

便携式动力电池检测仪在新能源汽车电池健康评估中的应用研究

李洪娟, 李帅杰, 汪正尧

江西工业贸易职业技术学院 江西 南昌 330000

DOI:10.61369/EIR.2025090008

摘要：本文系统分析便携式动力电池测试仪应用于新能源汽车电池状态诊断中的作用，在此针对其核心的电池状态诊断环节及相关技术的应用及实现展开探究说明了便携式动力电池测试仪对于提升电池性能检测水平以及保障新能源汽车安全运行的意义。在准确度高、智能性好、重量轻及便于操作使用等方面具备优势的便携式检测设备已成为新能源汽车动力电池管理不可或缺的一部分，也是电池维护、故障诊断及回收利用的重要手段和技术保障。

关键词：便携式动力电池检测仪；新能源汽车；电池健康评估；应用技术

Research on the Application of Portable Power Battery Testers in Battery Health Assessment for New Energy Vehicles

Li Hongjuan, Li Shuaijie, Wang Zhengyao

Jiangxi Vocational and Technical College of Industry and Trade, Nanchang, Jiangxi 330000

Abstract : This paper systematically analyzes the role of portable power battery testers in diagnosing the battery status of new energy vehicles, focusing on the core aspects of battery status diagnosis and the application and implementation of related technologies. It elucidates the significance of portable power battery testers in enhancing battery performance testing and ensuring the safe operation of new energy vehicles. Portable testing equipment, which offers advantages such as high accuracy, good intelligence, lightweight design, and ease of operation, has become an indispensable part of power battery management for new energy vehicles. It also serves as a crucial means and technical guarantee for battery maintenance, fault diagnosis, and recycling.

Keywords : portable power battery tester; new energy vehicles; battery health assessment; application technology

引言

便携式电量存储检测设备的研发为电量健康状态的评估提供了一种高效准确的方式。该方式综合运用先进的感知技术手段、智能分析技术和便携化设计理念实现了蓄电池健康状态在线监测功能，提升了运维效率水平。本文的目的在于深入分析该类小型化测验器用于电动汽车动力电池健康状态管理的应用，介绍其实用化技术特点及实用性价值所在，并为该类小型化测验器应用于电动汽车动力电池管理的理论体系建构及实施方案提供指导依据。

一、便携式动力电池检测仪在新能源汽车电池健康评估中的应用关键性

汽车工业发展面临着转型升级，并且电动化已经成为汽车发展的必然趋势之一；同时电动汽车的驱动部件即电机，其工作可靠性、续航能力以及使用寿命均会影响整车的工作性能；因此随

着电动汽车市场的发展，车辆状态检测已经成为重要的售后服务功能之一。传统电池测试是利用大容量稳压直流电源进行的，该测试方式复杂、成本高，并且效率低下，已经不能满足当前电动车行业对测试技术的新要求。

对电动汽车的正常运作至关重要的是对其健康状况的评价。电池功能下降不仅仅会影响到其行驶里程，也可能会带来风险，

作者简介：

李洪娟（1985.04—），女，汉族，硕士，江西工业贸易职业技术学院，新能源汽车技术专业，讲师。

李帅杰（2006.12—），男，汉族，江西省鹰潭市人，专科学历，现就读于江西工业贸易职业技术学院，曾获国家级荣誉两项，省级荣誉五项。

汪正尧（2007.03—），男，汉族，江西省抚州市人，专科学历，就读于江西工业贸易职业技术学院，25级新能源汽车检修班，所获奖项：25年高职组汽车故障检修二等奖、24年中职组“吴顺杯”汽车维修二等奖、24年技能大赛智能网联汽车装调运维赛项三等奖。

比如过温和短路等问题，这有可能造成严重的意外事件。手持式的电动车电池测试设备可以持续监控电池的关键指标，例如电压、内部阻力以及温度等，最终准确识别老化、容量衰减及故障隐患等问题，并形成预测性维护的数据库信息支撑。其应用的关键有以下几方面：

