

新能源客车空调集成电池冷却系统分析

Analysis of New Energy Bus Air Conditioning Integrated Battery Cooling System

刘笑任 何志敏 曾启 邹尔泉

Xiaoren Liu Zhimin He Qi Zeng Erquan Zou

湖南华强电气股份有限公司 中国·湖南长沙 410205

Hunan Huaqiang Electric Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410205, China

摘要: 新能源客车空调集成电池冷却系统在炎热夏天调节车厢温度,保障客车动力电池正常工作,延长其工作寿命。论文阐述了国际新能源客车空调动力电池冷却系统的解决方案,并在焓差实验室内研究了空调集成电池冷却系统在放电模式和充电模式下的使用效果。

Abstract: The integrated battery cooling system of new energy bus air conditioning regulates the temperature in summer to ensure the normal operation of the bus power battery and extend its working life. This paper describes the solutions of air conditioning power battery cooling system for new energy bus, and study out the application effect of air conditioning integrated battery cooling system in discharge mode and charging mode in enthalpy difference laboratory.

关键词: 新能源客车空调; 电池冷却; 集成

Keywords: new energy bus air conditioning; battery cooling; integration

DOI: 10.12346/etr.v3i2.3479

1 引言

为应对全球日益加剧的能源危机及持续加重的全球气候变暖效应,中国大力推动节能环保新能源汽车的发展。动力电池作为电动客车的核心零部件,其关键技术的发展是电动汽车大范围推广的保障。学者们的研究已充分证明,动力电池的工作效率及工作寿命与其工作温度密切相关^[1-2]。

新能源客车空调集成电池冷却系统在炎热夏天调节车厢温度,保障客车动力电池正常工作,延长其工作寿命。新能源客车空调集成电池冷却系统的设计应考虑整车经济性,技术可行性及使用可靠性^[3]。

2 新能源客车空调集成电池冷却系统发展现状

国际上目前对动力电池冷却方案的研究大致可分为以下几种:直接空气风冷、制冷剂直接冷却、电池液冷系统、相变材料冷却以及热电效应制冷冷却等技术^[4]。

2.1 直接空气冷却

电池直接空气冷却是利用空气进行强制对流,以冷却动力电池。空气直接冷却利用冷却风扇对布置于固定风道的动力电池进行强制换热,其具有结构简单、安装方便、维护性高、经济性强等优点。但是,由于风冷结构利用空气传热,

换热效率较低,只适用于负载较小的动力电池车型,对于负载较大新能源客车,该系统存在冷却不足的问题。

2.2 制冷剂直接冷却

制冷剂直接冷却是指从空调系统管路中,利用系统管路流出的低温制冷剂对动力电池进行冷却。制冷剂直接冷却方案需要在电池包内布置制冷剂流道,以便低温制冷剂直接接触高温动力电池,通过流动的制冷剂液体带走电池包热量。该方案为动力电池提供冷源时,应考虑主空调系统的制冷需求,合理分配主空调系统和动力电池回路的制冷剂流量。

2.3 电池液冷系统

电池液冷系统可分为独立式系统和集成式系统。独立式系统是指单独为动力电池设计一套冷却系统,利用水泵泵送循环冷却液,在独立冷却系统的板式换热器中获得低温,并通过低温冷却液带走电池包热量。冷却系统不断循环工作,动力电池温度控制在合适工作范围。集成式电池液冷系统是将电池冷却系统与客车空调集成一体,水泵泵送循环冷却液通过集成式电池冷却系统与空调制冷剂完成换热,换热过程在空调系统的板式换热器中完成。独立式电池冷却系统需要额外设置一整套独立的制冷系统,故其结构较复杂,会增加整车重量与空间,成本相应增高。集成式电池液冷系统与车

【作者简介】刘笑任(1987-),男,中国湖南湘潭人,硕士,机械设计工程师,现就职于湖南华强电气股份有限公司,从事暖通制冷设备研发研究。

辆空调共享一套制冷系统,通常结构紧凑,冷却效率高,经济性强。集成式电池冷却系统相比独立式液冷系统,要同时兼顾车内与电池两侧的制冷调节,故其依托于技术能力较高的主一分回路制冷调节控制策略或较优化的主一分回路膨胀阀选型与调节。

2.4 相变材料冷却

相变材料冷却是利用材料发生相变过程中吸收或释放热量的特性,对动力电池进行冷却的方案。相变材料冷却具有结构简单、消耗功率小等优点。但其密封性要求较高,导热性能较差,现阶段仍处于研究阶段,暂无成熟商用方案及产品。

