

# 公交专用道设置条件研究

宫晓刚 徐泽洲 于莉娟 朱琛

**【摘要】**近年来，随着我国公交都市的建设，城市公交专用道里程逐年增加。公交专用道的施划是为了提升公交运行速度，保障大多数人的通行效益，但如果设置不当将会造成道路资源浪费，加剧交通拥堵，使大多数人的利益受损。为明确公交专用道设置的条件，从道路资源使用的公平性和使用效率出发，对设置公交专用道的道路条件、公交客流占比、公交客流量和公交车流量进行分析，并对设置公交专用道的速度临界条件进行了探讨。

**【关键词】**公共交通；公交专用道；效率与公平；设置条件

近年来，我国城市规模不断扩大，城市居民出行总量呈现大幅增长。同时，小汽车保有量激增，导致城市交通结构发生显著变化，机动化出行比例迅速上升，非机动车出行比例持续下降，城市交通拥堵日益严重。2012年，《国务院关于城市优先发展公共交通的指导意见》提出“要加快公共交通基础设施建设，提升公共交通的运输能力”。公交专用道作为城市公交运行的载体，是体现公交优先的措施之一。公交专用道的设置有利于提升公交运行速度，增加公交竞争力，对优化城市交通出行结构，缓解城市交通拥堵有重要作用。

公交专用道的设置是为了保障大多数人的通行效益，如果施划不合理，将会造成道路资源浪费，加剧交通拥堵，使多数人的利益受损。因此，有必要对公交专用道的设置条件进行研究，以明确公交专用道的设置标准。本文从道路资源分配的公平性和道路使用效率两个方面入手，分析城市公交专用道的设置条件，并提出公交专用道设置标准的建议值。

## 1 经验借鉴

### 1.1 设置标准

英国公交专用道设置标准相对较低，当高峰小时公交车流量达到 50 辆以上，载客量达到 2000 人次以上时即可设置。美国交通工程手册提出，当高峰小时公交车流量达到 60 辆/h 以上，且满足车上乘客超过 3000 人和公交车载客量占比不低于 50% 两个条件时，可设置一条高峰时间使用的路侧式公交专用道。

国内现行公安部标准《公交专用车道设置》（GA/T507—2004）要求较高，对于单向 3 车道及以上的城市主干路应设置公交专用道的标准为：高峰小时单向公交客运量大于 6000 人次，或者公交车流量大于 150 辆；宜设置公交专用道的标准为：高峰小时单向公交客运量

大于 4000 人次，或者公交车流量大于 100 辆。交通运输部正在组织编制的国家标准《公交专用道设置条件》（报批稿），从优先发展公交、鼓励公交专用道设置的角度出发，将单向 3 车道及以上道路应设置专用道的标准降低为：高峰小时断面客流量超过 4000 人次，或者车流量超过 90 辆；宜设置的标准为：高峰小时断面客流量超过 2000 人次，或者车流量超过 60 辆。

此外，国内许多城市在公交专用道规划时提出了不同的设置标准，各城市公交专用道设置标准如表 1 所示。可以看出，各城市公交专用道设置标准有所不同，专用道设置条件主要有车道数量、公交断面客流量、公交断面车流量、公交客流占比、公交运行速度等。北京市为达到公交专用道成网的目标，在制定的地方标准《公交专用车道设置》中首次提出了快速路和双向 2 车道的道路可以设置公交专用道。深圳市将道路运行的饱和度条件纳入公交专用道设置标准中，当道路已饱和，专用道设置会使 50% 以上的出行者利益受损时，应暂缓设置专用道。

