

# 路侧公交专用道时空运行效益研究<sup>1</sup>

魏明 吴娇蓉 陈先龙 金安

**【摘要】**设置公交专用道理论上将在空间、时间效益两个层面提高公交车运行效益，但是跟踪多条路侧公交专用道的实际运行情况，发现实践与理论有一定差距。本文根据上海市路侧公交专用道代表性公交线路的实测跟车调查数据，采用数据分析和交通仿真方法，定量研究路段专用路权、进口道专用路权、信号优先、停站时间改善对公交运行车速程度的影响程度，分析了路侧公交专用道时空运行效益，为公交专用道的规划、设计提供量化的参考依据。

**【关键词】**路侧公交专用道；公交运行车速；专用路权；信号优先；停站时间

## 1 引言

在城市道路上设置公交专用道是提升公交运行速度、保障常规公交运行可靠性、提升常规公交服务水平的重要措施之一。按照车道在道路横断面上的位置，公交专用道可分为路侧（边）型、次路侧（边）型和路中型，其中路中型公交专用道是高等级的公交专用道形式，通常作为快速公交系统（BRT）的车道配置形式，广州中山大道 BRT、常州 BRT、北京京通快速路公交专用道的实施效果表明，采用路中型、完全保障路权的公交专用道在提高公交运行速度，节省出行时间，提升公交服务水平和乘客满意度等方面取得显著效果<sup>[1][2][3]</sup>。路侧型、画线分隔的公交专用道是普通的公交专用道形式，由于建设成本低、易于实施、公交行驶和靠站符合常规习惯等优点，是国内城市普遍使用的公交专用道设置形式。截止 2013 年末，全国公交专用车道里程达到 5890.6km<sup>[4]</sup>，其中 17 个城市拥有路中公交专用车道 502.9km<sup>[5][5]</sup>，仅占公交专用道总里程的 8.5%。然而，路侧型公交专用道容易受到多种因素的干扰，如社会车辆随意侵占专用车道、公交车与出入口车流冲突、交叉口公交车与右转车流相互影响等，其实施效果往往不尽人意<sup>[6][7][8]</sup>。

理论上，设置路侧公交专用道，将道路最外侧车道分配给公交车行驶，在空间层面，公交车具有空间优先通行路权，公交车辆和社会车辆分道行驶，减少了相互干扰，在路段、停靠站层面公交车运行秩序有所提升，行车延误减少，运行状态更加稳定，保证了公交车运行车速的提高；在时间层面，上海市公交专用道的实践表明，信号交叉口是影响公交专用道运

---

<sup>1</sup>基金项目：国家自然科学基金项目，项目编号：51278363

行效益的瓶颈<sup>[9]</sup>，而车道优先是实施信号优先的前提条件，公交车辆在信号交叉口可得到时间优先通行权，公交运行速度可进一步得到提高。因此，设置公交专用道将在空间、时间效益两个层面提高公交车运行效益。

目前对于公交专用道交通运行效益的分析，在理论研究层面，主要采用比较分析法，以公交车辆、社会车辆和出行者为评价对象，对公交专用道设置前后交通效益的相对变化进行定量、定性评价。对于确定的交通效益指标只是从定义出发，应用 BPR 路阻函数、交叉口平均延误等模型，经过数学推导得到路段车辆行驶时间、行程车速、交叉口延误等效益指标的计算方法<sup>[10-21]</sup>；在项目实践中，定量的交通效益评估指标主要包括行程车速、道路服务水平（交叉口饱和度、公交专用道车道和社会车道饱和度）、公交客运能力提高、车均/人均延误、断面客流量、满载率、出行时间节省等<sup>[22-26]</sup>。而对于设置公交专用道后，对公交车在路段、交叉口、停靠站等微观层面的专用路权空间、时间优先效益的分析缺乏量化研究。因此，本文结合上海市典型路侧公交专用道上公交线路实际调查数据，采用数据统计和交通仿真方法分析专用路权对公交车运行效益的影响，并给出路侧公交专用道实施建议，为公交专用道的规划、设计提供量化的参考依据。

