

城市土地利用与城市交通协调关系评价

——以重庆市主城区为例^①

田 恬¹, 谷达华¹, 牛德利^{2,3}, 付万年⁴

1. 西南大学 资源环境学院, 重庆 400715; 2. 重庆市国土资源和房屋勘测规划院, 重庆 400020;
3. 国土资源部土地利用重点实验室重庆研究中心, 重庆 400020; 4. 新疆农业大学 管理学院, 乌鲁木齐 830002

摘要:近年来,土地利用与城市交通的协调关系在土地管理、城市规划及经济学等方面的重要性日益凸显,成为研究城市发展不可或缺的领域.本研究以重庆市主城区土地利用与城市交通间关系为研究对象建立评价指标体系,通过数据包络分析模型,计算 2003—2016 年重庆市主城区土地利用与城市交通的协调程度,分析影响两者协调发展的因素状况及内在规律.研究表明:①重庆市主城区土地利用与城市交通经过了协调—较不协调—相对协调的变化过程.②影响土地利用与城市交通的主要因素有就业岗位与居住人口比、人口密度、公交分担率、土地投入不足等.

关键词:城市交通;土地利用;协调关系;DEA 模型

中图分类号: F572.88; TU984.191

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2019)07-0096-09

目前,很多城市中心城区用地已饱和,政府为了继续扩大城市发展,以“摊大饼”的形式向中心城区四周扩张,私家车使用率随之不断提高,城市道路上交通设施的供给与交通需求之间的矛盾更加突出,造成了严重的道路拥堵和环境恶化.另一方面,土地是城市交通的载体,为了满足其发展需要,土地不断扩大供给用于交通基础设施建设.研究土地利用与城市交通两者之间的协调关系,能缓解供需矛盾,有利于将城市交通和土地利用进行合理规划,构建良好的城市空间组织,缓解交通问题,提高土地利用效率,促进城市的可持续发展.

国内外学者对土地利用与城市交通之间的关系进行了大量的理论和模型研究,取得了丰硕的成果^[1-4].学者最初是把土地利用和城市交通看成是两个独立的个体进行研究^[5],或者只研究单一的城市交通用地对土地利用特征的影响^[6].而后,开始研究两者的相互作用及其作用机制,如有学者研究土地使用和交通系统的交互关系^[7];有学者将模型用于空间模拟,选择土地利用与交通整合的最优方案^[8-10].随着研究的深入,学者开始把重心转移到研究两者的协调关系上,评价现有的土地利用和城市交通模式是否合理^[11-13];也有学者建立土地利用与城市交通的一体化模型,从整体的角度研究两者的协调关系^[14-15].如今,越来越多的学者倡导 TOD(Transit-Oriented Development)模式与土地利用一体化结合,发展公共交通与集约式土地利用,摒弃土地细化单一的开发模式,提高土地的综合利用率,形成

① 收稿日期: 2018-01-21

基金项目: 国家自然科学基金项目(41161140352); 国土资源部公益性行业科研专项经费资助项目(201311006).

作者简介: 田 恬(1993-),女,硕士研究生,主要从事不动产估价、土地信息系统研究.

通信作者: 谷达华,教授,硕士研究生导师.

适合公共交通发展的土地利用结构。TOD 模式极大地缩短了出行距离,能够有效缓解城市交通问题,是土地利用与城市交通相结合产生综合效益最佳的发展模式^[16-17]。

通过对比文献可发现,国外学者主要通过建模以及构建 TOD 社区研究土地利用与城市交通的协调关系;国内学者主要以研究理论为主,例如城市交通承载力理论、土地集约利用理论、耦合度理论、城市规模理论等,所进行的实证研究大多选择北京、上海、广州、深圳等经济发达地区,对西部城市如成都、重庆等研究略显不足,由于城市规模的差异所导致的土地利用和城市交通的分异,所以指标的选择略有不同,重庆作为全国交通的主要典型代表,应加强对其理论和实践的相关研究。此外,随着我国城市化的发展,大部分学者研究侧重于城市交通线对沿线房价地价的影响,忽视了对土地空间布局与利用的研究。本研究以重庆市主城区土地高密度利用为视角,结合当前的发展现状及影响因素,选取评价指标,对重庆市主城区土地利用和城市交通协调关系进行科学评价,为重庆市主城区土地利用动态监管、规划计划管理和发展方向提供政策导向。

