

戢晓峰,姜莉,陈方.云南省县域城镇化与交通优势度的时空协同性演化分析[J].地理科学,2017,37(12):1875-1884.[Ji Xiaofeng, Jiang Li, Chen Fang. Spatio-temporal Cooperative Evolution Analysis of Transportation Superiority and County Urbanization in Yunnan Province. Scientia Geographica Sinica,2017,37(12):1875-1884.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.2017.12.011

## 云南省县域城镇化与交通优势度的 时空协同性演化分析

戢晓峰<sup>1,2</sup>,姜莉<sup>1,2</sup>,陈方<sup>2</sup>

(1. 昆明理工大学交通工程学院, 云南 昆明 650504; 2. 云南综合交通发展与区域物流管理智库, 云南 昆明 650504)

**摘要:**运用ArcGIS空间分析、交通优势度模型和耦合协调度模型等方法,对云南省县域城镇化与交通优势度的时空协同性演化特征进行系统分析。研究表明:① 城镇化与交通基础设施相互促进又相互制约,存在正负双向反馈;基础设施建设滞后、城乡二元结构格局、城市空间无序蔓延是导致两者耦合协调空间差异的主要因素。② 2000~2014年云南省整体县域城镇化水平普遍较低,约90%的县域处于城镇化起步阶段。③ 云南省县域交通优势度整体水平逐年提升,但空间分异特征显著。④ 2000~2014年期间云南省县域城镇化与交通优势度的耦合协调水平虽大幅提升,但整体协调度仍然偏低、空间分异特征依然突出。

**关键词:**县域城镇化;交通优势度;空间耦合;时空演化;云南省

**中图分类号:**K902      **文献标识码:**A      **文章编号:**1000-0690(2017)12-1875-10

城镇作为城镇化的物质空间载体,是城镇化空间扩张、经济活动转型、人口流动的重要基础<sup>[1]</sup>。交通基础设施是促进城镇间生产要素流动、居民生活活动的物质基础,也是扩大城市辐射力、提升城镇发展水平的重要途径<sup>[2]</sup>。但是,由于中国地域发展的不均衡性,不同地区间交通基础设施建设、城镇化水平存在较大差异,因地制宜的探索城镇化与交通基础设施两者间的互动关系,显得尤为重要。云南省作为中国边疆欠发达地区,交通发展较为落后,尤其是滇西边境山区的交通基础设施建设与城市化发展并不协调,制约着当地经济发展。因此,急需探索城镇化发展与交通基础设施的作用机制及时空协同演化特征。

目前,城镇化与交通基础设施的关联机制研究主要集中于交通设施可达性对城市化的影响、经济发展与城镇化之间的经济效应等。如Froidh、Stern等<sup>[3,4]</sup>分析了铁路、公路通达性对沿线经济发展及人口分布的影响。Juan等<sup>[5]</sup>验证了区域脱贫与交通可达性提升两者间的紧密关联性,指出社

会公平性和区域均衡发展应成为交通投资考虑的主要因素。同时,由于城镇化的快速发展,地域要素配置状态与城镇空间结构发生剧烈变化,不同交通条件对城镇空间用地的影响也逐渐成为学者们关注的重点。如曹小曙等<sup>[6]</sup>采用距离和时间两个指标,分析中国干线公路网络连接的城市通达性,结果显示交通网络中各城镇的地位及城镇的发展潜力与可达性紧密相关,可达性反映了城镇对外联系与辐射的能力。朱兵等<sup>[7]</sup>认为交通网络发展迟缓、超前或结构不合理将阻碍城镇的发展,并以新疆为实例,验证了城镇交通可达性与城镇发展之间的正向互馈关系。姚士谋、曹小曙等<sup>[8,9]</sup>研究发现城镇化的空间过程表现为城镇用地增多,并以苏州、珠三角为实例,发现城市扩展沿交通走廊轴线发展的脉动规律特征显著。随着城镇化进程的深入推进,部分学者开始对全国层面城镇化的空间特征及形成机理进行探究<sup>[10]</sup>。然而,此类研究多集中于交通可达性与城镇化发展水平、城镇化与经济增长之间的空间关联性,研究的区

**收稿日期:**2017-03-02; **修订日期:**2017-06-20

**基金项目:**国家自然科学基金项目(41501174,71563023)、云南省应用基础研究重点项目(2015FA019)、云南省省院省校教育合作人文社科项目(SYSX201611)资助。[Foundation: National Natural Sciences Foundation of China (41501174,71563023), Basic Research Projects in Yunnan Province (2015FA019), Social Sciences Projects of Yunnan Provincial Institute of Education Cooperation (SYSX201611).]

**作者简介:**戢晓峰(1982-),男,湖北随州人,博士,教授,主要从事交通运输地理研究。E-mail: yiluxinshi@sina.com

域及尺度也主要集中于全国、重点城市群及省域层面<sup>[11-13]</sup>,部分研究虽涉及到县域城镇化,但多侧重于城镇化时间演化与驱动因子分析,且忽视了交通基础设施的网络属性对城镇化的影响,对于城镇化与交通优势度的时空协同演化研究鲜见于文献报道。

交通优势度作为度量区域交通基础设施对外联系的集成性指标,是表征城镇化发展与交通基础设施相互关系的核心内容,反映了交通网络中城镇相互作用强度和获取发展机会的大小<sup>[14,15]</sup>。从空间视角研究城镇化与交通优势度的耦合协调发展格局,能够辨识城镇化与交通基础设施发展瓶颈,对于实现两者协调发展,具有重要理论意义。鉴于此,本研究基于云南省126个县域研究单元,选取交通优势度表征交通基础设施的发展水平,在分析城镇化与交通优势度内在传导机制的基础上,获取县域层面城镇化与交通优势度的时空耦合特征,进而分析不同交通优势度水平对县域城镇化的影响以及两者的空间耦合规律,以期为云南省城镇化发展与交通规划提供理论依据。

