

国家自然科学基金 (41471459)

沃尔沃研究与教育基金

CHENGSHI KUAISU GONGGONG QICHE
JIAOTONG XITONG

城市快速公共汽车 交通系统

崔学忠 吴洪洋 郭 忠 编著



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

国家自然科学基金 (41471459)

沃尔沃研究与教育基金

CHENGSHI KUAISU GONGGONG QICHE
JIAOTONG XITONG

城市快速公共汽车 交通系统

崔学忠 吴洪洋 郭 忠 编著



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书共分七章,包括城市快速公共汽车交通系统概述,城市快速公共汽车交通系统规划,城市快速公共汽车交通系统交通调查与需求预测方法,城市快速公共汽车交通线网规划方法,城市快速公共汽车交通场站布局规划与方法,城市快速公共汽车交通智能控制、调度技术与系统,城市快速公共汽车交通系统运营评估指标体系与评估方法。

本书可供城市快速公共汽车交通系统规划、设计、运营和管理的相关人士学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

城市快速公共汽车交通系统/崔学忠,吴洪洋,郭忠编著.—北京:人民交通出版社股份有限公司, 2016.5

ISBN 978-7-114-12654-3

I. ①城… II. ①崔… ②吴… ③郭… III. ①公共汽车—快速定线客运—交通运输管理 IV. ①U492.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 287654 号

书 名:城市快速公共汽车交通系统

著 作 者:崔学忠 吴洪洋 郭 忠

责任编辑:杨丽改

出版发行:人民交通出版社股份有限公司

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)59757973

总 经 销:人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:中国电影出版社印刷厂

开 本:720×960 1/16

印 张:13.25

字 数:155 千

版 次:2016 年 5 月 第 1 版

印 次:2016 年 6 月 第 2 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-12654-3

定 价:55.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

编 写 组

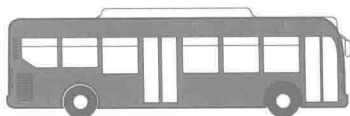
组 长：崔学忠 吴洪洋

副组长：郭 忠 彭 琥

成 员：刘好德 姜仙童 陈徐梅 刘 彤
马万经 王元庆 杨兆升 田春林
萧 赓 林 正 张建武 于德新
魏领红 常成志 安 晶 赵 岫
王吉生 罗大明 吴家庆 朱宏伟
巩丽媛 林赐云 苗世春 林松涛
王晓佳 刘向龙 杨丽改 刘蕾蕾
倪 威 谢涵洲 陆兴桃 任 倩

前言

Preface



城市快速公共汽车交通系统(Bus Rapid Transit, 简称 BRT)是以大容量、高性能公共汽电车沿专用车道运行,有专用站台,实现站外售票、乘客水平乘降,并由智能调度系统、优先通行信号系统和乘客信息服务系统控制的快速公共交通方式。它既具有类似城市轨道交通容量大、速度快的特点,又具有常规地面公交灵活、造价低等优点,已成为现代城市满足广大人民群众基本出行需求、解决城市交通拥堵、促进城市交通可持续健康发展的重要举措之一。

在拉丁美洲 BRT 系统建成之后,世界范围内掀起了研究、建设 BRT 系统并将其纳入城市公交系统的热潮,其中规划和建设最成功及运营效果最好的当数巴西的库里蒂巴市 BRT 系统。世界银行集团(WB)、国际能源署(IEA)、交通发展政策研究所(ITDP)等国际组织和各国相关部门把 BRT 作为解决城市交通问题的革命性方案,积极地向世界各大城市推荐,并组织人力、物力开始全面、系统地研究 BRT。然而,由于快速公共汽车交通系统发展在我国起步晚,在发展过程中缺少经验积累、理论指导以及规范约束,集中体现在 BRT 在城市综合运



输体系中的定位与作用尚不清晰明确,缺乏指导性要求;BRT的规划建设缺乏依据、编制规范;BRT的运营效果缺乏有效的评价机制与评价方法;BRT智能调度与信号优先缺乏统一标准框架。上述问题直接影响了BRT健康可持续发展及其整体效能的提升,造成BRT对群众出行的吸引力受到一定的影响。

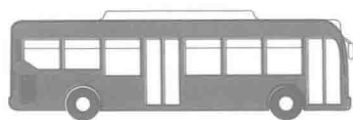
本书较为系统地介绍了BRT规划设计以及运营管理过程中涉及的交通调查、需求预测、网络设计、场站规划、智能调度、运营评价等关键技术。同时本书介绍了济南、北京、武汉等合作单位在地方快速公共汽车交通系统规划、智能调度、运营评价等方面的实践。