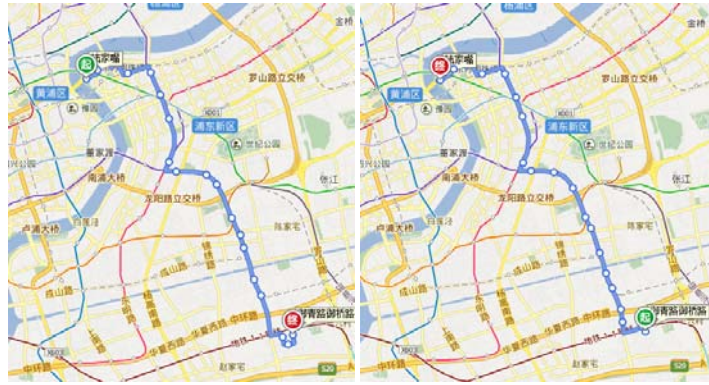
## 2 基础数据

### 2.1 数据采集方法

本文以上海市浦建路-沪南路公交专用道上的 779 路公交为研究对象，开展公交跟车调查，获取基础数据开展研究。779 路基本概况如表 1、图 1 所示：

表 1 779 路公交基本概况

起讫点	线路长度	工作日高峰发车间隔	单程计划运营时间	在公交专用道上运行里程
陆家嘴站↔御青路 御桥路站	北向南 15.6km; 南向北 15.1km	6-8min	50min	东方路：3.2km 浦建路-沪南路：7.5km



a) 北向南方向      b) 南向北方向

图 1 779 路公交车线路运行图

779 路使用公交专用道的里程达到 10.7km，占线路长度的比例达到 70%，是浦建路-沪南路公交专用道上使用公交专用道里程占线路长度比例最高的公交线路。由于上海市公交专用道绝大多数为高峰期专用，早高峰专用时段为 7:00~10:00，晚高峰专用时段为 16:00~19:00，其他时段社会车辆可驶入公交专用道，公交车不具备优先路权。为保证调查数据全部位于公交专用道专用时段内，779 路计划单程运营时间为 50min，则待调查的首班车发车时间不宜早于 16:00，末班车的发车时间不宜晚于 18:10。

本文采用跟车调查法，选取 2013 年 10~11 月正常工作日的周二、周三、周四晚高峰时段，均匀抽取各发车时刻的公交班次车辆，安排调查员跟车，共采集得到单向各 45 班次公交实际运行数据，数据包括公交到、离站时刻，通过交叉口的时刻、各站上下客数等。

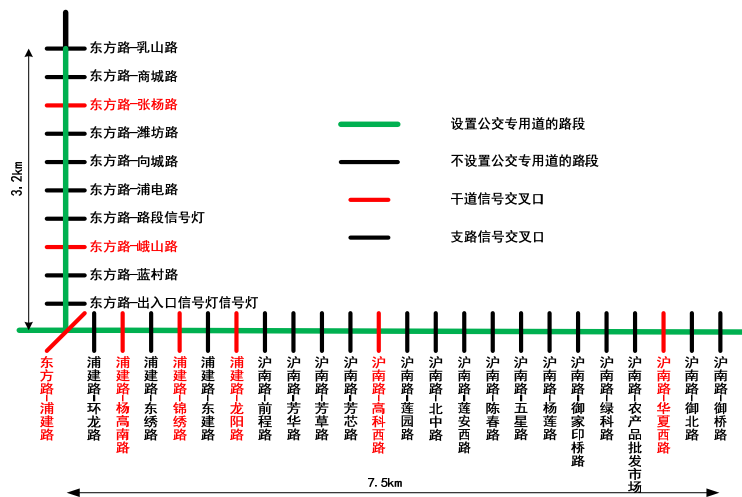


图 2 779 路途经的公交专用道上信号交叉口布局示意图

## 2.2 数据精度分析

本文采用人工根据调查法获取基础数据开展研究，虽然耗费人力，但数据精度可达到

1s, 高于上海市公交 GPS 数据精度[27]。人工调查数据样本量有限的问题, 可通过数据精度分析界定是否满足研究需要。

在统计学中, 通常以允许相对误差  $r$  来表示样本数据要求的精度, 对于抽样率为  $f = \frac{n}{N}$  的样本数据的允许相对误差  $r$  的计算公式为:

$$r = \sqrt{\frac{(1-f) \cdot t^2 \cdot C^2}{f \cdot N}}$$

式中,  $t$ ——置信度的百分位限值, 当置信度为 90%时,  $t=1.65$ , 当置信度为 95%时,  $t=1.96$ ;