## 1 城镇化——交通基础设施内在传导机制分析

人口城镇化作为衡量城镇化发展水平的核心指标,反映了城镇化过程中城乡联系的紧密程度和城镇化质量的高低;交通优势度可以有效度量两地间运输联系的便捷程度,是交通基础设施系统的核心指标,表征了交通基础设施对区域的支撑能力和发展潜力<sup>[16]</sup>。因此,城镇化与交通基础设施内在传导机制解析是分析城镇化率与交通优势度两者时空耦合规律的前提。随着中国交通基础设施的不断扩张和城镇化水平的不断提升,二者相互作用关系的实证研究日益受到关注,赵晶晶等<sup>[17]</sup>认为城镇化与交通基础设施发展之间存在长期稳定的促进关系;陈彦光<sup>[18]</sup>通过建立城市化与交通网络发育程度之间的数量关系,导出交通网络与城市化水平的线性相关模型,结果表明城镇化水平与交通网络的发展互为因果。城镇化与交通基础设施之间的互动关系还受到城市规模的影响,交通基础设施的空间配置水平必须与城市经济相协调,才能充分发挥交通基础设施的经济效

应,与城镇化产生良性互动发展关系。因此,城镇化和交通基础设施相互作用的内在传导机制是一个具有不确定性和复杂性的系统问题。

城镇化与交通基础设施之间既相互促进又相互制约,存在正负反馈2个方面。

一方面,交通基础设施是人口、物资、产业结构、技术、信息等由乡村向城市,由小城镇向大城市流动的载体,区域交通网络改善将提升城市或区域的可达性,并大大降低城乡间迁移的物流成本、时间成本,从而提升城乡经济联系程度,提高城镇发展水平。同时,交通经济带理论认为<sup>[19]</sup>,交通基础设施存在明显的空间溢出效应。当区域间经济活动主要表现为扩散作用时,交通基础设施对其他地区经济发展具有正向溢出作用,交通基础设施的网络属性可以降低企业的运输成本,加速区域生产要素的回环流动,打破边界效应,带动周边落后地区的经济发展,进一步提升区域整体城镇化水平;当区域间经济活动以集聚作用为主导时,交通基础设施对其他地区经济发展具有负向溢出作用,导致大量生产要素从经济落后地区向经济发达地区集聚,削弱落后地区发展,易形成二元结构,从而影响城镇化发展的区域格局。

另一方面,城镇化的快速发展,使城市间的交通往来更加密切,交通基础设施的成熟和完善能够有效引领城镇空间布局,提高城镇生产生活效率。随着城镇化进程的加速,大城市辐射带动功能得以增强,城市群内外的区际交通往来日益密切,逐步形成客运零换乘和货运无缝衔接的城市群内外交通系统;城市内部交通设施升级、交通网络布局优化等,使城市交通基础设施的通达性得到提升,运输的时间及物流成本大幅降低。同时,城镇化过程中,城市交通基础设施规模、质量及交通可达性的提高,使得通勤成本下降,迁移净收益上升,提升了中心城市的吸引力,有效促进了农村劳动力向城市地区的聚集,城市与农村联系愈加紧密;城镇化的倒逼效应,促使农村交通设施、服务能力不断完善和推进,以便更好的融入现代城市文明,缩小城乡交通服务差异性和不均衡性,提升城乡之间的交通可达性与便利性。

## 2 数据来源与研究方法

### 2.1 数据来源

以云南省为研究区域,126个县(市、区)行政

单位为研究单元<sup>①</sup>,研究期限为2000~2014年。数据体系中的县(市、区)总人口、城镇人口等数据来源于《中国县市经济统计年鉴》<sup>②</sup>;云南省公路网数据(包括高速公路、一、二、三、四级和等外公路)来源于《云南省交通统计资料汇编》<sup>③</sup>;县(市、区)社会经济数据源于《云南统计年鉴》<sup>③</sup>、《云南省国民经济与社会发展统计公报》<sup>④</sup>。

## 2.2 研究方法

1) 标准差与变异系数。标准差指数和变异系数可以同时从绝对和相对意义上测度县域间城镇化水平的空间差异<sup>[21]</sup>。

2) 交通优势度。交通优势度作为一个全面集成的指标,是各种交通基础设施“量、质、势”3方面的统一,其核心是以定量手段从相对角度判别各研究单元交通条件的优劣<sup>[22]</sup>。借鉴已有交通优势度评价指标体系<sup>[23]</sup>,结合研究区域的实际交通发展现状,对交通优势度的基本评价指标进行局部修正,主要采用公路网络密度、交通干线影响度、区位优势度3个指标进行系统集成,对云南省县域交通优势度进行定量刻画。

(1) 公路网络密度。采用路网长度与国土面积的比值表征公路网络密度,可直接反映区域公路网络的疏密程度。由于云南省地处云贵高原、地形复杂,公路是全省综合交通体系的主导方式,尤其是高速、一级、二级、三级公路对县域间交通运输的贡献较大。因此,本文选择三级以上公路测度路网密度。

(2) 交通干线影响度。交通干线影响度是评价区域交通基础设施保障水平的重要指标。参考《省级主体功能区域划分技术规程》,采用分类赋值的方法,计算云南省各县(市、区)不同交通干线的技术等级赋值,然后进行加权汇总。

(3) 区位优势度。通过计算各县(市、区)行政中心与地级市行政中心的最短交通距离分级赋值,以反映各县域区位的优劣。值越小表示接受地级市行政中心的辐射带动作用越强,其区位优势度越高。

(4) 交通优势度。首先,对公路网络密度、交通干线影响度、区位优势度这3个指标的数据进行

归一化处理;其次,将处理后的指标综合集成,得到各县(市、区)的交通优势度指数。借鉴前人研究成果<sup>[24]</sup>并结合云南省实际交通发展现状,以0.6、1.5和2.4为分界点可将其划分为低值区、中值区、中高值区、高值区4个等级。

3) 耦合协调度。为分析县域城镇化水平与交通优势度间相互作用影响的程度,依据物理学中容量耦合概念,构造城镇化与交通优势度相互作用的耦合度模型<sup>[25]</sup>。

为进一步分析云南省县域城镇化与交通优势度的协调发展状况,在耦合度测算的基础上,引入耦合协调度模型进一步深入分析两者之间的协调发展水平。

考虑到云南省的实际发展情况,以0.4、0.8、1.2、1.6为断点将耦合协调度大致划分为中度失调、濒临失调、初级失调、中级协调和良好协调5种类型<sup>[26]</sup>。

