

快速公交“整合式”运营模式分析

——以杭州市B1线为例

Analysis of the "Integrated" BRT Operation: an example of Line 1 in Hangzhou

郭可佳¹ 王文红² 陈峰¹

(1. 北京交通大学, 北京 100044; 2. 北京城建设计研究总院, 北京 100037)

Guo Kejia¹, Wang Wenhong² and Chen Feng¹

(1. Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China; 2. Beijing Urban Engineering Design and Research Institute, Beijing 100037, China)

摘要: 为解决快速公交过多占用道路资源、影响其他车辆行驶的矛盾,缓和交通供需压力,以杭州市为例,对“整合式”运营模式进行分析。首先介绍杭州B1线实施“整合式”运营模式的背景,然后分析其实施的可行性,提出这种运营模式的优点是使B1线客流明显增长,系统设备得以充分利用。考虑到该运营模式对快速公交造成排队进站、停车时间延长、准点率下降等不利影响,建议引入的线路条数不宜太多,并提出减小影响的相关措施。

Abstract: It is phenomenal that BRT vehicles occupy too much road spaces while in services. To deal with this problem and thus to mitigate traffic congestion due to an unbalanced travel demand and road supply, a case study was conducted in Hangzhou to analyze an integrated operational pattern. This paper first introduces the background on which the integrated operational pattern was implemented along Line B1, and then analyzes the feasibility of its implementation, showing one of the advantages of the pattern is a substantial increase of passenger volume along Line B1, and a full use of the system facilities. While the pattern also by-produces some disadvantages, such as a backup of vehicles while approaching stops, a lengthening standing time, and a downturn of on-schedule rates. Therefore, this pattern is not appropriate for application to multiple BRT lines. The paper, however, offers some countermeasures to overcome these disadvantages.

关键词: 交通规划; 公共交通; 快速公交(BRT); 运营模式; 整合式
Keywords: transportation planning; public transportation; Bus Rapid Transit (BRT); operation mode; integrated

中图分类号: U491.1⁷

文献标识码: A

0 引言

近年来快速公交(BRT)在我国发展迅速,北京、杭州、常州、大连、合肥等城市已先后建成BRT示范线路,其他多个城市的十几条线路也正在积极建设中。但同时BRT的成功运营也并非易事,一些城市在发展过程中就遇到了来自各个方面的困难和阻碍,决策者、管理者和设计者都承担着很大的压力。

反对建设BRT的意见,往往是基于其“过多占用道路资源、影响其他车辆行驶”而提出的,矛盾直接来源于BRT同常规公交、社会车辆的关系是“协作”还是“对立”。当前,必须对这一问题加以重视,在建设和运营中,确保BRT线路与常规公交既有线路在设施上充分衔接,在线路走向上相互协调。

国内一些城市对此进行了尝试,有的城市允许部分常规公交在线路重合路段进入BRT专用道内行驶并实行免费换乘,如杭州和大连^[1];有的城市则将路段的常规公交全面纳入BRT系统内共同组织运营,如广州^[2]。无论采用哪种方式,都是在尝试使BRT与常规公交线路更好地整合。本文将对杭州快速公交一号线(简称B1线)所采用的“整合式”运营模式进行分析,探讨其优缺点并提出合理建议。

1 杭州B1线“整合式”运营模式背景

杭州B1线是我国第2条BRT线路,于2006年4月26日正式运营。线路总长28 km^[3]。由于BRT属于新型的公共交通方式,公众接受其交通理念和系统模式需要一个过程,亦或由于B1线在决策和建设时缺乏经验,规划设计中

收稿日期: 2007-09-06

作者简介:郭可佳,女,北京交通大学土建学院,硕士研究生,主要研究方向:快速公交系统。E-mail:jjajia19821110@sina.com

有不足之处，杭州B1线在投入使用初期就受到了质疑。许多市民对其纷纷指责，认为BRT“不畅通”，对所在路段交通状况无改善反而起到负面作用，占用了道路资源，影响了小汽车行驶，而通行车间距仅为3 min左右的快速公交，是对专用车道通行能力的浪费。

