

城市交通干线对盐城城市发展影响的空间分析

徐盼¹, 张晓祥^{1*}, 晏王波¹, 汤春峰^{2,3}, 申翔^{2,3}, 梅丹丹¹

(1. 河海大学地理信息科学与工程研究所, 南京 210098; 2. 江苏省城市规划设计研究院, 南京 210036;

3. 江苏省城市交通规划研究中心, 南京 210036)

摘要: 本文以江苏省盐城市为例,通过 1990、2000、2010 年 3 期盐城市域遥感影像解译,获取盐城市土地利用变化数据,并采用 GIS 空间分析技术,评估城市交通干线对城市发展的影响。同时,结合 Model Builder 建模技术,综合运用缓冲区分析、叠加分析、统计分析等方法进行快速、一站式土地利用变化分析。研究结果表明:(1)以道路沿线 5km 缓冲区及道路出口 10km 缓冲区研究范围为最佳;(2)盐城市城市交通干线沿线 5km 范围内随着相应交通基础设施的建设变化非常剧烈,2000 年后,高等级公路、高速公路和铁路改建及新建导致沿线土地利用变化发展迅速,特别是 204 国道沿线和沈海高速沿线变化最为迅速;(3)盐城市城市交通干线沿线重要交通出口 10km 范围内的变化也极大,新长铁路盐城站出口周边变化最为迅速。

关键词: 交通引导;土地利用;交通;城市扩展;GIS;Model Builder;盐城

DOI: 10.3724/SP.J.1047.2013.00029

1 前言

交通基础设施建设是促进城市与区域空间分布形态演变起着巨大的作用^[1-4]。以江苏省为例,1996 年 11 月 28 日,江苏省第一条沪宁高速公路正式通车,经过 15 年的发展,从无到有,截至 2010 年,江苏省高速公路通车里程超过 4000km,密度居全国第一。同期,江苏省国内生产总值(GDP)从 1996 年的 6004.21 亿元发展到 2010 年的 40 903 亿元,增长了 6 倍多。城市扩展是多种因素综合作用的结果^[5],交通发展对城市与区域发展有着巨大的推动作用,通过交通基础设施建设改善交通可达性促进了沿线经济发展、舒缓了交通拥塞,引导沿线城市扩展以形成新的区域发展格局,这种交通引导性(transportation-induced development)的发展日益成为国内外城市扩展的范式^[2,4,6]。

城市的发展本质上就是土地利用方式的拓展和演变。因此,处理交通与土地利用关系成为概念规划的首要任务之一^[6]。交通引导性的城市发展的评估在传统上是通过系统论方法进行评估^[7],专家打分法(Delphi 法)是一种比较常见的系统论的

评估方法^[8-10]。目前,GIS 逐步应用于交通与土地利用关系研究:一方面,研究人员发展了一系列实证研究,如周俊、徐建刚^[11]以上海市轨道交通明珠线(一期)为例,探讨了轨道交通的廊道效应与城市土地利用,毛蒋兴、闫小培^[12]以广州大道为例探讨了城市交通干道对土地利用的廊道效应,王锡福等^[13]以南京为例,以 GIS 进行了城市轨道交通与土地复合利用研究,Vendemmi^[1]以意大利那不勒斯为例,分析了基础设施建设对区域发展的影响,Lakshmanan^[14]以斯里兰卡为例,剖析了公路对区域发展的影响。另一方面,从城市本身的作用机制出发,发展了一系列 GIS 的交通-土地利用模型,如 Johnston and de la Barra^[5]集成城市模型和 GIS 进行综合区域建模,Ewing and Bartholomew^[2]采用空间交互模型(Spatial Interaction Model)进行区域建模,Dakota^[15]以 GIS 结合城市增长模型进行区域分析。

本研究以盐城市域为研究区,利用遥感技术对多期遥感影像研究数据进行处理和解译,获取盐城市土地利用变化数据,结合 Model Builder 建模技术,以及多种 GIS 空间分析方法,进行快速、一站式

收稿日期:2012-09-11;修回日期:2012-12-03.

基金项目:河海大学中央高校基金(2009B00414),江苏省城市规划设计研究院协作课题。

作者简介:徐盼(1989-),女,江西抚州人,硕士研究生,主要从事地理信息系统和遥感研究。E-mail: xupan@x-gis.com.cn.

* 通讯作者:张晓祥(1979-),男,江苏南通人,博士,主要从事空间分析与建模、资源环境遥感研究。E-mail: xiaoxiang@hhu.edu.cn.

