

【文章编号】1672-5328(2005)01-0009-06

快速公交中央专用道的适应性研究

高杨斌 李旭宏 朱彦东
(东南大学交通学院, 南京 210096)

【摘要】中央专用道是快速公交专用道的一种重要型式,以往学术界对中央专用道适应性的认识并不统一。以交通设计理念对快速公交中央专用道的多样化布置型式及其乘客过街问题的有效解决进行了研究,论证了中央专用道是最适合快速公交的专用道型式。论证过程中提出的10种快速公交中央专用道的布置型式,以及乘客过街问题的解决方法,可以直接应用于我国快速公交专用道布置的实践,对常规公交专用道的布置也有一定的指导意义。

【关键词】快速公交; 专用道; 适应性; 交通设计

【中图分类号】U491.2*23.1 **【文献标识码】**A

Research on the Adaptability of Median Busway for Bus Rapid Transit

GAO Yangbin, LI Xuhong, ZHU Yandong

(College of Transportation, Southeast University, Nanjing 210096, China)

Abstract: Median busway is one of the important type of busway, but some researchers disagreed on its adaptability. This paper pays attention to the adaptability of BRT busway. By researching multiform settings of median busway and analyzing the issue of passenger crossing street with the concept of traffic design, the paper drew a conclusion that median busway was the most adaptive to BRT. The 10 types of median busway settings which the paper discussed can be used to plan and design busway for BRT in our country. They also can be used for the reference to commonly public transit.

Keywords: BRT; busway; adaptability; traffic design

快速公交(Bus Rapid Transit, BRT)系统是一种以地面道路网为支撑,结合现代巴士技术,吸取轨道交通优点,并获得一定时空优先权(包括开设公交专用道和设置公交信号优先)和政策优先支持的一种新型城市公交系统^[1]。其中专用道系统是保障快速公交系统运营能力和服务水平的关键环节。中央专用道(位于机动车道中央)无疑是一种重要的专用道型式,然而学术界对中央专用道褒贬不一:文献[2]、[3]认为相对于其他类型,中央专用道是较优的方案;而文献[4]、[5]则认为中央专用道不易推广。

本文首先重点研究快速公交中央专用道的具体布

置型式,考虑能否通过布置型式的多样化设计来克服中央专用道的某些不足;对于不能克服的地方,再进行专门分析,探讨可能的解决方法。最后综合分析快速公交中央专用道的优势和劣势,对其适应性作出评判。

1 快速公交专用道的特性分析

快速公交专用道不仅仅是一条车道的概念,它的布置实际上是对道路交通资源的重新分配,目的是保

收稿日期: 2004-11-17

作者简介: 高杨斌(1980—),男,东南大学交通学院硕士研究生。E-mail: gybluf@126.com

证快速公交的优先通行，同时尽量降低对其他交通系统的不利影响。

快速公交对运输能力、服务质量的要求远比常规公交高，因此对相关运营设施的要求也相应较高。与常规公交专用道相比，快速公交专用道有着与之明显的特性：

1) 快速公交专用道服务于整条线路，一般要求全线路都设置专用道；常规公交专用道则是服务于特定路段，各线路车辆只有行驶在该路段上才能享受专用道的服务，很少全线路都设置专用道。

2) 一般快速公交专用道内快速公交线路不多，而常规公交专用道上的公交线路较多。

3) 快速公交对停靠站一般有特殊要求，车站设施布置比常规公交复杂，车站规模比常规公交大，一般其宽度不宜低于3 m。

2 快速公交中央专用道的布置型式

以下分别针对有、无中央分隔带的道路，探讨10种快速公交中央专用道的具体布置型式(编号A1~A10)，并对停靠站设置在交叉口的可行性进行分析。

2.1 有中央分隔带道路中央专用道布置型式

有中央分隔带的道路，在布置中央专用道时，主要考虑如何利用分隔带的空间布置车站，具体布置型式可以有如下5种：

1) A1 站台设在中央分隔带上(快速公交与其他车辆顺向行驶)

这是最常见的中央专用道型式，双向专用道分别位于中央分隔带的左右两侧，站台都设在中央分隔带上，快速公交车辆与非公交车辆同向行驶。

布设特点：①要求车辆左侧开门；②如果单向只设置一条车道，则存在专用道与其他车道隔离的问题：如果采取物理措施完全隔离，则快速公交车不能超车；如采用标线隔离，由于是同向行驶，其他车辆可能会侵占专用道，需加强管理。这种型式适合于中央分隔带宽度在3 m以上的道路。

