

中国快速公交系统发展简评

Bus Rapid Transit Development in China

Karl Fjellstrom

(美国交通与发展政策研究所, 纽约 10003)

Karl Fjellstrom

(Institute for Transportation and Development Policy, New York 10003, USA)

摘要: 过去6年中, 中国有13个城市建设了长达350 km的快速公交(BRT)系统, 发展速度超过了其他任何国家和地区。然而, 无论是处于城市周边地区的BRT走廊, 还是低需求量设计的中心地区走廊, 这些BRT系统容量较小、客流需求处于中低水平。直到2010年2月广州市BRT开通后, 这一情况才得以改变。从最早于1999年在昆明市实行的中央式公交专用车道开始, 到2010年达到替代地铁水平的广州市BRT, 阐述了BRT在中国的发展, 指出其趋势为由固定线路运营向直达线路运营转变。最后, 系统总结了各城市规划、建设和运营BRT系统的经验教训。

Abstract: Over the last six years, Bus Rapid Transit has expanded faster in China than in any other region, with 350 km of BRT systems opened in thirteen cities. However, these systems were all relatively low capacity, low-to-medium demand systems either in peripheral corridors, or with a low demand design in central corridors; that is, until the opening of the Guangzhou BRT in February 2010. This paper describes the development trends of BRT in China ranging from the earliest median bus lanes in Kunming in 1999 through to the metro-replacement level BRT in Guangzhou in 2010. The paper identifies a trend towards direct-service operations rather than ‘trunk and feeder’ operations, and finishes with a summary of key lessons learned for future BRT systems.

关键词: 快速公交; 客流量; 专用车道; 中央式车站; BRT车辆
Keywords: Bus Rapid Transit; passenger flow; median bus lanes; central platform; BRT vehicles

中图分类号: U491.1⁺7

文献标识码: A

收稿日期: 2011-06-01

作者简介: Karl Fjellstrom(1971—), 男, 澳大利亚人, ITDP副总裁, 主要研究方向: 快速公交、可持续交通规划和政策发展。E-mail: karl@itdp.org

0 引言

中国许多城市正面临着来自私人小汽车迅速增长以及交通基础设施建设滞后的挑战。西方已经过时的运动型多功能车(SUV)在中国大受欢迎^[1], 其保险杠有一个孩子的高度, 驾驶人可以真正地在人群中居高临下。SUV与其他车辆一起堵塞道路、占据人行道停放、威胁行人安全, 使儿童无法涉足街道, 同时, 规划者也助长了这种现象, 导致非机动车出行比例骤减。为满足私人小汽车需求而建设的高架路、立交桥以及宽马路使成片的城市风景失去活力, 尤其是在封闭式摩天大楼林立的新开发区内。

然而, 许多中国城市也出现了相应的抵制行动, 在地区层面提倡恢复街道空间、控制机动车使用和停放, 在城市层面提倡公交优先。公交优先有两种主要形式: 服务水平高但价格昂贵、推行速度慢的轨道交通, 以及价格相对较低且能在两年内规划实施的快速公交(Bus Rapid Transit, BRT)系统。事实上, 过去6年中, 中国已经开通12个BRT系统。在这一背景下, BRT在中国的发展成为界定非私人小汽车导向的城市发展中的关键部分。BRT走廊能否沿着新建高层建筑和密集的低层

建筑发展,从而实现以公共交通为导向的发展?还是说已有系统表明BRT只适合于小城市或者大城市中的低容量走廊?中国和亚洲其他城市的BRT能否达到、甚至超过大运量轨道交通系统的客流水平?本文在对中国BRT系统的回顾中讨论了这些问题,并且详尽阐述了确保BRT系统成功运营以形成有吸引力的多方式走廊的实践经验。

1 BRT是中、低运量的交通选择?

到2025年,中国将有219座城市的居住人口超过100万人^[2]。面对城市快速扩张和高密度人口,不可能建设跟得上发展进度的地下或高架轨道交通系统。即使在拥有庞大轨道交通系统的北京、上海、广州等城市,公共汽车依然是公交出行的主要方式。BRT系统的某些形式也许在这219座城市中都是可行的,而且2020年前还将建成10多个BRT系统。波哥大的“千禧年”BRT系统表明,BRT能在更短的时间内,利用与轨道交通相比较低的建设和运营成本,达到与轨道交通同样的性能和客流水平。

