

DOI: 10.16799/j.cnki.esdqfh.240150

Medan BRT系统与道路交通的关系探讨

黄雅林

(上海城市交通设计院有限公司, 上海市 200025)

摘要: 随着机动车保有量的增长,导致交通拥堵日益突出,BRT(Bus Rapid Transit)公共交通系统是解决城市交通问题的一种有效手段,与道路交通有着相辅相成的关系,而道路交通对BRT系统的运营速度、到站的稳定性具有直接影响。首先通过分析BRT走廊对道路交通的有利与不利影响因素,总结出带来的有利因素影响大于不利因素影响,并提出通过BRT专用道的拓宽改造、以及选择合理站位等市政设计手段来降低不利影响程度;其次经过对Medan BRT项目的实证研究,从交通安全、通行效率等两方面,进一步佐证BRT专用道改造思路,结合交叉口布设站台方式,能有效减少BRT走廊的增设对交通安全和交通效率的不利影响,最后根据意向问卷调查,对Medan BRT进行交通影响预评估分析,印证了BRT系统引导私人交通向公共交通转移,可以有效缓解城市交通压力。

关键词: 专用道拓宽改造; 站台位置的优化; 交通安全性; 信号平均间距; 交通影响预评估

中图分类号: U12

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)02-0054-05

Discussion on Relationship between Medan BRT System and Road Traffic

HUANG Yalin

(Shanghai Urban Transportation Design Institute Co., Ltd., Shanghai, 200025, China)

Abstract: With the growth of motor vehicle ownership, the traffic congestion has become increasingly prominent. The bus rapid transit (BRT) system is an effective means to solve the urban traffic problems, and has a complementary relationship with road traffic. However, the road traffic directly affect the operating speed and arrival stability of BRT system. Firstly, by analyzing the favorable and unfavorable factors of BRT corridor on road traffic, it is concluded that the influence of favorable factors is greater than that of unfavorable factors. And it is proposed to use the municipal design means of widening and reconstructing BRT lanes, and selecting reasonable platform locations to reduce the degree of adverse impacts. Secondly, through empirical research on the Medan BRT project, the reconstruction ideas of BRT dedicated lane are further evidenced. Combined with the platform layout at intersections, the adverse effects of the addition of BRT corridors on traffic safety and traffic efficiency can be effectively reduced. Finally, based on the intention questionnaire survey, the traffic impact pre-assessment analysis on Medan BRT is conducted to confirm that the BRT system guides the transfer of private traffic to public transportation, which can effectively alleviate the urban traffic pressure.

Keywords: widening and reconstruction of dedicated lane; optimization of platform location; traffic safety; average space between signals; traffic impact pre-assessment

0 引言

分析国内外BRT(Bus Rapid Transit)实施案例,发现BRT项目的研究与实施,大多出现在城市发展的中后期阶段,交通供给满足不了交通需求,令城市道路交通出现拥堵现象时,故BRT通道大多选用既有的,使用多年的成熟道路。本文以Medan BRT工程为例,探讨怎样的BRT走廊设计能合理的平衡与