2) A2 站台设在中央分隔带上(快速公交与其他车辆逆向行驶)

此种设置的道路布置基本同A1，但是车流组织方式不一样，快速公交车辆与其他车辆逆向行驶，如图1所示。

布设特点：①车辆右侧开门；②公交车逆向行驶，违反人们的习惯，行人过街时容易判断错误。适用范围基本同A1。

3) A3 中央分隔带局部拆分为两个右侧车站

为便于车辆右侧开门，可以将中央分隔带在车站处拆分为两个右侧车站，见图2。

相对于A1、A2，这种型式更具优势：能在站台台区超车，因而在非站台区可以与其他车道实施严格的物理隔离；车辆行驶和乘客上、下车不违背常规习惯。同时，它的适用范围也更广，不受中央分隔带宽度的限制，只要在站台区能局部拓宽出车站的宽度即可。

4) A4 中央分隔带改建为“轮轨式”绿化专用道

这是一种新型的、环保的、节约城市土地资源的专用道型式。考察专用道内的车辆行驶特征，如果车辆不超车，则车轮的行驶轨迹基本上是固定的两条平行线，类似于轨道交通的两条轨道。因此，可以将两条轨道之间的路面拆除而改为绿化带，如图3所示。

这样的理念为中央专用道的设置开辟了全新的思路：完全可以将中央分隔带拆分为这种内部绿化的

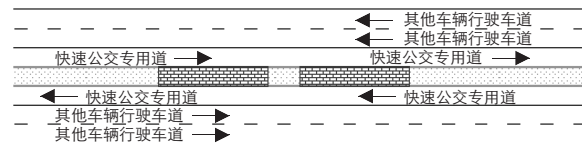


图1 站台设在中央分隔带上的中央专用道(快速公交与其他车辆逆向行驶)

Fig.1 Median busway with bus stop located in median divider of street (bus travels against other vehicles)

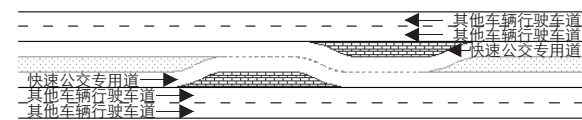


图2 中央分隔带改为两个侧式车站示意图

Fig.2 Rebuild median divider so that two bus stops can be located in the right of busway

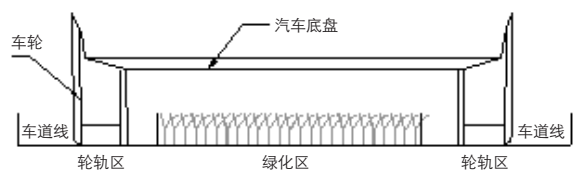


图3 “轮轨式”绿化专用道的车道内部布置

Fig.3 Cross-section of Wheel-Track greening busway

车道,就等于利用中央分隔带的宽度增加了车道却几乎不影响绿化效果。通常由于道路难以拓宽,专用道布置都是依靠压缩其他交通系统的通行空间来实现的,而这种型式,可不占用或少占用社会车辆的通行空间,因此它非常有优势。

按这种型式,在站区可以还原为正常路面,以利于车辆超车和乘客过街,并且站区的道路需要局部拓宽以提供车站布置的宽度,具体布置见图4。注意绿化植物不能过高,绿化宽度视车辆轮间距而定,适当留有车轮左右活动的余地。

5) A5 中央分隔带全线拆分为左右两条、置于专用道右侧

将较宽的中央分隔带拆分为两条,分别向外迁移,使快速公交专用道双向集中于道路中央,由两条绿化隔离带将其与其他车道隔离,快速公交车站即位于专用道两侧的隔离带上,见图5。

这种型式相对于A1的优势在于车辆仍然右侧开门;相对于A2、A3的优势在于专用道双向车道集中于一处,其好处一是车辆可以利用对向车道超车,二是双向专用道可以设置三条车道(中间一条双向共用),这在快速公交线路较多的时候很有利。

但它要求道路有较宽的中央分隔带,宜在6 m以上。宽度较小时可以通过将站区的道路局部拓宽来布置快速公交的车站;或者在原有窄路拓宽时,可采取此种模式:将原有路面设为专用道,原有绿化草木保留在隔离带内,新拓宽道路作为其他车道。

