

基于 GIS 的农村道路体系  
空间格局及地形梯度分异效应分析  
——以重庆市忠县拔山镇为例

张仕超<sup>1a,1b</sup>, 李治猛<sup>2</sup>, 魏朝富<sup>1a,1b</sup>, 张卫华<sup>1a,1b</sup>, 邵景安<sup>3</sup>

(1. 西南大学 a. 三峡库区生态环境教育部重点实验室, b. 资源环境学院, 重庆 400715;

2. 重庆高新工程勘察设计院, 重庆 400042; 3. 重庆师范大学 三峡库区山地生态与区域发展研究所, 重庆 400047)

**摘要:** 立足丘陵山区农村道路结构功能与布局特点,以重庆市忠县拔山镇为例,研究地貌形态差异显著的地理空间单元农村道路体系空间格局特征及其在海拔高度、坡度、坡向、地形起伏度、地表切割深度、平面变率和剖面变率7个地貌形态要素上的梯度分异效应。结果表明:地势越平坦的地理空间单元农村道路体系结构越均衡、网络效率越高,且区位优势越突出的单元,农村道路网络越发达;农村道路通达弹性大但不同类型道路地形梯度效应既具有差异性又存在一定的关联性。农村道路体系中,生产路所占比例高于机耕道和农村公路,其对地形梯度变化的适宜性相对较强;各地形梯度上生产路、机耕道和农村公路互为补充,具有结构和功能的完整性及其组合效应的叠加性。因此,农村道路体系以一定的结构和功能融于农业自然人文景观,多顺应区域局地微地貌形态而建,在一定程度上,其空间格局受微地貌形态“引导与阻隔效应”甚为显著。

**关键词:** 机耕道;生产路;农村公路;空间格局;地形梯度;拔山镇;忠县

**中图分类号:** U113; U212.35

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1003-2363(2013)01-0158-07

0 引言

道路是一种叠加在原有自然生态系统之上的典型线状人工廊道,既分割人地系统又使之紧密连结在一起,具有通道和阻隔的双重作用<sup>[1-4]</sup>,同时道路也是一种土地利用景观类型,其等级结构与网络特征对局地景观的生态过程和乡村格局的重塑过程有着强烈影响,反映了土地高效集约利用程度<sup>[5-7]</sup>。道路体系是具有一定结构和功能的完整系统,高速公路、铁路、国(省)道或县道等高等级道路,主要连接城市、城镇、旅游区等人口集聚区或经济发达区,是国际与国内等跨区域信息、物质、能量流动的重要动力纽带,功能相对单一,而农村道路主要将分散的村庄、农村居民点、场镇等人口密集区以及农田、坑塘和水库等农业生产区捆绑连接<sup>[8]</sup>,以服务于局地农民农业生产和日常社交活动,其功能复杂多样<sup>[9-10]</sup>。同时,与镶嵌于复杂多变地貌类型区的高等级道路相比,低等级道路在有限的人力、物力、资金、技术

条件约束下,主要受区域微地貌空间单元差异限制,其空间格局与网络特征具有很强的区域性<sup>[11-12]</sup>。道路网络在调控区域间物质、信息和能量传递路径与效率的同时,对局地田—水—林—村等自然人文景观生态过程产生更为直接的作用<sup>[13-16]</sup>,从而又反作用于道路网建设机制的完善。为此,研究地貌形态对农村道路体系空间格局的影响,对整合区域土地及其附属资源、构建顺应区域局地自然环境条件、融于农业自然人文景观的科学化、网络化、规范化农村道路体系、协调区域生态平衡等有一定指导作用。目前,道路系统的研究侧重于铁路、等级公路和高速公路的集聚与辐射作用<sup>[17-18]</sup>,及其对区域土地景观格局和生态环境的影响<sup>[5,19-23]</sup>,而农村道路相对较少,主要集中于空间布局、结构设计、工程质量与造价、道路网络特征及其对土地利用变化的驱动和生态系统的干扰与影响<sup>[3-4,9,13-16,24-26]</sup>,但村级小尺度上典型丘陵山区农村道路体系的空间格局及其对地貌形态要素的响应尚待进一步研究。为此,以重庆市忠县拔山镇拔山、石联、苏家3个行政村的农村道路体系为例,借助ArcGIS 9.3 空间与统计分析功能,研究农村道路体系空间格局及其在海拔高度、坡度、坡向、地形起伏度、地表切割深度、平面变率和剖面变率7个地貌形态要素上的梯度分异效应,以为农村区域农业机械化、现代化道路网体系布局和乡村景观建设提供理论依据。

