

基于动态监测数据的公交专用道效益评价研究

高杨斌 周韬

【摘要】在公交专用道建设大力推进的背景下，有必要加强对公交专用道实际交通效益的评价。传统的分析评价方法存在基础数据不足、评价范围不广、分析时段不全等问题。本文提出依托城市交通运行动态监测系统海量数据、多样指标和强大功能开展对公交专用道实际交通运行的监测、分析和效益评估，在专用道速度、可靠性、公交车速竞争力、对社会车影响等方面进行翔实的数据分析论证，可更全面、更深入的评估公交专用道建设的利弊得失。

【关键词】大数据；动态监测；公交专用道；效益

0 引言

随着“公交优先”战略的大力实施，各城市对专用道系统的建设也日益重视，专用道建设成为各个城市公交优先发展的一项重要内容，如杭州市近年来不断加大公交专用道的建设力度，3年内使公交专用道总长从144km迅速增加至270km。

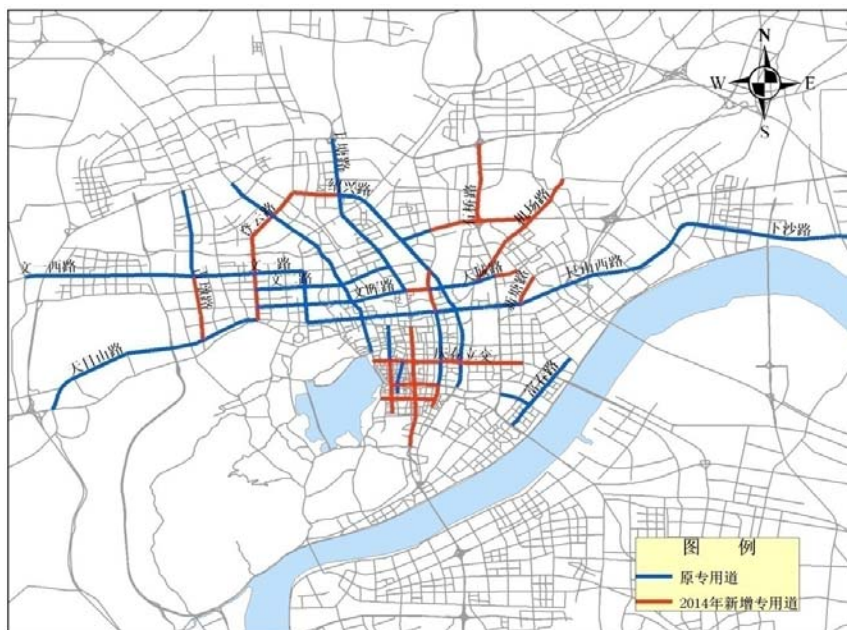


图1 杭州市公交专用道网络

在专用道规模不断扩充的同时，一个更加突出的问题逐渐摆在了决策部门和所有行业参与者面前，即：所划公交专用道的交通效益到底如何？以往针对公交专用道交通效益的研究，主要集中在专用道建设之前的论证，较少针对专用道建成以后的实际效益评估；主要是基于

人工调查的分析方法和基于交通仿真的模拟方法^{[1][2]}，较少基于大量实测数据的分析评估；主要是针对单条或少数专用道的评估，较少针对整个公交专用道网络的分析评估。在公交专用道建设规模已实现网络化的各大城市，加强对公交专用道实际效益的综合评价已非常重要，传统的分析评价方法已不能满足要求。

本文以杭州市交通运行动态监测分析系统为依据，旨在通过大数据分析技术和海量交通数据，全面客观的分析公交专用道网络的实际效益，为公交专用道效益评估技术开创一条基于动态数据的新路子，供业内同行参考。本文主要评价专用道的交通效益，不涉及环境效益、经济效益等。