2.2 无中央分隔带道路中央专用道布置型式

无中央分隔带的道路,在布置中央专用道时,一般需要对道路进行一定的渠化或局部拓宽,以获得车站空间。

1) A6 侧式站台中央专用道

在没有中央分隔带的路段上,最通常的专用道型式如图6所示,车站布置在专用道的右侧。

这种型式对道路横断面的要求不高,一般双向6车道的城市主干路均可以布置,甚至双向4车道的次干路也可以布置。其关键在于道路能否在站区拓宽出一个车站(要求横向拓宽出一个车站的宽度,纵向拓宽出两个车站的长度)。

2) A7 岛式站台中央专用道(左侧开门)

A6是设置两个侧式车站,一般要求道路纵向的拓宽长度是车站长度的两倍。如果难以拓宽到要求的

长度,可以考虑在专用道中央只设置一个岛式车站,共同服务于两个方向的公交车辆,见图7。车辆靠右行驶,要求左侧开门。这样设置可以提高车站设施的利用率,比建设两个车站节省部分用地,减少拓宽工程量,也减少车站建设的工程量。

但是车站的规模仍需要慎重考虑,避免车站过于拥挤,乘客疏散能力也要加强,可以设置两组人行横道加信号灯控制来保证乘客的快速疏散。这种型式只是通过共用车站设施来节省相关投入,不能压缩车站的正常服务空间。

3) A8 岛式站台中央专用道(右侧开门)

按照A7的布置,车辆必须左侧开门,为了实现右侧开门,可以改变车流的运行组织。如图8所示,两方向车辆均绕车站行驶,实现右侧上、下客。这样安排,公交车辆运行会存在一定的冲突。但是冲突点

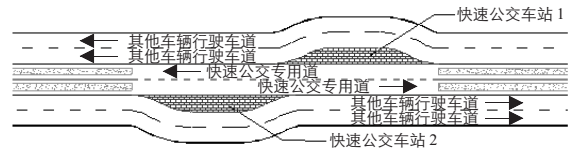


图4 “轮轨式”绿化专用道
Fig.4 Wheel-Track greening busway

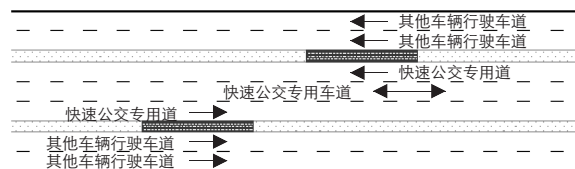


图5 中央分隔带全线拆分为两条隔离带
Fig.5 Median divider was split into two narrow green belts

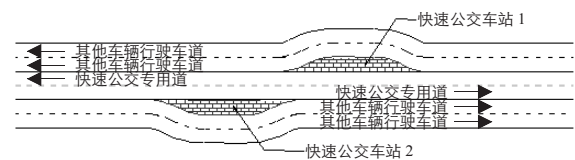


图6 侧式站台中央专用道
Fig.6 Median busway with bus stop located on the right of busway

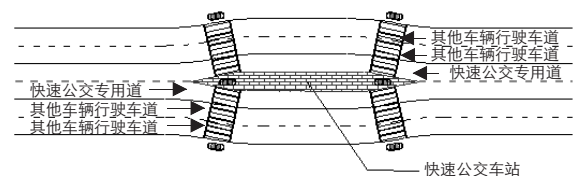


图7 岛式站台中央专用道(左侧开门)
Fig.7 Median busway with bus stop like an island in the street (bus door must be made on its left)

在车站附近。车辆进、出站车速不高，有时正好是车上下、下客，避让造成的延误并不大，因此这样布置是可行的。其余设置要点同A7。

4) A9 立体站台中央专用道

如果在站台区的道路难以拓宽出足够的横向空间供车站布置，可考虑将车站候车区、检售票设施等转移至过街的人行天桥或地道上，在天桥中央接上悬梯供乘客从天桥至公交站台(见图9)。路面站台只承担乘客上、下车的任务，其面积要求尤其是宽度要求即可降低。当然这样会增加乘客上、下天桥的次数，造价也比较高，因而不宜普遍应用，一般适合于城市中心区过街行人较多的路段，可以在解决行人过街问题的同时，一并考虑快速公交车站的布置。

