

Research on the Index System of Urban Multilevel Bus Network

—A Case Study of Shenzhen, China

Le Wu^{1,2}, Jun Luo¹, Ding Liu^{2,3}

¹Shenzhen Institute of Urban Transportation Planning and Design Ltd., Shenzhen Guangdong

²Shenzhen Graduate School, Harbin Institute of Technology, Shenzhen Guangdong

³Shanghai Maritime University, Shanghai

Email: 409804346@qq.com

Received: Aug. 14th, 2019; accepted: Aug. 26th, 2019; published: Sep. 2nd, 2019

Abstract

In this paper, the index system of urban multilevel bus network is explored with the case study of Shenzhen, China. The following key basic factors are considered, for increase or adjustment of bus routes, namely space elements, time elements, condition elements, vehicles elements, and network elements while conducting bus network organization. The proposed organization method is explained with bus routes adjustment of Shenzhen in year 2018. This paper offers a reference for the relative engineering, technical and academic personnel.

Keywords

Urban Public Transportation System, Multilevel Bus System, Megacities, Shenzhen

城市多层次公交线网指标体系研究

——以中国深圳为例

吴乐^{1,2}, 罗俊¹, 刘鼎^{2,3}

¹深圳市都市交通规划设计研究院有限公司, 广东 深圳

²哈尔滨工业大学深圳研究生院, 广东 深圳

³上海海事大学, 上海

Email: 409804346@qq.com

收稿日期: 2019年8月14日; 录用日期: 2019年8月26日; 发布日期: 2019年9月2日

摘要

本文以中国深圳市为例,研究了城市多层次公交线网指标体系问题。在进行线网组织,新增和调整公共汽车线路时,重点考虑空间要素、时间要素、条件要素、车辆要素、网络要素等五项基本要素。文中以深圳市2018年公交线网调整为例,对组织方法进行了说明。本文可为相关工程技术人员以及研究者提供参考。

关键词

城市公共交通,多层次公交系统,特大城市,深圳

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

2017年,深圳市公共交通全年共运送乘客1007.6万人次/日,其中轨道交通452.9万人次/日、公共汽车453.1万日人次/日,出租车101.6万日人次/日,公共交通机动化出行分担率56.5%,公交站点500米覆盖率为95.4%,全市公交出行盲点、薄弱点有效减少,公共交通整体服务水平等到了有效提升,城市客流走廊公交服务水平明显提高,运力释放更趋合理。

目前,深圳市公共交通已基本形成以轨道交通为骨干、常规公交为网络、出租汽车为补充、慢行交通为延伸的一体化公共交通体系,公共交通系统的服务能力、服务水平明显提升,支撑和保障了我市经济社会的快速发展。

随着轨道三期7、9、11号线的开通运营,深圳市进入了轨道交通网络化运营时代,常规公交客流在全市公共交通客流占比中呈逐年下降趋势。因此,在解决市民常态化公交出行问题的同时,伴随着轨道交通网络化运营的逐步完善与稳定,需通过进一步优化常规公交线网结构与服务,尤其是与轨道同质化线路,逐步推进常规公交与轨道交通的融合与分工。

在此背景下,参考近年来公交线网优化工作的相关经验,通过开展持续的公交线网优化工作,完善公交线网,有效地解决常态化的公交出行需求,并进一步强化常规公交对轨道交通的接驳功能,有效提升常规公交与轨道协同运作水平,为乘客提供更丰富、优质的公共交通服务,使快捷、安全、方便、舒适的一体化公交出行体系成为市民值得信赖的出行选择。

城市公交线网的优化问题一直是研究的热点。例如,李建强等(2019)从准确性、效率性、服务性三个维度研究了卫星城公交线网布局对高铁站客流集散能力的影响[1]。王晶晶等(2019)从公交线网优化目标、需求预测方法、线网优化算法以及数学建模等方面,对过去的公交线网优化相关文献进行了综述,并为北京市下一步进行公交线网优化提出了一些建议[2]。吕斌(2019)以苏州市为例,对常规公交的问题线路进行了甄别和筛选,并为公交线网的进一步改善提出了建议[3]。韩兵等(2019)以苏州市为例,分析了常规公交线网规划存在的规划层次缺失、规划类型单一、规划评估不足的问题,并提出了构建分层次、多主题、重评估的常规公交线网规划体系的建议[4]。胡维(2019)研究了利用智能化手段提升城市公交线网效率的方法[5]。

以上分析可知,虽然城市公交线网优化问题研究很多,但是,特大城市公交线网优化从多层次进行

分析的研究仍不够充分，本文丰富了相关领域的研究成果，可为相关规划技术人员以及科研人员提供有建设性意义的参考。

2. 多层次公交线网组织方案

本文以深圳市为例，在满足规划技术标准体系下，进行多层次公交线网组织。在新增和调整公共汽车线路，主要考虑五大基本要素，即“空间要素、时间要素、条件要素、车辆要素、网络要素”，如表 1 所示。

