

Research on Underframe Equipment Layout and Mounting Way of Urban Railway Transit Vehicle

Yunxia Xiao, Feng Jiang

CRRC Qingdao Sifang Co., Ltd., Qingdao Shandong
Email: yunxiaxiao1216@163.com

Received: Mar. 7th, 2018; accepted: Mar. 21st, 2018; published: Mar. 28th, 2018

Abstract

Underframe equipment layout and mounting way are different for different types of urban railway transit vehicles. This paper introduces the general requirements for underframe equipment layout and the layout of subway, suspended monorail, straddle monorail and low floor vehicle, and describes several equipment mounting ways of different material carbody, analyzes characteristics of different mounting way, and also summarizes the general requirements for equipment mounting way design.

Keywords

Urban Railway Vehicle, Equipment Layout, Equipment Mounting Way, Suspension Below, Suspension Above

城市轨道交通车辆车下设备布置与安装浅论

肖云霞, 姜 丰

中车青岛四方机车车辆股份有限公司, 山东 青岛
Email: yunxiaxiao1216@163.com

收稿日期: 2018年3月7日; 录用日期: 2018年3月21日; 发布日期: 2018年3月28日

摘 要

不同型式的城市轨道交通车辆的车下设备布置、安装方式各异, 文章介绍了车下设备布置的总体要求及地铁、悬挂式及跨座式单轨、低地板车辆的车下设备布置位置; 并细述了不同材质车体的几种设备安装

方式, 分析了不同安装方式的特点, 总结了安装设计的共同要求。

关键词

城轨车辆, 设备布置, 设备安装, 吊挂, 托挂

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 概述

当下城市轨道交通车辆种类较多, 如地铁及轻轨车辆、低地板车辆、悬挂式及跨座式单轨车辆等[1], 而其车下设备的布置位置、安装方式各异。不论何种车辆, 均应秉承将设备安全、均衡、维护性好、轻量化、模块化地布置安装在车体上的原则。值得说明的是, 本文所述的车下设备是指VVVF箱、电阻制动箱、SIV箱等电气牵引与辅助系统设备, 及风源系统与制动系统的相关设备, 包括相关管、线及线槽等。其中悬挂式单轨与低地板车因其轨道、转向架及车辆构造的特殊性, 二者的“车下”设备布置在车体顶部外侧。

2. 设备布置

设备的布置位置由整车均衡、便于检修维护、配管配线经济合理、车体构造、转向架限界及轨道等诸多因素决定, 不论何种城轨交通系统车辆, 均须在方案设计阶段综合考虑以达设备布置最优。

2.1. 设备布置总体要求

1) 整车均衡: 车下设备以外的车辆设备一般对称布置, 如座椅、门、窗等, 故调整整车重量均衡的任务由车下设备布置完成。以头车为例, 其因司机室的存在, 故较中间车而言, 一位端的重量比二位端大, 故其车下设备布置时应考虑将较重的设备向靠近二位端布置。再如受电弓车, 若一辆车上对称布置两个受电弓则已, 若仅在靠近某一端车顶布置一个受电弓, 则一般通过在靠近另一端布置较重的车下设备来调节。经过不断调整, 一般需保证轴重差比率小于2%, 轮重差比率小于4%。

2) 限界: 车下设备布置须同时保证不超车下设备限界和不进入转向架限制区。其中, 前者一般根据业主提供的线路、轨道参数等计算而来, 而后者由转向架和车体的极限相对位置关系而定, 须充分注意并核实设备、管、线与转向架间等所有的活动部位之间的安全间隙。

3) 合理性: 有关联的设备应遵循“相近原则”, 如蓄电池箱与蓄电池充电机之间不应距离太远, 以方便二者之间配线。又如空压机与干燥器、风缸, 其相对位置也应充分考虑配管的经济合理性。同时, 须保证各设备之间预留足够的配线、配管空间。此外, 车下设备布置及高、低压线缆布线须充分考虑电磁兼容问题。

