

公交专用车道的网络化建设实践 ——以深圳市为例

Exclusive Bus Lane Network: A Case Study in Shenzhen

林 涛, 毛应萍

(深圳市城市交通规划设计研究中心有限公司, 广东 深圳 518021)

Lin Tao, Mao Yingping

(Shenzhen Urban Transport Planning Center Co. Ltd., Shenzhen Guangdong 518021, China)

摘要: 为减少社会车辆与公共汽车的相互干扰,改善公共交通服务水平,公交专用车道应运而生并日趋多样化和精细化。首先,对网络化背景下公交专用车道特征、建设形式与使用方式、智能交通管理技术进行了分析。然后,以深圳市公交专用车道建设实践为例,系统阐释了公交站台的建设形式,总结了以公共汽车为对象的道路交叉口设计要点。最后指出,公交专用车道的网络化需求将促进相关设计方法和监控方式的提升,并进一步提高公交专用车道的效能。

Abstract: To minimize interference between buses and other vehicles and to improve the public transit services, the design of exclusive bus lane increasingly becomes diversified and elaborative. This paper first introduces the characteristics, layout and usage, as well as the intelligent transportation management technique of exclusive bus lane in the content of urban roadway network. Taking Shenzhen exclusive bus lane application as an example, this paper systematically illustrates the layout of bus stops and summarizes the key elements of bus lane design at intersections. The network requirement for exclusive bus lane, corresponding design methods and traffic monitoring system improvement are discussed at the end of the paper.

关键词: 公共交通; 公交专用车道; 网络化建设; 公交车站; 道路交叉口

Keywords: public transportation; exclusive bus lane; network construction; bus stop; intersection

中图分类号: U491.1⁺7 **文献标识码:** A

收稿日期: 2012-03-09

作者简介: 林涛(1975—), 男, 湖南长沙人, 博士, 高级工程师, 主要研究方向: 城市交通规划。

E-mail: lint@sutpc.com

为缓解城市交通拥堵对公共交通运营的影响,自20世纪90年代起,公交专用车道在中国各地得到推广应用。当前,北京、上海、广州、深圳等大城市公交专用车道总里程均已超过200 km,基本覆盖中心城区内部的主要公交走廊,初步实现了公交专用车道的网络化建设,提升了公交运能和速度,对公交优先发展起到了推动作用。公交专用车道的建设已由简单划线转变为“专用车道+停靠站+监控”的综合建设,其设计手段也随着公交专用车道网络的形成而更加多样化和精细化。

1 公交专用车道建设特征

1.1 向促进公交大运量、快速化方向转变

城市规模扩大不可避免地引发了居民公交出行的长距离化及客流的集聚化,导致公交运营线路和运营车辆不断增加,主要城市道路的公共汽车交通量和客运量持续增长。为适应此变化,公交专用车道的建设历经以下三个发展阶段,逐步向促进公交运能和速度提升的方向转变。

1) 第一阶段: 简单划线的路侧公交专用车道建设。

本阶段是在拥堵的城市道路路侧划定公共汽车专用的行驶和停靠空间,并结合直线式停靠站和道路交叉口公交专用车道进口道设计简单地对既有城市道路进行改造,主要目的在于提高公共汽车的行驶速度,减少社会车辆与公共汽车的相互干扰。

2) 第二阶段: 结合公交车站扩容的路侧公交

专用车道建设。

第一阶段简单划线的路侧公交专用车道虽然改善了公交运行秩序，但公交运能提升并不明显。为进一步提升公交通行能力，公交专用车道的建设逐渐由标志、标线工程转变为道路改造工程。本阶段在路侧划定公交专用车道，同时根据道路条件增加直线式停靠站的子站台数量或建设港湾式停靠站、设置越行线，通过路侧公交专用车道与公交车站扩容的双重建设手段提升公交通行能力。

3) 第三阶段：城市主干路与城市快速路的路中公交专用车道建设。

城市主干路的路侧公交专用车道由于存在出入口车辆进出、行人过街及出租汽车停靠的干扰，其公交通行能力大大折减，低于路中公交专用车道。当前，路中公交专用车道的推广多基于各城市快速公交系统的建设。例如，广州市BRT在城市主干路中山大道采用“路中公交专用车道+多子站台”的建设模式，并依靠灵活的运营手段，将道路公交通行能力提升至2.5万人次·h⁻¹以上^[2]。