一方面，车载检测仪可对电池异常情况实时反应，避免因电池故障引起车辆停止运行的时间过长而影响车辆工作效率；另一方面，通过对电池组的周期性检测有助于电池寿命的提升，从而节约了电池的更新成本，在一定程度上降低了新能源车拥有者的使用成本。该类设备是二次能源回收产业中的关键装置，在废弃电池中精准地检测出其剩余能量及安全边界，将其转化为可持续发展要素推动绿色经济发展。此类微型化测试装备的应用不仅提高了电动汽车蓄电池系统的运维效能以及智能管理能力，更为重要的是，这项技术给行业标准化打下了坚实基础，有效推动了新世代汽车市场健康发展。

（一）高精度数据采集技术

手持式动力电池测试系统的核心技术是实现高精度测量的功能，即利用新型传感技术和信号采集处理技术对电池电压、内阻及温度进行高精度检测。采用高分辨率的 ADC 进行电压测量，在 0.000V ~ 220V 范围内的测量误差为 $\pm 0.2\% \pm 6\text{dgt}$ 。这就可以很好地追踪记录电池工作过程中的微小的电压波动情况，为提供良好的电池状态检测依据。采用交流注入式进行阻抗测试，即在电池两端施加高频率交流电流获得电压响应进而计算得到内阻，其量程为 $0.00\ \mu\Omega \sim 1\ \Omega$ ，精度 $\pm 1.0\% \pm 6\text{dgt}$ 。该方法最大的优势在于无损性，不同于传统放电式的有损检测。后者可能会导致电池受损，并且提升了测量的稳定性。使用的高灵敏度热敏电阻被用于监控电池的工作温度，以此预防因高温可能导致的潜在安全问题。其次，采集系统一体化抗干扰技术的应用可有效消除外部噪声的影响，在恶劣环境中依然具有较高的测量精度。例如：新能源汽车充电桩进行测试时，设备可对电池内部电阻不正常变化做出快速反应，从而判断是否出现损坏等问题，便于管理及检修人员采取相应的处理措施。

（二）智能控制算法

智能化控制技术是移动电源测试平台核心技术，该技术主要是通过采用高阶计算方法实现对电力存储器特征进行自动分析及强健性评估的技术，其中主要包括了电池模型、信息融合模块和故障诊断模块三个部分组成；依据电化学原理并基于历史电池数据库，构建了动态特性库，可准确预测电池失效轨迹。信息融合模块采用多传感器的信息融合技术，采集电压、内阻、温度等信息，并利用卡尔曼滤波消除测噪误差，提高可靠性。

在故障检测方面，采用机器学习的方法训练海量电池故障数据库，实现自动化的电池故障判断。例如当监测仪发现电池内阻明显升高，则该算法将判断为老化故障。同时给出相应的维修建议。另外，的 AI 调控算法也可以自行调节，根据电池类型以及使用条件，可以自行调节测试过程中的各项指标，确保评估精度。这样就加快了测试速率，减少了人工干预的程度，在的新能源车用锂离子电池管理方面提出了一个智能化的方案。

（三）轻量化结构设计

为达到便于携带的目的，在设计中对便携式动力电池检测仪进行轻量化设计。其具体措施是通过对动力电池检测仪所用材料及结构布局进行优化处理，使其具有较小的尺寸和重量特点。采用高强度复合材料作为便携式动力电池检测仪机壳，保证了产品结构强度的同时减轻了产品的重量，其外形尺寸控制在 $L \times W \times H = 200\text{mm} \times 146\text{mm} \times 53\text{mm}$ 。整机质量仅有 0.6kg，便于操作人员携带使用；内部电子元器件采用集约化设计理念，将传感器、处理器以及电源模块紧凑布局在有限的空间内。

