

渝宜高速（重庆段）对土地利用变化驱动及景观格局的响应

黄勇^{a, b} 李阳兵^{a, b*} 应弘^{a, b}

（重庆师范大学 a. 地理与旅游学院；

b. 地理信息系统应用研究重点实验室，重庆 401331）

【摘要】 为深入认识道路对土地利用/土地覆被变化的作用过程和机制，确定道路的影响范围和强度，论文选取渝宜高速（重庆段）两侧 15km 缓冲带为研究区，基于 1986、2000、2007 和 2013 年 4 期遥感影像数据，利用 ArcGIS 技术和景观生态学方法，从 4 个分段、3 个尺度探讨了高速公路驱动下土地利用和景观格局演变的梯度差异及其对道路演变的响应。结果表明，1986—2013 年，研究区土地利用变化规律正在由“点”往“轴”向格局转变；2013 年西段低山丘陵区、中段低山宽谷区、中段中低山峡谷区道路的影响范围分别是 10、7、5km，东段中山峡谷区道路效应不明显；总体来看，公路沿线 3km 范围内土地利用开发强度高，并且 4 个分段的土地利用综合程度自西向东逐步降低；在道路的驱动下，全区景观格局的变化局限在一定范围内，对于西段低山丘陵区和中段低山宽谷区的景观格局显著变化在 5km 内，中段中低山峡谷区、东段中山峡谷区的变化主要集中在 4 和 3km 内，影响域内景观破碎化程度加剧，景观稳定性降低，生态景观风险增加；各分段土地利用和景观格局变化空间差异与其通车时间存在正相关关系，同时受区域经济和地形因素以及环境政策的影响。研究结论有助于丰富对生态脆弱区道路效应的理解，为区域交通规划及土地资源持续利用提供科学依据。

【关键词】 渝宜高速；土地利用变化；景观格局；重庆

【中图分类号】 X37；Q149 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1000-3037(2015)09-1449-12

DOI: 10.11849/zrzyxb.2015.09.003

可达性被认为是土地利用/土地覆被变化的最重要的驱动力^[1-2]，交通干线构成了土地利用变化和景观格局变化的廊道，成为了研究热点，得到了国内外广泛的关注。现有研究表明，土地利用和可达性的关系决定于不同土地利用类型的具体特征，棉花种植最靠近市场，香蕉种植在距市场更远的地方^[3]，而反过来，土地利用、土地覆盖和环境异质对道路布局 and 因此形成的景观格局也存在一定的相关关系^[4]。道路网络对区域土地利用的驱动作用随着距离道路的远近和时间有明显的变化，如青藏铁路对土地利用变化的显著影响范围是 7km^[5]；青藏公路格尔木至唐古拉山段导致沿线景观破碎化程度加剧、景观多样性增加，该段公路的影响范围是 1-3km^[6]；还有研究发现因地形地貌限制，公路扩展效应的影响阈为公路周边 1-5km^[7]。而道路网络的形成，也使得道路对区域土地利用变化驱动机制、驱动过程和驱动效应分析需进一步加强[8]。

道路网络已经成为当今社会和经济发展的中枢，道路网络通过点效应、廊道效应、点-廊道-网络叠加效应^[9]，导致区域生境破碎化和丧失，改变景观过程，从而影响到影响域（road effect zone）之外更为广阔的区域^[10]。如沿交通干线城镇建设用地与耕地呈现明显的廊道效应，城镇建设和居民点建设以交通干线为依托，交通干线发展建设对耕地的冲击较强，交通干线成为影响区域土地利用变化的一个重要因素^[11]；山东省多数开发区分布在高速公路的两侧，形成了产业布局的“珍珠链”结构，且促使产生了新的城市空间扩张模式——合并重组^[12]。因此，中国广大东部地区的景观已经相当严重地被铺筑有路面的道路、铁

路和城市区域所破碎和片段化，并已成为世界上景观破碎化程度较高的地区^[13]。

目前的研究一般把道路看成是静态的，但不同时期修建的道路对道路缓冲带内、对区域景观结构的影响可能是不一样的。道路的走向对景观结构的影响也缺乏考虑。在分析路网的生态效应时，也只是把道路类型的分布和土地利用现状图做叠加^[14]，没能体现出土地利用变化和景观改变过程；或者仅仅是没有结合土地利用变化的单一景观斑块影响^[15]。目前国内外关于道路与土地利用/土地覆被及其生态环境效应的认识，更多的是揭示现象，很难合理确定道路的影响范围、强度和影响模式以及与其他相关影响因素的综合效应。因此，对于道路对土地利用/土地覆被变化的作用过程和作用机制，尚需进一步深入认识。

综上所述，关于原本交通阻隔地区近年来快速发展的道路网络对土地利用和景观格局变化影响效应的研究，不仅要探讨道路沿线缓冲带内的土地利用/土地覆被变化，更需进一步探讨由于道路的修建，使区域可达性改变而产生的土地利用/土地覆被变化，以及与其他相关因素一起发生作用的综合效应。而选择那些具有区域特色的局地进行个例研究，将有可能形成能代表不同区域类型的土地利用变化特征，揭示土地利用变化的过程和驱动力^[16-17]。为此，本文选择原本交通阻隔但近年来公路建设快速发展的地区，以渝宜高速重庆段（重庆—巫山）沿线为例，考虑道路驱动力的差异造成的土地利用/土地覆被变化的高度时空性，以及这种驱动作用的发展趋势，依据地貌特征分为4段，对比该区域1986—2013年土地利用和景观格局演变对道路演变的响应及其梯度差异，分析道路建设前后的土地利用变化过程和景观格局响应，有助于深入探讨公路建设与土地利用/土地覆被变化和景观生态格局的相互关系，丰富我们对自然因素和人为作用相关联作用下的土地利用/土地覆被变化驱动力的认识。

1 研究区概况

本文选取的渝宜高速重庆段（重庆—巫山），是重庆“二环八射”高速公路的组成部分，属于国家重点路网规划项目杭州至兰州线（沪蓉高速），位于 $29^{\circ}16' - 31^{\circ}25' N$ ， $106^{\circ}50' - 110^{\circ}50' E$ ，该公路西起重庆主城，经长寿、垫江、梁平、万州、云阳、奉节、巫山等15个县（区），路段总长471.5km（图1）。由于区位不同，沿线各区县的社会经济发展水平差异较大，有明显的城乡二元结构。

