

DOI: 10.13791/j.cnki.hsfwest.20150506

赵鹏军, 王悦. 基于步行友好的TOD站点周边设计实证研究——以北京市为例[J]. 西部人居环境学刊, 2015, 30(05): 36-40.

基于步行友好的TOD站点周边设计实证研究*

——以北京市为例

The Empirical Study on Pedestrian-Friendly TOD Design
—A Case of Beijing Municipality

赵鹏军 王悦 ZHAO Pengjun, WANG Yue

摘要 TOD是减少交通拥堵、降低环境污染的有效方式之一, 友好步行环境是TOD的关键内容。本文旨在探讨如何提高TOD站点周边步行环境质量, 首先, 对地铁站周边居民进行问卷调查和深入访谈, 定性分析和讨论出行者的步行需求特征; 其次, 构建基于步行者需求的TOD站点周边步行环境友好性指标评价体系, 并对北京地铁站地区步行环境设计进行定量评价; 最后, 提出改善地铁站地区步行环境的规划和设计建议。

关键词 步行友好; 公共交通导向发展模式; 步行环境; 评价体系

Abstract: TOD is one of the most effective ways to reduce environment pollution. And the pedestrian environment is the important part. This paper aims to explore how to improve the quality of walking environment around the TOD site. The study uses qualitative and quantitative methods. First of all, a questionnaire survey and in-depth interviews are conducted among the residents around the subway station, and the characteristics of pedestrian walking are analyzed and discussed. Secondly, this paper constructs a walking environment friendly index evaluation system of TOD based on the walkers' demand and makes the quantitative evaluation of the walking environment design in the area of Beijing metro station. At last, the paper puts forward the suggestions for improving the planning and design of the walking environment in the TOD station.

Keywords: Pedestrian-friendly; TOD; Walking Environment; Evaluation System

中图分类号 TU984.14

文献标识码 B

文章编号 2095-6304(2015)05-0036-05

* 国家自然科学基金资助项目(41571147);

国家科技支撑项目(2015BAL07B01)

作者简介

赵鹏军: 北京大学城市与环境学院, 教授, 博士生

导师; 北京大学城市与交通规划研究中

心, 主任, pengjun.zhao@pku.edu.cn

王悦: 北京大学城市与环境学院, 硕士研究生

0 引言

交通导向型发展模式(TOD, Transit Oriented Development)是由美国学者彼得·卡尔普索在20世纪80年代末到90年代初提出来的, 经过多年的实践和理论探索, 已成为有效协调城市交通和城市发展的较为成熟的城市规划和设计原则^[1]。具体来讲, TOD是指通过高容积率、土地的混合利用以及在TOD站点周边建立步行友好环境来减少居民对私家车的使用, 从而促进城市公共交通的发展^[2]。一般认为, TOD具有以下四个特征: (1) 土地混合利用, 以TOD为依托的混合土地利用通常以商业、办公、居住等为主; (2) 优良的步行环境, 在以TOD为基础的开发中, 交通设施均以步行可达性作为规划和设计的核心; (3) 集约开发, 通常土地利用的密度比较高, 通过集约开发缩短生活、工作、购物等的空间距离; (4) 靠近公共交通站点, 开发围绕公共交通站点进行, 距离公共交通站点基本上在步行距离以内^[1]。

TOD模式在诸多国家被广泛采用, 成为城市可持续增长的重要规划理念。例如在美国, TOD模式被用来支持美国城市精明增长、带动地方经济发展、满足多样的市场需求, 为居民提供了丰富的生活方式^[1]。在亚洲, 日本是最重视TOD发展的国家之一, TOD模式为东

京提供了大量工作岗位,并且带动了轨道交通沿线房地产业的发展^[2]。在国内,香港的TOD发展处于领先地位,TOD使香港在高密度下仍能保持畅通的城市交通,据统计,香港使用私人交通工具出行的仅占6%,这主要得益于TOD的土地利用模式^[1]。

我国许多城市交通问题严重。近年来,交通拥堵、生态环境恶化、空气质量等问题越来越受到重视,面对土地资源的有限与人口持续增长的巨大压力,各地方城市积极转变经济增长方式和城市发展建设模式,促进城市集约化发展,这些为TOD提供了发展契机。

