

全自动驾驶车辆蓄电池牵引技术研究

金四虎

北京京港地铁有限公司 北京

【摘要】随着全自动驾驶技术的快速发展,蓄电池牵引技术不仅要用于应急救援的情况,也可以应用于洗车等场景。因此,对蓄电池的性能及控制方式提出了更高的要求,本文针对短编组全自动驾驶列车在洗车场景下,给出一种蓄电池牵引技术方案,可以有效解决频繁大电流深度放电对蓄电池性能产生的影响,避免因蓄电池性能下降而带来安全隐患,提高场段内调车的灵活性。

【关键词】全自动驾驶;蓄电池牵引;洗车场景

Research on battery traction technology of fully autonomous vehicles

Sihu Jin

Beijing Jinggang Metro Co., Ltd. Beijing

【Abstract】 With the rapid development of fully automatic driving technology, battery traction technology should not only be used in emergency rescue situations, but also in scenarios such as car washing. Therefore, higher requirements are put forward for the performance and control method of the battery. This paper proposes a battery traction technical solution for the short-marshalling fully automatic driving train in the car washing scenario, which can effectively solve the problem of frequent high current deep discharge on battery performance. It can avoid the potential safety hazards caused by the performance degradation of the battery, and improve the flexibility of shunting in the field.

【Keywords】 Fully automatic driving; Battery traction; Car wash scene

蓄电池牵引技术不仅便于应急救援,并且可以解决全自动驾驶动车组在洗车时,因受电弓间距小于洗车库淋浴区而无法供高压电的问题。虽然既有动车组已有成熟经验用于应急救援,但使用频次低,操作繁琐,驾驶模式切换时间长,受蓄电池性能限制,且未能实现全自动功能,存在因部件性能下降导致发生危险的隐患,因此可靠的蓄电池牵引技术有助于提高整个全自动运行系统安全性。

1 全自驾驶列车洗车场景功能需求

蓄电池牵引技术通常应用于洗车的全自动运营场景中,因洗车库的淋浴区域无牵引网,对于由接触网供电的全自动驾驶列车在洗车时需将受电弓降下,车辆使用蓄电池牵引匀速经过此段区域。因此,全自动运行系统的车辆应能够在正常模式与蓄电池牵引模式之间进行可靠的切换及互锁,在无人驾驶的蓄电池牵引模式下能够精准停车,蓄电池的容量

及性能需满足启动运行速度要求,蓄电池牵引时能够与整车匹配,其辅助系统的功能满足洗车及救援的基本要求。

1.1 控制时序

正常模式转入蓄电池牵引模式时,应保证列车零速,按照如下顺序进行控制:

(1) 断开主断路器,降下受电弓;

(2) 进入蓄电池牵引模式。为提高全自动驾驶的可靠性,采用板卡直接输出硬线控制;

(3) 车载信号发送指令时高电平持续有效,来驱动车辆电路及牵引变流器,此过程需保证受电弓保持降下状态、牵引系统状态正常、车辆负载降级管理;

(4) 根据洗车要求,进行牵引、制动等控制速度,在准确位置停车等;

(5) 整个过程应能够监测到冷却系统的温升情

况、蓄电池容量等参数，并进行一定的预警、报警。

退出蓄电池牵引模式时，应保证列车零速，整个过程采用全自动无人驾驶模式，并按照如下顺序控车：

- (1) 列车停稳且达到相应位置，退出蓄电池牵引模式；
- (2) 确认蓄电池牵引相关功能均已退出，保证不会影响正常驾驶模式所需的条件；
- (3) 确认牵引变流器整流环节及中间电容环节正常，升起受电弓，闭合主断路器；
- (4) 确认列车辅助系统各负载工作正常。

1.2 功能互锁

驾驶模式的互锁指正常无人驾驶模式与蓄电池牵引模式之间的互锁，二者对外体现在升弓合主断路器，其实质是牵引变流器中间环节的供电来源。正常驾驶模式下高压电通过变流器的整流模块驱动逆变单元，蓄电池牵引模式下，蓄电池的直接给逆变单元供电。因此在切换电路的过程中有必要互锁，将变流器中间电容的 DC1800V 回路与蓄电池 DC110V 回路进行互锁，避免因串电导致整个牵引系统瘫痪。

