

【文章编号】1672-5328(2005)01-0004-05

从库里蒂巴的经验思考北京BRT系统建设

刘迁

(北京城建设计研究总院, 北京 100037)

【摘要】以库里蒂巴为例,对建设BRT的城市条件和工程特征、BRT规划的前提条件、系统优势和不足进行了分析。明确了BRT属于常规公交范畴的功能定位,提出了BRT在北京成为客运交通骨干方式的特定条件和BRT的关键工程条件,对北京的BRT系统提出规划建议。

【关键词】快速公交;城市快速轨道交通;土地利用

【中图分类号】U491.1⁺7 **【文献标识码】**A

Study on BRT System of Beijing Based on the Experience of Curitiba

LIU Qian

(Beijing Urban Engineering Design & Research Institute, Beijing 100037, China)

Abstract: The municipal government has been planning the Bus Rapid Transit (BRT) system of Beijing, the demonstration project of which has been undertaken. The general rules of the BRT system are summarized in this paper through the study on the Curitiba's BRT so as to benefit the public transport planning of Beijing.

Keywords: BRT; urban rapid railway transport; land utilization

2004年6月,由北京市交通委员会、北京市规划委员会和北京城建设计研究总院组成南美城市交通考察团,先后对巴西的圣保罗、库里蒂巴、巴西利亚、里约热内卢,以及墨西哥城的城市交通规划、建设、运营工作进行了为期14天的考察。南美城市与我国大城市具有部分相同的特点,并面临共同的交通问题。考察的重点是库里蒂巴市快速公交(Bus Rapid Transit, BRT)系统的规划建设和运营经验,希望从中分析BRT系统的规划条件、优势和问题,并将这些经验运用于北京的公共交通规划工作。

世纪60~90年代以来巴西发展最快的城市之一。库里蒂巴市市区人口159万,市区面积432 km²,市区交通工具总数65.5万辆。市域人口277万人,面积1 562 km²,市域交通工具共80.5万辆。库里蒂巴市平均每3~4人拥有一辆小汽车,是巴西小汽车拥有量最高的城市^[1]。库里蒂巴的城市结构具有典型的单中心集中布局的特点,但城市核心区却呈现为新颖的轴向带形发展趋势。与国内城市相比,库里蒂巴在市区面积和机动车保有量方面相当于我国的特大城市(与成都市大体相当),而人口数只相当于我国的中等城市,其土地利用强度是很低的。

1 库里蒂巴市BRT系统

1.1 巴西库里蒂巴市概况

库里蒂巴市是巴西东南部巴拉那州的首府,是巴西除圣保罗和里约热内卢以外的第三大城市,也是20

1.2 库里蒂巴市公交系统概况

库里蒂巴市已形成了较为完善的综合公共交通系统,将不同的公共汽车系统在硬件和软件上集合为一个有机的整体网络。由于库里蒂巴市的公共交通高效、便捷,因此,综合公共交通系统在城市交通系统

收稿日期:2004-11-17

作者简介:刘迁(1969—),男,北京城建设计研究总院院长助理,高级工程师。E-mail:liuqian@buedri.com

中占据了相当重要的地位，日客运量高达190万人。同时，最近的一项调查表明，库里蒂巴市75%的通勤者使用公共汽车，这一极高的公交分担率也是库里蒂巴减少交通系统对环境的冲击、实现可持续发展的基础之一。因此，库里蒂巴市在2002年被联合国评为“最适合人类居住城市”。

库里蒂巴市的公交系统，其最大特点是利用地面常规公交解决城市交通问题，让人们从建设快速轨道交通高昂代价的困境中看到了一种更为经济的方式。因此，库里蒂巴市的公交系统在国际上享有崇高的声誉。

库里蒂巴市综合公共交通系统由6个层次不同功能的公交系统构成^[2]：红色为大容量快速线，有6条，总长74 km；灰色为小容量大站快车线(小飞快)，有18条；绿色为区间线，有7条；橙色为区内线，有21条；黄色为普通线，有97条；白色为服务弱势群体的特别线，有2条。其中，6条红色大容量快速线BRT系统是整个公交网络的骨干，红色与灰色线构成公共交通的快速系统。所有层次的公交线均可在公交专用道上行驶。见封二图1。

1.3 BRT系统具备的工程特征

库里蒂巴市的经验表明，不能简单地认为使用公交专用道的公交就是BRT系统。BRT系统要具备以下7项基本特征：专有路权、现代化的公交车辆、水平登车、车外售票、交叉路口优先、乘客信息和车队管理系统，这7项核心内容就是世界公认的BRT系统的基本特征。封二图2为库里蒂巴市BRT系统。国内对以上工程特征研究资料比较丰富，这里不谈具体内容，只根据库里蒂巴的经验阐述一些启发。

1) 专用道路

为了解决混用路权给公共交通和私人交通带来的影响，BRT系统采用专有路权概念，在主要交通走廊上使用公交专用线或专用道。

专有路权——库里蒂巴市BRT系统专用道不允许私人交通进入，但允许其他公交和特别权力车辆进入。

工程条件——库里蒂巴市BRT系统专用路一般为双向2车道，路口平交，但强调物理隔离。

周边影响——在城市主要交通走廊上设置了公交专用道之后，私人交通的行驶空间减小，行车环境会受到较大的影响。因此，一般要求在专用道两侧的支路上配合设置其他车辆使用的单行线，以保证私人交

通工具的行驶空间。

2) 新型大容量公交车辆

从提高运量的角度讲，由于BRT系统不能列车化编组运营，为了提高单车载客能力，要求采用新型大容量公交车辆，如封二图3所示。库里蒂巴市使用的是沃尔沃公司双绞三箱通道式客车，总长度为27 m，载客量可达到270人，是普通公共汽车的3倍。车厢前后有4个车门，整个车体采用了先进的动力和悬挂系统，乘坐舒适、安全，灵活性较强。由于实现车辆本地化生产，因此，库里蒂巴市大容量公交车辆价格很便宜。

3) 水平上下车

在BRT系统中，通过修建与公交车车厢底板等高的候车站台，公交车辆配置站台搭板，从而提高乘客上、下车速度，缩短停站时间，提高运营速度。为达到这个功能，必须对车辆和车站进行特别设计，或在道路条件允许情况下采用低地板车辆。

4) 车外购票系统

BRT系统将售票系统置于公交候车站台内，在公交车辆进站前完成快速简单的售票，从而提高上、下车的速度，节省公交等候时间，也为今后配置自动售检票系统提供了条件。

5) 交叉路口优先

特别指出的是，库里蒂巴市BRT系统只在外围区享有路口有条件优先权，在中心区路口不享有任何优先。据巴西方面介绍，这并非设备等技术方面限制，而是认为，在中心区为BRT系统提供优先后将对其他道路交通产生巨大的负面影响。

6) 乘客信息系统

这是一个高层次但在初期并不必需的条件，这个系统只提高服务水平，可根据条件在不同时期设置不同水平的乘客信息系统。

7) 车队管理

库里蒂巴市BRT系统的车队管理与一般公交运营管理水平类似，没有装备ITS技术对车辆进行实时跟踪管理。因此，不必在初期就要求配置高等级的车队管理系统。

2 从库里蒂巴经验思考北京发展BRT系统

由于巴西方面周到而专业的接待，从而得以对

库里蒂巴市BRT系统规划、技术、运营等方面进行深入考察。库里蒂巴市发展BRT系统对北京有很好的借鉴意义，这些借鉴意义可以归结为三个方面：BRT系统规划的前提条件、BRT系统的优势和BRT系统的不足。

2.1 BRT系统规划的前提条件

库里蒂巴市综合公交系统，尤其是BRT系统无疑是成功的。但针对国内城市交通学界对其一片赞许之声并欲群起而效之的趋势，结合考察的结果，认为必须科学地对待BRT系统。BRT系统有明显的优势，但也要注意其建设的前提条件和适用条件。针对类似北京这样的中国特大城市，还应分析城市条件以及BRT系统科学的功能定位。