伴随城市规模扩大、职住分离加剧，城市主

干路公交专用车道内行驶的公共汽车由于信号交叉路口的影响，车速难以大幅提升，因此，城市快速路开始建设路中公交专用车道以满足居民的长距离公交出行需求。例如，北京市京通快速路采用路中公交专用车道的建设模式，2011年底公交专用车道内共运行18条公交线路，高峰小时单向公共汽车交通量为219辆，断面客运量超过1.5万人次，公共汽车运行速度提高80%，达到45 km·h⁻¹^[3]。

1.2 建设形式与使用方式多样化

由于城市中设置公交专用车道的道路较多，不同车站的公共汽车停靠车辆数、集散人数及所在道路建设条件存在差异，因此，同一道路可同时存在路侧式与路中式公交专用车道，直线式停靠站、港湾式停靠站及深港湾式停靠站，单站台、分站台(2个子站台)及多子站台(3个及3个以上子站台)等多种建设形式。

伴随公交专用车道建设形式的多样化，公交专用车道的使用方式也逐步趋于灵活。根据社会车辆和公共汽车的运行情况，部分路段公交专用车道由全天公交专用向高峰时段(如7:30—9:30与

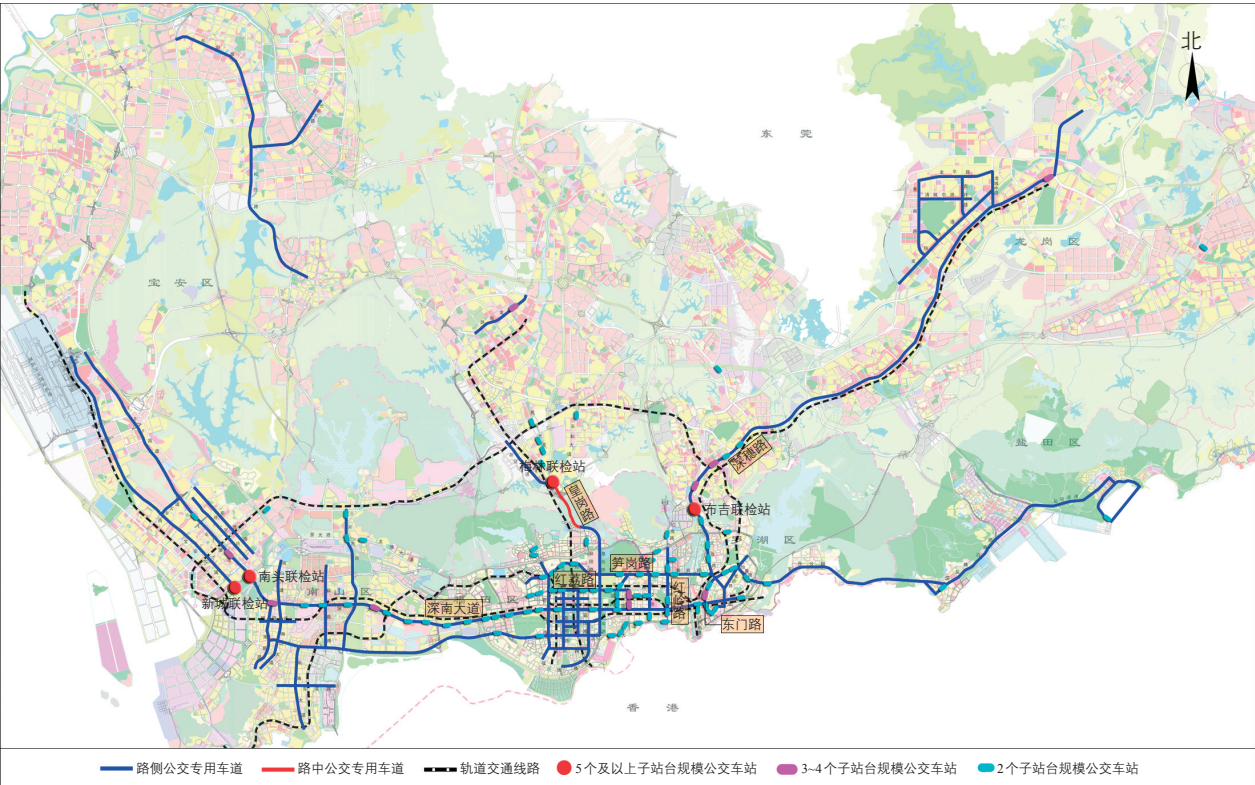


图1 深圳市公交专用车道与2个及2个以上子站台规模的公交车站分布

Fig.1 Distribution of exclusive bus-lanes and bus stop with two or more sub-bus stops in Shenzhen