4) 良好的维护性、安装工艺性、操作性: 设备检修维护时的拆装空间、扭力扳手的操作空间及箱盖打开空间等须在设备布置设计阶段充分考虑。同时, 应注意车体的固有部件(如空调排水口、脚踏等)与设备及其维护空间之间的相对位置关系以避免干涉。此外, 塞门、阀等在车辆运行时需操作的设备, 应具有有良好的易接近性, 并符合人机工程学原理。设备铭牌、警示标识等应齐全并易于观察。

5) 模块化: 设备的模块化意义重大, 其一, 通过散件集成的方式, 可大大提高总装的效率; 其二,

可以使得车下设备布置更加集中、有序, 有效降低设计时的设备布置难度; 此外, 可以对模块单独进行振动和气密性试验, 以有效保证可靠性。所以, 在设备布置设计初期, 应充分考虑设备的可模块化性, 制定出合理的模块化方案。以车下制动设备为例, 其主要模块化方向为: 风缸阀架模块、制动控制装置模块、升弓模块及制动阀类模块等。

2.2. 不同城轨车辆的设备布置

地铁的设备布置在车体下方, 因其一般在地下运行, 且速度相对于高铁、城际车等较低, 故一般不设置裙板, 如图 1 所示。

韩城悬挂式单轨是目前国内唯一的将用于载客运行的签约订单项目, 其牵引及辅助、风源设备布置于车体顶部外侧, 车体采用中空铝合金挤压型材, 车顶板型材自带“C 型滑槽”, 设备安装在车体两侧和车顶布置的滑槽上, 如图 2 所示。与悬挂式单轨相似, 低地板车辆的大多数设备也布置在车体顶部外侧, 因其车下的设备布置空间十分有限, 如图 3 所示。

为有效减轻车辆自重, 跨座式单轨车辆的车体一般由铝合金大断面挤压型材及板材组焊而成[2], 并一般设置裙板。由于轨道梁占据了车下接近一半的设备布置空间, 故车下设备采用“分层布置”的形式, 其中较大较重的设备一般直接或通过过渡支架栓结在车体底架下部集成的“C 型滑槽”下方, 而较小较轻的设备则安装在车体下部两侧的车下设备安装用铝骨架上, 如图 4 所示。

3. 设备安装

3.1. 常用的车下设备安装方式

城轨车下设备的安装方式趋于多样化, 一般分为吊挂和托挂两种, 其与车体材质、设备重量及设备是否会产生有源振动等密切相关。其中, 重型设备一般通过多点紧固与设置二次防脱等方式来保证安全; 有源设备则通过设置减振橡胶堆安装座等非刚性连接来衰减振动, 以减小对安装结构强度的影响, 同时有效避免设备的振动传递给车体, 进而影响列车运行平稳性和旅客乘坐舒适度[3] [4] [5]。

若合同或技术规范无特殊要求, 不锈钢车体常用的安装方式是通过在车体底架横梁、纵梁上设置开孔, 将设备直接或通过过渡支架栓结在横梁、纵梁下方, 是为吊挂, 如图 5 所示, 代表线路有北京 8、14、16 号线、青岛 2、11 号线、香港市区线等。也有如巴西圣保罗的 CAF 线、ROTEM 线, 车体材质分别为不锈钢和碳钢, 其采用在车体底架下方设置托座, 设备托挂其上的方式, 如图 6 所示。

若车体材质为铝合金, 则设备一般直接吊挂或通过过渡支架托挂在车体地板铝型材下部自带“C 型滑槽”下方, 如图 7 所示, 例如石家庄 3 号线、郑州 1 号线等采用该方式; 悬挂式单轨车的“C 型滑槽”在车顶板型材上, 其设备安装如图 8 所示; 亦有诸如成都 6、7、10 号线, 不通过滑槽而采用边梁托挂, 即将设备先进行模块化集成, 再栓结在车体边梁型材预制的托挂点处, 如图 9 所示。此外, 有的项目如青岛 3 号线、重庆 5 号线、广州 4、5、6 号线等, 其首先在底架“C 型滑槽”下方安装“帽型梁”, 再将设备吊挂在“帽型梁”下方, 如图 10 所示。

