

18 m BRT 纯电动铰接客车设计方案

吴接聪

(厦门金龙联合汽车工业有限公司, 福建 厦门 361023)

摘要:简要说明 18 m BRT 纯电动铰接客车开发背景,详细介绍某 18 m BRT 纯电动铰接客车的设计方案,并对其进行相关性能分析。

关键词:纯电动铰接客车; 18 m BRT; 设计方案

中图分类号:U462.2

文献标志码:A

文章编号:1006-3331(2024)02-0011-04

Design Scheme of an 18-meter BRT Pure Electric Articulated Bus

WU Jiecong

(Xiamen King Long United Automotive Industry Co., Ltd., Xiamen 361023, China)

Abstract: This paper briefly describes the development background of an 18-meter BRT pure electric articulated buses, introduces the design scheme of an 18-meter BRT pure electric articulated bus in detail, and carries out its related performance analysis.

Key words: pure electric articulated bus; 18-meter BRT; design scheme

快速公交系统(BRT)以快速便捷、准时和运行安全等优势,在许多城市成为广大群众喜爱的交通工具。据统计,目前国内共有 30 多个城市运营(或在建)BRT,共设立有 160 多条 BRT 线路^[1]。在有 BRT 规划的城市中,具有大承载量、便捷性、稳定性、舒适性等优势的 18 m 铰接车有着更大的市场竞争力^[2]。当前关于纯电动铰接客车设计方案的研究并不多,本文以厦门 18 m BRT 纯电动铰接客车为例,简要说明其设计方案。

1 纯电动铰接客车布置方案

1.1 总体要求

厦门 BRT 原有 18 m 常规燃油铰接车 100 多辆,为响应节能环保政策要求,车辆将更换为纯电动车型。厦门 BRT 为智能站台,车辆总体布置上需有延续性。整车尺寸、乘客门位置等设计需匹配现有站台边界,保证车辆安全入站。

由燃油车型转变为纯电动车型,两者在结构及零

部件上差异较大,总布置设计时也需有延续性,同时还需考虑纯电动车与常规燃油车不同的制作工艺和客户使用便利性^[3]。

整车设计总体需求如下:采用直驱电机;整车尺寸(长×宽)为 18 000 mm×2 550 mm,高度小于 3 400 mm;右侧三开门状态;大承载量和大续驶里程;高运营效率。

1.2 电池布置

长续驶里程的车辆,可减少充电次数,提高运营效率,但需搭载更多的电池模组,导致电池成为布置难点。若电池布置不理想,则易造成整车的轴荷分配不合理,导致车辆转弯或转弯制动过程中出现侧滑和甩尾现象,影响车辆的行驶操稳性^[4]。

本文采用 12 箱电池,共 422.876 kW·h 电量,CCBC 工况^[5]续驶里程可达 444.2 km,满足城市客车续驶里程的国标要求。其中顶置 6 箱电池布置在中轴上方,底置 6 箱电池布置在后舱。此方案理论上可增大中、后轴的整备质量,实现更合理的整车质量分

收稿日期:2023-11-09。

第一作者:吴接聪(1987—),男,硕士;工程师;主要从事客车底盘总布置相关研究工作。E-mail:fjwuje@163.com。

配比,同时不占用车内空间,实现整车低地板、大载容量的优势。

该方案的座位数为 45 个,站立面积为 12.75 m^2 ,最大载客可达 140 人,载客数相当于 10.5 m 车型的 2 倍,符合 BRT 路线大载客量要求。

1.3 充电方式

纯电动城市客车到公交场站后,通常采用充电枪连接方式充电,该方式需车辆进站,人工操作插枪充电,充电方式较为繁琐、操作便利性差^[6]。对于追求高运营效率的厦门 BRT 而言,这不是一个较好的解决方案。

参考国内外相关技术,当前已有车顶弓式便捷的充电方式,可通过下压式充电机构自动连接电动汽车的充电接口,对纯电动车进行快速充电^[7]。此方式无需驾驶员下车操作,且具有占地面积小、成本低、充电快等优势。

结合厦门 BRT 车型状态和现有充电弓技术,纯电动 BRT 采用双充电插座,同时在铰接盘后上方增加充电弓。此位置便于高压管线路布置、充电弓充电及日常维护。在厦门 BRT 主要站点均设立有充电弓,具有充电弓的车辆充电速度可提升 30%,节省车辆充电时间、提高运营效率。