的土地利用变化分析。

2 研究区背景与数据源

2.1 研究区背景

盐城市位于江苏省沿海地区,北纬 $32.85^{\circ} \sim 34.20^{\circ}$ 、东经 $119.57^{\circ} \sim 120.45^{\circ}$ 之间,东临黄海。盐城市辖亭湖区、盐都区 2 区,大丰、东台 2 个县级市,以及响水、滨海、阜宁、射阳、建湖 5 个县,市域总面积 1.7 万 km^2 ,2010 年末全市户籍人口 816.2 万人,其中城镇人口 381.27 万人。

1990 年以前,盐城只有公路和内河运输,历史

上 204 国道是盐城市域内最重要的一条公路交通干线,盐城市域布局也基本上是沿着 204 国道展开,204 国道于 1997 年第一次改建,2010 年扩建,盐城境内 198km。1990 年以后特别是 2000 年以来,新长铁路盐城段、沈海高速盐城段的建设对盐城区域格局影响最为深远,新长铁路在盐城境内 104km,途经盐城几个城区,2002 年建成,2005 年开通运行;沈海高速盐城段约 152km,于 2006 年开放运行。图 1 所示为盐城市区位及主要交通干线示意图,G204 国道、G15 沈海高速、新长铁路基本上从南到北穿城而过。

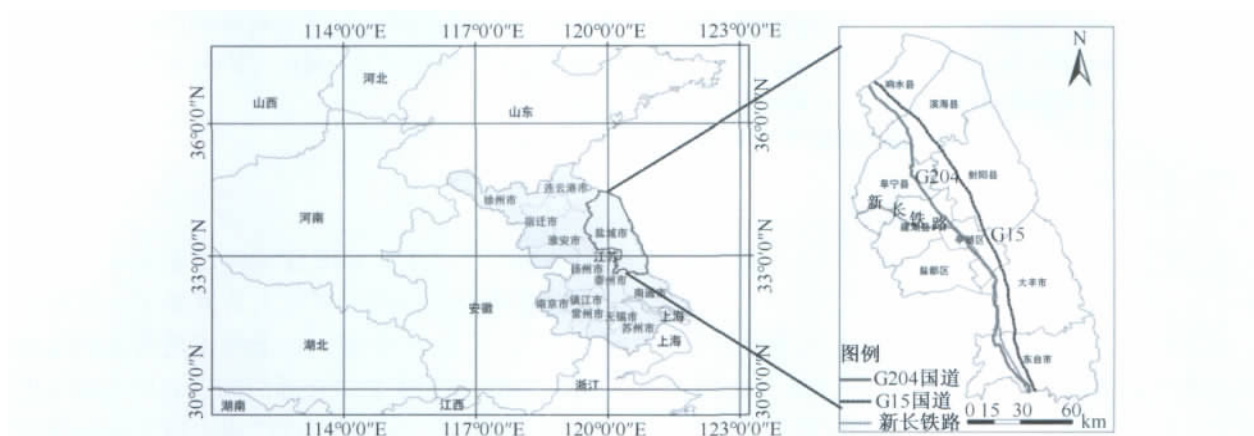


图 1 盐城市域分布

Fig. 1 General situation of Yancheng City

2.2 数据源

本研究的土地利用动态变化数据是根据盐城市 1990、2000、2010 年 3 期美国 Landsat TM 遥感影像分类结果获得。其他数据包括研究区 1:5 万的数字地形图,主要用于卫星图像几何校正。同时,本研究还采用 2009-2010 年间获取的 ALOS 遥感影像数据,主要用于遥感土地利用分类数据的信息验证。

本研究将盐城市 1990、2000、2010 年 3 个时期的 Landsat TM 遥感影像经过镶嵌处理,考虑研究区地物的特点,将盐城市遥感影像分为建设用地、农田、水域以及其他用地 4 类,其他用地包括未利用地以及不属于以上各类型的用地,进一步得到盐城市土地利用分类时序数据。

3 盐城市发展的交通影响空间分析

3.1 技术路线

图 2 为城市交通干线对城市发展影响的空间

分析研究技术路线图,包括影像分类、缓冲区分析、叠加分析、统计分析 4 部分。遥感分类是获取土地利用数据的关键环节,本研究首先采用最大似然法进行监督分类,并且结合 1:5 万地形图,以及其他辅助数据提高影像数据的分类精度。研究采用分层分类法,将明显能够分出来的类别掩膜剔除,降低分类像元的个数和光谱混淆;对难以区分的地类,单独提取,选择尽可能多的训练区,进行细分类;对于实在无法通过光谱差异分类的像元,参考 1:50 000 地形图及其他辅助图件,进行人机交互解译,通过划定矢量层,进行合理的归属,对分类结果进行优化,获得盐城市 3 期土地利用分类图。另外,考虑城市交通干线的特性并结合本研究的实际需求,获取 3 种交通干线的线状及点状缓冲区多边形,同时将缓冲区多边形与各期土地利用遥感分类图叠加分析以获取 3 类交通干线周边的土地利用时空数据;最后,结合统计分析方法分析交通建设对土地利用变化的影响。

