

有轨电车系统规划设计思考

Thoughts on Streetcar System Planning and Design

张国华, 欧心泉, 周 乐, 苗彦英

(中国城市规划设计研究院, 北京 100037)

Zhang Guohua, Ou Xinquan, Zhou Le, Miao Yanying

(China Academy of Urban Planning & Design, Beijing 100037, China)

摘要: 作为城市轨道交通系统的组成部分,有轨电车系统规划设计的关键在于认清其在轨道交通系统中所处的功能地位和发挥的价值作用。从分析城市轨道交通的发展背景出发,解读有轨电车面临的发展机遇。探讨合理构建有轨电车系统的规划设计思路,以及有轨电车如何适应生态文明和社会文明的发展需要。重点阐述在有轨电车规划设计过程中如何实现与多层级轨道交通系统的协调、与城市空间用地的互动,以及与城市综合交通系统的衔接。

Abstract: As a component of urban rail transit system, streetcars' functionalities should be clearly understood in its planning and design. Based on the development background of urban rail transit system, this paper discusses the streetcars development opportunities in China. Then the paper researches the concept for effective streetcar system planning and design, as well as how to make streetcar system a part of urban sustainable development for a healthy society. The service coordinates with different rail transit systems, urban land use, and urban comprehensive transportation system in streetcar planning and design processes are also elaborated at the end of the paper.

关键词: 交通规划;城市轨道交通;有轨电车;规划设计;生态文明;社会文明

Keywords: transportation planning; urban rail transit; streetcar; planning and design; ecological civilization; social civilization

中图分类号: U482.1

文献标识码: A

收稿日期: 2013-06-27

作者简介:张国华(1971—),男,山东潍坊人,博士,教授级高级工程师,主要研究方向:新型综合交通规划体系、综合交通枢纽规划设计、轨道交通规划关键技术,以及产业、空间、交通结合领域的综合规划。

E-mail:zhanggh@caupd.com

0 引言

作为典型的城市交通方式之一,有轨电车早在19世纪80年代就于德国柏林市附近投入使用。19世纪末西门子公司在北京修建中国第一条有轨电车线路,之后凡设有租界或通商口岸的城市皆开通有轨电车。至今,大连、长春、香港仍保留并运营原有有轨电车系统。

随着小汽车的发展和城市交通政策变迁,旧式有轨电车由于运行速度慢、舒适性差、机动性不足等缺点,在与机动车的竞争中逐渐衰败。然而城市机动化是一把双刃剑,在满足出行者灵活便捷出行的同时,也使城市陷于拥堵的困境。

当前,由于城市构建多层级公共交通系统的需要以及产业发展政策推动,有轨电车在中国城市面临新的发展机遇^[1]。天津、上海、大连等城市已经开通有轨电车线路,北京、广州、沈阳、佛山、苏州、武汉等城市正在建设,三亚、海口、南京、珠海等城市将有轨电车纳入发展规划。在此背景下,如何科学、协调、有效地规划设计有轨电车系统是各大、中城市需要面对的问题。

1 现阶段有轨电车发展背景

作为中、低运量的城市轨道交通系统^[2],有轨电车的发展与城市轨道交通的整体发展息

息相关，城市轨道交通面临的机遇与挑战自当成为有轨电车发展的背景条件，而有轨电车的典型特征也为其在城市公共交通系统中发挥作用提供支撑。

1.1 城市轨道交通的黄金十年

近10年，受持续、快速城镇化推动，中国城市轨道交通建设正处于黄金时期。随着社会经济水平的提升，具备城市轨道交通建设条件的城市有望超过50座。根据相关规划，“十二五”期间中国城市轨道交通线网总体建设规模将增至3 500 km，2020年城市轨道交通线网规划规模有望达到6 100 km。未来10年，中国城市轨道交通建设投资总额将突破3万亿元^[3]。上述数据仅指地铁、轻轨等大容量城市轨道交通系统，未包含不少地区正在大力推进建设的有轨电车及单轨等中、低运量城市轨道交通系统。

与城市轨道交通的快速建设历程对应，中国城市轨道交通的运营指标也已位居世界前列，见图1。至2012年底，中国内地有17座城市累计70条地铁、轻轨线路投入运营，总运营里程达2 064 km，其中北京市442 km，上海市437 km，分别位居世界城市地铁运营里程的第一、二位。2013年3月8日，北京市地铁全网日客运量达1 027.6万人次，成为全球最繁忙的城市轨道交通系统之一。

基于庞大的消费市场与急剧增加的出行需求，受公共基础设施投资拉动与社会经济结构转型影响，在可预见的未来，包含有轨电车在内的城市轨道交通系统仍将保持快速发展势头。

1.2 规划建设的矛盾凸显

高潮迭起的发展期往往也是矛盾的快速积累期，中国不少城市轨道交通系统在规划、建设中遗留的问题开始凸显，具体表现为：

- 1) 线网规划阶段研究深度不够，对轨道层级、线网功能、线路实施性的分析较弱，导致后续建设、运营的可操作性较差；
- 2) 既有规划的约束力不强，一些规划线路在后续建设中听凭领导的意志随意变动，缺少应有的科学性和严肃性；
- 3) 对城市轨道交通系统的整体发展前景考虑

不足，不少城市的轨道交通线网规划缺乏远景的谋划和通盘的统筹，近期新增轨道交通服务往往依托对既有线路的简单延伸实现，导致不少线路曲折绕行，破坏远景轨道交通线网的机理与格局；

4) 规划、建设的衔接机制不完善，规划机构、建设单位和运营投资主体各行其是，未能对城市轨道交通系统的各类资源进行有效整合。

有轨电车系统在规划建设过程中应汲取以上教训，一方面重视规划的顶层设计，强化规划的约束力；另一方面统筹城市各类要素，合理配置资源；同时还需加强与综合交通系统的衔接，发挥公共交通的主导作用。

1.3 有轨电车的特殊价值

除面对城市轨道交通的共性背景外，有轨电车自身的典型特征赋予其区别于其他轨道交通方式的特殊价值。

首先，有轨电车属于中、低运量的城市轨道交通系统。其客流适应性广泛，单厢或铰接式有轨电车属于低运量轨道交通系统，采用多节编组 and 新型车辆技术的有轨电车能够达到中运量轨道交通系统的要求。有轨电车在大城市往往作为地铁、轻轨等轨道交通系统的补充，发挥对轨道交通线网的补充和加密作用；在中小城市，考虑客流需求与走廊规模有限，有轨电车系统可作为城市客运骨架，提供相对高品质的出行服务^[2]。

其次，面对特定的服务需求，有轨电车系统有其特殊优势。在城市核心区和旅游区，作为商业网点、观光景区乃至其他重要公共服务设施的特色联络线；由于有轨电车采用小半径曲线和大

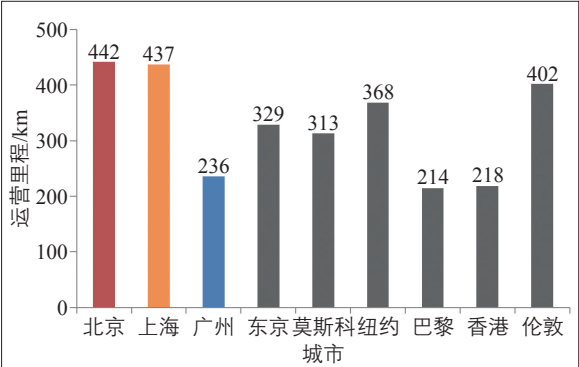


图1 世界城市地铁线网规模

Fig.1 Scale of subway network in different cities around the world

坡度设计,在地形复杂的山地丘陵城市,有轨电车比其他轨道交通系统有更好的适应性。

最后,新型有轨电车多采用低地板车辆,能够极大满足人性化的出行要求。通过模块化的车辆组合、多元的供电方式、时尚的定制外观、高性能的动力装备以及采用交叉口信号优先措施等,可以有效摆脱旧式有轨电车的缺陷。而“共享路权,混行交通”的运行模式则使有轨电车系统在线路布局方面拥有组织灵活的优势。

2 有轨电车系统规划设计的关键点

作为城市轨道交通的组成部分,有轨电车系统规划设计需要协调多元的轨道交通层级,实现与城市空间用地的互动,强化与城市综合交通系统的衔接,明确自身的服务层级、线网组织模式和线路走向,如图2所示。

2.1 协调多层次轨道交通系统

城市轨道交通系统通常可以划分为三类层级^[4]: 1)区域轨道交通,以高速铁路、城际铁路为代表,承担核心城市间的联系;2)市域轨道交通,承担城市核心区与外围地区的联系,包含市郊铁路和大区快线等;3)市区轨道交通,即传统意义上的城市轨道交通系统,由地铁、轻轨、有轨电车等系统构成,服务中心城市的片区内部。

在与多元轨道交通层级的协调过程中,需要明确有轨电车系统自身的服务职能和功能定位。面向区域轨道交通和市域轨道交通系统,有轨电车主要发挥城市公共交通的集散作用;面向市区

轨道交通系统,有轨电车需要发挥对其服务的延伸和补充作用。例如,苏州市在轨道交通系统规划建设过程中,利用中心城区地铁骨干网络与外围高新区有轨电车网络组合协作(见图3),实现相对广泛的轨道交通服务覆盖^[5]。

基于效益最大化原则,根据发展时序安排,有轨电车与其他轨道交通方式可以相互转换。在一些现状客流不够充沛的客流走廊上,可以先行铺设设有轨电车线路,待客流规模满足轻轨铺设要求,再提级改造为轻轨系统,这样既能够满足客流走廊的交通需求,也能够提高轨道交通系统的整体运营效率。此外,在中小城市的城区与大城市外围地区,有轨电车可以充当公共交通的服务主体,辅之以公共汽车,形成以有轨电车为主导的客运交通网络。

在有轨电车系统与不同轨道交通层级的衔接上应采取不同策略。面对区域轨道交通,通过在外交通枢纽引入有轨电车线路实现转换衔接;面对市域轨道交通、市区轨道交通,可灵活选用共线运营和站点换乘等多种方式,主要满足不同交通方式间便捷换乘和人性化服务要求。

2.2 保持与城市空间用地互动

城市轨道交通系统布局是对城市空间结构的反映。因此,有轨电车系统在规划建设过程中,需要结合服务地区的功能需求和用地性质选择合适的线网组织模式。例如三亚市有轨电车线网通过串联核心地区构建客运通道,与对外枢纽建立便捷联系,提升组团内部的可达性(见图4),满足多方式的衔接需求和多层面的服务需要^[6]。

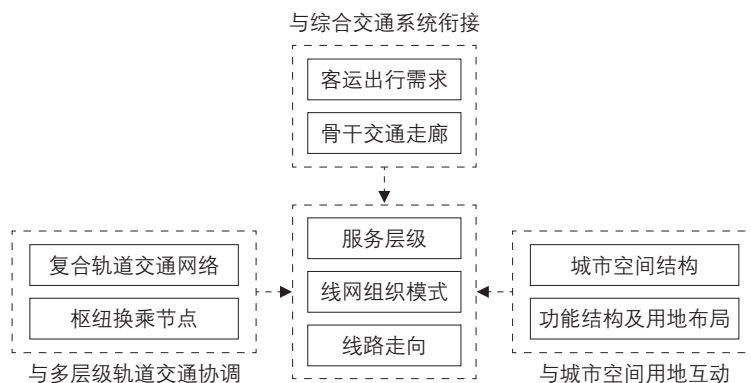


图2 有轨电车系统规划设计思路

Fig.2 Streetcar system planning and design scheme

有轨电车系统的构建对城市空间布局也能够形成反馈，通过“疏堵”与“引导”两大基本手段影响城市的发展演变。疏堵模式下的有轨电车线路深入旧城，减轻机动交通客运压力，实现对城市功能的疏解；引导模式下的有轨电车线路延伸至新区，集聚沿线客流与人气，实现对城市功能的重构。从设施构建的经济角度出发，疏堵线(段)并不产生直接经济效益，而倾向提供普惠式的公共交通服务；引导线(段)能够迅速提高沿线土地价值，通过控制沿线土地利用，实现对车站周边的开发，可获取巨大的开发收益。例如，苏州市高新区有轨电车1号线在建设之初对沿线用

地进行规划控制，实现公共服务设施廊道构建与土地开发价值提升的结合^[7]。

2.3 衔接城市综合交通系统

作为城市综合交通系统的重要组成部分，有轨电车系统的构建需要协调处理与其他城市交通方式的关系。

需求分担方面，有轨电车适用于单向高峰小时0.6~1.2万人次的客流走廊^[8]，应与综合交通体系需求分析模型同步建立相关预测模型，将道路交通量、道路公共交通客流及轨道交通客流整合测算，以判断有轨电车线网布局的适用性。

设施统筹方面，有轨电车线位选择需要与城市道路反复协调。一方面，有轨电车线路需要结合既有生活性道路设置，以高效利用设施空间，提供较好的集散条件；另一方面，有轨电车线路应当与城市快速机动交通走廊分离。将有轨电车线路深入组团核心布局保持对客流的吸引，同时将快速路设置在组团外侧发挥对空间的骨架支撑作用，可以满足城市交通“双快系统”的协调构建，见图5。例如，瑞典斯德哥尔摩市将有轨电车系统线路设置在城市核心区内部，通过对相关道路功能进行梳整，实现在保持城市活力的同时减轻机动车对核心区的干扰。

除提供骨架公共交通服务外，有轨电车还强调面向特殊地区的特色服务。例如，北京市正在建设的有轨电车西郊线，将城市西北外围地区的“三山五园”景区串联成带；三亚市规划的有轨电车走廊沿海岸线布设，能够有效提升滨海地区的

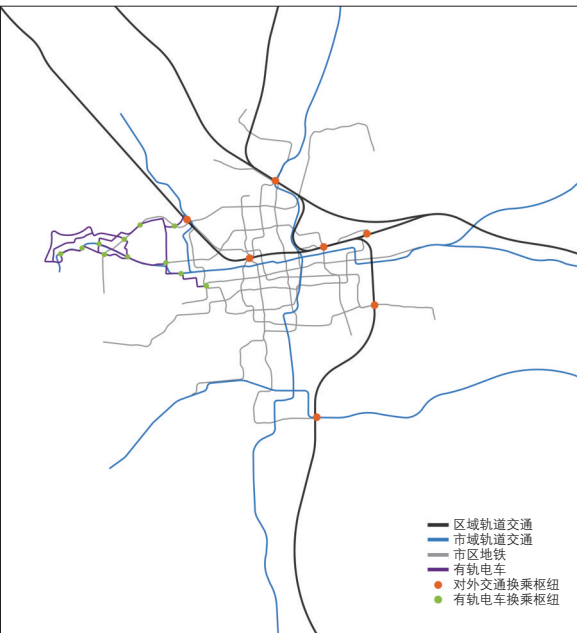


图3 苏州市多层次轨道交通系统规划
Fig.3 Multilevel rail transit system planning in Suzhou City

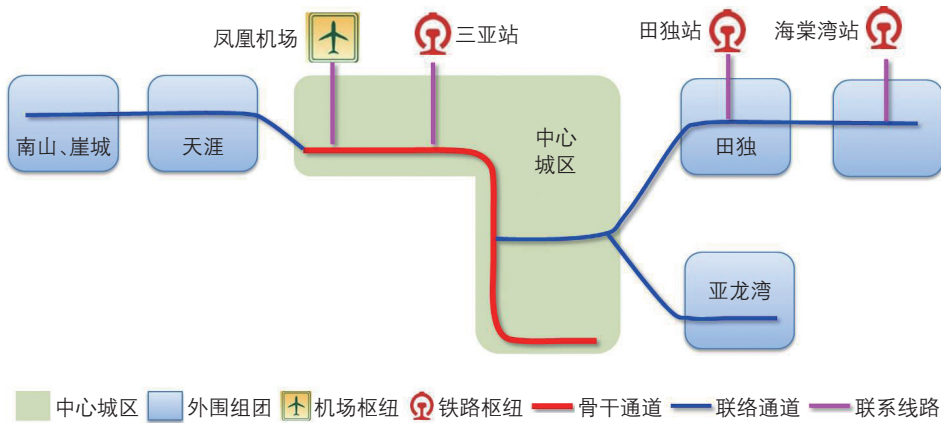


图4 三亚市有轨电车系统线网组织模式
Fig.4 Organization pattern of streetcar system in Sanya City

旅游交通服务品质。设置这类线路需要协调的不仅仅是有轨电车系统与各类交通设施之间的关系,往往还强调与环境、景观等条件的结合,对有轨电车系统的构建提出更高的要求。

3 适应文明进步的发展需要

面对知识经济引导的后工业化生产和生活活动,有轨电车需要考虑的不仅仅是作为常规意义的交通方式存在,适应生态文明与社会文明的发展诉求更成为系统构建的必要。

3.1 设施构建强调生态文明

生态友好是有轨电车系统构建的出发点。随着生态文明发展阶段的到来,消费经济成为主导,有轨电车系统作为适应该阶段活动需求的交通方式,需要挖掘自身“绿色、低碳”的优势,整合优质资源环境要素,承载休闲、娱乐、游憩空间,践行生态交通的价值理念。

与外在环境的融合方面,有轨电车系统的设施构建需要结合环境条件,选用因地制宜的敷设方式。通常情况下,可选择地面线路作为一般敷设形式,既不破坏地表结构,又能与景观环境良好融合,其不足在于运行易受其他交通方式干扰;可以考虑局部选用地下线路形式,在关键地区确保部分线(段)的优先通行权利,但需要考虑其高昂的造价;慎重采用高架线路形式,高架线路虽然能够提供独立路权以保障高效运行,但高架构造物往往会对沿线景观产生割裂。

内在价值的挖掘方面,有轨电车通过对相关元素的精雕细琢可以成为城市景观的组成部分。

如路线采用绿地铺装,改变轨道原有的灰色面貌,形成交通价值与环境价值相结合的城市绿廊;车辆采用流畅美观造型,展现城市的气质形象;在一些环境高敏感地区选用非接触供电技术,降低视界干扰,例如法国波尔多市、阿联酋迪拜市等有轨电车系统,即根据城市的风貌要求,采用与环境协调的地面供电系统。

3.2 运行服务彰显社会文明

与人更亲近是有轨电车系统构建的落脚点。一方面,有轨电车系统通过高品质的客运服务、人性化的设施环境,可满足多样化的出行需求,成为城市人本精神的展示窗口。另一方面,有轨电车通常与其他机动车辆共享道路空间资源,因此,需要培养良好的城市交通秩序并实行面向公共交通的优先政策,这也是城市文明进步的具体体现。

构建有轨电车系统、强化公共交通服务品质,可以促成客流走廊与机动车廊道分离,从而推动公共交通与步行和自行车交通成为城市活动组织的核心,并弱化小汽车在城市交通中的地位,进而形成具有人文关怀的公共服务设施走廊,满足“亲切、随和、自然、以人为本”的社会环境构建要求。

4 结语

作为经历传统并正在走向复兴的城市轨道交通方式,有轨电车既兼有城市轨道交通系统的特征,又具有自身特殊的适用价值。在规划设计中,需要把握系统构建要点,判断合适的发展定

