

# 现代有轨电车应用模式及地区适用性研究

警海波 过秀成 杨洁

(东南大学交通学院, 210096 南京 // 第一作者, 硕士研究生)

**摘要** 在对现代有轨电车技术经济特点分析的基础上, 结合国内外现代有轨电车的应用与实践, 总结现代有轨电车的三种应用模式。分析影响现代有轨电车作用发挥的城市内部及外部因素, 提出现代有轨电车的四种发展地区。针对南京市现代有轨电车适用性进行实证研究, 认为适当修建现代有轨电车以缓解城市交通压力是合理可行的。

**关键词** 现代有轨电车; 应用模式; 适用性分析

**中图分类号** U 482.1

On the Application and Adaptability of Modern Tram car  
Zi Hai bo Guo Xiucheng Yang Jie

**Abstract** Based on an analysis of the technical and economic characteristics of modern tram car system as well as the experiences of its application and practice at home and abroad, this paper sums up three kinds of application modes. Then with an analysis of the internal and external urban factors impacted on modern tram, this paper puts forward four kinds of adaptability area for different city scales. At last by taking the modern tram car in Nanjing City as a demonstration study on the adaptability, this paper argues that an appropriate construction of modern tram will relieve the pressure on urban traffic reasonably and feasibly.

**Key words** modern tram car; application mode; adaptability analysis

**First author's address** Transportation College, Southeast University, 210096 Nanjing, China

“优先发展公共交通”是解决当前中国城市交通问题的必由之路, 也是各国的成功经验。在一些有条件的大、中型城市, 应该鼓励城市轨道交通的发展, 但是由于各城市经济能力、地理环境等诸多因素的不同, 在选择轨道交通形式时就应该因地制宜。

经过全面的技术改造、管理形式变革的现代有轨电车, 已经不同于传统的有轨电车, 更凸现其节能、环保的特点, 受到普遍的关注。国内一些城市如长春、大连、北京、上海、天津、广州等, 都根据城市客运交通需求提出建设现代有轨电车的要求。本文在对现代有轨电车系统技术经济特点分析的基础上, 探讨其应用模式及地区适用性, 这对现代有轨电车系统的合理引入, 以及构建多层次综合交通体系有着重要意义。

## 1 现代有轨电车的特点

### 1.1 技术经济特性比较

现代有轨电车是由电气牵引轮轨导向的低地板式电动车辆, 运行在专用轨道上, 采用平交道口和优先信号的中低运量的轨道交通系统<sup>[1]</sup>。其与其它公共交通方式的技术经济特性比较如表 1 所示。

### 1.2 现代有轨电车的优缺点分析

现代有轨电车是在传统有轨电车的基础上发展起来的, 采取先进的技术和经验, 经不断完善形成的一种介于公共汽车和轻轨之间的中低运量轨道交通系统。其技术性能介于常规道路公交和轻轨之间, 具有运行可靠、舒适、节能、环保等特点。其优缺点如表 2 所示。

表 1 现代有轨电车与其他公共交通方式比较<sup>[2-4]</sup>

指标	常规道路公交	快速道路公交	现代有轨电车	轻轨	地铁
运营速度/(km/h)	12~15	20~30	18~25	25~40	25~40
运能/(万人/h)	<0.5	0.8~1.2 个别>3.0	0.8~1.5	1~3	3~6
造价/(亿元/km)	<0.2	0.2~1.0	0.2~0.6	1~2	3~5
相对建设周期	短	较短	较长	较长	长
车辆折旧率	高	较高	低	低	低
能耗	高	较高	较低	低	低
环境污染	高	较高	低	低	低
路权	共享	部分或专用路权	部分或专用路权	专用路权	专用路权

表 2 现代有轨电车优缺点分析

技术组成	优势分析	负面影响
现代化车辆	较高的平均车速,人性化的服务设施,流畅的外观造型,利于提升公交的服务水平	
灵活性运营	根据客流需求特征采用不同的编组方式,可提高使用效率,降低运营成本	服务范围不能随意改变,机动性差
智能化系统	通过信号控制实现交叉口信号优先,可提高运输效率,保障行车安全	建设复杂,成本较高
多样性路权	与汽车共用路面,可采用专用路、专用道、混合使用等多种路权形式及敷设方式,灵活性高	对路面结构的整体性和强度不利
环保性燃料	采用电力牵引,不产生废气,可减少环境污染	电力架空线影响城市景观

## 2 现代有轨电车的应用模式及地区适用性

### 2.1 现代有轨电车的应用模式

现代有轨电车应成为中等城市的主要公共交通工具,也应作为大城市中大运量交通工具的辅助,应该在我国推广<sup>[5]</sup>。不同类型的交通方式在公共交通体系中所起的作用不尽相同。根据城市规模、交通需求、土地利用规划等因素的差异,现代有轨电车在不同城市的公共交通系统中有着三类典型的应用模式。

1) 现代有轨电车成为整个公交的主体。以现代有轨电车系统作为整个城市公共交通的主体,承担着城市中大部分客流量,辅以常规道路公交,形成现代有轨电车的运输网络,支撑起整个城市的公共交通体系。其典型城市有墨尔本,城市总人口达 350 万,有轨电车线网规模达 230 km。其功能是提供市区的服务,为铁路车站提供驳运,连接郊区与核心区,成为整个城市公交体系的主体。

2) 现代有轨电车与城市轨道交通系统的整合与协调。对于快速轨道交通系统尚未敷设的交通走廊,从满足需求、提高运输效率的角度出发,发展现代有轨电车,与地铁、常规道路公交共同承担公交客

流。其典型城市为布拉格,有 3 条地铁线和 31 条有轨电车线,2003 年的客运量分别占 41.4%、30.2%。有轨电车担负新老城区的主要交通流向的接驳,是承载整个城市的主要交通工具。

3) 现代有轨电车应用于城市轨道交通功能的延伸和补充。有轨电车布设在地区性主要客运走廊上,未形成独立的网络,仅作为城市轨道交通或道路公交的延伸、加密或者补充,接驳快速轨道交通,实现点到点的客流运输。其典型城市有天津。它通过发展“有轨电车+常规公交”的公共交通模式,强调有轨电车的接驳集散功能,发挥津滨轻轨的作用,强化开发区的东区与塘沽城区的联络。

### 2.2 现代有轨电车的地区适用性

进行现代有轨电车地区适应性分析时,首先应从整个城市公共交通系统结构优化的角度出发,分析外部影响因素(城市经济、城市空间结构和政策环境等)对现代有轨电车功能发挥的推动和阻碍作用;其次,探讨城市交通内部影响因素(通道客流量、道路、用地条件等)对现代有轨电车地区适用性的促进和制约作用。现代有轨电车地区适应性影响因素分析如表 3 所示。

表 3 现代有轨电车地区适用性影响因素分析

因素分类	影响因素	影响因素对现代有轨电车地区适用性的促进和制约作用
外部因素	城市经济	中小城市经济受限,以现代有轨电车提高常规公共交通服务水平;大城市利用现代有轨电车的投资优势,配合快速轨道交通建设
	城市空间结构	大中城市组团式空间布局,要求加强外围组团与中心组团联系;大城市外围组团内部成为相对独立的新城,适用于现代有轨电车
	政策环境	现代有轨电车的优势使其有提高公交优先和实现可持续发展的作用
内部因素	通道客流量	现代有轨电车适用于单向断面流量在 1 万 PCU/h 以下的低走廊,或在 1~3 万 PCU/h 的中强度走廊配合轨道交通和巴士快速交通
	道路用地条件	占用路面资源,不适用于大中城市主城范围等道路资源紧缺的地区

由于现代有轨电车是介于常规道路公交与大容量轨道交通之间的一种交通方式,具有对环境无污染、运力大、运行成本低、方便、快捷、舒适、安全等特

点。从国内外的应用情况来看,它在以下四个地区具有良好的适用性。

1) 中小城市用于承担主城区内部较大的交通

需求。中小城市由于城市规模比较小,人口密度比较低,同时经济实力有限,难以承担快速轨道交通建设所带来的财政压力,可以在城市的主城区内建设现代有轨电车。如法国格勒诺布尔市现代有轨电车每天可运输 63 000 名旅客,在相同运营费用情况下,可大幅度提高运输能力。

2) 大城市加强市区外围地区与主城区之间的联系。城市规模的扩大,使得原有的空间组织模式发生改变,向开敞型、组团式发展。现代有轨电车的优点决定其比较适用于加强主城和新城之间的联系,促进沿线地区的发展。如墨尔本以有轨电车作为连接城市中心区和外围区的主要公共交通方式。

3) 大城市主城外围的新城及工业开发区内部。由于城市产业布局的调整,外围新城及工业开发区的快速发展,都将对区内公共交通的发展提出更高的要求。如天津泰达工业开发区内部规划“有轨电车+常规公交”的公共交通模式,以形成多层次、立体化、智能化的交通体系,带动区域发展。

4) 大城市主城外围的新城及与周边城镇之间。随着主城外围组团的进一步发展,带动周边的城镇开始活跃,相互之间的联系开始加强,传统的道路公交已不能满足需求,需要现代有轨电车来加强联系,进行联合发展,并与其它大容量的轨道交通网络进行有效的衔接。

### 2.3 现代有轨电车在城市中的使用趋势

伴随着经济的快速发展和城市化、机动化的进程,国内大多数城市的空间布局由单中心向多中心转变。在国内大中城市中,新城区、开发区的建设成为未来城市的发展趋势,这有利于现代有轨电车在城市中的使用。

1) 在优先发展公共交通的背景下,现代有轨电车的灵活多变特点能很好地适应连接新旧城之间以及新区内部的优质、高效的公共交通系统服务需求。

2) 城市交通堵塞和环境污染日益严重,考虑到城市交通投资的约束,现代有轨电车能与其它轨道交通相互协调,共同承担城市的交通需求,以提高公

共交通的服务竞争力,提高城市生活质量。

3) 在道路资源充分、施工条件良好的新城区,应尽量实现现代有轨电车路权专用,以提高运行速度和断面运能,实现快速、大容量的运输目标。

### 3 实例应用

南京是江苏省省会和国家历史文化名城,现辖 11 个区、2 个县,市域总面积约 6 582 km<sup>2</sup>。近年来,随着“一疏散、三集中”和“一城三区”发展战略的实施,南京城市逐步从老城和主城向外围新市区、新城拓展,城市人口和功能开始向外围地区疏散和集聚。

未来南京将形成以公共交通为主体,多种运输有机衔接,“高效、集约、节能和环保”的城市综合交通体系,从交通上支撑南京成为文化特色更加鲜明、更具国际影响力的历史文化名城。如表 4 所示,综合考虑南京市公共交通发展现状以及未来城市所面临的交通形势,按照现代有轨电车的敷设区域——引导区、服务区(空间维)以及与快速轨道交通网络的关系——建成前、完善后(时间维)提出现代有轨电车在南京地区的“二维”功能定位<sup>[6]</sup>。

表 4 现代有轨电车系统在南京地区的应用模式

现代有轨电车 敷设区域	快速轨道交通 网络建成前	快速轨道交通 网络完善后
引导区 <sup>1)</sup>	整个公交系统的主体	整个公交系统的主体
服务区 <sup>2)</sup>	轨道交通功能的延伸 和补充	与轨道交通系统的整合 与协调

注: 1) 是指交通需求不大,无快速轨道交通规划,需要通过交通引导开发以满足交通需求增长的地区;  
2) 是指交通需求已经非常强,需要通过优质的交通服务满足不断增长的客流出行需求的地区。

进行现代有轨电车的地区适应性分析应侧重城市交通规划区域内的内部影响因素,主要从交通需求的迫切性、用地规划的可获得性、规划建设的难易程度以及运营组织的便捷性四个方面,发挥对现代有轨电车功能演化的促进和制约作用。南京现代有轨电车的地区适用性分析见表 5。

表 5 南京现代有轨电车地区适用性分析

	老城区	主城外围	主城—新城	新城内部	新城—外围乡镇
交通需求的迫切性	非常强	强	强	较强	弱
用地条件可获得性	难	较难	较易	易	易
规划建设难易程度	难	较难	易	易	易
运营组织的便捷性	较难	较易	易	易	易

南京市正处于加快发展的新时期,随着城市化和机动化的发展,私人小汽车迅速增加,由此带来的交通拥堵和环境污染等问题不容忽视。有轨电车作为公共交通系统中的交通方式之一,因其具有运量适中、噪声小、无污染等优点,成为解决城市交通问题的有效途径之一。然而,现代有轨电车“瑕瑜互见”,在发展现代有轨电车的内外部影响因素的约束下,应慎重选择使用范围,设法“扬长避短”。

