

电动汽车充电桩储能式移动检测平台的开发及应用

宋智*, 周静, 李铮, 巩伟伟, 孙晓晓

(山东省产品质量检验研究院, 济南 250102)

摘要: 针对充电桩检测中现场电源供应受限及传统设备灵活性欠缺等问题, 本文作者研发了一套电动汽车充电桩储能式移动检测平台。该平台融合储能技术与移动检测特性, 并设计储能系统, 有效解决了无电源取电点的现场检测难题。系统实现了对交直流充电桩的电气性能、传导充电互操作性、计量准确性以及通信协议一致性的综合检测。实桩实负荷检测结果表明所设计的平台具有一定的可行性与实用性。

关键词: 电动汽车充电桩; 储能式移动检测; 检测平台开发; 应用

0 引言

随着电动汽车的广泛普及, 充电桩的检测需求不断上升。现有检测手段及设备因其适应性与效率不足, 特别是在无电源现场环境中存在局限性, 无法满足行业快速发展的需求。实际开发过程中, 检测平台需遵循相关标准与规范, 如 UL 2580—2020《电动汽车用电池标准》、GB 38031—2020《电动汽车用动力蓄电池安全要求》等, 以确保检测的科学性、准确性及安全性^[1]。本文旨在研究开发一套融合储能技术与移动检测能力的电动汽车充电桩储能式移动检测平台, 探讨其在提高检测效率与精确度方面的应用, 为电动汽车充电桩检测技术的创新与发展提供支持。该平台能够有效解决现场电源供应的难题, 并凭借其自动化检测功能与卓越的灵活性, 大幅度提高检测的效率与精确度。

1 储能式移动检测平台架构设计

1.1 平台总体设计

电动汽车充电桩储能式移动检测平台采用模块化设计, 功能模块示意图见图1。

交流充电桩检测模块用来全面检测交流充电桩的计量精度、互操作性及电气特性, 添加了多种故障模拟场景来模拟实际应用中的异常情况, 保证充电桩在各种运行条件下的安全性与可靠性。直流充电桩检测模块考虑到高功率输出特性, 实现了高精度的电流、电压采样功能, 用以确保检测结果的稳定性与准确性。该模块还用于进行协议合规性测试, 检测电动汽车与充电桩之间的兼容性。储能模

块集成了车载电池系统与高性能双向充放电逆变器, 为检测平台提供可靠的测试电源^[2]。该模块一方面解决了现场检测场景下缺少取电点的问题, 另一方面支持多种充电模式, 能够结合实际需求动态调整输出功率, 有效增强了检测的灵活性及适应性。移动平台模块则依托专用服务车辆, 通过优化内部空间布局来保证人员操作及设备安装的便利性。同时, 车辆装置了高温气体排放装置与先进的隔热层, 确保检测过程的安全性。值得一提的是, 移动检测平台还考虑了现场部署与设备运输要求, 能够在不同检测地点之间迅速移动, 大幅提高了检测效率。

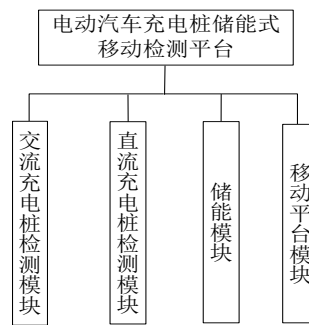


图1 移动检测平台功能模块示意图

1.2 平台技术架构

本文所设计的移动检测平台综合运用多种技术手段, 涵盖储能、虚拟仪器、计算机控制与通信以及软件工程等领域。平台运用双向充放电逆变器技术, 辅以高效率的车载电池系统, 为移动检测作业提供了高效的电源解决方案, 有效解决了现场无电源接入的难题。同时, 该平台还积极引入虚拟仪器技术, 借助NI公司的PCI-6221数据采集卡及LabVIEW软件系统, 实现了对电气参数如功

* 通信作者: 宋智, 工程师, 研究方向为设备管理、质量管理与科研标准化。E-mail: 20456505@qq.com

率、电压及电流等的高精度采集与分析, 并提供了波形记录、谐波检测以及 PWM 波形分析等功能^[3]。平台综合运用 485 总线技术与以太网, 实现了模块间的协同操作, 确保了移动监测流程的高效率与自动化。另外, 该平台依托 SQL Server 数据库, 采用 C# 语言开发, 提供了报告自动生成、检测任务的灵活设置以及数据存储与处理等功能^[4]。多种技术的综合应用, 一方面显著提高了移动检测效率, 另一方面也为充电桩的日常维护、定期检测及现场验收提供了有力的技术支撑。

