

# BRT系统成功的关键: 带形城市土地利用形态

Key to the Success of BRT: the Linear Urban Land Use Pattern

陆化普<sup>1</sup> 文国玮<sup>2</sup>

(1. 清华大学交通研究所, 北京 100084; 2. 清华大学建筑学院, 北京 100084)

LU Huapu<sup>1</sup>, WEN Guowei<sup>2</sup>

(1. Institute of Transportation Studies, Tsinghua University, Beijing 100084, China; 2. School of Architecture, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

**摘要:** 近年来,库里蒂巴BRT系统的成功实践引起了国内外的广泛关注。相对于地铁轻轨,BRT系统造价较低;相对于常规公共汽车系统,BRT系统运能较大。那么,既然BRT系统有上述两大显著优点,是否意味着它可以广泛应用于我国城市呢?在认真剖析BRT系统特点和运行特性的基础上,指出带形城市用地布局形态和分流的交通组织是BRT系统成功应用的关键,也是该系统应用的基本前提。此外,在规划、建设、运营、管理等环节采取综合对策也是BRT系统成功的保证。缺少哪一个环节,都不可能达到预期效果和目的。

**Abstract:** In recent years, the success of the BRT system in Curitiba has received extensive attention from all over the world. Due to its notable advantages that its construction cost is less than light rail, and its capacity is higher than other conventional public transportation systems, does it mean that it can be broadly adopted into cities in China? Based on an analysis of the systematic and operational characteristics of the BRT system, this paper indicates that the linear land-use pattern in Curitiba and the channelized BRT lanes are the keys as well as the basis that lead to the success of the BRT system and its operation. Besides, the integration of its planning, construction, operation and management also contributes to the success. The expected effect and the goals of the system wouldn't have been truly achieved if ignoring any of the above factors.

**关键词:** 快速公交;带形城市;土地利用;公共交通

**Key words:** BRT; the linear city; land use; public transportation

中图分类号: U491

文献标识码: A

收稿日期: 2006-03-20

作者简介: 陆化普,男,博士,清华大学交通所所长,教授,博士生导师,主要研究方向:交通规划、交通管理与控制、智能交通系统、可持续交通。

E-mail: luhp@tsinghua.edu.cn

随着城镇化和机动化的迅速发展,我国城市交通面临着交通拥挤、事故多发、环境污染、不适应社会经济发展以及不同群体对交通运输多样化需求的严峻局面。而建立以公共交通为主体的城市综合交通体系,是综合解决上述问题的关键。为此,目前很多城市正在积极建设地铁、轻轨和公共汽车优先系统,以调整交通结构,支撑和引导城市发展。对于一个特定城市,建立什么样的城市综合交通系统,则应根据城市形态规模、交通需求特点以及不同交通方式的技术经济特性等,全面探讨包括各种新交通系统在内的不同交通方式的选择和合理组合问题。众所周知,库里蒂巴的Metrobus系统(又称BRT)的成功应用,为优先发展城市公共交通提供了宝贵的经验。BRT系统有什么特点?为什么在库里蒂巴能获得成功?有哪些经验值得借鉴?这些问题的总结和思考,对于处在城市交通系统建设高潮之中的我国城市来说,具有十分重要的决策意义。

## 1 库里蒂巴BRT系统构成

库里蒂巴市目前已形成了较为完善的综合公共交通系统,将不同层次的公共汽车线路在物理和运营上统一为一个网络。物理上的结合是指将不同的公共汽车线路通过换乘站连接在一起,乘客可以在不同的线路间进行方便的换乘。运营上的结合则是基于单一的收费系统,它允许乘客向各个方向免费换乘,而不论旅程的长短。目前,库里蒂巴综合公共交通系统构成如下:

### 1) 线路特征

库里蒂巴市区432 km<sup>2</sup>面积<sup>[1]</sup>内的综合公共交通系统有340条线路，分为快速线、大站快车线、支线、区际联络线和市中心环线等具有不同服务特征的线路，覆盖了约1 100 km的道路，其中作为公交骨干线路的5条快速大容量BRT线路即5条主轴的长度为72 km<sup>[2]</sup>。

### 2) 车站设置

库里蒂巴BRT系统设有三类车站，即管式车站、大型公交站(公交换乘站)和传统车站。

管式车站共有266个，站间距离多为500~1 000 m，其最大优势是可以加快乘客的上下车速度，此外还使乘客免受气候条件的影响。同时，水平登车设计和进站口自动升降装置，使年老者和残疾人能够方便的使用公交系统。

大型公交站多位于综合公共交通网络的节点上，可分为中转式的公交换乘站和终端式的大型公交换乘枢纽站。中转式的公交换乘站为不同的线路提供相互分隔的上下车站台，并用地下通道连接这些站台，以实现方便的换乘。而终端式的大型公交换乘枢纽站则位于道路结构轴线的末端，配建有大型的基础设施，以满足城市周围地区与市中心之间更多的运输需求。

## 2 BRT的系统特点

现有公共交通方式中，地铁、轻轨、单轨、新交通系统、导轨公共汽车以及常规的公共汽(电)车，在运送能力、适用范围、造价、运营速度、准时性等特征上各有优劣，因此，它们适用于不同类型的城市、不同的交通需求状态和不同的社会经济发展水平，同时也存在着相互融合并进一步提高公共交通系统运输效率的可能性。BRT系统就是在这样的背景下发展起来的一种新型城市公共交通系统，它在闻名世界的环保城市——巴西库里蒂巴进行了成功的实践。总体来看，BRT系统本身包括了7项核心内容，即现代化的公共交通工具、路段上的专用通道、水平登车、车外售票、交叉口处的优先通行、乘客信息服务和车队管理，这7个部分的有效结合，使BRT系统具有以下特点：

### 1) 容量较大

BRT系统独特的大容量公交车使得公交单车载客

率上升，同时采用公交专用通道和在交叉口赋予的优先通行权，提高了公交车的运行速度，因此BRT系统单方向小时断面流量较大，在一定条件下，最高可以接近轻轨系统的运输能力。

### 2) 耗资较低

BRT系统采用路面行驶的方式，一方面可以利用现有道路进行改建，不用修建轨道，工程量较小；另一方面不需引入轨道专用的车辆，因此系统的初期成本较低，建设速度较快。

### 3) 灵活性较好

BRT系统不使用轨道，因此无需形成完整的公交专用通道网络，可分阶段建设专用通道，实现交叉口信号优先。同时，可以较为方便地对路面行驶的BRT线路进行调整或更改，甚至在所吸引的交通量达到系统上限的时候，转而建设容量更高的轨道交通系统。

### 4) 速度较快，可靠性高

BRT系统采用公交专用通道行驶，并在交叉口处具有优先权，因此受其他交通方式的干扰较小，运行速度较高，易于和计划时间表保持一致。此外，水平登车系统和车外售票系统有利于减少公交车辆在车站内的等待时间，缩短行程时间，提高车辆的运行速度。

### 5) 对用户友好

BRT采用的新型公交车车内宽敞舒适，噪音振动减少，乘坐更为舒适；而水平登车系统的采用，方便乘客登车，尤其是对携带包裹的乘客和行动不便者更是如此。引入乘客信息系统等技术，使得乘客对公交系统乃至整个交通系统的情况有更清晰的把握，减少了不确定性，有效增加了乘客对公交方式的信任度。

### 6) 安全性高

BRT专用通道的采用和交叉口优先通行权，使公共交通系统与其他交通分离，减少了拥堵时可能发生的追尾、碰撞等事故；而车队管理系统中车内及站内安全系统的设置，更进一步减少了抢劫等暴力行为的发生；同时，车辆追踪系统和交通事故管理系统的采用，使得在事故发生时，能够及时迅速地施以救援，增加了对公交乘客人身安全的保护。