17:30—19:30)公交专用, 以及由公交专用向公共汽车与大巴混用等方式转变。

1.3 监管手段与交叉口优先技术智能化

伴随公交专用车道网络的形成, 公交专用车道的监管手段和交叉口优先技术都相继变得复杂, 并难以操作: 1) 交警抽查式的监管手段已难以覆盖所有公交专用车道, 并且难以保证公交车站使用的有效性; 2) 单条走廊的“延时早断”型交叉口优先技术已难以适应大运量和网络化的公交运营。

为此, 在监管手段方面, 交通管理部门利用新型电子警察、公交车站视频监控、公共汽车车载视频监控、流动执法车抓拍、道路路段视频监控、直升机监控(北京京通快速路)等智能化与信息化手段确保公交优先, 实践证明效果显著。以深圳市为例, 2011年交通管理部门共查处社会车辆占用公交专用车道的违法行为23 461宗, 与2010年的62 201宗相比, 下降了62.3%。而在交叉口优先技术方面, 交通管理部门正逐步采用区域智能协调控制的方

法, 以动态优化道路交通组织。

2 深圳市公交专用车道建设实践

2.1 公交专用车道的网络化建设

深圳市公交专用车道始建于1997年, 截至2011年12月, 深圳市已建成公交专用车道256 km; “十二五”期间仍将持续推进公交专用车道网络化建设, 以实现全市主要公交走廊的全覆盖。深圳市现有公交专用车道中, 路侧公交专用车道为253.4 km, 路中公交专用车道为2.6 km; 共建设有96个规模为2个及2个以上子站台的公交车站, 主要分布在深南大道、笋岗路、红荔路、东门中路、深惠路等道路上, 其中, 14个主要客流集散点的公交车站规模均超过2个子站台。

2.2 公交车站建设形式

深圳市公交车站建设形式分为单站台直线式与港湾式停靠站、分站台直线式与深港湾式停靠站及多子站台三种。

1) 单站台直线式与港湾式停靠站。

单站台直线式停靠站是最传统、应用最广泛的公交车站建设形式。它将公交停靠区直接设置在机动车道上。单站台直线式停靠站一般设置1~3个停靠位, 其长度根据停靠位数量不同, 分别为15 m、30 m和45 m。单站台直线式停靠站也是深圳市使用最多的公交车站建设形式, 在已建的356对公交车站中, 近80%为