1 研究区概况

本研究以重庆市主城九区为研究对象,重庆市主城区是重庆市的政治、经济、文化中心,坐落于中梁山和铜锣山之间的丘陵地带,面积为 5 472.68 km²。由于特殊的地形,土地利用结构以“自由式”为主,具体土地利用模式如图 1 所示。随着城市化进程加快,城市用地总量不断增加,建成区范围不断扩大,但是城市用地依然紧张。重庆自 1997 年直辖以来,20 年间土地利用变化率较快,年均变化率为 3.32%,其中主城区建设用地面积增加了 18 306.29 hm²,未利用地面积减少了 8 991.18 hm²,这说明土地利用强度和开发强度都在不断提高。其中,建设用地中的交通运输用地的变化较大,达到 11.74%,主城区与地形

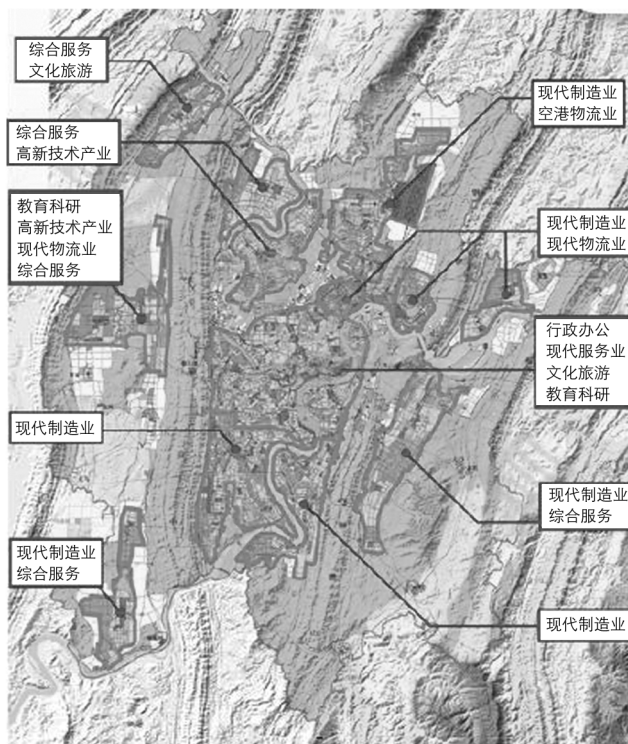


图 1 重庆主城区土地利用主要职能分布图

相对应,城市交通也为自由式道路网络布局。目前主城区共有公交客运车辆 8 700 辆,公交线路 510 条,线路重叠系数较大。截至 2016 年 12 月,重庆运行轨道交通有 1、2、3(含空港线)、6(含国博线)号线共 4 条线路,总里程 213.19 km,位居中国第六,中西部第一。根据《重庆市城乡总体规划》,至 2050 年,主城区预计建成城市轨道交通线路约 780 km,轨道交通占机动化出行比例为 45%,占公交出行比例为 60%。

2 研究方法 with 数据处理

2.1 研究方法 with 模型

在评价方法的选择上,主要有离散选择模型^[7]、土地使用优化系统模型^[8]、Logit 模型^[18]、GIS 空间分析模型^[19-21]等。此外,还有一些学者将方法进行整合,结合复合系统理论,将数据包络分析和模糊数学相结合,构建城市交通承载力理论与评价模型来测度土地使用与交通协调程度^[22-23]。本研究选择数据包络分析方法,该方法不需要对输入输出指标进行预处理,也不需要事先进行指标赋值,较为客观。该方法通过

建立评价规模有效和技术有效的 CCR 模型,对 DMU 的有效性进行判断,可以分析无效决策单元的产生原因,提出合理化建议。另外,该模型的数据结果可以显示影响因素的累计值,更好地诠释影响土地利用系统与城市交通系统的关键因素。

DEA 模型 CCR: 假设有 n 个具有可比性的决策单元 DMU, 每个 DMU 都有 m 种类型的投入, 以及 s 种类型的产出。其中 x_{ij} 为 DMU _{j} 对第 i 种投入的数量, $x_{ij} > 0$; y_{rj} 为 DMU _{j} 对第 r 种产出的数量; v_i 为对第 i 种投入的重要性的权重; u_r 为对第 r 种产出的重要性的权重^[24]。