本书主编单位交通运输部科学研究院是主要面向政府主管部门和整个交通行业开展前瞻性、公益性和基础性研究的科研机构。近年来,交通运输部科学研究院在快速公共汽车交通领域,主持完成了交通运输部交通运输建设科技项目《城市快速公共汽车交通(BRT)规划、控制与运营关键技术研究》,起草两项行业标准《快速公共汽车交通系统规划设计导则》(JT/T 960—2015)以及《快速公共汽车交通系统运营评价指标体系》(JT/T 959—2015),参与编写了国家标准《城市快速公共汽车交通系统(BRT)建设及运营管理规范》,在国内外取得了良好的反响。本书所总结的快速公共汽车交通系统规划、控制与运营关键技术都是交通运输部科学研究院集体智慧的结晶。另外,本书的出版和相关研究工作得到了国家自然科学基金(41471459)和沃尔沃研究与教育基金会(VREF)的支持,在此一并深表感谢。

由于作者学识水平有限,且编写时间仓促,书中难免存在错误和不足之处,敬请读者批评指正。

编著者
2015年8月

目录 Contents



第一章 城市快速公共汽车交通系统概述

- 第一节 城市快速公共汽车交通系统概念 002
- 第二节 城市快速公共汽车交通特征及其要素 003
- 第三节 我国发展城市快速公共汽车交通的必要性 005

第二章 城市快速公共汽车交通系统规划

- 第一节 城市快速公共汽车交通系统规划的目标与层次 008
- 第二节 城市快速公共汽车交通系统规划框架 009

第三章 城市快速公共汽车交通系统交通调查与需求预测方法

- 第一节 城市快速公共汽车交通系统交通调查与分析 014
- 第二节 基于交通规划模型的客流需求预测方法 022

第四章 城市快速公共汽车交通线网规划方法

- 第一节 城市快速公共汽车交通线网规划流程 042
- 第二节 城市快速公共汽车交通线网规模匡算 045
- 第三节 城市快速公共汽车交通线网规划方法 046
- 第四节 基于城市快速公共汽车交通线网的常规地面公交线网优化 057
- 第五节 城市快速公共汽车交通线网优化方案评价方法 060
- 第六节 武汉 BRT 线网规划实施 064

第五章 城市快速公共汽车交通场站布局规划与方法

第一节	城市快速公共汽车交通枢纽场站分类	072
第二节	城市快速公共汽车交通首末站规划	075
第三节	城市快速公共汽车交通中间站规划	077
第四节	城市快速公共汽车交通枢纽选址规划	083
第五节	城市快速公共汽车交通停车维修场规划	088
第六节	济南快速公共汽车交通场站布局规划实施	090

第六章 城市快速公共汽车交通智能控制、调度技术与系统

第一节	城市快速公共汽车交通智能调度控制系统总体设计	096
第二节	城市快速公共汽车交通智能调度系统	102
第三节	城市快速公共汽车交通运行监测系统	106
第四节	城市快速公共汽车交通信息服务系统	111
第五节	城市快速公共汽车交通信号优先控制系统	114
第六节	城市快速公共汽车交通信号优先控制系统评价	131
第七节	北京南中轴 BRT 线路智能系统工程	136

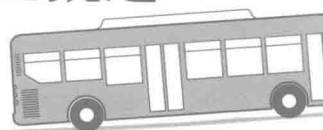
第七章 城市快速公共汽车交通系统运营评估指标体系与评估方法

第一节	概述	150
第二节	运营评价指标体系	153
第三节	评价方法和评价模型	185
第四节	济南 BRT 运营评价应用	193

参考文献

第一章

城市快速公共汽车交通系统概述





第一节 城市快速公共汽车交通系统概念

我国建设部于 2004 年发布的《关于优先发展城市公共交通的意见》中明确指出:“大运量快速公共汽车运营系统(BRT)是利用大容量的专用公共交通工具,在专用的道路空间运营并由专用信号控制的新型公共交通方式,具有交通运量大、快捷、安全等特点,工程造价和运营成本相对低廉”。

美国联邦公共交通管理局(Federal Transit Administration,简称 FTA)定义快速公共汽车交通为:结合轨道运输系统的品质及地面公共运输的弹性,采用专用路、高合乘道路、快速路或一般街道,结合智能交通系统(Intelligent Transportation System,简称 ITS)技术、赋有公交优先权、低污染与低噪声的车辆以及快速便捷的收费系统,并结合运输导向的土地开发模式的运输系统。

国际交通与发展政策研究所(Institute for Transportation & Development policy,简称 ITDP)定义快速公共汽车交通是一种高品质、顾客导向的公共交通方式,提供快速、舒适、低成本的公共运输服务。

国际能源基金会(Institute for Energy Foundation,简称 IEF)定义快速公共汽车交通是利用改良的公交车辆,运营在公共交通专用道路上,保持轨道交通的特性且具备常规公交灵活性的一种便利、快速的公共交通方式。

交通协作调查组织(Transport Cooperative Research program,简称 TCRP)定义快速公共汽车交通系统是一种弹性化、采用橡胶轮胎的快速交通工具,并结合车站、车辆、服务、车道与智能运输系统等元素成为一

个具备鲜明识别印象的整合系统。

综上所述,结合我国城市公共交通发展的实践,本书定义,城市快速公共汽车交通系统是以大容量、高性能公共汽电车沿专用车道按班次运行,有专用站台,实现站外售票、乘客水平乘降,并由智能调度系统,优先通行信号系统和乘客信息服务系统控制的快速公共交通方式。

快速公共汽车交通由于其运量大、建设周期短、运行速度相对较快以及节约能源、节约道路资源、有利于环保、能有效缓解城市交通拥堵等优势,逐渐成为全球城市公共交通业的可持续发展的一个重要解决方案之一。联合国、世界银行、国际能源机构以及公共交通国际联合会等国际组织与机构都把快速公共汽车交通作为解决城市交通问题的革命性方案,积极地向世界各大城市推荐。

第二节 城市快速公共汽车交通特征及其要素

BRT 系统不只是简单的公交专用线,它整合了车站、车辆、线路、公交车道和公交智能系统等多个元素,见表 1-1,具备以下 4 个明显特征:

快速公共汽车交通的基本特征及系统组成

表 1-1

基本特征	核心内容
快速公共汽车交通专用车道	开辟“公交专用道”,确保公交汽车快速行驶是实现快速公共汽车交通系统的基础,也是 BRT 系统的决定性组成部分。公交专用道设置的基本目的是提高快速公共汽车交通运营速度,保持快速公共汽车交通运营速度不受其他车辆的影响



续上表

基本特征	核心内容
站台	提供水平登乘、车外售检票、实时信息监控系统和有景观特色的建筑,为乘客提供安全、舒适的候车环境与快速方便的上下车服务
独特的车辆设计	BRT 车辆有许多人性化设计,例如使用具有铰接式专用车辆、多车门、乘坐舒适和智能型等特点的专用车辆,并可使用清洁能源。车门宽大便于进出,同时也装备 GPS 系统自动显示车辆位置,自动报站等。这是快速公共汽车交通系统的重要组成部分
信号优先系统	为了使 BRT 行驶路线保持畅通、便捷,减少交叉路口红灯等待而产生的延误,必须进行信号优先设计。信号优先系统,主要是指在交叉路口处给予快速公共汽车交通车辆优先通行权,这是 BRT 车辆高效、准时、快速与舒适运行的基本保证
智能化的调度系统	综合运用现代通信和信息手段,实现乘客信息服务、运营车辆自动定位、交通信号优先和车辆实时监控等 ITS 技术,对车辆进行跟踪管理,节省所用的车辆和燃料,改善调度计划,建立功能齐全的系统控制中心

(1) 具有较快的运营速度,快速公共汽车交通的车辆运营在专用路权上,运营速度一般在 $20 \sim 35\text{km/h}$,接近轨道交通的运营速度。

(2) 具备较强的运营能力,高峰小时运送能力一般可达到单向 $1.5 \text{万} \sim 2.5 \text{万人次/h}$,与中运量轨道交通的运输能力相当。高标准的快速公共汽车交通系统的运能可高达 4万人次/h 以上,接近和超过大部分的轨道交通的运能。

(3) 具有较高的服务水平,大多数 BRT 系统采用 $18 \sim 25\text{m}$ 长的新型铰接公交车,单车的载客人数可高达 $200 \sim 250$ 人。

(4) 快速公共汽车交通的车辆一般采用色彩鲜艳、标识统一的车辆,以体现其品牌效应。

第三节 我国发展城市快速公共汽车交通的必要性

我国大多数城市在打造可持续的城市交通这一问题上已经达成了广泛一致,即通过大幅提高以公共交通为主体的绿色交通出行分担率来调整城市出行结构。主要有以下方式和手段:

- (1) 限制小汽车的拥有和使用(限行、限购)的交通需求管理政策;
- (2) 引导小汽车的拥有和使用(拥堵收费、燃油税、牌照税、环境税、停车费)的交通需求管理政策;
- (3) 大规模建设以城市轨道交通为主的扩大公共交通供给的政策;
- (4) 重新分配道路资源为主的 BRT、公交专用道、机动优先建设的结构调整政策。

城市快速公共汽车交通系统(BRT)兼具类似轨道交通容量大、速度快的特点,又具有常规公交灵活、造价低等优点,符合我国大中城市建设可持续发展的策略,主要体现在以下3个方面:

(1) 适应城市和交通发展的要求。为了引导城市的快速发展,必须改变公共交通在空间上的约束条件,选择速度快、容量大、污染少的大运量快速公共汽车交通系统作为城市公共交通体系的骨干。快速公共汽车交通先期主要作为轨道交通的补充,布设在主要客流走廊上,满足长距离居民的快速出行需求,缓解城市中心的交通拥挤状况。

(2) 提高运行速度,增强公共交通吸引力。常规地面公交车辆运行的时速一般仅为 $10 \sim 15\text{km/h}$,严重影响了公共交通对乘客的吸引力。快速公共汽车交通由于在封闭或半封闭的快速专用道上行使,可以避免公共交通工具与社会车辆混行,运行速度快,同时又兼具良好的乘车环境

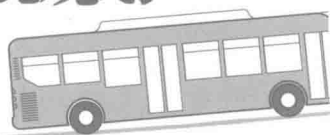


和服务,可极大的增强公共交通的吸引力。

(3)成本低,建设周期短。BRT 系统易于形成新的公交网络,也易于强化既有的公交网络。与轻轨相比,快速公共汽车交通的投资一般可以减少 60% ~ 80%,建设周期缩短 50% ~ 75%,运营维护成本降低 80% ~ 90%。因此,快速公共汽车交通能很快形成网络,扩大公交骨干网络的覆盖面。

第 二 章

城市快速公共汽车交通系统规划





第一节 城市快速公共汽车交通系统 规划的目标与层次

一、BRT 规划的概念

规划是指在一个特定的目标下选择的解决手段,广义的规划还包括目标的选定,即政策的拟订。

BRT 规划是指根据城市发展规模、用地布局、道路网规划、公共交通规划(包括轨道交通规划),在城市客流预测的基础上,确定城市主要客流走廊,布设 BRT 线路,确定相应的专用道形式、配车类型和数量、换乘枢纽和场站设施用地等,并对收费系统、交叉路口交通控制信号优先、站点周边土地开发、公交管理政策等提出建议。

目前,我国正处于城市—城市交通—城市公共交通系统的迅速发展时期。BRT 作为一种新兴的公共交通方式,将在今后的公共交通系统中发挥重要作用。但它作为三层规划系统中的底层系统,不但受到两个上层系统的制约,还受两个同等级层面的影响,从而增加了目标分析的范围和难度,如图 2-1 所示。我国过去的城市总体规划—城市交通规划自上而下的规划模式已难以适应日益活跃的各系统和不同地域、不同发展阶段的要求,因而提出了总体规划与交通规划相互协调的规划模式,并推广到与城市公共交通规划和 BRT 规划的协调。

二、BRT 规划的目标、层次

规划的内涵和外延都是广泛和灵活的,规划的目标也是多样的。在

国外,涉及交通规划的有关条文一般以指南或手册的形式提出,而很少有规范这一概念。

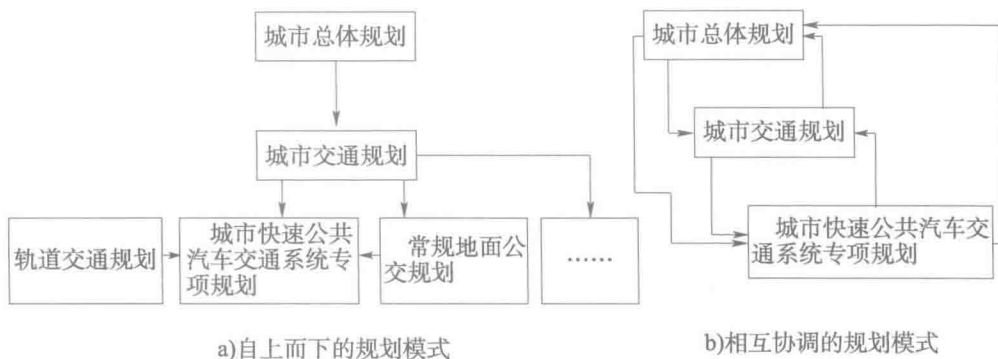


图 2-1 三层规划模式

BRT 系统规划的目标一般为以下 2 个方面：

- (1) 建立 BRT 系统。
- (2) 作为解决城市交通问题的关键途径。

BRT 规划一般可划分为以下 2 个层次：

(1) 城市(道路)交通规划中的 BRT 规划。作为上层系统规划(城市交通规划)的一部分内容,一般属于狭义规划概念的范畴。

(2) 独立的 BRT 系统规划。一般属于广义规划概念(城市交通规划)的范畴。目标分析是规划中的重要内容。特定城市的 BRT 系统规划需要根据城市的特点和性质确定规划的目标。

第二节 城市快速公共汽车交通系统规划框架

一、规划框架

完整的 BRT 系统规划框架包括从规划目标分析、规划主体流程设