### 7) 污染小，耗能少

BRT采用的车队管理系统，能够通过有效的运营管理，优化车辆资源的利用；新型公交车辆的设计，

使得低耗能、低排放成为可能;同时,公交专用通道和交叉口优先通行权有利于车辆的连续通行,大大减少了拥堵时反复的加减速和停车,有效地减少车辆的废气排放。

### 3 库里蒂巴BRT系统获得成功的主要经验

库里蒂巴BRT系统之所以能取得如此成功,除了系统本身固有的特性所具有的吸引力之外,以下几个因素是库里蒂巴BRT系统成功的关键。

#### 1) 城市用地布局与城市公共交通的一体化规划

高密度的人口需要具有高运输能力的专用交通线路的运送,而高容量的交通网络也需要沿线有一定的交通需求,以保证系统运营的效益。基于这一思想,库里蒂巴将土地使用、道路系统和公共交通三个要素间的关系,作为公共交通系统乃至整个综合交通系统发展的基础,而这三者之间的相互影响和共同发展导致了“结构轴线”这一主体思想的产生(见图1),从而提供了一种灵活、有效、低花费的交通解决方案。

带形城市的概念和相应的用地布局模式,是库里蒂巴BRT系统获得成功的根本经验。库里蒂巴市沿5条

“结构轴线”呈带形布局,在轴线两侧规定了高强度的土地开发,在结构轴线上形成了轴向巨大的交通需求;规划将整个城市划分为若干地区,每一个地区都根据允许的土地使用性质和土地开发强度确定了特殊的土地使用管理制度。在轴线外的地区规定了低强度的土地开发,避免了在轴线的垂直方向产生与轴向相交的过强的横向交通需求。这充分体现了土地使用强度、交通需求与城市结构相匹配的原则。据此产生了在“结构轴线”上开辟大运量快速公交线路BRT系统的需求。

#### 2) 分流式的交通组织

为了保证BRT的快速畅通,规划将BRT线路布置在高强度开发用地的中间,将其他汽车干路布置在高强度开发用地的外侧,实现了BRT与其他汽车交通分流的交通组织。汽车干路之间由支路联系,支路上的有限的交通量不构成对BRT系统过度的横向冲击。这样,再赋予BRT以足够的交叉口优先通行权,以保证BRT系统在平交条件下有较大的发车频度,进而形成较大的运输能力。以常见的单节式、双节式和三节式的快速公交为例,当载客率为100%、发车频率为1 min时,单向最高运能为16 200人/h(见表1)。

城市中不同的土地使用将产生不同的交通需求,需要不同的公交线路为之服务。城市公共交通系统根据不同用地不同的交通需求,布置多层次、相互有机衔接的各种公交线路。在“结构轴线”两侧鼓励土地高强度开发的居住用地和商业用地附近,BRT的使用提供了与其公交需求相一致的较高的运送能力;而对于外围仅为中等或低人口密度的居住区,为了提高运营效益和公交服务的便捷性,使公交乘客能够方便的到达其他居住区或者交通节点,需要规划运送能力相对较低而灵活性更高的线路。同样,城市道路网络也是分层次建立的,为不同的土地使用提供不同功能、特征和容量的道路。

#### 3) 成功的运营管理机制

世界各国的公共交通系统通常都处于亏损的状况,难以保证收支的平衡,这除了因为规划的公交线网难以较好的适应城市公共交通需求之外,也与公交系统运营管理不良有很大的关系。而库里蒂巴的公共交通系统之所以能发展的如此顺利,也是与其成功的



图1 库里蒂巴市5条结构轴线(交通与土地利用的关系)

Fig.1 The 5 structural lines in Curitiba(relationships between land-use and transportation)