令 $\epsilon > 0$ 是一个非阿基米德无穷小量, 借助该概念和方法, 考虑有非阿基米德无穷小量 ϵ 的 DEA 模型:

$$\begin{cases} \max u^T y_0 \\ w^T x_j - u^T y_j \geq 0, j = 1, \dots, n, n w^T x_0 = 1 \\ w \geq \epsilon e, u \geq \epsilon e \end{cases} \quad (1)$$

将式(1)进行 Charness-Cooper 变换, 得到:

$$\begin{cases} \min [\theta - \epsilon(e^T s^- + e^T s^+)] \\ \sum_{j=1}^n x_j \lambda_j + s^- = \theta x_0 \\ \sum_{j=1}^n y_j \lambda_j - s^+ = y_0 \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, \dots, n \\ s^+ \geq 0, s^- \geq 0 \end{cases} \quad (2)$$

式中: θ 为城市交通与土地利用的协调发展指数; ϵ 为非阿基米德无穷小量, ϵ 是一个比任何正数都小的正数; s^- 为输入项的松弛变量; s^+ 为输出项的松弛变量。

该模型的最优解为 $\theta^0, \lambda_j^0 (j = 1, \dots, n, s^{0+}, s^{0-})$, 由非阿基米德无穷小 ϵ 的定理可知有以下 3 种情况: 若 $\theta^0 < 1$, 则 DMU _{j_0} 不为弱 DEA 有效; 若 $\theta^0 = 1, e^T s^{0-} + e^T s^{0+} > 0$, 则 DMU _{j_0} 为 DEA 有效; 若 $\theta^0 = 1, e^T s^{0-} + e^T s^{0+} > 0$, 则 DMU _{j_0} 仅为弱 DEA 有效。

2.2 指标因子影响力

为了分析每一个指标对土地利用系统和城市交通系统协调程度的影响力, 需对模型的结果进行二次计算:

$$\begin{aligned} S_j(i) &= \frac{\theta_j(D) - \theta_j(D^i)}{\theta_j(D)} \\ S'_j(i) &= \frac{\theta'_j(D) - \theta'_j(D^i)}{\theta'_j(D)} \end{aligned} \quad (3)$$

式中: $S_j(i)$ 为某个指标对土地利用系统的影响力; $S'_j(i)$ 为某个指标对城市交通系统的影响力; $\theta_j(D)$, $\theta'_j(D)$ 为第 j 个决策单元在指标集 D 下的协调指数; $\theta_j(D_i)$, $\theta'_j(D_i)$ 为第 j 个决策单元在指标集 D^i 下的协调指数。

2.3 数据来源

本研究选取重庆市主城区 2003—2016 年的人口数据、土地利用数据、交通数据等作为基本分析单元, 构建土地利用评价系统和城市交通评价系统。原始数据来源于 2003—2016 年重庆市统计年鉴、重庆市交通规划院发布的重庆市主城区交通发展年度报告。

2.4 评价指标选取

根据郭源园等^[4]对比国内外城市土地利用与城市交通的协调度指标, 通过表 1 可以看出 4 个典型指

标体系的城市交通指标差别较大,但是选择的土地利用指标较为接近,其中选择较多的有人口密度、土地利用规模、土地利用布局等.着重介绍几个重要的指标:1) 公交分担率,是指公共交通占总出行量的比率,这是衡量城市交通结构是否合理的重要指标;2) 居民出行距离,这一指标可以影响交通运输业的发展;3) 机动车保有量,这一指标可反映出私家车的使用强度,是解决城市拥堵问题的重要指标之一;4) 人口密度,是一个既具有地理意义又包含经济意义的指标,可反映出人口对土地资源的压力大小;5) 土地利用密度,这一指标可体现土地利用结构和土地利用类型是否高效.