面对种种非议，杭州有关部门迅速开展调研工作，发现B1线的乘客对快速公交系统是欢迎和赞同的，反对意见主要来自线路沿线的小汽车出行者及其他常规公交线路乘客。除个别隔离墩设置位置存在隐患外，BRT系统的主要问题在于客流量尚不高、专用道利用率低并且与常规公交网络整合不够。

随后，杭州公交集团推出了“整合式”运营模式，允许一些常规公交线路进入BRT专用道行驶。与通常所指的BRT区间线路、支线线路不同，这些线路在BRT专用道内行驶的区段相对其运营的全程路线较短，线路本身主要运行的区段仍为混行路段，票制也为车上售票或刷卡，但常规公交与BRT之间换乘不需出站和交费，因而形成了良好的衔接和换乘关系。此外，常规公交对BRT还起到输送客流的作用。

目前，B1线已在线路西段(城市中心区域)约7.2 km的

专用道内引进了6条公交线路，其中4条线路使用快速公交站台，乘客不必出站和交费，就可与包括B1线在内的其他线路进行换乘(限于同一行驶方向)；其余2条线只通过不停车。图1是杭州B1线与引入的4条共用站台线路的换乘示意图。由图中可以看出，其他几条线路在专用道内各自走行的区段不完全重叠，所停靠的车站也不完全相同。

2 可行性分析

BRT系统的运能主要由专用道的通行能力和车站的服务能力决定，前者远大于后者，不起限制作用。因此，下文将对BRT车站的服务能力和BRT车辆通过车站的最高频率，分析专用道内引入其他线路的可行性。

1) BRT车站服务能力

车站服务能力可用车站的服务速率 S 来表征。 $S/(辆 \cdot h^{-1})$ 为单位时间内服务的车辆数，是服务时间 T/h 的倒数，即： $S = 3600/T^{[4]}$ 。服务时间 T 一般由公交车进出站时间 T_1 (包括减速停车和起动车加速损失时间)、前后车最短安全时距 T_2 和公交车停靠时间 T_3 (包括乘客上下车时间和开关



图1 杭州市快速公交B1线与引入的同站换乘线路
Fig.1 Passenger transfer mapping of Hangzhou BRT Line 1

门时间)构成。

根据有关调查可知,在路段非港湾式快速公交车站,BRT车辆的进出站时间 T_1 为20 s左右。公交车停靠时间 T_3 主要由上下车乘客人数决定,因而取值不固定,但BRT车辆应用技术措施使乘客上下车较快,即使是客流较大的北京南中轴路快速公交1线,高峰时段主客流方向的 T_3 值也在28.5 s左右,平峰时段其值一般为17.5 s左右。此外,可认为18 m铰接车的前后车最短安全时距 T_2 为5.5 s^[5]。

为估计快速公交车站的最小服务速率,暂取公交车停靠时间 T_3 为28.5 s,则 T_{MAX} 为54 s,服务速率 S_{MIN} 为66辆/h。

2) BRT车辆的通过频率

BRT线路的发车频率一般根据客流需求、设计服务水平、车站服务能力等因素确定,通常为2 min、2.5 min、3 min等。因而BRT车辆在专用道区间和车站的最高通过频率为30辆/h。

根据计算,BRT系统的服务能力对单一线路的通行量来讲尚有余量,因此,引进其他公交线路,加密通行车辆的间距是可行的。

3 实施效果及影响分析

3.1 实施效果

1) 客流明显增长

“整合式”运营模式使专用道内人流量和车流量显著增大。新增3部分通行客流:①从混行车道调整到BRT专用道的乘客;②因常规公交服务水平提高吸引的乘客;③因常规公交和BRT之间换乘方便和费用减少吸引的乘客。同时,引入的常规公交对BRT起到供给作用,将客流从各个方向输送过来,扩大了BRT的吸引半径,使单一的BRT线路发挥网络效益。