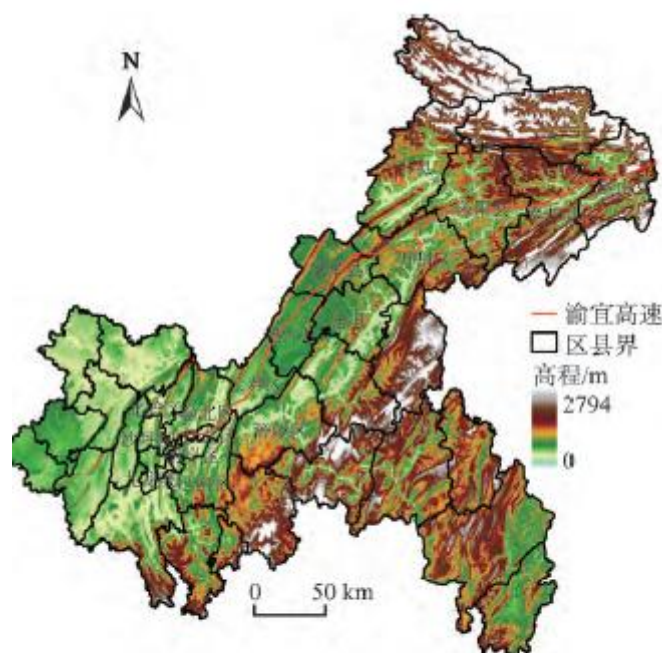


图1 渝宜高速区位

Fig. 1 Location of Yu-Yi Expressway

渝宜高速起始于以城市景观和建设用地为主的重庆市主城区内；中部穿越平行岭谷丘陵城乡结合地带，公路沿线以高产耕地为主；东北段为中、低山地地带，以林灌、疏林和耕地复合体为主。研究区地处亚热带季风气候区，丘陵、山地面积大，平地面积小，土地结构复杂、垂直差异明显。此外，道路沿线与各级道路和长江等水系交叉或并行，土地利用类型多样，水生生态系统典型。由于三峡建设工程水库淹没，城镇迁建，又主要采取就地后靠的方式安置移民，使三峡库区生态脆弱区人地矛盾更为突出，进一步增加了土地利用强度和结构变化速度。

2 数据来源及研究方法

2.1 数据来源

空间数据包括 1986、2000、2007 年 TM 影像、2013 年环境卫星影像，及研究区 1:5 万地形图。土地利用数据库的数据由 1986、2000 和 2007 年三期 TM 影像数据解译获得，2013 年的土地利用数据是通过 HJ-1A 卫星遥感影像的解译获得。土地利用采用一级分类系统，将土地利用类型分为水田、旱地、林地、灌丛、草地、水体、建设用地共 7 类。

综合考虑渝宜高速沿线的不同道路距离、区域地形地貌类型及经济发展变化情况，为体现宏观趋势特点，根据通车时间及地貌特征，将渝宜高速分为 4 个条带状路段区间进行分析和阐述（如图 2）。分段 1 即长寿以西区段（主城区），主要为西段低山丘陵区，靠近主城经济发达，2000 年通车；分段 2 即长垫梁区段（包括长寿、垫江和梁平县）属于中段低山宽谷区，2003 年通车；分段 3 即万州云阳区段（包括万州和云阳），主要为中段中低山峡谷区，2008 年底通车；分段 4 即云阳以东区段（包括奉节、巫山），属于东段中山峡谷区，为三峡生态经济区，2010 年通车。

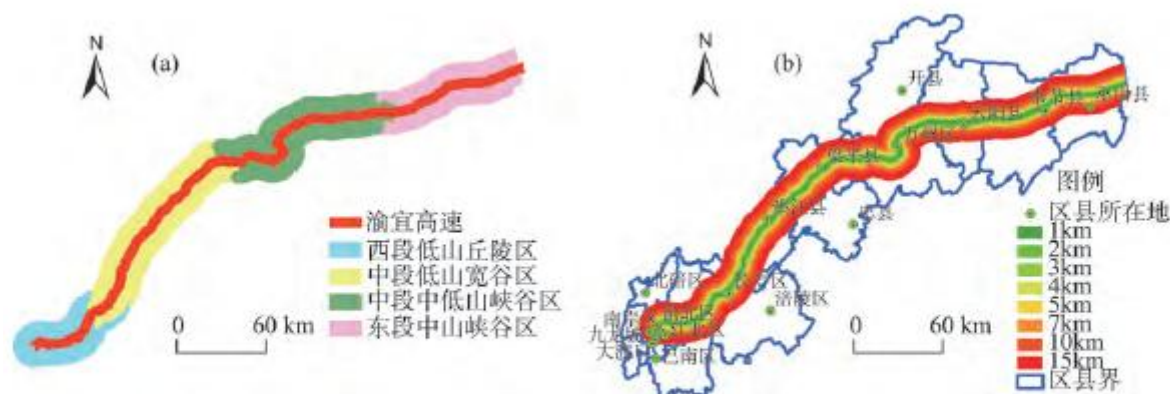


图2 渝宜高速分分段图及道路缓冲带

Fig. 2 The segmentation and road buffer zone of Yu-Yi Expressway

2.2 研究方法

2.2.1 缓冲区分分析不同的研究目的和研究区域对道路缓冲区的的要求不同，为识别道路对土地利用变化的影响效应，深入分析道路不同层次缓冲带土地利用格局变化，本文将道路缓冲距离确定为 1、2、3、4、5、7、10、15km，用 Erase 命令将相邻的 Buffer 相减，形成了一系列缓冲带。缓冲带分布在公路两边，每侧共建立 8 个缓冲带（图 2）。用生成的缓冲带分别切割 4 期土地利用现状图，再分别与 4 个分段分割，得到 4 个时期各分段缓冲区土地利用图，通过叠加分析，计算土地利用转移矩阵。从全区缓冲带、各分段、分段缓冲带三个尺度比较道路同一距离缓冲带内不同时期的土地利用格局演变，以及各土地利用类型在不同距离缓冲带内的空间变化。