道路交通之间相互依存,相互促进的关系。

1 BRT走廊对道路交通的有利影响因素

BRT从早期实践到全球扩散,有着大量及丰富的实例,验证了BRT系统在缓解交通压力、减少环境污染以及提高出行效率方面发挥着重要作用。

1.1 有利影响因素

(1)社会效益

便捷的交通服务可提高交通服务的可达性和便利性,满足居民出行需求,促进城市社会的均衡发展,同时为低收入群体提供了更优的交通选择,进一

收稿日期: 2024-02-05

作者简介: 黄雅林(1983—),女,本科,工程师,从事道路交通设计工作。

步提升社会的包容性。

BRT通过提供高频次、便捷的服务,吸引更多市民使用公共交通,从而降低对私家车的依赖,吸引小汽车向公共交通转移,减少了交通拥堵。

(2)环境效益

优化调整通道内的既有公交线路,从而实现减少二氧化碳的排放。另外出行方式的转移,减少了小汽车出行的碳排放,有助于缓解城市的空气污染和温室气体排放。

采用新能源车辆,减少污染物排放和碳足迹,降低能耗,促进能源的可持续利用,推动交通的绿色转型。

(3)经济效益

占用较小的土地资源,不需要大规模的拆迁,提升土地使用率,对城市空间开发友好。

相对于修建地铁等重型轨道交通系统,BRT系统建设成本少,但能服务更多乘客,改善运营的经济效益。

1.2 实例验证

(1)库里蒂巴75%的居民出行乘坐BRT,客流量超过190万人次,有效降低温室气体排放,同时也是私人交通向公共交通转移典型的实例。

(2)布里斯班BRT投入运行后,同一线路的乘坐率提高了12%,每周增加2.7万乘客,核心区的乘客量上升45%,乘客量的上升印证了私人交通向公共交通的转移。

BRT系统不仅能够提高公交系统的效率和吸引力,同时减少交通拥堵、提高道路通行速度、优化道路资源利用、改善交通安全,还能为城市交通系统的可持续发展和市民的出行体验带来积极影响。

2 BRT走廊对道路交通的不利影响因素

在有限的道路空间内,BRT专用道的布置,占用了原本的道路资源,从而影响社会车道的交通效率。

2.1 专用道对道路交通影响因素分析

交通效率降低:BRT专用道的布置占用原本道路的通行空间,意味着社会车辆不能使用这条车道,会降低道路的交通服务水平,有可能会造成交通拥堵。

道路资源浪费:BRT专用道仅供公交使用,然后专用道使用率很低,形成了道路资源的浪费。

路口等待时间增加:为提高地面公交车辆的整体运行效率,实现快捷优质的服务,BRT车辆在道路

上的拥有优先通行权,这将会导致路口横向道路等待时间的增加。

2.2 BRT站台对道路交通影响因素分析

交通安全:交通事故率是随着道路交通信号密度的增大而增大,研究表明每1.6 km内的交通信号从2个增加到4个时,交通事故率大约上升40%^[1],而路段站台的布置,是对原道路接入新的冲突点,从而提升交通事故率。

交通效率:研究表明相邻交叉口间距过短,一旦遇到车流高峰期,就会导致排队车辆道路占有率快速增大,一个交叉口的瘫痪会造成与之相连的交叉口的拥挤,最终会导致该区域交通处于瘫痪状况^[2],而路段站台信号控制的布置,相当于道路增设一个信控路口,缩短了交叉口间距,进而影响道路交通的通行效率。

3 不利因素的解决思路

3.1 专用道对道路交通影响的解决思路

为避免专用道的布置,造成社会车道交通效率的降低,需对现状交通服务水平进行分析,对既有道路提出针对性的拓宽改建方案,从而改善交通环境,整体提升道路通行效率,具体的改建思路如下。

(1)路段BRT专用道:现状双向4车道的道路,通过拓宽改造增设BRT专用道;现状双向6车道的道路,通过占用1根社会车道改造为BRT专用道;现状单向2车道的道路,通过道路拓宽改造增设BRT专用道,或者采用混行路权过渡,现状单向3车道以上道路,通过占用1根社会车道改造为BRT专用道。

(2)交叉口BRT专用道:为保障交叉口的服务水平,交叉口进口道采用“借一还一”的原则,通过拓宽改造增设BRT专用道,保障改造后交叉口出口道(社会车辆)的车道数与进口道(社会车辆)的直行车道数相匹配。

3.2 降低站台对道路交通影响的解决思路

为有效降低因站台的布置,而对既有道路产生交通安全和交通效率的双重影响,具体解决思路如下。

(1)站台宜结合既有交叉口采用一体化设计,能有效减少因路段站台的布置,而产生新的冲突点,从而提高道路交通安全性,同时能减少信号灯的布置,延长信号灯的布置间距(平均间距宜大于500 m),能有效提升交通效率。