1) BRT系统必须在完善的交通一体化框架下完成。在考虑BRT系统建设前，应首先形成以下两个认识：一是任何一种交通方式都不可能独立支撑城市交通体系，只有多样性的交通体系才能满足人们不同的出行需求^[3]；二是BRT系统发挥作用必须得到其他交通方式，尤其是一般公交方式的协调配合。因此，必须建立一个能够对规划、运营进行统一协调的体制和机构。

一个完善的公交系统应该是与其他交通方式有机协调的整体，库里蒂巴市大力发展以BRT系统为骨干的公交系统，同时也为社会车辆和私人机动交通留有足够的空间。封二图4反映了库里蒂巴市BRT系统与其他机动车的空间分布关系：在核心区发展轴线上公交系统居中，是客运骨干；其他车辆分布两侧道路，单向行驶。

库里蒂巴市公交系统统一由城市化公司(URBS)进行统筹管理，这家公司属于公私合营(市政府占的股份为99%，私人占1%)，公司总经理由市政府任命。公司管辖10家私人公司，私人公司从URBS得到持有公交车辆和提供公交服务的运营许可，拥有车队并且负责完成具体的运营。由于具有强有力的统一协调机制，整个公交系统在线网布局、功能分工、运营衔接、票制系统和收益分配方面形成了一个有机的整体，同时在一票联运方面也初见成效。但由于没有采用智能卡系统，在中心区还不能实现一票联运。

库里蒂巴市的经验说明：脱离交通一体化政策和机制的统筹，独立建设BRT系统不但效果不大，甚至会对城市其他交通产生许多负面影响。这一点应特别引起北京的重视。

2) BRT系统必须与城市土地利用规划协调。库里蒂巴市提出所谓的“直线化道路+BRT系统”引导沿线土地高强度开发，并向两侧逐步降低土地利用强度的理论(见封二图5)，即围绕BRT系统走廊集中地提高土地利用强度，降低其他区位土地利用强度，使城市土地利用从均衡分布演变为轴向发展。在总开发水平不变的情况下，提高了土地利用效率和基础设施条件，同时也提高了BRT系统的客流水平，使BRT系统建设与沿线土地利用互动双赢进入良性循环。

3) BRT系统成为骨干客运系统必须具备的条件。BRT系统成为骨干客运系统，要求城市具备一定的土地利用和道路条件。作为一种经济高效的交通方式，BRT系统必须存在于特定的城市环境。比如：

——城市土地利用强度不能太高。目前库里蒂巴市区人口密度3 680人/km²，市域人口密度1 773人/km²，这样的土地利用强度远远低于中国大、中城市的平均水平(约相当于1/10~1/6)。如果土地利用强度增加，其主要交通走廊上的客流需求是BRT系统难以满足的。

——城市具有较高的道路网密度。库里蒂巴市的道路网规划属于典型的欧美道路网规划，道路密度很高，由于缺乏同口径统计数据，根据图纸目测，库里蒂巴市的道路面积率应在30%~40%，相当于北京规划水平的1.5~2倍。因此，库里蒂巴市在设置BRT系统后，依然有足够的道路空间分流其他机动车。

2.2 BRT系统的优势

1) 全面体现“公交优先”。库里蒂巴市豪华醒目的BRT车辆、新颖美观的管道式车站、纵横通达的公交专用道、公交优先和车辆对公交的礼让，所有这些都与人群、建筑、植物共同呈现在蓝天白云之下，共同构成库里蒂巴市充满魅力的风貌。此时，BRT系统已成为一种文化符号，告之人们：“这是一个公交优先、公众优先的城市”。这种对公共交通地位的宣传作用，比地铁更明显。

2) 投资省，见效快。据介绍，最初库里蒂巴市本打算建设轻轨系统，但高昂的代价和漫长的建设周期迫使其寻求更经济更简便的交通方式。BRT系统采用路面行驶的方式，只需对现有道路进行改进，不用修建轨道，土方工程量较小，车辆和设备系统简单。因此，系统的初期成本较低，建设速度快。美国通用会计师事务所(General Accounting Office)对美国13个城市已建的18条轻轨和4个城市中的9条公交专用线

