

广州市快速公交系统影响评价

Impact Assessment of Guangzhou Bus Rapid Transit System

朱仙媛¹, 李姗姗¹, 段小梅²

(1. 广州市现代快速公交和可持续交通研究所, 广东 广州 510060; 2. 广州市政工程设计研究院, 广东 广州 510060)

ZHU Xian-yuan¹, LI Shan-shan¹, DUAN Xiao-mei²

(1. Guangzhou Modern BRT & Sustainable Transport Institute, Guangzhou Guangdong 510060, China; 2. Guangzhou Municipal Engineering Design & Research Institute, Guangzhou Guangdong 510060, China)

摘要: 为分析广州市快速公交(BRT)运营一年来的实施效果, 评估其对出行者、城市和交通发展的影响, 开展影响评价研究。提出了BRT影响评价层次分析框架, 分别从客流量、服务水平、环境效益、社会效益以及经济效益五个层面分析了广州市BRT的实施效果。评价分析结果证明: BRT开通运营后, 乘客出行时间明显缩短, 公交运行速度和准点率显著提高, 走廊内交通运行环境显著改善, 公交吸引力明显提高, 有效缓解了交通拥堵、环境污染和能源浪费等问题。最后, 指出BRT系统存在的不足之处并给出相关建议。

Abstract: To assess the performance of Guangzhou Bus Rapid Transit (BRT) in the last year and the impact of BRT services on travelers and the development of city and transportation, this paper conducts an impact assessment study on BRT system in Guangzhou. Based on an impact assessment framework using analytic hierarchy process (AHP), the paper analyzes the performance of Guangzhou BRT in several aspects: passenger volumes, level of services, as well as environmental, social and economic benefits. The assessment results show that the BRT services significantly reduce the travel time, increase public transit speed and operation reliability, improve operation conditions, greatly improve travel environment within BRT corridor. Operation of BRT stimulates demand for mass transportation, effectively alleviates traffic congestion, improves air quality, and benefits energy conservation. Finally, the paper also outlines the shortcomings of Guangzhou BRT and provides improvement suggestions.

关键词: 快速公交; 影响评价; 层次分析法; 客流量; 效益; CO₂排放量
Keywords: Bus Rapid Transit; impact assessment; analytic hierarchy process; passenger volumes; benefits; CO₂ emissions

中图分类号: U491.1⁺7

文献标识码: A

收稿日期: 2011-03-17

作者简介: 朱仙媛(1984—), 女, 浙江丽水人, 硕士, 主要研究方向: 城市交通规划、快速公交建模。E-mail: xianyuan@itdp-china.org

0 引言

快速公交(Bus Rapid Transit, BRT)系统以最有效的城市道路资源利用方式、低污染低能耗的运输工具、智能化公交调度与管理手段实施机动灵活的交通运输任务^[1]。实践经验和理论研究证明, 为了保证BRT系统的运输效率, 应该从系统的效率和成本等方面建立可靠的BRT系统评价框架, 实时评价BRT系统建设和运营情况, 及时优化和改进设计方案, 提高系统运输效率和可靠性。

2010年2月10日, 广州市快速公交系统正式投入运营。BRT走廊东起萝岗区开发大道的夏园, 沿黄埔东路向西, 经过中山大道, 延伸至2010年广州亚运会主要场馆之一——天河体育中心, 走廊全程长2 km。系统定位为常规公交向地铁系统的过渡、延伸和补充, 创新性地使用“专用车道+灵活线路”的系统模式, 采用竞争机制进行系统管理和运营, 由7家运营公司组成3家运营集团分别负责运营31条BRT固定线路, 共计投入车辆980多台。本文主要目的是分析广州市BRT系统运营一年来的实施效果, 为系统后期优化和改进提供支持。

1 广州市BRT系统影响评价框架

传统公交系统的影响评价主要包括客流量、服务水平、经济效益等方面，较少涉及环境效益和社会效益的分析。随着交通运输行业的迅猛发展，引发的环境问题和社会问题日益增加，国内外研究学者和管理部门逐渐开始关注公交系统的环境效益和社会效益。