(2)BRT平均站台间距宜在600~800 m之间^[3],

道路路格间距大于1 km以上的路段,可在路段上布设站台。

4 实证研究——以 Medan BRT 工程实例

4.1 Medan BRT 建设必要性

Medan(棉兰市)是印度尼西亚苏门答腊岛第一大城市,也是北苏门答腊省首府,位于苏门答腊岛东北部日里河畔,占地面积265.10 km²,人口约为243.5万,是印度尼西亚第四大城区。棉兰缺乏有效的市内公共交通,当地86%的居民以摩托车出行为主,摩托车的交通量是机动车6倍,导致交通拥堵日益突出,至2024年棉兰市主要道路将出现严重拥堵。

BRT系统具有高品质、高效率、低污染、低能耗、低成本五大优势,Medan迫切需要建设BRT系统,以其高效的运行速度与服务水平,提升BRT的吸引力,从而引导当地以私人交通为主的出行方式,转换成以BRT公共交通出行为主,缓解日益加剧的交通压力。

4.2 Medan BRT 工程概况

BRT走廊运营线路长度约18.3 km,建设长度为20.25 km,新建一座人行天桥,新建30组中途站,与2个停保场。线路走向分布见图1。



图1 线路走向分布

4.3 建设条件

Medan BRT走廊沿线均已经发展成熟,道路均为已建道路,其建设条件无重大变化,沿线共途经17条路,其中西马图庞路、苏布罗托/宾贾伊路、西辛加曼加拉路、邦里马德奈路4条路为双向通行道路,其余13条均为单向通行道路,具体如下表所示。

BRT通道沿线共布有30个交叉口,其中有信号交叉口21个,无信号交叉口9个。

4.4 设计方案

4.4.1 专用道改造设计

路段专用道改造: Mebidang BRT走廊改造范围20.25 km,涉及对道路拓宽改造的道路分别为邦里马

表1 现状道路分布表

序号	路名 ^[4-5]	行驶方向	车道数
1	西马图庞路	双向行驶	双向4车道
2	苏布罗托/宾贾伊路	双向行驶	双向4、6车道
3	苏布罗托路	单向下行使	单向6车道
4	卢比斯路	单向下行使	单向5车道
5	萨利赫路	单向下行使	单向4车道
6	巴莱哥路	单向下行使	单向5车道
7	武吉巴里桑路	单向下行使	单向3车道
8	凯雷塔路	单向下行使	单向2车道
9	哈约诺路	单向下行使	单向4车道
10	井里汶路	单向下行使	单向4车道
11	潘杜路	单向上行使	单向4车道
12	佩穆达路	单向上行使	单向6车道
13	詹德拉路	单向上行使	单向2车道
14	普特里路	单向上行使	单向6车道
15	帕廷波斯路	单向上行使	单向4车道
16	西辛加曼路	双向行驶	双向4、6车道
17	邦里马德奈路	双向行驶	双向4车道