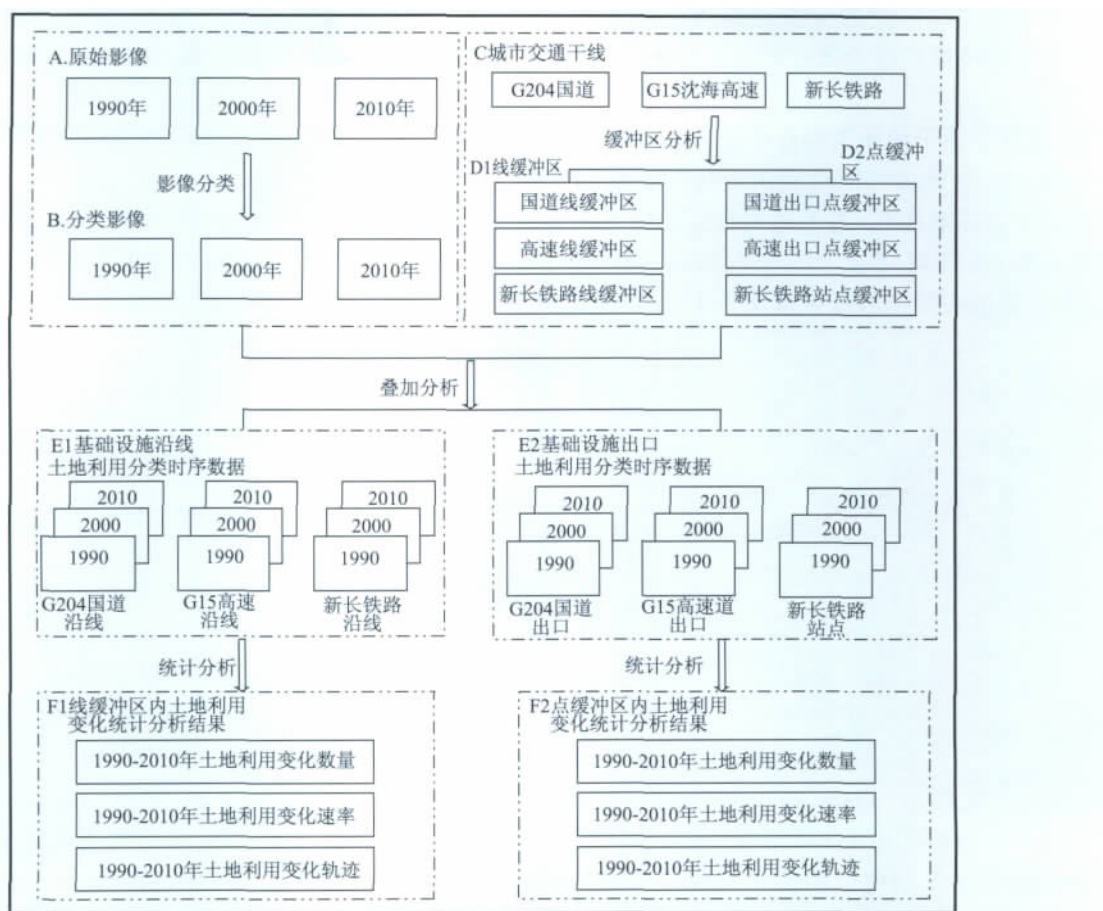


图 2 技术流程图

Fig. 2 Technology flow chart

本研究利用 Model Builder 对上述技术流程图进行了实现。Model Builder 是 ArcGIS、ERDAS、ENVI 等专业软件中自包含的、模型化的应用编辑器,是 ArcToolbox 中可以将地理处理任务链接起来的模型系统,由一系列进程组成,每个进程包含

一个蕴含了建模功能的工具 (Model), 输入数据 (Input) 和输出数据 (Output)。本研究根据上述技术路线,以 Model Builder 建模实现城市交通干线对土地利用影响变化的“所见即所得”的快速分析,具体建模过程如图 3 所示。

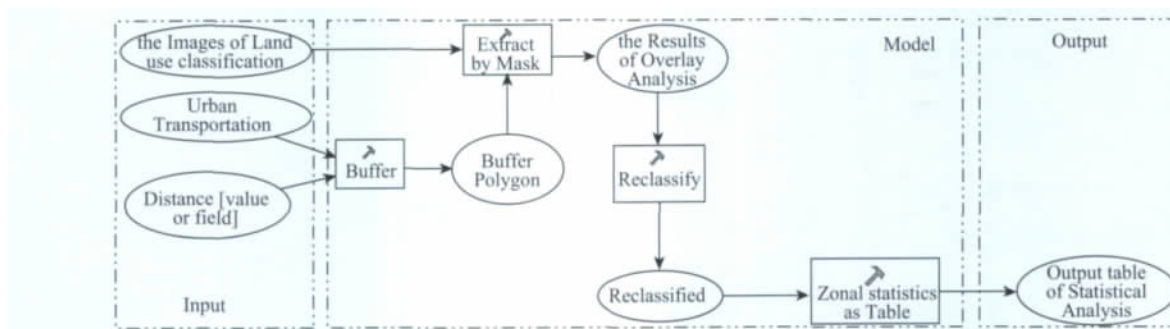


图 3 Model Builder 建模过程

Fig. 3 The Model Builder modeling procedure

根据上述 Model Builder 建模分析研究城市交通干线对城市区域发展的影响,由于影响具有区域

扩散衰减性,所以,对于每类交通干线都必须选取有效的、合理的影响范围,即缓冲区范围的选取,才

能更好地研究城市交通干线对城市区域发展的影响。下一节将重点讨论缓冲区范围的合理选取。

3.2 城市交通干线周围的合理缓冲区范围选取

城市交通干线对土地利用变化的影响随着距离的增加会逐渐递减,为了达到与实际情况接近的分析效果,需选取交通干线一定影响范围进行分析,本文根据实际需求及城市交通干线基础设施的