结合广州市BRT系统的特点，采用层次分析法，提出广州市BRT系统影响评价层次分析框架(见图1)，主要包括客流量、服务水平、环境效益、经济效益、社会效益五个层面，并以日客流量、客流吸引量、CO₂排放量、车辆速度、准点率、乘客满意度和运营成本等作为评价指标。

2 影响评价分析

结合建立的影响评价框架，针对广州市BRT系统运营一年后的客流量、服务水平和效益三个层面进行实际数据调查。为保证数据的准确性和可靠性，首先对调查数据进行滤波、清洗和修复；然后计算评价指标。

2.1 客流量

2.1.1 日客流量

广州市BRT系统自开通以来吸引了大量客流，截至2010年12月，日客流量超过80.5万人次，占全市公交客流量的1/10，每条BRT线路的客流量相当于3条常规公交线路^[1]；BRT走廊高峰小时最大断面单向客流量超过2.69万人次·h⁻¹，是目前亚洲地区客流量最大的BRT系统。与BRT开通前比较，各个断面的客流量均大幅增长，图2选取了三个典型断面：体育中心和师大暨大两个车站断面客流增加了30%，棠下站增加了13%^[2]。目前，广州市BRT客流规模约为韩国首尔BRT系统的3倍以上，同时大大超过了国内其他城市已建成的BRT系统，例如是济南BRT系统的6倍以上。即使与地铁客流相比，也仅低于北京市地铁1号线和2号线的客流。

2.1.2 客流吸引量

相对于常规公交、小汽车、出租汽车和自行

车等其他交通方式，BRT具有较强的吸引力。广州市BRT系统81%的客流来源于常规公交，步行和自行车共占4%，地铁占11%，剩余4%来源于小汽车和出租汽车。因此，按BRT系统80.5万人次·d⁻¹的客流量计算，每年可减少1175万人次的小汽车和出租汽车出行，可在很大程度上缓解交通拥堵问题。

2.2 服务水平

广州市BRT的成功运营，对乘客、社会车辆、企业、道路交通系统都带来了明显收益。

2.2.1 车辆速度

公交专用车道开通后，车辆运行环境明显改善，车辆速度显著提高。早高峰时段BRT全程行程速度达到20 km·h⁻¹，与开通前常规公交车速相比提高了25%；晚高峰从开通前的14.5 km·h⁻¹提

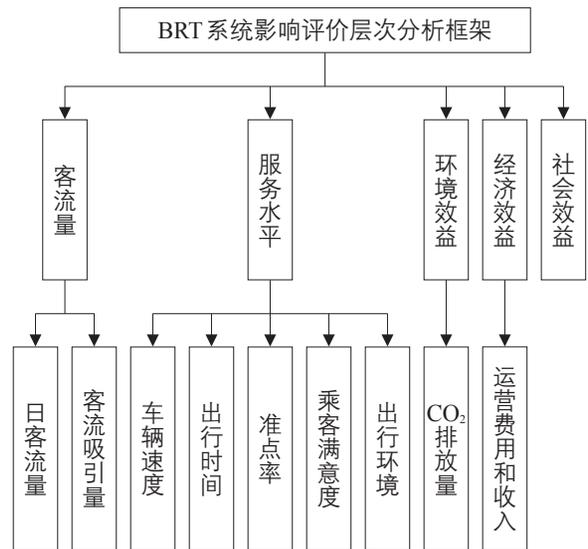


图1 BRT系统影响评价层次分析框架

Fig.1 Impact assessment framework of BRT system using AHP

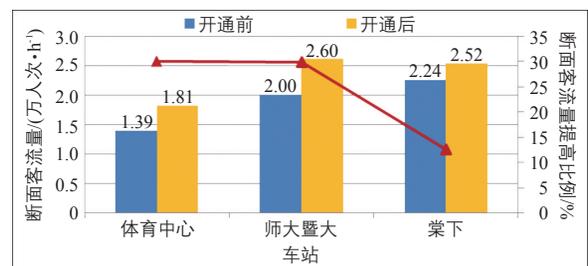


图2 BRT开通前后早高峰方向断面客流比较

Fig.2 Passenger volumes at morning peak hours before and after the opening of Guangzhou BRT

