沈 阳 故 事

沈阳故宫之紫气东来殿

沈阳故宫之大殿

张氏帅府之大青楼

张氏帅府之老虎厅

原边业银行现沈阳金融博物馆

辽宁省博物馆

ISSN 1001-7852

刊号：ISSN 1001-7852 / CN53-1079/P

公开发行

国内定价：15.00 元

云南地理环境研究 第二十六卷 第五期 二〇一四年十月

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

ISSN 1001-7852

云南地理环境研究

第 26 卷　第 5 期　Vol.26 No.5　2014 年 10 月

北国都市

云南大学 主办

YUNNAN GEOGRAPHIC ENVIRONMENT RESEARCH

本　刊　声　明

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

云南地理环境研究

YUNNAN DILI HUANJING YANJIU

（双月刊　1989 年创刊）

第 **26** 卷　第 **5** 期　**2014** 年 **10** 月出版

国内统一刊号　**CN53-1079/P**

YUNNAN GEOGRAPHIC ENVIRONMENT RESEARCH

（Bimonthly　Started in 1989）

Vol.**26**　No.**5**　Oct.，**2014**

国际标准刊号 **ISSN 1001-7852**

主　　管　云南省教育厅

主　　办　云南大学

主　　编　林文勋

副 主 编　徐　旌

出版发行　《云南地理环境研究》编辑部

（昆明市学府路 20 号，邮政编码：650223　电话：0871-65134021

电子邮件：1423307537@qq.com

网络地址：//www.ger.ynu.edu.cn）

国外发行　中国国际图书贸易总公司

（北京 399 信箱　100044）

印刷装订　云南佳裕印刷有限公司

Editor：Editorial Office of YGER

Yunnan Institute of Geography

(20 Xuefu Rd.，Kunming 650223, China.

E-mail：1423307537@qq.com

http：//www.ger.ynu.edu.cn)

Editor-in-Chief：LIN Wen-xun

Publisher：Editorial Office of YGER

Distributor：Editorial Office　of YGER

Abroad：China International Book Trading Corporation　(GUOJI SHUDIAN)

(P.O.Box 399, Beijing 100044, China)

International Periodical No.：4101（BM）

《云南地理环境研究》稿约简则

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

云南地理环境研究

第 26 卷　第 5 期　2014 年 10 月

目　　次

期刊基本参数：CN53－1079/P*1989*b*A4*80*zh*P*￥15.00*1500*12*2014－10

YUNNAN GEOGRAPHIC ENVIRONMENT RESEARCH

Vol. 26 No. 5 Oct. 2014

CONTENTS

基于花卉产业链价值空间分配的区域创新

陈丽晖，张　娜

（云南大学 云南省地理研究所，云南 昆明 650091）

摘要：产业链中的价值的分配反映区域创新能力的差异，价值集聚区更具创新和竞争力。以鲜切花为特色的云南省的花卉产业有着更多的骄傲，但是，基于产业链的价值分配显示出诸多问题，在鲜切花出口、花卉装饰、种球和花文化的系列新产业链中，云南省都不是价值的富集区，即并非最大受益者。与其它省比较，云南省花卉产业的狭隘思维和组织协调能力，反映在区域花卉产业价值集聚的促进作用不足。

关键词：花卉；产业链；价值空间分配；区域创新；云南

中图分类号：F272　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1001－7852(2014)05－0001－09

0　引言

2006 年，中国花卉种植面积占到世界的 1/3，面积和产量都居世界第一位的同时，很多与发达国家花卉产业比较研究，指出中国种植量与出口额、出口量之间严重失衡，附加价值低，利润率很低[1,2]，即花卉生产并没有取得相应的价值。究其原因，已有研究指出主体分工和协作、政策、研发、生产的专业化和质量、物流与销售效率，以及相关配套等诸多方面的不足[3－8]，由于广泛认可的创新对区域发展中的重要作用，针对花卉产业的区域创新，有学者指出其关键是地方能力的动态演进[9]，花文化的创新潜力[10,11]，强调对传统花文化中食谱与药膳等知识进行挖掘[12,13]，与旅游与饮食文化相结合[14－17]。云南花卉商品生产起步于 20 世纪 80 年代末，因呈贡县斗南镇几家农户种植和销售取得较好收益而迅速扩大，成为中国花卉业的主要发展区域。但有关研究显示，云南与浙江、江苏、上海、广东和福建等省份比较，花卉产业创新能力缺乏显著的比较优势，并逐渐被广东、浙江，甚至被上海、北京、江苏等省赶超[18,19]。本文从花卉产业的价值集聚状况来重新审视云南花卉区域创新潜力和不足。

1　产业链研究对区域创新研究的推动

1.1　产业链研究显示世界财富分配集中于具有竞争力的一些地区，诱发区域创新研究热潮

产业链（Commodity chain）最早被定义为："最终结果成为商品的劳动者网络与生产过程"[20]，生产并非只是完成一个产品的投入与产出，而是包括设计、研发、原材料采购、制造和组装、营销和批发等一系列功能，企业通过互为联系的行为链条创造和实现价值[5,21]。这一认知早期被用于竞争力的研究与企业管理，关注组织间网络关系，并取得较好的成效[22,23]。一批学者通过全球商品链（Global commodity chains，GCCs）分析出全球的组

收稿日期：2014－09－12；**修订日期**：2014－10－08.

基金项目：云南省自然科学基金项目"基于花卉产业链价值空间分配的区域创新研究"（2010CD011）；国家自然科学基金项目"传统作物品种农家保护驱动力及其经济调控的地域基础"（41161088）资助.

作者简介：陈丽晖（1968－），女，湖南省益阳人，研究员，博士，主要从事区域经济研究.

织新形势和变化，建立起微观与宏观（企业与全球经济）之间的联系，发现当标准化批量生产转向消费驱动的生产时，对空间有了更高的要求[24]，生产网络空间在全球碎化和扩散的同时，也呈现出在特定区域的集中与整合，而财富分配集中于那些具有竞争力的一些地区，进一步引发人们对区域竞争力和创新的关注与研究[23,25]。如将世界划分为核心－半边缘－边缘区3种类型区域来统计不同商品生产量的分布状况，提供了一种较好价值分配的空间视角和工具，因而被广泛地用于反映世界经济结构和变化趋势[26]。基于此，笔者从云南花卉在产业链中的价值份额来推断该区域在花卉产业的相对竞争力和创新力。

1.2 从产业链视角加深了对区域创新机制的认知

（1）终端产品附加值存在差异，单纯嵌入GCCs会降低区域创新动力。

有学者认为中国花卉产业地方集群是否具有创新能力，能否成为全球网络（包括生产网络、贸易网络、知识网络）中重要的功能节点，在于：地方的全球联结能力、地方技术能力，以及与集群演进阶段相匹配的组织模式调适能力[9]。然而，以同一产业终端产品附加价值的高低为标准来划分全球产业链，产品附加价值高的产业链在同一产业全球价值链中居于主导地位，链上的各利益主体可分享到较多利益[5]。同时，GCCs方法的分析发现“新的国际劳动分工”意味着特定的国家产品专业化水平的提高，从而最大限度地缩小了特定产业在新兴工业化国家（newly industrializing countries，NICs）向高附加值、更有利润产品升级的程度[23]。因此，我国花卉产业不能局限于单纯嵌入GCCs，应构建终端产品附加值高的新产业链结构。

（2）打破传统产业划分局限，反映区域创新力，推动产业研究中对文化的关注和再认知。

近20年来的产业链研究，在传统企业战略作用、熊比特创新理论[27]、竞争形式对全球劳动力分工改变等研究基础上有了新的发展：以迈克尔·波特为代表的价值链（Value Chain）方法侧重于国家竞争力动力机制，指出技术专利、产品差异性、品牌声誉、与消费者关系，以及持续的产业升级等才是决定企业国际竞争力的更重要因素[22,28]，服务业、组织、制度框架、创新环境、消费文化和自主创新能力等重要性在实证案例中反复被强调[29－34]。区域创新系统（Regional innovation system，RIS）也从过去科教知识机构和政府的自上而下实施的狭义“研发”内涵[35]，拓展到包括隐性知识密集型经济活动的产业集群中，中小企业之间的互相学习、传统知识学习和自下而上的广义“学习区域”[36－39]。这也是发达国家对高新技术严格保密同时，鼓励向东方学习传统文化知识的重要原因。有学者认为忽视文化的巨大拉动作用是云南花卉产业发展的瓶颈所在[15]。那么，文化如何在产业链中实现花卉的价值呢？如何反映不同地方文化对区域创新的影响呢？

由于世界经济的消费驱动和文化转向，以及后工业时代的产业交叉与融合[39]，如休闲农业、产品设计中的人性化和审美权重增加等，以一、二、三产业划分产值的传统区域产业结构理论与方法不能反映现实现象。产业链视角的价值空间分配方法打破这一局限。然而，研究时如何选择产业链，从何开始，从何结束，则涉及到相关的更深理论研究[26]。基于此，可进一步探讨花文化在产业链的价值空间集聚中所发挥的作用。

1.3 组织网络影响产业链整体价值的实现和空间分配，重构节点功能

已有研究显示生产驱动与消费驱动不同产业链中有着不同的关键环节，从而导致生产网络的组织形式和空间安排的差异[29]，有助于更细致地探讨企业与全球之间的经济联系及其原因。产业链的每个环节都有可能产生附加值，也可能成为阻碍因素，具有促进和阻碍双向的潜在可塑性，相关主体的组织网络关系影响到整条价值链的价值增值[5]。当某些空间节点的相关机构不同主体之间的组织网络关系阻碍产业链的顺利形成和商品价值的实现，那么，其它可能节点与主体则可能促成产业链的重构，并以其它空间节点替代其功能，表现为价值分配在新的空间节点产生集聚。中国政府通常所宣传的，通过延伸产业链获取更多的附加值是其中一个有效的途径，政府和企业关注于产－供－销的所有环节控制，以及产品的深加工。然而，这一思维忽视了新的世界分工与经济秩序下，产业链中单纯某一环节，尤其关键环节的空间组织形式的改变与创新潜力所带来的区域价值富集。基于此，笔者尝试以花卉产业链的价值空间分布为切入点，剖析不同产业链的某一环节变化所带来的影响。

2　云南省花卉产业链的价值空间分配特征

2.1　传统花卉产业链结构中，在国内占有较大价值份额，良好的产业基础具有区域比较优势

借鉴按区域统计不同商品的生产量表达产业链的价值空间分布的方法[26]，云南在全国花卉产业中的价值空间分配特征显示：花卉产值和花卉出口在全国都占有较大份额，产业基础良好，具有区域比较优势。尤其鲜切花，因云南的低纬高原，冬季温暖，不同海拔提供不同花卉生理特征的天然宜种区，花色与花形在品质上优于其它省份（见图 1）。冬春季节，云南鲜花占全国 90% 左右的市场份额，东南亚、俄罗斯等国家进口玫瑰的 90%，日本从中国进口康乃馨的 80% 都产自云南。

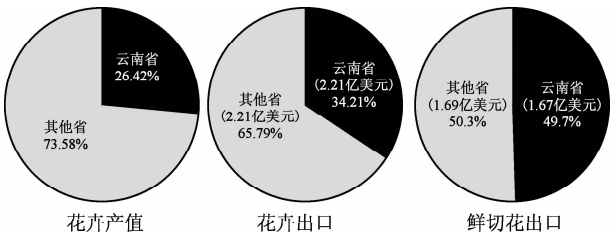


图 1　传统花卉产业链结构中云南省在中国的花卉价值空间分布状况（2013）

Fig. 1　Value distribution of traditional floral industry chain structure in China（2013）

2.2　云南省不是鲜切花出口产业链中价值富集区域，并非最大受益者

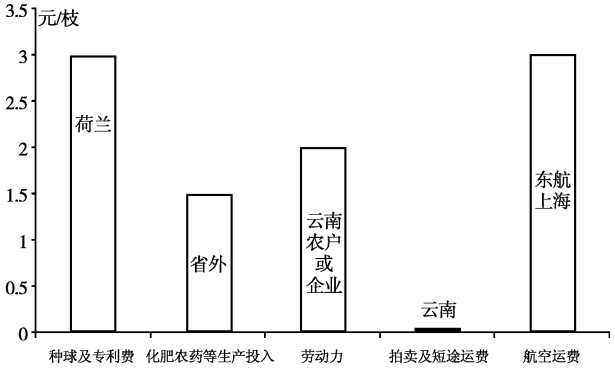


图 2　传统出口日本的百合鲜切花产业链中的价值空间分布（2012）

Fig. 2 Value distribution of traditional lily chain exported to Japan（2012）

作为中国最大的鲜切花生产基地，从 1994 年起，云南鲜切花产销量已连续 19 年居中国第一，出口额占中国的近一半。但是，从产业链的价值分配视角，云南省并非最大的受益区域。

（1）出口种球的荷兰和经营航空运输的东航税收缴纳地上海占据附加值中的最大份额。2013 年，荷兰出口至中国的百合种球近 2 亿粒，其中云南百合种球进口量占全国总进口量的 80% 左右，比 1995 年进口数量增长了 40 多倍，荷兰种球商每年从中国获得大量外汇收入，鲜花种植因成本高，增产不增收[40]，甚至远远低于成本价。2010 年以前，云南省的 80% 鲜切花外销依赖于航空，2012 年，国内的鲜花航空运输主要由东航承担，占东航云南总货运量的 80% 左右[8]，并由此给航空企业的纳税地带来价值集聚。

（2）省外通过园艺设施、化肥、农药和保鲜等商品和服务在产业链中获得价值份额。现代花卉业早已突破了传统种植业范畴，辐射到种苗、农药、肥料、基质、保鲜、设施和设备等相关工业、运输业、商业、自动化控制、旅游业、金融、技术咨询和信息等多行业商品与服务[4,6]。即花卉种植产业可促进相关行业的生产与服务进步，带动起新的技术创新与价值集聚。对昆明花卉市场调查显示，化肥、农药和保鲜剂多源于省外产品，而温室和大棚多直接引进国外省外建造技术，缺乏针对地区自然条件的农机设施。农资和农机等相关行业更多地被纳入消费视角，如统计年鉴中的农机拥有量、化肥和薄腊施用量统计。农业现代化过程中，2013 年，中国农机工业总产值占世界约 45%，位居世界第一，而花卉保护地面积达 1.22×10^4 hm^2 的云南，虽规模居全国第五，机械工业总产值达 561 亿元，在成规模的工业发展指数统计中，却没有农用机械制造业。由《现代农业》杂志和现代农业产业网联合发起评选的“2013 年现代农业创新力企业 100 强”中，没有一家云南的企业入选。

（3）省内包装、拍卖和短途运输生产活动在整个产业链中附加值很低。一体化的物流与市场体系，使荷兰的拍卖，提升花卉附加值，辐射较大范围，机场附近的阿斯米尔拍卖市场成为世界最大鲜花拍卖中心，而大规模的交易活动，使交易额 5% 所计的手续费给该中心带来每年约 2 亿欧元收入[41]。云南在斗南所建的国际花卉拍卖中心（KIFA）虽通过拍卖促成高品质鲜切花的价值实现，

但产－运－销各环节不完善，局限于以云南省的农户和企业为服务对象，辐射范围和交易量有限，价值集聚作用有限。KIFA 有限公司和云南云花联合运输运销公司开展的田间地头到市场的短途运输 0.32 元/束（20 枝），以及包装公司从市场到机场的短途运输 10 元/件（70～100 kg/件），服务价值都几乎得不到体现。相反，因包装标准不统一，保鲜措施差，多次装卸，损失率远高于发达国家，成为负增值环节[42]。

2.3 公路冷链物流打破航运瓶颈，竞争带来水平分工协作，重构鲜切花出口产业链和新节点

鲜切花品质好坏，除生产环节，附加值大多由加工、保鲜、贮运和销售后续环节完成，比其它花卉产品有更高的物流要求，运输成本的高低和保鲜技术是影响竞争力的一个重要环节[3]，组织网络协调发挥关键性作用。荷兰的种植者、拍卖市场、批发商、出口商、零售商、科研机构、中介组织和政府等不同主体分工和协作，围绕拍卖中心建立保鲜、包装、检疫、海关、运输、装卸和结算等环节的一条龙高效物流和市场服务，促成价值链产生最大增值流，球茎、盆花和鲜切花分别占全球贸易额的 80%、50% 和 60%，为世界最强的花卉产业国家[5,8]。

相反，云南鲜切花出口长期因航空运输的直飞航线和航班缺乏、高运费、高损耗和检疫、海关等手续不畅，造成在国际市场上因价格高上缺乏竞争力[1,40,41]，产品以国内市场为主，仅 10% 左右出口。航空运输垄断经营，缺乏内部优化的动力，直到高速公路与冷链结合，昆曼公路通道的开辟，才打破这一瓶颈，云花通过公路直接出口增加（见图3），在曼谷鲜切花市场占有率从不到 10% 提高到 50% 以上，同时，曼谷因物流体系发达、服务质量高、运价低，成为转口欧洲、日本和韩国，以及其它东南亚国家的新节点，东盟十国成为云南出口增幅最大的地区[8]，伴随公路冷链物流辐射范围扩大，也促成航空公司在运输、仓储、保鲜、装卸和信息等服务的改进，这种物流之间的竞争，将促成花卉产业链不断变化，持续重构。

产业链诸多环节不再是少数几家垄断经营而带来同样的竞争，如昆明斗南花卉市场约有物流企业 140 多户，航空货运代理公司 40 家左右，提供报关、检疫、外汇结算等出口服务的贸易企业 5、6 家。竞争带来分工细化的同时，难于内化外部因素，促成组织关系从垂直管理的产业链延伸，向行业水平分工和协作转变。如锦苑有限公司早期扩大生产基地，建立自己的物流公司和异地批发销售中心来保障产品的质量与价值最大化，现在转向与外部组织的分工和协作，搭建服务支撑体系，专注于物流，并将物流扩大到更多农产品。

这种因某区域政府或企业主体，发挥主观能动性，通过组织协调，促成产业链的形成和价值实现，将带来该区域价值的集聚。如 2013 年，广东利用区位和航运优势，鲜切花种植面积不增反减的情况下，鲜切花出口额增加 10 多倍，成为新节点。

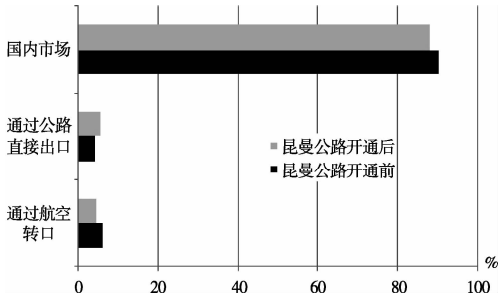


图3 物流对花卉产业链及其价值实现的影响

Fig. 3 Flower value chain and distribution effected by logistics

2.4 花卉装饰产业链中，插花器具和教育培训等方面的价值集聚远落后于其它省份

大多花卉价值体现在观赏方面，除郊游赏花活动外，插花、园艺、婚庆、家居和商场的花卉装饰，成为日常生活和商业活动的重要组成部分。商品和服务的价值实现依托于消费需求。花卉装饰涉及到的物，不仅仅是花、还有叶和枝等花材本身，以及不同质地、形状的花器，各种辅助材料和工具等。实地调查显示，昆明市场所销售的这些产品几乎都来自于江浙、广东、上海和福建（表1）。仅百度微购网就有近 2 000 个各种品牌的花器销售信息，有的价格每个近二万元，而云南花器销售信息仅搜索到一、二个紫砂产品。

花卉装饰依托于审美能力和技能，从婚礼、庆典和会议等装饰活动延伸的相关培训和教育资源，是除商品之外的服务供给，同样可表现出价值的集聚，通常承接会议、庆典和软装等花艺工程，有的拓展了网络授课。全国已有佩华、芳华、乃夫、谢明和博思等知名花艺培训学校，国外也介入中国这一领域，如北京的中赫、布尔玛、马克和花艺在线，

每年收费高达 2 万多元，云南具有国家影响力的较少，有胡子形象顶级花艺和西南花艺学校等。卓越书网中搜索显示，没有云南省出版社发行的有关花卉装饰相关书籍。培训和书籍具显著文化产业特征，利润获得相对高而快，稳定且风险小，而云南没有同步发展，分享该部分产业链中的价值（图 4）。

表 1　花卉装饰中常用商品及产地

Tab. 1　Goods and the origin commonly used in flower decoration

	花材	花器	辅助材料和配件	工具
分类	花、叶、枝	陶瓷、玻璃、塑料、竹木、藤、漆器、铜器、贝壳等	天然的（枯枝、藤条、卵石和贝壳等）和人工的（网、丝带、亮珠和纸等）	剪刀、锯、花泥、剑山、铁丝、胶带、透明胶、喷水壶、注水器等
		瓶、盆、篮、筒、杯、盘、缸、壶、鼎、钵、罐、碟和碗等		
产地	云南为主	其它省为主	其它省为主	其它省为主

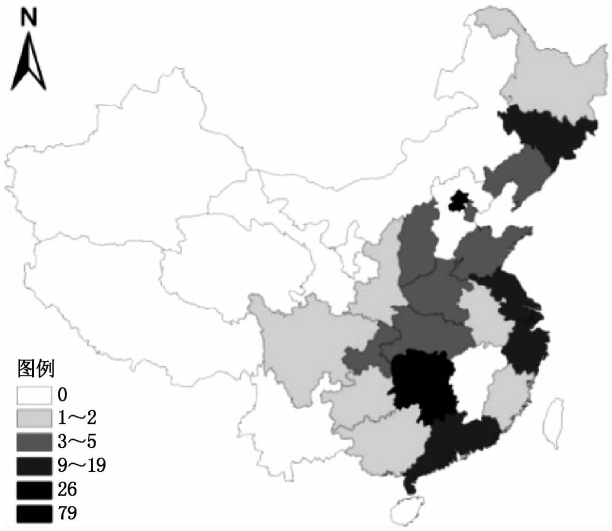


图 4　花卉装饰出版书数量所反映的产业链价值省际空间分布

Fig. 4　Value distribution according to the publication of flower decoration in China（2013）

2.5　开始有种球（种苗）产业链，价值集聚有赖于种质资源优势的进一步发挥

花卉生产并非只是单一的种球（苗）到花卉产销的全过程，可以有多种产业链结构形式。种球研发－推广－生产－包装－运输－销售本身就是一个完整的“最终结果成为商品的劳动者网络与生产过程”，并非传统意义上的“产业链向上游的延伸”，而具独立的产业链结构。并且，相对盆花和鲜切花，易储存和运输，风险较小，可从种球和专利费两个方面获取利润[1]。

由于从育种到新品种推广周期长，云南省大规模商品化种植的花卉，长期依赖进口品种，特色种质资源优势没有发挥[4]，主要生产的月季、康乃馨、百合、菊花、非洲菊和唐菖蒲鲜切花中，仅有百合属于云南省八大名花*。世界 100 种百合属植物中，云南就有 32 个，但 95% 的种球依赖进口[40]。2013 年，云南种苗进口量增幅仅 1.12%，但金额增加 30.37%，显示进口种苗成本进一步上升。同时，国内花卉产业种植不断扩大，催生了云南的种球和种苗产业链，以及明珠、虹之华和英茂等专业种球、种苗企业。2013 年，种苗产量约 7.4 亿株，占云南省 80% 的种苗市场，出口 1 000 万株康乃馨种苗和 1 亿多株菊花种苗；种球年产量 2.02 亿粒，其中百合 2 亿粒，彩马 200 万粒。但是，种球生产方式以外商授权，低价引进优质母株和新品种进行扩繁为主，需要支付较多专利费。根据所加入的《国际植物新品种保护公约（简称 91 文本）》的有关“依赖性派生品种”条款的规定**，扩繁种球和种苗主要针对国内市场。以百合种球的产业链为例，价值分配显示，中国企业与荷兰获得的毛利润均分秋色，母株及其专利费占种球产业链中成本的 2/3（表 2）。而且，农户反映种植效果，国产种球因带毒率高达 20% ~50%，只能种两年，成本反而高***。质量检测也显示，进口种苗种球相对于自繁籽球品质更优[45]。因此，该产业链也并非长久之策。

* 云南八大名花为山茶、玉兰、百合、杜鹃花、报春、兰花、绿绒蒿、龙胆系.

** 条款规定：“花卉新品种研发如果采用了国外保护期内的品种作为育种亲本，属‘依赖性派生品种’范畴，用于商业开发时必须得到原品种权人许可。未经许可，利用国外品种资源选育出来的新品种，不具有完全自主知识产权，不能用于商业生产和出口销售。”至 2013 年，云南省选育出月季、香石竹和非洲菊等 37 个拥有自主知识产权的新品种，在花卉新品种方面位居全国首位，但很大部分仍是利用国外品种资源直接选育，如果按“91 文本”规定不具有完全自主知识产权，不能用于商业生产和出口销售[41].

*** 荷兰进口种球带毒率小于 10%，买一次可用 3 ~4 年.

表 2 云南省百合种球产业链中的价值分配

Tab. 2 Value allocation of lily seed bulb chain in Yunnan Province 元/株

荷兰方出口母株获得毛利润	中国种球生产企业获得毛利润	
	1.3 ~ 1.8	
	中国种球企业生产成本	中国种球生产企业净利润
1.2	≤0.8	0.5 – 1

伴随种球产业链的形成，云南省调整花卉种植结构成效更为显著，特色种质资源优势开始发挥。国兰、山茶花和高山杜鹃为主的特色花卉种植迅猛增长，2012 年，特色花卉产值达 93.7 亿元，占全省花卉总产值的 30.5%。花卉销售及利润并非完全决定于价格竞争，特殊花材的消费需求与文化密切相关。生产者通过了解消费地的花文化，掌握品种、品质及市场消费能力，提供相应的产品，是实现价值的主要因素。花卉作为奢侈品，因而消费市场集中于发达国家[2]，海南针对日本需求，与新加坡合作，发展热带花卉和反季花卉，出口东方菊花等鲜切花，2013 年比 2012 年增加近 10 倍。除针对节庆对花期和价格的影响调控生产外，新出现的品种多样化与高品质追求，云南的花卉价值集聚有赖于种质资源优势的进一步发挥。

2.6 花文化丰富产业链结构，构建新的产业链和价值集聚，同时，显示云南整体优势趋减

《中国大百科全书》哲学卷定义“文化”为：“总括人类的物质生产和精神生产的能力、物质的和精神的全部产品”。具有花文化的人群富有创新潜力，这些创新活动为个人或企业带来收益的同时，不断重构新产业链，并给区域带来价值的集聚。花卉价值可划分为观赏、营养保健、药用、美容和食用等类型，可开发不同花卉产品[42,43]。如玫瑰兼具色、香、味和保健等优势，可开发 A、B、C 和 D 多种功能（图 5）的精油、茶、酒、糖、汁、酱、膏、色素、饼和露等产品的新产业链。

（1）云南省花卉产业链的价值实现集中于传统价值鲜切花（A）和花瓣（B），新产业链主要源于传统知识对不同玫瑰品种的不同功能开发，创造出新的价值，如茶（C、3 倍 C）和精油（D）。玫瑰茶饮品因原料具有更大的价值份额，包装和运输难度不大，在该产业链中区域价值集聚较多。云南省食用花卉近 700 多种，香花类和香精花卉植物约 400 种，这些花卉的药用和保健功能发掘都是未来的创新潜力所在。

（2）云南省以低附加值的原料为主要价值集聚形式。云南几乎没有新知识和技能支撑的永生花工艺品（1 000 倍 A）和精油（500 ~ 1 000 倍 D）高端新产业链的价值集聚部分表现。网络销售的永生花（10 倍 A），云南省（或昆明市）占到不足 20%，2012 年云南花卉深加工总产值近 40 亿元中，永生花和干花产值仅占 1%；虽然，有本地企业嘉华的玫瑰饼，显示加工的增值环节，但“花知道”的鲜花食品馅 1 ~ 4 倍 B 出口量每年以 2 ~ 3 倍的速度增长，意味着食品加工能力局限，较大增值部分 50 ~ 200 倍 B 并没有集聚于云南省（图 5）。

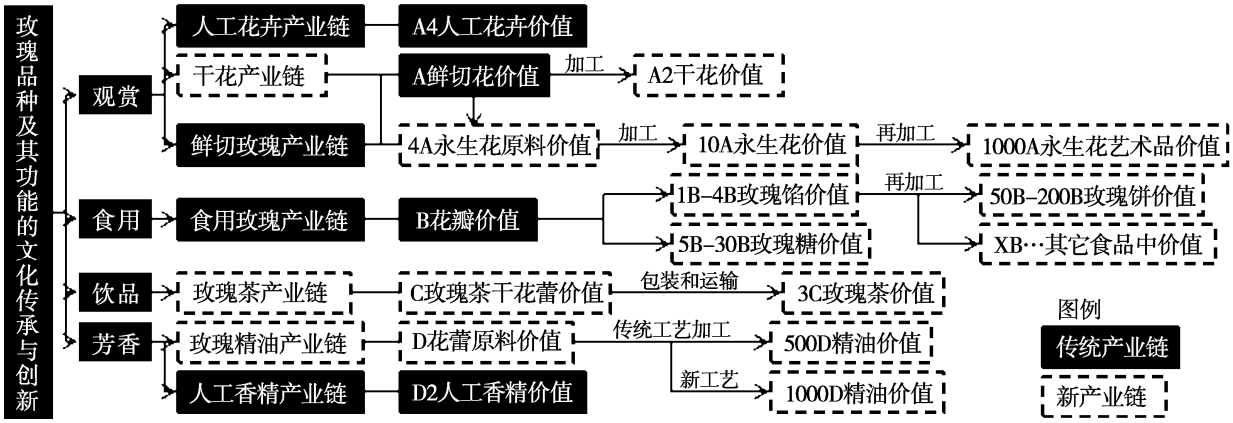


图 5 花文化对玫瑰品种及功能的认知带来产业链构建及其产品价值的实现

Fig. 5 Chain construction and value realization in view of floral culture on rose species and function

（3）鲜切花只是花卉产业诸多产品的一种*，其它区域对于花卉产品的多种产业链构建，是价值分散，云南优势地位趋弱的表现。世界花卉产业处于动态变化，新节点不断产生的过程中**。食用和芳香功能并非云南花卉独特优势，2013 年，中国多个省份的食用花卉种植面积增加显著，其中，广东扩大 10 倍，湖北增涨 6 倍；江、浙、闽、粤的观赏苗木和盆栽出口方面因顺应国际市场需求而迅速发展；人工花卉和人工香精属传统低端产业链，因弥补鲜切花寿命短的缺陷，更易运输和保存，工艺提升，且在家居和商场的软装饰中运用广泛，附加值提升快，成为鲜切花种植自然优势不佳区域的潜在花卉产业链。无论产值与出口都显示出，花卉价值空间分配趋于分散，云南花卉产业优势地位趋向于减弱（图 6）。

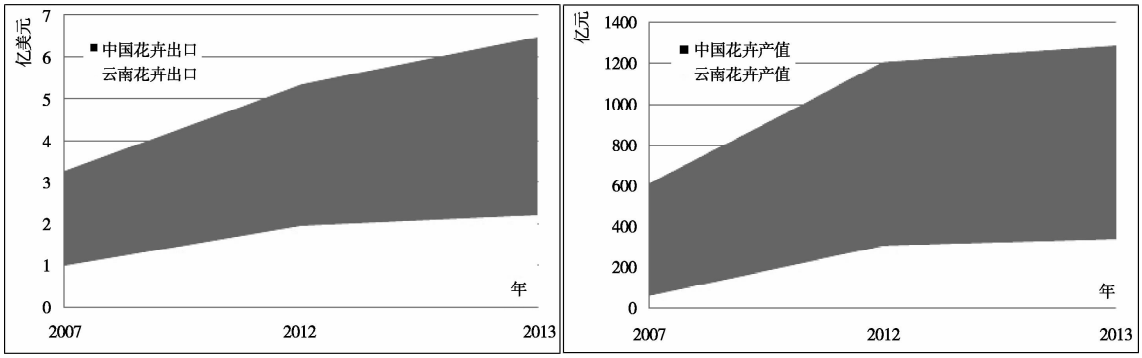


图 6　云南省在中国花卉产业中价值份额的动态变化

Fig. 6　Occupied value of Yunnan floral lndustry in China（2013）

3　花卉产业区域创新讨论

中国已有 20 多个省份都把花卉作为重点产业或支柱产业，虽然云南省花卉价值，尤其是鲜切花价值的集聚显示良好的产业基础，具有区域比较优势，但花卉产业并未构成区域的主导产业，2013 年，花卉产值占国民生产总值的 2.9%，花卉出口额仅占全省总出口的 3.07%。很多学者和地方政府机构并不认可花卉产业的重要性，云南十大产业中并没有包括花卉产业，只是将其归属于生物产业中的一部分，由农业部门来负责编写，难于突破狭隘思维局限。

虽然鲜切花出口量大，但是，并非产业链中的最大受益者，花卉装饰产业链中的价值分配也反映出相似的狭隘思维问题；产业链中的多个环节影响到产业链的价值实现，个人、企业和政府各主体之间的组织协调和创新是产业链增值和节点功能的关键因素，广东和海南等省已经由这种组织创新做出积极响应，并取得惊人的成效。云南省的物流竞争带动鲜切花出口产业链的改变，并将持续重构，云南省的组织协调能力是未来前景最大的不确定性。

已有的针对国内市场的扩繁种球（种苗）产业链，缺乏种球（苗）的核心要素竞争力，限制价值的集聚，未来突破口在于特色种质资源优势的进一步发挥。花文化丰富产业链结构，与花卉品种相应的种质资源和传统知识是区域创新的优势和潜力，新知识和技术带来的创新空间则更为广阔，花卉产业的价值空间分配已显示云南整体优势趋弱。

针对“到 2025 年，云南省将建成亚洲最大的鲜切花生产基地、出口基地和种球、种苗繁育生产基地，成为全国领先、亚洲一流、国际公认的世界鲜切花主要产区和现代化的亚洲花卉交易中心”的目标，应增加产业链视角，关注于价值的集聚效果，而不是单纯生产量的规模。

---

* 根据《商品名称和编码协调制度》（HS），可将花卉产品分为种球（Seedball）、种苗（Germchit）、盆栽植物（Potted plant）、观赏苗木（Ornamentaql nursery stock）、鲜切花（Fresh - cut）、干切花（Dry - cut）、鲜切枝（叶）（Fresh - cut branch/leaf）、干切枝（叶）（Dry - cut branch/leaf）、种子（Seed）工业及其他用途花卉（Flowers for industrial and other users）.

** 阿里巴巴的花卉网络销售中，肯尼亚、厄瓜多尔、哥伦比亚、南非、美国、台湾、埃及、香港和马来西亚都比荷兰的网络销售活跃，非常详尽的花卉销售分类，展现花卉产业的区域分布及新节点.

参考文献：

[1] 李春华．云南花卉产业发展现状及对策研究［J］．企业导报，2010（7）：124－125.
[2] 石美玲．中国花卉产品出口状况研究［J］．世界农业，2012（11）：134－137.
[3] 胡虹，严宁．云南花卉研发的现状与发展趋势［J］．生态经济，2003（2）：44－49.
[4] 张群．从荷兰花卉业的成功经验论云南花卉产业的发展［J］．西部林业科学，2005，34（1）：79－84.
[5] 周可，李红霞．荷兰花卉产业价值链研究——经验与启示［J］．农业经济，2007（12）：78－79.
[6] 李慧．从典型案例看荷兰花卉产业发展［J］．中国花卉园艺，2008（15）：60－61.
[7] 徐向昱、陈祎、吕艳．2011年度中国花卉国际贸易状况分析（下）［J］．农业工程技术，2012（7）：40－46.
[8] 谷雨哲．基于收益管理的东航云南花卉物流运输研究［J］．航空商务，2013（11）：41－45.
[9] 杨锐，李萍．花卉业的全球化和地方集群创新［M］．北京：中国建筑工业出版社，2010.
[10] 张晓星，柯水发．中国花卉产业区域竞争力评价及发展策略分析［J］．北京林业大学学院：社会科学版，2013，12（1）：69－74.
[11] 周武忠．中国花文化：文化创意产业新元素［J］．中国花卉园艺，2010（15）：24－26.
[12] 王洁如，龙春林．基诺族传统食用植物的民族植物学研究［J］．云南植物研究，1995，17（2）：161－168.
[13] 刘怡涛，龙春林．云南各民族食用花卉的初步研究［J］．云南植物研究，2001，23（4）：41－56.
[14] 吴荣书．花卉深加工对云南花卉产业建设与发展的作用探讨［J］．广州食品工业科技，2004，20（4）：116－124.
[15] 成卓．文化因素与云南花卉产业发展模式的塑造［J］．宝鸡文理学院学报：社会科学版，2006，26（1）：53－55；107.
[16] 周武忠．中国花文化研究综述［J］．中国园林，2008，24（6）：79－84.
[17] 蒋晖．桥头堡战略下如何推广云南花文化［J］．中国花卉园艺，2013（14）：16－17.
[18] 徐永艳，徐荣．云南花卉产业发展存在的问题及改进措施［J］．现代园艺，2008（6）：2－4.
[19] 张毓雄，汤跃跃．民间花文化是持续推动广东花卉产业发展的新动力［J］．森林工程，2012，28（1）：73－89.
[20] Hopkins，T K，Wallerstein，I. Commodity chains in the world economy prior to 1800［J］. Review，1986（10）：157－170.
[21] Hassler M. Commodity Chains［D］. Philipps－University，Marburg，Germany，2009：202－208.
[22] Porter，Michael E. Changing Patterns of International Competition［M］. In The Competitive Challenge：Strategies for Industrial Innovation and Renewal，edited by David J. Teece，Cambridge，MA：Ballinger，1987：27－57.
[23] Gereffi G，Korzeniewicz M，Korzeniewicz，R P. Introduction：global Commodity Chains. In Commodity Chains and global Capitalism［M］，edited by Gereffi G.，Korzeniewicz M.，Westport，CT. USA：Praeger Publishers，1994：1－14.
[24] Schoenberger E. Competition，Time，and Space in Industrial Change. In Commodity Chains and global Capitalism［M］，edited by Gereffi G.，Korzeniewicz M.，Westport，CT. USA：Praeger Publishers，1994：51－66.
[25] Feldman M P. Location and Innovation：the New Economic Geography of Innovation，Spillovers，and Agglomeration，In G. L. Clark，M. P. Feldman，and M. S. Gertler（eds.），The Oxford Handbook of Economic Geography［M］，Oxford：Oxford University Press，373－394.
[26] Korzeniewicz R P，Martin W. The global Distribution of Commodity Chains. In Commodity Chains and global Capitalism［M］，edited by Gereffi G.，Korzeniewicz M.，Westport，CT. USA：Praeger Publishers，1994：67－91.
[27] Fagerberg J. Schumpeter and the Revival of Evolutionary Economics：An appraisal of the Literature［J］. Journal of Evolutionary Economics，2003（13）：125－159.
[28] Porter M E. The Competitive Advantage of Nations［M］. New York：Free Press. 1990.
[29] Gereffi G. The Organization of Buyer－Driven Global Commodity Chains：How U. S. Retailers Shape Overseas Production Networks. In Commodity Chains and global Capitalism［M］，edited by Gereffi G.，Korzeniewicz M.，Westport，CT. USA：Praeger Publishers，1994：95－122.
[30] Rabach E，Kim E M. Where Is the Chain in Commodity Chains? The Service Sector Nexus. In Commodity Chains and global Capitalism［M］，edited by Gereffi G.，Korzeniewicz M.，Westport，CT. USA：Praeger Publishers，1994：123－142.
[31] Raynolds L T. Institutionalizing Flexibility：A Comparative Analysis of Fordist and Post－Fordist Models of Third World Agro－Export Production. In Commodity Chains and global Capitalism［M］，edited by Gereffi G.，Korzeniewicz M.，Westport，CT. USA：Praeger Publishers，1994：143－161.

[32] Korzeniewicz M. Commodity Chains and Marketing Strategies：Nike and the Global Athletic Footwear Industry. In Commodity Chains and global Capitalism [M], edited by Gereffi G. , Korzeniewicz M. , Westport, CT. USA：Praeger Publishers, 1994：247 – 266.
[33] Goldfrank W L. Fresh Demand：The Consumption of Chilean Produce in the United States. In Commodity Chains and global Capitalism [M], edited by Gereffi G. , Korzeniewicz M. , Westport, CT. USA：Praeger Publishers, 1994：267 – 280.
[34] 王缉慈. 超越集群：中国产业集群的理论探索 [M]. 北京：科学出版社, 2010.
[35] Etzkowitz H, Leydesdorff L. The Dynamics of Innovation：From National Systems and 'Mode 2' to a Triple Helix of University – Industry – Government Relations [J] . Research Policy, 2000 (29)：109 – 123.
[36] Storper M, Scott A. The Wealth of Regions [J]. Futures, 1995, 27 (5)：505 – 526.
[37] 李青, 李文军, 郭金龙. 区域创新视角下的产业发展：理论与案例研究 [M]. 北京：商务印书馆, 2004.
[38] Asheim B T, Gertler M S. The Geography of Innovation：Regional Innovation Systems. In Innovation [M]. Edited by Fagerberg J. Mowery D. and Nelson R. R. 2006：291 – 317.
[39] Neil M Coe, Philip F Kelly, Henry W C. Yeung Economic Geography：A Contemporary Introduction [M]. Singapore：Blackwell Publishing, 2007：94 – 114；284 – 316.
[40] 白盛, 陆继亮. 百合切花行情回暖种球仍是核心问题 [J]. 中国花卉园艺, 2014 (4)：16 – 18.
[41] 李瑞峰, 赵红梅. 云南花卉产业中小企业集群化成长与政府政策研究 [J]. 财经理论研究, 2013 (6)：69 – 75.
[42] 吴荣书. 花卉深加工对云南花卉产业建设与发展的作用探讨 [J]. 广州食品工业科技, 2004, 20 (4)：116 – 124.
[43] 张洪烈. 云南花卉产业链营销方式及市场对策分析 [J]. 消费导刊, 2008 (10)：55 – 56；168.
[44] 吴家琛. 云南食用花卉产业化发展思路 [J]. 云南林业, 2008, 29 (2)：33 – 34.
[45] 苏艳, 王继华, 和葵. 云南花卉种苗种球抽查质量分析与对策 [J]. 西南农业学报, 2006, 19 (sup.)：245 – 249.
[46] 曹允春, 杨震, 邢悦怡. 以花卉物流系统的流程再造提升云南花卉产业的竞争力 [J]. 经济问题探索, 2007 (10)：53 – 59.

REGIONAL INNOVATION BASED ON THE SPATIAL DISTRIBUTION OF FLORAL INDUSTRY VALUE CHAIN

CHEN Li – hui, ZHANG Na
(*Yunnan University*, *Yunnan Institute of Geography*, *Kunming* 650091, *Yunnan*, *China*)

Abstract：The differences in the allocation of the industrial chain of value reflects the regional innovation ability and usually value agglomerated more in area with innovative and competitive ability. Yunnan Province take advantage of floral industry, especially the cut – flower industry. However, it shows many problem in the view of spatial allocation in industrial chain of cut – flower industry, flower decoration, seed ball and a series new industries from floriculture and Yunnan is not value agglomerated area in these chain. That is not the biggest beneficial owner. Comparing with other provinces, narrow mind and organizational coordination ability were reflected in insufficient role to aggregate the value in flower industry chain and the weakening trend of overall advantages.