表1 发车频率为1 min时不同车辆编组单方向的运输能力

车辆	发车频率/min	载客量/人	运能/(人/h)
单节式	1	110	6 600
双节式	1	160	9 600
三节式	1	270	16 200

运营管理机制密切相关的。

#### ① 公共交通管理机构的自治权利

IPPUC和URBS是库里蒂巴公共交通管理机构的核心，与城市其他机构最大的不同在于其具有法定的自治权，可以独立的规划设计城市公交线路，并且有充分的权利和能力去执行他们做出的决定，这样就可以很快的将计划付诸实施，而不会因为过长的审查讨论过程导致实施的延误。

#### ② 公私结合的举措

库里蒂巴的公共交通系统采用公有和私有并行的管理措施。整体的城市公共交通系统由一家公私合营的城市公交公司URBS管理。该公司管辖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。这种公私结合的合作方式由公共管理机构确定长期的规划，可以避免因过分关注局部利益使得规划线网不合理而造成的资源浪费。同时，由私有方投入主要的建设运营资金，可以在相当程度上减少政府的负担。

#### ③ 运营与票制系统的分离

库里蒂巴市的整合公共交通系统由URBS管理，完成具体的运营。州政府给私人公司提供许多方便，如私人公司向银行贷款由州政府担保等。

票制系统则由一个整合公交系统基金会负责。这个基金会专门设有机构来研究制定票制体系，采用市政府控制运营里程，私人公司完成运营里程，由基金会发售车票的管理体制。

#### 4) 灵活的建设措施

由于库里蒂巴的公共交通系统采用可在普通路面行驶的公交车辆，因此可以分批分阶段的建设实施公交网络。在技术和资金能够提供支持的情况下，也可以根据需求升级系统中的不同部分。

分批分阶段的建设实施过程，也便于在使用过程中通过不断的监测，确定公交网络规划中的问题，从而在以后的规划建设过程中不断的对原有方案进行修正，形成完善的反馈过程，避免了大型公共设施一次性决策失误而可能造成的巨大损失。

#### 5) 相关交通措施的采用

##### ① 自行车和步行的优先

自行车道和步行区是公路网和公共交通系统这个整体中不可分割的一部分。库里蒂巴市大力兴建自行车道，同时，市中心商业区还设有大面积的步行区。

##### ② 停车措施

停车在库里蒂巴市受到了明确管制措施的制约，而且被严格的监控和强制执行。如库里蒂巴市政府规定：采用合理的停车对策以减少路面停车，出租汽车必须停靠在出租汽车停靠站，在交叉口设置禁止停车标志，以保证公共交通在路段以及交叉口的畅通。

##### ③ 鼓励公共交通的经济政策

为了鼓励市民采用公共交通系统完成出行，库里蒂巴市政府规定：65岁以上的老人和5岁以下的小孩乘坐公共交通工具可以不购车票；对有工资收入的库里蒂巴市民，如果花费在公共交通上的费用超过工资的6%，其超过部分由政府补贴；对于住在穷人区的低收入者，可以用清扫垃圾来换取公共汽车车票。

## 4 主要结论

1) 城市用地布局与城市公共交通的一体化规划是BRT系统成败的基本前提，带形城市用地布局形态和分流的交通组织是BRT系统成功的关键。带形城市形成的交通需求特点是沿带状方向交通需求强，垂直相交方向的交通需求小，从而形成适合BRT系统充分发挥作用的运行条件。

2) 我国具有带形用地布局形态特点的城市不多，且城市规模与国外相比普遍较大，故很难形成适合BRT系统充分发挥作用的运行条件。因此，在我国特大城市应用BRT系统时应进行充分论证，以避免系统建成后无法达到预期目的，导致建设失误和浪费。