2 储能式移动检测平台开发

2.1 检测服务模块

2.1.1 交流充电桩检测

当交流充电桩成功连接移动检测平台接口后, 各通道与交流充电模拟器完成连接。在此过程中, NI 测试设备负责测定交流输出电压。而电流互感器负责将交流输出电流传输到交流测量通道。其中, 电压测量模块用来采集与管理控制引导回路信号状态等, 在呈现时序波形的同时, 核算有效值等核心参数。当模拟器内部触点切换时, 交流输出可与外部大功率负载完成连接, 据此模拟充电时的动态变化。模拟器能够模拟车载充电机及车辆端异常充电情况, 以此客观评估充电站响应的精准度。另外, 它可对充电站输出电流完成采样, 由测试设备完成进一步分析, 并对制导引电压信号作绝缘处理, 以便检查。此外, 它能够实现多种故障仿真, 涵盖 CC 断线、CP 接地故障测试等。模拟器搭配 220V 交流电源, 被电源处理电路处理成 12 V、±5 V、±15 V 等电压等级, 从而为触摸屏液晶屏、继电器切换板、数据及模拟电路板等组件提供稳定电力^[5]。通信与控制方面, 模拟器借助网口与交换机相连, 同时利用触摸屏实现人机交互功能。

2.1.2 直流充电桩检测

NI 测试仪器被用于测量直流输出电压与电流。与此同时, 控制导引回路的状态量以及所有测量点的电压被送入电压测量装置, 该装置负责呈现时序波形, 并测量最大值与有效值。通过切换模拟器内部 IGBT(insulated gate bipolar transistor), 直流输出可接通大功率直流负载, 用以模拟实际充电过程中的负载状况, 确保了检测结果的可靠性。直流充电模拟器模拟蓄电池电压与车载电池管理系统, 并模拟隔离处理控制导引电压信号, 确保信号的稳定与安全。模拟器采用 220 V 交流电源, 经由电源处理电路转换成 12 V、±5 V 及 ±15 V 的电压。液晶屏采用触摸屏设计, 该系统可以高效执行各种检测功能, 包括但不限于计量检定测试、互操作性、协议一致性、安全性要求以及

电气性能试验等。

2.2 储能模块

选用高性能锂电池组作为储能单元, 该电池组能够迅速进行充放电, 从而快速为车载测试系统供电。与此同时, 该电池组还支持多种充电方式, 涉及直流充电桩、交流充电桩及 220 V 市电等, 以此保证检测平台在各类环境下的适应性与灵活性。储能系统装置了先进的智能管理系统, 实时监控电池的关键参数, 精准评估电池状态, 必要时完成充放电控制。另外, 智能管理系统还具有故障预警功能, 一旦电池状态异常, 系统能够第一时间, 通知检测人员采取针对性措施, 确保检测过程的顺利进行^[6]。实际应用过程中, 储能模块有效解决了检测现场可能缺乏固定电源的困境, 同时为移动检测平台提供了稳定可靠的电力保障。

2.3 储能式移动检测平台

移动检测平台由上汽大通服务车改装而成, 搭载了符合国 V 排放标准的发动机, 重 2.8 t, 其外形尺寸长为 5.16 m、宽为 1.98 m、高为 2.1 m。为满足试验人员及设备的搭载需求, 车辆预留了 1 吨的冗余质量。车内空间划分出试验设备区与驾乘区, 并借助隔断完成隔离。在驾驶区后方设置 19 英寸标准机架, 用于固定检测设备; 在副驾驶侧滑门内部配置储能蓄电池, 为移动检测平台提供可靠稳定的电力供应^[7]。车辆后部的货箱内装置有负载电阻, 同时设有不锈钢隔热层, 用以安全顺利地排出检测过程中产生的高温气体。另外, 鉴于空间限制, 移动检测平台上没有装置显示器与工控机, 而采用外接笔记本电脑操作。为实现对检测设备的数据采集及远程控制, 设备操作界面均朝向车外, 测试人员经车辆外掀门连接上以太网交换机。

2.4 软件程序设计

软件程序基于 C# 语言开发, 借助以太网与 NI 测试仪器等设备实现数据的交互, 并用 485 总线控制直流负载与交流负载, 同时运用无线电能记录仪采集、测试输入谐波电流, 以此搭建起一个高效的数据交换网络。软件系统选用 SQL Server 2008 数据库, 保障数据的高效管理及存储。其采用模块化设计, 各模块独立运作, 一方面方便功能扩展与系统维护, 另一方面支持用户结合实际需求灵活增加测试项目及设备参数。该软件系统具备良好的灵活性与用户友好性。使用者能够基于自身需求, 对检测项目与报告模板进行个性化定义。它也支持数据的自动采集、存储及分析, 在此基础上结合用户需求生成各类报表格式。同时, 也提供了数据共享、远程操作等功能, 进一步提高了移动检测工作的灵活性与便捷性^[8]。

3 具体应用及分析

3.1 移动检测平台应用

电动汽车充电桩储能式移动检测平台在某市充电桩升级改造过程中展示出一定的效率与适应性。该平台对某直流充电桩完成了全面的计量功能校验试验, 包括不同输出电压及电流条件下的电能计量误差测试, 凭借

储能技术有效解决了现场电源接入的难题, 同时利用双向充放电逆变器与高效的储能系统为检测设备提供了可靠的电源供应。主要技术参数如下: 输出电流范围为 0~120 A, 输出电压范围为 200~500 V, 其准确度等级为 2 级, 功率为 60 kW。实际测试过程中, 分别对 350 V 恒压下 24、60 A 及 120 A 三个电流点, 以及 60 A 恒流下 200、350 V 及 500 V 三个电压点进行了测量^[9](见表 1)。

