

厦门市公共交通发展与BRT规划建设实证研究

Public Transportation Development in Xiamen:

An Implementary Study on Planning & Development of BRT Systems

边经卫¹, 丁 明²

(1.厦门市人大城市建设环境资源委员会,福建 厦门 361012;2.厦门市城市规划设计研究院,福建 厦门 361012)

BIAN Jing-wei¹, DING Ming²

(1. Xiamen Municipal People's Congress Urban Construction Environment and Resources Committee, Xiamen Fujian 361012, China; 2. Xiamen Urban Planning and Design Institute, Xiamen Fujian 361012, China)

摘要: 为了落实公共交通优先政策、改善公共交通出行条件,厦门市进行了多方式的公共交通建设。分析了大城市公共交通方式选择和厦门市公共交通发展的阶段特征,着重阐述了厦门市BRT近期和中远期的线网规划情况,并介绍了BRT首期通车工程和高架BRT升级为轨道的预留条件。厦门市BRT的规划实践表明:BRT是大城市现阶段较好的公共交通方式;建设高架BRT可与未来升级轨道交通相结合;与城市空间拓展和转型相结合,因地制宜地选择BRT建设方式。

Abstract: Xiamen City has constructed Bus Rapid Transit (BRT) in different forms to give priority to public transportation and to improve its travel conditions. Based on an analysis of transit mode share in its metropolitan area, and considering characteristics of different stages of transit development in Xiamen, this paper elaborates BRT network planning for interim and future years, and further introduces the construction of the first stage project, as well as the reserved conditions for the transition from elevated BRT to urban rail transit. The planning practice of Xiamen BRT projects indicates that: 1)BRT is a good choice at present stage for metropolitan areas; 2)the construction of elevated BRT could be consistent with future urban rail transit; and 3)the development pattern of BRT should be in line with urban spatial expansion and transformation.

关键词: 公共交通; BRT; 规划建设; 实证研究

Keywords: public transportation; Bus Rapid Transit; planning and development; implementary study

中图分类号: U491.1⁷ **文献标识码:** A

收稿日期: 2008-08-06

作者简介: 边经卫(1955—),男,博士,主任,教授级高级城市规划师,主要研究方向:城市交通规划、城市土地利用规划、城市规划管理。E-mail:jwbian@163.com

城市公共交通系统包括常规公交系统、快速公交系统(BRT)和轨道交通系统。现阶段,我国特大城市公共交通发展主要以轨道交通为骨架、构建多层次协调发展的公共交通系统^[1]。而在一般大城市,当主要客流走廊、建设资金、建设时机尚未达到建设轨道交通的条件,同时,城市公共交通系统升级又要赶在城市全面机动化之前形成高效、快速的公共交通运输系统,就必须选择能与小汽车竞争的公共交通方式,大容量快速公交系统的规划建设首当其冲。

1 现阶段大城市公共交通方式选择

城市公共交通发展具有阶段性特征,是一个逐步培育、升级的过程^[2],应结合城市发展阶段循序渐进进行。在城市发展初期,公共交通主要依托城市道路系统建立常规公交网络,满足市民日常出行需求;随着用地扩展和客流规模增加,逐步实施公共交通路权优先;在城市客流走廊逐步形成的基础上,应着手规划建设快速公交系统,提高公交运输服务水平,形成多层次的公共交通系统;配合城市功能的完善和客流升级,建设轨道交通系统,并以轨道交通为骨架,优化常规公交线网,建立整体协调的公共交通系统^[3]。

快速公交系统是利用改良型公交车辆运营在专用路权空间上、具有轨道交通某些运营特性的一种快捷的公共交通方式。BRT具有大运

量、速度快、安全舒适等特征，其运输能力强，单向每小时可达1.5万人次；行驶速度快，可达25~40 km·h⁻¹；建设成本低，往往只有轨道交通的1/10；建设周期短，从立项到完工仅1~2年时间，更易于构建大规模交通网络；使用灵活，在部分设施建成后即可投入运营，也可采用分阶段和分路段的实施方法；同时，快速公交系统对土地利用有很强的引导作用，可引导形成以公交为导向的城市用地发展模式(TOD)。