Key words：floral industry；value chain；spatial distribution of value；regional innovation；Yunnan

“门票新政”下凤凰古城利益格局及治理路径

谭华云[1,2]

(1. 湖南师范大学 旅游学院，湖南 长沙 410081；2. 广西经贸职业技术学院 旅游与外语系，广西 南宁 530021)

摘要：凤凰古城“门票新政”是中国古城镇市场化运作中的公共事件。“门票新政”给旅游地带来新的利益格局：凤凰县政府和景区公司成最大受益者；获得政策支持的民族村寨及旅游景区旅游经济稳固提升；灰色涉旅人群逐步取得公平收益；古城涉旅商户经营收益略降；古城周边未获得政策支持的民族村寨及景区旅游发展缓慢，个别景区停业；不购票倾向游客利益受损；社区普通居民和购票倾向游客利益影响甚微。对“门票新政”下的利益格局进行合理性分析，进而探索出凤凰古城治理的 3 条路径：(1) 规范政府行为，提升“门票新政”政策认同感；(2) 建立共容利益协调机制，促进古城可持续发展；(3) 引入第四方监督机构，约束监管“凤凰新政”。

关键词：凤凰古城；“门票新政”；利益相关者；利益格局

中图分类号：F592.7　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1001－7852(2014)05－0010－05

1 “门票新政”的缘起

2001 年 12 月凤凰县城被国务院批准为国家历史文化名城，同期黄龙洞旅游有限责任公司（2002 年成立凤凰古城旅游有限责任公司，2012 年采用股份制成立凤凰古城文化旅游投资股份有限公司，以下简称凤凰文投公司）与凤凰县政府签署协议，以 8.33 亿元的价格取得凤凰古城八大景点 50 年的经营权[1]。凤凰古城采取进城免费、进景点收费模式，凤凰文投公司实施系列创新营销，古城一跃成为中国古城镇旅游开发的典范，带动周边景区及民族村寨开发。2012 年古城游客量 690.49 万人次，旅游经济总量为 53.01 亿元，分别是 12 倍和 71 倍，旅游经济占到整个县域 GDP 的 67.5%。伴随凤凰古城旅游业的跨越式发展，旅游业乱象丛生，如交通拥堵、物价和房价直线拉高、古城内商业化气息过浓等社区生活质量问题；拉客、欺客、宰客等旅游失范现象；周边民族村寨同质化无序开发；游客量大大超越了古城景区承载力；旅游配套设施、基础设施、公共服务、古城维护质量远远不能匹配古城知名度，影响古城 5A 景区创建和世界文化遗产申报进程。

凤凰县政府基于调整客源结构、切断违规操作链条、堵住管理漏洞、增加政府财政、弥补拆迁费用、保护古城资源、维护凤凰品牌、申报世界文化遗产等多重愿景，历时两年在 2013 年 4 月 10 日推出 148 元“大门票”政策。将古城景区（含古城九大景点）和南华山神凤文化景区合并成的凤凰古城大景区，整合县内原有 18 个乡村游景点，推出 2 条精品线路，组建凤凰古城景区旅游管理服务有限公司（以下简称凤凰景区公司），采取“四统一”的管理服务模式。“门票新政”的实施，激起旅游市场、商户闹事、网媒舆论的风波。

2 核心利益相关者分析

利益变革的背后是核心利益相关者的驱动：

收稿日期：2014－08－25；**修订日期**：2014－10－12.

基金项目：湖南省社会科学基金重大项目“湖南文化产业发展业态与组织创新研究”(12ZDA09).

作者简介：谭华云（1981－），女，湖南省东安人，讲师，博士研究生，主要研究方向为旅游地治理.

（1）凤凰县政府；（2）凤凰景区公司；（3）古城涉旅商户及人群（细分为 3 个群体：外来旅游及相关产业小商户、本地旅游及相关产业小商户、灰色涉旅人群（移植灰色收入概念，笔者将沱江下游农家船户、拉客者、"黑导""等非规范涉旅经营者及人员定义为灰色涉旅人群））；（4）凤凰古城周边民族村寨及景区；（5）当地社区居民；（6）游客（细分为两个群体：购票倾向旅游者、不购票倾向旅游者（含免费送凤凰游的外地旅行社））是凤凰古城旅游的六大核心利益相关者。洞察"门票新政"对核心利益相关者的动态利益影响，必先明晰其利益目标及其利益诉求（表 1）。

表 1　凤凰古城旅游的核心利益相关者及其利益目标

Tab. 1　The core stakeholder and its interest goal of Fenghuang Ancient Town tourism

核心利益相关者	相关者细分	利益目标	利益诉求
凤凰县政府	地方旅游行政主管部门和相关部门	维护古城，确保凤凰旅游经济可持续发展，创建 5A 和申报世界文化遗产	提取"门票两税一金"，扩大财政收入，规范旅游市场，旅游惠民
凤凰景区公司	投资、管理、市场营销和接待服务等	追求景区经营权转让运作中的企业经济利益	追求景区转让运作的投资回报率，提升企业主导凤凰旅游产业格局影响力
古城涉旅商户及人群	外来旅游及相关产业小商户	短期经济效益最大化	渴望人流尤其是散客流带来财流，追求投资回报率
	本地旅游及相关产业商户	经济效益主导，宜居环境和生态可持续	社区话语权，利益共享，传统工艺、技艺复兴
	灰色涉旅人群	短期经济效益最大化	渴望散客市场，在旅游经营中谋利
古城周边民族村寨及景区	村寨居民及旅游参与人员	依托凤凰古城旅游，带动民族村寨及景区旅游开发	渴望人流尤其是散客流带来财流，争取政府支持，发展旅游经济
当地社区居民	社区居民	宜居环境，社区生活质量，进城交际、购物便利，提高当地福祉	控制物价，交通便利，邻里守望，传统复兴，在旅游发展中就业
旅游者	购票倾向旅游者	追求旅游品质、体验凤凰古城生活方式	注重古城生活旅游氛围和身心放松的旅游体验
	不购票倾向旅游者	追求最低花费，旅游效用最大化	进城免费，旅游费用最少，体验古城生活旅游氛围

3　"门票新政"对利益相关者的动态利益影响分析

结合实地观察，通过对主流新闻媒体报道、政府售出门票统计以及政府公布数据的分析，梳理出 2013 年 4 月凤凰古城"门票新政"之初、2013 年"五一"小长假、2013 年暑假和"十一"黄金周、门票新政一周年及 2014 年暑假等 4 个代表性时间段的各核心利益相关者的动态利益影响及其态度和行动响应，可以明晰"门票新政"近期效应。

3.1　"门票新政"之初

实施新政实施到 2013 年"五一"前的阶段，游客骤降，"门票新政"在风口浪尖下进行了微调。凤凰县政府利益均衡，凤凰景区公司收益略降。古城涉旅商户及人群、古城周边民族村寨和景区等收益大幅下降，古城爆发了部分古城涉旅商户及人群罢市游行抗议事件；网媒知名袁裕来律师呼吁大众游客用脚投票"抵制凤凰"；购票倾向旅游者对"门票新政"表示支持；当地社区普通居民进城不便，不太适应"说凤凰话"方能进城的生活形态。"门票风波"下，三成散客市场流失，主要依靠散客市场的小商户、灰色涉旅人群等群体遭遇了利益逆袭，成最大损失者。周边民族村寨及景区受冲击很大。此后凤凰县政府、凤凰景区公司与农家船代表签订《合作组建桃花岛农家船公司框架协议》与《合作运营框架协议》，收编灰色涉旅人群中的农家船队进行集体经营。同期门票政策微调，散客检票宽松。4 月 15 日、4 月 20 日相继出台学生票降价、免票范围扩大、免费乡村游等门票优免"补丁"政

策。其后，凤凰景区公司吸收了灰色涉旅人群中的部分野导，尝试“民族讲解员”制度。

3.2 “门票新政”后的首个“五一”小长假

2013年“五一”期间，景区服务公司实施对旅游团严格、散客宽松检票政策。但受凤凰古城“门票新政”和中央八项规定的双因素影响，凤凰古城“五一”旅游人次较2012年降幅达15%；散客持续宽松验票，购票者增多，团队旅游比例增高。凤凰县政府成最大受益人，从门票中固定提取的两费一金和税费等收入翻番。凤凰景区公司2013年“五一”首日营收59.3万元，较去年增幅达33.2%。部分媒体基于对古城内涉旅商户的调查，报道凤凰客源、入住率、营业收入减4成；而县政府对古城铺设监测点反馈的信息则是小商户营业收入约降15%。灰色涉旅人群被收编后合法经营，获得旅游收益同比略降，但感觉公平。被纳入免费游览“乡村游”系列旅游线路中的山江苗族博物馆、苗人谷苗寨、勾良苗寨、飞水谷景区等受政策补贴，旅游收益或持平或略升；而其他周边民族村寨及景区受冲击很大。个别景区无法正常运作。其他人群利益影响较“门票新政”之初无明显变化。

3.3 “门票新政”后首个暑假和十一黄金周

新闻媒体对《凤凰古城区鼓励和限制经营的项目目录》、《凤凰古城维护专项资金管理暂行方法》和《凤凰古城涉旅行业转移转型升级暂行规定》及边城音乐节等系列民俗文化盛宴等相关措施规定等进行了报道，提高了公众对凤凰古城“门票新政”及古城旅游发展的认同度。学生军团（外地学生门票20元）为主的大批游客给古城带来旅游旺季。当地旅游部门的统计数据，从2013年7月1日至22日，凤凰县城区入住游客41.74万人，同比增长28.79%，日均购票11 241张。“门票新政”推出半年后的2013年“十一”黄金周，古城景区启动夜游，实现游客有效分流。古城共接待游客66.41万人次，实现旅游收入4.23亿元，同比分别增长19.59%和44.61%；而游客投诉仅17起，创下凤凰旅游兴盛以来历史最低的黄金周投诉率。凤凰县政府凤凰县政府收益翻番，凤凰景区公司收益提升87%。部分古城涉旅小商户及人群采取策略性行为，带游客免费入城，在客栈入住率、住宿价格和营业收入的回升中，他们重拾经营信心。周边民族村寨及景区旅游运营和收益分异大，游客满意度提升。其他人群利益影响无显著变化。

3.4 门票新政一周年及2014年暑假

2013年“十一”之后，凤凰古城启动文化旅游发展总体规划修编，趁淡季加大了扩容提质工程，积极打造沱江下游风光带，加强对基础设施的建设和维护，凤大高速等高速的开通，提升了古城旅游的可进入性。人居经营环境的改善，推动旅游转型升级。凤凰古城成立民间文艺家协会，客栈、酒吧、餐馆经营者各商铺为迎元旦积极装修，凤凰古城旅游秩序和旅游舒适度提升。凤凰县取得“中国首批旅游强县”、“全国十佳慢游地”、“2013中国最佳休闲小城”、“中国最宜居城镇”殊荣。2014年1～9月，全县共接待国内外游客685.88万人次，旅游收入53.75亿元，同比分别增长7.29%、11.26%。凤凰县政府主导旅游发展政绩突出；凤凰景区公司主导的《烟雨凤凰》成古城分流的旅游文化体验场所，公司实现了多元化发展，影响力提升。2014年“7.15”洪灾使得一个月的黄金暑假高峰化为泡影。古城内涉旅小商户的经营收益较往年下滑，也刺激了商户们对“门票新政”的螺旋式反感。洪灾后凤凰偶遇节营销活动受到旅游者的追捧，古城重回生气（表2）。

4 “门票新政”前后利益格局对比分析

“门票新政”实施前，按照投入产出比估算，古城涉旅商户及人群和不购票倾向旅游者是最大受益者群体，周边旅游民族村寨及景区都受益于凤凰古城旅游开发。而凤凰景区公司获取景区经营权转让中的景点门票收益，凤凰县政府收取转让运作费和财政收益。“门票新政”导致六大核心利益相关者的利益被重新分配，抵制风波的背后是利益冲突，核心利益相关者基于其自身利益目标，采取不同的利益行动。“门票新政”给旅游地带来新的利益格局：凤凰县政府和景区公司成最大受益者，获得政策支持的民族村寨旅游经济稳固提升；灰色涉旅人群逐步取得公平收益。古城涉旅商户经营收益略降，2013年“7.15”洪灾让经营跌入谷底；古城周边未获得政策支持的民族村寨及景区旅游发展缓慢，个别景区停业；不购票倾向游客利益受损。社区普通居民和购票倾向游客利益影响甚微。

对凤凰“门票新政”前后的利益格局进行对比分析，可知凤凰县政府收益翻倍，充足的财政收入解决了古城保护和旅游公共设施投入资金匮乏的问题，凤凰古城加快了创建5A景区步伐。凤凰景区

表 2　凤凰古城"门票新政"对核心利益相关者的动态利益影响

Tab. 2　Dynamic interest impact on the core stakeholders under the "new ticket deal" in Fenghuang Ancient Town

核心利益相关者	核心利益相关者细分	各代表性时段下的利益相关者利益影响及态度与行动			
		门票新政之初	首个"五一"小长假	首个暑假和"十一"黄金周	门票新政一周年 2014 年暑假
凤凰县政府		收益持平番/解释政策，微调"门票新政"	最大受益人，收入翻番/解释政策	收益翻番/门票新政配套政策和措施出台	收益翻番/持续古城保护政策
凤凰景区公司		收益略降/团队严格、散客宽松检票政策	收益增幅明显/团队严格、散客检票宽松政策	收益提升/配套服务，散客检票宽松政策	收益提升 87%/团队严格门票，散客宽松检票政策
古城涉旅商户及人群	旅游及相关产业小商户	利益逆袭/抵制、抗议	收入减 4 成说和收入减 15% 说/反感	回升/政策策略性行为	同比下降/包容与反感交替
	灰色涉旅人群	利益逆袭，成最大损失者/抵制、抗议	合法经营，利益略降/政策策略性行为	合法经营，利益回升/政策策略性行为	合法经营，公平收益/政策策略性行为
古城周边民族村寨及景区	大门票助推的民族村寨和景区	受冲击后，在政策扶持下，旅游经营缓慢恢复/配合	旅游经营逐渐恢复生机，收益较往年降低/合作	旅游经营收益稳固提升/合作	旅游经营收益稳固提升/合作
	其他民族村寨及景区	受冲击，个别景区无法正常运作/反感，抱怨	景区发展困难重重，个别景区停业/无奈	旅游经营逐步恢复/包容	旅游经营逐步恢复/包容
当地社区	古城内外普通居	进城不便/不适应	进城不便/不适应	公共利益提升/逐渐适应，支持	公共利益提升/逐渐适应、支持
旅游者	购票倾向旅游者	甚微/不敏感，赞同	甚微/不敏感，赞同	满意度提升/赞同	满意度提升/赞同
	不购票倾向旅游者	利益受损/抵制、替代旅游目的地选择	支付门票或投机逃票/无奈接受	支付门票、满意度提高/认同	支付门票、满意度提高/认同

公司收益也得到了大幅提升，《烟雨凤凰》促进了凤凰文化旅游融合发展。游客普遍能接受 148 元的凤凰景区门票，但部分游客依然对凤凰门票保持"吐槽"。整体而言，凤凰古城门票收费制度及其带来的新的利益格局是合理的。凤凰景区公司在转让运作中收取门票是正当的投资回报，凤凰古城维护保养和生态环境补偿是游客必须支付的成本。凤凰民俗在旅游发展中的得到传承和复兴，凤凰古城社区生活质量在有序旅游中得到提升，但邻里守望依然受旅游发展的威胁。但凤凰古城周边民族村寨和景区发展中的制度效应明显，市场调节手段运用不够，古城内灰色旅游从业者比例有所抬升，对旅游市场和秩序及旅游质量存在潜在危机。此外凤凰县政府和凤凰景区公司应在旅游发展中带动涉旅商户及人群提升旅游经营档次，与之形成共生关系，凤凰县政府还应致力于发展当地福祉。

5　"门票新政"下凤凰古城治理路径

凤凰古城治理有三大前提条件：其一，凤凰古城景区是公共资源、民居、居民生活形态共同构成的社区型景区；其二，凤凰古城这一边远旅游地采取的是景区经营权转让运作模式；其三，地方政府主导的凤凰古城"门票新政"。治理内涵可成为凤凰古城"门票新政"和古城和谐利益格局实现的衡量标准：（1）合法性（legitimacy）；（2）透明性（transparency；（3）责任性（accountability）；（4）法治（rule of law）；（5）回应（responsiveness）；（6）有效性（effectiveness）；（7）参与性（participation）。

5.1　规范政府行为，提升"门票新政"政策认同感

"门票风波"主要集中在"围城收费"合法性、合理性和程序、县政府处理"罢市"和"船工事件"、"政企合谋与民争利"等问题上。凤凰县政府和湖南省物价局对"门票新政"及听证等问题做出了解释，但存在纰漏；凤凰县政府将商户罢市、船工罢工定性为当地野导聚集和商户闹事，表面上平息了风波，但挫伤了政府的公信力和美誉度；县政府在收编农家船队的时候，宣称"新政"

原本就是民生工程，只是统筹工作没做好，让当地民众和媒体产生了误解。可以说凤凰古城“门票新政”是一个比较粗糙、缺乏专业论证、执行起来遭遇重重阻力的方案。

好政府是旅游地和谐利益格局的前提。发展旅游“富民但不富财政”，门票自然成为凤凰政府扩充财政的主要渠道。在合法性危机下，凤凰县政府出台了系列补丁政策和利益协调制度。这在中国边远旅游地旅游发展中，凤凰不是第一个，也不是最后一个，这实在无可厚非。凤凰县政府在制定后期“门票新政”配套措施和公共事务管理中时要多采用互动、协商的方式，增加程序透明性，提升行为合法性和合理性，提高回应民众的敏感性和响应性，为凤凰古城旅游新模式形成好的制度环境[1]。

5.2 建立共容利益协调机制，促进古城可持续发展

“门票新政”是凤凰古城创建国家5A景区和申报世界文化遗产路程中的必经之路，其终极目标是实现古城旅游经济的可持续增长。从旅游资源产权属性来分析，凤凰是公共资源与民居组合成的混合型景区。从凤凰旅游资源类型来看，凤凰古城是集自然旅游资源（南华山、沱江）和人文旅游资源（城墙、城楼、吊脚楼、名人故居、祠堂）以及古城生活形态于一体的混合型景区。当地社区参与是旅游业可持续发展的内在动力[2]，凤凰古城是社区型旅游景区，民生更是地方政府发展旅游的应有之责。因此，建立富政、富商、富民共容利益协调机制是破解利益冲突，形成古城景区可持续发展合力的必然路径。而相对外来生意人，当地社区在迫切追求眼前经济利益的同时，对古城“凤凰味道”的守候会多几分文化自觉[3]。因此，主导凤凰旅游的凤凰县政府和凤凰景区公司古城景必须克服其共容利益狭隘化的自利动机，在确保财政利益和景区经营者利益的同时，不能简单地把涉旅外商户和人群获得丰厚旅游收益这一行为当成“搭便车行为”。需加大对原住民的利益补偿，引导吸纳更多本地人从事旅游业。另外，在古城风貌维护、生态环境治理方面加大投入，凤凰古城生态环境保护好了，古城生活方式和氛围浓郁了，中外游客自然也能理解凤凰“门票新政”，如此方能走向古城保护性发展和可持续发展的公共理性。

5.3 引入第四方监督机构，约束监管“凤凰新政”

凤凰古城采取的是景区经营权转让模式，其委托代理关系包含两层，即凤凰民众与凤凰县政府之间的委托代理关系、凤凰县政府和凤凰景区公司之间的委托代理关系[4]。而“门票新政”后，凤凰县政府旗下铭城公司又是凤凰景区公司的股东。政府角色双重，监督职能弱化。政府对旅游地治理拥有足够控制权，支配着资源配置与利益分配划分[5]。在缺乏有效的外部约束条件下，其他利益主体权益难以得到切实保护，强调古城社区居民的主体地位有利于约束凤凰县政府和企业行为。但在县政府占据强势权利资本和规模化企业拥有强势资本权利的现实下，依靠古城社区居民的力量还不够，要寻找第四方力量来平衡。

第四方监督机制是凤凰古城和谐利益格局的保障。有效的第四方监督机制需要具备3个特征。其一，综合型并具备一定权威的监督机构，其人员构成应包括高层政府、高层旅游局、媒体、专家学者、知名人士等。没有权威，就不足以震慑共容利益狭隘化行为，不是综合型，就会有失偏颇和公正。其二，第四方监督机构应具有独立的调查权和监督权。拥有对“凤凰古城“门票新政”中重大事件的知情权和监督权，对利益相关者之间利益纠纷的调查权。强有力的监督约束机制可避免政府和景区经营企业单方面决定的情况，也可以防范古城景区经营风险。其三，第四方监督机制的常态化运行，向公众持续公开凤凰古城维修保护进展、生态环境、民风民俗、旅游财政收支情况、公共事务管理等情况，接受公众监督。

参考文献：

[1] 王超，骆克任．基于网络舆情的旅游包容性发展研究——以湖南凤凰古城门票事件为例［J］．经济地理，2014，34（1）：161－167.

[2] 周丹明．治理理念下民族旅游城镇可持续发展研究［J］．贵州民族研究，2014（3）：133－136.

[3] 罗新星．被建构的原住民空间：中心化和边缘化的悖论——解读湘西凤凰旅游传播过程中原住民空间的文化意义生产［J］．湖南社会科学，2013（1）：216－219.

[4] 阎友兵，蒋绪年．景区经营权转让后委托代理关系研究［J］．湘潭大学学报：哲学社会科学版，2011（6）：113－116.

[5] 周大庆．旅游景区治理绩效：政府与利益相关者的博弈［J］．经济地理，2013，33（8）：188－192.

（下转第29页）

基于 GIS 的滇中城市群空间结构效益优化研究

王大力[1]，牛乐德[1,2]*

（1. 云南师范大学 旅游与地理科学学院，云南 昆明 650500；2. 云南师范大学 教务处，云南 昆明 650500）

摘要：在 ArcGIS 软件和云南基础地理数据支持下，对滇中城市群空间结构效益进行初步解析。结果表明：滇中城市群的突出优势在于人口规模大，经济发展水平较高，经济发展综合指数和城市化综合指数较大，其中昆明和玉溪的经济发展与城市化协调度较高，同时表现出空间差异；滇中城市群紧凑度较高，城市交通优势度相对较高，可达性较好，重要城市之间的空间联系较为紧密，但城市数量较少，规模效益相对欠缺。以实现城市群空间结构效益最大化为目标，在综合分析的基础上提出了滇中城市群方案。

关键词：滇中城市群；GIS；空间结构

中图分类号：TU982.2　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1001－7852(2014)05－0015－06

0 前言

随着城市经济的快速发展以及城市化进程的不断推进，城市群不断涌现并成为一种重要的社会现象。城市群是由相当数量、不同性质、类型和等级规模城市共同组成，以一个或两个特大或大城市作为区域核心，借助于现代化的交通网络和信息网络等手段联系起来的，具有相对完整和先进的经济社会及文化功能的城市集群[1]。城市群作为极具活力和潜力的面状经济体无疑成为大区域发展至关重要的增长极和动力源[2]。

在城市群的研究的内容来看，多集中在城市群的概念、城市群空间范围的识别[3]、城市群的空间结构特征[4]、城市群的形成与发展机制[5]、城市群的发展趋势[6]、城市群的空间规划[7]、城市群的发展困境[6]及城市群的协调发展[8]等方面。在城市群空间结构研究方面，研究焦点大多聚集在空间结构特征、空间结构形成机制及空间整合上，有关城市群空间结构效益方面的相关研究较少。其中地理信息系统（GIS）具有区域综合能力，它是重视区域性和综合性的地学传统思维方式与现代高新技术的结合，为地理学的研究提供了技术平台。文章运用 GIS 的方法对滇中城市群空间结构特征进行研究，并对其规模效益进行分析。

1 研究方法及数据来源

1.1 研究方法

城市首位度最早是由美国学者马克·杰斐逊提出的，是衡量首位城市在区域中的地位的重要标准之一，主要可以反应城市对区域的影响力、带动力、辐射力以及城市规模分布状况。二城市指数是指一个区域内最大城市与第二位城市人口或经济的规模之比[9]。为了更准确的反应最大城市的影响力，所以部分学者提出了四城市指数和十一城市指数。一般认为合理的二城市指数和四城市指数是 2，十一城市指数是 1。目前城市首位度理论已广泛应

收稿日期：2014－08－27；**修订日期**：2014－10－08.

基金项目：国家自然科学基金项目（41361042）；教育部人文社科研究青年基金项目（12YJCZH159）；“边疆发展与地缘安全云南省创新团队”和“中国西南地缘环境与边疆发展协同创新中心”联合资助.

作者简介：王大力（1989－），男，云南省大理人，硕士研究生，主要从事区域经济开发与管理研究.

*通信作者：牛乐德，E－mail：niulede@163. com

用于城市体系规模的研究中。在本文中的，主要运用城市首位度来计算昆明在滇中城市群中的影响力。城市首位度的计算公式[10]如下：

$$S_2 = \frac{P_1}{P_2}; \qquad S_4 = \frac{P_1}{P_2 + P_3 + P_4}$$

$$S_{11} = \frac{2P_1}{P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8 + P_9 + P_{10} + P_{11}} \quad (1)$$

式中：S 为城市首位度指数，P_n 为排名第 n 位的城市的人口数。

通过计算得出：滇中城市群的 S_2 为 4.955 > 2，S_4 为 2.18 > 2，S_{11} 为 1.892 > 1。说明昆明在滇中城市群中的首位度偏高，其影响力和带动力远远高于滇中城市群的其余36个城镇，说明昆明资源和要素过度集中，从结果中得出滇中城市群没有大城市。

1.2 数据来源

滇中城市群在行政区划上包括了昆明市、玉溪市、曲靖市和楚雄州4个地级市，涵括了3个县级市、7个市辖区、32个县。滇中城市群共有人口1 747.95万人，占云南省总人口数的38.03%；土地面积 7.74×10^4 km^2，占云南省土地面积的19.63%；2012年的国内生产总值为5 638.53亿元，占云南省国内生产总值的54.69%。滇中城市群地处云贵高原面上，地形主要以山地丘陵为主，地势较平坦；气候以亚热带高原季风气候为主。按照《中国城市统计年鉴—2012》对城市统计分组的标准，可将省的城市分为：特大城市、大城市、中等城市和小城市。利用GIS10.0可绘制滇中城市群的区位图（图1）。

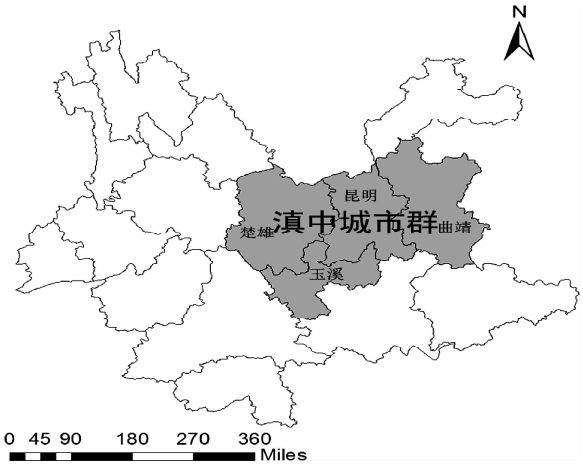


图1 滇中城市群位置示意图

Fig. 1 Location map of the urban agglomeration in Yunnan central urban agglomeration

2 规模效益分析

滇中城市群空间结构发展演化特征，从人口空间、城镇空间、经济空间分布以及城际空间联系等方面对滇中城市群空间结构现状进行系统分析，从而判断出滇中城市群空间结构现状呈现出：区域“点—轴”系统发育、空间发展呈现集聚与扩散共存，首位城市昆明集聚作用不强、区域总体发展水平不高，发展差异明显、城际联系较弱等特征。研究发现产业状况、交通设施、自然生态环境、政府政策机制等因素共同决定的滇中城市群空间结构现状，指出这种空间结构特征对于区域整体发展是不利的，若滇中城市群按现状自由发展，较难从“点—轴”系统阶段更优的演进到网络化阶段。

2.1 滇中城市群人口结构效益

利用《云南统计年鉴—2013》的数据，得出滇中城市群有1个特大城市，7个中等城市和26个小城市（表1）。

表1 滇中城市群城市规模等级

Tab. 1 City - size Hierarchy of urban agglomeration in Yunnan central urban agglomeration

城市规模等级	划分标准/万人	城市/个	城市名称
特大城市	200 ~ 500	1	昆明
大城市	100 ~ 200	0	
中等城市	50 ~ 100	7	曲靖，玉溪，楚雄，陆良，罗平，富源，宣威，会泽
小城市	50以下	26	宜良，石林，嵩明，安宁，东川，禄劝，寻甸，师宗，沾益，江川，澄江，通海，华宁，易门，峨山，新平，元江，牟定，南华，姚安，大姚，永仁，元谋，禄丰，武定，双柏

依据全国第六次人口普查及《云南统计年鉴2012》，所获得的滇中城市群基本数据，选取14个指标对滇中城市群基本情况进行分析（表2）。

利用GIS10.0软件可绘制滇中城市群人口密度分布图（图2），从图中可以看出滇中城市群中昆明人口密度最大，人口最多，城市规模较大，其次曲靖和玉溪，而楚雄人口密度最小，城市规模较小。可见滇中城市群的人口密度和规模已形成城市群的规模。

表 2　滇中城市群基本统计

Tab. 2　TheYunnan central urban agglomeration area basic statistics

指标	滇中城市群
人口数量/人	$1\ 747.95\times10^4$
土地面积/km^2	7.74×10^4
城市数量/座	34
人口密度/（人·km^{-2}）	225.83
城市密度/（座·$\times10^{-4}$ km^{-2}）	4.39
经济密度/（万元·km^{-2}）	728.49
公路密度/（km·10^{-4} km^{-2}）	156.68
人均 GDP/（元·$人^{-1}$）	37 143.73
非农业户口人数占总人口比重/%	23.71
中心城市首位度	1.026
特大城市数量	1
100～500 万人口城市数量比例/%	2.94
50～100 万人城市数量比例/%	20.59
50 万人以下城市数量比例/%	76.47

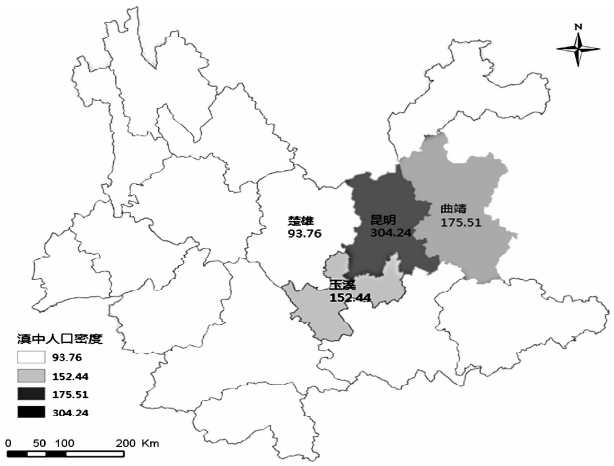


图 2　滇中城市群人口密度分布图

Fig. 2　Population density distribution of the urban agglomeration in Yunnan central urban agglomeration area

2.2　滇中城市群产业结构效益

从时间上看滇中产业结构的演进，1993～2011 年三大产业值呈现直线式增长，一产增幅相对较小。从三次产业结构的变化来看，产业结构波动小，总的来说，第一产业所占比重呈现下降的趋势，，第二、三产业所占比重呈现出波动上升和下降的趋势其中 2003～2005 年二、三产业波动较大。从产业结构演进来看，滇中城市群产业结构呈现“二、三、一”模式。2011 年滇中三大产业产值比例为 10.8∶50.83∶38.37。总体来看，滇中城市群产业结构演变的趋势和工业化发达地区城市群的产业结构变化规律相同，产业结构的发展逐渐趋于合理化。

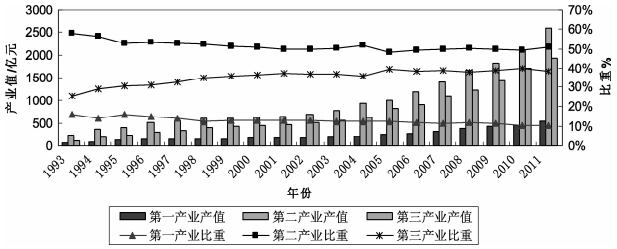


图 3　1993～2011 年滇中城市群产业结构演变

Fig. 3　Structural evolution of the three main industries of urban agglomeration in Central Yunnan Province from 1993 to 2011

利用图 3 数据和 GIS10.0 软件绘制 2011 年滇中城市群三大产业区位柱状图（图 4），从图中明显看出滇中城市群经济发展最好的是昆明，其次是曲靖、玉溪、楚雄；曲靖、玉溪和楚雄第二产业比重较大，而昆明第三产业比重较大，并且城市之间形成良好的经济互动关系，滇中城市群产业结构更加规模化。

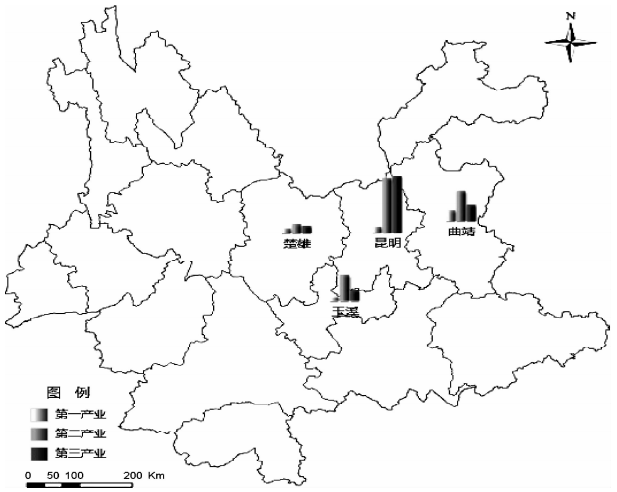


图 4　2011 年滇中城市群三大产业比重图

Fig. 4　The Industry proportion of Yunnan central urban agglomeration area in 2011

根据滇中城市群人均 GDP 和 GDP 增长率，以滇中县级行政区为单位计算，利用 GIS 软件绘制滇中城市群经济发展水平评价图（图 5）。滇中城市群经济水平最高的地区是昆明市、红塔区和麒麟区，其次是楚雄市，经济发展水平较低的地区是南华、双柏、元谋、武定、禄劝、寻甸。就云南范围来看，滇中城市群仍是云南省经济发展水平较高的区域。

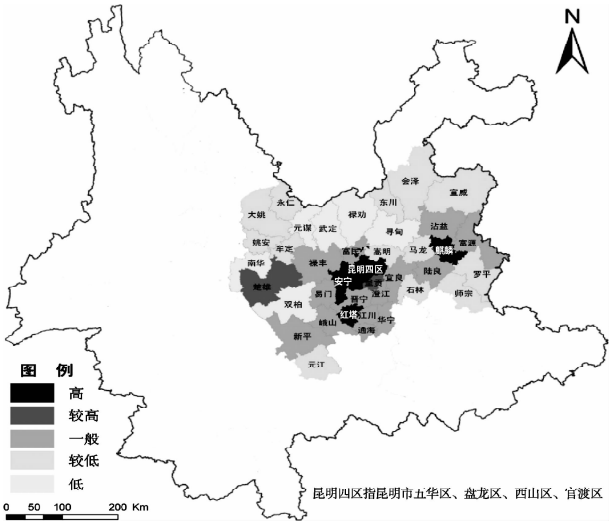


图 5 滇中城市群经济发展水平评价图

Fig. 5 The level of economic development in Yunnan central urban agglomeration area

2.3 滇中城市群空间结构相关性

为进一步研究滇中城市群的空间结构，利用《云南统计年鉴 2012》对滇中城市群 2012 年城市化综合指数进行统计，利用 GIS10.0 软件绘制云南省 2012 年城市化综合指数图（图 6），由图可知，昆明、玉溪、曲靖和楚雄是云南城市化较高的区域，形成地域经济综合体。本文运用滇中经济、人口、生活、人居指标对城市化综合指数计算公式如下：

$$P_i = (X_{i1} \div X_{i0}) \times 100\% \quad (2)$$

式中：P_i 为单项指标发展指数，X_{i1} 为报告期评价指数，X_{i0} 为基期评价指数。

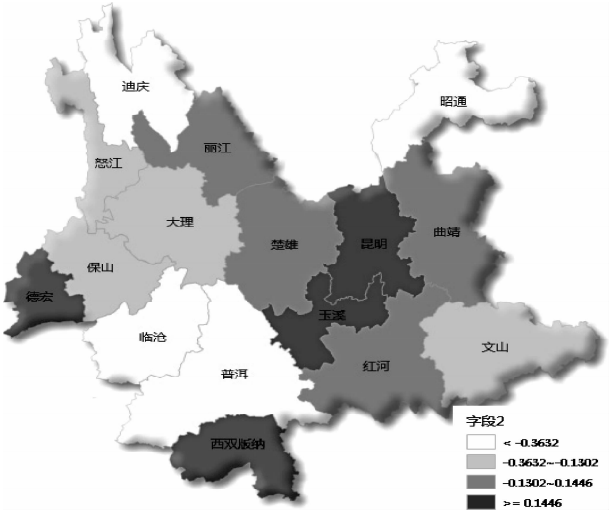


图 6 2012 年云南城市化综合指数图

Fig. 6 Urbanization comprehensive index of Yunnan Province in 2012

$$C_t = \sum (P_i * W_i) \quad (3)$$

式中：C_t 为综合发展指数，P_i 为单项指标发展指数，W_i 为第 i 项指标的权重。

由 GIS 图 6 可知云南省城市化的总体分布情况，而滇中地区城市化成以昆明为中心，曲靖、玉溪和楚雄包围的集中群簇，形成较为明显的城市群形态，滇中城市群在云南地理位置上形成较为明显的城市群空间结构，各城市在地域上相互衔接，在经济、人口、生活、人居相互流通，想成了较为完整的城市群规模，市场活动促进城市经济的发展与城市化相互协调，引用协调度定量研究，定义协调度为：

$$C = (X + Y) / (X^2 + Y^2)^{1/2} \quad (4)$$

式中：X 为城市化综合水平指数；Y 为经济综合水平指数；C 为经济水平与城市化协调度，$-1.414 \leqslant C \leqslant 1.414$。

根据生产关系中经济基础决定上层建筑原理，城市群区域协调发展的基础是经济协调发展，而经济的协调发展首先表现为产业协调发展，即城市群区域协调发展是以城市群区域内各城市的产业协调发展为基础。产业协调发展不仅要求产业结构合理，而且要求城市群区域内各城市就同一产业或相近的几个产业能够分工合作，合理布局，形成密切的产业联系。利用 GIS10.0 软件可绘制 2012 年云南省各市（州）经济发展与城市化协调类型空间分布情况（图 7）。昆明和玉溪地区的经济发展与城市化协调度较高，曲靖和

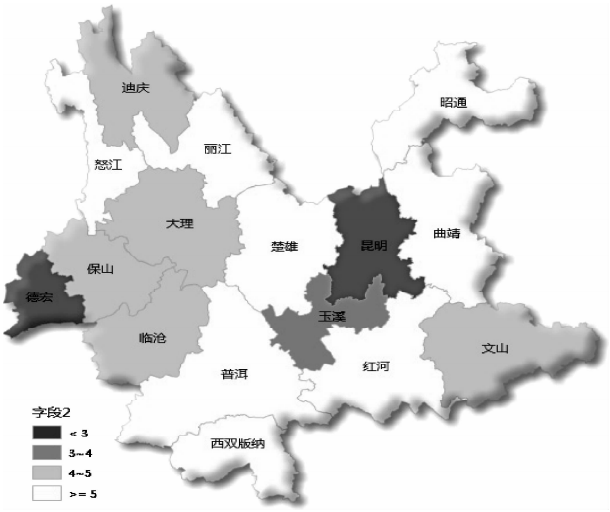


图 7 2012 年云南经济发展与城市化协调类型空间分布图

Fig. 7 Spatial distribution of economic development and urbanization coordination types in all cites (prefectures) of Yunnan province in 2012

楚雄地区协调度次之。总体来看，滇中城市群经济发展与城市化协调度是云南较高的区域。

在云南省基础地理数据，结合云南省 2011 年道路交通网络数据支持下，根据公路网密度、交通干线的技术等级和与主要经济中心的距离，以滇中城市群县级行政区为单位计算，绘制滇中城市群交通优势度评价图（图 8）。昆明到曲靖麒麟区和昆明到玉溪红塔区的交通可达性是最高的，受地理环境的影响楚雄的大姚和双柏地区交通欠发达，可达性较小。滇中城市群较云南其他城市交通网络相对发达，城市分布在空间上相对紧凑，可达性较好，更好的发挥了空间的距离效益，同时体现了滇中城市群较好的空间结构特征。

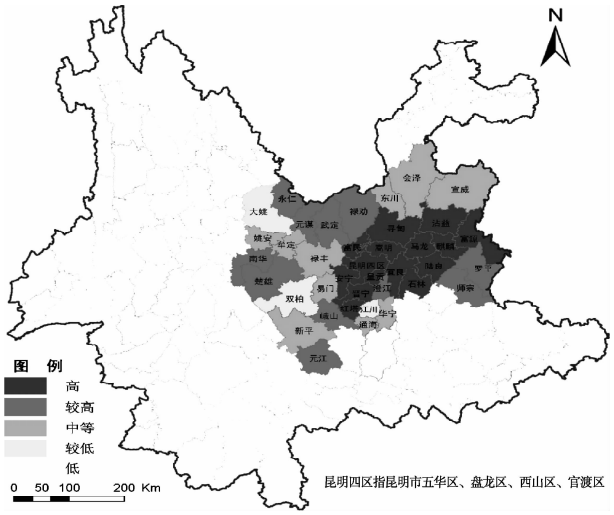


图 8　滇中城市群交通优势度评价图

Fig. 8　The transportation of dominance in Yunnan central urban agglomeration area

3　城市群空间结构效益解析

城市群空间结构合理有序，有利于不同尺度、不同层域的特色产业簇群的形成和发展，城市群区域人口容量逐步提高，城市群人口数量不断增长；不同尺度、不同层域特色产业簇群的形成发展，通过不同尺度、不同层域的特色产业簇群的培育发展推进城市群空间结构不断优化。除了地理区位以及区域政策以外，空间结构因素是造成滇中城市群竞争力较低的主要原因。由于滇中城市群竞争力先天受制于区位条件，而投资和政策等外部手段推动滇中城市群竞争力提升的效果并不明显，因此优化滇中城市群空间结构显得尤为重要。

城市群发展必然伴随着城市群空间结构的变化，反过来城市群空间结构的优化也促进了城市群发展。滇中城市群是云南省城市密集区之一，是西部地区的重要发展区域，在云南省实施中长期区域发展战略中处于重要位置，然而滇中城市群发展却十分缓慢。本文从空间结构的角度对长滇中城市群进行研究，对于提升长滇中城市群竞争力、实施西部开发战略具有十分重要的战略意义。本文采用定量与定性相结合的方法对长滇中城市群空间结构进行系统的诊断，分析其特征及形成的原因，并针对现状特征提出长滇中城市群空间结构优化的原则与价值取向，进而提出具体的空间结构优化整合模式与优化对策。

4　结论与讨论

4.1　加快产业规划，促进区域协调发展

城市的发展需要产业作为支撑，城市群的壮大需要有竞争力的产业集群体系。为实现云南省各城市的产业合理发展，应加强区域内主导产业的整体统一规划。首先，应研究本地区产业类型及其竞争力。对于一些竞争力不强，市场前景不乐观的产业要限制发展，引进和扶持一些技术含量高，具有较好市场前景的产业类型。其次，要合理布局各城市间的产业体系。从目前我国城市群的发展来看，很多情况各个城市或者城市群之间产业同构现象非常严重，其后果就是生产出来的产品不仅没有其他地区的产品进行竞争，反而先与同地区的产品竞争，从而阻止该产业发展。再次，从总体上提升区域产业技术水平，形成一批有自主创新能力的高新技术支柱产业群，推进产业结构的提升。最后，适时将技术相对落后的产业按照梯度原理转移到周边城市或省区，以扩大经济腹地，形成完善的区域产业等级序列。

4.2　明确城市职能分工，促进市群的专业化

在研究区域内各城市体系功能的基础上，明确各个城市的职能分工，有目的性地承接产业和引进技术。昆明和玉溪由区域中心节点职能向更为广泛的整合职能转型，而相应的职能正逐步由周边的城市承担。昆明逐步发展成为国际重要的旅游休闲中心，依托周边的旅游业和资本集聚优势和城市服务功能，发展成为西南现代服务业核心区和高科技术制造业中心；玉溪发展优势烟草产业和非烟矿电产业。其他城市也承担相应的职能功能，更好的发展各级城市的作用。

4.3　整合周边地区，研究非经济空间因素

城市群是一个开放的系统，区域内和区域外需要由物质、能量、信息、人口的流动。滇中城市群刚开始

规划时并没有考虑周边县域,随着规划工作的开展,发展县域的经济联系非常紧密,所以后来就把县域纳入到浙中城市群体系中。同样,滇中城市群的发展不仅仅局限于云南省区域内,需要外界加强联系,比如四川的联系反而大于与它与云南省内其他城市的联系,更准确地说成都和重庆一样,发展为四川的卫星城市,这样将更有利于城市群的发展。随着滇中城市群的成熟,其社会、生态环境的影响逐步显现。城市群用地、城市群住房、城市群交通、城市群社会空间整合等等,虽然不是城市群直接造成,却是随着城市群逐步成熟而产生的,只有更好的研究和处理好这些问题,城市群才能成为区域经济发展的载体。

4.4 坚持"环境为先,市场为大"

资源环境是国家和地区持续发展的物质基础所在。因此,合理而有效的资源环境开发应是滇中城市群区域发展的重要原则,特别是对那些公用性资源环境的开发如淡水、土地与大气等。依托云南丰富的环境资源,开发滇中的优势资源促进区域经济的发展。

市场是产品交换的场所,关键取决于消费,有多大的消费,就会有多大的市场。今日的经济全球化,首要的便在于市场全球化。中国目前正处于工业化转型和城镇化快速发展阶段。从发达国家的经验看,这一阶段也是社会需求多样化发育最快的时期。这为滇中城市群的后发赶超提供了一个难得机遇。能否把握的住,关键在于当地政府、企业乃至个人对内外市场的发育能否有一个正确判断和认识

参考文献:

[1]张仲元. 基于GIS的中原城市群空间结构与布局研究[D]. 开封:河南大学,2008.
[2]王芳,夏丽华,张太煜. 基于GIS的珠江三角洲城市群结构与空间关联研究[J]. 广州大学学报:自然科学版,2010,9(1):47-53.
[3]方创琳. 城市群空间范围识别标准的研究进展与基本判断[J]. 城市规划学报,2009,4:1-6.
[4]曾鹏,黄图毅,阙菲菲. 中国十大城市群空间结构特征比较研究[J]. 经济地理,2011,31(4):603-608.
[5]刘振新,安慰. 珠三角城市群的形成与发展[J]. 同济大学学报(社会科学版),2004,15(5):72-77.
[6]马志强. 论我国城市群的发展趋势及存在的问题[J]. 商业经济与管理,2003,7:37-40.
[7]刘志虹,彭翀,顾朝林. 辽中城市群空间协调规划[J]. 城市规划,2007,10:48-51.
[8]刘乃全,东童童. 我国城市群的协调发展:问题及政策选择[J]. 中州学刊,2013,7:21-26.
[9]李小建,李国平,曾刚,等. 经济地理学(第二版)[M]. 高等教育出版社,2011:173-182.
[10]王家庭. 城市首位度与区域经济增长——基于24个省区面板数据的实证研究[J]. 经济问题探索,2012,5:35-40.