收稿日期: 2011-11-18; 修回日期: 2012-11-14

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2008BAD98B02);西南大学研究生科技创新基金项目(kb2011012)

作者简介: 张仕超(1986-),女,四川绵阳市人,博士研究生,主要从事土地利用与生态过程研究,(E-mail) lintualchao@126.com。

通讯作者: 魏朝富(1962-),男,四川乐山市人,研究员,博士生导师,主要从事农业资源利用研究,(E-mail) weicf@swu.edu.cn。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

研究区位于东经 107°43′48″~107°46′42″,北纬 30°18′15″~30°20′24″,面积 810.17 hm<sup>2</sup>。地貌类型为拔山向斜发育形成的倒置低山,主要由侏罗系蓬莱镇组 and 遂宁组砂岩、泥岩构成的宏观坪状山体,海拔 450.60~565.25 m,地势西北部区域高,东南部区域低,局部西北、东北、东南三大地理空间单元地貌形态差异明显(图 1)。西北区为侏罗系蓬莱镇组砂岩出露,海拔高度 500.10~565.25 m,坪面平坦且广阔;东北区绝大多数地方是侏罗系蓬莱镇组砂岩,少数沟谷处遂宁组,海拔高度 450.60~544.90 m,坪面平坦而坪周陡峭;东南区为侏罗系遂宁组泥岩出露,海拔高度 456.80~542.30 m,由于石新河沟水系切断阻隔,呈馒头状地貌。

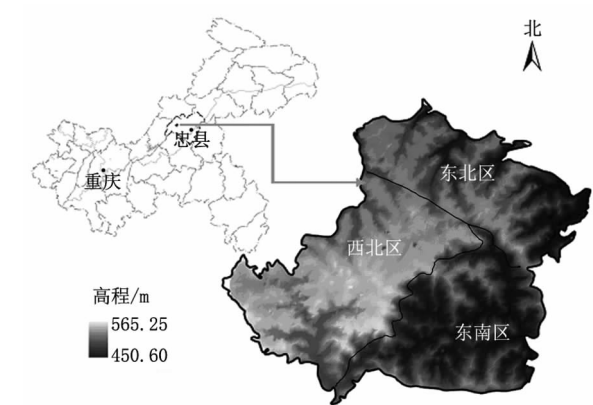


图 1 研究区区位示意图和数字高程模型图( DEM)

Fig.1 Location of the

study area and its digital elevation model

1.2 数据预处理

基于研究区 1 : 2 000 现状图和地形图,借助 ArcGIS 9.3 的 3D 分析模块创建 1 m × 1 m 栅格数字高程模型图( DEM)。在此基础上,通过表面分析提取海拔高度、坡度和坡向,继而采用 3 m × 3 m 的矩形窗口,通过领域统计法提取地形起伏度,地表切割深度,平面变率和剖面变率。然后,参考《公路工程技术标准》( JTG B01 - 2003)、《土地整理开发整理标准》( TD1011 - 1013 - 2000)和《公路路线设计规范》( JTG D02 - 2006)等农村道路工程设计相关标准,确定地貌形态要素分级标准(表 1)。在此基础上,对 7 种地貌形态要素进行重新分类,获取专题图。

1.3 研究方法

道路体系强调长度、宽度、密度等数量特征和网络环通度、网络连通度、线路弯曲度、网络联结度等网络形态特征<sup>[11-13]</sup>。为了消除各地貌形态要素梯度分段的面积差异和不同类型道路结构比重差异,借鉴引入分布指数  $P_{kie}$ <sup>[27]</sup>,分析不同类型道路对 7 种地貌形态要素的响应,计算公式为: $P_{kie} = (L_{kie}/L_{ki})(S_e/S)$ 。式中: $P_{kie}$  为分布指数; $L_{kie}$  为第  $e$  种地形位下第  $i$  级第  $k$  类道路的长度(m); $L_{ki}$  为整个研究区第  $i$  级第  $k$  类道路的总长度(m); $S_e$  为整个研究区第  $e$  类地形位的总面积(hm<sup>2</sup>); $S$  为整个研究区总面积(hm<sup>2</sup>)。当  $P_{kie} = 1$  时,表示该  $k$  类道路在该地形位  $e$  上的比重与研究区内该级别道路的结构比重相等;当  $P_{kie} > 1$  时,表示该地形位  $e$  是该  $k$  类道路分布的优势地形位。分布指数差异越小,表明某级别道路对地形差异的适宜性越大。