但是,当前在规划设计领域中仍然存在一些问题,如缺乏统一标准、对步行环境关注不够等;在学术领域则缺乏站在步行者的角度进行的研究。本文的研究目的是从步行者需求出发,以“步行友好”为视角,对北京市TOD站点周边步行环境进行评价,分析站点周边步行环境现状及存在问题,为改善TOD站点周边地区步行环境提出合理建议。

1 文献回顾

国内外对TOD理论的研究很多,其中步行友好环境是TOD最为核心的内容。所谓“步行友好”环境是指在不受机动车等外界交通干扰的情况下,步行者自由而愉快地活动在城市的人文、物理环境中,享受充满人工环境、自然性、景观性和具有其他服务功能的步行空间^[1],因此友好的步行环境对TOD具有重要意义。国外许多学者对TOD步行环境进行调查研究,揭示了TOD站点周边步行环境具有多样性的特征。例如Schlossberg和Brown^[3]2004年对波特兰步行环境的连接性进行评估,但其仅仅考虑了步行环境连接性这一个变量。

美国目前关于TOD的研究主要集中于三个方面,即高密度、混合的土地利用以及步行环境的设计。例如Cervero^[4]通过对美国城市的调查发现,3D (Density, Diversity, Design) 规划的实践可以使美国大城市机动车使用率降低3%~5%,TOD已经成为美国控制城市增长的有效方式之一^[5]。

国内学者对TOD的研究主要集中在以

下几个方面:(1) TOD理论在中国的适用和实践的可行性研究。例如张明、刘菁在《适合中国城市特征的TOD规划设计原则》^[6]中探讨了美国城市发展背景下的TOD是否适用于中国城市,并总结出中国的TOD规划设计原则,同时也指出由于TOD的空间尺度是基于步行距离来界定的,因此良好的步行环境是TOD街区成功的关键。但步行环境这一要素最难量化,这是因为评判步行环境质量的优劣有很强的主观性,评价标准和期望值会因社会、文化和环境背景的差异而不同^[7]。(2) 土地利用,许多学者研究TOD对土地开发的影响。例如王京元等人的《轨道交通TOD开发密度分区构建及容积率确定》^[7]对深圳市轨道交通站点周边土地的开发强度与距离进行控制,从经济学的角度计算出土地开发利润最大的最佳容积率。(3) 交通规划设计。杜轩^[8]等人的《基于TOD模式的中小城市公共交通规划》着重对公交路网规划和枢纽规划模式进行探讨,认为TOD模式可有效引导我国中小城市的土地利用,促进城市的可持续发展。(4) 城市新区开发。天津大学唐大乾^[9]等人对公共交通导向的TOD新城进行研究,提炼出TOD新城的形态特征和设计元素,并反思了TOD新城实践中存在的问题。

然而,目前国内关于TOD的研究鲜有涉及对步行环境友好性的评价。本文研究的创新之处在于从步行者需求的角度出发,基于步行友好环境的理念,建立步行

环境指标评价体系,并对北京市地铁站点周边步行环境进行评价,了解目前北京市TOD站点周边步行环境现状和存在的问题,进而提出合理的规划建议。

2 指标构建

2.1 步行者需求调查

这部分以对步行者实际情况的调查为基础,作为TOD站点周边步行环境的案例研究。为了建立友好步行环境的评价体系,我们选取北京市10个地铁站(北桥新、中关村、西直门、大望路、梨园、天通苑、通州北关、国展、平西府、亦庄桥)为研究对象,于2015年7月对这10个地铁站周边1km范围内的居民进行调查。调查形式包括问卷和访谈,调查持续1个月,共发放问卷570份,其中有效问卷541份,有效问卷回收率94.9%。问卷内容包括步行者的出行目的、出行方式、出行花费时间等,重点关注居民出行的步行感受和步行环境存在的问题。调查结果如图1所示。

在针对北京市TOD站点周边步行环境的调研中发现,步行者对周边步行环境的评价主要集中在步行道路的连通性和安全性方面。许多步行道路常常被机动车占据,使步行空间的连续性丧失。例如在天通苑站点附近,车辆的无序停放使行人无法通过,极大地降低了步行空间质量(图2)。此外,步行道与机动车道的分隔方式也与步行者的行走安全息息相关,一