## 3 云南省县域城镇化与交通优势度的时空演化特征

### 3.1 县域城镇化时空格局分析

县域城镇化的时空分异特征体现在以下3方面。

1) 探索城镇化的空间关联和时序演变,是分析云南省县域城镇化整体发展格局的基础。本文将云南省县域单元分为6个区域(图1),即滇中地区、滇西地区、滇东南地区、滇西北地区、滇东北地区、滇西南地区,以分析云南省县域城镇化的时空分异特征。结果显示,2000~2014年云南省县域城镇化率不断提高,年均增加约1.1个百分点,且不同区域的城镇化水平差异显著。其中,滇中、滇西地区的城镇化水平增长较快,由最初的27%增长到44%,年均增长约1.13%;滇西北、滇西南地区的增长率也相对较高,年均增长约1.06%;滇东南、滇东北地区的城镇化发展较缓慢,年均增长小于1.0%。造成城镇化水平区域空间分异的主要原因在于:县域间的地理位置、资源禀赋、产业基础、经济发展等方面存在较大差异;其中,滇中地区是云南省经济核心区和城镇化发展的重要引擎,较滇西北与滇东北地区具有更大发展优势和潜力。

① 云南省共129个县级行政区,为方便数据的获取和研究的便捷,将研究区域合并为126个县(市、区)。

② 云南省交通厅.云南省交通统计资料汇编(2000~2014).2000~2014.

③ 云南省统计局.云南统计年鉴(1988~2014).2000~2014.

④ 云南省统计局,国家统计局云南调查总队.云南省国民经济与社会发展统计公报(2000~2014).2000~2014.

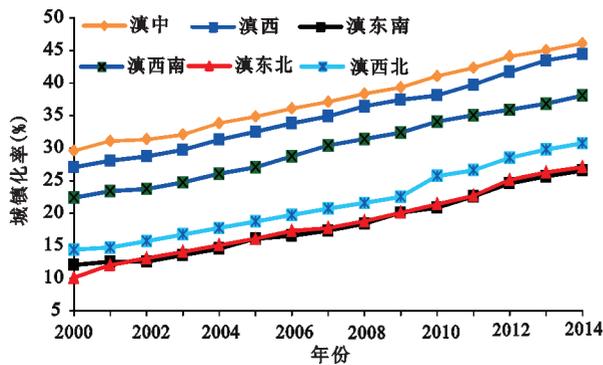


图1 云南省县域城镇化的区域差异  
Fig.1 Regional differences of county urbanization  
in Yunnan Province

2) 云南省城镇化水平的标准差指数和变异系数时间演化(图2)显示,2000~2014年全省县域时空差距稳中有降,即绝对差距保持平稳,相对差距持续下降的趋势。究其原因,一方面,近年来云南省坚持将交通扶贫与加快区域发展相结合,通过加强连通内外的交通网络建设,缩小区域间贫富差距,推进边缘地区的经济一体化发展;另一方面,随着《云南省新型城镇化规划(2014~2020年)》对全省六大城镇群的积极推进,进一步完善了全省城镇空间规模结构,在滇中城市群的辐射带动下,中小城市数量不断增加,小型城镇服务功能日益增强,城镇群间逐步实现协调发展。

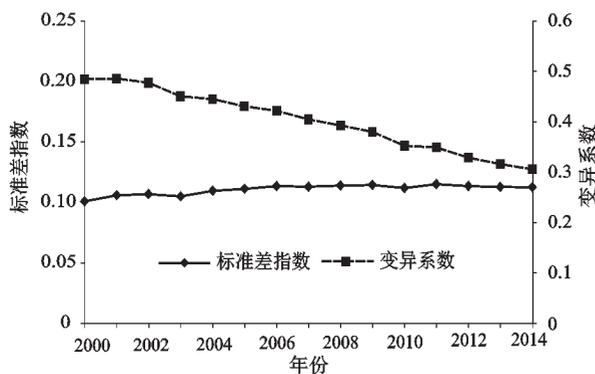


图2 云南省县域城镇化的历时演变  
Fig.2 The evolution of county urbanization in Yunnan Province

3) 县域城镇化的空间演变特征。为进一步获取县域城镇化的时空格局演化特征,本研究选取时间间隔大致相当的2000、2007、2014年,计算

得到各年的县域城镇化率;借助ArcGIS软件对县域城镇化率进行空间可视化表达,并基于诺瑟姆“S”型曲线和云南省的实际情况,将县域城镇化水平依次划分为4个阶段,即城市化初期阶段(城镇化率<30%)、加速阶段(30%~50%)、后期阶段(50%~70%)和终期阶段(>70%)<sup>[27]</sup>,最终生成云南省县域城镇化的时空格局演化图(图3)。结果表明,2000~2014年云南省整体县域城镇化水平普遍较低,约90%县域处于城镇化起步阶段,主要表现为:① 2000年,云南省约92.06%的县(市、区)处于城镇化起步阶段,城镇化率普遍较低。从整体空间格局看,城镇化高值区仅零星分布于昆明、大理、西双版纳、德宏、红河等州市的部分县域,其余县域均处于较低的城镇化水平。从县域尺度的城镇化格局来看,云南省县域城镇化率普遍较低,约92.0%的县(市、区)处于城镇化初期阶段;约5.56%的县(市、区)处于城镇化加速阶段,仅2.38%的县(市、区)处于城镇化后期阶段。② 2007年,云南省县域城镇化率虽较2000年有较大提高,但城镇化率的较低区域依然连绵成片。约88.93%的县(市、区)处于城镇化初期阶段,约8.63%的县(市、区)处于城镇化加速阶段,仅2.44%的县(市、区)处于城镇化后期阶段。2007年云南省县域城镇化水平的总体格局基本稳定,地级市政府所在地及其邻近县(市、区)仍是城镇化水平较高地区,其中,昆明市、大理市、景洪市、芒市、瑞丽市、安宁市、蒙自市等由于自身旅游业的带动作用,经济发展和城市化水平增长较快。③ 2014年,云南省县域城镇化水平由初期阶段向加速阶段跃进。约86.50%的县(市、区)处于城镇化初期阶段;约13.49%,3.21%的县(市、区)处于城镇化加速及后期阶段,较2007年分别增加4.86和0.77个百分点。④ 综上,2000~2014年间,云南省城镇化率高值县(市、区)由零星点状分布逐渐连接形成带状,城镇化率中值县(市、区)数目明显增加。从年均增长率来看,云南省县域城镇化率逐年攀升,但由于滇东北、滇西边山区沟壑纵横、土地资源贫瘠分散、城镇化发展基础薄弱,致使农业难以实现规模化经营、农村剩余劳动力转移受阻,全省多数县(市、区)仍处于城镇化初期阶段。