表 1 地貌形态要素分级标准

Tab.1 Classification standard of geomorphologic factors

海拔高度/m	坡度/°	坡向	地形起伏度/m	地表切割深度/m	平面变率/°	剖面变率/°
<460	<2	N(337.5°~360°,0°~22.5°)	<0.5	<0.2	<5	<2
460~470	2~3	NE(22.5°~67.5°)	0.5~1.0	0.2~0.5	5~15	2~3
470~480	3~5	E(67.5°~112.5°)	1.0~1.5	0.5~1.0	15~30	3~5
480~490	5~8	SE(112.5°~157.5°)	1.5~3.0	1.0~1.5	30~45	5~8
490~500	8~15	S(157.5°~202.5°)	3.0~5.0	1.5~3.0	45~60	8~15
500~510	15~25	SW(202.5°~247.5°)	5.0~10.0	3.0~5.0	60~70	15~25
510~520	25~30	W(247.5°~292.5°)	10.0~15.0	5.0~10.0	70~80	25~30
520~530	>30	NW(292.5°~337.5°)	>15.0	>10.0	>80	>30
530~540		FLAT( -1°)				
>540						

2 结果与分析

2.1 农村道路结构功能及其布局

作为直接服务于局部区域农业生产和农民生活的毛细血管网,一定区域内,各类型农村道路按照空间结构秩序承担着不同的功能分工。忠垫公路、机耕道和生

产路共同构成了研究区农村道路体系(图 2)。其中,忠垫公路穿过东北区边缘地带,东西横跨整个西北区,以通车为主要目的,是与外界交流的主要通道口;3.5 和 4.0 m 宽机耕道以忠垫公路为轴线,南北纵向延伸连通主要村庄院落、居民点和成片耕作田块,为大量货物运输、作业机械向田间转移等生产操作过程服务;0.6 ~

1.0 m 宽生产路重在彼此连接,以将分散的居民点、耕作田块和坑塘等串联,是农事生产的末级路网,为农民生活生产出行和田间作物的耕作、收获、销售运输服务。

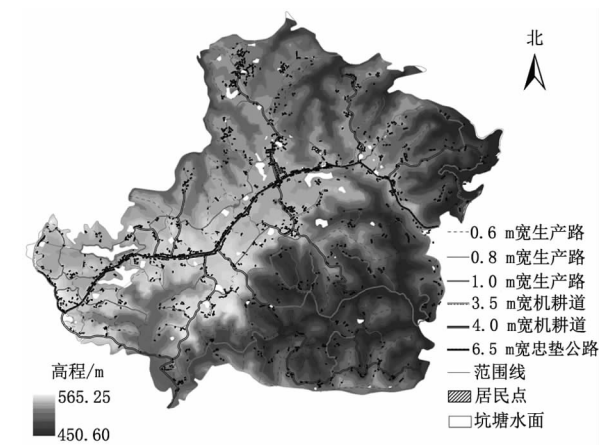


图 2 研究区农村道路体系图

Fig.2 Rural roads system in study area

从空间分布及形态来看,地形平坦区机耕道没有纵坡限制,多为短捷高效的直线性,当支道或机耕道与农村公路相交时,其尽可能正交或不小于 45°的斜角通过;地形较复杂、山坡陡峻地段,机耕道多沿地形展线,确保足够的平整、抗滑稳定性和排水,减少工程数量,降低造

价,保证投入使用后养护和运输费用最经济;梯田区机耕道更是倚地形而建,山低坡缓地段,其多呈斜线形,山高坡陡地段,则多呈“S”或“之”字形。生产路在平坦区分布相对规则且均匀,多横向布设,常与沟渠组合配置,沿耕作田块结合布设,垂直于机耕道呈直线型;地形复杂地段,生产路多与沟渠布局结合,沿山脊线纵向布设。另外,受地貌形态的控制,道路路面弯曲度设计与断面结构设计常随坡度变化而变化,坡度 5°以上,机耕道多呈“S”型,20°以上多为台阶式生产路,20°以下主要为平直式生产路且多采用凹槽防滑处理。总体而言,丘陵山区农村道路网多因地貌形态阻隔随零散且不规则分布的居民点、梯田和坡地而绵延起伏,农村道路的布局既要考虑道路网络效率,还要兼顾道路选址对周边土地利用空间格局的影响以及成本费用。

