

智能虚拟轨道交通车辆基地总平面布置方案研究

占俊

(中铁第四勘察设计院集团有限公司,430063,武汉//第一作者,工程师)

**摘要** 基于智能虚拟轨道交通车辆特点,以韶关市智能虚拟轨道交通工程为研究背景,研究智能虚拟轨道交通车辆基地的工艺布置形式和总平面方案布置特点。为有效保障智能虚拟轨道交通车辆安全高效运营,探索了其车辆基地总平面布置新方案和新思路,以最大化集约利用土地资源。研究成果可为智能虚拟轨道交通后续车辆基地工程设计提供参考和借鉴。

**关键词** 智能虚拟轨道交通;车辆基地;经济效益

**中图分类号** U239.5

**DOI:**10.16037/j.1007-869x.2020.09.016

Research on General Layout Scheme of Intelligent Virtual Rail Transit Vehicle Depot

ZHAN Jun

**Abstract** Based on the characteristics of intelligent virtual rail transit vehicle, Shaoguan intelligent virtual rail transit engineering is taken as the research background, the process layout of the intelligent virtual rail transit vehicle depot master plan and the general layout characteristics are studied. To effectively guarantee the safe and efficient operation of intelligent rail transit vehicle, new schemes and ideas for the general layout of the vehicle depot are explored to maximize the intensive use of land resources. The research results can provide reference for the design of intelligent virtual rail transit vehicle depot engineering in the future.

**Key words** intelligent virtual rail transit; vehicle depot; economic benefit

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

智能虚拟轨道交通(以下简称“智轨交通”)作为世界首创的新型路面公共交通系统,是一种采用虚拟轨迹跟随、高效电传动技术的全新轨道交通运输系统;其为非钢轮钢轨制式虚拟轨道交通,地面无钢轨约束,具有线路适应性强、土建成本低、设计周期短等优势。作为新一代中运量的轨道交通制

式,智轨交通应用前景广阔,国内诸多城市正在进行相关调研和工程应用研究。

智轨交通工程尚无相关规范,目前国内智轨交通工程应用设计中主要参考有轨电车工程相关规范和设计经验。本研究主要依托韶关智轨交通快运系统工程,依据《现代有轨电车车辆基地设计规范》和相关地方规范标准,对智轨交通工程车辆基地总图设计和布置进行探讨,增强智轨交通车辆基地工艺设计技术储备,为后续智轨交通相关工程提供参考和借鉴。

1 智轨交通车辆概述

1.1 车辆主要特点

根据国内实际工程应用调研结果,结合现行有轨电车的技术标准,暂定智轨交通车辆主要技术参数如表1所示。

表1 智轨交通车辆主要技术参数

参数	数值
3 模块长度/mm	≤32 000
车体宽度(地板面处)/mm	2 650
车辆高度(落弓后)/mm	≤3 400
客室地板面高度/mm	≤350
最高运行速度/(km/h)	70
平均加速度(0~70 km/h)/(m/s <sup>2</sup> )	≥0.7
最大紧急制动减速度/(m/s <sup>2</sup> )	≥2.8
最小转弯半径/m	15
最大爬坡能力/%	10
轴重/t	≤9

1.2 车辆编组形式

图1为模块编组车轴示意图。车辆编组:3模块编组,2动1拖。编组形式: = Mc1 + Tp + Mc2 = 。

\* 中铁第四勘察设计院集团有限公司科研课题(2018K060)

其中:Mc 为带司机室动车;Tp 为拖车模块;= 为车钩;+ 为铰接装置。

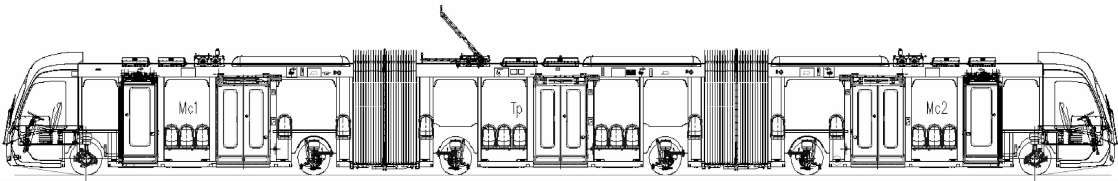


图1 模块车辆编组示意图

2 智轨交通车辆基地设计

2.1 车辆基地功能定位

根据韶关市智轨交通线网规划,韶关市智轨交通线网远期共规划 9 条线路,总里程约 176 km。本次研究范围为 T2 线首期工程,首期工程长约 14.376 km,设站 18 座,平均站间距为 850 m;在线路中部规划设置车辆基地一处。T2 线车辆基地功能定位为定修车辆基地,其配属车辆大架修任务考虑由产业制造厂来承担。

