

低温对纯电动汽车动力电池系统性能的影响分析

黄常喜

(电子科技大学广东电子信息工程研究院 广东 东莞 523808)

摘要: 电动汽车作为现代人可选的新能源交通工具, 因其具备生态环保和便捷维护等技术优势, 一经推出就得到了社会各界的重视。但从整体发展角度来看, 纯电动汽车技术的发展受到多项因素限制, 其中最为关键的是温度。低温环境会对纯电动汽车的行驶性能造成极大影响。本文在全面了解我国纯电动汽车发展现状的基础上, 总结分析低温环境下新能源汽车面临的问题, 深入探讨了纯电动汽车动力电池系统的低温适应性, 进一步明确了纯电动汽车技术的发展趋势, 为我国推广应用纯电动汽车提供有效依据。

关键词: 低温; 纯电动汽车; 动力电池; 系统性能; 适应性

0 引言

在我国纯电动汽车发展过程中, 如何快速安全充电是汽车行业探讨的主要技术问题, 这不仅影响着纯电动汽车的持续健康发展, 还影响着用户出行的便利程度。虽然充电桩等基础设施的数量日益增多, 但相比燃油车, 纯电动汽车的便利出行条件依旧不足。尤其是对北方的冬季来说, 低温环境对纯电动汽车的充放电和正常出行带来了极大考验。从汽车运营商角度来看, 低温状态下汽车续航里程下降, 既会影响用户的出行体验, 又会增加汽车产品的运营成本。因此如何提高纯电动汽车在低温环境中的性能, 成为当前各国电动汽车领域的科研人员探讨的热点问题。本文主要研究低温对纯电动汽车动力电池系统性能造成的影响。

1 低温环境下纯电动汽车的使用现状

1.1 充电功率下降

当下, 纯电动汽车的动力电池系统大都是锂电池。锂电池在低温状态下充电会导致电压持续上升, 原因在于, 锂电池在低温条件下充电时, 正极锂会快速脱出, 负极锂会向内部缓慢嵌入, 这就导致锂在电极表层不断累积, 最终形成枝晶, 导致电池发生短路。在低温状态下给锂电池充电时, 内部氢无法被贮氢合金快速吸收, 最终会因为氢气数量的增加, 而提高电池内部的压力, 进而影响电池的应用安全和充电效率。

1.2 缩短续航里程

对纯电动汽车而言, 动力电池内部所有元素粒子在运动接触后都会产生电流, 由此可以为车辆正常运行和基本功能提供所需能量。在温度逐步上升的过程中, 电

池内部的化学反应会越来越快, 元素粒子之间的运动接触也会随之转变, 此时电池活性更强, 放电性能更高, 相应的续航里程也会随之增加。反之, 在温度逐步下降的情况下, 续航里程通常会下降 10% 左右, 同等电池的实际续航要比常温状态下更低。与此同时, 动力电池还要为纯电动汽车的电加热暖风和空调压缩机提供电能, 两者的优势在于制冷制热更快, 可以在短时间内提高或降低车厢内部的温度。特别是在冬季, 开启暖风会消耗大量的电池能量, 直接影响车辆的续航里程。

1.3 启动难度较大

纯电动汽车的低压系统和燃油机一致, 通常都是利用铅酸电池提供电源。其中, 燃油机的铅酸电池充电会选择发动机带动发电机完成, 而纯电动汽车会利用 DC-DC 转换器充电。在启动纯电动汽车时, 相应的电流较小, 低压电瓶的容量相对较低。在低温状态下, 车辆放置很容易产生蓄电池硫化和亏电等不良现象。如果纯电动汽车长期不使用, 那么动力电池会慢慢放电, 一直到报废为止。由此可见, 每隔一段时间就要启动一次纯电动汽车, 并为蓄电池充电。另外, 也可以将蓄电池上的负极线拔下来, 以避免因为亏电而无法恢复。对比传统燃油汽车可知, 纯电动汽车的停放时间较短, 不然很容易因为亏电而无法启动。

2 纯电动汽车动力电池系统的低温适应性研究

为了研究纯电动汽车动力电池系统在低温环境下的适应性, 通常会选择产品设计环节, 将研究目标分解到各个子系统和零部件中, 严格按照产品验证的各项要求, 逐一分析零部件、子系统、车辆的适应情况。主要涉及以下内容。

2.1 冷启动

这项研究是指让纯电动汽车在高寒环境下冷冻 24h 以上后,判断以下指标是否能达到:车辆是否可以一次性启动成功,是否可以在道路中正常行驶,在行驶状态下内部系统是否可以正常运转,系统内部的各项指标是否正常等。通常来讲,电池一般出现低温报警和限功率行驶,都被看作纯电动汽车的保护策略,因此可以被接受。

2.2 除霜

因为冬季环境的气温较低,纯电动汽车的主副驾侧车窗玻璃、前挡风玻璃等区域都很容易出现结霜现象,这不仅会影响驾驶员的正常视线,还会造成一定的安全隐患,所以在实验分析中,要重点研究纯电动汽车动力系统的低温除霜能力。整合近年来纯电动汽车的电力电池系统应用情况来看,低温除霜实验要在高寒环境进行,利用装有一定水量的喷壶,均匀喷洒在前挡风玻璃和主副驾侧车窗玻璃中,模拟车辆起霜状态,而后打开空调系统的除霜模式,观察汽车在 5min、10min、20min、25min 等不同时间段的除霜情况。其中,只有在 30min 时达到 80% 的除霜面积,才能保障驾驶员拥有良好的驾驶视野,满足正常的出行需求。

2.3 采暖

采暖作为冬季高寒地区日常出行必不可少的功能之一,相比传统汽车的发动机暖风水箱采暖模式,纯电动汽车会利用电加热管加热的方式获取温度,其中电加热管的应用性能和能源消耗情况是影响汽车采暖和续航的主要因素。由此可见,研究纯电动汽车的低温采暖和保温能力,对实现汽车节能减排具有积极影响。

研究低温状态下纯电动汽车的采暖情况,主要是验证空调系统的工作水平,对比分析静态和行车条件下,汽车采暖的升温水平和保温能力。首先要在车辆的关键区域安装温度传感器,其次要在高寒天气中,对比静态和行车时,主要区域的温度变化、整车采暖能源消耗、温度舒适度等参数信息。需要注意的是,在低温采暖实验分析中,纯电动汽车的采暖效果会受到多个条件影响,自动空调和非自动空调的影响因素也存在较大差异。

2.4 充电

在低温状态下进行充电实验,主要是判断纯电动汽车动力电池系统的充电功能和性能是否可靠。由于动力电池的低温充电能力比低温放电能力要差,并且在温度低于一定条件时,会停止给电池充电,所以生产厂家在优化设计纯电动汽车低温充电功能时,优先选择预加热的方式进行处理。换句话说,在对纯电动汽车进行充电之前,需要先加热动力电池系统。在动力电池系统的温

度上升到可充电范围后才能正式充电,这样不仅能保障汽车充电效率,还可以增强充电工作的安全性和稳定性。

从实践发展角度来看,纯电动汽车的充电模式分为两种:一种是指交流脉冲,另一种是指直流快充。前者会利用充电桩、随车充电线、车载充电机进行充电,因为实际功率较小,所以充电时间较长;后者会利用快充桩进行充电,系统运行功率较大,因此可以快速为纯电动汽车补充电能。研究低温状态下的汽车充电情况可知,一方面要明确充电期间是否存在故障,另一方面要判断充电时间是否符合要求,只有这样才能保障纯电动汽车的动力电池系统可以发挥作用。

2.5 动力性

纯电动汽车的动力性能会受动力的输出源和输出形式所限制,主要涉及变速箱、驱动电机、动力电池等内容。在低温状态下,驱动电机和变速箱几乎不会受到影响,因此动力电池系统是影响纯电动汽车运行性能的主要因素。从实践运行角度来看,动力电池系统的低温放电性能和 BMS 控制策略,属于直接影响纯电动汽车动力性的主要因素。在高寒环境中,动力电池系统的低温放电性能会持续下降,BMS 控制电池的最大放电电流会随之减少,电池系统的功率供给会受到限制,这就导致纯电动汽车的动力性能严重受损。与此同时,在极寒环境中,会禁止动力电池系统输出能量,最终导致纯电动汽车失去动力。

由此可见,研究低温对纯电动汽车动力电池系统构成的影响至关重要。根据近年来累积的经验显示,纯电动汽车的低温动力性测试内容有汽车的最高车速、加速性能、最大爬坡度、坡道起步能力等。同时,还要构建完善的低温动力性数据库,主要是为低温性能指标研究提供有效依据。实验结果证明,在低温状态下,受电池温度和 SOC 所影响,电池的放电能量会持续下降,这会直接影响系统加速性能。另外,因为低温环境下对空调采暖的要求较高,所以在打开空调后纯电动汽车的加速功率分配下降,整车的动力性会随之减少。

3 低温影响下纯电动汽车的发展趋势

3.1 广泛运用换电技术

对比传统燃油汽车发现,纯电动汽车的充电时间更长。特别是运营车辆,每次充电时间可以达到 1.5h 左右,每天要充电 3 ~ 4 次,日平均充电时长可以达到 4 ~ 6h。在这一过程中,纯电动汽车只能停车等待,如果是在炎热夏季或寒冷冬季,那么驾驶员将会损耗大量的时间成本。而在城市发展中建设推广换电站,不仅整体操