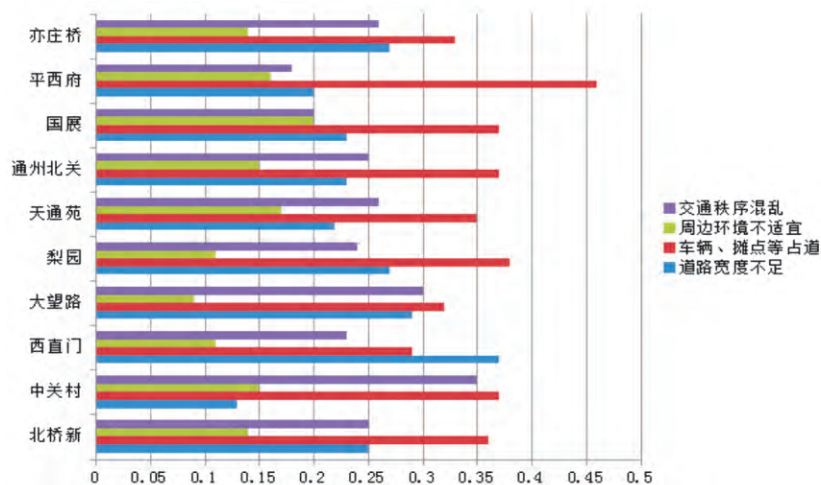


图1 步行环境存在问题统计

Fig.1 problems in the walking environment

定的分隔如绿化带、路缘石等可保证行人安全。在国展地铁站周边的步行道路上，不合理种植的树木占据了原本就不宽的人行道路，且步行道和车行道之间缺乏隔离措施，因此降低了步行者行为与心理上的安全感(图3)。

2.2 步行友好环境的评价指标

根据上述问卷调查结果和居民对步行环境问题的反馈，安全性、舒适性和便捷性是步行者最为关心的三大方面，因此步行友好评价体系以此作为评价指标，并确定其影响因子。步行环境的安全性主要受人行横道的安全性、人均汽车保有量以及人行道面积率影响。舒适性包括“点”和“线”两个方面，“点”指步行环境中公园、绿地等为居民提供休憩场所的休闲文化空间的占地率；“线”指步行区域的连接性和连通性，包括硬性标准和弹性标准，硬性标准指适宜的步行距离，即居民步行距离应在心理和身体可接受范围之内，弹性标准指步行道路的林荫覆盖率；“点”和“线”共同决定居民在步行过程中的舒适程度。便捷性是针对整个TOD站点周边步行环境而言的，是从社区层面上考虑步行道路系统的通达性和连接性，包括区域路网密度、站点步行可达性和步行道路尺度（步行道路总面积与区域面积的比值）三个方面。我们将不同指标和影响因子根据专家打分的方法赋予权重，如表1所示。

3 北京地铁站设计评价

3.1 北京地铁站评价

北京市轨道交通整体呈环状且向郊区放射发展，10个地铁站的选择基本覆盖北京各个区域，既包括市内重要换乘枢纽西直门站、国贸等商业区，也包括像国展、亦庄桥、通州北关等距市中心较远的地区，且站点的选择均匀分布于各个方位，以确保样本的覆盖性和代表性。

根据上述建立的步行环境评价指标体系，对北京市10个地铁站进行步行友好性打分，评价结果如表2所示。

但由于不同指标的标准与步行环境之间并不完全是正相关的，同时为了便于对



图2 天通苑地铁站周边步行环境
Fig.2 walking environment around Tiantongyuan subway station



图3 国展地铁站周边步行环境
Fig.3 walking environment around Guozhan subway station

表1 指标评价体系及定量标准

Tab.1 evaluation index system and quantitative criteria

指标	因子	定量方法	因子权重
安全性	人行横道安全性	过街天桥、人行横道的数量占交叉路口的比例	12
	人均汽车保有量	区域内人均私人汽车保有量	7
	人行道面积率	该区域内人行道路面积（指道路两侧有铺装的人行道路）与该区域面积的比值	12
舒适性	休闲条件	用休闲文化场所来衡量，指区域内休闲文化场所占地面积与区域面积的比值	12
	林荫路覆盖率	步行空间绿化率，指该区域内步行道路两侧的绿化覆盖面积与该区域面积的比值	14
	步行分数	该区域内居民购买日常用品等的步行距离	8
便捷性	区域路网密度	区域内步行道路长度与区域用地面积的比值	13
	站点步行可达性	行人从出发地到地铁站的直线距离与实际距离的比值	10
	步行道路尺度	步行道路总面积与区域面积的比值	12

表2 北京市地铁站步行环境评估结果

Tab.2 assessment results of subway station walking environment in Beijing

	北桥新	中关村	西直门	大望路	梨园	天通苑	通州北关	国展	平西府	亦庄桥
安										
全										
性										
舒										
适										
性										
便										
捷										
性										