大城市在快速发展的前期阶段，选择快速公交系统替代一步到位的轨道交通建设，一方面，可避免因大规模道路建设而导致城市“摊大饼”式无序蔓延的状况，引导形成以公共交通为导向的“珠链式”发展模式；另一方面，可以缓解轨道交通建设滞后的矛盾，及时提供大运量的公共交通，满足城市发展对公共交通的需求。

2 厦门市公共交通发展的阶段特征

1) 改革开放至20世纪90年代中期，常规公交迅速发展阶段。

这一阶段是厦门市公共交通发展最快的时期，依托城市新区与道路网络的大规模建设，常规公交服务水平迅速提高。公共交通车辆快速增加，运营车辆由1985年的210台发展到1995年的525台，空调车比例增加；运量增长迅猛，年运量由1985年的5 700万人次发展到1995年的1.66亿人次，主要客流走廊高峰小时流量约3 000人次；在国内率先采用IC卡、实行无人售票；线网拓展并深入居住区，本岛线路数达30条，线网总长190 km，港湾式公交停靠站密集。外部发展环境良好，取缔了客运三轮车，严格限制岛内摩托

车。这些措施的实施提高了公共交通的客流来源，公交出行比例从1988年的10.3%提高到1995年的16.9%。

该阶段，厦门由20万人口的海岛小城发展到50万人口的中等规模城市，本岛城市建成区面积由12 km²拓展到55 km²。根据1995年的居民出行调查，人均日出行3.02次，平均出行时间21 min，平均出行距离2.6 km，符合中等规模城市居民出行特征。

2) 20世纪90年代中期至2005年，公共交通优先实施阶段。

该阶段正值“公交优先”理念推广时期。在此期间，厦门实施了大量公交优先措施，如设置公交专用进口车道、单行道允许公共汽车逆行、禁左路口允许公共汽车左转、开辟大站快车线路以及建设湖滨南路公交专用道等。公交出行比例从1995年的16.9%提高到2003年的27.5%，占全部机动化出行方式的一半以上(见表1)。在30 min以上的出行中，公交出行比例高达80%，公共交通在居民机动化出行中已居于主导地位。公交服务水平进一步提高，2005年全市公交车辆超过2 000台，城区万人拥有量达16标台；常规公交线路共160条，总长度3 190 km，年客运量达5.3亿人次；主要客流走廊高峰小时流量上升至6 000~7 000人次。由于走廊内线路重复率高，公交列车化现象严重，候车亭拥挤，超出了常规公交设施的服务能力。

这一时期是厦门市从“海岛型”向“海湾型”扩展的启动阶段，基本呈现了环西海域组团分散布局的雏形。厦门本岛(含鼓浪屿)总面积达到135 km²，城市建设用地接近90 km²，实际居住人口约96万人，进入大城市规模。岛外以产业开

表1 厦门市居民不同年份出行方式结构对比
Tab.1 Travel mode shares in different years in Xiamen City %

年份	步行	自行车	常规公交		出租汽车	单位客车	私人小汽车	摩托车	其他
			公共汽车	中巴					
1988	35.8	49.1	10.3			0.9		0.5	3.4
1995	37.8	26.2	14.8	2.1	1.8	7.1	0.8	9.4	
2003	36.9	13.1		27.5	4.9		4.1		13.5

发为主的阶段特征明显,布局相对分散,城市主导功能仍在本岛聚集。城市布局分散式组团的特点,使居民出行仍呈中等规模城市特征,2003年,居民人均日出行降低为2.99次,平均出行时间增长到24.3 min,平均出行距离扩大至4 km。

3) 2005年以后公共交通发展面临的挑战。

在厦门市居民出行结构中,公共交通出行比例虽然较高,但与国际城市40%~80%的水平仍有较大差距。公共交通仅以常规公交为主,相对于机动车的快速增长,其发展已经滞后。由于交通拥挤的影响,高峰期公交车运行速度下降至 $16\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$,且线路重复严重,场站设施和进出岛运力不足、效率低下,运输服务结构单一,无法满足海湾型城市长距离出行需求。因此,急需调整公共交通网络结构,构建多层次、大运量、快速的公共交通体系。