2.5 热电效应制冷冷却

热电效应制冷冷却的理论基础是固体的热电效应。电流流过两种不同导体的界面时,从外界吸收热量,或向外界放出热量,通过将这两种不同导体串联成电偶,就可以利用该吸热和放热现象达到制冷的目的。该方法用于动力电池冷却的能效比较低,且对电池有效容量存在一定影响,故中国对其实际应用于电动汽车的研究较少。

新能源客车动力电池冷却方案已有直接空气风冷、制冷剂直接冷却、电池液冷系统、相变材料冷却以及热电效应制冷冷却几种方式,在一定程度上能满足动力电池的冷却需求。综合客车整车结构、维护安装及经济适用性等特点,在拥有合理制冷量分配及较优控制匹配策略前提下,采用客车空调集成电池冷却系统的方式为较优方案。

3 新能源客车空调集成电池冷却试验设计

新能源客车空调集成电池冷却系统采用新型电驱动单冷型空调,主要部件包括压缩机、冷凝器、干燥过滤器、视液镜、主回路电磁阀、主回路热力膨胀阀、蒸发器、气液分离器、电池冷却回路电磁阀、电池冷却回路热力膨胀阀、板式换热器、进水管、蒸发风机、冷凝风机、温度传感器、压力传感器等。

行车放电模式下,主回路及电池冷却回路电磁阀均为开启状态,空调系统兼顾乘客区与动力电池制冷。为验证新能源客车空调集成电池冷却系统效果,对新能源客车空调集成电池冷却系统在焓差实验室中进行试验验证。

4 试验测试与结果分析

试验过程中,新能源客车空调置于焓差实验室实验台架,空调送、回风口与焓差实验室风道相连,利用焓差实验室模拟空调外侧环境温度和车内温度,测得空调制冷能力。电池冷却板式换热器进出水口通过冷却水管与带加热装置水箱相连,冷却介质为纯水,并由循环水泵提供动力,水流量通过阀门控制在40L/min。根据中国客车厂技术要求,客车行车放电模式动力电池负载按4kW设计,水箱内放置4kW电加热器,模拟车载动力电池热负载。

放电模式空调集成电池冷却试验分析如下:

行车放电模式下,焓差室模拟环境干球温度35℃,室内干球温度27℃,湿球温度19.5℃。在满足乘客区制冷要求同时,开启水箱单组4kW电加热器,打开空调电池冷却回路热力膨胀阀前电磁阀,以便制冷剂流入电池冷却回路板式换热器。电池冷却回路出水温度大于27℃时开启电磁阀,小于18℃时关闭电磁阀。电池冷却回路开启和关闭期间,主回路电磁阀始终处于开启状态,且主回路制冷量在实验过程中符合设计要求时,出水温度数据才视为有效数据。放电模式截取至少2个水温循环变化周期数据,并将出水温度随时间变化结果绘制如图1所示。

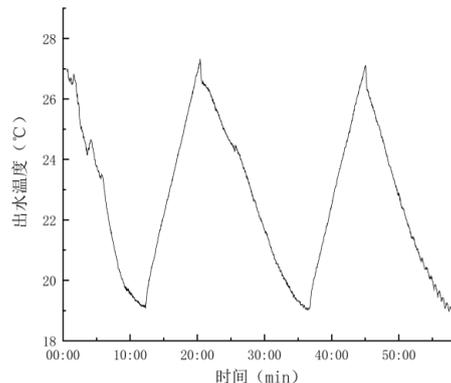


图1 放电模式出水温度随时间变化示意图

从图中可以看出,放电模式下,电池冷却负载4kW时,水温曲线波峰约为27℃,波谷约为18℃,即当温度到达27℃,集成电池冷却系统持续工作,水温下降至约18℃时,集成电池冷却系统制冷停止,水温持续上升,如此循环。每个循环周期内,水温上升周期时间约为8min,水温下降周期时间约为15min。

5 结语

综上所述,新能源客车空调集成电池冷却系统能有效解决动力电池的冷却需求,也是目前较经济的动力电池冷却解决方案。随着整车对动力电池的保护要求越来越高,对空调集成电池冷却系统对水温的控制精度,及提供给动力电池的制冷要求也日益增高。合理分配空调主回路与电池冷却回路制冷量并匹配较优的控制策略是将来新能源客车集成电池冷却系统的研究方向。

参考文献

- [1] 张春秋,罗玉林.电动汽车电池冷却系统对空调系统性能的影响[J].制冷与空调,2020,20(2):49-52+72.
- [2] 林必超,岑继文,蒋方明.汽车空调制冷剂直冷动力电池热管理系统的PID控制研究[J].新能源进展,2020,8(2):123-130.
- [3] 黄旭.电动汽车动力电池液冷系统性能研究[D].上海:上海交通大学,2018.
- [4] 颜艺.基于液体直接接触式电动汽车电池热管理系统研究与设计[D].广州:华南理工大学,2019.