5) A10 占道站台中央专用道

如果道路宽度非常有限无法拓宽出车站空间，可以考虑将站台直接布置在专用道上，如图10所示。

停靠站是公交运行的“瓶颈”，上述布置即是利用这一点。假如两个方向的车辆同时到达各自的车站再同时离站，并且这个过程当中没有后续车辆到达，则这种布置不增加任何车辆的延误；如车辆到站、离站时间有所错位，则会增加部分延误。

但它一般只适合于公交车流量较小的情况，要求公交车发车间隔大于车辆的停站时间与对向车辆驶过本向站台的时间之和，否则，站台区就不能满足专用道的通行要求。

采用这种型式可能会增加一些延误，但是只要线路的大部分路段都能保持快速，局部路段受道路限制而暂时牺牲“快速性”，是可以接受的。因此，该型式有它的适用范围，尤其是在道路沿线建筑密集、无法拓宽时，可考虑采用这种型式。

2.3 停靠站设在交叉口的可行性分析

上述10种专用道布置型式都是将车站布置在路段。为了便于乘客乘坐与换乘，便于乘客利用交叉口人行横道过街，条件允许时专用道内的停靠站应设置在交叉口处。对此，文献[3]提出了详细的交通设计方案。

但是，将停靠站布置在交叉口，将大大加剧交叉口处道路空间资源的紧张状况。一般为了保证与路段通行能力的协调，交叉口处需要进行车道拓宽，交叉口的空间资源首先要用于此目的。在交叉口划出两条公交专用道已属不易，若再要求交叉口提供公交车站的空间，其有限的空间资源势必难以分配。

鉴于此，除非道路有6 m以上宽度的中央分隔带，或者现状交叉口四周可拓宽余地较大，否则，一般现状交叉口难以布置公交车站。公交停靠站的位置应该尽量靠近交叉口，但是一般均在交叉口车道拓宽段以外。

3 快速公交中央专用道的适应性分析

总结对专用道型式的研究，通常所认为的中央专用道之“不足”，实际上很多都可以克服，以下逐项分析。

1) 左侧开门问题：这个问题不难解决，只有A1、A7两种型式为左侧开门，其余均为右侧开门。

2) 对道路条件的要求：中央专用道对道路断面型式、道路宽度的要求并不比其他型式的专用道高。无论有无中央分隔带，无论分隔带宽度如何，均可以布置中央专用道。型式A1、A2、A5对分隔带宽度要求较高，A3、A4对分隔带宽度要求比较低，A6~A10无需中央分隔带。

3) 车站难以布置的问题：中央专用道的车站布置并不会比其他型式难，反而能够节省车站空间，更

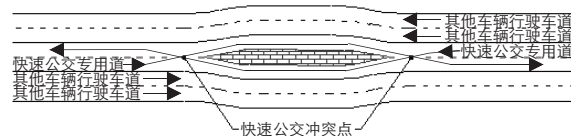


图8 岛式站台中央专用道(右侧开门)

Fig.8 Median busway with bus stop like an island in the street(bus door can be made on its right)

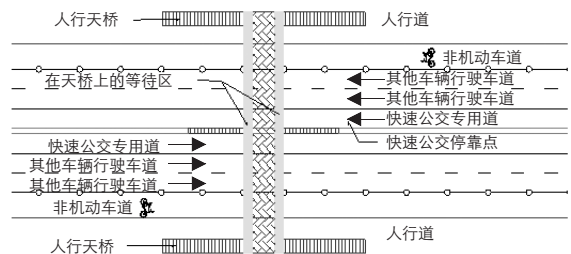


图9 立体站台中央专用道示意图(以天桥为例)

Fig.9 Median busway with tridimensional bus stop located on the pedestrian bridge

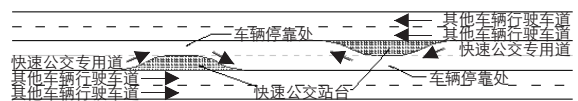


图10 占道站台中央专用道示意图

Fig.10 Median busway with bus stop located on the bus lane

便于车站的设置。有中央分隔带时车站利用分隔带的空间布置；没有中央分隔带时利用渠化措施拓宽出车站空间即可(此时社会车辆行驶车道线型有所扭曲)。在难以拓宽的路段，中央专用道还可以通过细致的交通设计来节省路面车站的整体空间或横向空间，如A7~A10型式。