本系统设计可更换式电池组确保户外工作不间断进行；兼顾轻量化 AI 智能人机交互体验并搭载大尺寸 LCD 触控螢幕提供直觉式操作手感及内嵌简体中文字幕辅助操作流程简易化，例如在电动车维修场域下，本系统可直接置入工具箱内随时随地使用，极大提升了工作效率。该类轻质设计不仅降低仪器价格，而且增强了环境适应性，在 $-20^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C}$ 极寒酷热环境下均能工作，能够满足多种应用场景需求。

（四）无线数据传输技术

采用手持式动力电池检测仪无线数据传输技术可实现实时上传测试数据并远程监控。该技术采用了蓝牙、WiFi 或者 4G 模块，使设备能够联网并连接到移动终端（手机和平板电脑）或者云服务器。为保证数据安全及个人隐私，在此基础上采取以下措施：使用加密算法传输数据，该测试仪可将电压值、内阻值以及温度实时上传至云服务器的数据库中，在移动端查看，运维人员可以随时随地查看并进行远程诊断。

例如在新型电动车充电桩上，当发现电池出现异常情况时，就会将这一信息上报至管理机构，这样就可以让专业的维修人员及时制定出维修方案；而且这样的无线通信技术也可以实现多个终端同时上传信息的功能，即多个测试终端能够同时把测试结果发送至中心服务器，最终实现整组电池的健康状态评估。该方式便于数据分析，并可将所采集到的数据导入相应的软件中形成电池性能分析报告，这对后期电池循环有着一定的参考价值；采用该无线数据上传技术后，大幅提升了新型电动车辆电池智能化管控水平，并能够降低使用及维护成本。

（五）多通道并行测试技术

手持式动力电池综合测试系统应用了并联测试模式实现对电池模组进行快速评估的目的，由多个独立的测试通道组成，可以同时测试单体电池的电压、内阻以及温度，显著提升了测试效率。每个测试通道都具有独立的采集单元及测试探头，能够确保测试过程中不受到任何的影响，并且是精准正确的。由于其为多路的设计方式，因此可以对电池组进行整体的研究，通过对不同电池之间数据的对比分析，就可以得到落后电池的位置，在此方面能够提供平衡保养的相关信息。

（六）环境适应性设计

本文所提出的可移动电池测试设备具有良好的环境可靠性，在不同的复杂环境下仍然可以稳定运行。该方案主要是从散热系统优化、防护等级提升和抗冲击性提升等方面入手对产品进行环境可靠性的提升。在散热系统方面采用风冷 + 自冷相结合的方法

式，同时辅之以风扇主动散热，防止温度过高引发死机等问题；并且设计 IP65 防水防尘结构，保证设备可在雨天及高湿度环境下正常工作。

为减少设备在搬动、运输及使用过程中的振动损伤，采取防震设计思想并辅以结构上的改进措施，如在新能源汽车室外维修条件下，监测仪可在不平地面上正常使用，确保其精度不受影响。同时在满足环境条件的前提下，还十分重视电池一致性的问题，使得产品适用于锂电、铅酸等多种电池类型，可以满足不同新型动力车用电池的检测需求。该技术的发展既拓宽了监测仪的应用范围，又增强了其应用于新型动力车用电池的可靠性。

二、便携式动力电池检测仪在新能源汽车电池健康评估中的应用方法研究

（一）定期检测与预防性维护

常见移动式动力电池测试工具的应用方法包括定期检修以及保养维护，此种应用模式需制定出检测计划并按期对新能源汽车电池进行健康状态评估，以此发现潜在故障环节避免事故发生。具体检测时间根据电池实际使用情况而定。至少每年应全面检查2次以上。监测项目包括电压、内阻、温度等，通过对历史数据进行比对分析，判断电池老化趋势。例如检测系统发现电池中的电阻值持续增加，则说明该电池开始出现老化迹象，应当予以更换或维修。维护手段还包括均衡处理，使用测试仪找出落后电池并对其充电均衡，延长电池组的使用寿命。这种方式的应用可以减少出现电池故障的概率，这样就提高了汽车行驶过程中的安全性以及可靠性。