1 杭州市交通运行动态监测分析系统简介

杭州市自 2008 年开始建设综合性的智能交通信息平台，其中针对道路交通运行的动态监测和智能分析系统一直是建设重点。2013 年建成了杭州市交通拥堵指数系统（针对社会车辆的交通运行监测系统），并正式对外发布。2014 年又建成了专门的公交运行指数系统（针对地面公交车辆的交通运行监测系统），实现了对公交车辆运行状况、运能调配等的实时监测、全面监测，对于加强公交运行分析、改进公交服务质量、优化公交系统发展有重要意义。



图 2 杭州市交通拥堵指数系统界面



图 3 杭州市公交运行指数系统界面

杭州市道路交通运行动态监测分析系统主要是以车载 GPS 数据（出租车和公交车以及部分特种车辆）和道路定点检测数据为基础，采集计算道路网络和公交网络的主要交通指标（如道路流量、道路车速、公交车速、公交发车频率、公交运力等），再综合计算各类宏观性、整体性指标，如反映道路网交通运行状态的交通拥堵指数，反映公交网车辆运行情况的公交运行指数等。系统实时接入各类基础数据，实时运算各类指标，实时发布有关运算结果，并对积存的海量历史数据进行深度挖掘和综合分析^[3]。

2 利用动态监测数据评估公交专用道效益的技术优势

与传统分析方法相比,利用上述系统的动态数据及分析功能来评价公交专用道的实际效益,有以下几个方面的优势:

(1) 指标全面。系统不但可单独评估公交车速、社会车速,还可评估公交运行可靠性、公交延误、候车时间等,可更全面的分析公交运行,并与社会车运行情况对比。

(2) 数据客观。实现所有评估以实测数据为主,克服了仿真软件中人为因素干扰过多的问题以及人工调查数据不完全可靠的问题。

(3) 范围广泛。可实现对杭州市所有公交专用道的评估,或具体区段的评估,或按照特定区域自由组合分析对象,以发现公交运行在空间维度上的变化特征,克服了以往只针对单条专用道进行评估的不足。

(4) 时间连续。可实现对公交运行的全天候、全周期评估,理论上任意 5 分钟的交通运行情况均有翔实的数据可供分析,因此可在海量数据中分析规律性特征,发现公交运行在时间维度上的连续变化特征,这是以往单靠人工调查所不能比拟的。

3 专用道设置与公交运行速度

速度是反映公交服务水平的关键指标之一。根据实际调查,杭州市民对现状公交发展的意见中,速度慢是仅次于乘客不方便的第二大问题^[4]。普遍的观点是设置公交专用道能提高公交运行速度,但具体到每一条实际设置的公交专用道,情况可能不一样。

依托杭州市交通运行动态监测系统,可对公交专用道的运行速度进行如下几个方面的分析:(1) 公交速度是否提升?(2) 速度提升幅度有多大?(3) 低速专用道的原因分析;(4) 公交运行延误构成。

3.1 有无专用道的公交车速对比

以 2014 年数据 11 月份每天的监测数据为例,统计分析得到在杭州主城区中心区内,有专用道道路上的公交车速比无专用道道路上的公交车速平均高出 10%左右,详见下图。

