

# 轨道成网后片区公交线网重构方法研究

## ——以深圳市为例

徐茜

深圳市综合交通与市政工程设计研究总院有限公司

**摘要：**随着近年来全国轨道交通网络的日趋成网，常规公交面临着重构转型的迫切需求。本文在全市总体线网架构的基础上，基于片区提出了公交线网重构方法，阐述了线网重构的实施路径。并以深圳市南山区为例制定了具体的线网重构方案，预计实施后轨道交通融合度有效提升，为其他城市同类片区的线网重构和优化调整提供参考。

**关键词：**轨道交通；公交线网；重构；实施路径

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.24.006

### 一、引言

城市公共交通是指由获得许可的营运单位或个人为城区内公众或特定人群提供的具有确定费率的客运交通方式的总称<sup>[1]</sup>，公共交通系统主要包括轨道交通、公共汽车、出租车、道路客运。城市轨道交通以其大运量、高效率、低污染等优势，成为大中城市公共交通发展的重要选择。而随着轨道交通的快速发展，上海、北京、广州、深圳、杭州等城市的轨道里程已突破500公里，轨道交通的主体地位越来越显著，对地面公交的影响越来越显著，常规公交线网体系面临重构。在此大环境的变革之下，上海<sup>[2]</sup>、深圳<sup>[3]</sup>、杭州<sup>[4]</sup>等城市均提出了基于轨道交通的公交线网优化方法，重点是针对城市全域的优化。然而对于城市的不同片区，由于城市发展进程和轨道线路建设的差异，导致各片区所处的发展阶段不同。当某片区的轨道线路建设加快，向轨道发展后期迈进时，则需对片区公交线网进行重构。本文将重点围绕处于这一阶段的片区，在做好与全市公交线网衔接的基础上，如何进行本片区的公交线网重构。

### 二、各阶段公共交通发展定位的转变

从国内外轨道交通发展经验来看，轨道交通发展将经历3个阶段：初期、中期、后期。轨道交通各发展阶段的特征不同，导致不同阶段常规公交和轨道交通的发展定位有所差异。

#### （一）轨道发展初期

轨道发展初期，轨道交通线路少、里程较短，仅覆盖部分客运走廊<sup>[5]</sup>。轨道带动公交系统整体吸引力提升，常规公交总客流量呈上升趋势。在此期间，常规公交仍承担公共交通的骨干功能。

#### （二）轨道发展中期

轨道发展中期，轨道线路基本成网，基本覆盖城市主要客流走廊。常规公交与轨道交通的竞争加剧，常规公交客流量逐步流失，甚至被轨道反超。在此期间，轨道承担公共交通骨干功能，常规公交仍为公共交通出行主体。

#### （三）轨道发展后期

轨道发展后期，轨道线网覆盖进一步扩大，基本覆

盖城市主要客流集散点。常规公交客流下降态势趋缓，并随着与轨道融合程度加强，客流略有上升。轨道成为公共交通系统的主体，常规公交主体地位转变为辅助地位，主要为轨道交通提供接驳、补给、拓展功能。

### 三、基于轨道成网的片区公交线网重构方法

#### （一）明确常规公交发展模式

从全市公共交通出行来看，“快-干-支”的三层次公交发展模式是首要选择，而当某片区轨道交通建设成网、常规公交定位调整时，现状“快-干-支”三层次公交发展模式将面临优化调整，主要调整思路如下：

##### （1）摸排不同居住圈层的出行需求

对于出行距离超20km的对外长距离出行，客流相对零散，对出行时效性要求较高。对于出行距离20km以内的中短距离出行，客流出行规模大、高峰集聚性强。对于区内出行，主要为日常生活出行，出行距离短、出行时段分散。

##### （2）分析不同类型需求的最佳出行方式

对于对外长距离出行，轨网出行优势明显，以轨道交通为主。对于中短距离出行，部分常规公交干线相比轨道仍有一定优势，以“轨道交通+公交干线”为主。对于区内出行，轨道站点基本实现全覆盖，以“轨道交通+支线”为主。

