镍氢蓄电池在铁路车辆上的应用前景*

皇甫益[1],焦伟利[2],范雅琴[1],陈丕生[3]

(1. 内蒙古稀奥科镍氢动力电池有限公司,内蒙古 包头 014030;
2. 内蒙古稀宝方元医疗科技有限责任公司,内蒙古 包头 014030;
3. 内蒙古稀奥科贮氢合金有限公司,内蒙古 包头 014030)

摘 要: 文章阐述了铁路车辆用镍氢蓄电池的发展现状和趋势,介绍了在铁路车辆上应用的国内镍氢蓄电池厂家情况。比较各种电池的优劣,分析镍氢蓄电池的技术特点,尤其是圆柱形密封式镍氢蓄电池具有绿色环保、安全可靠、免维护、回收价值高等优点,在铁路车辆上推广应用具有一定的前景和意义。

关键词: 镍氢电池; 铁路车辆; 轨道交通

中图分类号: U270.38^{+1} **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2021)06-0020-03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2021.06.014

Application Prospect of Nickel-metal Hydride Battery on Railway Vehicles

Huang Fu-yi[1], *Jiao Wei-li*[2], *Fan Ya-qin*[1], *Chen Pi-sheng*[3]

(1. *Inner Mongolia Rare Earth Ovonic High-Power MH-Ni Battery Co., Ltd., Baotou* 014030, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*;
2. *RE Treasure Foryou Medical Technology Co., Ltd., Baotou* 014030, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*;
3. *Inner Mongolia Rare Earth Ovonic Hydrogen Storage Alloy Co., Ltd., Baotou* 014030, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: In this paper, it is elaborated the development status and trend of nickel-metal hydride (Ni-MH) battery on railway vehicles as well as introduced the situations of its domestic manufacturers. The advantages and disadvantages of various batteries are compared as well as the technical characteristics of Ni-MH battery are analyzed. In particular, the cylindrical sealed Ni-MH battery is with such advantages as green environmental protection, safe and reliable, maintenance-free and high recovery value so that it is with a certain prospect and significance to popularization and application on railway vehicles.

Key words: Ni-MH battery; railway vehicles; rail transit

1997年4月1日以来,中国铁路经过六次大提速,时速160公里的直快列车全面启动并成为主流。目前该类铁路机车、车辆总数量约10万台,绝大多数采用铅酸、镍镉电池作为备用电源,未来这两类电池受环保及维护繁重等因素影响,铅酸、镍镉电池将逐步退出市场。

* 收稿日期:2021-08-31

作者简介:皇甫益(1984-),男,内蒙古包头市人,硕士,高级工程师,主要从事储氢合金及镍氢电池的应用研究工作。

目前我国铁路车辆基本上使用镍镉电池、铅酸电池和方形排气式镍氢蓄电池作为应急备用电源，铅酸电池和镍镉电池主要问题是电池重、体积大、维护繁琐，而且镍镉电池含有毒物质镉污染环境，铅酸电池存在铅污染。重金属镉和铅不仅严重破坏生态环境，而且能够通过水、空气和食物进入人体内，导致人的健康状态恶化[1]。方形排气式镍氢蓄电池留有排气口，在使用过程中电解液会流失，每半年需要对电池进行维护，补加电解液，维护费时、费事，而且增加成本。

镍氢电池以其特有的环保、安全、比功率高、大电流充放电性能好、可在较宽温度下使用、易回收等特点适用于铁路车辆使用[2-4]，尤其是圆柱形密封式镍氢蓄电池，安全性高，免维护，循环寿命高[5-6]。

2019 年，以方形排气式镍氢蓄电池在铁路上的应用为基础，由中国铁路总公司提出，中车青岛四方车辆研究所有限公司、湖南科力远新能源股份有限公司、中车唐山机车车辆有限公司、中车南京浦镇车辆有限公司、中车四方车辆有限公司进行技术交流、讨论，通过综合性能对比分析，决定推广圆柱形密封式镍氢蓄电池在铁路车辆上应用。圆柱形密封式镍氢蓄电池采用全密封安全阀结构设计，水溶液电解质储存于隔膜、极板中，可防止隔膜因失水干涸导致电池失效，生命周期内无需填加电解液，实现免维护功能，而且圆柱形密封式镍氢蓄电池具有耐过充和耐过放特性，在使用过程中不易发生鼓包和变形。最终确定了圆柱形密封式镍氢蓄电池在铁路车辆上应用的技术方案和标准[7-8]。如表 1 所示，圆柱形密封式镍氢蓄电池具有绿色环保、安全可靠、免维护的特点，综合性能优于其它蓄电池。