表 1 典型模型指标体系

	城市交通指标	土地利用指标
DEA 模型	公交客运量、公交承担率、常规公交运营里程、轨道交通运营里程、人均出行距离	平均人口密度、交通用地面积、就业岗位与居住人口比
序参量评价模型	人均道路面积、交通设施投资、占当年财政支出的比例、机动车拥有量	土地利用面积、土地利用密度、土地利用多样化指数
距离协调度模型	道路网络长度、城市交通长度、交通运输工具数量	土地利用密度(人口密度)、土地利用规模(城市建成区面积)、土地利用布局(土地利用混合度系数、均衡度系数、优势度系数)
Fuzzy-AHP 模型	道路用地面积、城市线路长度、高峰时段公共交通比例、机动车拥有量	土地利用规模(居住用地面积)、土地利用密度(人口密度和就业密度)、土地利用布局(多样化指数、优势度指数和均匀度指数)

注:资料来自于参考文献[4].

笔者在选择城市交通指标上主要考虑到重庆市作为山地城市,居民的出行方式和出行时间有一定特殊性,选择的土地利用指标必须要能反映出重庆市主城区人口集聚、土地混合利用程度的特点,并能够与居民的出行时间和距离结合起来的指标,因此本研究选取了两类共 8 个指标,如表 2 所示.

表 2 城市交通与土地利用协调性评价指标

	指 标	解 释
土地利用评价指标	交通用地面积(X_1)	土地利用规划对交通系统是否合理
	非居住用地面积(X_2)	土地混合利用程度
	人口密度(X_3)	高效利用土地资源,避免土地低密度开发
	就业岗位与居住人口比(X_4)	职住分离程度
城市交通评价指标	人均出行距离(Y_1)	居民的行程远近和出行方式
	公交分担率(Y_2)	鼓励居民出行乘坐公共交通,减少使用私人汽车
	轨道交通运营里程(Y_3)	轨道交通的供给能力
	平均换乘时间(Y_4)	城市交通与其他交通的换乘时间

3 实证分析

根据指标选择的弱相关性原则,需对城市交通评价指标和土地利用指标进行相关系数检验.经检验,两指标相关系数为 0.533(相关系数绝对值大于 0.7 为强相关),故指标选取较为合理.

启动 DEA-SOLVER 软件,运用 CCR 模型,得到土地利用对城市交通协调发展指数 θ 和城市交通系统对土地利用协调指数 θ' ,将数据整理后得到表 3.

表 3 CCR 模型评价结果

年份	协调发展指数	初始结果	去 X_1	去 X_2	去 X_3	去 X_4	去 Y_1	去 Y_2	去 Y_3	去 Y_4
2003	θ	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	θ'	0.973	0.968	0.923	0.972	0.966	0.964	0.962	0.890	0.969
2004	θ	1.000	1.000	1.000	0.965	0.949	0.935	1.000	0.941	0.983
	θ'	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2005	θ	1.000	0.981	0.978	0.942	0.947	0.950	0.913	0.919	0.983
	θ'	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2006	θ	0.986	0.903	0.923	0.909	0.910	0.892	0.911	0.924	0.976
	θ'	1.000	0.877	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2007	θ	0.929	0.926	0.925	0.912	0.907	0.922	0.921	0.916	0.905
	θ'	1.000	0.970	1.000	1.000	0.998	0.993	0.995	0.929	1.000
2008	θ	0.899	0.894	0.881	0.803	0.865	0.879	0.808	0.888	0.860
	θ'	0.924	0.801	0.923	0.919	0.922	0.919	0.877	0.821	0.921
2009	θ	0.936	0.932	0.901	0.835	0.796	0.775	0.933	0.931	0.851
	θ'	0.897	0.820	0.895	0.855	0.887	0.893	0.857	0.808	0.893
2010	θ	0.801	0.778	0.745	0.796	0.722	0.665	0.726	0.796	0.709
	θ'	0.830	0.713	0.824	0.730	0.829	0.825	0.648	0.713	0.796
2011	θ	0.715	0.713	0.703	0.711	0.658	0.616	0.712	0.705	0.681
	θ'	0.809	0.709	0.730	0.802	0.805	0.801	0.709	0.547	0.613
2012	θ	0.790	0.773	0.761	0.749	0.719	0.722	0.733	0.689	0.572
	θ'	0.672	0.610	0.670	0.615	0.664	0.671	0.624	0.648	0.664
2013	θ	0.925	0.921	0.822	0.907	0.779	0.924	0.829	0.849	0.753
	θ'	0.898	0.761	0.739	0.814	0.894	0.844	0.745	0.878	0.894
2014	θ	0.917	0.903	0.914	0.906	0.791	0.877	0.827	0.802	0.771
	θ'	0.982	0.802	0.981	0.982	0.812	0.769	0.758	0.856	0.904
2015	θ	0.993	0.971	0.857	0.665	0.947	0.664	0.733	0.987	0.953
	θ'	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2016	θ	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	θ'	0.959	0.857	0.931	0.929	0.946	0.902	0.938	0.950	0.943