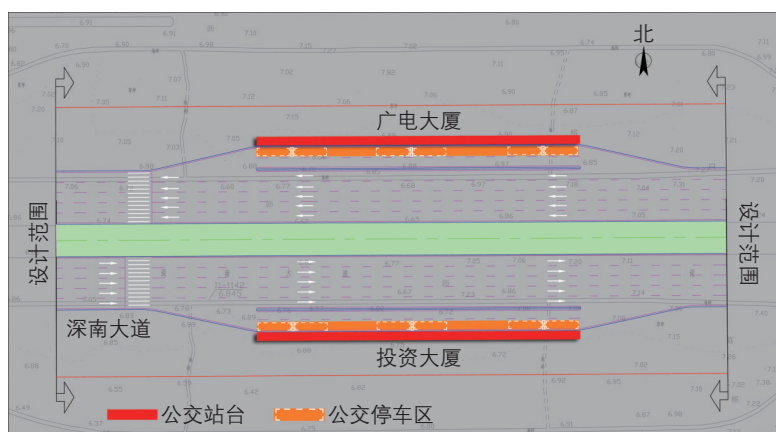


图2 深南大道投资大厦120 m港湾式站台

Fig.2 The 120 meter harbor bus stop at Investment Building, Shennan road

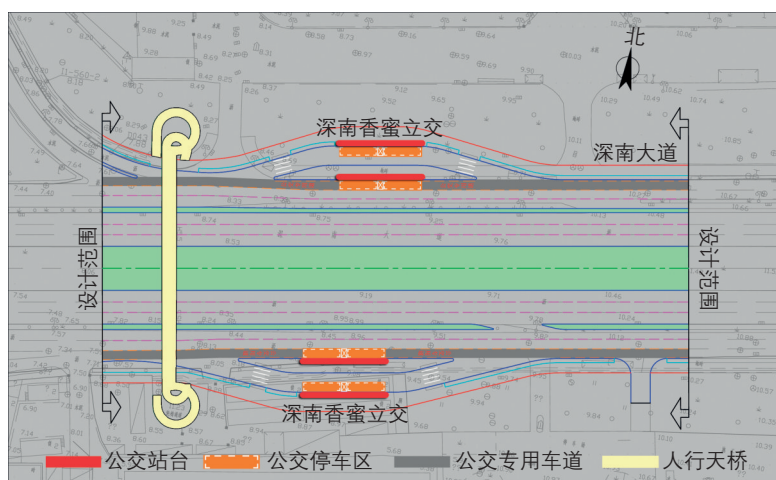


图3 深南大道深南香蜜立交深港湾式站台

Fig.3 The deep harbor bus stop of Shennan Xiangmi Interchange, Shennan road

这一类型。而港湾式停靠站则是为避免通过的公共汽车与停靠的公共汽车产生冲突，将停靠位设置在公交专用车道之外的公交车站建设形式，见图2。

2) 分站台直线式与深港湾式停靠站。

分站台直线式停靠站是单站台直线式停靠站公交通行能力升级的建设形式。它是在一个公交车站纵向设置两组子站台，子站台间隔及其与两侧出入口间隔最少为30 m，以供车辆交织使用。深港湾式停靠站是在公交车站处将道路适当拓宽，在同一地点横向增设子站台。这种做法也是在较宽道路红线上港湾式停靠站的子站台增设方式，一般双向六车道道路设置深港湾式站台的最小道路红线宽度为50 m(其中单侧：人行道3 m，机动车道11 m，港湾车道及分隔7 m，2个站台4 m)。

深圳市是首个提出并实施不同公交线路同车站分站台停靠的城市，此方法对道路公交通行能力的提升起到巨大的推进作用。以深圳市深南大道为例，深南大道全长28 km，为缓解公共汽车列车化现象，在2005年的改造中对道路沿线主要公交车站进行扩容，以上海宾馆站为分界点，往东的公交车站改造以双子站台的直线式停靠站为主，往西的公交车站改造以深港湾式停靠站为主，见图3。全线共设置39对公交车站，其中21对为分站台直线式或深港湾式停靠站。深南大道公交车站的扩容大幅度提

升了公交专用车道的通行能力，根据2011年深南大道公交调查，高峰小时单向公共汽车交通量为285~315辆，公交单向最大断面客流量达到1.8万人次，远高于一般公交专用车道90辆和0.6万人次的公交通行能力。

3) 多子站台。

多子站台是分站台直线式和深港湾式停靠站公交通行能力再次升级的建设形式，一般建在路侧。路中多子站台是为解决路侧由于车辆进出的要求难以布置多个子站台的限制，而逐步形成的在路中布置多子站台的公交车站建设形式。深圳市最早面临路侧多子站台难以满足