不同层面的指标作相互比较，因此需要为各指标划定指标取值和层次级（表3）。表3中A、B、C档由高到低，分别代表步行环境好、比较好、一般三个层次，并对每个层次进行评级给分。

按照上述计算方法给出分数并赋予权重，即可对北京市10个TOD站点周边1km范围内区域的步行环境进行评价，最终得

到不同地铁站步行环境综合得分如下表（表4）。

从评价结果来看，北京市平西府地铁站周边步行条件最好。平西府地铁站位于北京市昌平区东南部，文化东路和回南北路交汇处附近，属于地铁8号线。其站点周边人行横道安全性较高，人行横道（过街天桥）覆盖了所有的交叉路口；人行道面积

表3 指标得分分级
Tab.3 classification of index scores

指标得分	A (1.0)	B (0.6)	C (0.2)
人行横道安全性	≥0.8	0.5~0.8	≤0.5
人均汽车保有量 (辆/户)	≤1.1	1.1~1.15	≥1.15
人行道面积率 (%)	≥3	2~3	≤2
可休憩条件 (%)	≥10	5~10	≤5
林荫路覆盖率 (%)	≥20	10~20	≤10
步行分数	300~500	≤300	≥500
区域路网密度 (%)	≥1.5	1~1.5	≤1
步行可达性	≥0.8	0.7~0.8	≤0.7
步行道路尺度 (%)	≥5	3~5	≤3

表4 北京市10个地铁站步行环境评分结果
Tab.4 rating of walking environment of ten subway stations in Beijing

指标	权重	北桥新	中关村	西直门	大望路	梨园	天通苑	通州北关	国展	平西府	亦庄桥
人行横道安全性	12	0.2	0.6	0.6	1	0.6	1	1	1	1	0.6
人均汽车保有量 (辆/户)	7	1	0.6	0.2	0.6	0.6	0.6	0.6	1	1	0.6
人行道面积率	12	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1	1	1	1
可休憩条件	12	0.2	0.6	1	0.2	1	0.6	0.2	0.2	0.6	1
林荫路覆盖率	14	0.6	0.6	0.6	0.2	1	0.6	1	1	1	1
步行分数	8	1	1	0.2	0.6	0.2	0.6	0.2	1	0.6	0.2
区域路网密度	13	1	0.6	0.6	0.2	0.6	0.2	0.2	0.2	0.6	0.6
步行可达性	10	1	1	0.2	0.6	0.2	0.6	0.6	0.2	0.6	0.2
步行道路尺度	12	0.2	0.6	1	0.2	0.6	0.6	1	1	1	1
合计	100	56	62.4	54.8	39.6	58.4	54.8	66.8	72	82.8	72.8

率较高(4.5%),且绿化环境优越,相比其他站点而言,平西府站附近的林荫覆盖率和公共开敞绿化空间比例高,可为居民提供良好的步行遮阴条件;除此之外,平西府站点周边步行路网密度适宜,即居民从居住地到TOD站点的步行距离适宜,从而促进了居民自行选择步行(自行车)出行到地铁站。从居民调查问卷中可知,平西府站周边的车辆、摊点占位问题较为突出,而交通秩序、周边环境以及道路宽度条件较好。由此说明良好的步行环境不仅可以促进居民自愿选择步行(自行车)出行,同时能够促进周边居民生活业态的丰富和社区氛围的融洽。但自发的摊点经营需在一定的管制下有序进行,做到既能保障居民丰富的TOD商业业态,同时不影响道路交通通行状况。

10个TOD站点中,得分最低的是大望路地铁站。大望路地铁站位于北京市朝阳区,属于地铁一号线,因目前大望路周边已成为商业核心区,且北京东站在此区域范围内,故居民步行环境受城市交通影响较大。从评价结果来看,大望路人行道面积

率与其他站点相比较低(0.8%),步行道路尺度则最低(1.9%)。从居民反馈来看,大望路交通站点交通秩序混乱和人行道宽度不足的情况突出,主要原因是:(1)受北京东站客流量影响大;(2)京通快速公路从该地区通过,城际快速交通对步行环境有一定干扰;(3)大望路周边CBD商业建筑林立,绿化开敞空间较少,降低了居民步行出行的舒适性。

调研范围覆盖北京二环到六环,整体来看,北京老城区的路网密度较适宜步行出行,居民乘车、购买日常生活用品的步行分数较高,地铁站可达性良好;但老城区人行道安全性较差,多数路口并没有人行横道或过街天桥,且车辆、摊点占道严重,停车设施不完善。相比较而言,梨园、通州北关等地铁站周边人行道安全性较高,林荫覆盖率较好,有良好的休憩条件,但路网密度较低,降低了居民步行出行的可达性。

3.2 设计因素分析

步行环境的实体部分由步行道、人行

横道、休憩节点、人行天桥、地下通道等组成^[2]。友好的步行环境试图为步行者提供连续、安全、便捷、舒适的步行体验,从而鼓励和引导居民更多地选择步行出行。

从城市设计的角度出发,连续性是保障步行环境质量的关键因素。从调查结果来看,步行道路被车辆、摊位占道对步行环境的影响较大,大大降低了步行的连续性。例如西直门地铁站点周边的人行道较窄,宽度仅2m,自行车的无序停放更使步行道路中断,极大地破坏了步行系统连续性。连续性降低的主要原因有:(1)一些建筑没有退让道路红线,使人行道宽度降低;(2)私家车保有量的不断增加和社区商业业态的发展破坏了原有步行系统的连续性;(3)规划师对未来城市交通发展的预见性不强,未考虑静态交通的合理规划和需求量的增长,同样导致了步行系统连续性的破坏。

安全性不仅是步行的基础,也是城市交通系统的根基。交通节点是步行安全性最为脆弱的地方,如道路交叉口、人车交汇处等。人行步道与城市道路的交叉对步行安全性造成的负面影响最大,虽然大部分交叉口设有交通指示灯,但一些交叉口尺度过大,降低了步行者心理上的安全感。人行天桥和地下通道的建设大大避免了车流和人流的平面冲突,保障了人们步行的安全和城市交通的通畅,但天桥的设计往往只考虑到过马路的功能需求,因而普遍缺乏与周围城市空间及功能的结合。在国内,大部分市政公共设施由政府负责规划和建设,与商企联系较少。未来的公共设施建设可采用PPP(Public-Private-Partnership)模式,鼓励非公共部分与政府共同参与公共基础设施的建设,从而实现功能的共享和利益的最大化。例如在规划阶段可考虑将地下通道或人行天桥与商业建筑相连接,并由开发商出资建设,政府给予一定的容积率补偿,以此提升TOD站点周边地区的空间与功能效率。

舒适性是对步行友好环境的更高要求,更多地强调满足步行者的心理感受。步行的舒适性一方面可通过道路的平整度、可达性来提高,另一方面可以塑造不同的空间氛围以改善行人的心理舒适度。步行节点的设计、步行可达性的合理程度以及步道界面

的变化等均可影响步行者的心理感受,规划的前期考虑是否全面对步行的舒适性有重要影响,如广场入口与TOD站点相结合、社区绿化系统的完善、街道景观小品的丰富等都可以有效地改善步行的舒适程度。

3.3 设计建议

3.3.1 交通枢纽的一体化设计

许多TOD站点周边地区有大型商业、办公等功能性较强的建筑,集中了大量人车流,是重要的TOD节点,例如大望路站点周边为商业核心区,且距北京东站较近,人车混杂。规划建议将地铁站出入口与大型公建结合,开发地下空间,同时可在车流拥挤处建设空中廊道。立体式交通不仅可应用于城市车行交通,也是未来慢行交通和步行交通的发展方向。TOD的发展有赖于交通枢纽的一体化设计,将人、车流分隔于不同平面,互不干扰,不仅可保障步行环境的安全性和连续性,而且使城市车行交通免受干扰。

3.3.2 静态交通的合理规划

车辆占道无疑是步行环境现状中最为严重的问题之一。在被调研的二环以内站点周边区域,路网密度虽然适宜步行,但步道宽度普遍较小,且车辆占道严重,无序停车大大伤害了街道空间的活力。静态交通的合理规划一方面取决于规划师对城市未来交通发展的合理预见,另一方面立体化停车场的建设是未来静态交通的发展方向。此外,在实施管理层面,应加强对自行车的管理和路面停车的收费,并有效组织TOD换乘系统,鼓励租赁自行车和P+R换乘模式,降低私家车的使用率。

3.3.3 绿化开敞空间建设

绿化开敞空间是友好步行环境的重要组成部分。北京市轨道交通站点周边的传统居住区内部普遍缺乏绿化开敞空间,规划建议将旧城区中破旧的建筑拆除,提供开敞空间,布置绿地和休憩设施。公共开敞空间作为整个步行环境中的节点,既可增加步行环境的趣味性,同时也可促进人际交往,营造和谐氛围。

3.3.4 功能复合化

功能的混合是TOD发展模式的核心内容。丰富多样的沿街商业设施以及布局合

理的公共服务设施是诱发居民步行活动的重要因素^[10]。TOD周边的商业不仅能满足居民日常生活的需求,同时可以为居民提供更多的就业机会。然而这种商业业态的发展如果不合理,就会阻碍TOD的发展,导致人流拥堵、车行混乱等交通秩序问题。规划建议在功能混合的同时强调功能分区,根据目的地的不同有效疏散人流,避免交通、商业、办公等功能的相互干扰,以使土地利用达于最优。

4 结论

本文以步行友好环境作为切入点,选取北京市具有代表性的10个地铁站点,对其周边的步行环境进行了问卷调查。调查结果显示,步行者对步行环境的安全性、舒适性和便捷性比较关注,研究基于此构建了步行友好环境评价体系,并对北京地铁站点周边步行环境进行评价,指出了TOD站点周边步行系统中车辆和摊位占道现象严重、人车流混杂、步行环境单调、缺乏开敞空间等问题。

根据调研现状和评价结果,本文提出了以下步行环境的优化策略和规划设计建议:(1)发展步行系统与商业空间相结合的一体化设计;(2)合理考虑静态交通需求,对未来城市交通发展作出合理预见;(3)以开敞空间的人性化设计提升步行质量;(4)建筑功能混合,提高土地利用效率,合理疏散人流。

限于客观条件,本研究尚存在一定的不足之处:(1)研究范围较大,因此只选择了北京的10个地铁站点进行调研,虽然站点覆盖了北京市区和郊区,但与北京市所有的轨道交通站点相比,样本偏小。(2)指标体系的构建没有考虑商业业态的因素。商业业态是步行环境的重要组成部分,且随着经济的发展和市民素质的提高,小型商业将在步行系统建设中发挥越来越重要的作用,步行环境评价指标体系包含的内容应更加丰富。(3)研究侧重于空间环境,对政策法规等管理层面考虑较少。下一步的研究可更多地考虑政策影响,在现有成果的基础上对不同区位条件下TOD站点周边的步行环境作更为细致的分析和调查,

为规划部门的设计和管理提供一定的理论依据和技术支撑。

参考文献:

- [1] 何晓裕. 厦门快速公交站点周边地区城市设计研究——基于“步行友好环境”[D]. 厦门: 华侨大学, 2014.
- [2] 王兆辰. 基于TOD的北京轨道交通站点周边地区城市设计研究[D]. 北京: 清华大学, 2010.
- [3] Schlossberg M, Brown N. Comparing Transit-oriented Development Sites by Walkability Indicators[J]. Transport Research Record, 2004(05): 34-42.
- [4] Cervero R, Gorham R. Commuting in Transit Versus Automobile Neighborhoods[J]. Journal of the American Planning Association, 1995, 61(02): 210-225.
- [5] Wey W M, Chiu Y H. Assessing the Walkability of Pedestrian Environment under the Transit-oriented Development[J]. Habitat International, 2013, 38(04): 106-118.
- [6] 张明, 刘菁. 适合中国城市特征的TOD规划设计原则[J]. 城市规划学刊, 2001(01): 91-96.
- [7] 王京元, 郑贤, 莫一魁. 轨道交通TOD开发密度分区构建及容积率确定——以深圳市轨道交通4号线为例[J]. 城市规划, 2011, 35(04): 30-35.
- [8] 杜轩, 张永, 任刚. 基于TOD模式的中小城市公共交通规划[J]. 交通运输与信息学报, 2010, 8(02): 105-110.
- [9] 唐大乾. 以公共交通为导向的TOD新城研究[D]. 天津: 天津大学, 2008.
- [10] 董世永, 龙晨吟. 基于模糊综合评价的住区可步行性测度方法及发展策略研究——以重庆典型住区为例[J]. 西部人居环境学刊, 2015, 30(01): 106-112.

图表来源:

图1: 作者绘制

图2-3: 百度街景截图

表1-4: 作者绘制

收稿日期: 2015-09-10

(编辑: 郑曦)