$C$ ——总体变异系数,  $C = \frac{S}{\bar{Y}}$ ,  $S$  为总体标准差,  $\bar{Y}$  为总体均值。

取置信度为 95%, 计算得到 779 路公交运行时间的相对误差在 3%以下, 可以认为调查数据符合论文研究需要。

表 2 779 路抽样调查精度计算

	抽样率	公交运行时间均值 (s)	公交运行时间标准差	相对误差
北向南	37.82%	3747.2	383.7	2.36%
南向北	42.86%	3040.6	305.8	2.22%

注释: 779 路仅一端有调度站, 高峰时段两个方向发车规模不同, 样本总体规模根据晚高峰时段发车时刻表和现场调查获取

### 3 路侧公交专用道各要素对公交车运行影响分析

#### 3.1 公交车运行时间构成分析

公交车辆运行时间一般包括起终点站间正常行驶时间、停车时间和延误时间三大部分, 停车时间又分为交叉口红灯停车等待时间和停靠站由于上下客而发生的停车时间。为便于分析, 本文将站点停车时间和延误时间统称为延误时间, 并把停靠站产生的延误和交叉口产生的延误时间区别分析。由于目前上海市公交专用道路权优先名存实亡<sup>[6-9]</sup>, 不仅路段上公交专用道处于混行状态, 而且在交叉口进口道社会车辆与公交车辆混行排队导致绿灯启亮后公交车无法第一时间通过交叉口, 从而产生额外的排队延误 (当公交车排在进口道第一辆时, 认为排队延误时间为 0)。因此, 可将公交车运行时间分为以下 4 个部分: 路段行驶时间、交叉口信号灯延误时间、交叉口排队延误时间和停站时间 (仅包含停车上、下客服务时间, 加减速进、出站过程计入路段行驶时间)。

基于公交跟车调查数据, 统计 779 路在东方路、浦建路-沪南路公交专用道区段内的公交车辆运行时间构成情况, 结果如下表所示:

表 3 779 路在公交专用道区段内的运行时间构成

	北向南				南向北			
	东方路		浦建路-沪南路		东方路		浦建路-沪南路	
	均值	比例	均值	比例	均值	比例	均值	比例
路段行驶时间	420.2s	50.39%	873.4s	54.31%	364.5s	54.78%	882.4s	55.64%
交叉口信号灯 延误时间	300.9s	36.08%	536.7s	33.37%	243.6s	36.61%	540.0s	34.05%
交叉口排队 延误时间	36.8s	4.41%	65.8s	4.09%	23.4s	3.51%	67.5s	4.26%
停站时间	76.0s	9.12%	132.3s	8.23%	33.9s	5.09%	95.9s	6.05%

注释：不计专用道区段起始处交叉口信号灯延误及排队延误时间

根据 779 路跟车调查数据统计，东方路、浦建路-沪南路公交专用道的交叉口信号灯延误时间占到公交运行总时间的 40%左右，与西藏路、周家嘴路公交专用道的交叉口信号灯延误时间所占比例基本相同[8]，西藏路公交专用道信号灯密度最大，交叉口信号灯延误时间比例最高，可见，信号交叉口是影响公交车运行效率的瓶颈所在，公交车运行车速的提高在很大程度上依赖于信号灯数量和交叉口信号优先系统的实施。

表 4 上海市多条公交专用道公交车运行时间构成情况汇总

	东方路	浦建路-沪南路	西藏路 <sup>[8]</sup>	周家嘴路 <sup>[8]</sup>
路段行驶时间	北向南：50.39% 南向北：54.38%	北向南：54.31% 南向北：55.64%	北向南：41.6% 南向北：42.3%	西向东：50.7% 东向西：52.5%
交叉口信号 灯延误	北向南：40.49% 南向北：40.12%	北向南：37.46% 南向北：38.31%	北向南：45.7% 南向北：44.7%	西向东：34.8% 东向西：32.7%
区段信号灯密度	320m	326m	北向南：179m 南向北：195m	西向东：375m 东向西：326m
停站时间	北向南：9.12% 南向北：5.49%	北向南：8.23% 南向北：6.05%	北向南：12.7% 南向北：13.0%	西向东：14.5% 东向西：14.8%

注释：1) 不计专用道区段两端交叉口信号灯延误时间；2) 信号灯密度不计两端信号灯

### 3.2 交叉口进口道专用路权对公交车运行影响

东方路、浦建路-沪南路公交专用道，交叉口排队延误时间比例约为区段运行总时间的 4%左右，换言之，若交叉口全部设置直行公交专用进口道，且通过严格的交通执法管理充分保证交叉口优先通行路权，红灯期间公交车能优先排在进口道前列，绿灯启亮时能第一时间驶离交叉口，则公交车运行车速将提高 4%~5%左右。