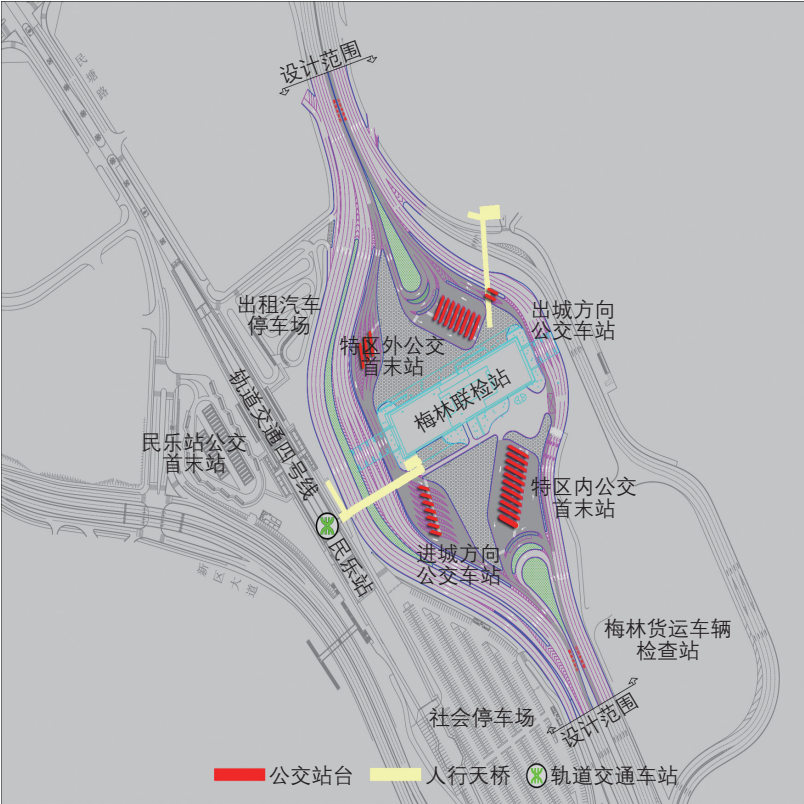


图4 梅林联检站平面
Fig.4 Plan of Meilin checkpoint

表1 2011年梅林联检站早高峰(7:00—9:00)进城方向断面客流量统计
Tab.1 In-bound traffic volume during the morning peak hours(7:00—9:00) at Meilin Checkpoint

类别	车辆数/辆	单车实载/人	客流量/万人次	客流量汇总/万人次
公共汽车	894	87.30	7.80	7.80
小汽车	5 681	1.43	0.81	1.35
社会 中型客车	110	3.50	0.04	
车辆 大型客车	181	25.20	0.46	
货车	312	1.20	0.04	1.95
轨道交通			1.95	
总计				11.10

车辆进出要求的节点出现在原特区对外联系的三大主要关口：布吉联检站、梅林联检站和南头联检站。

2005年，为满足原特区内外早晚高峰期间的居民通勤出行需求，深圳市分别结合关口改造在各联检站设置多个路中公交站台，其中最有代表性的是梅林联检站(见图4)。梅林联检站公交车站于2005年完成改造后，在进城方向设置了7个路中公交停靠站，出城方向设置了2个路中公交停靠站^[1]，并于2010年4月，进一步在梅观路、皇岗路进城方向划出高峰小时路中公交专用车道，以减少社会车辆与公共汽车的交织，从而提高公交通行能力；现计划进一步改造梅林联检站，增加出城方向公交站台数量。2011年梅林联检站公交调查显示，现有56条公交线路通过梅林联检站，早高峰两小时进城方向公共汽车最大断面交通量为894辆，客流量为7.8万人次，是目前国内断面公交客流量最大的节点，实现了单条道路公交通行能力的大幅飞跃。

2.3 道路交叉口设计要点

公交专用车道网络形成后，城市道路交叉口应根据公共汽车行驶路线的不同采取专用左转车道、专用直行车道、专用右转车道、双专

用进口道等多种形式及其组合。本文总结深圳市已有经验，将公交专用车道的道路交叉口设计要点归纳为以下五方面。

1) 以公共汽车为对象制定设计指标。

道路交叉口渠化设计中，车辆行驶轨迹(转弯半径及展宽宽度)设计指标应采用公共汽车的标准，最小设计转弯半径为15 m(用于确定渠化三角岛外侧右转缘石半径)，渠化三角岛右转展宽宽度最小为5.5 m，而停车线及转向后停车线位置应模拟公共汽车行驶轨迹确定。以深圳市怡景路与黄贝路道路交叉口(见图5)为例，怡景路为城市主干路，设置公交专用车道，黄贝路为城市次干路，设计缘石半径为20 m，由于黄贝路道路较窄，仅为双向两车道，公共汽车从怡景路右转进入黄贝路存在较大困难，会占用对向车道，因此在设计中将北进口道停车线后退5 m。

