

高铁动车组列车用蓄电池电极技术的研究

王 珣

中国铁路济南局集团有限公司济南机务段, 山东 济南 250117

[摘要]在我国社会快速发展的推动下,使得人们对交通工具的需求在不断的提高。当前我国正在大范围的建设高铁项目,高铁动车组所使用的度电池大部分都是从国外采购的镉镍蓄电池,这类电池购买成本较多,再加上后期维修十分困难,往往会对轨道交通项目的实施在成诸多的阻碍。结合相关行政机构制定的我国铁路建设整体发展方案,遵照铁路总公司的实际要求,国内各个高铁动车生产企业都在加强国产零部件的研究工作。文章针对蓄电池研发过程中的电极技术进行深入探讨,为今后更好的推动我国动车组产业发展提供借鉴。

[关键词] 高铁; 动车组列车; 蓄电池; 电极技术

DOI: 10.33142/sca.v2i8.1193

中图分类号: U266;TM912

文献标识码: A

Research on Battery Electrode Technology for High-Speed EMU Train

WANG Xun

China Railway Jinan Group Co.,Ltd. Jinan Locomotive Depot, Jinan, Shandong, 250117, China

Abstract: Driven by the rapid development of our society, people's demand for transportation is constantly improving. At present, China is constructing a large range of high-speed rail projects. Most of the batteries used in high-speed rail EMUs are cadmium nickel batteries purchased from abroad. The purchase cost of such batteries is high, and the later maintenance is very difficult, which often hinders the implementation of rail transit projects. Combined with the overall development plan of China's railway construction formulated by the relevant administrative agencies, and in accordance with the actual requirements of the China State Railway Group Co.,Ltd., all domestic high-speed rail train manufacturers are strengthening the research work of domestic parts. In this paper, the electrode technology in the battery research and development process is discussed in depth, so as to provide reference for promoting the development of EMU industry in China in the future.

Keywords: high speed railway; EMU train; battery; electrode technology

引言

随着我国高铁事业的飞速发展,未来几年,高铁动车组列车用蓄电池需求量将呈现突发性增长。当前国内高铁动车组使用的蓄电池多为进口镉镍蓄电池,成本高昂,售后服务体系不健全,严重影响甚至制约了我国轨道交通的建设、运行和发展。对高铁动车组列车用蓄电池的技术原理、提高蓄电池电性能的关键技术展开研究具有重要的现实意义。下述将对高铁动车组列车蓄电池技术展开研究,以保障高铁动车组列车系统的安全运行。

1 研究方案及技术原理

作为动车、城轨起动及应急供电必不可少的动力蓄电池,目前完全依赖进口,严重制约了我国轨道交通的发展。轨道交通列车对蓄电池的要求极高,要求蓄电池具备内阻小、高低温性能好、起动功率大、壳体储液室大、使用维护方便、耐过充过放、寿命长、无腐蚀、阻燃性高、安全可靠高等特点。

蓄电池的主要作用是在车辆行驶的过程中,遇到电源故障或者是电池故障问题发生的时候,能够为车辆的正常运转提供充足的能源支持,确保列车运行的稳定性和安全性。因为动车组列车当前行进速度较快,在行驶过程中往往会发生晃动的情况,蓄电池需要保证每天至少工作十八个小时,并且运行温度也必须维持在规定的范围之内,所以动车组列车专用蓄电池与其他普通的蓄电池是存在本质的区别的,务必要具备下列优越性。首先,超高的储电能力和充放电性能,能够为列车的高速行驶提供稳定的能源。内阻小,对环境的适应能力较好。后期维护工作十分简单,补水周期与其他列车的蓄电池相比较更长。整体规格较小。

为满足轨道交通列车对蓄电池的要求,采用航空镉镍蓄电池系统生产技术,进行项目研发,形成了以下创新技术。

(1) 采用的PP膜和PE接枝膜复合使用技术,可以延长蓄电池寿命一倍,蓄电池性能提高30%,充电时不会出现热失控和电流失控;(2) 采用混合电极技术,蓄电池最高可承受1.50V左右的浮充电压,同时,降低了维护成本;(3) 采用半透明阻燃PP技术,提高了蓄电池的维护性,且蓄电池在-40℃~80℃下均能正常工作,壳体使用寿命可达20年,

比一般塑料壳体使用寿命延长一倍以上；(4) 采用智能焊接技术，单体壳盖可承受 0.3MPa 气压冲击不漏气、不破裂，大大提高了蓄电池的使用可靠性；(5) 采用凸铆点焊接技术，消除了极板焊接毛刺对蓄电池短路的影响，减小蓄电池内阻 10%以上，提高劳动效率 400%以上。

2 技术关键点

2.1 提高蓄电池电性能研究

高铁动车组列车蓄电池对专业生产技术的水平要求较高，特别是在高低温性能以及电池的使用稳定性方面要求更高，为了从根本上对学电池的性能加以保证，需要专业人士从下面几个方面入手。

首先，要提升高强度、大容量、高性能镍电极技术的研究力度。当前我国高铁车辆中所配备的蓄电池的生产技术镍正电极技术始终都是在被外国企业所掌控，在我国专业研究人员的长时间的坚持不懈的努力下，当下我国已经研发出了烧结式镍正电极技术，这项技术的切实运用，能够有效的提升蓄电池的使用时长，并且能够为后期的维护工作的开展创造良好的基础。经过对当前烧结式镍正电极蓄电池使用情况进行调查分析我们发现，动车组用蓄电池镍正极板所具有的优越性主要为：均衡性，稳定性较高，并且充电持续时间较长。充电承受能力较高，具有良好的环保性能，使用寿命较长，充电次数可以达到三千多次，远远的超出了普通烧结镍正极板的充电次数。