4) 难以设置港湾式车站的问题：A3、A6两种型式在站台区可以设置3条专用车道，中间一条供公交车辆超车^[6]。如此设置同样达到了设置港湾式车站的目的，并且两个方向车辆共用一条超车道，比在边侧为双向分别设超车道节省了一个车道宽度的道路横向空间。

5) 关于中央专用道布置使得“公交车辆右转不便、社会车辆左转不便”的问题：如果将专用道布置为边侧式，则又有“公交车辆左转不便、社会车辆右转不便”的问题。所以这不影响中央专用道的适用性。

6) 乘客过街问题：这个问题中央专用道的每种布置型式都存在。因为车站在机动车道中央，乘客上、下车必须跨越若干条机动车道，由此带来的问题是：①乘客过街与机动车流相互冲突，导致乘客安全性的降低和机动车行车顺畅性的受损；②需要专门考虑下车乘客的疏散问题，下车乘客需要暂时滞留车站，容易导致车站拥挤。这个问题能否解决，直接影响到中央专用道的适用性，下面对它进行专门分析。

4 快速公交中央专用道的乘客过街问题

4.1 公交乘客过街次数分析

文献[4]认为与边侧式专用道相比，中央专用道导致更多的乘客过街行为，实际上并非如此。考察公交乘客一次出行的全过程，其出行起、终点在道路两侧的分布如图11所示，O为起点，A、B、C、D分别为终点的四种可能位置。

由此，公交乘客一次出行(坐公交车一次)的平均过街次数，可以用式(1)来计算：

$$C = \sum_{i=1}^n c_i P_i \quad (1)$$

式中， C 为乘客一次出行的平均过街次数； c_i 为出行起终点第*i*种分布下的乘客过街次数； P_i 为出行起终点第*i*种分布的概率。

关于 c_i ，不同的起、终点分布和专用道的不同布置方式，对应不同的数值，见表1。

关于 P_i ，由于城市用地开发基本上都是沿道路两侧进行，出行起、终点在道路两侧的分布基本上是随机的，因此，可以认为 $P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = 0.25$ 。

将上述各数值代入式(1)计算可知，中央专用道和边侧专用道的 C 值均为1。因此，从整体上来看，中央专用道并没有增加乘客的过街行为。

对乘客过街行为的处理，边侧专用道通常是禁止乘客在站台区过街，而改为从邻近的既有行人过街设施通过。这给人一个错觉，似乎边侧式专用道使乘客始终都无需过街，实际上它是将乘客的过街过程转移到别处，并且会使乘客绕行，增加乘客的不便。

这样做的实质就是为了利用既有行人过街设施而牺牲乘客的方便性。我们完全应该换一种思路：先保证乘客的方便性而允许乘客在站台区直接过街，再设法将这种设置的不利影响降至最低，这更符合“公交优先”的理念。按照这样的思路，乘客过街问题就并非中央专用道所独有，边侧专用道同样存在，这种思路也是可行的。

4.2 中央专用道乘客过街问题的解决方法

公交乘客过街问题应当与城市交通的行人过街问题统筹考虑、一并解决。先要充分利用既有行人过街设施过街(此时公交车站应该靠近交叉口或已有的人行天桥或地道)；难以利用时即在站台区增设人行天桥(地道)或增设人行横道(配备信号灯控制)等；当然

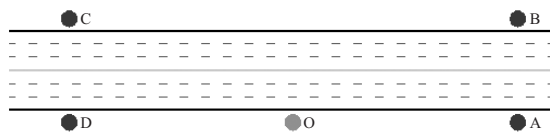


图11 公交乘客出行起终点分布示意图

Fig.11 Origin and destination distribution of public transit passenger trip

表1 c_i 取值

出行起、终点分布情况	1	2	3	4
	O—A	O—B	O—C	O—D
中央	0.5*2 ^①	0.5*2	0.5*2	0.5*2
专用道位置				
边侧	0	1	1	2

注：①专用道布置在道路中央，乘客上车跨越半幅机动车道，下车再跨越半幅机动车道。

也应该兼顾考虑一般的行人过街。行人过街问题历来是城市交通的一个重要问题,如果能利用快速公交专用道布设的时机将这个问题解决得更好,则对城市交通大有裨益。从这个角度来考虑,修建天桥(地道)等工程措施的代价是值得的。

在站台区增设人行横道时,应特别注意与邻近的既有行人过街设施协调布置,以科学合理的交通设计来保证乘客过街安全,避免对其他机动车交通的频繁干扰,保证中央站台的乘客疏散能力。典型的站台区乘客过街设施设计如图12所示,设计要点如下:

1) CC段跨越公交专用道,可不设信号灯,在站台区公交车辆大都处于低速行驶或停车上、下客状态,乘客寻隙穿越即可。

2) AA段、BB段跨越社会车辆行驶车道,必须设置信号灯,且必须与临近的交叉口信号控制相协调。一般在交叉口出口道附近,受交叉口信号控制,主要车流经过该路段是间断式的,因此,可以利用其空档放行过街乘客。在交叉口进口道附近,因为主要车流也有较长时间处于停车等待状态,完全可以利用此时段放行过街乘客:部分车辆在交叉口处人行横道前等待,另有部分车辆则改在站台处人行横道前等待以使公交乘客过街,后者在交叉口绿灯启亮之前放行。

3) 由于中央停靠站的存在,行人过街自然成为一个“二次过街”过程,这更有利于乘客过街的安全、方便。AA段、BB段的信号控制相互独立,各自寻找社会车流的空档使公交乘客过街,这能更有效地利用路段时空资源,实现既较少干扰社会车辆的正常通行、又保证公交乘客顺利过街的目标。

4) A₁A₁段、B₁B₁段设置的目的是扩大站台的客流疏散能力,避免乘客长时间滞留车站造成站台拥挤。A₁A₁段信号控制与AA段完全一致, B₁B₁段也是如此。

5) 深黑色区域原本为车辆行驶死角,也不便于作为快速公交站台的核心理功能,但是完全可以作为乘客过街遇到红灯时的等待区,以充分利用空间。

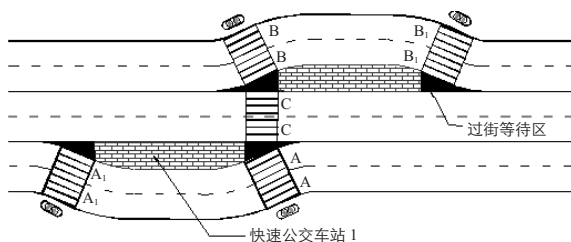


图12 站台区乘客过街设施典型设计

Fig.12 Typical design for passenger crossing street

5 结语

中央专用道最大的优势是可以保证快速公交车辆行驶的低干扰性,从而能够保证快速公交获得很高的运输能力,为乘客提供高质量的服务,这是快速公交赖以存在和发展的根本。发展快速公交的初衷,即希望以远低于轨道交通的投入来获得接近轨道交通的运输能力和服务质量(尤其是相对于轻轨交通)。快速公交专用道的布置^[7],以提高快速公交运输能力和服务质量为第一要务。从这个角度来考虑,中央专用道更适合于快速公交。

虽然中央专用道在解决车站设置、乘客过街等问题时需要采取一些工程措施,增加一些设施、设备,从而导致建设成本的上升。但是与轨道交通高昂的建设费用相比,这些投入是微不足道的,不影响快速公交中央专用道的适应性。

综上所述,中央专用道能够为快速公交提供高质量的服务,能够广泛适用于我国的各类道路条件,能够有效解决其乘客过街问题。因此,它是最适合快速公交的专用道型式,在我国未来发展快速公交的实践中,可以根据各城市实际情况进行推广。

参考文献

- 1 杨敏, 陈学武, 王伟. 我国发展巴士快速公交系统(BRT)问题初探[J]. 现代城市研究, 2003, (6): 41~44
- 2 杨晓光, 马林. 有关城市公交专用道(路)之设计要点及优先控制管理系统[J]. 城市规划, 1997, (3): 36~37
- 3 杨晓光, 阴炳成. 公共汽车交通专用道及其停靠站最佳布置方法[J]. 同济大学学报(自然科学版), 2004, 32(7): 901~905
- 4 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
- 5 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
- 6 李彬, 郭冠英, 杨东援. 城市公共交通专用道规划研究[J]. 合肥工业大学学报(自然科学版), 1999, 22(3): 57~61
- 7 胡润州. 快速公交系统综合效益成本比较分析[A]. 中国城市公共交通协会等. 北京快速公交系统发展战略研讨会论文集[C]. 北京: 北京市交通发展研究中心, 2003. 24~33