##### （3）确定片区常规公交发展模式

在片区轨道交通成网的背景下，片区将逐步转变为“轨道+支线为主体、干线及多元公交为补充”的公交服务体系，各层次线网承担的功能如下：

◆轨道交通：覆盖主要客流通道，承担中长距离出行功能；

◆支线：主要承担轨道接驳、填补盲区、区内生活圈出行等功能；

◆干线：主要承担弥补轨道覆盖不足、公交出行优势区的直达出行、轨道应急保障等功能；

◆多元公交：主要承担短距离轨道或客流集散点接驳服务、中长距离点对点快速直达联系、特殊区域需求（如展会专线、机场专线）等功能。

#### （二）优化公交线网总体架构

围绕高覆盖的轨道网络与公交需求特征，以高质量的“轨道+公交”双网融合为导向，打造“骨架干线+普通干线+支线+多元公交”为一体的公交网络。

#### （三）公交线网重构实施路径

为实现公交线网的重构，采取三步走的实施路径，第一步是重塑骨干通道、固化骨架干线，第二步是加密普通干线、扩大网络覆盖，第三步是丰富接驳支线、服务短途出行。

##### 1. 骨架干线实施路径

表1 各等级线路技术指标一览表

线路等级	基本公交				多元公交	
	骨架干线	普通干线	支线		快线 (高快巴士)	其他多元公交线路
			普通支线	微循环线		
主要运行道路	大公交客流通道所在主干路	一般公交客流通道所在主次干路	次支道路		快速路、干线性主干路	主干路或次支道路
主要服务范围	服务于中距离跨区域或组团,或相邻区域间大客流通道出行需求	服务于中距离跨区域或组团,或相邻区域间一般客流通道出行需求	服务于短距离大客流区域间联系,或居民、商业、医院等区域与轨道或上层公交线路的接驳联系		服务于区内主要办公、枢纽口岸与外围大型居住区联系的主要客运走廊,承担跨区域的中长距离快速出行服务	服务于片区内部特定方向的出行需求,承担城市区域内部组团间的中长距离或短距离出行服务
线路长度	宜控制在15-25km	宜控制在10-25km	宜控制在10km以内	宜控制在3-6km	按需确定	按需确定
线路直捷性	直达性高,主要途经公交客流走廊,非直线系数不宜大于1.3	直达性较高,可适量绕行非直线系数不宜大于1.3	兼顾客流需求,允许绕行,非直线系数不作要求		直达性高,高快速路两端原则上不绕行,非直线系数不宜大于1.1	结合客流需求,一般以点对点出行为主,避免过多非必要绕行
发车间隔(min)	高峰3-6/ 平峰5-10	高峰6-10/ 平峰10-20	高峰4-10/ 平峰10-15	高峰3-5/ 平峰6-10	按需确定	按需确定
运营车辆	大型车辆(10、12m)	中型车辆(8m)	小型车辆(6、7m)		按需确定	按需确定

按照“标准制定→线路筛选→高频打造”的实施路径,筛选满足骨干通道功能的骨架干线,打造片区骨架干线网络。

(1) 标准制定

■一级指标(3个)

单公里载客量不低于1.6人次/车公里·日(干线80%分位水平);骨干通道匹配度要求线路途经通道里程大于通道总里程的50%;与轨道线网重复度要求在轨道站100米范围内线路站点小于总站点的30%。

■二级指标(4个)

非直线系数不宜大于1.4;公交线路重复度要求与其他干线重复系数不高于30%;高峰发车间隔要求不低于10分钟;线路运营里程不高于25公里。

(2) 线路筛选

按照线路筛查标准,逐一分析骨干通道内的每条公交干线,在考虑出行需求的前提下,筛选有潜力提升为骨架干线的线路备选集(2-4条)。

(3) 高频打造

按照“先增后减”的原则,将所筛选的干线打造为高频骨架干线,待线路成熟后,逐步调整或取消其他干线。

2. 普通干线实施路径

按照“标准制定→线路筛选→线路优化”的实施路径,筛选符合条件的普通干线,打造片区普通干线网络。

(1) 标准制定

■一级指标(1个)

单公里载客量不低于1.1人次/车公里·日(全市平均水平)。

■二级指标(4个)

线路运营里程不高于25公里;非直线系数不高于1.8(全市平均水平,环线及半环线除外);与轨道线网重复度要求在轨道站100米范围内线路站点小于总站点的30%;公交线路重复度要求与其他干线重复系数不高于30%。

(2) 线路筛选

依据标准,逐一分析普通干线通道内的每条公交干线,在考虑出行需求的前提下,筛选保留为普通干线的线路备选集(3-5条),重点筛查以下线路:

- ◆单车公里载客量大于1.3人次/车公里·日(干线平均水平)的线路;
- ◆与轨道线网重复度小于30%的线路;
- ◆高峰发车间隔小于10分钟的线路;
- ◆日均客运量呈增长趋势的线路。

(3) 线路优化

结合公交出行OD和线路服务功能,对普通干线进行优化调整,采取的优化措施主要包括拆分、截短、抽疏、拉直、取消、保留等。

3. 支线实施路径

按照“标准制定→线路筛选→线路优化”的实施路径,筛选符合条件的支线,打造片区支线网络。

(1) 标准制定

■一级标准(1个)

单公里载客量不低于2人次/车公里·日。

■二级标准(3个)

线路运营里程不高于15公里;非直线系数不高于1.8(全市平均水平,环线及半环线除外);站间距不大于300米。

(2) 线路筛选

依照标准,逐一分析辖区内每条支线,在考虑出行需求的前提下,筛选有潜力保留或改善的支线备选集,并结合未来轨道线路开通情况以及市民出行诉求,研判需新增微循环线路的片区。