德奈路、西辛加曼加拉路、潘杜路、佩穆达路、詹德拉路、萨利赫路、卢比斯路、苏布罗托、西马图庞路。路段拓宽改造分布见图2。



图2 路段拓宽改造分布图

交叉口改造:涉及交叉口拓宽改造30个,其中19个交叉口与站台采用一体化设计。

4.4.2 站台位置的优化设计

原站台位置:10组设在交叉口,另20组设在路段,且进站入口采用两端进站,改造后全线共设74组信号灯,信号灯平均分布间距274 m,具体见表2。

优化站台位置:19组设在交叉口,另11组设在路段,进站入口采用一端进站,改造后全线共设41组信号灯,信号灯平均分布间距495 m。

4.4.3 站位比选分析

采用Synchro软件分别对现状、原站台方案以及站台的优化方案,进行Sim交通模拟分析,具体如表3所示。

从表3对比分析可以看出,优化后的站台方案,总延误比原方案少45.4 s,优化的站台方案,提高了道路的安全性,提升了道路的通行效率。

表2 站台优化对比表

编号	站名 ^[4-5]	原站台位置	站距/m	改造后站台位置	站间距/m
1	新邦拉朗	交叉口	1 024	交叉口	1 024
2	万客隆商务中心	路段	807	路段	819
3	加托·苏布罗托	路段	352	路段	808
4	Medan RRI	路段	463	路段	1 101
5	希盟	路段	539	路段	674
6	巴布亚新	交叉口	532	交叉口	590
7	基督医院	路段	275	路段	535
8	布拉斯塔吉	交叉口	327	交叉口	483
9	巴顺丹	交叉口	312	交叉口	539
10	Medan 博览会广场	路段	357	交叉口	410
11	塞基普	路段	309	路段	634
12	卡普顿卢比斯	交叉口	713	交叉口	985
13	独立广场	交叉口	677	交叉口	586
14	Medan 哥打斯塔西恩	路段	305	路段	496
15	首都大厦	路段	219	交叉口	455
16	古鲁帕廷普斯	交叉口	555	路段	482
17	佩达干甘	路段	447	交叉口	515
18	士拉班让	交叉口	472	交叉口	425
19	艾哈迈德亚尼	交叉口	491	交叉口	760
20	佩穆达	路段	554	交叉口	524
21	迦楼罗	路段	682	交叉口	632
22	拉雅清真寺	路段	578	交叉口	908
23	特拉丹体育场	路段	948	交叉口	452
24	伊利诺伊州立大学	路段	558	交叉口	659
25	曼迪里科佩拉西	路段	466	路段	550
26	新邦利蒙	路段	383	交叉口	598
27	瓦什利亚大学	路段	375	路段	765
28	加鲁	交叉口	580	交叉口	899
29	贾米清真寺	路段	413	路段	916
30	陈列室	路段	505	交叉口	997

表3 交通模拟总结对比

	信号交叉口	信号灯平均间距	交通信号密度/(组·km ⁻¹)	总延误/s
现状	21	967	0.001	135.4
原站台方案	74	274	0.004	186.3
优化方案	41	495	0.002	140.9

4.5 交通影响预评估

4.5.1 意向问卷调查

通过高峰小时内对线路沿线发放 100 份意向问卷调查, BRT 建成后, 其中摩托车出行居民中有 22% 人次意向乘坐 BRT, 小汽车出行居民中有 2% 人次意向乘坐 BRT, 公交车出行居民中有 7% 意向乘坐 BRT, 具体见表 4。