地理位置分析,按照上述 Model Builder 建模方法,选取城市交通干线沿线,以及出口周围合理的缓冲区研究范围。

(1)城市交通干线沿线周围合理缓冲区范围的选取

对 G204 国道、沈海高速、新长铁路沿线 10km 范围内每隔 1km 范围内进行土地利用变化分析,得到不同时期建设用地统计结果如图 4 所示。

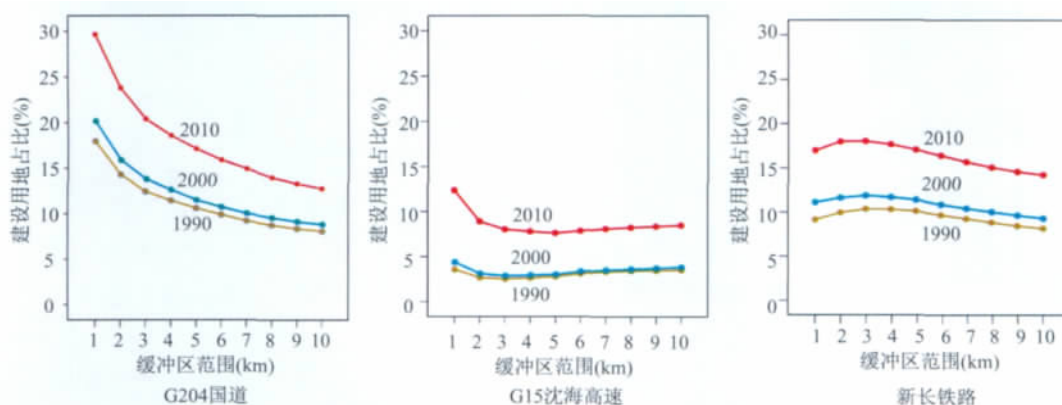


图 4 城市交通干线不同缓冲区建设用地占比情况(1990-2010)

Fig. 4 Construction land ratio in different buffer zones of various major roads (1990-2010)

从图 4 分析可知,G204 国道 10km 范围内由近及远每隔 1km 3 期建设用地的面积占总面积的比例逐渐减少,但是,从 5km 范围开始,建设用地占比减少的趋势逐渐变缓;沈海高速 10km 范围内由近及远 3 期建设用地占比开始降低,而从 5km 范围开始,建设用地占比开始逐渐缓慢增加;新长铁路 10km 范围内由近及远每隔 1km 3 期建设用地的面积占总面积比例开始缓慢增加,但是从 5km 范围左右由开始的缓慢变化到逐渐减少,所以,根据这些分析结果得出,城市交通干线沿线 10 个缓冲区范围中 5km 缓冲区范围是与实际情况比较接近的具

有代表性的研究范围,本研究将对城市交通干线基础设施沿线 5km 缓冲区范围进行土地利用变化分析。

(2)城市交通干线出口、站点周围合理缓冲区范围的选取

由于城市交通干线出口、站点的地理位置不同,本文对 G204 国道新兴收费站出口、沈海高速盐城东出口、新长铁路盐城站周围 15km 的范围,从 5km 开始每隔 1km 缓冲区范围内进行土地利用变化分析,得到不同时期建设用地的统计数据,结果如图 5 所示。

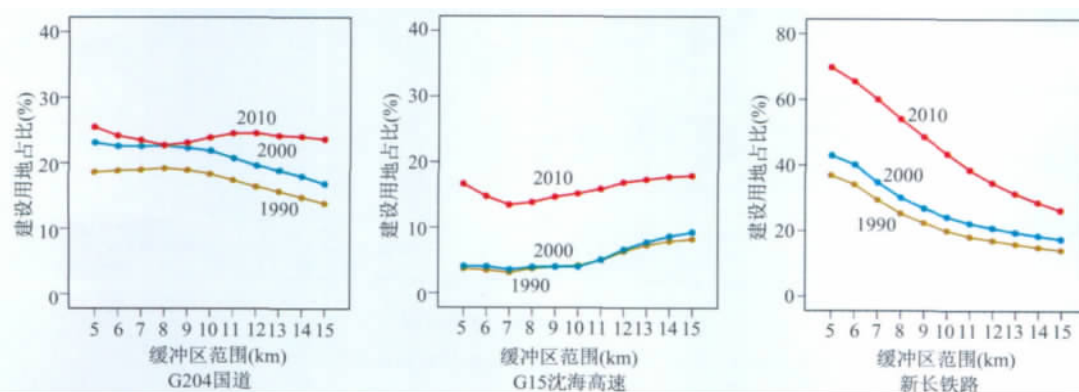


图 5 城市交通干线出口不同缓冲区建设用地占比情况(1990-2010)

Fig. 5 Construction land ratio in different buffer zones of various major road exits (1990-2010)