考虑到区内其他因素导致的初始动态度差异以及道路驱动下人对土地的正向利用，对道路影响范围的界定需要结合道路建设前的正向综合动态度的变化趋势与值域，对比建设后的正向综合动态度指数的高值区或拐点来判断。

2.2.2 土地变化模型和景观格局指数的选取

采用正向综合土地利用动态度模型^[18]和土地利用程度综合指数模型^[19]表示研究区土地利用变化情况。利用景观分析软件Fragstats3.3逐一计算不同年份及不同分段区，各个道路缓冲带分维度指数(AWMPFD)、多样性指数(SHDI)、均匀度指数(SHEI)和斑块密度指数(PD)；并使用移动窗口法(栅格大小100m、移动窗口为1000m)计算研究区建设用地百分比和多样性指数。

3 结果分析

3.1 道路缓冲区土地利用动态变化

3.1.1 缓冲带整体土地利用动态变化

研究区土地利用变化高度集中于热点区域，空间差异巨大，难以准确获取路段整体特点。本文在分析正向综合土地利用动态度与缓冲带距离变化关系(图3)的基础上结合土地利用转移信息图谱(图4)来识别在不同时期土地利用变化的整体特点。从图3看出，在高速公路尚未建成的前期(1986—2000年)，道路邻近区域(4km内)的正向综合土地利用动态度高于4km外，但从土地利用变化图谱来看，主要是耕地和林草地间转换，空间上仍呈“点”状分散在城镇及其周边；中期(2000—2007年)部分道路先后通车，研究区缓冲带动态度随着距离增大先增加，在2km时出现极高值，之后逐渐减少，图谱以邻近道路的耕地向建设用地转化为主，说明渝宜高速对研究区沿线土地利用变化的影响是“轴”向的；后期(2007—2013年)研究区缓冲带动态度在1km处最大，随着距离增加波动变化，缓冲区边缘最低，空间差异减少，图谱以稳定型居多。从三个时期来看，农业用地、建设用地由松散点状转为沿路聚集，形成“点轴”格局，土地利用变化规律正在由“点”往“轴”向格局转变。缓冲区的土地利用动态度1986—2013年呈现出先高后低的趋势，说明土地利用变化在高速公路建成后更加显著，达到一定程度后趋于缓和。

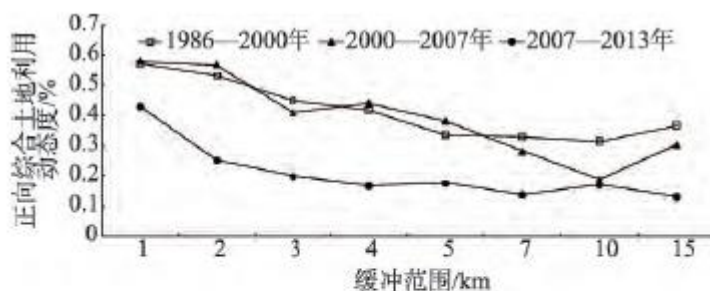


图3 1986—2013年研究区正向综合土地动态度与缓冲距离的关系

Fig. 3 Relationship between the amendatory comprehensive land use dynamic degree and the distance to the expressway in Yu-Yi Expressway buffer zone from 1986 to 2013

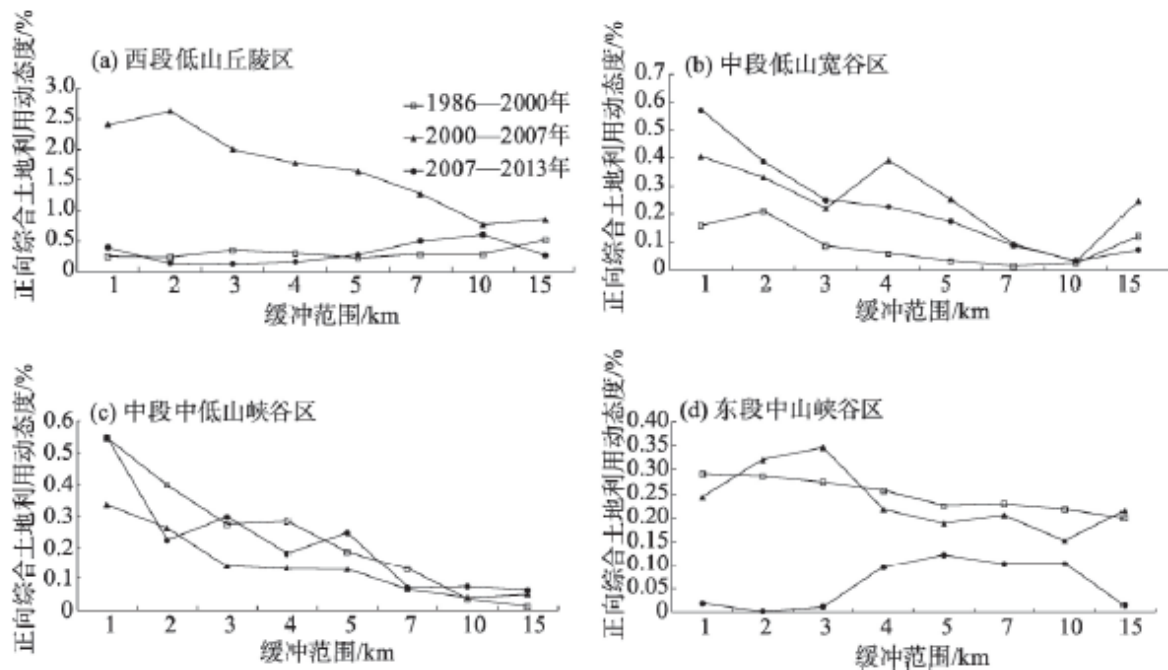
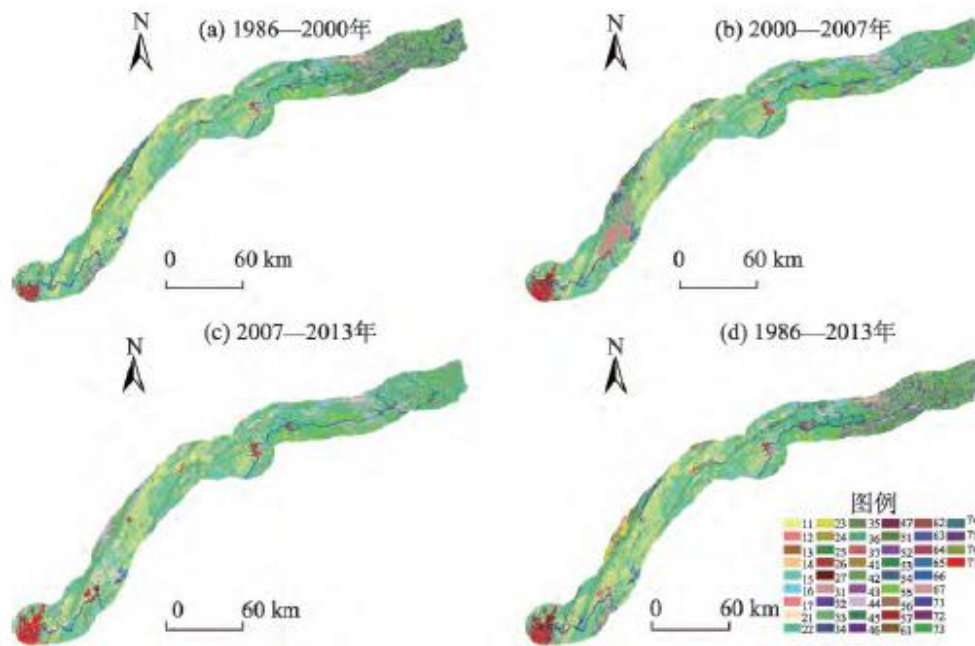