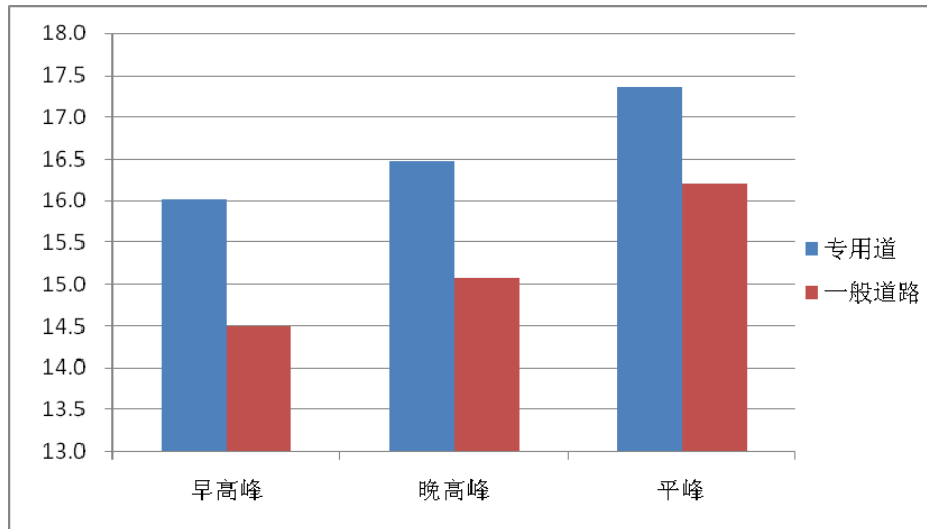


图 4 有无专用道公交速度对比

3.2 新设专用道的公交车速提升

2014 年度杭州市新增 15 条公交专用道，以这一批道路为对象，可发现专用道设置前后的公交运行速度差异：

(1) 从平均情况看，专用道设置以后使相关道路的公交车速平均提高 17-24%。其中早高峰期间，绝大部分道路（92%）的公交速度有所上升，平均由 13.3km/h 上升到 15.2km/h，增幅达 17.4%；晚高峰期间，78%道路的公交速度有所上升，平均由 12.9km/h 上升到 15.2km/h，增幅达 23.7%。

(2) 从具体道路看，速度提升幅度由高有低，少部分速度几乎没有提升甚至有所下降。分析原因，主要包括专用道设置不合理、违法占用现象普遍以及公交车、社会车在交织点段相互干扰严重等原因。实践中，根据这样的数据分析结果，结合实地调查分析，最终形成专门意见上报给有关部门进行整改，从而建立一个“监测-评估-反馈-调整-再监测评估”的新型决策机制，以不断提高专用道建设和管理的科学水平。

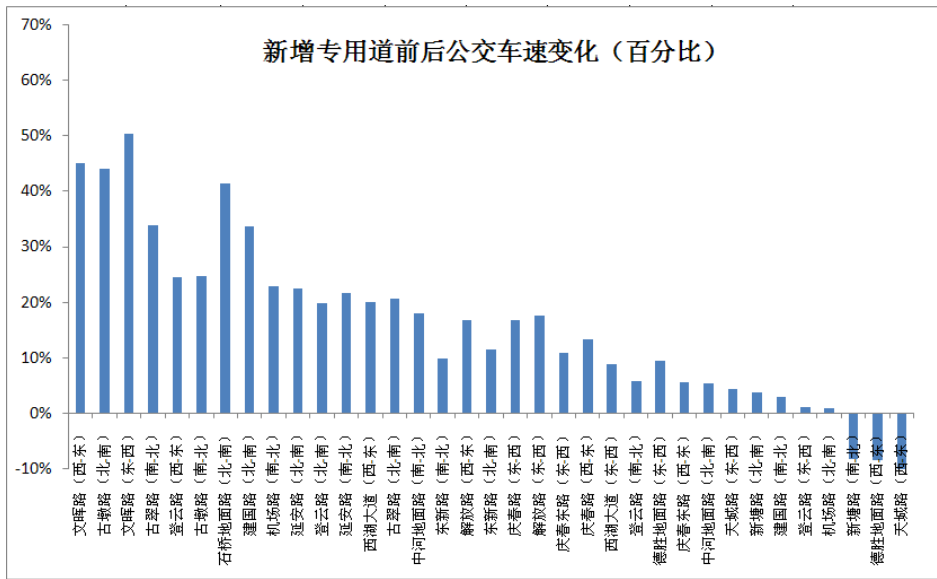


图 6 新增 15 条专用道的公交车速变化

3.3 低速专用道的原因分析

根据大量的实时监测数据，可分析找出公交速度仍然较低的专用道，再针对性的分析其原因，可供有关部门决策参考。

如杭州市目前已经施划的 40 条公交专用道中，平均速度最低的是文三路（古翠路至莫干山路），不足 10km/h。该段专用道是单行线的逆向公交专用道，一般较少社会车违法占用，但反而成为速度最低的公交专用道，其原因在于信号控制：单行线顺向设置了“绿波”交通信号，对顺向机动车通行有利，但逆向公交专用道几乎无法受益。