从表 5 可以看出,南京市应在限定地区规划建设现代有轨电车,主要是在机非交通结构较合理、道路条件及环境景观限制较小的新区或新城内,将成为有轨电车服务的重点地区。在不适宜建设地铁的交通走廊或比较大型的交通生成点之间可适当考虑建设现代有轨电车,如主城外围地区以及主城与新城之间。现代有轨电车不宜在南京市大范围使用,特别是老城区范围内不适宜建设。

#### 4 结语

从国外大量的工程实践以及科技发展趋势看,适当修建现代有轨电车,对缓解城市交通压力是合

理可行的。本文在对现代有轨电车技术经济特点分析的基础上,针对不同规模城市的特征,提出现代有轨电车的三种应用模式及适用条件,对于现代有轨电车的合理引入,构建多层次综合交通体系有着重要的意义。另外,现代有轨电车与其他客运交通方式之间的衔接、换乘以及运营管理政策等将成为未来需要进一步研究的内容。

#### 参考文献

- [1] 刘翠艳,方力,郭志方,等.对我国城市有轨电车技术发展的思考[J].城市轨道交通研究,2000(1):17
- [2] 王建.试论有轨电车和轻轨的相互关系[J].城市交通,2004(3):24
- [3] 杨敏,陈学武,王伟.城市快速公交(BRT)应用的可行性分析[J].现代城市轨道交通,2006(4):13
- [4] 程文毅,郭谨,刘剑锋.轻轨技术的发展及其在我国的应用前景[J].山西科技,2006(1):11
- [5] 陈海龙,宋键,俞加康.现代有轨电车与城市建设[J].城市轨道交通研究,2000(1):62
- [6] 东南大学交通学院.有轨电车在南京地区的适应性研究[R].南京:东南大学交通学院,2007

(收稿日期:2008-06-15)

### 长春轨道客车股份有限公司获西安地铁车辆订单

中国北车集团长春轨道客车股份有限公司与西安市地下铁道有限责任公司日前在西安正式签约,长春轨道客车股份有限公司为西安地铁公司研制 132 辆新型地铁车辆,合同总金额达 4.297 亿元。

西安地铁 2 号线一期工程全长 26.302 km 共设 21 座车站,均为地下线。工程自 2006 年下半年开工建设,计划于 2011 年 9 月 30 日全线建成试运营,2011 年 12 月 28 日通车运营。

此次车辆订单合同为 B 型不锈钢地铁客车,列车最高运行时速 80 km/h 采用 6 辆编组设计。该车运用国际上先进的轻量化高强度不锈钢车体,每辆车体自重比同类碳素钢车体减少 2% 以上;该型车辆采用日本日立公司的牵引、辅助及网络系统,安装摄像监控系统,可实时掌握车辆运行中的状况,并同步显示于地面指挥中心的屏幕监控系统上,实现车辆控制的远程调度及安全监控,可有效地提高车辆的安全性。

首列车将于 2010 年 10 月交付,2011 年底交付全部车辆。

(摘自 2009 年 1 月 6 日《人民铁道》赵中庸、董玲报道)

### “中国城市轨道交通机电应用创新专题论坛”在京举办

由中国城市轨道交通网和北京市轨道交通建设管理有限公司联合主办的首届“中国城市轨道交通机电应用创新专题论坛”近日在京召开。会议围绕轨道交通机电应用加强自主创新、降低经营成本的主题进行探讨。

当前我国城市轨道交通正处在重要的发展时期,国家已经批准了 17 个城市的轨道交通网络规划。根据这 17 个城市的规划,到 2015 年将要建设轨道交通线路 65 条,总里程达 1856 km,总投资达 6755 亿元。论坛研究探讨了机电装备和运营技术的集成和自主创新,分析如何通过整合社会技术优势资源将土建与机电技术研究相结合。与会者一致认为,需要统筹规划、加强指导、完善政策、依靠创新提高技术水平和社会经济效益。

(摘自 2009 年 1 月 9 日《中国交通报》,方海燕报道)