OPTIMIZATION OF SPATIAL STRUCTURE BENEFITS OF YUNNAN CENTRAL URBAN AGGLOMERATION BASED ON GIS

WANG Da-li, NIU Le-de
(*School of Tourism and Geographical Sciences, Yunnan Normal University, Kunming* 650500, *Yunnan, China*)

Abstract: In the support of ArcGIS software and basic geographic data of Yunnan, preliminary analysis the spatial structure benefits of central Yunnan urban agglomeration. The results showed that: Fist, the highlight the advantages of central Yunnan urban agglomeration is large population, a higher level of economic development, greater economic development and urbanization Composite Index. In Kunming and Yuxi, economic development and urbanization coordination degree is higher, but have spatial differences between them. Second, in central Yunnan the degree of compact is high, the urban traffic accessibility is relatively better, degree of is better, and spatial links between major cities are more closely. But the number of cities is less, and the scale benefit is lack. In order to achieve maximum benefit, proposed the program of central Yunnan urban agglomeration on the basis of a comprehensive analysis.

Key words: Yunnan central urban agglomeration area; GIS; spatial structure

地缘政治视角中国陆、海疆问题与中国安全威胁

梁贤军[1]，马仁锋[1,2*]，冯革群[1]

（1. 宁波大学 城市科学系，浙江 宁波 315211；2. 浙江省海洋文化与经济研究中心；浙江 宁波 315211）

摘要：边疆安全是中国安全的重要组成，囿于历史累积和发展中新生矛盾，需要在全球经济一体化进程中重塑中国边疆地缘安全。中国陆疆问题已由早期的勘界、民族与经济落后问题演进为民族自治、经济发展与跨国极端宗教势力渗透，这在西北边疆尤为突出；中国海疆问题始终被勘界、海洋资源利用与权益治辖以及个别强国（或其依附国）海军侵扰所困，这在东海与南海日益显著。日益趋向复杂化的中国陆疆与海疆问题，既使中国边疆经济社会发展环境日益脆弱，又离散边疆居民中华文化认同度，甚至使个别边疆问题转换内地稳定问题。研究认为边疆问题主要通过事件自身性质及其在互联网与新媒体传播的瞬时蝴蝶效应、周边邻国政局动荡/大国侵扰的边界效应和国际社会对中国和平崛起的不信任效应等方式作用于国家安全，侵蚀中国发展的经济、社会、政治成效与国际形象等。

关键词：边疆问题；国家安全；新疆；南海；新地缘政治

中图分类号：D820　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1001－7852(2014)05－0021－09

中国的对外开放使中国融入全球获得足够的发展空间，既促进了经济社会快速发展、国力增强，又促进中国与周边邻国经贸合作、区域经济一体化程度趋向纵深领域，同时又带来了较多影响中国国家安全与稳定的不确定性因素，主要包括勘界纠纷与战争、跨境黄赌毒活动、民族问题、极端宗教势力犯罪等等，它们随着全球一体化的进程不断衍生新形式与新态势，时刻威胁着国家和人民的经济社会与军事安全。中国边疆问题与国家安全的息息相关，19 世纪 50 年代建国初期重点关注陆域国界勘定与边疆民族治辖[1]；改革开放后尤其是 20 世纪 90 年代以来陆疆的跨国犯罪与境外极端宗教势力渗透[2,4]、海洋权益不断受侵扰等事端频发[5,6]；进入 21 世纪以来，中国边疆问题更是呈现陆疆、海疆全面凸显、多点爆发格局。全面认知和评估中国边境问题演化特征及其对国家安全的影响方式与程度，既是当前中国深入推进“全方位”对外开放构建中国的稳定发展环境亟待解决的问题，也是地缘政治由局部区域转向全球化背景下中国国家权益维护机制理性响应的地缘政治理论探讨热点。

国内外学界对中国边疆问题研究由来已久，早在 1934 年杨青田在《中华月报》刊发《中国边疆问题》一文，随后出现大量有关以政治学、人类学、地理学等学科为主要学理依托的边疆政治、民族、经济社会与地理及历史文化研究[7,8]。回顾现有研究发现：一是高度关注陆疆问题，尤其是近年对跨境宗教极端势力影响的西北陆疆[9]、藏独与印度侵扰等因素困扰的西藏问题[10]、跨境民族流动与边境贩毒活动左右的云桂边疆问题[11]等展开了较为广泛的研究；二是有关海疆问题研究有张耀光[12,13]从海洋政治视角讨论中国部分海域海洋权益维护和中国南海“九段线”的形成。总体而言，现有研究较少同时考察中国陆、海疆问题及其对国家安全的影响，尤其是较少关注新地缘政治经

收稿日期：2014－09－08；**修订日期**：2014－10－08.

基金项目：宁波大学海洋专项研究项目（HYS1203）；浙江省海洋文化与经济研究中心项目（13HYJDYY05、14HYJDYY03）.

作者简介：梁贤军（1989－），男，浙江省新昌人，硕士研究生，主要从事人文地理学研究.

＊**通信作者**.

济环境下中国国家安全面临的威胁问题等。因此，尝试以中国西北边疆和南海海疆为例，分析当今中国陆疆和海疆所面对的地缘政治形式和所存在的问题，及对中国国家安全与稳定所产生的威胁，其中重点分析与邻国的地缘政治关系问题（民族关系、宗教关系、经济问题、领土争端问题等），并探索边疆问题对中国安全威胁作用方式及其影响表征等。这既可整合陆、海疆问题及其对国家安全影响分析，又探讨将其置于不断重塑的全球地缘政治背景中，深度解析中国边疆问题及其影响国家安全的机理。

1 地缘政治演进视域边疆问题研究

1.1 地缘政治理论演进

地缘政治把空间作为理解国际关系的最重要因素，是研究解释世界地理政治格局的一个地理学传统领域。地缘政治学诞生以来，就备受各国重视，成为制定国家战略的重要因素。地缘政治学历经萌芽、初创、发展、黑暗、复兴、再发展等阶段，研究主题、核心思想与应用领域也随之不断的发展变革。

如图1所示，地缘政治的“萌芽期”时其核心概念“地缘政治（geopolitics）”尚未被提出，主要理论贡献是拉采尔受到人类社会和动物有机体相似性理论的影响提出了有机体国家论，并从国家有机体、生存空间和边疆理论三方面描述了“地缘政治”，为地缘政治的产生和发展奠定了基础。随后瑞典政治学家R. 谢伦首创了“地缘政治”概念，认为“广阔的空间、对全体国民的控制和自由的活动权力”是一国成为世界强国的条件。20世纪初期以“海权论”、“陆权论”和“空权论”为代表的地缘政治学说成为发展期的地缘政治理论构成。马汉的“海权论”认为争霸世界的关键在于夺取海权，并且可以通过遏制世界上的主要航海要塞来控制安全；麦金德的“心脏地带学说”认为：陆域核心区域对国家安全有重要意义；杜黑的“空权论”是基于飞机产生及其空中作用力而论，但无疑为20世纪航空工业和空军的发展起到了重要推动作用。陆、海、空三权论局限在一国或多国毗连组成的区域层面地理环境与政治权力的关联性研究、片面性较为显著[14]，但基本反映了时代科技在经济社会发展与国家管理中的贡献及人类对地球认知特征，并为地缘政治理论全面发展做了铺垫。

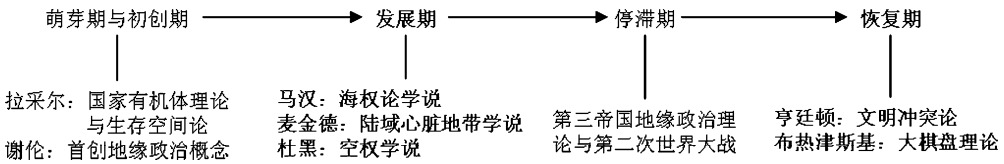


图1 地缘政治理论的演进

Fig. 1 Geopolitics theory evolution

第一次世界大战后地缘政治相关学说被纳粹学者曲解并运用在德国侵略扩展行动纲领中，使得地缘政治理论发展进入停滞期。冷战结束后，以亨廷顿的“文明冲突论”和布热津斯基的“大棋盘理论”为代表，表现出较为强烈的全球视野的地缘政治论。亨廷顿的“文明冲突论”中指出文明冲突将控制全球政治经济格局、文明之间的断裂线将会是未来的战争线；苏联的解体，使美国成为全球的唯一超级大国，主导全球发展，而欧亚大陆成为了全球的中心，布热津斯基基于此在“大棋盘理论”中提出了跨欧亚安全体系。

1.2 地缘政治、边疆问题与国家安全交互作用构成稳定地缘生态体系

边疆及其历史与地缘政治紧密相连，地缘政治对边疆稳定与国家安全至关重要。在区域经济贸易一体化、跨境恐怖主义、跨国犯罪集团、外国势力、能源保障、环境与全球变化等传统和非传统安全因子的影响下，边疆地缘格局会顺势改变，边疆地缘格局的改变进一步影响国家的安全与稳定，国家的安全和稳定又反过来影响传统和非传统的安全因子。它们之间相互联系、相互影响构成稳定生态体系（图2）。

（1）该生态体系是由边疆地缘格局、国家的安全与稳定、传统和非传统的安全因子构成，并且通过该三要素来影响整个地缘生态。地缘生态系统的三要素具有综合性、非等价性和不可替代性等特征：①三要素之间并不是相互独立对地缘生态系统发生作用，而是相互制约、相互影响的综合作用于

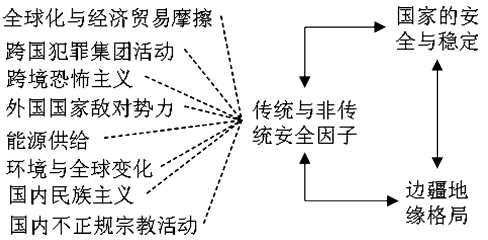


图 2　边疆问题 – 国家安全 – 传统与非传统安全因子的生态体系

Fig. 2　Frontier issue – nation security – traditional and untraditional factor ecosystem

地缘生态系统；②三要素间具有非等价性，即对整个边疆地缘格局影响的诸多因子并不是等价的，在不同情境下不同的因子所起作用也不同；③三要素具有不可替代性，即边疆地缘格局、国家安全与稳定、传统与非传统的安全因子决定区域地缘生态体系发展、演化时各自角色与功能不能互替；④3 个因子适用性是有限制的，并不适用于所有场合。

（2）边疆地缘格局对传统与非传统的安全因子、国家安全与稳定影响深刻。各种边疆地缘问题及其格局演变作用于安全因子，形成一些新型的非传统安全因子，如果该安全因子有利，将会推动边疆地缘格局的趋好发展，当然也可使国家变得更加安全和稳定。否则将通过链式的负面效应逐级放大使其逆向发展。

（3）囿于传统和非传统安全因子对边疆地缘格局、国家的安全与稳定的影响，使得边疆地缘格局与国家的安全与稳定产生相互作用。一个对本国有利的边疆地缘格局可巩固国家的安全与稳定，一个于本国不利的边疆地缘格局很可能影响国家的安全与稳定；反过来一个国家是稳定与安全的，就可促使一个趋向良性的边疆地缘格局的形成与稳定运行，一个国家是动荡不安的，就很难形成对本国有利的边疆地缘格局。

要维护国家的安全与稳定，就要从全局的观点看待边疆问题及其在地缘政治生态体系中的作用机制，从全局视角维护地缘生态系统的稳定发展。

2　中国的边疆与边疆问题再思考

2.1　中国的疆界问题

中国国土面积约 1 260 × 10^4 km^2，其中陆域国土面积约 960 × 10^4 km^2，《联合国海洋法公约》主张管辖海域约 300 × 10^4 km^2。除 37 × 10^4 km^2 的内水和领海外，还包括 200 海里专属经济区和大陆架。与中国陆域疆界毗邻的国家有 15 个：朝鲜、俄罗斯、蒙古、哈萨克斯坦、吉尔吉斯坦、塔吉克斯坦、阿富汗、巴基斯坦、印度、锡金、不丹、尼泊尔、缅甸、越南、老挝，陆域疆界绵延 2.2 × 10^4 km^2。与中国海洋疆界毗邻的国家有朝鲜、韩国、日本、菲律宾、马来西亚、文莱、印度尼西亚、越南。海洋疆界存在争议较多的区域集中在南海、东海等区域。目前，中国与邻国存在疆界争议的情况见表 1，概括而言，中国与邻国疆界争议主要成因分为 2 类：第一类是殖民者侵占清朝治辖中国版图的历史遗留问题，如中印问题、中日钓鱼岛问题等；第二类是随着经济社会发展人类对国土资源重视程度提升，南海与东海的海洋邻国开始侵占中国海洋资源，尤其是海洋矿产资源与渔业资源等[12]。

2.2　中国边疆问题的案例剖析（以中国西北边疆和南海海疆为例）

2.2.1　中国西北边疆及其问题趋向多元化

政治地理上的中国西北边疆位于中国西北部，该区涵盖陕西、甘肃、青海、宁夏和新疆 5 个省（区），土地面积 309.38 × 10^4 km^2，占全国国土总面积的 32.2%。处于中国北部安全战略地区的西部，分别与蒙古国、俄罗斯联邦、哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦、塔吉克斯坦、巴基斯坦、阿富汗等多个国家毗邻，是中国周边邻邦最多的地区。中国西北与中亚国家不仅地域相连，且有俄罗斯、哈萨克、吉尔吉斯（独联体中亚国家称柯尔克孜）、塔吉克、乌孜别克（乌兹别克）和维吾尔等同源民族跨国而居。传统地缘政治学家认为中国西北边疆地区既是世界政治的心脏地区欧亚大陆的一部分，也是至关重要的边缘地区的一部分，是中国进入中亚、中东和印度洋的前沿地区之一。19 世纪开始，这里就是西方战略中争夺亚欧大陆腹地的中心之一。20 世纪末随着苏联的解体，中国西北边疆便成为美国欧亚战略的前沿，成为西方国家阻止中国向中亚、中东这一地缘政治中心和能源中心扩展的前沿地带。就中国领土构成来说，西北边疆是中国陆上邻国最多的地区，其边界问题是中国 21 世纪国家安全的重点，南亚及中亚、中东地区的安全秩序都与中国西北边疆的安全环境息息相关，西北边疆在中国国家安全战略中意义重大。

表1 中国与邻国存在疆界争议

Tab. 1 The frontier issues between China and its neighbourhood

邻国	疆界争议内容	疆界争议成因	争议疆界发展趋势
不丹	约600 km争议边界线	由于麦克马洪线的争议引起	由于不丹内政和外交要接受印度的指导，此问题较难解决
印度	双方争议地区有8块，面积达12.5 $\times 10^4$ km^2，其中东段麦克马洪线以南的藏南（山南）地区9 $\times 10^4$ km^2、中段波林三多等0.2 $\times 10^4$ km^2均为印度控制，西段阿克赛钦等地区3.35 $\times 10^4$ km^2除巴里加斯的450 km^2外均为中国控制	西段争议由19世纪末英国炮制的“阿尔达版图”引起；东段争议主要是由非法的麦克马洪线引起；中段领土为1954年之后印度蚕食我国领土	印度近年大规模驻军中印边界修筑工事且摩擦时有发生，印度在逐步加强对争议领土的实际控制，解决难度也在加大。东段领土主要是印度大量移民非法的阿鲁那恰尔邦，实际控制权在印度手中难以解决；西段领土主要是中国的疆土阿克赛钦地区，只有阿里巴斯控制在印度手中，通过谈判比较容易解决
南海诸国	越南占据中国南沙29个岛礁；菲律宾占有中国南沙8个岛礁；马来西亚占有中国南沙5个岛礁；文莱占有中国南沙2两个岛礁；印度尼西亚和中国存在南海海域争议	由于中国国力有限，对南海领土管理能力不强，南海周边国家野心图谋中国领土和南海资源，资源丰富造成南海周边国家不断侵蚀我国南海领土	由于美国近年战略重心东移，南海问题背后处处有美国的影子，中国南海问题深受美国的牵制；南海周边各国对中国南海通过立法、主权宣示、军事占领等手段强制占领；大陆和台湾地区在南海战略上不能够充分协调，导致目前中国在南海问题上步履维艰。得益于南海舰队和三沙市的成立，中国对南沙的控制在逐步增强
日本	东海领土划界分歧，日本非法侵占东海对钓鱼岛以及附属岛屿	由于中国和日本对东海不同的划界方式，日本非法占有中国在东海的岛礁	由于日本对东海利益的窥视和中日之间遗存的民族问题，东海问题注定是长期的反复的一个争端，在短期内难以解决
韩国	黄海大陆架划分和以苏岩礁为代表的中韩领土争议	中国和韩国对东海划界的分歧造成中、韩领土争议	涉及中、韩之间的国家权益问题，这将会是中、韩之间的国家博弈，通过共同开发和精确划分来解决争议
朝鲜	长白山天池、薪岛和绸缎岛为主的岛屿归属的争议	历史上习惯性边界和朝鲜领导人的情感问题导致争议	由于目前中国和朝鲜有良好关系，目前的问题不是很突出，有可能在某个时间点这个问题会爆发

资料来源：根据新华网和人民日报相关报道整理.

中国西北边疆长期存在经济欠发达问题，并且和沿海发达地区的差距越来越大（表2），这对中国西北边疆安全造成严重隐患。经济安全是伴随着经济全球化、一体化而出现的一种非传统安全因素。对于一个发展中国家来说，经济安全问题的重要性，表现在经济的地区发展差距，关系到社会的稳定与国家的安全。许多国家的发展表明，长期的地区不均衡发展，如果与地区民族宗教矛盾交织，非常容易产生不稳定因素而导致国家安全利益受损。西北边疆经济总量要远低于东部沿海省份、西北边疆的固定资产要远低于东部沿海地区、西部地区服务业的产值远低于东部沿海地区服务业的产值（表2）。

表2 新疆地区和中国东部沿海地区的收入比

Tab. 2 Xinjiang region income proportion against east coastal region of China

地区	城镇居民的收入/元	农村居民的可支配收入/元	人均地方生产总值/元	服务业比重/%	工业比重/%
全国平均	21 809.8	6 977.3	35 083	43.1	47.62
新疆平均	15 513.62	5 442.15	30 257	34.0	40.8
长三角平均	31 180.63	13 542.91	67 457	47.4	67.4

资料来源：中华人民共和国统计局《2012年统计年鉴》.

由于大国势力对中亚地区的渗透造成西北边疆安全隐患。欧亚大陆历来就是大国地缘战略的焦

点，美国战略家们认为对整个欧亚大陆的控制将意味着对经济发达的欧洲和东亚乃至非洲和其他地区的控制。中亚地处欧亚大陆的轴心，其战略地位显赫，是连接欧亚大陆和中东的要冲，也是大国势力东进西出、北上南下的必经之地。中亚地缘政治的独特地位与作用，刺激各大政治力量纷至沓来，积极参与中亚地缘政治利益的争夺，以期实现其特定的地缘政治战略目标。主要表现在一是西方国家不断对中亚地区输入西方式民主概念试图颠覆中亚政权；二是西方国家对中亚地区丰富的油气资源的觊觎使得中亚地区内部动荡；三是中亚国家作为俄罗斯的传统势力范围对中亚国家的军事合作对中国西北边疆造成安全的隐患。

西北边疆的非传统安全因素不定期的爆发对西北边疆所造成的安全隐患，主要表现在：（1）社会安全问题（其中包括 3 股势力的渗透），即非国家行为体对新疆周边地区社会稳定的破坏及威胁问题、有组织的跨国犯罪问题（包括跨国毒品贩运、非法移民等）；（2）经济安全问题，包括新疆周边地区的金融安全、贸易安全、市场安全、财政安全等；（3）生态环境安全问题，包括人口过量增长、环境极度恶化、能源严重短缺、水资源日益匾乏、河流海洋污染枯竭、森林大面积减少等。

恐怖破坏活动对西北边疆所造成的安全隐患，中亚地区的宗教极端势力、民族分裂主义和由此产生的国际恐怖主义不仅干扰了中亚的社会经济秩序、安全与稳定，也使得中国西北边疆安全存在现实和潜在的威胁。中国新疆地区的东突恐怖活动自 20 世纪 90 年代以来发展日益猖撅，尤其 90 年代后期中亚地区恐怖活动的迅猛发展并与中国境内外东突恐怖势力相互勾结，使中国西北边疆的和平与稳定面临前所未有的严峻挑战，主要表现：一西北边疆地区民众受到不法分子的煽动，上街游行暴乱扰乱中国西北边疆的安全；东突组织以中亚为依托，扰乱中国的西北边疆安全；二境外的恐怖组织对中国西北边疆的渗透扰乱中国西北边疆的安全（表 3）。

表 3　恐怖破坏活动对我国西北边疆所造成的安全隐患

Tab. 3　Terrorist activity to potential security hazard in northwest chinese frontier

时间	事件	影响
1991 - 02 - 28	库车县定时炸弹爆炸事件	群众 1 死 13 伤，引起民众恐慌
1992 - 02 - 05	乌鲁木齐发生的公共汽车爆炸案	群众 9 死 68 伤，引起民众严重恐慌
1995 - 07 - 07	和田市 7. 7 骚乱事件	冲击、打砸和田地委、行署、公安机关
1997 - 02 - 05	伊宁市严重打砸抢骚乱事件	死 7 人，打伤 200 多人，砸烧汽车 20 多辆
1997 - 08 - 14	伊宁市 8. 14 游行事件	引起民众骚扰和边疆不稳
2001 - 02 - 05	乌什县暴徒袭击群众事件	7 人被杀，2 人受伤
2008 - 03 - 14	西藏拉萨严重骚乱事件	大量人员伤亡，重大财产损失
2009 - 07 - 05	乌鲁木齐市发生打砸抢烧严重暴力犯罪事件	150 多人死亡，1 000 多人受伤
2013 - 04 - 25	新疆巴楚暴力事件	民警和社区工作者 15 人死亡
2013 - 06 - 26	鄯善恐怖暴力事件	造成 26 人死亡

资料来源：根据新华网和《人民日报》相关报道整理.

2. 2. 2　中国南海海疆及其争议日益严重

中国南海，位于 23°27′N ~ 3°S、99°10′E ~ 122°10′E 的广大海域。它的北部连接中国的东南沿海与台湾岛、海南岛；东部与菲律宾诸岛相邻；南部濒临马来西亚、文莱、印尼以及新加坡；西部从新加坡延伸到马来西亚东海岸，经过暹罗湾、泰国与柬埔寨，沿着越南海岸到东京湾。整个海域为一个东北—西南走向的半封闭海域，东西长 1 380 km、南北约 2 380 km，总面积约为 350×10^4 km^2，包含东沙群岛、西沙群岛、中沙群岛以及南沙群岛共有大小岛屿 270 多个，其中已经命名的有 258 个，南沙群岛位于海南岛东南约 550 km。

目前南沙群岛是中国与东南亚相关国家领海主权争议最多的区域，几乎南海争端的各方都对南沙群岛进行占领与开发，使得该地区地缘政治格局呈现出分裂性的特征[6]。可以说，南沙争端

是南海主权与领土争端的主要问题。目前东沙群岛由中国台湾军队驻守；中沙群岛主要被菲律宾实际控制；西沙群岛由中国治辖；南沙群岛被相邻各国实际侵占。在南海海域，属于中国传统海疆线有 200×10^4 km^2 海域，而东南亚相关国家通过宣布领海、专属经济区与大陆架划界范围，各自宣称或实际侵占了中国广阔的领海。如越南占据了逾 100×10^4 km^2，菲律宾占据了 42×10^4 km^2，马来西亚将 27×10^4 km^2 的海域划入版图。此外，印度尼西亚与文莱分别侵入南海海域 5×10^4 km^2、3×10^4 km^2。这些国家在占据岛礁与领海的同时，还与西方国家一些石油公司大量开采油气资源。而各国之间特别是东南亚各国声称对中国的领海与岛礁石拥有主权，经常性争议见诸于各大国际媒体，有时甚至会发生摩擦，成为中国海疆安全中一种最不稳定的因素。

南海周边国家的侵扰，对中国南海领土安全造成严重威胁。主要是以越南和菲律宾为代表的南海国家大量侵占中国在南海的岛礁与海域油气、渔业资源。侵占方式主要有：（1）在中国的南海岛礁上修建工事，长期驻扎军队；（2）立法侵占中国在南海的岛礁；（3）和外国公司相互勾结，非法开采中国在南海的自然资源，侵占中国的领土。

此外，全球主要大国势力通过殖民或盟约东南亚相关国家，对中国南海领土安全造成潜在威胁。如以美国为首的外国势力干涉中国在南海领土的安全；通常采用的卑劣手法是煽动南海周边国家非法侵占中国在南海的岛礁；鼓励美国和英国的公司对中国南海进行非法的开发；阻碍大陆和台湾地区在南海执法上的合作（表4）。

表4 南海各国和外国势力对中国海疆所造成的安全隐患

Tab. 4 The coutries of south China sea and alien force to potential security hazard of marine frontier

相关国家	相关事件
南海相关国家对中国南海的侵权行为	2012年7月9日－11日越南和菲律宾借东盟会议向中国发难
	2009年2月17日，菲律宾国会通过领海基线法案，将中国的黄岩岛和南沙群岛部分岛礁划为菲律宾领土
	2011年6月17日，越南、菲律宾、马来西亚、印度尼西亚和文莱5国联合西方石油公司寻求国际石油公司合作开采
	1988年3月中旬，越南非法侵占中国南海领土，中国海军击败越南海军保卫了中国领土
	2012年菲美“卡拉特2012”的菲美联合海上军事演习
	2013年5月15日菲非法射杀中国台湾公民
	2012年8月16日越南通信部新闻局局长黄友亮禁止越南国内播放中国影视作品加强对越南国内的舆论控制，宣传南海的归属权
西方国家对中国南海的非法干涉	2012年5月9日希拉里和帕内塔强调说美国将遵守1951年签署的《美菲共同防御条约》
	2001年4月1日中美南海撞机事件

资料来源：根据新华网和人民日报相关报道整理.

3 中国边疆问题态势对国家安全的影响

3.1 中国边疆问题发展态势

3.1.1 中国陆疆问题发展趋势

通过对中国西北陆域边疆问题的梳理，发现中国陆域边疆问题演进呈现以下典型特征：（1）中国陆疆问题已经由新中国成立初期边界勘界纷争、经济发展要务和民族和谐自治演化为21世纪全球化进程中的民族自治、经济发展差距缩小、民族文化与宗教传承、跨国极端宗教势力渗透等，这既有伴随着中国经济快速发展带来的区域差距扩大的影响，又有区域高比重少数民族人口的民族与民主意识水平提高[15]自身有关发展因素，尤其是近年“三股势力（恐怖主义、宗教极端主义、民族分裂主义）”呈高发态势影响深重有关[16]；（2）中国内陆边疆问题演进的动力源，已由新中国成立初期的国家内部文化制度与民族认同度差异演变成民族主义、宗教主义和跨国恐怖主义为主导，这在新疆近

12 年来所爆发的恐怖事件中有着鲜明的印迹；（3）中国陆域边疆问题不再是早期的历史问题、国际政治关系与民族文化问题，随着经济全球化深度推进与跨国恐怖主义全球化，中国陆域边界问题演进过程日趋复杂和多元，主要表现为伴随中国和平崛起过程的边疆问题国际化传播与多种新型媒介传播，促成中国内陆边疆问题随时可以转化成为国际舆论焦点与热点[17]，这种不寻常的瞬时放大或夸张传播效应无疑使得中国陆域边疆问题可以转换成中国国际形象负面效应与国内不明真相群体破坏社会经济发展稳定局面的借口；（4）陆疆问题演进日趋多元化动力和多样性表征形式及其通过新媒体及国际媒介的不良放大，势必侵蚀中国和平崛起的国际形象和历经几代人奋斗而得到的国家安定团结局面。

3.1.2　中国海疆问题发展态势

中国海疆问题演进呈现如下显著特征：（1）中国海疆问题已经陷入“丢不得、谈不拢、打不得、拖不起、无处诉”的困境，主要是因为国家疆土完整和全球快速发展的海洋经济，以及东南亚部分国家实际侵占中国海礁及部分海域油气资源，一旦中国进行谈判或海监驱逐/海军维权，相关国家便利用弱小姿态和西方媒体的到处散布谣言，甚至把中国说成“恶人”，这对中国国际形象与国际地位造成严重的负面影响。（2）中国海疆问题发展趋势，已由新中国成立初期或改革开放前的边疆勘界争议，演进为边界勘界、资源与领海被侵占，国际大国势力的若隐若现的插手，中国国际形象等问题，使得海疆问题处理非常棘手。（3）围绕海洋权益维护的海疆问题，亟需国家从战略层面重视海权、建设海权，地方从战术层面维护海权、掌控海权，亦即中国必须致力于制定一个积极的海上战略[18]，同时必须赋予地方足够强大的海洋权益维护力量，可以是驻地海军、海洋警卫等多种形式的海洋权益威慑力量，也可以是中国海洋渔业捕捞船队或中国海洋油气资源开发主体等实际掌控海洋权益的执行主体。（4）中国海疆问题的处理成败，事关全局性国家安全。当前区域局部国际争议事件的处理成败，具有蝴蝶效应，会直接影响中国其他海洋问题与海外国家利益的正当维权成效。

3.2　中国边疆问题演进对中国安全的威胁

3.2.1　中国边疆问题演进对国家安全威胁的表征

综合新疆陆域和南海海疆的边疆问题的案例分析，可以发现中国边疆问题对国家安全威胁的主要表征是：（1）地方层面，主要是危及边疆居民人生及财产安全、破坏边疆区域执政组织和执政信心、侵蚀经济发展成效和民族及中华文化认同度；（2）国家层面，主要是通过新媒介的蝴蝶效应侵蚀国家内部经济社会发展的稳定环境和诱发新的民族主义、宗教主义以及区域自治主义等极端思潮抬头；（3）国际层面，主要是通过新媒介的扩散影响邻国民族主义或宗教主义势力抬头、侵蚀区域经济一体化成效，抑制了区域内跨国合作和安全互信的良性发展；（4）全球层面，主要是依托互联网和新媒介的瞬时无级别扩散，侵蚀中国建立的国际形象与国际地位，并有可能引起海外“藏独、台独、东突”等国家分裂势力的借题发挥与不法政治活动。总之，4 个层面的边疆问题对国家安全威胁的表征存在内部逻辑一致性和通过互联网与新媒介的蝴蝶效应，使其从点状负面影响瞬时波及全球性负面效应等。当然互联网与新媒介并不是这种负面效应瞬时扩散的唯一载体或途径，尤其是跨国恐怖势力的事件在边疆地区发生，本身会通过恐怖组织自身遍及全球的机构成全面扩散状态，这无疑会加速侵蚀中国国际形象与地位，并诱发新的经济、人权、宗教等方面的国际摩擦。

3.2.2　中国边疆问题演进威胁国家安全的作用途径

中国边疆问题伴随着全球地缘政治经济格局的变化而不断演进，进入 21 世纪呈现出多元化驱动力、多样性表征、多种传播途径以及日趋复杂等显著特征。边疆问题对国家安全的威胁虽在不同尺度呈现出不尽相同的表征，但其本质在于侵蚀国家或地方的经济社会的和平、稳定发展环境，并在一定程度上破坏国家或地方的经济、居民生命、社会文化认同与国际形象等。当然从地方的边疆问题如何上升为国家安全威胁，无疑受诸多边疆问题事件自身的规模、破坏力、国际影响范围和性质类型，如东突组织在新疆境内的恐怖活动，不论其破坏程度和损失大小，它都应是国家安全的重要威胁之一。然而新疆境内少数民众因民族关系而形成的民族冲突，不论其规模与破坏力如何都是民族自治内部的问题，尚不能构成国家安全威胁。因此，边疆问题对国家安全存在威胁的前提是其事件性质和国际负面影响程度等。至于地方的边疆问题如何上升为国家安全的重要威胁，核心路径在于事件破坏力本身及其通

过互联网和多种新媒介（微博、飞信、Facebook、twitter）的瞬时蝴蝶效应扩散，使得边疆问题真相被互联网绑架式扩散，直接侵蚀国家的国际形象与地位，促涨了新边疆问题事件发生概率。

当然，中国边疆问题对国家安全威胁的另一途径在于周边邻国政局动荡、大国侵扰带来的边界效应及其严峻挑战：（1）其“外溢效应”危及中国的边疆稳定与安全，尤其是中亚、南亚与西亚、东南亚不稳恐将冲击中国的地缘“西线与南线”，“三股势力”蠢蠢欲动直接威胁中国广袤西部区域安全，而东北亚局势的诡秘多变无疑使环黄、渤海区域边疆成为中国国家安全威胁的新增长点[19]；（2）西方大国等趁虚而入干扰中国东海和南海海疆问题的和平解决，侵蚀中国和平发展的地缘依托带。

此外，国际社会对中国和平崛起的不信任或抑制战略的新挑战促成中国边疆问题复杂化与国际化负面传播。兼顾“海洋维权”与“内陆维稳”的 21 世纪中国发展战略，无疑会遭受国际社会借边疆问题在全球层面大肆渲染中国“人权、民主、中国责任论”等系列新型国家安全威胁。

4 结论

边疆安全是中国安全的重要组成，边疆安全是实现国内的安全与稳定重要的决定因素。以中国西北陆域边疆和南海海疆问题及其演进为例，系统梳理中国边疆问题演进的趋势、动力、表征与本质，探析日趋复杂化和多样化的边疆问题对中国国家安全威胁的作用路径。研究认为中国边疆问题已经由新中国成立初期的历史问题、民族问题、经济问题和国际勘界问题演进成为日益复杂的民族自治、经济均衡发展、宗教矛盾与国际恐怖主义、分裂问题；中国边疆问题在地方尺度和全球尺度都具有较大的破坏力和负面作用，直接侵蚀中国的文化认同与经济社会发展成效，尤其是国际形象与地位，而从地方的边疆问题演化为国家安全的国际负效应主要是通过边疆问题事件自身性质及其在互联网与新媒体传播的瞬时蝴蝶效应、周边邻国政局动荡、大国侵扰的边界效应和国际社会对中国和平崛起的不信任效应作用于国家安全的。

参考文献：

[1] 丁建伟，赵波．近代以来中国西北边疆安全问题研究［M］．北京：民族出版社，2006.

[2] 马大正．1978 年以来中国近代边疆问题研究述评（上）［J］．中国边疆史地研究，1994（3）：98－110.

[3] 马大正．1978 年以来中国近代边疆问题研究述评（下）［J］．中国边疆史地研究，1994（4）：107－112.

[4] 王逸舟．恐怖主义溯源［M］．北京：社会科学文献出版社，2002.

[5] 陈霖．论中国边疆海权问题的治理［J］．学术探索，2010（1）：17－23.

[6] 王圣云，张耀光．南海地缘政治特征及中国南海地缘战略［J］．东南亚纵横，2012（1）：67－69.

[7] 汪洪亮．中国边疆研究的近代转型：20 世纪 30－40 年代边政学的兴起［J］．四川师范大学学报：社会科学版，2010，37（5）：137－144.

[8] 段金生，尤伟琼．范式变迁：“边缘”与“中心”的互动［J］．思想战线，2013，39（1）：31－38.

[9] 张云．藏学研究与中国边疆学建设［J］．云南师范大学学报：哲学社会科学版，2008，40（5）：12－15.

[10] 范铁权，李海健．新亚细亚学会及其边疆问题研究［J］．中国边疆史地研究，2012，22（4）：131－150.

[11] 张健．边疆治理的模式类型及其效应研究：以政府、市场和社会三者关系为视角的分析［J］．思想战线，2013，39（1）：133－134.

[12] 张耀光．中国海洋政治地理学：海洋地缘政治与海疆地理格局的时空演变［M］．北京：科学出版社，2004.

[13] 张耀光，刘锴，刘桂春．从地图看中国南海海域疆界线的形成与演进［J］．地理科学，2012，32（9）：1033－1040.

[14] 王存胜．地缘政治研究中的“盎格鲁—撒克逊”传统［J］．世界地理研究，2012，21（3）：28－36.

[15] 赵定东，朱俊瑞．当代新疆农民思想的动态性表现及影响因素分析［J］．北华大学学报：社会科学版，2013，14（1）：117－123.

[16] 杨立敏，蒲丽霞，刘晶．关于新疆暴力恐怖犯罪问题的思考［J］．新疆师范大学学报：哲学社会科学版，2012，33（6）：69－73.

[17] 刘晓程，王赟．大国边疆与对外传播［J］．北方民族大学学报：哲学社会科学版，2013（2）：31－39.

[18] 陈霖．论中国边疆海权问题的治理［J］．学术探索，2010（1）：17－23.

[19] 李靖宇，刘琨．关于环黄海区域的国家安全问题探讨［J］．东北亚学刊，2012，1（1）：48－53.

ISSUES OF CHINESE FRONTIER SECURITY THREAT FROM THE PERSPECTIVE OF GEOPOLITICS

LIANG Xian – jun[1], MA Ren – feng[1,2]
(1. *Urban Science Department of Ningbo University*, *Ningbo* 315211, *China*;
2. *Zhejiang Marine Culture and Economy Research Center*, *Ningbo* 315211, *China*)

Abstract: Frontier security plays an important role in Chinese security, and it need to reshape geopolitical security of Chinese frontier security. Due to accumulation in history and new conflicts during the development, global economy integration. (1) Chinese frontier issues evolve from early boundary settlement, ethnic and economically backward issues into national autonomy, economy development and transnational religious extremism infiltration, which is especially highlighted in Chinese northwest frontier. (2) Chinese coastal areas and territorial seas is bothered by boundary settlement, marine resource utilization and management of rights and interests, and naval aggression of certain powerful nations (or their dependent country), which is increasingly prominent in East China Sea and South China Sea. Increasingly complicate frontier issues do not only make frontier economic and social development environment increasingly delicate, but they also disperse the degree of recognition of Chinese culture, and even some frontier issues transform into domestic stable issues. The study shows frontier issues have negative effect on national security, Chinese economic, social, political accomplishment, international image and so forth by the nature of event and instantaneous butterfly effect on Internet and new media, neighboring countries' political unrest / boundary effect on powerful countries' aggression, and international community untrusting effect on peaceful rise of China.