意向问卷调查结果显示, 其中 100 人次中有 31% 在 BRT 运行后, 意向乘坐 BRT 出行。

表4 意向问卷调查表

单位:人

出行方式	摩托车	小汽车	公交车	慢行
BRT 运营前	78	13	7	2
BRT 运行后	56	11	7	2
意向乘坐 BRT	22	2	7	0

4.5.2 交通流量对比

(1) 路段通行能力明显优于运营前, C 级服务水平仅武吉巴里桑路—亚敏教路段, 其余服务水平均在 A、B 级, 详细见表 5。

表5 BRT 运营前后早高峰路段交通流量对比表

道路	序号	路段	现状客流/($\text{puc} \cdot \text{h}^{-1}$)	服务水平	运营客流/($\text{puc} \cdot \text{h}^{-1}$)	服务水平
邦里马德奈路	1	帕通巴路—南向北	1 688	B	南向北	B
		西辛加曼路			1 316	B
西辛加曼路	2	邦里马德奈路—西向东	1 870	B	西向东	B
		哈杰阿尼路			1 458	B
潘杜路	3	西辛加曼加拉路—佩穆达路	1 140	A	西向东	A
佩穆达路	4	佩穆达路—帕朗美拉路	1 059	A	南向北	A
詹德拉路	5	帕朗美拉路—南向北	993	A	南向北	A
		槟城路			775	A
巴莱哥路	6	槟城路—南向北	1 917	A	南向北	A
		萨利赫路			1 495	A
巴莱哥路	7	萨利赫路—南向北	5 756	C	南向北	B
		武吉巴里桑路			4 490	B
巴莱哥路	8	武吉巴里桑路—南向北	4 029	B	南向北	B
		亚敏教路			3 143	B
普特里路	9	亚敏教路—南向北	5 000	C	南向北	C
帕廷波斯路	10	马利克路—西向东	1 745	B	西向东	B
		塞温杜路			1 361	B
苏布罗托	11	塞温杜路—西向东	2 151	B	西向东	B
		帕尔曼路			1 677	B
卢比斯路	12	帕尔曼路—西向东	3 303	B	西向东	B
		邦约尔路			2 576	B
卢比斯路	13	卡普特路—西向东	4 163	C	西向东	B
		凯雷塔路			3 247	B
武吉巴里桑路	14	武吉巴里桑路—南向北	1 930	B	南向北	B
		槟城路			1 505	B
凯雷塔路	15	槟城路—北向南	3 953	B	北向南	A
		哈约诺山路			3 083	A
凯雷塔路	16	哈约诺山路—北向南	1 608	A	北向南	A
		茂古路			1 254	A
井里汶路	17	茂古路—北向南	1 606	A	北向南	A
井里汶路		林塔斯路	1 253	A	北向南	A

(2) 交叉口服务水平所有提升, 优化 D 级服务水平至 C 级共 9 个路口, 优化 C 级服务水平至 B 级共 6 个路口, 详细见表 6。

表 6 BRT 运营前后早高峰交叉口服务水平

沿线道路	序号	相交横向道路	现状服务水	BRT 运营服务水平
西辛加曼路	1	邦里马德奈路	D	C
	2	林塔斯路	C	B
	3	萨克蒂·卢比斯路	A	A
	4	巴雅克路	B	B
	5	图里路	D	C
	6	舰尼路	C	B
	7	哈拉特路	D	D
	8	梅斯吉德路	D	C
	9	拉赫迈德西亚路	D	D
	10	伊德鲁斯路	D	C
潘杜路	11	佩穆达路	D	C
佩穆达路	12	帕朗美拉路	C	B
詹德拉路	13	佩达干甘路	A	A
	14	槟城路	C	B
巴莱哥路	15	萨利赫路	B	B
	16	武吉巴里桑路	B	B
	17	亚敏路	D	D
普特里路	18	古鲁帕廷普斯路	B	B
古鲁帕廷普斯路	19	格鲁语路	D	D
	20	哈米德路	D	C
	21	瓦希德哈西姆路	C	B
	22	达鲁萨兰路	D	D
	23	卡普顿路	D	C
	24	西马图庞路	D	C
卢比斯路	25	伊玛目邦约尔路	D	C
武吉巴里桑路	26	凯雷塔路	A	A
凯雷塔路	27	槟城路	A	A
	28	哈约诺山路	C	B
井里汶路	29	哈约诺山路	A	A
	30	茂物路	B	B

5 结 语

BRT 系统的建设, 具备优化当地公共交通出行结构, 缓解当地的交通压力, 满足乘客的出行需求, 同时能带动周边区域的经济和社会的发展。通过对 BRT 专用车道的增设, 以及合理的站位分布, 有效提升交通安全与通行效率, 从而体现 BRT 系统与道路交通的相互依存, 相互促进的关系, 为 Medan 地区共

同构建完善的城市交通系统。

参考文献:

- [1] 毛林锋, 陆键, 项乔君. 平面交叉口间距对道路交通的影响[J]. 交通科学, 2006(5): 71-73.
- [2] 甘琴瑜, 陈玉峰. 相邻交叉口间距与道路拥堵关系方法研究[J]. 广东华工, 2013, 40(8): 46-48.
- [3] CJJ 136—2010, 快速公共汽车交通系统设计规范[S].
- [4] 20/SE/Db/2021, Tentang Pedoman Desain Geometrik Jalan[S].
- [5] ITDP.KONSEP DESAIN DAN RENCANA IMPLEMENTASI-Bus Rapid Transit di Kota Medan[R]. Medan: ITDP, 2018.