升至 $20.5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, 提高了近 40%。同时, 平峰时段车速增幅也超过 30%, 而在条件较好的 BRT 走廊东段(东圃站至夏园站), 车速提高更为明显。

2.2.2 出行时间

BRT 开通后, 由于采用专用车道、站台售检票和交叉口信号优先, 使乘客出行时间大幅度缩减。BRT 车速提高 30%, 乘客单次旅行时间节约 6.6 min; 由于 BRT 系统可靠性和发车频率提高, 乘客候车时间缩短 2.5 min, 比 BRT 开通前降低 15%。因此, BRT 开通后, 平均为每位乘客节约出行时间 9.1 min, 按 $80.5 \text{ 万人次} \cdot \text{d}^{-1}$ 计算, 一年可节省 4 456 万 h。随着 BRT 车速的提高和客流量的增加, 乘客出行时间节约将更为明显。

2.2.3 准点率

通过在路段上设置路中型公交专用车道、站台处设置公交超车道, 同时采取交叉口优先和相位优化策略, 有效减少了外界因素对 BRT 系统造成的延误, 保证 BRT 车辆在路段上以稳定的车速运行、在交叉口承受较小延误。BRT 车辆的准点率比开通前常规公交线路的准点率提高了 20%。

2.2.4 乘客满意度

问卷调查结果显示, 乘客对 BRT 走廊的总体环境、BRT 车内环境以及服务水平的满意度都有很大提高。图 3 是 2007—2010 年公交乘客满意度统计结果(被访者来自 BRT 走廊), 在 BRT 开通前, 乘客对公交系统的满意度低于 50%, 2009 年甚至降至 29%, 一方面是由于道路建设带来的出行不便, 另一方面是由公交服务差引起的; BRT 开通半年后, 乘客满意度迅速提高至 66%, 至

2010 年底, 乘客不满意度仅为 2%。

2.2.5 出行环境

1) 与步行和自行车交通整合。

BRT 系统设计时, 综合考虑与其他交通方式(尤其是步行、自行车)进行整合, 以便为走廊沿线提供便利的出行环境、最大限度地发挥 BRT 系统的效用。根据调查, BRT 棠下站断面自行车流量增加了 50%; 行人和骑车者对 BRT 走廊出行环境的满意度分别提高了 40%和 19%。

2) 社会车辆提速。

通过对现有道路的渠化设计, BRT 开通后并未对社会车辆造成影响, 相反, 由于公共汽车和社会车辆分道行驶, 行车秩序明显改善, 在 BRT 走廊内机动车流量翻倍后, 其车速仍提高了 22%, 明显改善了沿线整体交通环境。

2.3 环境效益

2006 年, 全球 CO_2 排放量中交通运输行业排放量占总排放的 23%, 是第二大排放源, 也是导致气候变化的主要原因之一。BRT 系统能够有效提高车辆运行速度, 吸引更多人选择公交出行, 从而减少 CO_2 , NO_x 等有害气体的排放。广州市 BRT 系统实施一年来, 车辆运行速度提高了 25%~40%, 有效降低了能源消耗和污染物排放。 CO_2 减排量主要来源于三个方面:

1) 出行方式转移, 指 BRT 开通后吸引部分小汽车和出租汽车客流转移至 BRT;

2) 运营效率提高, 主要体现在车速提高和车公里数的降低;