3.2. 安装方式对比分析

吊挂式设备安装结构简单, 与托挂式相比, 无需在底架上另外设置设备托座, 有利于结构轻量化, 但一般需在安装孔附近的梁上焊接补强板来改善受力情况, 特别是重大设备, 一般还需设置二次防脱结构。此外, 吊挂式也存在如下不足: 受底架横、纵梁和“C 型滑槽”安装平面高度偏差的影响, 可能使同一设备的不同螺栓受力不很均匀, 易造成螺栓松动或断裂; 设备吊挂位置受底架横、纵梁和“C 型滑槽”位置的影响; 更换设备紧固螺栓时需配备升降设备。

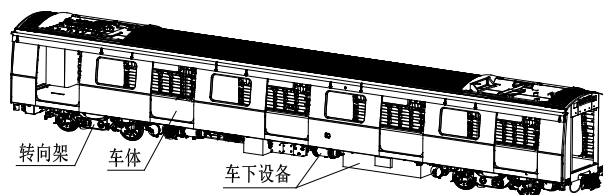


Figure 1. Schematic diagram of underframe equipment layout for subway
图 1. 地铁车下设备布置示意图

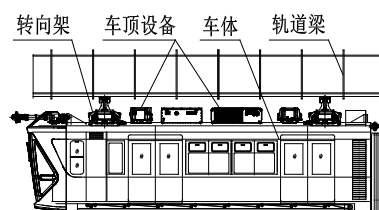


Figure 2. Schematic diagram of roof equipment layout for suspended monorail
图 2. 悬挂式单轨车顶设备布置示意图

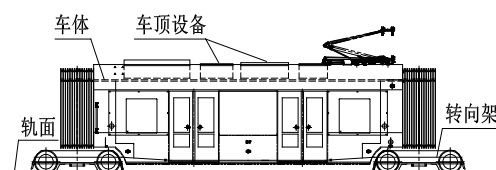


Figure 3. Schematic diagram of roof equipment layout for low floor vehicle
图 3. 低地板车辆车顶设备布置示意图

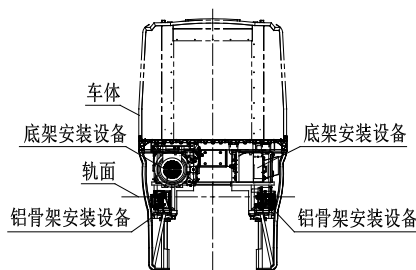


Figure 4. Schematic cross-section of the equipment under the straddle monorail
图 4. 跨座式单轨车下设备布置断面示意图

过渡支架吊挂式与直接吊挂式相比, 因为过渡支架高度可调, 故可使设备安装高度不受底架梁与滑槽下平面高度的影响, 有利于车下线、管的布置和安装; 便于实现设备模块化集成。但过渡支架的设置不利于结构轻量化。

托挂式设备安装除具备上述“过渡支架吊挂式”的优点之外, 还具有以下特点: 结构可靠性较高, 承载能力好; 安装、维护工艺性好, 即设备安装时, 升降设备只需将设备移送至安装托座上并调好位置即可离开, 更换螺栓时无需配备升降设备; 安装托座的设置不利于结构轻量化。

边梁托挂式通过将设备进行模块集成, 可改善安装、维护工艺性, 且设备托座标准化程度较高; 但因车体边梁两托挂点之间的横向跨度相对较大, 故在设计过程中, 需同时考虑轻量化与设备模块主梁的强度问题, 特别是重大设备。