从图 5 分析可知,G204 国道新兴收费站 15km 范围内由近及远每隔 1km 三期建设用地明显,1990-2000 年开始增加,但是,在 10km 左右缓冲区内建设用地占比开始明显减少,而 2010 年的建设用地则是先减少后增加,从 10km 缓冲区开始增减缓慢;沈海高速盐城东出口 15km 范围内由近及远三期建设用地占比开始缓慢增加,但是,从 10km 范围开始,建设用地占比增加得比较明显;新长铁路盐城站 15km 范围内由近及远每隔 1km 三期建设用地的面积占总面积比例开始减少得很快,但是从 10km 范围左右开始减少逐渐缓慢,所以,根据这些分析结果得出,城市交通干线出口、站点周围 11 个缓冲区范围中 10km 缓冲区范围是与实际情况比较接近的具有代表性的研究范围,本研究将对城市交通干线基础设施出口、站点周围 10km 缓冲区范围进行土地利用变化分析。

3.3 城市交通干线对盐城市发展的影响分析

3.3.1 缓冲区城市空间格局分析

为计算方便,对 204 国道、沈海高速、新长铁路沿线双侧都采取 5km 的缓冲区范围进行研究;另

外,选取以 204 国道上新兴收费站出口、沈海高速盐城东出口、新长铁路盐城站等特征点为中心,分别建立其周围 10km 缓冲区范围,获取不同交通干线影响下的土地利用空间分布格局。

如图 6 所示分别为 204 国道、沈海高速、新长铁路研究范围内叠加分析后不同时期土地利用空间分布格局。

如图 7 所示,分别为 204 国道新兴收费站出口、沈海高速盐城东出口、新长铁路盐城站 10km 缓冲区范围内叠加分析后不同时期的空间分布格局。

3.3.2 交通干线对土地利用影响的统计分析

根据盐城市交通干线对土地利用影响的空间分布情况,可统计计算得到相应缓冲区范围内不同时期 4 种土地类型的面积情况,以及 4 种土地类型分别占总面积的比例。表 1 为 204 国道、沈海高速、新长铁路沿线 5km 缓冲区范围内的 3 期土地利用类型的面积统计结果以及不同类型土地占总面积的比例情况;表 2 为 204 国道新兴收费站出口、沈海高速盐城东出口、新长铁路盐城站周围 10km 缓冲区范围内的 3 期土地利用类型的面积统计结果,以及不同类型土地占总面积的比例情况。

表 1 不同交通干线对沿线土地利用产生影响的统计分析(1990-2010)

Tab.1 Land use statistics of different major roads (1990-2010)

土地利用类型		204 国道两侧缓冲区 5km 范围内的土地利用面积			沈海高速两侧缓冲区 5km 范围内的土地利用面积			新长铁路两侧缓冲区 5km 范围内的土地利用面积		
		1990 年	2000 年	2010 年	1990 年	2000 年	2010 年	1990 年	2000 年	2010 年
建设用地	面积(km ²)	186.43	202.75	301.02	49.35	53.59	135.05	145.51	164.36	245.30
	比例(%)	10.59	11.52	17.09	2.77	3.01	7.58	10.12	11.42	17.05
农田	面积(km ²)	1440.33	1433.84	1351.84	1651.94	1656.63	1587.43	1189.48	1181.34	1120.20
	比例(%)	81.83	81.44	76.77	92.75	93.04	89.14	82.71	82.11	77.84
水域	面积(km ²)	114.22	114.16	106.94	67.24	63.03	57.44	94.92	89.36	73.15
	比例(%)	6.49	6.48	6.07	3.78	3.54	3.23	6.60	6.21	5.08
其他用地	面积(km ²)	19.21	9.93	1.14	12.50	7.27	0.99	8.21	3.70	0.48
	比例(%)	1.09	0.56	0.06	0.70	0.41	0.06	0.57	0.26	0.03

以建设用地为例,由表 1 和表 2 分析可知:因盐城主要公路网络中 G204 国道修建比较早,而沈海高速则是相对较晚开始实施运行,从 20 世纪 90 年代以来,G204 国道沿线 5km 范围内的建设用地占比一直最大,到 2010 年建设用地面积已达 301.02km²。G204 国道、G15 沈海高速、新长铁路沿线的建设用地近 20 年来都一直处于增长的趋

势,且沿线 5km 范围内 2010 年比 1990 年增加 100km² 左右。G204 国道、G15 沈海高速、新长铁路不同出口的 10km 范围内建设用地也一直处于增长趋势,以新长铁路盐城站变化最为明显,这主要与有关工业企业向这座新建的火车站集聚的效应有关。