作简单,换点时间更短,还可以为驾驶员提供便利服务。通常来讲,换电站包含电池更换系统、充电系统、供电系统、监控系统等大部分内容,整体建设面积较大,实际投入成本较高,因此在当前社会发展中,没有得到广泛运用。同时,换电站内部不仅会配置半自动换电装置,还会利用机械助力方式处理业务,就算是单人也可以快速便捷更换电池箱。如今,在纯电动汽车稳步发展中,动力电池系统开始向轻质化和智能化的方向发展,这不仅为换电技术创造了有利条件,还加快了新能源汽车的革新步伐。

3.2 轻质化和小型化的发展方向

由于动力电池系统的充电技术直接影响纯电动汽车的应用效果,实际充电桩的建设管理难度较高,所以各国在加强纯电动汽车技术研究力度的同时,开始向着小型化和轻质化的方向稳步前进。研究相关技术原理可知,纯电动汽车的充电过程,就是将380V和220V的交流电转变成汽车所需的直流电。由于每种车型的汽车电压和电流需求存在一定差异,所以目前有两种充电模式:一种是指恒流,另一种是指恒压。现如今,直流充电桩为了满足不同车型的纯电动汽车充电需求,通常都会建造成宽电压模式,这样能更好适配车辆充电需求,实际应用性更强。需要注意的是,高电压电池车辆的占比较少,因此充电桩充电使用的效率较低。为了解决这一问题,研究人员在实践探究中提出了车载充电机,但因为蒸馏技术和车辆空间有限,所以在未来技术研发中,要向着数字化、高平化、小型化的方向改善车载充电机,这对推广应用纯电动汽车而言具有积极影响。

3.3 电池温控技术

在寒冷环境中,由于室内外气温较低,所以纯电动汽车地冲上电速度越来越慢。此时,导致纯电动汽车电池电量不耐用的根本原因在于电池的温度过低,充放电的化学反应过程较为缓慢。为了保障锂电池始终处在适宜的温度环境中充电和放电,目前研究人员提出为纯电动汽车安装自动温度管控系统,这样在温度较低的情况下,控制系统会自动加热;而在温度较高的情况下,控制系统会自动降温。

3.4 突破电池材料

当今电动汽车的主流电池有两种:一种是指三元材料的锂电池,另一种是指磷酸铁锂电池。从技术研究角度来看,磷酸铁锂电池的价格更低,实际应用性能更加稳定,但能量密度的提升空间有限。从实践应用角度来看,磷酸铁锂电池单体电池的能量密度可以达到157Wh/kg,三元电池的能量密度可以达到200Wh/kg,

而纯电动汽车对动力电池系统的能量密度要求可以达到500Wh/kg。由此可见,实际数值和需求数值之间的差距非常大,如何提高能量密度是未来纯电动汽车领域探讨的主要问题。在新型材料电池实验成功后,纯电动汽车的电池技术发展取得了革命性变革,温度对石墨烯电池的充电和放电性能影响极小,因此可以在纯电动汽车技术领域深层应用。

3.5 突破超级电容技术

在燃油汽车运行状态下,主要是利用发动机能量解决路面摩擦阻力和空气阻力,以此保障汽车可以稳定向前行驶,但还有一部分能量在汽车制动期间被直接浪费。而在汽车内部安装超级电容器,能在启动或制动期间快速向负载吸收或释放能量,以此将汽车的部分动能反馈给蓄电池,这样不仅能增加纯电动汽车的运行时间,还可以延长纯电动汽车的行驶距离。需要注意的是,目前超级电容汽车的技术研发存在电量限制条件,无法真正满足实践行业发展需求,因此研究人员要在实证分析中,逐步提升超级电容的存电量,以取代当前动力电池系统。

4 结语

综上所述,温度对纯电动汽车发展构成的影响只是暂时的。随着各国新技术和新材料的革新发展,纯电动汽车的动力电池系统可以从根本上取得突破性进展,这样不仅能解决当前纯电动汽车的运行问题,还可以为驾驶员提供便利,充分展现纯电动汽车的技术优势。

参考文献:

- [1] 杨佼源,宋伟,叶进,等.低温对纯电动汽车动力电池系统性能的影响分析[J].上海汽车,2020(2):7-9.
- [2] 张松林,符兴锋,曾雷.动力电池低温特性对电动汽车性能影响分析[J].机电工程技术,2020,49(7):59-60+128.
- [3] 梅周盛,席文倩,夏靖武,等.纯电动汽车动力电池系统的低温性能研究[J].汽车电器,2021(4):12-14.
- [4] 宋雷震,吕东芳.基于5G网络的新能源汽车动力采集系统的设计与实现[J].成都工业学院学报,2021,24(1):30-35.
- [5] 马广青,熊飞,朱林培.低温加热策略对动力电池快充时间影响分析[J].汽车实用技术,2020(12):1-3+6.

作者简介:黄常喜(1985.09-),女,广东韶关人,硕士研究生,工程师,研究方向:机械电子。