图5 各分段区 1986—2013 年道路缓冲区正向综合土地利用动态度与距离的关系
 Fig. 5 Relationship between the amendatory comprehensive land use dynamic degree and the distance to the expressway in buffer zone of each segment from 1986 to 2013



注：11 为未变水田；12 为水田→旱地；13 为水田→林地；14 为水田→灌丛；15 为水田→草地；16 为水田→水体；17 为水田→建设用地；21 为旱地→水田；22 为未变旱地；23 为旱地→林地；24 为旱地→灌丛；25 为旱地→草地；26 为旱地→水体；27 为旱地→建设用地；31 为林地→水田；32 为林地→旱地；33 为未变林地；34 为林地→灌丛；35 为林地→草地；36 为林地→水体；37 为林地→建设用地；41 为灌丛→水田；42 为灌丛→旱地；43 为灌丛→林地；44 为未变灌丛；45 为灌丛→草地；46 为灌丛→水体；47 为灌丛→建设用地；51 为草地→水田；52 为草地→旱地；53 为草地→林地；54 为草地→灌丛；55 为未变草地；56 为草地→水体；57 为草地→建设用地；61 为水体→水田；62 为水体→旱地；63 为水体→林地；64 为水体→灌丛；65 为水体→草地；66 为未变水体；67 为水体→建设用地；71 为建设用地→水田；72 为建设用地→旱地；73 为建设用地→林地；74 为建设用地→灌丛；75 为建设用地→草地；76 为建设用地→水体；77 为未变建设用地。

图4 研究区1986—2013年土地利用转移信息图谱

Fig. 4 Tupu of land use transfer in the buffer zone of Yu-Yi Expressway from 1986 to 2013

3.1.2 不同分段区土地利用动态变化

图5表明，西段低山丘陵区在1986—2000年的正向综合土地利用动态度随道路缓冲距离的变化呈现高低交替的特征，原因是该段位于川东平行岭谷区，公路与岭谷走向一致，向两侧延伸依次穿越岭谷，这个时期土地变化主要受自然条件限制，山岭间丘陵地带动态度高于山区。2000—2007年，区段通车后，该区动态度指数显著高于前期，且在道路的邻近区域（2km内）达到了最大值，然后随距离增加而减小，1-7km缓冲带土地利用变化较快；2007—2013年，区内趋势完全不同于前两期，动态度达到最低，总体在0.6%以下，道路邻近区域和较远区域的指数值都较小，而中间区域（5-10km）较大。本段1986—2013年土地利用动态变化趋势表明人类开发活动受高速交通的影响，开始集中于道路邻近区域，开发到一定程度以后，转向距离较远的区域，邻近区土地变化受人类干扰减弱。

中段低山宽谷区在1986—2000年的指数值于2km处达到极高值，然后随缓冲范围的扩大而不断降低，到7km后小幅升高；与前期相比，2000—2007年指数在邻近区域（5km内）大幅提高，其他区域较小，并且随缓冲距离增加起伏变化，此时未存在“轴”向规律，公路的辐射作用仅表现在城镇周围，其变化呈现“点”状格局。2007—2013年指数值与缓冲距离成反比，道路沿线1-7km缓冲带土地利用变化较快，其聚集和辐射作用呈“轴”向。从时间上看，该段道路的影响范围由5km扩展到7km。

1986—2000年，中段中低山峡谷区在1km处指数值最大，之后不断下降；2000—2007年，公路邻近区域（3km内）指数表

现出随距离的增加而减小的趋势，其他区域趋势平缓，规律不明显；2007—2013 年的指数值在 5km 范围内较高，趋势线波动下降，“点轴”效应明显。对比三期的动态度，表明公路对中段中低山峡谷区内的地类正向转化影响范围由 3km 扩展到 5km。

东段中山峡谷区地处三峡库区腹地，在 1986—2000 年的各缓冲带动态度整体很高；2000—2007 年指数值趋势转变，最高值出现在 2—3km，其他范围与前期相比大幅减少；2007—2013 年，指数值继续下降，4—10km 范围内高于其他缓冲区域。1986—2013 年的 27a 内，该段缓冲区正向综合土地利用动态度不断减少与区域大规模退耕还林还草、实行生态恢复的负向土地转化有关。