2.2 农村道路体系空间格局差异

地貌形态要素叠加效应以及人类活动使用道路的目的和强度加剧了各空间单元道路网络空间格局差异。借助 ArcGIS 9.3 空间统计分析功能,测算不同类型农村道路在地貌形态差异显著的西北、东北、东南三大地理空间单元上空间格局特征指数(表 2)。

表 2 农村道路体系空间网络特征

Tab.2 The network characteristics of rural roads system in North-West, North-East, South-East and the study area

区域	道路廊道指数	生产路			机耕道		忠垫公路
		0.6 m	0.8 m	1.0 m	3.5 m	4.0 m	6.5 m
西北区	长度/m	7 865	5 845	7 937	2 606	5 986	3 538
	密度/( m · hm <sup>-2</sup> )	25.93	19.27	26.17	8.59	19.74	11.67
	占比例/%	23.29	17.30	23.50	7.72	17.72	10.47
	环通度/%			31.56			
	连通度/%			54.57			
东北区	长度/ m	6 163	2 475	5 040	2 505	3 578	1 446
	密度/( m · hm <sup>-2</sup> )	25.14	10.10	20.56	10.22	14.60	5.90
	占比例/%	29.06	11.67	23.77	11.81	16.87	6.82
	环通度/%			21.95			
	连通度/ %			48.39			
东南区	长度/ m	15 373	4 419	6 417	1 971	5 421	0
	密度/( m · hm <sup>-2</sup> )	58.73	16.88	24.51	7.53	20.71	0
	占比例/%	45.75	13.15	19.10	5.87	16.13	0
	环通度/%			26.40			
	连通度/%			51.18			
研究区	长度/m	29 401	12 739	19 394	7 082	14 985	4 984
	密度/( m · hm <sup>-2</sup> )	36.29	15.72	23.94	8.74	18.50	6.15
	占比例/%	33.19	14.38	21.89	7.99	16.92	5.63
	环通度/%			28.31			
	连通度/%			52.29			

研究区农村道路体系健全且网络发达,道路密度达 109.34 m/hm<sup>2</sup>,网连通度和环通度分别为 52.29% 和 28.31%。从表 2 可见,局部西北、东南和东北三大地理空间单元农村道路体系存在显著差异,从组成比例来看,不同类型道路从高到低依次分别为 1.0 m 宽生产

路,0.6 m 宽生产路,4.0 m 宽机耕道,0.8 m 宽生产路,3.5 m 宽机耕道(西北区),0.6 m 宽生产路,1.0m 宽生产路,4.0 m 宽机耕道,0.8 m 宽生产路,3.5 m 宽机耕道(东南区),0.6 m 宽生产路,1.0 m 宽生产路,4.0 m 宽机耕道,3.5 m 宽机耕道,0.8 m 宽生产路(东北区)。从

结构比例来看,西北、东南和东北区域内生产路,机耕道,农村公路依次分别为 6 : 3 : 1, 10 : 4 : 1 和 4 : 1 : 0。此外,西北、东南和东北区的道路网络效率也依次降低。

2.3 农村道路体系地形梯度分异

分别将海拔高度等 7 种地貌形态要素分级专题图与农村道路体系图进行叠加分析,测算不同类型农村道路在各地貌形态要素梯度上的分布指数及其长度占各地貌形态要素梯度上道路总长度的百分比(图 3)。

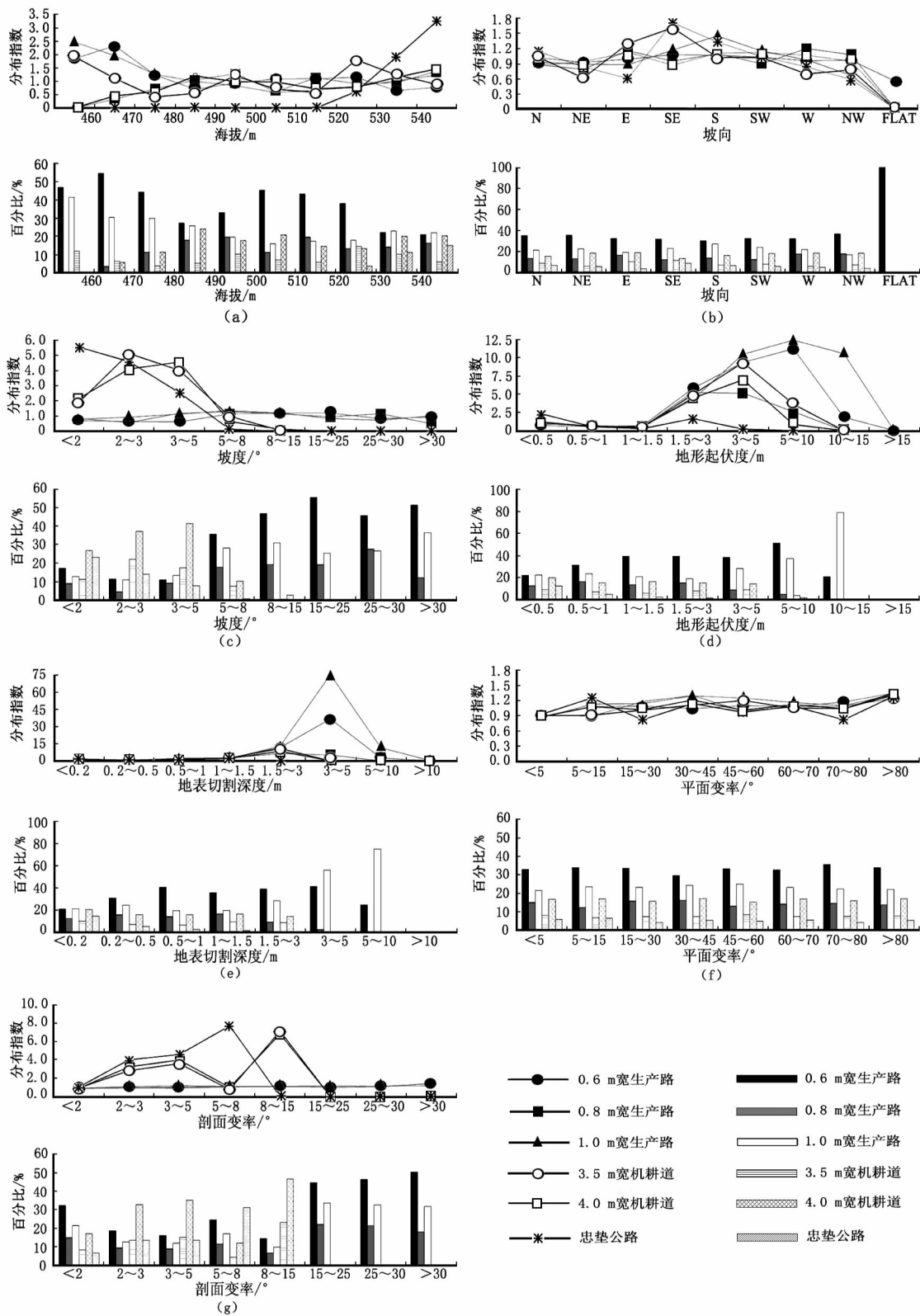


图 3 各地貌形态要素梯度上不同类型农村道路的结构比例及其分布指数

Fig.3 The composition, quantity and distribution index of the different kinds of rural road along the terrain gradient

各地貌形态要素梯度上不同类型道路的组成及其结构比例存在差异(图 3 柱状条),总体上,生产路比例高于机耕道和农村公路,从高到低依次 0.6 m 宽生产路,1.0 m 宽生产路,0.8 m 宽生产路,4.0 m 宽机耕道,3.5 m 宽机耕道,忠垫公路。此外,不同级别道路分布的优势地形位各异(图 3 折线),其中机耕道和忠垫公路对地貌形态要素梯度变化的响应敏感,而生产路分布在不受其他道路的挤压下,表现为较强的地形梯度适宜性。

具体而言,在海拔梯度上,道路密度随海拔升高呈先减小后增大的变化,其中,0.6 和 1.0 m 宽生产路在低海拔区发育较多,而 0.8 m 宽生产路、3.5 m 宽机耕道、4.0 m 宽机耕道和忠垫公路在高海拔区发育较多(图 3a)。从坡向来看,0.6 和 1.0 m 宽生产路主要集中在 SE、S、SW 坡向上,3.5 m 宽机耕道、4.0 m 宽机耕道和忠垫公路主要分布于 E、S、SW 坡向上(图 3b)。从坡度来看,生产路在各坡度上均有分布,而机耕道和忠垫公路均主要分布在 5°以下,其中 0.6 m 宽生产路、0.8 m 宽生产路和 1.0 m 宽生产路对地形梯度变化的适宜性较大,集中分布在 5°~25°和 3°~15°;忠垫公路随坡度增大而迅速减少,8°以上已无分布;机耕道在 3°~5°分布频率最高,5°以下随坡度增大所占比例增加,5°以上却迅速减少,15°以上已无分布(图 3c)。从地形起伏度来看,道路级别越高,优势梯度区间越窄。0.6 和 0.8 m 宽生产路分别为 1.5~10 m 和 1.5~15 m,而 1.0 m 宽生产路、3.5 m 宽机耕道、4.0 m 宽机耕道和忠垫公路分别为 0.5 m 以下和 1.5~15 m、0.5 m 以下和 1.5~10 m、0.5 m 以下和 1.5~5 m、0.5 m 以下和 1.5~3 m(图 3d)。另外,生产路、机耕道、忠垫公路在地表切割深度梯度上的优势梯度区间依次变窄,分别为 0.5~10 m、0.5~3 m、0.2 m 以下(图 3e),而在平面变率、剖面变率梯度上呈无规律变化(图 3f,图 3g)。

### 3 结论

在以往分析区域道路网络特征的基础上,本研究综合采用网络特征指数和梯度分布指数,研究了地貌形态差异显著的地理空间单元农村道路体系的网络特征及其在海拔高度、坡度、坡向、地形起伏度、地表切割深度、平面变率和剖面变率 7 个地貌形态要素上的梯度分异效应,揭示了丘陵山区村级尺度上农村道路体系的空间格局及其对地貌形态要素变化的响应程度,一定程度上也反映了不同类型农村道路构建与地貌形态要素的耦合关系及其空间存在与扩展规律。

研究表明,微地貌形态决定了区域人口、水文、地质和土地利用类型等地理要素的基本骨架。地貌形态不同所形成的自然人文景观亦不同,而这些要素空间格局差异不仅直接导致农村道路体系等级结构和空间格局差异,还通过要素差异的扩大转化,间接加剧人类活动区域不同空间单元内农村道路的空间格局差异。此外,

地貌形态越简单的地理空间单元农村道路体系结构越均衡、网络效率越高,区位优势越突出的单元,农村道路网络越发达。农村道路体系通达弹性大但不同地形梯度上道路类型的组成、结构比例及其优势地形位亦存在差异。整体上,生产路对地形梯度变化的适宜性较强,分布较广且所占比例最高,而机耕道和农村公路优势地形位较窄,但各梯度上生产路、机耕道和农村公路又互为补充,具有结构和功能的完整性。

农村道路体系构建一定程度上取决于地貌形态、水文地质、房屋密度、土地利用格局、土壤类型等其他自然因素以及人类生活与生产活动行为模式<sup>[7,22,25]</sup>,本研究虽分析了地貌形态要素对不同类型农村道路空间格局的影响及其响应,但未考虑上述其他自然因素和区域政策、规划、基础设施、人口资源等社会经济因素,这也是今后研究农村道路体系构建需要进一步解决的问题。

### 参考文献:

- [1] 刘世梁,温敏霞,崔保山,等.道路影响域的界定及其空间分异规律——以纵向岭谷区为例[J].地理科学进展,2008,27(5):122-128.
- [2] Agbenyega O, Burgess P J, Cook M. Application of An Ecosystem Function Framework to Perceptions of Community Woodlands [J]. Land Use Policy, 2009, 26(3): 551-557.
- [3] Olsson J. Improved Road Accessibility and Indirect Development Effects: Evidence from Rural Philippines [J]. Journal of Transport Geography, 2009, 17(6): 476-483.
- [4] Maya P A, Sörensen K, Goos P. An Efficient Metaheuristic to Improve Accessibility by Rural Road Network Planning [J]. Electronic Notes in Discrete Mathematics, 2010, 36(1): 631-638.
- [5] 刘世梁,崔保山,杨志峰,等.道路网络对澜沧江流域典型区土地利用变化的驱动分析[J].环境科学学报, 2006, 26(1): 162-167.
- [6] Coffin A W. From Road Kill to Road Ecology: A Review of the Ecological Effects of Roads [J]. Journal of Transport Geography, 2007, 15(5): 396-406.
- [7] Hawbaker T J, Radeloff V C, Hammer R B. Road Density and Landscape Pattern in Relation to Housing Density, and Ownership, Land Cover, and Soils [J]. Landscape Ecology, 2005, 20(5): 609-625.
- [8] 刘世梁,崔保山,温敏霞.道路建设的生态效应及对区域生态安全的影响[J].地域研究与开发, 2007, 26(3): 108-116.
- [9] Garré S, Meeus S, Gulincx H. The Dual Role of Roads in the Visual Landscape: A Case Study in the Area around Mechelen (Belgium) [J]. Landscape and Urban Planning, 2009, 92(2): 125-135.

- [10] Weller G, Schlag B, Friedel T, *et al.* Behaviourally Relevant Road Categorisation: A Step towards Self-explaining Rural Roads [J]. *Accident Analysis and Prevention*, 2008, 40 (4): 1581 – 1588.
- [11] 杨馨越,魏朝富,邵景安,等. 基于 GIS 的重庆丘陵区农村道路网络特征研究[J]. 长江科学院院报, 2010, 27(11): 25 – 32.
- [12] 刘世梁,温敏霞,崔保山,等. 基于空间分析方法和 GIS 的区域道路网络特征分析[J]. 山地学报, 2008, 26(4): 459 – 466.
- [13] 张仕超,尚惠,修维宁,等. 农村田间道路工程对局地土地利用景观格局的影响[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2010, 32(11): 89 – 97.
- [14] Ramirez A, Tellez E A, Gallego E, *et al.* A Simplified Model to Assess Landscape Quality from Rural Roads in Spain [J]. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2011, 142(3 – 4): 205 – 212.
- [15] Pauwels F, Gulink H. Changing Minor Rural Road Networks in Relation to Landscape Sustainability and Farming Practices in West Europe[J]. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 2000, 77(1 – 2): 95 – 99.
- [16] Parsakhoo A. Marginal Effects of Rural Road and Irrigation Canal on Woody and Non-woody Species Composition[J]. *Am-Euras. J. Agric. & Environ. Sci.*, 2010, 8(3): 239 – 244.
- [17] Clay G R, Smidt R K. Assessing the Validity and Reliability of Descriptor Variables Used in Scenic Highway Analysis[J]. *Landscape Urban Plan*, 2004, 66(4): 239 – 255.
- [18] Liu S L, Cui B S, Dong S K, *et al.* Evaluating the Influence of Road Networks on Landscape and Regional Ecological Risk: A Case Study in Lan Cang River Valley of Southwest China[J]. *Ecological Engineering*, 2008, 34(2): 91 – 99.
- [19] 刘世梁,崔保山,杨志峰,等. 高速公路建设对山地景观格局的影响——以云南省澜沧江流域为例[J]. 山地学报, 2006, 24(1): 54 – 59.
- [20] Boarman W I, Sazaki M. A Highway's Road-effect Zone for Desert Tortoises (*Gopherus Agassizii*) [J]. *Journal of Arid Environments*, 2006, 65(1): 94 – 101.
- [21] 刘世梁,温敏霞,崔保山,等. 道路网络扩展对区域生态系统的影响——以景洪市纵向岭谷区为例[J]. 生态学报, 2006, 26(4): 3018 – 3024.
- [22] 刘世梁,温敏霞,崔保山,等. 基于网络特征的道路生态干扰——以澜沧江流域为例[J]. 生态学报, 2008, 28(4): 1672 – 1680.
- [23] 刘世梁,富伟,崔保山,等. 基于 RV 指数的道路网络干扰效应空间分异研究——以云南省纵向岭谷区为例[J]. 地理与地理信息科学, 2009, 25(2): 50 – 54.
- [24] Cay T, Ayten T, Iscan F. Effects of Different Land Reallocation Models on the Success of Land Consolidation Projects: Social and Economic Approaches [J]. *Land Use Policy*, 2010, 27(2): 262 – 269.
- [25] 曹龙熹,张科利,张卓栋,等. 黄土高原典型小流域道路特征及影响因素[J]. 地理研究, 2008, 27(6): 1271 – 1280.
- [26] Liu X J, Zhan F B, Ai T H. Road Selection Based on Voronoi Diagrams and “Strokes” in Map Generalization [J]. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2010, 12(S2): 194 – 202.
- [27] 陈利顶,杨爽,冯晓明. 土地利用变化的地形梯度特征与空间扩展——以北京市海淀区和延庆县为例[J]. 地理研究, 2008, 27(6): 1225 – 1234.

