

# 现代有轨电车地下车站方案设计

刘 稳<sup>1,2</sup>

(1. 中铁第四勘察设计院集团有限公司, 430063, 武汉; 2. 中铁四院集团新型轨道交通设计研究有限公司, 215009, 苏州//工程师)

**摘 要** 现代有轨电车地下车站在国内几无先例, 且无专门的规范和标准可循。若其设计套用城市轨道交通相关规范, 势必会增大车站规模、增加机电设备系统, 既不合理, 也不经济。以苏州市高新区有轨电车 1 号线延伸段地下车站的设计为例, 讨论了现代有轨电车地下车站的设置原则、建筑设计方案, 以及设计重点与难点。针对现代有轨电车系统的特性, 提出在保证运营安全和使用功能的前提下, 设置平交过轨通道、引入自然光、简化车站功能、缩小地下车站规模、增强车站的通透性及降低车站的安全隐患等建议。

**关键词** 现代有轨电车; 地下车站; 平交过轨; 消防设计

**中图分类号** U492.1<sup>+</sup>1; U482.1

DOI:10.16037/j.1007-869x.2020.06.020

## Design Plan of Modern Tram Underground Station

LIU Wen

**Abstract** Due to the rare precedents of modern tram underground stations in China, there are no special norms and standards to follow. The design of modern tram underground station applying the relevant regulations of urban rail transit will inevitably increase the scale of station civil construction, the mechanical and electrical equipment system, therefore is neither reasonable nor economical. Based on the tram underground station design on the Line 1 extension in Suzhou High-tech Zone, the station setting principle, architectural design scheme, the major and difficult design issues are discussed. According to the characteristics of modern tram system, and under the premise of ensuring the safety of operation and the functions, corresponding suggestions are proposed, such as the setting of level crossing channels, introducing the natural light and simplifying station functions, reducing the station size and increasing its permeability, in order to reduce the station safety hazards.

**Key words** modern tram; underground station; cross rail level crossing; fire protection design

**Author's address** China Railway Siyuan Survey and Design Group Co., Ltd., 430063, Wuhan, China

现代有轨电车是一种“依靠司机瞭望驾驶, 采用沿轨道行驶的电力牵引的低地板车辆, 并按地面公交模式组织运营的公共交通系统”<sup>[1]</sup>。其既属于中低运量城市轨道交通系统, 又属于大运量地面公共交通系统。

国内已运营的现代有轨电车线路大多以地面敷设为主, 部分线路在跨城市快速路、交通流量大的主干道及地面交通复杂节点时采用了跨线桥或下穿通道的方式。个别现代有轨电车线路设置了较长的高架段和地下段, 甚至采用了全封闭的独立路权<sup>[2]</sup>。当地下段线路较长且处于人口密集区或客流集散点时, 势必需在地下段设置站点。与地铁线路地下车站有完善的设计规范指导设计相比, 国内现代有轨电车地下车站几无先例, 且无正式的规范和标准可循。本文以苏州市高新区有轨电车 1 号线延伸段的地下车站设计为例, 对站点设置、建筑方案设计、技术重点与难点等提出了一些见解和建议, 以期后续类似项目的方案设计提供参考。

## 1 项目概况

苏州市高新区有轨电车 1 号线延伸段(西洋山站—龙康路站)沿太湖大道路中敷设, 长 7.57 km, 共设车站 9 座, 与 1 号线在龙康路站相衔接, 初期开通站点 4 座。该线既是高新区东西向的公共交通骨干线路, 也是通往太湖的特色旅游线路。为了减小对沿线区域内重要市政道路的影响, 该线突破性地设计了长 1.3 km(分两段设置)的地下线及 3 座地下车站。该线于 2018 年 4 月通车运营, 也是我国目前开通运营的现代有轨电车中首例采用较长的地下区段。该线的线路走向示意图如图 1 所示。

## 2 地下车站的设置原则

现代有轨电车线路的敷设应根据城市总体规划、工程地质和环境气候等因素因地制宜地选定, 并



图1 苏州市高新区有轨电车1号线延伸段线路走向图

应以地面线为主,在人口密集区和城市建成区的特殊路段可局部采用高架线或地下线<sup>[3]</sup>。现代有轨电车在局部节点采用地下线,主要是为了将线路与行人及其它地面交通分层剥离,从而保障现代有轨电车的运营效率与安全,减少对地面其它交通方式的影响。现代有轨电车站点是车辆停靠、乘客集散和乘降的场所,与道路公交站点类似。为节省工程投资、方便乘客进出站,现代有轨电车应尽量将站点设置在地面段线路范围内,避开地下段线路。当地下段线路长度较长且处于人口密集区或人流集散点时,可结合地下段设置站点。如奥地利格拉茨市的交通枢纽总站,为了方便现代有轨电车与国际铁路车站间的换乘、缓解铁路站前广场附近交叉路口的压力、提升地面交通及步行网络的使用效率,将现代有轨电车线路由路中地面绕到铁路站前广场地下,并设置了地下站点<sup>[4]</sup>。

现代有轨电车线路的最大纵坡不超过6%<sup>[5]</sup>,

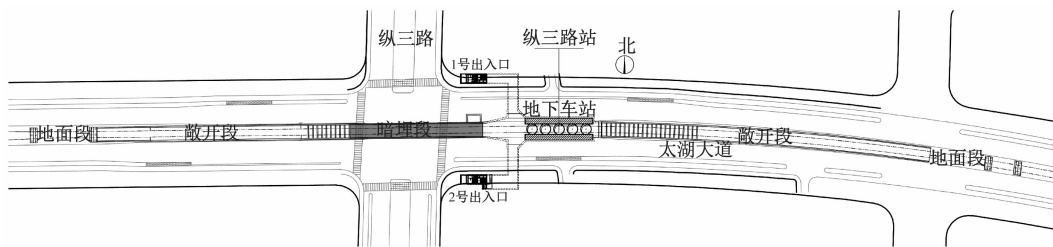


图2 地下车站纵三路站总平面图

### 3.2 建筑功能布局

纵三路站设置为地下一层侧式站,以保证线路线形顺直,减小区间隧道断面宽度。站台计算长度45 m(按远期7模块列车长度设置),站台净宽3.5 m。车站尽量浅埋,覆土厚度满足结构顶板上翻梁高度和十字路口下方过路管线的需求。轨面至车站结构顶板底净空4.35 m,满足车辆限界及接触网安装要求。在站台一端设置人行地道与轨道平交,供乘客进出站及过街。站台与轨面之间高差为0.3

考虑到车辆性能折减,在设计时一般取5%作为极限坡度值。地下段轨面至结构顶板净高取4.5 m,结合覆土厚度、结构顶板尺寸、下穿控制区范围长度等因素,单处节点地下段长度最小约为300 m。现代有轨电车的站间距一般为500~1 000 m<sup>[6]</sup>,如客流集散点刚好在地下段线路两端,则应避开地下段设站;如客流集散点刚好在地下段范围之内,则可结合地下段设置地下站。苏州市高新区有轨电车1号线延伸段采用地下段线路,其原因是线路要下穿区域内横向交通流量较大的十字路口,且十字路口周边的地块为高密度开发区和客流集散点,故结合地下段设置了地下车站。

## 3 地下车站建筑方案设计

### 3.1 总平面布置

以该线的纵三路站为例介绍地下站点的总平面布置。如图2所示,该线敷设于太湖大道中央绿化带内,沿东西向走行,下穿纵三路。太湖大道和纵三路皆为城市主干道,且太湖大道为高新区东西向的景观大道。纵三路站结合地下段线路设置在十字路口的东侧。在车站主体西端设置了人行地道下穿太湖大道,与线路十字平交,太湖大道南北两侧各设一个人行地道出入口。太湖大道路中为13 m宽的景观绿化带,设计方案在车站主体上方绿化带内设置了5个圆形采光井。

m,人行地道地面与轨面平齐,在站台端头与人行地道之间设置无障碍坡道连接,人行地道南侧的出入口设有一部无障碍电梯,以满足行动不便人群(老人、孕妇、提重物者、残疾人等)无障碍进出站和过街的需求。纵三路站的平面布置如图3 a)所示,横剖面图如图3 b)所示。

### 3.3 建筑空间设计

纵三路站主体为地下一层框架结构。车站范围内不设立柱,顶板结构梁上翻于覆土内。车站内

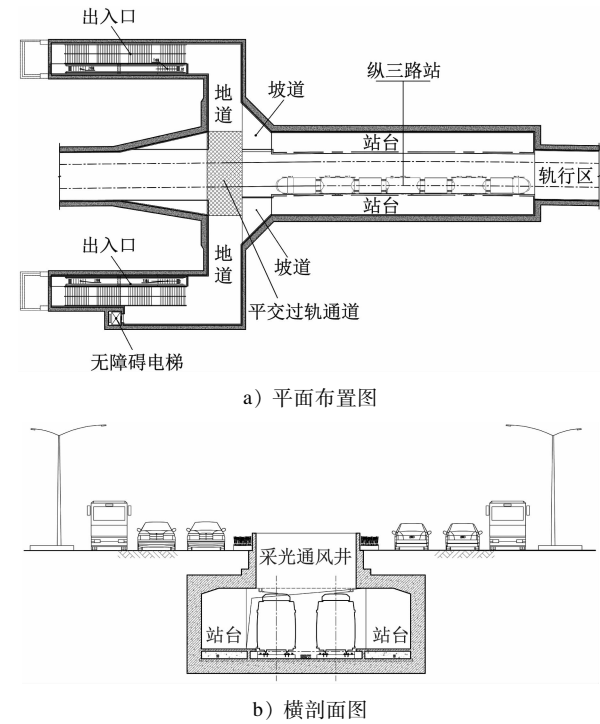


图3 纵三路站平剖面图

部空间开敞,视线通透。在站台长度范围内轨行区上方顶板处设有5个连续的圆形采光通风井,用以满足自然通风及排烟的要求。站内无需设置机械送排风系统和设备用房,不仅节能环保、安全舒适,还节省了运营维护成本。

采光通风井借鉴了苏州园林艺术的框景手法,在视觉上把地下空间与地上空间进行渗透和融合,将天空、阳光、绿化景观、风霜雨露、新鲜空气等元素引入地下车站,改善了地下空间的封闭感和不适感<sup>[7]</sup>。同时,投射到站内的光线随光照角度的变化可呈现变幻莫测的光影效果,增强了车站内部空间的艺术性和趣味性。车站实景如图4所示。

## 4 地下车站设计的重点和难点

### 4.1 设置平交过轨通道

地铁运量大,行车速度和密度都很高,只有采用全封闭型的线路才能保证列车的高通过能力及行车安全,进而保证乘客安全和乘车舒适度<sup>[8]</sup>。因此,地铁地下一层侧式车站连接两侧站台的过轨通道一般设置于轨道下方,与线路立交。而现代有轨电车属于地面轨道交通运输系统,线路相对开放,主要依靠司机目视行车,其运行模式与道路公交相似。与地铁相比,现代有轨电车系统运能低、行车间隔长,高峰时段车站的上下车客流量小。地铁站



图4 地下车站纵三路站实景

台距离轨面的高度为1.1 m左右,而现代有轨电车站台距离轨面的高度为0.3 m左右。现代有轨电车在地面设站时一般以平面形式进出站和过街为主,多采用开放式无人值守车站。现代有轨电车在进站前会减速,即便不设置平交道,也无法阻止乘客穿越轨行区到达对侧站台或过街。因此,堵不如疏,在现代有轨电车地下站设置平交过轨通道是有条件且可行的。表1列出了现代有轨电车地下车站和地铁地下一层侧式站采用设置过轨通道方式时相关控制因素的对比情况。

表1 现代有轨电车地下车站与地铁地下一层侧式车站比较

项目	现代有轨电车(100%低地板)地下车站	地铁地下一层侧式车站
乘客过轨方式	与轨道平交	与轨道立交
站台面距轨顶面高度/mm	300	1 080(A型车) 1 050(B型车)
路权	半独立路权	全独立路权
售检票制式	车上售检票	车下售检票
是否划分付费区和非付费区	否	是
是否设置设备与管理用房	否	是
是否有人值守	否	是
是否设置站台门	否	大多设置
是否有人防需求	否	是
行车间隔	一般较长	一般较短
线路运能	中低运量	大运量
高峰时段车站的上下车客流量	小	大
站台计算长度/m	<50	≥80

相比现代有轨电车的地面线路,地下线路较封闭,视线不通透,司机行车及乘客过轨的视距均受到限制。该线在设计时采取了以下应对措施:



比,提高通风排烟效率;②通风井宜开设在轨行区上方,其正投影不宜侵入站台范围。当通风井开设在站台正上方时,应采取防雨水措施;③通风井宜结合地面景观绿化设置,做到安全、隐蔽、美观。

#### 4.2.2.3 消防给水与灭火

地铁相关规范规定:地下车站应设消火栓给水系统。建筑设计防火规范规定:体积大于  $5\,000\text{ m}^3$  的车站应设置室内消火栓系统<sup>[11]</sup>。该线车站主体空间的体积远小于  $5\,000\text{ m}^3$ ,车站轨行区为半敞开式的非封闭空间,且地下建筑采用不燃材料,无可燃物,故该线不设置室内消火栓,利用车站周边  $150\text{ m}$  范围内的市政消火栓对车站进行防护。

该线车站灭火器的配置和数量按现行 GB 50140—2005《建筑灭火器配置设计规范》的要求计算确定,并按严重危险级配置手提式灭火器。

#### 4.2.2.4 火灾自动报警系统

地铁相关规范规定:全封闭运行的城市轨道交通车站应设置火灾自动报警系统,但对于现代有轨电车未作强制规定,可在具体设计时确定<sup>[12]</sup>。该线地下车站顶部设有采光通风井,可界定为半敞开式车站,且满足了自然通风及自然排烟条件,未设置机械防排烟系统,故该线的地下车站未设置火灾自动报警系统。

### 4.3 排水沟和电缆通道

该线轨道结构高  $0.5\text{ m}$ ,站台面比轨顶面高  $0.3\text{ m}$ 。站台板架空设置于车站结构底板上,在结构底板上纵向设置一道短墙来支撑站台板,以保证站台板面与车辆地板面平齐。支撑站台板的短墙距离站台边缘  $0.5\text{ m}$ ,与轨行区硬化铺装之间的站台板下悬挑空间形成车站范围内的排水沟。车站排水沟与区间排水沟贯通,保证雨天从采光通风井落进车站内的雨水可即时排走。短墙支撑与车站主体结构侧墙之间的站台板下空间可形成电缆通道,并与区间电缆通道贯通。可利用站台板下空间设计隐蔽的排水沟和电缆通道(见图7),以保障车站的功能性和美观性。

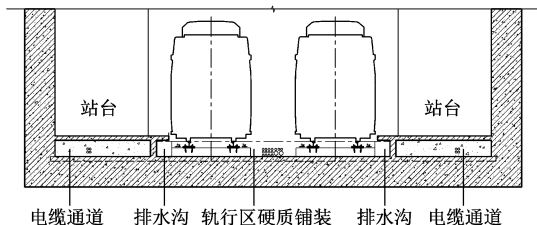


图7 纵三路站排水沟和电缆通道示意图

## 5 结语

国内现代有轨电车的规划与建设方兴未艾,为提高局部线路的运营效率,采用地下敷设的方案会越来越多。应结合工程实际,充分论证现代有轨电车地下设站的必要性。若必须设置地下车站时,应针对现代有轨电车系统开放式运营、车上售检票、车站无人值守、客流量小、行车间隔长、低地板短编组等特点,尽量将车站浅埋,采用开敞或半开敞式设计,引入自然光并满足自然通风及排烟的条件。此外,可设置平交轨通道,以简化消防系统,缩小车站规模。这样,既可创造舒适安全的乘车环境,又可降低工程投资,节省运营维护成本。

## 参考文献

- [1] 上海市住房和城乡建设管理委员会. 有轨电车工程设计规范:DG/TJ 08-2213—2016 [S]. 上海:同济大学出版社, 2016:2.
- [2] 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 2017[R]. 北京:中国城市轨道交通协会现代有轨电车分会, 2017.
- [3] 江苏省住房和城乡建设厅,江苏省土木建筑学会城市轨道交通建设专业委员会. 现代有轨电车工程技术指南[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 2017:68.
- [4] Zechner & Zechner 事务所. 奥地利格拉茨交通枢纽总站[J]. 赵丹,译. 城市建筑, 2013(5):102.
- [5] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 低地板有轨电车车辆通用技术条件:CG/T 417—2012 [S]. 北京:中国标准出版社, 2012:3.
- [6] 宋嘉雯. 有轨电车运营模式与运输能力研究[J]. 都市快轨交通, 2014, 27(2):108.
- [7] 张勤,邓艺梅. 地铁公共艺术设计整合脉络[J]. 都市快轨交通, 2017, 30(5):34.
- [8] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 地铁设计规范:GB 50157—2013 [S]. 北京:中国建筑工业出版社, 2013:330.
- [9] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 城市公共交通分类标准:CJJ/T 114—2007 [S]. 北京:中国建筑工业出版社, 2007:2.
- [10] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 城市轨道交通工程项目建设标准:建标 104—2008 [S]. 北京:中国计划出版社, 2008:107.
- [11] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑设计防火规范:GB 50016—2014 [S]. 北京:中国计划出版社, 2014:113.
- [12] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 城市轨道交通技术规范:GB 50490—2009 [S]. 北京:中国建筑工业出版社, 2009:29.

(收稿日期:2018-09-16)