利用实时车载 GPS 数据，可清晰的掌握公交车在该段道路上运行所耗时间的分布，进而计算公交延误构成。下图显示了杭州文三路公交专用道（单行线逆向）上公交车运行时间的分布，其中交叉口等待时间占最大份额，达 38.8%。这说明：在地面道路网中，信号控制是影响公交车运行速度的一个重要因素，单靠设置公交专用道仍不够，还应加强路口信号优先。

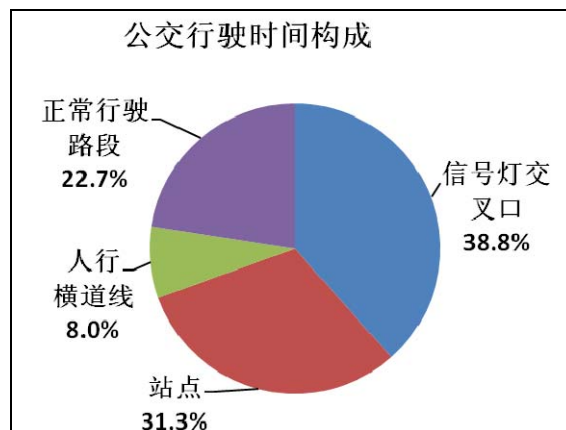


图 7 杭州文三路（西向东）方向公交车行驶时间分布图

4 专用道设置与公交运行可靠性

可靠性是衡量公交服务水平的另一大重要指标。常规公交运行中由于同时收到路网基本拥堵状况以及站点上下客的影响，不稳定因素较多，因此运行可靠性相对较差，这也是影响常规公交吸引力的一个重要原因。

依托杭州公交运行指数系统中大量的车速数据，可对各公交线路、各专用道的公交运行可靠性进行监测和分析。本研究以一个月范围内（去除周末或节假日后）每天早高峰专用道速度为样本值，统计该速度值波动的两倍标准差为波动幅度，以该波动幅度占平均速度的百分比作为公交运行可靠性的主要度量指标。

根据公交运行指数系统对每一条公交专用道以及一般道路的长期监测，以同样中心城区范围比较，公交专用道的设置对于保证公交运行可靠性，减少速度波动具有一定作用，专用道上公交车速的波动幅度平均为 22%，而一般道路上此数值为 28%。

具体到各条专用道，运行可靠性则差异较大。部分专用道的公交运行可靠性也比较低，速度波动明显偏高，分析原因，主要是受重点工程施工影响，专用道的使用受到较大限制。

表 1 专用道上公交运行可靠性排名前后三名一览

专用道		平均速度 (km/h)	速度波动 幅度
排名 前三	天目山路(外围)(东-西)	15.50	9.2%
	上塘地面路(南-北)	15.90	9.4%
	延安路(北-南)	14.1	11.2%
排名 后三	文二路(东-西)	10.20	67.8%
	文二路(西-东)	11.10	62.3%
	文一路(西-东)	12.70	57.6%

5 专用道设置与公交车速竞争力

在同样的道路条件下，如果道路很通畅，公交车速度一般都比社会车速度低，但是在道路拥堵且设有公交专用道时则不一定，有可能出现公交车速度高于社会车速度的情况，至少二者车速比值会提高。从提高公交相对于小汽车的竞争力这个角度来看，考察每条道路的公交车速/社会车速比值很有必要。

根据 2014 年 11 月份全月的数据统计，杭州主城中心区范围内全路网公交车速与社会车速度的比值平均为 0.62；设有公交专用道的道路上公交车速与社会车速比值为 0.72；局部路段比值超过 1.0，如上塘路(德胜路-朝晖路)北向南方向，早高峰公交车速度为 16.0km/h，社会车速则仅为 13.9km/h。