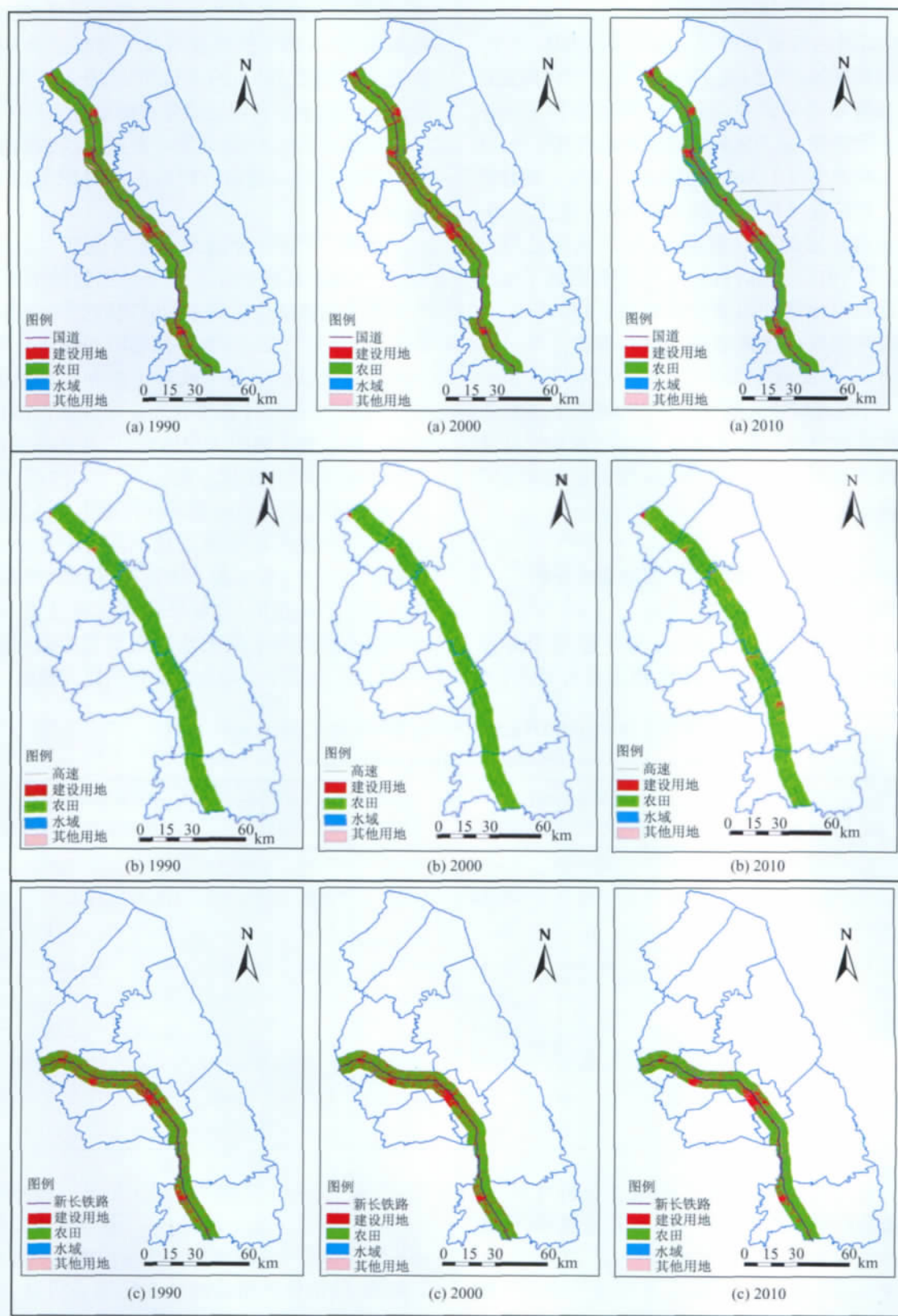


图 6 不同城市交通干线 5km 缓冲区内建设用地变化(1990-2010 年)(a)G 204 国道;(b)沈海高速;(c)新长铁路

Fig. 6 Distribution pattern of construction land within 5km buffer zones along major roads (1990-2010)

(a) G204 Road; (b) G15 Shenhai Highway; (c) Xinchang Railway

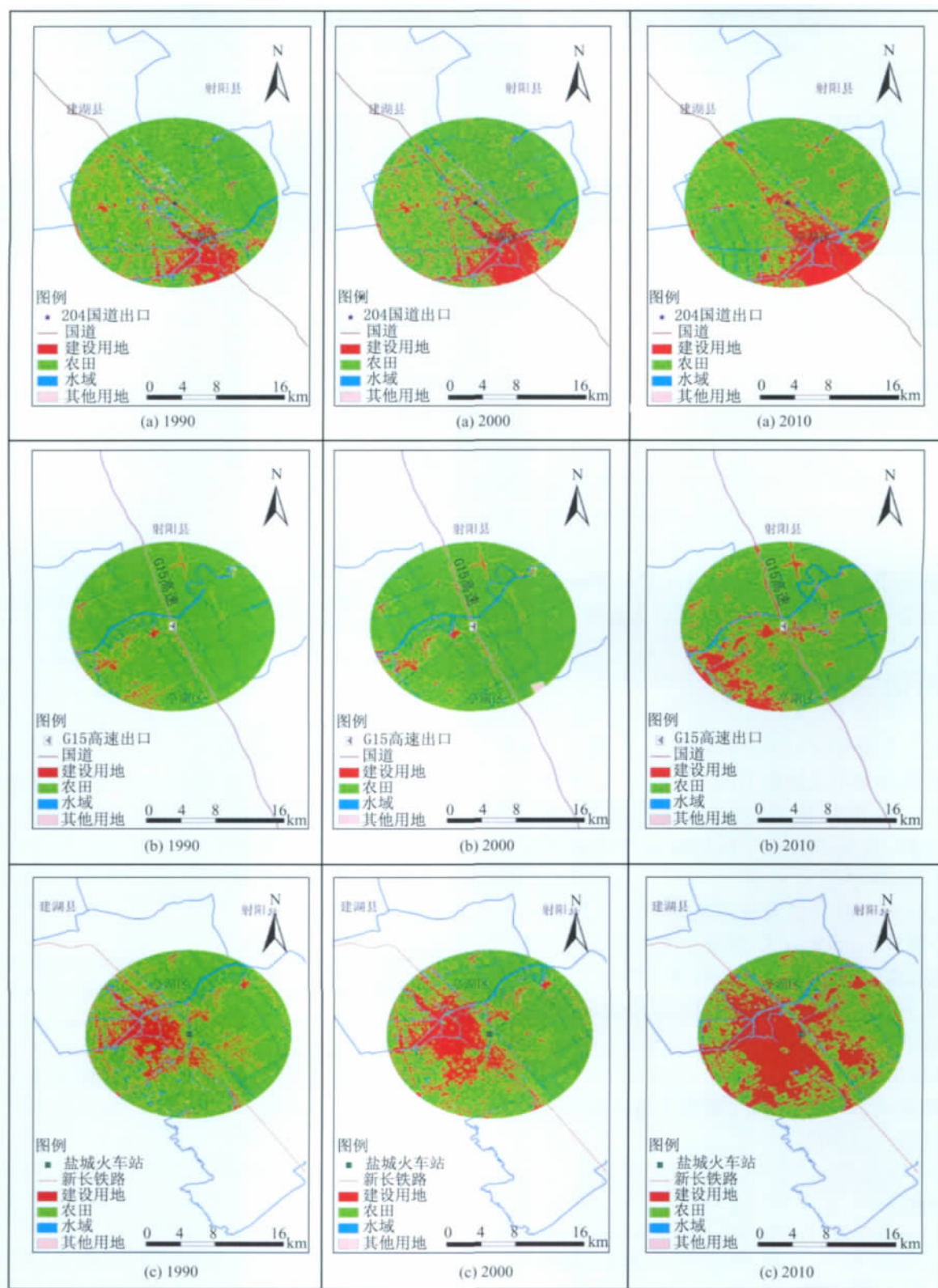


图 7 不同城市交通干线出口 10km 缓冲区内建设用地变化(1990-2010 年)

(a)204 国道新兴收费站出口;(b)G15 盐城东出口;(c)为铁路盐城站 10km 缓冲区内建设用地情况

Fig. 7 Distribution pattern of construction land within 5km buffer zones along differt manjor road exits(1990-2010).

(a) Xinxing Exit of G204 Road; (b) Yancheng East Exit of G15 Shenghai Highway; (c) Yancheng Station of Xinchang Railway

表 2 不同时期不同交通干线出口对周围土地利用产生影响的统计分析(1990-2010)

Tab. 2 Land use statistics of different exits along the major roads (1990-2010)

土地利用类型		204 国道新兴收费站出口 10km 缓冲区内土地利用面积			沈海高速盐城东出口 10km 缓冲区内土地利用面积			新长铁路盐城站 10km 缓冲区内土地利用面积		
		1990 年	2000 年	2010 年	1990 年	2000 年	2010 年	1990 年	2000 年	2010 年
建设用地	面积(km ²)	57.59	68.66	74.92	12.28	12.73	47.67	63.02	76.61	136.38
	比例(%)	18.33	21.87	23.86	3.91	4.05	15.18	20.07	24.40	43.43
农田	面积(km ²)	231.52	223.61	225.08	285.72	282.11	251.46	227.31	217.32	164.63
	比例(%)	73.71	71.21	71.69	90.98	89.86	80.07	72.40	69.20	52.42
水域	面积(km ²)	22.91	20.57	13.94	15.38	17.47	14.77	22.23	19.23	12.89
	比例(%)	7.29	6.55	4.44	4.90	5.56	4.70	7.08	6.12	4.11
其他用地	面积(km ²)	2.09	1.16	0.03	0.65	1.65	0.14	1.39	0.89	0.15
	比例(%)	0.67	0.37	0.01	0.21	0.52	0.04	0.44	0.28	0.05

纵观盐城市近 20 年的发展,不管是交通沿线还是出口周围,2000 年至 2010 年的发展相较于前 10 年,近 10 年的变化速度比较快,而城市交通干线大多建成于 1995 年之后,这也从另一方面说明了城市交通干线对周围土地利用的巨大影响。

4 结语

(1) 本研究以 Model Builder 技术,建立了城市交通干线对城市发展影响的计算模型;运用合理选取缓冲区的方法,对多种缓冲区进行比较分析,优选其半径,使城市交通干线的影响变化更符合实际,更具研究价值。

(2) 交通引导型发展策略对城市发展影响巨大,特别是 2000 年以来,国家加大交通基础设施建设力度,高速公路、铁路建设投资不断加大,原有公路拓宽升级城镇化进程加快,促进了沿线城镇的迅速发展。但是,本研究把盐城市作为一个封闭区域,将城市交通干线抽离出来,忽略盐城市域其他公路的影响,只分析了城市重大交通基础设施的影响,有一定的局限性。

参考文献:

- [1] Vendemmia B. Big infrastructures effects on local developments: The case of Naples Metropolitan Area[J]. *Territorio Mobilità e Ambiente-TeMALab*, 2011, 4(3): 87-99.
- [2] Ewing R, Bartholomew K. Comparing land use forecasting methods: Expert panel versus spatial interaction model [J]. *Journal of the American Planning Association*,

tion, 2009, 75(3):343-357.