### 3.2 县域交通优势度时空演变特征分析

1) 交通优势度时间演化特征。云南省县域交通优势度演化结果(图4)显示,2000~2014年的

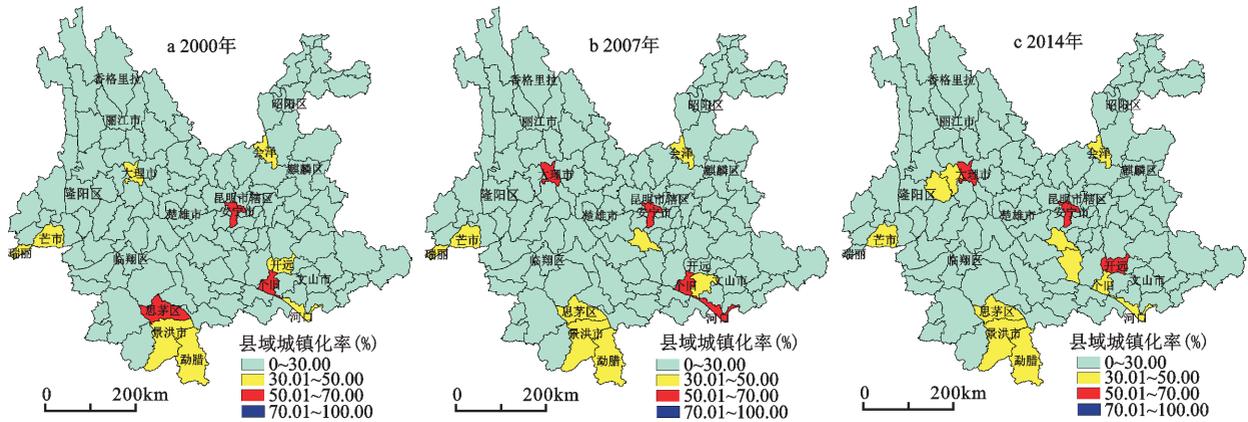


图3 云南省县域城镇化水平的时空演化

Fig.3 The spatial pattern of county urbanization level in Yunnan Province

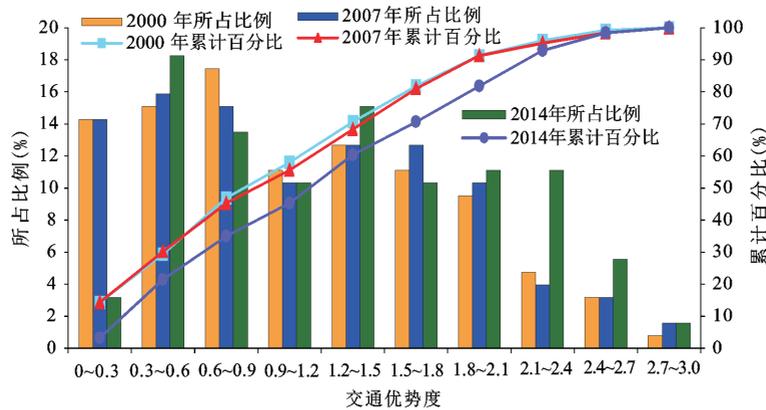


图4 2000~2014年云南省县域交通优势度累计百分比统计曲线

Fig.4 Cumulative percentage statistics of county traffic superiority in Yunnan Province from 2000 to 2014

15 a期间,云南省县域交通优势度水平整体呈平稳上升态势,中高水平的县(市、区)较2000年提高近10个百分点,低水平的县(市、区)降低约8个百分点。主要表现为:

(1) 2000年,优势度值介于0.6~1.5的县(市、区)个数占云南省县(市、区)总数的41.27%,优势度值介于1.5~2.4之间的县(市、区)占总数25.40%,优势度值低于0.6和高于2.4的县(市、区)占总数的29.37%和3.97%。

(2) 2007年,优势度值介于0.6~1.5的县(市、区)降低约3个百分点,优势度值介于1.5~2.4的县(市、区)基本保持稳定,优势度值低于0.6和高于2.4的县(市、区)增长约7.6个百分点。

(3) 2014年,优势度等级为中等水平(优势度值在0.6~1.5)的县(市、区)较2000年降低约2.3个百分点,优势度等级为中高水平的县(市、区)比例

提高近10个百分点。

2) 交通优势度空间演化特征。根据交通优势度值的分布情况,运用ArcGIS空间分析技术对其空间格局进行动态演示(图5)。结果表明:云南省县域交通优势度的空间分异特征显著,并主要体现为东部与西部地区之间的差异及中心与外围区域之间的差异。主要表现为:

(1) 以“云岭山脉-元江谷地”为界限,云南东部交通优势度明显高于西部多山地区。东部地区地势较为平坦,交通优势明显,而西部地区山川纵横且海拔较高,交通优势度较低,反映了地形对交通基础设施投入和建设的自然约束。

(2) 曲靖、昆明、楚雄、玉溪等滇中城市的交通优势度普遍高于外围地区,且高值区与低值区呈现出较强的空间集聚现象。滇中地区是云南省经济和城镇的主要集聚区,区位条件优越,交通优