Key words: frontier issues evolution; national security; Xinjiang; Nanhai ; new geopolitics

(上接第 14 页)

THE INTERESTS PATTERN AND GOVERNANCE PATH OF FENGHUANG ANCIENT TOWN UNDER "NEW TICKETS DEAL"

TAN Hua – yun[1,2]
(1. *Tourism College*, *Hunan Normal University*, *Changsha* 410081, *Hunan*, *China*;
2. *Tourism and Foreign Languages Department of Guangxi Institute of Trade and Economic*, *Nanning* 530021, *Guangxi*, *China*)

Abstract: "New tickets Deal" in Fenghuang Ancient Town has been a public event in China. It brought new interests pattern to the local destination, such as: the local government and the the company harvested the biggest beneficiaries; the ethnic Villages and scenic areas obtained policy support promoted the tourism economy a lot; grey crowd related to tourism gradually achieved fair income; tourism and related businessmen's income decreased slightly; the ethnic Villages and scenic areas did not obtained policy support developed slowly, one or two closed; no – ticket tendency tourists suffered from interests; while little interests influence on community residents and ticket tendency tourists. Analyzes the rationality of the interest pattern under "new tickets deal", and then explore three governance pathof Fenghuang ancient town: firstly, standardize government behavior, to enhance t he policy identityof "new ticket deal"; secondly, establish the encompassing interests coordination mechanism, to promote the sustainable development; lastly, introducee the fourth party supervision mechanism, to restrict and supervis ethe " new ticket deal" in Fenghuang Ancient Town.

Key words: Fenghuang Ancient Town; "New Tickets Deal"; stakeholders; interests pattern

中国内陆沿边省份对外开放竞争力研究

夏　超，骆华松，许龙龙

（云南师范大学 旅游与地理科学学院，云南 昆明 650500）

摘要：依据中共十八届四中全会提出的努力稳定对外贸易，提高对外开放水平的要求，结合中国内陆沿边 9 省份的实际情况，建立了由经济发展水平、对外贸易发展、对外旅游发展 3 项一级指标和 12 项二级指标组成的中国内陆沿边省份对外开放竞争力评价指标体系。采用主成分分析法对对外开放竞争力指标进行分析，得出内陆沿边九省份对外开放竞争力得分和排名，辽宁省的对外开放竞争力水平最高，其次是云南、黑龙江和广西，新疆、内蒙古、吉林、西藏、甘肃对外开放竞争力较弱。最后针对 9 省份提出提升对外开放竞争力的建议。

关键词：内陆沿边省份；对外开放竞争力；主成分分析

中图分类号：F224，F127　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1001－7852(2014)05－0030－05

0　引言

对外开放竞争力是指一定时期的地区经济在国际分工、国际贸易、生产要素流动和国际化生产方面参与世界经济的能力以及在未来的一定时期内，该经济体增强与世界经济融合水平的潜在发展能力[1]。科学技术的发展以及社会生产力水平的提高，使得经济全球化的趋势逐渐增强，国与国之间或各地区之间的联系越来越密切，相互依赖程度逐渐加深。对外开放政策的实施加快了内陆沿边对外开放的进程。内陆沿边开放不仅有利于推动内陆边疆经济的新发展，还能巩固发展民族团结，促进睦邻友好，更能缩小与沿海地区的经济差异，促进国内经济的平衡发展。然而，由于内陆沿边地区开放时间较晚，再加之起步发展水平、贸易合作对象、要素禀赋、科技发展水平和技术条件的不同，导致内陆沿边省份对外开放水平远远低于沿海城市，通过对内陆沿边省份对外开放竞争力的研究，有利于更好地了解目前内陆沿边各省份的对外开放状况，利用各省区的比较优势和竞争优势积极地开发开放本省区经济，发挥各省区优势和利用其他地区的长处，以共同促进内陆沿边省区经济的快速发展，提高内陆沿边省区对外开放水平。

1　研究方法

通过构建内陆沿边 9 省份对外开放竞争力指标体系，将定性方法和定量方法相结合，通过 SPSS 19.0 软件采用主成分分析法对各个内陆沿边省份进行比较分析。

主成分分析法是一种通过降维技术把多个指标约化为少数几个综合指标的统计分析方法[2]。它是用较少的变量去解释原来资料中的大部分变量，将原有的许多相关性很高的变量转化成彼此相互独立或不相关的变量。通常是选出比原始变量个数少，

收稿日期：2014－09－05；**修订日期**：2014－10－08.

基金项目：国家自然科学基金项目（41071100）；教育部新世纪优秀人才支持计划项目（NCET－10－0908）；中国西南地缘环境与边疆发展协调创新中心资助.

作者简介：夏超（1988－），女，山东省新泰市人，硕士研究生，研究方向为人口与人力资源开发.

能解释大部分资料中变量的几个新变量用以解释资料的综合性指标，对所研究的对象进行分析评价。其具体计算步骤如下[3-7]：

（1）数据的标准化处理

为了消除原始数据所存在的数量级和量纲上的差异，确保每一个指标都能在分析时发挥平等的作用，首先要对原始数据进行标准化处理，处理公式为：$x_{ij}^{*}=x_{ij}-\bar{x}_j)/s_j(i=1,2,\cdots,n;\ j=1,2,\cdots,p)$，式中 $\bar{x}_j$ 和 s_j 分别是第 j 个指标的样本均值和标准差。

（2）根据第一步处理的标准化数据，计算相关系数矩阵 $R=(r_{ij})p\times p$，且

$$r_{ij}=\frac{\sum_{k=1}^{n}(x_{ki}-\bar{x}_i)(x_{kj}-\bar{x}_j)}{\sqrt{\sum_{k=1}^{n}(x_{ki}-\bar{x}_i)^2(x_{kj}-\bar{x}_j)^2}}$$

其中 $i,j=1,2,\cdots,p$。

（3）计算 R 的特征值和特征向量

首先解特征方程 $\left|\lambda_i-R\right|=0$，通常用雅可比法求出特征值 $\lambda_i(i=1,2,\cdots,p)$，并使其按大小顺序排列，即 $\lambda_1\geqslant\lambda_2\geqslant\cdots,\geqslant\lambda_p\geqslant 0$；然后分别求出对应于特征值 λ_i 的特征向量 $t_i(i=1,2,\cdots,p)$。一般取累积贡献率为 85% ~95% 的特征值 $\lambda_1,\lambda_2,\cdots,\lambda_m$ 所对应的第一、第二，……，第 $m(m\leqslant p)$ 个主成分。

（4）计算主成分载荷

$$l_{ij}=p(z_i,x_j)=\sqrt{\lambda_i}e_{ij}(i,j=1,2,\cdots,p)$$

（5）各主成分得分

$F_p=a_{1m}ZX_1+a_{2m}ZX_2+\cdots a_{pm}ZX_p,a_{1i},a_{2i},\cdots,a_{pi}$ $(i=1,2,\cdots,m)$ 为 X 的协方差矩阵的特征值所对应的特征向量。

（6）确定主成分综合得分

$$F=\lambda_1F_1+\lambda_2F_2+\cdots\lambda_mF_m\Big/\sum_{i=1}^{m}\lambda_i$$

2　数据收集与处理

2.1　数据收集

内陆沿边省份包括：黑龙江省、吉林省、辽宁省、内蒙古自治区、甘肃省、新疆维吾尔自治区、西藏自治区、云南省、广西壮族自治区。本文依据中国内陆沿边 9 省份对外开放现状、经济发展状况以及 2013 年 9 省份统计年鉴和中国统计年鉴[8]，遵循客观性、层次性、可操作性原则，在充分考虑资料的可得性基础上[9]，选出地区生产总值、社会消费品零售总额、贸易进口总额、贸易出口总额、贸易进口额占 GDP 比重、贸易出口额占 GDP 比重、外商投资企业数量、外商投资企业投资总额、实际使用外资额、国际旅游人数、国际旅游外汇收入总额、旅游外汇收入占 GDP 比重等 12 项指标作为内陆沿边省份的评价因子[10-13]（表 1）。

表 1　对外开放竞争力指标体系

Tab. 1　Index system of opening competitiveness

一级指标		二级指标
对外开放竞争力指标体系	经济发展水平指标	地区 GDP 总值/亿元
		社会消费品零售总额/亿元
	对外贸易发展指标	贸易出口总额/亿元
		贸易进口总额/亿元
		贸易出口额占 GDP 比重
		贸易进口额占 GDP 比重
		外商投资企业数量/个
		外商投资企业投资总额/亿元
		实际利用外资额/亿元
	对外旅游发展指标	国际旅游人数/人次
		旅游外汇收入总额/亿元
		旅游外汇收入占 GDP 比重

2.2　数据处理

SPSS 软件具有数据标准化处理的功能，将原始数据录入之后对内陆沿边九省份的 12 个指标进行标准化处理，得到标准变量 $ZX_n(n=1,2,\cdots12)$。运用 SPSS 软件对数据进行因子分析计算得出相关系数矩阵，特征值、贡献率、累计贡献率（表 2）。

选取基于特征值大于 0.6 且累计贡献率大于 85% 的成分作为主成分，由表 2 可以看出，第一主成分的特征值为 6.903，第二主成分的特征值为 2.478，第三主成分的特征值为 1.083，第四主成分的特征值为 0.873。前 4 个主成分的累计贡献率为 94.479%，说明前 4 个主成分可以反映 12 个指标中的大部分信息，所以选取前 4 个主成分作为新的成分来代替原有的指标。运用主成分的分析方法提取 4 个主成分（表 3）。

表 2 特征值、贡献率和累计贡献率

Tab. 2 Eigenvalue, contribution and the cumulative contribution rate

成份	初始特征值			提取平方和载入		
	初始因子特征值	特征值的贡献率	特征值的累计贡献率	所提公因子特征值	所提公因子特征值贡献率	所提公因子特征值累计贡献率
1	6.903	57.527	57.527	6.903	57.527	57.527
2	2.478	20.651	78.178	2.478	20.651.	78.178
3	1.083	9.022	87.200	1.083	9.022	87.200
4	0.873	7.278	94.479	0.873	7.278	94.479
5	0.453	3.774	98.253			
6	0.130	1.081	99.334			
7	0.068	0.570	99.903			
8	0.012	0.097	100.000			
9	1.667E－16	1.389E－15	100.000			
10	2.197E－17	1.831E－16	100.000			
11	－7.544E－17	－6.287E－16	100.000			
12	－2.359E－16	－1.966E－15	100.000			

表 3 成份矩阵

Tab. 3 Component matrix

项目	成份			
	1	2	3	4
GDP/亿元	.951	－.179	－.045	.043
社会消费品零售总额/亿元	.973	－.162	－.059	－.027
贸易出口总额/亿元	.864	.303	.208	－.245
贸易进口总额/亿元	.961	－.010	.039	－.202
贸易出口总额占 GDP 比重	－.222	.667	.665	－.140
贸易进口总额占 GDP 比重	.772	－.219	－.317	－.247
外商投资企业数量/个	.258	－.730	.338	.448
外商投资企业投资总额/亿元	.643	－.539	.458	.217
实际利用外资总额/亿元	.899	.132	.236	－.257
国际旅游人数/人	.775	.388	－.320	.362
旅游外汇收入总额/亿元	.898	.377	－.085	.168
旅游外汇收入占 GDP 比重	.204	.837	.029	.465

通过表 3 可以看出，地区 GDP 总值、社会消费品零售总额、贸易进口总额与第一主成分的关系密切，可以将第一主成分命名为对外开放经济实力竞争力，外商投资企业个数、贸易出口总额占 GDP 比重、旅游外汇收入占 GDP 比重与第二主成分的关系密切，可以将第二主成分命名为对外贸易与旅游依存度竞争力，外商投资企业投资总额、国际旅游人数与第三主成分的关系密切，可以将第三主成分命名为对内引资竞争力，外商投资企业数量、国际旅游人数、旅游外汇收入总额与第四主成分的关系密切，可以将第四主成分命名为对外旅游竞争力。

表 4 特征向量矩阵

Tab. 4 Eigenvector matrix

指标	t_1	t_2	t_3	t_4
x_1	0.36	－0.11	－0.04	0.05
x_2	0.37	－0.10	－0.06	－0.03
x_3	0.33	0.19	0.20	－0.26
x_4	0.37	－0.01	0.04	－0.22
x_5	－0.08	0.42	0.64	－0.15
x_6	0.29	－0.14	－0.30	－0.26
x_7	0.10	－0.46	0.32	0.48
x_8	0.24	－0.34	0.44	0.23
x_9	0.34	0.08	0.23	－0.28
x_{10}	0.29	0.25	－0.31	0.39
x_{11}	0.34	0.24	－0.08	0.18
x_{12}	0.08	0.53	0.03	0.50

将成分矩阵中的数据输入 SPSS 数据编辑窗口，运用表达式 $t_n = a_n/SQRT(\lambda_i)$（$i,n = 1,2,\cdots,4$），计算得出特征向量矩阵（表 4）。

运用经过标准化后的标准变量，将标准变量分别命名为 $ZX_1 \sim ZX_{12}$，通过下列计算公式得出主成分及综合得分情况（表 5）。

$$y_1 = 0.36 \times ZX_1 + 0.37 \times ZX_2 + 0.33 \times ZX_3 + 0.37 \times ZX_4 - 0.08 \times ZX_5 + 0.29 \times ZX_6 + 0.10 \times ZX_7 + 0.24 \times Z_X8 + 0.34 \times ZX_9 + 0.29 \times ZX_{10} + 0.34 \times ZX_{11} + 0.08 \times ZX_{12}$$

$$y_2 = -0.11 \times ZX_1 - 0.10 \times ZX_2 + 0.19 \times ZX_3 - 0.01 \times ZX_4 + 0.42 \times ZX_5 - 0.14 \times ZX_6 - 0.46 \times ZX_7 - 0.34 \times ZX_8 + 0.08 \times ZX_9 + 0.25 \times ZX_{10} + 0.24 \times ZX_{11} + 0.53 \times ZX_{12}$$

$$y_3 = -0.04 \times ZX_1 - 0.06 \times ZX_2 + 0.20 \times ZX_3 + 0.04 \times ZX_4 + 0.64 \times ZX_5 - 0.30 \times ZX_6 + 0.32 \times ZX_7 + 0.44 \times ZX_8 + 0.23 \times ZX_9 - 0.31 \times ZX_{10} - 0.08 \times ZX_{11} + 0.03 \times ZX_{12}$$

$$y_4 = 0.05 \times ZX_1 - 0.03 \times ZX_2 - 0.26 \times ZX_3 - 0.22 \times ZX_4 - 0.15 \times ZX_5 - 0.26 \times ZX_6 + 0.48 \times ZX_7 + 0.23 \times ZX_8 - 0.28 \times ZX_9 + 0.39 \times ZX_{10} + 0.18 \times ZX_{11} + 0.50 \times ZX_{12}$$

$$y_{综} = 0.57527y_1 + 0.20651y_2 + 0.09022y_3 + 0.07278y_4$$

表 5　主成分及综合得分

Tab. 5　The main components and composite scores

省份	y_1	y_2	y_3	y_4	$y_{综}$	排名
辽宁	5.85	1.14	0.83	-0.73	3.62	1
云南	0.23	1.78	-1.35	1.47	0.49	2
黑龙江	1.30	-2.11	0.60	0.68	0.42	3
广西	0.10	0.62	-1.08	0.15	0.10	4
新疆	-1.16	0.72	0.20	-0.54	-0.80	5
内蒙古	-0.13	-2.00	0.60	1.09	-0.35	6
吉林	-0.21	-0.72	-1.12	-1.17	-0.46	7
西藏	-3.38	1.88	1.68	0.03	-1.40	8
甘肃	-2.17	-1.31	-0.38	-1.00	-1.63	9

3　对外开放竞争力评价

3.1　原始指标数据分析

辽宁省除了外商投资企业数量、投资总额、贸易出口额占 GDP 和旅游外汇收入占 GDP 比重外，其他指标均排名第一。黑龙江省的贸易出口总额占 GDP 和旅游外汇收入占 GDP 比重在排名中均处于中等水平，其余指标数值皆位于所有省份的前 4 名。除去辽宁省，云南省在国际旅游人数、收入总额和占 GDP 比重方面位于其他省份前列，广西省紧随其后，但两省的其他指标数值皆排在中间位置。吉林省的实际利用外资总额较高，但外商投资企业数量、贸易出口总额占 GDP 比重、对外旅游等均排在了均值之后。内蒙古的 GDP 产值较高，吸引外商投资能力强，但在贸易进出口额及所占 GDP 比重上排在了靠后的位置。甘肃省的吸引外商投资指标相对于其他指标具有一定的优势，其余指标竞争力偏低，尤其是在对外旅游方面排在了所有省份的最后。新疆贸易出口指标的数值位于九省份所有指标的第 2 名，其余指标排在了 7、8 名开外。西藏的贸易出口额占 GDP 和旅游外汇收入占 GDP 比重分别在所有指标中排名第一和第二，但剩余指标数值都排在了最后一名。

3.2　主成分竞争力分析

9 省份在 y_1 即对外开放经济实力竞争力中的平均得分为 0.43，在 4 个主成分中所占的比重最大。尽管如此，仍有 5 个省份在第一主成分中的得分为负值，使得 9 省份在第一主成分中的差距较大。y_2 即对外贸易与旅游依存度成分中，排名第一的为西藏，其次是云南、辽宁、新疆、广西、吉林、甘肃、内蒙古、黑龙江。平均分值为 0，说明内陆沿边 9 省份在第二主成分中的发展存在很大的空间。y_3 即对内引资竞争力和 y_4 即对外旅游竞争力在四个主成分中所占的比重最低，平均得分为 -0.02，可以看出要想提高沿边对外开放竞争力，就必须提高三、四主成分的得分，由原来的负值变为正值。

3.3　综合竞争力评价

从主成分综合竞争力得分情况表可以看出：辽宁省在内陆沿边 9 省份中对外开放竞争力水平最高，云南省、黑龙江省、广西壮族自治区 3 省的对外开放竞争力水平次之，新疆维吾尔自治区、内蒙古自治区、吉林省、西藏自治区、甘肃省对外开放竞争力最弱。近年来，辽宁省劳动密集型产品出口具有较好的竞争基础、进口需求稳定、外贸企业自主发展能力逐步增强，加之其既沿边又靠海的地理位置使得对外开放综合竞争力得分高达 3.62。云南省位于中国的西南边陲，

邻国较多，基于桥头堡战略和东盟自由贸易区、大湄公河次区域合作的平台，国际物流、服务贸易、旅游文化等开放性产业发展较快，使得云南省在以上九省份对外开放竞争力综合得分中排名第二。黑龙江省紧紧围绕“八大经济区”发展战略和“十大工程”发展举措，充分发挥地处东北亚腹地和对俄开放桥头堡的地缘优势，扎实推进外经、外贸、外资一体联动，有力促进了对外贸易经济的发展，对外开放竞争力综合得分中紧跟云南。广西省则积极利用政策优势，在对外贸易方式和贸易市场的多元化，以及在对外经贸合作平台的搭建等方面成效显著，在内陆沿边9省份对外开放竞争力综合得分中排名第四。新疆、内蒙古、吉林、西藏、甘肃5省由于起步时间晚、经济实力弱、出口规模小、出口商品结构不合理、科技发展水平和技术手段落后，导致对外开放程度不高，对外开放竞争力不强。

四 结论与讨论

通过对中国内陆沿边9省份的对外开放竞争力指标进行分析，得出内陆沿边省份的对外开放竞争力总体水平较低，有5个省份的对外开放综合得分处在平均水平以下。结合各省区在对外开放竞争力中的实际状况，制定提升各省区对外开放竞争力水平的措施：辽宁省与黑龙江省在继续发展对外贸易同时应该关注国际旅游的发展，提高旅游外汇收入占GDP比重；云南与广西两省应利用政策优势，吸引外商投资、增加外商投资数量和总额；针对新疆、内蒙古、甘肃地区，降低引资门槛，制定鼓励外商投向产业的优惠政策的幅度，把生态和环境极其相关产业纳入到招商引资行列；吉林省应继续推进开发区建设，努力扩大出口规模，通过开展特色招商、提高项目质量、创新招商方式、引进战略投资等加强重点产业招商引资；西藏地区应在提高本地区GDP发展水平的基础上进一步发展对外贸易。加大财政金融政策支持力度，加强贸易企业联系制度，不断增加出口规模。另外，新疆、内蒙古、吉林、西藏、甘肃5省还要加快发展入境旅游业务，增加外汇收入，扩大对外开放。

参考文献：

[1] 孙海华．中国西部各省对外开放竞争力评价研究［D］．陕西：西北大学，2007：12.
[2] 李朝旗，李朝赟，刘沛．基于主成分分析的区域可持续发展能力评价－以江苏省为例［J］．区域经济，2009（1）：65－66.
[3] 邓维斌，唐兴艳．spss19（中文版）统计分析实用教程［M］．北京：电子工业出版社，2012.
[4] 时立文．SPSS19.0统计分析从入门到精通［M］．北京：清华大学出版社，2012.
[5] 吴琢了，张朝元，王跃．基于主成分分析的大理州经济发展分析与评价［J］．昆明冶金高等专科学校学报，2013，29（1）：73－79.
[6] 李小玲，杨成忠．基于主成分分析的地区综合实力分析与评价—以青海省东部地区为例［J］．价值工程，2012（36）：160－161.
[7] 林锐斌，刘志坚．基于主成分分析法的中山市经济发展研究［J］．中国新技术新产品，2013（1）：226－227.
[8] 中国统计年鉴2013［M］．北京：中国统计出版社，2013.
[9] 冯晓强，姬明芳，李娟文．中国中部地区省会城市竞争力评价研究［J］．云南地理环境研究，2007，19（6）：75－77.
[10] 孙慧，韩菲菲．我国30个省市对外开放竞争力评价－基于主成分分析［J］．技术经济与管理研究，2013（5）：125－126.
[11] 孙慧，戴磊，任巍．基于主成分分析的西部12省市对外开放竞争力研究［J］．新疆社会科学，2013（1）：22－24.
[12] 刘炳炳，邵一珊．新疆向西开放竞争力指标体系构建及评价［J］．中央民族大学学报，2014，41（2）：63－70.
[13] 樊尊．河南对外开放竞争力研究［D］．开封：河南大学，2009：33－34.

（下转第46页）

芜湖高铁建设对居民出游行为影响调查及对策研究

吉 慧

（安徽师范大学 皖江学院，安徽 芜湖 241008）

摘要：从居民旅游交通决策行为、居民出游空间、居民出游行为预期影响3个角度分析芜湖市高铁建设对城市居民出游的影响。结果表明：（1）旅游交通是影响居民旅游决策的重要因素。（2）居民出游市场以近程为主，空间分布主要集中在100～400 km范围内，且东向出游特征明显，目的地以长三角地区为主。（3）高速铁路开通将增加芜湖居民出游交通工具的选择，改变原有的旅游市场空间，中远程出游比例增加，同时也会影响居民出游次数与天数以及景区的选择。最后，依据国内外学者对高铁旅游研究成果，结合本次问卷调查实际情况，初步探讨高速化背景下，芜湖市旅游的发展对策。

关键词：出游行为；高速铁路；芜湖市

中图分类号：F592.6，U238　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1001－7852(2014)05－0035－05

0 引言

交通基础设施是旅游发展的先决条件[1]，每一次交通方式的变革都深刻地影响着区域旅游发展和旅游空间演变[2]。作为世界“交通革命”标志之一的高速铁路具有低能耗、高速度、大运力等优势在世界范围内迎来新一轮建设高潮[3]。中国自第一条快速客运专线（秦沈专线）建成并运营以来，至2013年底，高速铁路投入运营里程达1.1×10^4 km，成为世界上高速铁路运营里程最长的国家。随着高速铁路的不断发展，高速铁路与旅游业发展之间的关系日益受到学术界的关注，汪德根、殷平分别从不同角度对国内外关于高铁对旅游的影响研究进行了总结和评述，认为国外关于高速铁路对旅游业发展的影响研究比较全面，主要涉及产业发展要素、旅游者动机及行为特征、旅游企业选址及经营方向、旅游空间格局等方面，而国内的研究涉及高速铁路对区域旅游空间结构、旅游企业以及旅游目的地发展影响3个方面[2,3]。本文以安徽省芜湖市为案例地，采用问卷调查的方法，探讨即将运营的宁安城际高速铁路对芜湖市居民出游行为的影响。

1 案例区与数据来源

1.1 案例区概况

芜湖市位于安徽省东南部，地处长江中下游平原，毗邻长江，是安徽省政治、经济和文化次中心城市。旅游资源丰富，涵盖自然风光、生态、历史遗迹、红色旅游等诸多类型，具有代表性的有华强旅游城（方特欢乐世界、方特梦幻王国、方特水上乐园）、马仁奇峰森林、丫山等旅游景区、大浦乡村世界等国家4A级景区，并具有“中国最佳休闲城市”称号。

2013年，芜湖市全年接待国内外各类游客2 407.3万人次，其中接待国内游客2 382.53万人次。实现旅游业总收入267.97亿元，其中旅游创汇收入13 220万美元。旅游经济综合竞争力位列安徽省第一方阵，随着交通等基础设施建设和提升，芜湖市旅游影响力不断扩大，已成为长三角地区旅游新的热点城市。

宁安城际高速铁路是长三角城际铁路客运系统的延伸，是途径芜湖的第一条高速铁路，由南京至安庆，

收稿日期：2014－09－10；**修订日期**：2014－10－11.

基金项目：安徽师范大学皖江学院科研项目“宁安城际铁路建设对芜湖市居民出游行为影响”（ky－201318）资助.

作者简介：吉慧（1985－），女，安徽省铜陵人，讲师，硕士，主要从事旅游交通方面研究.

途径芜湖，将安徽其他沿江城市（马鞍山、铜陵、池州）串联起来，高铁的建设对芜湖市旅游业的发展具有重要意义。

1.2 数据来源

问卷调查对象为芜湖市城镇居民，调查在2014年7~8月的星期六和星期日进行，选择居民休闲游憩较为集中的休闲广场、城市公园和景区作为调查地点。具体为芜湖市鸠兹广场、赭山公园、芜湖方特欢乐世界。调查内容主要包括：居民旅游决策行为、交通方式选择、出游空间现状、出游空间预期影响、出游行为预期影响等。调查共发放问卷200份，有效问卷173份，有效率为86.5%，样本基本结构特征见表1。

表1 调查样本结构特征

Tab.1 The structural characteristics of samples %

基本情况	类别	百分比	基本情况	类别	百分比
性别	男	43.9	月均收入	1 000元以下	8.7
	女	56.1		1 001~2 000	15.6
年龄	20岁以下	4		2 001~3 000	41
	20~29岁	54.3		3 001~5 000	24.9
	30~39岁	24.9		5 000元以上	9.8
	40~49岁	8.1	职业	公务员	1.2
	50~59岁	3.5		教师	14.5
	60岁以上	5.2		工人	15
文化程度	小学及以下	1.7		企业管理人员	14.5
	初中	13.3		军人	0.6
	高中及中专	29		农民	1.2
	大专	25.4		学生	10.4
	本科及以上	30.6		商贸销售人员	11.6
				个体户	27
				其他	4

2 高铁建设对居民出游行为影响

2.1 居民旅游交通要素决策分析

2.1.1 居民旅游决策行为分析

调查表明，影响芜湖市居民出游决策的因素依次为旅游费用、景区知名度、闲暇时间以及旅游安全，所占比例分别为66.5%、65.3%、52.6%和45.7%。可以看出：（1）旅游费用是居民出游优先考虑的因素，与师彦锋等对西安旅游者决策行为影响因素的调查结果类似[4]，这可能与中国居民的消费观念有关，居民的收入除满足基本的物质需求外，大多数用于子女的教育，甚至会考虑解决子女的住房需求，因而对满足自身精神需求的投入较少，这在一定程度上影响出游决策；（2）景区知名度高低在一定程度上影响居民出游的决策行为，大多数存在旅游需求的人在一定的资金和闲暇时间内更愿意去自己所了解的知名度高的景区旅游，因此，对一个景区或旅游目的地的感知映像会影响居民的出游决策；（3）旅游被看成是在闲暇时间所从事的游憩活动的一部分[5]，因此，多数情况下，闲暇时间成为影响居民出游的主要障碍，尤其是闲暇时间分布的集中程度（周末、小长假、黄金周、带薪休假等）会影响居民的出游决策；（4）旅游安全是旅游者最基本的心理需要，直接影响旅游决策行为，近年频发的旅游交通安全事故、旅游设施安全事故以及境外旅游人身安全等旅游安全事件引起人们的重视，旅游安全也成为影响居民出游决策的重要因素。

上述结果表明，与交通密切相关的旅游费用、闲暇时间及旅游安全都是居民旅游决策中最为关心的要素。

2.1.2 交通方式选择

调查显示，芜湖市居民出游通常选择的交通工具以大巴（45.6%）、火车硬座（31.8%）和软卧（30.6%）为主，私家车、飞机等其他交通工具出行所占比例较低。以往有研究指出，游客出行距离在200 km以下多选择汽车，在200~400 km范围内多选择火车[6]。本研究中，芜湖市居民出游的空间范围主要集中在100~400 km内，因此出游交通工具选择以大巴和火车为主。另外，由于调查对象中高收入人群所占比重较低，因此选择私家车和飞机出游的比例明显较低。

此外，高铁开通后，94.2%的居民在旅游时将会考虑高铁作为他们出行的交通工具，说明居民对能在家门口乘坐高铁出游具有很强的意愿。

2.2 居民出游空间分析

2.2.1 出游空间现状

（1）区域层面上

居民出游目的地主要集中在本省和长三角地区，比例达66.5%，加之与安徽接壤的山东、河南、江西和湖北共计75.7%。出游目的地为西部省份的占9.2%，其中新疆、西藏、青海、内蒙古、贵州等省份并未出现在调查中。作为政治和经济发达的地区，北京和广东对芜湖居民的吸引力较强，比例分别占8.3%和4%。

（2）省级层面上

居民出游目的地虽比较分散，涉及到22个省份，

但在空间分布上很集中，主要集中于本省、江苏、上海、浙江和北京，比例达74.8%，东向出游特征明显。其他省份除经济比较发达的广东、山东和旅游资源特别丰富的省份云南和海南等在1%以上外，其余均在1%以下。

（3）空间距离上

居民出游目的地主要集中在400 km范围内，比例达65.6%，4 h交通圈成为居民出游目的地市场的主体。从城市来看，主要集中在南京市（14.8%）、上海市（12.8%）和杭州市（10.8%）。

2.2.2　出游客流空间使用曲线现状

为了解芜湖市居民出游的空间分布范围和结构，本文以芜湖市到各省（自治区、直辖市）政府所在地的公路距离为距离指标，绘制居民出游客流空间使用曲线。由图1可知，芜湖居民出游客流空间使用曲线基本上遵循距离衰减规律，客流曲线在空间上表现为波动衰减趋势。在0～300 km范围内，随着空间距离的增加，居民出游客流逐渐增加，在300 km处出现客流分布高峰，这主要是由于出游目的地趋向芜湖周边的省内城市以及江浙一带的城市。300 km范围以外，居民出游客流随着距离的增加总体呈快速下降的趋势，但其间也出现过小范围的波动，尤其在1 200 km、1 400 km和

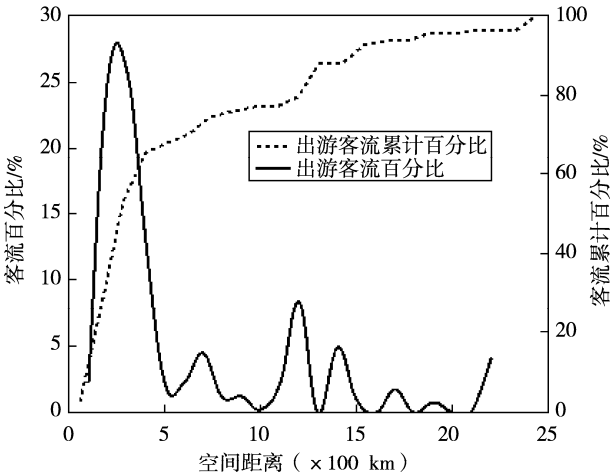


图1　芜湖市居民出游客流空间使用曲线

Fig. 1　Wuhu urban residents tourism spacial use curve

2 200 km处出现次高峰，这主要是由于北京、广东、广西、云南和海南分布在该范围内，国家的政治、经济、文化中心以及国际著名旅游地（西双版纳、三亚、桂林）对居民具有较大的吸引力。总体来说，芜湖居民出游范围以近程为主，近程出行主要集中在100～400 km范围内，出游游客人数累积百分比为63.3%，远程出行客流分布高峰通常与经济发达省区和著名旅游景区分布省区等因素一致。

2.2.3　高铁对居民出游空间预期影响

问卷对高铁开通后居民可能去的旅游目的地进行调查。分析表明，高铁开通后的居民出游意向的客流空间使用曲线波动较大，400 km范围内比例从65.6%下降到52.6%，但宁安城际铁路沿线城市作为旅游目的地的比例增加，如安徽沿江城市安庆，作为旅游资源丰富但交通通达条件较弱的地区，高铁建设对其旅游发展促进作用尤为显著，其在芜湖市居民出游目的地选择上表现为，现有1.5%的居民去过安庆旅游，而高铁开通后，居民认为会去安庆旅游的比例上升到5.3%。远程出行的客流比例显著增加（图2），从调查来看，居民还是对知名旅游目的地有较浓厚的兴趣，如三亚、桂林、北京、昆明为较多居民选择。总体上，高铁会增加居民的远程出游需求，增大了居民的出游范围。

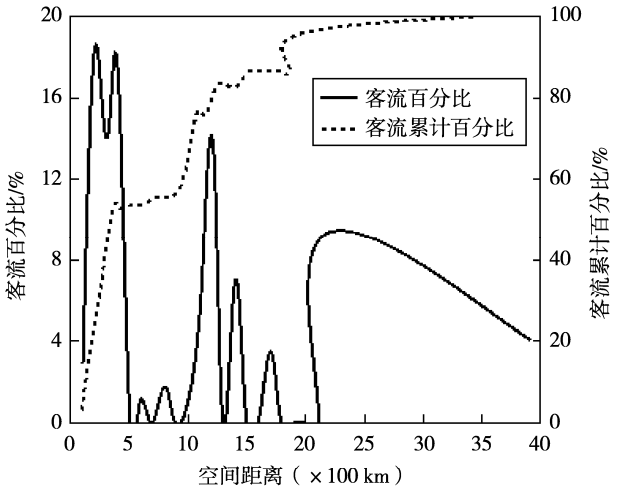


图2　宁安城际高铁开通后芜湖市居民出游客流使用曲线

Fig. 2　Wuhu urban residents tourism spacial use curve after the opening of Nangjing－Anqing inter－city high－speed railway

2.3　出游行为预期影响

为了解高铁开通对居民出游行为可能产生的影响，对高铁开通后居民认为可能影响出游行为进行了调查。结果表明：高铁会影响居民出游时对交通工具的选择、旅游次数和天数、旅游费用以及景区的选择，所占比例分别为60.1%、47.4%、37%和31.8%。芜湖至今没有通高铁，高铁票价相对普通列车较高，但其快速和舒适的性能会成为多数游客的选择之一，宁安城际铁路开通后将会增加芜湖居民出游交通方式的选择。

由上可以看出，绝大多数芜湖居民支持高铁建设，对宁安城际高速铁路的开通很期待，超过71%的居民认为高铁的开通更加方便居民出行，节约旅行时间，极少数人认为高铁票价贵，说明芜湖居民对高铁建设持欢迎态度，宁安城际高速铁路的开通会在一定程度上改变居民出游范围的空间结构，并将影响居民的出游行为。

3 芜湖市未来旅游业发展对高速铁路的响应与对策

3.1 加大宣传，扩大区域影响力

景区知名度是影响旅游决策重要的因素，这在旅游目的地客流上也有充分表现，一般景区知名度越高其游客接待量越高大，市场范围越广，客源结构越分散，市场也相对稳定。高铁的建设压缩了区域旅游的空间，对各景区的的空间距离起到拉近的作用，增强了各景区之间的竞争，尤其是增强了沿线城市同质景区之间的竞争，客观上加剧了景点间的替代性，这种空间竞争要求芜湖市在城市旅游宣传上加大力度，以增强区域影响力。

同时，高铁的建设给芜湖市旅游产业发展提供了新的发展机遇，它使得芜湖市与其他城市相比有更好的商业区位。此外，其城市旅游发展具有以下基础和优势：（1）芜湖市旅游产业具有较好的发展基础，2013年，芜湖市旅游总收入位列全省第五（据《2013年安徽统计年鉴》）；（2）传统商业发展优势，2012年，福布斯发布的中部商业城市排行榜中，芜湖市位列第五，是充满经济活力和深具潜力的商业城市；（3）会展经济初具规模，2013年芜湖市会展经济成交额超10亿元，参展商达6 100家。由此，在高铁开通新的形势下，芜湖应大力推进商务旅游的宣传。

3.2 增强区域合作，融入长三角旅游区

诸多研究证实，高铁建设将改变区域旅游空间结构。从芜湖市居民出游空间现状来看，居民出游空间近域性特征明显，出游空间分布主要集中在100～400 km范围内，出游省份主要集中在长三角地区，南京市、上海市、杭州市是目前居民重要的出游城市，东向发展特征显著。同时，长三角作为我国最为重要的客源地之一，是包括芜湖市在内沿线城市最大的客源地。而高铁的连接，则更进一步加强了高铁沿线城市之间和高铁沿线城市与长三角各城市的联系和互动。所以，芜湖市可以从3个层面上展开重点区域合作：（1）与近域旅游重点城市展开合作，主要是黄山市和池州市，原因在于黄山市黄山风景区、黟县西递和宏村、池州市九华山是安徽省区域内知名度最高的景区，具有最强的市场吸引能力，在高铁发展背景下，黄山市和池州市对包括芜湖在内周边城市旅游带动和辐射作用将在一定程度上得到增强；（2）与沿线旅游资源富集，品味高，具有市场潜力的城市展开合作，重点展开与安庆市的合作，原因在于安庆市境内有著名的国家5A级景区天柱山，安庆市是历史文化名城，高铁的建设将大大促进安庆旅游产业的发展；（3）融入长三角，并与上海、杭州、南京等重点客源和目的地城市展开合作。

3.3 适应市场需求，优化旅游产品结构

目前，市内旅游产品结构单一，以基础层次的观光型旅游产品为主，缺乏参与性、娱乐性和体验性，在个性化需求的市场趋势发展背景下，应加大提高层次和专门层次的旅游产品开发，如娱乐旅游、疗养旅游、会议旅游等。同时，在高速背景下，交通将促进区域旅游要素流动，参与长三角区域旅游合作要求对旅游产品结构进行调整。有研究表明，高速铁路连接的主要城市将会迎来环城市游憩带的空间扩张，以往的环城市游憩带或许将会出现空间扩展、类型增加等一系列新的变化[7]，对芜湖市而言，大都市对城郊民俗资源、风景资源的需求也将有所增加，因此，应加大力度开发面向长三角及主要城市的旅游产品。

3.4 顺应高铁旅游新趋势，完善商务旅游配套设施

对居民出游行为预期影响调查表明，高铁将对居民旅游的交通工具的选择、旅游次数和天数、旅游费用以及景区的选择产生影响。高铁对出游行为影响中，对旅游天数的影响值得关注，有研究表明，高铁开通将增加每天往返游客数量，而过夜游客数量将在一定程度上减少[8,9]，虽然高铁开通后促进了游客量的增长，使商务游客人次增加，但平均逗留时间下降，从而威胁到商务饭店的入住率。此外，高铁建设将促进城市旅游业及会展、重大会议等商务旅游活动蓬勃发展，商务旅游设施配套需进一步完善。

3.5 合理组织交通系统，提高城市综合运输水平

此外，高铁最显著的优势在于速度快，能节约出行时间，但是，因新建高铁交通枢纽与市内交通的衔接换乘并没有做到综合考虑，中国已开通高铁城市普遍存在交通换乘问题，如没有合适的换乘车

次、没有实现站台“零换乘”、走行距离长、交通运营管理不规范（如运营车辆乱要价）等问题，导致换乘效率不高和旅客不满。由此，城市综合交通枢纽建设和合理的交通系统组织对提高城市的综合运输水平十分重要，以减少旅客的换乘时间，实现真正高速化。

参考文献：

[1] Prideaux B. The role of the transport system in destination development [J]. Tourism Management, 2000, 21 (3): 53 – 63.

[2] 汪德根，陈田，李立，等．国外高速铁路对旅游影响研究及启示［J］．地理科学，2012，32（3）：322 – 328.

[3] 殷平．高速铁路与旅游业：成果评述与经验启示［J］．旅游学刊，2012，27（6）：33 – 40.

[4] 师彦锋，郝索．西安旅游者决策行为模式及其影响因素的动态研究［J］．北京第二外国语学院学报，2006，28（7）：61 – 66.

[5] 保继刚，楚义芳．旅游地理学［M］．第三版．北京：高等教育出版社，2012.

[6] 梁雪松．旅游消费需求与交通工具选择的相关性研究——基于高铁与航空运输视角［J］．经济问题探索，2012，11：123 – 130.

[7] 杨彦锋．高速铁路对我国区域旅游格局的影响［DB/OL］．智旅动力，2010 – 03 – 01. http://www.uuidea.com/2010/0301/6597.html.

[8] Reg Harman. High speed trains and the development and regeneration of cities [J]. London: Green gauge 21, 2006, 66: 5 – 126.

[9] Sophie Masson, Romain Petiot. Can the high speed rail rein – force tourism attractiveness? The case of the high speed rail between Perpignan (France) and Barcelona (Spain) [J]. Technovation, 2009, 29: 611 – 617.

THE INVESTIGATION AND COUNTERMEASURE RESEARCH OF HIGH – SPEED RAILWAY ON RESIDENTS TOURISM BEHAVIOR IN WUHU CITY

JI Hui

(*Wanjiang College*, *Anhui Normal University*, *Wuhu* 241008, *Anhui*, *China*)

Abstract: From the perspectives of residents travel traffic decision – making behavior, residents travel space and the expectations of residents travel behavior, the impacts of Wuhu high speed railway on residents travel behavior were analyzed. The conclusions can be arrived that: (1) tourism traffic was the important factor which affected residents tourism decision – making behavior. (2) the characteristics of residents travel market were shown as short – range travel oriented and obvious character of eastbound. Residents travel distance concentrated on the scope of 100 to 400 km in Yangtze River Delta region. (3) The opening of high – speed railway would not only increase the choices of residents travel transport and residents travel distance, but also affect residents travel times, the number of traveling days and scenic choice. In the end, based on the lasted studies about high – speed railway tourism at home and aboard and the results of the questionnaires, the author preliminary discussed the development countermeasures of Wuhu tourism under the background of high – speed.