3) 鉴于上述特点，我国特大城市一般应该形成多种公交方式共同构成的混合公共交通网络，没有必要

也不应该追求BRT系统单独成网。一个现代化的城市公共交通系统(除出租汽车外), 要体现高效率和高服务质量, 应该是以公共交通换乘枢纽为中心, 以轨道交通线路和市级地面公交快车道为骨干, 以组团级公交普通线路为基础的配合良好的完整系统。在大城市和特大城市特别要强调轨道交通线路的建设, 近期可以以公交快车道(直达快车道和大站快车道)过渡; 在中等城市, 则要大力推行地面公交快车线路的建设, 有条件时在交通性主干路上可科学合理地设置公交专用道。

在具有BRT发挥优势的运行条件下, 当交通需求强度高于普通公交又低于轻轨交通时, 可以考虑采用BRT系统。

4) 成功的运营管理机制、灵活的建设措施、实施自行车和步行的优先管理, 以及促进交通出行者转向利用公共交通的停车管理和经济对策等的系统措施, 都是BRT系统成功不可缺少的保证, 与系统本身具有同等重要的意义。

5) 应该采取全面的优先发展公共交通的政策与措施。公共交通是大众交通, 它面向大众服务, 是以人为本的交通系统; 公共交通是绿色交通, 它以最低的资源消耗、最小的环境污染提供服务, 是可持续发展的交通系统。因此, 应该在组织体制、交通投资、规

划建设、政府补偿、路面政策等全方位提供优先政策与系统对策。

6) 应该重视综合客运交通枢纽的规划建设。影响城市交通运输系统效率的关键因素之一是客运交通(公交换乘)枢纽的科学布局与建设。进行综合交通枢纽的科学规划和建设, 实现各种交通方式和同种交通方式不同层次系统间的零距离换乘和无缝衔接, 是提高城市公共交通系统效率的关键和当务之急, 是现代化城市公共交通系统成功的保证, 也是BRT系统能够成功的保证。

总之, BRT系统相对于常规公共交通系统来说, 具有运量较大、速度较快的优势; 对于地铁轻轨系统来说, 具有造价较低、建设速度较快、灵活性大的优势。但是, 对于BRT的建设, 要认真研究其适宜形成优势的条件和相应的配套建设, 特别要注意从整个城市客运系统的协调发展, 乃至公共交通系统的现代化的高度进行研究, 以做出科学的决策。

#### 参考文献

- 1 刘迁. 从库里蒂巴的经验思考北京 BRT 系统建设 [J]. 城市交通, 2005, 3 (1): 4-8
- 2 清华大学交通研究所. Metrobus 可行性研究报告 [R]. 北京: 清华大学交通研究所, 2001

## 武汉土木建筑学会交通规划学术委员会成立

为适应武汉城市交通建设迅速发展、交通规划工作日益重要的形势需要, 2006年2月28日, 武汉土木建筑学会交通规划学术委员会(以下简称委员会)正式成立, 挂靠武汉市城市综合交通规划设计研究院。

委员会是由从事交通规划、设计、科研、咨询、教学等科学技术工作者自愿组成的学术性社会团体, 其宗旨是团结和组织广大交通规划工作者, 为他们提供一个交流、学习、创新的学术平台, 促进交通规划行业的创新和发展, 促进交通规划科学技术的普及和推广, 促进交通规划技术人才的成长和提高, 以更好地为城市交通规划与建设服务。

委员会2006年的主要工作计划包括: 开辟“交通

规划学术委员会”网上专栏, 加强与大专院校的沟通合作, 开展互动式的双向学术、技术交流活动, 合作组织一批交通调研活动, 同时重点编制完成《2006武汉市交通发展年度报告》等。

与会领导和专家对交通规划学术委员会的成立寄予厚望, 普遍表示委员会的成立是非常及时而必要的, 希望委员会能够充分发挥其沟通交流的平台作用, 凝聚武汉市交通行业专家的技术优势, 重点开展重大城市基础设施项目的前期交通研究工作, 为政府进行城市建设提供科学准确的决策依据, 为武汉市城市交通建设出谋划策。

武汉市城市综合交通规划设计研究院 白帆