Table 1. Index system for the planning standard of urban multilevel bus system

表 1. 城市多层次公交系统规划标准指标体系

| 主项 | 分项 | 设置意图 |
|------|---------|--|
| 空间要素 | 范围 | 用来限定各类线路的空间尺度，区别各类线路的主要服务区域和服务对象 |
| | 长度 | 作为范围指标的补充指标，在范围难以明确区别的情况下，用长度标准作为补充 |
| | 站距 | 用来限定各类线路的运营模式，区别各类线路的功能特征 |
| | 站点数量 | 作为站距的补充指标，在站距界定不清晰或不完全的情况下，用站点数量进行补充标定 |
| | 非直线系数 | 两点之间实际路径长度与两点间直线长度之比，环线的非直线系数为最长直径和以此划分的最长弧长之比。该指标用来限定各类线路的空间形态，确保各类线路的绕行程度与其功能相适应 |
| | 道路 | 用来限定各类线路的行驶道路类型，根据功能的不同，指导各类线路在道路空间上差异布局，形成优势互补，互为支撑的公交网络 |
| | 设计速度 | 用来描述各类线路在道路交通条件理想情况下所应达到的运营速度，为线路的线型规划、道路选择、站点设置提供指标参考 |
| 时间要素 | 运营服务时间 | 用来描述线路的服务时段分布情况，具体又分为假日线(工作日不提供服务)、高峰线(早晚高峰提供服务、平峰期不服务)、定时班车以及常规线路 4 种 |
| | 发车间隔 | 用来描述各类线路在服务时段内的服务频率 |
| | 安全要求 | 用来描述各类线路在进行规划选线和车辆选择前所应遵守的安全条件 |
| 条件要素 | 客流需求 | 用来描述各类线路在进行规划前所应考虑效益前提，包括社会效益与经济效益 |
| | 基础设施 | 用来描述各类线路进行规划前所应考虑的基础设施条件，包括道路和场站 |
| 车辆要素 | 车型选择 | 用来描述各类线路所适合采用的车型，为线路运力配置提供参考 |
| | 涂装要求 | 用来描述各类线路所应采用的车身涂装样式要求，确保形成三位一体、功能醒目的公交线网形象 |
| 网络要素 | 与常规公交关系 | 从重复度方面描述新增、调整线路与既有常规公交关系 |
| | 与轨道交通关系 | 从并线站点方面描述新增、调整线路与既有轨道交通关系 |

2.1. 快线规划指标

采用“点式”运输模式，即在两点间或有限的几个站点之间，实现长距离直达运输模式。快线主要为城市组团间和跨组团客流提供快速运输服务，具体规划指标如表 2 所示。

Table 2. Index system for the planning standard of urban express bus system
表 2. 公交快线规划标准指标体系

| 主项 | 分项 | 具体要求 |
|------|---------|--|
| 空间要素 | 范围 | 至少跨越 2 个城市组团(含 2 个) |
| | 长度 | 不作具体要求 |
| | 站距 | 连续两站的最大距离不小于全线长度的 40% |
| | 站点数量 | 不超过 10 处(含首末站) |
| | 非直线系数 | 不超过 1.4, 当线路首末站间最短路径的非直线系数大于 1.4 时, 线路长度与最短路径之比不大于 1.4 |
| | 道路 | 高快速路和带公交专用道的城市主、次干道须占全线长度的 50% 以上(含 50%) |
| | 设计速度 | 不小于 30 公里每小时 |
| 时间要素 | 运营服务时间 | 可包括假日线、高峰线、定时班车及常规线路 4 种; 对于停靠特殊站点(口岸、机场、地铁站点、火车站、旅游景点等)的线路, 服务时间应基本匹配相关站点的客流需求时间 |
| | 发车间隔 | 假日线: 不作要求, 企业可根据实际情况安排, 如超出 30 分钟一班, 需在站牌上标明首末站排班信息 高峰线: 发车间隔不小于 15 分钟 定时班车: 不作要求, 需在站牌上标明首末站排班信息 常规线: 高峰期不小于 15 分钟, 平峰期不小于 30 分钟 |
| 条件要素 | 安全要求 | 应满足我市相关道路行驶要求以及公交车辆运营服务要求 |
| | 客流需求 | 单程客流周转量应达到 35000 公里人次/日 |
| | 基础设施 | 首末站 1 公里半径范围内应具有公交专用场站; 沿途道路应满足公交车辆安全行驶要求 |
| | 车型选择 | 符合相关《深圳市公共汽车车辆技术要求》标准 |
| 车辆要素 | 线路编号 | “E+数字”, 其中数字为 1~199 |
| | 涂装要求 | 车身颜色为绿色, 杜邦油漆色卡编号 G1094 (圣威廉标准色卡编号 U7238) |
| 网络要素 | 与常规公交关系 | 与其他线路的途经道路重复率原则上不得高于 75%; |
| | 与轨道交通关系 | 与轨道线路重复站点原则上应小于 9 个(保障轨道应急线路除外)。 |