Key words: tourist behavior; high – speed railway; Wuhu City

基于灰色关联法和德尔菲法的土壤侵蚀敏感性评价
——以云南金沙江流域 3 个典型露天矿区为例

夏既胜，葛　然

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

摘要：灰色关联法和德尔菲法是对系统中各因子的价值或贡献率进行评估的有效方法。土壤侵蚀敏感性的评价涉及自然界诸多因素，包括定性因素和定量因素，因此采用灰色关联法和德尔菲法进行土壤侵蚀敏感性评价将提高评价的效率和准确性。金沙江流域从上游到下游地理环境差异大，采用灰色关联法和德尔菲法对不同地理环境下的露天矿区进行土壤侵蚀敏感性评价，有助于流域的生态环境保护与治理。分别在该流域（云南部分）高山峡谷区、宽谷湖盆区、喀斯特中山丘陵区等 3 种地理环境下选取 3 个典型露天矿区为研究对象，以土壤质地、地形起伏度、坡度、植被覆盖度、植被类型、降水等 6 个因子作为评价指标，采用灰色关联度法、德尔菲法，在 GIS 软件平台下对 3 个典型露天矿区进行了土壤侵蚀敏感性评价，得出了 3 个典型露天矿区的土壤侵蚀敏感性。实践证明，两种方法与 GIS 相结合是实现土壤侵蚀敏感性评价的有效工具。

关键词：金沙江流域；土壤侵蚀敏感性；灰色关联法；德尔菲法

中图分类号：S157.1　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1001－7852(2014)05－0040－07

0　引言

灰色关联分析法，是属于灰色系统理论中寻求系统中各因素之间数值关系的方法，最早用来分析因素之间发展趋势的相似或相异程度，也即“灰色关联度”[1]。后来作为评价系统的良好性、健康性的有效工具被广泛应用。系统中各要素对于系统的良好性、健康性的价值或贡献率，有其最佳状态（或理想最佳值），通过分析各要素的实际值和最佳值的相似程度，可以实现对系统中各要素的客观评价。由于其基于严谨的数学理论和计算方法，对于定量要素的评价较为便利。长期以来，该方法已用于经济[2]、交通[3]、城市[4]、林业[5]、土地[6]等各大领域。在地理环境方面的应用，往往用于环境承载力[7]、生态安全[8]、人居适宜性等各方面、但在土壤侵蚀敏感性方面，还鲜见报道。德尔菲法，又称专家打分法，是指通过征询有关专家的意见，对专家意见进行统计、处理和归纳，并经过多轮意见征询、反馈和调整后，对因子的价值、权重或贡献值进行分析的方法。

露天矿区的土壤受超负荷的机械扰动，易在降水作用下形成大面积的坍塌、流失、迁移，危害流域生态环境。矿区土壤侵蚀敏感性评价，是为了鉴别土壤侵蚀对采矿活动的敏感程度、分布规律以及区域范围，为保护生态环境提供科学依据。近年来随着 3S 技术的迅速发展和广泛应用，利用地理信息系统研究土壤侵蚀敏感性，使得土壤侵蚀空间变化的定量研究得到了加强。目前已有大量学者对此进行过研究，但大部分都只是针对单个影响因子或局部地区单一地形的评价[9－11]。本研究是在灰色关联分析法和德尔菲法的支持下，采用土壤质地因

收稿日期：2014－09－02；**修订日期**：2014－10－08.

基金项目：国家自然科学基金项目（40901294，41461103）；云南省自然科学基金项目（2014FB106）资助.

作者简介：夏既胜（1974－），男，湖南省武冈人，副教授，博士，主要研究方向为流域生态学与 GIS 应用.

子、地形起伏度、坡度因子、植被覆盖度、植被类型、降水等 6 个影响因子，对金沙江流域（云南段）不同地理环境下 3 个典型露天矿区土壤侵蚀敏感性进行评价和对比分析研究。

金沙江流域（云南段）是长江上游水土流失严重、生态环境薄弱的地区。区域内地形、地质条件复杂，植被覆盖较差[12,13]，露天矿区分布多，经采矿机械扰动或搬运后的松散土壤常在雨水作用下，沿陡坡流失，淤塞下游河流。目前针对流域内土壤侵蚀的研究已经在局部地区展开[14]，但缺乏全区不同地里环境的对比研究。因此，本文以金沙江流域（云南段）规模大、地学背景差异明显的东坡钨矿、米厘铜矿和木杆铁矿等 3 个典型露天矿区为例，评价与对比分析不同地里环境下的土壤侵蚀敏感性。以 ArcGIS 为数据分析平台，在建立流域内露天矿区空间数据库的基础上，选取了适合该流域的评价指标，采用灰色关联法、德尔菲法、GIS 空间分析等方法，实现了典型矿区土壤侵蚀敏感性评价。研究成果一方面揭示了流域内露天矿区的水土流失现状，另一方面探讨了灰色关联法、德尔菲法在土壤侵蚀敏感性评价中的实践应用。

1　研究区域概况和数据来源

1.1　研究区域概况

金沙江是中国长江上游的干流，流经云南高原西北部、川西南山地，到四川盆地西南部，全长 3 496 km，流域面积 47.32×10^4 km^2。金沙江流域（云南段）为金沙江中、下游，地处青藏高原东南缘向四川盆地过渡地带，全长 1 560 km，在云南的流域面积为 11.2×10^4 km^2。流域内矿产资源丰富，蕴藏大量的黑色金属、有色金属、贵金属及非金属矿藏，如钒钛磁铁矿、煤炭、石灰石、白云石和黏土等。区域内现有采矿权的露天矿区达 261 个（2010 年）。本文分别在流域上游、下游的不同地理环境下选择了东坡钨矿、米厘铜矿、木杆铁矿 3 个露天矿区（图 1）进行土壤侵蚀敏感性评价与对比研究。

其中，东坡钨矿处于上游极高山峡谷区，东经 100°02′52″ ~ 100°07′44″，北纬 27°14′48″ ~ 27°19′48″。海拔约 3 960 m，地势西北高东南低，为半山区和高寒山区，年平均降雨量约为 730 mm。米厘铜矿处于中游宽谷湖盆区，在东经 100°25′57″ ~ 100°34′52″，北纬 26°54′48″ ~ 27°00′06″，海拔约

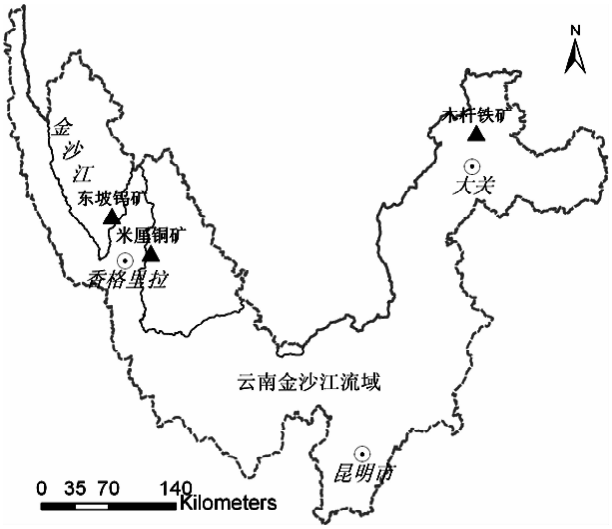


图 1　云南金沙江流域内 3 个典型矿区在空间分布示意图

Fig. 1　Spatial location distribution of 3 typical mines in Jinsha river watershed

2 900 m，地势北高南低，年平均降雨量 850 mm 左右。木杆铁矿位于下游喀斯特中山丘陵区，东经 103°47′44″ ~ 104°07′50″、北纬 27°54′51″ ~ 28°08′57″。海拔约 1 600 m，总体地形北西及南东部高、北部低，年平均降雨量约为 1 100 mm。

1.2　数据来源

本次研究收集了 3 个露天矿区的地形图（1∶1 万）、遥感影像图、金沙江流域（云南段）的土壤类型图及植被类型图等。遥感资料采用的是 2010 年 12 月的 Landsat－5 TM 遥感影像数据，空间分辨率为 30 m，共有 7 个波段，分别为 TM－1（0.45 ~ 0.52μm）、TM－2（0.52 ~ 0.60μm）、TM－3（0.63 ~ 0.69μm）、TM－4（0.76 ~ 0.90μm）、TM－5（1.55 ~ 1.75μm）、TM－6（10.40 ~ 12.50μm）和 TM－7（2.08 ~ 2.35μm）。共涉及 3 景 Landsat－5 TM 遥感影像，利用 ENVI 软件对遥感影像进行大气校正、波段组合、研究区域范围裁剪等技术处理。使用 ArcGIS 软件对其余的图像进行相应的操作，得到各个评价因子的专题图层及最终研究成果图。

2. 土壤侵蚀敏感性评价

2.1　评价指标的选取

土壤侵蚀敏感性是指土壤在降雨、流水等外力作用下被破坏、分散、流失的易发性程度。除了土壤本身的质地因素外，它还受外界因素影响。根据

国内外研究现状，结合实地考察结果，选用土壤质地因子、地形起伏度、坡度、植被覆盖度、植被类型、降水等 6 个因子来评价研究区的土壤侵蚀敏感性。

2.2 评价方法

分别采用了灰色关联法、德尔菲法和 GIS 空间分析等方法对各个单因子进行评价。在评价一些难于定量（容易定性）的单因子如土壤质地因子、植被类型、降水强度时，采用了德尔菲法。对于能够定量的单因子如地形起伏度、坡度、植被覆盖度等，则选用灰色关联度进行评价。灰色关联度的基本思想是根据各因子特征曲线及几何形状的相似程度来判断各个因子之间的关联程度，在评价系统的优劣性时具有广泛的适用性，可以有效地分析定量因素对评价目标作用大小，可避免认为评判的主观性。其计算公式为：

$$\xi(k)=\frac{\min_i\min_k|C^*(k)-C_i'(k)|+R\cdot\max_i\max_k|C^*(k)-C_i'(k)|}{|C^*(k)-C_i'(k)|+R\cdot\max_i\max_k|C^*(k)-C_i'(k)|} \tag{1}$$

式中：$\xi(k)\in[0,1]$为第 i 个栅格第 k 个评价因子与第 k 个评价因子最优值的关联度；$C^*(k)$为第 k 个评价因子的最优值；$C_i'(k)$为第 i 栅格第 k 个评价因子的属性值；$\min_i\min_k|C^*(k)-C_i'(k)|$称为两级极小差，$\max_i\max_k|C^*(k)-C_i'(k)|$称为两级极大差，$R$ 是分辨系数。

完成各个单因子的评价后，进行因子的组合。因子的组合采用以下公式：

$$W=\sum_{i=1}^{n}C_iW_i \tag{2}$$

式中：W 为土壤侵蚀敏感性的综合评价结果；C_i 为第 i 个因子的评价值；W_i 为第 i 个因子的权重。

在 ArcGIS 环境中，基于灰色关联法、德尔菲法的土壤侵蚀敏感性评价的技术路线流程图（图 2）。

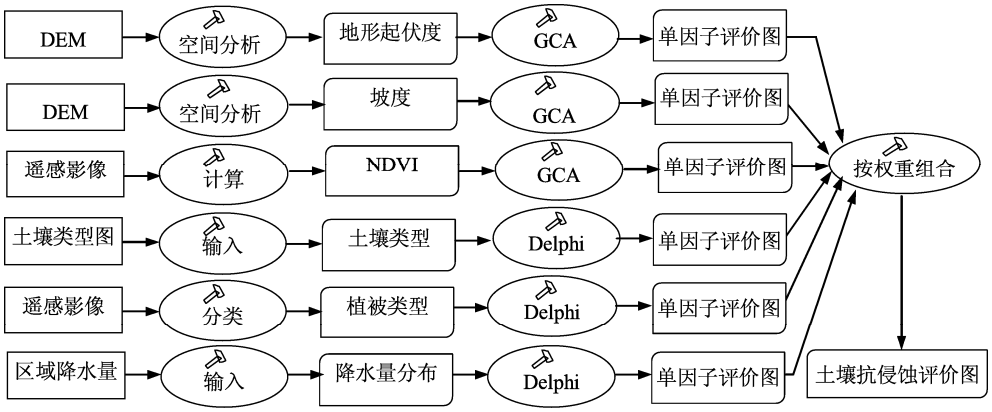


图 2 土壤侵蚀敏感性评价技术路线流程图（GCA－灰色关联分析，Delphi－德尔菲法）

Fig. 2 The technology flowchart of soil erosion resistance valuation

2.3 单因子评价

2.3.1 土壤质地因子

土壤是发生土壤侵蚀的主体，亦是被侵蚀的对象。土壤质地对土壤类型、风化过程、风化产物以及侵蚀敏感性都有着非常重要的影响。东坡钨矿的土壤类型有亚高山草甸土、新积土、暗棕壤、棕壤、棕色针叶林土、水稻土、石灰(岩)土、红壤、高山寒漠土、高山草甸土、黄棕壤等十一类，米厘铜矿的土壤类型有棕壤、石灰（岩）土、紫色土、红壤、黄棕壤等五类，木杆铁矿的土壤类型有棕壤、紫色土、黄壤、黄棕壤等四类。按照德尔菲法，得到各矿区土壤质地因子的侵蚀敏感性评价结果（表 1）。

表 1 土壤质地因子的侵蚀敏感性评价表

Tab. 1 Erosion resistance evaluation of soil texture

亚高山草甸土	新积土	暗棕壤	棕壤	针叶林土	水稻土	石灰岩土	红壤	高山寒漠土	高山草甸土	黄棕壤	紫色土	黄壤
0.20	0.07	0.14	0.37	0.15	0.11	0.19	0.29	0.33	0.12	0.24	0.41	0.35

2.3.2　地形起伏度

地形起伏度指的是在一定区域范围内，最高点海拔高度和最低点海拔高度之间的差值。它反映了坡度、坡长等地形因子对土壤侵蚀的综合影响，同时也可以作为土壤侵蚀敏感性评价的地形指标。在 ArcGIS 中利用 DEM（数字高程模型）计算得出各矿区的地形起伏度值。

由于地形起伏度是定量因子，故按照灰色关联法 <式 1 > 对地形起伏度进行评价。$C^*(k)$ 最优值为金沙江流域（云南段）内的地形起伏最大值 3 287 m，在 3 个矿区中，地形起伏最大值为 847 m，地形起伏最小值为 0 m，两级极小差 $\min_i\min_k|C^*(k)-C_i'(k)|$ 为 2 440 m，两级极大差 $\max_i\max_k|C^*(k)-C_i'(k)|$ 为 3 287 m，R 取 0.5。按照该方法，计算得出 3 个矿区基于地形起伏度的土壤侵蚀敏感性单因子评价图。

2.3.3　坡度因子

地形地貌是影响土壤侵蚀敏感性的重要因素，然而在各种地形因子中，坡度与土壤侵蚀敏感性的关系最为明显。坡度越陡，汇流的时间越短，径流的能量越大，对坡面的冲刷就越强烈，侵蚀量就越大，导致土壤侵蚀敏感性增强。在 3 个矿区的 DEM 图的基础上，分析得出 3 个矿区地形坡度图。

由于坡度因子是定量因子，故按照灰色关联法公式 1 对坡度因子进行评价。$C^*(k)$ 最优值为金沙江流域（云南段）内的坡度最大值 78.67°，在 3 个矿区中，坡度最大值为 73.41°，坡度最小值为 0°，两级极小差 $\min_i\min_k|C^*(k)-C_i'(k)|$ 为 5.26°，两级极大差 $\max_i\max_k|C^*(k)-C_i'(k)|$ 为 78.67°，R 取 0.5。按照该方法，计算得出 3 个矿区基于坡度的土壤侵蚀敏感性单因子评价图。

2.3.4　植被覆盖度

植被覆盖度是影响土壤侵蚀敏感性的重要因素，而植被指数是反映地表面的植被覆盖状况的常用指标之一。当植被的覆盖率处于 25% ~80% 时，NDVI 随着植被的覆盖率呈线性增加，所以利用归一化植被指数 NDVI 可以有效地测定植被覆盖程度，正值表示植被覆盖状况，而负值则表示地面覆盖为雪、水、云、建筑物或对可见光有高反射率的岩石或裸地等。采用 TM 影像在 ENVI 软件中计算出各矿区的 NDVI 分布图。

植被指数是定量因子，故按照灰色关联法公式 1 对植被指数进行评价。$C^*(k)$ 最优值为金沙江流域（云南段）内的植被指数最大值 1，在 3 个矿区中，植被指数最大值为 0.867，植被指数最小值为 −1，两级极小差 $\min_i\min_k|C^*(k)-C_i'(k)|$ 为 0.133，两级极大差 $\max_i\max_k|C^*(k)-C_i'(k)|$ 为 2，R 取 0.5。按照该方法，计算得出 3 个矿区基于植被覆盖度的土壤侵蚀敏感性单因子评价图。

2.3.5　植被类型

植被类型是控制土壤侵蚀的主要因子之一，不同的地表植被类型防止土壤侵蚀的作用差别较大，由森林到草地再到荒漠，其土壤侵蚀敏感性依次增加。基于德尔菲法，由专家打分后所得的植被类型评价值作为影响土壤侵蚀敏感性的植被类型指标。

表 2　植被类型的土壤侵蚀敏感性评价表

Tab. 2　Soil erosion resistance evaluation of vegetation form

中山湿性常绿栎类灌丛	旱地栽培植被	暖温性针叶林	灌草丛	裸岩石砾地	高山草甸	湿润常绿阔叶林
0.1	0.7	0.2	0.4	0.9	0.3	0.1

2.3.6　降水

降水因素包括降雨量、降雨动能、降雨强度、降雨历时、瞬时雨率、雨型等，综合反映了降雨特征对土壤侵蚀敏感性的影响。该指标是反映降水引起土壤侵蚀的一个外营力指标，是评价降水引起土壤侵蚀潜在能力的重要参数。降水因子反映了各区域在降水条件下，可能发生土壤侵蚀敏感的程度。根据各矿区近 3 年的年平均降水实际情况（东坡钨矿 730 mm，米厘铜矿 850 mm，木杆铁矿 1 100 mm），并参考相关学者关于金沙江流域各站降水侵蚀力研究结果[15]，参考专家打分得到降水侵蚀力对土壤侵蚀敏感性的影响评价表（表 3），基于该表来评价 3 个矿区降水因子对土壤侵蚀敏感性的影响。东坡钨矿降水强度为较弱，评价值为 0.3；米厘铜矿降水强度一般，评价值为 0.5；木杆铁矿降水强度为强，评价值为 0.9。

表 3　基于降水的土壤侵蚀敏感性的评价

Tab. 3　Soil erosion resistance evaluation of precipitation

强度	弱	较弱	一般	较强	强
评价值	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9

2.4　土壤侵蚀敏感性综合评价

上述单因子评价得到的土壤侵蚀敏感性，反映

了个别因子对土壤侵蚀敏感性的作用程度。而将所有单因子综合起来评价，能得到各矿区土壤侵蚀敏感性整体水平。根据德尔菲法得出各因子权重表（表4）。由该表可知，权重值最高的因子为坡度因子和植被覆盖度因子（二者都为0.3），体现了流域内地形和植被覆盖度在控制土壤侵蚀敏感性中的重要性。按计算式（公式2）对所有的影响因子进行组合，最后利用 ArcGIS 软件中的栅格计算器，输入公式便可得到土壤侵蚀敏感性综合评价值分布图（图3～图5）。

表4 各影响因子权重值

Tab. 4 Weights value of impact factor

土壤质地因子	地形起伏度	坡度因子	植被覆盖度	植被类型	降水
0.1	0.15	0.3	0.3	0.05	0.1

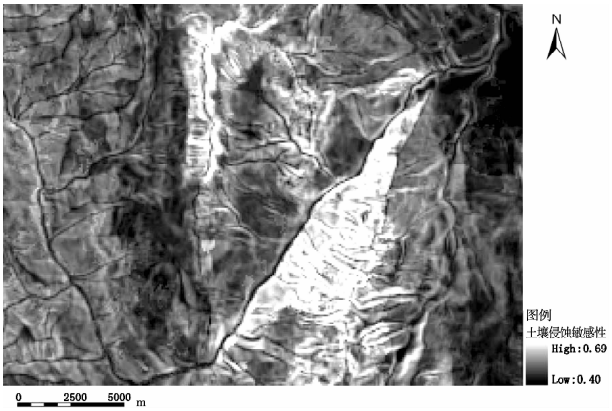


图3 东坡钨矿土壤侵蚀敏感性评价图

Fig. 3 Valuation of soil erosion resistance in Dongpu tungsten mine

图4 米厘铜矿土壤侵蚀敏感性分布图

Fig. 4 Valuation of soil erosion resistance in Mili copper mine

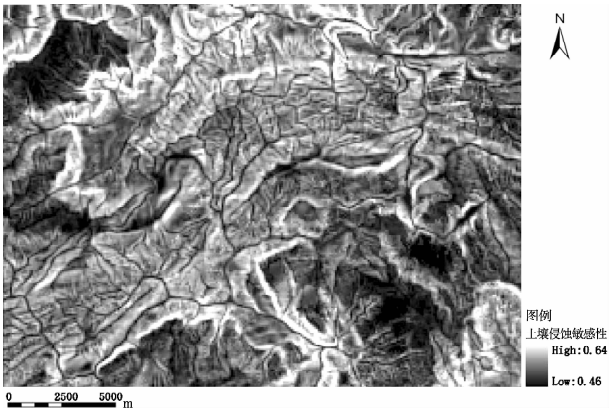


图5 木杆铁矿土壤侵蚀敏感性分布图

Fig. 5 Valuation of soil erosion resistance in Mugan iron mine

3 结论与讨论

采用灰色关联法和德尔菲法相结合，综合运用GIS技术，选取土壤质地、地形起伏度、坡度因子、植被覆盖度、植被类型、降水等6个影响因子，完成云南金沙江流域典型露天矿区土壤侵蚀敏感性综合评价研究，形成了相对较完整的评价指标体系，丰富了评价的方法，比较准确地反映了金沙江流域3个典型区域的土壤侵蚀敏感性特征。

评价结果得出，东坡钨矿的土壤侵蚀敏感性平均评价值为0.49，米厘铜矿的土壤侵蚀敏感性平均评价值为0.50，木杆铁矿的土壤侵蚀敏感性平均评价值为0.52。结果表明3个矿区的土壤侵蚀敏感性都比较强，但相对而言东坡钨矿的土壤侵蚀敏感性最强，米厘铜矿居中，木杆铁矿的土壤侵蚀敏感性最弱。而米厘铜矿和木杆铁矿的土壤侵蚀敏感性分布较为均匀，这与当地的地形和植被覆盖有着紧密的联系。东坡钨矿比其它区域的土壤侵蚀敏感能力弱，这是由于东坡钨矿位于青藏高原边缘的高山峡谷区，地形起伏度大、坡度大、植被覆盖类型为裸岩石砾地，因此土壤侵蚀敏感性相对比较强，容易造成土壤侵蚀。

总体来看，金沙江流域是一个由多种环境功能区复合而成的环境综合体，而3个露天矿区所处的是土壤侵蚀敏感性较强且生态环境较为脆弱、敏感的区域。通过对金沙江流域（云南段）3个典型露天矿区土壤侵蚀敏感性进行评价，掌握了3种不同地理环境下露天矿区土壤侵蚀敏感力的现状，为水土资源保护规划、小流域综合治理等提供了科学的

依据。

研究的不足之处是缺少各矿区降水强度的连续观测资料，使得该研究只能借助年均降水量和专家评测相结合进行降水强度的评价。但是，研究中基于灰色关联法和德尔菲法的土壤侵蚀敏感性评价方法，可以为其它峡谷区的土壤侵蚀敏感性评价提供借鉴。

参考文献：

[1] 张绍良，张国良．灰色关联度计算方法比较及其存在问题分析［J］．系统工程，1996，14（3）：45－49.

[2] 王英．基于灰色关联理论的 FDI 和中国区域经济发展差距研究［J］．系统工程理论与实践，2010，30（3）：426－430.

[3] 单飞，李旭宏，张军．基于 FAHP 和加权灰色关联度的区域交通一体化评价方法［J］．交通运输系统工程与信息，2011，11（5）：147－154.

[4] 吴晓，吴宜进．基于灰色关联模型的山地城市生态安全动态评价［J］．长江流域资源与环境，2014，23（3）：386－391.

[5] 王乃江，刘增文，徐钊，等．黄土高原主要森林类型自然性的灰色关联度分析［J］．生态学报，2011，31（2）：316－325.

[6] 鄢然，雷国平，孙丽娜，等．基于灰色关联法的哈尔滨市土地可持续利用评价研究［J］．水土保持研究，2012，19（1）：154－158.

[7] 李艳，刘萍，王贵东，等．基于灰色关联度的水环境承载力指标体系简化［J］．沈阳建筑大学学报：自然科学版，2011，27（1）：135－139.

[8] 宫继萍，潘竟虎，石培基．基于生态足迹和灰色关联度的甘肃省可持续发展研究［J］．水土保持研究，2011，18（2）：198－201.

[9] 周璟，张旭东，何丹，等．基于 GIS 与 RUSLE 的武陵山区小流域土壤侵蚀评价研究［J］．长江流域资源与环境，2011，20（4）：468－474.

[10] 彭月，何丙辉，黄世友．基于景观破碎化的三峡库区（重庆）土壤侵蚀评价［J］．土壤学报，2012，49（4）：635－645.

[11] LIU Kang，KANG Yan，CAO Ming－ming，et al. GIS－Based Assessment on Sensitivity to Soil and Water Loss in Shaanxi Province［J］. Journal of Soil and Water Conservation. 2004，18（5）：168－170.

[12] 夏既胜，陈佩妍，蒋顺德．金沙江流域（云南段）典型露天矿区开采条件生态适宜性评价［J］．长江流域资源与环境，2012，21（4）：459－464.

[13] 夏既胜，杨树华，王玉朝，等．基于 ArcGIS 的金沙江流域中段植被指数分布规律研究［J］．科技通报，2010，26（3）：325－330.

[14] 孙丽萍，王小丹．基于根系解剖结构的金沙江干热河谷土壤侵蚀速率估算［J］．地理科学，2012，32（4）：492－498.

[15] 杨子生．云南省金沙江流域土壤流失方程研究［J］．山地学报，2002，20（Supp 1）：1－9.

VALUATION OF SOIL EROSION RESISTANCE BASED ON GREY CORRELATION AND DELPHI
——A CASE STUDY OF 3 OPEN – PIT MINE AREAS IN JINSHA RIVER WATERSHED（YUNNAN PART）

XIA Ji – sheng，GE Ran
（*School of Resource Environment and Earth Science*，*Yunnan Institute of Geography*，*Yunnan University*，*Kunming* 650091，*Yunnan*，*China*）

Abstract：Gray Correlation and Delphi are effective methods to evaluate the value or contribution of each factor in a system. Include qualitative factors and quantitative factors，many factors will be considered when soil erosion resistance is evaluated. Thus，Gray Correlation and Delphi can be used to assess soil erosion resistance effectively and accurately. As its geographical environment differs greatly from upper to lower，it is meaningful for ecological environment protection and governance to study its soil erosion resistance at mine areas under different geographical environment with the help of Gray Correlation and Delphi in Jinsha river watershed. Three mines which respectively belong to 3 kind of geographical environment：alpine gorges，wide valley lake basin，karst middle mountain hill，are taken as study objects. And 6 factors are taken as evaluation indexes，including soil texture，hypsography，gradient，vegetation coverage，vegetation form，precipitation erosion force，etc. Methods，such as Gray Correlation，Delphi，and spatial analysis of GIS are used together to evaluate the soil erosion resistance of these mines. As the study result，the soil erosion resistance of 3 mines is taken out. This research proved that Gray Correlation and Delphi are useful tools to evaluate soil erosion resistance.

Key words：Jinsha River Watershed；soil erosion resistance；grey correlation；Delphi method

（上接第 34 页）

STUDY ON THE COMPETITIVENESS OF CHINAS INLAND BORDER PROVINCES OF OPENING TO THE OUTSIDE WORLD

XIA Chao，LUO Hua – song，XU Long – long
（*Yunnan Normal University*，*Kunming* 650500，*Yunnan*，*China*）

Abstract：According to the proposed of the communist party of the eighteenth big fourth plenary session of the efforts to stabilize foreign trade，improve the level of opening to the outside world，combined with the actual situation of China's inland border nine provinces，set up by the level of economic development，foreign trade development，foreign tourism development index of three class and 12 secondary indicators of China's opening competitiveness evaluation index system of inland border provinces. Using principal component analysis（pca）for opening competitiveness index is analyzed，it is concluded that the inland border opening competitiveness score and ranking，the competitiveness of liaoning province was the highest in all the province，yunnan province、heilongjiang province and guangxi province were classified as second level，xinjiang province、Inner Mongolia、jilin province、Tibet and gansu province were classified as third level. Finally put forward the suggestion that promote the competitiveness of the opening to the outside world in nine provinces.

Key words：inland border provinces；opening competitiveness；principal component analysis

辽东半岛红色风化壳粒度分布特征浅析

魏东岚，张玉枝

（辽宁师范大学 城市与环境学院，辽宁 大连 116029）

摘要：运用贝克曼激光衍射粒度分析仪对辽东半岛大连市棋盘子村和龙王村的红色风化壳作粒度特征分析，粒度频率分布曲线的差异指示出两地风化壳风化程度较弱，风化不完全。结合 X 射线荧光光谱仪进行化学分析进一步探讨两地的风化特征，发现两地各自发育的母岩都具有不均一性，棋盘子村风化壳的发育与母岩具有同源关系，龙王村风化壳发育与母岩非同源。与南方红色风化壳比较，南方红色风化壳风化程度高于棋盘子村，且母岩具有均一性。

关键词：辽东半岛；红色风化壳；粒度分布特征；风化差异

中图分类号：P512.1　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1001－7852(2014)05－0047－07

0 引言

红色风化壳多形成于热带或亚热带年均温度 16～25 ℃，年降水量 >1 500 mm 的高温多雨环境[1]。由于沉积环境、地形、搬运介质、水动力条件等不同，以不同的搬运方式出现相应沉积物粒度分布特征不同。Folk[2]认为沉积物的粒度组合取决于源区物质和沉积环境，在不同地质背景和环境条件下形成的沉积物的粒度分布特征是不同的，沉积物上发育的风化壳会继承母岩的粒度特征。粒度分析能够作为研究全球变化的重要指标，与化学元素测定，土壤磁化率等手段结合在重建古环境中作用愈来愈突出，成为判定黄土[3-4]、河流沉积物[5]、湖泊沉积物[6-8]和海洋沉积物[9-10]等古环境和识别沉积环境的重要手段。目前已有国内外多位学者利用粒度分析作为重要辅助手段研究探讨了风化壳的物质来源，风化成因，及古气候环境的还原等。同时化学元素特征能有效指示环境信息，与环境有某种程度上的对应关系，熊志方利用化学元素的淋溶迁移推测出北戴河地区红色风化壳的风化进程并认为其发育于上新世湿热气候下[11]。南方红色风化壳风化特征分析已有大量系统性研究，但北方红色风化壳发育大多经历了不连续的风化成土过程，且分布散落广泛，成因复杂，风化壳发育与成土母岩的关系复杂不一，粒度特征结合化学元素分析有助于了解北方红色风化壳发育过程。

晚第三纪辽东半岛属于东部湿润季风区，气候温暖湿润[12]，使得该区域震旦系中统和寒武系、奥陶系的石灰岩化学风化作用强烈，出现了红土化时期，形成了厚度不均的红色风化壳[13]，发育于相同温度雨量气候条件下的不同区域的红色风化壳或红粘土，因其母岩不同、风化发育程度不同，其粒度特征和化学特征也不尽相同。辽东半岛红色风化壳的发育特征即不同于北方黄土发育，又不同于南方红色风化壳，由于复杂地形和母岩因素，风化壳发育状况又各有差异。笔者通过对辽东半岛最南端棋盘子村和龙王村的风化壳粒度分析结合化学手段探讨辽东半岛的红色风化壳发育状况、与成土母岩是否具有的均一性、

收稿日期：2014－08－26；**修订日期**：2014－10－10.

作者简介：魏东岚（1972－），男，河南省开封市人，副教授，主要从事气候与环境灾害研究.

推测成土的古环境特征，并与南方红色风化壳比较发育差异。

1 风化壳采集

辽东半岛侵入岩发育广泛，占全区总面积露出地表的约三分之一。沿海区域岩性以碳酸盐岩、石英岩、板岩、角闪岩、花岗岩、变质砂岩和砂岩混合岩为主[14]。大连棋盘子村和龙王村剖面位于低丘陵平缓地带，出露于地表、由石灰岩就地剥蚀、风化堆积而成的红色风化壳。

1.1 样品采集

选择好合适的采样地点，从表层土开始向下挖200 cm，从175 cm处开始以25 cm为间隔依次向上采样并编号。

1.2 样品前处理

将样品放入200 ml烧杯中，加入30%的双氧水10 ml，除去有机胶结物，24 h后再加10 ml的30%双氧水，待烧杯中不产生气泡后加去离子水至150 ml，加热至沸腾5 min后冷却。加10 ml的1∶3盐酸，除去样品中的碳酸盐物质，加去离子水至150 ml，加热至沸腾5 min，冷却静置24 h，消除残余钙质和游离氧化物的胶结作用。用虹吸管小心抽取上层悬浮液，向烧杯中加入蒸馏水至200 ml以稀释溶液中酸的含量，静置24 h以上，抽去上层悬浮液，除去可溶性盐分及过量的酸，防止对测试仪器的腐蚀。加10 ml 0.01 N六偏磷酸钠分散，加去离子水至200 ml，加热至沸腾5 min，冷却上机加1 min超声波测试。

运用贝克曼库尔特LS 13 320激光衍射粒度分析仪进行测试，测试量程为0.02～2 000 um，本研究使用样品过1 mm孔筛，测试量程在0.02～1 000 um内。

把土样用粉末压样机进行加压成型，放入X射线荧光光谱仪样品柜中进行检测，对样品进行定性和定量的化学分析。

2 计算方法

采用粒度分级标准：粘粒<2 um，粉砂2～63 um，砂粒63～1 000 um。根据乌登—温特沃斯粒级标准分类，用粒级 $\Phi = -\log 2d$（d 为颗粒直径）代替粒径。数据处理采用黄思静[15]、刘岫峰[16]的方法运用excel进行处理计算。分选系数是粒度累积曲线上25%和75%处对应的颗粒直径比值的平方根。风化指标用化学蚀变指数CIA（$[Al_2O/(Al_2O_3+K_2O+CaO^*+Na_2O]\times 100$，$CaO^*$ 为硅酸盐部分的CaO）作为化学影响辅助粒度特征分析风化过程。化学蚀变指数CIA值能较准确地定量描述岩石遭受化学风化的程度。

3 粒度特征分析

3.1 棋盘子村剖面

从表1中可以看到S1剖面以粉砂粒级为主，56.82%～93.90%，为众数粒组。砂粒级粒径在3.50%～40.68%，为次众数组；粘粒级粒径最少，最高为最上层粘粒百分数可达9.77%，剖面整体含“风尘基本粒级组”[17]10～50 um比值较高，母质具有一定的风成特性。

表1 棋盘子村剖面的粒度分布参数及化学指数

Tab.1 The particle size distribution parameter and chemical index of Qipanzi Profile

样品编号	深度/cm	粘粒/%	粉砂/%	砂粒/%	标准差 σ（φ）	偏度SK（φ）	尖度K（φ）	平均粒径/um	中值粒径/um	CIA
S1.1	25	9.77	64.99	25.24	2.41	-0.12	2.18	57.11	13.42	92.72
S1.2	50	2.80	71.55	25.65	1.95	-0.06	3.43	77.85	29.65	92.27
S1.3	75	2.29	62.62	35.08	1.94	0.28	2.78	72.13	38.62	92.34
S1.4	100	1.87	57.85	40.28	1.69	0.92	3.22	59.68	50.16	91.45
S1.5	125	2.50	56.82	40.68	1.64	1.19	4.11	57.31	51.50	91.49
S1.6	150	2.58	93.90	3.52	1.38	1.11	4.05	28.78	26.62	90.80
S1.7	175	5.75	84.67	9.58	1.67	0.44	3.22	27.18	16.49	75.49

图 1 为棋盘子村剖面粒度特征中粒级分布的三相图解，从图中可以看出 S1 剖面土壤样品点主要分布于粉砂—砂粒连线一端，表明风化壳发育程度较低。粒级粒径从砂粒指向粉砂，由粗变细，呈逐渐风化趋势。

从随深度变化图（图 2）可以看到棋盘子村的中值粒径、粉砂、砂粒基本保持一致，都在 130 cm 处发生明显转折粘粒组在 100 cm 处发生明显转折。中值粒径在 130 cm 处向上逐渐减少，向下逐渐上升，130 cm 处最大，发生明显转折，是异常点，风化过程中受到突然因素的影响。平均粒径随深度变化差异大，折线弯曲多，指示了运动介质的平均动能周期性变化，最上层剖面 25 cm 深度的平均粒径突然转折变小，可能是加入了外来细粒物质。

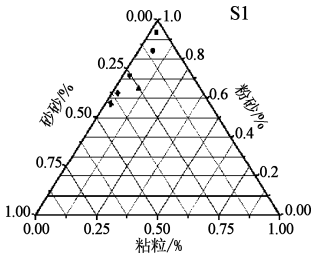


图 1　棋盘子村剖面粒度分布的三相图解

Fig. 1　The three phase diagram village for Particle size distribution of Qipanzi Profile

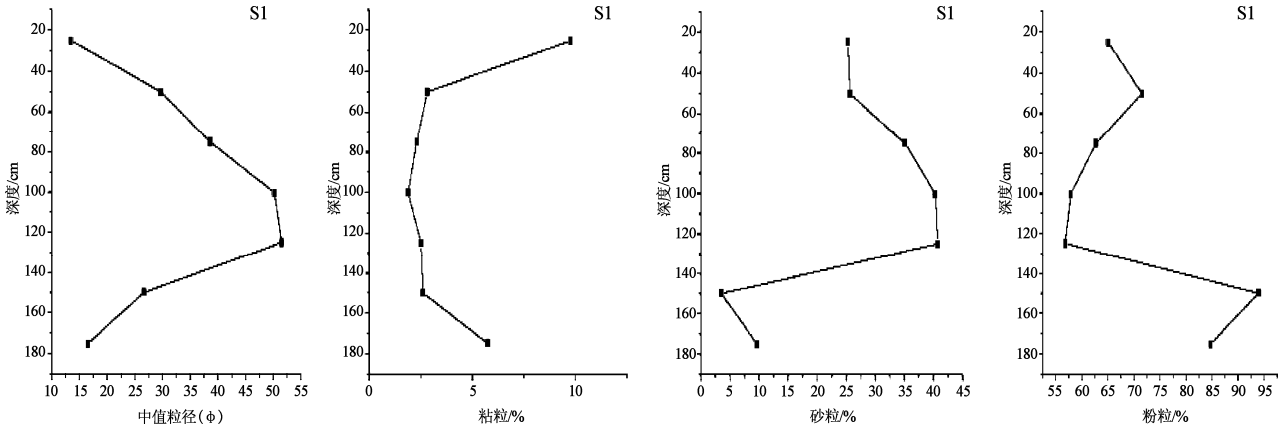


图 2　棋盘子村剖面粒度参数随剖面深度的变化

Fig. 2　Changes in size parameters board with the depth of Qipanzi Profile

粒度分布曲线（图 3）除 S1.1 具有 3 峰，S1.2、S1.5 具有两峰外，其余皆为单峰，且均未出现粘粒峰。除 S1.2 外，其他曲线峰值对应粒径范围较接近，3Φ ~ 6Φ。S1.2CIA 值也出现异常，呈突变现象，所以此处剖面的风化因素除受温度变化、大气降水、生物等风化因素外，还存在其他自然因素的作用。分选系数在 1.19 ~ 1.28，频率累积曲线较陡表明粒径分选度好。

棋盘子村 7 个样品的 CIA 值在 66 ~ 90.81，平均值为 86.35，反映了 S1 剖面经历了较强烈的化学风化。

粒径散点图（图 4）中，平均粒径—标准差，除 S1.6 外基本在一条直线上，平均粒径—偏度较为离散，标准差—尖度呈带状分布，标准差—偏度基本呈线性分布，平均粒径—尖度呈离散分布，尖度—偏度除 S1.2 外，基本呈线性分布。散点图的分布状况表明剖面的风化壳发育的半风化带—全风化带有外来物质加入，风化壳的发育状况不均一。

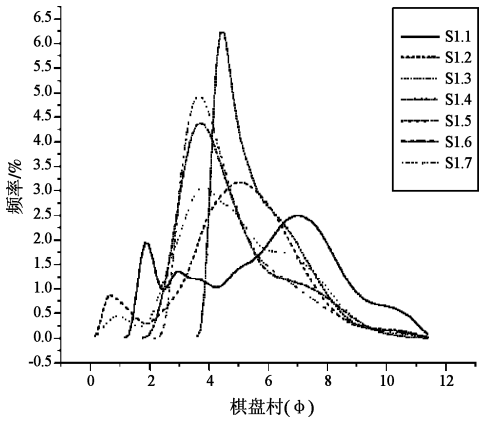


图 3　棋盘子村剖面粒度频率分布曲线

Fig. 3　The granularity distribution frequency curves of Qipanzi

但是 S1 剖面 CIA 的变化趋势与粒度参数随深度的变化趋势明显不一致，而剖面矿物组成没有出现异常矿物，因此排除了由于母岩不均一性导致风

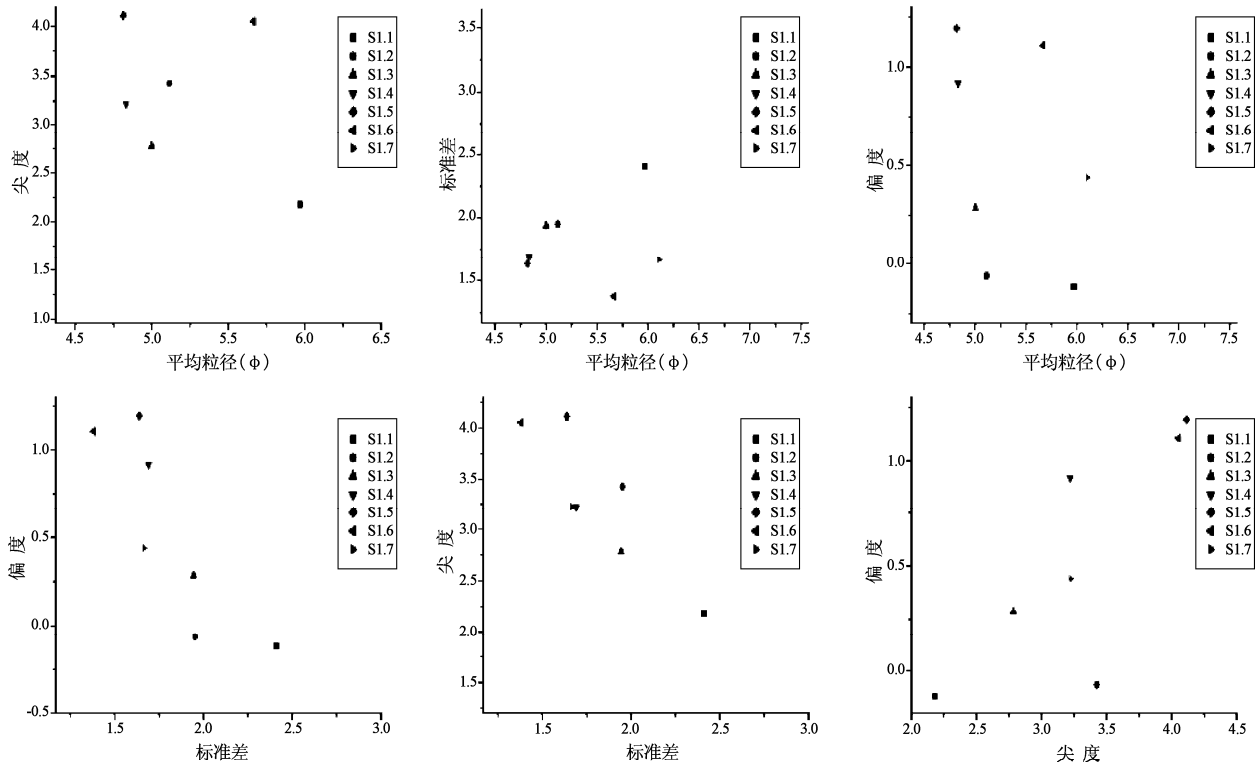


图 4 棋盘村粒度参数散点图

Fig. 4 The parametric scatterplot of Qipanzi

化壳出现异常。所以，造成 S1 剖面粒度参数随深度的变化趋异常的潜在因素很有可能是风化过程的微环境特征。

3.2 龙王村剖面

龙王村风化壳剖面发育状况跟棋盘村有明显差异，特别是化学成分分析上有个别参数有较大差异，表 2 中特别列出了粒度分布特征发生明显变化，并增加做辅助分析的两个化学参数，以便对风化壳发育变化差异做出更合理的解释。