表 1 国内部分城市公交专用道设置标准

城市	设置条件					阈值标准	备注
	单向车道数量	公交客流量 (人次/h)	公交车流量 (标准车/h)	公交客流占比	运行速度 (km/h)		
北京	2 车道及以上	$\geq 1500$	$\geq 60$	$\geq 30\%$	$\leq 20$	应	满足其一即可
		1200-1500	45-60	20%-30%	20-25	宜	
		1000-1200	/	/	/	可	
深圳	3 车道及以上	$\geq 4000$	$\geq 90$	/	/	应	/
		/	$\geq 90$	/	/	宜	/
		/	60-90	$< 50\%$	/	宜	交通不饱和
		/	$< 90$	$< 50\%$	/	暂缓设置	交通已饱和
昆明	/	/	$> 100$	/	/	/	/
南京	3 车道及以上	$\geq 3000$	$\geq 100$	50%	/	/	/
杭州	3 车道及以上	$\geq 5000$	$\geq 100$	60%	/	/	/

注释：为便于比较，北京仅列出单向 2 车道及以上道路设置标准，深圳仅列出单向 3 车道及以上道路设置标准

## 1.2 相关研究

陆建等<sup>[1~2]</sup>提出，我国公交专用道宜设置在单向 3 车道及以上的道路上，且当公交车交通量占总流量的比例在 20% 以上时，开辟公交专用车道会收到较好的效益。刘伟等<sup>[3]</sup>指出，公交专用道的设置必须考虑通行能力因素，当公交车辆达到 144 辆/h 时，可以考虑设置一

条公交专用道。毛子珍<sup>[4]</sup>结合深圳公交专用车道设置案例，从高峰小时公交车流量、客运需求和道路条件三方面提出了公交专用道设置必须符合 3 个条件：（1）当高峰小时公交车流量达到 60 辆以上时，应设公交专用道；当高峰小时公交车流量超过 120 辆时，可以设中央公交专用道。（2）当高峰小时载客量达到 4000 人次以上时，可以设公交专用道；当高峰小时载客量达到 7000 人次以上时，可以设中央公交专用道。（3）双向通行的道路单向至少 2~3 条车道。王涛等<sup>[5]</sup>提出，公交专用道设置的临界条件与道路的通行能力有关，道路的通行能力越大，设置公交专用道所要求的公交车流量越大；公交车的平均载客人数越多，公交专用道设置临界模型的最佳公交车比例越小。

此外，吴娇蓉等<sup>[6]</sup>对公交专用道的通行能力进行了研究，在设定服务水平的前提下，提出了不同形式公交专用道的公共交通车辆通过能力。当公交运行速度不低于 15km/h，公交停靠站处有 25%的途经公交车辆时，一条普通路侧公交专用道的通行能力不宜超过 125 辆/h。徐志等<sup>[7]</sup>对公交停靠站的延误进行统计分析，提出了港湾式停靠站公交负荷到达率与延误时间的经验模型。研究表明，在公交负荷到达率小于 20 辆/h 的情况下，停靠站延误不大；当公交负荷到达率大于 30 辆/h 的情况下，停靠站延误显著增大。因此，一个泊位的公交港湾站每小时服务的公交车辆数不宜超过 30 辆。

## 2 公交专用道设置影响因素分析

### 2.1 道路设施条件

公交专用道是在道路中划分出专供公交车通行的车道，其设置必须依托城市道路，因此城市道路设施是制约公交专用道布设的最直接因素。公交专用道施划后，社会车辆可使用的道路资源必然减少，为保障社会车辆的运行，至少需要保留一条机动车道供社会车辆使用，因此，设置公交专用道的道路一般来说不应小于 2 条车道，以单向 3 车道及以上为宜。

### 2.2 公交运行条件

公交运行情况是判断道路是否需要设置公交专用道的基本条件，主要包括公交运行速度、公交断面客流量、公交断面车流量和公交客流占比等。公交专用道设置的最直接目的是为了提升公交的运行速度，公交运行速度越低的路段，设置公交专用道的需求就越大。同时公交专用道的设置是为了提高大多数人的通行效益，因此，只有当公交车辆载客量达到一定数值后，方可设置公交专用道。

公交断面客流量、公交断面车流量和公交客流占比三者之间有相互关系，其关系表达式如下。

$$Q_{\text{bus}} = N_{\text{bus}} * R * \alpha = Q_{\text{car}} * \sigma / (1 - \sigma) \quad (1)$$

$Q_{\text{bus}}$ ——公交断面客流量（人次/h）；

$Q_{\text{car}}$ ——小汽车断面客流量（人次/h）；

$N_{\text{bus}}$ ——公交断面车流量（辆/h）；

$R$ ——公交额定载客量（人次）；

$\alpha$ ——高峰小时平均满载率（%）；

$\sigma$ ——公交客流占比（%）。

对于 10 米长标准公交车，其额定载客量约为 70 人/车，高峰小时平均满载率约为 0.6-0.7，则一台标准公交车高峰小时平均载客量约为 40-50 人。

$$Q_{\text{car}} = N_{\text{car}} * \beta \quad (2)$$

$N_{\text{car}}$ ——小汽车断面车流量（辆/h）；

$\beta$ ——小汽车平均载客量（人/车），通常取 1.5。

### 2.3 公交专用道通行能力分析

公交专用道的通行能力决定了公交的运行状况，通行能力越大，则专用道通过的公交车辆就越多，可运送的旅客也就越多。公交专用道的通行能力主要取决于关键车站通行能力。关键车站（客运走廊沿线通行能力最低的车站）通行能力越大，专用道通行能力就越大。因此，可以认为公交专用道通行能力等同于关键车站的通行能力，其计算公式如下<sup>[8]</sup>。

$$B_s = N_{e,l} * B_l = N_{e,l} * \frac{3600 \left(\frac{s}{h}\right)}{t_c + t_d \left(\frac{s}{h}\right) + t_{om}} = N_{e,l} * \frac{3600 \left(\frac{s}{h}\right)}{t_c + t_d \left(\frac{s}{h}\right) + Z * c_v * t_d} \quad (3)$$

$B_s$ ——车站公交车通行能力；

$N_{e,l}$ ——车站的有效车位数，不同泊位数的有效车位数如表 2；

$B_l$ ——车站 1 个停靠车位的公交车通行能力(辆/h)；

$g/C$ ——绿信比；

$t_d$ ——平均停靠时间(s)；

$t_c$ ——车位清空时间(s)，即每辆公共汽车进站的间隔时间；

$t_{om}$ ——运营裕量(s)，因进站停靠失败造成的延误；

$Z$ ——期望失败率的标准正态变量，不同的期望失败率情形下， $Z$  值变化如表 3。

$c_v$ ——停靠时间变化系数，是停靠时间标准偏差除以平均停靠时间，缺乏调查数据时，推荐值为 0.6。

表 2 站点泊位有效利用率

泊位数	港湾式公交站				路边直线型公交站	
	车辆随机到达		车辆均匀到达		车辆任意到达	
	车道使用率 (%)	等效泊位数	车道使用率 (%)	等效泊位数	车道使用率 (%)	等效泊位数
1	100	1	100	1	100	1
2	75	1.75	85	1.85	85	1.85
3	70	2.45	80	2.65	80	2.65
4	20	2.65	25	2.9	65	3.25
5	10	2.75	10	3	50	3.75

表 3 不同的期望失败率情形下 Z 值变化表

期望失败率/%	1	2.5	5	7.5	10	15	20	25	30	50
Z	2.33	1.96	1.645	1.44	1.28	1.04	0.84	0.675	0.525	0

### 3 公交专用道设置条件

在明确公交专用道设置的影响因素后，下面将从道路使用的公平性和效率两个方面着手，分析公交专用道的设置条件。

#### 3.1 公平性

道路使用的公平性是指使用该道路的人享有同等的道路资源，即道路资源的平均分配。与现行道路机动车道通行能力评价指标当量小汽车（PCU, Passing CarUnit）不同，道路资源的平均分配是依据通行者当量（PPU, Passing Passenger Unit），通行者当量是指某一道路空间单位时间内出行者通过人数<sup>[9]</sup>。这里将通行者当量引入至机动车道的范畴内，用于机动车道功能的划分。当公交客流大于一条车道的社会车辆客流时即有设置公交专用道的需求。即对于单向 n 条车道的道路，当公交客流占比高于 1/n 时，即可设置一条公交专用道。对于单向 3 车道，客流占比达到 33%时，即可设置一条公交专用道。