在蓄电池牵引技术中需考虑频繁大电流放电对蓄电池性能的影响，大电流分断对控制电路器件的影响，核算载客甚至超载情况下的蓄电池牵引需求，包括容量、启动电流等。

2 风险识别及防护措施

根据全自动驾驶车辆在洗车及救援场景下的功能需求，蓄电池牵引功能存在的风险主要体现在影响运营秩序、不同电压制式回路串电两方面。

蓄电池牵引时不允许升弓、合主断，如果运行途中误触发蓄电池牵引模式则会导致主断路器断开、受电弓降下。在列车处于运营过程中，为避免故障不明情况下二次供电导致的故障扩大，断电降弓后需派列车值守人员或专业人员现场排除或者隔离故障点后才允许继续运行，检查确认故障流程繁琐、时间长、难度大。如果在长大线路区间上无人驾驶列车发生此类现象，将造成线路长时间挤压，严重影响运营秩序，极端情况下会引起乘客恐慌甚至危害生命安全。

对于交-直-交型牵引系统的动车组，牵引变流器的中间直流环节为 DC1800V，蓄电池输出回路为 DC110V，大电流、高频次的切换会影响蓄电池及相关部件的寿命及性能，增加其失效率，特别是整车负载增大时会导致启动电流瞬间增大，一旦两个回路串电将导致 DC110V 回路中的电缆及用电设备、器件等被击穿，整个车辆的辅助供电系统将受到影响，即使设有有效的保护器件，也会造成一定的器件损伤，导致列车需切除相应动力单元甚至无法动车，甚至造成整条运营线路的瘫痪。

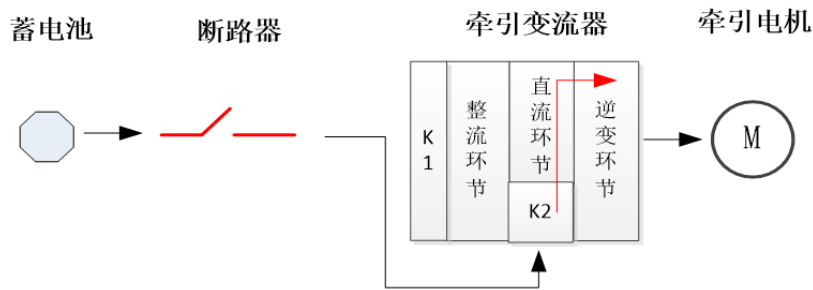


图1 正常牵引模式下电流路径示意图

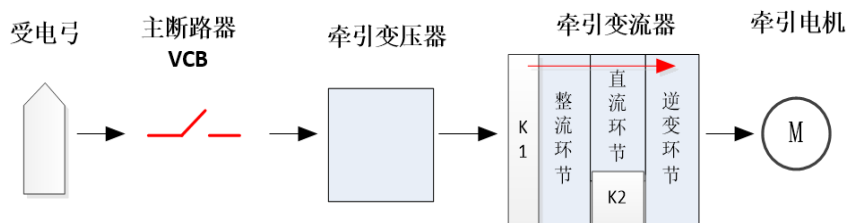


图2 蓄电池牵引模式下电流路径示意图

3 蓄电池牵引方案

结合既有动车组的蓄电池牵引技术及全自动驾驶列车的场景需求，本文给出一种优化的蓄电池牵引技术方案，从控制电路及主回路两方面进行优化，可以有效避免不同电压制式回路串电的问题。

3.1 控制电路方案

蓄电池牵引的控制电路采用全列设置蓄电池牵引模式指令贯穿线的方式：一是确保无电状态下进行模式切换、二是避免指令误触发影响运营秩序。为了简化电路、提高智能化水平，采用软硬件结合的方式，即车载信号系统发送蓄电池牵引指令后，经车辆网络转发实现逻辑互锁，经继电器转接后驱动贯穿线的方式，既可以实现全自动驾驶情况下的模式转换，又可以有硬件与软件的双重措施保证。同时，将受电弓降下、主断路器断开等指令作为最