的调查统计表明：轻轨系统的平均投资为3 500万美元/mi^①，公交专用线的平均投资为1 500万美元/mi。表1为BRT系统与地铁、轻轨系统的技术指标比较。

3) 容量较大。BRT系统的大容量公交车辆使系统具备初步的列车化、编组化特征，在完成相同客运量的条件下，比常规公交占用更少的道路，具备更高的效率。同时，采用公交专用道和交叉路口优先提高了旅行速度(库里蒂巴市BRT系统最高运行速度达到30 km/h)。因此，BRT系统单向运输能力达2万人/h，相当于中运量轨道交通系统(轻轨)的一般水平。

4) 更为灵活。BRT系统不使用轨道而采用专用道，线网分阶段实施的灵活性大；除BRT外，不同种类公交可根据情况灵活控制是否可以进入专用道；线路和车站设置可变余地大；交叉口信号优先、乘客信息系统等技术也可以逐步引入；为紧急情况下的特种车辆留出行驶空间。

5) 在特定条件下可以作为城市客运交通的骨干方式。建设BRT系统主要考虑两方面条件：一是BRT系统能否满足在土地利用背景下产生的出行需求；二是BRT系统建设运营对道路网和其他路面交通方式的冲击是否可以接受。

考虑以上因素，北京不具备库里蒂巴市低强度土地利用和高密度道路网的条件。因此，在中心区大规模建设BRT系统难度很大。但在以下特定条件下，BRT系统也可以作为北京城市客运交通的骨干方式：

- 连接外围组团和中心区的外围放射路上；
- 远期规划建设轨道交通但近期客流并不很大的交通走廊上；

表1 BRT系统与地铁、轻轨系统的技术指标比较表
Tab.1 Comparison of technology index among BRT, Metro and LRT

交通方式	地铁	轻轨	BRT系统
投资额 / (亿元 / km)	6~8	2~3	0.2~1
单向客运能力 / (万人 / h)	3~4	1~2	1~2
旅行速度 / (km/h)	30~40	10~20	10~20
立项到完工时间 / a	8~10	4~6	1~2
系统灵活性	低	低	高
吸收新技术的能力	低	中	高

——大型卫星城和边缘组团内部。

2.3 BRT系统的不足

1) 旅行速度和运输能力受限。

——BRT系统尽管使用物理分隔的专用道，但由于与横向交叉道路是平交关系，从而与横向交通需要依靠交通信号解决冲突问题，并造成不规律的延误，其延误程度取决于横向道路交通流情况。

——旅行速度不可能比城市道路一般机动车速高很多，而且随着横向道路交通流情况发生变化，旅行速度也不可能达到轨道交通全封闭运行的速度。根据本次调查，库里蒂巴市BRT系统目前最高旅行速度为30 km/h，但在高峰时间受横向道路饱和度和路口延误影响，旅行速度有不同程度的降低。交通延误一般不发生在路段而发生在路口，因此，北京即使修建BRT系统，受拥挤的横向道路影响，旅行速度不可能很高，而且也不稳定，这在中心区表现会尤其明显。尽管采用信号优先可以在一定程度上缓解这个问题，但同时也会降低横向道路的通行能力和速度，甚至影响沿线区域的道路交通水平，这就是库里蒂巴市BRT系统在市中心区没有采用信号优先的原因。

——不规律的延误使发车密度不可能很高，并且容易形成不规律的“串车现象”和“真空现象”，不可能达到轨道交通一定间隔、编组运行条件下的运输能力。根据本次调查(封二图6)，库里蒂巴市BRT系统目前最大单向运输能力为20 289人/h，最小发车间隔48 s，这种运量只相当于中运量轨道交通(如轻轨系统)的水平。同时，库里蒂巴方面认为，这个运量水平已经达到BRT系统的极限。

——车站能力是系统运能的瓶颈。从理论上讲，车辆运行间隔应符合：车辆运行间隔 \geq 停站时间+出站时间+安全时距。因此，系统运能最终取决于车站能力，否则将出现北京目前公交车排队进站而造成的拥堵现象。作为地面车站规模不可能很大，库里蒂巴市BRT系统车站一般只能容纳1辆车停靠，只有中心换乘站能容纳2辆车停靠。同时，由于车站封闭，站外售检票也限制了车站能力。