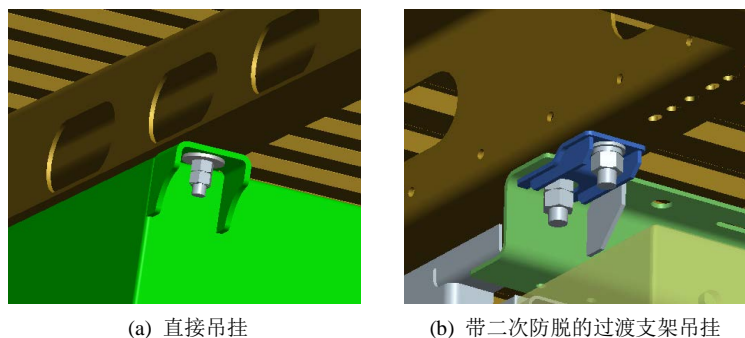


Figure 5. Schematic diagram of underframe equipment suspension below way for stainless steel carbody

图 5. 不锈钢车体车下设备吊挂示意图

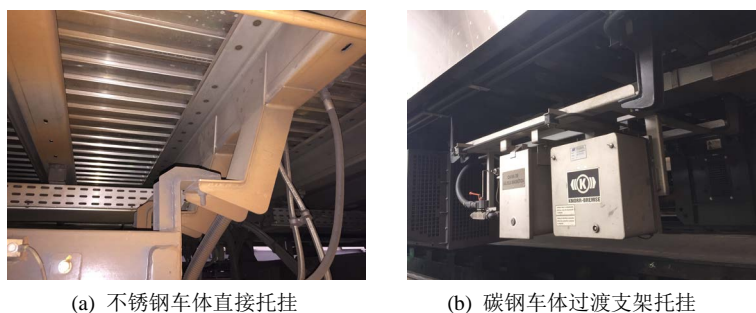


Figure 6. Schematic diagram of underframe equipment suspension above way for stainless steel/carbon steel carbody

图 6. 不锈钢/碳钢车体车下设备托挂示意图

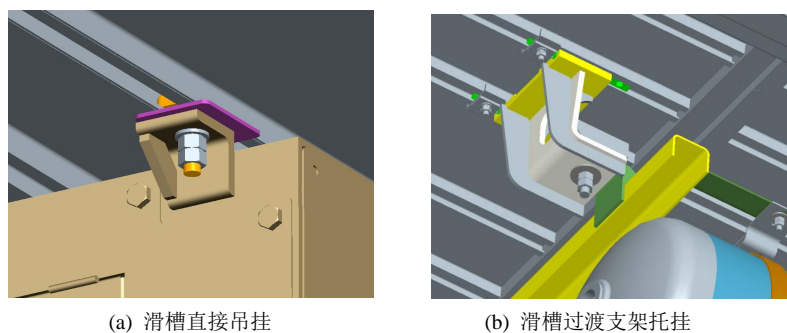


Figure 7. Schematic diagram of underframe equipment sliding chute mounting way for aluminum alloy carbody

图 7. 铝合金车体车下设备滑槽安装示意图

与设备直接或通过过渡支架吊挂在“C型滑槽”上相比,“帽型梁”间接安装可使车体底架受力状态更好,同时降低设备安装高度,有利于安装和维护;此外,该种结构预留了防寒材的安装空间,通过加装防寒材与次地板,可有效隔音降噪。缺点是结构重量有所增加。

综上所述,各类安装方式各有特点,孰优孰劣无法定论。项目合同或技术规范要求、车体材质、设备重量、设备是否会产生有源振动、模块化需要、整车结构轻量化需求及限界要求等均成为设备安装方式选择的影响因素,设计中需要综合考虑。无论选用哪种方式,均须同时考虑安装处车体本身的强度、过渡支架强度、车体与设备的连接强度及结构减振性,设计者们往往需要通过软件仿真分析及强度、疲劳试验等手段来获得设计依据与经验。

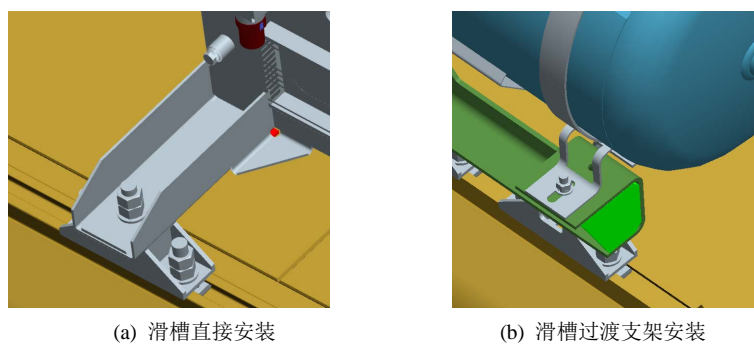


Figure 8. Schematic diagram of roof equipment sliding chute mounting way for suspended monorail