3 BRT规划与实践

1) 近期(至2010年)大力建设BRT网络。

近期是厦门市实施“海湾型”城市跨越式发展的大规模建设时期,城市建设重点转向岛外地区,初步形成以本岛为中心、环东西海域为主体的空间布局。城市规模等级发生根本性变化,城镇人口将达210万人,建成区面积将拓展至230 km^2 。岛内外新一轮的大规模开发,将进一步促进公共交通发展,市级客流走廊将超过1万人次 $\cdot\text{h}^{-1}$ 。

公共交通近期发展目标:以整合常规公交网

络为主导,基本形成以快速公交为走廊、片区常规公交为基础、多方式协调利用的公共交通网络系统。BRT近期建设策略:在市级客流走廊先行建设BRT网络;为关键线路培育客流,以便将其升级成轨道交通系统,并预留轨道交通建设条件。BRT近期线网由6条线路构成,总长度约150 km,预计2010年全部建成通车,线路情况见表2,具体分布如图1所示^[5]。

BRT 1号线是出入岛关键线路,为市级客流走廊,未来呈放射式发展。结合新建的跨海大桥,1号线将集散大运量跨海客流,引导集美新城开发,同时培育客流以便将其升级为轨道交通系统。经过反复论证,1号线主要采用BRT专用的高架桥形式,部分路段采用平面封闭的路中专用道,以确保BRT快速、准点,避免与其他交通方式相互干扰。BRT 2~6号线均对应次要发展走廊,主要采用路中或路侧式专用车道;受道路条件限制,在局部路段及交叉口,BRT与其他车辆混合行驶。

BRT首期通车工程包含1号线、会展联络线、2号线部分线路,总长约46 km,综合造价(含车辆购置费等)约6 000万元 $\cdot\text{km}^{-1}$ 。首期线路开通初期便超出预期效果:高峰期发车频率为45 s,单向运送客流达8000人次 $\cdot\text{h}^{-1}$,日均客流量超过14万人次。客运量接近全市160条常规公交线路客运量的10%,充分发挥了BRT的骨干作用。

2) 中远期(至2020年)适时建设轨道交通网络。

2020年,厦门市建设用地拓展至350 km^2 ,基

表2 厦门市BRT近期规划线路
Tab.2 BRT lines of short-term planning in Xiamen

序号	线路	起始点	长度/km	路权形式
1	1号线	第一码头—厦门(新)站	32.6	岛内高架 岛外路中专用道
2	2号线	嘉庚体育馆—城南工业区	19.1	路中专用道
3	会展联络线	农科所—会展	10.1	农科所—前埔高架 路侧专用道
4	成功大道专线	演武大桥—灌口	30.6	路侧专用道
5	环岛干道线	厦港—国际机场	24.9	路侧专用道
6	海沧线	第一码头—厦门(新)站	32.4	路侧专用道
合计			149.7	

本形成环东、西海域的“海湾型”城市形态和“一主二副”的城市中心结构，并将发展成300万人以上的超大型城市；国内生产总值将达4 000亿元以上，可以支撑轨道交通高成本的建设和运营费用。远期城市出行整体以岛内出行为主、向岛内外均衡分布。在BRT系统逐步培育客流的前提下，主要客流走廊的客流将超过3万人次·h⁻¹。对客流超过BRT运输能力的线路，适时升级公共交通系统，将其改造并过渡为轨道交通。其中，BRT 1号线高架段可通过加铺轨道、安装供电通信设施、调整车站站台等，直接升级为轨道交通；岛外段可根据实际情况，建设高架或地面轨道交通。其他BRT线路可适当调整运行方式，形成与轨道交通相衔接的骨干客运网络。

3) 预留高架BRT向轨道交通升级的条件。

在BRT规划阶段，明确了目前建设的高架线路，应具备向轨道交通升级的条件，首期基础工程建设应与远期轨道交通系统相结合。高架道路的线路、曲线半径、坡度、建筑限界、结构荷

载，按BRT车辆和直线电机车辆进行双重控制。牵引系统车站、轨道结构、机电系统等均预留了后期升级条件，例如：高架车站长度预留75 m，近期作为BRT故障车停靠点，远期改造为4节编组的轨道交通车辆停靠站；高架桥上轨道结构处置方案，采取桥面后植钢筋方式实现轻轨整体道床与桥梁结构的连接；沿线及车站的通信、信号、供电、空调等系统均预留轨道交通牵引系统接口、管线等后期设施预埋件；沿线车站和车辆段预留设备用地。