从表 3 反映出 2003—2016 年重庆市主城区土地利用与城市交通间的关系有较强的规律性。2003—2007 年协调程度相对较好,协调指数较高,且出现双向 DEA 有效;2008—2014 年两者发展相对不协调,相对协调指数均小于 1,没有实现单项 DEA 有效和双向 DEA 有效;2015—2016 年实现单项 DEA 有效,2015 年开始两者有变协调的趋势,具体阐述如下:

2003 年城市交通对土地利用的协调指数为 0.973,协调指数较高但未能达到 1,没有实现单项 DEA 有效。2003 年两者未实现有效协调发展,原因是常规公交运营里程不足,公交基础设施有待完善。重庆市政府为改善公共交通不完善的现状,在 2003 年开始启动区县公路联网建设和村镇公路建设,不断完善交通服务能力。

2004 年和 2005 年两者实现了双向 DEA 有效,协调指数达到了 1,说明这两年两者的协调性最好。这两年间,各项交通建设趋于完善,相关交通设施范围内的建设用地合理利用,两者协调性较好。

2006 年以及 2007 年土地利用对城市交通的相对协调指数分别为 0.986 和 0.929,处于较高的水平。但是,这两年只实现了单项 DEA 有效,未实现双向有效。交通建设完善之后,政府开始对交通用地周围的土地例如建设用地、住宅用地、绿地等进行相关设施配套建设,土地利用对城市交通协调指数未到达 1 也是

在可以理解的范围之内.

2008 年和 2009 年土地利用对城市交通的相对协调指数分别为 0.899 和 0.936, 虽然指数较高, 但未达到 1, 城市交通对土地利用的相对协调指数也未达到 1, 说明两者在 2008 年开始出现不协调的趋势.

2010—2014 年这 5 年土地利用对城市交通的相对协调指数分别为 0.801,0.715,0.790,0.925,0.917, 水平都处于低值; 在 2010—2014 年这 5 年中城市交通对土地利用的协调性水平处于不稳定状态, 2012 年出现最低值 0.672, 2014 年较高为 0.982. 造成这 5 年两者不协调的原因有两个: 一是小汽车保有量的增加, 2012 年、2013 年和 2014 年这 3 年重庆市的小汽车保有量猛增, 特别是 2013 年拥有汽车总量 399.8 万辆, 一年之内猛增 70 万辆跃居全国第二仅次于北京, 导致公共交通建设步伐逐步放慢, 公交分担率低; 二是就业岗位与居住人口之比偏低, 伴随着重庆市主城九区经济快速发展, 吸引了大量的就业人口, 中心城区房价随之增长. 为规避主城区中心地带高房价压力, 部分居民选择城镇郊区购房居住, 导致就业岗位与居住地分离, 形成钟摆式交通.

2015 年和 2016 年分别实现了单项 DEA 有效, 2015 年时城市交通对土地利用的协调指数为 1, 2016 年则相反, 土地利用对城市交通的相对协调指数为 1, 说明两者有向变协调的方向发展. 但是, 这两年就业岗位与居住人口之比偏低仍然是两者不协调的主要原因, CBD 模式现在广为城市规划所运用, 市中心地价房价居高不下, 越来越多的居民选择城市周边居住, 居民出行的时间和距离都会受到影响, 加剧了居民的出行负担.

本研究进一步采用表 3 得出的结果运用式(3)进行 2 次计算得出每个指标的影响作用程度, 如表 4 所示.