然而,尽管BRT已经取得了令人瞩目的进展和创新,极大地提升了公共交通的形象和服务水平,但就容量而言却依然是一种中、低运量的交通选择。事实上,在中国和亚洲其他国家,2010年1月之前BRT系统一直被认为具有可替代轨道交通的服务和容量水平,后来这一期望逐渐变为更切实际的目标——提供高质量的公共交通服务并支持以公共交通为导向的发展。凭借道路中央的公交专用车道,配备先进乘客信息系统以及可实现车外售检票的专用BRT站台,大容量铰接式BRT车辆、高质量的乘客信息系统以及对现有服务的整体大幅度改进,中国及整个亚洲似乎已经为BRT找到了一个合适的定位来提供高质量的服务,然而这样的BRT系统却仅承担着中、低等水平的客运量。

中国最近5年新建的BRT系统与过去截然不同,更多的是交通服务水平的一个重大进展。然而,系统整体的影响力受限于规划和设计,造成BRT走廊要么处在城市周边需求量较低的地区,

要么尽管处于中心地区,但每条走廊也仅满足了公交需求总量的一小部分。大部分系统已经达到了容量极限,亚洲没有一个BRT系统的高峰时段单向客流量超过8500人次·h⁻¹,而与此对应的地铁客流量通常为1~2万人次·h⁻¹。BRT系统甚至有退步的迹象,如大连市拆除了一个站台、在BRT走廊内部修建了高架路,而杭州市新建的BRT线路甚至没有单独的公交专用车道。

2010年2月,这种情况终于有所转变。广州市在春节期间开通了新的BRT系统,其高峰时段单向客流量达到2.7万人次·h⁻¹,迫使人们改变许多传统的设想。BRT正不断扩展成为中国和亚洲大城市需求量最高的公共交通方式。

图1^[3]展现了2004年以来,中国每年新开通的BRT系统车公里数。下文将就各BRT系统进行简要探讨,指出BRT运营的趋势是直达线路运营模式,即BRT车辆不应受专用车道局限,还应能够在BRT走廊外运行。最后,针对广州市BRT系统进行描述,以得出中国和整个亚洲未来BRT发展所需的经验和启示。

2 第一代BRT系统——昆明、北京和杭州市BRT

自1999年昆明市建设中国第一条中央式公交专用车道(见图2)起,BRT开始了在中国的发展和演变。从需求量来看,昆明市中央式公交专用车道高峰时段单向客流量已经下降至约3500人次·h⁻¹。其并未被视作一套成熟完善的BRT系统,在市中心运行速度缓慢(通常低于15 km·h⁻¹),既没

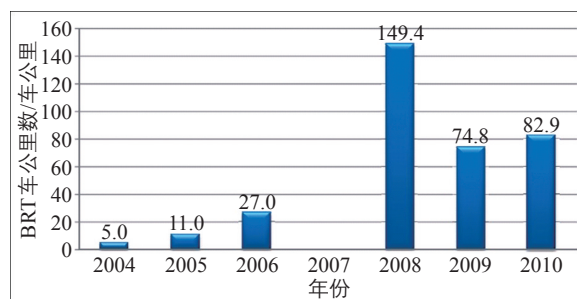


图1 中国每年新开通的BRT系统车公里数

Fig.1 Kilometres of new BRT opened each year in China

有BRT专用车辆和车外售票,也没有任何显著改善的站台环境。然而,中央式公交专用车道解决了一个重大问题,即避免了公共汽车与自行车的冲突。

从大运量的BRT专用车辆、车外售票和大部分线路都设置专用车道的意义上来说,2005年北京市BRT的开通成为中国第一个完全意义的BRT系统。尽管北京市确立了向大运量BRT车辆演变的趋势,但这一系统在很大程度上并未被政府决策者和公众所关注。目前北京市有3条BRT线路,拥有超过35 km的BRT专用车道和60个车站。但这是一个封闭式系统(固定线路运营),BRT车辆全部在固定走廊内运行,且走廊没有彼此相连,也没有换乘枢纽站或“干-支”线路布局。因此,BRT系统的客流量仅约为走廊内客流需求总量的1/3,而大部分公交乘客依然选择乘坐行驶在BRT走廊上混合车道的常规公交。图3对固定线

路运营和直达线路运营进行了比较,固定线路运营(干线-支线接驳)模式下,乘客需要先乘坐支线公交进入BRT走廊,通过换乘枢纽站换乘干线公交,若目的地不在BRT走廊沿线,则需再次换乘支线公交到达目的地,除了需要建设若干换乘枢纽站外,乘客换乘时间损失较大。直达线路运营模式下,BRT线路可以从其他道路指定位置进入BRT走廊,根据线路安排,在固定地点提前驶离BRT走廊,大幅度减少了乘客换乘需求,不需要换乘车站或枢纽站。