1　铁路车辆用圆柱形密封式镍氢蓄电池

1.1　圆柱形密封式镍氢蓄电池的技术优势

表 1　电池性能对比

性能	铅酸电池	镍镉电池	方形排气式镍氢蓄电池	圆柱形密封式镍氢蓄电池
工作电压/V	2.0	1.2	1.2	1.2
额定容量/Ah	100	100	120	120
质量比能量/(W·h·kg^{-1})	29.1	32.0	35.0	35.0
1 倍率常温放电性能/Ah	60	91.67	128	128
1 倍率低温放电性能/Ah		57.5	113	113
荷电保持能力(常温搁置 28 天)/Ah	96	80	115	115
成本	低	中	高	中
环保性	铅对人体有伤害，污染环境。	镉对人体有伤害，污染环境。	绿色环保，无污染电池。	绿色环保，无污染电池。
循环寿命/次	300～500	300～700	800～1 000	800～1 000
使用维护	酸腐蚀连接零件和导线，需要定期擦拭，维护较繁琐。	工作时有碱雾和爬碱腐蚀零部件，还需要定期添加蒸馏水和更换电解液，维护较繁琐，劳动强度大，工作环境差。	使用过程中电解液流失，每半年需要加电解液一次。	电池密封，免维护。

1.2　标准的制定

2018 年，中国铁路总公司发布实施了 TJ/CL 559—2018《铁路客车镍氢蓄电池暂行技术条件》。同年，中车唐山机车车辆有限公司与中车青岛四方车辆研究所有限公司共同牵头组织镍氢电池生产厂家，从镍氢蓄电池的功能、性能、接口、检验方法、维护等方面进行综合对比分析，充分借鉴 25 T、25 G 客车统型经验，对镍氢蓄电池进行统型，同时对 TJ/CL 559—2018《铁路客车镍氢蓄电池暂行技术条件》进行修订和补充。新的 TJ/CL 559—2018 标准

完善了方形排气式镍氢蓄电池的技术要求，同时增加了圆柱形密封式镍氢蓄电池的技术要求，该标准的完善预示着圆柱形密封式镍氢蓄电池可以在铁路上推广。

TJ/CL 559—2018《铁路客车镍氢蓄电池暂行技术条件》增加了圆柱形密封式镍氢蓄电池的标准参数，对圆柱形密封式镍氢蓄电池的电压、容量、工作温度做了明确的要求，并且根据不同的车型规定了三款电池组，明确三款电池组的外形尺寸、重量和内阻大小。表2为方形排气式镍氢蓄电池和圆柱形密封式镍氢蓄电池在铁路车辆上使用的技术参数，表3为圆柱形密封式镍氢蓄电池组在铁路车辆上应用的三种规格型号以及对应的外形尺寸和容量，表4为铁路车辆用圆柱形密封式镍氢蓄电池组的型号、符号及数值代表的含义说明[7-8]。

表2 常用镍氢蓄电池参数

电池类型	方形排气式镍氢蓄电池		圆柱形密封式镍氢蓄电池	
	DC110V	DC48V	DC110V	DC48V
蓄电池组标称电压/V	96	45.6	96	45.6
额定容量/Ah	120	150	120	150
工作环境温度/℃	-50～50	-50～50	-45～55	-45～55
电池倍率	中倍率	中倍率	中倍率	中倍率
单体标称电压/V	1.2	1.2	1.2	1.2

注：电解液主要成分为KOH溶液，密度为1.2～1.3 g/cm^3。

表3 圆柱形密封式镍氢蓄电池组外形尺寸及容量

序号	蓄电池组型号	标称电压/V	额定容量/Ah	最大尺寸/mm			最大重量/kg	内阻/mΩ	极柱螺纹
				长	宽	高			
1	HM120M-10	12.0	7.5×16	505	280	325	48	<5.0	M16
2	HM150M-12	14.4	7.5×20	515	410	325	57	<4.5	M10
3	HM150M-14	16.8	7.5×20	515	410	325	67	<4.5	M10

表4 圆柱形密封式镍氢蓄电池组的型号、符号及数值含义

型号	HM120M-10/HM150M-12/HM150M-14
符号含义	H——镍氢电池，M——密封式，M——金属外壳
数值含义	120/150——0.2倍率放电额定容量，Ah 10/12/14——电池组串联蓄电池节数

