

交流 25 kV 市域快线 A 型车辆检修修程研究

李 强

(中铁二院工程集团有限责任公司, 610031, 成都//正高级工程师)

摘 要 目的:车辆检修修程是确定车辆基地设计规模的重要依据,市域快线车辆检修修程目前尚无统一的国家标准,为准确计算市域快线车辆基地设计规模,需要对市域快线车辆检修修程进行研究。方法:结合成都轨道交通 18 号线的设计实践,对 AC(交流电)25 kV 市域快线车辆特点进行分析,统计对比了已运营的市域快线(北京地铁首都机场线及温州轨道交通 S1 线)的车辆检修修程,分析市域快线车辆检修里程、检修周期及停修时间的特点。在分析影响市域快线车辆检修修程的主要因素(车辆技术参数、车辆最高运行速度及线路条件)的基础上,提出 AC 25 kV 市域快线 A 型车大架修、定修、周月检的检修里程及检修周期。结果及结论:双日检的检修周期为 2 d,检修时间为 2 h;双周检的检修里程约为 11 250 车 km,停修时间为 0.5 d;三月检的检修里程约为 67 500 车 km,停修时间为 2.0 d;定修的检修里程为 15~20 万车 km,停修时间为 7.0 d;架修的检修里程为 75 万车 km,检修周期为 5 年;车辆大修的检修里程为 150 万车 km,检修周期为 10 年。

关键词 市域铁路;交流 25 kV;市域 A 型车;车辆检修修程

中图分类号 U279:U239.5

DOI:10.16037/j.1007-869x.2023.11.014

Repair Schedule of A-type Vehicles on City Rail Express Line Using AC 25 kV

LI Qiang

Abstract Objective: The repair schedule of vehicles is an important basis for determining the design scale of vehicle bases. There is no uniform national standard yet for the repair schedule of city rail express (abbreviated as CRE) vehicles. In order to accurately calculate the design scale of CRE vehicle bases, it is necessary to conduct research on the repair schedule of CRE vehicles. Method: Based on the design practice of Chengdu Metro Line 18, the characteristics of AC (alternating current) 25 kV CRE vehicles are analyzed. Statistical comparison of vehicle maintenance and repair process of CRE lines that are already in operation (such as Beijing Capital Airport Line and Wenzhou Urban S1 Line). is conducted, characteristics of the mileage, repair cycle, and downtime of CRE vehicles are

analyzed. Based on the analysis of the main factors affecting the repair process CRE vehicles (vehicle technical parameters, the maximum operating speed, and line conditions), the repair mileage and repair cycle for major repair, regular repair, and weekly/monthly inspections of AC 25 kV CRE A-type vehicles are proposed. **Result & Conclusion:** The proposed maintenance cycle, maintenance time for double day inspection are 2 days and 2 hours; the maintenance mileage and downtime for biweekly inspection are 11 250 vehicle kilometers and 0.5 days; the following sequences are 67 500 vehicle kilometers and 2.0 days for maintenance mileage and downtime in three months; 150 000~20 000 vehicle kilometers and 7.0 days for regular inspection; 750 000 vehicle kilometers and 5-year maintenance cycle for unwheeling repair; 1.5 million vehicle kilometers and 10-year maintenance cycle for major repair.

Key words city railway; AC 25 kV; urban rail rapid transit A type vehicle; repair schedule

Author's address China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., 610031, Chengdu, China

车辆检修修程是确定车辆基地设计规模的重要依据。市域快线车辆融合了国铁动车组和城市轨道交通车辆的特点,目前其车辆检修修程尚无统一的国家标准。为准确计算市域快线车辆基地的设计规模,需要对市域快线车辆检修修程进行研究。本文结合成都轨道交通 18 号线的设计实践,在对 AC(交流电)25 kV 市域快线车辆特点进行充分研究的基础上,对影响市域快线车辆检修修程的主要因素进行分析,提出了 AC 25 kV 市域快线车辆检修修程,以期确定为市域快线车辆基地的设计规模提供参考。

1 AC 25 kV 市域快线车辆特点分析

根据 GB/T 37532—2019《城市轨道交通市域快线 120 km/h~160 km/h 车辆通用技术条件》对市域快线车辆的分类,市域快线车辆分为市域 A 型车、市域 B 型车及市域 D 型车三种主要类型。其中:市域 B 型车的供电电压为 DC(直流电)1 500 V;市域 A

型车和市域 D 型车的供电电压均为 AC 25 kV。

AC 25 kV 市域 A 型车融合了地铁车辆及铁路动车组的特点,其车体采用地铁 A 型车,转向架采用高铁动车组转向架,并提高了车辆密封性要求。由于兼容了地铁车辆及铁路动车组的部分特点,AC 25 kV 市域 A 型车辆检修修程应结合地铁及国铁车辆修程综合确定。

2 北京、温州市域快线车辆检修修程分析

北京、温州是国内较早建成市域快线并运营的城市,本文以这 2 个城市的市域快线车辆为例,对其检修修程进行分析。

2.1 北京市域快线车辆检修修程

北京地铁首都机场线采用了最高运行速度为 160 km/h 的市域 D 型车,其供电制式为 AC 25 kV,车辆检修修程及检修周期如表 1 所示。

表 1 北京地铁首都机场线市域 D 型车辆检修修程及检修周期

Tab.1 Maintenance and repair period of D-type vehicles on Beijing Subway Capital Airport Line

| 检修类别 | 停修时间/d | 库停时间/d | 走行车公里/(万车 km) | 检修周期 |
|----------|--------|--------|---------------|--------|
| 隔日检 | 0.2 | | | 2 d |
| 月检 | 1.0 | | 3 | 30 d |
| 架修(A 级修) | 30.0 | 25 | 40 | 1.25 年 |
| 架修(B 级修) | 45.0 | 40 | 120 | 3.75 年 |
| 大修 | 70.0 | 60 | 240 | 7.50 年 |

表 3 四种制式轨道交通车辆主要技术参数对比

Tab.3 Comparison of main technical parameters of four standard rail transit vehicles

| 车辆制式 | 列车最高运行速度/(km/h) | 供电制式 | 长度/m | 宽度/m | 高度/m | 地板面高度/mm | 转向架中心距/mm | 车辆轴重/t | 每侧车门数/个 | 定员/(人/列) |
|---------------|-----------------|-------------|-------|------|------|----------|-----------|--------|---------|----------|
| 地铁 A 型车 | 80 | DC 1 500 kV | 185.6 | 3.0 | 3.80 | 1 130 | 15 700 | ≤16 | 5 | 2 480 |
| 市域 A 型车 | 140 | AC 25 kV | 187.0 | 3.0 | 3.80 | 1 130 | 15 700 | ≤17 | 4 | 2 096 |
| 市域 D 型车 | 160 | AC 25 kV | 182.4 | 3.3 | 3.86 | 1 280 | 15 700 | ≤17 | 2 | 992 |
| 城际铁路 CRH6F 型车 | 160 | AC 25 kV | 196.0 | 3.3 | 3.86 | 1 260 | 17 500 | ≤17 | 3 | 1 502 |

注:定员中,地铁 A 型车按 6 人/m² 计,市域 A 型车按 6 人/m² 计,市域 D 型车按 3 人/m² 计,城际铁路 CRH6F 型车按 4 人/m² 计。

AC 25 kV 市域 A 型车主要在地铁 A 型车基础上进行改造,除供电制式采用 AC 25 kV 外,主要对列车气密性等性能进行了加强。因此,AC 25 kV 市域 A 型车的检修修程应以地铁 A 型车修程为基础,并根据车辆的最高运行速度及供电制式特点进行局部调整。

3.2 列车最高运行速度的影响

根据设计资料,地铁 A 型车的最高运行速度为

2.2 温州市域快线车辆检修修程

温州轨道交通 S1 线采用了最高运行速度为 140 km/h 的市域 D 型车,其供电制式为 AC 25 kV,车辆检修修程及检修周期如表 2 所示。

表 2 温州轨道交通 S1 线市域 D 型车辆检修修程及检修周期

Tab.2 Maintenance and repair period of D-type vehicles on Wenzhou Metro Line S1

| 检修类别 | 检修修程 | 检修时间/d | 走行车公里/(万车 km) | 检修周期 |
|------|------|--------|---------------|---------|
| 定期检修 | 五级修 | 45 | 240.00 | 12 年 |
| | 四级修 | 35 | 120.00 | 6 年 |
| | 三级修 | 15 | 60.00 | 3 年 |
| 日常维修 | 二级修 | 1/3 | 20.00 | 1~12 个月 |
| | 一级修 | 1/12 | 0.15 | 2 d |

综上所述,对于最高运行速度为 160 km/h 及 140 km/h 的市域快线 D 型车,车辆检修修程和检修周期一般参照国铁动车组的检修修程,其车辆最大检修里程可延长到 240 万车 km。

3 AC 25 kV 市域 A 型车检修修程影响因素分析

3.1 车辆主要技术参数的影响

本文选取地铁 A 型车、市域 A 型车、市域 D 型车、城际铁路 CRH6F 型车四种车辆制式,对不同制式下车辆的主要技术参数进行对比,其结果如表 3 所示。

80 km/h,平均每日约走行 450 车 km;市域 A 型车的最高运行速度为 140 km/h,平均每日约走行 750 车 km;市域 D 型车的最高运行速度为 160 km/h,平均每日约走行 900 车 km。所以,AC 25 kV 市域快线 A 型车有必要在地铁 A 型车修程的基础上,根据线路运营情况延长车辆的架修及大修的检修周期。

3.3 市域快线线路条件的影响

市域快线 A 型车的加速度值、减速度值与地铁

A 型车相似,但最高运行速度高于地铁 A 型车。市域快线的最小曲线半径为 1 100 m,列车在通过小曲线区段时的横向力远高于通过直线区段时的横向力,而横向力会加剧轮缘内侧及钢轨内侧的磨损,由此产生的转向架蛇形运动遭到外轨内侧面的严重顶抗,进而产生剧烈摩擦。因此,考虑线路条件的因素,市域 A 型车的检修里程应低于城际铁路 CRH6F 型车的检修里程。

4 AC 25 kV 市域快线 A 型车检修里程的确定

通过上述对市域快线车辆特点、国内已运营市域快线车辆检修里程、影响车辆检修里程因素的研究,确定成都轨道交通 18 号线 AC 25 kV 市域 A 型车检修里程。

4.1 双日检修程

双日检是每日运营结束后车辆在停车列检库内进行的检修,检修时间为 2 h。双日检不占用运营时间,在设计及运营阶段该修程一般不计入检修停时。沿用目前各地地铁运营单位关于双日检作业的常规做法,建议 AC 25 kV 市域快线 A 型车双日检的检修周期为 2 d,检修时间为 2 h。

4.2 双周检/三月检修程

AC 25 kV 市域快线 A 型车最高运行速度为 140 km/h 时,平均每日约走行 750 车 km。AC 25 kV 市域快线 A 型车的双周检/三月检作业均在周月检库内进行,其对应的双周检检修里程约为 11 250 车 km,三月检检修里程约为 67 500 车 km。由于根据检修里程进行双周检/三月检时,检修任务量偏大,也可考虑按时间间隔确定双周检/三月检的检修任务量。双周检的停修时间为 0.5 d,三月检的停修时间为 2.0 d。

4.3 定修修程

根据目前国内市域快线的设计标准,定修即为年检修程,其检修里程为 15~20 万车 km,停修时间为 7 d。目前根据此规定来确定车辆段的定修规模是合适的。考虑到市域快线车辆日走行公里数普遍较高,且目前国内市域快线的运营经验仍较少,建议对实际运营情况进行总结分析,条件许可时逐步增加定修的检修里程。

4.4 大修及架修修程

应根据市域快线车辆日走行公里数,车辆大修及架修的检修里程尽可能增加。考虑到市域快线的线路条件,车辆轮对与钢轨之间的磨损加剧后,将导致车辆走行部出现故障的可能性增加,此时需加强对车辆转向架的检测。

综合考虑后,在设计阶段确定车辆架修的检修里程为 75 万车 km,检修周期为 5 年;车辆大修的检修里程为 150 万车 km,检修周期为 10 年。随着车辆部件使用寿命的延长,今后可根据成都轨道交通 18 号线的实际运营情况予以调整,如将大修的检修里程延长至 160 万车 km,架修的检修里程延长至 80 万车 km。

5 结语

市域快线主要以车辆速度目标值进行划分,目前我国对市域快线车辆检修里程尚无统一的设计规范。本文对 AC 25 kV 市域快线车辆特点进行了充分研究,对我国部分已运营市域快线的车辆修程及影响车辆修程的主要因素均进行了详细分析,依据成都轨道交通 18 号线的实际情况,提出了 AC 25 kV 市域 A 型车辆检修里程的建议标准,以辅助确定市域快线车辆基地设计规模,指导车辆基地设计。

参考文献

- [1] 冯爱军,李忍相.市域快轨发展研究及技术分析[M].北京:中国建筑工业出版社,2015:1.
FENG Aijun, LI Renxiang. Urban rail rapid transit development and technical research [M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2015: 1.
- [2] 孙洪亮,周博.城市轨道交通车辆维修制度探讨[J].城市轨道交通研究,2017,20(2):105.
SUN Hongliang, ZHOU Bo. On metro vehicle maintenance system for urban rail transit [J]. Urban Mass Transit, 2017, 20(2): 105.
- [3] 李加祺,邱建平,杨辉,等.市域铁路车辆检修模式及检修设施探讨[J].中国铁路,2018(8):83.
LI Jiaqi, QIU Jianping, YANG Hui, et al. Research on mode and facility of vehicle maintenance in suburban railway [J]. China Railway, 2018(8): 83.
- [4] 严飞.市域铁路制式选择对车辆基地影响分析[J].铁道标准设计,2018,62(6):62.
YAN Fei. The influence of suburban railway system selection on vehicle base [J]. Railway standard design, 2018, 62(6): 62.

(收稿日期:2021-05-10)