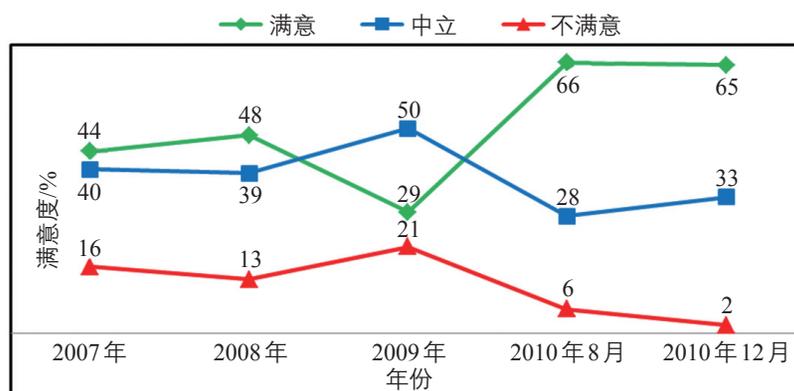


图 3 乘客对广州市公交系统的满意度

Fig.3 Passenger satisfaction on public transit services in Guangzhou

3) 社会车辆提速, 社会车辆车速提高大大降低了CO₂的排放量。

BRT 开通后一年内交通系统CO₂减排量达51 253t^[3], 见图4, 其中, 公交运营效率的提高降低CO₂排放量约占52%, 证明广州市BRT系统对环境效益的改善具有重要影响。未来随着BRT系统线路优化、公交信号优先和服务水平提高, 可进一步减轻环境污染、改善居民出行环境。

2.4 经济效益

从投资效益分析的角度而言, BRT的优势体现在以下方面: 建设周期短、投资少、运营费用低、乘客出行时间短等。

1) 建设费用低。

与轨道交通相比, BRT系统最大的优势在于其投资与运营成本明显较低。广州市BRT总投资约为7.24亿元人民币, 折合单位价格为3 162万元·km⁻¹, 仅为同时期开通的广州市地铁5号线的1/16。

2) 运营费用低。

BRT系统的可持续性取决于其运营费用和收入。广州市BRT开通前后公交运营费用和收入见表1, 由此可计算开通前亏损为12 801万元·a⁻¹,

开通后亏损为3 555万元·a⁻¹, BRT运营第一年比开通前节约资金9 246万元。随着未来BRT走廊的优化调整, 将进一步降低运营费用。

3) 乘客出行时间短。

乘客出行时间缩短可以转化为经济效益, 主要指乘客出行时选乘BRT取代乘坐常规公交或小汽车节省的时间用来为社会创造价值而产生的效益。按照乘客出行时间一年节省4 456万h、广州市居民人均GDP 30元·h⁻¹和工作客流系数0.5^[4]计算, BRT开通一年节约的出行成本约为6.684亿元。

2.5 社会效益

BRT除了带来有形的经济效益外, 还有无形的社会效益, 主要体现在以下方面:

1) 有效提升城市的品质及地位, 树立城市形象。伴随公共空间改造的BRT系统建设, 明显改善了城市形象。市民对城市形象和整体环境的认可度提高32%, 对公交的满意度提高37%, 尤其是对BRT走廊环境的满意度提高了49%。

2) 带动城市发展, 优化城市布局, 促进沿线土地升值和物业升值。BRT走廊沿线的房租和楼盘交易价格涨幅明显超过周边地区, BRT沿线小

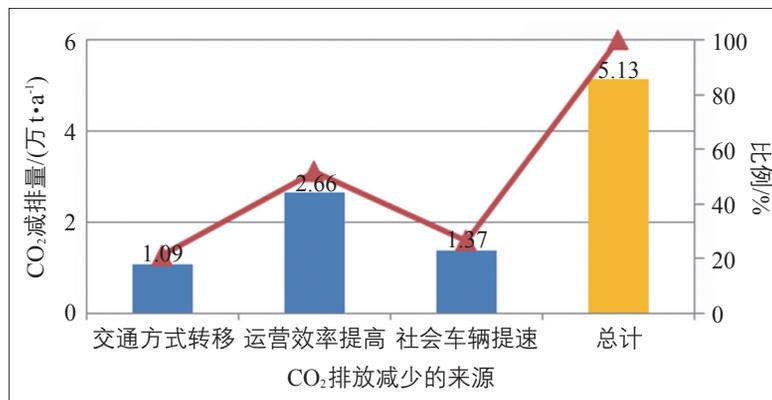


图4 BRT 开通后CO₂的减排量

Fig.4 Reduction in CO₂ emissions by Guangzhou BRT

表1 BRT 开通前后公交运营费用和收入比较

Tab.1 Operating costs and benefits before and after the opening of Guangzhou BRT

评价指标	开通前(2009年)	开通后(2010年)
运营费用/(元·车公里 ⁻¹)	7.4	8.1
收入/(元·车公里 ⁻¹)	6.5	7.8
公共汽车车公里数/(车公里·d ⁻¹)	38 9693	32 4652

