

电动汽车充电设施检测与标准化工作总结

及洪泉, 李香龙, 陈熙, 程林, 金渊, 刘秀兰

(国网北京市电力公司电力科学研究院, 北京 100075)

摘要: 近年来电动汽车产业高速发展, 国家电网公司大力开展充电基础设施建设。随着充电设施建设量的增加, 工作重心逐渐由重建设转向重运营。开展电动汽车充电设施检测工作, 提升充电设施运行质量。对北京地区的电动汽车充电设施现场检测与标准化工作进行总结。首先对电动汽车充电设施检测管理系统情况进行阐述。依托电动汽车充电设施管理系统, 对北京电科院 2014 年到 2018 年期间开展的充电设施检测数据进行统计分析。最后对检测不合格原因进行分析并提出针对性的措施与建议。

关键词: 充电设施; 检测; 统计分析

Summary of electric vehicle supply equipment test and standardization

Ji Hongquan, Li Xianglong, Chen Xi, Cheng Lin, Jin Yuan, Liu Xiulan

(State Grid Beijing Electric Power Research Institute, Beijing 100075, China)

Abstract: In recent years, with the rapid development of the electric vehicle industry, the State Grid Corporation of China has constructed increasing number of electric vehicle charging infrastructure. With the increase of the construction of charging infrastructure, the focus of electric vehicle supply equipment has gradually shifted from construction to operation. The test of charging facilities for electric vehicles has been carried out to improve the operation quality of charging facilities. The work of testing and standardization of electric vehicles supply equipment in Beijing is summarized. Initially, the charging supply equipment test and management system for electric vehicles is described. Based on electric vehicles charging supply equipment test and management system, the testing data of charging supply equipment carried out by Beijing Electric Power Research Institute from 2014 to 2018 are analyzed. Finally, the reasons for the unqualified test are analyzed and the corresponding suggestions are proposed.

Key words: electric vehicle supply equipment; testing; statistical analysis

0 引言

近年来, 环境问题的日益严峻, 绿色环保、“零排放”的电动汽车的发展引起高度关注^[1-2]。随着政府一系列鼓励扶持政策的颁布, 电动汽车产业高速发展^[3]。在国家政策引导、电网企业及其他新能源基础设施建设企业的积极参与下, 电动汽车充电基础设施建设规模快速增长^[4-6]。国家电网公司大力开展充电基础设施建设^[7], 截至 2018 年底, 国家电网公司累计建设运营各类充电设施 7 万台, 为全国 153 万辆新能源汽车出行提供有力保障。

在北京地区, 国网北京市电力公司(以下简称北京公司)累计建设运营各类公共充电设施 14 915 台, 运营电动汽车充换电站点共计 1 177 处, 涉及直流充电桩 9 369 台, 交流充电桩 5 546 台, 覆盖北京地区十六个区, 涉及充电设施产品 10 个, 支撑首都

16.66 万辆新能源汽车的充电业务。

随着充电设施建设量的增加, 工作重心逐渐由重建设转向重运营, 为提供良好的用户体验, 对充电设施的运行质量要求进一步提高, 因此开展电动汽车充电设施检测工作, 提升充电设施运行质量^[8-9]。

电动汽车充电设施检测可分为实验室到货检测、现场验收检测、例行检测、升级改造后验收检测, 其中实验室到货检测与现场验收检测针对新建充电设施, 例行检测与升级改造后验收检测对在运充电设施。自 2014 年以来, 北京公司累计完成对新建充电设施检测 13 734 台次、在运充电设施检测 14 520 台次, 发现各类不合格情况 5 238 次, 开展专项故障分析 412 次, 协助充电桩厂家和电动汽车公司完善充电设施质量。通过充电设施检测工作的开展, 及时有效地发现充电设施健康隐患, 定位问题根源, 为充电设施建设、运营及行业发展提供技

术支撑。

本文对北京地区的电动汽车充电设施现场检测与标准化工作进行总结，首先对电动汽车充电设施检测管理系统情况进行阐述，对系统架构、系统功能进行说明，依托电动汽车充电设施管理系统，对国网北京电科院 2014 年到 2018 年期间开展的充电设施检测数据进行统计分析，最后对检测不合格原因及其不合格项进行分析，并根据不合格类别提出针对性的措施与建议，支撑电动汽车充电设施运维与管理以及充电设施检测标准的制定与修订，保障北京地区充电设施安全可靠运行，推动电动汽车相关行业发展。