2 在铁路车辆使用上的应用前景

铁路车辆用电池的发展，除了考虑绿色环保以外，安全性也是首选。镍氢蓄电池作为安全系数较高的绿色环保电池，拥有一定的优势，是铁路车辆的必然选择之一。

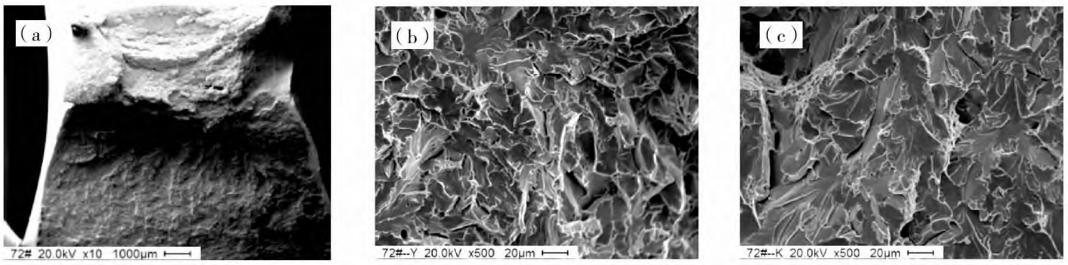
为了响应国家环保政策，中国铁路总公司有意在新生产的铁路车辆上不再使用铅酸电池和镍镉电池。开发铁路客车智能化镍氢蓄电池系统，符合我国的环保发展理念，符合我国铁路的发展战略规划，在“十四五”期间，将得到大力发展。

国内具有一定规模的镍氢蓄电池生产厂家不多，而从事铁路车辆应用的厂家更少。中车青岛四方车辆研究所有限公司研究开发铁路客车用方形排气式镍氢蓄电池，湖南科力远新能源股份有限公司研究开发铁路客车用圆柱形密封式镍氢蓄电池，内蒙古稀奥科镍氢动力电池有限公司研究开发铁路客车用圆柱形密封式镍氢蓄电池等。铁路车辆配套电源市场，需要国内镍氢蓄电池厂家齐心协力，和铁路车辆厂加强合作，共同推广镍氢蓄电池在铁路车辆上的应用，把镍氢蓄电池在铁路车辆上的应用市场做大做强。

3 结束语

分析了蓄电池在铁路车辆上的应用现状，对比

（下转第54页）



(a)断口宏观形貌 (b)裂纹源区形貌 (c)扩展区形貌

图2 SEM断口分析

由图2可以看出,裂纹源区及扩展区均为解理形貌,100倍下可以观察到试验钢试样断口有明显韧性变形,500倍下断面平坦,基本没有起伏,放射纹路分别起源于冲击开槽部位。

5 结论

(1)采用钒氮微合金化生产欧标S450J0热轧高强钢桩产品思路可行,产品性能稳定性较好。

(2)采用钒氮16合金配钒,钒的收得率及氮的收得率相对稳定,有利于工业生产中钒含量及氮含量的控制。

(3)终轧温度在880~930 ℃区间内,钒氮微合金化S450J0高强热轧钢桩随着终轧温度的的升高,屈服强度、抗拉强度及延伸率变化不明显,但0 ℃冲击韧性逐步降低。

参 考 文 献

[1] S. Zajac, T. Siwechi. Strengthening Mechanism in Vanadium Microalloyed Steel Intended for Long Products [J]. ISIJ International, 1998, 38(10): 1 130 – 1 139.

[2] EN 10025 – 2—2004,热轧结构钢产品(第二部分):非合金结构钢的技术交货条件 [S].

[3] 方金林,李超,邓存善. 欧标S450J0 H型钢桩性能提升的研究 [J]. 莱钢科技,2013,(1): 49 – 52.

(上接第22页)

各类电池的优劣,总结了镍氢蓄电池在铁路车辆上使用具有绿色环保、安全可靠、免维护、回收价值高的优点,在铁路车辆上推广应用具有一定的前景和意义。

参 考 文 献

[1] 吕鸣祥,黄长保,宋玉瑾,等. 化学电源 [M]. 天津:天津大学出版社,1992.

[2] 唐有根,李文良. 镍氢电池 [M]. 北京:化学工业出版社,2007.

[3] 徐绍萍,李培良,耿朝青. 镍氢电池用廉价稀土储氢合金负极材料的研制 [J]. 稀土,2004, 25(5): 15 – 23.

[4] 范美强,廖维林,吴伯荣,等. 电动车用MH – Ni电池温度特性研究 [J]. 电池工业,2004,9(6): 287 – 289.

[5] Chen J, Bradhwst D H, Dou S X, et al. Nickel Hydroxide as an Active Material for the Positive Electrode in Rechargeable Alkaline Batteries [J]. J Electrochem. Soc., 1999,(10): 3 606 – 3 612.

[6] Shukla A K, Venugopalan S, Hariprakash B. Nickelbased Rechargeable Batteries [J]. J. Power Sources, 2001,(12): 125 – 148.

[7] TJ/CL 559—2018,铁路客车镍氢蓄电池暂行技术条件 [S].

[8] 王云波,安胜利. 密封式镍氢电池在铁路客车上的应用研究 [J]. 包钢科技,2021,47(4): 26 – 29.