1.4 检修便利性

整体布置既要考虑运行的便利性,也要考虑后期维保的便利性。为提升纯电动车底盘和电气零部件等常检修件操作的便利性,布置方案如下:①电动转向泵布置在驾驶员下方的检修舱中;②电动打气泵及其空滤器布置在右后桥后检修舱,同时将需常更换的制动阀类布置在此舱中;③冷却系统布置在左后桥后检修舱;④低压蓄电池采用大容量(200 Ah)电池,可延长车辆用电时间,将其布置在后门前检修舱;⑤电机控制器和整车控制器等布置在后检修舱中;⑥除霜机、集中润滑布置在前围后,前围为翻转机构,打开机构即可检修和操作。

1.5 可继承性和可拓展性

本文设计方案基于厦门 BRT 纯电动铰接车平台,该平台的可继承性和可拓展性特点如下:①电池数量可按需求增减配量;②预留中(后)门可双开门、前桥和中轴桥处大通道、整车低地板;③车架采用模块化设计,分为 7 个模块,其中前桥段、中轴桥段和驱动桥段按照固化模块设计。前门段、中门中段和后门中段按需调整边界,可快速设计出满足不同市场需求的 BRT 纯电动铰接车。总体布置如图 1 所示。

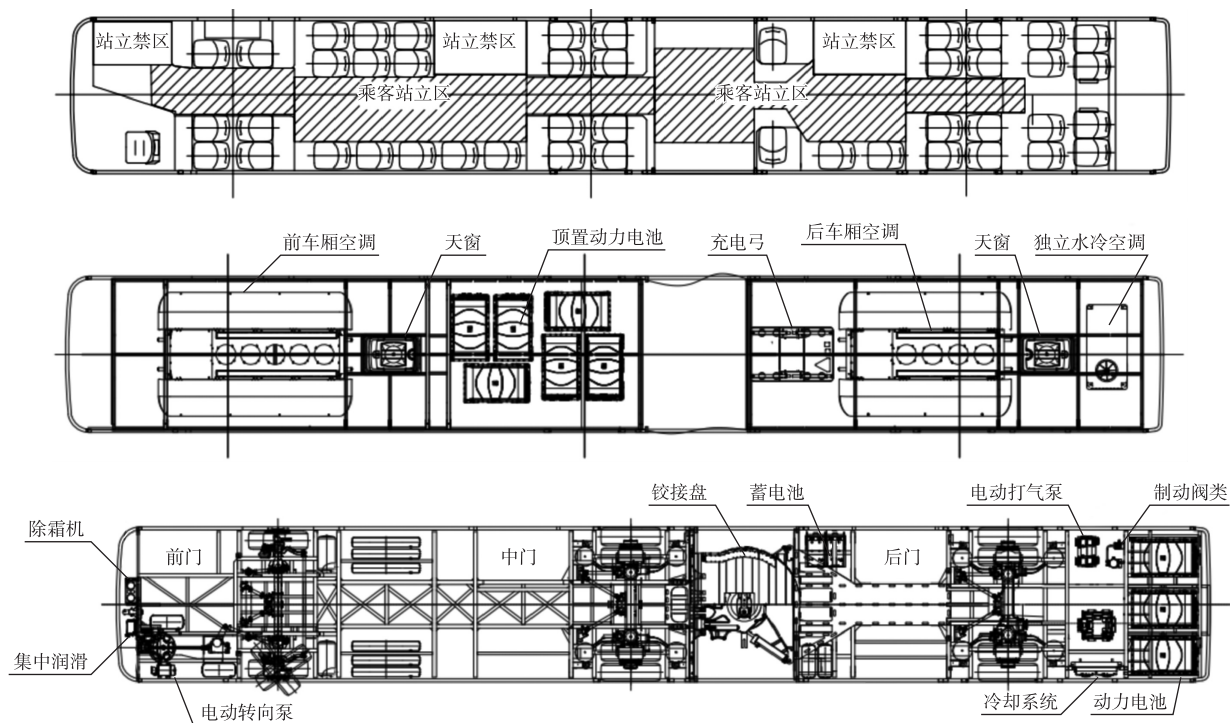


图 1 18 m 纯电动铰接车整车站立区及车顶布置示意图

2 相关参数计算及分析

2.1 轴荷分布计算

两轴车采用简单的静力平衡方法即可进行整车轴荷计算,但铰接车为多轴状态,无法采用简单的静

力平衡方法计算^[4,8]。本文以铰接盘活动点为边界,将铰接车分为前后两节车厢,设定整车模型为三轮模型,如图2所示。在此方案上再结合两轴车轴荷类比计算方法,进行分步叠加轴荷计算^[5]。

