，如烟台的国际葡萄酒节、国际美食节、金沙滩文化旅游节、龙口南山国际长寿文化节、长岛渔家乐民俗旅游文化节等十多个节日；威海的国际人居节、钓鱼节、海鲜节、文登樱桃节、乳山采茶节等。节庆会展旅游要做大做强，一要符合本地文脉，突出特色；二要与其他旅游产品结合并加大宣传；三要持续开展，形成品牌。两地节庆会展旅游在区域范围内虽有一定发展，但在国内国际的影响力还较为有限，处于发展初步阶段。

温泉旅游：胶东半岛 14 处温泉，威海占 9 处^[10]，基础资源优于烟台，但由于温泉本底资源的大同小异，两地在进行开发时也特别注意各自的特色如主题、风格的不同。威海重点打造的四大温

泉分别以健身娱乐、道教养生文化、生态度假、休闲医疗为主题,或打造成台湾风格或打造成日本风格。烟台则比较注重不同需求档次的打造以适应不同消费市场。

此外,海上旅游、文化旅游、生态旅游、自助旅游等旅游产品也获得蓬勃发展。

2 两地旅游产品整合必要性及优势分析

旅游业是一项开放性、关联性程度极高的产业,区域旅游要实现可持续发展,必须坚持“大旅游、大市场、大产业”的发展战略^[11]。一地旅游产品要拥有持久生命力,囿于单个区域资源的有限性、游客需求的多样性等因素,同样需借他山之石。总体看两地旅游产品类型丰富,注重档次差别,同时各自具有一定优势,烟台的优势主要体现在地域宽广,资源丰富,产品富集度高,尤其葡萄酒文化浓郁凸显,在整个中国独树一帜;威海的优势则为因深入人心的最佳人居环境而为此打造的一系列养生、福文化旅游项目。不足在于:一是大多产品仅限于本地或相邻地区市场,远距离知名度欠佳,而中国旅游在经历了 30 多年的发展后,旅游者消费心理日趋成熟,在选择远距离旅游通常会以整个区域游览价值为考虑对象,而非单个景点;二是分布相对分散,“遍地开花”有时结果会是“花期不长”,统一的品牌形象不突出,导致外界认知不统一;三是地缘相近,同质性较强,导致替代作用强,难免恶性竞争的出现。为了扬长避短,增强整体实力,对两地产品进行整合为形势所需。此外,两地自古便是地缘相近、血缘相亲、文化相承,自然环境、风俗文化等进行旅游产品开发的基底资源大同小异,有利于统一形象对外宣传;地缘相近在进行产品整合时便于操作,旅游者游览时交通时间减少游览时间增加,有利于增强旅游体验。

3 两地旅游产品整合对策分析

3.1 旅游产品市场整合

两地主要国外客源均以韩、日为主,国内主要客源依次为本省、华东、华北地区^[12],客源雷同性大,对产品市场进行整合,对内首先实行“三互”策略:互相宣传,互送客源,互为目的地。实

行开通“烟威友好旅游免费直通车”、旅游线路联盟优惠、旅行社联手合作等措施促进客源流动;对外要统一品牌形象,联合营销,客源共享。旅游产品的不可移动性决定必须通过大量的形象宣传来促进产品的成交,两地在国内的旅游形象尚不突出,在同类的海滨旅游城市中,又有北大连、南青岛的“夹击”。目前,烟台主推“黄金海岸、人间仙境、鲁菜之乡、葡萄酒城”的品牌形象,威海主推“幸福海岸、魅力威海”。就个体而言,两地均亮出了各自的优势资源和特色,但由于地缘和环境的相似,优势资源中又不免含有众多同质资源,应统一为“仙境烟台,魅力威海”口号对外联合促销,不仅消费者识记方便,且可大量消减宣传成本。

3.2 旅游产品类型结构整合

旅游产品类型结构整合是指在一条线路上,或一个目的地、度假区中,对各种产品类型合理配置,减少旅游淡旺季差别,丰富整体产品内容,达到既能提高目的地经济效益又能提供给旅游者满意体验的过程。

首先是旅游线路中旅游产品类型的整合:一、注意针对不同客源市场需求和兴趣,推出大众旅游、高端等不同档次旅游线路,以满足不同消费层次需求。值得指出的是大众和高端的差别应主要体现在住宿、交通等方面而不能是游览活动内容上。二、注意线路中活动内容的多样化。要有普通观光游览活动也要有参与性、体验性较强的活动,使旅游者兴趣有起有伏,并始终保持“期待”。三、注意旅游淡季线路的设计,减小淡旺季差额。拓展旅游资源尤其是人造旅游资源开发广度,创新开发旅游新品。“造势”、“注意力经济”是增加淡季游客数量的有效手段如举办民众喜闻乐见或符合当下时尚的节庆活动。此外,可建受季节影响小且符合地方文脉的景观景点,针对烟台“鲁菜之乡”的定位可发掘美食市场,建“胶东美食一条街”将其打造成为城市名片的同时本身也成为一处来烟台旅游必去的景点之一;威海基于“中国的韩国城”的基础,可建一座集吃、住、娱等多种项目于一体的“韩国商城”,无论从建筑风格等硬件还是服务等软件均按韩国标准打造,在满足了游客购买韩货需求的同时也真实体验到韩国文化,使威海成为时尚韩国潮流第一波^[13]。

其次是度假区内旅游产品类型的整合。首先,针对两地拳头度假产品多以 3S 为主的现状,为避

免同质性带来恶性竞争,应统筹规划,结合不同区块特点,把准主题,差异化发展。威海突出“海滨温泉疗养福文化度假”特点,烟台则以“仙境美酒高尔夫度假”为主题,其下辖区再依各自特色分别打造,如威海下辖3县市可分别打造“乳山福文化养生度假”、“文登温泉疗养度假”、“荣成最美海岸生态休闲度假”。其次,各度假区内产品类型要丰富,观光、娱乐、休闲、康体皆不可或缺,以满足旅游者多样化需求。

3.3 区际旅游产品整合

资源有限性、市场开放性、需求多样性决定了一地旅游产品要拥有旺盛生命力,获得可持续发展,就必须选择与其他地区的旅游产品进行整合。将烟威整合后的旅游产品看作一体,根据跨区际行政级别大小,将旅游产品区际整合分为3种类型:小尺度区际之间(省内)、中等尺度区际之间(国内)、大尺度区际之间(国际)。小尺度区际旅游产品整合主要是与山东省内其他地区旅游产品的整合。山东旅游素以分布在省内中西部的“一山一水一圣人”而闻名国内外市场。近年,伴随度假旅游市场的兴起,继而打出“好客山东,度假天堂”口号,大力发展半岛度假旅游,实现旅游产品由传统观光向度假转变。将传统优势产品和半岛度假产品整合,针对不同市场打造山东旅游精品线路,实现市场、资源、利益共享。以“山-泉-人-海”为引导,将泰山-济南-曲阜-青岛-烟威串成一线,构造点轴整合模式,打造山东中东部观光、度假精品旅游线路。中等尺度区际整合主要指与省外

其他地区旅游产品的整合,可以是与产品同质地区的整合,发挥整体优势,统筹提高产品层次,丰富内容,避免雷同,也可以是与产品异质性较多地区的整合,取长补短,互通有无。可与西部内陆资源性质差别较大地区整合,如与西北五省联合打造“古韵丝绸,休闲滨海”长线旅游;与桂云贵川合作推出“神奇喀斯特,魅力烟威游”旅游新品。大尺度区际旅游产品整合主要是借两地优越地理区位,开辟主要客源市场如日韩的国际旅游线路,使国内产品和国外产品优势互补、相得益彰,互送客源,各得其所。开通“烟威-韩国济州岛”、“烟威-日本冲绳”免签证旅游直航包机,两地游客可畅游规定地区,也能使来烟威游客搭乘两地特定线路便捷游览日韩旅游热点地区,这无疑是吸引国内客源的一大优势。

4 结语

烟台威海作为山东半岛最东端的优秀滨海旅游城市,各自本身的旅游产品在类型、内容丰富度、级别层次上已获得较大发展,但由于两地地缘相近、血缘相亲、文化同源的不争事实及市场需求的多样化、单个地域可开发资源的有限性等因素,进行旅游产品整合是两地未来旅游发展一大趋势,因此,文章对两地旅游产品整合对策的初步探讨具有一定现实意义,但由于个人经验、学识的有限性,在两地产品分析和政策提出上尚有不完善之处,有待于今后继续学习探讨。

参考文献:

- [1] 李秀霞. 旅游产品整合研究[J]. 吉林师范大学学报:自然科学版, 2004, 2(1): 54-56.
- [2] 王静. 论滇黔桂喀斯特地貌旅游产品的整合及开发[J]. 学术探索, 2004, 11(11): 17-20.
- [3] 李秀霞, 赵丽娟. 吉林省旅游资源开发与旅游产品整合研究[J]. 高师理科学刊, 2005, 2(25): 48-50.
- [4] 秦绪霞. 旅游产品整合的基本问题探析[J]. 科技经济市场, 2007(7): 106-107.
- [5] 陈兴中. 论乐山市旅游资源和旅游产品整合[J]. 乐山师范学院学报, 2008, 12(23): 72-75.
- [6] 吴必虎. 区域旅游规划原理[M]. 北京: 中国旅游出版社, 2004: 2.
- [7] 徐菊凤. 中国休闲度假旅游研究[M]. 大连: 东北财经大学出版社, 2008: 40-129.
- [8] 烟台: 打造国际滨海旅游度假目的地[EB/OL]. 新闻快讯 <http://www.sdta.gov.cn>.
- [9] 山东统计年鉴2010 第二篇国民经济核算2-7 各市生产总值构成[EB/OL]. <http://www.sdta.gov.cn>.
- [10] 威海市“十一五”旅游业发展规划[EB/OL]. <http://www.whta.gov.cn>.
- [11] 崔凤军. 中国传统旅游目的地创新与发展[M]. 北京: 中国旅游出版社, 2002: 72.
- [12] 2010山东旅游统计便览[EB/OL]. <http://www.whta.gov.cn>.
- [13] 张登国. 威海城市定位的分析与探讨[J]. 城市-城市规划, 2008, 2: 41-44.

THE STUDY OF INTEGRATION OF TOUR PRODUCTIONS
IN YANTAI AND WEIHAI

YU Qiao-hong¹, LI Yue-zheng¹, XIE Xin-hua²

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

2. Dongbei University of Finance and Economics Business Administration School, Dalian 116023, Liaoning, China)

Abstract: Because of limited resources within one area, openness of market, diversity of demands and independent of making a choice and so on, the tour productions within one place have to integrate with ones in other places to keep vitality and gain sustainable development. Based on comparative analysis of tour productions' current situation in Yantai and Weihai cities, the paper was trying to propose some advices from market of tour production, type structure of tour production and tour production integration among different areas.

Key words: Yantai; Weihai; integration of tour productions

~~~~~  
(上接第 25 页)

参考文献:

[1] 吴必虎. 区域旅游规划原理 [M]. 北京: 中国旅游出版社, 2001: 310 – 315.  
[2] 吴必虎. 区域旅游开发的 RMP 分析——以河南省洛阳市为例 [J]. 地理研究, 2001, 20 (1): 103 – 110.  
[3] 镇威, 张立明. 武汉高校旅游产品 RMP 分析 [J]. 湖北大学学报: 自然科学版, 2010, 32 (1): 112 – 116.  
[4] 周作明. 中国内地养生旅游初论 [J]. 林业经济问题, 2010, 30 (2): 142 – 145.  
[5] 上海库思公司. 生态养生旅游问卷调查 [EB/OL]: [www.1diaocha.com](http://www.1diaocha.com), 2008 – 09 – 01.  
[6] 苏平, 党宁, 吴必虎. 北京环城游憩带旅游地类型与空间结构特征 [J]. 地理研究, 2004, 23 (3): 403 – 409.  
[7] 湖北统计局. 2009 年湖北省统计年鉴 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2004: 78 – 82.

AN STUDY OF EXPLORATION OF SUBPRIMITIVE MOUNTAIN RESERVOIR  
TOURISM RESOURCES BASED ON RMP ANALYSIS: CASE STUDY  
OF XIAOQUANCHONG RESERVOIR IN HUBEI PROVINCE

ZHAO Yang, WANG Hong-lei

(College of Resources and Environmental Science, Hubei University, Wuhan 430062, Hubei, China)

**Abstract:** The writer made a empirical analysis of Xiaoquanchong Reservoir in Hubei Province which is taken as the example of subprimitive mountain reservoir tourism resources based on RMP analysis. We got the the exploration direction of tourism resources in Xiaoquanchong Reservoir based on R analysis and M analysis; The tourism destination, which is themed with health, provides regimen, delicious food, sports leisure, hairdressing, rehabilitation sanatorium, real estate, popular science education and meeting on vacation. According to this, we established a matrix of relation between R, M and P, which is provided as a example for exploration of similar tourism resources.

**Key words:** Xiaoquanchong Reservoir; exploration of tourism resources; RMP analysis; regimen

# 新疆维吾尔自治区能源消耗与经济增长关系的实证研究

龙海丽

(伊犁师范学院奎屯校区 生命与资源环境系, 新疆 奎屯 833200)

**摘要:** 根据新疆维吾尔自治区 1952 ~ 2007 年主要年份能源消耗的统计数据以及相应年份人均 GDP 统计数据, 分析了单位 GDP 能源消耗与人均 GDP 之间的相关关系, 选取相关能耗指标 (煤炭消耗量、石油消耗量、天然气消耗量、电力消耗量), 建立两者之间的计量模型, 并在此基础上分析单位 GDP 能源消耗与人均 GDP 增长的关系。经研究发现, 新疆单位 GDP 能源消耗与人均 GDP 增长呈类似于 EKC 的倒 U 型曲线, 且当今曲线已过转折, 单位 GDP 能源消耗随人均 GDP 增长将持续下降。因此, 有必要采取有力措施进一步降低单位 GDP 能源消耗, 倡导“循环经济”、“绿色 GDP”等, 使曲线走势向良性方向发展。

**关键词:** 实证研究; 经济增长; 能源消耗; 人均 GDP; 新疆维吾尔自治区

**中图分类号:** F062.1      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1001-7852(2011)02-0031-03

## 0 引言

能源是人类社会进步和经济发展的重要物质基础。能源消耗与经济增长之间存在密切的相关关系<sup>[1]</sup>。能源消耗带动经济的增长, 带来国民生产总值的提高<sup>[2]</sup>。从全球来看, 经济越发达, 人均能源消费量越多。经济的增长又大量消耗能源, 但能源的有限性又从客观上制约了经济的增长。那么, 能源消耗与经济增长之间是一种什么样的关系? 经济学家把发展与资源生态关系的倒 U 型曲线称之为环境的库兹涅茨曲线 (EKC)<sup>[3]</sup>。

能源消耗总量随着经济增长而增大, 这是无可置疑的<sup>[4]</sup>。能源消耗总量与人均 GDP 之间的关系不会呈倒 U 型曲线, 而应呈正相关关系<sup>[5]</sup>。因此, 研究能源消耗总量与人均 GDP 之间的关系的价值不高<sup>[6]</sup>。能耗的环境库兹涅茨曲线, 应指单位 GDP 能源消耗与人均 GDP 之间的关系<sup>[7]</sup>。对于新疆这

样一个经济落后的欠发达地区, 其单位 GDP 能源消耗与人均 GDP 之间是否也存在倒 U 型曲线规律。本文将就此问题展开分析, 试图通过新疆 1952 ~ 2007 年主要年份单位 GDP 能源消耗与人均 GDP 的统计数据建立计量模型, 从客观上探讨新疆能源消耗与经济增长之间的相互关系。

## 1 经济增长与能源消耗的变化特征

建国以后, 新疆经济快速发展, 人均 GDP 迅猛增长。全自治区人均 GDP 从 1952 年的 166 元增加到 2007 年的 16 999 元, 增长了 67.46 倍。经济增长需要大量能源为基础, 能源消耗由 1952 年的  $39.3 \times 10^4$  t 标准煤增长到 2007 年的  $6 575.9 \times 10^4$  t 标准煤, 增长了 167.33 倍<sup>[8]</sup>。但是由于提高能源利用率技术的发展, 单位 GDP 能源消耗并非一直增长。从图 1 ~ 图 3 可以看出, 单位 GDP 能源消耗和人均 GDP 经济增长之间的关系呈倒 U 型曲线。

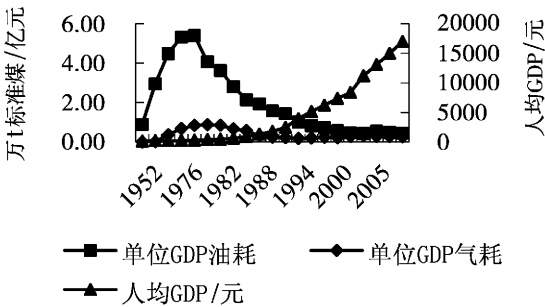


图1 新疆单位 GDP 能源消耗与人均 GDP (1)  
Fig. 1 Xinjiang unit GDP energy consumption  
and per capita GDP (1)

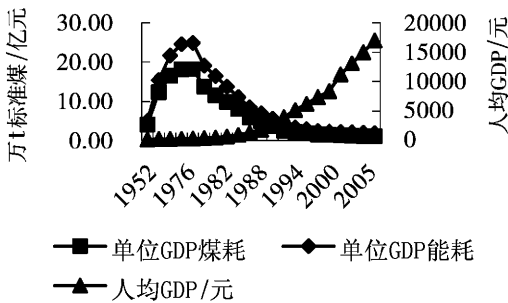


图2 新疆单位 GDP 能源消耗与人均 GDP (2)  
Fig. 2 Xinjiang unit GDP energy consumption  
and per capita GDP (2)

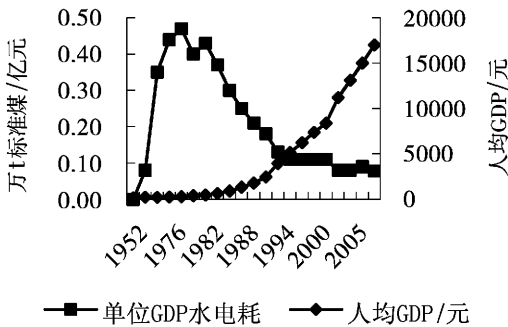


图3 新疆单位 GDP 能源消耗与人均 GDP (3)  
Fig. 3 Xinjiang unit GDP energy consumption  
and per capita GDP (3)

2 能源消耗与经济发展的关系验证

2.1 指标、数据的选取

从能源消费结构看，新疆能源消耗主要集中在煤炭、石油、天然气和水电资源上。根据分析目的，选取单位 GDP 煤炭、石油、天然气和水电的消耗，经济增长选取人均 GDP。表 1 是能源消耗指标与经济增长的相关分析结果。从表 1 可以看出，单位 GDP 煤炭消耗量、石油消耗量、水电消耗量等与人均 GDP 的皮尔森相关系数均大于 0.7，同时双尾检验值在 0.01 水平时，统计检验的相伴概率均为 0.000，可见单位 GDP 煤炭消耗量、石油消耗量、水电消耗量与人均 GDP 均存在显著相关关系，因此建立单位 GDP 能源消耗与人均 GDP 的计量模型具有充分的解释意义。

表 1 单位 GDP 能源消耗与人均 GDP 相关分析  
Tab. 1 Correlation analysis between unit GDP energy  
consumption and per capita GDP

| 项目                  | 单位 GDP   |          |       |         |
|---------------------|----------|----------|-------|---------|
|                     | 煤耗       | 油耗       | 天然气耗  | 水电耗     |
| 人均 GDP              | 0.851 ** | 0.802 ** | 0.339 | 0.759 * |
| Pearson correlation | .000     | .000     | .000  | .000    |

\* Correlation is significant at the 0.05 level (2 - tailed) .

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2 - tailed) .

注：\* 表示双尾检验值在 0.01 水平时，统计检验的相伴概率小于 0.01，即单位 GDP 能源消耗中煤炭消耗量、石油消耗量、电力消耗量均与人均 GDP 存在显著相关关系。

2.2 计量模型的构建

借助 Excel 和 SPSS 软件系统，依据新疆 1952 ~ 2004 年单位 GDP 能源消耗和人均 GDP 数据进行曲线回归模拟。以人均 GDP 为自变量 (x)，分别与上述经相关分析选取的典型单位 GDP 能耗指标为因变量 (y) 进行回归模拟，结果见图 4、图 5。

2.3 能源消耗与经济增长符合库兹涅茨曲线

由图 4、5 可知，单位 GDP 能耗指标与人均 GDP 回归曲线拟合较好， $R^2$  均大于 0.7，呈倒 U 型曲线右半部分。其中单位 GDP 煤炭消耗与人均 GDP 复合曲线： $y = 264.26x - 0.5548$ ， $R^2 = 0.7239$ ，人均 GDP 转折点约为 313 元（1978 年）时，回归曲线处于顶点。曲线走势良好，单位 GDP 煤炭消耗有下降的趋势。单位 GDP 石油消耗与人

从 20 世纪 80 年代起，随着人均 GDP 经济的增长，单位 GDP 能源消耗就已开始降低，说明在单位 GDP 资源消耗方面能源是走在前面的。经济的增长有利于科学技术的提高，有利于单位 GDP 能源消耗的降低；反之，单位 GDP 能源消耗的降低，节约了能源，相当于增加了能源总量，有利于经济的增长，两者密切联系相辅相承<sup>[10]</sup>。

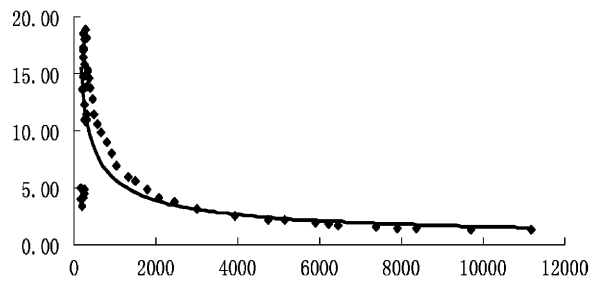


图 4 主要年份单位 GDP 煤耗与人均 GDP 的回归模拟  
Fig. 4 Regression simulation between unit GDP coal consumption and per capita GDP in main years

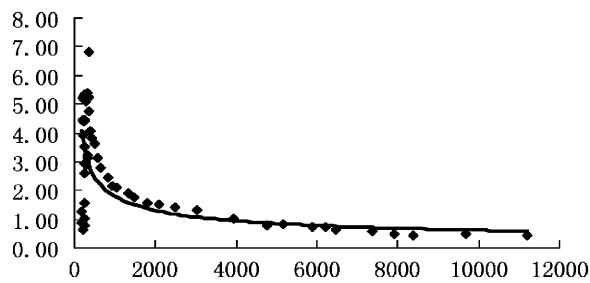


图 5 主要年份单位 GDP 石油耗与人均 GDP 的回归模拟  
Fig. 5 Regression simulation between unit GDP oil consumption and per capita GDP in main years

均 GDP 回归二次方程曲线拟合度稍好于单位 GDP 水电, 人均 GDP 转折点约为 359 元 (1979 年) 时, 回归曲线处于顶点。曲线形状近似倒 U 型曲线的右半部分, 近几年有波动。对于搜集到的数据, 都处

于倒 U 型曲线的右半部分, 呈下降趋势。根据其它能耗指标, 应当指明的是单位 GDP 能源消耗过早的较低, 说明工业化程度较低。通过以上结果分析可以看出, 新疆单位 GDP 能源消耗与人均 GDP 增长类似于 EKC 的倒 U 曲线, 且当今曲线已过转折点, 单位 GDP 能耗随人均 GDP 增长将持续下降。

### 3 结论

新疆单位 GDP 能源消耗与人均 GDP 的关系类似于 EKC 的倒 U 型曲线。尽管有学者认为环境库兹涅茨曲线受不同国家和不同区域自然、经济、社会等因素的影响不一定能用于预测<sup>[11]</sup>。但经研究与分析发现, 新疆单位 GDP 能源消耗与经济增长的关系基本符合库兹涅茨曲线, 在图中是明显的。结合新疆经济发展的实际, 现虽早已处于倒 U 型曲线的右半部分, 并不能说明该区域已处于后工业化时期, 只是由于国家制定政策, 极力强调发展提高能源利用率的科学技术, 降低了单位 GDP 能源消耗。这一结论对新疆能源与经济建设具有一定的启发作用, 说明新疆具有潜力发展经济。在资源没有完全耗竭时, 采取有利措施, 倡导“绿色 GDP”; 优化能源结构, 以推进多元化、清洁化为主要目标, 进一步降低单位 GDP 能源消耗, 实现“绿色 GDP”增长, 使新疆的经济以更大的步伐、更健康的发展<sup>[12]</sup>。

### 参考文献:

[1] 魏鸣. 中国能源报告 (2006) 战略与政策 [M]. 北京: 科学出版社, 2006: 67.  
[2] 崔民选. 2006 中国能源发展报告 [M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2006: 2.  
[3] 朱启贵. 绿色国民经济核算论 [M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2005: 105.  
[4] 王筱琼. 中国能源消费与 GDP 增长相关性分析 [J]. 经济问题探索研究, 2009, 7: 41 - 46.  
[5] DALY H E. Steady State Economics Sscond Edition With New Essays [M]. Washington DC. Island Press. 1991: 229.  
[6] Word Bank. Development and the Environment: Word Development Report, 1992 [M]. Oxford, New York, Oxford University Press, 1992: 308.  
[7] SELDEN. M, SONQ D C. EnvironmentQuality and Development: Is There a Kuznrets Curve for Air Pollution Emission [J]. Journal of Environmental Economics and Management, 1994, 27: 147 - 162.  
[8] 金建新. 新疆统计年鉴 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2009: 205 - 209.  
[9] 金建新. 新疆 50 年 [M/CD], 北京: 中国统计出版社, 2005.  
[10] 童彦, 华红莲, 张碧星, 等, 云南省经济增长与能源消耗的计量模型研究 [J]. 环境科学导刊, 2007, 26 (1): 30 - 32.  
[11] 汤姆·泰坦伯格. 环境与自然资源经济学 [M]. 5 版. 北京: 经济科学出版社, 2003: 35.  
[12] 中国 21 世纪议程管理中心, 可持续发展战略研究组. 发展的基础——中国可持续发展的资源、生态基础评价 [M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2004: 31.

# GIS支持下的道路对县域人口分布的影响 ——以沛县为例

王红<sup>1</sup>, 闫庆武<sup>1</sup>, 张昊<sup>2</sup>

(1. 中国矿业大学 环境与测绘学院, 江苏 徐州 221008; 2. 西安建筑科技大学 信息与控制工程学院, 陕西 西安 710055)

**摘要:**以2004年江苏省沛县村级人口数据为基础,采用GIS空间分析的方法综合研究了道路对人口分布的影响。首先,运用泰森多边形做边界替代,计算出各行政村的人口密度,经过探索性数据分析,选取最优模型——指数模型对人口密度进行普通克里格插值,结果表明沛县人口密度的高值区域呈现为东北——西南的带状分布,其形状表现为块状集聚,带状延伸的特点。然后,建立道路1 000 m以内的缓冲区,基于运用缓冲区人口模拟函数得出缓冲区内的人口密度,运用GCAWI法,对人口数据进行格网化处理,得到道路人口密度图,结果显示沛县大部分人口集聚在距道路0~300 m的缓冲区范围内。通过对两种方法的对比,发现GCAWI法得出的结果更符合人口分布的实际情况。

**关键词:**GIS; 泰森多边形; 克里格插值; 缓冲区分析; GCAWI法

**中图分类号:** C922; P208      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1001-7852(2011)02-0034-07

## 0 前言

人口分布是一定时间内人口在一定区域范围内的空间分布状况,涉及到人口学、经济学、地理学、社会学等多个学科<sup>[1]</sup>。人口分布受到自然地理因素和社会经济因素的影响,如地形、土壤、土地利用、交通等,其中交通如公路网、铁路网对人口分布的影响较大。

近年来,人口密度研究的方法发展较快,成果较多。可以分为以下几类:(1)运用数值模拟来研究人口密度的分布<sup>[2,4]</sup>;(2)分析研究区内各影响因素对人口密度的影响<sup>[3,5-7]</sup>;(3)利用GIS等技术,直接分析人口密度在空间的分布<sup>[8-10]</sup>;(4)建立格网将人口数据格网化<sup>[11-14]</sup>。由于人口分布具有随机性,大多数人口分布于建设用地区域,而在其他区域分布较少,为了缓和这种集聚、离散分

布的情况,较多学者选择插值的方法<sup>[15-20]</sup>。

以上成果大多是运用GIS技术综合分析各种因子对人口分布的影响,很少有学者单独研究道路在人口分布中的作用。本文在借鉴以上研究方法的基础上,结合地统计分析各种方法对研究数据进行处理,运用人口道路缓冲区模拟函数定量地分析了缓冲区内的人口密度,更好地说明道路对人口的影响。

## 1 研究方法

### 1.1 地统计方法

地统计又称地质统计,是法国著名统计学家G. MATHERON在大量理论研究的基础上逐渐形成的一门新的统计学分支。它是以区域化变量为基础,借助变异函数,研究既具有随机性又具有结构性,或空间相关性和依赖性的自然现象的一门科学。



进行地统计分析可以按以下步骤: (1) 探索性数据分析, 即对原始数据进行分析, 观察其是否服从正态分布, 同时决定是否进行数据变换。(2) 变异函数的最优拟合, 确定拟合模型, 研究区域化变量的空间分异特征。(3) 依据拟合得到的变异函数作克里格插值, 得到区域化变量的空间分布图。

1.2 克里格插值

克里格插值是以变异函数理论和结构分析为基础, 在有限区域内对区域化变量进行无偏最优估计的一种方法, 是地统计学的主要内容之一。其实质是利用区域化变量的原始数据和变异函数的结构特点, 对未知样点进行无偏、最优估计。也就是说, 克里格方法是根据未知样点有限邻域内的若干已知样本点数据, 在考虑了样本点的形状、大小和空间方位, 与未知样点的相互空间未知关系, 以及变异函数提供的结构信息之后, 对未知样点进行的一种线性无偏最优估计。主要有以下几种类型: 普通克里格、简单克里格、泛克里格、协同克里格、对数克里格等。

1.3 泰森多边形

荷兰气候学家 A H THIESSEN 提出了一种根据离散分布的气象站的降雨量来计算平均降雨量的方法, 即将所有相邻气象站连成三角形, 作这些三角形各边的垂直平分线, 于是每个气象站周围的若干垂直平分线便围成一个多边形。用这个多边形内所包含的一个唯一气象站的降雨强度来表示这个多边形区域内的降雨强度, 并称这个多边形为泰森多边形。其主要特点为: (1) 每个泰森多边形内仅含有一个离散点数据; (2) 泰森多边形内的点到相应离散点的距离最近; (3) 位于泰森多边形边上的点到其两边的离散点的距离相等。

1.4 GCAWI 法

GCAWI 法为人口密度空间化的一种方法, 其做法就是借鉴面积权重内插法与邻域平均法的思想, 首先在人口密度分布图上划分出规则格网, 并运用面积权重内插法求出每个方格中的人口密度值, 并采用图像平滑技术对得到格网的人口密度作平滑处理。其步骤为: (1) 确定格网大小; (2) 将格网与被分析图层做叠置分析。

2 数据的来源与处理

研究区为江苏省沛县, 邻接安徽、山东两省。地处北纬 34°28′ ~ 34°59′, 东经 116°41′ ~ 117°09′,

全境南北长约 60 km, 宽约 30 km, 总面积为 1 576 km<sup>2</sup>。辖 15 个镇: 龙固镇、杨屯镇、大屯镇、沛城镇、胡寨镇、魏庙镇、五段镇、张庄镇、张寨镇、敬安镇、河口镇、栖山镇、鹿楼镇、朱寨镇、安国镇。研究数据为沛县村级行政单元人口数, 共 384 个行政村, 总人口为 1 121 700, 行政村的平均人口数为 2 921。

2.1 泰森多边形做边界替代

行政村的人口密度为人口数与相应村的面积之比。由于数据的局限性, 无法获得沛县各个行政村的面积, 泰森多边形的边界与各行政村的边界具有较好的吻合性, 所以选择泰森多边形做边界替代。以泰森多边形的面积近似为行政村的面积, 并以此为基础求出各个行政村的人口密度。以行政村的点状人口数为发生单元, 生成泰森多边形, 与研究区的边界做叠置分析, 采用 VBA 代码, 计算出每个泰森多边形的面积, 作为属性存储。在属性表中存在由程序自动添加的人口数。由人口数除以相应泰森多边形的面积就得到了人口密度 (如图 1)。

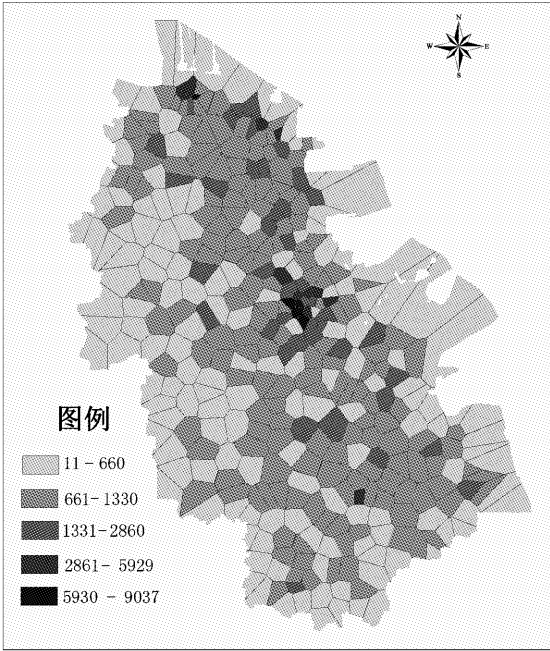


图 1 泰森多边形  
Fig. 1 Thiessen polygons

2.2 探索性数据分析

运用 EDA 技术对人口密度进行分析, 如图 2 左图可知, 经过直方图分析, 人口密度在右侧有明显的离群值, 峰度为 25.31 远大于 0, 该数据的分布比正态分布高耸且狭窄, 偏态为 4.2662 远大于

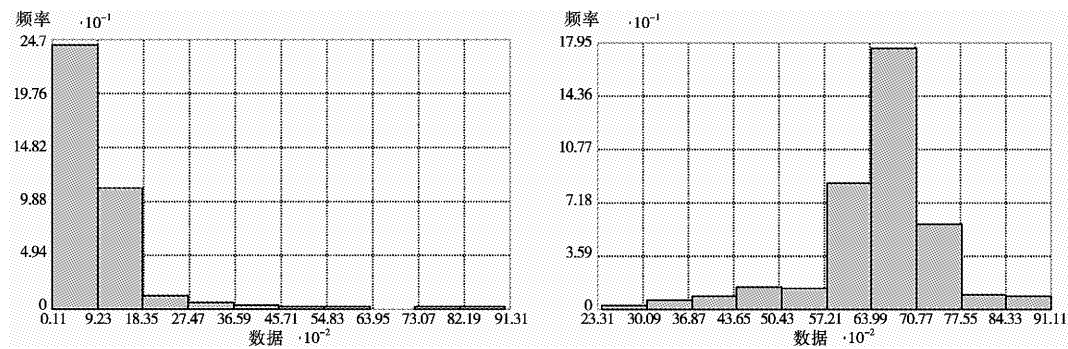


图 2 直方图（左图数据未经过变换，右图数据经过对数变换）  
Fig. 2 Histogram [Untransformation (left), logarithmic transformation (right)]

0，属于正偏态。经过对数变换之后，如右图所示，均值为 6.531 3，略小于中值 6.626 1，峰度为 6.164 1 略大于 0，偏态值为 -1.104，基本趋近于 0，基本属于正态分布。

2.3 变异分析

半方差云图的横坐标为两个行政单元集合中心之间的空间距离，纵坐标为对数人口密度的变异函数，一般在空间上越接近的点对越具有相似性，距

离越远的点对差别越大。本文采用球状模型、指数模型，高斯模型，k -bessel，圆模型分别作曲线拟合，结果如表 1 所示。其中在变异曲线中有 4 个重要的参数：块金值（nugget）、偏基台值（partial sill）、基台值（sill）、变程（range）。partial sill/ sill 表示空间相关性的强弱，该值越大，空间相关性越强；nugget/ sill 表示样本间的变异特征，该值越大，说明样本间的变异更多的是由随机因素引起的。

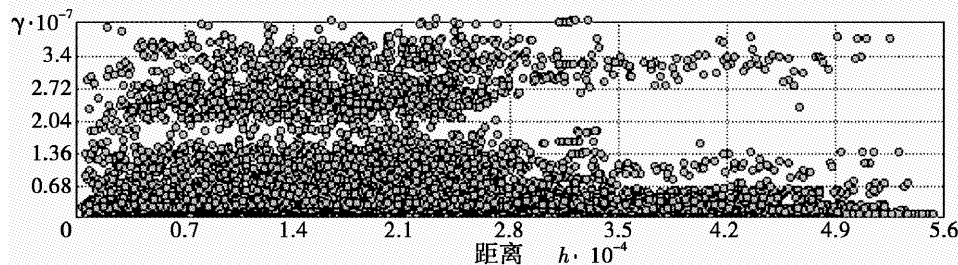


图 3 半方差云图  
Fig. 3 Semi-variograms cloud

表 1 变异函数模拟结果及检验  
Tab. 1 The simulated results and tests of variogram

| 模型       | nugget   | nugget / sill | partial sill / sill | 平均误差      |
|----------|----------|---------------|---------------------|-----------|
| 圆模型      | 0.299 24 | 0.176 778 477 | 0.823 221 523       | -0.012 61 |
| 球状模型     | 0.265 91 | 0.182 528 95  | 0.817 471 05        | -0.022 3  |
| 指数模型     | 0.172 72 | 0.125 630 992 | 0.874 369 008       | -0.023 06 |
| 高斯模型     | 0.401 59 | 0.291 074 742 | 0.708 925 258       | -0.038 8  |
| k-bessel | 0.377 07 | 0.246 375 296 | 0.753 624 704       | -0.032 89 |

由表 1 可以看出，指数模型的 nugget/ sill 最小 partial sill/ sill 最大，同时运用交叉验证法得出其平均误差较小，说明在这 5 种模型中，指数模型的模拟效果最好。

2.4 制作人口密度图

将人口密度数据进行对数变换使其符合正态分布，同时选择指数模型，在此基础之上，对沛县村级行政单元人口密度进行空间插值，得到的普通克里格插值预测图（图 4）。

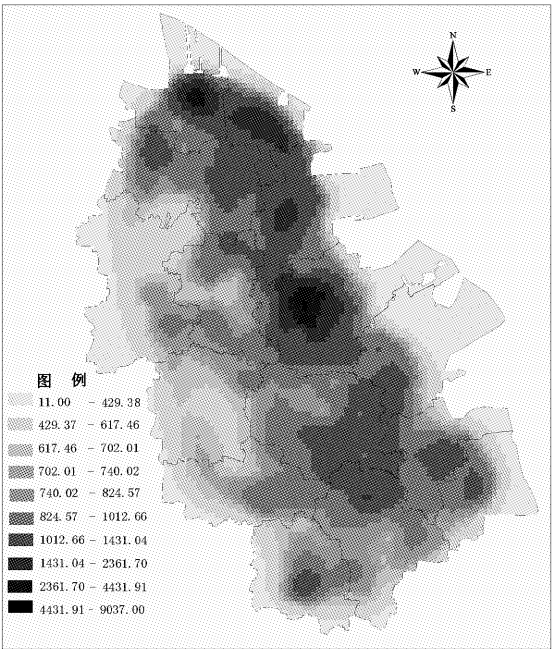


图 4 人口密度预测图

Fig. 4 Predicted population density map

沛县人口密度较高区域整体在西南东北方向呈一条直线,大体呈现出块状集聚,带状延伸的特点;又分别在龙固镇、大屯镇、沛城镇、敬安镇呈现出圈层扩散、依次向周边地区递减的格局,出现这种现象的主要原因为:大屯镇为徐州市“十强镇”之一,大屯煤电集团公司坐落镇区腹地,经济实力雄厚,同时本镇的私营企业较多,吸引了大量人口,沛城镇为县政府所在地,是沛县经济、文化、政治中心,同时该镇的工业和农业较发达,境内交通通讯便利,京杭运河穿境而过,也是连接鲁南、皖北、豫西和苏北的交通枢纽,人口众多。

3 道路对人口分布的影响

图 4 基本反映出沛县人口分布的总体情况,但是没有考虑其他影响因素而只是在现有人口点集数据的基础上得出的结论,其实事实并非如此,如前所述,人口的分布受到多种因素的影响,其中道路对人口分布的影响较大。以下将对道路因子如何影响人口分布做详细的分析。中国公路根据在政治、经济、国防上的重要意义和使用性质可以划分为 5 个等级,国道、省道、县道、乡道、专用公路。本文的研究对象主要为省道、县道和乡道,由于数据的局限性,对道路的具体级别并没有确切的划分,这将对结果产生一定的影响。

对沛县道路进行缓冲区分析,以  $50\text{m} \times i, (i = 1, 2, \dots, 20)$  为半径做缓冲区,生成道路缓冲区图,统计缓冲区内的的人口数(表 2)。

表 2 缓冲区人口数

Tab. 2 Population of buffer zones

| 缓冲区半径/m | 人口数/人   | 缓冲区半径/m | 人口数/人   |
|---------|---------|---------|---------|
| 50      | 941 32  | 550     | 758 521 |
| 100     | 240 683 | 600     | 786 296 |
| 150     | 334 052 | 650     | 796 699 |
| 200     | 434 893 | 700     | 819 374 |
| 250     | 538 291 | 750     | 832 846 |
| 300     | 616 411 | 800     | 854 175 |
| 350     | 656 347 | 850     | 868 421 |
| 400     | 689 574 | 900     | 875 227 |
| 450     | 708 952 | 950     | 886 254 |
| 500     | 730 214 | 1 000   | 893 047 |

以表 2 数据为基础制作散点图,分别采用对数、多项式、乘幂趋势预测/回归分析类型,运用最小二乘法进行检验,检验精度分别为 0.990 3、0.973 6、0.909 8,结果表明对数模型的精度最高,能够很好的模拟人口与缓冲区半径之间的关系,得到的最佳模拟函数为:

$$y = 282054\ln(x) - 1E + 06 \tag{1}$$

对其求导:

$$y' = \frac{282054}{x} \tag{2}$$

得到模拟函数图如图 5 所示,人口数随着缓冲区半径的增加而增大,并且在 0 ~ 300 m 缓冲区内的急剧增长,在 300 m ~ 1 000 m 范围内增长趋于平缓。

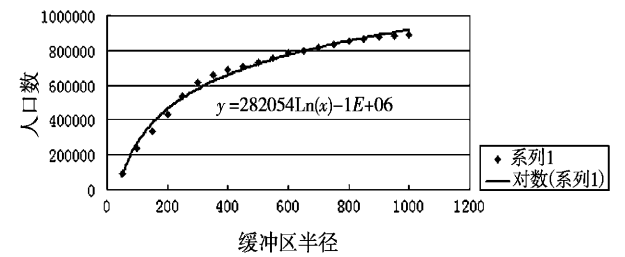


图 5 缓冲区半径与人口模拟函数

Fig. 5 Simulation function of buffer zone radius and population

为更好地模拟缓冲区内的人口分布，以 50 m 为间隔统计缓冲区内的人口数和人口密度。运用公式：

$$\text{Popden} = y/s$$

式中：Popden 为叠加后缓冲区的人口密度；y 为缓冲区人口总数可通过公式（1）求出；s 为缓冲区面积。得出缓冲区叠加后的人口密度如表 3 所示。表 3 能够很好的说明公式 2，即 50 m 间隔的人口数随着距离的增加逐渐减少。

表 3 50 m 间隔的人口数和人口密度  
Tab. 3 The population and population density of 50 m distance

| H/m         | 人口密度/人 · km <sup>-2</sup> | 人口数/人   |
|-------------|---------------------------|---------|
| 0 ~ 50      | 1 373                     | 94 132  |
| 50 ~ 100    | 2 240                     | 146 551 |
| 100 ~ 150   | 1 494                     | 93 369  |
| 150 ~ 200   | 1 688                     | 100 841 |
| 200 ~ 250   | 1 806                     | 103 398 |
| 250 ~ 300   | 1 425                     | 78 120  |
| 300 ~ 350   | 754                       | 39 936  |
| 350 ~ 400   | 649                       | 33 227  |
| 400 ~ 450   | 391                       | 19 378  |
| 450 ~ 500   | 444                       | 21 262  |
| 500 ~ 550   | 617                       | 28 307  |
| 550 ~ 600   | 633                       | 27 775  |
| 600 ~ 650   | 249                       | 10 403  |
| 650 ~ 700   | 567                       | 22 675  |
| 700 ~ 750   | 351                       | 13 472  |
| 750 ~ 800   | 579                       | 21 329  |
| 800 ~ 850   | 403                       | 14 246  |
| 850 ~ 900   | 202                       | 6 806   |
| 900 ~ 950   | 343                       | 11 027  |
| 950 ~ 1 000 | 220                       | 6 793   |

统计的人口数表现出在缓冲区内均匀分布，缓冲区间突变的特点，为了缓和这种突变，采用嵌套格网的方法。结合文献<sup>[1]</sup>，通过对几种格网密度的比较，发现 0.012 5° × 0.012 5° 的格网能够较好的表达出人口密度随空间地域变化连续分布的现实以及很好地反映人口密度的平均性。经计算，选择格网面积约为研究区最小行政单元的 2%。本文以泰森多边形面积近似代替各个行政村的面积，经计算各行政村的平均面积为 74.35 km<sup>2</sup>，其 2% 为 148 705 m<sup>2</sup>即采用 400 m × 400 m 的格网嵌套到缓冲

区叠加图层上。

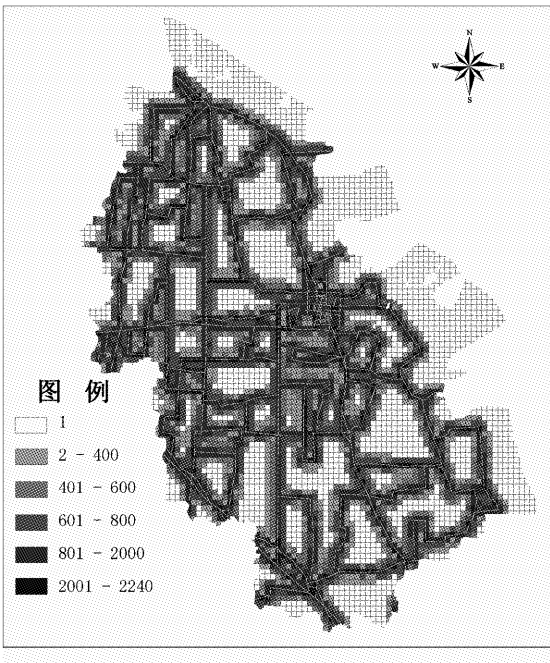


图 6 道路人口密度格网图  
Fig. 6 Grid map of population density based on road

由图 6 可知，人口受道路因子的影响，纵向上总体沿道路呈线性分布，其中沛城镇为各道路的汇聚点，其人口密度大于其他区域，表现出道路交汇处的凝聚力大于其线状凝聚力。同时横向上大体呈现出距离道路越近人口密度越大，结合表 3 可知，50 m 缓冲区的人口密度为 1 373 人/km<sup>2</sup>，小于 100 m ~ 300 m 缓冲区的人口密度，说明距离道路较近的区域受到道路的负面影响，如噪音，人口分布相对较少，而在 100 m ~ 300 m 的缓冲区内人口密度大于其他所有缓冲区内人口密度，主要原因为交通给人们带来巨大的经济利益和生活便利使该地段的人口急剧增多，以 300 m 缓冲区半径为分界点，随着距道路距离的加大，人口密度越来越小，以至于 1 000 m 缓冲区的人口密度为 220 人/km<sup>2</sup>，约为最大人口密度 2 240 人/km<sup>2</sup> 的 1/10，所以交通不便影响了人们对居住地的选择。

4 结论与讨论

由于缺少研究区面积，本文以泰森多边形的面积近似为各行政村的面积，结合已存在的数据计算出行政村的人口密度，以此为基础，运用 Kriging 法对人口密度进行分析，结果表明沛县人口密度的

高值区域呈现为东北—西南的带状分布,其形状表现为块状集聚、带状延伸的特点;又分别在龙固镇、大屯镇、沛城镇、敬安镇呈现出圈层扩散、依次向周边地区递减的格局。运用模拟函数计算了缓冲区内的人口密度同时在缓冲区图层上叠置格网,缓和了人口密度在缓冲区间间的突变,经分析发现,人口受道路因子的影响,整体沿道路分布,距离道路越近人口越多,以 300 m 为分界线,随着缓冲区半径的增大,人口密度急剧减小。

比较两种方法发现, Kriging 方法能够描述人口密度的总体趋势、大概分布,但是得出的结果为预

测值,并不能真实的反应人口的实际分布。GCAWI 法缓和了区域内均匀分布、区域间突变的特点,并且能够反映人口的真实分布,通过两种方法的比较,在研究离散点密度总体分布情况时, GCAWI 法具有实用价值。

本文主要研究道路和人口分布的关系,人口分布和地形、土壤、土地利用等多种因素有关,这些因素在文章中没有涉及,同时由于数据的局限性,道路的等级划分不明确,将会对结果产生一定的影响,在以后的研究中将会综合考虑这些因素,得出更确切的结论。

## 参考文献:

- [1] 闫庆武,卞正富,赵华. 人口密度空间化的一种方法 [J]. 地理与地理信息科学, 2005, 21 (5): 45-48.
- [2] T X YUE, Y A WANG, S P CHEN. Numerical Simulation of Population Distribution in China [J]. Population and Environment, 2003, 25 (2): 141-163.
- [3] GuoBao SONG, ZhengHai LI, YaJing BAO. Spatial Distribution Regularity and Influence Factors of Population Density inThe LRGR [J]. Chinese Science Bulletin, 2007, 52 (2): 90-97.
- [4] Yueguang ZONG, Wei YANG, Qiang MA. Cassini Growth of Population Between Two Metropolitan Cities——A Case Study of Beijing-Tianjin Region [J]. Chinese Geographical Science, 2009, 19 (3): 203-210.
- [5] 黄河清,王有亮,胡宝清,等. 基于神经网络和 GIS 的广西都安县人口数据空间化研究 [J]. 测绘与空间地理信息, 2009, 32 (6): 46-49.
- [6] 廖顺宝,孙久林. 基于 GIS 的青藏高原人口统计数据空间化 [J]. 地理学报, 2003, 58 (4): 71-74.
- [7] 曹晓晗. 辽宁省人口密度分布模拟研究 [J]. 测绘与空间地理信息, 2010, 33 (2): 144-148.
- [8] 闫庆武,马晓冬,卞正富. 基于地统计的徐州市人口密度空间分布研究 [J]. 云南地理环境研究, 2007, 19 (4): 13-18.
- [9] 廖邦固,徐建刚,韩雪培,等. 1990-2000 年上海城区人口密度模拟与时空变化分析 [J]. 华东师范大学学报: 自然科学版, 2008, 4: 130-138.
- [10] 葛美玲,封志明. 中国人口分布的密度分级与重心曲线特征分析 [J]. 地理学报, 2009, 64 (2): 202-210.
- [11] 廖一兰,王劲峰,孟斌,等. 人口统计数据空间化的一种方法 [J]. 地理学报, 2007, 62 (10): 1110-1119.
- [12] 李明杰,钱乐祥,陈建飞. 聊城市人口密度空间化方法探讨与运用 [J]. 广州大学学报: 自然科学版, 2008, 7 (2): 71-74.
- [13] 田永中,陈述彭,岳天祥,等. 基于土地利用的中国人口密度模拟 [J]. 地理学报, 2004, 59 (2): 283-292.
- [14] 卓莉,陈晋,史培军,等. 基于夜间灯光数据的中国人口密度模拟 [J]. 地理学报, 2005, 60 (2): 266-276.
- [15] Michael REIBEL, Aditya AGRAWAL. Areal Interpolation of Population Count Using Pre-classified Land Cover Data [M]. Popul Res Policy Rev, 2007: 619-633.
- [16] Robert S REMPEL, Robert S KUSHNERIUK. The Influence of Sampling Scheme and Interpolation Method on The Power to Detect Spatial Effects of Forest Birds in Ontario (Canada) [M]. Landscape Ecology, 2003: 741-757.
- [17] Hirotaka Saito Sean A McKenna, D A ZimmermanTimothy C Coburn. Geostatistical Interpolation of Object Counts Collected From Multiple Strip Transects: Ordinary kriging Versus Finite Domain Kriging [M]. Stoch Environ Res Risk Assess, 2005: 71-85.
- [18] 鲁振宇,杨太保,郭万钦. 降水空间插值方法应用研究——以黄河源区为例 [J]. 兰州大学学报: 自然科学版, 2006, 48 (4): 11-14.
- [19] 李璐,姜小三,孙永远. 基于地统计学的降雨侵蚀力插值方法研究——以江苏省为例 [J]. 生态与农村环境学报, 2011, 27 (1): 88-92.
- [20] 陈晶晶,胡蓓蓓,王军. 天津降水数据的空间插值分析 [J]. 安徽师范大学学报: 自然科学版, 2010, 33 (4): 382-387.

STUDY ON THE INFLUENCE OF ROAD ON COUNTY  
POPULATION DISTRIBUTION BASED ON GIS  
——A CASE STUDY OF PEI COUNTY

WANG Hong<sup>1</sup>, YAN Qing-wu<sup>1</sup>, ZHANG Hao<sup>2</sup>

- (1. *School of Environment Science and Spatial Informatics, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221008, Jiangsu, China;*  
2. *School of Information and Control Engineering, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710055, Shanxi, China*)

**Abstract:** Using village population of 2004 in Pei County, the influence of road on county population distribution is analyzed with the method of spatial analysis in GIS. First, population density of each village in Pei county based on Thiessen polygons is calculated, the map of population density of each village is gained by using ordinary Kriging with the exponential model. The results showed that the higher population density areas distribute along the southwest to northeastward, presented the phenomenon of massive aggregation and banding extend. The buffer zones are built at the radius of  $50\text{ m} \times i (i = 1, 2, 3 \cdots 20)$ , calculated population density of every buffer zone by the formula of  $\text{Popden} = y/s$ , the road and population density map was obtained by using the method of GCAWI, the results indicated that most of the population are gathered at the radius of  $0 \sim 300\text{ m}$  buffer zones. As a result, GCAWI reflected the real distribution of population.

**Key words:** GIS; Thiessen polygons; ordinary Kriging; buffer zone analysis; GCAWI

~~~~~  
(上接第 33 页)

CORRELATION ANALYSIS BETWEEN ENERGY CONSUMPTION
AND ECONOMIC GROWTH IN XINJIANG

LONG Hai-li

(*School of Life Resource Environment, Yili Normal University, Kuitun 833200, Xinjiang, China*)

Abstract: The correlation of GDP per capita and energy consume is analyzed based on statistic data of energy consume and GDP per capita from 1952 to 2007. Good correlation indicators including coal, oil, gas and electric power are selected to set up measuring model. The results show that the relation between economy growth and energy consume looks like invert U, at the same time the curve has reached the turning pot. It means that unit energy consume should decrease with unit economy growth. So it is necessary to improve the sustainable model such as recycling economy and green GDP to good direction.

Key words: correlation analysis; economy growth; energy consume; per capita GDP; Xinjiang

十堰市构建区域中心城市的 SWOT 分析

张俊生, 胡道华

(湖北大学 资源环境学院, 湖北 武汉 430062)

摘要: 位于湖北省西北部的十堰市, 经过 40 年的发展, 已经成为一座经济实力雄厚、城市功能完备、文化底蕴深厚、生态环境良好的现代化城市。随着十堰市经济的不断发展和城市功能的日益完善, 十堰在鄂西北比邻地区的影响力也在逐步提高, 为此, 十堰市政府制订了将十堰市打造成区域中心城市的发展战略, 进一步提高十堰的综合实力和知名度。基于十堰市的发展现状、结合相关数据资料, 用 SWOT 法对十堰市构建区域中心城市的战略构想进行分析, 提出加强区域协作、准确定位、优化产业结构、积极争取政府政策支持等发展对策。

关键词: 十堰; 区域; 中心; 城市; SWOT 分析

中图分类号: F29 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7852(2011)02-0041-03

0 引言

中心城市是最具活力的经济聚集体和增长极, 它往往是带动区域经济发展的火车头。近年来, 区域中心城市逐渐成为区域经济研究的热点。对区域中心城市的构建进行理论分析, 可以为区域中心城市的建设发展提供依据和指导。十堰市从建市至今, 在经济、文化、生态环境、交通等各个方面取得了瞩目的成就, 十堰市政府提出了将十堰市打造为鄂渝陕豫比邻地区区域中心城市的战略构想, 以促进十堰社会经济又好又快地发展。

1 区域中心城市的概念及主要特征

按照陆大道先生提出的“点—轴”空间结构系统, 区域中心城市是区域经济空间结构中的一个“点”, 这个“点”可以作为区域的一个聚集体或增长极。从城市群的角度来看, 区域城市是指在一定地域范围的城市体系中居于核心地位、发挥主导作用的城市。目前, 中国的有关学者依据中国的实际情况, 大体将区域中心城市划分为以下几个等

级: 一是全国区域中心城市, 即在全国一级经济区中发挥核心作用的城市, 如中国的广州是珠三角经济区的中心城市; 二是跨省域区域中心城市, 即在跨省域二级经济区中发挥核心作用的城市, 如重庆是成渝经济区东翼的中心城市; 三是省域区域中心城市, 即在省域三级经济区中发挥核心作用的城市, 如武汉是武汉城市圈及湖北省的中心城市; 四是省内区域中心城市, 即在省内局部地区发挥核心作用的城市, 如厦门是闽南地区的中心城市。区域中心城市一般主要具有以下特征: 一是经济发展水平高、集中, 实力雄厚; 二是产业结构优化度高, 社会分工协作发达; 三是科技实力强, 高素质人才聚集; 四是城市基础设施完备、功能齐全; 五是文化底蕴深厚, 具有一定特色。

2 对十堰市构建区域中心城市的 SWOT 分析

SWOT 分析是对组织在一段时间内的优势、劣势、机会和面临的威胁几个方面的总结, 它是由旧金山大学的管理学教授于 20 世纪 80 年代初提出, 常常用来作战略分析。用 SWOT 法分析十堰市构建

区域中心城市的战略,使之能够发挥优势,转化劣势,抓住机遇,积极应对各种威胁和挑战。

2.1 优势因素

2.1.1 生态环境优势

与周边省份的同等级城市相比,十堰市在生态环境方面有较为明显的优势。十堰地处秦巴山区腹地,境内植被优良,森林覆盖率达 52.7%,高出全国森林覆盖率 34 个百分点,与周边的秦巴地区构成中西部结合地区的重要生态屏障,堪称“中华之肺”。十堰市先后获得中国优秀旅游城市、全国绿化十佳城市、国家园林城市等殊荣。

2.1.2 汽车工业基础优势

十堰市是因车而建、因车而兴的一个国家工业城市。目前十堰市仍然是东风汽车公司商品车、零部件重要的生产基地,汽车产业实力雄厚。同周边地区城市相比,在汽车工业基础方面有着无可比拟的优势。特别是近年来,许多外地汽车生产企业相继在十堰建厂投产、本土企业的扩建,使十堰市的汽车工业优势更加突出。

2.1.3 城市功能优势

十堰市自建市以来,特别注重城市的规划,高起点、高水平、高质量进行城市建设,城市面貌焕然一新,城市交通、文体、医疗等基础设施日趋完善。特别是近年来新建了一批重要的城市公共设施,着力改造城市交通布局,使城市的综合实力得到了很大提高。中国城市论坛 2006~2008 年分别从城市生活质量、品牌价值和综合竞争力 3 个方面对全国 287 个地级及以上城市进行评价,十堰连续 3 年在前 80 名以内,而周边城市大多在 150 名左右甚至 200 名以外。

2.1.4 科教人才优势

十堰市目前有高等院校 5 所、中等专业学校 30 所、中小学校 1 045 所,在校学生 45.33 万名。全市每万人拥有科技人才 691 人,大大高于全国城市每万人 488 人的平均水平,同时也高于周边地区城市的平均水平。特别是在汽车、医学方面优势更为明显。

2.1.5 文化优势

十堰市自古以来就是一个地域文化中心,地域文化特色鲜明,有武当文化、汉水文化、房陵文化、民俗文化、远古文化、汽车文化等,有国家级非物质文化遗产 6 项,省级非物质文化遗产 17 项。同周边地区相比,十堰市在文化资源的丰富度上具有一定的优势,使得十堰市的文化底蕴较为深厚。

2.1.6 交通优势

十堰距武汉、郑州、西安、重庆均为 500 km 左右,接近中国地理经纬的中心点,具有承东启西、沟通南北、维系四方的作用。目前,十堰已被国家列为全国公路交通枢纽城市。随着福银高速、襄渝铁路二线建设步伐的加快,以及十宜铁路、襄天高速、郧房高速、武当山机场等一系列重点交通项目的启动,十堰的水、陆、空交通体系即将初现,交通优势日益体现。

2.2 劣势因素

2.2.1 区域中心城市定位模糊

十堰市政府提出将十堰市建设成为鄂渝陕豫比邻地区区域中心城市,这个界定是比较模糊的。十堰市作为一个地级市,它的辐射范围究竟有多大?打造区域城市时辐射范围多大最为合适?是定位为省内区域中心城市合适还是省域中心城市合适?这都值得探讨。

2.2.2 区域联系不够紧密

十堰市与周边区域的产业关联度较低,还未形成紧密的产业联系,对周边区域发展的带动作用不强。地区之间的经济、文化交流与合作还没有形成足够大的规模。离区域中心城市的地位有一定的距离。

2.2.3 缺乏国家和省政府的政策支持

目前,十堰构建区域中心城市的战略没有得到湖北省发展战略的支持,更谈不上国家的扶持。作为一个重大的发展战略,仅仅靠十堰市自己的力量,困难是可想而知的。

2.2.4 缺乏详细的规划

十堰市目前还没有针对区域中心城市大战略开展一系列的调查、研究,合理做出详尽的规划、论证;没有对城市的重大基础设施建设和布局、环境保护与资源开发、产业布局做出安排。

2.3 机会性因素

2.3.1 国家相关规划与政策的支持、重大工程的建设

十堰,主城区享受老工业基地的政策,其他县市享受西部开发政策。目前,国家发改委制定的《促进中部地区崛起规划》即将颁布实施,规划中确定的一系列开发重点和政策导向将给十堰市“十二五”乃至更长时间的发展带来新的机遇。正在建设之中的南水北调中线工程对十堰市的经济发展、知名度提高具有一定的作用。

2.3.2 “鄂西生态文化旅游圈”建设

湖北省委、省政府“两圈一带”总体战略，其中“鄂西生态文化旅游圈”建设计划投资 1 664 亿元，将激活鄂西地区生态、文化、民俗等资源优势，破解交通、通讯、体制、机制等瓶颈障碍，使其成为国内外知名的旅游目的地。十堰拥有以武当山、房县“双野”、太极湖等为代表的生态旅游资源，是鄂西生态文化旅游圈的核心板块和重要支撑，在生态旅游方面发展前景广阔。

2.4 威胁因素

2.4.1 区域城市竞争激烈

鄂豫陕渝交界区域的几个城市都在积极地推进中心城市的建设，对十堰市造成了一定的威胁。在十堰市的西边有来自陕西安康、商洛的同等级城市与之竞争；在北面，河南南阳的发展也很快，东边有来自省内的襄樊市与之争夺。特别是襄樊市，它已经是一个国家特大型城市，又被确定为湖北省的副会城市，得到了湖北省的政策支持。作为中心城市，襄樊相比十堰优势明显；作为特色城市，十堰相比襄樊更胜一筹。

2.4.2 产业结构单一

目前十堰市的主导产业是汽车产业，其次是医疗卫生产业。十堰市把汽车产业作为全市的经济支柱产业来发展，过分依赖汽车产业，工业产业比重过大，其他产业，特别是服务业发展相对滞后，产业结构和产品结构不够合理，给十堰经济的发展带来了一定的风险。

3 建设区域中心城市的战略对策

3.1 加强同周边区域的协作

要重新审视十堰市经济社会发展的定位，尽快将其转入区域整体发展的轨道上来，编制区域合作发展规划，积极与周边地区开展全方位、多领域的合作。要建立健全区域共享与合作机制。特别是要

在薄弱领域注重与周边区域的交流，构建优势互补、资源互补平台，有效整合资源，实现经济要素优化配置。

3.2 准确定位，提高核心竞争力

十堰尽快制定区域中心城市的发展规划，树立在区域发展中的形象和地位，将自己的优势产业做大、做强，明确今后的重点发展方向和思路，重点培育和发展一批特色鲜明、竞争力较强的产业。

3.3 优化产业结构，提高经济综合实力

在继续稳步发展汽车产业的同时，大力发展现代服务业，形成辐射周边的现代服务中心；加快发展旅游业，打造国际知名生态文化旅游目的地；积极发展特色农副产品加工业，培育骨干龙头企业。努力形成实力雄厚、结构合理的产业局面，深入贯彻科学发展观，推动十堰经济社会高效发展。

3.4 积极争取国家和湖北省政府的支持

区域中心城市的建设是今后国家城市化建设推进中的重点内容。十堰市政府不仅要自身努力发展，还要积极主动向湖北省政府、国家争取在资金、政策上给予一定的支持。将十堰市建设为区域中心城市早日纳入省、国家的相关规划之中，加快中心城市建设步伐。

4 结论

通过 SWOT 分析法，能够比较简明地分析出十堰市构建区域中心城市时所面临的一些问题，从而可以提出解决问题的发展对策。然而运用这种方法只是在宏观上进行比较模糊的分析，在具体的政策制定上还需要更为精准的数据和分析方法。十堰市构建区域城市的发展战略刚刚起步，在市场调研和政策咨询时，要运用多种分析方法，在今后的城市发展中注重发挥自己的特色与优势，提升转化弱势，积极应对机遇、挑战。

参考文献：

- [1] 聂华林，赵超．区域空间结构概论 [M]．北京：中国社会科学出版社，2008：126.
- [2] 陈天会．十堰：构建区域中心城市 [J]．中国城市经济，2010（2）：46-53.
- [3] 张嗣义．十堰打造区域中心城市的战略构想 [J]．中国城市经济，2009（7）：34-39.
- [4] 郭宝华，李丽萍．区域中心城市机理解析 [J]．重庆工商大学学报：西部论坛，2007（4）：35-38.
- [5] 陈泽鹏，李文秀．区域中心城市服务业空间布局实证研究 [J]．广东社会科学，2008（1）：31-36.
- [6] 黄任群，王世良．区域中心城市产业集群评价模型研究 [J]．技术经济与管理研究，2006（2）：70-71.

基于熵值法的江苏省农村人居环境质量评价研究

朱彬¹, 马晓冬²

(1. 徐州师范大学 城市与环境学院, 江苏 徐州 221116; 2. 徐州师范大学 淮海发展研究院, 江苏 徐州 221009)

摘要: 农村人居环境的提升与优化是建设社会主义新农村重要内容之一。以江苏省为研究区域, 64个县市为研究单元, 建立居住环境系统、基础设施系统、公共服务系统及生态环境系统4个人居环境评价子系统的指标体系, 运用熵值法定量评价江苏省农村人居环境质量。结果表明: 江苏省农村人居环境系统层中居住环境子系统及指标层中公共图书馆藏量的权重最大; 农村人居环境存在地域差异性, 根据综合得分划分为优级发展区、良级发展区、一般发展区及差级发展区4类发展区; 在子系统得分上, 苏锡常地区农村人居环境最高, 苏中及苏北地区的农村人居环境质量有待加强。

关键词: 人居环境; 熵值法; 江苏省

中图分类号: X821

文献标识码: A

文章编号: 1001-7852(2011)02-0044-08

长期以来, “三农”问题一直是影响中国全面建设小康社会进程和现代化进程的关键性问题, 也是关系党和国家工作全局的根本性问题。为了吸取盲目城市化对生态环境和文化遗产所造成的破坏, 新农村建设的重要目标是为农村创造一个优美舒适的人居环境, 切实改善农村居民生活质量和农村生活条件, 提高农村可持续发展的能力。关于人居环境的研究, 包括学者吴良镛^[1]提出的研究理论和思想。但涉及到农村人居环境建设问题, 研究还较薄弱, 主要的研究有宁越敏、项鼎、魏兰构建小城镇人居环境的评价指标体系和模型, 通过问卷调查对上海郊区的3个小城镇进行了案例研究, 归纳小城镇人居环境发展的一般性规律^[2]; 赵之枫从城乡关系、人口和消费、生态环境、能源利用、社区建设和使用周期等方面探讨了乡村人居环境可持续发展的对策^[3]; 陈珊、鲍继峰、周东等从乡村外部环境整治出发, 提出乡村外部环境整治的要点等^[4]。此外还有一些从某个地区出发提出的一些农村人居环境改善的意见, 如鲍继峰研究沈阳村镇人居环境的发展^[5], 李富荣和张萍两位学者分析中国西部地区

农村城镇化与人居环境建设^[6], 唐铭和郭浩磊也研究西部农村人居环境现状与可持续发展对策^[7], 赵高圣对武汉新农村人居环境建设进行探讨^[8], 樊帆以湖北荆州市为例进行农村人居环境现状调查及政策取向^[9], 彭震伟与孙婕以无锡市郊及沈阳市北郊的农村为案例, 探讨不同发展特征地区农村人居环境体系规划的策略及方法^[10]等。总体看来, 对农村人居环境问题的研究缺乏系统性评价, 本文通过考察江苏省农村人居环境, 提出一套以县市为单元建立的居住环境、基础设施、公共服务及生态环境4个农村人居环境的评价子系统的指标体系, 运用熵值法定量评价农村人居环境的质量, 进而揭示出其地域差异性, 对江苏省的新农村建设及相关规划的编制具有参考价值。

1 研究区概况与数据来源

江苏省是中国东部沿海经济发达省份之一。农业生产条件好, 土地开发强度高, 农村居民点密集。在全国开展新农村建设规划的背景下, 江苏省

注重加强农村人居环境建设。2009 年，江苏省各地认真落实强农惠农政策，大力发展高效设施农业，全力推动农民就业创业，农业农村经济保持良好发展态势。全省实现农林牧渔业增加值 2 261.9 万元，同比增长 4.5%；农民人均纯收入达 8 004 元，比上年增长 647 元，增长 8.8%，扣除物价，实际增长 9.4%。但人居环境建设方面同时出现农业设施及服务体系等问题，大量农田、水域生产配套设施标准很低，道路不通，电力设施老化，排灌体系不全，一些圩堤达不到防洪标准，不少灌水电站、排涝闸需要维修更新。农业综合服务体系不健全，基层农技服务队伍和新技术推广力量薄弱，人员不足，年龄偏大，知识老化。鉴于以上原因，进行江苏省农村人居环境评价研究，期望通过各种措施改善农村人居环境，达到提高农村居民生活水平，促进农村可持续发展的目的。

江苏省 64 个县市单元的统计数据来源于江苏省统计局编制、中国统计出版社出版的《江苏统计年鉴 2010》及江苏省统计局、国家统计局江苏调查总队等编制的《江苏省农村统计年鉴 2010》；图件数据采用江苏省行政区划电子地图，以县市为统计单元；形态数据来源于 2006 ~ 2007 年的 SPOT 2/4 卫星遥感影像（全色，10 m 空间分辨率）和 LANDSAT TM 卫星遥感影像（多光谱，30 m 空间分辨率），以江苏省 1:50 000 地形图为底图，利用 ERDAS 9.1 软件解译的江苏省农村居民点矢量图。

2 指标体系的构建与研究方法

2.1 指标体系的构建

遵循指标选取的系统性、完整性、有效性和可量可比性的原则，并考虑到数据的可得性、可操作性等因素，本研究结合江苏县市的实际，为全面反映农村人居环境的质量，尽量选择评价指标的平均值或比率，构建农村人居环境质量评价指标体系（表 1），主要包括居住环境、基础设施、公共服务及生态环境 4 个子系统的评价指标体系，共 19 个单项指标。

2.2 研究方法

人居环境质量指标具有综合性和系统性特征，内部由许多子系统组成。熵值法能够深刻地反映出指标信息熵值的效用价值，其给出的指标权重值比层次分析法和专家经验评估法更具可信度，适合对多元指标进行综合评价^[11]。因此，为了克服多指

表 1 江苏省农村人居环境综合评价指标体系
Tab. 1 Evaluation index system of rural human settlements of Jiangsu Province

指标分类	具体评价指标
居住环境子系统	农村人均住房面积 C1；农村人均用电量 C2；农林牧渔业劳动产值 C3；农民人均纯收入 C4；农村恩格尔系数 C5；农村居民点斑块密度 C6；农村居民点破裂化指数 C7；农村居民点分离度指数 C8
基础设施子系统	有效灌溉面积 C9；汽车拥有量 C10；固定电话及移动电话用户 C11；国际互联网用户 C12
公共服务子系统	乡村村（居）民委员会数 C13；在校学生与专任教师的比重 C14；卫生技术人员数 C15；公共图书馆藏量 C16
生态环境子系统	农药使用量 C17；农用化肥施用量 C18；塑料薄膜使用量 C19

标变量间信息的重叠和人为确定权重的主观性，本研究运用熵值法对江苏省农村人居环境进行综合评价。

熵是源于热力学的一个物理概念，后由申农（C E SHANNON）引入信息论，现已广泛运用于社会经济等领域相关问题的研究。在信息论中，熵是系统无序程度的度量，信息则是系统有序程度的度量，两者绝对值相等，符号相反。某项指标的指标值变异程度越大，熵值越小，该指标提供的信息量越大，该指标的权重也应越大；反之，某项指标的指标值变异程度越小，熵值越大，该指标提供的信息量越小，该指标的权重也越小^[12,13]。因此，可以根据各项指标值的变异程度，利用熵值来确定指标权重，为人居环境的综合评价提供科学依据。

假设有 m 项待评方案， n 项评价指标，形成原始指标数据矩阵 $X = \{x_{ij}\} m \times n (0 \leq i \leq m, 0 \leq j \leq n)$ ，则 x_{ij} 为第 i 个待评方案第 j 个指标的指标值。

主要步骤如下：

（1）数据标准化处理。

假设评价指标 j 的理想值为 x_j^* 。对于正向指标， x_j^* 越大越好，记为 $x_{j\max}^*$ ；对于逆向指标， x_j^* 越小越好，记为 $x_{j\min}^*$ 。评价指标的理想值可以从初始数据矩阵 X 中找到。定义 x'_{ij} 为 x_{ij} 对于 x_j^* 的接近度。对于正向指标， $x'_{ij} = x_{ij}/x_{j\max}^*$ ；对于逆向指标， $x'_{ij} = x_{j\min}^*/x_{ij}$ 。定义标准化矩阵： $Y = \{y_{ij}\} m \times n$ ，其中， $y_{ij} = x'_{ij}/\sum x'_{ij}$ ， $0 \leq y_{ij} \leq 1$ 。

(2) 计算评价指标的熵值。

$$e_j = -k \sum y_{ij} \ln y_{ij}$$

令 $k = 1/\ln_m$ ，则 $e_j = (-1/\ln_m) \sum y_{ij} \ln y_{ij}$ 。

(3) 计算评价指标的差异性系数。

$$g_j = 1 - e_j$$

(4) 定义评价指标的权重。

$$w_j = g_j / \sum g_j$$

(5) 计算样本的评价值。

用第 j 项指标权重 w_j 与标准化矩阵中第 i 个样本第 j 项评价指标接近度 x'_{ij} 的乘积作为 x_{ij} 的评价值 f_{ij} ，即 $f_{ij} = w_j * x'_{ij}$ ，第 i 个样本的评价值 $f_i = \sum f_{ij}$ 。

3 江苏省农村人居环境评价研究

3.1 农村人居环境质量系统分析

根据熵值法的计算步骤，首先对江苏省县市 2009 年 19 项指标的 1 216 个原始数据进行标准化，采用正则化公式： $x'_{ij} = x_{ij}/x_{jmax}^*$ ；其次，依据标准化后的数据，采用熵值法计算公式 $e_j = (-1/\ln_m) \sum y_{ij} \ln y_{ij}$ ，计算出每个单项指标的熵值 e_j ；再次，分别计算 19 项评价指标的差异性系数 g_j ，进而计算各指标的权重 w_j （表 2）；最后，运用公式： $f_{ij} = w_j * x'_{ij}$ ，得出 2009 年江苏省农村人居环境综合评价值，以分析各个地区农村的人居环境质量。

表 2 江苏省农村人居环境综合测度的评价指标赋权
Tab. 2 Evaluation criterion weight of of rural human settlements of Jiangsu Province

系统层（权重）	指标层	权重（ w_j ）	差异性系数（ g_j ）
居住环境子系统 (0.370 39)	农村人均住房面积	0.003 596 464	0.008 370 923
	农村人均用电量	0.085 052 137	0.197 962 464
	农林牧渔业劳动产值	0.042 434 387	0.098 767 839
	农民人均纯收入	0.003 352 258	0.007 802 523
	农村恩格尔系数	0.000 328 697	0.000 765 057
	农村居民点斑块密度	0.029 807 736	0.069 378 773
	农村居民点破裂化指数	0.097 020 8	0.225 820 034
基础设施子系统 (0.274 01)	农村居民点分离度指数	0.108 793 986	0.253 222 627
	有效灌溉面积	0.041 059 834	0.095 568 509
	汽车拥有量	0.086 134 734	0.200 482 254
	固定电话及移动电话用户	0.065 129 372	0.151 591 382
公共服务子系统 (0.215 69)	国际互联网用户	0.081 684 389	0.190 123 886
	乡村村（居）民委员会数	0.041 174 532	0.095 835 473
	在校学生与专任教师的比重	0.001 041 206	0.002 423 451
	卫生技术人员数	0.064 481 294	0.150 082 953
生态环境子系统 (0.139 91)	公共图书馆藏量	0.108 996 225	0.253 693 345
	农药使用量	0.040 620 435	0.094 545 789
	农用化肥施用量	0.042 861 21	0.099 761 288
	塑料薄膜使用量	0.056 430 303	0.131 343 928

从人居环境系统层的权重看，居住环境子系统、基础设施子系统和公共服务子系统的权重都在 0.2 以上，表明江苏省农村人居环境质量差异的因素主要表现在居住条件、基础设施和公共服务 3 因素方面，各个地区需积极改善居住环境、基础设施

和公共服务来提高人居环境质量。其中居住环境子系统（0.370 39）所占比重最大，说明它对江苏省农村人居环境的影响最深刻，因此在优化农村人居环境方面首先需要通过相关村庄整治改善农村居住环境。

从人居环境指标层的权重看，公共图书馆藏量的权重最大（0.108 996），表明公共文化活动是影响江苏省农村人居环境质量的最主要因素，农村居民点分离度指数（0.108 793 986）反映人类活动对农村居民点的干预强度，其对农村人居环境也有较大影响；塑料薄膜使用量、卫生技术人员数、汽车拥有量、固定电话及移动电话用户及国际互联网用户、农村人均用电量及农村居民点破裂化指数等指标的权重都在 0.05 以上，这些指标对江苏省农村人居环境质量影响颇大；其它指标的权重比较偏小，对当前农村人居环境建设的贡献较小，未引起人们的足够重视。

差异性系数揭示出江苏省农村人居环境指标内部的空间异质性，与指标层的权重呈正相关。江苏省农村公共图书馆藏量差异性系数达到 0.253 69，表明各地区农民享受的公共服务差异较大，与该地区公共服务投入等密切相关；差异性系数在 0.1 以上的有农村人均用电量等 8 项指标，农村人居环境在这些指标存在异质性，但相对农村公共图书馆藏量较低；其他指标的差异性系数在 0.1 以下，农村人居环境在这些指标是相对均衡发展的，差异性不明显。

3.2 农村人居环境质量各子系统的空间差异分析

人居环境是一个由社会、经济等相互作用、相

互依赖的子系统组成的复合系统。分析和评价这样一个复杂的系统，首先要建立将系统要素量化的指标类型和体系。人居环境在不同的时代、不同的经济技术水平条件下，其反映指标是不同的。江苏省是中国经济发达地区之一，能体现现代化的人居环境的指标丰富，并且区域内南北差异明显，便于进行空间分析。

按照熵值法综合得分的高低，运用 ArcGIS 9.3 软件将江苏省农村人居环境发展水平分为优、良、一般、差 4 类（图 1）。江苏省农村人居环境发展具体分类：第一类为优级发展区，包括苏州、无锡、南京、南通、泰州、徐州、连云港、盐城 8 个市区；第二类为良级发展区，包括常州、镇江、淮安、宿迁 4 个市区及张家港、常熟、昆山、吴江、太仓、江阴、宜兴、扬中、扬州、东海、赣榆 11 个县市；第三类为一般发展区，包括高淳、溧水、溧阳、金坛、丹阳、靖江、泰兴、姜堰、海安、仪征、江都、兴化、洪泽、金湖、宝应、响水、沭阳、新沂、邳州、铜山、丰县、沛县 22 个县市；第四类为差级发展区，包括句容、启东、海门、如皋、如东、高邮、东台、大丰、盱眙、泗洪、泗阳、睢宁、射阳、建湖、阜宁、涟水、滨海、灌云及灌南 19 个县市。



图 1 江苏省农村人居环境区域差异特征图

Fig. 1 Characteristic of regional differences in rural human settlement of Jiangsu Province

- (1) 优——8 个市区，市郊农村经济发展实力处于领先地位，受市区经济辐射，农业产业化水平较高，居民生活水平高，基础设施和公共服务设施齐备，交通、通讯、互联网、自来水的普及完善，医疗服务设施齐全。
- (2) 良——4 个市区及 11 个县市，该地区的农村人居环境的综合得分处于全省平均水平以上，张家港、常熟、昆山、吴江、太仓、江阴、宜兴地处环太湖及长江流域的苏南地区，受上海辐射最大，经济较发达，基础设施建设相对完备和社会保障实施比较健全，人居环境质量较高。东海、赣榆人居环境较高因生态环境污染较少，近几年人居环境质量大大改善。
- (3) 一般——22 个县市，该地区农村人居环境综合得分处于全省平均水平以下，综合发展水平一般，大部分为苏中及苏北的县市，经济水平相对苏南较低，在农村经济发展水平、基础设施和公共服务设施的配套以及农村生态环境质量和社会稳定等方面急需大力发展，以改善该区域整体农村人居环境。
- (4) 差——19 个县市，该地区的农村人居环境的综合得分最低，处于全省的后位，大部分处于苏北地区，该区域的农村人居环境发展首要的制约因素为经济发展水平低、农民人均收入来源单一、

基础设施配套不健全，因此经济发展水平、农村基础设施建设及人居生活配套条件等方面都亟待改善。

江苏省农村人居环境质量空间差异不仅表现在综合指标方面，各子系统人居环境也出现空间异质性（图 2~5）。

(1) 居住环境因素是造成人居环境差异的主导因素，是改善人居环境的基础条件。共有 23 个地区超过江苏省农村人居环境居住环境平均水平（0.051 84），徐州市区的得分远高于江苏省其他地区，是徐州近年来积极建设新农村居住示范点且综合整治村庄环境的良好结果。苏州、无锡、泰州、徐州、连云港、宿迁、盐城 7 个市区，昆山、张家港、吴江、江阴及东海、赣榆地区的居住环境水平较高与大部分地区优越的区位及较强的经济实力密切相关。常州、镇江、南通、淮安 4 个市区及苏南的常熟、溧阳、丹阳、扬中、太仓、宜兴，苏中的泰兴、姜堰及苏北的响水、新沂、邳州、铜山县、丰县得分在 0.043 ~0.087，居住环境水平次之。南京市辖县，苏南的金坛、句容，苏中的扬州、靖江、兴化、海门及苏北的 10 个县市得分在 0.03 左右，居住环境水平一般。广大的苏北地区及苏中地区得分在 0.002 以下，居住环境水平最低。

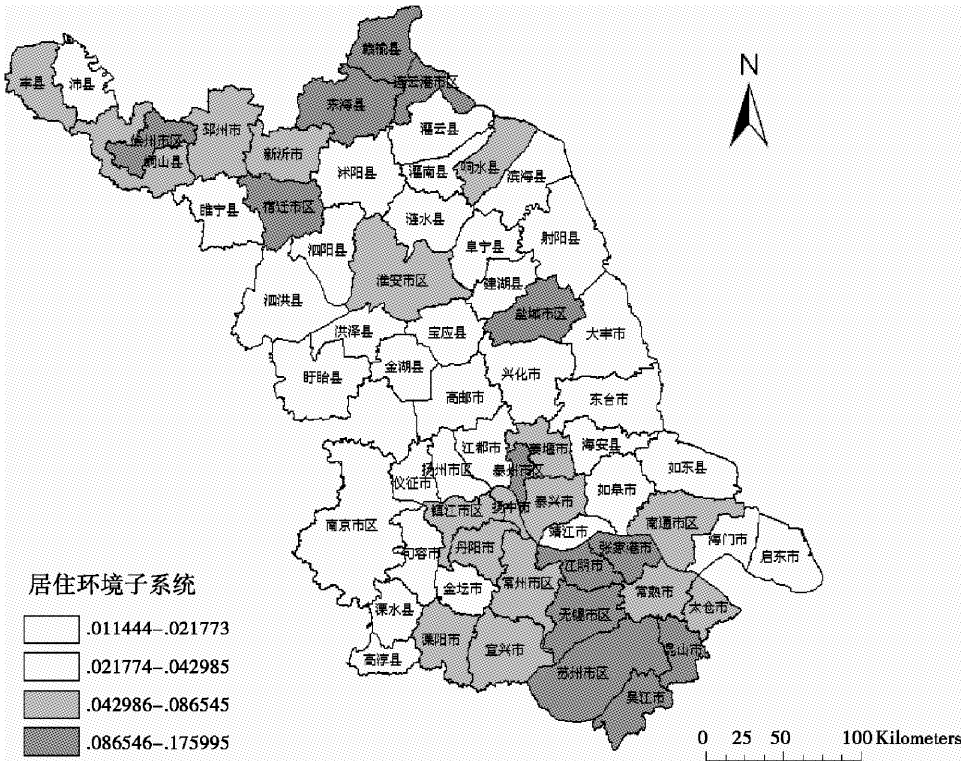


图 2 江苏省农村人居环境居住环境子系统得分

Fig. 2 Scores of living environment subsystem of rural human settlement of Jiangsu Province

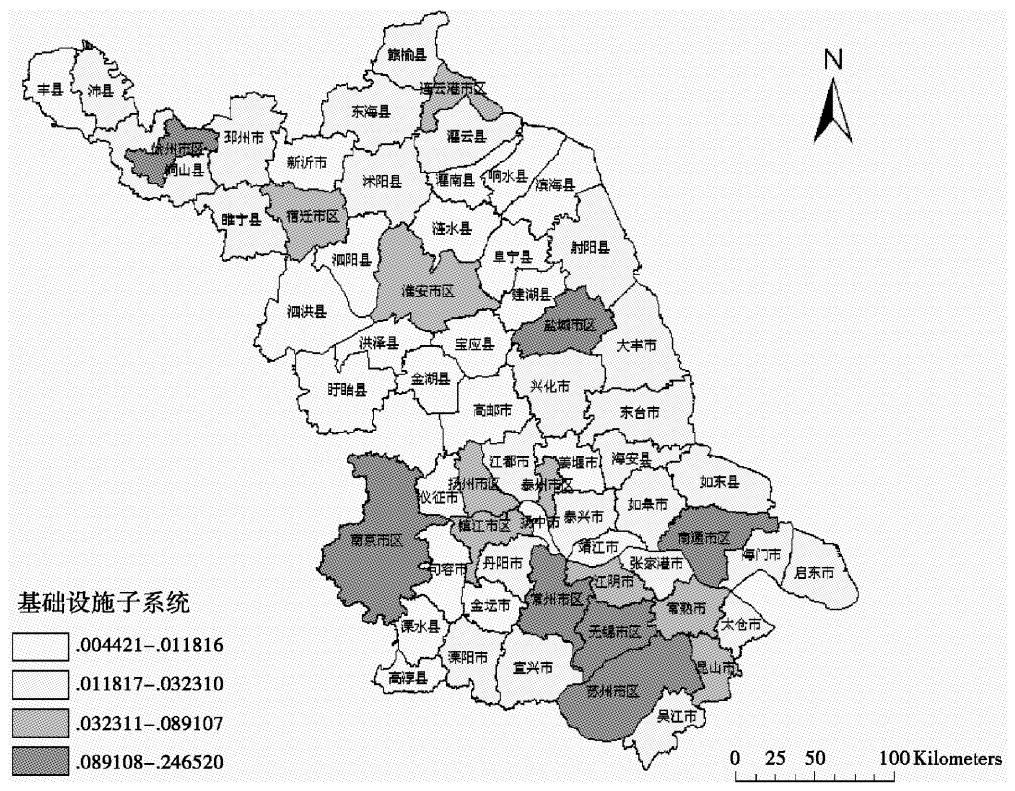


图 3 江苏省农村人居环境基础设施子系统得分

Fig. 3 Scores of infrastructure subsystem of rural human settlement of Jiangsu Province

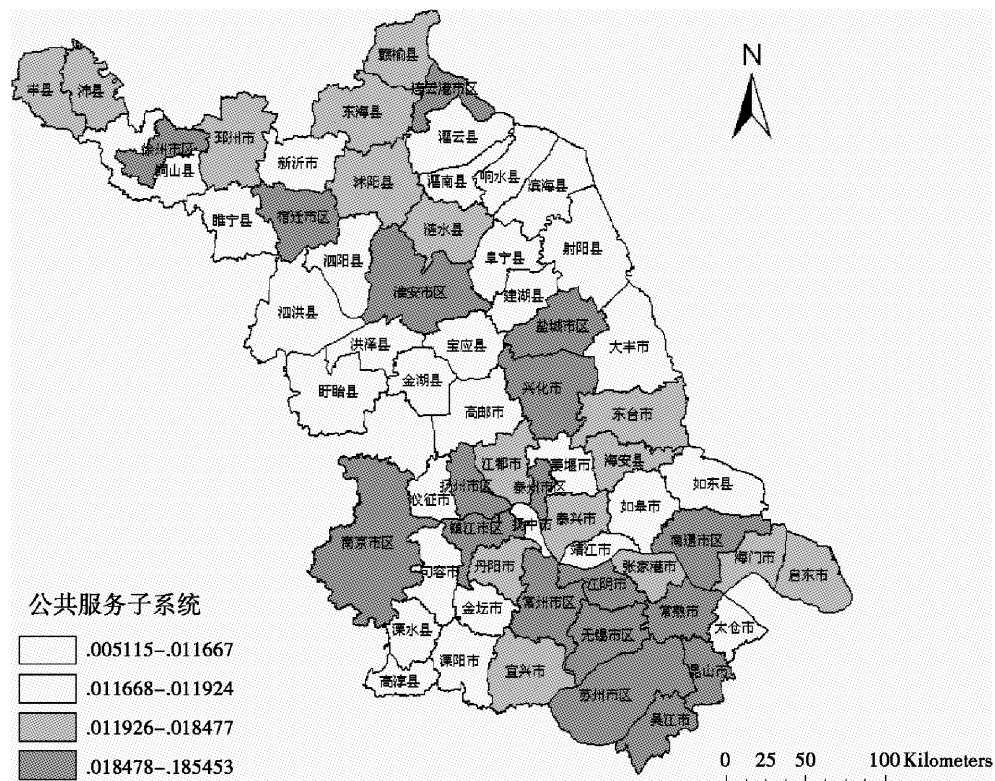


图 4 江苏省农村人居环境公共服务子系统得分

Fig. 4 Scores of public services subsystem of rural human settlement of Jiangsu Province

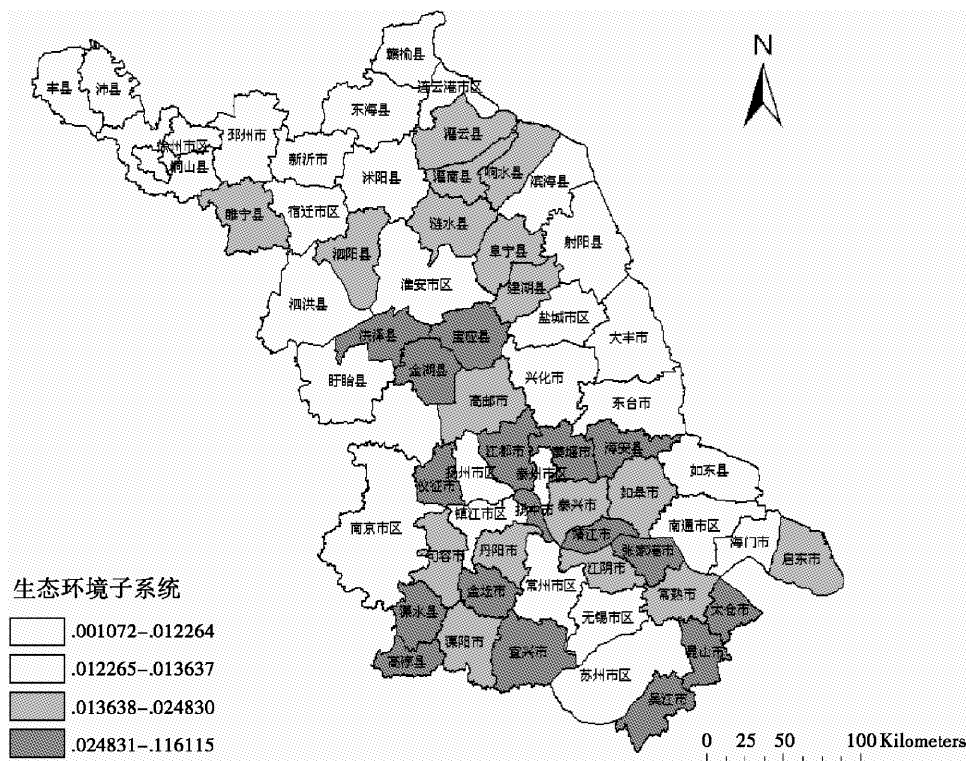


图 5 江苏省农村人居环境生态环境子系统得分

Fig. 5 Scores of ecological environment subsystem of rural human settlement of Jiangsu Province

(2) 基础设施不仅是改善人居环境的物质基础,也是农村经济、社会、文化各项活动的载体。14 个地区超过江苏省平均水平(0.033),其中苏州市区的基础设施条件得分(0.246 52)远高于其他地区,加快发展农村交通等基础设施的举措使得苏州基础设施条件优越,而其他地区的农村基础设施质量的区域差异较大。苏锡常、南京、南通、徐州、盐城 7 个市郊农村基础设施水平最高。镇江、扬州、泰州、淮安、宿迁、连云港 6 个市区及昆山、常熟、江阴得分在 0.032~0.089,农村基础设施水平次之。苏南的 6 个地区及苏中苏北的 19 个地区得分在 0.02 左右,农村基础设施水平一般。苏北苏中的 18 个县及苏南的高淳、溧水、高淳、句容、金坛及扬中地区得分在 0.012 以下,基础设施条件有待提高。

(3) 实现人居环境的可持续发展,需要重视加强教育、医疗卫生及社会保障事业等公共服务的发展。南京市区的得分最高,为得分最低的金湖的 36 倍,南京近年来规划建立完备、安全、便捷、高效、舒适的公共服务设施配套体系,积极提升生活质量。江苏省 13 个地级市市区及昆山、常熟、吴江、江阴、兴化的得分偏高,公共服务设施齐全。张家港、宜兴、丹阳,苏中的 5 个地区及苏北的 8 个地区得分在 0.012~0.018,公共服务设施水

平较高。靖江、铜山、睢宁公共服务设施水平次之。广大的苏北苏中地区及高淳、溧水、溧阳、金坛、句容、扬中、太仓地区得分在 0.012 以下,公共服务设施水平最低。

(4) 生态环境建设也是人居环境可持续发展的基石,扬中市生态村的比例达 89%,超过创建国家生态市要求的 80% 的硬指标,其生态环境得分最高。昆山、吴江、太仓、张家港等 17 个地区的生态环境得分在 0.025 以上,生态环境优越。常熟、溧阳、丹阳、句容、靖江等 17 个地区的得分在 0.014~0.025,生态环境较好。海门、盱眙、泗洪、铜山、东海、赣榆 6 个地区生态环境有待提高。江苏省 13 个市区及广大的苏北地区及部分苏中地区得分最低,需要推进村容治理、村庄绿化及整治等工作,促进农村生态环境质量改善。

4 结论与讨论

江苏省是中国的经济及农业大省,研究表明:

(1) 农村人居环境系统层中居住环境子系统权重及指标层中公共图书馆藏量的权重最大,表明江苏省人居环境改善首先需考虑这些因素。(2) 农村人居环境质量综合得分区域差异较大,可划分为优级发展区、良级发展区、一般发展区及差级发展区 4 类

发展区。(3) 在农村人居环境质量的子系统得分方面, 经济发达的苏锡常地区农村人居环境质量高, 拥有配套设施齐全的基础设施和公共服务设施。经济欠发达的苏中、苏北一些地区农村人居环境得分较低, 需要有序加快村庄建设规划, 配套完善基础设施, 推动农村人居环境的长效管理。

目前江苏省正处于工业化、城市化的迅速发展时期, 人居环境的可持续发展遭到了严重的挑战, 农村人居环境的问题十分突出, 主要问题在于农村住区人居环境建设进程缓慢, 滞后于工业化和经济发展水平, 使得人居环境质量不高; 农村人居环境区域差异很大, 各地区之间居民住区环境发展不协调等, 因而为了促进人居环境的可持续发展, 及为各地政府实施农村人居环境可持续发展管理和

决策提供科学依据, 需要开展农村地区的统筹规划, 优化村庄布局; 严格污染性企业的准入制度, 保护农村地区脆弱的自然环境; 健全农民保障制度, 建设乡风文明的村庄; 鼓励农民美化村庄环境, 共同建设美好家园。

本文利用熵值法可以方便地使用年鉴及其它区域环境及经济资料定量地分析农村人居环境现状, 简明直观地揭示引起农村人居环境区域差异的主导因素和空间分异规律, 可为决策管理部门制定新农村建设方案提供理论依据。但是, 由于评价指标选取的差异和计算方法的不同, 定量分析结果往往有一定的差异。因此, 需要运用分析比较的方法, 对评价结果进行定性分析, 另外农村人居环境的时空演变研究是下一步继续研究的方向。

参考文献:

- [1] 吴良镛. 人居环境科学导论 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001: 38 - 39.
- [2] 宁越敏, 项鼎, 魏兰. 小城镇人居环境的研究——以上海市郊区三个小城镇为例 [J]. 城市规划, 2002, 26 (10): 31 - 35.
- [3] 赵之枫. 乡村人居环境建设的构想 [J]. 生态经济, 2001 (5): 50 - 52.
- [4] 陈珊, 鲍继峰, 周东. 乡村外部空间环境整治规划的探讨 [J]. 天津城市建设学院学报, 2005, 11 (3): 167 - 170.
- [5] 鲍继峰. 沈阳村镇人居环境发展探讨 [J]. 沈阳建筑大学学报: 社会科学版, 2005, 7 (4): 259 - 262.
- [6] 李富荣, 张萍. 西部地区农村城镇化与人居环境建设 [J]. 唐都学刊, 2005, 21 (2): 76 - 79.
- [7] 唐铭, 郭浩磊. 西部农村人居环境现状与可持续发展对策研究 [J]. 环境与可持续发展, 2009, 16 (6): 58 - 60.
- [8] 赵高圣. 武汉新农村人居环境建设探讨 [J]. 环境与可持续发展, 2010, 4 (4): 37 - 39.
- [9] 樊帆. 农村人居环境现状调查及政策取向——以湖北荆州市为例 [J]. 农村经济, 2009 (4): 110 - 113.
- [10] 彭震伟, 孙婕. 经济发达地区和欠发达地区农村人居环境体系比较 [J]. 城市规划学刊, 2007 (2): 62 - 66.
- [11] 欧向军, 甄峰, 秦永东, 等. 区域城市化水平综合测度及其理想动力分析——以江苏省为例 [J]. 地理研究, 2008, 27 (5): 993 - 1002.
- [12] 郭显光. 改进的熵值法及其在经济效益评价中的应用 [J]. 系统工程理论与实践, 1998 (12): 98 - 102.
- [13] 乔家君. 改进的熵值法在河南省可持续发展能力评估中的应用 [J]. 资源科学, 2004, 26 (1): 113 - 118.

QUALITY EVALUATION OF RURAL HUMAN SETTLEMENTS IN JIANGSU PROVINCE BASED ON ENTROPY METHOD

ZHU Bin¹, MA Xiao-dong²

(1. College of Urban and Environmental Sciences, Xuzhou Normal University, Xuzhou 221116, Jiangsu, China;

2. Institute of Huaihai Development, Xuzhou Normal University, Xuzhou 221009, Jiangsu, China)

Abstract: The ascension and optimization of rural human settlements are the important content of the new countryside construction. In order to evaluate the rural human settlements with entropy method, a rural index system of quality evaluation to human settlements such as living environment subsystem, infrastructure subsystem, public services subsystem and ecological environment subsystem had been built up. Jiangsu Province had been used as study area and 64 cities and counties had been used as study unit. Results indicate that the weight of living environment subsystem and the public library reserve is the largest. Spatial differences exist in the quality of the rural human settlements. According to the comprehensive score, Jiangsu is divided into four kinds of development zones, which are excellent development zone, good development zone, general development zone and poor development zone. In the subsystem, the scores in suxichang are the highest, then the quality of the rural human settlements in the middle and north of Jiangsu Province needs to be improved.

Key words: human settlements; entropy method; Jiangsu Province

中国流域生态系统健康评价研究进展

盛芝露, 赵筱青*, 李佩泽

(云南大学 资源环境与地球科学学院, 云南 昆明 650091)

摘要: 流域生态系统健康评价是流域生态环境规划和管理的依据, 是协调流域社会经济发展与生态环境保护、促进流域可持续发展的重要措施。通过运用文献资料法、综合归纳分析法等方法, 阐述了生态系统健康与相关概念的关系, 以流域研究单元为例, 系统总结并对比分析了生态系统健康评价的内容、方法、指标体系和评价标准, 提出了流域生态系统健康评价流程, 指出目前研究存在的问题, 并做出展望, 在深入探究相关概念基础上, 利用 3S 空间技术建立统一完善的生态系统健康评价指标体系和分级标准, 建立动态长期生态系统健康监测数据库。

关键词: 流域; 生态系统健康评价; 研究进展

中图分类号: X826 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7852(2011)02-0052-07

生态系统健康是 20 世纪 90 年代出现的一个崭新的研究领域。由于人口迅猛增加、片面追求经济高速增长, 生态系统退化成为全球性问题。鉴于自然灾害在全球范围内频发, 人们对生态系统健康的关注程度倍增, 生态系统健康评价研究成为了研究热点; 流域生态系统健康表现为一种“动态平衡”, 有着更为合适的时间与空间尺度。从流域巨系统出发, 综合考虑流域内部不同生态系统(自然生态系统、社会生态系统和经济生态系统)之间及每一生态系统内部的健康作用机制, 探讨流域生态系统健康的评价方法, 对认识流域生态系统的健康程度, 监测其演变规律, 优化系统的结构与功能, 以及对流域综合开发与管理及流域可持续发展具有重要的理论意义和指导意义。

1 概念识别

1.1 生态系统健康

20 世纪 40 年代, Aldo Leopold 首先提出“Land health”的生态系统健康概念, 之后虽有较多相关理论研究, 但至今仍没有统一的健康生态系统定

义。选取较有代表性的概念如表 1。

表 1 生态系统健康概念 Tab. 1 Concepts of ecosystem health		
年份	学者姓名	生态系统健康的概念描述
1986 年	Karr J R	如果一个生态系统的潜能能够得到实现且条件稳定且受干扰有自我恢复能力, 则该生态系统是健康的
1989 年	Rapport	在时间上具有维持其组织结构、自我调节和对胁迫的恢复能力
1992 年	Haskell	健康的生态系统不受疾病困扰、活跃、可保持自身的自主性, 对压力有抗性和恢复力
1994 年	NRC	如果一个生态系统有能力满足我们的价值需求, 并能以持续的方式生产期望的商品, 则可认为该生态系统是健康的
1999 年	Costanza	生态系统是稳定和持续的

1.2 生态系统健康与相关概念关系

生态系统健康评价与生态安全评价、生态系统服务功能评价和可持续发展有着密切的联系, 其关系如图 1。

收稿日期: 2010-03-21; 修订日期: 2011-04-09.
基金项目: 云南大学国家级大学生创新性实验计划项目(101067314); 云南省应用基础研究面上项目(2009CD022); 云南大学“中青年骨干教师培养计划”专项资助。
作者简介: 盛芝露(1989-), 女(满族), 山东省龙口市人, 资源环境与城乡规划管理专业本科生。
* 通讯作者。

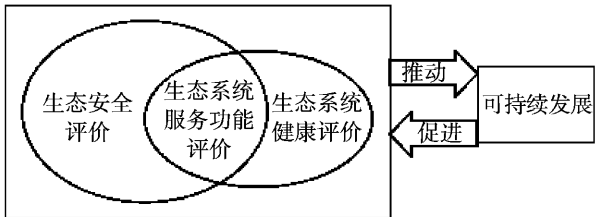


图 1 生态系统健康与相关概念关系图
Fig. 1 Relationship between the ecosystem health and other concerning concepts

生态系统服务是自然生态系统及其内部各要素支撑人类生存的条件和过程。作为表征生态系统健康水平的一项综合性指标，量化评估生态系统服务功能意义在于能确定生态系统在社会经济发展中的贡献和作用及其对干扰的反应。如郝仕龙对黄土丘陵沟壑区农业生态系统服务的物质质量及价值量进行了评价，其结果可用于表征生态系统健康。

可持续发展与生态系统健康有着密不可分的联系。生态系统健康是可持续发展的重要环节与基础，而只有坚持可持续发展战略才能提高对生态系统健康与否的重视程度并付诸实践提高生态系统健康水平。

生态安全与生态系统健康是一对可以相互指示的概念。生态安全表征生态系统完整性和健康的整体水平，唯有达到一定的生态安全级别，生态系统才能呈现健康状态，而生态系统的健康与否也能从一定程度上反映生态系统安全程度。所以，生态安全评价与生态系统健康评价的交集可以看成以生态系统服务功能评价为基础，共同追求可持续发展。二者的不同点在于生态系统健康更多从生态角度出发进行研究评价，而生态安全在评价生态状况的同时注重人类的安全。

1.3 流域生态系统健康

健康的流域生态系统概念起源于对健康生态系统的研究。正如人们对健康生态系统概念的探究一样，人们提出了许多概念：如“健康的流域生态系统是人类、植物、动物、水体、土壤及它们的物质环境的功能聚合体”、“健康的流域生态系统是处于平衡的生态系统”、“指系统组织、恢复力和活力的健康程度”等。流域作为一个相对完整的生态和地理单元，具有独特的自然地理条件和生态特征。流域尺度的生态系统健康评价是生态系统健康评价研究的一个重要发展方向。人们对流域生态环境的破坏和对流域资源的过度开发和利用，使得流域水体受到的污染已越来越严重；植被破坏、水土流失、泥石流和洪水频发等因素已严重影响到流域生态系

统的健康。因此，流域生态系统健康的研究已日益受到人类的重视，不同国家和地区已越来越把以流域为单元，建立生态系统健康的评价体系、恢复流域生态系统或从生态系统健康的角度综合整治流域环境作为流域开发的重要措施。从流域巨系统出发，综合考虑流域内部不同生态系统（自然生态系统、社会生态系统和经济生态系统）之间及每一生态系统内部的健康作用机制，探讨流域生态系统健康的评价方法，加强监测机制，优化系统结构与功能对流域综合开发与管理及流域可持续发展具有重要的理论意义和指导意义。

2 流域生态系统健康评价研究现状

2.1 评价内容

目前，中国的生态系统健康评价研究还处于探索阶段，生态系统健康评价主要内容集中在：（1）对国内外生态系统健康评价研究现状的总结。如学者李海涛等对生态系统健康研究进行总结并提出研究的新视角。（2）对生态系统的不同尺度进行评价。生态系统的不同空间尺度包括：评价斑块尺度、景观尺度、区域尺度、大陆尺度和全球尺度，当前国际上研究最多的是农业、森林、城市、湿地、流域、湖泊、山区、干旱区、森林公园、自然保护区、行政区等生态系统的评价；中国目前研究较多的是湿地^[10]、森林^[11]、流域^[12]、矿区^[13]、城市^[14]等相关评价。生态系统的不同时间尺度包括对生态系统现状的评估，对未来趋势及影响的评价，对生态系统过去及其历史过程的评价等。（3）区域生态系统健康评价指标体系研究及评价方法探索。如张晓琴以兰州市为例，探讨了生态系统健康的内涵和评价方法，运用压力 - 状态 - 响应（PSR）模型构建了城市生态系统健康的指标体系，同时结合模糊优选理论模型进行健康评价；其中很多学者在探索进行评价方法的创新，如李永峰^[16]等人利用 GIS 对矿区的耕地生态系统进行研究；马牧源等人将生物膜法应用于海河流域湿地生态系统健康评价。

2.2 评价方法

随生态系统健康研究的进一步深入，生态系统健康评价在积极吸纳各相关学科、领域的研究成果基础上，在评价方法上得到了长足的发展，生态健康评价的方法已由最初定性的简单描述发展为现今定量的较为精确判断。目前中国常用的生态系统健康评价方法如表 2。

表 2 生态系统健康评价方法
Tab. 2 Methods of ecosystem health assessment

方法	方法特点	例如
综合指数评价法	运用多个指标对参评对象进行评价，一般根据指标的重要性进行加权处理；评价结果不是具有具体含义的统计指标，而是以指数或分值表示参评对象“综合状况”的排序	秦皇岛市生态系统健康评价应用了该方法
生态足迹法	是自然资源消耗的一种综合指标，将人类对自然资源及其生态系统服务的消耗与环境影响关联起来，用生态足迹来监视可持续发展进程，更直观了解人类对自然资本利用的状况，便于确立可持续发展目标、监测资源的可持续利用和制定相关政策措施	曹永强研究的水库对河流生态系统服务功能影响运用该方法
聚类分析法	据离散的数据结果，按其相似程度分类别，其结果可直观表征亲疏程度，利于区域生态系统健康状况的分类与评价	鄱阳湖地区土地健康的评价
模糊数学法 (FPR)	模糊数学法建立模型只需考虑指标的相对重要性，避免了一些方法中对权重的确定主观性较大或计算过程过于复杂的缺陷，因而显得简易。其分属方法有突变级数等	侯新文基于模糊数学法对青岛市农村城市化地质环境适宜性进行研究
AHP 层次分析法	可在分析决策过程中进行统一处理定性、定量因素，其可以有效明晰各项指标的权重，便于直观比较、分级分析	张树奎对港口环境资源的生态性评价方法进行研究；付爱红等人采用该方法构建了评价指标体系对塔里木河流域生态健康状况进行了评价
景观空间格局分析法	结合“3S”技术和景观生态学的基本原理进行空间定量分析以反映景观空间格局结构，建立景观结构功能模型和相关评价指标，从宏观角度给出区域生态的状况，取得良好的评价效果	马燕飞等基于景观格局进行区域沙漠化程度评价
物种指示法	从研究的相关生态系统中选取指示各生态系统结构和功能不同特征的指示生物建立多物种健康评价体系来综合评价生态系统健康。但要非常明确指示物种的筛选标准、类群，不恰当的监测参数会给生态系统健康评价带来偏差等问题	米文宝对宁夏沙湖水生生态系统健康运用物种指示法进行了评估
神经网络模型法	是非线性动力学中的网络动力学模型之一，具有高度非线性的超大规模连续时间动力学系统。神经网络可以更好的为地理过程进行时空动态模拟	王莹等基于神经网络模型对崇明东滩湿地生态系统健康进行评估

在流域生态系统健康研究中，景观空间格局分析法，尤其是结合“3S”技术的研究方法非常适用。这是由于流域生态系统具有一定的空间特征和相关性，需要对流域内不同类型生态系统生态过程进行动态监测，而传统的分析方法和研究手段难以将评价指标进行空间量化，从空间角度进行健康评价、动态评价和对比分析也具有一定局限性。因此充分利用 GIS 技术有助于流域生态系统健康评价。

2.3 生态系统健康评价指标体系

建立科学的指标体系是生态系统健康评价的关键。生态系统健康评价的指标分类方法很多，不同研究者从自身研究角度出发，把所选指标按一定原则进行分类组合构成了不同评价体系（表 3）。

在生态系统健康评价研究中以 PSR 模型选取的指标见长，中国学者较多利用该方法选取指标，如林倩综合考虑生态系统健康标准及河口湿地的生态特征，借鉴 PSR 模型，从压力、环境状态以及生物响应 3 方面构建辽河口湿地生态系统健康评价指标体系对 1996 年和 2000 年辽河口湿地生态系统健康状况进行了评价和分析；许妍等^[33]运用 PSR 模型从胁迫因子、状态因子以及效应因子 3 方面构建了流域生态系统健康评价指标体系，对太湖流域综合生态健康进行评价；王潜等^[34]基于 PSR（压力 - 状态 - 响应）模型，对指标进行选取和分类，建立了湖滨带退化生态系统健康评价指标体系。

表 3 生态系统健康评价指标体系
Tab. 3 Index system of ecosystem health assessment

指标体系	特点	使用范围	缺点与不足	例如
社会 - 经济 - 自然复合生态系统 (SENCE) 指标体系	据生态系统健康评价的目的和指标筛选的原则建立, 完整性规范性高	指标获取需较为全面、数值准确, 适用范围广	指标信息量大, 难以全面权衡获得, 选取指标主观性大	孙才志构建的活力 - 组织结构 - 恢复力 - 服务功能的指标体系
PSR (压力 - 状态 - 响应) 模型指标体系	针对具体研究对象、尺度建立问题产生原因、现状及反应间的逻辑关系	适用该方法较为广泛, 可用于生态系统健康评价、生态安全评价、生态服务功能评价等诸多方面	指标选取主观性大, 框架构建复杂	白祥等基于 PSR 模型对新疆艾比湖湿地生态系统健康进行综合评价
D - P - S - I - R (驱动力 - 压力 - 状态 - 影响 - 响应) 指标系统	提供了分析环境系统问题的途径, 增加了产生问题驱动力的指标	能更好体现适当的时空尺度和研究对象的特征	构建该体系较为复杂, 目前为研究的难点	周丰等人对湿润区湖泊流域水资源可持续发展进行评价运用该体系
生态足迹指标系统	自然资源消耗的一种综合指标体系, 直观简便, 指标量少便于结果计算	主要用于核算社会消费对自然环境的影响	仅从生态在供给 - 需求方面衡量, 适用范围较窄	曹永强设立相关指标体系进行水库对河流生态系统服务功能影响的研究

2.4 评价标准

生态系统健康评价尚无统一、公认的标准, 多数基于研究对象特点, 从方便研究角度出发进行定性、定量划分等级, 如谭三清、张贵对城市森林健康评价中的级别划分, 但这种级别划分显得不深入精确, 存在主观性, 所以在该方面还有待深入研究。一般的生态系统健康评价级别划分标准见表 4。

表 4 生态系统健康评价级别划分标准
Tab. 4 Dividing standard of ecosystem health assessment's results

级别划分	划分依据	来源
很健康: 0.8~1, 健康: 0.6~0.8, 亚健康: 0.4~0.6, 不健康: 0.2~0.4, 病态: 0~0.2	借鉴已有的分类标准	地下水生态系统健康评价指标体系
健康等级: 一级 <4.8, 二级 4.8~5, 三级 5~6, 四级 6~7	根据实际监测调查和收集到的历史资料结合实际情况直接进行分级评价	森林生态系统健康评价指标体系的建立
对子系统每个指标按照: 全国规定标准最低值为病态的限定值, 在前者基础上向上下浮动 20% 作为健康和亚健康的标准值, 在后者基础上向上浮动 20% 作为不健康和亚健康的标准值	各指标的国家标准	喀斯特生态系统健康评价方法比较研究

2.5 流域生态系统健康一般评价流程

在以流域为尺度的研究中通常建立指标体系进行生态系统健康评价, 其流程大致包括确定评价对象与尺度、建立评价指标体系和评价模型及标准、实施评价 (数据标准化、赋予权重、进行相关计算) 和编制评价报告书等。流域生态系统健康评价流程如图 2。

3 存在问题及展望

虽然有关生态系统健康评价方面研究仍处于起步阶段, 但亟需解决的问题将推动该方面研究飞速的进步。
流域生态系统健康的研究目前虽日益受到关

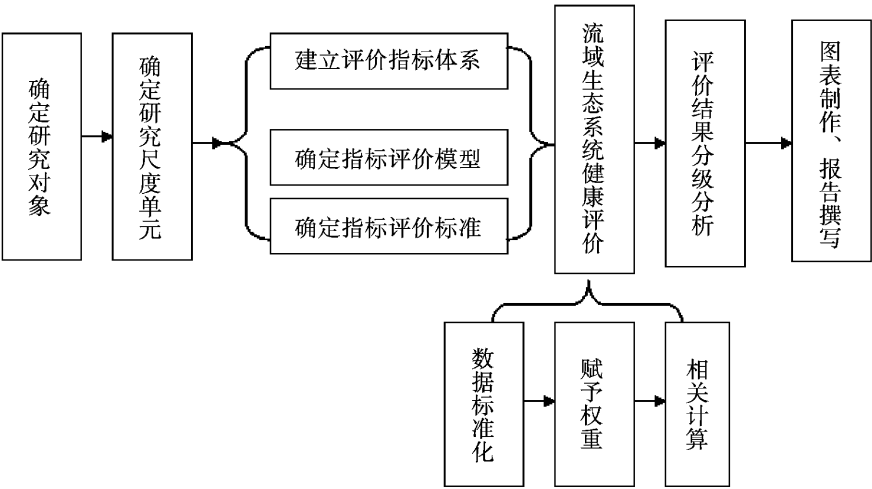


图 2 流域生态系统健康评价流程
Fig. 2 Ecosystem health assessment flow chat

注，但仍处于理论探索和试验积累阶段。目前对生态系统健康尤其是流域生态系统健康的定义还存在争论，今后应进一步对生态系统健康尤其是流域生态系统健康内在含义进行深入研究探索。

生态系统的复杂性和动态性需要累积长时间试验数据、综合系统考虑社会等要素、准确确定生态系统特征及评价指标等，而这些方面在实际操作过程中仍存在问题，生态系统健康评价缺少统一权威的级别分类标准，使得评价缺乏科学性和可信性。因此要完善创新更好的评价方法，整合生态、社会经济和人类因素，对流域生态系统健康进行综合评价研究，提出全面的、科学的评价指标；建立科学

完善的生态系统健康评价分级标准方法；充分考虑中国各流域、各地区自然、社会、经济状况的巨大差异性，因地制宜地制定研究流域的健康评估标准，国外经验值得借鉴，但不宜生搬硬套；要建立动态长期生态系统健康监测数据库，这样能有效反映流域生态系统的生态演替过程，记录在各种自然状况下的状态及反应并可进行生态系统健康状况预测和预警，有利于更好地管理流域和保护；运用“3S”技术，从空间系统健康角度认识评价流域健康状况，通过 3S 技术手段方便快捷地建立一套适用于中国的流域生态系统健康评价体系，对主要流域进行健康评价，为流域管理提供基础数据和决策依据。

参考文献：

[1] 王艳, 卢远, 华璿. 左江流域农业生态经济系统健康评价方法研究 [J]. 广西师范学院学报, 2010, 27 (1): 70 - 76.

[2] SCHAEFFER D J, HENRICKS E E, KERSTER H W. Ecosystem Health; 1. MEASURING Ecosystem Health [J]. Environmental Management, 1998, 2: 397 - 402.

[3] RAPPORT D J, COSTANZA R, MICHAEL A J. Assessing Ecosystem Health [J]. Trends in Ecology and Evolution, 1998, 13: 397 - 402.

[4] HASKELLB D, NORTON B G, COSTANZA R. What is Eco-system Health and why Shouldweworry About it [M] //CostanzaR, Norton B G, HaskellB D. Ecosystem Health: New Goals for Envi-ronmental Management. Washington D C: Island Press, 1992, 3 - 20.

[5] 崔保山. 湿地生态系统健康理论与方法 [M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2002.

[6] 肖风劲, 欧阳华. 生态系统健康及其评价指标和方法 [J]. 自然资源学报, 2002, 2 (17): 203 - 209.

[7] 郝仕龙, 李春静, 李壁成. 黄土丘陵沟壑区农业生态系统服务的物质量及价值量评价 [J]. 水土保持研究, 2010, 17 (5): 163 - 171.

[8] 高占国, 朱坚, 翁燕波, 等. 多尺度生态系统健康综合评价——以宁波市为例 [J]. 生态学报, 2010, 30 (7): 1706 - 1717.

[9] 李海涛, 顾晨洁, 梁涛, 等. 生态系统健康评价新视角及其应用 [J]. 自然资源学报, 2010, 25 (10): 1797 - 1805.

[10] 王春连, 张懿锂, 王兆锋, 等. 拉萨河流域湿地生态系统服务功能价值变化 [J]. 资源科学, 2010, 32 (10): 2038 - 2044.

- [11] 郑耀辉, 王树功, 陈桂珠. 滨海红树林湿地生态系统健康的诊断方法和评价指标 [J]. 生态学杂志, 2010, 29 (1): 111 – 116.
- [12] Lijun WANG, Watershed Eco-compensation Mechanism and Policy Study in China [J]. Procedia Environmental Sciences, 2010, 2: 1290 – 1295.
- [13] Yinglan BAI, Rusong WANG, Jiasheng JIN, Water Eco-service Assessment and Compensation in a Coal Mining Region-A Case Study in the Mentougou District in Beijing [J]. Ecological Complexity, 2011, 291: 9 – 18.
- [14] G Y LIU, Z F YANG, B CHEN, et al, Emergy-based Urban Ecosystem Health Assessment: A Casestudy of Baotou, China [J]. Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, 2009, 14: 972 – 981.
- [15] 张晓琴, 石培基. 基于 PSR 模型的兰州城市生态系统健康评价研究 [J]. 干旱区资源与环境, 2010, 24 (03): 77 – 82.
- [16] LI Yong-feng, LIU Yuan-hua, DU Zhuan-ping. Effect of Coal Resources Development and Compensation for Damage to Cultivated Land in Mining Areas [J]. Mining Science and Technology, 2009, 19: 0620 – 0625.
- [17] 马牧源, 刘静玲, 杨志峰. 生物膜法应用于海河流域湿地生态系统健康评价展望 [J]. 环境科学学报, 2010, 30 (2): 226 – 235.
- [18] 《秦皇岛市生态环境遥感调查研究》课题组. 秦皇岛市生态环境遥感调查研究. 2004.
- [19] 曹永强, 张伟娜, 张林. 水库对河流生态系统服务功能影响的生态足迹评价研究 [J]. 长江科学院院报. 2010, 27 (8): 16 – 19.
- [20] 史娜娜, 战金艳, 吴锋, 等. 生态系统服务功能动态区划系统及其在鄱阳湖湖区的应用 [J]. 生态学杂志, 2009, 28 (9): 1909 – 1914.
- [21] 侯新文. 基于模糊数学法的青岛市农村城市化地质环境适宜性研究 [J]. 安徽农业科学, 2010, 38 (21): 11397 – 11399.
- [22] 张树奎. 港口环境资源的生态性评价方法研究 [J]. 江苏科技大学学报, 2010, 24 (2): 179 – 183.
- [23] 付爱红, 陈亚宁, 李卫红. 塔里木河流域生态系统健康评价 [J]. 生态学报, 2009, 29 (5): 2418 – 2426.
- [24] 马燕飞, 沙占江, 牛志宁, 等. 环青海湖区沙漠化土地景观格局自相关分析 [J]. 干旱区研究, 2010, 27 (6): 955 – 961.
- [25] 米文宝, 樊新刚, 刘明丽. 宁夏沙湖水生生态系统健康评估 [J]. 生态学杂志, 2007, 26 (2): 296 – 300.
- [26] 王莹, 郑丽波, 俞立中. 基于神经元网络模型的崇明东滩湿地生态系统健康评估 [J]. 长江流域资源与环境, 2010, 19 (7): 776 – 781.
- [27] Michael A REITER, Max SAINTIL, Ziming YANG. Derivation of a GIS – based Watershed – scale Conceptual Model for the St. Jones River Delaware from Habitat – scale Conceptual models [J]. Journal of Environmental Management, 2009, 90: 3253 – 3265.
- [28] 孙才志, 刘玉玉. 地下水生态系统健康评价指标体系 [J]. 生态学报, 2009, 29 (10): 5665 – 5674.
- [29] 白祥, 金海龙, 任建丽, 等. 基于 PSR 模型的新疆艾比湖湿地生态系统健康评价指标体系研究 [J]. 湿地科学与管理, 2009, 5 (3): 16 – 20.
- [30] 周丰, 郭怀成, 刘永, 等. 湿润区湖泊流域水资源可持续发展评价方法 [J]. 自然资源学报, 2007, 22 (2): 290 – 301.
- [31] 曹永强, 张伟娜, 张林. 水库对河流生态系统服务功能影响的生态足迹评价研究 [J]. 长江科学院院报, 2010, 27 (8): 16 – 19.
- [32] 林倩, 张树深, 刘素玲. 辽河口湿地生态系统健康诊断与评价 [J]. 生态与农村环境学报, 2010, 26 (1): 41 – 46.
- [33] 许妍, 高俊峰, 高永年, 等. 太湖流域生态系统健康的空间分异及其动态转移 [J]. 资源科学, 2011, 33 (2): 201 – 209.
- [34] 王潜, 李海涛, 梁涛, 等. 湖滨带退化生态系统健康评价指标体系研究 [J]. 安徽农业科学, 2009, 37 (5): 2226 – 2228.
- [35] 谭三清, 张贵. 基于模糊综合评判法的城市森林健康评价——以湖南省株洲市为例 [J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2009, 36 (4): 475 – 477.
- [36] 孙才志, 刘玉玉. 地下水生态系统健康评价指标体系 [J]. 生态学报, 2009, 29 (10): 5665 – 5674.
- [37] 李静锐, 张振明, 罗凯. 森林生态系统健康评价指标体系的建立 [J]. 水土保持研究, 2007, 14 (3): 174 – 179.
- [38] 曹欢, 苏维词. 喀斯特生态系统健康评价方法比较研究 [J]. 环境科学与技术, 2010, 33 (1): 183 – 187.

PROGRESS ON WATERSHED ECOSYSTEM HEALTH
ASSESSMENT RESEARCH IN CHINA

SHENG Zhi-lu, ZHAO Xiao-qing, LI Pei-ze

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

Abstract: Watershed ecosystem health assessment, the basis of watershed ecological environment planning and management, is playing an important role in coordinating watershed social economic development and ecological environment protection, and promoting sustainable development of the watershed. Using literature material and comprehensive analysis method, this paper expounded the relationship between ecosystem health and related concepts, summarized systematically and analyzed the contrast of ecosystem health assessment in the aspect of contents, methods, index system and evaluation standards by taking watershed as a research unit, proposed the workflow of ecosystem health assessment, pointed out the existing problems and the prospect of it: using the 3S spatial technology to perfect the unified index system and evaluation standards and creating a long-term dynamic ecosystem health monitoring database on the basis of exploring the related concepts.

Key words: watershed; ecosystem health assessment; research progress

（上接第 43 页）

[7] 王开科, 庄培章, 黄如良. 厦泉同城化建设的现实基础及其发展路径——区域中心城市整合发展的视角 [J]. 福建论坛: 人文社会科学版, 2009 (9): 133 - 137.

[8] 薛晴, 郑灵燕, 霍有光. 关于城市文化竞争力的研究——基于省际交界区域中心城市的视角 [J]. 城市问题, 2010 (6): 50 - 55.

[9] 李学鑫, 田广增, 苗长虹. 区域中心城市经济转型: 机制与模式 [J]. 城市发展研究, 2010 (4): 26 - 32.

[10] 王国保, 宝贡敏, 赵卓嘉. 区域中心城市中心城区精品建设的战略分析与设计——以杭州市下城区为例 [J]. 生产力研究, 2010 (5): 127 - 129.

[11] 吴良亚. 区域中心城市核心竞争力的评价体系及其政策因应 [J]. 改革, 2010 (4): 73 - 77.

AN ANALYSIS ABOUT THE CONSTRUCTION OF TAKING SHIYAN
AS REGIONAL CENTRAL CITY BASED SWOT METHOD

ZHANG Jun-sheng, HU Dao-hua

(Faculty Resources and Environmental Science, Hubei University, Wuhan 430062, Hubei, China)

Abstract: Shiyan, a city, which is located in the northwest of Hubei, after four decades of development, has become a modern city with powerful economy strength, full city functions, rich cultural heritage, and good ecological environment. Along with the development of economy and urban function is increasingly perfect, the influence of Shiyan city is increasing in neighbourhoods, for this, the Shiyan government has made a strategy that make Shiyan become a regional key city, further more, improve the comprehensive strength and visibility of Shiyan. Article is based on the development status of Shiyan, combined with related data, and analysis the strategic vision of taking Shiyan as a regional city with SWOT analysis, and proposed some Related development strategies.

Key words: Shiyan; region; center; city; SWOT analysis

时空视角下 30 年来中国校园绿地研究进展

金远亮, 王 晶, 陆珊珊, 陈素美

(云南师范大学 旅游与地理科学学院, 云南 昆明 650092)

摘要: 时空统一是地理研究中重要的理论与方法, 弥补了对象研究空间分析的局限, 在实践中得到广泛应用。改革开放以来中国高等教育事业的蓬勃发展, 校园绿地作为学校建设中一项十分重要的内容越来越受学术界和工程界的关注。同时, 校园绿地作为城市绿地系统的重要组成部分其功能与性质具有极大的异质性, 而目前学术界对此界定尚不明确。基于时空分析视角下综述中国校园绿地研究, 从近 30 年来关于“校园绿地”研究时序分析、空间方面的学科分布、地域格局分析以探索校园绿地研究进展, 对未来研究发展趋势进行展望。

关键词: 时空统一观; 校园绿地; 时序分析; 空间结构

中图分类号: S60 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7852(2011)02-0059-07

地理学是一门旨在解释地区特征以及人类和事物在地球上出现、发展和分布情况的科学^[1]。现代地理学从空间角度思考和探索时间问题以及所形成的时空统一观, 在解决当今世界人口、资源、环境与发展问题中的广泛应用突破了传统地理研究对象的范畴。校园绿地作为一个极具地域性、时空性研究对象, 对其研究的发展是时空耦合的结果, 目前学术界尚无相关讨论。检索主题词“校园绿地”, 对中国知网 1979~2009 年以来所收集的有关校园绿地研究的文献从地理时空角度进行研究分析, 探讨 20 世纪 80 年代以来中国关于校园绿地研究的时空格局与研究进展。

1 研究依据与方法

采用引导思维的符号去辨明地球表面上占有空间秩序并在与系统分析相连接的要素组合上对地球表面秩序性质获得新的了解, 形成了地理学的空间分析传统^[2]。传统的地理学研究注重空间的观念, 但是对时间的考虑只存在于历史的分析中, 现代时间地理研究扩展到时空间资源配置和时空间秩序动

态^[3]。潘玉君^[4]等认为对实证对象的研究重视其空间分布及其变化过程的原因和响应等方面的研究, 归纳起来就是时间序列、空间结构和动因机制方面。柴彦威等认为地理研究的时间和空间两个内容是相互联系存在的, 空间的内容通过时间来体验, 时间流程可以被空间来划分^[5], 以动因系统将空间和时间结合, 了解对象的空间结构及其演变过程, 在此基础上明确对象地域差异和主体分工形成地理研究的时空统一观。

地理空间研究的泛地理现象在促成对地理科学问题概念界定^[4]的同时也产生对地理分析方法应用上的约束。西方地理学五六十年代以来兴起的区域科学、计量革命等以及地理信息科学的发展无疑推广了空间分析的研究方法与技术^[6]。传统绿地研究的综述、进展或学术态势反映的事实只具备时序特征, 在绿地研究的空间格局方面缺乏探讨。基于地理时空统一观, 中国 30 年来校园绿地研究进展的研究应基于时序上的阶段性和关联性; 空间上的地域格局、背景学科分布; 结合绿地研究发展的动因系统分析, 统一于校园绿地研究的现阶段趋势与进展之中 (图 1)。采用文献

研究法，检索共收集相关文献 321 篇，其中核心期刊 50 篇，EI 来源期刊 2 篇。筛选了与本研究关联性较高的 270 篇进行分析，包括案例研究有 79 篇，绿化纪实方面有 52 篇，绿化理论研究方面 106 篇，其它相关研究 33 篇。

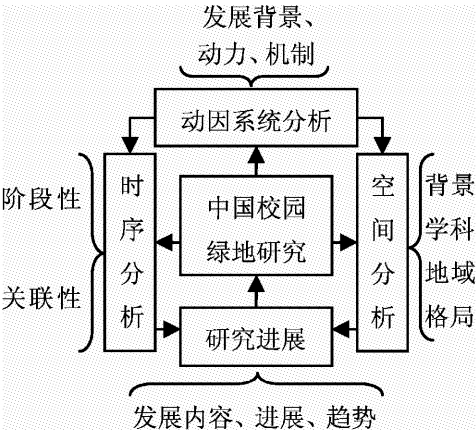


图 1 时空统一观下校园绿地分析框架
Fig. 1 The researching and analyzing fame of campus' greenland in space-time view

2 时序分析

校园绿地研究呈现明显阶段性，10 年来发展迅猛，2008 年以后有所降温（图 2）。大致划分为 4 个阶段：（1）（1979 ~ 1985a）中国教育事业受文革破坏还处于恢复阶段，教育经费有限，校园绿地关注程度低，研究少，仅有 2 篇纪实。（2）（1986 ~ 1994a）1985 年全教会的召开促进了大学校园建设的发展^[7]，园林学者加强了校园绿地研究，计有 20 篇文章。（3）（1995 ~ 2003a）随着科教兴国战略的实施高等教育事业快速发展，校园绿地研究融入西方园林建设理念在层次上得到提升，约 90 篇文章得到发表。（4）（2004a ~ 至今）文章多达 158 篇，占文章总数 58%，校园绿地研究多元化趋势明显，偏重于绿地理论方面，实践性研究明显不足。校园绿地研究反映了 30 年来中国教育事业以及城市绿地规划事业的发展概况，是一个加速的递进过程。

同时校园绿地研究也具有明显的阶段性，作为城市绿地研究的一部分，重大理论、方法和技术的突破无疑对研究具有极大的推动力。校园绿地研究发展的动因系统是教育发展需求、学科自身发展、相关技术进步等子系统的函数。从文献分析来看，20 世纪 80 年代的教育发展需求、20 世纪 90 年代国内外研究交流以及新世纪以来的学科综合研究是校园绿地研究呈阶段性的动因系统结果。

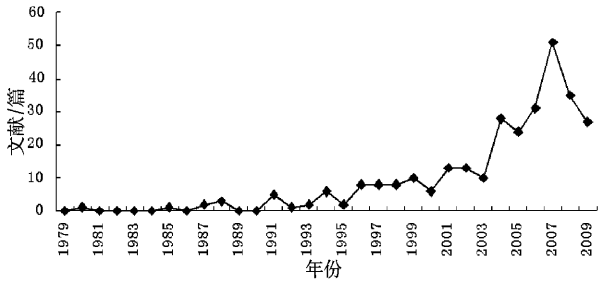


图 2 文献统计的时间序列
Fig. 2 Time sequence graph documentary statistics

3 空间分析

3.1 背景学科分布

校园绿地研究近年来呈现出多元化、多学科参与研究的趋势，对文献作者研究方向与背景学科的整理（表 1）发现：（1）园林学以理论研究、植物配置和综述纪实方面。（2）建筑学以校园绿地规划研究为主，进年来转向了校园绿地的景观格局研究。（3）绿化管理在校园绿地的管理养护方面研究较少，分散在规划设计、理论研究方面。（4）社会学主要从校园文化建设方面进行研究。（5）环境学研究主要在绿地生态环境效益和校园绿地评价方面。其他生物学、地理学的相关研究交叉性强，多数已脱离绿地研究的主体范畴。从期刊收录的论文来看（表 3），校园绿地研究主要集中在园林、建筑、林业、农业、生态环境等学术平台；校园绿地学术研究尚缺乏有影响力且专业性强的期刊，这对今后校园绿地研究的持续深入发展势必产生影响。

表 1 文献作者学科分布（1979 ~ 2009a）
Tab. 1 Document author disciplines distribution（1979 ~ 2009a）

学科背景	园林学	绿化管理	生物学	建筑学	环境学	社会学	地理学	其他学者
篇数	73	34	14	49	19	30	18	33
比例/%	27.30	12.59	5.19	18.15	7.04	11.11	6.67	12.22

3.2 地域格局

校园绿地研究学者地域分布极不平衡（表 2），与区域经济发展水平和教育发展水平密切相连。目前华北地区的学者占有较大优势，理论研究的水平也较为深入。核心期刊地域分布反映的研究学术平台也表现出极大的地域不平衡性（表 3），与教育不平衡性相关联。30 年来校园绿地研究空间上呈现出集聚模式和扩散过程。校园绿地研究，由华北地区学者首倡，形成了北京、天津两个重要的学术研究集中地；之后华东、华南、华中和西南的学者加入研究，并形成相应的上海、杭州等学术研究集中

表 2 文献作者地域分布（1979 ~ 2009a）

Tab. 2 Literature author regional distribution（1979 ~ 2009a）

地区	华北	华东	华南	华中	西南	西北	东北
篇数	75	38	34	33	32	27	26
比例/%	28.3	14.3	12.8	12.5	12.1	10.2	9.8

表 3 核心期刊文献地域及学科分布（1979 ~ 2009a）

Tab. 3 The regional and disciplines distribution of core journals'citerature（1979 ~ 2009a）

学科领域	出版地	文献数量
建筑科学类	北京	12
林业类	北京	1
教育类	北京	1
地质学类	北京	1
综合性科学技术类	北京	1
环境科学类	北京	2
建筑科学类	天津	1
环境科学类	天津	3
园艺类	哈尔滨	2
林业类	南京	1
生物科学类	南京	3
环境科学类	上海	1
林业类	杭州	2
综合性农业科学	合肥	6
林业类	济南	2
经济学类	太原	1
林业类	福州	1
农业基础科学类	广州	3
农业基础科学类	呼和浩特	1
林业类	咸阳	4
地理学类	乌鲁木齐	1

地，最后西北和东北地区学者也从事了研究。校园绿地研究的集聚地形成，受历史传统、经济发展、教育水平、自然资源禀赋等多重因子综合作用的结果，是自然集聚的过程，而地域不平衡性不利于地区优势的发挥，进而对研究多元性的发展受到限制。

4 研究历史与进展

校园绿地作为一个具有地域性的空间实体，其研究的发展必然是其主体——校园绿地发展趋势的反映，系统分析校园绿地研究进展应以绿地发展历史为前提。

西方校园绿地发轫于古希腊的雅典学园^[8]，经历了中世纪宗教式绿地^[9]、文艺复兴自然风景园式绿地^[10]、工业革命规则自由式绿地^[11]的发展历程。19 世纪以来形成了绿带、绿径、生态网络理论等绿地研究理论^[12-14]。20 世纪 60 年代以来麦克哈格（Lan McHarg）、宾西法尼亚学派（Pelmschool）等引入生态规划理念和科学量化的生态工作方法^[15]推动了绿地研究的技术革新。目前校园绿地研究存在追求艺术表现和生态意义两种派别共存阶段；Richard Dober、Clare library tabor marcus 和 Caroline Francis 等人的校园环境规划方法和行为主义研究^[16]反映了两派融合的趋势。

中国校园绿地按照官学与私学两条路径发展起来^[17]，深受古典园林造园艺术影响。近代受西方绿化理念的影响在重视地段自然风貌保护的同时遵循中国古典造园艺术手法^[18]，建国后在“苏联模式”影响之下形成了规则气派而沉闷古板的绿化模式^[19]。改革开放以来校园绿地研究蓬勃发展。研究内容涉及范围广（表 4），集中在理论探讨、绿地规划设计和绿地生态环境等方面。

4.1 理论研究

包括校园绿地的概念与内涵、绿地建设与管理理念、绿地研究方法论等内容。谭梓忠、姜慧敏等较早提出了校园绿化的基本概念与绿化要求^[20,21]。徐振英等提出了校园绿地建设量化指标^[22]。翟凤文等介绍了国外“生态绿地”建设理念^[23]。吴正旺等将景观生态学理论运用到校园绿地研究之中^[24]。林翠敏结合系统论提出“校园绿地系统”概念^[25]。龙岳林提出了“生态校园”理论^[26]。杨晓勤提出节约型校园绿化的理念与方法^[27]。目前

表 4 文献研究内容分类
Tab. 4 Document classifield by the research content

研究方向	文献数量	2000 年以后	20 世纪 90 年代	20 世纪 80 年代	所占比例 /%
理论研究	41	33	5	3	15. 2
管理养护	18	16	1	1	6. 7
规划设计	58	45	10	3	21. 5
环境生态	36	34	2	0	13. 3
文化研究	28	17	11	0	10. 4
植物配置	24	18	6	0	8. 9
绿地评价	21	21	0	0	7. 8
综述纪实	26	17	7	2	9. 6
其他	16	12	4	0	5. 9
合计	270	215	46	9	100. 0

校园绿地理论研究转向“生态校园”、“可持续性校园”方向发展，也有学者开始将地理信息技术应用到绿地研究之中^[28]。

4.2 管理养护研究

关于校园绿地管理方案、方法、效益以及人员配置等方面。卜凡孝首次对校园绿地管理范围做了界定^[29]。叶晓红、赵永奎、曹智等提出了绿化养护质量提升的具体措施^[30-32]。张锁成综合国内外绿化管理研究对绿化管理概念进行再阐释^[33]。钟泰林等引入地理信息技术进行绿地管理量化的研究^[34]。校园绿化管理研究多侧重管理实践方面的研究，而理论方面的研究较为薄弱，近年来学者引进空间数据库进行绿地的系统量化管理研究。

4.3 规划设计研究

校园绿地规划设计研究以实际案例进行绿地建设规律与方法的探讨，阐述在规划设计中一些理论、方法的应用以及实际效果评价。王国宏、樊淑英、李伟强、孙新旺等学者以实际案例对校园绿地艺术性进行了探讨^[35-38]。苗冠峰引入绿地建设的风格统一问题^[39]。王长泉、那伟民等提出了“生态校园”“绿色校园”所应具有规划特征^[40,41]。校园绿地规划设计结合实际案例进行研究突出规划设计的思想性、艺术性和创新性，近年来学者多注重生态规划理论和可持续发展思想在校园绿地规划中的应用，就规划设计本身的技术而言，工程界尚无重大的技术突破。

4.4 生态环境研究

近年来受到了地理学、环境学和生物学者的关注，开始研究校园绿地的土壤、动植物和景观等。

马建华、管东生、马宁等研究了校园绿地土壤的性质和环境效应^[42-44]。高喜明、陈朝等引入了校园绿地的景观生态学研究^[45,46]。校园绿地的生态环境效应研究起步晚、研究少，学者多数转向了绿地景观研究，该领域的研究有待开拓。

4.5 校园绿地植物配置研究

校园植物配置包括校园植物的选择、引种、搭配等方面。杨祖山、何平、吕斌^[8]、李小凤、张颖等提出了绿地植物配置与植物景观营造的基本原则^[47-50]。王强、黄娇等研究了校园植物群落特点^[51,52]。胡玉敏对进行地植物学的校园绿地植物的地理成分分析^[53]。黄德明、陈孝青、李霞等提出校园植物引种的基本原则^[54-56]。植物配置研究从初期的“艺术性”探讨近来转向“生态性”研究，强调乡土植物的运用以及植物的适应性探讨，反映了国外绿化思想流派的冲突。

4.6 校园绿地评价研究

对校园绿地研究主要运用模型方法或景观生态学理论对校园绿地进行量化评析。朱明、周大鹏等首先运用问卷等定性描述手段进行评价^[57,58]。崔萌、汪婷等运用层次分析法开始校园绿地量化研究^[59,60]。赵庆良等运用主成分分析方法进行模糊评价研究^[61]。目前校园绿地评价层次不高，主要以层次分析法、主成分分析法、模糊数学方法等的运用为主。

4.7 校园绿地文化研究

校园绿地文化研究基于校园文化空间的构建，以实现校园内人与人、人与自然、人与社会和谐。马德美、沈关龙等研究了校园绿地的研究意义和教育意义^[62,63]。裘鸿菲、韩炳越等提出了校园绿地建设中文化因子作用^[64,65]。张强、郭进辉等研究了校园绿地的社会心理学效应研究^[66,67]。对于校园绿地的文化研究，学者集中阐述绿地的教育意义培养环境意识，以及文化因子在绿地建设中的作用问题，目前校园绿地的社会心理学效应研究、行为主义研究等受到学者的关注。

对新校区的研究是学者逐步关注的焦点，2010年以来的研究体现了这种趋势。肖鸿研究了沈阳航空工业学院新校区规划，体现了生态与艺术性的结合，同时以满足师生生理和心理需要，体现了规划的人本主义思想^[68]。常俊丽等认为大学校园绿地规划应该立足中国传统文化，融合所处地域的环境特色，结合校园历史发展文脉和自身特色进行校园绿地文化景观建设^[69]。秦春林等认为新建校园绿

化要综合考虑生态、文化、人本、空间等具体因素，最终实现校园和谐^[70]。邓云叶等运用 AHP 法对新建校园空间形态规划进行的综合评价也体现了校园建筑与绿化空间的有机结合^[71]。

校园绿地研究首先是绿化纪实，但研究深度较浅。20 世纪 80 年代中期兴起的校园绿地规划设计与理论研究是目前关注的热点。20 世纪 90 年代部分学者受国外研究影响转向植物配置、文化研究。2000 年以后管理养护、环境生态、绿地评价等成为多学科交叉研究的主要方面。校园绿地研究作为城市绿地系统的分支始终以园林设计和景观规划作为其发展的理论基础，研究的区域不平衡性、时序阶段性是研究历史、自然条件、学科人才以及技术运用等因素综合作用的结果，并与区域教育发展相关联，绿地的学科综合研究以及反映的多元化趋势是校园绿地发展的未来动力。

5 结论与讨论

作为一个提供博雅教育、培养人才和传授知识的场所^[72]，大学形成具有集聚性、开放性、科技

含量高，对城市和区域经济发展更具有推动力的综合园区是大学将来发展的重要趋势^[73]，因此校园绿地研究的独立性势必增强。30 年来中国校园绿地研究发展迅猛，多学科的参与成为绿地研究发展的必然趋势，结合时序分析以及空间分析，校园绿地研究应在分析与综合方法论指导下多方向共同发展，形成自身独特的研究方向与研究主体。

沿着中国传统造园艺术和西方生态设计理念，校园绿地研究的生态与艺术融合趋势将不可避免；生态校园、可持续性校园偏重于生态而始终不会放弃艺术性的追求，而这两者结合的方式、对校园绿地建设所应有的作用值得众多学者深入研究。校园绿地研究的多元化导致多学科研究在偏离主体的同时扩大了绿地研究视角，反映了现代社会多学科交叉研究的新趋势。校园绿地研究的区域不平衡性一方面对研究深入造成限制，却产生了进行区域创新的可能，促进了校园绿地研究的地域分工和专业化的发展。技术创新是绿地工程和研究关注的焦点，地理信息技术超越了传统绿地工程技术在空间分析上了局限，也是实现绿地量化研究的可靠保证，有可能成为以后研究发展的技术依托。

参考文献：

- [1] 国际地理联合会地理教育委员会. 地理教育国际宪章 [J]. 地理学报, 1993, 48 (7): 3 - 10.
- [2] 普雷斯頓. 詹姆斯. 地理学思想史 [M]. 上海: 商务印书馆, 1982: 421 - 423; 468 - 472; 488 - 490.
- [3] 柴彦威, 龚华. 关注人们生活质量的时间地理学 [J]. 中国科学院院刊, 2000, 15 (6): 417 - 420.
- [4] 潘玉君, 武友德. 地理科学导论 [M]. 北京: 科学出版社, 2009: 110 - 114; 118 - 120.
- [5] 刘晨澍. 苏州古典园林的时空观及其现代价值 [J]. 苏州大学学报: 哲学社会科学版, 2007, 23 (4): 106 - 108.
- [6] 白光润. 论地理学的哲学贫困 [J]. 地理学报, 1995, 50 (3): 279 - 287.
- [7] 马廷奇. 政策选择与制度创新——改革开放以来高校本科教学改革的回顾与思考 [J]. 高等工程教育研究, 2009, (1): 75 - 79.
- [8] 罗文娣. 大学校园空间环境 [D]. 郑州: 郑州大学, 2001: 8 - 12.
- [9] 薛立新. 高校校园环境文化品味研究 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2001: 7 - 10.
- [10] 吕斌. 大学校园空间持续成长的原理及规划方法 [J]. 城市规划, 2002, (3): 25 - 26.
- [11] 石宏义. 园林设计初步 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2006: 35 - 38.
- [12] 陈爽, 张皓. 国外现代城市规划理论中的绿色思考 [J]. 规划师, 2003, (4): 71 - 74.
- [13] FOBOS. J G. Introduction and Overview: The Greenway Movement, Uses and Potentials of Greenways [J]. Lands. Urban Plan, 1995, 33: 1 - 13.
- [14] ZUBE, E H. Greenways and US NationalPark System. Lands. Urban Plan, 1995, 33: 130 - 155.
- [15] GEORGE F Thompson. 生态规划设计 [M]. 中国林业出版社, 2008: 24 - 28.
- [16] FORMAN R T. T. Some General Principle of Landscape and Regional Ecology [J]. Landscape Ecol, 19 (10): 133 - 142.
- [17] 徐薇薇. 中国高校建筑与室内设计艺术 [D]. 上海: 东华大学, 2002: 20 - 22.
- [18] 宋泽方, 周逸湖. 高等学校建筑——规划与环境设计 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1991: 27 - 29.
- [19] 丁俊清. 休闲绿地——一种新的园林形式 [J]. 城市规划汇刊, 2002 (5): 68 - 80.
- [20] 谭梓忠. 校园的绿化 [J]. 湖南教育, 1980 (12): 48 - 49.
- [21] 姜慧敏, 李菁. 浅议大学校园园林绿化模式 [J]. 南京理工大学学报: 社会科学版, 1996, 9 (6): 81 - 82.

- [22] 徐振英. 高校校园绿化建设技术指标探析 [J]. 郑州纺织工学院学报, 2000, 11 (S1): 115-116.
- [23] 翟凤文, 马忠艳. 谈高校园林生态绿化 [J]. 河北理工学院学报: 社会科学版, 2002, 2 (S2): 164-166.
- [24] 吴正旺, 王伯伟. 大学校园城市化的生态思考 [J]. 建筑学报, 2004, (2): 42-43.
- [25] 林翠敏. 大学校园生态规划中的几点思考 [J]. 福建工程学院学报, 2004, 2 (3): 309-311.
- [26] 龙岳林, 甘德欣, 周晨. 湖南农业大学生态校园规划设计 [J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2005, 30 (2): 173-175.
- [27] 杨晓勤, 张锁成, 于景金. 节约型校园绿化营建研究 [J]. 河北林果研究, 2008, 23 (3): 341-344.
- [28] 刘福臻. 虚拟校园系统的研究与实现 [D]. 成都: 西南交通大学, 2008: 23-25.
- [29] 卜凡孝, 陆国光. 论大学校园环境管理 [J]. 化工高等教育, 1991 (4): 65-67.
- [30] 叶晓红. 高校老校区绿化管理探讨 [J]. 江苏绿化, 2002, 17 (5): 36-37.
- [31] 赵永奎. 浅析如何提升校园绿化管护水平 [J]. 高校后勤研究, 2004, 19 (6): 94-95.
- [32] 曹智, 丁可武. 高校校园绿化养护管理的若干思考 [J]. 福建师范大学福清分校学报, 2007, 16 (2): 88-91.
- [33] 张锁成. 高校校园绿化养护管理影响因子及对策研究 [J]. 河北农业大学学报: 农林教育版, 2007, 9 (2): 28-29.
- [34] 钟泰林, 石柏林, 叶喜阳. 提高高校校园绿化管理水平策略研究 [J]. 高校后勤研究, 2009, 24 (3): 87-91.
- [35] 王国宏. 甘肃农业大学兰州校园绿化规划 [J]. 甘肃农学报, 1988, 23 (3): 54-60.
- [36] 樊淑英. 校园前区绿地系统规划问题 [J]. 郑州工学院学报, 1992, 13 (4): 113-118.
- [37] 李伟强. 浅谈校园绿地建设 [J]. 郑州牧业工程高等专科学校学报, 1992, 13 (2): 42-43.
- [38] 孙新旺. 校园休闲绿地的设计要点 [J]. 湖南林业, 2004 (12): 12.
- [39] 苗冠峰. 北京工业大学校园总体规划设计构思 [J]. 北京工业大学学报, 1995, 21 (2): 1-6.
- [40] 王长泉, 宋恒, 王凤. 淄博学院校园园林总体规划方案 [J]. 淄博学院学报: 自然科学与工程版, 2000, 2 (4): 92-96.
- [41] 那伟民, 夏忠强. 创建人与自然和谐绿色校园——辽宁农业职业技术学院校园绿地设计构思 [J]. 辽宁农业职业技术学院学报, 2007, 9 (2): 30-32.
- [42] 马建华, 张桂宾, 王艾萍. 河南大学校园土壤与绿地建设初探 [J]. 河南大学学报: 自然科学版, 1995, 25 (2): 77-82.
- [43] 管东生, 何坤志, 陈玉娟. 广州城市绿地土壤特征及其对树木生长的影响 [J]. 环境科学研究, 1998, 11 (4): 51-54.
- [44] 马宁, 李培樱, 关法春, 等. 校园绿地景观生态设计简析 [J]. 安徽农业科学, 2008, 36 (28): 12227-12228.
- [45] 高喜明, 魏虹, 何兴兵, 等. 校园绿地生态质量状况研究及优化对策——以西南师范大学主校区为例 [J]. 西南农业大学学报, 2005, 27 (4): 560-564.
- [46] 陈朝, 张文波, 王金亮. 高校校园景观空间格局分析——以赣南师范学院黄金校区为例 [J]. 经济研究导刊, 2009 (11): 243-245.
- [47] 杨祖山. 西北林学院校园绿地规划探讨 [J]. 西北林学院学报, 1997, 12 (2): 89-93.
- [48] 何平. 城市绿地植物配置和造景 [M]. 北京: 中国建筑出版社, 2001: 333-336.
- [49] 李小凤, 王锦. 西南林学院校园园林植物群落结构分析——以教学区为例 [J]. 西南林学院学报, 2007, 27 (3): 22-28.
- [50] 张颖. 高校校园绿地开放空间及其植物配置研究 [J]. 榆林学院学报, 2007, 17 (4): 16-18.
- [51] 王强, 唐燕飞, 王国兵. 城市森林中校园森林群落的结构特征分析 [J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2006, 30 (1): 109-112.
- [52] 黄娇. 乐山师范学院校园植物病害初步调查分析 [J]. 安徽农学通报, 2007 (20): 104-105.
- [53] 胡玉敏, 赵青, 陈志斌, 等. 金华职业技术学院校园木本植物资源调查 [J]. 金华职业技术学院学报, 2005, 5 (2): 23-28.
- [54] 黄德明. 校园绿地植物的选择与配置 [J]. 湖北林业科技, 2005, 5 (36): 66-68.
- [55] 陈孝青, 朱建新, 许秀环. 校园环境的生态景观规划模式探讨 [J]. 中国园林, 2005 (3): 41-43.
- [56] 李霞, 黄河, 彭映辉, 等. 湖南长沙高校校园绿化及植物多样性现状调查与分析 [J]. 安徽农业科学, 2009, 37 (27): 13267-13270.
- [57] 朱明, 李建龙, 宋子健, 等. 亚热带城市绿地草坪质量评价标准及其应用初探 [J]. 中国草地, 2002, 24 (5): 40-44.

- [58] 周大鹏, 曹立科, 张宏伟, 等. 沈阳建筑大学校园景观评价 [J]. 现代园林, 2005 (2): 23-24.
- [59] 崔萌, 张宏伟, 王媛, 等. 基于层次分析法的生态校园评价体系 [J]. 天津工业大学学报, 2007, 26 (4): 81-85.
- [60] 汪婷, 刘惠锋, 傅德亮. 基于 AHP 法的大学校园绿地总体景观评价——以上海交通大学闵行校区为例 [J]. 上海交通大学学报: 农业科学版, 2009, 27 (4): 418-423.
- [61] 赵庆良, 马建华. 主成分分析在城市绿地土壤肥力模糊评价中的应用——以河南大学校园土壤为例 [J]. 园艺博览, 2008, 36 (11): 28-34.
- [62] 马德美. 校园绿化是预备班环境教育的生动课堂 [J]. 上海环境科学, 1991 (7): 46-48.
- [63] 裘鸿菲, 高翊, 吴雪飞. 撕校园文化创环境特色——华中农业大学绿地规划 [J]. 风景园林规划设计, 2000, 16 (2): 60-62.
- [64] 张强. 育人环境与校园绿化 [J]. 合肥教育学院学报, 1999, 16 (3): 83-84.
- [65] 韩炳越, 高慧娟, 李宝昌. 高等院校绿地环境规划设计应满足大学生要求 [J]. 河北林果研究, 2000, 15 (2): 164-166.
- [66] 沈关龙. 校园绿地的功能和特点 [J]. 南通职业大学学报, 2002, 16 (3): 102-104.
- [67] 郭进辉. 生态校园研究进展综述 [J]. 林业勘察设计, 2007 (2): 94-97.
- [68] 肖鸿, 钮齐. 对高等院校校园生态环境的探讨 [J]. 低温建筑技术, 2010, 32 (2): 19-20.
- [69] 常俊丽, 王浩. 大学校园绿地文化景观的传承——以郑州华信学院新校区景观规划为例 [J]. 安徽农业科学, 2010, 38 (32): 18394-18396, 18402.
- [70] 徐剑琼. 浅谈校园的园林绿化设计 [J]. 科技创新导报, 2010 (24): 132.
- [71] 秦春林, 孟妍君. 生态、文化、和谐的大大学校园绿地环境建设研究 [J]. 河北林业科技, 2010 (5): 47-49.
- [72] 约翰·亨利·纽曼, 徐辉, 顾建新, 等. 大学的理想 [M]. 杭州: 浙江教育出版社, 2001: 21-35.
- [73] 向科. 当代大学校园建设的回顾与展望 [J]. 城市规划学刊, 2007 (1): 66-70.

CHINESE CAMPUSES'GREENLAND'S RESEARCH PROGRESS IN TIME AND SPACE PERSPECTIVE IN THIRTY YEARS

JIN Yuan-liang, WANG Jing, LU Shan-shan, CHEN Su-mei

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

Abstract: Intergrative space and time is an important theory and method in geographic scientific study. was used widely in practice. Since the reform and opening policy of China, the education has undertaken vigorous development. Thus, campus Greenland, as an important part in the school's construction, has received more and more attention from academic and engineering. Meanwhile, the campus Greenland has played an important role in city's greenland system as its function and nature is very special, but little research has done. This paper Review campus' greenland research in China within 30 years based on time and space perspective, according to recent thirty years' research result of time, spatial structure, regional pattern, to study the research progress of campus'greenland, And then make an outlook on the development tendency of campus' greenland in the future.

Key words: space-time united view; campus'greenland; time sequence; spatial structure

基于 GIS 的建设项目地质灾害危险性评估方法研究 ——以云南省师宗县人民医院建设项目为例

李 军¹, 虎雄岗², 金艳珠², 谈树成^{2*}

(1. 中国有色金属工业 昆明勘察设计研究院, 云南 昆明 650051; 2. 云南大学 地质研究所, 云南 昆明 650091)

摘要: 地质灾害危险性评估是工程建设中对建设用地进行灾害活动程度及破坏损失情况进行评定估算的重要工作, 是保障人民生命和财产安全的重要手段。探讨基于 GIS 技术对云南省师宗县人民医院建设项目评估区基础数据进行预处理、确定地质灾害影响因子及对其赋予相应的权重、建立空间叠加模型并对评估区地质灾害危险性进行分区处理, 实现了基于 GIS 技术的云南省师宗县人民医院建设项目用地地质灾害危险性评估。研究成果为云南省师宗县人民医院建设项目地质灾害危险性评估提供了强劲的技术支撑, 对其它建设项目地质灾害危险性评估具有推广应用意义。

关键词: 地质灾害; 危险性评估; 建设项目; 地理信息系统 (GIS); 师宗县

中图分类号: X820.2

文献标识码: A

文章编号: 1001-7852(2011)02-0066-07

0 前言

人类社会的快速发展及人口的急剧增加, 对自然资源的大规模开发和利用, 已远远超出了环境的承载力, 随之而来的是生态环境的日益恶化, 地质灾害的屡次发生^[1]。为了应付日益严重的地质灾害问题, 传统的研究方法和技术手段已满足不了要求, 需要采用更先进的技术及方法。近年来, 随着 GIS 技术的日益成熟及完善, 使之成为地质灾害研究强有力的手段。为了提高云南省师宗县人民医院建设项目用地地质灾害危险性评估结果的科学性、合理性, 尝试引入新进的地理信息系统 (GIS) 技术, 期望为云南省师宗县人民医院建设项目用地地质灾害危险性评估提供科学依据和强劲的技术支撑。因此, 研究基于 GIS 的云南省师宗县人民医院建设项目地质灾害危险性评估方法具有极其重要的意义。

地质灾害的发育与分布, 与地形地貌、植被覆盖、水文地质条件、人类工程活动等影响因素密切相关。GIS 作为处理地球表层空间信息强有力的工

具, 其强大的空间信息管理与分析功能为研究区域地质环境和地质灾害提供了一个有效的途径^[2]。借助 GIS 建立的专业分析模型, 可以分析贯穿灾害起源、发展和影响范围等地质灾害全过程的大量数据。而完成采集、存储和组织不同类型数据的任务, 这正是 GIS 的优势所在^[3]。

1 研究区域地质环境条件

地质灾害是在自然或者人为因素的作用下形成的, 影响地质灾害危险性的因素多种多样。自然因素主要包括地形地貌、气象水文条件、地质构造和地层岩性、植被类型及其覆盖等, 人为影响因素则主要为人类工程活动。其信息来源于岩石圈、水圈、大气圈和生物圈, 具有多源性、复杂性、模糊性等特点^[4]。根据建设项目具体情况及其所处的地理环境, 从以下几个方面对评估区地质环境条件作详细介绍。

1.1 地形地貌

评估区区域上的地貌类型为岩溶侵蚀切割区盆

收稿日期: 2011-03-13; 修订日期: 2011-04-06.

基金项目: 云南大学中青年骨干教师培养计划 (21132014) 资助.

作者简介: 李军 (1973-), 男, 湖南省祁阳县人, 工程师, 主要从事灾害地质及工程地质研究.

* 通讯作者.

地地貌，评估区地形地貌总体为北东高南西低的缓坡地形，坡度约 5°~8°，坡向南西。最大高程 1 892.5 m，最低高程 1 853.5 m，最大相对高差 39 m，场地整平标高 1 864 m。评估区南临 324 国道，西、北、东面外侧现状用地均为林地。评估区地形简单，地貌单一。

1.2 气象水文条件

评估区属暖湿性季风气候区，年均气温 14.1℃，最热月（7 月）平均气温 19.1℃，最冷月（1 月）平均气温 5.3℃；极端最高气温 32.6℃，出现在 6 月，极端最低气温 -7℃，出现在 2 月。年均降雨量 1 200 mm 以上，年均相对湿度 75%；主导风向为西南风和东南风，平均风速 2.6 m/s。

评估区地表水系不发育，未见任何水沟、池塘等。大气降水后，一部份渗入地下，转为地下径流，另一部份沿坡地向南部的地形低凹处流去，以地表坡流形式进行排泄。

1.3 地质构造和地层岩性

评估区区域上位于云南山字形构造的东翼与南岭东西向复杂构造带西延部位的复合部位。区内构造体系有东西向构造、南北向构造和北东向构造。北东向构造为区内主导构造，构造形迹以断裂发育为特征。评估区无褶皱和断裂发育，地质构造不发育。

评估区范围内主要发育第四系冲积层（Q^{al}），表层为耕作土。据区域地质资料，下伏基岩为三叠系中统个旧组第四段（T₂g^d）灰色厚层至块状白云岩，上部相变为浅色灰岩，厚 80 m~137 m，产状：78°∠32°。建设项目用地范围内为第四系红粘土覆盖，最厚达 10 m，可见基岩出露。

1.4 人类工程活动

评估区现状用地为耕地，南临老 324 国道，道路路基修建以填方为主，填方高度 0.5 m~2 m。西、北、东面外侧现状用地均为林地，覆盖率较大。评估区北东部和南东部各有一已停采采石场。此外建设项目用地北部边界亦有人工耕地开挖的不稳定斜坡。

1.5 岩土体工程地质条件

根据区域地质资料和评估区岩性组合、结构特征、坚硬程度及工程力学性质等要素，将整个评估区分布的岩土体划分为粘土单层土体①、较硬薄至厚层状强岩溶化灰岩、白云岩岩组②。粘土单层土体①覆盖整个评估区的地表，厚度 5 m~10 m，结构松散，层位不稳定，总体力学强度较低且力学强度变化较大。较硬薄至厚层状强岩溶化灰岩、白云岩岩组②，该岩组主要岩性为白云岩、灰岩，结构面为节理裂隙面，属较坚硬岩石，节理较发育，风化程度较弱。评估区内岩土工程地质剖面如图 1 所示。

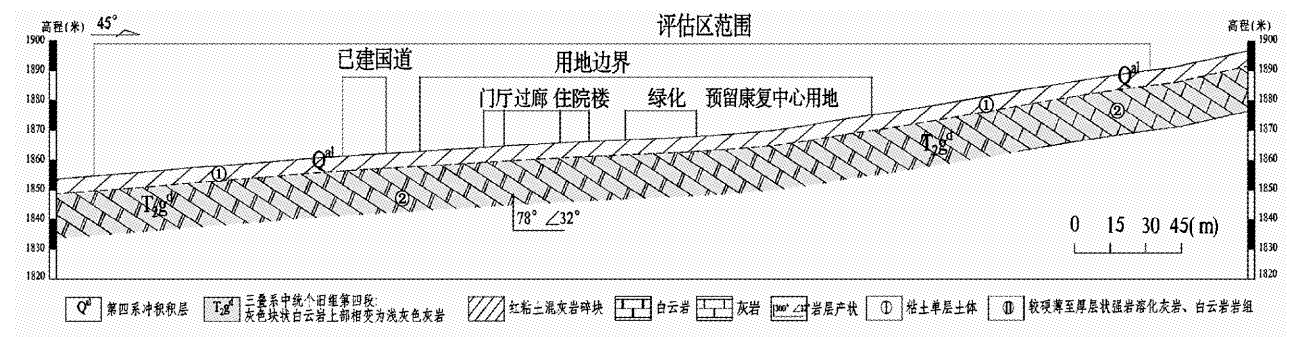


图 1 评估区岩土工程地质剖面图
Fig. 1 Geotechnical engineering geological cutaway in study area

2 地质灾害影响因子量化及其权重确定

2.1 地质灾害影响因子

2.1.1 地貌因子量化

地表越复杂、高差越大，地质灾害发生的可能性就越大。地质灾害主要分布在中低山、低山的地形中，因此地形地貌因子量化过程中采用不同海拔高度范围的分布面积作为量化指标，划分 50 m 以

下（平原）、50 m~500 m（丘陵）、500 m~1 000 m（低山）、1 000 m 以上（中山）4 个等级，再对其主要灾害分布进行分析^[5]。

2.1.2 坡度因子量化

坡度作为产生滑坡、泥石流、不稳定斜坡等地质灾害的首要因素，是对地质灾害进行评估的重要考虑因子，地形高差越大，崩塌、滑坡越发育。从局部看，岩溶侵蚀切割区，地形切割剧烈，斜坡坡度和高度较大时，便于形成岩体崩落、滑动的临空

面，这些对崩塌、滑坡形成具有最直接的作用^[6,7]。

通过统计地质灾害与地形坡度的关系可知，地质灾害多发生在坡度大于 25°的高陡地形，坡度越大、高差越大，斜坡发生地质灾害的可能性就越大。因此将评估区坡度分为 4 个级别（图 2）。

2.1.3 坡向的分级确定与量化

在一定的高程和坡度的基础上，评估区下伏基岩的产状是评价地质灾害稳定性的重要因素。岩石

产状与崩塌、不稳定斜坡的顺逆向构造反映了崩塌、不稳定斜坡等地质灾害在一定程度上的稳定性。

由评估区下伏基岩产状为 78°∠32°，即 348°~168°范围内的坡向为顺向坡，而在 168°~348°范围内的坡向为逆向坡。因此将评估区坡向因子分为 9 级（表 1）。评估区坡向图如图 3 所示，坡向值为“-1”表示地形平坦，没有坡向。

表 1 评估区坡向等级分类表
Tab. 1 Classification of slope of the study area

项目	级别									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
坡向 (°)	-1	0~10.5	10.5~55.5	55.5~100.5	100.5~145.5	145.5~190.5	190.5~235.5	235.5~280.5	280.5~325.5	325.5~360

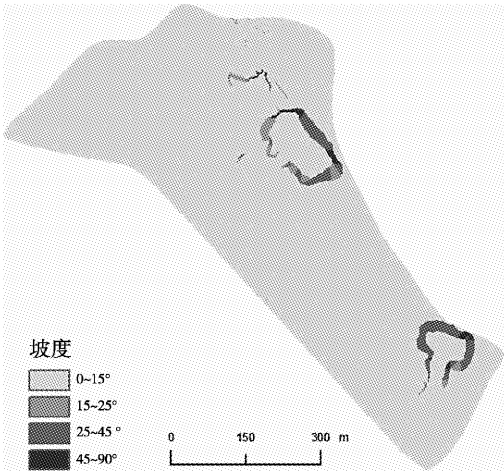


图 2 评估区坡度
Fig. 2 Slope of the study area

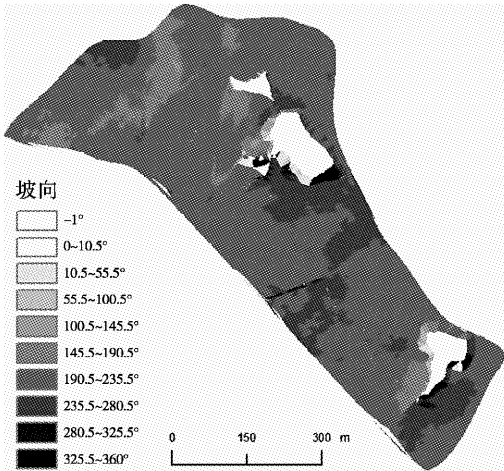


图 3 评估区坡向
Fig. 3 Aspect of the study area

2.1.4 地层岩性因子

地层岩性、岩体结构及其组合是形成地质灾害重要的内在条件之一，是制约地质灾害发育和分布的重要因素。岩体一般分为整体结构、块状结构、厚层状结构、中薄层状结构、镶嵌结构、层状碎裂结构、碎裂结构、散体结构、松软结构

等^[8]。此外，岩土体类型的组合也对地质灾害产生影响。

据现场观察，结合区域地质资料，将整个评估区分布的岩土从上至下分为 3 个工程地质层，各土层的工程特征和空间分布特征见表 2 所示。拟定评估区岩土体工程地质性质较差。

表 2 评估区地层岩性特征表
Tab. 2 Stratigraphic lithology features list of the study area

名称	代号	岩土层编号	岩性	工程地质特征描述	空间分布
第四系耕作土	Q	①	耕土	褐红色，松散、稍湿，含植物根系。结构松散	整个评估区地表
第四系冲坡积层	Q ^{al}	②	红粘土	褐红色、棕红色，可塑（局部硬可塑）状态、属中压缩性土，湿。无摇振反应、韧性中等、稍有光滑，干强度中等	全场地均有分布
三叠系中统个旧组第四段	T ₂ g ^d	③	灰色—深灰色块状白云岩，上部相变为浅色块状灰岩，厚 80~137 m	灰色、浅灰色，节理裂隙发育，岩体较破碎。发育溶隙、溶蚀孔及方解石脉	分布于整个场地下部

2.1.5 地质构造因子

地质构造是地形地貌形成的重要力量，也是地质灾害的重要影响因素之一，其主要表现为断裂构造的性质、程度和分布规则。断裂构造主要通过产生较厚的破碎带、风化层和形成较陡的斜坡产生地质灾害。此外，频繁的地震活动所产生的多期断裂构造面以及多组节理面将岩体肢解成大小不同、形态各异的独立块体，破坏了岩体的完整性，使得岩体内摩擦力减小，当具备临空面等情况下，岩土体容易失稳，发生滑坡、崩塌等地质灾害。

2.1.6 地表水和地下水因子

地表水和地下水是对边坡造成不利影响的主要水荷载。水体通过对岩土体结构面的软化，降低岩土体中软弱结构面的抗剪强度，加大动静水压力。因此，在边坡治理中，必须充分考虑强降雨对边坡稳定的影响^[9]。

2.1.7 人类工程活动因子

评估区人类工程活动主要表现为耕地的种植、采石场的开挖和公路的建设。采石场的边坡开挖是形成评估区内不稳定斜坡的主要因素。农业生产活动对地质环境影响较弱，对地下水也会产生一定的污染；而公路建设的填挖方在一定程度上也会形成边坡，并可能会遭受填土滑坡、水土流失的危害；填土夯实不密，道路工程可能会遭受地面沉降的危害。

2.2 评价因子权重的确定

地质灾害的发生是多种影响因子共同作用的结果，而因子本身具有不确定性、模糊性、复杂多

样、空间差异显著，这就给地质灾害的研究带来一定困难^[10,11]。确定地质灾害危险性属于空间型的评判问题^[12]，故在评估时对不同的评价因子要分别赋予不同的权重。为了使研究结果最大限度的符合客观实际情况，本文选用层次分析法（The Analytic Hierarchy Process，简记 AHP）进行各种影响因子权重的确定。

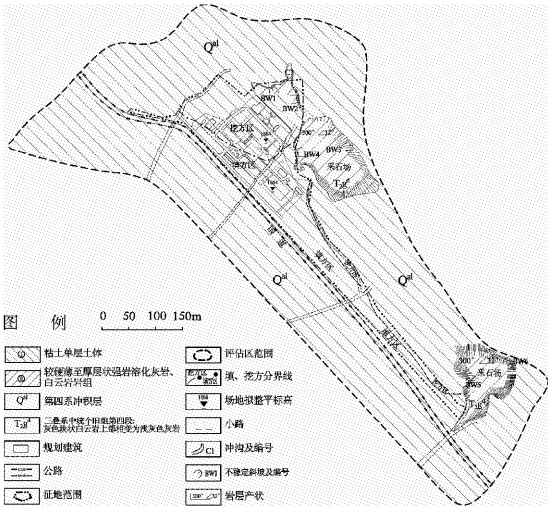


图 4 评估区灾害分布图

Fig. 4 Disaster distribution of the study area

2.3 构建判断矩阵及一致性检验

在野外调查和室内资料查阅的基础上，根据影响因子之间相互作用，采用常用的标度准则，如表 3 所示，通过影响因子之间的两两比较，建立判断矩阵，从而确定影响因子的相对重要性。

表 3 随机一致性指标 RI 值
Tab. 3 Random consistency index RI values

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

构建判断矩阵的步骤和检验计算如下：

D - C 判断矩阵

地质灾害 D	地形地貌条件 C ₁	气象水文条件 C ₂	地质构造和地层岩性 C ₃	人类工程活动 C ₄	权重
地形地貌条件 C ₁	1	1	2	1/3	0.19
气象水文条件 C ₂	1	1	2	1/2	0.21
地质构造和地层岩 C ₃	1/2	1/2	1	1/5	0.10
人类工程活动 C ₄	3	2	5	1	0.50

其中：最大特征值 $\lambda_{\max}=4.22$ ，一致性指标 $CI=(4.22-4)/(4-1)=0.0730$ ，由表 3 可得到平均

随机一致性指标 $CR=0.0811<0.10$ 。因此判断矩阵 V - U 有满意的一致性。

大区、1 个危险性中区和 1 个危险性小区。

危险性大区面积为 32 016 m²，占评估区面积的 9.89%，位于场地北东部，地形地貌为北东高南西低坡度约 10° 的缓坡地形，地形平坦开阔，最大高程 1 881.5 m，最低高程 1 861.5 m，最大相对高差约 20 m。出露地层为第四系冲积层（Q^{al}），下伏基岩为三叠系中统个旧组第四段（T₂g^d），可划分为粘土单层土体①、较硬薄至厚层状强岩溶化灰岩、白云岩岩组②，岩土体工程性质较差，属较强烈岩溶区，不良地质现象主要为冲沟、红粘土和岩溶。工程地质、水文地质条件中等，地下水类型有孔隙水和岩溶水二类，地下水富水性较强；区内地质构造不发育，地质构造简单；区域地质构造复杂，新构造活动强烈；地震基本烈度为Ⅶ度，属于区域地壳较稳定区；区内有采石场分布，现状处于停采状态，人类工程活动对地质环境的影响中等。据此，地质环境条件复杂程度为复杂。

区内发育潜在不稳定斜坡 6 个（BW1 - BW6），地质灾害现状发育，现状危害对象主要为场地，危害性大，危险性大。

危险性中区面积为 211 133 m²，占评估区面积的 60.59%，主要分布于老 324 国道北东部，包含了所有的建筑区域。地形地貌为北东高南西低坡度约 5°~10° 的缓坡地形，地形平坦开阔，最大高程 1 892.5 m，最低高程 1 858.75 m，最大相对高差约 33.75 m。出露地层为第四系冲积层（Q^{al}），下伏基岩为三叠系中统个旧组第四段（T₂g^d），可划分为粘土单层土体①、较硬薄至厚层状强岩溶化灰岩、白云岩岩组②，岩土体工程性质较差，属较强烈岩溶区，不良地质现象主要为红粘土、耕作土和岩溶。工程地质、水文地质条件中等，地下水类型有孔隙水和岩溶水二类，地下水富水性较强；区内地质构造不发育，地质构造简单；区域地质构造复杂，新构造活动强烈；地震基本烈度为Ⅶ度，属于区域地壳较稳定区；人类工程活动对地质环境的影响中等。据此，地质环境条件复杂程度为复杂。本区工程建设和运营引发、加剧或遭受上述地质灾害或不良工程地质问题的可能性小至中等，危害性和危险性小至中等，以中等为主。

危险性小区面积为 105 300 m²，占评估总面积的 30.22%，主要分布在老 324 国道南西侧，岩土体工程性质较差，属较强烈岩溶区，不良地质现象主要为红粘土、耕作土和岩溶。工程地质、水文地质条件中等，地下水类型有孔隙水和岩溶水二类，

地下水富水性较强；区内地质构造不发育，地质构造简单；区域地质构造复杂，新构造活动强烈；地震基本烈度为Ⅶ度，属于区域地壳较稳定区；人类工程活动对地质环境的影响中等。据此，地质环境条件复杂程度为复杂。区内现状地质灾害不发育，未发现崩塌、滑坡、泥石流、地裂缝、地面塌陷、地面沉降等地质灾害。现状地质灾害不发育，地质灾害现状危害性和危险性小。

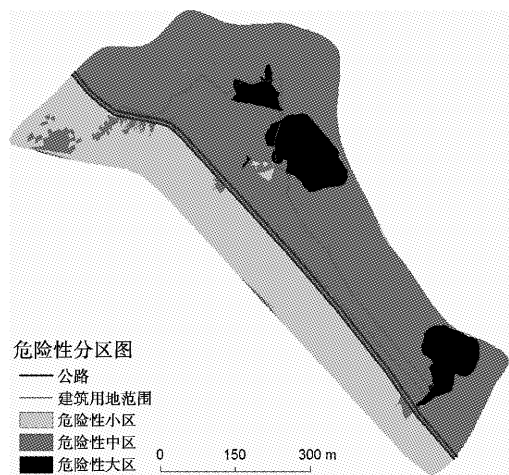


图 6 评估区地质灾害危险性分区图
Fig. 6 Geological hazard subarea of the study aera

5 结论

根据《地质灾害危险性评估技术要求》的分级标准和地质环境条件复杂程度分类之规定，本建设项目用地地质灾害危险性评估级别确定为一级。工程建设和运营引发的地质灾害和工程地质问题可以防治，工程建设诱发、加剧和遭受的地质灾害或不良工程地质问题的可能性小至中等，危害性和危险性小至中等，地质灾害的防治难度中等，评估区总体为基本适宜该项目建设。

地质灾害危险性评估是一项工作量大、工作复杂的任务，所涉及的影响因素种类繁多、范围广泛、影响程度难预测性和权重的不确定性，已难以用传统的专家打分法加以解决，GIS 空间信息技术发展已逐渐成为解决上述问题的强大手段，本次研究采用实地调查与 GIS 空间分析技术相结合的方法进行建设项目用地地质灾害危险性评估，具有数据准确、方法实用、分析严密、结果可靠等特点。研究方法与技术对其它建设项目地质灾害危险性评估具有重要的参考意义。

参考文献:

- [1] D C W Nkhuwa. Human ActiDities and Threats of Chronic Epidemics in a Fragile Geologic Environment [J]. Physics and Chemistry of the Earth, 2003, 28: 1139 – 1145.
- [2] 朱良峰, 殷坤龙. 基于 GIS 技术的区域地质灾害信息分析系统研究 [J]. 中国地质灾害与防治学报, 2001, 12 (3): 79 – 83.
- [3] 温守钦, 李仁锋, 任群, 等. GIS 技术在地质灾害区划中的应用 [J]. 中国地质, 2005, 32 (3): 283 – 285.
- [4] Clemens DTPMEIER, Werner GEIGER. Theme Park Environment as an Example of Environmental Information Systems for the Public [J]. Environmental Modelling & Software, 2006, 21: 1528 – 1535.
- [5] 杜亮. 基于 GIS 的温州市地质灾害时空分布及影响因子研究 [D]. 西安: 长安大学, 2009.
- [6] R Chowdhury P Flentje. Role of Slope Reliability Analysis in Landslide Risk Management [R]. BullEng Geol Env (2003) 62: 41 – 46.
- [7] 张春山, 张业成, 张立海. 中国崩塌、滑坡、泥石流灾害危险性评价 [J]. 地质力学学报, 2004, 10 (1): 27 – 32.
- [8] 孙广忠, 孙毅. 地质工程学原理 [M]. 北京: 地质出版社, 2004.
- [9] 吴宝和. 地表水和地下水对岩质边坡稳定性影响及防渗措施 [J]. 中国地质灾害与防治学报, 2003, 14 (3): 140 – 141.
- [10] 刘彦花, 吴湘滨, 黎洪浪. 基于 GIS 的建设项目地质灾害危险性评估 [J]. 中国地质灾害与防治学报, 2008, 19 (3): 77 – 80.
- [11] 杨秀梅. 基于 GIS 的地质灾害危险性评价 [D]. 兰州: 兰州大学, 2008.
- [12] 余中元, 帕拉提·阿布都卡迪尔, 康健, 等. 地理信息系统在区域地质灾害危险性评估中应用研究——以新疆哈密市双井子 26 号铁矿区为例 [J]. 防灾科技学院学报, 2008, 10 (3): 76 – 78.
- [13] 穆鹏. 南峪水电站工程地质灾害危险性评估 [J]. 水电能源科学, 2010, 28 (11): 67 – 69.

BASED ON GIS CONSTRUCTION PROJECT GEOHAZARD DANGER EVALUATION METHOD RESEARCH

——EXAMPLED PEOPLE'S HOSPITAL IN SHIZONG COUNTY OF YUNNAN PROVINCE

LI Jun¹, HU Xiong-gang², JIN Yan-zhu², TAN Shu-cheng²

(1. Kunming Prospecting Design Institute of China Nonferrous Metals Industry, Kunming 650051, Yunnan China;

2. Geological Institute of Yunnan University, Kunming 650091, Yunnan, China)

Abstract: Geohazard danger evaluation is not only very important in construction projects, but also an essential measures to protect people's lives and property, which evaluates land loss and damage degree of Geohazard danger activity. This paper realizes the research about land Geohazard danger evaluation of the construction project of people's hospital in Shizong County, Yunnan Province, by preprocessing basic data about evaluation area, determining the impact facts and giving them the corresponding weights, and building space superposition model to evaluate geohazard danger of study area on divisional processing. All of these processes are based on GIS technology. The research result provides powerful technical support for land geohazard danger evaluation of the construction project of people's hospital in Shizong county, and has practical application meanings for geohazard danger evaluation of other construction projects.

Key words: geohazard; danger evaluation; construction project; GIS, Shizong County

昆明市黑龙潭岩溶泉对不同降雨过程的响应

刘 剑, 刘 宏*, 杨象鹏

(云南大学 资源环境与地球科学学院, 云南 昆明 650091)

摘要: 在利用 CTD300 多参数水质自动记录仪对黑龙潭弱承压岩溶泉物理化学参数连续监测基础上, 重点探讨了黑龙潭泉在无雨、连续弱降雨和连续强降雨 3 种情境模式下的泉水物理化学参数变化特征。结果表明: (1) 在无雨条件下, 气温对黑龙潭水物理化学日动态有重要影响, 电导率与 pH 值与气温显正相关。pH 值的滞后与植被的光合作用、呼吸作用有关。(2) 连续弱降雨下, 物理化学动态变化幅度小, 滞后降雨时间约半个月。电导率没有出现大幅降低是由于下渗降水在含水层中与碳酸盐岩有充分时间接触溶蚀造成的。(3) 黑龙潭物理化学动态对强降雨十分敏感, 滞后时间约为四五天。电导率先快速下降, 后迅速回升, 水温在整个过程中表现为缓慢下滑。pH 没有大幅变化。

关键词: 承压泉; 喀斯特; 昆明黑龙潭

中图分类号: P642. 25 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001 - 7852(2011)02 - 0073 - 05

0 引言

昆明黑龙潭泉是高原断陷盆地弱承压岩溶泉, 属于中国南方一种较为普遍的岩溶泉。以往国内外的研究主要是针对裸露岩溶区非承压泉, 而对承压性岩溶泉的研究相对较少。在中国, 北方岩溶区承压泉研究的较多^[1-5]。而南方主要集中在对表层岩溶泉的研究^[6-11], 还没看到有关断陷盆地弱承压岩溶泉研究的报导。通过在黑龙潭泉放置 CTD300 水质多参数记录仪, 我们对 2010 年不同降雨过程下的泉水水位、电导率、pH 及水温进行了连续监测, 在此基础上, 对黑龙潭岩溶泉系统对不同降雨过程的反应规律及机理进行了初步探讨。

1 研究区概况

昆明市黑龙潭岩溶泉 (25°7'5"N, 102°44'5"E)

位于昆明市北郊 12 km 的五老山麓, 是二叠系含水层的岩溶水通过黑龙潭东支断裂切割而涌出地表的上升泉。它的主要补给区位于北部山区野猫山一带, 补给区石灰岩裸露, 岩溶洼地、漏斗众多, 有利于地下水补给。在得到降雨补给后, 地下水通过黑龙潭东支断裂汇流于黑龙潭出露。由于断裂带宽而深, 将二叠系含水层沟通, 形成了含水极丰富的构造带** (图 1)。

黑龙潭属北亚热带高原季风气候, 主风向为西南向, 降雨充沛, 但分配不均, 干湿季分明, 干湿比达 1:9。每年 6 月至 10 月为雨季, 11 月至次年 5 月为枯季。全年 85% 的雨量集中于 6~10 月。昆明气象站多年平均年降雨量为 1 027.70 mm。泉流量 82.78~365.5 L/s, 年均流量 17 997.4 m³/d, 动态不均匀系数 4.4, 很少出现浑水, 水温较高, 一般在 18~20℃, 水质良好, 水化学类型为 HCO₃-CaMg 型**。实地调查及资料**研究表明, 该泉从 1960 年 4 月起安装输水管道大量开采使用, 现有昆

收稿日期: 2011-02-12; 修订日期: 2011-04-04.
基金项目: 科技部中国——斯洛文尼亚第八届政府间合作项目 (8-24).
作者简介: 刘剑 (1983-), 男, 山西省偏关人, 硕士研究生, 研究方向为自然地理岩溶水方向.
* 通讯作者.
** 云南省地质矿产局. 昆明市黑龙潭地区水文地质环境初步研究报告. 1990: 24-26.

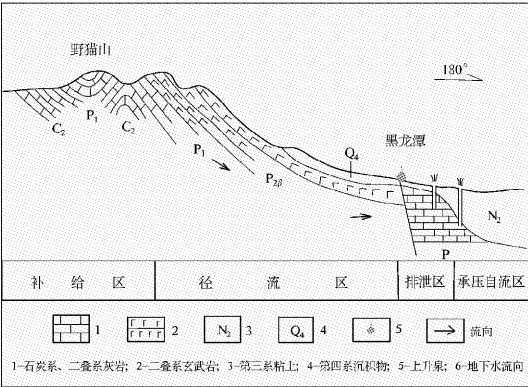


图 1 黑龙潭岩溶泉径流剖面示意图 (据云南省地质局)
Fig. 1 The schematic vertical section of Heilongtan Spring
(by Geological Bureau of Yunnan Province)

明重机厂、昆明植物研究所等 6 家开采，主要抽水时段主要集中在 08:00 ~ 12:00 和 19:00 ~ 24:00，导致该泉日内水位变化较大 (图 2)。

2 主要研究方法

为了解岩溶泉水物理化学指标对不同降水强度的动态响应情况，在黑龙潭安置了 CTD300 多参数水质自动记录仪和 RG2-M 自动记录雨量计，分别对黑龙潭水质和降雨情况监测。CTDP300 自动记录仪对黑龙潭泉的 4 个参数 (水位、水温、pH 和电导率) 进行监测，数据采集间隔设定为 15 min，水位、水温、pH 和电导率精度分别为 0.01 m、0.01 ℃、0.001 pH 单位和 0.1 μS/cm；RG2-M 自动记录雨量计测量范围达 160 cm 降雨量，分辨率为 0.2 mm，可反映降雨强度、降雨时间及降雨次数。

3 不同降雨情况下的自动化监测结果与分析

笔者于 2010 年 3 月份安置仪器设备，开始对黑龙潭降雨进行监测。由于监测时间的关系，缺乏研究区当年 3 月份之前降雨的记录，但 2009 年末至 2010 年初，中国西南地区遭遇百年不遇的大旱，3 月份之前基本没有降水，监测到的降雨量超过了年降雨量的 99%，能够体现实际情况。

为了便于研究，将研究区降雨划分为以下几种类型：

- (1) 无雨；
- (2) 连续弱降雨：较短时间内的连续弱降雨，

降雨级别主要为小到中雨；
(3) 连续强降雨：较短时间内的连续强降雨，降雨级别主要为大雨。

3.1 无雨条件下的昼夜动态变化特征

从图 2 中可以看出，在无雨条件下，泉水水温和电导率的变化与气温变化一致，呈正相关：白天高，夜晚低，水温高值出现在 14:30 ~ 16:45，电导率高值出现在 14:45 ~ 16:30。pH 与气温则呈较好的正相关，气温升高时，pH 也升高，但存在一定的滞后。以上现象说明水温、电导率对气温响应及时，气温对黑龙潭水物理化学日动态有重要影响。

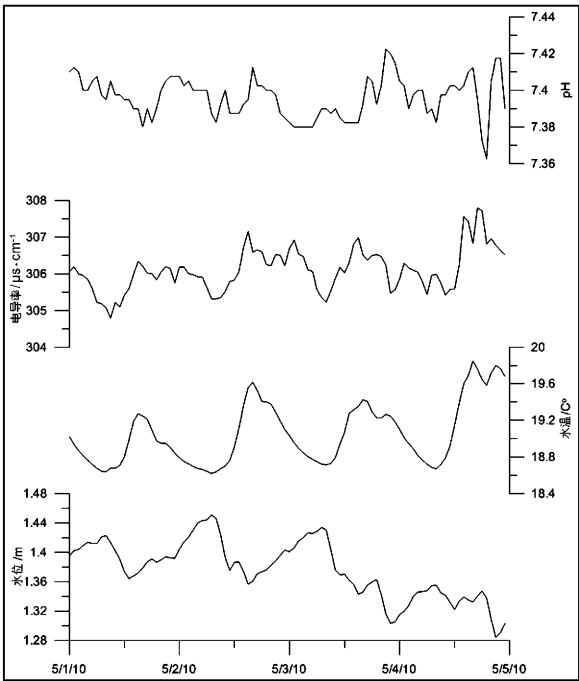


图 2 无降雨条件下黑龙潭物理化学参数动态变化
Fig. 2 The dynamic changes of physical and chemical parameters in Heilongtan Spring under no-rainfall condition

气温升高时，水温在热传导的作用下也随之同步升高。水对碳酸盐岩的溶解平衡受温度影响，温度高，溶解速率加快，平衡向溶解方向移动；温度低，溶解速率减慢，平衡向沉积方向移动。那么，水温升高时，由于平衡向加速溶解方向移动，溶解了较多的碳酸盐岩，会导致电导率上升。然而，水温上升的同时，还会引起水中溶解 CO₂ 的逸散，降低水对碳酸盐岩的溶蚀性。电导率对水温的正相关表明这两种相反效应在黑龙潭体现为温度效应占主导。pH 与水体中 CO₂ 的含量有关，CO₂ 含量越高，pH 越低，水温升高引发 CO₂ 逸散，使得 pH 同步升高。此外，白天植被光合作用强，CO₂ 浓度低，pH 相应较高，随着日

落西山，气温下降，光合作用消减，呼吸作用加强，使空气中 CO₂ 浓度升高，pH 降低^[12]。

通过以上分析可以看出，黑龙潭泉水较长时间暴露于大气环境之中，其物理化学指标对气温的响应敏感。黑龙潭岩溶水系统对外界环境（主要是气温）的响应敏感程度取决于与外界环境的接触暴露程度。

3.2 连续弱降雨条件下的动态变化特征

图 3 为 4 月 20 日 00:00 ~ 5 月 14 日 23:00 对黑龙潭岩溶泉的动态监测结果。在这期间，共发生 5 场连续弱降雨，分别为 4 月 22 日的 14.2 mm、4 月 25 日的 1.8 mm、4 月 26 日的 6.2 mm、4 月 27 日的 0.6 mm、4 月 28 日的 0.2 mm，累计降雨量 23 mm。其中 4 月 22 日降雨量最大，达到中雨级别，晚上 19:50 开始下雨，22:34 降雨结束，持续时间约 3 小时。

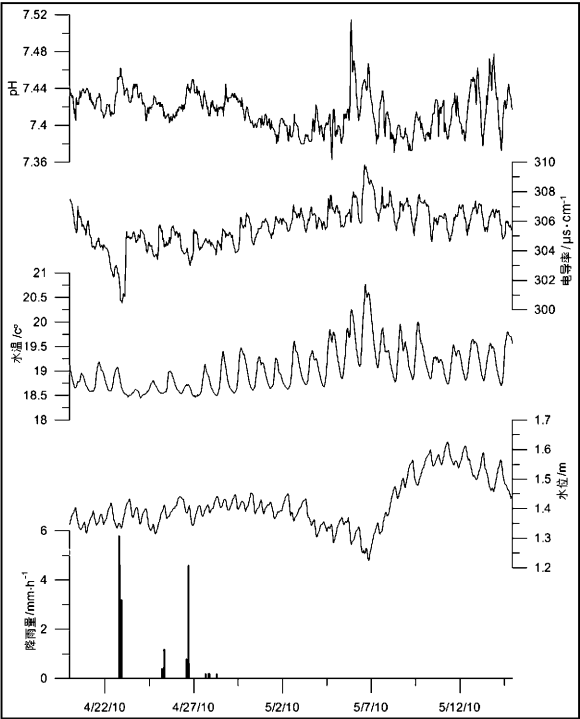


图 3 连续弱降雨条件下黑龙潭物理化学参数动态变化
Fig. 3 The dynamic changes of physical and chemical parameters in Heilongtan Spring under continuous-weak-rainfall condition

图 3 可以明显看出，黑龙潭水位在 5 月 7 日开始上涨，并于 5 月 11 日 07:00 达到最高值，表明降水后 15 天雨水开始补给黑龙潭，降雨滞后洪峰约 19 天。与此同时，水温、电导率和 pH 也发生同步的变化，与水位表现为负相关。电导率在动态中稳步缓慢上升，于 5 月 7 日达到最高值，上升约 5

μS/cm，随后即开始下降，表现为活塞效应^[13]，即降水先将储存在岩溶裂隙中溶解饱和的电导率较高的“旧水”排挤出来，接着在岩溶系统中停留近半个月的低电导率雨水才得以排泄出来，由于停留时间较长，水量小，流速慢，加上弱降雨在缓慢下渗的过程中可以充分溶解土壤中的 CO₂，雨水溶蚀性强，且有足够的时间溶解碳酸盐，故最终电导率比“旧水”稍低。类似的，由于“旧水”储存在地下，水温较高，溶解近乎饱和，电导率高，故水温和 pH 均在 5 月 7 日出现峰值，分别上升了 1.5℃ 和 0.4。随着水位升高，水量增大，峰值后的电导率、水温和 pH 日常动态变化幅度逐渐减小，水位开始下降后逐渐恢复正常。可见黑龙潭岩溶泉对连续弱降雨较为敏感，物理化学动态变化幅度小，滞后时间约为半个月。

3.3 强降雨条件下的动态变化特征

图 4 为 7 月 25 日 00:00 至 8 月 14 日 23:00 间对黑龙潭岩溶泉的动态监测结果。这个时间段内大雨集中，中小雨不断。其中 7 月 25 日降下本年度最大强度大雨，降雨量 42.2 mm，另外两场大雨分别为 8 月 2 日的 25.6 mm，8 月 4 日的 30.8 mm。区间降雨量总计 178.4 mm。

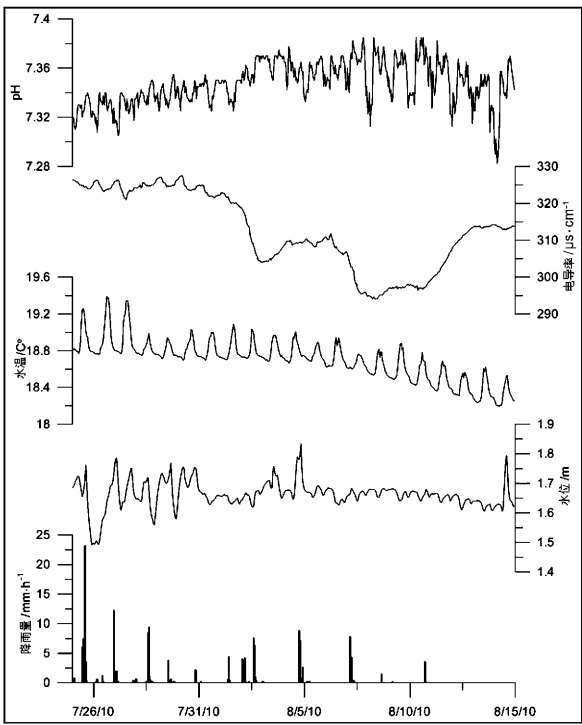


图 4 强降雨条件下黑龙潭物理化学参数动态变化
Fig. 4 The dynamic changes of physical and chemical parameters in Heilongtan Spring under continuous-heavy-rainfall condition

从图 4 中可以看出黑龙潭的物理化学特征对强降雨十分敏感,在首场强降雨后的第 5 天,即 7 月 30 日 05:00,电导率开始快速大幅下降,在 8 月 3 日 00:00 降到最低点,降幅为 23 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。随后电导率迅速回升,在回升的过程中,于 8 月 6 日 06:00,即 8 月 2 日第二场大雨后第 4 天,快速大幅下降,降至最低点后再次迅速回升。黑龙潭对两场强降雨(8 月 2 日与 8 月 4 日降雨时间相邻,可看作一场强降雨)的类似反应,说明强降雨条件下雨水经四五天左右时间就补给到黑龙潭,并首先表现为雨水的稀释效应,随后电导率的迅速回升,说明水动力作用和 CO_2 效应^[14] 逐渐占主导地位。但从水温的逐渐缓慢下滑来看,雨水的稀释作用贯穿始终。

虽然雨水温度较低(表 1),但水温自始至终都没有表现出类似电导率的快速下降,只是在随气温昼夜变化而变化的日动态基础上缓慢下降,这可能是由于雨水在地温较高的地下径流管道中停留时间较长的缘故。类似的, pH 并没有因为雨水的稀释而出现低谷,分析其原因主要是本区雨水的 pH(表 1)与泉水 pH 相差不大,即使在下渗补给时吸收土壤中的 CO_2 ,由于较长时间与碳酸盐岩接触,发生中和,稀释效应基本体现不出来。

表 1 黑龙潭雨水物理化学参数

Tab. 1 The physical and chemical parameters of rainwater in Heilongtan Spring area

时间	水温/ $^{\circ}\text{C}$	电导率/ $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$	pH
2010. 09. 26	16. 6	47	7. 33
2010. 10. 07	14. 2	55	7. 26

水位波动强烈,这主要是由外单位对黑龙潭抽水大造成的。从图中可以看出,当电导率开始下降的同时,黑龙潭水位虽然没有特别明显的长时间高涨,但其抽水引起的日常波动幅度较强降雨前明显缓和,甚至出现短暂的高水位,说明降雨对黑龙潭

的补给在很大程度上缓和了抽水所带来的水位变化。

4 结论与讨论

正常气候条件下,气温对黑龙潭水物理化学日动态有重要影响。黑龙潭泉水由于较长时间暴露于大气环境之中,其物理化学指标对气温的响应敏感,主要表现为水温、电导率与气温呈正相关。pH 亦与气温则呈较好的正相关,但存在一定的滞后。pH 与水温、植被的光合作用、呼吸作用对水体和空气中 CO_2 浓度的影响有关。

黑龙潭岩溶泉对连续弱降雨较为敏感,物理化学动态变化幅度小,滞后时间约为半个月。水位开始上涨时,水温、电导率和 pH 均出现峰值,与降水先将储存在岩溶裂隙中溶解饱和的电导率较高的“旧水”排挤出来有关。电导率没有出现大幅降低,与降雨在下渗过程中溶解土壤中的 CO_2 ,增强对碳酸盐岩的溶蚀有关。

黑龙潭的物理化学特征对强降雨十分敏感,滞后时间约为四五天,电导率先快速下降,随后迅速回升,说明水动力作用和 CO_2 效应逐渐占主导地位。但水温的缓慢下滑,表明雨水的稀释作用贯穿始终。泉水 pH 没有大幅下降,是由雨水 pH 与泉水 pH 相差不大造成的。

黑龙潭对弱降雨和强降雨的不同表现说明,其物理化学特征变幅及滞后时间与降雨量和降雨强度呈负相关,降雨量和降雨强度越大,变化幅度越大,滞后时间越短。降雨量和降雨强度是雨时黑龙潭物理化学特征动态变化的主要影响因素。

致谢:在实验和论文写作过程中,得到了同窗曹金成、廖洪亮和师妹张樱华的大力支持和帮助,在此致以衷心的感谢!

参考文献:

[1] 王茂枚,束龙仓,季叶飞,等. 济南岩溶泉水流量衰减原因分析及动态模拟 [J]. 中国岩溶, 2008, 27 (3): 19-31.
[2] 吴兴波,牛景涛,牛景霞. 济南泉域地下水保护对策探析 [J]. 水资源保护, 2004 (5): 64-70.
[3] 韩行瑞,价荣安,李庆松等. 岩溶水系统——山西岩溶大泉研究 [M]. 北京:地质出版社, 1993: 39-60.
[4] 李大秋,高焰,王志国等. 济南泉域岩溶地下水水质变化分析 [J]. 中国岩溶, 2002, 21 (3): 202-204.
[5] 李砚阁,杨昌兵,耿雷华等. 北方岩溶大泉流量动态模拟及其管理 [J]. 科学进展, 1998, 9 (3): 275-281.
[6] 刘再华. 表层岩溶带的水温特征及其与下部包气带的对比 [J]. 中国岩溶, 1991, 10 (4): 277-282.
[7] 何寻阳,李强. 表层岩溶带岩溶泉的水化学动态变化及其环境效应 [J]. 广西师范大学学报, 2005, 23 (2): 103-106.
[8] 章程,袁道先,曹建华,等. 典型表层岩溶泉短尺度动态变化规律研究 [J]. 地球学报, 2004, 25 (4): 467-471.

- [9] 刘再华, 袁道先. 中国典型表层岩溶系统的地球化学动态特征及其环境意义 [J]. 地质论评, 2000, 46 (3): 324 – 327.
- [10] 刘仙, 蒋勇军, 叶明阳, 等. 典型岩溶槽谷区地下河水文动态响应研究 [J]. 中国岩溶, 2009, 28 (2): 149 – 154.
- [11] 李强, 孙海龙, 韩军, 等. 降水对广西马山兰电堂泉水化学动态变化观测研究 [J]. 水科学进展, 2006, 17 (5): 733 – 737.
- [12] 曹建华, 潘根兴, 袁道先, 等. 桂林岩溶洼地生态系统中大气 CO₂ 动态及环境意义 [J]. 地质论评, 1999, 45 (1): 105 – 111.
- [13] 袁道先. 中国南方裸露型岩溶峰丛山区岩溶水系统及其数学模型的研究 [M]. 桂林: 广西师范大学出版社, 1996: 65 – 66.
- [14] 刘再华, 袁道先, 何师意. 岩溶动力系统水化学动态变化规律研究 [J]. 中国岩溶, 1999, 18 (2): 103 – 108.
- [15] M López-Chicano, M Bouamama, A Vallejos, A. Pulido-Bosch. Factors Which Determine the Hydrogeochemical Behaviour of Karstic Springs. A Case Study from the Betic Cordilleras, Spain [J]. Applied Geochemistry, 2001, 16 (9 – 10): 1179 – 1192.
- [16] 宋利震, 庞国兴, 马丙太, 等. 唐山西郊地区地下水多年动态变化分析 [J]. 地下水, 2010, 32 (6): 106 – 107.
- [17] 王兵兵, 郎子龙, 杨晓红. 邢台地区岩溶水动态变化特征及影响因素分析 [J]. 地下水, 2010, 32 (4): 101 – 102.
- [18] 孙斌, 刑立亭. 济南市附近地下水化学特征研究 [J]. 中国农村水利水电, 2010, 11: 33 – 38.

THE RESPONSES OF HEILONGTAN KARST SPRING TO DIFFERENT RAINFALL PROCESSES

LIU Jian, LIU Hong, YANG Xiang-peng

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

Abstract: Based on the monitoring data of spring water temperature, electrical conductivity, pH, and water level by CTDP300 multi-parameter data logger, and precipitation data by RG2 – M rain gauge, this paper discussed dynamic variations of spring water's physical and chemical parameters under three scenarios: no-rainfall, continuous-weak-rainfall and continuous-heavy-rainfall. The results showed that: (1) Under no-rainfall condition, the air temperature had the major impact on the Heilongtan spring water's daily physical and chemical parameters dynamics. The electrical conductivity and pH of spring water had very good positive correlations with air temperature, and the lag of pH was the influences of vegetation photosynthesis and respiration. (2) Under continuous-weak-rainfall condition, the changes of physical and chemical characteristics of spring water were small, which about two weeks lagged behind rainfall, due to long enough time for percolating rainfall staying in aquifer to solve carbonate. (3) Physical and chemical characteristics of Heilongtan spring water were very sensitive to heavy rainfall, which about four to five days lagged behind the rainfall event. Electrical conductivity first represented as decreasing rapidly, and then recovering quickly, and water temperature was gradual slowing down throughout the whole process. There was no significant change on pH value.

Key words: confined spring; Karst; Kunming Heilongtan spring

2007 ~ 2010 年云南 GPS 观测大气可降水量特征分析

海云莎^{1,2}, 孙绩华³, 陈新梅³

(1. 云南大学 资源环境与地球科学学院, 云南 昆明 650091; 2. 云南省气象台, 云南 昆明 650034;
3. 云南省气象科学研究所, 云南 昆明 650034)

摘要: 利用最新云南地基 GPS 站观测和探空观测资料分析表明: GPS/PWV 和探空大气可降水量变化趋势一致, 相关性好; 云南省 GPS/PWV 年内干湿季气候特征分明, 湿季开始前 GPS/PWV 月变率小于干季开始前的月变率; 全省 GPS/PWV 年平均日变化峰值和谷值出现时间一致, 勐腊、蒙自和昆明具有准双峰型特征; 勐腊站干季、湿季日变化明显不同, 其余测站干季和湿季的 PWV 日变化特征与全年平均日变化特征基本一致。GPS/PWV 资料能够反应云南雨季开始期时空演变趋势。

关键词: 云南; 大气可降水量; 季节变化; 日变化; 雨季开始期

中图分类号: P468 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7852(2011)02-0078-07

0 引言

水汽是大气运动中最不均匀、最富于变化的成分, 在天气分析和预报、微气象学以及全球气候变化等各个领域中都扮演了一个极为重要的角色^[1,2]。由于水汽的时空多变性, 水汽也是较难描述的气象参数之一^[3]。常规无线电探空的时空分辨率较低, 探测的精度远不能满足水汽时间空间多变性的要求。各种探测水汽水平和垂直分布的方法被逐渐提出和发展。1992 年美国 Bevis 等人^[4]提出了利用地基 GPS 估算大气水汽含量的原理。结合掩星技术通过对大气折射率的遥感来反演大气的温湿特性也被论证可行^[5]。国内自 20 世纪 90 年代中期以后陆续开展了利用地基 GPS 反演大气总水汽含量的方法研究^[6-8]。近几年, 随着 GPS 水汽探测站网建设在国内各地的发展, 针对 GPS 水汽反演方法及资料应用

的研究也取得了大量进展^[2,9-15]。

依托 JICA “中日气象灾害合作研究中心”项目的实施, 2006 年开始, 云南已先后在昆明、丽江、大理、蒙自、德钦、腾冲、临沧、勐腊 8 个站建立了省内第一个双频高精度地基 GPS 水汽探测网, 得到准实时的水汽总量值。孙绩华等对云南地基 GPS 水汽探测网观测精度进行了分析和检验, 证明云南 GPS 观测精度高, 资料可用。付睿^[9]等对 2007 年 GPS/PWV 的资料与探空观测资料进行了对比分析, 进一步验证了 GPS 反演数据的可靠性和对实际降水量的指示性。本文在前人工作的基础上, 利用云南 GPS 网 2007 ~ 2010 年资料, 对大气可降水量的季节分布特征、日变化特征及其与云南雨季开始期的关系进行分析, 进一步了解了云南大气水汽含量的变化特征, 为今后深入分析 GPS/PWV 与降水等其它气象要素间关系、空中水资源特征等提供参考。

收稿日期: 2011-03-15; **修订日期:** 2011-04-05.

基金项目: 云南省气象局技术开发项目 (YB201001); 公益性行业 (气象) 科研专项 (GYHY201006054); 云南省省院省校科技合作计划 (2006YX39) 共同资助。

作者简介: 海云莎 (1977-), 女, 云南省昆明市西山区人, 工程师, 主要从事天气预测方面的研究工作。

1 地基 GPS 遥感大气可降水量的基本原理

1.1 资料说明

本文所用资料为云南 GPS 网解算得到逐时大气可降水量（简称 GPS/PWV）及对应站点自动站逐时降水量。由于云南 GPS 观测站点的建设先后不一，昆明、丽江、蒙自、德钦、腾冲、临沧、大理 7 站所用资料为 2007 年 1 月 ~ 2010 年 9 月的逐时 GPS/PWV 和逐时降水量，勐腊站为 2008 年 5 月 ~ 2010 年 9 月的逐时资料。

1.2 大气可降水量解算原理

当 GPS 发出的信号穿过大气层时，受到电离层、平流层和对流层大气的折射影响，GPS 信号要发生弯曲和延迟，其中信号的弯曲量很小，而信号的延迟量很大，通常在 2 ~ 3 m 左右。在 GPS 精密定位测量中，大气折射的影响是被当作误差源而要尽可能将它的影响消除干净。而在 GPS/MET 中，与之相反，所求得得的量就是大气折射量。大气总延迟量（ZTD）可分为电离层延迟、干延迟（ZHD）和湿延迟（ZWD），电离层延迟可以通过双频技术消除，大气干延迟（又称静力延迟）可以通过地面气象要素订正得出，最终可以通过湿延迟与可降水量之间的关系解算除精确的大气可降水量。即：

$$ZTD = ZHD + ZWD$$

(1)

根据求出的 ZWD 利用（1）式可求得大气可降水量 PWV：

$$PWV = \frac{IWV}{\rho} = \Pi \cdot ZWD$$

(2)

式中： $\rho = \frac{10^6}{\rho Rv[(k_3/T_m) + k'_2]}$ ，其中 ρ 为液态水的密度； Rv 是湿空气的气体常数； k'_2 ， k_3 分别为大气折射率试验常数； T_m 为大气加权平均温度。

2 解算大气可降水量精度检验

为了检验 GPS/PWV 的精度，2008 年 6 月 20 日开始同时对昆明、丽江和腾冲 3 站进行了为期 1 个月的 6 小时加密探空观测，图 1 给出了此次两种观测手段得到的大气可降水量随时间的演变分布。

可以看出 GPS/PWV 和探空可降水量（Radio/PWV）两者变化同步，上升下降峰值谷值都有很好的对应，演变趋势一致，但基本上探空可降水量的分布都在 GPS/PWV 的下方，即 GPS/PWV 的可降水量较探空偏大，造成这样现象的原因可能有：由于两者比对的其中一个时间是世界时 0 点，恰好位于 GPS 资料处理弧段的端点，存在所谓端部效应（即在处理结果在资料段的端点精度较差）；3 个 GPS 测站的海拔高度均比探空站低近 30 ~ 40 m，加之 GPS 的最高探测高度高于探空的最高探测高度，探空可降水量的积分气柱要比 GPS 短；此外，水汽压的积分采用内插方法，也可使计算的探空大气可降水量值偏低。

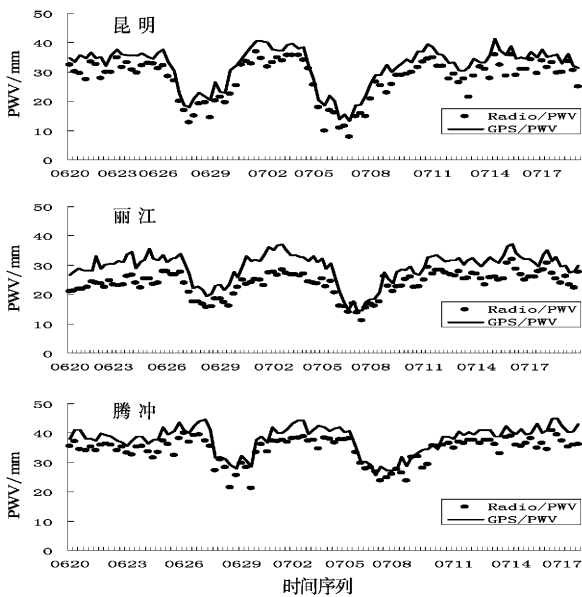


图 1 GPS/PWV 与 Radio/PWV 时间序列分布
Fig. 1 The time series of GPS/PWV and Radio/PWV

图 2 是昆明、腾冲和丽江 3 站 GPS/PWV 和 Radio/PWV 的散点对比图，图中分别给出了两者的线性关系式和拟合相关系数 R^2 ，相关系数分别为 0.96，0.92 和 0.91，均通过了 0.01 的信度检验，较好的拟合程度表明两者有很好的—致性，其中昆明站的 GPS/PWV 和 Radio/PWV 的—致性最好，其次是腾冲和丽江，3 站的均方根偏差分别为：7.2 mm、5.3 mm、4.8 mm，与付睿^[9]等对 2007 年的检验效果相近。可见在本次实验中，对水汽变化趋势的总体描述两种探测手段是相吻合的，表明 GPS/PWV 大气可降水量的可靠性，可对其开展进一步的研究分析，分析结果是有意义的。

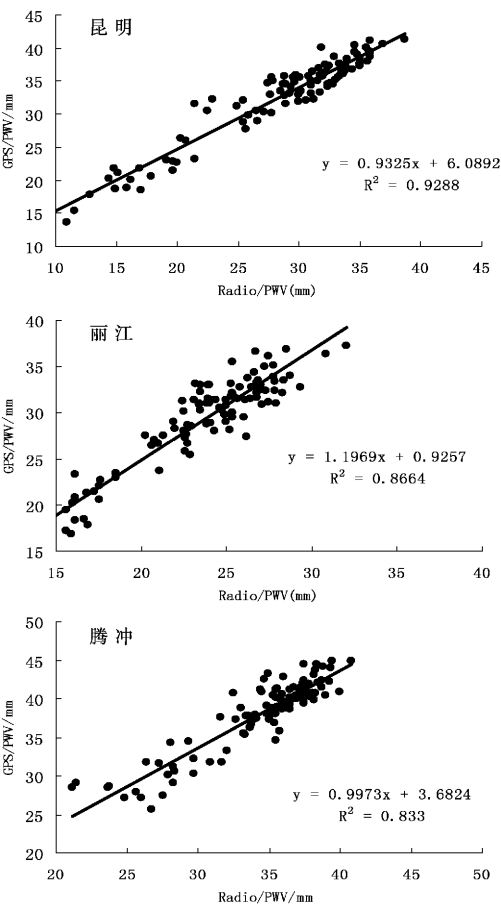


图 2 GPS/PWV 与 Radio/PWV 的散点图

Fig. 2 The scatter diagram of GPS/PWV and Radio/PWV

3 GPS/PWV 季节变化特征

图 3 为 8 个测站的海拔高度和 GPS/PWV 月平均分布图，云南地形复杂，起伏较大，8 个测站的海拔高度（图 3a）最低为勐腊站的 599.4 m，最高

的德钦站为 3 293.9 m，蒙自和临沧站在 1 000 ~ 1 500 m，腾冲、昆明和大理站在 1 500 ~ 2 000 m，丽江站为 2 354 m，而云南省 GPS/PWV 可降水量的变化（图 3b）与测站的海拔高度关系密切，测站海拔高度最低的勐腊站 PWV 数值最高，大气可降水量的最大值可达 56.4 mm，年平均值为 38.2 mm，海拔高度最高的德钦站数值最低，大气可降水量的最大值仅为 23.3 mm，其年均值也仅有 12.1 mm，而其余 6 站的 PWV 曲线分布在勐腊和德钦之间，年均 GPS/PWV 值在 20 mm 左右。GPS/PWV 总量随海拔增加而减小是因为一般情况下大气中的水汽含量是随高度递减分布的，且主要分布在 500 hPa 以下的大气中，海拔越高积分气柱越短，因而海拔较高的地区大气总水汽量要低于海拔低的地区^[9]，但局地 GPS/PWV 总量还将受到地理纬度、大气环流、地形地貌等其它可降水量因子的影响。

整体上来说，云南省的 GPS/PWV 月变化明显，各地变化趋势基本相同，夏季最大，6 ~ 8 月的大气可降水量占全年总量的 40%；秋、春季次之，各占可降水总量的 26% 和 23%；冬季最小，仅占全年总量的 10%。1 ~ 2 月 PWV 值维持在一年中的最低位置，3 月开始逐渐增加，7 月达到全年最高值，8 ~ 12 月 PWV 值逐渐减小，12 月又回到年内最低值。月平均 PWV 值的变化特征与季风气候下低纬高原干湿季分明，干季一般为 11 月 ~ 次年 4 月，雨季一般为 5 月 ~ 10 月的气候特征对应较好^[9]。

从 GPS/PWV 年内变率上看雨季开始期（3 ~ 5 月）的月变率小于雨季结束期（9 ~ 11 月）的月变率，在图 3b 中表现为从干季向湿季转化期曲线斜率明显小于湿季向干季转化期的斜率，且总体上亦

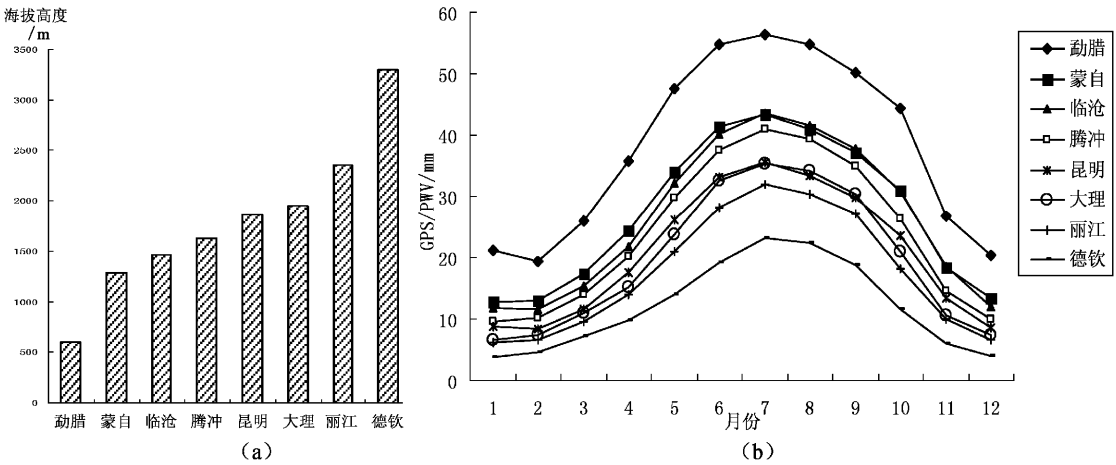


图 3 云南 8 测站海拔高度和 GPS/PWV 月平均分布图

Fig. 3 The altitude of Yunnan 8 observation stations and monthly mean distribution of GPS/PWV

随海拔增加而减小, 即海拔越低, GPS/PWV 月变率越大; 海拔越高, 月变率越小。

4 GPS/PWV 日变化特征

图 4 为云南 8 测站 GPS/PWV 全年平均日变化图。总体来说, 云南各地大气中的水汽有较一致的日变化特征, GPS/PWV 日最大峰值基本都出现在 16:00 ~ 17:00, 最小值出现在凌晨 6:00 ~ 7:00 左右。勐腊、蒙自和昆明 3 站 GPS/PWV 的日变化

具有准双峰型变化趋势, 即在每日 2:00 左右有第二个弱峰值, 特别是勐腊站, 其凌晨出现的次峰值基本与午后的主峰值相当。其它站点虽然没有出现峰值, 但是在午夜 0:00 左右水汽下降趋势基本停滞, GPS/PWV 值较为稳定。

由图中还可以看到大部分测站在 8:00 (世界时 0 时) 出现了 PWV 小峰值, 这是由于在解算数据中世界时 0 时 GPS/PWV 有明显偏大的特征引起, 但勐腊和蒙自这两个低海拔站的端部效应并不明显。

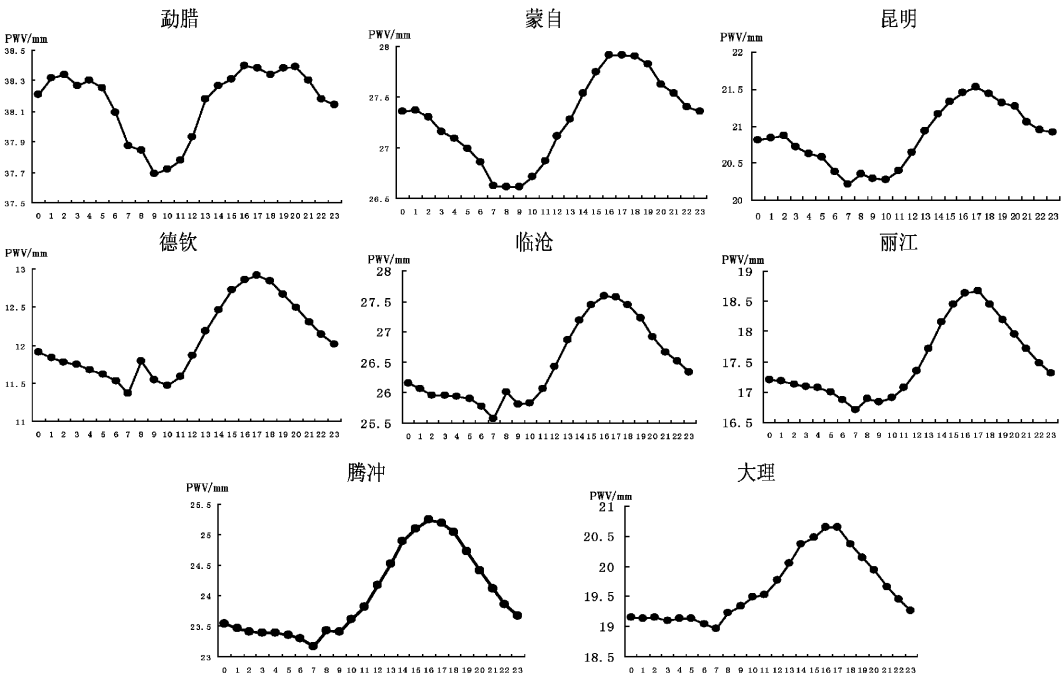


图 4 云南 8 测站 GPS/PWV 全年平均日变化
Fig. 4 The annual mean diurnal variation of GPS/PWV in Yunnan 8 observation stations

为了更清晰的了解 PWV 的日变化特征, 分别研究云南主汛期 6 ~ 8 月和易发生气象干旱的 2 ~ 4 月 PWV 日变化及与其它气象要素间关系。除勐腊外其余 7 个站点 2 ~ 4 月和主汛期的 PWV 日变化特征与全年平均的日变化特征基本一致, 因此图 5 仅给出海拔高度差异较大的、具代表性的勐腊、昆明、德钦 3 站季节 PWV、温度和风速日变化图, 图中左纵坐标轴为温度和风速坐标, 单位分别为℃和 0.1 m/s, 右纵坐标为 GPS/PWV 坐标, 单位为 mm。昆明和德钦站点 2 ~ 4 月和主汛期的 PWV 日变化特征为 6:00 ~ 8:00 为日最低值, 9:00 后水汽迅速上升, 至 16:00 ~ 17:00 达到一天中的最大峰值, 18:00 后开始下降。尽管干湿季的 PWV 日变化值相差不多, 但干季 PWV 的日变率明显大于主汛期日变率。地面风速和温度与 PWV 有很好的对应关系, 2

~ 4 月的风速大于 6 ~ 8 月, 但两个季节日变化趋势一致。温度和风速与 PWV 变化相同, 14:00 ~ 17:00 达到一天中的峰值, 最小值也出现在 6:00 ~ 8:00, 由此可以看出, 虽然水汽的变化取决于平流输送、局地辐合辐散和地表蒸发, 但平流输送和辐合辐散都是短期的变化, 在平均状态下, 地表的蒸发为水汽的供应做了很大的贡献。勐腊站由于其地理位置和地形地貌, PWV 的日变化与其它站不同, 存在明显的双峰形态, 且干湿季的变化特征区别较大, 主汛期的特征与年平均基本相似, 主峰值位于 16:00 ~ 17:00, 次峰值出现在 2:00 左右, 两个峰值较为接近; 干季 PWV 的准双峰特征中, 主峰位于 5:00 左右, 次峰值出现在 20:00, 最小值出现在 12:00 附近。云南上空是高空水汽向内陆地区输送的重要通道, 而勐腊地区位于云南的西南边陲, 同

时受到印度洋西南暖湿气流和南海东南暖湿气流的影响，因此大气的水汽含量较高，且水汽来源较复杂，所呈现的变化特征也与其它测站不同，而冬春

季节云南西南部地区清晨多雾^[18]，近地层大气湿度大，是造成干季 PWV 峰值出现在 5:00 的主要原因。

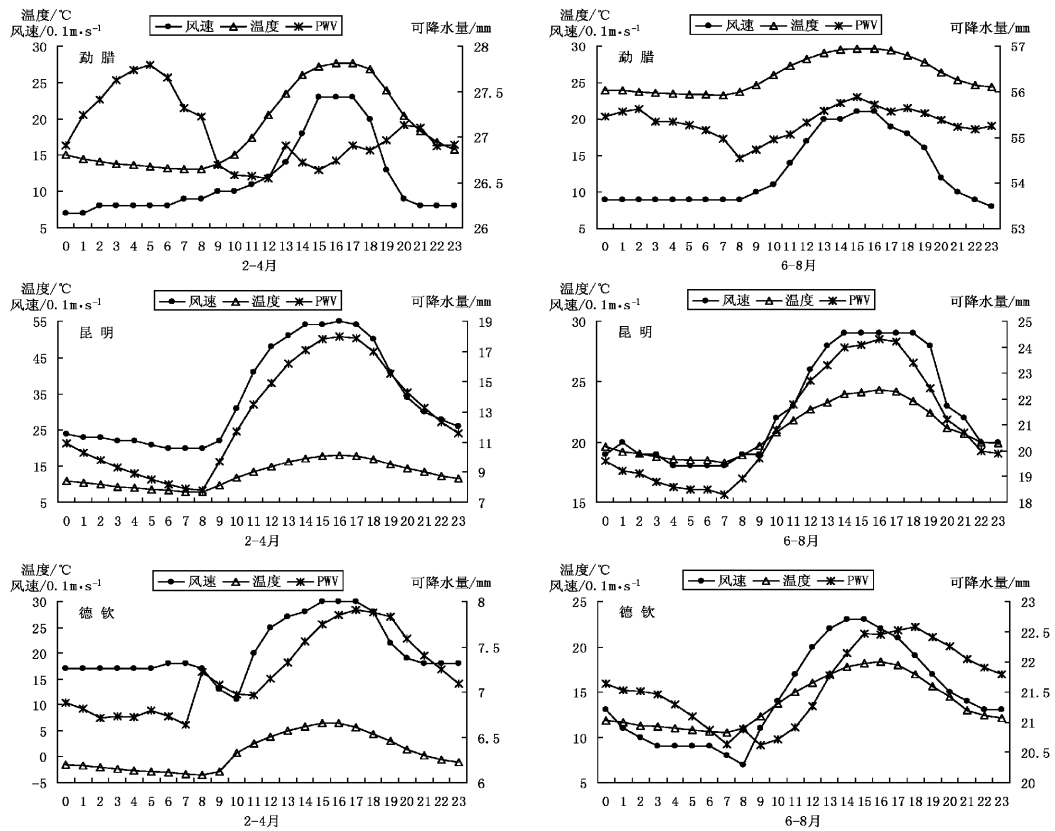


图5 勐腊、昆明、德钦 PWV、温度和风速日变化图

Fig. 5 The diurnal variation of PWV, temperature and wind speed in Mengla, Kunming and Deqin

5 GPS/PWV 与雨季开始期的关系

利用云南 GPS 网昆明、丽江、大理、德钦、蒙自、勐腊、腾冲和丽江等 8 个测站的 GPS/PWV 与 2008 ~ 2010 年的逐日平均资料来对此进行研究分析。图 6 是 2008 ~ 2010 年云南省 GPS/PWV 的日平均变化图，图中白色部分为缺测，测站纵坐标按照纬度自低向高排列。由图可见，GPS/PWV 数值大小与测站的纬度关系密切，总量随纬度增加而减小，这可能与云南的地理位置有关，测站纬度越低，越易受到西太平洋副热带高压外围偏南气流和孟加拉湾南西南暖湿气流的影响，空中水汽含量越丰富；而测站纬度越高，越易受到中国内陆干燥气团和天气系统的影响，空中水汽含量越少。

分别考察 2008、2009 和 2010 年 3 年干季向雨季转换期（4 月下旬 ~ 6 月上旬）各测站的 GPS/PWV 可见，2009 年全省 GPS/PWV 普遍比 2010 年

和 2008 年偏低 10 ~ 20 ml/m³，偏小幅度明显。这与 2009 年云南省遭遇近百年未遇的特大干旱、5 月雨量偏少、雨季开始期偏晚至特晚的实况对应。而 2008 年干湿季转换期云南省 GPS/PWV 普遍又比 2010 年偏高 5 ~ 10 ml/m³，亦与 2008 年云南省雨季开始期明显偏早，5 月雨量偏多；2010 年雨季开始期正常至偏晚，与 5 月雨量多少分布不均的实况比较一致。因此，云南 GPS/PWV 在干湿季转换期的变化趋势与云南 5 月雨量及雨季开始期早晚的变化趋势基本是一致的。

前人研究指出云南雨季开始期在空间分布上具有自南向北的分布特征。图 6 中此特征也较明显。为了更直观地分析此特征，笔者分别考察蒙自、昆明和丽江 3 站，作为自南向北的代表站。由图可见，雨季开始后蒙自站的 GPS/PWV 值基本上大于 40 ml/m³，昆明站大于 35 ml/m³，而丽江约为 35 ml/m³，这符合前面分析的 GPS/PWV 值随着纬度的增加而减小的结论，在这里笔者以此来作为

GPS/PWV 在 3 地雨季开始的标准。2009 年的雨季开始期 GPS/PWV 资料是 3 年中资料最为连续的一年，因此以 2009 年为例，仔细观察 2009 年资料可见，2009 年蒙自站在 5 月中旬首先达到 40 ml/m^3 ，

昆明站在 5 月下旬第 6 候左右达到 35 ml/m^3 ，而丽江站在 6 月初才达到 35 ml/m^3 。对 2008 年和 2010 年的资料进行分析可知云南 GPS/PWV 在雨季开始期也有一个自南向北开始的演变特征。

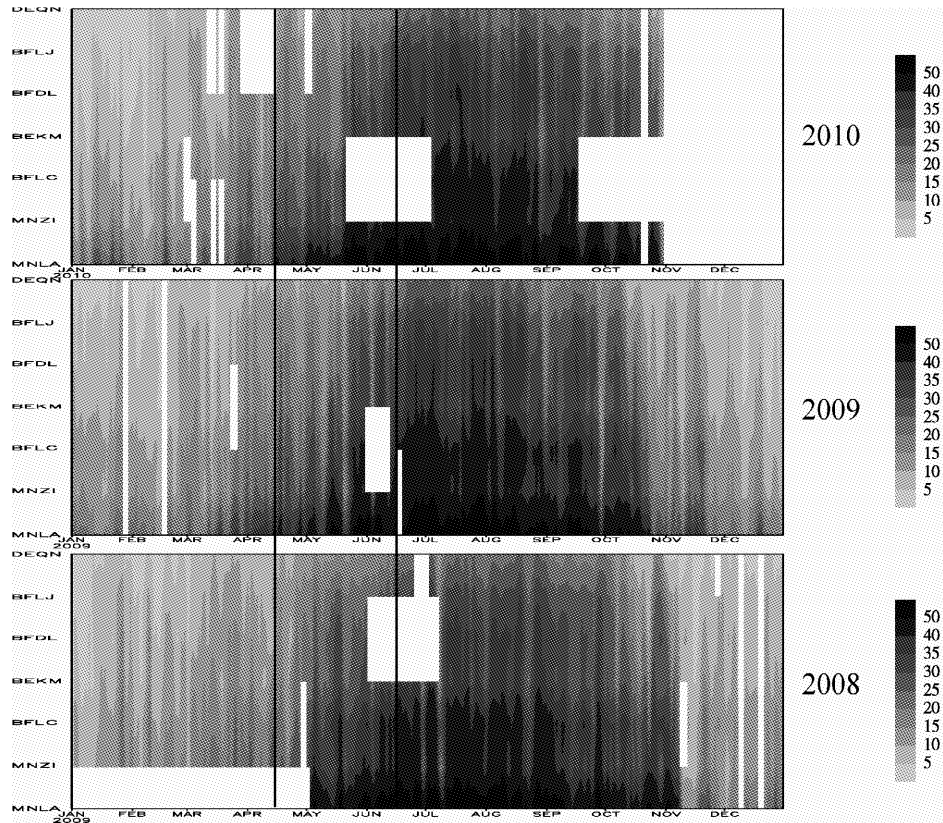


图 6 2008 ~ 2010 年云南省 GPS/PWV 的日平均变化图
Fig. 6 The GPS/PWV daily change chart of Yunnan Province from 2008 to 2010

6 结论

通过对云南 GPS 网 2007 ~ 2010 年资料和同期对应地面气象要素资料，对大气可降水量的季节分布特征及日变化特征进行分析，得出以下结论：

- (1) GPS/PWV 和探空可降水量的对比分析表明，GPS/PWV 值略高于 Radio/PWV，但两者变化趋势一致，相关性好，可用 GPS 观测手段开展进一步的大气可降水量分析和研究。
- (2) GPS/PWV 数值与测站海拔有较好的反相关关系，年内干湿季气候特征分明，干季一般为 11 月 ~ 次年 4 月，湿季一般为 5 ~ 10 月；湿季开始前

- GPS/PWV 月变率小于干季开始前的月变率。
- (3) 8 测站的 GPS/PWV 具有较一致的年平均日变化特征，日最大峰值基本在 16:00 ~ 17:00，最小值在 6:00 ~ 7:00 左右。勐腊、蒙自和昆明 3 站 GPS/PWV 的多年平均日变化具有准双峰型变化趋势，即在每日 2:00 左右有次大峰值。地面温度和风速日变化与 PWV 对应较好，表明在平均状态下，地表的蒸发为水汽的供应做了很大的贡献。
 - (4) 云南 GPS/PWV 在干湿季转换期的变化趋势与云南 5 月雨量及雨季开始期早晚的变化趋势基本一致，GPS/PWV 与云南雨季开始期在空间分布上具有相同的自南向北开始的演变特征。

参考文献：

[1] 毕研盟，毛节泰，杨光林，等．地基 GPS 遥感观测安徽地区水汽特征 [J]．气象科技，2004，32（4）：225 - 228.
[2] 丁金才．GPS 气象学及其应用 [M]．北京：气象出版社，2009.

- [3] 古晓平, 王长耀, 蒋国华. 地基 GPS 遥感大气水汽含量及在气象上的应用 [J]. 气象科学, 2005, 25 (1): 79 - 83.
- [4] BEVIS M, BUSINGER S, Herring T A, et al. GPS Meteorology: Remote Sensing of Atmospheric Water Vapor Using the Global Positioning System [J]. J Geophys Res, 1992, 97: 15787 - 15801.
- [5] YUAN L, ANTHES R A, WARE R H, et al. Sensing Climate Change Using the Global Positioning System [J]. J Geophys Res, 1993, 98 (D8): 14925 - 14937.
- [6] 毛节泰. GPS 的气象应用 [J]. 气象科技, 1993, 4: 45 - 49.
- [7] 李成才, 毛节泰. GPS 地基遥感大气水汽总量分析 [J]. 应用气象学报, 1998, 4: 470 - 477.
- [8] 王小亚, 朱文耀, 严豪健, 等. 地面 GPS 探测大气可降水量的初步结果 [J]. 大气科学, 1999, 23 (5): 605 - 612.
- [9] 付睿, 段旭, 刘建宇, 等. 云南地基 GPS 观测大气可降水量变化特征 [J]. 气象科技, 2010, 38 (4): 456 - 462.
- [10] 梁丰, 李成才, 王迎春, 等. 应用区域地基全球定位系统观测分析北京地区大气总水汽量 [J]. 大气科学, 2003, 27 (2): 236 - 244.
- [11] 宋淑丽, 严文耀, 丁金才, 等. 上海 GPS 综合应用网对 2002 年长江三角洲地区入梅过程的监测 [J]. 天文学进展, 2003, 21 (2): 180 - 184.
- [12] 李国翠, 李国平, 连志鸾, 等. 地基 GPS 水汽资料在石家庄一次暴雨过程中的应用 [J]. 气象与环境科学, 2007, 30 (3): 50 - 53.
- [13] 丁金才, 黄炎, 叶其欣, 等. 2002 年台风 Ramasun 影响华东沿海期间可降水量的 GPS 观测和分析 [J]. 大气科学, 2004, 28 (4): 613 - 624.
- [14] 孙建华, 张小玲, 齐琳琳, 等. 2002 年 6 月 20 ~ 24 日梅雨锋中尺度对流系统发生发展分析 [J]. 气象学报, 2004, 62 (4): 423 - 438.
- [15] 梁宏, 刘晶, 李世奎. 青藏高原及周边地区大气水汽资源分布和季节变化特征分析 [J]. 自然资源学报, 2006, 21 (4): 526 - 534.
- [16] 李成才, 毛节泰, 李建国, 等. 全球定位系统遥感水汽总量 [J]. 科学通报, 1999, 44 (3): 333 - 336.
- [17] TAKAGI T, F KIMURA, S KONO. Diurnal Variation of GPS Precipitable Water at Lhasa in Premonsoon and Monsoon Periods. J. Meteor. Soc. Japan, 2000, 78: 175 - 179.
- [18] 郭荣芬, 鲁亚斌, 海云莎. 云南辐射雾的气候分布特征及天气成因 [J]. 气象科技, 2008, 44 (3): 281 - 288.
- [19] 秦剑, 琚建华, 解明恩. 低纬高原天气气候 [M]. 北京: 气象出版社, 1997: 16 - 127.

THE ANALYSIS OF GPS-RETRIEVED PWV CHARACTERISTIC IN YUNNAN FROM 2007 - 2010

HAI Yun-sha^{1,2}, SUN Ji-hua³, CHEN Xin-mei³

(1. School of Resource Environment and Earth Science, Yunnan University, Kunming 650091, Yunnan, China;

2. Meteorological Observatory of Yunnan Province, Kunming 650034, Yunnan, China;

3. Yunnan Research Institute of Meteorology, Kunming 650034, Yunnan, China)

Abstract: Using newest Yunnan ground GPS-retrieved atmospheric Precipitable Water Vapor (PWV) with the meteorological sounding observation to be analyzed, the results shown that GPS/PWV has the consistent change tendency and good correlation with the radiosonde observation. The GPS/PWV in Yunnan Province has distinct climate characteristics of dry season and rainy season within the year, starts, GPS/PWV monthly variation rate before the beginning of the rainy season is smaller than of the dry season. The peak to valley value of GPS/PWV annual mean diurnal variation in entire province appears consistently, quasi-bimodal characteristics in Mengla, Mengzi and Kunming stations; the diurnal variation of dry season and rainy season are obviously different in Mengla station, but basically same in other stations with that of the annual mean characteristics. GPS/PWV data could be able to represent the spatial and temporal variations of Rainy Season Onset Time of Yunnan Province.

Key words: Yunnan; atmospheric precipitable water vapor; seasonal variation; diurnal variation; rainy season onset time

南支槽造成红河州强降雨的统计分析

李艳春, 叶文群, 兰 兰

(红河州气象台, 云南 蒙自 661100)

摘要: 利用 1980 ~ 2009 年 MICAPS 常规资料、Tlop 图、红河州 24 小时雨量等资料对造成红河州强降雨的南支槽过程进行统计分析。分析结果表明: 造成红河州强降雨的南支槽主要出现在 10 月至翌年 5 月, 其中 11 月份南支槽造成红河州大范围强降雨的频率较高。南支槽影响红河州时, 红河州中部及南部县市出现强降雨的频率高, 最高在红河州的南部, 北部县市出现强降雨频率较低。深南支槽与 700 hPa 急流配合, 浅南支槽东移与 700 hPa 切变线配合, 或与南海高压配合, 易造成红河州全州性强降雨。

关键词: 南支槽; 红河州; 强降雨

中图分类号: P458.1⁺21 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001 - 7852(2011)02 - 0085 - 05

南支槽是指: 冬半年亚洲高空西风带受青藏高原影响分裂为南北两支, 在高原南侧为南支西风带, 这支西风带在孟加拉湾地区的低压槽称南支槽^[1], 常称之为孟加拉湾南支槽、印缅槽或南支波动等。南支槽是造成低纬高原地区强降水的主要天气系统, 也是造成低纬高原地区雨季开始期降水的关键系统之一^[2]。红河州位于云南的东南部, 境内山谷河流多, 不仅受低纬高原气候天气系统影响, 还受到本地特殊地形的影响。本文对 1980 ~ 2009 年造成红河州强降雨的 34 次南支槽过程进行统计分析, 分析了红河州强降雨过程各县市出现频率, 以及造成红河州强降雨的南支槽特征, 以便今后能更准确的预报南支槽造成红河州的强降雨过程。

1 资料 and 红河州强降雨统计分析

采用 1980 ~ 2009 年共 30 年 Micaps 常规天气图、Tlop 图、红河州 24 小时雨量图等相关资料进

行统计分析。红河州有 13 个测站, 为方便统计, 规定在红河州内有 4 以上 (包括 4 个) 站 24 小时降雨量大于或等于 25.0 mm, 统计为一次红河州全州性强降雨过程。5 ~ 6 月的孟家拉湾季风槽包括孟家拉湾风暴、孟家拉湾低压、孟家拉季风槽造成红河州强降雨过程, 未进行统计。

1.1 红河州南支槽强降雨各月出现频率

表 1 造成红河州强降雨的南支槽过程
各月出现次数

Tab. 1 The times of the Process of south conditioner,
which causeed the torrential rainfall in Honghe
Prefecture, appears in each month

项目	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月
南支槽出现次数/次	2	13	4	3	1	4	6	1
南支槽出现频率/%	6	38	12	9	3	12	18	3

对 1980 ~ 2009 年共 30 年常规 Micaps 资料、红河州雨量图进行了统计, 得出: 造成红河州强降雨的南支槽过程共有 34 次, 主要出现在 10 月至翌年

5 月 (见图 1)。其中 11 月份造成红河州强降雨的次数最多, 有 13 次, 占影响次数的 38%, 其次为 4 月份 6 次。红河州 8 站以上的强降雨出现了 13 次 (见图 2), 占影响次数的 38%, 10 站以上的红河

州强降雨出现了 8 次, 占影响次数的 24%, 10 站以上的红河州强降 1 雨有 6 次均出现在 11 月份。由以上分析可以看出: 11 月份南支槽造成红河州大范围强降雨频率较高。

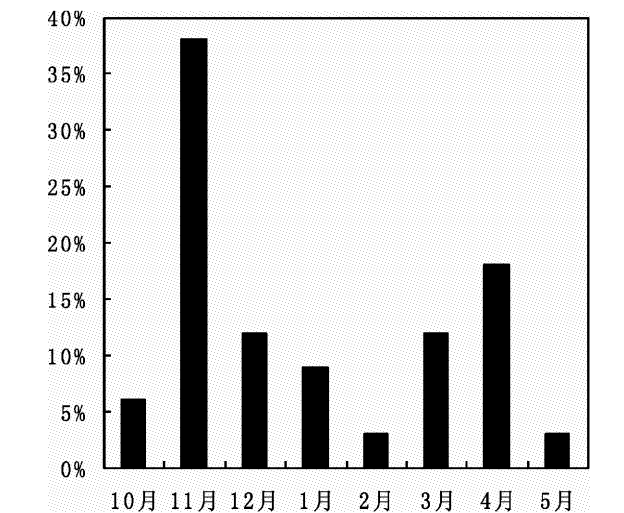


图 1 造成红河州强降雨的南支槽各月出现频率
Fig. 1 The frequentness of south conditioner, which caused the torrential rainfall in Honghe Prefecture

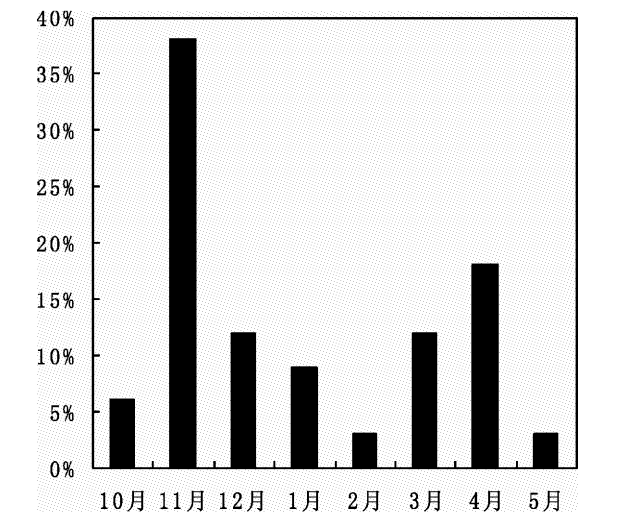


图 2 南支槽造成红河州 5 站以上强降雨出现次数
Fig. 2 The south conditioner which caused more than 5 observation station torrential rainfall in Honghe Prefecture

1.2 红河州南支槽强降雨过程各县市出现频率
1.2.1 红河州南支槽强降雨过程各县市出现次数
南支槽 34 次强降雨过程中, 元阳县、金平县出现次数均在 30 次以上 (见图 3), 最多为元阳县

31 次。蒙自、个旧、元阳、金平、绿春、屏边出现 20 次以上, 最少为红河州北部的泸西、弥勒, 在 10 次以下。南支槽造成红河州强降雨过程中, 金平、元阳、个旧、绿春出现强降雨的次数最多。

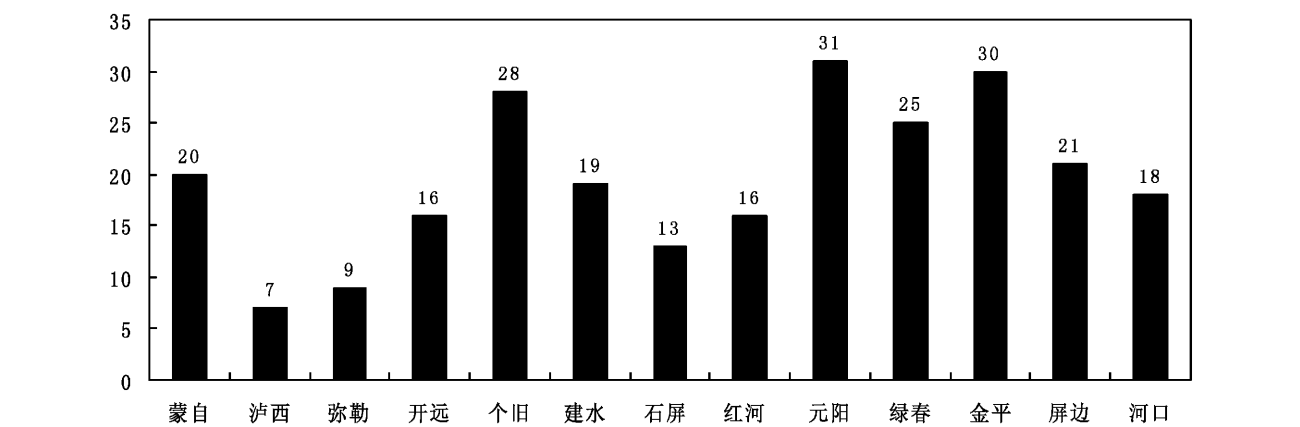


图 3 红河州南支槽强降雨过程中各县市出现次数
Fig. 3 The times that south conditioner appeared in the towns and cities of Honghe Prefecture

1.2.2 红河州南支槽强降雨过程各县市出现频率
建水、个旧、蒙自、屏边、绿春、元阳、金平、河口 8 县市出现强降雨的频率均在 50% 以上, 个旧、元阳、金平、绿春在 70% 以上, 红河

州北部出现频率较低。由图 4 可见: 由南支槽的造成红河州强降雨过程, 红河州中部及南部县市出现强降雨的频率高, 最高在红河州的南部, 北部县市出现强降雨频率较低。

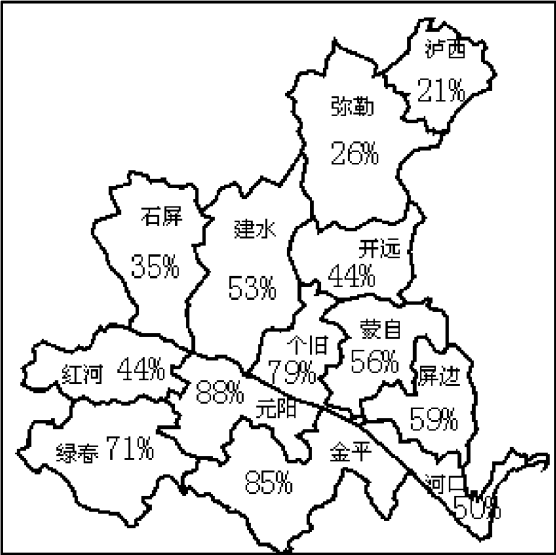


图 4 南支槽造成红河州强降雨过程中各县市出现强降雨的频率

Fig. 4 The frequentness of south conditioner, which caused the torrential rainfall in the towns nand cities of Honghe Prefecture

2 造成红河州强降雨的南支槽分析

分析造成红河州强降雨的南支槽在 500 hPa、700 hPa 高空图上的特征，红河州强降雨前一天 08 时 500 hPa 高空图上南支槽槽线一般位于 85°~95°E 区域内。南支槽深和南支槽浅均会造成红河州强降雨，南支槽深占总过程数的 65%，南支槽浅占 35%。

2.1 影响红河州强降雨的南支槽槽线位置统计

对红河州强降雨前一天 08 时 500 hPa 上南支槽槽线位置进行统计分析。得出：强降雨前一天 08 时 500 hPa 高空图上南支槽槽线一般位于 85°~95°E 区域内，其中位于 80°~85°E 区域内的占影响次数的 17%，位于 85°~90°E 区域内的占影响次数的 20%，位于 90°~95°E 区域内的占影响次数的 63%。强降雨前一天 20 时南支槽槽线一般位于 90°~95°E 区域内。强降雨日 08 时南支槽槽线一般位于 95°~104°E 区域内。

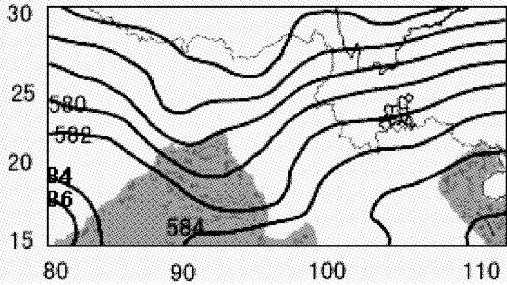
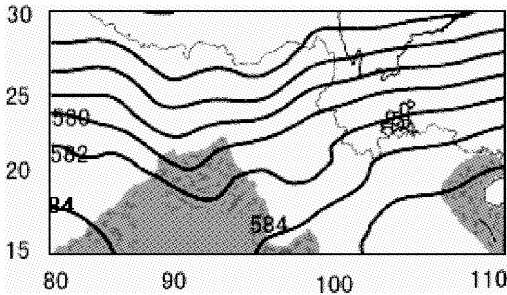


图 5 南支槽造成红河州强降雨过程前一天 08 时和 20 时 500 hPa 平均高度场

Fig. 5 The Average height field of the previous day of south conditioner, which caused the torrential rainfall in Honghe Prefecture

2.2 深南支槽造成红河州强降雨的分析

深南支槽造成红河州强降雨占总过程数的 65%，其中仅有南支槽系统影响的占 32.5%，南支槽与 700 hPa 西南急流配合影响的占 32.5%，急流位于云南、贵州及广西境内。强降雨前一天 08 时 500 hPa 上南支槽槽线位于 85°~90°E（见表 2），584 线南伸至 11°~18°N，15°N 附近的次数较多，580 线南伸至 17°~20°N，20°N 附近的次数较多。强降雨前一天 20 时槽线位于 90°~95°E，584 线南伸至 11°~20°N，在 18°N 附近的次数较多，580 线南伸至 16°~22°N，在 20°N 附近的次数较多。强降雨 08 时，槽线位于 95°~104°E，584 线南伸至 18°N 附近，580 南伸至 20°N 附近。强降雨前一天

08 时，500 hPa 风速出现范围腾冲在 18~36 m/s，普洱、蒙自在 12~34 m/s，700 hPa 腾冲在 8~22 m/s，普洱、蒙自在 8~20 m/s。强降雨前一日 20 时和强降雨日 08 时具体见表 2。500 hPa、700 hPa 上云南境内为西南气流或偏南气流，中南半岛及广西境内均无高压环流。

500 hPa 上南支槽位于 85~95°E 区域时，584 线南伸至 18°N 附近，580 线南伸 20°N，云南境内为西南或偏南气流，普洱、蒙自风速大于 12 m/s。700 hPa 云南境内为西南或偏南气流，普洱、蒙自风速大于 8 m/s，或 700 hPa 云南、贵州、广西境内有西南风急流。南支槽过境，红河州会出现全州性强降雨过程。

表 2 南支槽深、浅造成红河州强降雨的槽线及风向风速统计

Tab. 2 The statistics of the wind direction and speed of the strong and week south conditioner, which caused the torrential rainfall in the towns nand cities of Honghe Prefecture

项目	槽线区域	南伸区域		云南境内 气流	腾冲风速范围/ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$		普洱风速范围/ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$		蒙自风速范围/ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	
		584 线	580 线		500 hPa	700 hPa	500 hPa	700 hPa	500 hPa	700 hPa
槽深	前一天 08 时	85°~90°E	15°N	20°N	西南或偏南	18~36	8~22	12~34	8~20	12~34
	前一天 20 时	90°~95°E	18°N	20°N	西南或偏南	14~34	8~20	14~36	8~22	16~32
	强降雨日 08 时	95°~100°E	18°N	20°N	西南或偏南	10~40	10~20	16~38	12~26	20~38
槽浅	前一天 08 时	85°~95°E	20°N	25°N	西南或偏南	10~26	4~12	8~20	4~12	10~20
	前一天 20 时	92°~95°E	20°N	25°N	西南或偏南	12~26	4~12	12~20	8~12	10~22
	强降雨日 08 时	93°~97°E	18°N	25°N	西南或偏南	10~28	8~20	10~22	8~16	10~20

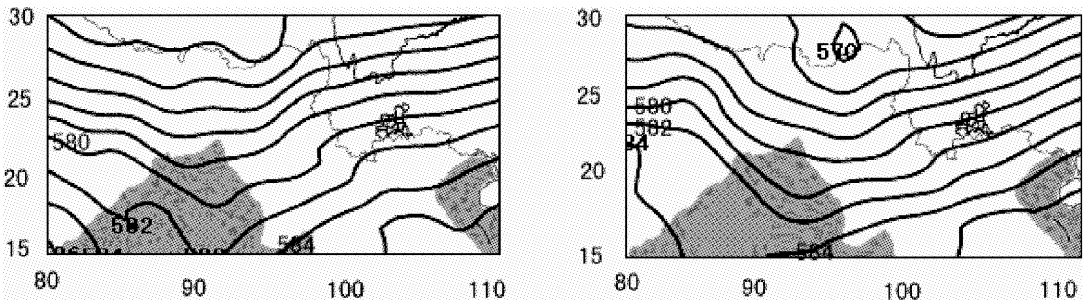


图 6 深南支槽造成红河州强降雨前一天 08 时和强降雨日 08 时 500 hPa 平均高度场
Fig. 6 Average height field of 500 hPa of the strong south conditioner, which caused the torrential rainfall in Honghe prefecture, at 8 clock of the previous day and the torrential rainfall day

2.3 浅南支槽造成红河州强降雨的分析

浅南支槽造成红河州强降雨占总过程数的 35%，其中 700 hPa 上有切变线配合影响的占总影响次数的 26%，有南海高压配合的占 9%。强降雨前一天 08 和 20 时 500 hPa 高空图上南支槽槽线位于 85°~95°E（见表 2），584 线南伸至 20°N 附近，580 线南伸至 25°N 附近。强降雨 08 时，槽线位于 93°~97°E，584 线南伸至 18°N 附近，580 南伸至 25°N 附近。强降雨前一天 08

时，500 hPa 风速出现范围腾冲在 10~26 m/s，普洱 8~20 m/s、蒙自在 10~20 m/s，700 hPa 腾冲在 4~12 m/s，普洱 4~12 m/s，蒙自 6~12 m/s。强降雨前一日 20 时和强降雨日 08 时具体见表 2。浅南支槽与 700 hPa 切变配合影响时，强降雨前切变线位于 100°~110°E，26°~30°N 区域内。浅南支槽与南海高压配合影响时，中南半岛东部、广西西南、及海南境内有高压环流。云南南部为西南或偏南气流。

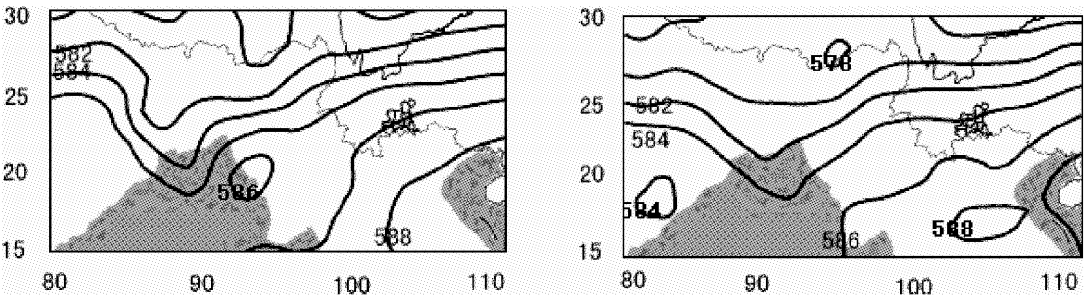


图 7 浅南支槽造成红河州强降雨 前一天 08 时和强降雨日 08 时 500 hPa 平均高度场
Fig. 7 Average height field of 500 hPa of the week south conditioner, which caused the torrential rainfall in Honghe prefecture, at 8 clock of the previous day and the torrential rainfall day

500 hPa 上南支槽位于 85°~95°E 区域时, 584 线南伸至 20°N 附近, 580 线南伸 25°N, 普洱、蒙自风速大于 10 m/s。700 hPa 云南境内为西南或偏南气流, 普洱、蒙自风速大于 6 m/s。700 hPa 有切变线位于 100°~110°E, 26°~30°N 区域内, 或 500 hPa 上中南半岛东部、广西西南、及海南境内有高压环流。红河州会出现全州性强降雨过程。

3 K、SI 指数统计分析

对红河州强降雨前一天 08 时、20 时和强降雨日 08 时普洱、昆明、蒙自 Tlop 图上的 K 指数、SI 指数行统计分析。

3.1 K 指数统计分析

强降雨日前一天 08 时, 普洱站 75% 的过程 $K \geq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$, 其中 48% 的过程 $35\text{ }^{\circ}\text{C} \leq K \leq 40\text{ }^{\circ}\text{C}$; 蒙自站 67% 的过程 $K \geq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$, 其中 26% 的过程 $35\text{ }^{\circ}\text{C} \leq K \leq 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。强降雨日前一天 20 时, 普洱站 91% 的过程在 $K \geq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$, 其中 53% 的过程 $35\text{ }^{\circ}\text{C} \leq K \leq 40\text{ }^{\circ}\text{C}$; 蒙自站 74% 的过程 $K \geq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$, 其中 35% 的过程 $35\text{ }^{\circ}\text{C} \leq K \leq 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。强降雨日 08 时, 普洱站 85% 的过程 $K \geq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$, 蒙自站 60% 的过程在 $K \geq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。70% 的南支槽红河州强降雨过程, 强降雨发生前一天 08 时和 20 时, 普洱和蒙自的 $K \geq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

3.2 SI 指数统计分析

强降雨日前一天 08 时, 普洱站 55% 的过程 SI 指数 $SI \leq 0$, 蒙自站 29% 的过程 $SI \leq 0$, 昆明站

21% 的过程 $SI \leq 0$ 。强降雨日前一天 20 时, 普洱站 61% 的过程 $SI \leq 0$, 蒙自站 37% 的过程 $SI \leq 0$, 昆明站 29% 的过程 $SI \leq 0$ 。强降雨日 08 时, 普洱站的 41% 过程 $SI \leq 0$, 蒙自站 23% 的过程 $SI \leq 0$, 昆明站 17% 的过程 $SI \leq 0$ 。

4 结论

(1) 造成红河州强降雨的南支槽主要出现在 10 月至翌年 5 月。其中 11 月份出现次数最多, 出现红河州大范围强降雨的频率较高。

(2) 南支槽影响红河州时, 红河州中部及南部县市出现强降雨的频率高, 最高在红河州的南部, 北部县市出现强降雨频率较低。金平、元阳、个旧、绿春出现强降雨的频率在 70% 以上。

(3) 500 hPa 上南支槽位于 85°~95°E 区域时, 584 线南伸至 18°N 附近, 580 线南伸 20°N 附近, 普洱、蒙自风速大于 12 m/s; 700 hPa 普洱、蒙自风速大于 8 m/s, 或云南、贵州、广西境内有西南风急流; 普洱和蒙自的 $K \geq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$, 可预报红河州全州性强降雨。

(4) 500 hPa 上南支槽位于 85°~95°E 区域时, 584 线南伸至 20°N 附近, 580 线南伸至 25°N 附近, 普洱、蒙自风速大于 10 m/s; 700 hPa 有切变线位于 100°~110°E, 26°~30°N 区域内, 或中南半岛东部、广西西南、及海南境内有高压环流; 普洱和蒙自的 $K \geq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$, 可预报红河州全州性强降雨。

参考文献:

[1] 索缈清, 丁一汇. 冬半年副热带南支西风槽结构和演变特征研究 [J]. 大气科学, 2009, 33 (3): 425 - 442.
[2] 晏红明, 肖子牛, 张小玲, 等. 低纬高原地区南支槽强降水中尺度 MCS 系统的模拟与分析 [J]. 高原气象, 2005, 24 (5): 672 - 683.
[3] 梁志和, 黄香杏. 春季南支槽与广西暴雨关系的研究 [J]. 广西气象, 1995, 1 (16): 8 - 15.