上述结论是在常规公交引入数量合理的条件下得出的,如果引入的常规公交过多,导致BRT服务水平下降,则可能造成乘客流失,客流量减少。

杭州BRT运营模式调整后,包括B1线在内,使用BRT专用道的线路共7条,车辆共147辆,在快速公交专用道7 km左右的交通走廊内日均通行的乘客达到8万人次,道路断面客流通行量增长75%。

B1线的客流量已由开通初期的2.4万人次/d,发展到目前的4.53万人次/d,在快速公交站台换乘的乘客约为

5 200人/d。同台换乘给B1线带来了10%左右的客流增长。

2) 系统设备得以充分利用

“整合式”运营模式使BRT系统设备得以充分利用,优势得以充分发挥。BRT系统的各个组成部分都是根据快速通行的要求和理念设计的,而这一优势往往在大客流量时才能更充分地体现。例如,车站售检票设备和低地板、多车门车辆可以减少公交车停靠时间,但只有1名乘客上(下)车时,BRT系统比常规公交仅节省了 $1.4 - 0.8 = 0.6$ s;如40名乘客上下,设其中上下车的乘客各占50%,前门刷卡上车的常规公交需 $40/2 \times 1.4 = 28$ s,而采用四车门车辆的BRT只需 $40/4 \times 0.8 = 8$ s,节省的时间可达20 s^[4]。

广义来讲,专用道也是BRT系统的设备之一。引入常规公交,使BRT专用道内通行的车辆更多,有利于缓和BRT车辆与社会车辆之间关于路权专有的矛盾,使BRT系统在发展初期更易于被接受。

杭州BRT在引入常规公交线路后,专用道内车辆通过平均间隔大大缩短,车道高峰小时单向客运量达到6 400余人次,大大高于其他社会车道。杭州BRT开通初期受到的反对和指责得以平息,社会各方面逐渐接受了BRT这一新兴事物。

3.2 影响分析

1) 产生车辆排队进站现象

假设BRT专用道内共通行7条公交线路,专用道单向仅有1条车道,车站内只设置1个停车位,并且不设港湾,车辆需依次行驶,不能超车。基于上述条件进行分析:

情景一:假设各条线路发车间隔均为3 min,且在运行路段上均不会发生延误,理论上7条线路之间能保持的最大车辆间距为25.7 s。而车辆在快速公交车站的停靠时间一般在25 s以内,所以这7条线路不会产生进站串车现象。

情景二:假设7条线路中有1条线路的发车间隔为5 min,其他为3 min,则线路间能保持的最大理论车辆间距缩短为15 s(见图2),串车现象不可避免。

各条线路的发车间隔保持一致或取为倍数关系,且各车运行速度均匀稳定,能够使车辆车头间距保持均匀,对运营组织有利。系统内的车流越畅通,无效停车时间(如进站串车)越少,服务水平就越高。但常规公交与BRT混行,通常无法保证车辆运行间隔均匀。因而车站处串车现

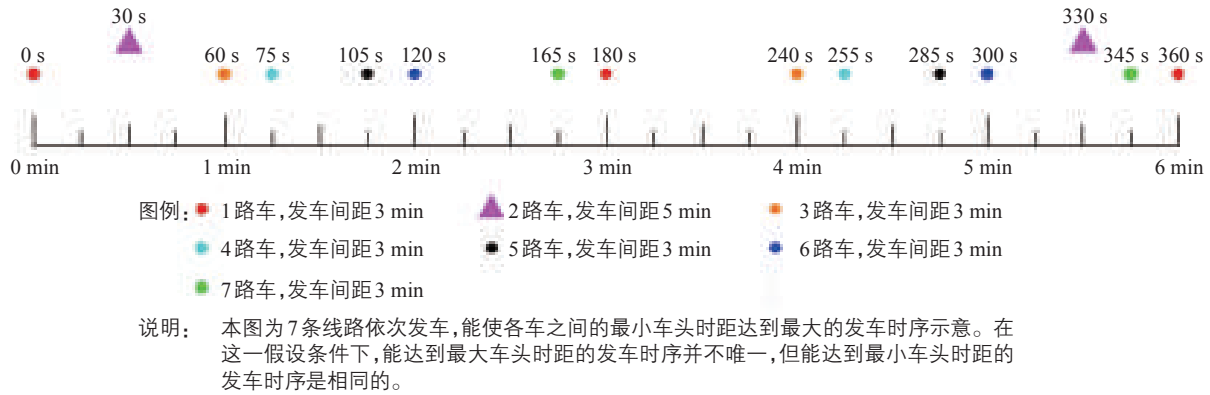


图2 情景二的理论车头时距示意

Fig.2 Illustration of the theoretical headway in Type II Situation

象增加, 调度管理困难。

杭州B支线等常规公交和B1线的客流需求有较大差别, 各线路发车间隔不同, 且常规公交在较长的运行路程中没有专用道路, 延误往往较大, 因此在引入了6条常规公交后, 虽然车站服务能力尚未饱和, 但专用道内车辆间距不定, 进站的公交车串车现象严重。据统计, 高峰期间车辆进站排队时间往往达到停靠时间的2倍。

2) 导致BRT车辆停靠时间延长

公交车上下车时间 $T = P \cdot \alpha \cdot t_0$, 式中: P 为上下车乘客总人数/人; α 为最繁忙的车门上下车人数占总上下车人数的比例; t_0 为人均上下车时间/s。

BRT与常规公交的乘客人均上下车时间 t_0 差异较大, 各线路在同一停靠站的上下车乘客数也有很大不同, 因此, 各车的停靠时间差异大, 增大了车辆进站排队的概率。常规公交通常停靠时间长于BRT, 若进站时常规公交在前BRT在后, 则使BRT的排队等候时间延长, 服务水平进一步下降。

3) 导致BRT准点率下降

BRT全程都行驶在专用道内, 并采用站台售检票及全程运行监控, 因此运营准点率高, 如B1线准点率达89%。而常规公交的线路大部分都为混行, 且售票模式为刷卡上车, 停靠时间受上下车客流影响波动较大, 这样的运营模式准点率仅为30%左右。因此, 引入常规公交使BRT的准点率下降, 系统稳定性变差。

4 结语

B1线引入“整合式”运营模式是可行且有其优点

的。采用这一模式有利于BRT系统的顺利实施及系统运营效益的提高。由于引入区段仅为7 km左右, 约占总里程的25%; 换乘车站4个, 仅占车站总数的22%, BRT整条线路受到的不良影响尚不显著。

但为避免常规公交对BRT运营产生不利影响, 引入的常规公交线路不宜太多。根据杭州经验, 车道内运行的线路总数控制在5条以内为宜。同时可采取以下措施减小引入常规公交产生的不良影响: ①站台处增设停车泊位; ②站台处设置港湾; ③为常规公交更换新型车辆, 缩短其停靠时间。

参考文献

- 1 北京城建设计研究总院. 大连兴工街至张前路快速公示范线工程可行性研究报告[R]. 北京: 北京城建设计研究总院, 2006
- 2 广州交通建设整治网. 中山大道BRT试验线工程方案设计[EB/OL].[2007-01-25].<http://www.gzti.gov.cn/project/showDescript.jsp?catid=12|16|28|203&id=203>
- 3 北京城建设计研究总院, 杭州市综合交通研究中心. 杭州快速公交一号线工程可行性研究报告[R]. 北京: 北京城建设计研究总院, 2005
- 4 解建华, 徐康明. 北京快速公交乘客登降速度调查研究[EB/OL].[2006-04-26].<http://www.chinastc.org/update/Download/200642946966093.pdf>
- 5 冯浚, 解建华, 徐康明. 快速公交与常规公交停靠时间研究报告[EB/OL].[2006-04-10]. <http://www.chinastc.org/update/Download/200643039845765.pdf>