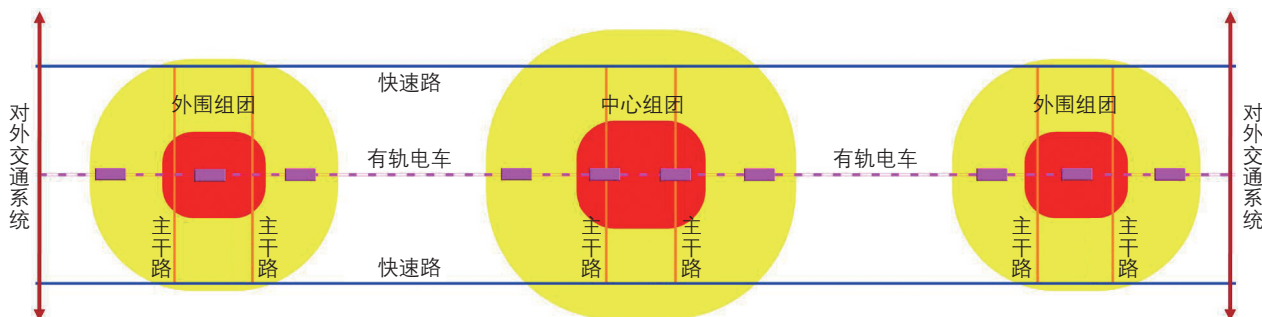


图5 有轨电车系统与快速路系统空间布局模式

Fig.5 Spatial layout of streetcar system and urban expressway system

位，探索适宜的发展模式，发掘其在城市综合交通系统中的潜力与价值。这既是相关研究的意义所在，也是有轨电车系统构建的目标所在。

面向未来的发展需求，有轨电车的应用价值将会获得进一步挖掘和体现。看待有轨电车的发展，不应仅仅局限于其作为交通设施的构建需要，而应从更多的方面如环境、景观、运行、组织等，予以重视并加以协调，使有轨电车系统真正成为服务城市居民、提升城市品位、展示城市文明的载体。

参考文献：

References:

- [1] 中华人民共和国中央人民政府. 中华人民共和国国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要[R]. 北京：中华人民共和国中央人民政府，2011.
- [2] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 关于发展现代有轨电车的指导意见[R]. 北京：中华人民共和国国家发展和改革委员会，2011.
- [3] 中国国际金融有限公司. 中金公司城市轨道交通建设专题研究[R]. 北京：中国国际金融有限公

司，2010.

- [4] 欧心泉，周乐，张国华，李凤军. 城市连绵地区轨道交通服务层级构建[J]. 城市交通，2013，11(1): 33-39.
Ou Xinquan, Zhou Le, Zhang Guohua, Li Fengjun. Service Hierarchy of Rail Transit in Megalopolis [J]. Urban Transport of China, 2013, 11(1): 33-39.
- [5] 张国华，周乐，欧心泉. 苏州市轨道交通线网规划修编[R]. 北京：中国城市规划设计研究院，2012.
- [6] 张国华，马俊来，戴继锋. 三亚市城市综合交通规划[R]. 北京：中国城市规划设计研究院，2009.
- [7] 苏州市发展和改革委员会. 苏州市现代有轨电车发展规划研究[R]. 苏州：苏州市发展和改革委员会，2013.
- [8] 王明文，王国良，张育宏. 现代有轨电车与城市发展适应模式探讨[J]. 城市交通，2007，5(6): 70-72.
Wang Mingwen, Wang Guoliang, Zhang Yuhong. Modern Trolley and Urban Development: How Do They Fit Together? [J]. Urban Transport of China, 2007, 5(6): 70-72.

第六届中法可持续发展城市交通系统论坛

第六届中法可持续发展城市交通系统论坛(THNS)将于2013年11月9—10日在上海举行。本届论坛由同济大学、巴黎高科(法国)、国家发展与改革委员会综合交通所主办；同济大学及全球环境基金中国城市交通项目办公室承办；并得到国家发展与改革委员会、法国生态、可持续发展与能源部、亚洲交通运输学会、中国城市规划设计研究院城市交通专业研究院、交通运输部规划研究院、上海铁路局、上海市铁道学会、上海市城市综合交通规划研究所、上海交通港航发展规划研究所、南车集团、法国泰雷兹集团、法国航空等众多单位的支持和协助。参与论坛的人员有中、法两国城市规划和管理、交通运输、公共交通、轨道交通、能源和环境等方面的专家学者、政府职能部门决策者和相关企业界的代表，以及德国、美国、澳大利亚等国学者。

本届论坛主题为“新型城镇化中的交通与环

境”，具体包括：

1) 政策、策略与财政。城市环境与绿色机动性、公共交通、非机动车交通系统规划、轨道交通政策、财政补贴政策、高铁和区域发展、多模式交通。

2) 理论、方法与技术。精明城市、碳排放评估、低碳枢纽、交通系统服务水平预测、免费软件和开源平台、机动性调研方法、公交信息服务、公交信号优先、基础设施建设与维护、智能网络车辆、物流系统。

3) 实践与案例。环境友好型城市交通案例城市、法国城市交通环境实践、政府部门和企事业单位的作用、绿色城市物流系统、绿色交通示范区等。

详情请见论坛官方网站 <http://www.forumTHNS.org>。联系电话：021-65982131。