表 2 龙王村剖面的粒度分布参数及化学指数

Tab. 2 The particle size distribution parameter and chemical index of Longwang Profile

样品编号	深度 /cm	粘粒 /%	粉砂 /%	砂粒 /%	标准差 σ (φ)	偏度 SK (φ)	尖度 K (φ)	平均粒径 /um	中值粒径 /um	CIA	SiO_2/Al_2O_3	Fe_2O_3/K_2O
S2.1	25	16.33	78.65	5.02	1.85	−0.06	2.72	16.62	7.29	81.20	2.05	3.55
S2.2	50	6.26	77.89	15.85	1.77	0.92	3.26	33.71	27.40	86.09	1.64	3.85
S2.3	75	3.20	79.14	17.66	1.55	0.99	3.87	36.87	30.62	86.44	1.90	4.04
S2.4	100	21.19	78.65	0.16	1.81	0.30	2.14	12. 23	7.30	70.45	1.88	2.76
S2.5	125	12.60	70.93	17.01	2.16	0.53	2.69	38.46	21.59	83.98	1.71	3.78
S2.6	150	9.68	76.20	14.12	1.93	0.59	2.62	29.23	18.25	83.56	1.81	3.75
S2.7	175	8.22	78.02	13.76	2.05	−0.21	2.75	38.71	12.95	80.83	2.28	2.63

从表 2 中可以看出龙王村剖面亦是以砂粒级为主，70% ~80%，各剖面含量比接近，粘粒含量平均量比 S1 剖面高。粘粒含量在 5.44% ~7.16%。

粒度组成三相图（图 5）显示样品点主要分布在粉砂一角，具有明显风成特性，粘粒含量最高为最上层 S2.1 占 7.16% <16.33%，也属于弱风化程度。

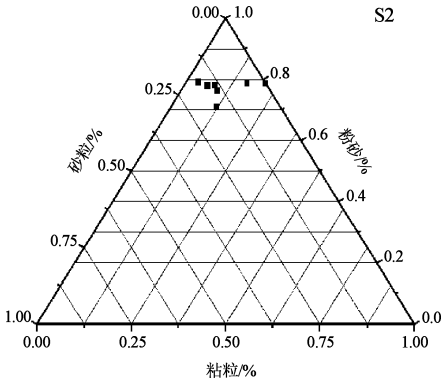


图 5　龙王村剖面粒度分布的三相图解

Fig. 5　The three phase diagram village for Particle size distribution of Longwang Profile

从深度变化（图 6）可以看到粘粒、粉砂、砂粒、中值粒径在 80 cm，100 cm，130 cm 处均有发生明显转折，变化比 S1 剖面剧烈，颗粒运动不均一，风化强度不均一。

粘粒分布曲线（图 7）除 S2.4，S2.5 有双峰特征外，其余皆为单峰，且形态不一致，S2.4 和 S2.1 众数为 6Φ ~ 8Φ，其余在 3.5Φ ~ 5Φ，整体上峰的形态比 S1 剖面一致性好。S2.1 和 S2.4 峰形相似，其余的剖面峰形相似。S2.1 受外来影响较大，除 S2.4 外，其他 5 个剖面层发育具有较高一致性。S2.4 和 S2.5 在粘粒级出现弱峰，应指示风化过程中次生粘粒矿物形态形成转化，但是出自于剖面中间层，并且剖面是坡面上的，可能会出现颗粒向下迁移的现象，因此可能没有正确反映风化壳不同深度的风化程度。从峰的整体形态来看，比 S1 一整形好，但连续剖面的峰形转折差异大，所以深度变化图中旋回多，风化程度强烈不一，指示了风化过程条件的不同。分选系数在 1.00 ~ 1.38，分选度好，但是分选差异比 S1 大，分选没有 S1 剖面好，风化环境比 S1 剖面更为复杂。

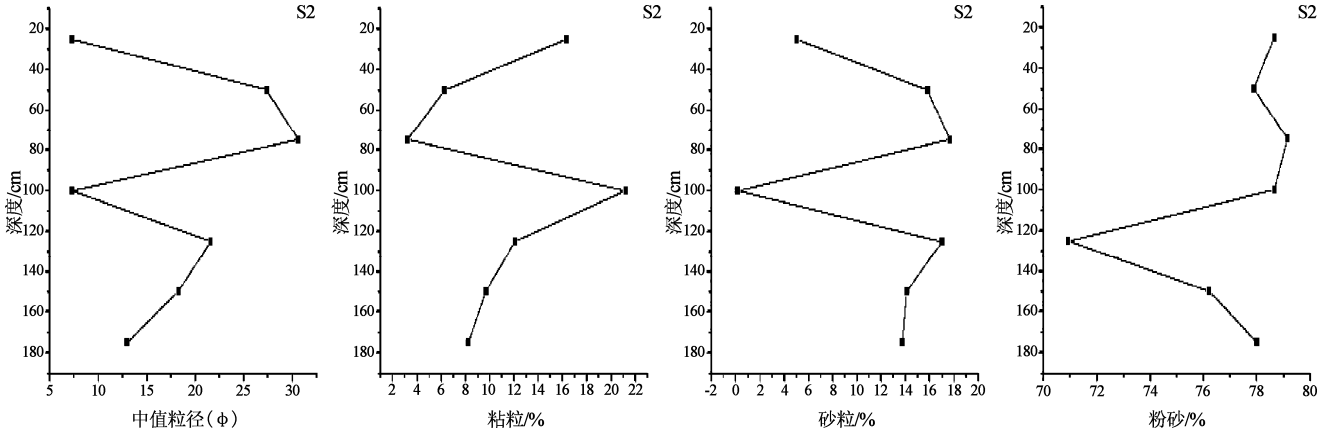


图 6　龙王村剖面粒度参数随剖面深度的变化

Fig. 6　Changes in size parameters board with the depth of Longwang Profile

粒度散点图基本都构不成线性，离散程度较 S1 大，表明风化环境比 S1 剖面更为复杂。

金州区龙王村剖面 7 个样品的 CIA 值在 70 ~ 87，平均值为 81.79，属于中等化学风化，强度略低于甘井子区棋盘子村剖面。

S2 剖面化学指标（表 3）Fe_2O_3/K_2O 的值与深度没有相关性，说明风化壳成土母岩的不均一性，为非正常沉积环境的产物，与 S2 剖面粒度频率分布曲线的结论一致。金州区龙王村红色风化壳 SiO_2/Al_2O_3 参数随深度的变化呈不规则变化，也指示了 S2 剖面非同源关系。

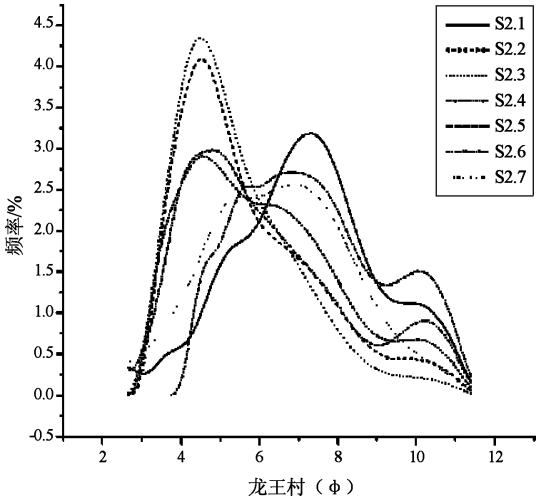


图 7　龙王村剖面粒度频率分布曲线

Fig. 7　The granularity distribution frequency curves of Longwang

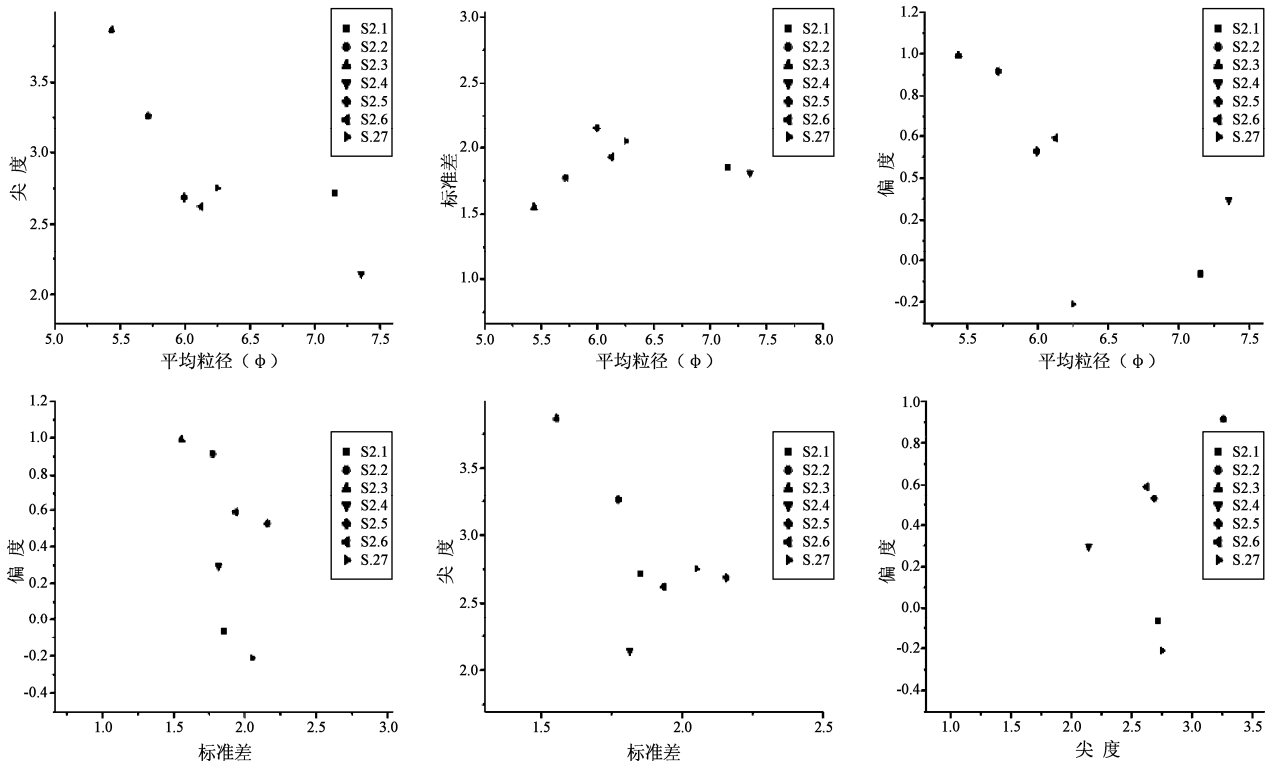


图 8 龙王村粒度参数散点图

Fig. 8 The parametric scatterplot of longwang

4 与贵州红色风化壳粒度分布特征进行比较

参照冯志刚[18]对贵州岩溶区红色风化壳粒度分析，将 S1，S2 剖面与贵州花溪风化壳剖面进行对比分析（表 3）。

表 3 风化壳剖面平均粒度参数对照表

Fab. 3 The comparison of mean particle size parameter table of weathering crust profile

剖面名称	粘粒 /%	粉砂 /%	砂粒 /%	平均粒径 /μm	中值粒径 /μm
棋盘子村剖面	3.94	70.34	25.72	54.29	32.35
龙王村剖面	11.07	77.07	11.94	29.40	17.91
花溪剖面	18.4	80.5	1.12	4.94	6.09

花溪剖面粒度分布曲线（图 9）具有双峰特征，粘粒峰出现，峰形一致性高。众数在 6Φ ~ 8Φ 粘粒峰众数 13Φ；粘粒级粒度在 9.2% ~ 30.9%，风化程度明显高于 S1、S2 剖面，砂粒级含量少，

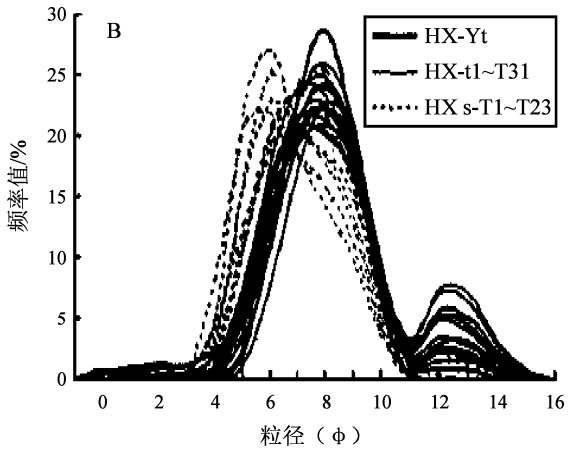


图 9 花溪剖面粒度频率分布曲线

Fig. 9 The granularity distribution frequency curves of Huaxi

最高为 2.86%，远小于 S1、S2 坡面；S1、S2 的中值粒径和平均粒径明显高于花溪剖面，风化强度弱于花溪剖面；花溪剖面峰形的一致性表现了其母岩的均一性，和风化过程对母岩的继承性，分选比 S1、S2 剖面好，粒度参数差异性比 S1、S2 剖面小。由此分析可以发现南方红色风化壳风化程度高于辽东半岛风化壳，且和母岩保持均一性，各剖层粒度

参数差异小。伏捷[19]对棋盘子村和龙王村剖面的频率磁化率做过研究，发现他们的平均值分别为 14.69% ±1.14%，对应的湿热气候，与地处亚热带的云南昆明富铁土的频率磁化率值 13.5% ~ 14.0% 相近。花溪剖面的频率磁化率平均值为 28.3%，是 S1 和 S2 剖面的近 2 倍，风化环境更加湿热，风化作用环境更加剧烈，风化速率更快。

5　结论

（1）棋盘子村和龙王村各自粒度粒度分布曲线上峰的形态差异较大，曲线不集中，指示了剖层发育均具有不均一性。参数含量摇摆的旋回变化，反映了风化过程中季风的强弱交替变化。棋盘子村剖面 CIA 的变化趋势与粒度参数随深度的变化趋势明显不一致，剖面矿物组成没有异常矿物，排除了由于母岩不均一性导致风化壳出现异常。所以，风化过程的微环境特征造很有可能是成棋盘子村剖面粒度参数随深度的变化趋异常的潜在因素。龙王村剖面化学指标 Fe_2O_3/K_2O 和 SiO_2/Al_2O_3 参数随深度的变化呈不规则变化，说明风化壳成土母岩的强烈不均一性，为非正常沉积环境的产物，指示了龙王村剖面非同源关系，与粒度频率分布曲线的结论一致。

（2）相对照的花溪剖面位于南方属于典型的南方红色风化壳发育，发育环境相比辽东半岛高温多雨，季风环境对风化壳发育影响作用表现比辽东半岛弱，气候的条件稳定性较强具有连续性，所以风化壳发育强度高于辽东半岛，且具有均一性和对母岩的明显继承性。

参考文献：

[1] 席承藩．论华南红色风化壳［J］．第四纪研究，1991，11（1）：1－8.

[2] Folk R L. A review of grain－size parameters［J］. Sedimentology，1966，6：73－93.

[3] Porter S C. An Z S. Correlation between climate events in the North Atlantic and China during the last glaciation［J］. Nature，1995，375：305－308.

[4] Chen F H，Bloemendal J，Feng Z D，et al. Bast Asian Monsoon variation during Oxygen Isotope Stage 5：evidence from the northwestern margin of the Chinese Loess Plateau［J］. Quaternary Science Review，1999，（18）：1127－1135.

[5] Eutizio Vittori. Grain size of fluvial deposits and late Quaternary climate：A case study in the Po River Valley（Italy）［J］. Geology，1995，23（8）：735－738..

[6] Celina Campell. Late Holocene lake sedimentology and climate change in southern Alberta，Canada［J］. Quaternary Research，1997，49：96－101..

[7] Menking K M. Climatic signals in clay mineralogy and grain－size variations in Owens Lake core OI－92 eastern California［J］. Geological Society of America Special Paper，1997，317：25－36.

[8] Wang H，Liu H，Cui H，et al. Terminal Pleistocene/Holocene palaeoenvironmental changes revealed by mineral－magnetism measurements of lake sediments for Dali Nor area，southeastern Inner Mongolia Plateau，China［J］. Palaeogeography，Palaeoclimatology，Palaeoecology，2001，170：115－132..

[9] Wang L，Sarnthein M，Erlenkeuser H，et al. East Asian monsoon climate during the Late Pleistocene：High－resolution sediment records from the South China Sea［J］. Marine Geology，1999，156：245－284.

[10] Prins M A，Postma G and Weltje G. Controls on the terrigenous sediment supply to the Arabian Sea during the late Quaternay：The Makran continental slope［J］. Marine Geology，2000，169：351－371.

[11] 熊志方，龚一鸣．北戴河红色风化壳地球化学特征及气候环境意义［J］．地学前缘，2006，13（6）：177－186.

[12] 中国科学院《中国自然地理》编辑委员会．中国自然地理［M］．北京：科学出版社，1984.

[13] 刘治模．辽南滨海地区红粘土工程地质特征的初步研究［J］．辽宁地质，1985（2）：159－165.

[14] 大连市计委国土处，辽宁师范大学．大连国土资源地图集［J］．北京：测绘出版社，1993.

[15] 黄思静．用 EXCEL 计算沉积物粒度分布参数［J］．成都理工学院学报，1999，26（2）：195－198.

[16] 刘岫峰．沉积岩实验室研究方法［M］．北京：地质出版社，1991.

[17] 刘东生．黄土与环境［M］．北京：科学出版社，1985：1－481.

[18] 冯志刚．岩溶上覆风化壳的粒度分布特征及其对物源和形成过程的指示意义［D］．北京：中国科学院，2004.

[19] 伏捷，李永化，张华，等．辽东半岛晚新生代沉积物磁化率特征及初步解释［J］．干旱区资源与环境，2014，28（3）：135－141.

（下转第 60 页）

云南气候环境变化对辣木种植产业的影响研究

尤卫红，郭世昌

（云南大学 资源环境与地球科学学院，云南 昆明 650091）

摘要：以适宜辣木种植的气候环境条件为基础，采用云南各气象台站 1959 ~ 2012 年逐月的气象观测资料和数据，分析研究了云南气候环境变化对辣木种植产业的影响。得到的结果为：云南适合大面积推广种植辣木，但在不同的区域推广种植辣木，其气候环境的适应性差异则是比较显著的。因此，云南辣木种植产业的健康推进和理性发展，要以市场经济规律为基础，根据云南气候环境变化的时空特征和规律来进行科学合理的规划、引导和实施。

关键词：云南；气候环境；辣木种植

中图分类号：S792.99　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1001 - 7852(2014)05 - 0054 - 07

0 引言

在 2014 年 7 月国家主席习近平访问古巴的时候，再次将云南的辣木籽（种子）作为国礼送给了古巴的国家领导人。这表明中国不仅在积极地倡导健康、绿色和环保的社会生活方式，而且也开始为这种和谐社会生活方式的科学合理实现在积极地创造相应的物质基础条件。也正是从这个时候开始，辣木这种被科学家誉为“神奇之树、生命之树、植物中的钻石”的奇妙植物[1]，逐渐地引起了人们的普遍关注和重视。

辣木（Moringa oleifera Lam）是一种神奇的热带、亚热带多功能植物，富含人体所需的植物蛋白、维生素、叶酸、泛酸及钙、铁、钾、硒等多种营养成份和物质[2-4]。辣木还具有综合调整补充人体营养平衡、保肝护肝、降三高、排毒养颜、抗菌消炎、抗癌等多种神奇的医疗和保健功效[5-8]。因此，辣木的大面积推广种植和使用，是人类社会生活方式向健康、绿色和环保方向转变的重要物质基础和条件。

云南省热带作物科学研究所从 2002 年开始，已逐步开展了辣木引种、试种、栽培技术、成份分析、产品开发等方面的前期研究工作[9]，获得了许多宝贵的第一手数据资料和成果，这些数据资料和成果将为中国辣木种植产业的建立和发展取到积极的推动作用。但由于已有试验研究主要是在面积很有限的小区域气候环境内进行的，没有考虑到大的气候环境及其变化对试验结果可能造成的影响，因此已获得的数据资料和成果还不能全面支撑全国大面积的辣木种植和推广。

本文将以适宜辣木种植的气候环境条件为基础，分析研究云南气候环境变化对辣木种植产业的影响，为云南辣木种植产业的科学合理规划和有效实施提供科学依据。

1 适宜辣木种植的气候环境条件

辣木属于热带植物，其实应性强。生长适宜温度 18 ~ 32℃ 和年降水量 800 ~ 1 800 mm。能忍受 53 ℃的高温和 5 ℃的低温，也能耐受轻微的霜冻和较长时间的干旱[9]。

收稿日期：2014 - 08 - 08；**修订日期**：2014 - 10 - 10.

基金项目：云南省应用基础研究计划（2011FA031）和国家自然科学基金项目（41275072）共同资助.

作者简介：尤卫红（1962 - ），男，云南省华坪县人，教授，博士生导师，主要从事气候变化及其应用方面的研究.

对于太阳辐射（光照）条件在文献[9]中则没有给出。根据一般植物的生长机理和过程，除热量和降水条件外，太阳辐射条件也是一个极为重要的气候环境要素，特别是太阳辐射条件的优劣对植物的光合作用和生长的品质会起到重要的作用。

2　云南气候环境变化的基本特征和规律

云南地处青藏高原东南侧，位于中国西南，以纵向山系和河流为主体特征，并以其南北向发育、东西向摉布的巨大山系和深切河谷为格局，构成了全球独一无二的纵向山系河谷景观[10]（图 1）。这种独特的地理环境条件，对流经云南的东亚季风和南亚季风同时起着东西向的阻隔作用和南北向的通道作用[11,12]。相应地，云南气候环境要素的空间分布和季节变化也充分地表现出了这种阻隔和通道作用下的一些显著特征和规律[11-14]。

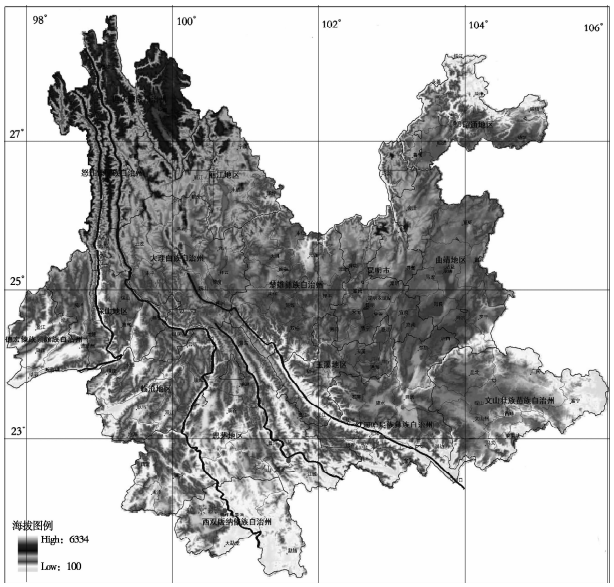


图 1　云南地形图

Fig. 1　The topography map of in Yunnan Province

根据云南各气象台站 1959 ~ 2012 年逐月的气象观测资料和数据，笔者在图 2 和图 3 中分别给出了气候平均的云南年降水量和年气温的空间分布，在图 4 和图 5 中则分别给出了气候平均的云南年太阳辐射量和云南气候带的空间分布。

从图 2 中可以看出，云南年降水量较多的地区主要位于滇西、滇西南、滇南到滇东南一带，而滇中及以北和以东地区则相对较少。

从图 3 中可以看出，云南年气温最高的地区主要位于滇中以南地区，年气温最低的地区则主要位于滇西北地区，滇东北地区的年气温也相对较低，其余地区除滇中的北部是一个相对的气温较高区外，总体的分布特征是自北向南气温逐渐增加。

从图 4 中可以看出，云南年太阳辐射量最多的地区主要是位于滇西北的金沙江流域区，其次是滇中以北和以西的大部分地区，而滇中及以北和以东地区则相对较少。

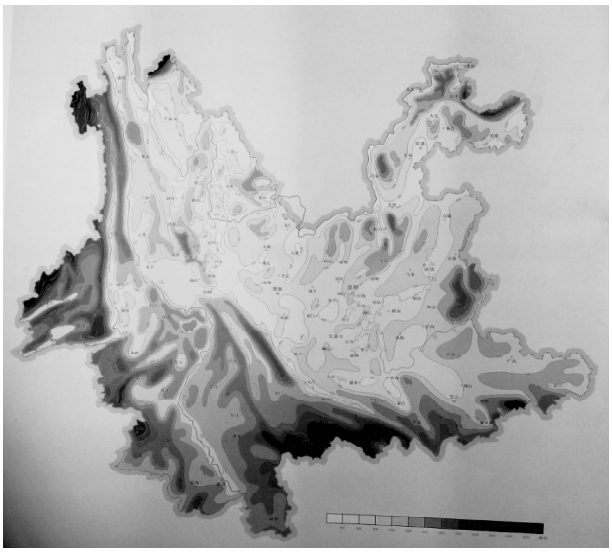


图 2　云南气候平均的年雨量分布

Fig. 2　The field of mean annual precipitation in Yunnan Province

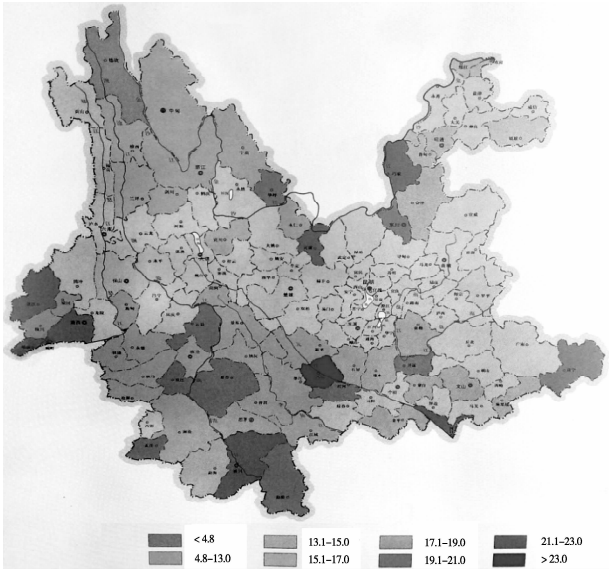


图 3　云南气候平均的年气温分布

Fig. 3　The field of mean annual temperature in Yunnan Province

从图 5 中可以看出，云南具有立体的多气候带分布特征。从滇中到滇西南方向对应的是高温带，而从滇中到滇西北方向和从滇中到滇东北方向则对应的是低温带，另外在北部的金沙江流域地区则又对应的是高温带。显然，云南气候带的这种地理分布特征和规律与云南纵向山系和河流的主体走向特征是基本一致的。即这种独特地理环境条件对季风的东西向阻隔作用使云南气候带的东西向差异变大，而南北向通道作用则使云南气候带的南北向差异变小。

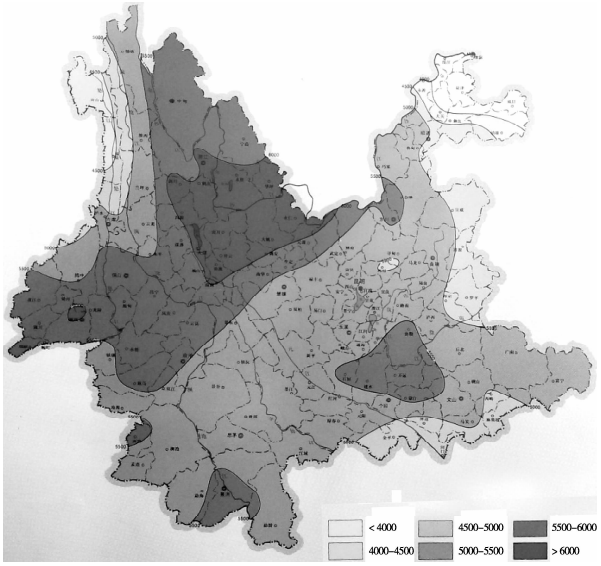


图 4 云南气候平均的年太阳辐射量分布

Fig. 4 The field of mean annual solar radiation in Yunnan Province

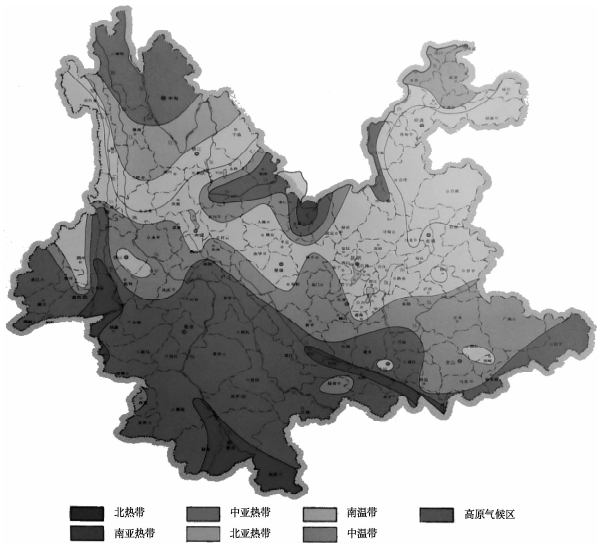


图 5 云南气候带的分布

Fig. 5 The field of climatic zones in Yunnan Province

3 云南气候环境变化的时空特征和规律

以适宜辣木种植的气候环境条件为基础，笔者将云南的辣木种植环境分为 6 个区，即滇东北、滇东南、滇西北、滇中、滇西和滇南 6 个种植区，并分别用巧家、富宁、华坪、元江、潞西和景洪 6 个气象站的气候观测数据来代表这 6 个辣木种植区的气候环境条件。在表 1 中分别给出了各代表气象站的相关气候要素统计值，在图 6、图 7 和图 8 中则分别给出了各代表气象站的气温、降水量和日照时数的年内分布情况。

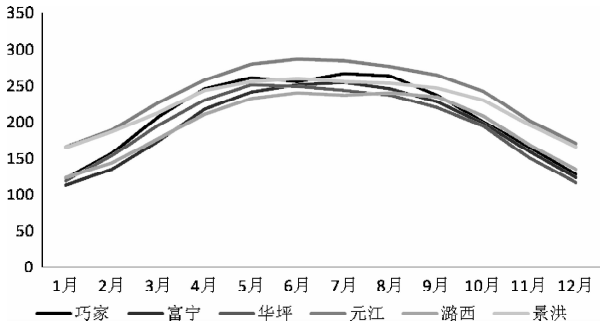


图 6 云南各代表气象站气温的年内分布（0.1℃）

Fig. 6 The monthly distribution of atmospheric temperature at the representative meteorological stations（0.1℃）.

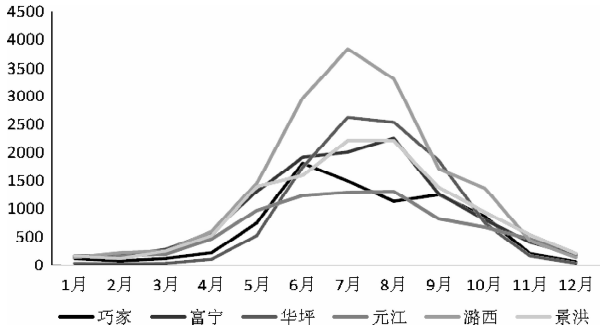


图 7 云南各代表气象站降水量的年内分布（0.1mm）

Fig. 7 The monthly distribution of precipitation at the representative meteorological stations.（0.1mm）

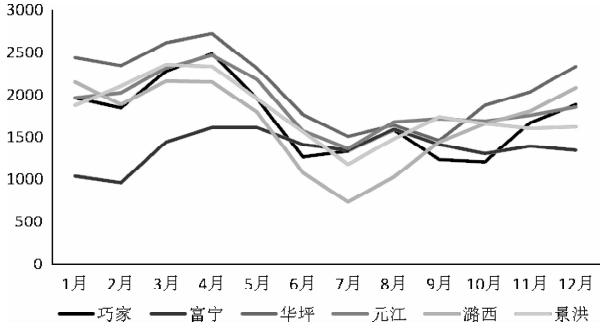


图 8 云南各代表气象站日照时数的年内分布（0.1h）

Fig. 8 The monthly distribution of solar illumination hours at the representative meteorological stations.（0.1h）

表 1　云南各代表气象站的气候要素统计值

Tab. 1　The statistical characteristic values of climatic factor at the representative meteorological stations

项目	巧家	富宁	华坪	元江	潞西	景洪
经度	102°55′	105° 38′	101°16′	101°59′	98°35′	100°47′
纬度	26° 55′	23°39′	26°38′	23°36′	24°26′	22°00′
海拔高度/m	841	686	1245	401	914	582
年气温/0.1℃	210	196	197	238	197	223
年气温标准差/0.1℃	5.1	5.0	4.2	4.4	4.3	5.1
年气温差/0.1℃	144	143	135	121	117	95
最低月气温/0.1℃	83	76	91	131	111	133
年降水量/0.1mm	8 202	11 422	10 554	7 945	16 459	11 609
最大月降水量/0.1mm	3 287	4 614	5 143	3 226	6 501	4 070
年日照时数/0.1h	20 694	16 441	25 137	22 624	20 024	21 475

从表 1 和图 6 中可以看出：滇中和滇南种植区的年气温较高，热量条件较好，其它 4 个种植区的年气温则相对较低，热量条件要差一些；滇东北、滇东南和滇南种植区的年气温标准差相对要高一些，说明这 3 个种植区气温的年际间变化差异要大一些，其它 3 个种植区气温的年际间变化差异则要小一些；滇东北、滇东南和滇西北种植区的年气温差相对要高一些，说明这 3 个种植区气温变化的季节性特征要显著一些，其它 3 个种植区气温变化的季节性特征则不是很明显；6 个种植区的月气温都是 12 ~2 月较低，5 ~7 月较高，其中滇东北和滇东南种植区的最低月气温明显要低一些，说明这 2 个种植区在冬春季较容易受到强冷空气的影响。

从表 1 和图 7 中可以看出：滇中和滇东北种植区的年降水量相对偏少，但在各季节内的分配则较为均匀；其它 4 个种植区的年降水量虽然较多，但却表现出了明显的干季和雨季的季节分布特征；特别是它们的最大月降水量都相对较大，说明在这 4 个种植区的雨季较容易出现强对流性的天气。

从表 1 和图 8 中可以看出：年日照时数最多的是滇西北种植区，其年日照时数多达 2 500 多个小时；而年日照时数最少的则是滇东南种植区，其年日照时数仅有 1 600 多个小时；其它 4 个种植区的年日照时数则是在 2 000 ~2 300 个小时；除滇东南种植区外，其它 5 个种植区的月日照时数都是干季多，雨季少。

4　云南气候环境变化对辣木种植的影响分析

从前面给出的云南气候环境变化的时空特征和规律来看，在云南区域内只要海拔高度不高于 1 500 m，其年气温一般都可以达到 18 °C 以上，而年降水量则一般都是在 800 ~1 800 mm。因此总体来说，云南适合大面积推广种植辣木，但在不同的区域推广种植辣木，其气候环境的适应性差异则是比较显著的。这里笔者仍将云南分为 6 个辣木种植区，在表 2 中分别给出了各种植区气候环境的有利条件、不利条件和影响结果。

5　科学有效地推进云南辣木种植产业的健康发展

云南是一个以农业为主体的边远省份，除了以昆明为中心的滇中地区经济相对较好外，全省总体都还很贫穷落后，特别是一些边远山区的农民仍还生活在极端的贫困线上。因此可以说，在云南科学有效地推进辣木种植产业的健康发展，对改善云南的经济环境和提高人们的生活质量，特别是对改善一些边远山区农民目前的生活状况和水平，将会有积极地推动作用。但对云南辣木种植产业的健康推进和发展，也应该以市场经济规律为基础，根据云南气候环境变化的时空特征和规律来进行科学合理的规划、引导和实施。

以市场经济规律为基础，根据云南气候环境变化的时空特征和规律，同时也考虑到要能确实解决好一些边远山区农民生活极其困难的实际问题，我们对云南辣木种植产业的科学推进和健康发展提出如下的整体宏观规划思路和建议。

（1）从滇中到滇南和滇西一带，利用其海拔高度低、纬度低、热量条件好、光照条件较好、可种植面积较大等优势，建立云南最大的核心辣木生产

表2 云南气候环境变化对辣木种植的影响

Tab. 2 Climate environment change and its influence on the Lam - growing in Yunnan Province

辣木种植区	有利条件	不利条件	影响结果
滇东北种植区	热量条件较好；年降水量的季节内分配较为均匀；太阳光照条件一般	气温的年际间变化幅度偏大；历史最低月气温较低；年降水量稍显不足	辣木种植收成产量的年际间差异会较大；冬春季较容易受到强冷空气的影响；对辣木果实的生长和成熟有一定影响
滇东南种植区	热量条件一般；年降水量适中	气温的年际间变化幅度偏大；历史最低月气温较低；年降水量的干湿季分配不均匀；太阳光照条件较差	辣木成熟的生长期会变长、产量偏低；辣木种植收成产量的年际间差异会较大；冬春季较容易受到强冷空气的影响；不利于辣木果实的生长和成熟
滇西北种植区	热量条件一般；气温的年际间变化幅度较小；历史最低月气温适中；年降水量适中；太阳光照条件最好	年降水量的干湿季分配不均匀；历史最大月降水量较多	辣木成熟的生长期会变长、产量偏低；冬春季较容易受到较长时间干旱的影响；雨季较容易受到强对流性天气的影响；很有利于辣木果实的生长和成熟
滇中种植区	热量条件很好；气温的年际间变化幅度较小；历史最低月气温较高；年降水量的季节内分配较为均匀；太阳光照条件较好	年降水量稍显不足	辣木成熟的生长期较短、产量较高；较有利于辣木果实的生长和成熟
滇西种植区	热量条件一般；气温的年际间变化幅度小；历史最低月气温适中；太阳光照条件一般	年降水量稍显偏多；历史最大月降水量较多	辣木成熟的生长期会变长、产量偏低；雨季较容易受到强对流性天气的影响；对辣木果实的生长和成熟有一定影响
滇南种植区	热量条件很好；历史最低月气温较高；年降水量适中；太阳光照条件较好	气温的年际间变化幅度偏大；年降水量的干湿季分配不均匀	辣木成熟的生长期较短、产量较高；辣木种植收成的年际间差异会较大；冬春季较容易受到较长时间干旱的影响；较有利于辣木果实的生长和成熟

种植基地和相应的多元化、多层次产品的深加工工业体系，逐步形成其种植规模大、总产量高、相关产品丰富、产业链完整等方面的综合经济优势，为云南的辣木产业树立起优秀的整体品牌形象。

（2）在滇西北的干热河谷流域区，充分利用其太阳光照条件最好、土壤及水环境无污染、大气环境质量优等优势，建立具有云南特色的优质辣木生产种植基地，形成其优质辣木和相关产品的经济优势，即用辣木在品质上的优势来弥补其种植规模较小、较分散、产量较低、成本较高等方面的不利经济因素。

（3）在滇东北到滇东南的可种植区，由于冬春季节较容易受到强冷空气的影响，最低气温较低，再加上太阳光照条件也不利，因此考虑建立具有云南特色的差异化辣木生产种植基地，即主要以生产辣木的根、茎、叶为主的辣木生产种植基地，形成其差异化的辣木和相关产品的经济优势。

6 结论与讨论

本文以适宜辣木种植的气候环境条件为基础，采用云南各气象台站1959～2012年逐月的气象观测资料和数据，分析研究了云南气候环境变化对辣木种植产业的影响。得到的结果和结论如下。

（1）云南具有立体的多气候带分布特征。从滇中到滇西南方向对应的是高温带，而从滇中到滇西北方向和从滇中到滇东北方向则对应的是低温带，另外在北部的金沙江流域地区则又对应的是高温带。显然，云南气候带的这种地理分布特征和规律与云南纵向山系和河流的主体走向特征是基本一致的。即这种独特地理环境条件对季风的东西向阻隔作用使云南气候带的东西向差异变大，而南北向通道作用则使云南气候带的南北向差异变小。

（2）从云南气候环境变化的时空特征和规律来

看，在云南区域内只要海拔高度不高于 1 500 m，其年气温一般都可以达到 18 °C 以上，而年降水量则一般都是在 800 ~ 1 800 mm。因此总体来说，云南适合大面积推广种植辣木，但在不同的区域推广种植辣木，其气候环境的适应性差异则是比较显著的。

（3）云南辣木种植产业的健康推进和发展，要以市场经济规律为基础，根据云南气候环境变化的时空特征和规律来进行科学合理的规划、引导和实施。

（4）从滇中到滇南和滇西一带，应利用其海拔高度低、纬度低、热量条件好、光照条件较好、可种植面积较大等优势，建立云南最大的核心辣木生产种植基地和相应的多元化、多层次产品的深加工工业体系，逐步形成其种植规模大、总产量高、相关产品丰富、产业链完整等方面的综合经济优势，为云南的辣木产业树立起优秀的整体品牌形象。

（5）在滇西北的干热河谷流域区，应充分利用其太阳光照条件最好、土壤及水环境无污染、大气环境质量优等优势，建立具有云南特色的优质辣木生产种植基地，形成其优质辣木和相关产品的经济优势，即用辣木在品质上的优势来弥补其种植规模较小、较分散、产量较低、成本较高等方面的不利经济因素。

（6）在滇东北到滇东南的可种植区，由于冬春季节较容易受到强冷空气的影响，最低气温较低，再加上太阳光照条件也不利，因此考虑建立具有云南特色的差异化辣木生产种植基地，即主要以生产辣木的根、茎、叶为主的辣木生产种植基地，形成其差异化的辣木和相关产品的经济优势。

参考文献：

[1] Emongor V E. Moringa（Moringa oleifera Lam.）：a Review［J］. Acta Horticulturae，2011（911）：497 – 508.

[2] Pandey A，Pradheep K，Gupta R，et al. ‘Drumstick Tree’（Moringa oleifera Lam.）：a Multipurpose Potential Species in India［J］. Indian Journal of Plant Genetic Resources，2011，58（3）：453 – 460.

[3] Fuglie L J. The Miracle Tree：Moringa oleifera，Natural Nutrition for the Tropics［M］. New York：Church World Service，1999.

[4] Banerji R，Aruna B，Verma S C，et al. Oil and Fatty Acid Diversity in Genetically Variable Clones of Moringa oleifera from India［J］. Journal of Oleo Science，2009，58（1）：9 – 16.

[5] Varalakshmi B. Genetic Diversity in Drumstick（Moringa oleifera Lam.）Germplasm［J］. Acta Horticulturae，2007（752）：411 – 412.

[6] Anwar F，Latif S，Ashraf M，et al. Moringa oleifera：A Food Plant with Multiple Medicinal Uses［J］. Phytotherapy Research，2007，21（1）：17 – 25.

[7] Bagchi G D，Singh S C. Moringa oleifera – The Emerging Medicinal Plant of Ayurveda［J］. Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences，2011，33（1）：81 – 85.

[8] Holst S. Moringa：Nature’s Medicine Cabinet［M］. California：Sierra Sunrise，2000.

[9] 刘昌芬．神奇保健植物辣木及其栽培技术［M］. 昆明：云南科技出版社，2013.

[10] 尤卫红，何大明，段长春．云南纵向岭谷地区气候变化对河流径流量的影响［J］. 地理学报，2005，60（1）：95 – 105.

[11] You Weihong，Duan Changchun，He Daming. Climatic difference in dry and wet season under effect of the Longitudinal Range – Gorge and its influence on transboundary river runoff［J］. Chinese Science Bulletin，2006，51（Supp）：69 – 79.

[12] You Weihong，Guo Zhirong，He Daming. Variation in transboundary flow of Nujiang River and its correlation with summer monsoon under the effect of the Longitudinal Range – Gorge［J］. Chinese Science Bulletin，2007，52（Supp. Ⅱ）：148 – 155.

[13] 尤卫红，吴湘云，李德俊．夏季风作用下的纵向岭谷区夏季降水量年际变化的时空特征和规律［J］. 地理科学进展，2007，26（5）：23 – 31.

[14] 尤卫红，赵付竹，吴湘云．夏季澜沧江跨境径流量变化与夏季风的关系［J］. 高原气象，2007，26（5）：1059 – 1066.

RESEARCH ON CLIMATE ENVIRONMENT CHANGE AND ITS INFLUENCE ON THE LAM – GROWING IN YUNNAN

YOU Wei – hong, GUO Shi – chang
(*School of Resource Environment and Earth Science*, *Yunnan University*, *Kunming* 650091, *Yunnan*, *China*)

Abstract: Based on the climate environment conditions of the Lam – growing, and using the monthly observational data of the meteorological stations from 1959 to 2012 in Yunnan, the climate environment change and its influence on the Lam – growing are investigated. The results show that the large area Lam – growing is suitable in Yunnan, but the local differences of climate environment conditions are very significant. Consequently, the physical development of the Lam – growing need scientific program, guidance and implementation according to the market economic law and the temporal – spatial character of the climate environment change in Yunnan.
Key words: Yunnan Province; climate environment; Lam – growing

(上接第 53 页)

LIAODONG PENINSULA RED WEATHERING CRUST CHARACTERISTICS OF PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

WEI Dong – lan, ZHANG Yu – zhi
(*School of City and Environmental Science*, *Liaoning Normal University*, *Dalian* 116029, *Liaoning*, *China*)

Abstract: Analysis the granularity characteristics of red weathering crust in dalian's qipanzi and longwang village of liaodong peninsula by Beckman Laser diffraction particle size analyzer, and differences in size frequency distribution curve indicates the degree of weathering weathering crust of the two place is weak, weathered incomplete. Combined with X – ray fluorescence analysis to further investigate the chemical weathering characteristics of the two places, found that both their respective development of parent rock is uneven. Qipanzi village development of weathering crust have kinship with its parent rocks, but not longwang village. Compared with the southern red weathering crust, found that the weathering degree of southern red weathering crust is higher than qipanzi and longwang village, and the parent rock of southern is uniformity.
Key words: Liaodong Peninsula; red weathering crust; grain size distribution characters; weathering differences

西南地区大气降水中氢氧稳定同位素特征与水汽来源

朱 磊，范 弢*，郭 欢

（云南师范大学 旅游与地理科学学院，云南 昆明 650500）

摘要：为阐明西南地区稳定同位素与大气降水的关系，对 GNIP 昆明、贵阳、桂林、成都站点 δD 和 $\delta^{18}O$ 进行分析，初步建立当地大气降水线方程，并与中国及全国降水线方程进行对比，揭示该降水线方程的特征。研究表明：大气降水稳定同位素组成受到温度、蒸发、水汽源地等多种因素的相互影响，在不同时间有很大差异。西南地区降水中的 $\delta^{18}O$ 值表现出“夏高冬低”的季节特点。*d* 值呈现出降水中过量氘水汽来源不同的特点，贵阳和桂林地区 *d* 值表现为“冬高夏低”的季节特点，而昆明和成都地区却与此相反，*d* 值则表现为“夏高冬低”独特的季节性特征。

关键词：大气降雨；同位素；西南地区

中图分类号：P426.612　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1001－7852(2014)05－0061－07

0 引言

大气降水作为自然界中水气循环的一个重要的环节，在各种时空间尺度下发生着变化[1]。降水中同位素中各元素丰度的变化与水汽源区的初始状态、大尺度的天气系统变化，以及产生降水的气象过程存在密切的联系[2,3]，并随着时间和空间的变化而异。因此，对于降水的研究显得极其重要[4]。降水中氢氧稳定同位素可以作为水汽源区理想的自然示踪剂或利用其变化来反演大气过程，能在一定程度上反映区域的地理因素及气候特征[5]。近年来，国内不少学者对四川地区[6,7]、昆明[8,9]、桂林地区[10,11]、南方地区[12]等区域降水稳定氢氧同位素都进行了深入探讨，大多数对局部（或某些站点）进行研究，但对西南地区降水同位素的研究相对较少。西南地区地处温带季风、亚热带季风相互作用的区域，地形地貌复杂多样，垂直气候差异明显，属于典型的气候区。因此，本文试图利用全球降水同位素监测网（GNIP）西南地区的昆明站、贵阳站、桂林站、成都站的数据为基础资料，研究西南地区主要气象要素与大气降水中氢氧同位素的变化特征的相关关系，并探讨年际变化的特征及其水汽来源的关系，对西南地区的旱涝灾害有一定的指示作用，也对西南地区近几年来气候异常变化提供科学的依据，有助于对中国西南地区水汽循环有更深入的理解。

1 研究区概况

昆明位于云贵高原中部（24°23′～26°22′N，102°10′～103°40′E），海拔约 1 900 m，属于低纬度亚热带高原山地季风气候，由于受印度洋西南暖湿气流的影响，年均温和年降雨量分别为 15 ℃、1 035 mm。贵阳地处云贵高原东部（26°11′～26°55′N，106°27′～107°03′E），海拔约 1 070 m，常年

收稿日期：2014－09－03；**修订日期**：2014－10－08.

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

作者简介：朱磊（1989－），女，云南省曲靖市宣威人，硕士研究生，主要研究方向为资源环境与区域发展.

＊**通信作者**.

受西风带控制，属于亚热带湿润温和性气候，年均温和降雨量分别为15.3 ℃、1 129.5 mm。桂林地处低纬（24°15′～26°23′N，109°36′～111°29′E），海拔约为150 m，属于中亚热带气候，年均温和年降雨量分别为17.8 ℃、1 949.5 mm。成都位于成都平原中部（30°05′～31°26′N，102°54′～104°53′E），海拔约500 m，成都属于亚热带季风气候，年均温和年降水量分别为16 ℃、1 000 mm。

2 数据获取与研究方法

本文采用GNIP西南地区的昆明站（1986～2003年）、贵阳站（1988～1992年）、桂林站（1983～1990年）、成都站（1986～1999年）的数据，由于重庆站的资料太少，所以这里就不再研究。所有同位素数据均来自全球降水同位素监测网络GNIP（Global Network for Isotopes in Precipitation）。大气降水中氢、氧稳定同位素分别采用金属铀法和CO_2-H_2O平衡法，采用英国的MM903质谱仪进行同位素分析，精度为$CO_2<0.125‰$、H/D $<\pm1.0‰$，文中的δ值均以V－SMOW为标准，单位为‰，表示为：

$$\delta=(R_{样品}/R_{V-SMOW}-1)\times1000 \quad (1)$$

式中：$R_{样品}$和R_{V-SMOW}分别代表水样中氢或氧的稳定同位素比率和维也纳标准平均海洋水中稳定同位素比率。

大气降水中δD和$\delta^{18}O$之间存在一个关系，其定义式为$d=\delta D-8\delta^{18}O$[13]。水汽蒸发源地状况决定d值，且同一水汽团在输送、冷凝不平衡过程中d不会发生任何变化，并能反映大气中水汽团的同位素组成特征，因此，可根据d值的变化判断水汽来源[14]。

3 结果与分析

3.1 大气降水$\delta^{18}O$和δD的季节变化

西南地区大气降水同位素的比值变化幅度较大。如图1，昆明地区$\delta^{18}O$变化范围是－1.04‰～－15.9‰，δD为－1.7‰～－114.2‰；贵阳地区$\delta^{18}O$变化范围是－0.73‰～－16.70‰，δD为10.4‰～－121.2‰；桂林地区$\delta^{18}O$变化范围是2.72‰～－11.82‰；成都地区$\delta^{18}O$变化范围是0.81‰～－11.33‰。全球降水平均同位素的比值，$\delta^{18}O$介于10‰～－50‰，δD介于50‰～－350‰[15]。郑淑慧等[16]分析了中国降水$\delta^{18}O$变化范围是2.0‰～－24‰，δD为2‰～－210‰。通过统计降水，本文把每年的5～10月作为西南地区的雨季，11月至次年的4月则为旱季。西南地区5～10月代表夏半年，11～4月代表冬半年。

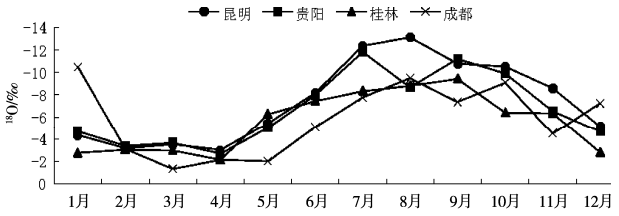


图1 大气降水$\delta^{18}O$的月均变化

Fig. 1 The seasonal variations of monthly weighted mean $\delta^{18}O$

从图1可以看出，昆明和贵阳两站的月均$\delta^{18}O$变化趋势大致相同，1月份到4月份呈上升趋势，且变化幅度很小，不超过－6‰，5月份到7月份呈直线下降的趋势，8月份之后昆明呈缓慢上升趋势，但是贵阳7月份之后呈短时间上升又直线下降，9月份之后才急剧上升。整个11月份到次年4月份$\delta^{18}O$在－8‰～－2‰，12月份较11月份大，均大于－8‰。该地区地处低纬度，$\delta^{18}O$同时受到降雨量和温度的影响，在1月到4月，降水量稀少，随着气温的升高，$\delta^{18}O$表现出逐渐富集。5月到7月降水逐渐增多，进入雨季，此时温度也开始升高至最大，温度效应和降水量效应的共同作用下，降水量效应起主导作用，$\delta^{18}O$值表现出减少。7月到8月，贵阳站的月均$\delta^{18}O$与其它3个站的有所不同，表现为增加。贵阳地区受到局部地理因素的影响，所以，分析发现贵阳地区7月至8月$\delta^{18}O$值明显增加，表现出反温度效应。

桂林月均$\delta^{18}O$变化趋势是从1月至4月缓慢上升，但变化幅度不大，5月到11月，月均$\delta^{18}O$在－7‰上下波动，11月以后增加幅度大，$\delta^{18}O$值高于－6‰，表现出降水量效应和温度效应。成都地区1月至2月$\delta^{18}O$值呈直线的上升趋势，2月至5月$\delta^{18}O$在－3‰上下缓慢波动，6月至8月$\delta^{18}O$值呈急剧下降趋势，9月至12月$\delta^{18}O$值波动幅度较大。通过分析发现，昆明、贵阳、桂林和成都4个站$\delta^{18}O$值呈现出明显的季节变化：夏半年偏负，冬半年偏正。这是因为雨季，来自海洋的暖湿气流向该地区提供大量的水汽，降水量大，蒸发较弱，

从而导致降水中 $\delta^{18}O$ 值相对偏低的特点。旱季，受大陆性气团的影响，空气干燥，蒸发强，重同位素富集，所以 $\delta^{18}O$ 值偏高。

3.2　降水线方程

大气降水线方程能够很好的反映一个区域某个时间段的 $\delta^{18}O$ 和 δD 间的线性关系，对于研究一个区域的气候变化有重要意义。根据 IAEA/WMO/GNIP 的降水同位素数据用线性回归求得西南地区昆明、贵阳、桂林、成都大气降水线方程：

昆明：$\delta D = 6.56\delta^{18}O - 2.96$　　($R^2 = 0.91$)

贵阳：$\delta D = 8.82\delta^{18}O + 22.07$　　($R^2 = 0.98$)

桂林：$\delta D = 8.38\delta^{18}O + 16.76$　　($R^2 = 0.98$)

成都：$\delta D = 7.36\delta^{18}O + 0.12$　　($R^2 = 0.93$)

通过对西南各地区大气降水线方程与 Craig[17] 第一次提出的全球降水线方程 $\delta D = 8\delta^{18}O + 10$，以及郑淑慧等[18]分析的中国降水线方程 $\delta D = 7.9\delta^{18}O + 8.2$ 相比较，昆明和成都地区斜率都小于 8，大气降水线方程的斜率和截距都相对偏低，明显偏离了全国大气降水线方程。说明昆明和成都两地的降水过程都是在非瑞利条件下进行的。相反，贵阳地区和桂林地区大气降水线方程的斜率和截距都比全球降水的大，说明贵阳和桂林地区在形成降水的过程中受到温度、蒸发等因素的影响。当形成降水的水汽经过多次蒸发时，由于不同同位素间分子质量数的差异、质量数小的分子分馏、质量数大的分子富集，氢同位素比氧同位素的分馏速度要快。因此，在其它条件相同的情况下，在运输过程中经过多次蒸发作用的水汽所形成的降水中 δD 的值相对偏重，导致该地区大气降水的斜率和截距都偏大。

3.3　*d* 值的变化

为了方便研究，Dansgaard[13]把 *d* 和 δD 的关系定义为 $d = \delta D - 8\delta^{18}O$。*d* 值既能反映水汽源区水汽团形成时的水汽平衡条件和热力条件，同时又能反映降水形成时的气候条件及地理环境[18]。当海水的蒸发速度比凝结速度快时，水汽之间处于不平衡状态。整个蒸发分为动力蒸发和同位素交换两个方面，受水分子分馏速度的影响，轻的同位素优先蒸发和动力分馏效应的共同作用，使得蒸发水汽中 D 和 ^{18}O 的分馏速度之比加快，这样就出现了蒸发中 δD 相对于 $\delta^{18}O$ 的富集，因而使得 *d* 值增大，即云团形成速度越快，*d* 值越大[1]。*d* 值越偏正，则反映蒸发速率越大。因此 *d* 值揭示了降水形成过程中的水汽团中同位素的组成及水循环方式的时空变换，含有形成水汽团源区的重要信息，包括蒸发过程的平衡或不平衡状态及蒸发速率大小等信息[19]。

根据对西南地区各站点 *d* 的监测数据统计发现(图 2)，桂林地区全年 *d* 值都大于 10‰；贵阳地区除了 8 月的 *d* 值小于 10‰外，其它的月份 *d* 值均大于 10‰；昆明地区 11 月至 6 月 *d* 值均在 0 ~ 10‰，最低值出现在 3 月份；成都与其它 3 个地区相比，全年 *d* 值在 −11.7‰ ~ 14.6‰，波动幅度较大。成都地区的氘盈余很小，说明成都地区降水中凝聚与蒸发的不平衡现象比其它地区弱，反映了成都地区海洋性的气候特征[20]。*d* 值大于 10‰的月份，表明该地降水水汽源地蒸发速率较大，*d* 值表现出冬高夏低的季节性特点，这一特点在贵阳地区和桂林地区表现较为突出。而昆明地区和成都地区却与此相反，*d* 值冬半年比夏半年低，这与中国大部分地区的都不相同，如华北地区的天津、石家庄、包头[21]和湖南的长沙[22]等地区的相反，但与塔里木的和田[23]、新疆的乌鲁木齐[24]较为相似，这可能与西风带控制和下垫面的影响有关。昆明地区的降雨，除了受到东亚季风、南亚季风和青藏高原季风的相互影响之外，还受到大陆性气团的影响。

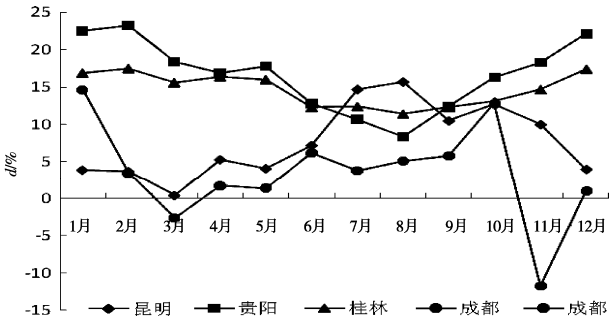


图 2　西南地区昆明、贵阳、桂林、成都大气降水 *d* 的月均变化

Fig. 2　The seasonal variations of monthly weighted mean deuterium excess in southwest of China, Kunming, Guiyang, Guilin and Chengdu

3.4　大气降水中的 $\delta^{18}O$ 影响因素分析

3.4.1　降雨量效应

从图 3 可见，月均降水量与月均 $\delta^{18}O$ 成负相关，与月均温度变化一致。昆明地区和贵阳地区 4 ~7 月份，随着降水量的增加，降水中 $\delta^{18}O$ 的值降低；8 ~9 月份，随着降水量的减少，降水中 $\delta^{18}O$ 的值增加。即在夏半年表现出一定的降雨量效应。

事实证明，降水中氢氧稳定同位素和降水量的关系与整个水汽输送路径上的降水量有关，而不仅仅与观测点上的降水量有关。所以，严格意义上的

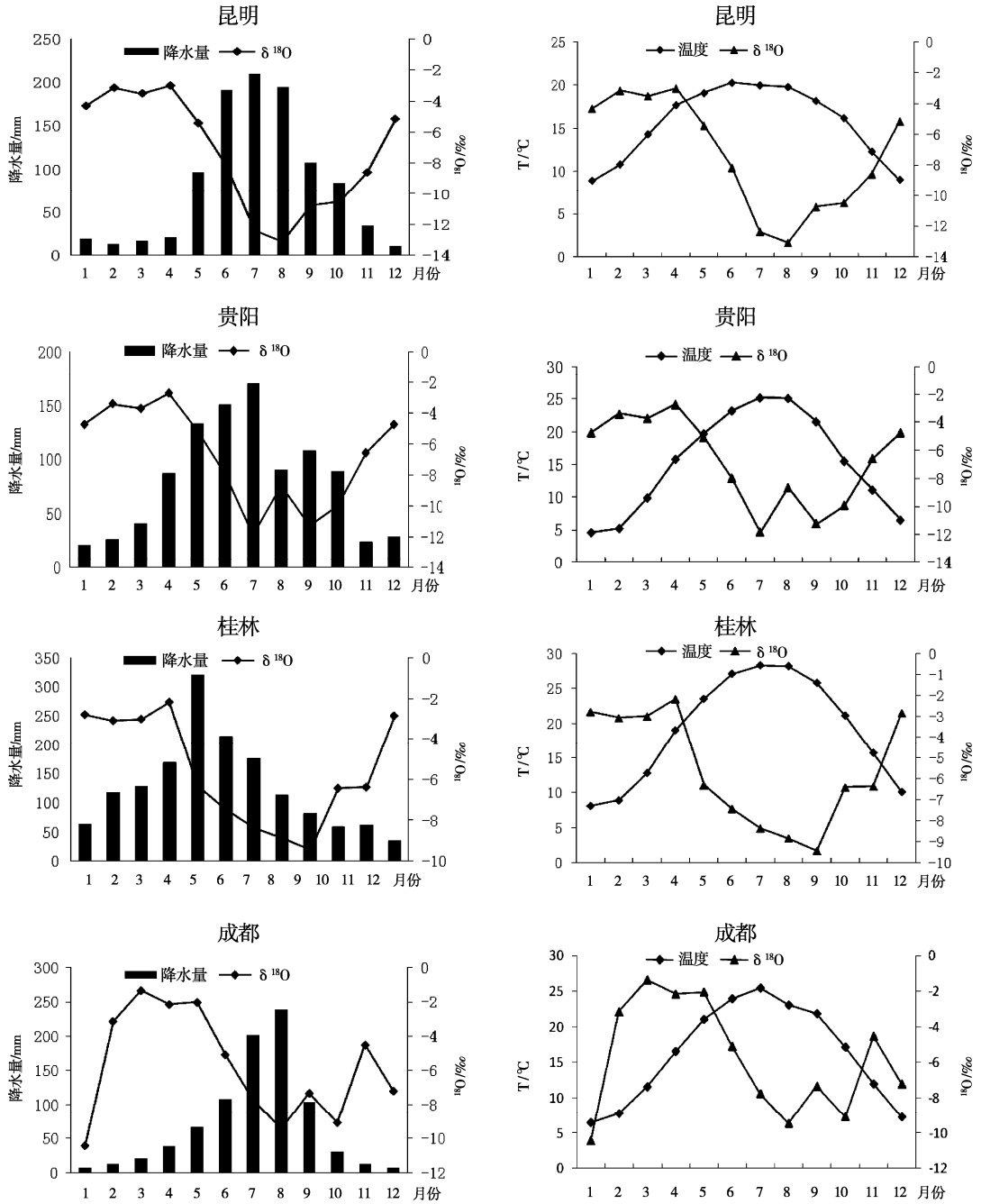


图 3 西南地区昆明、贵阳、桂林和成都站点的月均降水、温度和 $\delta^{18}O$ 的变化

Fig. 3 The variations of the monthly weighted mean precipitation, $\delta^{18}O$ and temperature in southwest of China, Kunming, Guiyang, Guilin and Chengdu

降雨量效应是指同一水汽团发生的一次降水性事件，而 GNIP 的样本数据采集是按月进行的。虽然如此，但是考虑到一定时间内（月、季）水汽来源相对稳定，分析站点降雨量效应对降水稳定同位素的分布乃至水汽团的信息有重要意义[21]。通过分析，西南地区昆明站降雨量效应较为显著，且相关性强，$R^2 = 0.648$。从全年角度来看，受到弱温度效应的影响，贵阳、桂林和成都 3 站的降雨量效应不显著。昆明地区降水量效应相对其他 3 个地区显著，主要是由于昆明地区与其他 3 个地区相比距海较近；此外雨季，来自海洋的暖湿气流向该地区提供大量的水汽，降水量大，蒸发较弱，从而导致降水中 δ 值相对偏低的特点。

3.4.2 温度效应

影响降水中稳定同位素的因素很多，但温度是影响同位素分馏的重要因素[25]。从图 3 可见，1 ~ 4

月份随着温度的升高，降水中 $\delta^{18}O$ 的值也随着增加，冬半年 $\delta^{18}O$ 与温度成正相关关系。因此，在西南地区（成都地区除外），冬半年表现出明显的温度效应。成都地区的季风气候特征是雨热同期，即：温度越高，降雨量越大；温度越低，降雨量较少。

利用北大西洋的观测数据，Dansgaard[13] 最先报道了温度效应，关系表达式为：$\delta^{18}O = 0.695t - 13.6$，Yurtsever[26] 则利用 GNIP 站点的资料分析得到 $\delta D = (0.512 \pm 0.014)\ t - (14.96 \pm 0.21)$。而根据现有的资料得出，从全年的角度来看，西南地区贵阳和桂林的温度效应强于降雨量效应，且桂林的温度效应较为明显，相关系数 $R^2 = 0.743$。为了减少降雨量效应的影响，采用月加权平均的方法来分析 $\delta^{18}O$ 与温度关系（图 4），即温度效应，得出 $\delta^{18}O$ 与温度的回归方程：

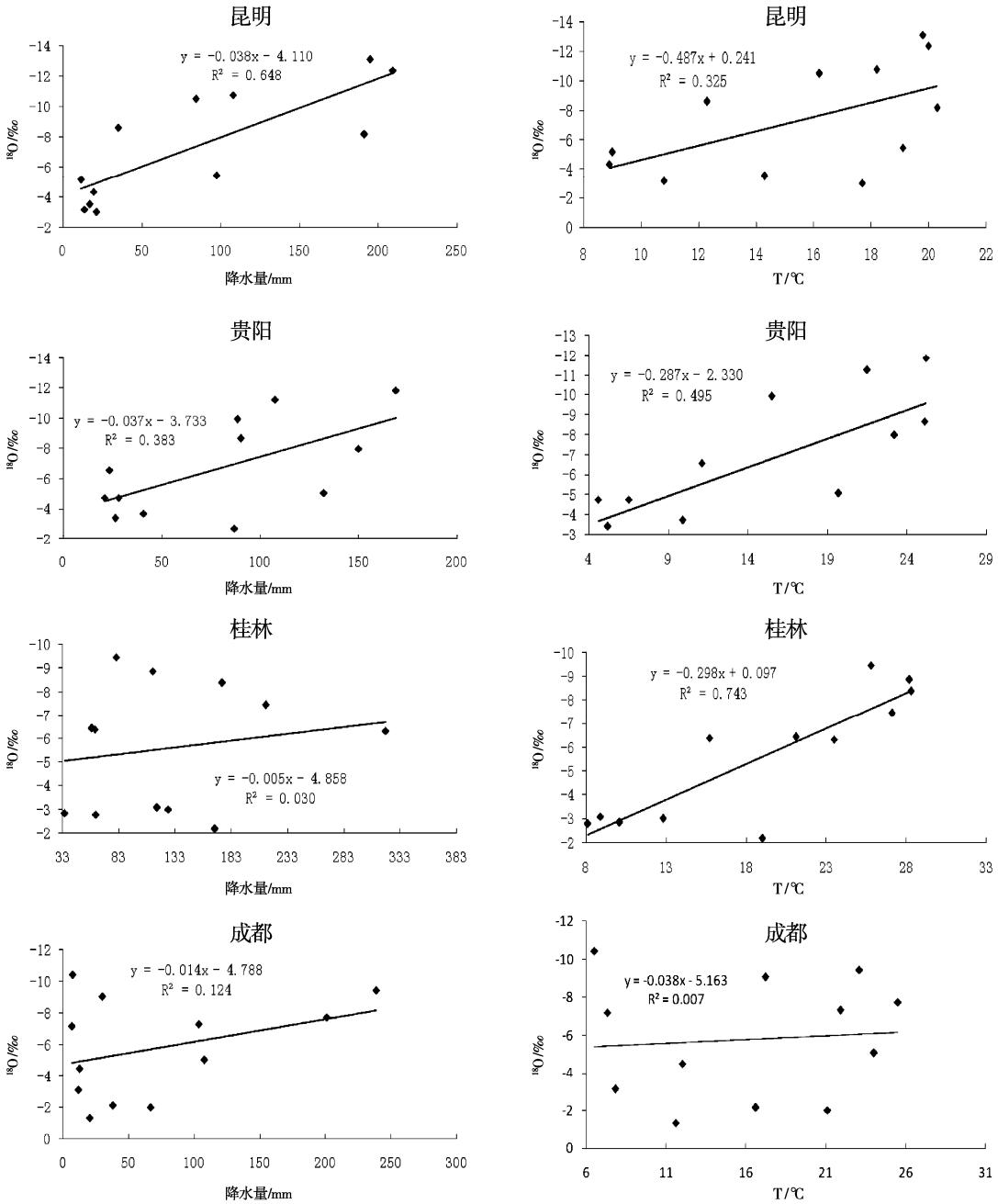


图 4　西南地区昆明、贵阳、桂林、成都站大气降水中月均降水量、温度和 $\delta^{18}O$ 的关系

Fig. 4　The variations of the monthly weighted mean precipitation, $\delta^{18}O$ and temperature in southwest of China, Kunming, Guiyang, Guilin and Chengdu

昆明：$\delta^{18}O = -0.487t + 0.241$ （$R^2 = 0.325$）

贵阳：$\delta^{18}O = -0.287t - 2.330$ （$R^2 = 0.495$）

桂林：$\delta^{18}O = -0.298t + 0.097$ （$R^2 = 0.743$）

成都：$\delta^{18}O = -0.038t - 5.163$ （$R^2 = 0.007$）

由此可见，从全年的角度来看，西南地区的昆明主要受到降雨量效应的影响，桂林主要受到温度效应的影响，贵阳和成都同时受到降雨量效应和温度效应的影响程度相差不大；但是仅仅从冬半年（11～次年4月）来看，成都地区受到温度效应的影响明显强于降雨量效应，冬半年成都地区 $\delta^{18}O$ 与温度的回归方程为：$\delta^{18}O = -0.625\ t - 11.220$（$R^2 = 0.485$），而夏半年成都地区 $\delta^{18}O$ 与降水量（P）的回归方程为：$\delta^{18}O = -0.014P - 5.009$（$R^2 = 0.165$）。

4 结论

本文研究了西南地区大气降水中氢、氧同位素组成特征及其水汽来源的关系，得出以下结论：

（1）通过对西南地区降水中氢、氧同位素的研究可以看出：西南地区大气降水中稳定氢氧同位素值总体上均具有明显的季节变化，夏半年 $\delta^{18}O$ 值偏负，冬半年 $\delta^{18}O$ 值年偏正，主要是夏半年水汽由海洋运移到陆地的过程中多次凝结降水，导致 $\delta^{18}O$ 值偏负。

（2）初步建立了昆明、贵阳、桂林、成都4个地区大气降水线方程：

昆明：$\delta D = 6.56\delta^{18}O - 2.96$ （$R^2 = 0.91$）

贵阳：$\delta D = 8.82\delta^{18}O + 22.07$ （$R^2 = 0.98$）

桂林：$\delta D = 8.38\delta^{18}O + 16.76$ （$R^2 = 0.98$）

成都：$\delta D = 7.36\delta^{18}O + 0.12$ （$R^2 = 0.93$）

（3）西南地区昆明大气降水稳定同位素组成体现出明显的降水效应，但是温度效应几乎不存在。贵阳和桂林地区温度效应强于降水效应，成都地区降水效应强于温度效应，但是温度效应几乎不存在。

（4）根据对西南各地区 d 值的监测数据统计发现，d 值呈现出降水中过量氘水汽来源不同的特点，贵阳和桂林地区 d 值表现为冬高夏低的气候特点，而昆明地区和成都地区却与此相反，d 值则表现为夏高冬低独特的季节性特点。

参考文献：

[1] 张应华，仵彦卿．黑河流域中上游地区降水中氢氧同位素的研究［J］．冰川冻土，2009，31（1）：35－39.

[2] ARAGU S－ARAGU S L，FROEHLICH K，ROZANSKI K. Stable isotope composition of precipitation over Southeast Asia［J］. Journal of Geophysical Research，1988，103：28721－28742.

[3] 章新平，刘晶淼，中尾正义，等．我国西南地区降水中过量氘指示水汽来源［J］．冰川冻土，2008，31（4）：613－619.

[4] 李广，章新平，张新主，等．云南腾冲地区大气降水中氢氧稳定同位素特征［J］．长江流域资源与环境，2013，22（11）：1458－1465.

[5] 章新平，姚檀栋，全球降水中氧同位素比率的分布特点［J］．冰川冻土，1994，16（3）：202－210.

[6] 王海静，张金流，刘再华．四川黄龙降水氢、氧同位素对气候变化的指示意义［J］．中国岩溶，2012，31（3）：253－258.

[7] 王涛，邵晓华，张娴．四川盆地与关中盆地春夏季大气降水氧同位素特征及意义［J］．南京信息工程大学学报，2013，5（3）：209－215.

[8] 朱秀勤，范弢，官威．昆明大气降水稳定同位素分析［J］．云南地理环境研究，2013，25（5）：90－95.

[9] 章新平，孙维贞，刘晶淼．西南水汽通道上昆明站降水中的稳定同位素［J］．长江流域资源与环境，2005，14（5）：665－669.

[10] 胡可，陈洪松，聂云鹏，等．桂西北喀斯特峰丛洼地降水氢氧稳定同位素的季节变化特征［J］．农业工程学报，2013，29（5）：53－62.

[11] 涂林玲，王华，冯玉梅．桂林地区大气降水的D和^{18}O同位素的研究［J］．中国岩溶，2004，23（4）：304－309.

[12] 柳鉴荣，宋献方，袁国富，等．我国南部夏季季风降水水汽来源的稳定素证据［J］．自然资源学报，2007，22（6）：1004－1012.

[13] Dansgaard W. Stable isotopes in precipitation［J］. Tellus，1964，16：436－468.

[14] 段旭，陶云，许美玲，等．西风带南支槽对云南天气的影响［J］．高原气象，2012，31（4）：1059－1065.

[15] IAEA/WMO. Global network for isotopes in precipitation［EB/OL］. http：//isohisiaea. org. 2001.

[16] 郑淑慧，侯发高，倪葆龄．我国大气降水的氢氧同位素研究［J］．科学通报，1983，28（13）：801－806.

[17] Craig H. Isotopic variation in meteoric waters [J]. Science, 1961, 133: 1702 – 1703.
[18] 侯典炯，秦翔，吴锦奎，等．乌鲁木齐大气降水稳定同位素与水汽来源关系研究 [J]. 干旱区资源与环境，2011，25 (10)：136 – 142.
[19] 卫克勤，林瑞芬．论季风气候对我国雨水同位素组成的影响 [J]. 地球化学，1994，23 (1)：33 – 41.
[20] 吴旭东．成都地区大气降水稳定氢氧同位素组成反应的气候特征 [J]. 地质学报，2009，29 (1)：52 – 58.
[21] 邓文平，余新晓，贾国栋．华北地区大气降水稳定同位素特征与水汽来源 [J]. 矿物岩石地球化学通报，2012，31 (5)：489 – 494.
[22] 黄一民，章新平，唐方雨，等．长沙大气降水中稳定同位素变化及过量氘指示水汽来源 [J]. 自然资源学报，2013，28 (11)：1945 – 1954.
[23] 吐尔逊江·艾莎，海米提·依米提，古丽娜尔·哈历别克，等．塔里木盆地降水中稳定同位素变化特征浅析——以和田地区为例 [J]. 安徽农业科学，2012，40 (4)：2163 – 2165.
[24] 李晖，蒋忠诚，王月，等．新疆地区大气降水中稳定同位素的变化特征 [J]. 水土保持研究，2009，16 (5)：157 – 161.
[25] 章新平，姚檀栋，刘晶淼，等．不同时间尺度下的稳定同位素变化 [J]. 冰川冻土，2003，25 (4)：428 – 432.
[26] Yurtsever Y. Worldwide survey of isotopes in precipitation [R]. Report of the Isotope Hydrology Section Vienna, IAEA, 1975.

SOURCES AND STABLE ISOTOPE CHARACTERISTICS OF PRECIPITATION IN SOUTHWEST OF CHINA

ZHU Lei, FAN Tao, GUO Huan
(*School of Tourism and Geographical Sciences*, *Yunnan Normal University*, *Kunming* 650500, *Yunnan*, *China*)

Abstract: To elucidate the relationship between stable isotope and the extreme drought in southwest of China, based on the stable isotope data of the GNIP in Kunming, Guiyang, Guilin and Chengdu site, the precipitation line equation is rough forward and the rule of seasonal change of stable isotopes are discussed. According to researching, the stable isotopic compositions of precipitation exhibit great diversities in different season due to influences of multiple factors, such as monsoon, rainfall amount moisture source and others. The D value showed characteristics of deuterium excess moisture sources in different precipitation. Guiyang and Guilin *d* values showed high summer and low winter seasonal characteristics, Kunming and Chengdu shows just the opposite, *d* value is manifested in high summer and winter seasonal low unique characteristics, explained during the winter and summer monsoon precipitation water district evaporation different conditions.

Key words: precipitation; stable isotope; southwest of China

昆明地区降水量时空分布特征

邹灵宇，李晓鹏，杨　柯

（昆明市气象台，云南 昆明 650034）

摘要：近年来由于降水异常所带来的干旱、城市内涝等气象灾害越来越受到人们的关注。采用回归方法对昆明 12 个大监站近 43 年来的降水量时空变化特征进行分析，发现昆明地区年降水量减少，春、夏、秋的降水也减少，但冬季降水略增加；年、四季降水有较为明显年代际变化趋势，且存在一个或多个突变点。降水量变化具有一定的区域分布特征，市区及以东以南地区夏季及年降水量偏少显著，春季降水西北部地区偏多其余偏少，秋季降水为一致减少型，冬季降水西南部减少其余大部持平或略增加。

关键词：降水特征；时空分布；线性倾向估计；M－K 检验

中图分类号：P467　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1001－7852(2014)05－0068－06

0　引言

昆明地处东亚季风和南亚季风交汇影响的区域，降雨年内分布、年际分布极不均匀，干湿季节分明，常常存在不同时段的气象干旱。随着昆明城市化进程的发展、下垫面的改变和大量人为热及温室气体排放，形成了城市区域性气候[1]，就更加突出了干旱的不利影响和更加容易引起局地强对流天气的出现和城市内涝的发生。2009 年以来昆明出现罕见的 4 年连旱，使农业生产等遭受巨大损失，库塘蓄水频频告急。而“7·19”昆明暴雨等强降雨天气过程也使人们的生产生活遭受极大损失。降水不仅是一个重要的气候要素，它还对区域水资源时空分布、生态环境形成与演变以及农业生产起着决定性的影响。它的时空分布与人类的生产、生活密切相关，而与降水平均变化规律相比，降水异常的时空变化对社会、经济和生态环境影响更为显著[2]。

近年来，气象工作者对云南气候变化中降水的演变特征作了不少分析，如王宇、解明恩[3,4]等用 1951～1994 年的资料分析了云南 18 个代表站降水的 40 a 变化，发现云南气温大部地区变化趋势基本一致，20 世纪 50 年代和 80 年代高，60 年代和 70 年代低，降水有明显的区域变化特征。陶云等[5]应用回归方法客观、定量地分析云南降水的时空变化特征，分析得出了近 50 a 来云南降水量夏、减少，春、冬季增加，年降水减少，并有着明显年代际变化趋势；云南年降水量、季降水、春夏季降水及秋季降水都存在一个或多个显著性突变点，而冬季降水没有检测出突变点；近 50 a 来云南降水量变化也存在明显的区域分布特征。

由于云南特殊的地理环境和气候背景，各个地州的气象条件存在明显的地区差异。研究昆明地区降水的时空变化特征，对提高旱涝气候预测的水平，积极防御降水异常所造成的重大经济损失，无疑都是当前防灾减灾工作的迫切要求，还可为城市防洪、雨水排放标准和城市环境保护提供有力支持。

1　资料与方法

本文选用昆明地区昆明（编号 56778）、禄劝（编号 56775）、富民（编号 56772）、嵩明（编号

收稿日期：2014－09－13；**修订日期**：2014－10－08.

作者简介：邹灵宇（1986－），女，云南省昆明市人，助理工程师，主要从事天气预报研究.