表 4 指标因子影响力表

年份	协调指数	指 标 序 号							
		X_1	X_2	X_3	X_4	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
2003	$S_j(i)$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	$S'_j(i)$	0.005	0.051	0.001	0.007	0.009	0.011	0.085	0.004
2004	$S_j(i)$	0.000	0.000	0.035	0.051	0.065	0.000	0.059	0.017
	$S'_j(i)$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2005	$S_j(i)$	0.019	0.022	0.058	0.053	0.050	0.087	0.081	0.017
	$S'_j(i)$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2006	$S_j(i)$	0.084	0.064	0.078	0.077	0.095	0.076	0.063	0.010
	$S'_j(i)$	0.123	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2007	$S_j(i)$	0.003	0.004	0.018	0.024	0.008	0.009	0.014	0.026
	$S'_j(i)$	0.030	0.000	0.000	0.002	0.007	0.005	0.071	0.000
2008	$S_j(i)$	0.006	0.020	0.107	0.038	0.022	0.101	0.012	0.043
	$S'_j(i)$	0.133	0.001	0.005	0.002	0.005	0.051	0.111	0.003
2009	$S_j(i)$	0.004	0.037	0.108	0.150	0.172	0.003	0.005	0.091
	$S'_j(i)$	0.086	0.002	0.047	0.011	0.004	0.045	0.099	0.004
2010	$S_j(i)$	0.029	0.070	0.006	0.099	0.170	0.094	0.006	0.115
	$S'_j(i)$	0.141	0.007	0.120	0.001	0.006	0.219	0.141	0.041
2011	$S_j(i)$	0.003	0.017	0.006	0.080	0.138	0.004	0.014	0.048
	$S'_j(i)$	0.124	0.098	0.009	0.005	0.010	0.124	0.324	0.242
2012	$S_j(i)$	0.022	0.037	0.052	0.090	0.086	0.072	0.128	0.276
	$S'_j(i)$	0.092	0.003	0.085	0.012	0.001	0.071	0.036	0.012

续表 4

年份	协调指数	指 标 序 号							
		X_1	X_2	X_3	X_4	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
2013	$S_j(i)$	0.004	0.111	0.019	0.158	0.001	0.104	0.082	0.186
	$S'_j(i)$	0.153	0.177	0.094	0.004	0.060	0.170	0.022	0.004
2014	$S_j(i)$	0.015	0.003	0.012	0.137	0.044	0.000	0.125	0.159
	$S'_j(i)$	0.183	0.001	0.000	0.173	0.217	0.228	0.128	0.079
2015	$S_j(i)$	0.022	0.137	0.330	0.046	0.331	0.262	0.006	0.040
	$S'_j(i)$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2016	$S_j(i)$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	$S'_j(i)$	0.106	0.029	0.031	0.014	0.059	0.022	0.009	0.017
	$\sum_{j=1}^{14} S_j(i)$	0.211	0.523	0.830	1.002	1.182	0.910	0.596	1.028
	$\sum_{j=1}^{14} S'_j(i)$	1.762	0.370	0.392	0.232	0.380	0.946	1.027	0.408

表 4 可以看出,在土地利用系统投入指标中,累计值最大的是就业岗位与居住人口比 1.002,人口密度指标值 0.830 位于第二,两者的数值都较大,说明影响力较高. 其中,就业岗位和居住人口比指标值越大,表明职住分离越失衡. 同时,也说明土地的混合利用程度低,土地利用不合理,不利于构建新型的 TOD 模式. 人口密度影响因素指标值越大说明人口过于密集,造成土地资源负荷较重,增加了交通压力,也拉低了城市土地利用与交通系统协调程度. 另外,两指标相互关联,互为因果,即由于人口的过度集中或者房租等压力,部分居民不得不搬到城郊结合部地区居住,造成就业岗位与居住地分离,从而导致城市交通更加拥堵,造成严重的潮汐交通问题.

表 4 中城市交通系统产出人均出行距离、平均换乘时间、公交分担率、城市交通运营里程 4 个指标值依次为 1.182,1.028,0.910 和 0.596,人均出行距离的累计值最大,说明土地利用系统的投入指标对人均出行距离的贡献最大.

对土地利用的协调性,从城市交通系统的投入指标来看累计值依次为城市交通运营里程 1.027、公交分担率 0.946、平均换乘时间 0.408、人均出行距离 0.380. 说明城市交通运营里程少、公交出行承担率低是制约两者协调发展的主要问题.