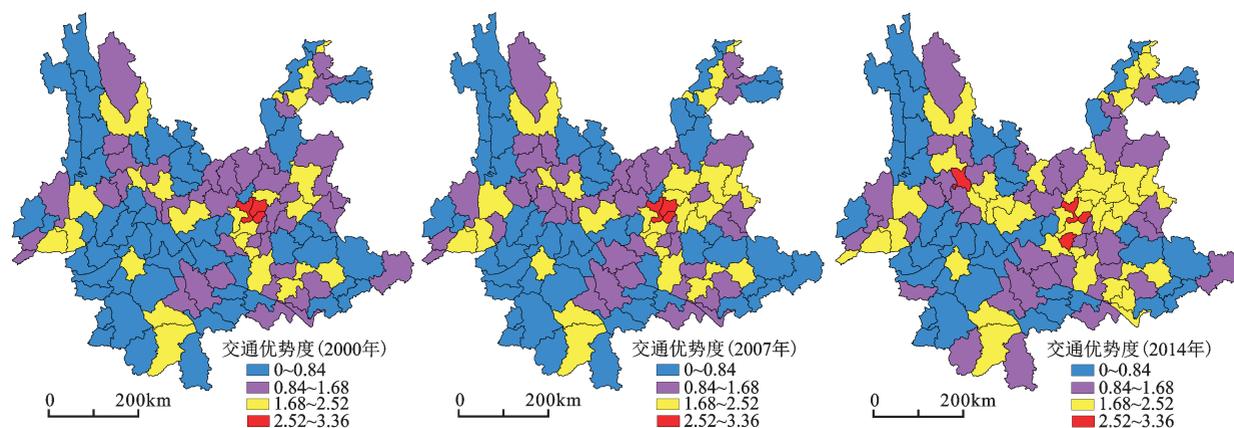


图5 云南省县域交通优势度的时空演化

Fig.5 Spatial and temporal evolution of county traffic superiority in Yunnan Province

势度的空间格局同经济发展、城镇分布形成较好的空间耦合。同时,这种空间分布格局也符合托普勒“地理学第一定律”,即距离越近空间相关性越大;反之,距离越远相关性越小。

(3) 地级市政府所在县(市、区)及周边县域交通优势突出。地级市政府所在地城市作为区域的增长极,往往是区域的交通枢纽,具有较高的交通优势度,目前已经形成了瑞丽市、香格里拉、大理市、蒙自市、普洱市、昭通市、丽江市、临沧市、芒市、景洪市等交通优势度突出的核心区。地级市政府所在县(市、区)是各州市人口和产业的主要集聚区,交通优势度的空间格局同人口和产业的分布格局具有一定的耦合性。同时,这也反映出这些地区是全省未来最具发展潜力的地区,交通基础设施对区域发展的支撑能力和保障水平最高。

(4) 滇西边境山区的德钦、贡山、福贡、兰坪、盈江、南涧、云县、西盟、孟连等资源禀赋及区位优势不明显的县(市、区)形成交通劣势带。滇西边境山区是中国扶贫开发重点片区,经济发展落后且自然条件较为恶劣,复杂的自然地理条件决定了交通基础设施只能沿山地和丘陵展布,铁路、干线公路网络化程度较低,交通发展受到自然条件的较大限制。

## 4 县域城镇化与交通优势度的时空耦合分析

### 4.1 耦合协调度的时间演化分析

城镇化与交通优势度的耦合协调度演化结果(图6)显示,2000~2014年云南省各县域城镇化与交通优势度的耦合协调度水平差距正不断减小,

整体的耦合协调度逐渐提高,初级协调以上的县(市、区)占比提升约20个百分点,中度失调和濒临失调的县(市、区)占比降低约25个百分点。

1) 2000年协调等级为良好协调(协调度值高于1.6)的县(市、区)占总数的1.59%;协调等级为中级协调和初级协调(协调度值在0.8~1.6)的县(市、区)共占总数的26.99%;协调等级为濒临失调(协调度值在0.4~0.8)、中度失调(协调度值小于0.4)的县(市、区)共占总数的71.43%。

2) 2007年协调等级为良好协调的县(市、区)占总数的3.17%;协调等级为中级协调、初级协调的县(市、区)占总数的29.36%;协调等级为濒临失调、中度失调县(市、区)占总数的67.46%。

3) 2014年协调等级为良好协调的县(市、区)占总数的4.76%;协调等级为中级协调、初级协调的县(市、区)占总数的42.86%;协调等级为濒临失调、中度失调县(市、区)占总数的46.09%。

综上,2000~2014年的15 a期间,良好协调占比增长约4个百分点,初级协调与中级协调占比增长约16个百分点,濒临失调、中度失调占比共降低约25个百分点。说明云南省县(市、区)耦合协调度等级整体有较大提升,减少的县(市、区)数量均向初级、中级协调等级进行了跃进,反映出交通基础设施建设与城镇化发展由最初的拮抗耦合逐渐走向协调。

### 4.2 耦合协调度的空间分异及聚类特征

为进一步探索县域城镇化率与交通优势度之间耦合协调度的空间特征,利用ArcGIS对2000、2007、2014年云南省126个县(市、区)的耦合协调

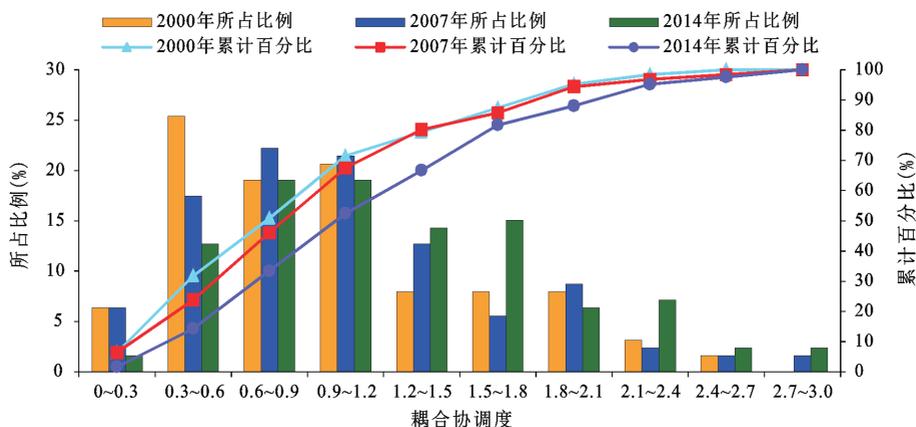


图6 2000~2014年县域城镇化率与交通优势度的耦合协调度统计曲线

Fig.6 The coupling cooperation statistical curve of county urbanization rate and traffic advantage in 2000-2014

度进行分析(图7)。结果表明,2000~2014年云南省县域城镇化与交通优势度的耦合协调水平虽大幅提升,但整体协调度低,且空间分异特征依然突出。主要表现为:

1) 从耦合协调度的整体空间分异来看,云南省交通优势度与城镇化水平两者的协调发展状况不断改善,但协调发展水平整体偏低。因此,未来仍需继续加大城镇化和交通基础设施建设,其中滇中地区应加快扶持以旅游为主导的现代服务业发展,提升城镇化水平,推进滇中城市经济圈一体化建设;滇西南、滇西北地区则应积极服务和融入国家“一带一路”战略和孟中印缅经济走廊建设,不断加快通道建设力度,着力提高乡村公路、边境干线公路的通达水平,形成纵横交织、内联外通的综合交通网络。

2) 从区域差异来看,云南中、东部县域的耦合

协调度高于西部多山地区,空间上由东向西梯度递减。耦合协调度高值区主要分布在滇中城市群、滇东北部分县(市、区),如玉溪、楚雄、昆明、曲靖、红河等州市,水富、大关等县(市、区);耦合协调度低值区域集中在滇西北高原山区、迪庆藏区,如怒江、迪庆、保山、临沧和普洱等州市,该区域受地形、地质条件限制,导致交通基础设施发展与城镇化发展差距较大,综合交通基础设施建设滞后于城镇化发展。“十三五”乃至更长一段时间,要充分发挥云南省在中国西南边陲的交通区位优势,加强地方公路、铁路、机场建设,建立以滇中城市群为核心的放射状交通运输网络,提高滇中城市群在全省的龙头带动作用;加强滇中城市群与滇东北城市群、滇西南城市群、滇西城市群、滇西北城市群、滇东南城镇群的联系,提高区域整体竞争力。同时,应提高滇西边境山区通乡公路、旅游公

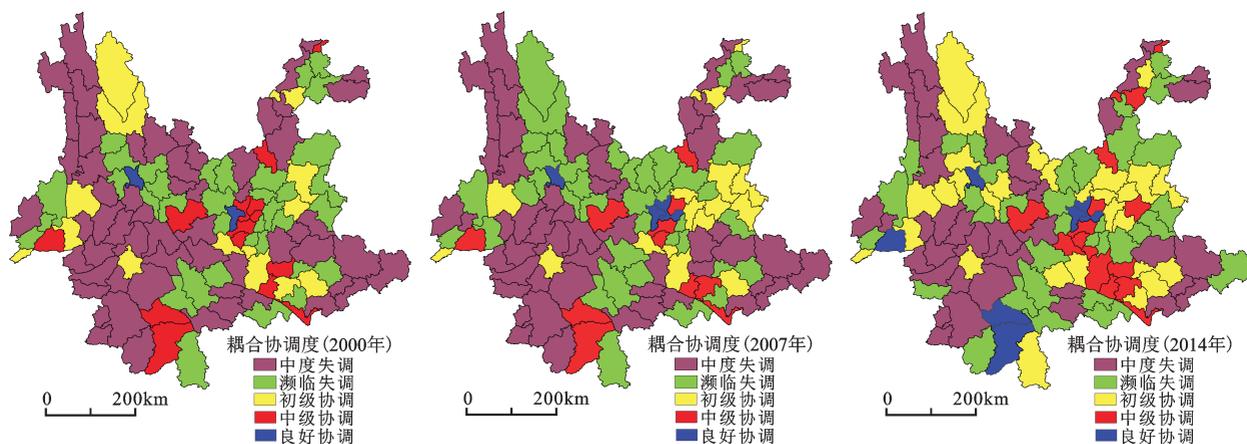


图7 县域城镇化率与交通优势度的耦合协调度时空演化

Fig.7 Spatial and temporal evolution of coupling coordination degree between county urbanization rate and transportation superiority

路和铁路等交通基础设施建设力度,改善人民出行条件,提升全省道路通达能力。

3) 耦合协调度中、高值县(市、区)在空间上呈“衣”字型分布,这一空间分布特征与云南省公路骨架网的空间布局基本吻合。表明云南省高等级公路设施对城镇化的支撑作用明显,有效提升了沿线县域的城镇化水平。

## 5 结论与讨论

交通基础设施是反映区域发展条件优劣的重要指标,对区域发展具有引导、支撑和保障作用。本文在解析城镇化与交通基础设施内在传导机制的基础上,以云南省县域行政单元为研究对象,基于ArcGIS空间分析技术,对云南省县域城镇化、交通优势度的时空演变特征进行了定量测度,并进一步分析了城镇化与交通优势度的时空耦合规律。得到以下主要结论:

1) 2000~2014年云南省整体县域城镇化水平普遍较低,约90%的县域在城镇化起步阶段;从县域城镇化时空格局演进特征看,15 a间县域城镇化的总体格局基本稳定,城镇化高值区点状分布于地级市政府所在地及其邻近县(市、区),如安宁、呈贡、大理、景洪、芒市、瑞丽、河口、蒙自、建水等县(市、区),其余县域城镇化均处于较低水平。

2) 云南省县域交通优势度的空间分异特征显著,区域差异体现为:一是东部与西部的差异;二是中心与外围区域的差异。其中,云南省东部的交通优势度普遍高于西部,以“云岭山脉-元江谷地”为界,云南东部交通优势度明显高于滇西边境地区;滇中地区交通优势度普遍高于外围地区,且高值区与低值区呈现出较强的空间集聚现象。

3) 2000~2014年云南省县域城镇化与交通优势度的耦合协调水平虽大幅提升,但整体协调水平低,且空间分异特征依然突出。从耦合协调度的整体空间差异来看,云南中、东部县域的耦合协调度高于西北高原山区,空间上由东向西梯度递减;从区域差异来看,耦合协调度的低值区集中在滇西北高原山区、迪庆藏区,耦合协调度高值区主要分布在滇中城市群、滇东北部分县(市、区);耦合协调度中、高值县(市、区)在空间分布上与云南省公路骨架网布局基本吻合。