表 5 交叉口进口道排队延误改善与公交运行车速提高幅度

公交专用道	方向	区段运行时间 (s)	里程	排队延误时间减少 (s)	运行车速变化 (km/h)	相对变化率
东方路	北向南	833.9	3229m	36.8	13.94→14.58	+4.6%
	南向北	665.4		23.4	17.47→18.11	+3.6%
浦建路-沪南路	北向南	1608.2	7504m	65.8	16.80→17.51	+4.3%
	南向北	1585.8		67.5	17.03→17.79	+4.4%

### 3.3 路段专用路权对公交车运行影响

由于上海市公交专用道目前实质上处于混行状态，现状公交调查数据无法反映设置公交专用道前后以及不同比例混行流量下的公交运行效益，因此，本节采用 PTV-VISSIM 交通仿真软件构建现状公交专用道区段的仿真路网模型，通过渐进调试仿真模型关键参数，定量研究路段专用路权对公交运行效益的影响。

#### 3.3.1 交通仿真模型构建

构建单向 3 车道的沪南路（芳芯路~莲园路）公交专用道仿真路网，包含 3 个信号灯，一对港湾式停靠站，路段长度约 640m（浦建路-沪南路公交专用道沿线信号灯交叉口间距约 320m）。道路最外侧车道设置为公交专用道，公交专用道与其他机动车道采用标线隔离，路段机动车道宽度 3.5~3.75m，港湾式停靠站长度 60m，4 个泊位。

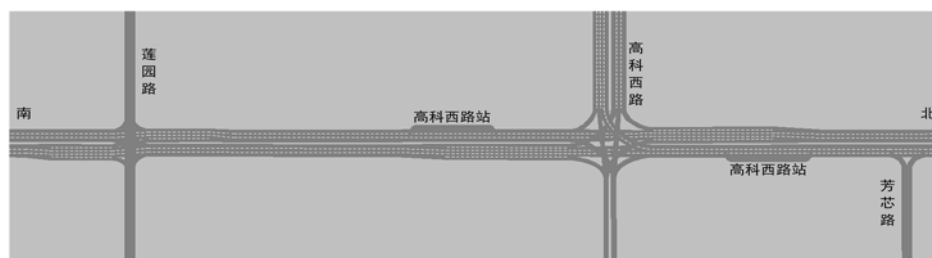


图 3 交通仿真路网模型

根据实际道路交通构成，简化交通仿真，交通流由小汽车 Car 和公交车辆 Bus 组成，建立两种运行参数完全一致的小汽车模型，区分为 Car 1 和 Car 2 两种，以实际路段流量、公交车流量、交叉口转向流量作为仿真输入参数，调控允许驶入公交专用道的小汽车流量来研究道路混行率对公交运行效益的影响程度。

#### 3.3.2 关键参数设置

**驾驶行为参数：**对道路通行能力影响较大的车辆期望安全距离的加和项  $bx\_add$  和乘数项  $bx\_mult$  分别取值为 2.75m, 3.75m<sup>[28]</sup>。

**车辆期望车速：**综合考虑城市主干道的设计车速和路段的限速标准，小汽车的期望车速分布取为 50<sup>[45,55]</sup>。公交车辆的期望车速根据 779 路跟车调查中便携式 GPS 记录仪测量得到

的实时车速（见图 4），取为 30<sup>[30,40]</sup>。

**信号交叉口配时：**采用实测数据，芳芯路，周期 114s，研究方向绿灯时间 79s；高科西路，周期 186s，研究方向绿灯时长 88s，莲园路，周期 172s，研究方向绿灯时长 72s。

**公交线路构成：**基于线路的公交运行效益计算，并不要求采集全样本公交线路数据，因此，本文将公交线路分为两类：样本公交线路（车型 Transit），背景公交线路（车型 Bus），建立两种运行参数完全一致的车辆模型来达到区分车型、按车型获取检测数据的目的。实际路段上公交车总流量约 100veh/h，因此，在仿真模型中，背景公交线路（车型 Bus）发车间隔取为 40s，样本公交线路（车型 Transit）参照 779 路发车间隔，取为 8min。此外，设置公交车车辆的随机到达特性<sup>[29]</sup>，反映中途路段公交车车辆到达呈现随机到达的特性。