在土地利用系统产出指标中,交通用地面积的影响最大(1.762),这表明城市交通依赖于土地规划利用的影响较大,土地对城市交通用地投入的不足将直接破坏两者的平衡. 城市交通的承载力已经达到限值,但是土地开发建设还没有完善,就会出现交通拥堵问题,影响城市的可持续发展.

4 结论与展望

重庆市主城区土地利用和城市交通两者的协调性经历了协调—较不协调—相对协调的变化过程. 影响协调性的第一因素为就业岗位和居住人口比,重庆市主城区职住分离严重失衡,通勤强度增加;同时也表现出土地的混合利用程度低,没有按照 TOD 模式中混合各种性质用地的形式规划,违背了缩短出行距离这一原则,不利于构建新型 TOD 模式. 人口密度过大是影响重庆市主城区土地利用与城市交通两者协调性的第二因素,目前主城区交通压力过大,土地资源承载力负荷较重. 另外,公交分担率低也是一个制约因素,重庆市主城区最主要的交通工具是轻轨,虽然主城区内轻轨铺设较为全面,但仍有部分地区未涉及到,公交跨区出行时间较长,换乘次数较多. 最后一个影响因素是土地投入不足,土地规划对交通用地投入的不足会加重现有交通系统的负担,造成交通建设时序与土地开发时序脱节,不利于土地利用和城市交通的协调发展. 这为从土地利用的角度研究交通问题提供了新的视角和证据.

重庆市主城区人口数量截至 2017 年 6 月已达到 851.8 万人,为保证各类用地在空间上相对集中,以及交通分布能够在小范围内实现均衡,把发展承载力高、容量大的公共交通作为实现土地集聚利用的重中之重,是我国城市土地利用与城市交通可持续发展的必经之路。同时应加大对公共交通系统的投入,形成覆盖全区域的交通网络,坚持推行 TOD 模式,逐步提高骨干交通网络的覆盖范围。在土地用地规划和城市规划中应在发展较成熟的公共交通线路周边进行改造,建设多功能综合体。

目前,各大城市城市交通与土地利用的关系问题是城市发展的重要问题,笔者认为在本研究基础上,从两者的指标体系、关联机制、政策结合等方面,可以跨学科、分领域、多视角等深入研究。将 TOD 模式和策略与土地利用一体化相结合,促进环境可持续发展和土地高效率利用,在城市高密度开发下,优化交通与土地布局,让城市健康合理发展。

参考文献:

- [1] WADDELL P, ULFARSSON G F, FRANKLIN J P, et al. Incorporating Land Use in Metropolitan Transportation Planning [J]. Transportation Research Part: A Policy and Practice, 2007, 41(5): 382-410.
- [2] 毛蒋兴, 阎小培. 国外城市交通系统与土地利用互动关系研究 [J]. 城市规划, 2004, 28(7): 64-69.
- [3] HURST N B, WEST S E. Public Transit and Urban Revelopment: The Effect of Light Rail Transit on Land Use in Minneapolis, Minnesota [J]. Regional Science and Urban Economics, 2014, 46: 57-72.
- [4] 郭源园, 李 莉, 李贵才, 等. 国内外城市土地利用与交通相互作用研究综述 [J]. 国际城市规划, 2015, 30(3): 29-36.
- [5] BAERWALD T J. The Site Selection Process of Suburban Residential Builders [J]. Urban Geography, 1981, 2(4): 339-357.
- [6] 刘诗奇, 郭 静, 李若溪, 等. 北京轨道交通典型站点周边的土地利用特征分析 [J]. 城市发展研究, 2014, 21(4): 66-71.
- [7] RANK L, BRADLEY M, KAVAGE S, et al. Urban Form, Travel Time, and Cost Relationships with Tour Complexity and Mode Choice [J]. Transportation, 2008, 35(1): 37-54.
- [8] WADDELL P. Urbansim: Modeling Urban Development for Land Use, Transportation and Environmental Planning [J]. Journal of the American Planning Association, 2002, 68(3): 297-314.
- [9] 易汉文, 殷 茵. PECAS-城市用地和交通集成化模型系统 [J]. 城市交通, 2006, 4(4): 12-20, 59.
- [10] 吕小彪, 王 乘, 周均清. UrbanSim 城市仿真系统及其对我国数字城市建设的启示 [J]. 智能建筑与城市信息, 2005 (1): 46-49.
- [11] 褚浩然, 王江燕, 周延虎, 等. 北京市土地利用与交通发展评价指标研究 [J]. 城市交通, 2008, 6(5): 30-35.
- [12] 张 静. 城市土地利用与城市交通协调关系研究——以北京市为例 [D]. 北京: 中国地质大学, 2014.
- [13] 杨励雅, 邵春福. 城市交通与土地利用协调关系的数据包络分析模型 [J]. 交通运输工程学报, 2007, 7(6): 107-112.
- [14] 梁进社, 楚 波. 北京的城市扩展和空间依存发展——基于劳瑞模型的分析 [J]. 城市规划, 2005, 29(6): 9-14, 32.
- [15] 韩贵锋, 郭建明, 赵一凡, 等. 重庆市主城区绿色空间的演变及驱动机制研究 [J]. 三峡生态环境监测, 2017, 2(2): 34-44.
- [16] 张席洲, 张小亮. 在 TOD 环境下土地开发的分析与对策 [J]. 经济地理, 2006, 26(S1): 139-140, 144.
- [17] 王晓原, 苏跃江, 单 刚, 等. 基于 TOD 模式的城市土地利用研究 [J]. 山东理工大学学报(自然科学版), 2010, 24(2): 1-6.
- [18] 陈燕萍, 宋 彦, 张 毅, 等. 城市土地利用特征对居民出行方式的影响——以深圳市为例 [J]. 城市交通, 2011, 9(5): 80-85, 27.
- [19] 林雄斌, 刘 健, 田宗星, 等. 轨道交通引导用地密度与地价的时空效应——以深圳市为例 [J]. 经济地理, 2016, 36(9): 27-34.
- [20] 毛蒋兴, 阎小培. 高密度开发城市交通系统对土地利用的影响作用研究——以广州为例 [J]. 经济地理, 2005, 25(2): 185-188, 210.