根据《城市道路工程设计规范》（CJJ37—2012）可知，设计速度 30~40km/h 的一条车道的通行能力为 1300pcu。同时，根据《公路与城市道路设计手册》可知，单向 3 车道道路最外侧车道的通行能力折减系数为 0.75，则该车道每小时可通过社会车辆 975pcu，按小汽车载客量 1.5 人/pcu 计算，该车道每小时可通过客流量约为 1462 人次，取公交平均载客量为 45 人/车，则共需约 30 车次的公交车。同理可以得到单向 2 车道的客流量和车流量，如表 4 所示。

表 4 不同车道数道路公交专用道的设置条件

车道数	公交客流占比	公交客流量（人次/h）	公交车流量（车次/h）
单向 3 车道	≥33%	≥1400	≥30
单向 2 车道	≥50%	≥1600	≥35

从道路使用的公平性来看，公交专用道设置的条件较低，对于单向 3 车道的道路，在公交客流量达到 1400 人次/h，或者公交客流量达到 30 车次/h 时即可设置一条公交专用道。

### 3.2 使用效率

从道路使用效率角度来讲，如果在道路拥堵的情况下，一条车道仅通过 30 车次的公交车，是对道路资源的一种浪费，下面将从道路使用效率方面分析一条公交专用道可通过的公交车流量和客流量。

文献<sup>[6]</sup>采用仿真手段，结果表明在保证公交专用道公交车辆平均运行速度不小于 15km/h 的条件下，停靠站均为 3 个泊位的港湾式公交站台时，1 条普通路侧公交专用道的通行能力应控制在 110 辆/h；若在停靠站处存在 25%的途经公交车辆时，通行能力不宜超过 125 辆/h。文献<sup>[7]</sup>指出，公交车辆驶离港湾站的平均加速时间为 10.7s，每位乘客上（下）车时间为 1.7s~2.1s，当公交负荷到达率大于 30 辆/h 的情况下，停靠站延误显著增大。

假设每个停靠站平均上（下）客为 15 人，则每个停靠站公交车辆的平均停靠时间约为 26s~32s。当一条公交专用道满负荷运作时，可以认为清空时间等于公交车辆驶离时间，取清空时间为 10s，取绿信比为 0.45，停靠期望失败率为 15%，停靠时间变化系数为 0.6。将各参数带入（3）式中，可以得到一个停靠泊位公交车站的通行能力约为 40 辆/h。进而可得到不同泊位数量的港湾式公交停靠站的通行能力，如表 5 所示。

表 5 不同停靠泊位数量的公交停靠站通行能力

泊位数（个）	公交停靠站通行能力（辆/h）	
	车辆随机到达	车辆均匀到达
1	40	40
2	70	74
3	98	106
4	106	116
5	110	120

由于停靠站的停靠效率随着泊位数的增加使边际递减的，因此，港湾式公交站设置泊位数量最佳为 3 个，多于 3 个时泊位效率大大降低。对于 3 个停靠泊位的港湾式公交停靠站，其通行能力在 98~106 辆/h，与文献<sup>[6]</sup>的结论基本吻合。将公交车流量代入（1）（2）式中，可以得到公交专用道设置的最大客流量和客流占比，如表 6 所示。

表 6 不同公交车流量的公交专用道设置条件

公交车流量 (辆/h)	公交客流量 (人次/h)	公交客流占比	
		单向 3 车道	单向 2 车道
90	4050	59%	73%
100	4500	62%	75%
110	4950	64%	77%
120	5400	66%	78%