表 1 某直流充电桩测试结果

测试条件	充电桩显示值	计量设备显示值	相对误差 /%	测试结果
350 V, 24 A	350.23 V, 24.43 A, 5.11 kW·h	350.12 V, 23.69 A, 5.01 kW·h	0.031, 3.124, 1.996	符合, 不符合, 符合
350 V, 60 A	350.06 V, 59.81 A, 4.89 kW·h	350.13 V, 60.02 A, 5.00 kW·h	-0.020, -0.350, -2.2	符合, 符合, 不符合
350 V, 120 A	350.15 V, 119.75 A, 4.93 kW·h	350.08 V, 120.03 A, 5.02 kW·h	0.020, -0.233, -1.793	符合, 符合, 符合
200 V, 60 A	201.34V, 60.17 A, 5.12 kW·h	200.06 V, 60.05 A, 5.05 kW·h	0.639, 0.199, 1.386	符合, 符合, 符合
350 V, 60 A	349.82V, 60.12 A, 4.96 kW·h	349.08 V, 59.83 A, 5.13 kW·h	0.212, 0.485, -3.314	符合, 符合, 不符合
500 V, 60 A	498.70V, 59.94 A, 4.97 kW·h	498.09 V, 60.07 A, 5.01 kW·h	0.122, -0.215, -0.798	符合, 符合, 符合

3.2 应用效果分析

电动汽车充电桩储能式移动检测平台在旧桩升级改造测试中通过一系列计量功能检定试验, 有效揭示了充电桩在电能计量方面存在的准确性问题。表 1 显示, 一些充电桩在某些工况下的计量误差超出了设定的误差范围, 这一发现为充电桩的升级改造提供了有力的数据依据。移动检测平台中的储能系统使用高性能锂电池组, 支持快速充放电, 同时配备智能管理系统实时监控电池状态。与此同时, 该平台的移动性使得其可以在不同地点快速部署, 大幅提高了检测效率与灵活性。该平台凭借模块化设计与 C# 开发的软件系统, 支持用户自定义检测项目与报告模板, 可以结合实际需求动态调整检测内容。

伴随电动汽车充电桩市场的持续增长以及相关技术的不断进步, 储能式移动检测技术将在提升充电桩运行效率与质量控制方面发挥着更为关键的作用。一方面, 该技术能够有效解决现场检测中电源供应受限的问题, 为充电桩的现场验收、周期性检测以及运营维护提供更加便捷的支持。另一方面, 随着检测技术的不断优化, 该平台有望进一步拓展检测功能, 如引入无线充电检测、智能诊断等新兴技术, 满足日益多样化的检测需求^[10]。未来, 该移动检测平台有望在更多地区得到广泛应用, 为电动汽车充电桩的检测及维护提供更为高效、可靠且智能化的解决方案, 从而推动电动汽车充电设施行业的健康发展。

4 结束语

电动汽车充电桩储能式移动检测平台的成功研发, 为充电桩检测提供了一种高效便捷的解决方案。该平台的推广使

用, 促进了充电桩检测技术由低效向高效、由固定向移动的转变。未来, 该平台在检测功能的扩展与储能系统的能量密度提升等方面有望得到进一步改进。同时, 融合无线充电检测、智能诊断等前沿技术, 也将成为该平台发展的新趋势, 为充电桩行业的技术升级与持续进步提供全方位的支持。

参考文献

- [1] 吴广顺, 李真铁, 王昊. 电动汽车锂离子动力电池热失控测试与标准分析[J]. 汽车实用技术, 2024, 49(17): 168-172.
- [2] 李连. 智慧监管赋能产业高质量发展——电动汽车充电设施在线检定监管工作的思考与探讨[J]. 中国计量, 2024, (9): 32-35.
- [3] 吴永洋, 曲翔, 马敏, 等. 直流充电桩检测系统设计[J]. 电气传动自动化, 2023, 45(4): 30-32.
- [4] 高平, 徐丽玲. 基于直流充电桩应用的宽频剩余电流灵敏检测与保护[J]. 电气技术, 2023, 24(12): 53-58.
- [5] 路露. “双碳+新基建”背景下电动汽车充电桩产业发展路径探索[J]. 汽车维护与修理, 2023, (14): 73-75.
- [6] 张倩, 陈熙, 王立永, 等. V2G直流充电桩检测方案与检测系统设计[J]. 电力系统保护与控制, 2024, 52(13): 161-170.
- [7] 马克华. 新能源发展背景下直流充电桩检测装置设计与研究[J]. 大众标准化, 2025, (2): 175-177.
- [8] 王兴媛, 李贺龙, 宋燕军, 等. 直流充电桩远程检测系统的计量特性研究[J]. 电测与仪表, 2023, 60(10): 142-147.
- [9] 彭君成. 电动汽车直流超级充电桩的安全保护及检测方法研究[J]. 科学与信息化, 2023, (8): 130-133137.
- [10] 左正涛. 电动汽车充电技术发展现状及未来发展趋势分析[J]. 专用汽车, 2025, (1): 101-103.