因此，BRT系统依然是常规路面公交系统，在功能上难以代替大运量轨道交通系统，但可以代替中、低运量的轨道交通系统。

2) 占用地面空间

北京交通矛盾的根本原因是道路交通供给远不能满足交通需求，通过建设BRT系统只是提高了道路交通效率，但由于BRT系统依然是路面交通系统，其本

身也占用道路空间，因此，这种改善是有限的。

3) 系统稳定性差

由于BRT系统是半封闭系统，其服务水平随时受道路网整体状况的影响。尤其在北京高峰时间内，主要道路均呈现饱和交通流情况下，系统服务水平将不稳定。同时，由于不具有自动导向和自动停车装置，系统运行的安全性与轨道交通相比有很大的差距，交通事故和天气对系统的稳定性产生影响。

4) 交通管理要求高。BRT系统需要解决行人过街、路口优先、专用道管理等众多交通管理问题，同时也对城市群的交通文明水平提出较高要求，北京距离上述要求还存在差距。

3 结语

通过本次考察研究，对最初设定的两个考察目标形成以下认识：

1) 北京作为特大城市，城市交通系统应由多种交通方式构成综合体系。BRT系统有明显的优势，应在北京城市交通系统中占一席之地。只要经过科学的规划、设计、建设、运营，BRT系统将对发展北京公共交通、缓解城市交通矛盾，起到快速而明显的作用。

2) BRT系统是一种经济高效的交通系统，但其规划建设必须具备特定的城市条件和科学的功能定位。就北京的城市规模、交通条件而言，BRT系统应是对快速轨道交通系统周期长、投入高缺点的一种快速有效的结构性补充。但由于运能较低并占用道路空间，很难作为城市中心区的骨干客运系统。因此，北京BRT系统未来发展的空间分布、规模、功能定位等，尚需通过试验方式进一步研究论证。值得注意的是，BRT系统对周边条件(土地利用、道路条件，交通一体化、交通管理、交通道德等)要求很高，建设运营后对周边条件也将产生很大影响。受北京城市特点的影响，这个问题会比较突出。因此，对其研究必须慎重、客观和全面。

3) BRT系统依然属于常规公交范畴，难以替代大运量轨道交通(地铁)的功能。这就是为什么同在巴西的圣保罗、里约热内卢这样的特大城市(与北京相似)，没有选择BRT而是建设快速轨道交通作为城市骨干客运系统的原因。快速轨道交通的功能目前仍然无法被其他交通方式替代，尤其象北京这样的大规

模、高密度的城市，解决交通问题依然需要建设快速轨道交通。经验证明，发展中国的特大城市完全有能力大规模建设快速轨道交通，并通过持续发展成为城市公共交通骨干系统。

4) 不能单一孤立地进行任何一种交通方式的规划和建设，建立交通一体化的规划思想和协调机制是十分必要的。

5) BRT系统本身并不复杂，其关键工程条件如下：要有物理隔离的专用道；使用高性能的大容量公车辆；保证乘客能够快速上、下车；工程要简单，投资要少。否则，BRT系统的一切优势都无从谈起。

注释

① 1 mi = 1.61 km

参考文献

- 1 陆化普. 发展公共交通的经验与启示[A]. 北京快速公交系统发展战略研讨会论文集[C]. 北京: 2003. 34-41
- 2 Curitiba urbanization company. Public transport system [R]. 库里蒂巴城市交通公司提供的演示资料, 2004
- 3 徐慈惠. 城市交通规划论[M]. 上海: 同济大学出版社, 1998

本刊启事

1 本刊所发作品仅代表作者观点，并不一定反映编委会或编辑部的立场。

2 欢迎对本刊所登文章开展学术批评和讨论。

3 本刊对所发作品享有中文专有出版权(包括电子出版权)，请勿一稿多投。如有异议，请事先声明。

4 在征得本刊和作者许可后，欢迎转载本刊文章。

5 本刊对来稿保留修改权，有特殊要求者请事先声明。

6 限于人力和财力，来稿一律不退，敬请作者自留底稿。

7 本刊继续在城市交通规划、设计、建设、管理、科研、运营等领域寻求协办单位。

8 有意在彩页刊登“机构推介”的单位请与本刊编辑部联系。