**公交停站时间分布：**根据 779 路跟车调查数据统计，南向北方向沪南路高科西路站公交停靠时间统计特征如图 4 所示，为简化仿真，两种类型公交线路的公交车停站时间按照正态分布模型均取为  $N(10, 7)$

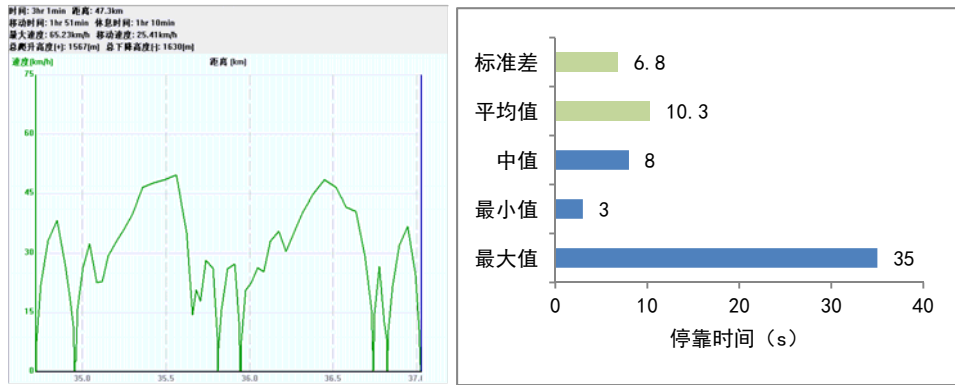


图 4 左：Holux 便携式 GPS 记录仪实测的公交车速变化，右：南向北方向沪南路高科西路站停站时间统计

### 3.3.3 交通仿真模型有效性验证

对研究路段进行多次仿真试验，通过区段公交车运行时间的仿真结果与实测结果的对比分析来进行仿真模型的有效性检验。仿真模型检测公交运行时间均值为 144.7s，实测公交运行时间为 134.4s，误差 7.8%，小于 10%，由于本节研究的道路混行率和信号灯对公交运行车速的影响程度，是采用控制变量法，通过多组仿真测试结果的对比分析来研究单一因素对公交车运行效益的影响，数据分析着重于仿真运行数据的相对变化，因此，可以认为按前文设置的关键参数能够满足论文研究要求，交通仿真模型的设置是有效的。

### 3.3.4 路段专用路权对公交车运行影响

通过车道限制功能（Lane Closure）设置道路交通运行规则为：1）不对公交车进行限

制，公交车可以根据路况自行选择车道行驶；2) 不允许车型为 Car 1 的小汽车驶入公交专用道；3) 设置一定的道路混行流量，允许车型为 Car 2 的小汽车驶入公交专用道，混行流量比例（车型 Car 2 的流量占路段断面总流量的比例）依次设置为 0%、5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%），共进行 9 组仿真模拟测试，检测样本公交线路运行时间，计算公交平均运行车速，结果如表 6 所示：

表 6 混行率对公交运行车速的影响

	混行率	混行流量 (veh/h)	公交专用道 占用率	平均运行车速 (km/h)	相对变化率
无专用道	/	/	/	15.673	/
有专用道	<b>0%</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>16.424</b>	<b>+4.8%</b>
	5%	75	27.8%	15.904	-3.2%
	<b>10%</b>	<b>150</b>	<b>43.5%</b>	<b>15.667</b>	<b>-4.6%</b>
	15%	225	53.6%	15.562	-5.2%
	20%	300	60.6%	15.363	-6.5%
	25%	375	65.8%	15.444	-6.0%
	<b>30%</b>	<b>450</b>	<b>69.8%</b>	<b>14.771</b>	<b>-10.1%</b>
	35%	525	72.9%	14.894	-9.3%
	40%	600	75.5%	14.630	-10.9%