杭州市BRT的站台和车辆拥有非常现代化的系统形象(见图4)。2006年开通的BRT 1号线,专用车道位于机动车快车道右侧,与慢车道和非机动车道分离;2009年开通的2号线却降级为路侧公交专用车道;2010年开通的3号线甚至取消了公交专用车道,BRT车辆与常规公交车辆混行,仅设置了若干BRT站台。随着常规公交和BRT车



图2 昆明市中央式公交专用车道
Fig.2 Median bus lanes in Kunming



图4 杭州市富有特色的BRT站台和车辆
Fig.4 BRT stations and vehicles in Hangzhou

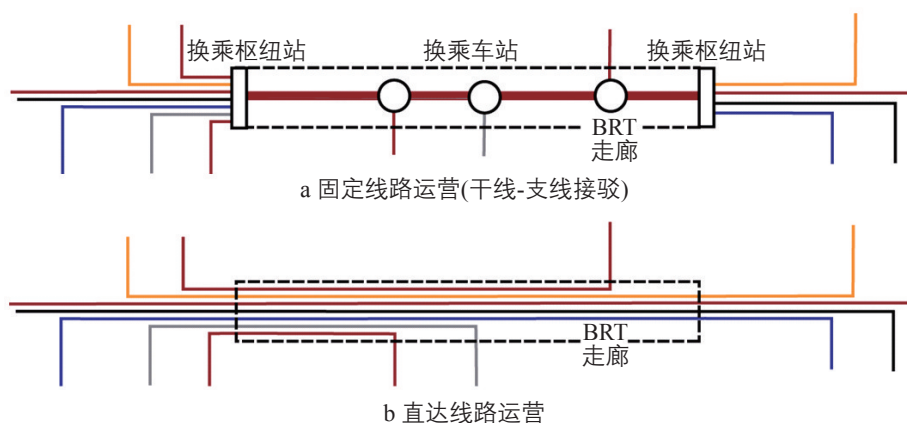


图3 固定线路运营与直达线路运营对比

Fig.3 'Closed' (trunk & feeder) versus 'direct-service' BRT operations

辆在路侧公交车道混行, (电动)自行车被布置在人行道上与行人混行, 而私人小汽车却毫无阻碍地在路中车道行驶, 似乎是新BRT线路的最大受益者。

杭州市BRT最初作为一个封闭式系统进行规划和运行。在小汽车和常规公交拥堵严重的走廊中央部分, 单向每小时只有约20辆BRT车辆使用专用车道, 这导致2006年BRT刚一开通, 立即引起了舆论的强烈反应和反对, 并由此产生了两个主要后果。首先, 其他车辆常常进入BRT专用车道, 尤其是在高峰时段, 直到现在, 在拥堵的城市中心, BRT专用车道依然延续这种“松弛”的使用方式; 其次, 监管部门很快意识到封闭式系统是不可行的, 为了增加BRT专用车道的公交车使用率从而抵消其相对“空闲”的公众印象, 需要引进新的BRT线路, 由此将城市的不同区域连接起来。引入的直达线路运营模式能够使更多的乘客在不需要换乘的情况下完成出行, 目前单向每小时约有70辆BRT车辆使用专用车道, 高峰时段单向客流量为6 800人次 \cdot h⁻¹, 是整条车道小汽车载客量的两倍多。

3 第二代BRT系统——灵活性更高

上面介绍的三个BRT系统都有许多积极的特征, 但最终不论是昆明、北京还是杭州的BRT系统, 都未能成为一个令人信服、可在其他城市复制的实例。而第二代BRT系统在很多方面都有了提高, 如更先进的车辆, 采用直达线路运营模式

等。尽管直到2008年, 一些BRT系统依然被规划设计为封闭式系统(例如常州和厦门), 但大部分BRT系统的规划设计最初就选择了直达线路运营模式, 如大连、郑州、枣庄、合肥等。

1) 常州。

与很多城市一样, 常州市开通BRT很大程度上是因为其轻轨规划需要得到中央政府的批准, 而这是很难实现的, 但BRT则不受这样的限制。常州市两条BRT线路于2008年1月和2009年5月开通, 监管部门认识到有必要允许一些BRT线路进入和离开BRT走廊, 否则客流需求将会大幅度降低, 因此在系统开通之前, 将固定线路运营转变为直达线路运营。常州市BRT系统具有鲜明的特征, 令人印象深刻(见图5), 包括多种形式的车站设置、乘客通过平面过街进出站、现代化的车辆等。BRT走廊修建在市中心最主要的道路上, BRT沿线整合设置了高质量的自行车道, 代表了公交服务的一次重大提升。