2) 为公共汽车转向预留充足的交织段。

公交专用车道在道路交叉口处应保证足够的交织段长度，并根据车辆排队长度确定交织段位置。以深圳市深南大道与香梅路道路交叉口(见图6)为例，深南大道在辅路设置路侧公交专用车道，每小时有近80辆公共汽车左转驶入香梅路，因此，深南大道辅路在道路交叉口前近200 m的位置设置进入主路的入口，并计划将深南大道最内侧左转车道划定为高峰期间公交优先使用

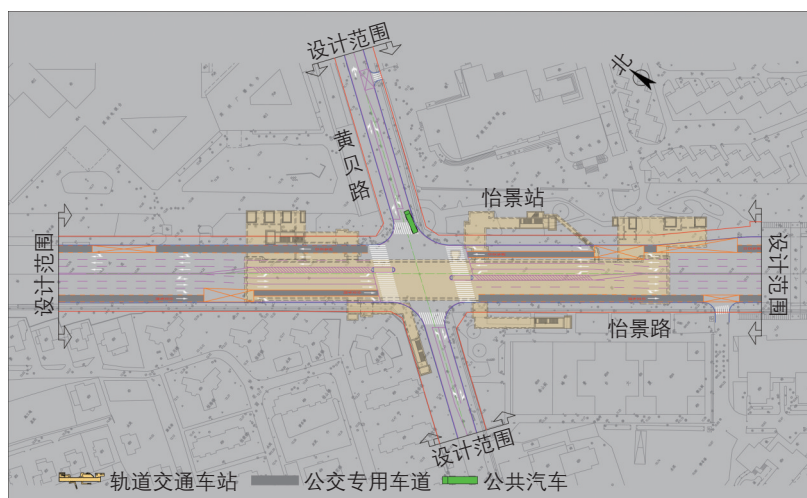


图5 怡景路与黄贝路道路交叉口平面

Fig.5 Plan of intersection at Yijing road and Huangbei road

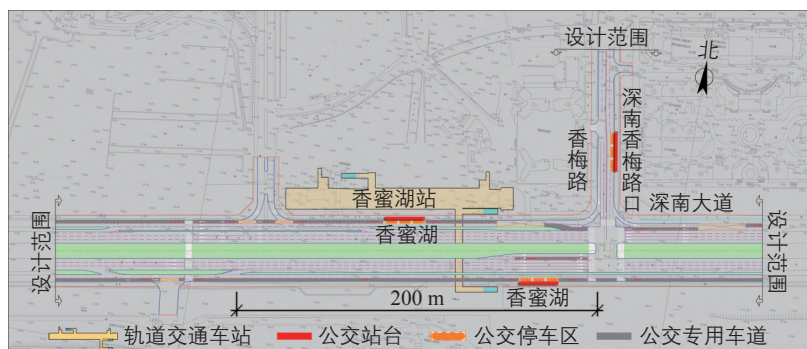


图6 深南大道与香梅路道路交叉口平面

Fig.6 Plan of intersection at Shennan road and Xiangmei road

区域^[4]。

3) 公交专用进、出口道位置应匹配。

相交道路同时设置公交专用车道时，公交专用进、出口道位置应匹配，即根据公交专用出口道位置及进口车辆转向确定公交专用进口道位置，见图7。

4) 公交专用进口道数量由公共汽车交通量决定。

当道路交叉口左转或右转公共汽车交通量超过100辆·h⁻¹时，需要设置左转或右转公交专用进口道；当直行公交车辆需要两个及两个以上信号周期才能通过道路交叉口时，需要设置锯齿型公交专用进口道，增加公交专用进口道数量。以深

圳市笋岗路与皇岗路道路交叉口(见图8)为例，笋岗路和皇岗路规划路中公交专用车道，该交叉口除东西向和南北向的直行方向为公交主流向外，北向东与东向北转向公共汽车交通量也超过100辆·h⁻¹，且公共汽车流向与社会车辆流向不完全相同，因此，在改造设计时结合各系统进行了专门设计，对路中公交专用进口道进行渠化拓宽，提高北向东与东向北的公交转向通行能力^[3]。

