

doi:10.3969/j.issn.1672-6073.2013.02.011

现代有轨电车线路规划初探

覃 裔 戴子文 陈振武

(深圳市城市交通规划设计研究中心有限公司 广东深圳 518026)

摘 要 通过介绍有轨电车的发展历程,对现代有轨电车的特点进行详细论述;总结国内外对现代有轨电车的研究成果,提出现代有轨电车线路规划的方法;通过实际参与项目的实证分析,为我国悄然兴起的有轨电车线路规划提供参考。

关键词 城市轨道交通;现代有轨电车;线路规划;深圳
中图分类号 U482.1 **文献标志码** A
文章编号 1672-6073(2013)02-0042-04

随着我国小汽车井喷式发展,越来越多的城市面临着交通拥堵问题,于是在此背景之下提出公交优先的发展战略,希望通过建设地铁大运量交通来解决交通拥堵问题。然而,由于一些城市财力、人力、物力、客流难以达到建设地铁的标准,有轨电车却能够最优满足大城市新区、中等城市中运量公共交通需求。同时,参照欧洲和北美发达国家已经经历的小汽车发展阶段,主流城市都以有轨电车线网为主的公共交通方式,为国内提倡公交优先发展的城市提供参考依据。然而,我国对有轨电车研究还处于起步阶段,有轨电车线路规划是当前需要研究的问题之一。同时,国家也将出台相关政策规范有轨电车线路建设规划,笔者期冀通过实际参与项目经验总结,为有轨电车线路规划提供参考依据。

1 现代有轨电车发展历程

在19世纪末,欧洲发达国家普遍拥有传统的有轨电车。随着20世纪中期汽车工业的迅速发展,对传统有轨电车构成很大冲击,有轨电车退出了历史舞台。然而,当前小汽车过度发展造成城市交通拥堵和环境污染严重。在20世纪70~80年代,有轨电车新技术取得了很大发展,在原有的有轨电车基础之上,现代有轨电车得到复兴。

如图1所示,现代有轨电车无论从外观上还是从

城市景观上都远远优于传统有轨电车。现代有轨电车作为城市中运量公共交通系统,以其良好的交通品质及低碳环保的优点逐渐在大城市及中等城市得到青睐。



(a) 传统有轨电车



(b) 现代有轨电车

图1 传统有轨电车与现代有轨电车对比

2 现代有轨电车特点概述

2.1 运能适中、投资省、工期短、运营成本低

现代有轨电车定位为中运量公交方式,高峰小时最大运能0.8万~1.5万人次,远高于常规公交,低于地铁系统,可良好地适用于大城市新区规划和中等城市。现代有轨电车的地面线造价可控制在1亿/km,成本为地铁造价的1/6~1/10,线路建设周期通常为1年左右,工期只有地铁的1/5。有轨电车车辆使用寿命通常为30年,是常规公交、电动大巴的4~6倍,能耗是传统公交车的1/2~1/4。

2.2 道路条件适应性强

现代有轨电车的线路平面一般最小曲线半径50m,最低曲线半径可以达到10.5m,与汽车的转弯半径相当,其最大坡度为50‰~130‰(是地铁的2倍),可适应城市道路技术标准,线路可灵活布置于城市道路及绿化带,并且延伸容易,车站增减灵活,改造升级成本低。

2.3 是环境友好型公交系统

现代有轨电车可做到尾气零排放,人均碳排放为小汽车的1/8,噪声比传统公交车低5~10dB,通过专项线路景观设计、对轨道敷绿、与城市设计融合等手段美化城市,提升城市形象。

2.4 低成本实现地铁功能

现代有轨电车作为中运量的公交系统,在大城市中可以与地铁等骨干交通配合,起到“补充、延伸、联

收稿日期:2012-08-13

作者简介:覃裔,男,博士,高级工程师,从事城市交通规划和轨道线网规划,qinyu@sutpc.com

络、过渡”等辅助功能;在中等城市则发挥着骨干公交功能,弥补了地铁建设周期长、投资成本高的缺陷,但是又实现了地铁的功能。在大城市新区及中等城市(150 万人口以下),客流量达不到建设地铁线路的要求,城市财政压力大以及后期运营成本高,国家审批难以通过,有轨电车良好地弥补了这些缺陷,可与常规公交等共同构筑完善的公共交通网络。

2.5 是中运量公交系统最优方式

高品质的现代有轨电车因其对城市的适应性强,应是中运量交通系统中的首选交通方式,在大城市新区和中等城市中,有轨电车往往成为主要制式,特别是在欧洲发达国家。有轨电车前期一次性投入要比 BRT 成本高,但是从中期来看,车辆使用寿命、交通品质、节能环保方面都优于 BRT。