1 充电设施检测管理

1.1 系统架构

电动汽车充电设施现场检测工作依托充电设施检测管理系统。充电设施检测管理系统基于大数据、物联网、移动通信技术搭建，面向充电设施检测、故障诊断业务开展综合服务，通过与国家电网车联网平台、检测终端设备的互联互通，实现对充电设施检测过程的精益化管理与检测数据的深化分析应用。

电动汽车充电设施检测管理系统由三层构成，在数据层实现对检测任务数据、车联网充电设施运行数据、检测数据的管理，应用层包括四个系统，即检测任务管理系统、检测数据采集系统、数据分析及可视化系统、充电设施健康状态管理系统，在展示层可实现检测任务与检测数据在 PC 管理端、数据采集 APP、监控大屏的呈现。电动汽车充电设施检测管理系统架构如图 1 所示，管理系统主界面如图 2 所示。

1.2 检测任务管理功能

电动汽车充电设施检测管理系统的核心功能之一是检测任务管理，依托检测任务管理系统实现。检测任务管理系统根据地理信息系统辅助完成任务

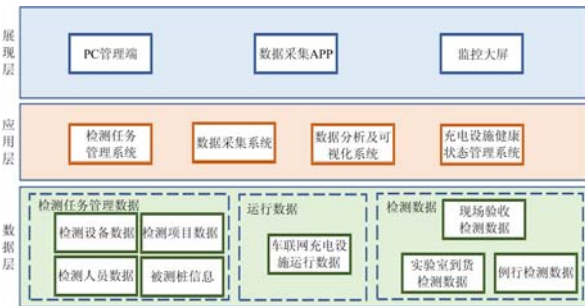


图 1 充电设施检测管理系统架构图

Fig. 1 Electric vehicle supply equipment testing and management system architecture



图 2 充电设施检测管理系统主界面

Fig. 2 Electric vehicle supply equipment testing and management system main interface

派发，通过手机 APP 统一调度管理检测人员，平台与检测终端设备互联互通实现被测桩参数、检测项目的远程加载以及测试数据的远程上传，精确把控充电设施全生命周期测试过程的每一个环节，确保所有检测过程可管理、可回溯，全面提升公司充电设施检测过程管理水平。

1.3 充电设施健康状态管理功能

充电设施健康状态管理功能也是电动汽车充电设施检测管理系统主要功能之一，依托应用层的充电设施健康状态管理系统实现。检测管理系统建立充电设施全生命周期检测数据档案，实现充电设施检测数据的横向、纵向多维度对比分析，全面提升检测数据资源的应用效果，有效指导充电设备运维、检测管理工作，为行业标准的制定提供技术支持。

2 充电设施检测数据统计

2.1 充电设施检测工作总量统计

在充电设施建设阶段，按照 5% 的比例抽取各类型充电设施开展实验室到货检测工作，以保障供货产品质量，建设完成后按照全量开展现场验收测试工作，以保障充电设施建设质量，截止 2018 年底累计完成充电设施建设阶段检测工作 12 259 台次，发现并反馈各类问题 2 350 次。

在充电设施运行阶段，开展在运充电设施例行检测工作，2014 年至 2018 年间累计完成对 4 093 台桩的检测共计 5 632 次，发现并反馈各类问题 1 652 次；2017 年，针对在运充电桩新国标改造升级后开展专项测试，累计开展检测工作 8 888 次，发现问题 1 236 次，有效保障了在运充电设施的正常运行，为充电设施的故障分析、运维检修工作提供了技术支持。

对历年充电设施现场验收结果和例行检测结果进行统计。充电设施现场检测合格率统计的为首次

检测合格率。充电设施例行检测目前尚无针对性标准, 依据的是充电桩实验室检测标准, 此外在运充电设施为兼容更多车型更改兼容版程序, 导致依照国标判断的检测率较低。检测结果分别如图 3、图 4 所示。



图 3 2014—2018 年充电设施现场验收检测量与合格率
Fig. 3 2014—2018 qualified rate of new-construction checking electric vehicle supply equipment



图 4 2014—2018 年充电设施例行检测量与合格率
Fig. 4 2014—2018 qualified rate of in-operation electric vehicle supply equipment

在区域分布方面, 充电设施检测合格率与充电服务频率相关, 按照各区域分布对在运充电设施检测例行合格率进行统计, 合格率分布呈现两头高中间低的趋势分布, 城区平均合格率、远郊区县平均合格率均整体高于近郊平均合格率。

2.2 充电设施产品合格率统计

北京电科院例行检工作覆盖 2014 年至 2018 年间投运的全部 10 类充电桩产品, 对不同产品在运充电设施检测合格率进行统计, 平均合格率最高为 58.92%, 最低为 21.56%。合格率较低主要是由于现场检测依照的是更为严格的实验室检测标准以及为兼容更多车型而修改相应充电控制策略所致。各产品合格率统计表如表 1 所示。