[21] 彭沙沙, 吴小萍, 梅 盛. 基于 GIS 的城市城市轨道交通与土地利用协调研究 [J]. 铁道工程学报, 2011(1): 76-79, 85.

[22] 罗 铭, 陈艳艳, 刘小明. 交通-土地利用复合系统协调度模型研究 [J]. 武汉理工大学学报(交通科学与工程版), 2008, 32(4): 585-588.

[23] 张晓东, 张 宇, 郑 猛, 等. 城市土地使用与交通协调发展定量化分析方法的探索与实践——以北京市中心城为例 [C] //第十五届中国科协年会第 25 分会场: 产城互动与规划统筹研讨会论文集. 北京: 中国学术期刊(光盘版)电子杂志社, 2013.

[24] 魏权龄. 评价相对有效性的数据包络分析模型-DEA 和网络 DEA [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2012.

On the Coordination of Urban Land Use and Urban Transportation

——A Case Study of the Central Urban Area of Chongqing

TIAN Tian¹, GU Da-hua¹, NIU De-li^{2,3}, FU Wan-nian⁴

- 1. School of Resource and Environment, Southwest University, Chongqing 400715, China;
- 2. Chongqing Academy of Land Natural Resources and Building Surveying, Chongqing 400020, China;
- 3. Chongqing Research Center, Key Laboratory of Land Use of the Ministry of Land and Resources, Chongqing 400020, China;
- 4. School of Management, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830002, China

Abstract: In recent years, the coordinated relationship between land use and urban transportation has become an indispensable field in the study of urban development owing to its increasing importance in such aspects as land management, urban planning and economics. In order to help to realize an intensive land use in urban planning and maximization of urban transportation efficiency, to optimize the urban traffic layout and to provide decision support and theoretical reference for improving the efficiency of urban traffic, a study was made with the central urban area of Chongqing as the research object, in which an evaluation index system was established for the relationship between land use and urban transportation. Using the data envelopment analysis (DEA) model, the coordination degree of land use and urban traffic of in 2003-2016 of the central urban area of Chongqing was calculated and its influencing factors were analyzed. The results showed that the process of development of the relationship between land use and urban traffic in the study area underwent three stages: from being coordinated to under-coordinated to fairly coordinated; and that the main factors influencing land use and urban transportation were jobs to employed residents ratio, population density, public transportation sharing rate and land input.

Key words: urban transport; land use; coordinated relationship; DEA model

责任编辑 包 颖