## Spatial Pattern of Rural Roads System and Its Change Characteristics along the Terrain Gradient by GIS: A Case Study of Zhongxian County, Chongqing

Zhang Shichao<sup>1a,1b</sup>, Li Zhimeng<sup>2</sup>, Wei Chaofu<sup>1a,1b</sup>, Zhang Weihua<sup>1a,1b</sup>, Shao Jing'an<sup>3</sup>  
(1a. Key Laboratory of Eco-environments

*in Three Gorges Reservoir Region (Ministry of Education)*, 1b. College of Resources  
and Environment, Southwest University, Chongqing 400715, China; 2. Hi-tech Engineering  
Investigations & Design Institute, Chongqing 400042, China; 3. Institute of Regional Development and  
Mountain Ecology of Three-Gorges Reservoir Area, Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China)

**Abstract:** The spatial pattern of rural roads system in hilly area was studied based on the case of Zhongxian County, Chongqing. The effects of geomorphologic factors including altitude, slope, aspect, hypsography, surface cutting depth, slope of slope, and slope of aspect on the pattern were further analyzed. The results showed that:

there was significant difference in road quantity distribution, grid characteristics, composition of the different level of rural road in North-West, North-East and South-East in the study area. The composition was rather averaged in the flat area; and in the North-West part with provincial road, the tractor and production road was more developed than those in North-East and South-East. There was also both significant difference and correlations in the gradient of the road composition, quantity and dominant terrain position of rural roads system. Wholly, the quantity of production road was more than tractor road and provincial road, and the production road was more compatible with the terrain while tractor road and provincial road were more sensitive to the gradient of geomorphologic factors. What's more, the rural roads system consisted of provincial road, tractor road and production road could go through complex and diverse landform unites freely. According to their function and spatial sequence, they formed a hierarchical road system to supplement each other. In conclusion, embedded in the complex and diverse landforms and landscapes with certain spatial order and grid structure, rural roads system in the hilly area of Southwestern China forms linear scenery of the natural system. Not only should it consider the spatial distribution of rural settlements and irrigation facilities, and the size and shape of cultivated land, but also be harmonized with the agricultural natural and human landscape.

**Key words:** tractor road; production road; provincial road; spatial pattern; the terrain gradient; Bashan Town; Zhongxian County



(上接第 146 页)

[7]

冯孝杰, 张彭成, 谯华, 等. 三峡库区农户经营规模与农业面源污染的关系研究[J]. 后勤工程学院学报, 2008, 24(2):98-101.

[8]

汪厚安, 叶慧, 王雅鹏. 农业面源污染与农户经营行为研究——对湖北农户的实证调查与分析[J]. 生态经济, 2009(9):87-91.

[9]

秦军. 影响农户选择农药使用技术的因素分析[J]. 河南农业科学, 2011, 40(4):6-9.

[10]

梁流涛, 王岩松, 刘桂英. 农村发展中的环境问题及其形成机制研究——以山东王景河村为例[J]. 地域研究与开发, 2011, 30(6):89-93.

[11]

李锦顺. 城乡社会断裂和农村生态环境问题研究[J]. 生态经济, 2005, 21(2):28-35.

[12]

申茂向, 祝华军, 田志宏, 等. 中国农村工业化及其环境与趋势分析[J]. 中国软科学, 2005, 20(10):33-41.

[13]

温铁军. 新农村建设中的生态农业与环保农业[J]. 环境保护, 2007, 35(1):25-27.

[14]

姜百臣, 李周. 农村工业化的环境影响与对策研究[J]. 管理世界, 1994, 10(5):192-197.

[15]

王丽萍. 河南省环境污染的区域差异研究[J]. 地域研究与开发, 2011, 30(6):74-78.

# The Farm Household's Behavior behind Agricultural Non-point Source Pollution: A Panel Analysis on Changle County in Shandong Province

Li Chuantong , Zhang Guangxian

(School of Economics, Shandong Institute of Business and Technology, Yantai 264005, China)

**Abstract:** Based on the survey data from 2006 to 2010 in Changle County, the main factors which impact the farmer household's fertilizer and pesticide expenditure behavior are analysed. The expenditure on fertilizer and pesticide correlates positively with farm household's operating income, and correlates negatively with farm household's land area, resident population and level of education. With the increase of farm household's operating income and the decrease of resident population, the expenditure on fertilizer and pesticide will continue to increase, and the agricultural non-point source pollution will get worse. Enlarging the operating scale and raising the education level will reduce the agricultural non-point source pollution.

**Key words:** agricultural non-point source pollution; expenditure intensity on fertilizer; expenditure intensity on pesticide; panel analysis; Changle County