2.6 运营组织灵活

有轨电车运营方式灵活,可以共轨、单线、支线运营,在较少的辐射线路上,可以进行多种运营组织方式,形式灵活。

3 现代有轨电车国内外研究概述

目前,国外对现代有轨电车已经实用化,部分城市形成了有轨电车网络,典型城市有墨尔本、苏黎世、斯特拉斯堡。然而,国内对现代有轨电车还处于研究阶段,实际已经建设的现代有轨电车有长春、大连、天津和上海 4 个城市,然而有多个城市仍然处于线路规划、论证阶段。国内外有轨电车的研究报告中,大部分文献资料都是列举实例图片,提出有轨电车各类优点、复兴原因等,对于有轨电车线路规划的研究较少,这也正是当前国内建设有轨电车迫切需要研究解决的问题。

在徐正和的《现代有轨电车的崛起于探索》论述了有轨电车发展历程,对大连、苏州、上海建设线路进行阐述,并对当前发展有轨电车存在的争议进行了回应。李东屹的《新型轨道交通捷运系统在郊区新城中的适应性分析——以上海临港新城为例》介绍了捷运交通系统以及上海临港新城建设有轨电车的情况。在蒋应红的《现代有轨电车系统在国内的发展前景探讨》中论述有轨电车特征,探讨了有轨电车的主要问题和前景。王灏等出版的《现代有轨电车系统研究与实践》比较综合系统地研究了现代有轨电车,然而对于有轨电车线路规划具体研究工作并未系统总结。

国外对有轨电车的研究比较深入,德国颁布了《德国联邦轻轨运输系统建设和运行规范》等技术标准,该

标准对有轨电车的线路规划与设计、运营人员使用、线路建设规划、运营维护及相关处罚法律法规都进行了详细说明,涵盖有轨电车的规划、运营管理、管理政策等。Robert R. Clark 的 *General Guidelines for the Design of Light Rail Transit Facilities in Edmonton* 中详细介绍了现代有轨电车的优缺点,包括各种技术参数、设计的断面形式、站点的设置,但区域线路规划缺少必要的介绍。根据欧洲的统计数据显示,目前欧洲有 170 种有轨电车系统,线路有 941 条,线路总长达到 8 060 km;其中德国占了接近一半,拥有 56 种有轨电车系统,有 2 768 km;欧洲目前正在建设的线路有 739 km,规划阶段的线路有 1 473 km。欧洲发达国家已经跨过了小汽车飞速发展的阶段,提出了公交优先发展战略,充分利用有轨电车中运量公交系统,给我

国目前正在兴起的有轨电车热提供了借鉴案例。

4 现代有轨电车线路规划原则及要求

4.1 与地铁接驳,发挥网络效益

选择城市新区或中等城市客流量大的通道,将主要的客流聚集起来,通过中等运量的有轨电车输送到地铁网络或者城区中心、市中心。对于已经建成或者已经编制规划的地铁线网,必须以现有轨道线网为基础,将已有轨道线网规划作为上位规划。有轨电车线路在规划过程中,必须深入研究有轨电车与地铁线网的关系,确定不同运量系统之间的功能层次。地铁线路完成大运量中长距离的出行服务,有轨电车实现中运量短距离的片区服务功能,两者之间的不同功能决定了有轨电车为地铁线路提供客流、解决片区出行需求的特性。因此,有轨电车线路规划必须与地铁站点接驳换乘,将地铁未覆盖的次级通道上的客流,输送到地铁线网上,为乘客提供快速的出行服务,同时又解决了片区内部交通出行需求。

4.2 满足城市建设重点片区交通需求

有轨电车线路走向与城市规划、片区规划发展方向相匹配,部分远期线路应当超前于城市规划,有效地引导城市沿着有轨电车线路发展,带动片区经济发展。充分研究政府对未来发展片区的规划意图,将政府发展意图纳入到有轨电车线路规划中,为后期线路规划调整减少不必要的麻烦。

4.3 与城市发展单元及城市更新、道路改造相结合

在有轨电车线路规划过程中,应充分考虑城市实际情况,以最低的造价成本实现最大的效益。城市新区、旧城改造,应该考虑有轨电车线路的通道预留。对于近期将要改造的道路可与有轨电车的建设同步实