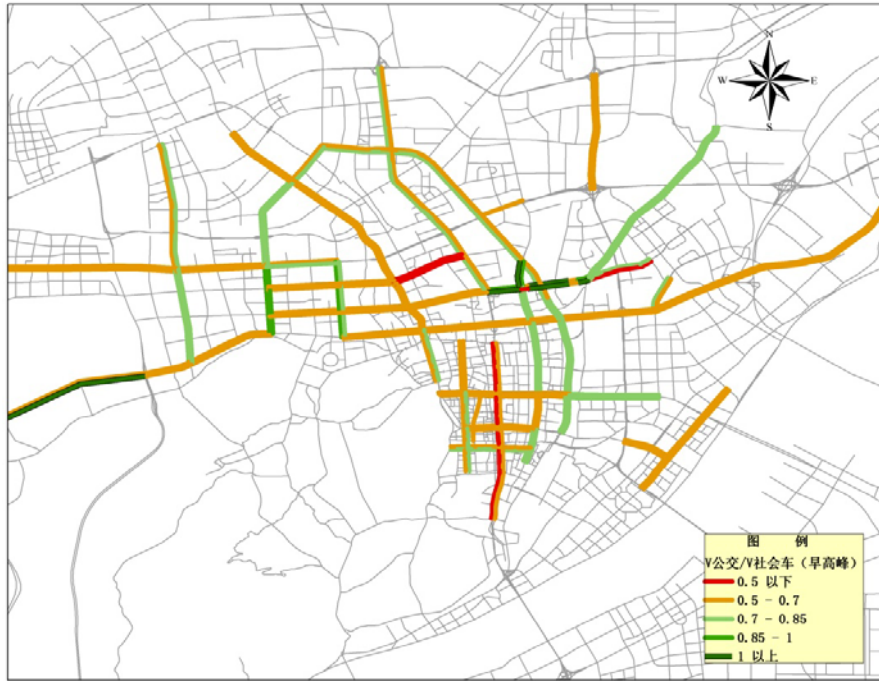


图 8 杭州市公交专用道上公交车速与社会车速比值分布图（早高峰）

分析公交车速与社会车速，其比值高的路段，主要都是道路较为拥堵的路段，而比值低的，主要都是由于社会车速较高。下表列出了公交车速/社会车速比值排名前三和排名后三的道路路段，可以看出这 6 个路段的公交车速基本都在 11-15km/h，而社会车速差异很大。

表 2 杭州市主要道路公交车速/社会车速比值一览表

专用道		公交车速 度(km/h)	社会车速 度(km/h)	比值
排名前三	东新路（北-南）	14.4	11.9	1.22
	上塘路（北-南）	16.0	13.9	1.15
	文晖路（东-西）	12.2	13.0	0.94
排名后三	德胜地面路（西-东）	12.5	25.0	0.50
	潮王路（西-东）	11.9	24.8	0.48
	天城路（西-东）	12.9	28.0	0.46

从车速方面考察公交与小汽车的相对竞争力，在畅通路段（针对社会车），即使设置了公交专用道，公交的竞争优势也不明显，但在拥堵路段则不然。因此在城市中心较为拥堵的区域，应大力加强公交专用道设置，确保公交运行速度不受社会车拥堵的影响，显著提高公交车相对社会车的速度比，有望吸引更多的私家车主放弃开车改乘公交。