3.2 道路缓冲区土地利用综合程度变化

1986 年的西段低山丘陵区土地利用程度综合指数 L_a 分布状况为 $1\text{km} > 7\text{km} > 10\text{km} > 5\text{km} > \text{全区} > 4\text{km} > 2\text{km} > 15\text{km} > 3\text{km}$ （图 6），3km 缓冲带的 L_a 低于全区的整体水平，是由于案例公路穿越了国家级自然保护区长寿湖，使公路周边地区的开发受到限制，所以 L_a 偏低。2000、2007 和 2013 年的土地利用程度综合指数格局与 1986 年趋势一致，但从 L_a 的增长幅度看，西段低山丘陵区的增加幅度较研究区整体增加幅度高，由于主城和长寿区城市化开发强度较大，这种变化目前非常明显。

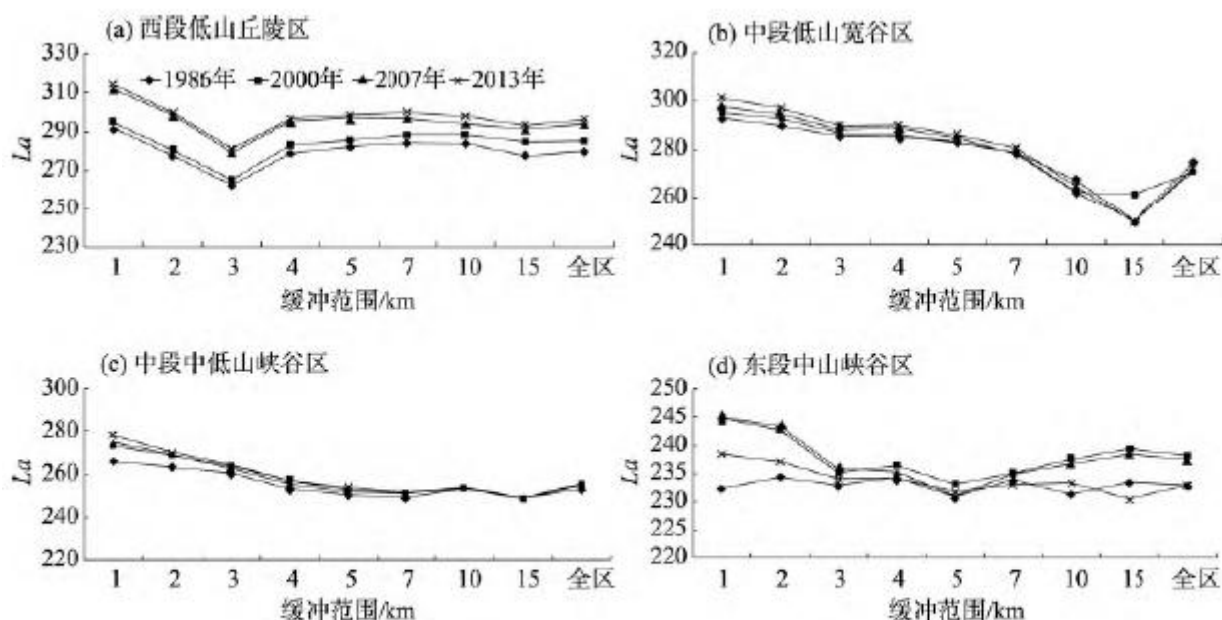


图6 各分段区 1986—2013 年不同缓冲区土地利用程度综合指数

Fig. 6 Land use degree comprehensive index in buffer zone of each segment from 1986 to 2013

除 15km 缓冲带外，中段低山宽谷区土地利用程度后期大于前期，但变化幅度减小，3 个时段的变化趋势也基本相同，即 1—5km 缓冲带，土地利用程度稍微提高。中段中低山峡谷区各缓冲带土地利用程度综合指数变化规律为 $1\text{km} > 2\text{km} > 3\text{km} > 10\text{km} > \text{全区} > 4\text{km} > 5\text{km} > 7\text{km} > 15\text{km}$ ；公路沿线 3km 范围内是土地利用开发强度最高的区域，超过 3km 后，土地利用程度下降，至 5km 基本与区段开发程度相同。东段中山峡谷区各缓冲带土地利用程度综合指数在 1986 年无明显变化规律，呈现出波动变化；2000 和 2007 年变化格局为 $1\text{km} > 2\text{km} > 15\text{km} > \text{全区} > 10\text{km} > 4\text{km} > 3\text{km} > 7\text{km} > 5\text{km}$ ；2013 年，各带 L_a 随缓冲距离增加而减少，但在 3km 外变化幅度减小，上述表明 2—3km 范围内是土地利用开发强度最高的区域，至 3km 外基本与区段整体程度相同。

综上所述：27a 内西段低山丘陵区和中段低山宽谷区公路沿线各带土地利用程度综合指数均有提高，且在 1986 年以来的发展中，其开发利用强度整体上高于其他两个区段。从变化趋势来讲，全区从 1km 到 3km 缓冲带，土地利用程度逐渐减弱。总体

上可以看出,公路沿线 3km 范围内是土地利用开发强度较高的区域,超过 3km 后,土地利用程度下降,其中东段中山峡谷区土地利用程度最低,其土地利用开发强度最高的区域仅集中在沿线 2km 范围内。

3.3 道路缓冲区景观格局演变

3.3.1 道路沿线景观格局整体变化

由图 7 可知,27a 间,研究区域各缓冲带的景观格局中多样性、均匀度和斑块密度指数都在提高,分维度指数表现为先增后减,总体呈减少趋势。多样性指数逐年增大,表明自然和人为干扰增加,土地利用更加复杂,多样性提高。同时,均匀度指数的增长也反映了空间异质性增强,景观类型有向多样化或均衡化方向发展的趋势。斑块密度提高表明了,一方面,道路将其他斑块切割导致破碎化,另一方面随着渝宜高速的运营和城镇迁建的影响,农业用地向建设用地转化,道路缓冲区内土地利用结构变化加快。而分维度指数自 2000 年后的减少表明了道路影响范围内斑块受人影响程度增加,形状更有规律。

