

有轨电车可持续发展研究

郝小亮, 徐成永

(北京城建设计发展集团股份有限公司, 北京 100037)

摘要:近年来国内有轨电车快速发展,但同时由于对有轨电车认识不充分,定位不准确,片面追求城市景观、经济带动、示范试验等作用,忽视有轨电车基本交通功能,而出现诸如客流效益差、建设成本高、运营成本高等问题。选取国内已运营有轨电车项目中的典型案例,分别从实际客流、建设成本、运营成本等方面进行论证分析,指出存在的问题及主要原因,并对交通影响和运营安全等方面进行阐述。提出有轨电车的建设应以发展交通、解决交通问题为初衷,先规划后建设;应把投资用在关键部分,降低建设成本;应提高有轨电车的运营效率,降低运营成本。

关键词:有轨电车; 客流效益; 建设成本; 运营成本; 交通影响; 运营安全

中图分类号: U482.1

文献标志码: A

文章编号: 1672-6073(2019)01-0098-04

Research on the Sustainable Development of Trams

HAO Xiaoliang, XU Chengyong

(Beijing Urban Construction Design and Development Group Co., Ltd., Beijing 100037)

Abstract: Currently, the tram market is rapidly growing in China. However, for decision makers and tram planners, several issues should be taken into account, e.g. insufficient understanding, inaccurate positioning, landscape overemphasis, as well as overemphasis on the role of transit-oriented development (TOD) mode and on city image. Consequently, in some cases, transport function has been ignored, which leads to a smaller passenger flow, unexpected construction costs, and unbalanced operation costs, etc. This article focuses on Chinese cities with tram lines and evaluates some important indicators, such as passenger occupancy, construction costs and operation benefits. In addition, the article highlights and analyzes the main factors influencing traffic and safety issues. Finally, this article argues that domestic tram projects should emphasize the fulfilment of basic transport demands. In addition, decision makers and planners should reduce construction and operation costs and increase operation efficiency.

Keywords: trams; passenger flow efficiency; construction costs; operating costs; traffic impact; operational safety

1 研究背景

近年来,中国各个城市都在大力发展公共交通。有轨电车是公共交通中的一种,近年来发展很快。截至2018年8月底,全国已运营有轨电车的城市或地区有15个,共25条线路,运营里程达299 km。同时还有21座城市正在建设有轨电车^[1]。

在有轨电车快速发展的同时,出现了建设成本高、运营初期事故频发、客流效益差等问题。

如何降低建设成本、保证客流效益,以及如何在保障行车安全的前提下,减少对道路交通的影响,引导城市以公共交通为导向发展,是发展有轨电车必须面对和解决的问题。笔者从有轨电车的客流情况、建设成本、运营成本、交通影响和安全要求5个方面进行分析。

2 有轨电车的实际客流情况

目前,国内有轨电车已运营线路有25条。在这些线路中全日客流量突破2万人次的仅有5条,分别是大连202路有轨电车、北京西郊线、长春54路有轨电车、深圳龙华线、淮安1号线。大连和长春的有轨电车运营多年,除去两者外,每天的客流强度在2000人次/km

收稿日期: 2018-10-25 修回日期: 2018-11-14

第一作者: 郝小亮,男,高级工程师,从事城市轨道交通的规划、设计、建设和理论研究工作, haoxiaoliang@bjucd.com

以上的现代有轨电车中，仅有北京西郊线和深圳龙华线，如表 1 所示。

表 1 相关城市有轨电车的日客流量

Tab. 1 Daily passenger flow for trams in some cities

序号	项目	线路长度/km	日客流量/万人次
1	大连 202 路	12.6	4.5
2	北京西郊线	8.8	3.5
3	长春 54 路	7.6	3.3
4	深圳龙华线	11.5	2.4
5	淮安 1 号线	20	2.3

造成国内有轨电车客流量低的原因有多种，但主要原因有以下两点：

1) 对有轨电车认识不充分，定位不准确。片面追求有轨电车的城市景观功能、对区域经济的带动作用、建设运营的示范试验效应，而忽视了有轨电车的基本交通功能^[2]。

2) 有轨电车建设决策阶段论证不充分、规划路径不合理、客流预测不准确，没有针对相应城市区域特点来客观分析系统制式的适用性及客流等级的适应性。在规划阶段，客流预测与分析工作不够深入，造成规划通道与实际客流通道不完全匹配。

3 有轨电车的建设成本

经调研筛选，选取以下项目作为建设成本分析对象，如表 2 所示。

表 2 有轨电车建设成本统计

Tab. 2 Cost statistics for tram construction

项目名称	造价指标/(亿元/km)
深圳龙华	1.2
广州海珠	1
沈阳浑南	0.8
珠海 1 号线	1.8
苏州 1 号线	1.6
淮安 1 号线	1.6
青岛城阳线	1
北京西郊线	4.9

从表 2 可以看出，国内有轨电车的建设成本普遍在 1 亿~2 亿元/km。北京西郊线建设成本最高，为 4.9 亿元/km，是国内各城市有轨电车中研究最早、实施难度最大、实施时间最长、地下段比例最高、建设成本最高的有轨电车。建设成本高的主要原因有以下两点：一是为了与“三山五园”历史文脉高度融合，

征地范围较大，前期征地费用占了总投资的 30% 左右；二是为玉泉山和世界文化遗产颐和园的保护而设置了四段地下段，约占总投资的 10%^[3]。

沈阳浑南有轨电车的建设成本最低为 0.8 亿元/km。主要原因有 3 点：一是大部分工程位于浑南新区，实施条件好，征地拆迁费用少；二是多采用 70% 低地板车辆，车辆成本低；三是一次性建设成网，建设里程长，平均单位千米建设成本低^[4]。

另外，在有轨电车的建设中，往往会引起沿线市政基础设施的提升改造，如增加过街天桥或地下通道、增加雨污水排水设施、拓宽道路、增加景观效果等。这些工程是对城市整体功能的提升，因此在有轨电车的建设成本中，应分为两部分：一是本体工程，即自身必需的土建和强弱电设备系统工程，这些本体工程投资应控制在 1.2 亿元/km；二是引起的沿线市政基础设施的提升改造等费用，应另行计算^[5]。但如果仅仅是造成了市政工程的改迁、重建等费用，则应计入有轨电车的建设成本中。

4 有轨电车的运营成本

4.1 国外有轨电车运营成本

国外的研究表明，有轨电车长期的运营成本较低。以法国为例，巴黎有轨电车的车公里走行成本为 10.7 欧元/车公里，比公交车 7.2 欧元/车公里高。但由于客流效益好，每列车的乘客数远远高于公交车，使得人次成本为 0.56 欧元，约是公交车人次平均成本 1.26 欧元的 1/2^[6]。运营成本对比如表 3 所示。

表 3 法国巴黎地铁、有轨电车、公交车的现状运营成本对比

Tab. 3 Comparison of current operating costs for subways, trams and buses in Paris, France

项目	地铁	有轨电车	公交车
运营线路数量	14	3	351
线路长度/km	213	32	3 869
车站数/座	384	56	7 816
年走行公里数/百万车公里	241	4.2	176
年客运量/亿人次	14	0.8	10
年运营总成本/百万欧元	1 010	45	1 265
人次成本/欧元	0.72	0.56	1.26
车公里走行成本/(欧元/车公里)	4.2	10.7	7.2

这个结果同时也印证了一个事实：有轨电车车辆使用寿命为 30 年，而公交车使用寿命为 10 年。以 30 年为计算周期，在较大客流情况下，整体计算，有轨电车的人次运营成本是相对较低的。

4.2 国内有轨电车运营成本

目前我国除大连和长春的有轨电车运营多年以外,其他城市的有轨电车均是 2013 年之后开通的。由于运营期短,加上城市规划、经济环境的变化,客流量低,车辆的满载率低,客流效益差,人均运营成本偏高。表 4 选取了大连、沈阳、深圳 3 座城市的有轨电车项目进行对比。

表 4 部分已运营有轨电车项目的运营成本

Tab. 4 Operating costs of the tram project in operation

选项	大连有轨电车 202 路	沈阳浑南有轨电车	深圳龙华有轨电车
线路运营长度/km	12.6	60	11.5
年车公里运营成本/元	26	42	37
现状年客流量/万人	1 620	1 080	1 080
现状人次成本/元	3.2	13	4.5

从表 4 可以看出,已经运营多年的大连有轨电车每人次运营成本为 3.2 元。沈阳浑南由于经济和规划等因素,客流低迷,平均每人次成本较高。深圳龙华线刚刚开通,每天 2 万~3 万人次的客流,人均成本为 4.5 元,比公交车要高。

5 有轨电车对道路交通的影响

5.1 国外公共交通的发展理念

欧洲国家采取的是以公共交通为导向引领城市向集约化发展的策略。对小汽车的使用,采取高收费来严格限制。在交通路口的信号处理方面,有轨电车、行人、自行车和机动车均有各自的信号灯,信号灯之间按公交优先相互协调。有轨电车、行人及自行车的优先级是排在机动车以上的,保证有轨电车及慢行系统的信号优先,处处体现公交优先政策的落实^[7]。

5.2 有轨电车路口交通组织

有轨电车多数设于道路路中,在路段采用专有路权,在路口平交,与其他交通方式混行,与其他交通的相互影响也主要集中于道路路口。有轨电车敷设后,对社会车辆的交通影响主要有以下几点:

- 1) 因空间资源紧张,布置有轨电车后,需压缩既有车道数量。
- 2) 有轨电车在路口一般需增加单独相位,其他相位的时间相应缩短,交通通行率降低。
- 3) 有轨电车直行道位于小汽车左转道左侧,由于驾驶习惯原因,如不遵守交通规则,尤其是初期,易发生事故。

4) 为做到公交优先,给予有轨电车不同等级的信号优先通行权,降低了相交道路的通行效率^[8]。

为了减小上述影响,建议采取以下措施:在技术层面,应适当减少左转和调头、设置安全岛、采用信号控制、增加立体过街等技术措施;从政策法规层面,应加快完善交通法规,提高交通管理水平,以精细化的管理手段提出区域、路段、路口有效的管理措施,指导有轨电车的运营,约束市民的不安全、不文明行为^[9]。

有轨电车的修建虽然会对小汽车造成以上几方面的影响,但提高了城市整体的交通效率。

6 有轨电车的安全要求

有轨电车的安全性主要分为外部运行安全性、内部环境安全性和公共安全性 3 个方面。

6.1 外部运行安全性

从外部运行安全性角度分析,有轨电车采用钢轨导向,运行具有高平稳性,车辆可与站台密贴。路段采用专有路权,与其他交通方式干扰小,安全性更高。虽然也会出现一些问题,尤其是运营初期,但故障率以及事故率是比较低的。

6.2 内部环境安全性

从内部乘坐环境角度分析,有轨电车车辆宽敞,客室内环境更优。采用 100%低地板,上下车方便,乘坐更舒适。在这种宽敞、明亮、舒适的环境下,乘客的人身及财务安全更有保障。

6.3 公共安全性

从公共安全角度分析,有轨电车地面敷设,区间是开敞的空间。这点与地铁不同,而与地面公交类似。因此,车站设施应力求简约,以满足基本的乘客上下车功能为主,不宜增加太多的冗余设施。

从运营安全角度分析,有轨电车采用轨道导向,有轨道道岔及信号等专业性很强的设备系统。因此应选择有多年运营经验的运营商来运营管理。在运营初期,应加强职工安全培训。

总之,在安全方面,有轨电车更平稳、舒适,在管理到位的前提下,安全更有保障。

7 结论和建议

通过以上研究分析,可以得出以下结论与建议:

- 1) 有轨电车的建设应以发展交通、解决交通问题为初衷。有轨电车是公共交通中的一种,交通属性是有轨电车的基本属性。这一基本属性也决定了有轨电

车应以运送乘客为目的,必须有对应其运量等级的客流。抛开这一基本属性而片面夸大其他的如城市景观、舒适度等辅助功能,都是本末倒置,将来会给城市发展造成一系列的问题。

2) 有轨电车应先规划后建设。有轨电车虽然以地面敷设为主,但与公交车不同,会涉及路基、轨道等基础设施的建设,建成之后路线固化无法更改,所以有轨电车应该先规划后建设。应结合具体城市的规划布局、区域出行需求和特征,综合研究有轨电车的定位及发展布局,引导有轨电车因地制宜合理有序规划建设。

3) 应充分认识有轨电车的功能,准确把握其定位,严格控制有轨电车的建设成本,把投资用在关键核心工程部分。切忌盲目追求大而全,把某些地铁运营中的设备设施不加思考地照搬到有轨电车工程中,既大幅提高了工程投资,又起不到应有的作用。

4) 应充分借鉴国外有轨电车多年的运营经验,结合国内实际情况,提高有轨电车的运营水平,降低有轨电车的运营成本。着重提高交通管理水平,实现精细化管理。提高市民的文明出行意识,提高城市整体空间的运行效率^[10]。

总之,有轨电车是一种公共交通,应充分理解其功能,正确把握其定位,努力提高有轨电车的客流效益,降低建设成本,提高运营水平,降低运营成本,减少有轨电车与其他交通方式的相互影响,合理有序

地建设有轨电车,使有轨电车健康可持续发展。

参考文献

- [1] 中国城市轨道交通协会现代有轨电车分会. 中国有轨电车蓝皮书[R]. 北京, 2018: 1-3.
- [2] 张海军、刘继兵. 现代有轨电车工程技术指南[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2017: 14-18.
- [3] 北京城建设计发展集团股份有限公司. 北京现代有轨电车西郊线工程初步设计[R]. 北京, 2014: 106-115.
- [4] 北京城建设计发展集团股份有限公司. 沈阳浑南有轨电车一期工程 1、2、3、5 号线可行性研究报告[R]. 沈阳, 2011: 214-216.
- [5] 北京城建设计发展集团股份有限公司. 深圳龙华新区现代有轨电车示范线工程可行性研究报告[R]. 深圳, 2013: 1-3.
- [6] 赵欣苗. 现代有轨电车运营成本测算及影响因素分析[D]. 北京: 北京交通大学, 2014: 19-20.
- [7] 克里斯多夫·格罗内克·罗伯特·施瓦德. 法国有轨电车图集[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2016: 1-7.
- [8] 美国交通运输研究委员会. 公共交通通行能力和服务质量手册[M]. 杨晓光, 滕靖, 译. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010: 41.
- [9] 北京城建设计发展集团股份有限公司. 有轨电车的规划编制、标准体系和建设导则研究[R]. 北京, 2015: 6-8.
- [10] 北京城建设计发展集团股份有限公司. 北京现代有轨电车运营管理模式研究报告[R]. 北京, 2017: 82-86.

(编辑: 王艳菊)

中国最大地铁光伏电站在广州地铁鱼珠车辆段并网



近日,由广州地铁和厦门科华恒盛共同建设的广州地铁鱼珠车辆段 5MW 光伏项目,建设完成正式并网。该项目是目前国内规模最大的结合地铁交通的分布式光伏电站。

该光伏项目位于 5 号线鱼珠车辆段内,在车辆段运用库、主检修库等共计约 7 万 m^2 的屋面安装太阳能光伏发电设备,采用自发自用,余电上网模式。预计项目年平均发电量能达到 420 万 kWh,每年可替代 1623.45 t 煤炭消耗,实现节能降耗、绿色可持续发展的目标。项目发电将引入地铁线网,在满足车辆段全年用电的前提下,剩余部分供 5 号线使用,每年节约电费超过 40 万元。

摘编自 <http://www.chinametro.net/2018-12-17>