终驱动指令的必要条件，从而进入到蓄电池牵引模式。

3.2 主回路供电方案

蓄电池牵引功能的关键就是如何解决蓄电池放电能力与高低压回路隔离之间的矛盾。具体表现为：如果蓄电池的负载唯一，只能提高蓄电池的放电能力；如果蓄电池同时给牵引、控制回路供电，必须增加隔离装置。为保证直流环节的供电可靠切换，蓄电池牵引的主回路采用隔离变压器将 DC1800V 与 DC110V 的回路分开，设有单独的 DC/DC 转换装置，将 DC110V 升压后接入牵引变流器中间回路，并且 DC/DC 模块中间设有隔离变压器，从根本上解决了因大电流、高频次的通断导致器件失效从而引起的电路串电问题，其电流路径如下图所示：

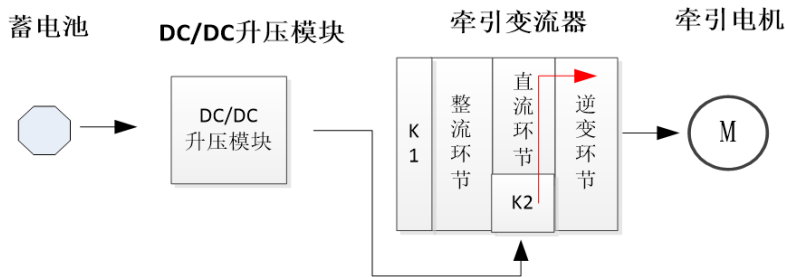


图3 改造后的蓄电池牵引模式下电流路径示意图

增加 DC/DC 升压隔离装置可以实现主回路高压和蓄电池低压的隔离，不用通过辅助逆变器和辅助变压器的变换，经过的环节较少，可以维持牵引变流器冷却系统不启动，提高蓄电池牵引的转化效率，并且既有动车组改造的工作量较少。与选用 DC/AC 转换单元的隔离方案相比，DC/DC 隔离方案控制简单、性能可靠，而且蓄电池能够实现并联供电，蓄电池性能能够保持一致。另外，需考虑人员超载的情况，来核算蓄电池的容量及启动电流等性能参数，完善应急场景中的措施。

同时增加蓄电池牵引回路的安全监测点，如 DC/DC 转换装置输入输出电流，牵引变流器中间直流环节的电压等参数，并且能够实时监测 DC/DC 升压模块及接入牵引变流器的工况，对蓄电池健康状态进行监测，完善应急指挥措施。日常维护检修时应加强对蓄电池性能的检查，及时进行充

放电维护，避免应急工况下因蓄电池性能下降而带来安全隐患。

4 结论

随着全自动无人驾驶系统的广泛应用，在全自动洗车及应急救援的场景中选择可靠的蓄电池牵引技术，有助于提高无人驾驶列车的灵活性，完善洗车系统的可用性，保证整个全自动运行系统的安全性。本文给出的蓄电池牵引方案，从控制回路与供电主回路两方面进行了优化，有效的解决了因频繁操作蓄电池牵引导致的器件失效问题，减小了运营及救援工况下不必要的损失，为完善全自动运行系统功能提供了参考。

参考文献

[1] 丁健斌.轨道交通蓄电池牵引系统研究[J].技术与市场,2021, 28(01): 130-131.

- [2] 杨丽,胡金鑫.车载蓄电池应急牵引改造方案[J].铁道机车与动车, 2019(04):32-34+46+6.
- [3] 纪军.电力蓄电池牵引车牵引蓄电池的选型设计[J].电子技术与软件工程, 2018(15): 223-224.
- [4] 王志文,钟佳丽.电力蓄电池工程车紧急牵引控制逻辑分析及优化[J].机电工程技术, 2021,50(06): 276-279.
- [5] 周祥龙.电平车的蓄电池牵引控制方法[J].电工技术, 2009(08): 69-70.
- [6] 张天军.城市轨道交通车辆自牵引技术的应用与探讨[J].铁道车辆, 2019,57(03): 31-35+5.

收稿日期: 2022 年 3 月 9 日

出刊日期: 2022 年 5 月 11 日

引用本文: 金四虎, 全自动驾驶车辆蓄电池牵引技术研究[J]. 电气工程与自动化, 2022, 1(1): 27-30
DOI: 10.12208/j.jeea.20220007

检索信息: 中国知网 (CNKI Scholar)、万方数据 (WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

版权声明: ©2022 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS