

现代有轨电车车辆段站场总平面布置方法

石 宏

(中铁第四勘察设计院集团有限公司,430063,武汉//工程师)

**摘 要** 从设计思路、影响因素和总平面布置结构型式三个关键环节对现代有轨电车车辆段站场总平面布置方法展开研究,分析了总平面布置中各专业系统的工作流程,以及车辆段选址、车辆段配属车数、车辆工艺和生产办公用房需求等影响因素对总平面布置的影响,对站场总平面布置结构型式和适应性进行了归纳和分析。提出了现代有轨电车配属车数估算方法,归纳总结了现代有轨电车站场总平面布置的工作流程和6种通用结构型式。针对现代有轨电车车辆段站场总平面布置的关键问题,提供了有效可行的解决方法。  
**关键词** 现代有轨电车;车辆段;站场;总平面布置;结构型式

**中图分类号** U279.1;U482.1  
**DOI:**10.16037/j.1007-869x.2019.03.035

Study on the General Layout of Vehicle Yard for Modern Tram Depot

SHI Hong

**Abstract** The general layout of modern tram depot yard is firstly studied from 3 key links of the design idea, influencing factors and general layout structure. Then, the work flow of each professional system, the influence of relevant factors, such as the depot location, the allocated vehicle number, the demands of vehicle technology and production office room on the general layout are analyzed. On this basis, the general layout structure and adaptability are summarized, an estimation method of the allocated vehicle number is put forward, and finally the working process of the general layout and 6 types of general tram depot layout structure are summarized. Effective and feasible solutions are provided for the key problems related to the general layout of modern tram depot.

**Key words** modern tram; depot; vehicle yard; general layout; structural style

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

现代有轨电车车辆段是停放车辆以及承担车辆运用管理及整备保养、检查、定修或架修任务的基本生产单位。车辆段站场总平面布置关系到有

轨电车工程总体方案稳定,影响车辆段占地和工程投资,是车辆段其他专业系统开展工作的前提和基础。

1 车辆段站场总平面布置思路

现代有轨电车站场总平面布置的目的是合理布局车辆段内停车列检库、检修库、洗车铰轮库、综合楼、物资总库等生产办公房屋,以及道路、围墙等辅助工程,以满足车辆出入段、洗车、停放、检修等工艺作业和人员办公的功能需求。实际工程项目中,车辆段站场总平面布置主要涉及线路、客流、行车组织、车辆、工艺等专业。根据各专业的工作流程和内容,以及设计输入和输出关系,现代有轨电车车辆段站场总平面布置思路如图1所示。

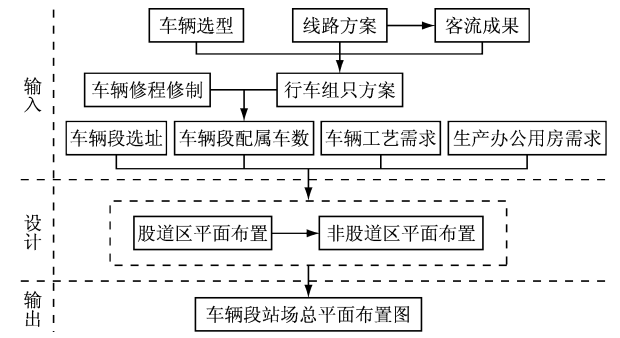


图1 现代有轨电车车辆段站场总平面布置思路

2 车辆段站场总平面布置影响因素

在开展站场总平面布置前,需要明确车辆段选址、车辆段配属车数、车辆工艺和生产办公用房需求等边界条件,以稳定站场总平面设计的输入条件。

2.1 车辆段选址

(1) 选址用地规模。车辆段选址涉及用地规模较大,是现代有轨电车工程项目决策的重要组成部分。选址用地规模直接关系到站场总平面的稳定,是站场总平面设计的前提和基础。在实际项目设计过程中,选址用地存在设计方、业主方和政府方

等各方意见的权衡和博弈。

(2) 选址周边控制因素。车辆段选址周边控制因素主要包括河流、电力高压走廊、铁路、高速公路等控制因素。车辆段总图布置应尽量避免与上述控制因素在空间上的冲突,以减少管线迁改和道路、铁路改移改线,提高车辆段站场总平面布置方案的可实施性。

(3) 选址长宽比例协调。车辆段选址应具备足够的长度和宽度以满足总图布置需要。选址长度直接制约试车线长度能否满足咽喉布置、洗车工艺和出入线纵断面条件等要求;选址宽度影响运用库与检修库间的相互布置关系,进而影响车辆段内作业工艺。