2.2 车辆修程修制确定

鉴于本工程为新型虚拟轨道交通系统,暂无相关运营经验和工程应用设计规范。本工程车辆检修制度和周期暂参考有轨电车系统。本次研究参考《现代有轨电车车辆基地设计规范》修程及检修周期表,如表 2 所示。

表 2 智轨交通车辆修程及检修周期表

类别	检修种类	检修周期		检修时间/d
		里程/万 km	时间/年	
定期检修	大修	90.00	10.00	35.0
	架修	45.00	5.00	20.0
	定修	9.00	1.00	7.0
日常维修	三月检	2.25	0.25	2.0
	双周检	0.50	0.04	0.50

2.3 车辆运用检修工作量及基地设计规模

根据 T2 线初、近、远期行车交路及运用车数计算所得本线配属车数初、近、远期分别为 17 列(3 模块)、34 列(3 模块)、67 列(5 模块)。T2 线配属车数全年检修工作量计算结果如表 3 所示。

T2 线车辆基地设计规模如表 4 所示。

3 智轨交通车辆基地总图方案研究

3.1 车辆基地选址现状及场坪标高分析

结合上位规划资料并实地踏勘,曲江车辆基地选址位于马坝大道曲江水泥厂站东侧,呈南北向布

表 3 T2 线全年检修工作量表

修程	年工作量/列		计算列位/(列/d)	
	近期	远期	近期	远期
大修	3.34	6.67	0.51	1.02
架修	3.34	6.67	0.29	0.58
定修	26.68	53.36	0.89	1.79
三月检	100.05	200.10	0.96	1.91
周检	678.12	1 356.23	1.62	3.24

表 4 T2 线车辆基地设计规模表

修程	设计列位/列	
	近期	远期
大架修		
定修	1	2
临修	1	1
周检/三月检	3	6
停车列检	30	60

注:T2 线全部车辆大架修任务由智轨产业制造厂来承担

置,选址北侧紧邻南韶高速,选址地块占地面积约 12.31 ha,选址内总拆迁面积约 10 974 m<sup>2</sup>,大部分为民房。选址现状为物流用地和工业用地等,段内有 110 kV 高压线走廊,为选址控制因素;选址规划用地性质为批发市场用地。选址范围内地势高差较大,场地标高分布在 83.49 ~ 116.24 m 之间,北侧高南侧低。曲江车辆基地选址现状及规划如图 2 所示。

场坪标高的确定需考虑场址百年洪水位(或内涝水位),还要考虑与周边地块和道路的竖向关系的协调,以及场址土石方工程量等因素的影响。根据收集的水文资料及相关地形图数据,确定场坪标高。曲江车辆基地周边地势及标高如图 3 所示。

根据图 3 分析曲江车辆基地周边地势如下:西侧正线设计标高为 82.26 ~ 95.817 m,现状道路标高为 82.64 ~ 97.83 m;场地南侧地势较为平坦,分布在 85.13 ~ 94.62 m;东侧和北侧地势起伏较大,

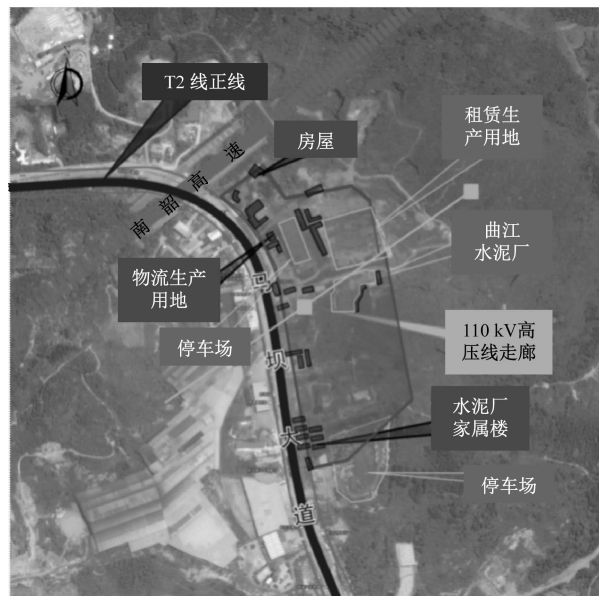
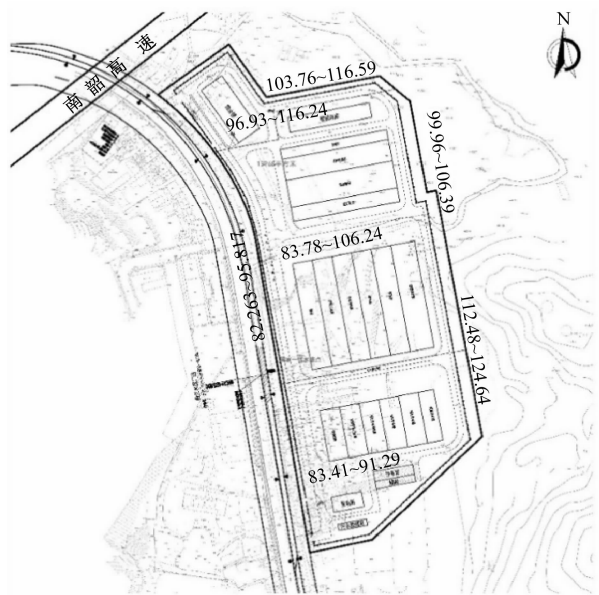