本文从云南省县域层面,集成GIS空间分析技术、优势度分析及耦合协调度分析等方法,揭示了

县域城镇化与交通优势度的时空协同性演化特征。随着沪昆客专、云桂高铁的相继开通,改善了云南交通“被边缘化”的局面,高铁的“时空压缩”效应将助推云南融入长江经济带,加快高铁沿线城市的城镇结构调整,进而重构区域整体发展格局。因此,后续的研究将关注高铁等新型交通技术变革、区位结构调整及旅游业发展等对城镇化进程的影响,以期更全面、系统地揭示城市化与各要素之间的协调性作用规律与机理。

## 参考文献(References):

- [1] 金凤君. 基础设施与人类生存环境之关系研究[J]. 地理科学进展, 2001, 20(3):276-285.[Jin Fengjun. Infrastructure and the living environment of Human Being. Progress in Geography, 2001, 20(3): 276-285.]
- [2] 余菲菲, 胡文海, 荣慧芳. 中小城市旅游经济与交通耦合协调发展研究——以池州市为例[J]. 地理科学, 2015, 35(9): 1116-1122. [Yu Feifei, Hu Wenhai, Rong Hui Fang. Coordinated development about tourism economy and transportation in medium and small cities: Chizhou as example. Scientia Geographica Sinica, 2015, 35(9): 1116-1122.]
- [3] Froidh O. Market effects of regional high-speed trains on the Sveat landline[J]. Journal of Transport Geography, 2005, 13(4): 352-361.
- [4] Stern E, Richardson H. Behavioral modeling of road users-current and future research needs[J]. Transport Reviews, 2005, 25(2): 159-180.
- [5] Juan P B S, Daniel R O H. Transport accessibility and social inequities: A tool for identification of mobility needs and evaluation of transport investments[J]. Journal of Transport Geography, 2012, 24(3):142-154.
- [6] 曹小曙, 薛德升, 阎小培. 中国干线公路网络联结的城市通达性[J]. 地理学报, 2005, 60(6):903-910. [Cao Xiaoshu, Xue Desheng, Yan Xiaopei. A study on the urban accessibility of national trunk highway system in China. Acta Geographica Sinica, 2005, 60(6): 903-910.]
- [7] 朱兵, 张小雷, 桂东伟, 等. 新疆城镇发展与交通可达性相互影响[J]. 地理科学进展, 2010, 29(10):1239-1248. [Zhu Bing, Zhang Xiaolei, Gui Dongwei et al. The relationship between urban development and transport accessibility in Xinjiang. Progress in Geography, 2010, 29(10): 1239-1248.]
- [8] 姚士谋, 陈爽, 吴建楠, 等. 中国大城市用地空间扩展若干规律的探索: 以苏州市为例[J]. 地理科学, 2009, 29(1):15-21. [Yao Shimou, Chen Shuang, Wu Jiannan et al. Spatial expansion patterns of Chinese big cities: The case of Suzhou. Scientia Geographica Sinica, 2009, 29(1): 15-21.]
- [9] 曹小曙, 马林兵. 珠江三角洲交通与土地利用空间关系研究[J]. 地理科学, 2007, 27(6):744-745. [Cao Xiaoshu, Ma Linbing. Patial relationship between transportation and land-use in

- pearl river delta. *Scientia Geographica Sinica*, 2007, 27(6): 744-745.]
- [10] 刘彦随, 杨忍. 中国县域城镇化的空间特征与形成机理[J]. 地理学报, 2012, 67(8): 1011-1020. [Liu Yansui, Yang Ren. The spatial characteristics and formation mechanism of the county urbanization in China. *Acta Geographica Sinica*, 2012, 67(8): 1011-1020.]
- [11] 张立生. 县域城镇化时空演变及其影响因素——以浙江省为例[J]. 地理研究, 2016, 35(6): 1151-1163. [Zhang Lisheng. The spatial and temporal evolution of county urbanization and its influencing factors: A case study of Zhejiang province. *Economic Geography*, 2016, 35(6): 1151-1163.]
- [12] 王建康, 谷国锋, 姚丽, 等. 中国新型城镇化的空间格局演变及影响因素分析——基于285个地级市的面板数据[J]. 地理科学, 2016, 36(1): 63-71. [Wang Jiankang, Gu Guofeng, Yao Li et al. Analysis of new urbanization's spatial pattern evolution and influence factors in China. *Scientia Geographica Sinica*, 2016, 36(1): 63-71.]
- [13] 陈晓红, 张文忠, 张海峰. 中国城市空间拓展与经济增长关系研究——以261个地级市为例[J]. 地理科学, 2016, 36(8): 1141-1147. [Chen Xiaohong, Zhang Wenzhong, Zhang Haifeng. The relations of urban spatial expansion and economic growth in China: A case study of 261 prefecture-level cities. *Scientia Geographica Sinica*, 2016, 36(8): 1141-1147.]
- [14] 黄晓燕, 曹小曙, 李涛. 海南省区域交通优势度与经济发展关系[J]. 地理研究, 2011, 30(6): 985-999. [Huang Xiaoyan, Cao Xiaoshu, Li Tao. The relationship between regional transport superiority and regional economic performance in Hainan. *Geographical Research*, 2011, 30(6): 985-999.]
- [15] 杨忍. 中国县域城镇化的道路交通影响因素识别及空间协同性解析[J]. 地理科学进展, 2016, 35(7): 806-815. [Yang Ren. Spatial coupling cooperative analysis of road transport superiority and urbanization at county level in China. *Progress in Geography*, 2016, 35(7): 806-815.]
- [16] 孙威, 张有坤. 山西省交通优势度评价[J]. 地理科学进展, 2010, 29(12): 1562-1569. [Sun Wei, Zhang Youkun. Assessment of transportation superiority degree in Shanxi Province. *Progress in Geography*, 2010, 29(12): 1562-1569.]
- [17] 赵晶晶, 李清彬. 我国交通基础设施建设与城市化的互动关系——基于省际面板数据的经验分析[J]. 中央财经大学学报, 2010, 30(8): 69-74. [Zhao Jingjing, Li Qingbin. A panel data statistical analysis on Chinese regional urbanization and traffic infrastructure. *Journal of Central University of Finance and Economics*, 2010, 30(8): 69-74.]
- [18] 陈彦光. 交通网络与城市化水平的线性相关模型[J]. 人文地理, 2004, 19(1): 62-65. [Chen Yanguang. A mathematical model of linear relationship between level of urbanization and transport network connectivity. *Human Geography*, 2004, 19(1): 62-65.]
- [19] 刘生龙, 胡鞍钢. 基础设施的外部性在中国的检验:1988~2007[J]. 经济研究, 2010, 56(3): 4-15. [Liu Shenglong, Hu Ang'gang. Test on the Externality of Infrastructure in China: 1988-2007. *Economic Research Journal*, 2010, 56(3): 4-15.]
- [20] 国家统计局农村社会经济调查司. 中国县(市)社会经济统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2004. [Department of rural social and economic survey of the National Bureau of Statistics. *China county (city) social and economic statistical yearbook*. Beijing: China Statistics Press, 2004.]
- [21] 钟业喜, 陆玉麒, 雷延军. 江苏省城市化空间格局研究[J]. 经济地理, 2010, 30(10): 1637-1640. [Zhong Yexi, Lu Yuqi, Lei Yanjun. Spatial pattern of urbanization in Jiangsu province. *Economic Geography*, 2010, 30(10): 1637-1640.]
- [22] 金凤君, 王成金, 李秀伟. 中国区域交通优势的甄别方法及应用分析[J]. 地理学报, 2008, 63(8): 787-797. [Jin Fengjun, Wang Chengjin, Li Xiuwei. Discrimination method and its application analysis of regional transport superiority. *Acta Geographica Sinica*, 2008, 63(8): 787-797.]
- [23] 孟德友, 沈惊宏, 陆玉麒. 中原经济区县域交通优势度与区域经济空间耦合[J]. 经济地理, 2012, 32(6): 7-14. [Meng Deyou, Shen Jinghong, Lu Yuqi. Spatial coupling between transportation superiority and economy in central plain economic zone. *Economic Geography*, 2012, 32(6): 7-14.]
- [24] 吴威, 曹有挥, 曹卫东. 长三角地区交通优势度的空间格局[J]. 地理研究, 2011, 30(12): 2199-2208. [Wu Wei, Cao Youhui, Cao Weidong. The pattern of transportation superiority in Yangtze River Delta. *Geographical Research*, 2011, 30(12): 2199-2208.]
- [25] 杨忍, 刘彦随, 龙花楼. 中国环渤海地区人口-土地-产业非农业转型协同演化特征[J]. 地理研究, 2015, 34(3): 475-486. [Yang Ren, Liu Yansui, Long Hualou. The study on non-agricultural transformation co-evolution characteristics of "population-land-industry": Case study of the Bohai Rim in China. *Geographical Research*, 2015, 34(3): 475-486.]
- [26] 杨忍, 徐茜, 余昌达. 中国县域交通优势度与农村发展的空间协同性及影响机制解析[J]. 地理科学, 2016, 36(1): 1-10. [Yang Ren, Xu Qian, Yu Changda. Spatial coupling cooperative analysis of transport superiority and rural development in China. *Scientia Geographica Sinica*, 2016, 36(1): 1-10.]
- [27] 方创琳, 刘晓丽, 蔺雪芹. 中国城市化发展阶段的修正及规律性分析[J]. 干旱区地理, 2008, 31(4): 512-523. [Fang Chuanglin, Liu Xiaoli, Lin Xueqin. Stages correction and regularity analysis of urbanization course of China. *Arid Land Geography*, 2008, 31(4): 512-523.]