图 8. 悬挂式单轨车顶设备滑槽安装示意图

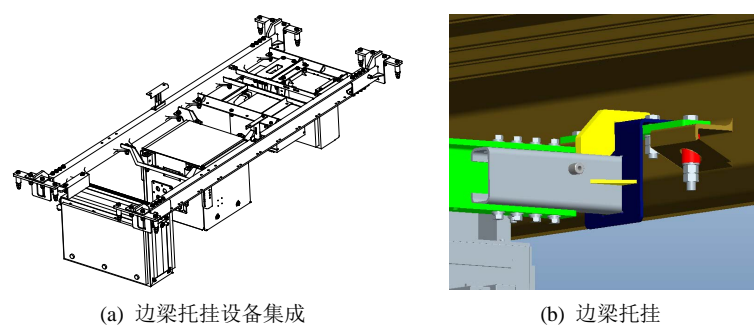


Figure 9. Schematic diagram of underframe equipment suspension above side beam way for aluminum alloy carbody

图 9. 铝合金车体车下设备边梁托挂示意图

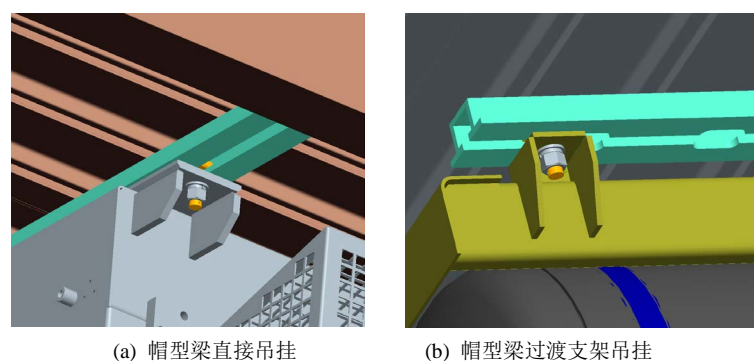


Figure 10. Schematic diagram of underframe equipment suspension below hat-section beam way for aluminum alloy carbody

图 10. 铝合金车体车下设备帽型梁吊挂示意图

3.3. 设备安装设计其他注意事项

车下设备安装设计过程中, 还应考虑以下事项: 设备支架须在保证强度的基础上尽量轻量化; 设备固定连接部位应尽量采用相同的金属材料连接以防止电化学腐蚀, 若不得不采用不同金属材料连接, 须采取有效措施进行预防; 所有带电设备均须通过车体和转向架可靠接地; 所有电气设备的外壳须具有符合标准要求的水密性、绝缘性、防尘性及耐锈蚀性; 电气设备的外部配线及固定用线夹、管夹等须具有符合标准要求的防火、耐火及防烟、防毒性。

参考文献

- [1] 周庆瑞, 金锋. 新型城市轨道交通[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2005.
- [2] 宫文平. 跨座式单轨车辆特点及国内外应用情况[J]. 国外铁道车辆, 2013(1): 5-7.
- [3] 徐凤妹, 劳世定. 客车车下设备吊挂方式的研究[J]. 铁道车辆, 2009(4): 12-14, 38.
- [4] 李根国, 范怀良, 丁峻宏. 列车车辆设备安装的过渡件结构优化和应用[J]. 计算机辅助工程, 2014(6): 54-59.
- [5] 邓海, 宫岛, 周劲松, 等. 高速列车车体下吊设备隔振设计及试验研究[J]. 城市轨道交通研究, 2015(2): 44-48.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2326-3431, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ojtt@hanspub.org