图2 曲江车辆基地选址现状示意图



单位:m

图3 曲江车辆基地选址周边地势及规划标高分析

东侧标高分布在 99.96 ~ 124.64 m, 北侧标高分布在 103.76 ~ 116.59 m; 场地内部地势变化较大, 整体呈现北高南低, 其中南侧标高分布在 83.41 ~ 91.29 m, 中间标高为 83.78 ~ 106.84 m, 北侧标高为 96.93 ~ 116.24 m。

综上所述, 曲江车辆基地西侧正线南北高差约 13 m, 段内南北高差约 33 m, 选址地块地势起伏较大, 为方便车辆基地出入场线与正线相接, 综合考虑现状用地条件和工程投资预算, 结合智轨交通车辆为胶轮车辆, 具有爬坡能力强、转弯半径小等特

点, 本文进行了两个总平面布置方案的比选。方案一车辆基地内错层布置, 分别设定 98 m、93 m、86 m 共计 3 个场坪标高。方案二将车辆基地的场坪标高设为 93 m。

### 3.2 总图设计

#### 3.2.1 车辆基地总平面布置方案

结合曲江车辆基地的选址位置、用地形状、用地范围及站段关系, 综合考虑车辆基地设计规模, 节约土地资源, 减少工程投资等因素, 根据车辆基地周边地势高差分析, 充分利用现状地形与周边道路的标高关系, 进行了 2 个总平面布置方案的比选。

方案一: 如图 4 所示, 采用纵列式布置, 靠近马坝大道设置 2 个出入口, 检修库位于段址北侧, 停车库位于段址中部和南侧, 其中段址中部为近期实施工程, 段址南侧为远期实施工程, 均采用尽端式布置。车辆基地内检修库断面由北向南依次布置换轮库、周月检修库、定临修库和辅助车间。段内中部运用库自西向东依次布置辅跨、停车列检线和预留停车列检线; 段内南侧运用库全部为预留停车列检线。检修库北侧布置物资总库, 西北角布置综合楼。洗车库布置于段内南侧, 采用贯通式作业。污水处理站和变电站均布置于洗车库西侧。段内中部停车列检线按 1 线 2 列位设置, 共设 21 条 42 列位, 其中东侧 5 条为远期预留停车列检线, 线间距为 5 m; 段内南侧停车列检线按 1 线 1 列位设置, 共设 19 条 19 列位, 全部为远期预留, 线间距为 5 m; 设周月检线 3 条, 按 1 线 2 列位设置, 线间距为 7 m; 定临修库内设置临修线 1 条, 定修线 3 条, 线间距为 7 m。段内设置 7 m 宽主干道, 并设置两个出入口与西侧马坝大道衔接。