注：公交专用道占用率<sup>[8] [9]</sup>=公交专用车社会车流量/公交专用车道总流量，流量均折算为标准车当量数 pcu

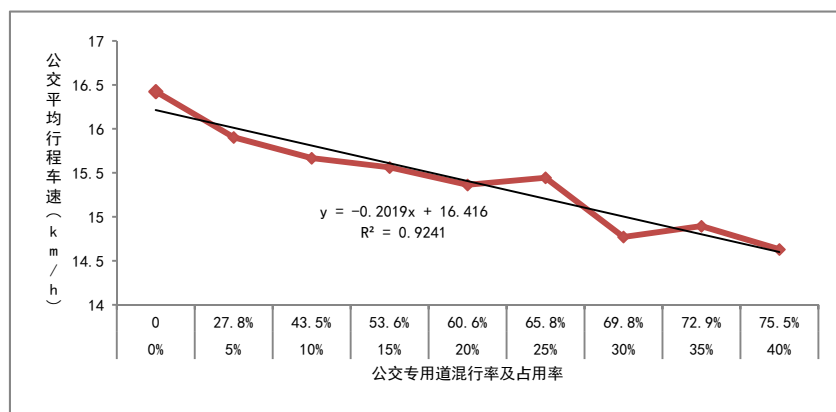


图 5 道路混行率对公交运行车速的影响

对于研究的公交专用道区段，不设置公交专用道时，社会车辆和公交车辆根据道路运行状况随机选择车道行驶，设置公交专用道后，车辆运行秩序和运行规则发生改变，公交车运行空间得到改善，运行车速提高 4.8%；若允许出租车使用公交专用道或由于公交专用道执法不严导致社会车辆驶入公交专用道时，当混入 10%的小汽车，即公交专用道占用率达到 43.5%时，公交车运行车速降低 4.6%，根据上海市公交专用道占用率的调查数据来看<sup>[8] [9]</sup>，此时虽处于较低的公交专用道占用率水平，却导致设置公交专用道提高的有限的公交运行效



益失效，当公交专用道占用率达到 70%时，公交车运行车速将降低 10%左右。

### 3.4 交叉口信号灯对公交车运行影响

根据前文统计，不计排队延误时间，东方路、浦建路-沪南路公交专用道信号灯延误时间比例约占区段运行总时间的 35%左右，换言之，若调整沿线交叉口组织方式，降低信号灯密度或实施信号优先系统，改善和减少信号灯延误，可显著提高公交专用道的公交车运行效益，测试方案如下：

**方案 1：**支路交叉口设置为右进右出，降低信号灯密度，减少次要道路交叉口信号灯延误，则公交车运行车速将提高 20%~30%（见表 7）。

**方案 2：**支路交叉口实施公交信号优先系统。交叉口信号优先系统实质是以相交道路车辆运行效益降低为代价换取本方向公交车辆运行效益的提升，在交通流量较大、饱和度较高的拥堵路段、交叉口，信号优先系统较难实施。目前国内城市 BRT 走廊多数没有或者只在非高峰期启用公交信号优先系统<sup>[5]</sup>。因此，仅假设对支路交叉口实施信号优先系统，平均每个支路交叉口信号灯延误减少 10s，则公交车运行车速将提高 10%左右（见表 7）。

**方案 3：**建设高架公交专用道或公交专用路，如成都、厦门 BRT，可完全排除信号灯的影响，公交车运行车速将提高 50%~60%（见表 7）。

**表 7 降低信号灯密度与公交运行车速提高幅度测算**

	公交专用道	方向	信号灯延误 时间减少 (s)	运行车速变化 (km/h)	相对变化率
方案 1	东方路	北向南	200.3	13.94→18.35	+31.6%
		南向北	126.1	17.47→21.56	+23.4%
	浦建路-沪南路	北向南	285.3	16.80→20.42	+21.6%
		南向北	267.1	17.03→20.49	+20.3%
方案 2	东方路	北向南	60.0	13.94→15.02	+7.8%
		南向北		17.47→19.20	+9.9%
	浦建路-沪南路	北向南	170.0	16.80→18.78	+11.8%
		南向北		17.03→19.08	+12.0%
方案 3	东方路	北向南	300.9	13.94→21.81	+56.4%
		南向北	243.6	17.47→27.56	+57.8%
	浦建路-沪南路	北向南	536.7	16.80→25.21	+50.1%
		南向北	540.0	17.03→25.83	+51.6%

综合前文研究成果，对于东方路、浦建路-沪南路路侧公交专用道，路段专用路权、交叉口进口道专用路权、支路信号优先系统实施、支路交叉口实施右进右出减少延误、高架公交专用车道或专用路对公交运行车速的提高幅度分别为 4%~5%、4%~5%、10%左右、20%~30%、50%~60%以上。可见信号灯延误的影响程度（约 20%~60%）远大于路段及进口

道专用路权的影响程度（4%~5%），对公交车运行效益的影响最大；另一方面，交叉口进口道路权专用是实施公交信号优先的前提条件，因此，在公交专用道选型和设计中，交叉口应设置专用进口道，专用路权、信号灯密度、公交信号优先系统三个方面的全面改善才能较大幅度的提高公交车的运行效益。