## Spatio-temporal Cooperative Evolution Analysis of Transportation Superiority and County Urbanization in Yunnan Province

Ji Xiaofeng<sup>1,2</sup>, Jiang Li<sup>1,2</sup>, Chen Fang<sup>2</sup>

(1. Faculty of Traffic Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650504, Yunnan, China; 2. Yunnan Integrated Transport Development and Regional Logistics Management Think Tank, Kunming 650504, Yunnan, China)

**Abstract:** Urbanization is closely related to transportation infrastructure development. On the basis of depth analysis of the internal transmission mechanism, using the data of social economy and actual road network in Yunnan Province from 2000 to 2014, by means of ArcGIS spatial analysis, transportation superiority model and coupling coordination model, the coupling coordination degree between county urbanization and transportation superiority in Yunnan Province was measured from time and space dimensions, and the changing situation and the characteristics of spatio-temporal cooperative evolution were analyzed. The results show that: 1) There are both positive and negative feedback relationship between urbanization and transportation infrastructure, both of them promote each other, but also restrict each other; The lag of infrastructure construction, the dualistic structure system of urban and rural areas and the sprawl of urban space are the main factors that lead to the spatial difference of coupling and coordination. 2) The overall level of urbanization in Yunnan Province is generally low from 2000 to 2014, although the region has been improved to varying degrees, about 90% counties are in the initial stage of urbanization. County urbanization pattern is basically stable, and the high value of urbanization is still dotted in some counties in Kunming, Dali, Xishuangbanna, Dehong, Red River and other cities, and the rest of the counties are at a lower level of urbanization. 3) The overall level of transportation superiority in Yunnan Province is increasing year by year, and the spatial heterogeneity is significant. From the “Yunling mountains-Yuanjiang Valley” as the boundary, transportation superiority of Eastern Yunnan Plateau is significantly higher than that of the Hengduan Mountains in western area, and the most obvious characteristic of gradient is in the Yuanjiang valley; The transportation superiority in Central Yunnan Province is generally higher than that in the periphery region, and both the high and the low value areas show strong spatial agglomeration. 4) During the study period, although the level of coupling coordination between county urbanization and transportation superiority in Yunnan Province has been greatly improved, the overall coordination degree is low, and the spatial differentiation phenomenon is still prominent. The coordination degree of the middle and eastern counties in Yunnan is higher than that in the northwest plateau, and the spatial coupling coordination degree shows a decreasing gradient trend from east to west; Among them, The high values of the coupling coordination degree are mainly distributed in the central Yunnan Urban Agglomeration and the sporadic counties (cities and districts) in the northeast of Yunnan Province, and the coupling coordination degree of the low value areas are concentrated in the northwest of Yunnan plateau mountain and Diqing Tibetan etc; The spatial distribution characteristics of the middle and high value counties (cities, districts) in the coupling coordination degree are basically identical with the layout of the highway skeleton network in Yunnan Province.

**Key words:** county urbanization; transportation superiority; spatial coupling; spatio-temporal evolution; Yunnan Province