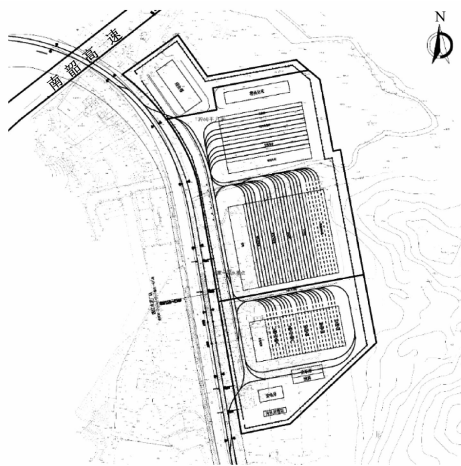


图4 总平面布置方案一

方案二:如图5所示,采用纵列式布置,靠近马坝大道设置2个出入口,检修库位于段内北侧,采用尽端式布置,停车库位于段内南侧,其中西侧3个库

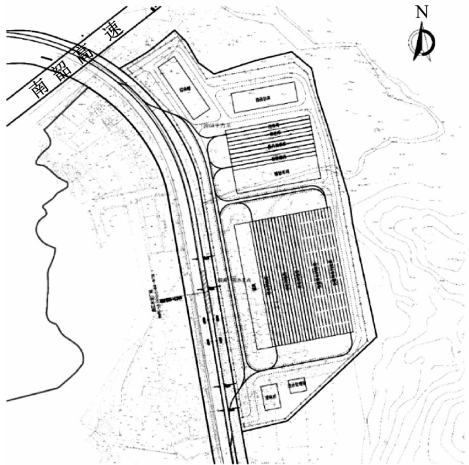


图5 总平面布置方案二

为近期实施工程,东侧2个库为远期实施工程,采用贯通式布置,检修库轴线与运用库轴线呈90°相交。车辆基地内检修库断面由北向南依次布置洗车库、换轮库、周月检修库、定临修库和辅助车间。停车库自西向东依次布置辅跨、停车列检库和预留停车列库。检修库北侧布置物资总库,段内西北角布置综合楼。污水处理站和变电站布置于段内南侧。停车列检线按1线3列位设置,共设21条63列位,其中东侧9条27列位为远期预留停车列检线,线间距为5m;周月检线按1线2列位设置,共设3条6列位,线间距为7m;定临修库内设临修线1条,定修线2条,线间距为7m。段内设置7m宽主干道,并设置两处出入口与西侧马坝大道衔接

方案比选:从占地面积、总平面布置、场坪标高、工程投资等方面对两个方案进行了比较分析,如表5所示。

表5 选址方案比较表

因素	方案一	方案二
占地面积/hm <sup>2</sup>	12.31	12.08
总平面布置	预留停车列检棚相对独立布置,利于地块整体预留,洗车、换轮库布置于入段线路上,作业工艺流程畅	预留停车列检棚与近期实施停车列检棚并列整体布置,采用1线3列位贯通式布置,洗车、换轮库与检修库合并布置,洗车、换轮工艺较差
场坪标高	考虑与周边道路的竖向关系协调,减少土石方工程量,在段内根据地形变化,采用错层布置,分别设置了98m、93m和86m共计3个场坪标高	受制于段内库房平面位置相对关系,段内无法进行错层布置,段内采用统一场坪标高93m
工程投资	预留工程用地相对独立,减少预留工程近期投资,段内采用错层布置,节约大量土石方工程,土石方量约为387 522.9 m <sup>3</sup>	预留停车列检棚与近期实施停车列检棚并列布置,部分土建工程需提前实施,段内采用统一场坪标高,土石方量约为483 145.8 m <sup>3</sup>

综上分析,方案二选址占地面积较方案一小,段内设置统一场坪标高,有利于工程实施,但其土石方量较大,且方案二洗车、换轮作业工艺较差;方案一较方案二占地多约0.23 ha,但其段内工艺条件较好,库房布置有利于错层布置,减少土石方工程,节省工程投资。综合考虑总平面工艺、工程投资等因素,本次研究推荐采用方案一。

3.2.2 总平面布置设计关键要点

1) 虚拟轨道及库线长度设计。采用智能虚拟轨道跟踪技术,消除传统钢轮钢轨的物理制约,实现车辆基地轨道虚拟化,保证车辆运用和检修的高效率,库前咽喉区采用梳行轨迹线路进出库,有效压缩了库前咽喉区长度和宽度,集约高效利用有限的车辆基地土地资源。参考规范进行智轨交通车辆运用库库线长度计算:列车车长为49 m,但存在

不确定性,最长不超过51 m。考虑停车误差及一定余量,检查地沟长度为54 m,定临修库为1线1列位,检查地沟前后距离检修库内墙均为6 m,据此长度计算为54 m+6 m+6 m=66 m。