### 3.3 公交专用道设置的一般标准

可以看出，从道路资源使用的公平性来看，公交专用道的设置标准相对较低；而从使用效率来看，公交专用道的设置标准相对较高。从理论上讲，当公交运行条件满足道路使用公平性的标准时即可设置 1 条公交专用道，这是设置公交专用道的最低标准。而从使用效率分析的公交专用道设置标准是 1 条公交专用道能够通过的最大车流量或客流量，是公交专用道设置的最高标准，即当城市公交运行条件满足该标准时，须施划 1 条公交专用道。

综合道路使用的公平性和效率，公交专用道的设置标准如下表 7 所示。

表 7 路侧式公交专用道设置一般标准

道路条件	公交运行条件	使用公平性	使用效率
单向 3 车道	客流量 (人次/h)	$\geq 1400$	$\geq 4000$
	车流量 (车次/h)	$\geq 30$	$\geq 90$
	客流占比	$\geq 33\%$	$\geq 50\%$
单向 2 车道	客流量 (人次/h)	$\geq 1600$	$\geq 5000$
	车流量 (车次/h)	$\geq 35$	$\geq 110$
	客流占比	$\geq 50\%$	$\geq 70\%$
		低标准	高标准

由于公交专用道设置的目的是提升公交车的运行速度，当公交运行速度较高时，无须设置公交专用道。从国内城市公交专用道设施效果来看<sup>[10]</sup>，设置公交专用道后，高峰小时公交的平均运行速度多在 15~20km/h。建议当路段的公交运行速度低于 15km/h 时，开始对该路段施划公交专用道。

## 4 结论

从道路资源使用的公平性和使用效率两个方面分析了公交专用道的设置条件，并结合相关研究成果，在兼顾公平与效率的前提下，提出了假定条件下的设置公交专用道的一般标准。影响公交专用道设置标准的主要参数有：公交运行车速、公交停靠站的泊位数量、公交车平均停靠时间、车位清空时间及高峰小时公交车和小汽车的平均载客量。各城市可根据实际情况，确定以上参数，对设置标准进行适当调整。

## 【参考文献】

- [1] 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.
- [2] 陆建.公交专用道设置条件研究[J].交通标准化,2002.
- [3] 刘伟.设置公交专用道的流量条件研究[J].重庆交通学院学报,2005.
- [4] 毛子珍.公交专用车道设置条件及适应性探讨[J].公共交通,2009.
- [5] 王涛,陈峻.基于时间效益的城市公交专用道设置流量条件[J].哈尔滨工业大学学报,2014.
- [6] 吴娇蓉,郑宇.设定服务水平的公交专用道通行能力研究[J].同济大学学报,2008.
- [7] 徐志, Akpakli Vincent Kwami, 杨孝宽.公交停靠站延误分析及估算方法[J].武汉理工大学学报,2010.
- [8] Kittelson& Associates Inc , KFH Group Inc , Parsons BrinckerhoffQuade& Douglass Inc. Transit capacity and quality of service manual —2nd edition[ R] . New York : TCRP ,2003.
- [9] 熊文,姜超,谭丽婷,周玉豪.PPU模型与城市路权分配研究[J].中国城市交通规划年会论文集,2013.
- [10] 许冬琳.国内部分城市公交专用道设置概况[J].人民公交,2012.
- [11] 宋心宇,杭州市公交专用道设置标准及实施对策研究[J].城市道桥与防洪,2014.

## 【作者简介】

宫晓刚, 男, 硕士研究生, 青岛市城市规划设计研究院, 助理工程师。电子信箱:  
15192650325@163.com

徐泽洲, 男, 硕士研究生, 青岛市城市规划设计研究院, 所长

于莉娟, 女, 硕士研究生, 青岛市城市规划设计研究院, 工程师

朱琛, 女, 硕士研究生, 青岛市城市规划设计研究院, 助理工程师