然而, 与杭州、厦门、大连、郑州以及昆明一样, 常州市BRT系统没能提供一个可容纳高客流量的站台和道路设计(济南、北京、合肥、盐城、枣庄和重庆的客流需求量比较低, 因此容量限制不太明显)。在这些城市, BRT高峰时段单向客流量超过5 000人次 \cdot h⁻¹。尽管城市在不断快速发展、新的BRT线路也在规划, BRT系统在车辆容量和乘客候车区域两方面都已经达到了其容量顶点。除了试图优化BRT运行、在BRT走廊沿线的普通道路上设立常规公交车站来解决新增的公交需求之外, 没有多少其他选择。这就意味着,



图5 常州市BRT站台和车辆
Fig.5 BRT stations and vehicles in Changzhou



图6 大连市BRT车辆
Fig.6 BRT vehicles in Dalian

由于缺乏一个目光更远的设计,只有一小部分乘客能体会到BRT系统带来的时间节省和其他好处。由于BRT站台设计和布局,以及出现未预期的高客流需求,尽管所有系统都已经使用了长为18 m的BRT车辆,这些城市还是面临着棘手的BRT容量限制问题。

2) 厦门。

厦门市于2008年9月开通了一条壮观的高架BRT专用路(见图10),该系统修建在三条市内主要客流走廊上,全长49 km,设置40个车站,包括一个5.5 km长的桥梁和隧道区段,是亚洲第一个真正意义上的“干-支”线路BRT系统(其他封闭式BRT系统,如雅加达、北京、重庆、曼谷和阿默达巴德是主干线系统,并没有真正的支线系统)。然而,干、支线间的换乘机制并不完善,系统地图提供了支线信息,但除了支线公交车站相距很近以外,并没有实质上的整合,而且乘客从主线换乘至支线不得不支付两次费用,且没有任何的换乘优惠。

厦门市高架BRT成绩明显,其高峰时段单向客流量为7 900人次 \cdot h $^{-1}$,居亚洲第三,仅次于广州,而且高峰时段运行速度较高,约为27 km \cdot h $^{-1}$ 。但是,相对窄小的站台空间严重限制了BRT的运力,也限制了同一车站同一时间可容纳的车辆数,同时,通往高架行车道的斜坡数量有限,限制了其运行选择。与中国大多数BRT系统一样,厦门市BRT提供了良好的乘客信息、智能卡收费系统、优质的车辆等,与早期公交系统相比

有了根本性改进。厦门市正在考虑将高架BRT转换为轻轨交通系统,但据预测,轻轨车辆之间至少应该有3 min的间隔,那么最终的系统容量将会低于目前的BRT系统。

3) 济南。

济南市BRT系统于2008年4月开放,目前有6条线路服务于4个走廊,设有46个车站,创新性地使用了双侧开门的BRT车辆,而延续了这一范例的合肥市BRT系统将很有可能成为中国BRT车辆的新标准。车辆由于双侧开门,只需要一个单独的中央式站台就可以实现进入和离开BRT走廊(见图7),从而减少了建设和运营费用以及对空间的需求,提供了更多的运行灵活性,并且方便乘客双向换乘。济南市BRT的步行设施也独具特色,其站台入口与街道保持水平,为乘客提供了方便。然而,乘客在走廊之间转换必须换乘车辆,走廊大多处在城市周边地区,导致客流需求低(单向客流量为3 100人次 \cdot h $^{-1}$),频繁的信号控制交叉口降低了BRT的速度(仅为15 km \cdot h $^{-1}$),而1号线和4号线处于新高架路之下,缺乏活力,其舒适性和发展潜力遭到破坏。

4) 大连。

大连市BRT于2008年1月开放,高峰时段单向客流量为5 800人次 \cdot h $^{-1}$ 。但是,这一系统被低容量的站台所限制,超过2/3的BRT走廊内乘客乘坐的是BRT系统之外的车辆。尽管站台平庸,大连市BRT依然以其12 m三开门车辆和18 m四开门车辆(见图6)为中国的BRT车辆树立了一个高