56785）、宜良（编号 56880）、石林（编号 56881）、呈贡（编号 56882）、晋宁（编号 56871）、安宁（编号 56863）、太华山（编号 56872）、东川（编号 56688）、寻甸（编号 56781），共 12 个国家气象站 43 a（1970 ~ 2012 年）的逐月降水量（1970 年以前降水资料缺测站数较多）。应用统计学方法，分析了昆明地区降水量的月、季节及年际变化。用线性倾向估计法，对年降水量以及春季（3、4、5 月）、夏季（6、7、8 月）、秋季（9、10、11 月）和冬季（12、次年 1 和 2 月）的变化趋势及空间分布特征进行了分析。借助非参数 M - K（Mann - Kendall）检验法（显著性水平 0.05）对 12 站年、季的降水变化趋势进行了分析。所选各站观测数据缺失率小，并对个别无记录的资料序列，采用无降水情况代替，保证了数据序列的完整性和连续性。

2　结果与分析

2.1　昆明地区降水量特征分析

昆明地区 12 个站点 1970 ~ 2012 年的年平均降水量约为 903.1mm，年平均降水量的最大值出现在 1999 年，为 1 155.5 mm，最小值出现在 2011 年，为 583.1 mm，最大值与最小值之比为 1.98（图 1a）。从昆明地区平均降水距平演变趋势图（图 2）可看出，1970 ~ 2012 年昆明年降水量、四季降水量有着较为明显的年代际变化特征。从年降水量来看（图 2e），其总体趋势呈减少的趋势，平均每年减少约 1.94 mm，比全省减少的幅度偏大近 5 倍（全省每年减少约 0.45[5]）。从年代际变化特征来看，20 世纪 70 年代至 80 年代降水量偏多与偏少的年份交替出现，到 80 年代中末期至 90 年代中期出现偏少的趋势，90 年代中期后年降水量回升明显，2005 年后年降水量减少的趋势较为显著。

昆明由于受季风气候和地形等因素的影响，昆明地区的年内降水分配极不均匀，季节变化十分鲜明。从近 43 a 平均各季平均降雨量来看春季 132.9 mm、夏季 522.4 mm、秋季 218.6 mm、冬季 41.6 mm（图 1b），降水主要集中在夏、秋两季，汛期的 5 ~ 10 月占全年降水量的 86.5% 左右。其中夏季的 6 ~ 8 月是降水量最集中的主汛期，平均月降水量约 174.1 mm，占全年降水总量的 56%。冬、春季降水只占全年的 19%，由于降水量少不利于蓄水，因此在常年冬春季便存在季节性干旱。通常云南干旱的主要特点是秋末出现的干旱持续到夏初，进入雨季后干旱得到缓解。但因 2009 年以来的夏秋两季降水偏少，干旱天气连续，使得冬春干旱难以缓解，库塘蓄水得不到有效补充，致使干旱导致的不利影响累计增长。

昆明的四季有着不同的变化特征：春季降水总体呈明显减少趋势（图 2a），平均每年减少 0.43 mm。春季降水最多的年份出现在 1990 年，为 249.2 mm，比常年偏多 116.3 mm；最少的年份是 1987 年，为 57.1 mm，较常年偏少 75.8 mm。春季降水也存在明显的年代际变化：20 世纪 70 年代后期前，春季降水处于一个偏多的时段；80 年代到 2000 年附近春季降水基本处于偏少的趋势，但 1985 年和 1990 年异常偏高出现了春季的最大降水和次大降水；2000 年至 2005 年降水有一定增加属略偏多；2005 年以后出现了明显的震荡下降趋势。

昆明夏季降水总体明显下降（图 2b），平均每年减少约 0.64 mm。夏季降水最多的年份出现在 1998 年，为 750.9 mm，比常年偏多 228.5 mm；最少的年份是 1992 年，为 267.5 mm，较常年偏少 254.9 mm。从图中可看出，夏季降水量的年代际变

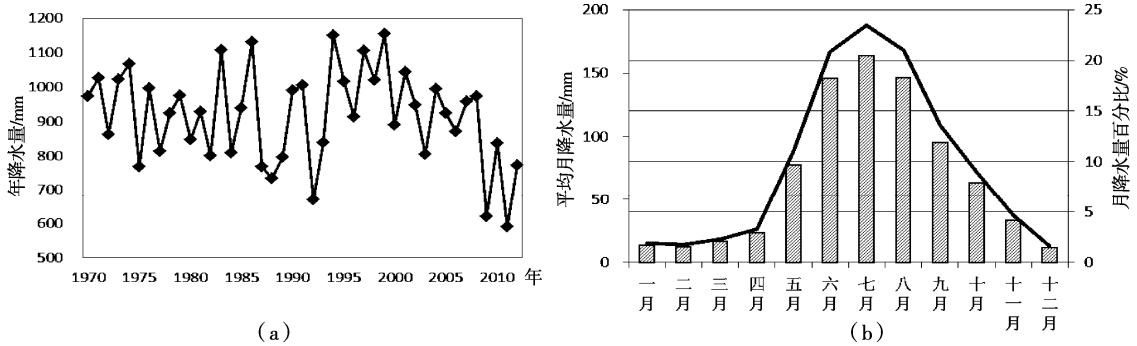


图 1　1970 ~ 2012 年昆明年降水量（a）和平均月降水量（b）

Fig. 1　The annual（a）and monthly mean precipitation（b）of Kunming from 1970 to 2012

化与年降水量非常相似，这也反映了昆明地区典型季风气候的特征，全年 57% ~65% 的降水量集中在夏季[4]，夏季降水的变化趋势直接影响着年降水量的变化。夏季降水量在 20 世纪 70 年代中叶以前偏多，70 年代后期到 90 年代中期震荡减少，90 年代中叶后夏季降水量又有所回升，2003 年后夏季降水又有减少的趋势，自 2009 年以来连续 4 年夏季降水距平值为负值。近 10a 以每年 15.52 mm 的速率减少，减少趋势在四季中最为显著。

昆明秋季降水总体变化趋势也为下降（图 2c），其减少幅度最大，平均每年减少约 1.07 mm。秋季降水最多的年份出现在 1991 年，为 355.9 mm，比常年偏多 137.3 mm；最少的年份是 2009 年，为 68.2 mm，较常年偏少 150.4 mm。秋季降水的年代际变化与夏季略有不同：20 世纪 80 年代中叶前，云南秋季降水量以偏少为主要特征，之后秋季降水有所增加，处于一段丰水期，90 年代中叶后秋季降水明显减少，进入一个枯水时期，特别是 2002 年后，仅有 2006 年和 2010 年秋季降水为弱的正距平，其余均 10 年均为负距平，并出现了最少降水年。

昆明冬季降水整体看变化幅度较小，降水量略微增加（图 2d），平均每年增加 0.03 mm。冬季降水最多的年份出现在 1983 年，为 117.3 mm，比常年偏多 75.7 mm；最少的年份是 1974 年，为 2.6 mm，较常年偏少 39.0 mm。冬季降水以年际变化特征为主，年代际变化特征较弱。

另外，昆明年及四季平均降水量的 10a 变化也反映了上述年代际变化特征，年降水与夏季降水有着相同的变化趋势，20 世纪 70，80 年代偏少，90 年代降水有所回升，但 2000 年以后降水又开始明显减少；春季降水 70 年代降水偏少，从 80 年代开始增加但幅度不大，2000 年以后略有减少；秋季降水一直处于偏少的趋势，偏少幅度最大的是 90 年代，2000 年以后略有减少；冬季降水的变化幅度一直不大，80，90 年代及 2000 年以后平均降水量略

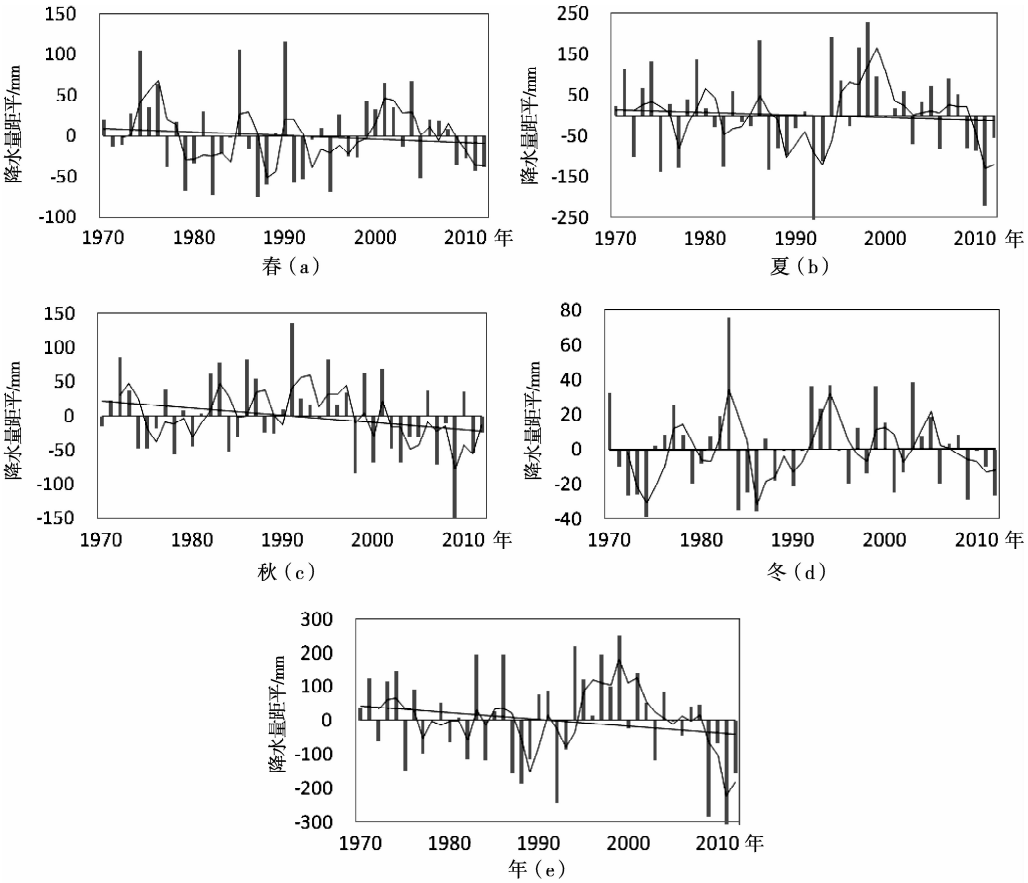


图 2 1970 ~2012 年昆明平均春（a）、夏（b）、秋（c）、冬（d）、年（e）降水距平演变

Fig. 2 The Spring (a), Summer (b), Autumn (c), Winter (d) and Year (e) averaged precipitation anomaly evolvement of Kunming from 1970 to 2012

偏多，70 年代略偏少。

综合分析图 2a 到图 2e 表明，近 40 a 来昆明春、夏、秋降水量减少，特别是夏、秋季降水明显减少，导致年降水量减少，该特征在近 10 a 表现的尤为明显，四季均存在减少趋势。春季降水递减率达到了 6.9 mm/a，夏季降水也以每年 15.52 mm/a 的速率减少，夏季的减少趋势在四季中最为显著，秋季降水在近 10 年基本都为负距平，冬季降水也有减少。据研究显示 2009 年至 2012 年冬春 4 年连旱主要是受西风带环流系统异常影响，高层中东副热带西风急流减弱，使得长波槽脊减弱，冷空气较弱不易到达西南地区，并且使得孟加拉湾南支槽难以建立，而青藏高原上高压脊强烈发展阻挡了西风带上游的低压扰动向高原以东传播，使云南省处于异常西北气流控制，西太平洋副热带高压强度大，西伸明显，低层水汽输送路径偏南偏东，进入云南的水汽明显减少[6]。

2.2　昆明地区降水量突变分析

气候突变，就是气候从一种稳定态（或稳定持续的变化趋势）跳跃式地转变到另一种稳定态（或稳定持续的变化趋势）的现象，它表现为气候在时空上从一个统计特性到另一个统计特性的急剧变化[2]。利用 Mann－Kendall 非参数统计方法检测了昆明年降水量、四季降水量的突变点[7]，昆明地区平均年降水量及四季降水都存在一个或多个显著性突变点。而冬季降水在 20 世纪 80 年代以后未出现突变点，这说明 80 年代以后冬季降水以年际振荡为主要特征，年代际变化不明显。年降水量存在 10 个突变点，春季和秋季降水量分别存在 5 个突变点，夏季降水量存在 12 个突变点，冬季降水仅存在 1975 年一个突变点。20 世纪 70 年代到 80 年代夏季和年降水量均出现多个邻近的突变点，春季有 2 个突变点，冬季也有一个突变点，干湿变化交替出现且振幅较大，90 年代春季和夏季各出现一个突变点，季节降水量从偏干变为偏湿，并且夏季 1993 年的突变点通过了 0.05 的显著性检验，2006 年至 2011 年，春季、夏季、秋季和年降水量都先后发生突变，降水均从偏湿变偏干。

表 1　2000～2012 年昆明地区 12 个大监站年降水量突变情况

Tab. 1　The abrupt change of annual precipitation of Kunming from 2000 to 2012

站点	昆明	安宁	呈贡	寻甸	富民	禄劝	石林	嵩明	太华山	东川	宜良	晋宁
突变年份	2008	2010	2010	2008	2008	2008	2010	2010	2008	2008	2008	2008
突变前距平/mm	0.9	－117.0	68.9	169.9	－73.4	83.8	68.9	－5.2	－73.2	118.3	－57.1	5.0
突变后距平/mm	－415.5	－322.8	－311.8	－189.7	－290.5	－320.5	－311.8	－424.3	－457.4	－294.3	－337.2	－272.6

对昆明地区 12 个站点进行逐一的 M－K 检验后可以发现，大部分地区在 20 世纪 70 至 80 年代有多个突变点，但显著性不高，降水距平正负交替变化。1990 年前后共有 8 个站出现了降水由偏干向偏湿的突变，并且昆明、石林、太华山、宜良 4 个站点的突变点通过 0.05 以上的显著性检验，90 年代中期以后各站降水出现增多趋势。从 2000 年以后的突变情况来看（表 1），2009 年前后所有台站均出现突变点，降水由略少至偏多向显著偏少转变。以上降水突变特征与昆明降水的年代际变化特征非常一致。

2.3　昆明地区降水量变化的空间分布

昆明 1970～2012 年 12 个台站 43 a 的年平均降水量为 903.1 mm，由年降雨量的分布情况可以看出（图 3f），昆明大部地区年降雨量在 900 mm 左右，但由于地形、海拔、测站位置等因素各个站的年降水量也存在着明显差异。昆明东北部的东川区、昆明东南部的石林县及昆明南部的呈贡区降水 <800 mm，而昆明东部的寻甸县和昆明市西山区的太华山站降雨量则 >1 000 mm。同在昆明市区范围的昆明站和太华山站年降雨量相差 157.4 mm，基本相当于昆明地区的冬春季雨量之和。

昆明年降水量空间分布大体上呈现出东北及东南少、东部及西南部多，主要特征是降雨随海拔增高呈递增之势，降水量受地形影响明显，暖湿气流的迎风坡雨量多，背风坡雨量少，山地雨量多，坝区雨量少，河谷地区雨量最少，海拔每升高 100 m，年降水量增多 30～80 mm。平均年降雨日数 129 d，除东川区外的其余东部县区及太华山站雨日较多，其余较少。平均大雨日数为 8.4 d/a，昆明站、禄劝县、太华山站、寻甸县年平均大雨日数大于 9 d，最少的是东川区 5.2 d/a。年暴雨日数的分布情况

同大雨日数接近，暴雨日数最多的是昆明市区的昆明站和太华山站。这可能与昆明大城市特殊的下垫面改变和城市中人类活动的影响有关。城市的发展改变了原有的自然条件，如大部分原有的农地、自然植被为建筑物、沥青或水泥马路所代替，人们的生产和生活增加了额外的热量，城市工业排放大量烟尘、气溶胶等，这些对城市的气温和降水等气候要素都会产生一定的影响[2]。

利用逐月降水资料，采用一元回归方法拟合昆明 12 个县市的时间序列和降水量之间的关系，分析了昆明降水空间变化特征（图 3）。昆明地处低纬高原地区，季风气候明显，加之云贵高原横断山脉的大地形，使得昆明地区气候复杂多变有较大差异。1970 ~ 2012 年近 43 a 昆明年降水量变化的空间分布特征（图 3e）表现出明显的区域变化：昆明地区年降水量整体呈减少趋势，市区及以东以南县区降水减少趋势较为明显，其中减少趋势最大和次大的是东南部的宜良县和市区的太华山站，每年减少幅度大于 5 mm，另外市区的昆明站、南部的晋宁和东部的石林减少幅度也超过 3 mm/a。其余县市减少幅度小于 2 mm/a，减少幅度最小的是东北部的东川区。

昆明春季降水量变化区域分异较小，北部禄劝、东川、富民略偏多，偏多最多的是禄劝，偏多幅度为 0.6 mm/a。其余县市降水呈现出减少的趋势，减少幅度也不大，在 0.2 ~ 1.1 mm/a，东南部的宜良减少幅度最大，平均每年减少约 1.1 mm/a，其余县市降水减少幅度小于 1 mm/a。

昆明夏季降水的变化趋势与年降水较类似，共有 8 个县区为降水减少的趋势，减少的幅度最大的是昆明市区及南部的晋宁、东南部的宜良，减少幅度最大的是市区的太华山站，平均每年减少约 2.5

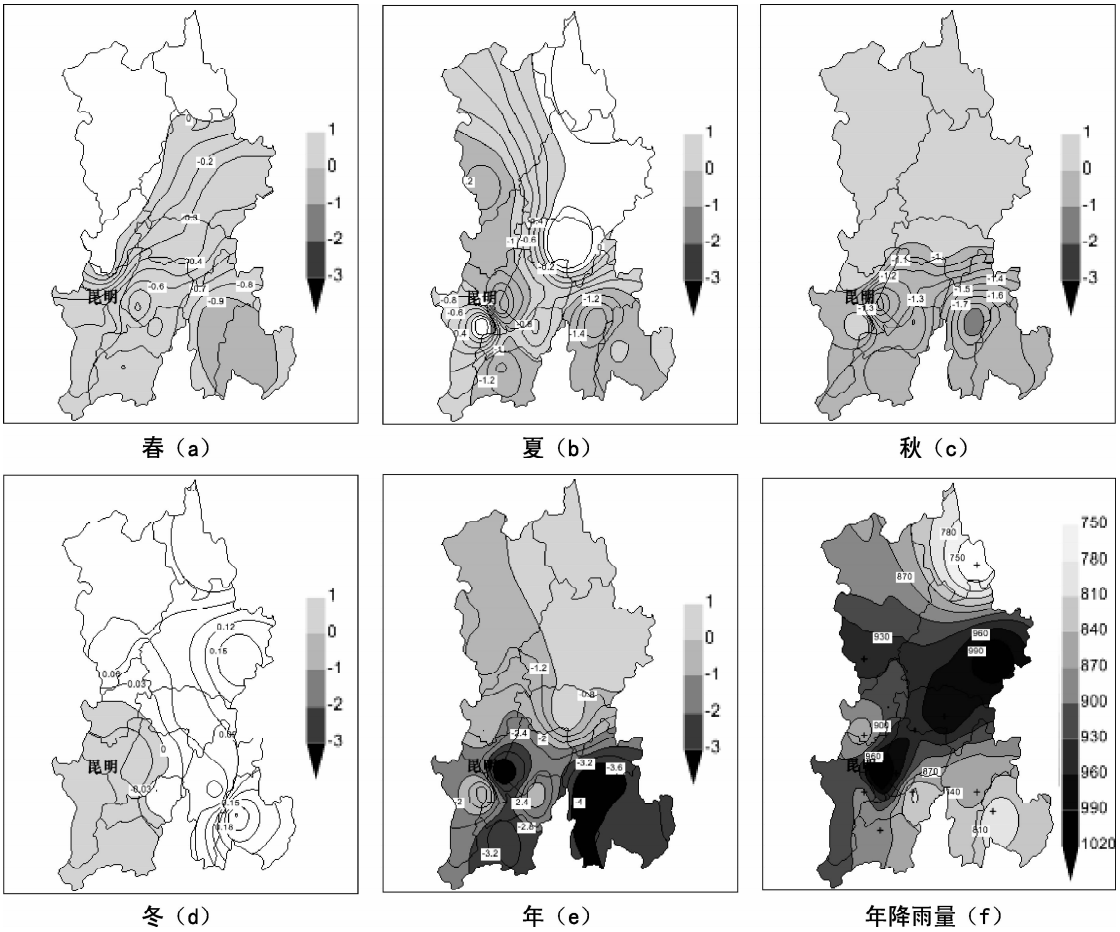


图 3 昆明春（a）、夏（b）、秋（c）、冬（d）、年（e）降水量变化趋势空间分布（单位：mm/a）及年降水量分布（f）（单位：mm）

Fig. 3 The Spring (a), Summer (b), Autumn (c), Winter (d), Year (e) precipitation linear tendencies spatial distribution and annual precipitation distribution of Kunming

mm/a，其余减少幅度小于 2 mm/a。而东北部的东川、寻甸、嵩明夏季降水略有增加，增加幅度最大的是西南部的安宁，增加幅度为 0.9 mm/a。

昆明秋季降水变化的区域分布较为明显，所有地区均为降水偏少的趋势，南部的减少幅度大于北部、东部大于西部。东南部的宜良减少幅度最大，平均每年减少约 2.1 mm，南部地区除安宁外减少幅度在 1 ~ 2 mm/a，其余县市区减少幅度小于 1 mm/a。

昆明冬季降水变化幅度不大，所有县市的变化幅度都小于 0.2 mm/a，这与云南典型季风气候有密切联系，昆明干季（11 月 ~ 次年 4 月）降水稀少，仅占全年降水的 14%，所以变率相对其余时段就小。呈现出减少趋势的只有昆明市区的昆明站、太华山站及西南部的安宁、晋宁，减少幅度最大的是市区的太华山站，减少幅度为 0.096 mm/a。其余昆明大部地区冬季降水基本持平或略有增加，其中东南部的石林增加最明显，平均每年增加约 0.3 mm。

3　结论

利用昆明 12 个测站 1970 ~ 2012 年逐月降水量观测资料，分析了昆明降水的时空变化特征。根据以上统计分析，得出以下初步结论：

（1）近 43a 来昆明春、夏、秋降水量减少，夏、秋季降水明显减少，冬季降水量略有增加。降水的减少趋势在近 10 年表现的尤为明显，四季均为减少。

（2）昆明年降水与夏季降水有着相同的年代际变化趋势，降水量在 20 世纪 70 年代中叶以前偏多，70 年代后期到 90 年代中期震荡减少，90 年代中叶后夏季降水量又有所回升。2003 年前后夏季降水又有减少的趋势，自 2009 年以来连续 4 年夏季降水与年降水量距平值均为负值。

（3）昆明地区平均年降水量及四季降水存在一个或多个显著突变点。2006 年至 2011 年，春季、夏季、秋季和年降水量均从偏湿变为偏干。2009 年前后所有台站均出现突变点，降水由略少至偏多向显著偏少转变。

（4）昆明年降水量及夏季降水量的区域分布为市区及以东以南地区偏少显著，其余地区略偏少或持平，春季降水为西北部地区偏多其余偏少，秋季降水为一致减少型，冬季降水西南部减少其余大部持平或略增加。

参考文献：

[1] 郑思轶，刘树华．北京城市化发展对温度相对湿度和降水的影响［J］．气候与环境研究，2008，13（2）：123 – 133.
[2] 李昕翼，肖国杰，白爱娟．成都地区降水时空分布变化［J］．气候科技，2011，8（4）：417 – 422.
[3] 王宇．云南气候变化概论［M］．北京：气象出版社，1996.
[4] 解明恩，张万诚．云南短期气候预测方法与模型［M］．北京：气象出版社，2009.
[5] 陶云，何群．云南降水量时空分布特征对气候变暖的响应［J］．云南大学学报，2008，30（6）：587 – 595.
[6] 杨辉，宋洁，晏红明．2009 ~ 2010 年冬季云南严重干旱的原因分析［J］．气候与环境研究，2012，17（3）：315 – 326.
[7] 魏凤英．现代气候统计诊断与预测技术［M］．北京：气象出版社，2007.
[8] 赵双巧，李晶晶，张卉．长治市近 54 年降水时空变化特征分析［J］．科技与创新，2014（14）：142 – 144.
[9] 李奇虎，马庆勋．1960 ~ 2010 年西北干旱区极端降水特征研究［J］．地理科学，2014，34（9）：1134 – 1138.
[10] 王秀萍，祝青林，侯彦泽．近 60 年大连市不同等级降水量与降水日数的变化特征［J］．中国农学通报，2014，30（26）：231 – 235.
[11] 王翠柏，楼章华，曹飞凤．永康市近 50 年降雨量时序变化特征分析［J］．人民珠江，2013，34（2）：48 – 51.

（下转第 78 页）

VIL 产品在丽江强对流天气中的应用

吴红秀，杨沛琼

（丽江市气象局，云南 丽江 674100）

摘要：通过对 2006 ~ 2010 年丽江市气象台站观测的冰雹观测记录、短时强降水及民政部门提供的冰雹灾情资料，并结合丽江 CINRAD/CC 雷达观测资料中的垂直液态含水量 VIL 进行统计分析。结果表明：当 VIL 在 18 kg/m^2 上下时预示着发生冰雹的可能性极大，如果后续 VIL 值有跃增性增长，并短时（1 ~ 5 个体扫）达到 30 kg/m^2 以上，此时可以肯定将发生冰雹天；非汛期期间，VIL 值远远小于汛期期间；短时强降水中，当 VIL ≧ 1 kg/m^2 持续维持 4 个体扫以上时，则有可能出现持续性降水或强降水，历史概括率为 40/49 = 81.6%；当 VIL ≧ 5 kg/m^2 时有可能出现短时性强降水，历史概括率为 25/49 = 51.0%。但由于距离等的原因，出现强降水时 VIL 值仍可能为零，即 VIL 值对强降水没有明显指示作用的仍占了 18%（5/18）的比例，因而是业务应用中值得关注的一个问题。

关键词：冰雹；短时强降水；VIL 值；预警

中图分类号：P456.1　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1001 - 7852(2014)05 - 0074 - 05

0 引言

新一代天气雷达系统提供的垂直累积液态含水量（VIL）是一种导出产品，它表示将反射率因子数值转换成等价的液态水值，它用的是假设所有反射率因子返回都是由液态水引起的经验导出关系，反映的是云底上部单位面积上悬挂的可降水质量。VIL 是 Greene 于 1970s 年代初期提出的一个全新的预报因子，以后经过 Robert 等和 Yates 在对强对流天气、风暴单体跟踪等方面进行了深入的研究，1980s 美国雷达气象学家结合 WSR - 88D 气象产品的开发，进一步发展和完善了 VIL 的应用，尤其是在强对流天气预报方面取得了较大的进展。根据 1998 年 3 月美国 NEXRAD 业务支持处（OSF）对 WSR - 88D 用户进行的民意调查，表明 VIL 是实际业务中应用次数最多的产品之一。近年来，随我国新一代天气雷达建设的逐步展开，对 VIL 的应用研究得到了加强，潘江和张培昌[1]利用 VIL 资料进行了估测降水的研究，王炜[2]等则利用 VIL 资料进行了冰雹预测等，均取得了较好的效果。VIL 被广泛地应用在多普勒雷达中，成为判别强降水及其降水潜力、强对流天气造成的暴雨、暴雪和冰雹等灾害性天气使用率较高的有效工具之一[3]。本文利用丽江 CINRAD/CC 雷达的 VIL 产品对丽江强对流天气（冰雹、短时强降水）的预警效果进行初步的研究及探讨。

1 资料选取

丽江地处青藏高原东南缘、横断山脉腹地，地势西北高、东南低，CC 型多普勒天气雷达坐落

收稿日期：2014 - 09 - 09；**修订日期**：2014 - 10 - 10.

基金项目：云南省气象局预报员专项项目（YB201406）资助.

作者简介：吴红秀（1978 - ），女，云南省陆良县人，工程师，主要从事天气雷达探测.

于玉龙县太安乡海拔 3 175 m 的香炉山上，探测半径 150 km，境内玉龙雪山、哈巴雪山、老君山等高山林立，除发射回波下游区域因受山体遮挡，东部因海拔落差和地球曲率等因素影响造成探测失真外，其它区域探测质量较好。业务中选用 1.5°为最佳探测仰角，采用连续体扫模式。统计丽江市 2006 ~ 2010 年共 5 年间的实况资料，选取有配套多普勒天气雷达资料的局地短时强降水实测雨量大于等于 20 mm/h 的 49 次过程。（丽江短时强降水定义采用 2010 年中国气象局定义的一小时降水量大于等于 20 mm）的降水。本文所用冰雹资料是从 2006 ~ 2010 年丽江气象台站的冰雹观测记录及民政部门提供的冰雹灾情资料中选取了 22 次比较典型的个例。

2　VIL 值与丽江冰雹天气

2.1　VIL 值与丽江冰雹天气

表 1　丽江市 2006 ~ 2010 年冰雹日 VIL 特征值表（汛期期间）

Tab. 1　Hail from 2006 to 2010 days in Lijiang VIL eigenvalue table (during the flood season)　kg/m^2

项目	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年
VILmax 平均值	18 ~ 31	13 ~ 27	10 ~ 25	10 ~ 29	12 ~ 29
VIL 平均值	26 ~ 43	26 ~ 56	34 ~ 49	23 ~ 49	26 ~ 45

从表 1 可看出：通过对 22 次典型冰雹过程中的 VIL 值进行统计分析，发现冰雹过程初生时段 VIL 值在 8 ~ 20 kg/m^2 跳跃，旺盛时段 VIL 平均值在 34 kg/m^2 徘徊，丽江市冰雹识别中应用 VIL 产品时，应特别关注 VIL = 21 kg/m^2 的临界值和 VIL = 36 kg/m^2 的特征值，当 VIL 大于等于临界值（VIL = 21 kg/m^2）时预示着发生冰雹的可能性极大，也是初步判定为冰雹天气的临界值，如果后续 VIL 值有跃增性增长，并短时（1 ~ 5 个体扫）达到 30 kg/m^2 以上，此时可以肯定将发生冰雹天气；如果后续值在这个区间徘徊，就要结合强度、速度等产品深入分析，确定是否有冰雹。5 年中 VIL 最大值是 2007 年 6 月 23 日出现在宁蒗县（西川、西布河乡）、华坪县（新庄、通达乡）等地的系统性冰雹天气过程中，其值是 17 时 45 分的 56 kg/m^2。

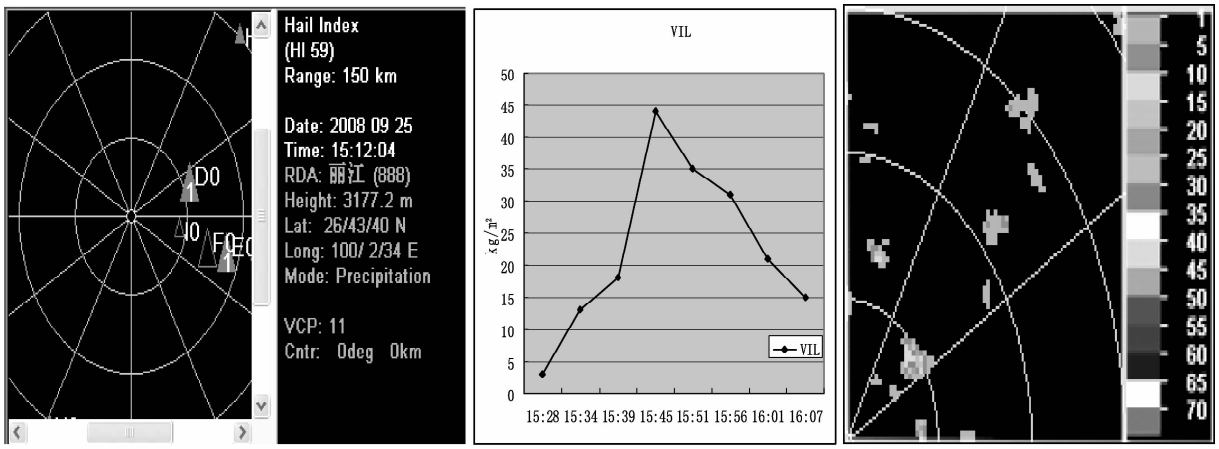
非汛期期间，根据资料统计认为，2008 年 3 月 22 日永胜县永北镇上午 10:00 ~ 11:00 时出现冰雹最大值只有 3 kg/m^2，20 年 11 月 11 日古城区束河镇中午 14:00 ~ 15:00 时出现冰雹最大值只有 11 kg/m^2，春、冬季与夏季有明显差异的特征与丽江地区的气候特点有很大关系，因此夏季与春季和冬季可设置不同的 VIL 阈值。这与上海地区的统计结果有很大区别，上海地区 VIL≥40 kg/m^{2}时，春季容易产生冰雹天气，在夏季只有当 VIL 足够大（VIL≥55 kg/m^2 时），才会产生冰雹天气[5]。由此可见，VIL 冰雹的相关指标因季节和地区的不同差异很多，由于春季和冬季观测和收集到的资料只有 2 次，以后通过大量实况资料的分析才能找到适合各丽江地区春、冬季的参考指标。

用 2006 ~ 2010 年五年的统计值在 2011 年汛期冰雹预测中的检验得到了很好的效果，使 2011 年以后的雷达预警业务得到了明显提高，人工防雹作业效果有很大改善，无冰雹漏报。

汛期期间，VIL 值在 18 kg/m^2 上下的可以发布冰雹预警，VIL 值达到 30 kg/m^2 以上，可以确诊已经形成冰雹云系。非汛期期间，VIL 值远远小于汛期期间，由于春季和冬季观测和收集到的资料只有 2 次，以后通过大量实况资料的分析才能找到适合各丽江地区春、冬季的参考指标。

2.2　冰雹天气历史个例的分析检验

2008 年 9 月 25 日下午在丽江市古城区的束河、金山及祥和的单点型冰雹天气，丽江国家气候观象台记录了此次冰雹过程。从雷达回波演变特征和观象台的记录可知，这次冰雹过程移动快，持续时间短，依次影响上面 3 个乡镇。在冰雹过程中伴有地面大风、短时强降水和强雷电等天气现象，观象台记录的地面瞬时大风是 21.1 m/s，冰雹直径为 5 mm。HI 和 VIL 演变特征对这次冰雹云的形成具有很好的指示作用。15:12 在 HI 产品上发现代码为 DO 和 EO 的两个风暴单体，图像产品显示 Posh = 50，SMEH = 1，均满足出现冰雹的统计特征。图 1 是这次冰雹天气的 VIL 随时间变化曲线。15 时 28 分，POSH = 50，SMEH = 0 cm、VIL = 3 kg/m^2，15 时 39 分的 VIL 值增加到 20 kg/m^2，11 分钟内增加了 17 kg/m^2，HI 和 VIL 出现后都持续增长，15 时 45 分的 VIL 值达到了 45 kg/m^2，达到最大值，在 3 个体扫 18 分钟时间内 VIL 值跃增了 40 kg/m^2，15 时 45 分以后开始降雹，最大值维持一段时间后下降，HI 在 15:56 开始下降，VIL 值在 15:45 ~ 16:07 过程中呈单调减小，16 时 13 分的 VIL 值仅是 13 kg/m^2，预示着降雹过程即将结束。



(a) (b) (c)

图 1 (a) 2008 年 9 月 25 日 15 时 12 分 HI 产品 (b) 9 月 25 日 VIL 随时间变化曲线 (c) 9 月 25 日 15 时 45 分 VIL 产品

Fig. 1 (a) HI products at 15:12 on September 25 (b) VIL changing with time curve on September 25 (c) VIL products at 15:45 on September 25, 2008

3 VIL 值与丽江短时强降水

3.1 VIL 值与丽江短时强降水

短时强降水与 VIL 值的对应关系见表 1 (VIL 是连续统计短时强降水出现时的每个体扫数据中 VIL 值)。

从表 2 可看出:(1) 由于距离等的原因,出现强降水时 VIL 值仍可能为零,即 VIL 值对强降水没有明显指示作用的仍占了 18% 的比例;(2) 当 VIL ≧ 1 kg/m^2 持续维持 4 个体扫以上时,则有可能出现持续性降水或强降水,历史概括率为 40/49 = 81.6%;(3) 当 VIL ≧ 5 kg/m^2 时有可能出现短时性强降水,历史概括率为 25/49 = 51.0%。暴雨过程由于强回波整体高度不高、强度不大,VIL 大部徘徊在层积混合回波的初级反演值 3 kg/m^2 附近,初生时段平均值为 5 kg/m^2,旺盛时段平均值为 10 kg/m^2,两值相差量级不大。由此可见:为便于业务应用,我们可以把 VIL ≧ 5 kg/m^2 可设为强降水的短临预警指标。

表 2 2006 ~ 2010 年 49 次丽江市强降水个例的 VIL 值分布特征统计

Tab. 2 Heavy rain in Lijiang 2006 ~ 2010, 49 times alone VIL value distribution statistics

VIL 值分布区间/(kg · m^{-2})	0	1	1 ~ 5	5 ~ 10	10 ~ 15	15 ~ 20	> 25
次数/次	9	15	5	10	6	4	3
百分率/%	18	30	10	20	8	8	6

对 2011 年 7 月份四个气候站的 31 d 的资料进行逐日检验,其中 31 天中每小时降水量大于 20 mm/h 的有 4 次,当 VIL ≧ 5 kg/m^2 在这 4 次中达到预警标准的有 3 次,即准确率为 3/4 = 75%;华坪 7 月 13 日 9:00 ~ 10:00 小时降水量为 20.2 mm,但 VIL 没有值,这是因为华坪国家气候基本站(海拔:1 230.8 m)位于丽江市香炉山新一代天气雷达站(天线高度:3 175.0 m)东南方,直线距离 122 km,在雷达有效探测范围之内,且两者的海拔落差值达到 1 944.2 m,这也是造成华坪的 VIL 值被低估的原因;在其余 27 次中每小时降水量均小于 20 mm,但 VIL 值达到预警标准的有仅有 5 次,即误报率为 5/27 = 18.5%;其中这 5 次中有 2 次每小时降水量 ≧ 15 mm/h,说明也有一定的应用价值。

3.2 强降水历史个例的分析检验

2013 年 4 月 30 日宁蒗暴雨,主要出现在 30 日的 19:00 ~ 22:00,其中红桥 19:00 ~ 20:00,1 小时雨量 39.3 mm,红旗 20:00 ~ 21:00,1 小时雨量 27.8 mm,烂泥箐 21:00 ~ 22:00,1 小时雨量 23.6 mm。本次过程当日 17 时有降水云系从四川盆地进入丽江新一代天气雷达探测区域,并不断南下,云

系前端的是积层混合降水回波，后面是稳定的层状云降水回波。18 时前后云系移动到宁蒗县北部，在移动云系的前端出现多个强对流回波单体，一部分对流单体在移动的过程中减弱，也有部分对流单体在移动的过程中继续加强。

表 3 是 4 月 30 日宁蒗测站、红旗、红桥、烂泥箐该过程 3 个单体 VIL 的变化分析从表 2 可看出此次强降水时段单峰型，VILmax 为 29 kg/m^2，VIL 平均 > 9 kg/m^2，这与国内江西出现短时强降水的 VIL 平均值在 28 ~ 42 kg/m^2，雷雨大风和短时强降水相伴出现时，VIL 值在 44 ~ 47 kg/m^2，因此，丽江短时强降水时 VIL 值低于国内部分地区的同期值。

表 3　宁蒗 2013 年 4 月 30 日局地暴雨 VIL 特征值

Tab. 3　On April 30，2013，ninglang local rainstorm VIL eigenvalue　　kg · m^{-2}

地点	时间	$VIL_{变化}$	$VIL_{平均}$	VIL_{max}
红桥	19:04 ~ 20:02	5 ~ 29 ~ 7	16	29
红旗	20:02 ~ 21:01	6 ~ 20 ~ 13	14	20
烂泥箐	21:01 ~ -22:06	11 ~ 17 ~ 3	9	17

4　VIL 值在应用中存在的问题

VIL 值在应用中存在估测误差，估测误差直接来源于雷达反射率因子 Z（Dbz），而造成 Z（Dbz）误差主要有以下几个原因：

（1）在雷达扫描的静锥区内或在远距离处的云体 VIL 值可能会低估。因为在近距离处，云体顶部处在雷达静锥区内，导致高层无 Z 值资料；而在远距离处，最低仰角为 0.5°，导致 0.5°仰角以下无 Z 值资料。二者均可能导致 VIL 值低估。由于受雷达近锥区的影响，靠近雷达站的风暴不能被完整扫描，探测不到回波顶，VIL 值会被低估，例如，2008 年 9 月 25 日 15 时前后，雷达站附近（$d < 15$ km）出现了冰雹天气，但 VIL 最大值仅为 19 kg/m^2，且高 VIL 值的面积比较小。对距离较远的风暴单体，低仰角波束从风暴高反射率因子区的中层或上层穿过，致使下层的 VIL 未被统计到，而导致 VIL 数值被低估，在华坪境内出现的短时强降水和冰雹中的 VIL 值经常会被低估，如表 1 在华坪境内出现的 5 次强降水 VIL 值都很小，VIL 最大值小于 5 kg/m^2。

（2）由 VIL 原理可看出，$Z - M$ 关系是在雨滴谱服从 $M - P$ 分布假定下得到的，所以实际降水云中雨滴的易变性将导致 VIL 值产生误差。在使用中应对不同降水分类，然后对同一类型降水过程的 VIL 值进行比较，应分雷雨大风、冰雹和短时强降水相伴出现时丽江的 VIL 值，只出现短时强降水时的 VIL 值，得到对本地有实际意义的判别指标。

（3）对强烈倾斜的对流云体，其上部可能伸展到其它相邻的柱体中。这类强降水大多出现在华坪站和宁蒗站，因为丽江雷达站属高山雷达站，华坪站和宁蒗站离丽江雷达站较远，且海拔高度落差大，导致雷达探测到的是对流云中上部，其回波强度相对较弱。另外，对快速移动的降水云体，由于雷达探测低仰角和高仰角的时间差也可能使降水云体上部伸展到其它相邻的柱体中。二者均可能导致 VIL 值低估。

5　结语

（1）当 VIL 在 18 kg/m^2 上下时预示着发生冰雹的可能性极大，如果后续 VIL 值有跃增性增长，并短时（1 ~ 5 个体扫）达到 30 kg/m^2 以上，此时可以肯定将发生冰雹天。非汛期期间，VIL 值远远小于汛期期间。

（2）通过对丽江短时强降水个例的初步研究表明：VIL 值对短时强降水有一定预警效果，当 VIL ≧ 1 kg/m^2 持续维持 4 个体扫以上时，则有可能出现持续性降水或强降水，历史概括率为 40/49 = 81.6%；当 VIL ≧ 5 kg/m^2 时有可能出现短时性强降水，历史概括率为 25/49 = 51.0%。对 2011 年 7 月进行逐日检验表明：单用 VIL ≧ 5 kg/m^2 作预警指标，预报准确率可达 33.3%（3/9）。但由于距离、地形等的原因，出现强降水时 VIL 值仍可能为零，即 VIL 值对强降水没有明显指示作用的仍占了 18%（5/18）的比例，这是业务应用中值得关注的一个问题。

（3）丽江强对流天气在距离雷达站较近或较远区域的 VIL 值会被低估，应结合其它产品综合判断。

以上指标大多是在业务中长期应用，并确实能够起到预判作用，但由于丽江地形特点限制，气候多变，加之高山雷达自身的局限性，以上预警指标的临界值还需要在以后的业务中加以检验和修正。

参考文献：

［1］潘江，张培昌．利用垂直积分含水量估测降水［J］．南京气象学院学报，2000，23（1）：87～92。

［2］王炜，贾惠珍．用雷达垂直累积液态水含量资料预测冰雹［J］．气象，2002，28（1）：47～48。

［3］张沛源，杨洪平，胡绍萍．新一代天气雷达在临近预报和灾害性天气警报中的应用［J］．气象，2008，34（1）：3－11.

APPLICATION OF VIL PRODUCT IN STRONG CONVECTIVE WEATHER IN LIJIANG

WU Hong－xiu，YANG Pei－qiong

（*Lijiang Meteorological Office*，*Lijiang* 674100，*Yunnan*，*China*）

Abstract：This article statistical analysis the CINRAD/CC radar observation data of VIL according to the observation records of hail short－time、heavy rain and hail disaster provided by the civil affairs department data in Lijiang between 2006 and 2010. Results are as follows：The VIL value of 18 kg/m^2 indicates the possibility of hail occurred；The sudden increase of VIL value（1 ～ 5 body scanning attaining 30 kg/m^2）indicates the hail will descend；During the non－flood season，VIL value is under the value of flood season；Short－time strong rainfall or persistent precipitation will appear when the VIL（≧ 1 kg/m^2）maintains more than 4 body scannings，the historical generalization rate is 81.6%；When the VIL is above 5 kg/m^2，short－time strong rainfall may occur，the historical generalization rate is 51.0%. But because of distance，when the VIL value is 0，there is still possibility of strong rainfall. Namely the possibility of no clear indication of VIL value is 18%. So it is the matter worthy of attention in the application of business.

Key words：the hail；short－time strong；VIL；rainfall warning value

（上接第73页）

THE TEMPORAL AND SPATIAL DISTRIBUTION OF PRECIPITATION OVER KUNMING

ZOU Ling－yu，LI Xiao－peng，YANG Ke

（*Kunming Meteorological Observatory*，*Kunming* 650034，*Yunnan*，*China*）

Abstract：In recent years，droughts，urban waterlogging and other weather disasters caused by rainfall anomalies，has attracted more and more people′s attention. Using monthly precipitation data of 12 national meteorological stations in Kunming from 1970 to 2012，with the regression analysis method to analyze the spatial and temporal variation of precipitation of Kunming. In lately 43 years，the spring，summer，autumn rainfall of Kunming was reduced. In contrast，winter's slightly increased，and annual precipitation decreased. Rainfall of Kunming City has a more significant decadal trends for seasons or ages. There are interannual or seasonal mutations in precipitation of Kunming. The variety of precipitation for the urban area does has its regional distribution features. Precipitation of downtown，east and south zone is significantly lower during the whole age and the season summer. The northwest region gains a higher level than other during spring season. Precipitation of Autumn is uniformly reduced type. Winter precipitation in the southwest reduced. Meanwhile the rest of the city remained large flat or slightly increase.

Key words：precipitation，temporal and spatial distribution，linear trend estimation，M－K Test