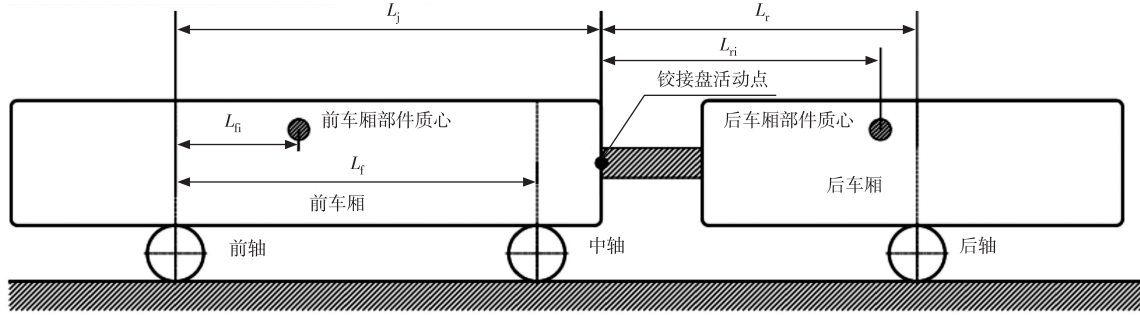


图2 三轮模型示意图

前车厢各部件分配到前轴的总质量 M_f 和分配到中轴的总质量 M_r 的计算公式如下:

$$M_f = \sum (M_{fi} \cdot L_{fi}) / L_f \quad (1)$$

$$M_r = \sum M_{fi} - M_f \quad (2)$$

后车厢各部件分配到铰接盘活动点的总质量 M_{rf} 的计算公式如下:

$$M_{rf} = \sum (M_{ri} \cdot L_{ri}) / L_r \quad (3)$$

后车厢各部件分配到后轴的总质量 M_{rr} 的计算公式如下:

$$M_{rr} = \sum M_{ri} - M_{rf} \quad (4)$$

前轴总轴荷 M_1 、中轴总轴荷 M_2 、后轴总轴荷 M_3 及整车轴荷 M 的计算公式如下:

$$M_1 = M_{rf} \cdot (1 - L_j / L_f) + M_f \quad (5)$$

$$M_2 = M_{rf} \cdot L_j / L_f + M_r \quad (6)$$

$$M_3 = M_{rr} = \sum M_{ri} - M_{rf} \quad (7)$$

$$M = M_1 + M_2 + M_3 \quad (8)$$

式(1)~(8)中, M_{fi} 为前车厢各部件质量; L_{fi} 为前车厢各部件的质心距离前轴的水平距离; M_{ri} 为后车厢各部件质量; L_{ri} 为后车厢各部件的质心距离铰接盘活动点的水平距离; L_r 表示客车后轴到铰接盘活动点的水平距离; L_j 、 L_f 分别为铰接盘活动点到前轴的水平距离、前轴到中轴的水平距离,如图2所示。

从燃油车型转变为纯电动车型,车长、前后悬、轴距都保持不变,仅变更部分零部件总成。根据原有柴油车实测的轴荷数据,通过分布叠加轴荷方法可计算

出纯电动车的轴荷,具体计算结果见表1。

表1 整备质量计算结果 kg

车型	总质量	前轴质量	中轴质量	后轴质量
燃油车实测值	17 227	4 647	3 751	8 829
纯电动车计算值	20 161	5 268	5 157	9 736
纯电动车实测值	20 413	5 295	5 239	9 879

