

doi:10.3969/j.issn.1672-6073.2013.01.006

基于常规城市交通的现代有轨电车线站设计

李凯 毛励良 张会 王子雷

(北京城建设计研究总院有限责任公司 北京 100037)

摘要 在国内外积极复兴有轨电车的背景下,论述现代有轨电车在机动车、非机动车、行人等常规城市交通环境中进行线站设计时需要注意的几个问题。作为新型交通方式之一,需要有针对性地去探索其设计标准,实现有轨电车与其他城市交通方式的协调发展。从多种交通方式和谐共存的视角,分析有轨电车车道布设方式、站台布设方式的适用性和优缺点,并对区间限界和站台限界关系、交叉口道岔选型进行分析比较,从而得出适用于常规交通方式发展的有轨电车车道和站台布设方案、交叉口道岔布设方案,为后续类似工程提供重要的示范和指导。

关键词 有轨电车;车道布设;站台布设;区间限界;站台限界;道岔选型

中图分类号 U482.1 **文献标志码** A

文章编号 1672-6073(2013)01-0019-05

1 研究背景

绿色低碳的交通系统是整个低碳经济中的重要一环。在此背景下,现代有轨电车作为一种环保的公共交通方式再次得以重视^[1]。现代有轨电车是介于公共汽车和地铁之间的新型轨道交通系统^[2],目前国内现代有轨电车处于正在复兴和推广阶段,在建工程对后续类似工程起到了重要的示范和指导作用,对城市发展和交通运输起到关键性作用,其设计、管理、运营等部门都应有针对性地去探索新的设计标准、管理章程、运营手段。因此,在现代有轨电车沿线交通的设计工程中,应统筹考虑安全性、便捷性和经济性等多方面因素,制订出能够与常规城市交通和谐共存的有轨电

车交通组织方案。

目前,包括法国在内的许多欧洲国家正在积极复兴和推广有轨电车^[3],波尔多有轨电车是一个典型的代表,其线路设计将有轨电车与市中心的建筑融为一体。然而,综合考虑我国用地条件、机非混合现状、交通意识、道路流量等因素,认为国外设计理念与方案在一定程度上不适用于我国的城市与交通发展现状,如何对有轨电车进行科学合理的交通设计成为一个重要的课题。

2 运行特性

城市轨道交通系统泛指城市中在不同形式轨道上运行的大、中运量城市公共交通工具,是当代城市中地铁、轻轨、单轨交通、短途磁悬浮等轨道交通的总称。伴随着交通拥堵问题的日益突出和绿色出行理念的深入人心,以地铁和轻轨为主体的城市轨道交通系统已经得到人们的普遍认同。地铁和轻轨具有运量大、速度快、安全环保等优点,然而投资巨大^[4]。与地铁、轻轨相比,有轨电车同样以电力驱动,行驶于轨道之上,是节约能源和减少污染的新型交通方式,与贯彻“人文交通、科技交通、绿色交通”三大理念相一致。然而,有轨电车基本上采用不封闭路面布线,车道布设在城市道路的路中或者路侧,是一个开放性空间。因此,需要统筹考虑沿线路段和交叉口的车辆运行、站台上客等需求,同时保证与其他城市交通方式协调发展,合理地处理乘客交通组织问题。道岔的布设在满足转向功能的前提下,应尽量便于行人和乘客安全通行。上述内容与相对封闭的地铁相比在设计上存在明显的不同,需要针对有轨电车技术特点和运行特性进行交通设计。

3 设计内容

有轨电车采用开放性的道路路面布线,其运行

收稿日期: 2012-03-26 修回日期: 2012-04-17

作者简介: 李凯,男,工程师,从事城市交通规划及轨道交通行车组织研究,likaiiakil@163.com

效率受机动车、非机动车和行人等常规城市交通元素的制约。因此,应当合理利用路面资源,协调有轨电车车道与社会车辆车道之间的关系,尽量减少有轨电车与其他车辆的冲突,保证乘客和过街行人通过的便捷性和安全性,从而实现道路车辆的有序和顺畅运行。

有轨电车的运行路径可分为区间线路和停靠站点两大空间,笔者从交通运行的角度分析有轨电车线路在现状道路上的车道、站台布置形式以及沿线交叉口道岔的选型,通过系统对比和分析,得出适用于有轨电车和其他交通方式运行的线站设计方案。相关设计内容如下:

- 1) 车道布置方式。分析各种布置方式的适用性和优缺点,从路段和交叉口两方面的交通组织确定线路布置方案。
- 2) 站台布置方式。分析岛式站台和侧式站台的适用性和优缺点,从相邻机动车车道的顺畅性和便捷性等方面确定布置方案。
- 3) 站台位置的选取。分析有轨电车与常规公交的异同,确定站点停靠位置。

4) 限界宽度的确定。根据有轨电车站间距较小的实际情况来分析区间限界与站点限界之间的关系,确定有利于有轨电车和其他交通方式运行的限界方案。

5) 在平面交叉口处的道岔选型。从交叉口行人过街与有轨电车站台上下客两方面统筹考虑,确定道岔形式。

4 车道布置方式的选取

有轨电车车道和站台在现状道路上的布置方式是现代有轨电车系统设计工作首先要考虑的问题,其布置方式受技术标准、项目用地、改造工程量 and 投资等因素的制约,同时也会直接影响到有轨电车的运营效果。

4.1 车道布置方式分类

有轨电车车道布置方式可分为路中式、双向同侧式(路侧式)和主路路侧式。布置方式直接影响到有轨电车的运营速度,不同的布置方式适用于不同的情况,具体设计时要根据实际情况灵活选用。

1) 路中式:有轨电车车道设置于道路中央,如图1所示。

2) 双向同侧式:指上下行的现代有轨电车置于道路同一侧,俗称“路侧式”,如图2所示。

3) 主路路侧式:电车车道设置于道路主路最外侧的两条车道上,如图3所示。



图1 路中式布置

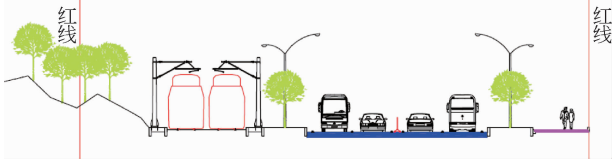


图2 双向同侧式(路侧式)布置

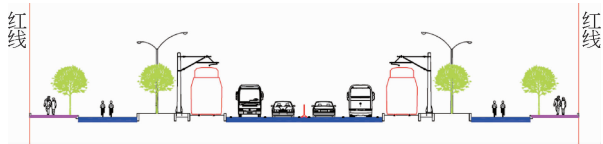


图3 主路路侧式布置

路中式适用范围广,不仅适用于快速路,利用现状道路的中央绿化带布置车道,还可以对电车车道两侧的绿化带进行适当加宽,以实现电车和机动车的有效隔离以及临时设站的功能,对道路的改造影响较小;路侧式布置方式适用于沿线道路是单行道或道路一侧是空地或山丘等情况;主路路侧式适用于城市快速路三块板形式,在隔离带较宽的条件下,可以考虑将电车车道置于主路外侧。

4.2 车道布置方式比较

有轨电车车道在路口的转换方式是制约现代有轨电车系统运营能力的重要因素。路中式在交叉口转向是由路中转至相交道路路中,较为便捷,路侧式在交叉口转向是由路侧转至相交道路路侧,与部分右转和左转流向车辆冲突。路侧式布置方式在交叉口需要专用相位,而采用路中式时,有轨电车可与同向社会车共用相位通过。

基于上述分析,建议有轨电车以路中式为主,车辆行驶在道路中央,在条件允许时保证其独立路权。各布置方式对比如表1。针对道路是单行道或道路一侧是空地或山脉等情况,可酌情考虑路侧式方案,但全线尽量减少交叉口转换造成的曲线行驶路径,交叉口处路中式转换至其他方式流线如图4~图6所示。

表 1 不同布置方式对道路环境影响的对比

项目	路中式	主路路侧式	双向同侧式
道路交通影响	便于交通组织,受到路侧或沿街单位的车辆出入影响小	受到沿街单位车辆进出干扰,相互影响大	路口处与同向右转车交织,相互影响大
乘客交通组织	路中的站台可以作为行人过街的安全岛,帮助行人二次过街	站台设置于主路两侧,与电车同向的客流进出站台方便,但异向客流很不方便	由于电车专用车道置于无交通产生的一侧,乘客进出站台不方便
以后道路改造	不影响	有影响	有影响

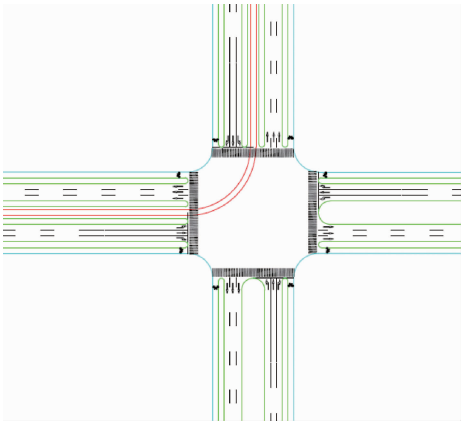


图 4 路中式-路中式转换方式

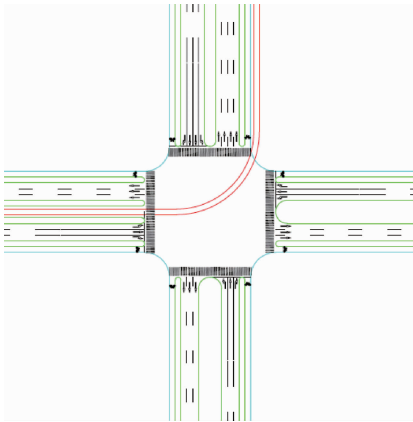


图 5 路中式-路侧式转换方式

5 站台布置方式的选取

5.1 站台布置方式分类

有轨电车站台布置方式可分为对位侧式站台、错位侧式站台和岛式站台,不同方式的占用面积不同,对有轨电车和相邻车道车辆运行效率也有一定影响。由于对位侧式站台占用道路资源过多,在平交路口处常

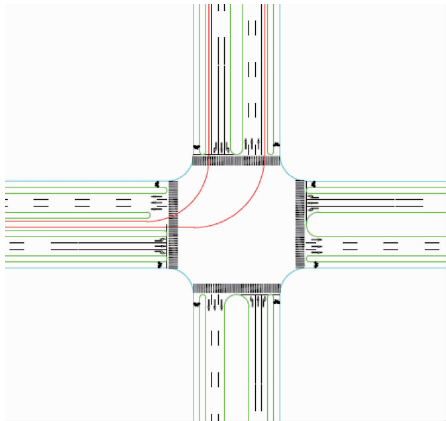


图 6 路中式-主路路侧式转换方式

见岛式站台和错位侧式站台。

1) 岛式站台:站台设置于双向行驶的有轨电车中央,上下行车辆共用同一站台(见图 7)。通常情况下,岛式站台的面积要大于侧式站台,但可以将 1 个大岛式站台拆分为 2 个小岛式站台,分置于平交路口的两侧,可有效解决占用道路资源的问题。

2) 错位侧式站台:站台设置于双向行驶的有轨电车外侧,上下行车辆不共用站台(见图 8)。

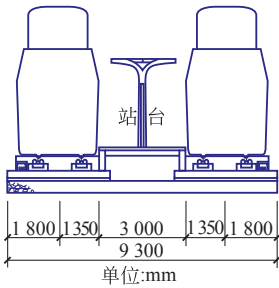


图 7 岛式站台

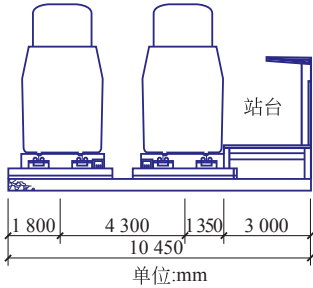


图 8 错位侧式站台

5.2 站台布置方式比较

岛式站台与错位侧式站台各具优缺点,以下从车辆运行、限界宽度和管理等角度对这两种布置方式进行对比。

1) 车辆运行的顺畅性和便捷性分析。

错位侧式站台布置形式需要平交路口的进口道在已经展宽一条车道的基础上,继续向外拓宽,这在用地紧张的城市已建成区,往往很难做到;而且错位侧式站台布置形式使得机动车道在交叉口进口道存在一定的横向位移,与出口车道不能一一对应,社会车辆呈曲线路径行驶,受干扰较大。岛式站台不存在上述两种问题,车道拓宽段圆缓,有轨电车和社会车辆行驶路径均较为顺畅和便捷,两种方式布置平面如图 9 ~ 图 10 所示。

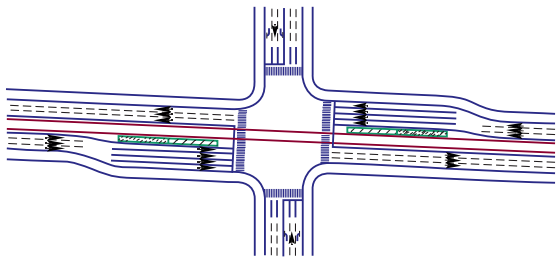


图9 错位侧式站台布设平面

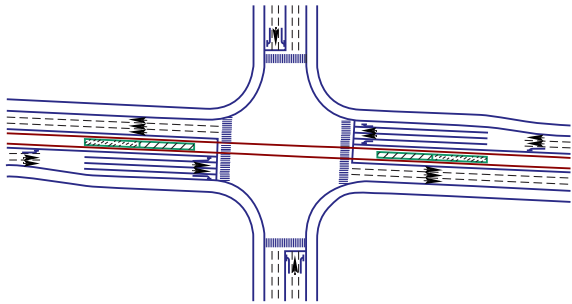


图10 岛式站台布设平面

2) 站台限界宽度的对比分析。

以沈阳市浑南新区有轨电车为例,在站台处,错位侧式站台限界宽度为 10.45 m,岛式站台限界宽度为 9.3 m,相比之下,岛式较侧式站台节省车道宽度 1.15 m。因此,错位侧式站台需要拓宽更多的道路空间,若受道路资源的影响,拓宽也将受到限制。

3) 站台乘客使用便捷性分析。

岛式站台较为集中,乘客中途折返比较方便,站台利用率高,可以分散人流,在上下行列列车不同时到达时,可互相调节。错位侧式站台乘客中途折返不便,管理不便,2 个站台利用率低,对客流不能调节。

从各种交通流在交叉口的运行角度分析,建议采用岛式站台布设,利于有轨电车和社会车辆的顺畅行驶,同时占用道路宽度小。针对乘客可能乘错方向的问题,可通过交通标示方式加强引导。

6 站台布设位置的选取

常规公交站台通常设置在交叉口出口道位置,尽量避免公交车在进口道处停车上下客,而妨碍其他社会车辆通过交叉口。与常规公交不同,有轨电车适合在进口道停车,这是由于有轨电车车道通常采用路中式布设,站台距交叉口距离较近,乘客需通过交叉口人行横道,向位于道路中央的车站聚集。有轨电车在路口等红灯的时间刚好是乘客上下车的时间,有利于保证乘客进出站的便捷性和安全性。如果在出口道设站,则不可避免出现在同一个交叉口二次停车问题。

有轨电车设有专用路权,因此停靠站对其他车辆不存在影响。基于上述分析,站台位置推荐布设在交叉口进口道位置。

7 区间限界与站点限界的关系

有轨电车区间限界和站台限界的宽度需求不同,以浑南新区有轨电车为例,区间限界的宽度需求为 7.9 m,站台限界的宽度需求为 9.3 m。若在区间段和站台处采用不同的宽度标准,可在一定程度上节省道路资源,但此部分资源往往不能得到有效利用,并因站间距、线路渐变段等因素对有轨电车和其他车辆行车不利,线形不流畅,行车存在障碍。为确定区间限界与站点限界之间的关系,有必要对有轨电车站间距进行研究。

有轨电车站间距通常取决于其功能定位,作为城市交通网的骨干交通方式,站间距保持在 800 m 左右。以浑南新区有轨电车 1 号线为例,在其站间距分布中,22 个站中有 9 个站的站间距为 550 ~ 650 m,平均站间距为 860 m。考虑有轨电车站台长度等因素,同时鉴于有轨电车站间距较小,限界宽度以有轨电车站点限界为准,保持区间限界和站点限界的宽度一致。从交通运行的角度分析,采用此限界方案可避免渐变等因素对行车线形的不利。

8 曲线道岔与直线道岔的选型

有轨电车在轨道上行驶,道岔选型尤为重要。在路口的交通工程设计过程中,除保证有轨电车顺利变轨外,还要考虑诸多常规交通元素与有轨电车和谐共存的问题。例如,车辆停止线要画在道岔区域以外,保证机动车停车不会妨碍道岔的扳动,但又不能停得太远,使司机看不到路口对面的信号灯。再如,斑马线要画在道岔区域以外,使得上下站台的旅客与过街的行人通过斑马线时,不会妨碍道岔的扳动,但应尽量靠近路口,以避免行人过街时无谓地绕行。

通过多种功能的协调设计,使不同子系统在其适应的范围内发挥特有的优势,从而实现资源的最有效利用和交通系统整体服务水平的提高^[5]。因此,笔者从交叉口范围的大小和乘客组织两方面分析交叉口出道岔的选型。

由于有轨电车身通常在 60 m 左右,在交叉口转向处最小半径为 50 m,道岔形式决定了交叉口站台的位置、人行横道的位置,以及进出站乘客的步行路径。直线道岔与曲线道岔最为明显的区别是,使用直线道岔的交叉口比使用曲线道岔的交叉口路口范围要大很

多。从社会车辆司机的角度出发,观察路口对面的信号灯会更困难;从行人的角度出发,将造成斑马线位置距交叉口过远,过街不便,容易出现行人违章。为避免上述问题,采用曲线道岔布置,可以有效地减少转向长度和交叉口范围,站台位置可适当前移,缩短了乘客步行的距离。

基于上述分析,为了保证乘客和行人过街的便捷性,建议在技术成熟的情况下,有轨电车在交叉口采用曲线道岔形式,实现过街设施和道岔布置的有效融合,交叉口组织形式对比如图 11 ~ 图 12 所示。

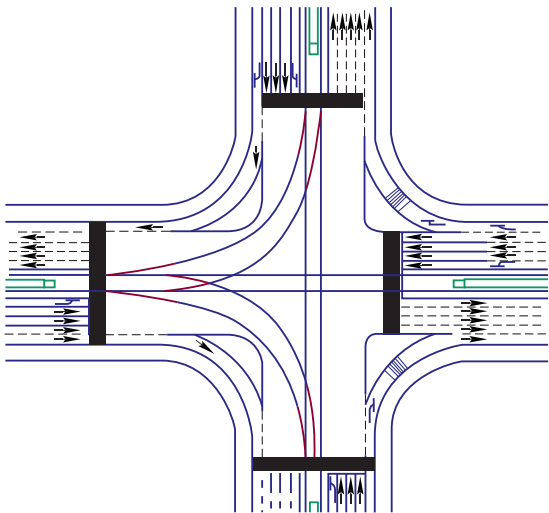


图 11 交叉口直线道岔平面

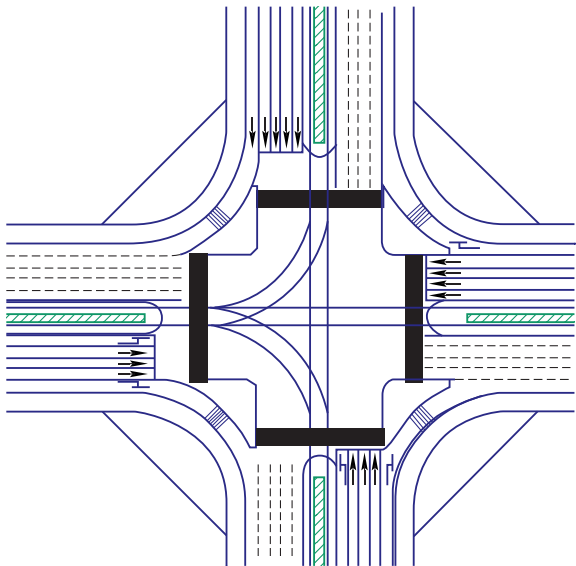


图 12 交叉口曲线道岔平面

9 结语

现代有轨电车节能环保,建设周期短,可实施性

强,具备一定的景观效应,正在被越来越多的城市所采用。在规划设计过程中,应结合各地的实际情况,充分发挥其技术特点和优势,做到技术先进性和经济合理性的统一,根据工程的现状条件和技术水平灵活确定线站设计方案。笔者希望从多种交通元素共存的角度出发、力图兼顾常规城市交通方式运行效率的设计思路,能为后续类似工程起到示范和指导作用,对城市发展和交通运输发展起到积极的影响。

参考文献

[1] 唐森,马韵. 现代有轨电车在城市区域内的适应性[J]. 上海交通大学学报,2011,8(45):71-75.
[2] 李际胜,姜传治. 有轨电车线站布置及交通组织设计[J]. 城市轨道交通研究,2007,10(5):38-41.
[3] 薛美根,杨立峰,程杰. 现代有轨电车主要特征与国内外发展研究[J]. 城市交通,2008,6(6):88-91.
[4] 高继宇. 现代有轨电车行车组织设计相关问题分析[J]. 科技信息,2011(32):653-654.
[5] 王伊丽. 现代有轨电车系统一体化交通协调发展研究[J]. 交通工程,2011,7(13):115-118.

(编辑:曹雪明)

Design of Lines and Stations for Modern Tramcar System as a Conventional Urban Transportation Mode

Li Kai Mao Liliang Zhang Hui Wang Zilei

(Beijing Urban Engineering Design and Research Institute Co., Ltd., Beijing 100037)

Abstract: With the background of reviving modern tramcars, this paper discusses the core concerns of line and station design for modern tramcars in the environment together with conventional urban transportation modes, including vehicles, bicycles and pedestrians. As a new means of transportation, the design standards should be explored and established to realize the coordinative development with other transportation means. Therefore, the applicability of line and station layout was analyzed, the clearance of lines and stations, and the selection of turnouts at intersections were compared systematically. According to the technical features, the project of the lines, stations layout and the intersection turnouts were designed to promote the development of conventional urban transportation means. The proposal will provide guidance to the follow-up projects.

Key words: modern tramcar; line design; station layout; clearance of lines; clearance at station; switch selection