### 3.5 公交停站时间改善对公交车运行影响

杭州、舟山 BRT 采用路侧公交专用道，但采用封闭、大容量车站，通过车外售检票系统、多车门同时上下车、水平登降等措施，可有效减少公交停站时间，研究表明，车外售检票方式可使人均乘客上车时间减少 0.3-3s<sup>[30]</sup>，同时由于减少了公交停站时间，可缓解车站处的车辆拥堵状况，提高专用道通行能力。东方路、浦建路-沪南路公交专用道为例，数据测算结果表明，仅通过车外售检票系统减少上下车时间，公交运行车速可进一步提高 4%~6%，并且客流量越大，改善幅度相对越高。

表 8 公交停站时间节省与公交运行车速提高幅度测算

公交专用道	方向	停站时间	上客量（人次）	车外售检票停站时间	停站时间减少	运行车速变化（km/h）	相对变化率
东方路	北向南	76.0s	25.8	43.7s	32.3s	13.94→14.50	+4.03%
	南向北	33.9s	3.6	10.4s	23.5s	17.47→18.11	+3.66%
浦建路-沪南路	北向南	132.3s	21.1	36.7s	95.7s	16.80→17.86	+6.32%
	南向北	95.9s	16.3	29.5s	66.5s	17.03→17.78	+4.37%

注释：BRT 人均基准上下车时间取 1.5s，开关门时间取 5s<sup>[30]</sup>。

## 4 路侧公交专用道时空运行效益分析

设置公交专用道，在道路行驶空间和信号灯延误方面为公交车提供了“时空”双重优先的可能性，其时空优先效益分析如下：

**1) 空间优先效益：**从车道条件来看，相比内侧车道，最外侧车道在行车环境、运行效率、车道利用率、受干扰程度等方面存在先天缺陷，因而导致路侧公交专用道运行效率较低，由于受到多种干扰因素的影响，公交专用道空间优先权受到很大挑战，极大地限制了公交车运行效益的提升程度。根据前文研究成果，以东方路-浦建路-沪南路公交专用道为例，是否设置公交专用道，即公交车在路段上是否具备空间优先通行权，公交车运行车速提高 4.8%；交叉口全部设置直行公交专用进口道，公交车运行车速提高约 4%~5%。因此，路侧公交专用道空间优先通行权对公交车运行效益提升程度在 10%左右。

**2) 时间优先效益：**信号灯延误是影响公交车运行效益的最重要因素，实施信号优先系统是大幅度提高公交运行效益的关键所在。但是，实施公交信号优先系统的前提条件是保障

车道优先,一方面,在空间优先通行权无法得到充分保障的前提下,时间优先基本无法实施;另一方面,信号优先的实施,是以相交道路车辆运行效益降低为代价换取本方向公交车辆运行效益的提升,在交通流量较大、饱和度较高的拥堵路段、交叉口及地区,信号优先较难实施。目前国内城市 BRT 走廊多数没有或者只在非高峰期启用公交信号优先系统,因此,路侧公交专用道的时间优先效益基本为 0。

## 5 结论

本文通过公交实测数据,采用数据统计分析和交通仿真方法定量研究路侧公交专用道在路段、交叉口、车站等处对公交车运行影响程度,结论如下:

- 1) 路段及交叉口处的空间优先通行权对公交运行车速的提升程度在 10%左右,同时受到多种因素干扰,若无法保障绝对专用路权,极容易导致有限的交通效益提升降低至 0;
- 2) 路侧公交专用道基本无法实施信号优先系统,在交叉口处的时间优先效益基本为 0;
- 3) 公交停站时间改善方面,仅通过车外售检票系统减少上下车时间,公交运行车速可进一步提高 4%~6%,客流量越大,改善幅度相对越高。

国内外运营较成功的 BRT 系统的实践经验表明,常规地面公交的升级改造,需以路权为核心,路侧、路中或高架公交专用道/路为载体,对路权、车站、车辆、检票系统、ITS、运营组织等 6 个方面进行全面的系统整合设计,完全保障地面公交在一个相对独立的空间中运行,减少外界交通状况的干扰,根据客流特征提高运营组织效率,才能较大程度的提升常规公交运行车速和服务水平。

### 【参考文献】

- [1] 蔡健臣.常州快速公交系统的实践[J].城市车辆,2009,(2).
- [2] Karl Fjellstrom.中国快速公交系统发展简评[J].城市交通,2011,09(4).
- [3] 刘雪杰,孙明正,李民伟,陈锋,张溪.京通快速路公交专用车道建设效果评估[J].城市交通,2012,(3).
- [4] 中华人民共和国交通运输部.2013 年交通运输行业发展统计公报[EB/OL].  
[http://www.moc.gov.cn/zfxxgk/bnssj/zhghs/201405/t20140513\\_1618277.html](http://www.moc.gov.cn/zfxxgk/bnssj/zhghs/201405/t20140513_1618277.html)
- [5] 中国快速公交-BRT 信息和地图[EB/OL].<http://www.chinabrt.org/>.
- [6] 上海市城市建设设计研究院,上海市交通运输与港口管理局.公交专用道后评估工程(2008)[R].2009.
- [7] 上海市城市建设设计研究院,上海市交通运输与港口管理局.公交专用道后评估工程(2009)[R].2010.
- [8] 同济大学交通运输工程学院,上海市交通运输与港口管理局.2011 年上海市公交专用道后评估报告[R].2012.11.
- [9] 上海市交通港航发展研究中心.重点公交走廊(专用道)运行情况调查[[R].2013.11.

- [10] 陆建,王炜,陈学武.公交专用车道设置条件与效益分析[J].东南大学学报,1998.5.
- [11] 张卫华.城市公共交通优先通行技术及评价方法研究[D].南京:东南大学,2003.7.
- [12] 邵俊.公共汽车交通专用道(路)系统设计与评价方法研究[D].上海:同济大学,2000.
- [13] 白玉,薛昆,杨晓光.公交专用车道效益评价方法探讨[J].公路交通科技,2004,21(1).
- [14] 钟永艳.设置公交专用道的交通效益评价[J].交通科技与经济,2007.4.
- [15] 吴叶,陈小鸿.公交专用道规划设计的交通效益评价方法[J].交通与运输,2005(12).
- [16] 吴叶.公交专用道效益评价指标体系研究[D].上海:同济大学,2006.
- [17] 黄艳君.城市公共交通路段优先通行技术及评价方法研究[D].南京:东南大学,2003.3.
- [18] 黄娟.城市公交专用道设计及评价研究[D].西安:长安大学,2011.6.
- [19] 张南.公交优先通行系统研究[D].成都:西南交通大学,2003.4.
- [20] 曾奕林.城市公交专用道系统设计方法研究[D].西安:长安大学,2005.5.
- [21] 马红江,赵雅秀,李政,陆百川.公交专用车道设置效益分析[D].交通信息与安全,2011,29(1).
- [22] G Gardner,P R Cornwell,J A Cracknell 著,戴彦欣摘译,发展中城市公共交通专用道的运行状况[J].国外城市规划,1999(1).
- [23] G Gardner,P R Cornwell,J A Cracknell. The performance of busway transit in developing cities. Transport and Road Research Laboratory Research Report 329.
- [24] Lin Wei,Tang Chong.Theory and Practice of bus lane Operation in Kunming.The Kunming Project: Urban Development in China-a Dialogue.
- [25] Roderick B. Diaz, etc.Characteristics of Bus Rapid Transit for Decision-Making Federal Transit Administration,2004.8.
- [26] IBI Group, Bus Rapid Transit Evaluation Study,2003.9.
- [27] 陈敏.信息环境下的常规公交运行可靠性研究[D].上海:同济大学.2013.11.
- [28] 杨洪,韩胜风,陈小鸿.Vissim 仿真软件模型参数标定及应用[J].城市交通,2006,(6).
- [29] VISSIM 4.2 用户手册.辟途威交通科技(上海)有限公司,2006.11.
- [30] [美]交通与发展政策研究所(ITDP)编,宁平华译.快速公交(BRT)规划设计指南[M].广东省出版集团,广东科技出版社,2011.10.
- [31] 冯浚,张清峰,刘磊,黄静,徐康明.快速公交系统通行能力研究[J].城市交通,2013,(3).

## 【作者简介】

魏明,男,硕士,广州市交通规划研究院,信息模型所助理工程师。电子信箱:hust\_wm@126.com

吴娇蓉,女,博士,同济大学交通运输工程学院,交通工程系副主任,教授,博导。电子邮箱:wjrshtj@163.com

陈先龙,男,硕士,广州市交通规划研究院,信息模型所副所长,高级工程师。电子邮箱:314059@qq.com

金安,男,硕士,广州市交通规划研究院,信息模型所所长,高级工程师。电子邮箱:604757660@qq.com