表1中纯电动车计算值和实测值误差约为1.2%,满足法规要求^[9]。因此,该计算方法可满足新车开发轴荷计算的要求。

由计算结果可知,纯电动车前、中、后轴荷占比分别为26.1%、25.6%、48.3%,中轴占比从燃油车的21.7%提高到了25.6%,车辆行驶稳定性有一定的提升。

2.2 铰接客车动力性经济性分析

动力性、经济性通过Cruise软件搭建仿真模型并计算,如图3所示。

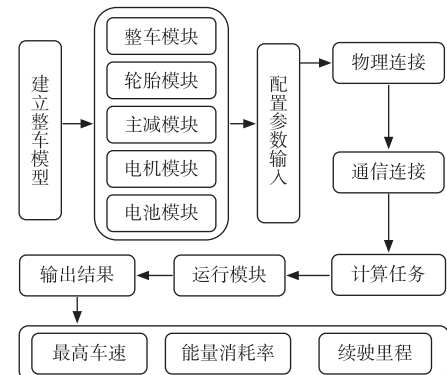


图3 18 m纯电动铰接车仿真模型架构图

整车性能仿真分析指标主要关注续驶里程、能量消耗率和最高车速等。经济性主要以 CCBC 循环工况和 40 km/h 等速工况续驶里程作为评价指标^[10],经仿真分析两种工况续驶里程分别为 444.2 km 和 590.1 km,满足设计要求;动力性能仿真最高车速为 98 km/h,满足最高车速不低于 70 km/h 的设计要求;最大爬坡度 14.5%满足厦门 BRT 实际路况需求。

3 结束语

该纯电动铰接客车经实车运营验证,乘客出行体验良好,其行驶操纵稳定性、舒适性及维修性等得到了较高的评价。本文为纯电动铰接客车提供了一种有效的设计思路。

参考文献:

[1] 梁浩. 我国快速公交系统发展特征研究[J]. 江苏科技信息, 2022, 39(27): 78-80.

[2] 快速公交这十年——快速公交研究会 2020 年度工作报告(内容节选)[J]. 人民公交, 2021(1): 34-36.

[3] 张斯阳, 盛志前, 曹雄超, 等. 快速公交与其他公共交通方式比选及融合发展[J]. 城市交通, 2022, 20(3): 55-63.

[4] 张伟. 大型后驱铰接式系列客车底盘的研究和开发[J]. 汽车实用技术, 2012(6): 25-28.

[5] 张利新, 刘逸群, 明杰婷. 纯电动城市客车动力系统匹配设计及仿真分析[J]. 客车技术与研究, 2022, 44(3): 15-18.

[6] 陈笃廉. 一种纯电动客车用弓式充电系统[J]. 福建农机, 2017(3): 35-38.

[7] 徐威, 夏修龙. 新能源客车的自动充电系统设计[J]. 中国新技术新产品, 2020(9): 18-20.

[8] 曾志俊. XML6125JEV 纯电动城市客车中置后驱底盘设计开发[J]. 客车技术与研究, 2016, 38(1): 14-16.

[9] 中华人民共和国公安部. 机动车安全技术检验项目和方法: GB 21861—2014[S]. 北京: 中国标准出版社, 2015: 9.

[10] 李廷朋, 封进, 张瑞宾, 等. 纯电动客车动力系统参数匹配与仿真分析[J]. 机电工程技术, 2022, 51(9): 170-173.

(上接第 10 页)

[5] REDMON J, DIVVALA S, GIRSHICK R, et al. You only look once: unified, real-time object detection[C]//2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Las Vegas, NV, USA, 2016: 779-788.

[6] LIU Wei, ANGUELOV D, ERHAN D, et al. SSD: Single shot multibox Detector[C]//European Conference on Computer Vision, 2016: 21-37.

[7] GIRSHICK R. Fast R-CNN[C]//2015 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), Santiago, Chile, 2015: 1440-1448.

[8] REN Shaoqing, HE Kaiming, GIRSHICK R, et al. Faster R-CNN: Towards real-time object detection with region proposal

Networks[J]. in IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2017, 39(6): 1137-1149.

[9] WANG Yaochien, BOCHKOVSKIY A, LIAO M H Y. YOLOv7: Trainable bag-of-freebies sets new state-of-the-art for real-time object detectors[C]//2023 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Vancouver, BC, Canada, 2023: 7464-7475.

[10] WEN Lihua, JO Kang-Hyun. Deep learning-based perception systems for autonomous driving: a comprehensive survey[J]. Neurocomputing, 2022(489): 255-270.

[11] 王自强, 严运兵. 纯电动商用车能量回收策略优化[J]. 农业装备与车辆工程, 2024, 62(1): 39-44.