区的房价比周边地区平均涨幅高39%。

3) 提高城市综合竞争力。由于BRT系统的成功实施以及绿道系统,广州市获得了“2011年度世界可持续交通奖”,成为中国首个获得该奖项的城市,引起了国内外的广泛关注。据统计,BRT开通一年来,共吸引40多个国内外考察团,考察人员来自于全球100多个城市。

3 不足之处

当前,广州市BRT系统运行正常,并取得了显著成效,运行机制、管理模式、服务和运营状况基本稳定。但该系统仍然存在不足之处:

1) BRT系统运力有待提升。

BRT运营以来,重要节假日、平日早晚高峰时段常会出现公交车辆内拥挤、乘客上下车困难的现象。BRT西段体育中心、华景新城和棠下等车站,拥挤现象尤为突出,在最拥挤的时段,棠下站站内乘客可达到饱和状态,暴露出高峰时段BRT系统运力不足,有待进一步提升。BRT站台设计可满足12 m车辆和18米铰接车辆(核定载客可达150~180人)的停靠要求,建议采用18 m铰接车辆,其容量较大,可适当降低发车频率,有利于BRT站台容纳更多线路停靠。

2) 部分道路的通行能力有待提升。

BRT沿线高峰时段出现拥堵的一个原因是存在瓶颈路段。BRT沿线标准段为社会车道(双向6车道)+BRT专用车道(双向2车道),但岗顶立交桥、华快立交桥上仅为双向4车道(混行车道,每天高峰时段将其中两条车道临时用作BRT专用车道),道路宽度的突变严重影响整条线路的通行能力。另外,BRT车辆在某些交叉口排队延误较大,可根据BRT流量增设进口道或者给予BRT车辆更多的绿灯时间。

3) 线路还有向东延伸的需求。

目前开发区东区、南岗片区缺少直达市区重要区域的公交线路,如直接抵达广州市火车站、客运站以及天河区中心区的公交线路。居民出行主要依靠在夏园站换乘BRT线路和短线常规公交。开发区东区、南岗和新塘片区居住和工作的人口数量较多,早晚高峰产生大量公共交通需

求,而现状公共汽车及线路配备严重不足,长期困扰区域内的居民出行和外围区域在此地就业人员的上下班出行。夏园以东地区有64%的市民搭乘公共汽车出行时需进行一次或多次换乘,耗时长、费用高。应对夏园站东部的客流需求进行进一步的研究,在保障客流、道路条件许可的情况下,将走廊向东延伸,既可以很好地解决东部居民的出行问题,又能进一步拓展BRT系统的服务范围。

4 结语

BRT施工期间不可避免将对各种交通方式带来一定影响。尽管如此,BRT项目的实施为城市综合交通的改善提供了契机,不仅改善了公共交通,更是对多种交通方式的整合和提升。广州市BRT系统对城市内稀缺的道路资源重新进行合理分配,并采用线网整合与优化策略,缓解了交通需求量大的中山大道的交通拥堵问题。

BRT系统影响评价分析表明:广州市BRT系统的运输效率、服务水平和总体效益得到了显著提高,有效缩短了乘客出行时间,提高了市民公交满意度,增加了公交吸引率。同时,BRT系统建设改善了交通环境和城市景观,并将潜移默化地影响城市布局调整、促进出行结构优化,对后续BRT系统或线路的建设具有借鉴意义和参考价值。

参考文献:

References:

- [1] 徐康明,蔡建臣,孙鲁明,冯浚.快速公交系统规划与设计[M].北京:中国建筑工业出版社,2010.
- [2] 广州市现代快速公交和可持续交通研究所.广州市快速公交(BRT)影响评价分析[R].广州:广州市现代快速公交和可持续交通研究所,2010.
- [3] Colin K Hughes, ZHU Xian-yuan. Preliminary Report & Analysis[R]. Guangzhou: Guangzhou Modern BRT & Sustainable Transport Institute, 2011.
- [4] 广州市统计局,国家统计局广州调查队.广州统计年鉴2010[M].北京:中国统计出版社,2010.