(3) 线路优化

为实现与轨道/骨架干线“点对点”接驳喂给,根据服务片区所处的不同位置,主要采取环圈式、通道式、端点式等。

四、深圳市南山区公交线网优化案例

深圳市南山区地处粤港澳大湾区黄金入海口,总面

积187.53平方公里。在深圳市“一核多心网络化”的城市开发新格局下，南山区汇集2个城市功能中心及2个城市功能节点，是深圳市辐射周边的关键门户。

(一) 公交发展现状

1. 轨道交通

现状南山辖区范围内共有轨道线路6条，设站52个，轨道站点500米覆盖率为36.4%，处于全市上游水平。

2. 常规公交

全区各类公交线路共203条，其中，快线8条、干线127条、支线27条，多层次线网规模近年来基本稳定。

(二) 轨道成网对常规公交的影响

1. 轨道交通发展概况

至2025年，深圳市城市轨道交通第四期建设全面建成，包括深圳地铁6号线支线、深圳地铁12号线、深圳地铁13号线、深圳地铁14号线、深圳地铁16号线共15个项目，总长度233.95公里。随着轨道四期线路逐步建成通车，南山区轨网密度不断攀升，轨道可达区域大幅提升，南山区内基本实现轨网30分钟出行，常规公交所受到的冲击进一步增大。

2. 对南山的影响

(1) 轨道出行更便捷

轨道四期建成后，对外出行的轨网可达区域增加48%，轨道与公交一次换乘可达区域增加10%；区内出行的轨网可达区域增加30%，轨道与公交一次换乘可达区域增加3%。

轨道四期建成后，南山中心区通过轨道出行1小时内可抵达全市29.3%的区域，30分钟可抵达全区62.5%的区域。

(2) 常规公交冲击大

受轨道四期影响的公交客流通道5条，潜在影响客流15.1万人次/日，占总公交客流的35%。且南山区公交线路中有81条线路与轨道存在潜在竞争关系，占49%。

(三) 公交线网重构方案

1. 总体架构

按照“坚持需求导向、强化两网融合”的理念，南山区由“快-干-支”多层次线网结构转变为与轨道交通协同的“骨架干线+普通干线+支线+多元公交”为一体的公交网络。

2. 重构方案

(1) 骨架干线

基于公交出行OD需求，南山区2025年将形成“四横四纵”共8条骨干通道，网络总长度约70.3公里。依托8条骨干通道，打造19条高频骨架干线，配套调整普通干线46条。

(2) 普通干线

普通干线与轨道/骨干通道形成互补关系，承担相邻片区间中短距离干线联系以及轨道应急疏解功能，网络总里程91.0km。依托91公里普通干线网络，规划85条普通干线（含8条普通干线降级为支线），其中，保留26条，调整59条，取消15条。

(3) 支线

表2 骨干通道及骨架干线一览表

通道名称	通道里程 (区内)	通道定位	骨架干线
沁园路-西丽湖路-沙河西路	11.7km	区内南北向通道	66、M492、392
南海大道	12.0km	区内南北向通道	74、M242、113
前海路	6.1km	区内南北向通道	42、M372
后海大道	3.8km	区内南北向通道	37、72
广深公路/宝安大道-深南大道	10.0km	对外/过境东西向通道	323、M209、338
留仙大道	9.6km	区内东西向通道	81、M459
茶光路-龙珠大道	6.7km	区内东西向通道	58、104、M474
北环大道	10.4km	对外东西向通道	M240

按照南山区用地特征和未来规划情况，南山区可分为11个片区，支线重点在片区内部服务，为轨道/骨架干线提供“点对点”接驳喂给，为片区居民提供日常生活出行服务。规划34条支线，其中，保留15条，调整11条，新增8条。规划线路主要为3年内可考虑优化的线路，具体实施仍需评估线路当年客流变化、线路可替代性等情况，逐年分析和开展。

(4) 效果评估

由“快-干-支”转变为“干-支-多元公交”的线网结构，干线数量下降10%，支线数量增加17%，金字塔式线网结构日趋完善。深南大道、南海大道等重要客流通道的重复性线路减少，公交重复系数下降至5.5。结合轨道12、13号线的开通，新增轨道纵深片区的接驳线路，轨道站点公交接驳线路片区覆盖率提高至90.3%。通过提供骨架干线、普通干线、支线等线路的差异化服务，高峰期公交候车时间减少10.81%，通勤效率有效提升。

五、结语

随着轨道交通的不断完善、大幅成网，以及市民对高质量出行的诉求，传统模式下的常规公交将受到严重冲击，地面公交的变革转型是必然之路，也是近几年发展的重中之重。本文在轨道交通大幅成网背景下，提出了基于片区的公交线网重构方法，并以南山区为例阐述了线网重构方案，实施效果显著，为其他同类型片区提供参考依据。

参考文献

[1] GB/T 51328-2018, 城市综合交通体系规划标准[S].

[2] 喻军皓, 李彬. 基于两网融合和上海地面公交线网重构研究[A]. 2019年中国城市交通规划年会, 2019.

[3] 赵建明, 谭英嘉, 朱一洲, 等. 城市轨道交通大规模成网后常规公交线网服务优化研究——以深圳为例[J]. 城市公共交通, 2022, 10: 53-58.

[4] 郑爱琴, 吴海卫, 张栩. 轨道成网背景下杭州市区公共汽电车线网重构思考[J]. 交通与港航2022, 9(1): 46-53.

[5] 尹怡晓, 赵海宾, 郭忠, 等. 基于轨道公交一体化的公交线网优化调整方法[J]. 交通运输研究, 2021, 7(3): 62-71.