其次，加强镉电极技术的研究力度。因为粘接式镉负电极生产工序十分简单，负极灵活性较高，可以完成大批量的生产，生产花费较少，现如今已经在多个国家中被使用到了镉镍蓄电池的生产之中。当下，普通的生产方法生产的拉干镉负电极的工艺其实质是将相关液体按照一定的比例混合成达到既定标准年度的浆液，之后将冲孔钢带从浆液中通过，并完成挂浆，整个过程的操作速度务必要加以有效的管控，等到完全干燥之后，就会形成拉干负极带，通过专业的设备进行碾压之后，会形成需要的负极片。因为受到原始生产材料，生产技术等多个方面的限制，这一传统生产方法所制成的拉干镉负电极结构密度较低。

表 1 镉电极研究前后容量测试对比

试验项目	研究前	研究后
5 次容量循环	占初始容量 95.6%	占初始容量 104%
10 次容量循环	占初始容量 90.4%	占初始容量 99.4%

通过对以上试验结果进行分析研究我们发现，运用优化生产工艺研制出来的极片，容量降低效率较为缓慢，反复使用无脱粉、鼓泡现象，整个结构稳定性较强，这就充分的表明了完善之后的生产效果更好。为了对粘接负极和烧结正极二者的匹配度进行判断，可以进行专门的实验测试，测试数据见表 2。

表 2 160Ah 蓄电池试验数据

试验项目	充入容量 (Ah)	放出容量 (Ah)	放电效率 (%)
32A 放电 1.0V	256	204	--
160A 放电 1.0V	256	199	--
1.42V 充电 8h, 限流 32A	160.9	159.3	99
1.42V 充电 8h, 限流 32A	177.4	175.3	98.8
1.42V 充电 8h, 限流 32A	184.5	180.5	97.8
-18℃32A 放电 1.0V	--	179.7 (5h37min)	--
-18℃160A 放电 0.9V	--	157 (59min)	--

通过试验数据我们总结出，蓄电池在正常温度以及低温环境下恒定压力充电接受能力较高，适合使用到动车列车之中。

2.2 提高蓄电池安全性能的研究

围绕高稳定性，高效率的烧结镍电极和镉电极实施创新研究工作，以往陈旧形式的轨道交通工具蓄电池负极往往都是设置的电沉积镉负极，其表层结构稳定性差，不利于成型，并且在经过长时间的使用之后，往往会出现漏电的情况，存在严重的危险隐患。为了从根本上对学电池的安全性加以保证，务必要结合社会发展需求，围绕高强度、高可

靠性烧结镍和镉电极实施全面的研究创新工作，提升电极的整体可靠性（见表3）。

表3 电极研究前后稳定性对比

试验项目	研究前	研究后
0.2I _c 充电 16h	变性	不变形
0.2I _c 充电 36h	大面积掉粉	轻微变形

2.3 提高蓄电池一致性的研究

在整个动车 CRH3C 动车组上每一个完整的蓄电池系统中可以安设一百六十多个蓄电池，并且往往会被划分为两组进行并联使用，每一组中的所有蓄电池都欧式以串联的形式进行连接，所以单体蓄电池的使用时长都会影响到整个蓄电池组的使用时长。所有的蓄电池的充电形式都是浮充电的形式，如果各个蓄电池之间出现明显的差别的时候，没有及时的进行更换调整，势必会导致蓄电池长时间的亏点问题，几个蓄电池如果长期过量充电，最终会对熬制各个蓄电池之间的差异逐渐的扩大，最终会影响到蓄电池组的使用效果和使用时长，会导致蓄电池组放电电压平台下降，从而会损坏到蓄电池的性能。经过专业人士的长期不懈的研究，针对提升蓄电池一致性得出了如下结论：要想有效的对蓄电池极片的一致性加以提升，最为重要的是要对电极的统一性加以保证。由于极片都是在大量的进行统一生产的，在生产环节中，所有的极带都会受到环境温度，生产技术，生产设备性能的影响，最终生产出来的所有极片无论是在规格还是性能方面，往往会出现一定的差别。为了确保装配完成的蓄电池的容量以及性能保持统一性，需要对高冲孔镀镍钢带的平整度加以控制。

3 结语

在社会科学技术快速发展的影响下，使得当前高铁动车组列车安设的蓄电池无论是在使用效果方面还是在使用寿命方面，都比以往镉镍蓄电池更加的优秀，项目学电池的性能远远的超出了传统蓄电池，并且在多个方面都具有良好的优越性，所以受到了人们的广泛喜爱，其综合技术质量水平达到国内领先水平，部分指标达到国际先进水平，代表了当今高铁动车组列车用蓄电池的发展水平和发展方向。

[参考文献]

- [1]王素琴. 用于碱性高铁电池的高铁酸钾的合成及稳定性的改善[J]. 中南大学, 2018(5): 56-58.
 - [2]黄法武, 王海涛, 段兆磊. 高铁酸钾电池材料的合成与研究[J]. 炼油与化工, 2017(04): 12-14.
 - [3]陈红燕. 碱性高铁酸盐电池中高铁酸钾的合成及稳定性能和放电性能的改善[J]. 中南大学, 2019(2): 145-148.
- 作者简介: 王珣(1997.5-), 毕业学校: 北京交通大学海滨学院; 现就职于中国铁路济南局集团有限公司, 职务: 动车组司机学员。