(4) 选址与正线相对位置关系。一般选址位于线路中部时,总平面布置宜采用“八”字接轨,以满足车辆往起终点方向收发车及洗车等工艺要求;选址位于起终点附近时,需考虑顺向接轨或逆向接轨对总平面布置的影响。

## 2.2 车辆段配属车数

车辆段配属车数是站场总平面布置最重要的输入资料,直接决定站场总平面设计工作能否开展。配属车数受线路、客流资料、车辆选型、行车组织方案和车辆修程修制等因素共同影响。在项目前期研究阶段,由于客流预测专题可能存在滞后性,在此条件下可采用预估法估算车辆段配属车数,其方法步骤如下:

(1) 步骤1 计算运用车数  $N_1$ ,其计算公式为:

$$N_1 = \frac{60L}{vf} \times 2 + m \quad (1)$$

式中:

$L$ ——线路长度,km;

$v$ ——车辆运行速度,km/h;

$f$ ——线路的发车频率,min/对;

$m$ ——处于折返状态的车辆数,本文取2。

根据目前各城市开通有轨电车的运行情况<sup>[1]</sup>, $v$ 通常为20~30 km/h。有轨电车旅行速度受线路交叉路口数量、站间距、信号控制策略、路权方式等因素的制约。考虑到远期预留车站的开通会导致站间距变小,以及交叉口交通流量随设计年度不断增大的影响,一般区间和交叉口有轨电车远期旅行速度较初、近期较低,且不宜低于常规公交。通常远期旅行速度可按20~23 km/h取值; $f$ 根据实际有轨电车项目设计取值<sup>[2]</sup>,远期发车间隔为2.5~

5.0 min。由于目前有轨电车线路平交路口普遍较多,交叉口延误时间存在不确定性,同时考虑远期线路服务水平的影响,线路远期发车频率可按3 min/对取值。

(2) 步骤2 计算检修、备用车数  $N_2$ ,其计算公式为:

$$N_2 = K \times N_1 \quad (2)$$

式中:

$K$ ——检备率,该值为检修车、备用车之和与运用车的比值。

根据文献[3], $K$ 一般按15%~25%进行取值,远期一般取20%;根据文献[4], $K$ 一般按10%~15%进行取值;考虑到项目前期设计包容性、旅行速度实际偏差影响,以及地方差异性,远期 $K$ 可按20%进行取值。

(3) 步骤3 计算配属车数  $N$ ,其计算公式为:

$$N = N_1 + N_2 \quad (3)$$

以苏州有轨电车2号线工程为例,该线路全长18.157 km,设置车辆段一处,车辆编组方案按照远期5/7模块混合运营方式<sup>[5]</sup>。根据车辆段设计规模,远期配属车辆规模总计42辆。根据上述估算方法,考虑2号线工程高架段长度约6.9 km,独立路权优势明显,远期运行速度按23 km/h取值考虑,计算得到 $N$ 为41辆,误差率约为2.4%,估算精度较高。

## 2.3 车辆工艺和生产办公用房需求

### 2.3.1 车辆工艺

车辆工艺主要影响车辆段股道区库外线路的布置和连接,对股道库房在段内的分布也产生直接影响。一般情况下,车辆段的工艺主要由车辆运用作业流程和车辆检修作业流程构成。

(1) 车辆运用作业的一般流程为:入段→洗车→停车或列检→出段。根据洗车作业方式或运用库布置形式的不同,洗车库可选择布置于出入线、运用库或走行线一侧。

(2) 根据车辆段检修功能的差异,车辆段可分为定修段和大架修段。其周检/月检作业流程一般为:送车入库→周检/月检→交车;定修或大架修作业流程一般为:送车入库→定修/大架修→静调→动调→交车<sup>[6]</sup>。根据定修或大架修的作业流程,为满足检修结束后上试车线动态调试的工艺流程,在允许的条件下,试车线应尽量靠近检修库一侧布置,以避免车辆上线试车过程中切割出入线对车辆

运用作业产生干扰。在送车入库过程中,站场咽喉布置应设置牵出线以满足车辆从运用库进入检修库的转线作业需求。

2.3.2 生产办公用房需求

车辆段生产办公用房主要影响车辆段非股道区的平面布置。非股道区的建筑单体布置过程中应遵循集中布置原则,同时考虑功能分区的需求,有条件的情况下股道区与办公区可采用物理设施隔离。通常情况下,物资总库宜靠近检修库进行布置,以减小备品配件的搬运距离;变电所应靠近用电负荷中心;综合楼宜靠近周边市政道路;污水处理站宜靠近段址常年主导风向的下风向位置,且尽量布置于夹角地块内,以节省用地。

3 车辆段站场总平面布置型式选择

在条件较好的情况下,站场中的运用库和检修库及其咽喉区域约占车辆段红线面积的40%,生产办公用房区域约占20%,其他股道功能库房及其线

路约占12%,段内道路、围墙、绿化、场坪边坡等辅助工程约占28%。在用地紧张的条件下,运用库和检修库及其咽喉区域用地占比将会更高。因此,站场总平面布置的关键在于处理协调好运用库和检修库在段址内的相互布置关系,以及咽喉区线路布置和连接关系。

3.1 平面布置通用型式

现代有轨电车站场总平面布置与地铁有较多类似之处,如地铁车辆段常用的横列式、纵列式和倒装式布置型式,在有轨电车车辆段中仍然适用。同时,有轨电车车辆段具有道岔选型灵活的特点,段内可采用3#道岔、6#道岔、梯形道岔、双Y道岔等道岔型式,且车场线最小曲线半径可达25 m,咽喉区布置更加丰富灵活,为运用库与检修库的布置关系提供更多设计思路。根据目前国内工程案例,现代有轨电车车辆段站场总平面通用结构型式如图2所示。

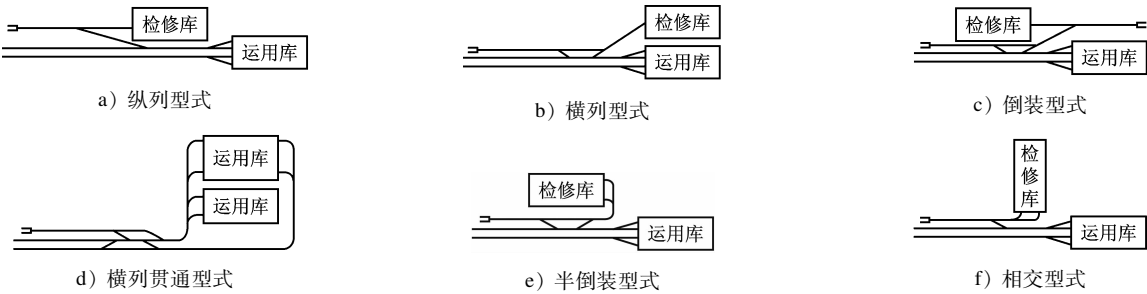


图2 现代有轨电车车辆段站场总平面通用布置型式

3.2 平面布置主要影响因素分析

上述现代有轨电车车辆段站场总平面布置通用结构型式各有特点和适用条件,因此需结合车辆

段用地形状、道岔型号、工艺要求等因素综合选择。各种型式适应性分析如表1所示。

表1 现代有轨电车车辆段站场总平面布置通用型式的特点分析<sup>[8]</sup>

结构型式	地块形状	道岔类型	工艺特点	工程应用
纵列型式	长方形	6 <sup>#</sup> ,3 <sup>#</sup>	检修距离长,运用库有贯通条件	武汉东西湖河岭车辆段
横列型式	长方形	6 <sup>#</sup> ,3 <sup>#</sup>	工艺顺畅,运用库有贯通条件	沈阳浑南新城车辆段
倒装型式	长方形、长条形	6 <sup>#</sup> ,3 <sup>#</sup>	调车作业进路不顺畅,运用库有贯通条件	合肥大溪地车辆段
横列贯通型式	正方形	3 <sup>#</sup> ,梯形	贯通式洗车,运用库贯通	佛山环岛车辆段
半倒装型式	长方形	3 <sup>#</sup> ,梯形	咽喉紧凑,运用库有贯通条件	东湖高新区刘芳车辆段
相交型式	凸多边形	3 <sup>#</sup> ,梯形	咽喉紧凑,运用库有贯通条件	武汉蔡甸大集车辆段

3.2.1 地块形状对平面布置的影响

车辆段站场总平面布置中,地块形状一般包括

长方形、长条形(狭长形)、正方形和凸多边形等类型。

(1) 长方形地块。这类地块条件最优,长宽比例协调,在长度和宽度条件上较富余,可适应纵列型式、横列型式、倒装型式和半倒装型式等的要求。

(2) 长条形地块。这类地块为狭长形地块,主要指其长度和宽度随地块断面变化而变化,且地块最大长度过长、最大宽度过窄的地块。这类地块一般长宽比不协调且不固定,通常需要采取功能库房拆分与重新组合、增加每线停车列位数、拉长运用库与检修库的距离形成哑铃型布置等措施,来保证站场总平面对地块的适应性,该地块一般较多应用于倒装结构形式中。

(3) 正方形地块。这类地块一般长度与宽度接近,由于地块长度受限,通常运用库、检修库、洗车库并列布置,且运用库采用贯通形式,以满足洗车→停车或列检的工艺要求,一般横列贯通型式对正方形地块的适应性较好。

(4) 凸多边形地块。这类地块一般表现为地块的不规则性,该地块站场总平面图中的运用库与检修库轴线呈一定的夹角,适用于相交结构形式中。

### 3.2.2 道岔型号对平面布置的影响

道岔的道岔角和导曲线半径对咽喉线路的连接产生重要影响,从而影响到咽喉区与检修库、运用库之间的相互关系。例如,6<sup>#</sup>道岔角度较小,其咽喉呈梭形结构,导曲线半径为 50 m,且其咽喉轴线很难与运用库或检修库保持垂直关系,因此上述横列贯通型式、半倒装型式和相交型式较难适应 6<sup>#</sup>道岔选型。3<sup>#</sup>道岔或梯形道岔由于导曲线半径为 25 m,半径较小,且道岔角度较大,能有效缩短咽喉长度,以及能够满足运用库贯通布置需求。特别地,梯形道岔与横列贯通的组合型式能够有效发挥现代有轨电车车辆段占地节省的特点<sup>[7]</sup>。

### 3.2.3 工艺要求对平面布置的影响

(上接第 77 页)

## 4 结论

(1) 当列车采用变制动率进站的方案时,在极限情况下,可缩短站后的安全防护距离,适应土建建设的客观条件,降低土建建设成本。

(2) 采用变制动率进站的方案,在终端安全防护距离一定时,可提高进站效率,同时在考虑效率、旅客舒适度的平衡时,可在速度较低时选用更为平滑的固定制动率进站,此时速度曲线更为平滑,提

在实际工程中,工艺对站场结构型式的要求主要表现在洗车工艺(如贯通式洗车、往复式洗车或尽端式洗车),运用库是否贯通布置,以及调车作业进路是否顺畅等方面。

## 4 结语

本文从工程实际出发,总结了现代有轨电车车辆段站场总平面布置的工作思路,分析了相关影响因素与总平面布置的作用关系,归纳了 6 种通用的总平面布置型式,并从地块形状、道岔类型和工艺特点对各种型式进行了适应性分析,为现代有轨电车车辆段站场总平面布置提供了设计思路和方法。

## 参考文献

- [1] 张海军,李红雨,胡军红.现代有轨电车旅行速度计算与分析[J].城市轨道交通研究,2017(9):45.
- [2] 张海军,胡军红,杨敏,等.现代有轨电车最小发车间隔及相关指标研究[J].南京工业大学学报(自然科学版),2016(3):107.
- [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部,中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.地铁设计规范:GB 50157—2013[S].北京:中国建筑工业出版社,2013:335-336.
- [4] 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,2016:160-161.
- [5] 中铁第四勘察设计院集团有限公司.苏州高新区有轨电车 2 号线工程初步设计修编[R].武汉:中铁第四勘察设计院集团有限公司,2016.
- [6] 姚幸.有轨电车与地铁的车辆段比较[J].城市轨道交通研究,2015(7):133.
- [7] 魏笑楠.青岛现代有轨电车梳子型道岔技术[J].都市快轨交通,2017(6):123.
- [8] 邱海波.佛山南海有轨电车车辆基地总图关键要点研究[J].铁道标准设计,2016(6):160.

(收稿日期:2018-03-01)

高了旅客舒适度。

## 参考文献

- [1] 宋云.移动闭塞中安全距离的分析[J].铁路通信信号工程技术,2009,6(3):45.
- [2] 陈微,邹仕顺,辛骥.基于移动闭塞的列车追踪及其安全性分析[J].铁道通信信号,2009,45(4):18.
- [3] 龙安宝.轨道交通移动闭塞安全距离的仿真研究[J].城市轨道交通研究,2012,15(6):49.

(收稿日期:2017-04-28)