图7 济南市BRT系统的双侧开门车辆和中央式站台

Fig.7 BRT vehicles with doors in both sides and central platform in Jinan



图8 郑州市BRT专用车道及站台

Fig.8 Exclusive bus lanes and platform in Zhengzhou

标准。

5) 郑州。

郑州市BRT系统于2009年5月开通，由30.5 km长的环城线路组成，8条线路从不同的地点进入和离开BRT走廊，设有38个车站。系统采用新的铰接式BRT车辆、富有特色的站台以及道路中央隔离式BRT专用车道(见图8)，但由于规划和设计阶段的关键性错误造成其运力仅为中低水平，BRT走廊处于城市外围地区，仅部分解决到达市中心的客流需求。与常州、济南以及昆明一样，郑州市许多BRT车站位于交叉口，严重限制了能够在车站排队的车辆数量，并扩大了混合交通的不利影响。而位于道路中段、距离交叉口至少100 m的站台选址要可取的多。尽管BRT系统位于城市环路，但其客流需求还在迅速增长，高峰时段单向客流量达到5 600人次·h⁻¹，每小时需要52辆车，四相位的信号控制交叉口使高峰时段BRT车速降至约17 km·h⁻¹。

6) 枣庄。

最近新开通的枣庄市BRT系统与郑州有很多相似之处，站台的设计和地点设置类似，18 m长的车辆行驶在单独的专用车道上，主要采用直达线路运营模式。2010年8月免费试运营期间，日客流量为4万人次，但从9月1日开始收费(票价为每张2元)后，客流量大幅下降。据调查，2010年10月，系统单向客流量仅约为700人次·h⁻¹。

7) 合肥。

经过建设阶段的漫长延期后，合肥市BRT系

统于2010年1月开通。这一系统拥有很多值得期待的特征，包括双侧开门的BRT车辆、服务于双向BRT的单独中央式站台(见图9)、站台超车道以及一条市中心走廊。但是，迄今为止客流量依然很低，反映出BRT线路覆盖范围的局限性，而且交叉口处过多的交通信号相位造成BRT车速仅约为16 km·h⁻¹。

4 第三代BRT系统——广州市BRT系统

经过广州市市政设计研究院以及美国交通与发展政策研究所(Institute for Transportation and Development Policy, ITDP)多年规划和设计之后，广州市BRT于2010年2月开通。根据广州市BRT早高峰时段OD及客流预测(见图11)，明显的非走廊内需求表明封闭式系统将会使大量乘客被迫换乘，因此采用了直达线路模式。随着由18 m BRT车辆组成的车队和走廊沿线的快速发展，2011年年底之前，系统单向客流量将可能超过3万人次·h⁻¹，日客流量可能超过100万人次。实际上，在未来几年内，广州市BRT系统单向客流量可能会超过中国任何一个地铁系统。

广州市BRT已经打破了客流量记录，并且正在彻底革新关于公交服务的观念。

1) 客运量。

BRT车辆日客运量约为80万人次(不包括同方向免费换乘的人次)，超过广州市5条地铁线路任何一条的客运量；走廊高峰时段单向客运量为



图9 合肥市BRT站台及车辆
Fig.9 BRT platform and vehicles in Hefei



图10 厦门市高架BRT
Fig.10 Xiamen's BRT

2.69万人次·h⁻¹，仅次于波哥大“千禧年”BRT系统，是亚洲其他BRT系统客运量的3倍多，也远超过大多数地铁系统(见图12)；早晚高峰期间，

最繁忙车站(棠下站)上车乘客为8500人次·h⁻¹(不包括换乘)，全日可达到5.5万人次，创造了BRT车站上车客流量的世界纪录。



图11 广州市BRT早高峰时段OD及客流预测

Fig.11 Origin-Destination and passenger flows forecasting during morning peak hours for Guangzhou BRT

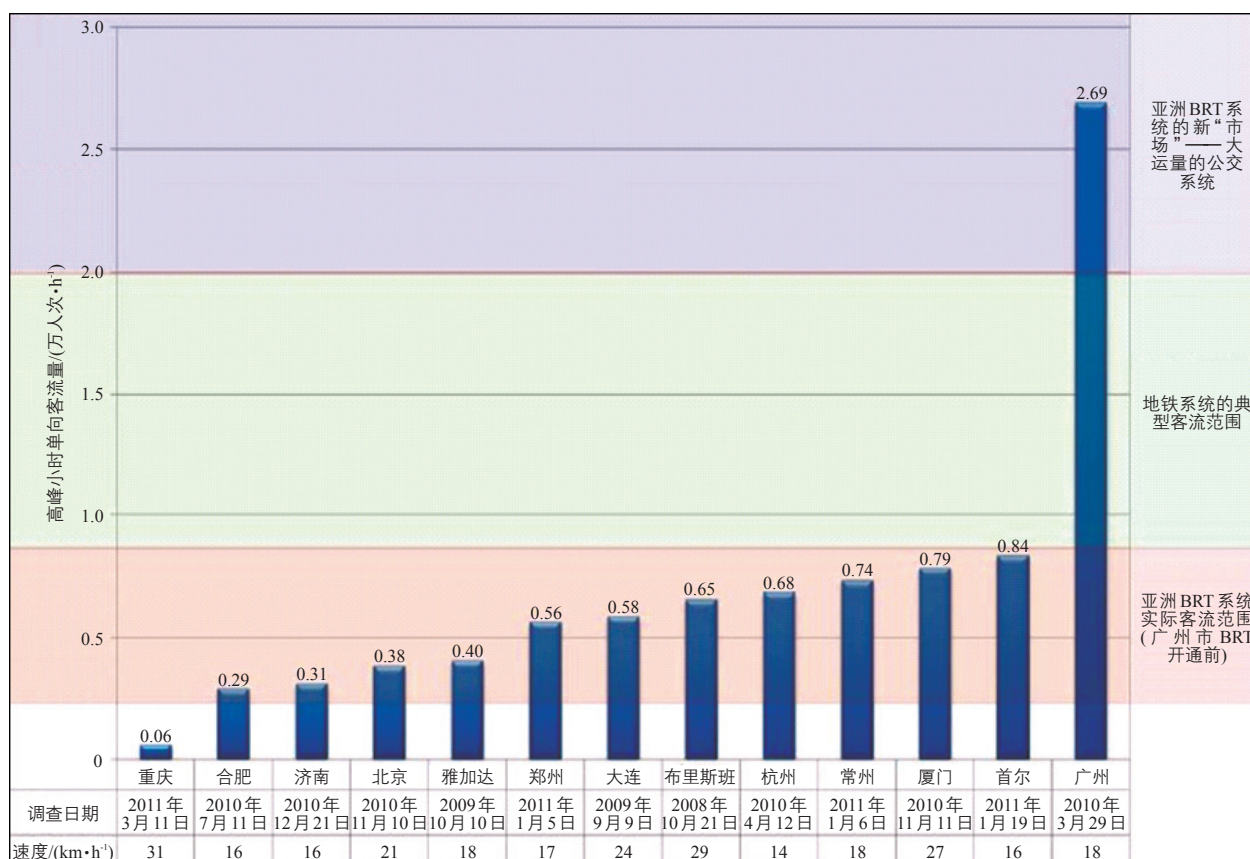


图12 亚洲主要BRT系统高峰时段客流量及速度比较

Fig.12 Passenger volumes and travel speed of major BRT systems in Asian

2) 站台规模。

亚洲第一个根据客流需求决定所有车站大小的BRT系统，因此车站的长度不一(55~240 m)，最大两个车站站台长240 m。

3) 与其他方式的衔接。

多样的内部交通方式连接(BRT、地铁、公共自行车、自行车停放、人行道和邻近建筑)使广州市BRT走廊成为多模式综合交通的重要代表。使用隧道将地铁站和BRT车站直接相连的BRT系统。目前，3个车站有这种连接隧道，还有3个在规划中。同时，将自行车停放、公共自行车与BRT车站相结合的系统。公共自行车系统(见图13)于2010年6月开放，目前BRT走廊沿线有5 000辆自行车，分布在113个租赁点，与BRT系统使用同样的智能卡，1 h内免费使用。目前，自行车平均使用率为3次·辆⁻¹·d⁻¹，据初步分析，在提供公共自行车服务之前，BRT走廊沿线出行85%是非自行车出行，其中，50%是机动车出行。

4) 多方运营。

中国第一个多运营方的BRT系统：三个由七家不同公交运营公司组成的公司集团共同运营BRT线路。

一项影响分析揭示出广州市BRT带来的一系列显著影响，包括：

1) 服务水平。

公交车辆速度提高30%，单次BRT出行平均可节省6.63 min，即每天节省8.8万h、每年节省

超过3 000万h。相较于公共汽车速度每年降低0.5 km·h⁻¹的基准情景，随着需求的增加，未来这种收益将会进一步提高。BRT走廊外公共汽车候车时间上升7%，而BRT走廊沿线公共汽车候车时间下降15%。

2) 公交费用。

乘客公交出行费用减半，根据调查，沿线乘客平均单次出行费用从4.9元(2009年12月)调整为2.6元(2010年8月)。

3) 乘客满意度。

BRT开通前后对比显示，走廊内乘客对公共交通满意比例从29%(2009年12月)上升至65%(2010年12月)，对公共交通不满意的比例从21%下降至2%。BRT开通前后岗顶站交通状况对比见图14。认同“走在中山大道沿线是安全的”的人



图13 广州市公共自行车系统与BRT系统结合
Fig.13 Integration of bike sharing system and BRT system in Guangzhou



a 开通前



b 开通后

图14 广州市BRT开通前后岗顶站交通状况对比
Fig.14 Gangding station before and after the BRT implementation in Guangzhou

数比例从BRT开通前的28%上升至开通后的68%；认同“中山大道(BRT走廊)环境很好”的公交乘客比例从BRT开通前的17%上升至开通后的67%，而不认同这一观点的乘客比例从52%下降至9%；市民自豪感大幅度上升，BRT走廊内认同“我为广州感到骄傲”的公交乘客比例从40%上升至73%。认同这一观点的小汽车驾驶人比例没有变化，常规公交乘客的市民自豪感同比下降。

4) 环境效益。

随着交通越来越顺畅、公交车辆更新以及数量减少，城市中温室气体和污染物的排放量明显减少。随着BRT的引进，2010年被BRT系统影响的所有公交的线路车公里数相比于2009年减少了6.5万 $\text{km}\cdot\text{d}^{-1}$ 。得益于公交车公里数减少、交通运行更加顺畅以及出行从小汽车和出租汽车向公共汽车转变，在BRT运行的第一年， CO_2 的减排量就超过了5万t。

2011年1月24日，在美国交通运输研究委员会(Transportation Research Board, TRB)年度会议上，广州市凭借成功实施BRT系统，并实现与公共自行车系统、轨道交通系统的整合，以及绿道系统，获得了“2011年度世界可持续交通奖”。其他4个获得提名的城市为里昂、南特、墨西哥城和德黑兰。

广州市的经验对其他城市BRT系统的发展很有参考价值，尤其是那些公交客流量较高的城市。然而，广州市BRT依然存在很多有待改进之处：最初的BRT线路设置导致许多不必要的换乘；系统中大多数车辆的满载率过高；乘客信息系统用处不大；车辆过多导致几个重要车站过于饱和进而造成延误，并使早高峰时段车辆运行速度仅约为 $18\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 。18 m BRT车辆的使用以及正在进行的运行调整与改进(包括特快路线的逐步引进)正是为了应对这些问题。人们期望通过这些改进，使BRT系统的运行速度更加接近其设计目标($25\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$)。

5 结论

总结广州和中国其他城市规划、建设和运营BRT系统的经验，主要结论如下：

1) 在一个城市中，第一条BRT走廊必然成为此后BRT走廊的样板。第一条BRT走廊应该为需求高、交通拥堵的地区服务，包括城市中心。这使得BRT在节省乘客出行时间、缩减公交车辆需求以及由速度提高带来的运营费用降低等方面产生直接影响。大容量BRT甚至不需要过宽的道路，使用双向交错式站台的中央式车站所需要的

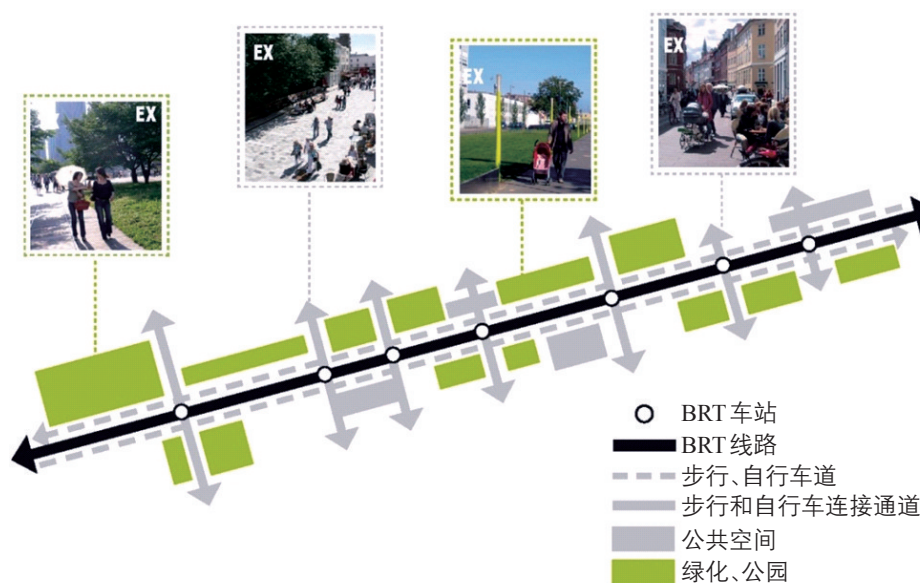


图 15 BRT 车站周边地区空间及设施设计示例

Fig.15 Space and facilities design adjacent to BRT stations

道路总宽度只有 15 m 左右。在波哥大,“千禧年”BRT 系统客流需求量最高的车站处道路宽度也只有 36 m。厄瓜多尔基多的实践表明,BRT 系统还能延伸到老城区的狭窄街道。

2) 为了确保 BRT 系统成功运营,在进行满足客流需求的运营规划的同时,必须对基础设施进行恰当地规划和设计。虽然 BRT 规划不仅仅只是基础设施的设计,还涉及机构和法规、资金和费用模式、运营和签约、市场和传播、智能交通系统和车辆、道路交叉口和交通管理,但所有这些问题在某种程度上都可以在 BRT 系统开通后的运营过程中加以解决。而基础设施尤其是车站布局、建筑设计、规模和道路交叉口的位置等,很难或不可能在 BRT 系统开通之后进行调整。

3) 广州市 BRT 大容量的关键在于其车站设计,特别是多级车站或子站、超车道、线路分流至各子站以及能使车辆以合理速度超车的空间。BRT 车站的设计应该满足客流需求水平,这意味着需要多级车站和超车道。如果在短期内不需要超车道,相应的空间应该以中央绿化带的形式预留,以便未来系统随着客流需求的增加而扩张。结合每小时车站进出的 BRT 车辆(通常约耗时 13 s)和上下车乘客(18 m 四开门 BRT 车辆上下车分别约耗时 0.3 s)占用的比例,建议 BRT 车站以设计饱和度(单位小时内站台提供服务的时间比例)不超过 40% 为设计指标。

4) 多方共同运营 BRT 有很多优势。相比于单方运营,多方运营使系统的规范化和控制更加复杂、要求更高,而且需要政府控制和规划 BRT 车辆的发车频率(因为支付给运营商的费用通常是基于公交车公里数而不是乘客数量的,尤其是使用车外售票的车站)。尽管如此,多方运营能确保政府在服务质量和其他标准上对 BRT 运营商提出强制要求,如要求 BRT 运营方更新车队和提升服务水平等。

5) BRT 规划阶段往往忽视各种交通方式的一体化,不利于 BRT 系统发展。例如,中国其他城市有比广州更高的自行车流量,但却没有一个 BRT 系统的车站设计包含了自行车停放。广州市以其 BRT 走廊沿线的自行车道、与地铁车站直接

接驳以及结合自行车停放和公共自行车的 BRT 车站,树立了一个整合多种交通方式的正面实例。

6) 一条成功的 BRT 走廊不仅是一个令人印象深刻的交通项目,还应该是一条美丽的城市走廊。制定公共空间战略时应着重于高质量和健康的公共空间,以及自行车和步行设施,尤其是 BRT 车站周边地区的空间和设施,见图 15^[4]。制定停车规划时应禁止在人行道和 BRT 走廊沿线建筑退后红线空间停车。

与中国其他很多方面的发展一样,BRT 的未来是无法断言的。然而,在中国和亚洲地区,大量 BRT 系统正在规划和设计中,即便只有其中一小部分能在广州市 BRT 的基础上有所改进,地方政府也将会发现,城市有了更加广泛的公共交通和生活环境选择。

注释:

本文是基于 2010 年发表在 Built Environment 杂志第 36 卷第 3 期 363–374 页的文章“Bus Rapid Transit in China”完善、扩展而成,更多有关中国、亚洲和世界其他城市 BRT 系统的信息、地图和照片可从以下网址获得: <http://www.chinabrt.org>。

参考文献:

References:

- [1] ZHENG Amanda. Over 20 SUVs' Going on Sale Makes China's 2010 a SUV Year[EB/OL]. 2010 [2010-05-12]. <http://autonews.gasgoo.com/commentary/over-20-suvs-going-on-sale-makes-china-s-2010-a-s-100412.shtml>.
- [2] McKinsey Global Institute. Preparing for China's Urban Billion[EB/OL]. 2009[2010-04-20]. http://www.mckinsey.com/mgi/publications/china_urban_billion/.
- [3] ITDP. 广州快速公交运营调查研究报告[R]. 广州: ITDP, 2010.
- [4] Gehl Architects, ITDP. A Public Space Strategy for the Guangzhou BRT[R/OL]. 2010[2010-04-20]. <http://www.itdp-china.org>.