远期实施升级时，高架区间、车站基础及下部结构均无需改造；车站上部应增加供电、给排水及消防系统，且需要新建轨道工程、通信及信号系统、主控系统、指挥控制中心、门禁系统及车辆段；高架部分升级按直线电机系统测算，每千米综合升级费用(含车辆购置费等)约为1.2亿元。通过合理的预留方式，可减少废弃工程，降低工程造价。由于实施升级工程时需中断公共交通运营1~2年时间，须采取相应措施，如开辟平

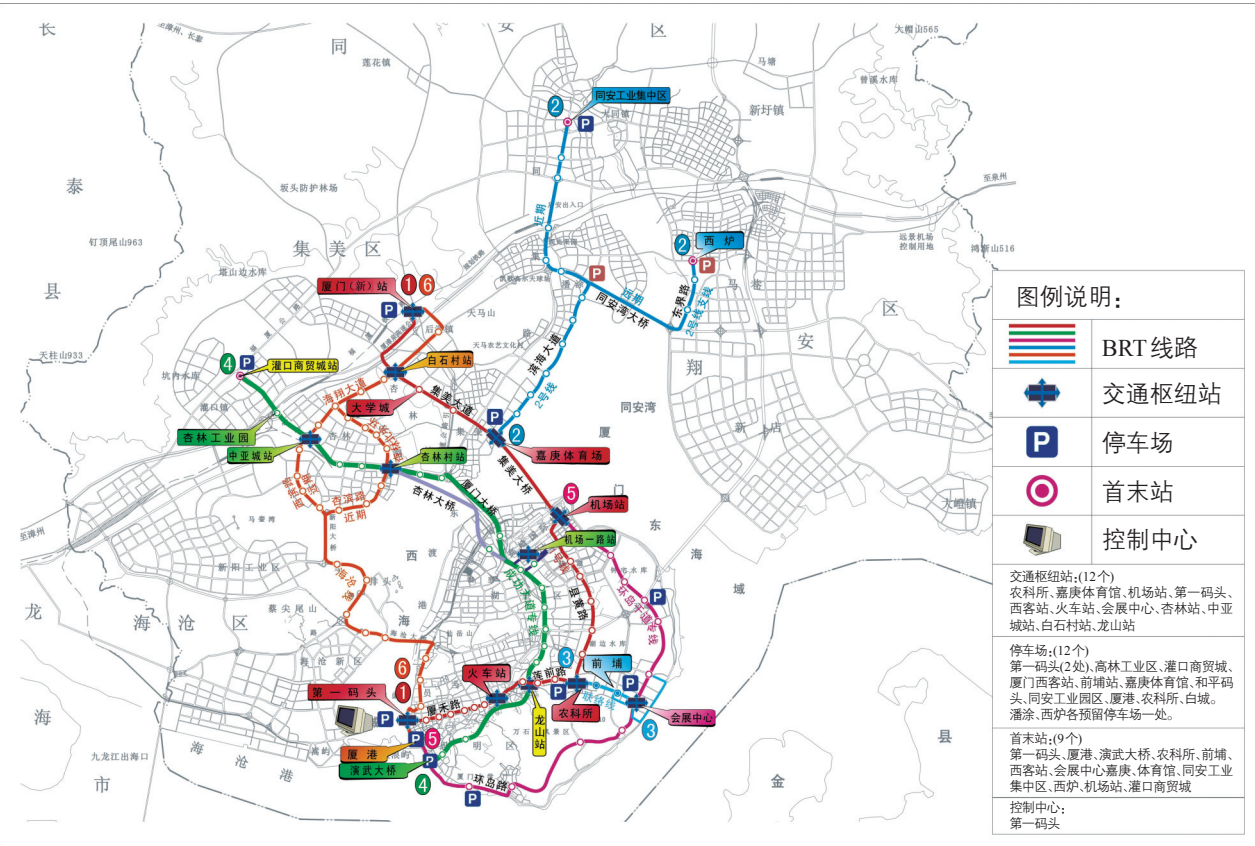


图1 厦门市BRT近期线路建设图

Fig.1 The development of short-term BRT lines' construction in Xiamen

行道路的公交专用道,来疏散已经形成的巨大客流,这也是今后实施升级时的难点和需要认真应对的问题。

4 BRT规划、建设的总结与思考

1) BRT建设是现阶段大城市公交优先较好的实现方式。

优先发展公共交通是改善城市交通、增强城市功能、优化城市环境、引导城市可持续发展的必由之路。轨道交通系统存在投入高、建设周期长、运营成本难以回收等特征,且与大城市不同发展阶段的经济能力、客流需求、缓解交通拥堵的迫切性以及引导城市结构转型的时效性存在较大反差,而BRT可降低大运量快速公共交通系统发展初期的投资门槛,在较小的财务风险下,提前实现交通供给,满足大城市快速拓展的客流需求。因此,BRT是现阶段大城市实施公共交通优先策略的理想途径,可以在小汽车涌入家庭导致城市交通全面拥挤之前,迅速提高公共交通的竞争力,优化城市交通结构,缓解交通拥挤,并引导城市空间向以公共交通为导向的发展模式转型。

2) 建设高架BRT时,可考虑与未来升级轨道交通相结合。

由于BRT的运输能力通常在6 000~15 000人次 $\cdot$ h⁻¹,当城市规模持续扩展时,主要走廊的客流需求将迅速增长,在超过BRT的运能时,应考虑将高架BRT升级为更大容量的轨道交通方式。因此,在规划设计高架BRT时,须提前考虑升级的可能性与条件。预留升级轨道交通的高架BRT设计,将高架桥的线路、线形、限界和结构按轨道交通的技术标准设计,保证升级时桥梁的基础建设工程无需改造。同时,充分预留好车站、轨道、机电通信等设施的建设和改造条件;在降低BRT工程初期投入的前提下,尽量减少升级时的废弃工程。