（二）故障诊断与快速响应

便携式动力电池测试仪故障诊断及快速响应方法实现了动力电池故障的有效检测与处理，在实现对动力电池进行实时采集的基础上，运用智能算法实现动力电池故障类型判断，包括开路故障、过压故障等；便携式动力电池测试仪可提供声光报警功能。异常状态立即报警给操作者。

例如在电动车充电过程中，传感器检测到电瓶过热，并发出指令停止充电，防止出现起火事故；又如快速响应还包括远程报警的功能，在发生故障后可以通过无线传输的方式向维修站发送信号，及时通知相关人员前往处理。该方法的应用有效降低了动力电池故障对新能源汽车的影响程度，并提升了用户的使用体验度。

（三）电池梯次利用评估

通过手持式动力电池测试系统对动力电池梯次利用价值评估

方法是我们实现退役电池再生及循环使用的手段。该方法主要是根据剩余容量、内阻以及安全边界判断动力电池是否适合做梯次利用。并且能够给出电池的健康状态报告。包括了性能等级、退化轨迹等等信息，用来作为电池的分类标准参考。比如在新能源汽车动力电池回收的过程中，可以通过检测仪找出仍具有部分电量的动力电池并应用于储能设备中，以此来提升动力电池使用年限，这种技术的应用，不仅有助于促进资源的再生利用，同时也能降低新能源汽车运行的成本费用，契合了可持续发展观念。

（四）数据驱动的性能优化

数据分析型优化策略是基于便携式动力电池检测仪上的数据分析方法进行电池健康管理的方法。这种方法需要较多的数据支持，即从检测装置上收集到大量数据信息后利用机器学习算法预测电池老化趋势并制定个性化的维护方案。例如可根据电池内阻变化曲线动态控制充电状态从而减少对电池的伤害；再如根据数据分析方法进行电池组管理及均衡，在各单体电池间进行性能比较后，对其适当补充电量，从而改善系统的整体性能。该应用方式可提升电动汽车用锂电池的性能，也可以增加它们的使用寿命。

（五）多场景适应性测试

为确保便携式动力电池检测仪可以在不同场合下进行准确判断，采取多场景适应性试验方法，即针对电池检测仪在极端天气环境下的准确性测试。例如，在炎热环境中应确保便携式动力电池检测仪具备良好的降温能力，防止产生误差。另外研究不同种类的电池是否能被检测仪准确识别并评估，以期扩展该设备的应用范围，并增加其用于新能源电动汽车中的电池组管理的安全性和可靠性。

三、结束语

车载动力电池检测装置是新能源汽车动力电池维护的重要工具，在保证新能源汽车动力电池运行安全性及实现回收利用方面具有重要意义。集高精度采集系统、优化控制算法以及微型化设计于一体的新能源汽车动力电池检测装置技术已成为动力电池维护的有效方式之一。展望未来，在电池技术不断发展的基础上，这种便携式检测设备将在智能化以及集成化方向上进行进一步的研究，将为新能源汽车行业可持续发展提供强有力的技术支持。

参考文献

- [1] Li P, Zhang ZX. The effects of new energy vehicle subsidies on air quality: Evidence from China [J]. Energy Economics, 2023, 120: 106624.
- [2] 张兵, 宋超凡. 数字化转型对新能源汽车产业链企业技术进步的影响 [J]. 河北经贸大学学报, 2024, 45(5): 73-87.
- [3] 郭晓丹, 王帆. “双碳”目标下政府补贴、需求替代与减排效应来自中国乘用车市场的证据 [J]. 数量经济技术经济研究, 2024, 41(2): 131-150.
- [4] 阿迪拉·阿力木江, 蒋平, 董虹佳, 等. 推广新能源汽车碳减排和大气污染控制的协同效益研究—以上海市为例 [J]. 环境科学学报, 2020, 40(5): 1873-1883.
- [5] Zhang Z. Assessing the future vehicle: The impacts on regional and urban air. 2017, 51(2): 1007-1016.