施,而对未来建设有轨电车的线路提前预留发展通道,有条件的城市可将有轨电车道床直接敷设到路基上。

结合新区道路改造或城市更新等同步建设现代有轨电车,实现交通与城市规划的结合,有利于城市空间资源的节约利用和打造宜居城市。

4.4 与地铁、BRT 及常规公交协调配合

有轨电车作为环保低碳的公共交通方式,它可以和地铁、BRT、常规公交和谐共存,大城市应该容纳各种交通方式,充分利用各种公共交通方式的优点服务于都市交通。由于有轨电车线路属于地面线路,必然与其他交通方式会产生冲突,但其作为中等运量的公共交通方式,有轨电车应当优先于道路路面上的其他交通方式。有轨电车在线路规划过程中,对于道路资源的分配问题上,鉴于国人的驾驶行为较差,过多使用共享路权,必然会沦为普通公交模式,突显不出现代有轨电车的优越性,所以在新区以及中等城市道路条件较好的地区最好采用专有权路,以最低成本实现地铁的服务水平。对于道路条件难以满足的情况,则可以采用共享路权,通过交通优先控制保证有轨电车服务水平,或者局部采用地下线。

4.5 共轨、单线、支线运营,降低成本

充分利用有轨电车运营方式灵活的特点,对客流量不足的区域实行单线、灯泡线,降低建设成本。对于共通道的线路实现共轨运营,通过不同的运营方式降低有轨电车建设和运营成本。

5 案例实证分析

基于以上的线路规划原则,现以深圳宝安区有轨电车线路规划案例进行实证分析。

深圳宝安区位于深圳西侧,宝安区南北向距离30 km,东西向距离 20 km。区主要发展片区为西乡片区、机场枢纽、沙井中心、福永片区、松岗片区、石岩片区、燕罗片区 7 个片区,呈现南北向带状发展。其中福永、沙井、松岗片区是深圳重要的产业基地和珠江东岸城市带的重要节点,重点发展先进制造业,成为区域性生产服务中心。线路规划期主要是加强对土地开发的控制和引导,促进产业结构调整,将沙井中心城区培育成核心城区,同时培育燕罗片区、石岩片区作为新的增长点,解决宝安国际机场转场问题。

参照线路规划原则见本文 4.1,考虑客流量大的次级通道,协调好与地铁线路的关系,与地铁站点接驳换乘。宝安区现状公交客流需要量大的次级通道主要集中在南北方向,由现状实际公交线路分布可以证明,具体见图 2。其中,公交线路经过的通道是 107 国道,该通道目前没有地铁线路覆盖,远期也无地铁线路通过,

在有轨电车线路规划阶段,充分考虑南北向客流通道,以及线路的可实施性。国道 107 由于车流量大,协调难度大,设置有轨电车站点时对乘客安全影响较大,南北向的通道选择与国道 107 平行的中心路,同时中心路道路条件实施条件好,双向 6 车道,中间有 4 m 分隔带,车流较少,实施成本低,并可实现专有权路。

宝安区内地铁线路覆盖的范围及站点分布见图 3,宝安区范围内有 3 条地铁线路经过,分别是干线 1 号线、快线 6 号线和快线 11 号线,站点 21 个,平均站间距较长,这 3 条线路都服务于中长距离出行,宝安区内部无局域线,迫切需要中运量的公共交通疏散城区内及城

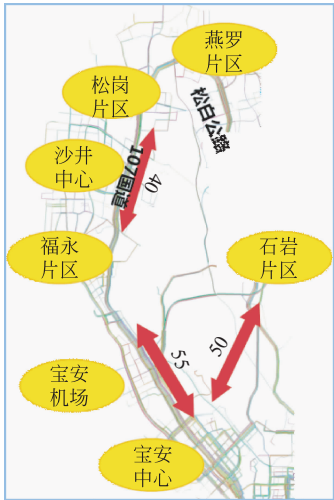


图2 宝安现状公交线路分布



图3 宝安轨道线路分布

区与市中心的出行需求。北侧的燕罗片区内无地铁线路覆盖,需要一条有轨电车线路将片区内部交通出行需求连接到快线 6 号线。石岩片区只有快线 6 号线两个站点覆盖,对该片区带动作用不够,同时石岩片区没有连接宝安中心的轨道交通,可沿着洲石公路和宝石公路规划两条有轨电车线路联系宝安中心区,并与地铁 1 号线接驳换乘。福永片区只有快线 11 号线一个站点,对该区域促进作用过小,规划一条有轨电车线路经过福永片区,设置多个站点,促进该区域发展。

按照线路规划原则 4.2,依据宝安区发展规划,区政府的意图是增强沙井中心区的集聚效应,打造燕罗片区和石岩片区,解决南北向中运量交通需求,具体见图 4。燕罗片区和石岩片区迫切需要有轨电车中等运量的公交系统将其区内出行需求引导到地铁线路上,因此,需

要规划一条连接燕罗片区和石岩片区的有轨电车线路。宝安国际机场枢纽作为深圳市桥头堡,通过多种交通运输方式连接机场枢纽,特别是宝安机场由 AB 航站楼转向 T3,地铁 11 号线要 2016 年投入使用,中间 3 年空窗期无轨道交通接入。T3 航站楼转场 3 年空窗期迫切需要有轨电车将