3) 在城市中心区域,可因地制宜选择BRT建设方式。

BRT车道有平面布置形式的路中专用道、路侧专用道、专用道路、高架和隧道等多种形式。城市中心区域是城市功能和各种活动的聚集区,

道路空间有限,应因地制宜地选择BRT建设方式。若道路空间许可,在不减少原有道路车行道数量的前提下,应尽量采用平面布置形式;若受车道数量限制,无法分流现有交通,为减少对道路空间的占用,避免各种交通方式相互干扰,保证BRT快速运营,可采用空间分离的BRT建设方式。

高架BRT对道路空间景观存在较强的视觉冲击,在规划、建设时应谨慎采用。若在城市中心区域采用高架BRT方式,为减少高架BRT对街道空间环境的负面影响,应结合街道空间、两侧建筑物和道路绿化进行整体街道景观设计,例如:适当增加桥梁高度,避免分割街道空间;减少桥面宽度与结构厚度,体现桥梁美感;提高沿线道路绿化率,柔化桥墩笨拙感;同时加强降噪、减震、防止光污染等。此外,由于高架BRT乘客的视点相对较高,应整治沿线道路两侧的建筑立面,使大众公共交通运输走廊与城市整体空中景观紧密结合。

4) BRT建设应与城市空间拓展和转型相结合。

BRT同其他大运量公共交通系统一样,对土地利用模式有很强的影响作用。在城市规模快速拓展初期,通过建设BRT,能引导城市空间有序拓展和结构布局的顺利转型。构建以BRT为走廊,多层次公共交通运输为网络,各级换乘枢纽为节点的“走廊+枢纽”的客运交通组织模式,利用BRT网络串联城市功能中心,为居民出行提供便利。在BRT走廊直接和间接吸引范围内,优先布局大型公共服务设施和居住用地,适当提高土地利用强度,形成“珠链式”城市布局形态,实现城市土地利用从传统布局模式向以公共交通为导向的可持续发展模式转型。

参考文献:

References:

- [1] 边经卫.大城市空间发展与轨道交通[M].北京:中国建筑工业出版社,2006.
- BIAN Jing-wei. Big City's Space Development and the Rail Traffic [M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2006.

(下转第85页)