- [3] Penfold A. Urban growth and transportation[J]. *The Town Planning Review*, 2012, 41(2):103-120.
- [4] Jin F J, Ding J X, Wang J E, *et al.* Transportation development transition in China[J]. *Chinese Geographical Science*, 2012, 22(3):319-333.
- [5] Johnston R, de la Barra T. Comprehensive regional modeling for long\| range planning: Linking integrated urban models and geographic information systems [J]. *Transportation Research Part A*, 2000, 34: 125-136.
- [6] 周素红, 闫小培. 城市交通与土地利用关系研究的进展 [J]. *规划师*, 2005, 3(21):58-62.
- [7] Shaw S L, Xin X. Integrated land use and transportation interaction: a temporal GIS exploratory data analysis approach [J]. *Journal of Transport Geography*, 2003, 11:103-115.
- [8] Bartholomew K, Ewing R. Land use-transportation scenarios and future vehicle travel and land consumption: A meta-analysis [J]. *Journal of the American Planning Association*, 2009, 75(1):13-27.
- [9] Heikkila E J. GIS is dead; long live GIS! *Journal of the American Planning Association*, 1998, 64(3): 350-360.
- [10] Ewing R. Tipping points: Fifty years of JAPA special transport issues [J]. *Journal of the American Planning Association*, 2006, 72(3):269-273.
- [11] 周俊, 徐建刚. 轨道交通的廊道效应与城市土地利用分析——以上海市轨道明珠线(一期)为例[J]. *城市轨道交通研究*, 2002(1):77-81.
- [12] 毛蒋兴, 闫小培. 城市交通干道对土地利用的廊道效应研究——以广州大道为例[J]. *地理与地理信息科学*, 2005, 3(25):353-360.

- [13] 王锡福,徐建刚,李扬帆. 基于 GIS 的城市轨道交通与土地复合利用研究[J]. 城市发展研究, 2004, 4(12): 53-62.
- [14] Lakshmanan T R. Highway-induced development: Evidence from Sri Lanka[J]. World Development, 2008, 36(11): 2371-2389.
- [15] Dakota B. Application of high-speed rail urban growth scenarios, using the UPlan Urban Growth Model in Victorville, California [M]. UMI,1484016.

Urban Transportation Infrastructure and Its Effects on Regional Development in Yancheng: A Spatial Analysis Perspective

XU Pan¹, ZHANG Xiaoxiang¹, YAN Wangbo¹, TANG Chunfeng^{2,3}, SHEN Xiang^{2,3} and MEI Dandan¹

(1. *Institute of Geographical Information Science and Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China;*

2. *Jiangsu Institute of Urban Planning and Design, Nanjing 210036, China;*

3. *Jiangsu Institute of Urban Transport Planning, Nanjing 210036, China*)

Abstract: Transportation and land use is an interactive dynamic process. Urban and regional development is greatly affected by the transportation infrastructure. Transportation-induced development plays an important role on the regional development and urban planning. Quatitative assessment of urban transportation infrastructure and its effects on regional development is essential to promote future urban planning and sustainable development. Yancheng, a coastal city in Jiangsu Province of China, is chosen as the study area. A research framework is developed to evaluate the spatial effects of transportation-induced development in Yancheng over the past 20 years. Firstly, series of land use mapping based on the 1990, 2000, 2010 Landsat TM images classification are acquired through data pre-processing and image classification. Secondly, buffer analysis based on lines and points with the proposed distances are implemented on different transportation infrastructure such as G204 Road, G15 Shenghai Highway and Xinchang Railway. Thirdly, the spatio-temporal change in land use in the proposed buffer zones along the major roads and surrounding their major exits are acquired through the overlay analysis. Fourth and Finally, the statistical analysis are performed to obtain the major urban transportaion infrastructure and its effects on the surrounding land use. In the technical work, a geoprocessing model is developed to evaluate the major road impacts on the urban and regional development based on Model Builder moduler. Such a geoprocessing model can effectivelly used to select the optimal buffer distance around a line or a point. The follow-up calculation and analysis are based on the proposed buffer anlysis. In this study, the best buffer distance along the major roads is 5km in both sides, and the best buffer distance surrounding the exits of major roads is 10km. The results show that such a spatial analysis perspective is a novel way to evaluate the transportation-induced urban and regional development. The land use type from cropland to construction land along the major roads is changed rapidly, especially since 2000. The cumulative land use change is very significant along the major roads, particularly along the new-built G15 Shenghai Highway.

Key words: transportation-induced development; land use; transporation; urban expantion; GIS; Model Builder; Yancheng City