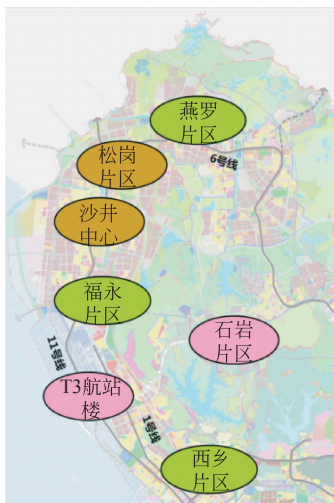


图4 宝安重点片区分布

地铁 1 号线固戍站连接 T3 候机楼,因此需要规划一条有轨电车线路连接 T3 航站楼、固戍站并延伸至宝安中心。

按照线路规划原则 4.3,宝安区城市更新道路有沙井中心新沙路、松白路。同时,宝安区近年旧城改造项目有福永社区旧区 7.49 hm²、福永怀德村 30.98 hm²、福永第二工业区 5.30 hm²、松岗商业中心 22.02 hm²、松岗老镇政府片区西侧 6.87 hm²、松岗老镇政府片区东侧 9.41 hm²。因此,在道路改造过程中将有轨车道床同步敷设,降低线路建设成本,规划有轨电车线路沿着新沙路、松白路、福永大道。

按照线路规划原则4.5,灵活运营共轨、单线、支线的运营模式,使宝安区燕罗片区客流量降低,但又具有一定客流强度,针对该片区设计了灯泡线路,以降低建设和运营成本。

根据线路规划的原则,初步形成宝安区有轨电车线网,规划7条有轨电车线路,线路总长为116.4 km,其中单线长度为15.4 km。具体线路规划信息见表1,线路规划图见图5中。

6 结语

有轨电车的建设和发展,是轨道交通与道路交通结合协调的产物,不能简单地用影响道路交通直接否定有轨电车,同时应该摒弃传统有轨电车的观念。总

表 1 宝安规划有轨电车线路一览

编号	起终点	运营长度 /km	经由
线路 1	T3 航站楼 宝安中学	18.4(单 线 4.8)	机场进场路—机场出场路—机 场南路—宝安大道—固戍二路— 航城大道—前进二路
线路 2	沙井中心 T3 航站楼	20.7(单 线 4.8)	新沙路—中心路—凤塘大道— 107 国道—福永大道—机场南北干 道—机场南路—机场进场路—机 场出场路
线路 3	海上田园 沙井东	8.0	新沙路
线路 4	松岗中心 沙井东南	12.0	沙井路—西环路—南环路
线路 5	燕罗—沙井 中心	16.2(单 线 5.8)	燕罗公路—象山大道—广田路— 燕川西路—燕罗公路—松白公路— 松明大道—宝安大道—新和大道— 中心路—新沙路
线路 6	西乡—石岩	22.5	西乡大道—前进二路—洲石公 路—宝石南路—宝石东路
线路 7	新安—石岩	18.5	新安一路—新安二路—宝石公 路—松白公路—宝石南路—宝石 东路
运营长度小计			116.4 km(单线长度 15.4 km)
铺轨长度			102.1 km(单线长度 10.6 km)

之,通过系统合理规划线路网络,遵循线路规划原则,让环保低碳的有轨电车公共交通服务于社会。

参考文献

- [1] 徐正和. 现代有轨电车的崛起和探索[J]. 现代城市轨道交通, 2005(2): 12-15.
- [2] 王灏, 田振清, 周楠森, 等. 现代有轨电车系统研究与实践[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011.
- [3] 陈小鸿. 城市客运交通系统[M]. 上海: 同济大学出版社, 2008.
- [4] 李东屹. 新型轨道交通捷运系统在郊区新城中的适应性分析——以上海临港新城为例[J]. 交通与运输, 2011(5): 51-53.
- [5] 蒋应红. 现代有轨电车系统在国内的发展前景探讨[J]. 交通与运输, 2012(1): 10-12.

(编辑:郝京红)

Study on Modern Tramcar Route Planning

Qin Yu Dai Ziwen Chen Zhenwu

(Shenzhen Urban Transport Planning Center
Co., Ltd., Shenzhen 518026)

Abstract: Based on the course of development of tramcar system, the characteristics of the modern tram are described in detail. Considering the research achievements of modern tram at home and abroad, the paper proposed modern tramcar route planning method which was adopted in a real project. This may be of help for the rise of the tramcar route planning in China.

Key words: urban rail transit; modern tramcar; line network planning; Shenzhen



图5 有轨电车线路网络