6 专用道设置对社会车速的影响

道路上设置公交专用道以后，一般来说会使社会车速有所降低。实践中，常常因此引发私家车主的质疑。杭州市从拥堵指数系统的监测数据中统计分析发现：2014 年度新增的专

用道，确实使同一道路的社会车速下降，但下降幅度一般小于 10%。

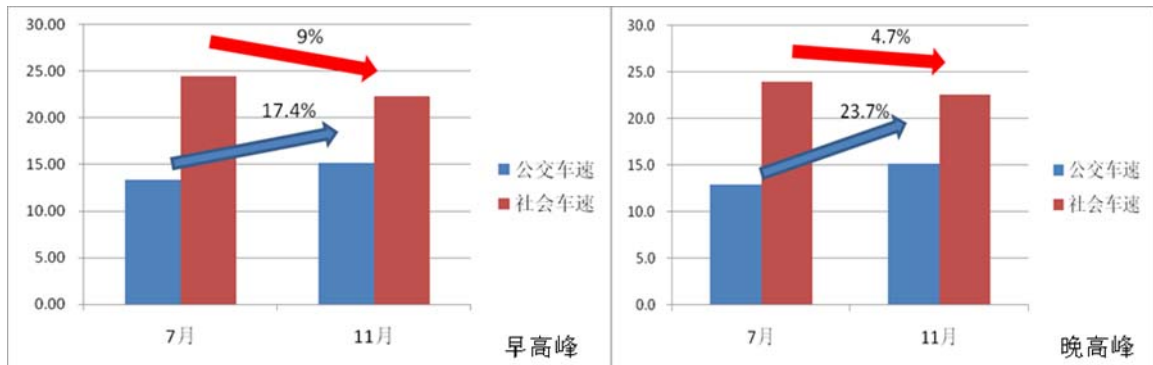


图 9 专用道设置对社会车速的影响

从数据分析中发现，杭州市设置公交专用道以后，社会车速下降幅度没有想象中的那么大，下降幅度明显低于公交车速提高幅度。这从一个侧面证明设置公交专用道的负面影响并不显著。

具体到各条道路，情况也不一样。少部分道路社会车速下降达到 20%，甚至有的道路社会车速下降而公交车速却提高很少。出现这种情况，主要是与专用道设置不科学以及管理薄弱等有关。根据系统监测数据，分析查找此类问题并反馈给有关部门，以进一步优化公交专用道设置，更好的改善道路交通运行，是该系统的主要应用方向之一。

7 结语

在公交专用道建设规模已实现网络化的各大城市，加强对公交专用道实际效益的综合评价非常重要，对于客观评价专用道建设的利弊得失、合理优化专用道设置、提高公交系统运行效率均有积极意义。

应积极利用大数据技术加强和改进专用道效益评估以及公交运行分析等工作。杭州市的交通运行动态监测分析系统，通过对海量多源数据的深度处理和计算，实现了对杭州市公交网络体系在设施、运力、运营、调度等各方面的实时监测和全面分析，系统不仅具备对公交常规动静态指标的实时计算能力，更提供了一套针对综合指标关联分析和深入挖掘的分析平台，其成果全覆盖、可分割、可追溯、可对比，是对传统交通分析方法的一项突破。该系统在公交提速、专用道分析、线网优化等方面具有广阔的应用空间。

【参考文献】

- [1] 杜怡曼,吴建平,贾宇涵,周杨. 基于微观交通仿真的快速公交专用道效益评估 [J]. 武汉大学学报(工学版),2014 (1): 85-89
- [2] 苗齐壮,孙凤英. 城市公交专用道效益评价及仿真 [J]. 森林工程,2012 (2):71-74.

[3] 杭州市综合交通研究中心, 北京交通发展研究中心. 杭州市公交运行指数技术体系与发布应用研究[R]. 杭州: 杭州市综合交通研究中心, 2014

[4] 杭州市综合交通研究中心. 杭州市公交优先发展经济技术支撑体系研究与“十二五”实施计划[R]. 杭州: 杭州市综合交通研究中心, 2012

[5] 全永燊, 郭继孚, 温慧敏, 孙建平. 城市道路网运行实时动态评价理论和技术研究[J]. 中国工程科学, 2011, 13(1): 43-48.

[6] 闫卫坡. 大城市公共交通出行指数分析研究[D]. 北京: 北京工业大学, 2012.

【作者简介】

高杨斌, 男, 研究生, 杭州市综合交通研究中心, 高级工程师, 注册城市规划师, 智能交通研究所所长。电子信箱: 54804083@qq.com

周韬, 男, 研究生, 杭州市综合交通研究中心, 工程师。电子信箱: 726374074@qq.com