2.2. 干线规划指标

采用“线式”运输模式, 即停靠沿线所有站点或多数站点, 实现对沿途客流的集散运输模式。干线主要为城市客流走廊、交通干道提供沿线集散服务, 保障对城市客流走廊的大运量运输, 同时为城市相邻组团间中距离客流提供中速运输服务, 具体规划指标如表 3 所示。

Table 3. Index system for the planning standard of urban main bus system
表 3. 公交干线规划标准指标体系

| 主项 | 分项 | 具体要求 |
|------|---------|--|
| 空间要素 | 范围 | 不超过 4 个城市组团 |
| | 长度 | 不作具体要求 |
| | 站距 | 连续两站间的距离应控制在 300~800 米, 不得小于 300 米 |
| | 站点数量 | 不超过线路所经道路全部站点的 90%, 沿途停站小于 10 站除外 |
| | 非直线系数 | 不超过 1.4, 当线路首末站间最短路径的非直线系数大于 1.4 时, 线路长度与最短路径之比不大于 1.4 |
| | 道路 | 城市次干道及以上道路占线路长度的 50% 以上 |
| | 设计速度 | 不小于 30 公里每小时 |
| 时间要素 | 运营服务时间 | 可包括假日线、高峰线、定时班车及常规线路 4 种; 对于停靠特殊站点(口岸、机场、地铁站点、火车站、旅游景点等)的线路, 服务时间应基本匹配相关站点的客流需求时间 |
| | 发车间隔 | 假日线: 不作要求, 企业可根据实际情况安排, 如超出 30 分钟一班, 需在站牌上标明首末站排班信息 高峰线: 发车间隔不小于 15 分钟 定时班车: 不作要求, 需在站牌上标明首末站排班信息 常规线: 高峰期不小于 15 分钟, 平峰期不小于 30 分钟 |
| 条件要素 | 安全要求 | 应满足我市相关道路行驶要求以及公交车辆运营服务要求 |
| | 客流需求 | 首末站 0.5 公里半径范围内往具体需求方向或站点之间的日出行客流量需达到 500 人次以上 |
| | 基础设施 | 首末站 0.5 公里半径范围内具有满足开行线路停靠能力的场站(面积视具体线路情况而定); 沿途道路应满足公交车辆安全行驶要求 |
| 车辆要素 | 车型选择 | 符合相关《深圳市公共汽车车辆技术要求》标准 |
| | 线路编号 | “M+数字”, 其中数字为 200~599 |
| 网络要素 | 涂装要求 | 车身颜色为青色, 杜邦油漆色卡编号 G1395 (圣威廉标准色卡编号 U6623) |
| | 与常规公交关系 | 与其他线路的途经道路重复率原则上不得高于 75%; |
| | 与轨道交通关系 | 与轨道线路重复站点原则上应小于 9 个(保障轨道应急线路除外)。 |

2.3. 支线规划指标

同样, 采用“线式”运输模式。支线主要为城市次支路网提供沿途集散服务, 同时为轨道、快线、干线等上层公交线网提供客流接驳, 喂给服务, 具体规划指标如表 4 所示。

Table 4. Index system for the planning standard of urban branch bus system
表 4. 公交支线规划标准指标体系