5) 公交车站位置应与沿线轨道交通车站协调。

多数特大城市已经或者正在实现轨道交通网络化，而公交专用车道在空间布局上呈现出部分

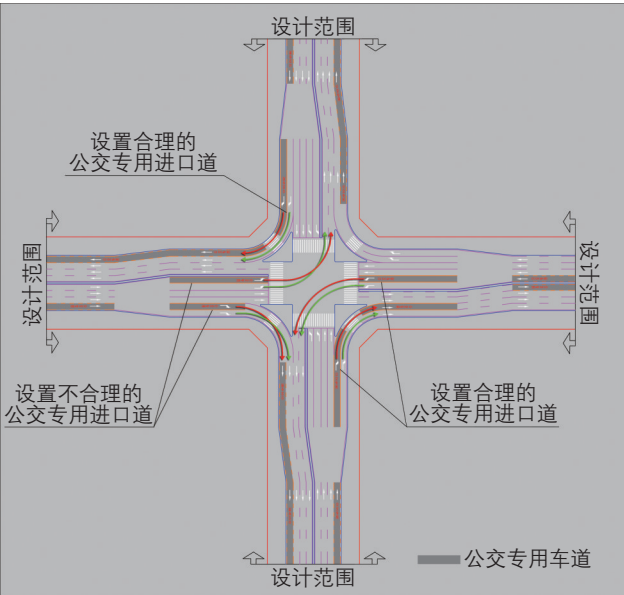


图7 公交专用进口道合理设置与不合理设置对比
Fig.7 Comparison design of bus import lanes

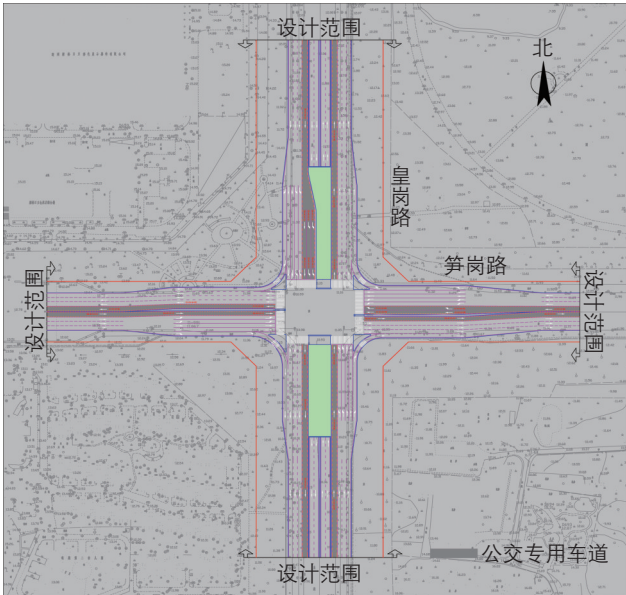


图8 笋岗路与皇岗路道路交叉口平面
Fig.8 Plan of intersection at Sungang road and Huanggang road

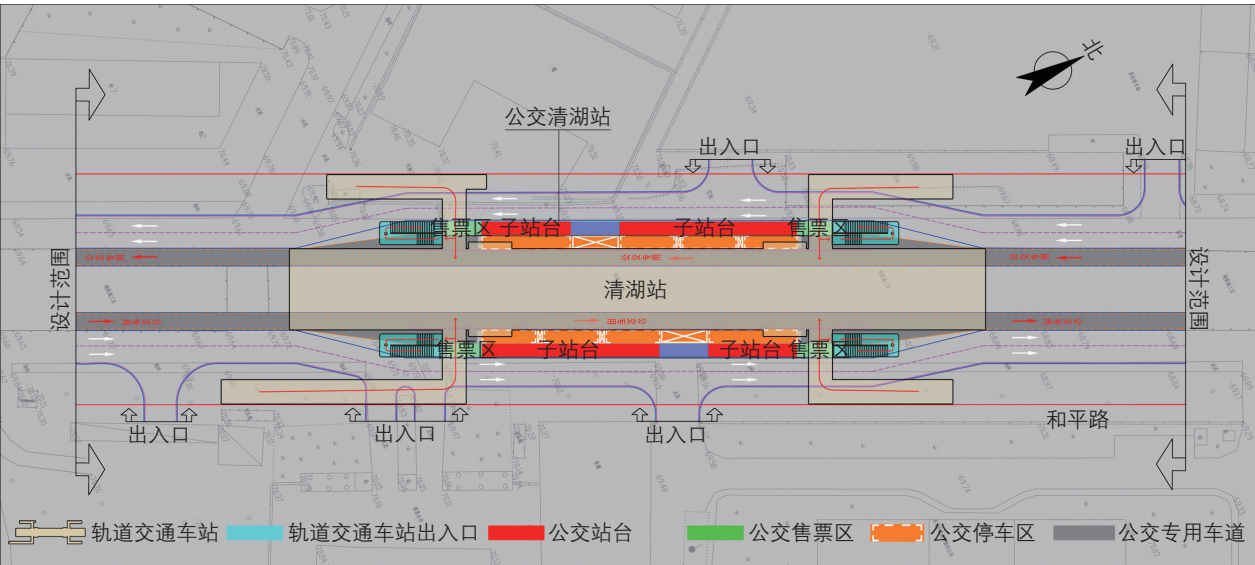


图9 轨道交通清湖站与公交站台衔接平面
Fig.9 Plan of interchange at Qinhu subway station and bus stops station

与轨道交通共走廊或者相交的情况,因此,这种类型道路上的公交车站应尽量结合轨道交通车站出入口设置,更好地实现与轨道交通的接驳。以深圳市轨道交通龙华线终点清湖站周边公交车站的设计为例,轨道交通清湖站位于和平路,是一座高架车站,和平路在清华路与清泉路之间路段规划路中公交专用车道,为形成与轨道交通车站的衔接,公交车站设置在轨道交通清湖站下方,通过梯道与轨道交通清湖站人行天桥相连,并利用自动扶梯连接道路两侧人行道^[5]。

3 结语

公交专用车道是在公交优先背景下提出的一种公交优先手段,它适用于任何公交走廊,尤其是中心城区道路资源紧张的公交走廊。深圳市在建设公交都市的过程中,通过多种方式提升城市公共交通服务水平,强力推进公交专用车道的建设,给予公共交通更多的道路空间资源,并根据公交专用车道的网络化需求,采取有效的设计方法和监控方式提升公交专用车道的效能。未来深圳市在持续推进轨道交通建设的同时,仍将不遗余力

地在市域范围内推进公交专用车道的网络化建设。

参考文献:

References:

- [1] Karl Fjellstrom. 中国快速公交系统发展简评[J]. 城市交通, 2011, 9(5): 30-39.
Karl Fjellstrom. Bus Rapid Transit Development in China[J]. Urban Transport of China, 2011, 9(4): 30-39.
- [2] 刘雪杰, 孙明正, 李民伟, 等. 京通快速路设置公交专用道实施效果评估[EB/OL]. 2011[2012-03-01]. <http://www.bjtrc.org.cn/JGJS.aspx?id=5.4&Menu=GZCG>.
- [3] 深圳市城市交通规划研究中心. 梅林联检站交通改善规划[R]. 深圳: 深圳市城市交通规划研究中心, 2005.
- [4] 深圳市城市交通规划设计研究中心有限公司. 深南路交通综合改善详细规划[R]. 深圳: 深圳市城市交通规划设计研究中心有限公司, 2006.
- [5] 深圳市城市交通规划设计研究中心有限公司. 深圳市快速公交系统布局规划(2011—2020)[R]. 深圳: 深圳市城市交通规划设计研究中心有限公司, 2011.

有关量、单位和符号的一般原则

为促进科技期刊的标准化、规范化,《城市交通》杂志遵循国际单位制和中华人民共和国法定计量单位的有关规定,表达量值时,在公式、图表和文字叙述中一律使用单位的国际符号。常见量、单位和符号见表1。此外,下述用法也较为常见:

- 1) 万、亿是我国习惯用的数词,可与单位符号连用,例如万t;
- 2) 用特定单位表示量的数值时采用“量/单位”的标准化表示方式,例如 $V/(\text{km}\cdot\text{h}^{-1})$;
- 3) 无国际符号的单位用汉字表示,如辆、人次、车次、元等。

表1 常见量、单位和符号

量的名称	单位名称	单位符号
长度	米、千米	m, km
质量	克、千克、吨	g, kg, t
面积	平方米、公顷、平方千米	m ² , hm ² , km ²
体积	毫升、升	mL, L
速度	米/秒、千米/小时	m·s ⁻¹ , km·h ⁻¹
时间	秒、分钟、小时、日(天)、年	s, min, h, d, a