2) 场坪标高和挡墙设计。充分利用智轨交通车辆的爬坡能力,结合实际既有地形标高的条件将车辆基地三个区域按不同标高错层布置,综合楼办公生活区地面标高控制为98 m,运用库与联合车库均采用尽端式布置控制地面标高为93 m,远期预留停车列检库、洗车库、污水处理站和变电所等生产房屋区域控制地面标高为86 m,如图6所示。在车辆基地三个标高区域的分界处增加挡土墙设施,不同标高区域贯通通过坡道相连,实现智轨车辆基地总平面错层布置。

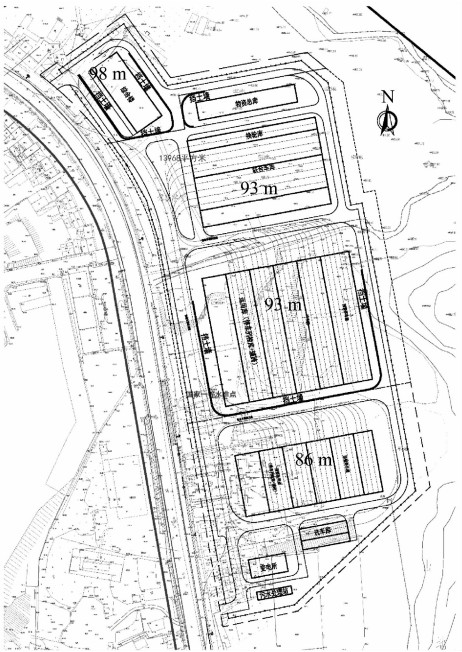


图6 车辆基地总图错层和挡土墙布置设计

4 技术经济指标

车辆基地主要技术经济指标如表6所示。

表6 主要技术经济指标表

序号	项目	数量			
		初期	近期	远期	
1	配属车数/列	17/0	34/0	0/67	
2	设计规模/列位	定修	1	1	2
		临修	1	1	1
		周月检	3	3	6
		停车列检	30	30	60
3	土石方量/m <sup>3</sup>	387 523			
4	拆迁房屋面积/m <sup>2</sup>	10 974			
5	新建房屋面积/m <sup>2</sup>	36 865			
6	用地面积/ha	12. 31			

注：\*/ \* 分子为3模块车辆数,分母为5模块车辆数

5 结语

本文研究适用于智轨交通车辆基地工程的总平面布置方案,实现了智轨交通车辆基地工程在选

址用地地形标高受限条件下,车辆基地总平面错层布置;实现了车辆检修库、运用库和场区生活区的错层分布,有效降低车辆基地工程土石方量;采用智能虚拟轨道跟踪技术,消除传统钢轮钢轨的物理制约,实现智轨车辆基地轨道虚拟化,保证车辆运用和检修的高效率,库前咽喉区采用梳行轨迹线路进出库,有效压缩了库前咽喉区长度和宽度,提高了车辆基地工程土地利用率。相对于既有物理钢轮钢轨车辆用地情况,本方案可减少车辆基地占地面积约20%,具有较大的社会及经济效益。

参考文献

[1] 舒冬. 苏州有轨电车通安车辆段总平面布置分析[J]. 现代城市轨道交通, 2017(12): 47.

[2] 邱海波. 佛山南海有轨电车辆基地总图关键要点研究[J]. 铁道标准设计, 2016(6): 160.

[3] 丁静波. 现代有轨电车系统轨道工程关键技术分析[J]. 铁道标准设计, 2015(8): 1.

[4] 张雄, 李剑虹. 论地铁车辆基地试车线的功能及设计要求[J]. 铁道工程学报, 2008(6): 101.

[5] 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 [M]. 上海: 同济大学出版社, 2016.

[6] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 城市轻轨交通铰接车辆通用技术条件: GB/T 23431—2009 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.

[7] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 地铁限界标准: CJJ 96—2003 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2003.

[8] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 城市轨道交通结构抗震设计规范: GB 50909—2014 [M]. 北京: 中国标准出版社, 2014.

[9] 马士江. 上海市新城现代有轨电车发展思考——以松江新城为例[J]. 交通与运输(学术版), 2015(1): 182.

[10] 许斯河. 因地制宜有序健康发展有轨电车交通[J]. 城市轨道交通研究, 2018(5): 134.

[11] 王惠凤. 现代有轨电车折返线布置形式及长度研究[J]. 城市轨道交通研究, 2017(4): 90.

[12] 石宏. ART 车辆段总平面设计技术特点分析[J]. 现代城市轨道交通, 2018(12): 36.

[13] CORNET N, 李依庆, 华凌晨. 现代化有轨电车系统在中国城市的发展前景[J]. 现代城市轨道交通, 2008(6): 60.

(收稿日期: 2018-11-19)