对于各缓冲带而言,由于对图斑的切割,影响了景观特征值,但缓冲带两期特征值具有可比性。渝宜高速建设后,景观特征值变化情况与前期相比差异显著,但是 10km 以外区域的多样性、斑块密度与均匀度指数的变化幅度远远低于 10km 内,这说明从全区来看,渝宜高速对景观格局的影响局限于道路沿线一定的范围内,较大的尺度上(10km 外)对缓冲带景观格局影响较小。

3.3.2 各分段缓冲带景观格局变化

根据图 7、8 可知,整体与各区段的斑块密度指数 27a 以来都在提高,这是由于道路沿线工矿、城市和道路建设面积成倍增长,老城发展受限后,城市寻求更多空间邻近扩展和飞地扩展,近郊农用地被切割破碎化,斑块密度迅速升高。

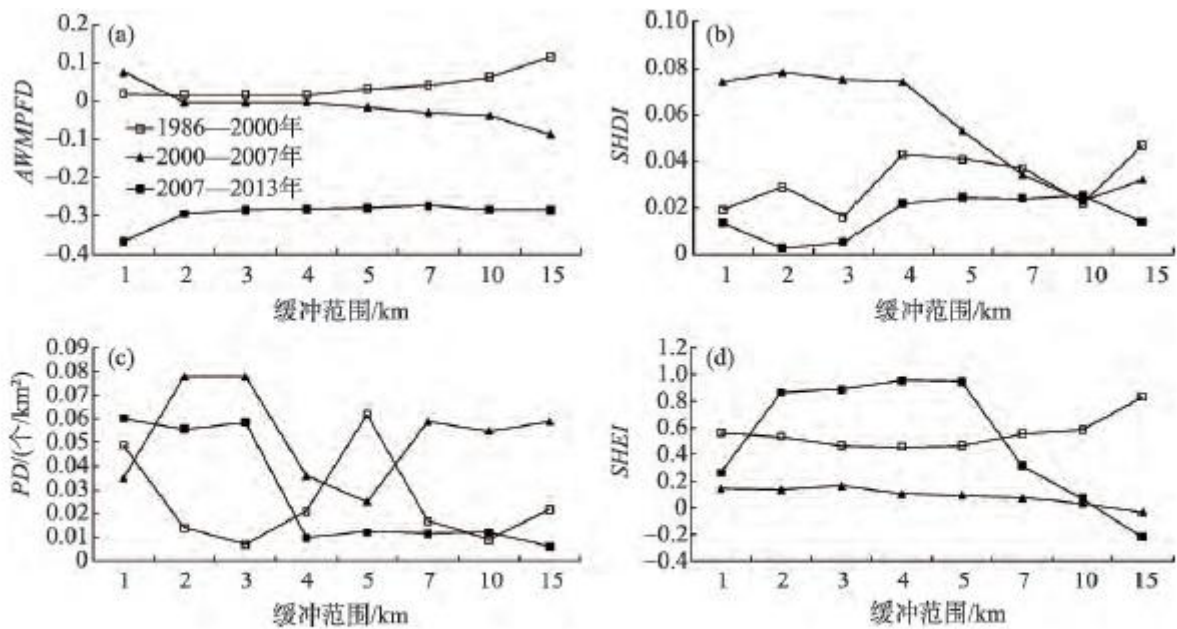


图 7 研究区 1986—2013 年道路缓冲区内景观格局指数变化与距离的关系

Fig. 7 Relationship between landscape metrics and the distance to in the buffer zone of Yu-Yi Expressway from 1986 to 2013

图 8 中,西段低山丘陵区和中段低山宽谷区在 2007—2013 年的景观特征值多在 5km 处发生趋势的转折变化,且 1-5km 内存

在相关关系,说明了道路对 5km 缓冲区内景观格局影响强烈。两区段内转化量占绝对优势的是耕地向建设用地的转换,这与主城、长寿、垫江、梁平更为优越的地理位置和快速的经济发展有关。当城市发展到一定规模后,土地整治使农田、旱地边界更为规整,城市规划、人造景观等人为干扰越来越多,使得区内分维度下降,多样性增加。原有优势景观农用地的比重不断下降,林地、建设用地、水体等用地类型上升,均匀度明显提高。