| 主项 | 分项 | 具体要求 |
|------|---------|--|
| 空间要素 | 范围 | 组团内或两个相邻组团之间，不得超出两个城市组团 |
| | 长度 | 原特区内不超过 10 公里，原特区外不超过 14 公里，当场站、道理条件受限时，视具体条件而定 |
| | 站距 | 不限 |
| | 站点数量 | 沿途所有站点 |
| | 非直线系数 | 不超过 2.0，当线路首末站间最短路径的非直线系数大于 2.0 时，线路长度与最短路径之比不大于 2.0 |
| | 道路 | 运行城市次干道及以上道路不宜超过线路长度的 50% (受道路通行条件限制除外) |
| | 设计速度 | 不小于 15 公里/小时 |
| 时间要素 | 运营服务时间 | 包括假日线、高峰线、定时班车及常规线路 4 种；对于停靠特殊站点(口岸、机场、地铁站点、火车站、旅游景点等)的线路，服务时间应基本匹配相关站点的客流需求时间 |
| | 发车间隔 | 假日线：不作要求，企业可根据实际情况安排，如超出 30 分钟一班应在站牌上标明首末站排班信息 高峰线：发车间隔不小于 15 分钟 定时班车：不作要求，在站牌上标明首末站排班信息 常规线：高峰期不小于 8 分钟，平峰期不小于 30 分钟 |
| | 安全要求 | 应满足我市相关道路行驶要求以及公交车辆运营服务要求 |
| 条件要素 | 客流需求 | 首末站 0.3 公里半径范围内日出行客流量需达到 100 人次以上 |
| | 基础设施 | 首站或末站应具备基本的发车位、调度室、回车条件等；沿途道路应满足公交车辆安全行驶要求 |
| | 车型选择 | 符合相关《深圳市公共汽车车辆技术要求》标准 |
| 车辆要素 | 线路编号 | “B+数字”，其中数字为 600~1000 |
| | 涂装要求 | 车身颜色为橙色，杜邦油漆色卡编号 G1094 (圣威廉标准色卡编号 U3266) |
| 网络要素 | 与常规公交关系 | 与其他线路的途经道路重复率原则上不应高于 75% |
| | 与轨道交通关系 | 与轨道线路重复站点原则上应小于 9 个(保障轨道应急线路除外) |
| | 换乘关系 | 停靠 2 条线路的站点，数量不少于 1 个 |

2.4. 公交线路优化与规划指标的取值

公交线路优化与规划指标的取值，主要遵循以下原则：

- 注重以解决市民公交出行问题与尊重市民出行习惯为指导，不得因线路调整产生出行空白，并使市民出行不产生 2 次以上换乘；
- 坚持三层次线网规划模式不动摇，制定年度优化实施方案应在分层次线网框架内进行；
- 充分尊重和遵守三层次公交线网规划标准，在制定线路规划方案时不随意突破相关线路规划指标；
- 在条件满足的情况下，进一步加大既有线网的梳理和优化力度，加快线网结构升级；
- 充分利用大数据分析，让线网优化从“经验优化”向“数据优化”转移。

2.5. 深圳市公交线网优化的特点

深圳市公交线网优化工作应继续坚持三层次公交线网规划模式,保持全市线网规划方向的延续性。最终形成“快慢结合”、“功能清晰”、服务类型多样、线网一体化衔接的城市公共交通网络。

三层次线网规划的基本理念,是通过改变目前单一化、站站停的公交服务模式,根据客流需求特征的不同,设置更具针对性的公交服务,从而提升公交运输效率,改善公交服务质量的线路发展模式,其特点是:

- 以公交需求为基础,围绕公交服务区和客流集散点确定公交枢纽;
- 以枢纽为核心,布设具有“点式运输”特征的快线;
- 依托枢纽和客流走廊,布设覆盖走廊、沿途大运量集散的干线;
- 以公交服务区为基础,以保证服务区内公交总体服务水平为目标,构造短距离、广覆盖的支线网络。

3. 结语

综上所述,本文研究了特大城市多层次公交线网的组织与优化问题,并以深圳市 2018 年公交线网调整为例,进行了说明,研究成果可为公交行业相关从业人员提供参考。

致 谢

感谢几位审稿人的专业意见,为本文的提升提供了宝贵建议。

基金项目

教育部科技发展中心产学研创新基金(2018A01025); 深圳市哲学社会科学规划课题(SZ2019C004)。

参考文献

- [1] 李建强,伍月,郭超杰,等. 卫星城公交线网布局对高铁站效能的影响评价[J]. 交通运输工程与信息学报, 2019, 17(2): 121-127.
- [2] 王晶晶,毛力增,杨蕊,等. 公交线网优化技术研究综述[J]. 公路交通科技(应用技术版), 2019, 15(5): 343-346.
- [3] 吕斌. 基于问题线路筛选模型的公交线网优化研究——以苏州市为例[C]//中国科学技术协会、中华人民共和国交通运输部、中国工程院. 2019 世界交通运输大会论文集. 2019: 7.
- [4] 韩兵,邓一凌,徐建刚. 大城市常规公交线网规划体系的反思与构建——以苏州为例[J]. 现代城市研究, 2019(1): 75-81.
- [5] 胡维. 公交线网的智能优化调整方法研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京邮电大学, 2019.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网首页: <http://cnki.net/>, 点击页面中“外文资源总库 CNKI SCHOLAR”, 跳转至: <http://scholar.cnki.net/new>, 搜索框内直接输入文章标题, 即可查询;
或点击“高级检索”, 下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2326-3431, 即可查询。
2. 通过知网首页 <http://cnki.net/>顶部“旧版入口”进入知网旧版: <http://www.cnki.net/old/>, 左侧选择“国际文献总库”进入, 搜索框直接输入文章标题, 即可查询。

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ojtt@hanspub.org