(下转第 104 页)

西畴县近48年来降水及气温小波分析

刘云生¹, 黄国平¹, 王顺江²

(1. 西畴县气象局, 云南 西畴 663500; 2. 文山州气象局, 云南 文山 663300)

摘要: 利用连续小波分析 1962~2009 年西畴县年降水量和年平均气温序列的小波变化特征, 揭示了西畴县降水量与平均气温存在多时间尺度的周期变化特征。其中降水有 2 个明显的特征时间尺度, 分别是 4 年和 8 年, 平均气温存在以准 2~4 年为周期的周期振荡。此外, 也可以看出近 48 年来, 平均气温存在明显升高的趋势, 降水也有减少的趋势, 为掌握西畴县的气候变化规律及今后的气象预报服务工作提供了一定的参考价值。

关键词: 西畴; 年平均气温; 年降水量; 连续小波分析; 变化趋势; 周期变化

中图分类号: P468 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7852(2011)02-0090-03

0 引言

自进入 21 世纪以来, 在全球气候变暖的大背景下, 各种气候极端事件频发, 随之而来的是不断增加的各种气象灾害及其引发的次生地质灾害。造成了巨大的经济损失, 也严重地破坏了自然生态环境。因此, 对气候变化的研究已成为大气科学的一个热点^[1-4]。而气候系统是多时间尺度系统, 采用以往的常规统计方法, 包括傅里叶 (Fourier) 分析都因为不具有局部、多尺度和多分辨的性质而不能客观地反映这种多层次结构规律, 而小波分析正由于具有良好的局部、多尺度和多分辨的性质, 且具有突变点诊断能力, 弥补了以往所用方法的不足。

小波分析的核心是多分辨率分析, 它不仅可以给气候序列变化的尺度, 还可以显示出各频率随时间的变化以及不同频率之间的关系, 并且具有分析函数奇异性的能力, 可以用来分析气候变化中的突变。目前小波分析已广泛用于气温变化分析、降水变化分析、多尺度分析等, 并取得了一些成果^[5-12]。本文利用连续小波对西畴县近 48 年年降水量及年平均气温变化进行多时间尺度分析, 了解其不同时间尺度的详细结构和变化规律。

1 资料与方法

1.1 资料

本文以西畴县 1962~2009 年 (共 48 年) 的年降水量及年平均气温资料为基础, 利用连续小波分析, 讨论西畴县降水及气温多时间尺度特征。

1.2 方法

本文主要使用连续小波分析方法分析了西畴县近 48 年来的气温和降水随时间变化的特点。连续小波的优点在于在进行小波分析的同时也进行了显著性检验, 从而滤出了变化信号中虚假的部分, 进而使得结果更加直接和真实可信, 这是连续小波分析有别于其他小波分析方法的独到之处。

2 结果分析

2.1 趋势变化

根据西畴县 1962~2009 年 (共 48 年) 的年降水量及年平均气温资料, 利用 MATLAB 画出年降水量及年平均气温随时间的分布情况及其变化趋势图 (图 1, 图 2)。

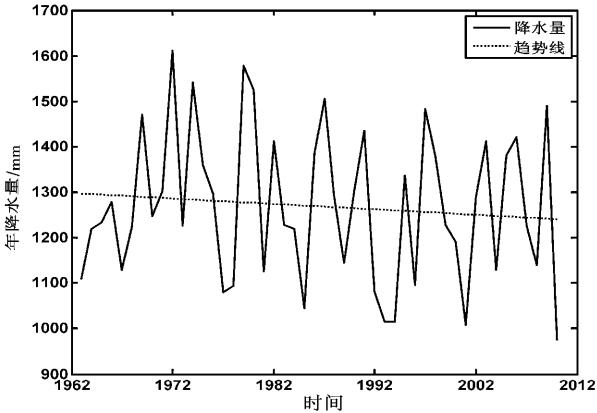


图 1 西畴县 1962 ~ 2009 年年降水量分布及趋势变化图
Fig. 1 Annual precipitation distribution and trend in Xichou

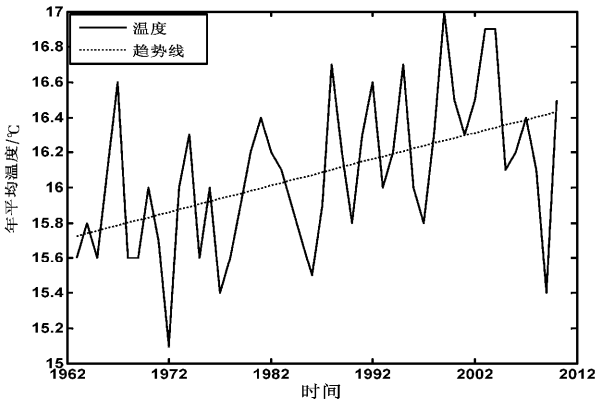


图 2 西畴县 1962 ~ 2009 年年平均气温分布及趋势变化图
Fig. 2 Annual temperature distribution and trend in Xichou

从图 1 可以看出，西畴县年平均降水量基本上都在 1 000 mm 以上，但是年与年之间有很大的差异性，其中降水充沛年份与相对干旱年份之间年降水量可能相差几百毫米；温度变化也同样具有很大的差异性。这给预报带来了不小的困难，同时也给工农业生产带来了不小的挑战。

由趋势线可以看出西畴县 48 年来年降水量有缓慢减小的趋势，年平均气温有上升的趋势，年平均气温的变化幅度要大于年降水量的变化幅度。这与全球气候变暖的大气候背景是相符的。此外，进入 21 世纪后，年降水量相对处于低值区，而年平均气温明显的处于高值区，这与云贵一带从 2000 年初到现在一直处在降水偏少、温度偏高的大气候背景也是相符的。

2.2 周期性

为了找到西畴县年降水量与年平均气温的周期变化规律，下面将对年降水量和年平均气温的连续功率谱图进行周期分析（图 3，图 4）。

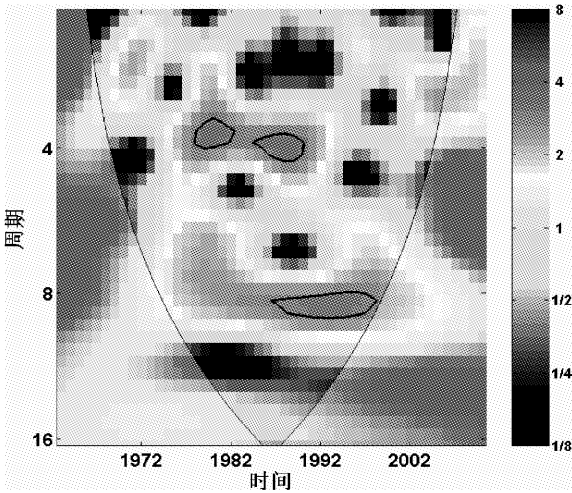


图 3 西畴县 1962 ~ 2009 年年降水量连续小波功率谱图
Fig. 3 Continuous wavelet power spectrum of the annual precipitation

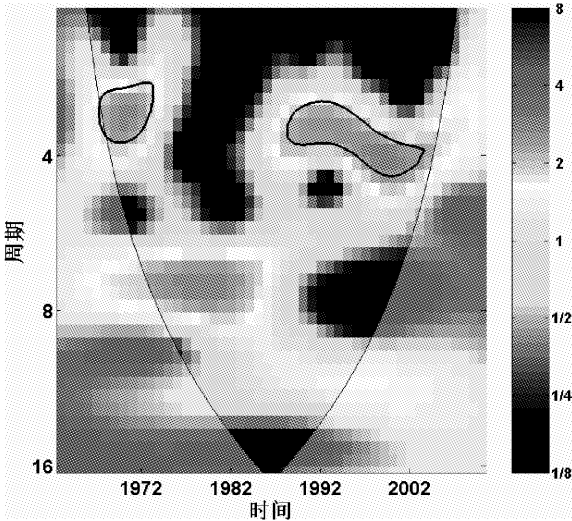


图 4 西畴县 1962 ~ 2009 年年平均气温连续小波功率谱图
Fig. 4 Continuous wavelet power spectrum of the annual temperature

图 3、4 中圆锥以外的部分为信号变化的不可信的虚假部分，圆锥内为可信的部分，粗黑实线包围的部分为通过显著性检验的部分。从图中通过显著性检验的部分可以看出，西畴县年降水量在 20 世纪 70 年代中后期和 80 年代中期呈现准 4 年的周期，在 80 年代中后期到 90 年代末期呈现准 8 年的周期；年平均气温在 20 世纪 60 年代末 70 年代初期和 20 世纪 80 年代中后期到 21 世纪初期呈现准 2 ~ 4 年的周期。

3 结论

(1) 西畴县的年降水量和年平均气温在年与年

之间存在很大的差异性, 年际变化明显, 变化幅度大, 给预报工作和工农业生产造成了很大的困难。

(2) 西畴县 1962 ~ 2009 年 (共 48 年) 来年降水量有缓慢减小的趋势, 年平均气温有上升的趋势, 年平均气温的变化幅度要大于年降水量的变化幅度。这与全球气候变暖等大气候背景是相符的。

(3) 西畴县年降水量在 20 世纪 70 年代中后期

和 80 年代中期呈现准 4 年的周期, 在 80 年代中后期到 90 年代末期呈现准 8 年的周期; 年平均气温在 20 世纪 60 年代末 70 年代初期和 20 世纪 80 年代末期到 21 世纪初期呈现准 2 ~ 4 年的周期。为掌握西畴县的气候变化规律及今后的气象预报服务工作提供了一定的参考价值。

参考文献:

- [1] 薛宇峰, 杨超梅. 近百年全球气温变化及其趋势 [J]. 四川气象, 2006, 26 (3): 16 - 19.
- [2] 秦丽, 张立凤, 骆凯. 近 48a 台北市气温的小波分析 [J]. 气象与环境科学, 2010, 33 (2).
- [3] 邓自旺, 尤卫红, 林振山. 子波变换在全球气候多时间尺度变化分析中的应用 [J]. 南京气象学院学报, 1997, 20 (4): 505 - 510.
- [4] 杜海波, 刑俊江, 刘延芬. 黑龙江省近 42a 来降水变化小波分析 [J]. 黑龙江气象, 2010, 27 (2).
- [5] 娄德君, 孙卫国, 李治民. 齐齐哈尔市气温变化小波分析 [J]. 气象科技, 2004, 32 (6): 475 - 478.
- [6] 邓自旺, 林振山, 周晓兰. 西安市近 50 年来气候变化多时间尺度分析 [J]. 高原气象, 1997, 16 (1): 81 - 93.
- [7] 纪忠萍, 谷德军, 谢炯光. 广州近百年来气候变化的多时间尺度分析 [J]. 热带气象学报, 1999, 15 (1): 48 - 55.
- [8] 谢庄, 曹鸿兴, 李慧, 等. 近百余年北京气候变化的小波特征 [J]. 气象学报, 2000, 58 (3): 362 - 369.
- [9] 孙卫国, 朱业玉, 王记芳, 等. 河南省气候变化与北极涛动的时频相关 [J]. 气象与环境科学, 2008, 31 (4): 1 - 7.
- [10] 王红燕, 吴璐, 王跃民, 等. 许昌雷暴气候特征分析 [J]. 气象与环境科学, 2008, 31 (1): 56 - 59.
- [11] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术 [M]. 2 版. 北京: 气象出版社, 2007.
- [12] A GRINSTED, J C MOORE, S JEVREJEVA. Application of the Cross Wavelet Transform and Wavelet Coherence to Geophysical Time Series [J]. Nonlinear Processes in Geophysics, 2004 (11): 561 - 566.

WAVELET ANALYSIS OF RAINFALL AND TEMPERATURE OF XICHOU IN RECENT 48 YEARS

LIU Yun-sheng¹, HUANG Guo-ping¹, WANG Shun-jiang²

(1. Xichou Meteorological Bureau, Xichou 663500, Yunnan, China;

2. Wenshan Meteorological Bureau, Wenshan 663000, Yunnan, China)

Abstract: Based on time series of annual average temperature and precipitation of Xichou County, Yunnan from 1954 to 2001, changes in multi - time scale and jump characteristics of temperature and precipitation time series have probed with Morlet wavelet transform. Where precipitation has two distinct characteristic time scales, respectively, 4a and 8a. However, the average temperature shows that there exist quasi 4a oscillations. In addition, the we can easily find that the annual average temperature had an increasing trend and precipitation had an decreasing trend for the recent 48 years. It provides a certain reference value for us to grasp the law of future climate change and weather forecasting service for Xichou County.

Key words: Xichou County; annual average temperature; annual average precipitation; continuous wavelet; variation trend; the period changes

曲靖罕见夏秋冬连旱天气分析

张精华^{1,2}, 白波^{1,2}

(1. 云南大学 资源环境与地球科学学院, 云南 昆明 650091; 2. 曲靖市气象局, 云南 曲靖 655000)

摘要: 利用 1951 ~ 2009 年沾益测站的降水资料以及 NCEP/NCARR 的月平均气象场再分析资料分析了 2009 ~ 2010 年曲靖严重干旱天气成因。采用 Z 指数对曲靖秋冬春连旱异常年份进行划分, 表明 2009 年是夏秋冬连旱最严重的年份。并通过分析曲靖历史上夏秋冬降水偏少年和偏多年的 500 hPa 高度距平场差值场来为 2009 年严重的连旱天气提供成因分析, 认为: 冷空气和偏南气流异常是造成曲靖降水正负异常的成因。2009 年夏秋冬季节环流与历史上早年同期的中高纬槽脊强弱分布形势并不一致。从夏季到冬季, 贝加尔湖附近位势高度经历了从偏高到异常偏低的变化, 孟加拉湾到西太平洋的环流场位势高度持续性异常偏高, 暖湿气流缺乏, 即使北方有冷空气南下, 由于云南下沉运动较常年明显偏强, 冷空气也无法与水汽汇合, 水汽输送少是产生持续气象干旱的关键原因。

关键词: Z 指数; 夏秋冬连旱; 环流背景

中图分类号: P468

文献标识码: A

文章编号: 1001 - 7852(2011)02 - 0093 - 05

0 引言

西南地区东部是干旱发生频率较高的地区之一, 对于近年来旱涝等极端气候事件发生较为频繁的中国西南地区^[1], 一些专家进行了分析研究^[2-4]。针对云南春旱、夏旱及云南汛期旱涝也有许多研究^[5-7], 得到了不少有意义的结论。王宇^[8]、段旭等^[9]分析了 1901 ~ 1997 年云南旱涝的年际变化、区域分布和季节变化。晏红明, 王灵, 周国莲^[10]等对云南夏季旱涝与前期冬季环流变化的关系进行了研究。程建刚, 晏红明, 严华生等^[11]深入系统的研究了云南夏季旱涝特征及规律。段长春等^[12]在对云南汛期旱涝特征及成因分析后表明: 云南省各地汛期降水具有一致性, 偏早年全省降水一致偏少。20 世纪 80 年代以来, 汛期降水有更频繁发生的趋势, 东、西部和东南部的部分地区(尤其沾益)为全省旱涝多发区。晏红明^[13]等还对春季的持续性干旱进行了研究, 指出干燥的对流大气

和强烈的下沉运动是云南区域干旱发生时最主要的大气异常状态特征。这些研究在云南旱涝特征及成因方面取得了不少成果, 从一些方面也使人们认识到造成干旱的原因是复杂和多方面的, 同时也为研究云南干旱的原因提供了一定的理论背景和基础。

2009 年入秋以来, 云南省、广西大部以及贵州省发生了较为严重的气象干旱。云南旱情最为突出, 干旱从 2009 年盛夏一直持续到 2010 年春初。其中地处滇东的曲靖夏秋冬春连旱表现得尤其严重, 降水量突破了有气象记录来的最少值, 2 月下旬已发展至特旱。干旱的持续时间和强度都创下了有气象记录以来之最, 持续时间之长、为历史同期罕见, 是近 60 年来夏秋冬连旱最严重的一年, 给全市的工农业生产和人们的日常生活造成了极大的经济损失和严重影响。在高温干旱等极端天气事件发生频率和强度不断增加的气候背景下, 加强气候分析和预测能力, 对增强气象灾害防御能力, 显得尤为重要。本文拟在借鉴已有研究的基础上, 针对 2009 年曲靖罕见的夏秋冬连旱极端天气事件, 选用

了资料年代相对长，观测环境稳定的沾益作为曲靖代表气象站进行分析，对历史同期出现的夏秋冬连旱的环流背景以及产生 2009 年连旱原因进行探讨，以期利用这样典型的事例，将有助于更好地提高对干旱天气的认识和防御。

1 资料选取

选取 1951 ~ 2009 年沾益历年盛夏（7 月、8 月）至次年 2 月降水量以及 NCEP/NCARR 的月平均气象场再分析资料。

2 干旱期（7 月到次年 2 月）雨量分析和夏秋冬连旱异常年份的确定

造成干旱的最主要原因是降水持续偏少。统计分析沾益 1951 年及 2009 年以来历年的 7 ~ 8 月、9 ~ 11 月、12 月 ~ 次年 2 月、7 月 ~ 次年 2 月雨量，并将各季节雨量最少的前 5 名列于表 1，可以明显发现：2009 年无论秋、冬季还是夏秋冬连续三季降雨量最少的历史排名都在第一，夏季是次少年。由此可见，2009 年的干旱持续时间之长、强度之强，

属历史罕见。

由于降水量不完全满足正态分布，关于旱涝等级标准的划分，董谢琼、段旭等^[14]比较了根据降水量的距平百分率、标准差和 Z 指数等进行旱涝等级划分的方法，认为云南旱涝等级标准以 Z 指数划分为宜。Z 指数^[15]的划分方法同时考虑了不同月 and 不同时段降水量的量级和变化特点及偏态分布。因此，本文采用正态化的 Z 指数来描述沾益的夏秋冬三季连旱等级，计算历年盛夏（7、8 月）到冬季（12 月到次年 2 月）时段内的降水量均值的标准化序列，然后进行 Z 变换：

$$Z_i = \frac{6}{c_s}(\frac{c_s}{2}\varphi + 1)^{\frac{1}{3}} - \frac{6}{c_s} + \frac{c_s}{6}$$

式中： $c_s = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{n\sigma^3}$ 为偏态系数， $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1951}^{2009} x_i$

为平均值， $\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$ 为均方差， $\varphi_i = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}$ 为标准化序列。

表 1 沾益历史上夏、秋、冬季及夏秋冬时期雨量最少排名前五的年份
Tab. 1 The years of the history rainfall from summer to winter of Zhanyi at least the top five

排名	雨量（mm）及出现年份			
	夏季 7 ~ 8 月	秋季 9 ~ 11 月	冬季 12 月 ~ 次年 2 月	7 ~ 次年 2 月
1	1516（1992 年）	893（2009 年）	14（2009 年）	2560（2009 年）
2	1653（2009 年）	1196（2000 年）	68（1978 年）	3622（1978 年）
3	1657（2003 年）	1203（2003 年）	107（1955 年）	3947（1984 年）
4	1800（1975 年）	1237（2004 年）	111（1973 年）	4158（2003 年）
5	1808（1972 年）	1356（2007 年）	140（1954 年）	4243（1992 年）

表 2 依据正态化 Z 指数划分的干旱等级
Tab. 2 The Drought Leve divided by the Normalized Z index

等级	类型	单站旱涝指数 Z 值
1	极涝	> 1. 645
2	大涝	1. 038 ~ 1. 645
3	偏涝	0. 843 ~ 1. 037
4	正常	- 0. 842 ~ 0. 842
5	偏旱	- 1. 037 ~ - 0. 843
6	大旱	- 1. 645 ~ - 1. 038
7	特旱	< - 1. 645

了 1951 ~ 2009 年 59 年中出现 7 个严重夏秋冬连旱年（1951、1975、1978、1984、1992、2003 和 2009 年），10 个严重涝年（1961、1964、1965、1967、1968、1976、1980、1986、1991、1999 年），由此发现进入 21 世纪，干旱表现为主要的特征，20 世纪 60 年代涝年较为突出，70、80 和 90 年代旱涝兼有。历史上有 4 年出现了连续涝年。但没有出现过连续年份的夏秋冬连旱。从计算所得 Z 指数来看，2009 年的值（- 2. 794）在早年中最大，且比 Z 指数排名第二的 1978 年（- 1. 854）明显高出很多，也表明了 2009 年是夏秋冬连旱最严重的年份。

依据表 2 正态化 Z 指数划分的干旱等级确定出

3 环流背景

黄荣辉^[16]指出, 某一区域的大气环流异常可以引起另一些区域大气环流的异常, 存在着相关遥相关现象, 而干旱与洪涝都是大气环流发生持续性异常所造成的。

3.1 夏秋冬连旱降水正负异常年的环流形势

为了更好的对 2009 年的罕见连旱天气进行分析。本文先通过对历史上夏秋冬降水偏少年和偏多年 500 hPa 高度距平场差值图 1 (a, b, c) 的分析来认知夏秋冬降水异常年的环流背景。高度差值场分布图上, 负值表示低槽发展, 正值表示脊或高压发展。从图中可以看到, 夏季 (7 ~ 8 月) 中高纬地区为两负一正的差值分布, 副热带高压位置为正差值, 中心在 120°E, 25° ~ 30°N, 乌拉尔山地区和鄂霍茨克海地区为负差值, 贝加尔湖以南包括中国在内为正差值。秋季 (9 ~ 11 月) 差值场分布出现了明显转变, 正负差值区东移, 中高纬地区为一负一正, 乌拉尔山地区负差值中心南移, 强度增强, 整个贝加尔湖以东以南为正差值。低纬正差值中心在孟加拉湾到中国东南部。冬季 (9 ~ 12 月) 最明显的特征是乌拉尔山负差值区明显东南移, 并横贯中国西南、华南以北的大部地区, 鄂霍茨克海区转为负差值。由此说明, 在连旱年夏季, 当乌拉尔山地区和鄂霍茨克海区脊或高压减弱时, 对应中高纬度经向度不强和东亚大槽不易加强和维持, 不利于冷空气南下。且云南北部的位势高度偏高, 副热带高压偏强, 冷空气和水汽输送较弱, 造成降水少。连旱年秋季, 乌拉尔山脊偏弱、云南以北纬向环流明显, 位势高度高, 东亚大槽减弱, 孟加拉湾低槽较常年偏弱, 不利于西南气流向云南输送。冬季, 东亚大槽偏深、偏强, 呈东北西南向明显控制中国长江以北大部地区, 但副热带高压异常增强西伸, 云南处高压范围内, 副高阻挡了冷空气进入云南, 不易形成降水。涝年则刚好相反。

以上分析可知, 形成夏秋冬降水异常的原因, 无论夏季、秋季还是冬季, 冷空气和西南气流共同扮演了重要的角色, 南下冷空气和偏南气流异常是造成曲靖降水正负异常的成因。

而且正负降水异常年, 西南气流强弱从而决定水汽输送充沛与否起到了重要的作用。

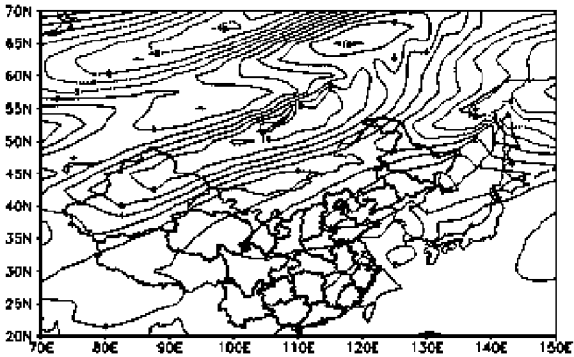


图 1a 夏秋冬连旱年与涝年 (夏季) 500 hPa 高度距平差 (单位: 10 gpm)

Fig. 1a Differences of the summer rainfall typical more years and less years 500 hPa height anomalies (units: 10 gpm)

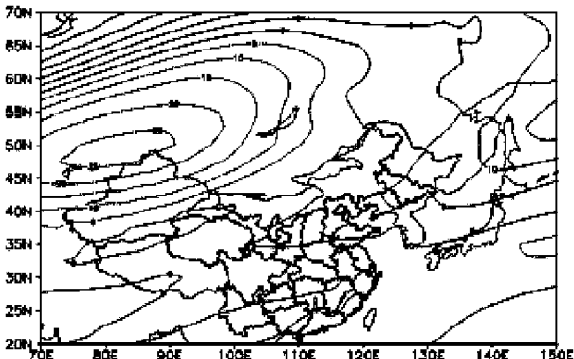


图 1b 夏秋冬连旱年涝年 (秋季) 500 hPa 高度距平差 (单位: 10 gpm)

Fig. 1b Differences of the autumn rainfall typical more years and less years 500 hPa height anomalies (units: 10 gpm)

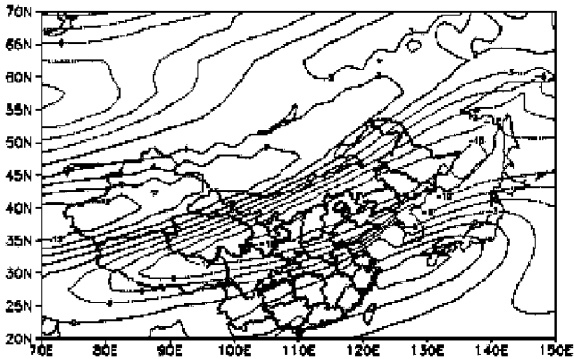


图 1c 夏秋冬连旱年涝年 (冬季) 500 hPa 高度距平差 (单位: 10gpm)

Fig. 1c Differences of the winter rainfall typical more years and less years 500 hPa height anomalies (units: 10 gpm)

3.2 2009 年夏秋冬连旱环流形势

进一步对今年 2009 年的夏秋冬三季的 500 hPa 高度距平场分析, 从夏季 (7 ~ 8 月) 到冬季

(12 月~次年 2 月), 贝加尔湖附近位势高度经历了从异常偏高到偏低的变化(图略), 冬季(12 月~次年 1 月)(图 2)达到异常低值。夏季和秋季中高纬度乌拉尔山到贝加尔湖之间脊是增强, 且位于中国东北、华化的低压和东亚大槽在加深发展, 与历史上早年乌拉尔山脊减弱、东亚大槽偏弱的形势不一致, 而夏季低纬孟湾到西太平洋在夏季维持带状高值区, 说明副高异常偏强, 孟湾低压槽异常偏弱, 秋季整个云南位势为高压中心, 印度洋的水汽不能向云南输送, 导致曲靖降水偏少。冬季(12 月~次年 1 月)鄂霍茨克海区 and 90°E 以西的阻高位置上位势呈正距平, 这种形势使得贝加尔湖低压稳定维持。值得注意的是, 冬季的环流形势如同夏、秋季一样与历史上早年形势也并不相近, 南方大部地区环流较为平直, 位势高度较常年偏高, 低纬正值中心在云南, 强度比秋季更为加强。乌拉尔山到贝加尔湖地区脊在发展, 低压增强。

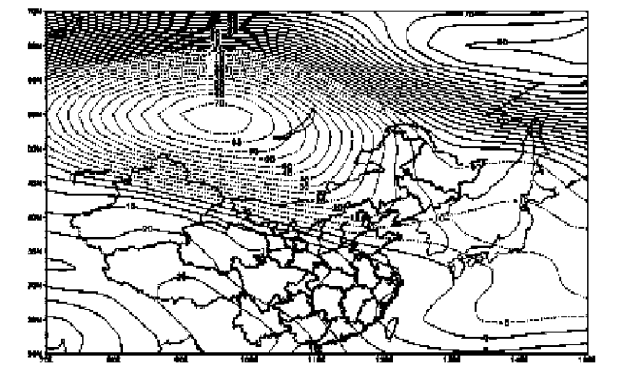


图 2 2009 年冬(12 月~次年 1 月) 500 hPa 高度距平
(单位: 10 gpm)

Fig. 2 Winter 500 hPa anomalous height for 2009
(Dec ~ Jan) (units: 10gpm)

这种与涝年相近的环流形势却未对曲靖包括整个云南造成降水, 关键原因是低纬孟湾到副热带高压位置的高压坝中心控制在云南上空, 即使北方有冷空气南下, 也无法与水汽汇合。云南 9 月以来都一直处于下沉运动的高值区, 从 700 hPa 垂直速度距平场(图 3)中可明显看出, 2009 年冬季云南明显在下沉运动的正距平中心区, 说明下沉运动较常年明显偏强, 明显的下沉运动是导致干旱少雨的动力因子。换言之, 孟加拉湾到西太平洋的环流场位势高度持续性异常偏高, 高压位置少动, 暖湿气流缺乏, 水汽输送少造成 2009 年夏秋冬曲靖降水异常偏少, 是产生持续气象干旱的直接原因。

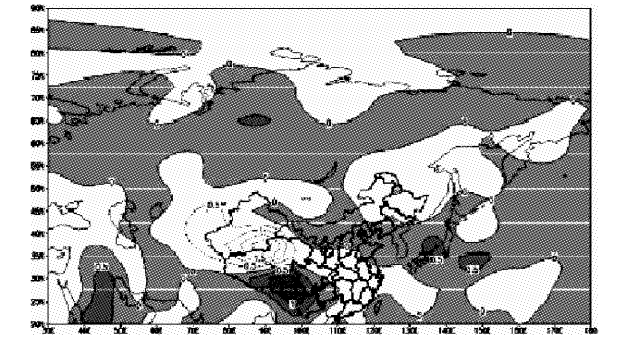


图 3 2009 年冬(12 月~次年 1 月) 700 hPa 垂直速度距平
(单位: 10 Pa · s⁻¹)

Fig. 3 Winter 700hPa anomalous Vertical velocity for 2009
(Dec ~ Jan) (units: 10 Pa · s⁻¹)

4 结论与讨论

- (1) 通过 Z 指数划分, 1951、1975、1978、1984、1992、2003 和 2009 年是曲靖夏秋冬连旱异常的 9 年, 2009 年是夏秋冬连旱最严重的年份。21 世纪后夏秋冬连旱突出, 70、80 和 90 年代旱涝兼有。历史上有 4 年出现了连续涝年。但没有出现过连续年份的夏秋冬连旱。
- (2) 南下冷空气和偏南气流异常是造成曲靖降水正负异常的成因, 无论夏季、秋季还是冬季, 冷空气和西南气流共同扮演了重要的角色。连旱年夏季, 当乌拉尔山地区和鄂霍茨克海区脊或高压减弱, 不利于冷空气南下。副热带高压偏强, 水汽输送较弱, 造成降水少; 秋季, 乌拉尔山脊偏弱、东亚大槽减弱, 孟加拉湾低槽较常年偏弱, 西南气流不强, 对形成降水不利, 冬季, 东亚大槽偏深、副热带高压异常增强西伸控制云南阻挡冷空气进入云南, 不易形成降水。
- (3) 2009 年夏季、秋季、冬季环流与历史上早年同期的中高纬槽脊强弱分布形势并不一致, 从夏季到冬季, 贝加尔湖附近位势高度经历了从异常偏高到偏低的变化, 冬季达到异常低值。孟加拉湾到西太平洋的环流场位势高度持续性异常偏高, 高压位置少动, 即使北方有冷空气南下, 也无法与水汽汇合。暖湿气流缺乏, 水汽输送少是曲靖产生持续气象干旱的直接原因。
- (4) 2009 年 9 月以来云南都一直处于下沉运动的高值区, 2009 年冬季云南下沉运动较常年明显偏强, 是导致干旱少雨的动力因子。

参考文献：

- [1] 李永华, 徐海明, 刘德. 2006 年夏季西南地区东部特大干旱及其大气环流异常 [J]. 气象学报, 2009, 67 (1): 123 – 132.
- [2] 马振锋. 西南地区夏季降水预测模型 [J]. 气象, 2002, 28 (11): 29 – 33.
- [3] 陶诗言, 卫捷, 孙健华, 等. 2008/2009 年秋冬季我国东部严重干旱分析 [J]. 气象, 2009, 35 (4): 3 – 10.
- [4] 王艳娇, 张鹰, 邓自旺. RBP 神经网络的汛期旱涝预报方法研究 [J]. 热带气象学报, 2005, 21 (1): 100 – 106.
- [5] 梁延彬, 王利兵. 云南雨季的旱涝分析及预报初探 [J]. 云南大学学报, 1994 (2): 120 – 126.
- [6] 琚建华. 南亚高压和云南雨季降水关系的初探 [J]. 低纬高原天气, 1992, 5 (1): 31 – 40.
- [7] 刘瑜, 解明恩. 1997 年初夏云南严重干旱的诊断分析 [J]. 气象, 1998, 24 (8): 50 – 56.
- [8] 王宇. 云南气候变化概论 [M]. 北京: 气象出版社, 1996: 118 – 133.
- [9] 段旭, 尤卫红, 郑建萌. 云南旱涝特征 [J]. 高原气象, 2000, 19 (1): 84 – 89.
- [10] 晏红明, 王灵, 周国莲, 等. 云南夏季旱涝与前期冬季环流变化的关系 [J]. 应用气象学报, 340 – 348.
- [11] 程建刚, 晏红明, 严华生, 等. 云南重大气候灾害特征和成因分析 [M]. 北京: 气象出版社, 2009: .
- [12] 段长春, 朱勇, 尤卫红. 云南汛期旱涝特征及成因分析 [J]. 高原气象, 2007, 2 (26) .
- [13] 晏红明, 段旭, 程建刚. 2005 年春季云南异常干旱的成因分析 [J]. 热带气象学报, 2007, 3 (23): 300 – 305.
- [14] 董谢琼, 段旭, 王恒康. 云南省几种气象旱涝等级评定标准的综合分析 [J]. 云南气象, 1998, 3: 11 – 15.
- [15] 杨小利. 西北地区气象干旱监测指数的研究和应用 [J]. 气象, 2007, 33 (8): 90 – 96.
- [16] 黄荣辉. 引起我国夏季旱涝的东亚大气环流异常遥相关及其物理机制的研究 [J]. 大气科学, 1990, 14 (1): 108 – 117.

RESEARCH ON THE EXTREMELY SEVERE DROUGHT FROM SUMMER TO WINTER OF QUJING CITY

ZHANG Jing-hua^{1,2}, BAI Bo^{1,2}

(1. School of Resource Environment and Earth Science, Yunnan University, 650091, Yunnan, China;

2. Qujing Meteorological Beaurau, Qujing 655000, Yunnan, China)

Abstract: The Causes of the extremely severe drought from summer 2009 to spring 2010 in Qujing are analyzed based on the monthly precipitation data of zhanyi station from 1951 to 2009, the NCEP/NCARR reanalysis data. with the methods of Z index to divided Qujing anomalous years. The results indicate that summer of 2009 is the year of the worst Drought. Analysis 500hPa height anomalies difference of the history rainfall from summer to winter of Qujing typical more years and less years, Results show: the course of the abnormal rainfall characteristics of Qujing Is the abnormal cold air and the Southerly flow. The Circulation background in 2009 was differ from the history drought year at the same time, height in Baikal Has gone from high to low abnormal changes, In addition, from Bengal to the western Pacific Ocean General Circulation Maintain the continuity of abnormally high, lacke of the wet warm air from the Bay of Bengal, Even if the cold air From the north, The downdraft prevailed over the yunnan, the cold airs and warm wet air were not meet, It's the key reason for the severe drought.

Key words: the Z index; the continuing drought from summer to winter; circulation background

乐业县种植猕猴桃的气候适宜性分析及其区划

农万江¹, 罗新宁¹, 李 政²

(1. 乐业县气象局, 广西 百色 533200; 2. 广西气象减灾所, 广西 南宁 530022)

摘要: 根据猕猴桃气候生态特性, 在分析猕猴桃生长发育对气候条件要求的基础上, 利用广西乐业县气候资料及地形数据, 采用 GIS 技术及小网格气候资源分析方法, 对乐业县猕猴桃种植区进行气候区划。按照区划结果将乐业县猕猴桃种植区划分为最适宜、适宜、次适宜和不适宜气候区, 给出了细网格区划专题图, 为乐业县万亩猕猴桃出口生产基地的合理布局和发展提供科学依据。

关键词: 猕猴桃; 乐业县; 气候; 区划

中图分类号: S16 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001 - 7852(2011)02 - 0098 - 04

0 引言

猕猴桃是猕猴桃属的藤本果树, 富含维生素 C、多种矿物质和 10 多种氨基酸, 营养丰富, 被誉为“果中珍品”。由于猕猴桃具有特殊的营养和保健作用, 目前在 40 多个国家竞相种植发展, 如新西兰、法国、意大利等是猕猴桃生产大国。猕猴桃除鲜食外, 也可加工成果酒、果酱、果汁等, 经常饮用, 具有保健功能。猕猴桃无论是鲜果还是加工品, 都深受国内外市场的欢迎。发展猕猴桃产业具有广阔的市场前景和很高的经济价值。乐业县冬无严寒, 夏无酷暑, 气候得天独厚, 非常适宜猕猴桃的生长发育, 是北半球及全国猕猴桃上市最早、生长最好的适宜区之一。为了充分发挥乐业独特的气候资源优势, 进一步优化和调整农业产业结构, 促进农业增效农民增收, 乐业县委、县政府决定在海拔适宜区建立猕猴桃出口生产基地 666.6 hm² (1 × 10⁴ 亩)。项目从 2005 年 10 月实施以来, 该县已在同乐镇六为、上岗完成 66.6 hm² (1 000 亩) 猕猴桃出口生产

样板示范基地建设, 示范建设取得了初步成效。为做好相关农业气象服务保障工作, 实现发展好乐业县万亩猕猴桃出口生产基地, 将猕猴桃产业培育成县域经济特色优势产业, 促进农民增收、地方经济增长这一目标, 本文对乐业县猕猴桃种植的气候适应性开展分析并进行区划, 旨在充分利用好气候资源, 实现猕猴桃产业的最佳经济效益和生态效益。

1 猕猴桃对气候条件的要求

猕猴桃抗逆性强, 喜温凉, 喜散射光, 怕强光暴晒。猕猴桃自然分布随纬度增加而减少。猕猴桃生长发育要求的热量条件为日平均气温 ≥ 10 ℃ 的积温大于 3 500 ℃ · d, 日极端最高气温 ≥ 32 ℃ 的日数小于 20 d, 7 ~ 9 月相对湿度大于 75%, 2 ~ 8 月降水量大于 350 mm。猕猴桃主要农业气象灾害是春、秋霜冻, 4 月低温阴雨, 6 ~ 8 月高温干旱。4 月低温阴雨引起大量落花, 影响产量, 在日最高气温 ≥ 32 ℃ 以上的晴天易受到日灼危害, 叶片和果实出现灼伤, 严重的会落叶落果, 影响产量及品质。

猕猴桃叶形大而稠密，蒸腾量大，需水较多，在年降水量 800 mm 以上、相对湿度 70% ~ 80% 的山区才能生长良好。由于猕猴桃根系浅，骨干根少，侧根不发达，所以怕干旱。夏季遇高温干旱，猕猴桃会枯梢落叶，甚至落果。猕猴桃幼苗期喜荫，忌强光直射，需要遮荫才能生长良好。结果株要求一定的直射光，猕猴桃需要 40% ~ 45% 的日照率（株间日照/自然日照）才能正常开花结果。年日照时数 1 100 h 以上山地或丘陵，可以满足猕猴桃年生长周期的要求。

2 乐业县气候条件特征

乐业县位于广西西北部，地处云贵高原东南麓，地势自西南部至中部较高，向东、北、西三面倾斜，略似贝壳型，总面积 2 617 km²，以丘陵、山地为主，石山面积占 30%，土山面积占 70%。乐业县属于中亚热带湿润气候区，因其无霜期较长，冬无严寒，夏无酷暑，优越的气候条件，有利于喜温作物及林木的种植和发展。乐业县年平均气温为 16.0 ~ 20.9 ℃，最热月 7 月平均气温为 22.8 ~ 27.9 ℃，最冷月 1 月平均气温为 6.4 ~ 11.9 ℃；无霜期平均为 279 ~ 345 d，喜温作物生长期间 ≥ 10 ℃ 的活动积温为 2 900 ~ 6 800 ℃ · d，热量资源丰富；乐业县气象站历年日极端最高气温 ≥ 32 ℃ 的日数为 1.9 d，7 ~ 9 月相对湿度分别为 87%、87% 和 84%；年平均降水量为 1 100 ~ 1 500 mm，平均降水日数为 210 d，历年 2 ~ 8 月降水量为 1 066.3 mm，夏季降水量约占 50% ~ 60%；年平均日照总时数为 1 085 ~ 1 580 h。县城范围内极端高温 34 ℃，极端低温 - 5.3 ℃。

3 乐业县猕猴桃种植的气候适宜性区划

3.1 区划指标

猕猴桃是喜温暖气候的果树，在年平均气温 10 ~ 20 ℃ 的地方均可生长，但以年平均气温 13 ~ 17 ℃，日平均气温 ≥ 10 ℃ 积温 4 000 ~ 6 000 ℃ 的地方生长良好，产量高，品质佳。猕猴桃又属于阳性植物，自然分布多集中在半阴半阳的山谷和坡地，年日照 1 100 h 以上的山区，可以满足猕猴桃的生长发育与开花结果的需要。又因其叶型大而稠密，蒸腾量大、需水较多，在年降水量 > 800 mm 以上的山区才能生长良好。冬季有落叶休眠期，正常休眠需要日平均气温 ≤ 7 ℃ 的低温 500 ~ 700 h，若休眠时间不足，翌年发芽不整齐，花芽有枯死、脱落现象。生长期需要相对湿度 70% ~ 80%。亦怕涝，根部被淹 4 d，植株死亡 40% 左右。日最高气温 ≥ 35 ℃，易造成热害，持续高温干旱，会造成落叶、落果。乐业县地处广西西北部山区，北边有云贵高原作屏障，对南下冷空气有阻滞和减弱作用，气候温和湿润，夏无酷暑，冬无严寒，降水充沛，光照适宜，温、光、水等条件都处于猕猴桃生育的适宜范围之内，是栽培猕猴桃的理想地区，宜在海拔 900 ~ 1 500 m 的山地选择水源方便的缓坡和排水良好的宽谷地建立猕猴桃生产基地。

通过以上分析，本文从果树安全越冬、正常生长和开花结果和经济产量方面考虑选择年平均气温（℃）、日平均气温 ≥ 10 ℃ 活动积温（℃ · d）、7 月平均温度（℃）、年日照时数（h）、年降雨量（mm）和年空气相对湿度（%）等 6 个因子作为乐业猕猴桃种植的气候适宜性区划指标（表 1）。

表 1 乐业县猕猴桃种植气候适宜性区划指标及分级标准

Tab. 1 Leye County kiwi fruit planter climate suitability regionalization index and grading standards

区划因子 \ 适宜性	最适宜区	适宜区	次适宜区	不适宜区
年平均气温/℃	13 ~ 17	11 ~ 13 17 ~ 20	10 ~ 11 > 20	< 10
年日照时数/h	1 100 ~ 1 600	1 600 ~ 2 000	2 000 ~ 2 600	< 1 100 > 2 600
年空气相对湿度/%	70 ~ 80	60 ~ 70 80 ~ 90	50 ~ 60 90 ~ 100	< 50
年降雨量/mm	1 200 ~ 1 800	1 000 ~ 1 200 1 800 ~ 2 000	800 ~ 1 000	< 800
≥ 10℃ 活动积温/℃ · d	4 000 ~ 6 000	6 000 ~ 6 500	3 500 ~ 4 000	< 3 500
7 月平均温度/℃	22.0 ~ 26.5	26.5 ~ 30.0 15 ~ 22	30 ~ 35.0 12 ~ 15	≥ 35.0 < 12

3.2 区划方法

3.2.1 区划指标空间分析模型的建模方法

乐业县仅有一个人工气象观测站，无法单独利用单站的资料建立气候资料与台站地理信息的相关关系模型，为此在建立气候资源与台站地理新信息空间分析模型时，本文根据气候相似性原则选取了周围天峨、隆林、西林、乐业、凌云、田林、凤山、南丹、河池、东兰、巴马、环江、百色、田阳和田东等 15 个气象台站资料建模。区划指标因子与地理因子的相关关系模型可表示为：

$$Y = f(\varphi, \lambda, h, \beta, \theta) + \varepsilon \tag{1}$$

式中： Y 为气候区划指标因子（如年平均气温、稳定通过 10℃ 的活动积温等）； $\varphi, \lambda, h, \beta, \theta$ 分别代表纬度、经度、海拔高度、坡向、坡度等地理因子； ε 为余差项，称为综合地理残差，可由下式求出：

$$\varepsilon = Y(\text{实测值}) - f(\varphi, \lambda, h, \beta, \theta) \tag{2}$$

模型主要采用多元线性回归方法建立，自变量因子采用纬度、经度、海拔高度、坡向、坡度及其二次幂。

3.2.2 区划指标小网格推算及残差订正方法

在 GIS 平台上，将从 1:5 万广西基础地理信息数据库中提取的 30 m × 30 m 分辨率的的纬度 φ 、经度 λ 、海拔高度 h 、坡度 θ 、坡向 β 等地理数据代入模型中推算无测站地区的区划指标要素值。再进行残差订正，方法是：

(1) 将每个站点的 $\varphi, \lambda, h, \beta$ 等地理数据分别代入模型，得到模拟值

$$\hat{f}(y) = f(\varphi, \lambda, h, \beta, \theta) \tag{3}$$

(2) 利用 (2) 式求出每个站点的残差值 ε ，之后运用反距离权重插值法，将 ε 内插到 1 × 1 km 网格点上，生成千米网格残差栅格图。内插公式为：

$$\hat{Z}(X_0) = \sum_{i=1}^n Z(X_i) \cdot d_{i0}^{-r} / \sum_{i=1}^n d_{i0}^{-r} \tag{4}$$

式中， $\hat{Z}(X_0)$ 为要求算的插值点的残差值； $\hat{Z}(X_i)$ 为第 i 个站点的残差值； d_{i0}^{-r} 为第 i 站点与第 X_0 格点的距离的 $-r$ 次方； r 为权重指数，取值 2。

(3) 将残差栅格图与推算后的区划指标栅格图进行迭加运算，得到区划指标实际分布图（见公式 5）：

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \cdots & b_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ b_{m1} & b_{m2} & \cdots & b_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \cdots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \cdots & c_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ c_{m1} & c_{m2} & \cdots & c_{mn} \end{bmatrix} \tag{5}$$

式中： a 矩阵为区划指标栅格图， b 矩阵为残差栅格图， c 矩阵为订正后的区划指标栅格图。6 个气候区划指标共有 6 幅图。

3.2.3 乐业县土壤信息资料提取

以 ETM 卫星影像为主要信息源，运用 GPS 采取样本点为分类样区，采用监督分类法对乐业县土地利用信息进行遥感分类。分类重点为草地、灌木和裸地。将各类信息分别提取出来后，利用 GPS 进行了野外调查验证，根据调查结果进行修改订正后，将各类信息合成，形成遥感土壤信息分类图。并在此基础上利用 ENVI 将各类信息进行矢量化处理，形成矢量数据，转入 GIS 系统进行分析处理。

3.2.4 区划专题图制作

利用上述计算得到的 6 个区划指标的栅格图像数据，按照表 1 中的区划指标，采用打分法，划分猕猴桃种植的最适宜、适宜、次适宜和不适宜气候区。给不同的区域赋予不同的颜色，并迭加县边界、行政点、土壤信息资料、制作图例等，即可输出乐业县猕猴桃种植气候适宜性区划专题图（图 1）。