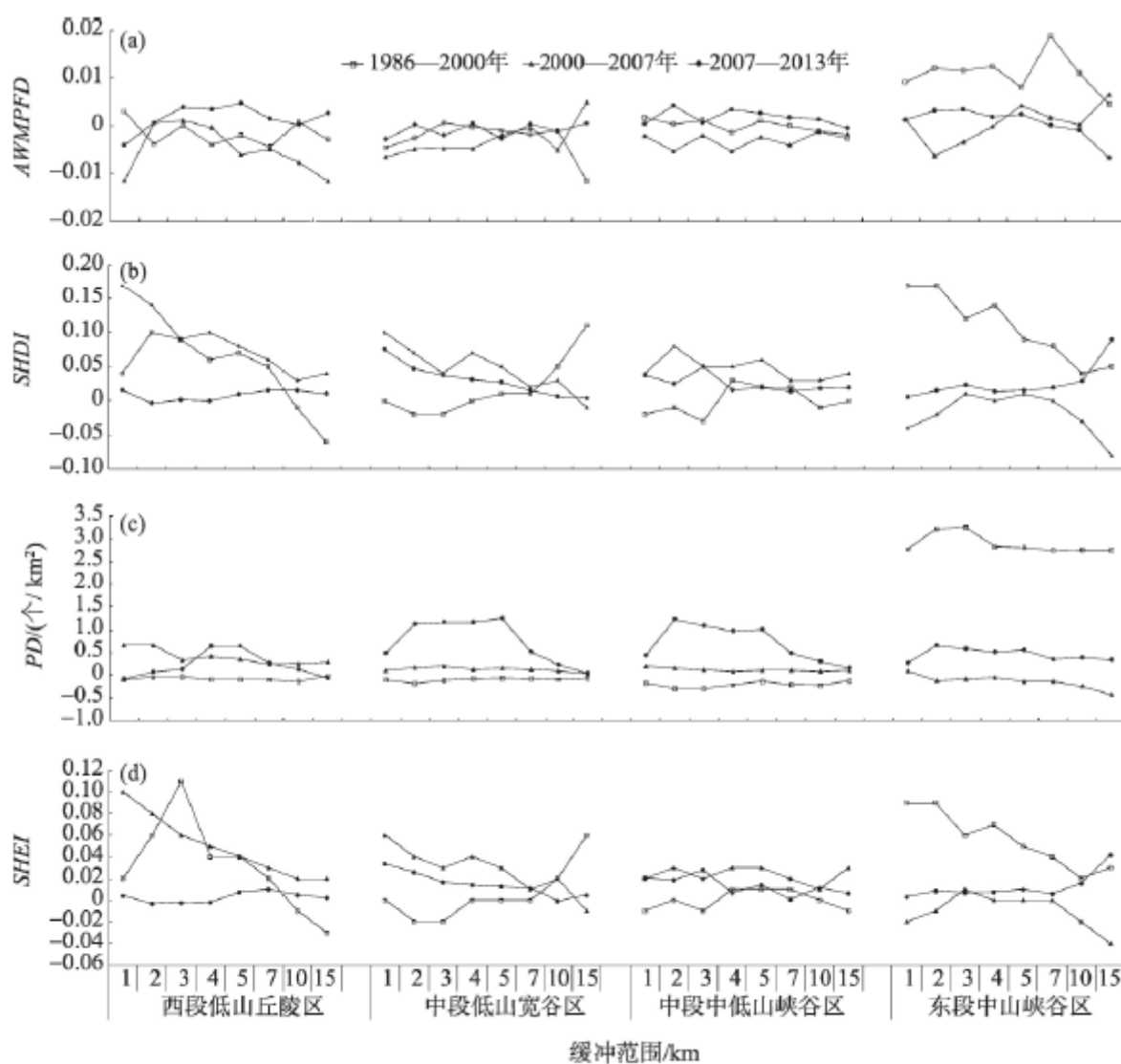


图8 各分段区 1986—2013 年道路缓冲区内景观格局指数变化与距离的关系

Fig. 8 Landscape metrics at different buffer distance to each segment of Yu-Yi Expressway from 1986 to 2013

27a 间,中段中低山峡谷区和东段中山峡谷区先是城市扩大和人口增加,区内人类开发力度越来越大,各项指数提高。在库区建设后,蓄水位上升到 175m,大面积的耕地被淹没,建成区、移民区新垦大量土地,其中东段中山峡谷区 4 个指数在 2000—2007 年下降。后期,退耕政策效果显现,人为影响减少,分维度指数上升。此外,由于渝宜高速为主干的道路网络的完善,促进了内外交流,观光旅游业比重的提高、农民弃耕后的自然恢复都使区内生态总体在好转,多样性、均匀度指数上升。中段中低山峡谷区和东段中山峡谷区 2007—2013 年的景观特征值分别在 4、3km 范围内与距离存在相关关系,超出这一范围外,变化趋势大不相同,突然下降或升高,波动无序。

上述研究表明, 渝宜高速对区域生态系统演变具有明显的驱动作用, 并且使得生态系统的格局发生显著的变化, 且道路缓冲距离的远近和格局的变化有明显的关系。

4 讨论

4.1 研究区高速公路对土地利用变化影响的梯度效应及其影响机制

研究区各段土地利用时空变化程度不同。其中, 靠近主城区的西段低山丘陵区正向综合土地利用动态度和土地利用程度综合指数最高, 影响域范围由 7km 延伸到 10km, 邻近区 (1-4km) 土地变化趋于自然状态; 中段低山宽谷区影响域由 5km 扩展到 7km, 沿线晏家、桂溪和梁平城区、云龙镇发展较快, 道路聚集和辐射作用由“点”状转为“轴”向格局; 中段中低山峡谷区的影响域范围由 3km 扩展到 5km, 万州城区、分水镇、大周镇、小周镇和云阳红狮镇发展较快, 构成“热点”区域, 与高速公路共同形成的“点轴”效应明显; 东段中山峡谷区正向综合土地利用动态度最低, 通过平整河谷、建设道路网络, 沿线的奉节、巫山县城和在谷底的乡镇 (如草堂镇) 扩展很快, 但由于通车较晚, 加上道路建设的滞后性和区内退耕还林还草的负向土地利用转化, 正向土地利用动态度不断下降, 其变化与距离无显著关系, 进一步说明该路段对沿线土地利用变化的影响还处于“点”状格局, 参考其他路段的演变过程, 可以预测该路段的影响强度和范围以后将会增加并呈“轴”向规律。在土地利用程度综合指数上, 西段低山丘陵区最高, 向东各段越来越低, 从各段内部来看高值区总体上在 3km 内, 表明缓冲区内土地利用存在一定潜力。

渝宜高速 (重庆段) 对土地利用和景观格局的梯度效应明显, 但与东部快速城市化地带相比, 影响范围总体上低于国内其他高速公路^[20-21], 且各路段影响域不对称。一方面, 由西向东各段道路运营越来越晚, 高速道路对土地利用和景观格局的驱动作用越来越小, 存在正相关关系。另一方面, 社会经济和地形的不同也会减弱高速道路的影响度大小。其中, 靠近西线的两个路段区经济较为发达, 地形以低山为主, 因此对两侧土地利用的影响强度较大并呈现远距离延伸; 中段中低山峡谷区, 社会发展较为落后, 且区内多中山和山脉, 因此道路对土地利用的影响受到了较大的约束。东段中山峡谷区道路两侧受峰岭夹峙和环境政策影响, 导致城镇土地开发的重心不得不向道路远距离区域转移, 仅在有高速公路出入口连接的城镇, 建设用地聚集, 发展快速。

4.2 研究区高速公路沿线土地利用和景观格局优化

在渝宜高速的影响下, 研究区土地利用变化在由“点”往“轴”向格局转变的过程中改变了景观格局, 使景观破碎化程度加剧。原因是道路的修建与运行不仅使原有城镇的居民点用地、工矿企业用地增加, 形成团块状分布, 还以高速为扩展轴, 使周围林地、草地和耕地向建设用地转化, 从而使区域生态风险明显变化。因此, 渝宜高速沿线建设用地扩展宜考虑结合原有的城镇, 选择适宜的地形地貌区和道路节点扩展, 以取得较好的社会、经济和生态效益。如低山丘陵区 and 宽谷区可以推进沿线的城镇化进程, 而在中山峡谷区的高速道路沿线宜发展重点城镇, 注重生态保护。

5 结论

1) 27a 以来, 研究区的土地利用时空变化程度差异显示了土地利用变化规律正在由“点”往“轴”向格局转变, 渝宜高速沿线的土地利用及其变化存在由近及远的梯度效应。西段低山丘陵区、中段低山宽谷区、中段中低山峡谷区道路的影响范围在 2007 年依次是 7、5、3km, 2013 年分别提高到 10、7、5km, 东段中山峡谷区由于通车最晚, 道路效应不明显。4 个区段的土地利用程度有着由西向东降低的趋势, 总体上可以看出, 公路沿线 3km 范围内是土地利用开发强度较高的区域, 土地利用存在一定的潜力。

2) 研究区各缓冲带景观格局同样存在梯度差异, 且多样性、均匀度和斑块密度指数均在提高, 分维数下降, 充分说明了研究区景观格局受土地利用变化的影响, 破碎化程度加剧, 景观稳定性降低, 生态景观风险增加。渝宜高速道路对研究区景观格

局影响整体局限在一定的范围内,较大的尺度上(10km 外)对缓冲带景观格局影响较小;对于西段低山丘陵区、中段低山宽谷区、中段中低山峡谷区、东段中山峡谷区景观格局影响范围分别是 5、5、4 和 3km。

3) 公路生态效应的地域性差异反映了渝宜高速(重庆段)各区段土地利用和景观格局变化空间差异与各路段通车时间存在正相关关系,同时受区域经济和地形因素以及环境政策的影响。本文从 3 个尺度结合自然、社会因素能更加全面、深入地分析道路的影响范围和生态效应。另一方面,研究主要考虑了单一高速公路对原本交通阻隔地区的土地利用和景观格局演变的影响,对沿线其他道路考虑不足,同时对交叉的水系的影响也没有进一步探讨。但以上的不足不影响本研究结论,在此基础上进一步研究有着重要的现实意义。

参考文献:

[1] Chomitz K M, Gray D A. Roads, land use, and deforestation: A spatial model applied to Belize [J]. The World Bank Economic Review, 1996, 10: 487-512.

[2] Angelsen A, Kaimowitz D. Rethinking the causes of deforestation: Lessons from economic models [J]. The World Bank Observer, 1999, 14: 73-98.

[3] Verburg P H, Overmars K P, Witte N. Accessibility and land-use patterns at the forest fringe in the northeastern part of the Philippines [J]. The Geographical Journal, 2004, 170(3): 238-255.

[4] Hawbaker T J, Radloff V C, Hammer R B, et al. Road density and landscape pattern in relation to housing density, landownership, land cover, and soils [J]. Landscape Ecology, 2004, 20: 609-625.

[5] 阎建忠, 张镱锂, 刘林山. 高原交通干线对土地利用和景观格局的影响——以兰州至格尔木段为例[J]. 地理学报, 2003, 58(1): 34-44.

[6] 张镱锂, 阎建忠, 刘林山, 等. 青藏公路对区域土地利用和景观格局的影响——以格尔木至唐古拉山段为例[J]. 地理学报, 2002, 57(3): 253-266.

[7] 朱建军, 崔保山, 姚华荣, 等. 纵向岭谷区公路沿线土地利用变化与扩展效应[J]. 自然资源学报, 2006, 21(4): 508-515.

[8] 刘世梁, 崔保山, 杨志峰. 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.

[9] 宗跃光, 周尚意, 彭萍, 等. 道路生态学研究进展[J]. 生态学报, 2003, 23(11): 2396-2405

[10] 李月辉, 胡远满, 李秀珍, 等. 道路生态研究进展[J]. 应用生态学报, 2003, 14(3): 447-452.

[11] 曹小曙, 马林兵, 颜廷真. 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): 743-748.

[12] 王成新, 王格芳, 刘瑞超, 等. 高速公路对城市群结构演变的影响研究——以山东半岛城市群为例[J]. 地理科学, 2011, 31(1): 61-67.

-
- [13] Li T, Shilling F, Thorne J, et al. Fragmentation of China's landscape by roads and urban areas [J]. *Landscape Ecology*, 2010, 25(6): 839-853.
- [14] 汪自书, 曾辉, 魏建兵. 道路生态学中的景观生态问题[J]. *生态学杂志*, 2007, 26(10): 1665-1670.
- [15] 刘佳妮, 李伟强, 包志毅. 道路网络理论在景观破碎化效应研究中的运用——以浙江省公路网络为例[J]. *生态学报*, 2008, 28(9): 4352-4362.
- [16] Lambin F, Turner B L II, Geist H J, et al. The causes of land-use and land-cover change, moving beyond the myths [J]. *Global Environmental Change: Human and Policy Dimensions*, 2001, 11: 261-269.
- [17] 王金亮, 邵景安, 李阳兵. 近 20a 三峡库区农林地利用变化图谱特征分析[J]. *自然资源学报*, 2015, 30(2): 235-247
- [18] 曹智伟, 马友鑫, 李红梅. 正向综合土地利用动态度模型及其应用——以西双版纳公路对土地利用的影响为例[J]. *云南大学学报: 自然科学版*, 2006, 28(S1): 224-228.
- [19] 刘纪远, 刘明亮, 庄大方, 等. 中国近期土地利用变化的空间格局分析[J]. *中国科学 D 辑*, 2002, 32(2): 1031-1040.
- [20] 汪自书, 高启辉, 刘语凡, 等. 快速城市化地区道路对两侧土地利用影响模式研究 [J]. *中国环境科学*, 2009, 29(4): 437-442.
- [21] 曹武星, 罗飞雄, 韩骥, 等. 快速城市化地区交通主干道对景观格局变化的影响 [J]. *地球信息科学学报*, 2014, 16(6): 899-906.