4 结果与讨论

4.1 区划结果

4.1.1 最适宜区

从图 1 可以看出，最适宜区主要分布在乐业县同乐镇以北至幼平乡南部，花坪镇中南部，逻沙乡西北狮子口、高大坪，甘田、武称以东，马庄罗布、谋拉斜、更南坡等地区，本区域海拔高度 600 ~ 1 200 m，峰谷连绵，高山耸立，气候温凉，雨量充沛，水源充足，太阳辐射、散射光条件好，构成了亚热带湿润区的森林群落类型。年平均气温 13 ~ 17℃，7 月平均气温 22.0 ~ 26.5℃，年降水量在 1 200 ~ 1 800 mm。本区域森林密布，土壤植被良好，水源涵养性能好，土壤肥力高，腐殖质层厚，

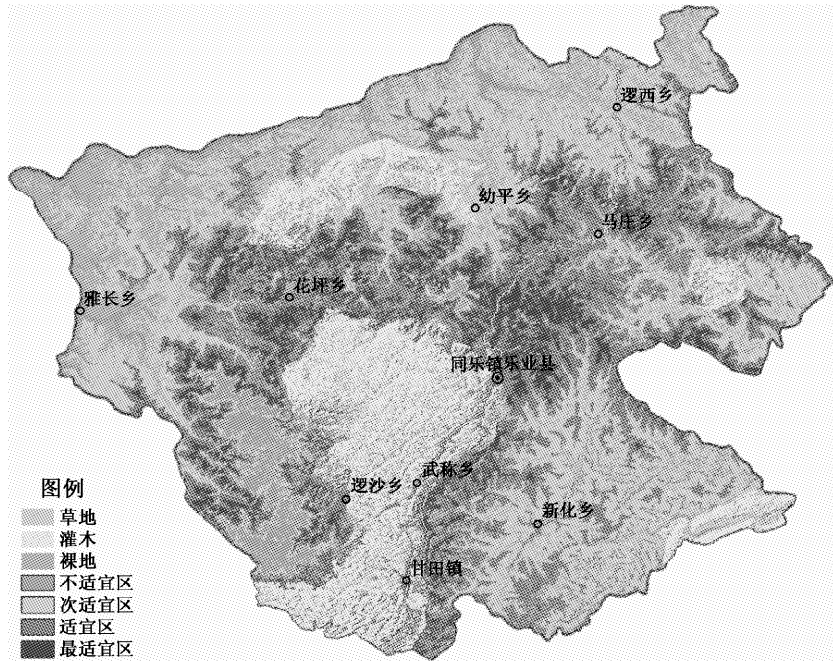


图 1 GIS 支持下的乐业县猕猴桃种植农业气候土壤区划专题图

Fig. 1 Support Leye County kiwi fruit planter agriculture climate soil regionalization topic chart

土层疏松，形成了肥力较高的森林土壤，极有利于猕猴桃生长，是猕猴桃最适宜种植区。

4.1.2 适宜区

主要分布在乐业县的新化、马庄、花坪等地区，本区域主要为适宜区向低海拔延伸的中山区，热量资源丰富， $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 活动积温在 6 000 ~ 6 500 $^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}$ ，年平均温度为 11 ~ 13 $^{\circ}\text{C}$ 或 17 ~ 20 $^{\circ}\text{C}$ ，年降水量在 1 000 ~ 1 200 mm 和 1 800 ~ 2 000 mm。土壤一般深厚、疏松、肥力中等，中山区土层虽薄，因林地枯枝落叶多，腐殖质层厚，有较好的肥力，是猕猴桃适宜种植区。

4.1.3 次适宜区

次适宜区包括雅长乡、花坪镇、幼平乡、逻西乡北部以及马庄东南部和新化镇等地区，本区年平均温度在 20 $^{\circ}\text{C}$ 以上，部分为 10 ~ 11 $^{\circ}\text{C}$ ，光照充足，能部分满足猕猴桃正常生长发育。但 1 月份平均气温大于 7 $^{\circ}\text{C}$ ，不利于猕猴桃正常休眠，易导致次年发芽不整齐，花芽有枯死脱落。 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 活动积温 3 500 ~ 4 000 $^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}$ ，年降雨量 800 ~ 1 000 mm，整个水热条件明显不如适宜区和最适宜区，不宜大面积栽培，只能选择温凉湿润的小气候环境零星种植。

4.1.4 不适宜区

为乐业县北部部分地区及逻沙乡西部等。乐业县北部地区高温炎热天气多，夏季地方性降水少，

干旱明显，森林植被条件较差，阳光直射，对猕猴桃的生长影响较大，不适宜大面积种植。逻沙乡西部雨水充足，但气候湿冷，光照和积温均不能满足猕猴桃正常生长，也不适宜大面积种植。

4.2 生产建议

气候是影响猕猴桃生育、产量、品质最重要也是最活跃的生态因子，本区划采用 6 个与猕猴桃关系密切的气候因子为指标，结合地形因子进行分析，较为合理的划分了猕猴桃在乐业县的最适宜、适宜、次适宜和不适宜种植区，得到了与实际较一致的细网格气候区划图，为万亩猕猴桃出口生产基地的建设提供了参考依据。

根据区划结果，乐业县中北部海拔 600 ~ 1 200 m 的山区是种植猕猴桃的最适宜区，“万亩猕猴桃出口生产基地”项目可在该区域内适当扩大种植规模，增加投入，大力推广种植“红阳”、“金桃”等优良品种。次适宜区整个水热条件明显不如适宜区和最适宜区，且常有干旱干扰，不宜大面积栽培，只能选择温凉湿润的小气候环境零星种植。

在最适宜区和适宜区栽培猕猴桃，气象条件能满足或基本满足猕猴桃生育的需要，但在某些气候异常年份，仍存在低温冻害、干旱等气象灾害。因此，生产中应针对本地气候特点，适时采取防护措施，科学种植，促进猕猴桃的高产、稳产。

黔南州太阳能资源普查分析

宋启堃，杨 军，易延勇

(黔南州气象局，贵州 都匀 558000)

摘要：利用黔南州 1961~2010 年 50a 的太阳日照时数资料，采用参考辐射站点的办法，对全州 12 个县市的太阳能资源进行了计算和分析评估，得出黔南州太阳能资源总体处于 1 009.25~1 201.12 kW·h/m²·a，全州太阳能的高值区分布在州的南部，罗甸县、平塘县、独山县最高，而最差的则在州的西部长顺县，较差的为贵定县和瓮安县。

关键词：太阳能；资源；普查；黔南州

中图分类号：P422 **文献标识码：**A **文章编号：**1001-7852(2011)02-0102-03

0 前言

在能源缺乏的今天，可再生能源的开发和利用显得十分迫切，而太阳能资源是取之不尽、用之不竭的；同时，太阳能的开发利用对生态环境基本无破坏，因此太阳能利用前景广阔。目前的科技水平已经能通过多种方式利用太阳能，如通过光热转换、生物转换、光电转换、光化学转化等。某地的太阳能储量有多少，分布如何，稳定性如何，是决定通过什么方式开发太阳能的关键。因此正确计算黔南州的太阳能资源的储量，是关系到黔南州太阳能利用成败的关键。

1 资料来源

太阳日照时数资料来源于全州 12 个县市气象台站的日照观测数据，参考站点采用的是贵阳市气象局辐射观测站的观测数据。

2 原理和方法

由于黔南州没有辐射观测站点，通过计算本地

日照时数、日照百分率，天文辐射总量。并参考最近的贵阳市气象局辐射观测站的辐射观测资料，日照百分率等，通过半经验、半理论的方法，计算各月太阳总辐射量，从而得到掌握每年太阳能资源的数量。

2.1 日天文总辐射量

$$Q_n = \frac{TI_0}{\pi\rho^2}(\omega_0\sin\varphi\sin\delta + \cos\varphi\cos\delta\sin\omega_0) \quad (1)$$

式中： Q_n 为日天文辐射总量 (MJ·m⁻²·d⁻¹)； T 为周期 (24×60×60 s)； I_0 为太阳常数 (13.67×10⁴ MJ·m⁻²·s⁻¹)； ρ^2 为日地相对距离； ω_0 为日落时角， $\omega_0 = \arccos(-\tan\varphi\tan\delta)$ ； φ 为地理纬度； δ 为太阳赤纬。

2.2 月太阳总辐射量

由于黔南州没有太阳辐射观测站点，月太阳总辐射，用经验公式 (2) 计算：

$$Q = Q_0(a + bS_1) \quad (2)$$

式中： Q_0 为月天文辐射量，由 (1) 式计算出当月逐日天文总辐射量，然后相加； S_1 为当月的日照时数百分率； a 、 b 为经验系数，根据计算点附近的日

射站观测资料，利用最小二乘法计算求出。

首先选择计算点附近有太阳辐射观测的气象台站——贵阳，作为计算系数的参考点。根据参考点历年观测的太阳总辐射和日照百分率，计算系数 a 和 b ，其计算公式如（3）：

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n (S'_{li} - \overline{S'_{li}})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (S'_{li} - \overline{S'_{li}})^2} \quad (3)$$
$$a = \bar{y} - b \overline{S'_{li}}$$

式中： S'_{li} 为参考站点的逐年月日照百分率； $\overline{S'_{li}}$ 为参考点月日照百分率的平均值； $y_i = \frac{Q'_i}{Q_0}$ 为参考站点逐年月辐射总量与月天文辐射总量的比值； $\bar{y}$ 为参考站点逐年月辐射总量与月天文辐射总量的比值的平均值； n 为选取观测资料的年数。

统计贵阳站的月总辐射量、月天文总辐射量、日照百分率如表 1。

表 1 贵阳参考站点的辐射及日照百分率统计表

Tab. 1 Radiation and the percentage of sunshine statistics of Guiyang reference site MJ · m⁻²

月份	月总辐射量	月天文总辐射量	日照百分率
1 月	148.046 388 9	701.089 927 8	12
2 月	203.568 888 9	761.176 120 2	15
3 月	293.791 944 4	1 010.790 541	22
4 月	372.020 277 8	1 131.588 713	27
5 月	438.542	1 265.506 034	27
6 月	393.982	1 259.044 494	26
7 月	484.432	1 284.937 079	37
8 月	484.990 833 3	1 214.586 131	41
9 月	435.581 666 7	1 049.209 269	32
10 月	249.392 222 2	908.669 258 4	26
11 月	232.43	721.729 344 4	22
12 月	144.487 222 2	656.485 842 4	19

注：经过计算 a 值为 0.141， b 值为 0.68。

3 黔南各县太阳能普查结果

根据对黔南州太阳能资源的综合分析研究，得出黔南州太阳能资源总体处于 1 009.25 ~ 1 201.12 kW · h/m² · a（见表 2）。

表 2 全州各县（市）太阳能资源储量表

Tab. 2 Qiannan counties (cities) solar energy resource reserves table

县(市)名	年辐射/MJ · m ⁻²	太阳能/kW · h · m ⁻² · a ⁻¹
长顺县	3 633.30	1 009.25
都匀市	3 855.50	1 070.97
独山县	4 098.74	1 138.54
福泉市	3 843.17	1 067.55
贵定县	3 710.65	1 030.74
惠水县	4 015.55	1 115.43
荔波县	3 879.34	1 077.59
龙里县	4 005.53	1 112.65
罗甸县	4 324.04	1 201.12
平塘县	4 166.03	1 157.23
三都县	3 884.04	1 078.90
瓮安县	3 779.42	1 049.84

从表 2 可以看出，黔南州太阳能资源最好的在罗甸，其年总量每平方米为 1 201.12 kW，次之为平塘，其年总电量每平方米 1 157.23 kW。第三为独山县，其年总电量每平方米为 1 138.54 kW。

从黔南州太阳能分布图来看（如图 1），全州太阳能的高值区均在南部，分别是罗甸、平塘、独山。而最差的则在州的西部长顺，较差的为贵定和瓮安。从图可看出一个从西南向东北的一条分界线，西北部少于东南部。

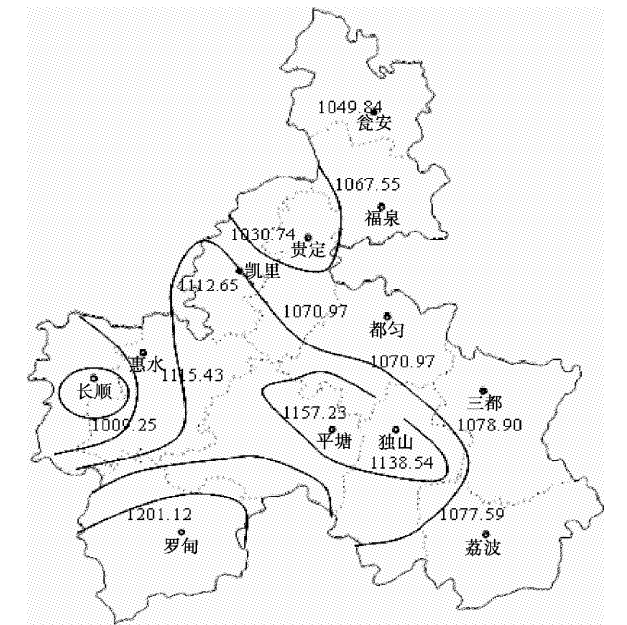


图 1 黔南州太阳能资源分布图

Fig. 1 Distribution of solar energy resources in Qiannan

4 结论

黔南州太阳能资源分布西北部少于东南部。
由于黔南州地形复杂，在高山台地由于太阳高度角减小，云层遮蔽变少，其太阳能可能会更高。

要开展太阳能资源开发，可在南部地区日照较好的高山台地上进行更加细致的辐射考察。
由于黔南州没有太阳能辐射观测，所有结果均以日照时数和贵阳辐射站点参照来计算，今后可建设辐射站，其普查的结论会更接近真实情况。

参考文献：

[1] 宋军, 刘莉. 大连市太阳能资源评估分析 [J]. 安徽农业科学, 2009, 37 (8): 3666 – 3667; 3669.
[2] 李一平, 杜成勋, 陈永琼, 等. 攀枝花太阳能资源评价 [J]. 高原山地气象研究, 2009, 29 (1): 44 – 50.
[3] 陈巧, 农国傲, 熊坤, 等. 商丘地区太阳能资源分布和气候分析 [J]. 安徽农业科学, 2009, 37 (27): 13173 – 13174; 13223.
[4] 李月高, 汪青春. 柴达木盆地太阳能资源分布及评估初探 [J]. 青海科技, 2009 (2): 31 – 34.
[5] 廉士欢, 靳英华, 彭聪. 柴达木盆地太阳能资源分布及评估初探 [J]. 气象与环境学报, 2009, 25 (3): 30 – 34.

THE SURVEY OF SOLAR ENERGY RESOURCES IN QIANNAN PREFECTURE

SONG Qi-kun, YANG Jun, YI Yan-yong
(Bureau of Meteorology in Qiannan Prefecture, Duyun 558000, Guizhou, China)

Abstract: By using the information of solar sunshine hours data from 1961 to 2009, approach using reference radiation site and 12 counties of the state’s solar energy resource assessment of the calculation and analysis, we know that solar energy resource in Qiannan Prefecture is mainly located between 1 009. 25 ~ 1 201. 12 kW · h/m² · a. The high valuable area of solar energy located in the southern state and Luodian County, Pingtang County, Dushan County are the highest, The worst in the western state is Changshun County, the Weng’an County and Guiding County is worse.

Key words: solar energy; resources; survey; Qiannan Prefecture

~~~~~  
(上接第 89 页)

THE STATISTICAL ANALYSIS TO THE SOUTH CONDITIONER WHICH CAUSE THE TORRENTIAL RAIN IN HONGHE PREFECTURE

LI Yan-chun, YE Wen-qun, LAN Lan  
(Honghe State Meteorological Bureau, Mengzi 661100, Yunnan, China)

**Abstract:** This paper uses the MICAPS general materials of 1980 – 2009, TloP picture, the 24 hours rainfall of Honghe Prefecture, to take a statistical analysis to the South conditioner, which caused the torrential rains in Honghe Prefecture. The analytical results suggest that South conditioner which caused the torrential rain in Honghe Prefecture will appear on October to the May of next year, and this kind of torrential rain will become more often on November. When the South conditioner affect Honghe prefecture, The torrential rainfall frequentness in middle and south counties and towns will be higher, and the highest frequentness of torrential rainfall will eppear in the south, the lower in the nouth of Honghe prefecture. The strong South conditioner going with the 700 hPa jet flow, the week South conditioner which move to the east going with the shear line 700 hPa, or going with the south china sea high, usually can cause the torrential rain of the whole prefecture.

**Key words:** South conditioner; Honghe Prefecture; torrential rain

# FY-2C 资料进行云顶粒子热力学相态分析应用初探

韦春霞, 黎云, 邓丽玲

(河池市气象局, 广西河池 547000)

**摘要:** 利用“9210”系统下发的 FY-2C 图像资料数字化信息, 依据高云、中云、低云在可见光波段和红外波段具有不同的光谱特性, 结合水汽通道和红外通道对密蔽云系的辐射特性, 分析了 2008 年华南低温雨雪冰冻期间红外、水汽、可见光 3 个通道云系的辐射特征, 发现了有利于识别水云、冰云和冰水混合云的方法。同时指出, 对于密蔽云系, 当水汽亮温值大于 0℃ 而红外亮温值小于 0℃ 时, 云顶粒子的热力学相态为过冷却液态水的可能性大于冰晶结构的可能性。根据上述辐射特性分析制定了云类的识别方法。实例分析结果表明这种方法能较好地分离出易产生冻雨的云体中缺少成冰核的过冷却液态水云。

**关键词:** FY-2C 卫星; 遥感监测; 华南; 云顶粒子; 相态

**中图分类号:** P45      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1001-7852(2011)02-0105-06

## 0 引言

2008 年冬季, 华南遭受了历史罕见的低温雨雪冰冻灾害, 其中持续 20 多天的冻雨天气是形成冰冻灾害的关键因素。有关文献<sup>[1-2]</sup>指出, 出现冻雨时大气垂直结构具有“上下冷、中间暖”的逆温特征, 中空暖层的存在有利于融化来自高层的冰晶或雪花。但逆温层的存在不是发生冻雨的充分条件, 当 3 000 m 以下的气层温度在 0℃~15℃, 有丰富的凝结核和水汽供应, 而缺乏冻结核(成冰核)时也可以形成冻雨。因此分析降水云体中是否存在成冰核是预报冻雨、雨夹雪或者冰粒的着眼点。

有研究表明<sup>[3-9]</sup>, 利用卫星资料可以进行云分类及云体粒子热力学相态的分析。本文利用“9210”系统下发的 FY-2C 红外(10.3~11.3 μm)、水汽(6.3~7.6 μm)以及可见光(0.58~0.68 μm)等 3 个通道图像资料数字化信息, 分析 2008 年华南低温雨雪冰冻灾害期间各通道的辐射特征, 定性判别影响华南的云种类、云体微结构及其产生的降水性质。

## 1 资料处理方法

“9210”通信系统广播的 FY-2C 图像产品主要有可见光、红外和水汽图像, 产品大小为 521×512(像元), 二进制码格式。产品数据部分为 256 个两字节长的整数定标数据, 定标数据块描述的是图像灰度值与探测物理量之间的关系。通过解码读取卫星图像的定标数据, 然后将定标数据与相应物理量文件对照, 从而获得对应的参数象素值如辐射亮温值、反射率等。本文处理了 2008 年 1 月 15 日~2 月 3 日共 20 d 逐时次的 FY-2C 红外、可见光、水汽等 3 个通道的图像资料, 其中可见光云图适用时段为 07 时~18 时。

## 2 卫星图像资料进行云分类及云顶热力学相态分析的物理基础

### 2.1 云的分类及云体粒子热力学相态特征

根据云的常见云底高度, 云被分为高云、中云和低云 3 族。一般来说, 高云都在 4.5 km 以上, 中云云底在 2.5~4.5 km, 低云云底为 0.1~2.5

km。在云物理学上则由云的微结构可分类为水云、冰云和冰水混合云。对应于国际云图分类体系的 10 种云属，低云中的层积云（Sc）、层云（St）为水云，云粒子是温度在 0℃ 以上的液态水滴；高云如卷云（Ci）、卷层云（Cs）、卷积云（Cc）为冰云，云体粒子是由温度小于 0℃ 的固态冰晶组成；对于积云（Cu）、积雨云（Cb）、高积云（Ac）以及发展旺盛的雨层云（Ns）、高层云（As）等中低云则为冰水混合云，云体粒子是冰晶、温度在 0℃ 以下的过冷却水滴或温度在 0℃ 以上的水滴共同组成。

2.2 卫星图像资料进行云分类及云顶热力学相态分析的物理基础

有关文献<sup>[8]</sup>指出，红外图像描述的是每一点的辐射亮温值，亮温值因云顶温度随高度递减呈现出明显的层次。水汽图像来自于红外光谱，水汽的分布高度一般高于云顶的高度，有云存在时图像反映的是云而不是水汽，其色调的深浅反映了云顶温度的高低，与红外图像的亮温差别不大，反之云很少或晴空时，水汽图像反映的是水汽，而红外图像看到的是地表或海表，两者的亮温差别就比较大，深色调反映的是水汽含量较少的区域。可见光图像表示的每一点的反射率，反射率与云的厚度、云粒子的大小和分布以及云的成分（冰或水）相关。因此，利用卫星图像信息可以明确地区分出红外亮温值较低且具有高反射率的积云、积雨云，应用水汽亮温值与红外亮温值在高云上的相关性能划分出卷

云、卷积云及卷层云等高云，这样可以研判出含有成冰核的 3 类冰云和 2 类冰水混合云。层积云、层云、高积云、雨层云、高层云等云系通常具有较好的密蔽性。对于密蔽云系，水汽亮温值大小具有反映云顶温度高低的特性，红外亮温值可以代表所在层次的环境温度。因此，综合应用红外、水汽亮温值可进一步判别这 5 类云中是否含有成冰核，当水汽亮温值大于 0℃ 而红外亮温值小于 0℃ 时，云顶粒子为冰晶结构的可能性较小，为过冷却液态水的可能性较大。

3 FY-2C 资料在云分类及云顶粒子热力学相态分析中的个例应用

以 2008 年 1 月 15 日为例，分析卫星云图红外、水汽、可见光 3 个通道的辐射特征，寻找识别水云、冰云、冰水混合云的方法。

图 1 是 MICAPS 平台显示的 2008 年 1 月 15 日 12 时 FY-2C 红外、水汽以及可见光图像。从图上沿东经 110 度可以大致识别出 6 个区间的云分布特征：靠近赤道区域为晴空区，10°N 附近存在着发展旺盛的对流云团，海南岛到广西南部是浅薄的低云，长江和黄河之间有中高云活动，黄河以北为较薄的高云。广西北部至长江一带为较厚的混合云所覆盖，较难判断降水是来自水云、冰云或冰水混合云。

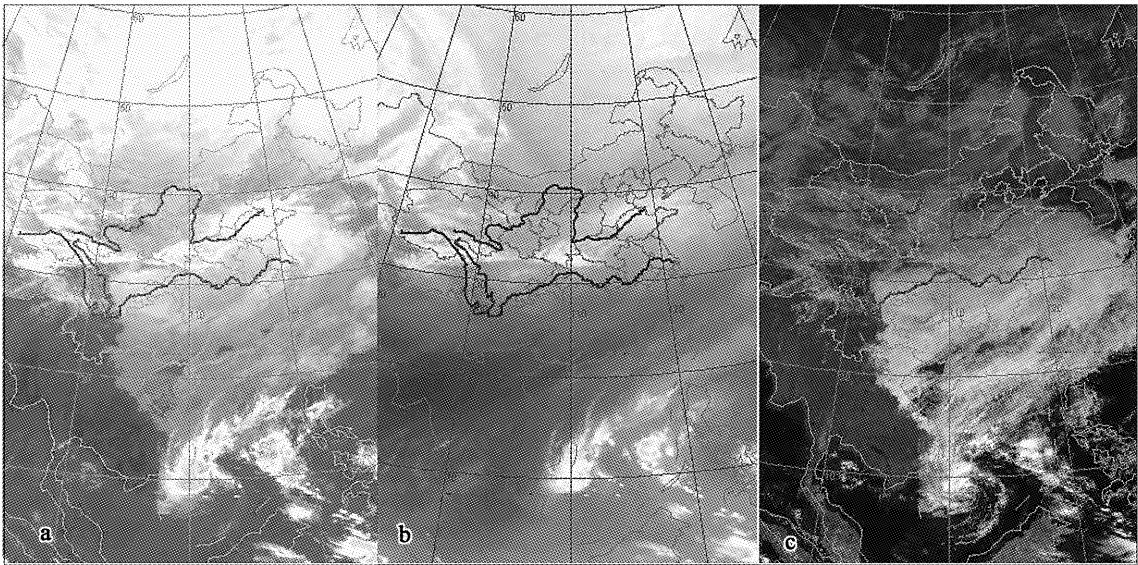


图 1 2008 年 1 月 15 日 12 时卫星云图  
a. 红外；b. 水汽；c. 可见光  
Fig. 1 FY-2C Satellite images at 12 15 January 2008  
a. infrared；b. water vapor；c. visible light



下面通过图像的数字化信息进一步分析云系的辐射特性。图 2 为 2008 年 1 月 15 日 12 时卫星图像像素元沿东经 110 度的剖面图。从图中可以看出各个通道对不同云类的辐射特性。区间Ⅰ(0~5°N)红外亮温值出现在 10℃以上的高值区,水汽亮温值在 0~10℃,两者数值差大于 0℃,可见光反射率低于 0.2,可判别出该区域海水表面上存在着零散的淡积云,空中 625 hPa 以上含有少量的水汽。区间Ⅱ(7~11°N)红外亮温值出现在 -30℃以下的低值区,最小值达到 -60℃,水汽亮温值低于 -30℃,红外与水汽亮温差小于 -10℃,说明云顶高度已达对流层上层,400 hPa 以上水汽含量十分丰富,同时可见光反射率达到 0.4~0.7,反映该区域存在着发展旺盛的对流云,云顶粒子相态为冰晶。区间Ⅲ(13~25°N)红外亮温值在 0~10℃范围内,水汽亮温值保持在 10~20℃高值区,红外与水汽亮温差小于 0℃、

大于 -15℃,可见光反射率在 0.15~0.55,该区域有活跃的淡积云、浓积云或层积云等低云存在,云顶粒子相态为温度大于 0℃的水云,环境场中 700 hPa 以上的水汽含量很少,不利于积云向高层发展。区间Ⅴ(30~35°N),红外及水汽亮温值都在 0℃以下,红外最大亮温值低于 -50℃,红外与水汽亮温差在 -5~-25℃,反映该区域内云系发展比较旺盛,中高层水汽比较充沛,但可见光反射率只有 0.2~0.4,说明云系主体为不太厚的中高云,云顶粒子相态为冰晶。区间Ⅵ(35°N 以北)红外及水汽亮温值都在 0℃以下,红外最大亮温值不低于 -40℃,红外与水汽亮温差小于 0℃,中高层水汽含量较丰富,可见光反射率在 0.25 以下的低值区,可以判别该区域存在着较薄的高云如卷积云、卷层云等冷云。

在区间Ⅳ(25~30°N),各通道像素元的数值没有明显的高低值出现,利用各个通其中:图 2a 是红外、水汽亮温值,图 2b 是对应像素元的红外与水汽亮温差值,图 2c 为可见光反射率。针对不同云种的遥感特性,采取逐步排除法来判断云的种类。首先,红外亮温值在 0~-15℃,排除低云中亮温值低于 -20℃的积云和积雨云;其次,可见光反射率为 0.25~0.55,反映该区域的云体具有一定厚度,排除第 3 种云具有 0.60 以上高反射率的高积云;第三,水汽亮温值在 0~10℃,表明大气只在 625 hPa 高度上下含有少量的水汽,排除如卷云、卷积云、卷层云等 3 种高云的存在,同时排除发展高度达 4 000 m 以上的雨层云和高层云。经过上述 3 个步骤基本排除 5 种云顶粒子以冰晶为主的冷云,云系中可能存在的云种有云顶高度在 4 000 m 以下的积云、雨层云、高层云及不超过 2 500 m 的层积云、层云,即云体粒子是由冰晶、温度在 0℃以下的过冷却水滴以及温度在 0℃上的水滴共同组成的混合云。进行第四步分析,从 15 日探空温度露点差沿东经 110 度的垂直剖面图(图 3)来看,长江一带 700~250 hPa 温度露点差大于 30℃,说明该区域中空水汽含量低,不利于生成云顶高度在 3 000 m 以上具有冰晶结构的中高云。对应卫星图像的数字信息,该区间云系的反射率值为 0.25~0.40,说明云体具有一定的厚度且为密蔽云系,云系的水汽亮温值大小具有反映其云顶温度高低的特性,红外亮温值可以代表所在层次的环境温度。从图 2 中可以看到,区间Ⅳ云系的水汽亮温在 0℃以上,红外亮温处于 -10~0℃,两者的绝对差值超过 10℃,可以定性判别云顶粒子为冰晶状态的可

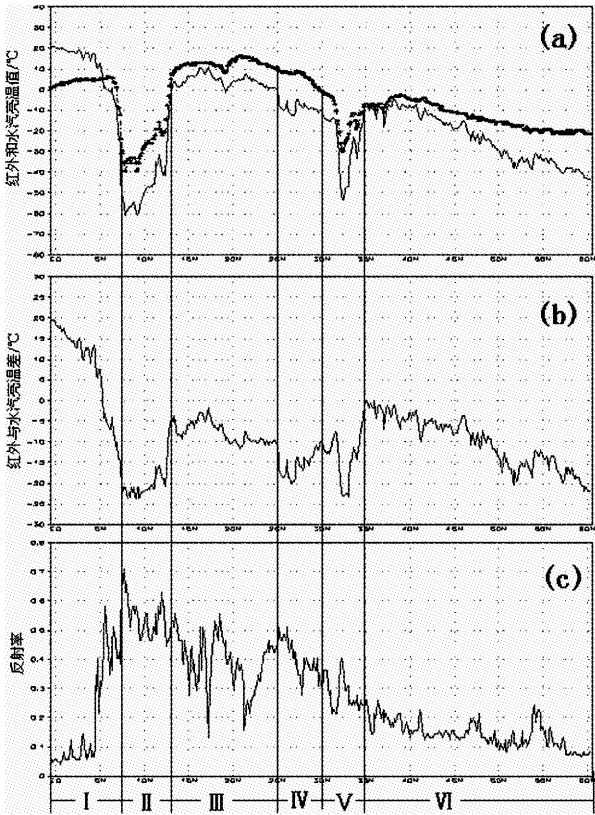


图 2 卫星图像像素元沿东经 110 度剖面图  
a. 红外与水汽亮温值; b. 红外与水汽亮温差值;  
c. 可见光反射率

Fig. 2 Satellite image pixels along the longitude 110 degrees per profile  
a. infrared brightness temperature and water vapor;  
b. the value of infrared and water vapor brightness temperature difference; c. Visible light reflectivity

能性不大，混合云中云顶粒子主要组成部分为温度在 0℃ 以下的过冷却水滴。

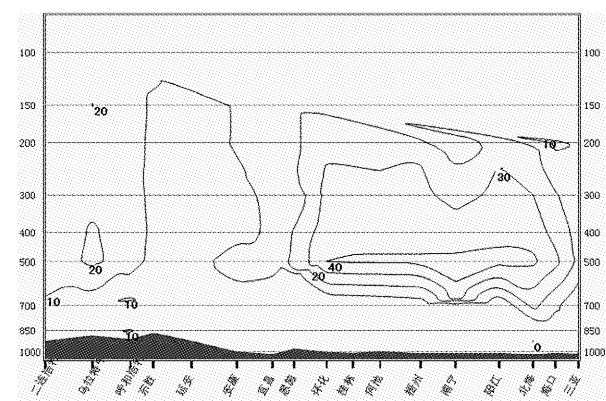


图3 2008年1月15日08时T-Td（温度露点差）沿东经110度的空间剖面图

Fig. 3 T-Td along longitude 110 degrees of space profile at 08 15 January 2008

对于Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅴ、Ⅵ等5个区间，通过像素元的数值对云种类进行判别，结果与图1看图识云的方法一样，且后者方面直接。对于区间Ⅳ，利用前者能更好地划分出混合云的种类及其云顶粒子的热力学相态，可用来进一步区分降水的性质和形态。应用上述3个通道的辐射特性制定识别水云、过冷却液态水云、冰云、冰水混合云的方法，并形成 micaps 数据格式，应用于降水性质的定性分析。

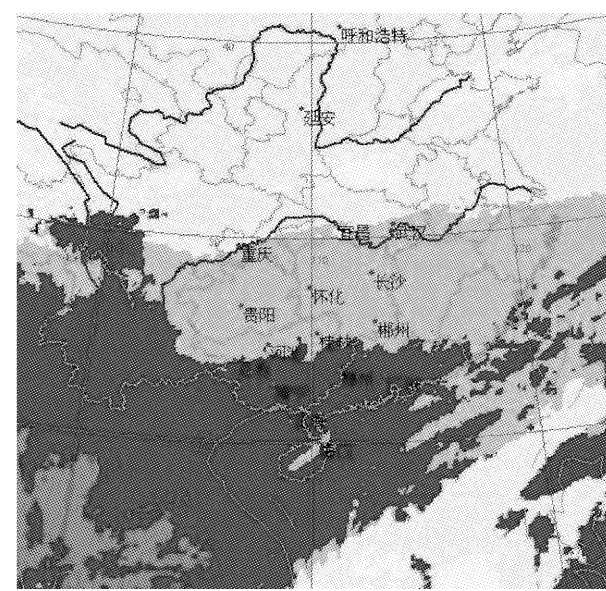


图4 2008年1月15日14时云类识别反演合成图

Fig. 4 Inversion composite image of cloud type identification at 14 15 January 2008

图4给出了 micaps 平台显示的 2008 年 1 月 15 日 14 时云类识别反演合成图。图中较清晰地区分出华南南部为液态水云，华南北部至长江为大范围的过冷却液态水云覆盖，长江以北对流层中高层水汽含量较高，显示为冰云覆盖区。

#### 4 2008 年低温雨雪冰冻期间广西云种类及云顶粒子热力学相态的时空分布特征

1 月 13 日至 2 月 3 日，华南上空一直覆盖着较密蔽的云系。应用前述云类识别方法，分析合成图逐日演变情况，探讨 2008 年低温雨雪冰冻期间影响华南降水性质的云类及其时空分布特征。

第一阶段，1 月 12 日至 24 日降水云系中水云占主导，其中华南北部为过冷却液态水云，多冻雨天气。1 月 12 日，有红外亮温值小于 0℃ 的云系从湖南南部进入广西北部桂林，至 1 月 24 日 23 时，桂北云系的红外亮温在 -15~5℃，有 90% 的时段亮温值保持在 -10~0℃，（图 5a），桂南云系的红外亮温在 -5~15℃，有 90% 以上的时段亮温值在 0~10℃（图 5b），这期间南北云系的水汽亮温值绝大部分时段在 0℃ 以上，红外与水汽亮温差值较大，可见光反射率维持在 0.25~0.55，云系有一定厚度。同时，500 hPa 高度场上温度露点差始终在 30℃ 以上，高空水汽含量少，不容易形成含有冻结核的中高云。影响广西的云系主要是云顶高度在 4 000 m 以下、不含有冰晶的中低云组成，其中桂北混合云的云顶粒子热力学相态为温度低于 0℃ 的过冷却水滴，桂南混合云的云顶粒子热力学相态为温度大于 0℃ 的水滴。

第二阶段，1 月 25 日至 2 月 2 日降水云系为冰云、水云交替出现，固态、液态降水并存，冰冻范围扩大。1 月 25 日 0 时至 26 日 12 时，从北部湾海面及中南半岛北部有明显的带状云系进入广西中东部，云系的红外亮温值最低达到了 -54℃，水汽亮温值最低小于 -20℃，红外、水汽亮温值 < -10℃ 的覆盖面很广，两者之间线性关系十分明显，可见光反射率在 0.4~0.55，合成图显示中高云为主体的冰云，水汽含量充分，云顶高度高，云顶粒子的热力学相态为冰晶。1 月 28 日 0 时，孟加拉湾云系进入广西西部，该云系的水汽亮温值有 0~-10℃ 的低值区，红外亮温值在 -10~-30℃，可见光

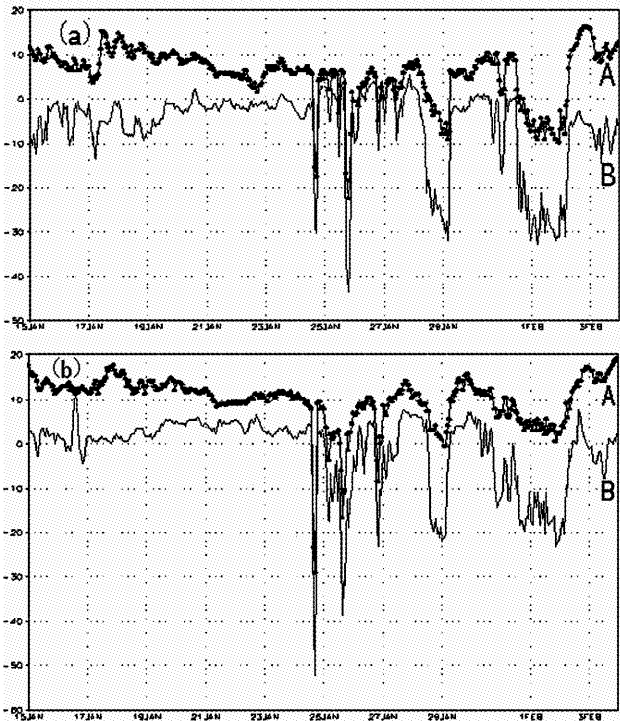


图 5 卫星图像信息单像素元时间演变图

A. 红外亮温; B. 水汽亮温

(a) 桂林附近点; (b) 南宁附近点

Fig. 5 Satellite image information per time evolution  
of a single pixel map

A. brightness temperature; B. water vapor brightness temperature

(a) near the point of Guilin; (b) near the point of Nanning

反射率最高达到了 0.6, 合成图显示中高云为主体的冰水混合云, 云体中冰晶含量较少, 过冷却液态水的含量多。28 日 10 时至 29 日 23 时水汽亮温值

小于 0℃ 的云体自西向东影响广西, 在 29 日凌晨, 水汽亮温 0℃ 线最南端抵达广西南部北纬 22.5 度附近。1 月 30 日 0 时有云系从中南半岛进入广西西南部, 此云系至 1 月 31 日 13 时影响广西中东部, 其水汽亮温值维持在 5℃, 红外亮温值小于 0℃ 的面积不大, 可见光反射率仍维持在 0.25~0.56, 合成图显示云系为具有一定厚度的中低云, 云体中温度大于 0℃ 的液态水滴含量较大。31 日 14 时有红外亮温值小于 -20℃ 的云系从贵州进入广西北部, 对应的水汽亮温值低于 0℃, 至 2 月 2 日 08 时, 云系自西向东影响广西, 期间红外亮温值低过 -30℃, 水汽亮温值也低至 -10℃ 以下, 合成图显示云系为含有丰富成冰核的冷云。

### 5 结论

通过详细分析 2008 年华南低温雨雪冰冻期间 FY-2C 卫星云图数字化信息发现: 综合应用红外、水汽、可见光 3 个通道的辐射特性可以识别水云、冰云和冰水混合云; 对于密蔽云系, 当水汽亮温值大于 0℃ 而红外亮温值小于 0℃ 时, 云顶粒子的热力学相态为过冷却液态水的可能性大于冰晶结构的可能性。

根据 3 个通道的辐射特性制定了云类的识别方法, 反演结果表明这种方法能较好地分离出易产生冻雨的云体中缺少成冰核的过冷却液态水云, 为日常业务研判降水性质以及分析评估冰冻灾害时空分布特征提供了科学依据。

### 参考文献:

[1] 朱乾根, 林锦瑞, 寿绍文. 天气学原理和方法 [M]. 北京: 气象出版社.

[2] 吴兑. 解读冻雨、雨淞和雾淞 [N]. 中国气象报, 2008-02-18 (03).

[3] 许健民, 张其松, 方翔. 用红外和水汽两个通道的卫星测值指定云迹风的高度 [J]. 气象学报, 1997, 55 (4): 408-417.

[4] 师春香, 瞿建华. 用神经网络方法对 NOAA-AVHRR 资料进行客观云分类 [J]. 气象学报, 2002, 60 (2).

[5] 白惠卿, 方宗义, 吴蓉璋, 等. 基于人工神经网络的 GMS 云图四类云系的识别应用 [J]. 气象学报, 1998, 56 (4): 402-409.

[6] 刘健, 董超华. FY-1C 资料在云顶粒子热力学相态分析中的应用研究 [J]. 大气科学, 2003, 27 (5).

[7] 王立志, 李俊, 周凤仙. GMS-5 四通道云图的自动分类及其在定量降水估算中的应用 [J]. 大气科学, 1998, 22 (3): 371-378.

[8] 戴丛蕊, 徐虹, 金燕. 卫星遥感资料在云南大雾监测中的应用 [J]. 云南地理环境研究, 2008, 20 (6): 51-54.

[9] 金燕, 徐虹, 戴丛蕊. FY-1D 资料在云南辐射雾监测中的运用 [J]. 云南地理环境研究, 2009, 21 (5): 69-72; 112.

[10] 董超华. 气象卫星业务产品释用手册 [M]. 北京: 气象出版社, 1999.

[11] 北京大学地球物理系大气物理教研室云物理教学组. 云物理学基础 [M]. 北京: 农业出版社, 1981.

FY – 2C DATA ANALYSIS OF CLOUD PARTICLE PHASE  
APPLICATION OF THERMODYNAMICS

WEI Chun-xia, LI Yun, DENG Li-ling  
(*Hechi Meteorological Bureau, Hechi 547000, Guangxi, China*)

**Abstract:** Use of “9210” system issued FY – 2C image data of digital information, based on its high cloud, cloud, low cloud in the visible and infrared bands have different spectral characteristics, combined with water vapor channel and the infrared channel on the dense cloud of radiation system characteristics of South China in 2008 during the snow and ice infrared, water vapor, three-channel visible radiation characteristics of cloud systems, found in favor of the recognition Ectocarpus, ice clouds and cloud ice mixing method. Also pointed out that department for the dense cloud, when the water vapor brightness temperature is greater than 0 ℃ and the infrared brightness temperature value is less than 0 ℃, the cloud thermodynamic phase state of particles through the cooling liquid is more likely than the possibility of ice crystal structure. According to the radiation characteristics of cloud systems developed identification methods. Example shows that this method can separate the prone body of freezing rain cloud over the lack of ice core cooling liquid water clouds.

**Key words:** FY – 2C Satellite; remote sensing; South; cloud particles; phase

（上接第 101 页）

参考文献:

[1] 苏永秀, 李政. 八角的气候生态特性及其经济布局区划 [J]. 中国农业气象, 2007, 28 (1): 57 – 60.  
[2] 刘春艳, 叶小峰. 猕猴桃在铅山县种植的气候条件分析 [J]. 江西农业学报, 2008, 20 (12): 55 – 56.  
[3] 吴战平, 谷晓平, 徐丹丹, 等. 猕猴桃栽培的生态气候适应性研究 [J]. 气象科技, 2008, 36 (6) .  
[4] 刘敏, 刘云鹏, 刘宗芳, 等. 夷陵区野生猕猴桃生态气候适应性及其区划 [J]. 湖北气象, 2003 (2) .  
[5] 王熙龙, 封光伟. 红心果猕猴桃引种表现及对环境条件的要求 [J]. 山西果树, 2008 (3) .  
[6] 徐丹丹, 黄桔梅, 谷晓平, 等. 贵州猕猴桃人工栽培生态气候条件调查 [J]. 贵州农业科学, 2007, 35 (3): 30 – 31.  
[7] 庞庭颐. 广西山区夏凉气候资源的合理开发与利用 [J]. 广西气象, 2001, 22 (1) .  
[8] 苏永秀, 丁美花, 李政, 等. GIS 在广西龙眼种植优化布局中的应用 [J]. 农业工程学报, 2006, 22 (12) .

ADAPTABILITY ANALYSIS OF ECOLOGICAL CLIMATE AND REGIONAL  
RESEARCH ON THE KIWIFRUIT IN LEYE COUNTY

NONG Wan-jiang<sup>1</sup>, LUO Xin-ning<sup>1</sup>, LI Zheng<sup>2</sup>  
(1. *Leye Weather Station, Baise 533200, Guangxi, China;*  
2. *Institute of Meteorology Disaster Reduction of Guangxi, Nanning 530022, Guangxi, China*)

**Abstract:** Based on requirement of kiwifruit growth and development to climate, climatic division of kiwifruit growing in Leye County was made with GIS technology and climatic resource in small grids analytic method, using observed climatic data from Leye weather station and landform information. Leye County was divided into 4 regions from suitable growing to unsuitable growing according to this division results. The special map of kiwifruit growing division was drawn out. Reasonable suggestions on distribution and development of kiwifruit were put forward.

**Key words:** kiwifruit; Leye County; climate; division