2.3 主要不合格原因统计

电动汽车充电设施检测主要包括一般检查、充电功能、电气性能^[10]、安全防护、充电互操作性^[11-12]、通信协议一致性^[13-14]六大类。六大类性能与功能指标全部为合格, 则充电设施检测结果为合格。北京

表 1 各产品合格率统计表

Table 1 Qualification rate of different manufacturers			
	投运量/台	检测量/台	合格率
产品 1	5 524	2 340	47.81%
产品 2	2 834	1 150	31.23%
产品 3	1 320	567	58.92%
产品 4	370	108	50.85%
产品 5	53	12	43.91%
产品 6	84	30	21.56%
产品 7	941	183	32.78%
产品 8	63	24	30.23%
产品 9	998	432	46.17%
产品 10	108	57	37.86%

公司在运充电设施 2014 年到 2018 年检测数据进行统计, 总体合格率较低, 平均为 41.24%。不合格项主要集中于电气性能及互操作性能测试, 其中电气性能项目合格率为 60.25%, 互操作性项目合格率为 55.65%。各类检测项目不合格统计如图 5 所示, 电气性能与互操作性测试不合格原因分布如图 6、图 7 所示。

3 检测结果分析及建议

3.1 互操作性及协议一致性分析与建议

对已完成的 5 321 次互操作及协议一致性测试结果进行统计分析, 发现 92% 以上的此类互操作问

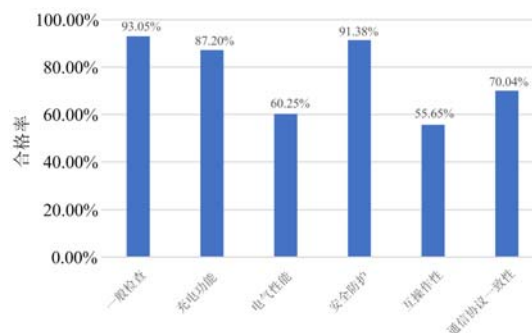


图 5 充电设施检测各类别项目不合格率
Fig. 5 Unqualified rate of electric vehicle supply equipment testing of various classes

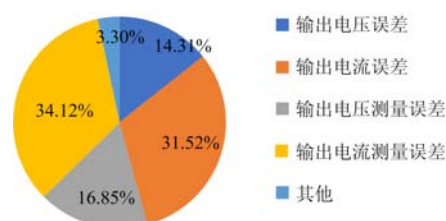


图 6 电气性能测试不合格项分布
Fig. 6 Distribution of unqualified items in electrical performance testing

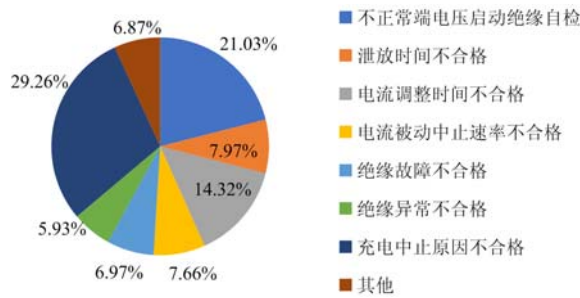


图 7 互操作性测试不合格项分布

Fig. 7 Distribution of unqualified items in interoperability testing

题属于软件程序问题，同一产品易大面积出现同类问题，各产品充电桩互操作测试项不合格分布占比如图 8 所示。不合格原因主要是由于充电桩厂家在现场随意更改实验室定版程序所致。

造成随意更改充电桩程序这一局面的一大原因是由于目前市面上存在大量非新国标要求的电动汽车，为保证在运充电设施兼容尽可能多的车型，现场将实验室检测的国标版程序修改为兼容性版本，导致互通性不符合国标要求。

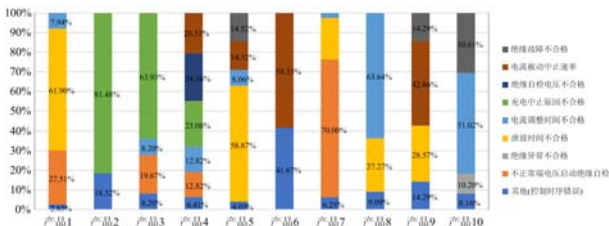


图 8 各产品充电桩互操作测试项不合格分布占比

Fig. 8 Unqualified distribution of electric vehicle supply equipment interoperability testing of different manufacturers

针对该问题，从管理方面和技术方面提出改进措施。

1) 管理方面

针对在运充电设施呈现的软件问题，建议在桩企、检测单位、运维单位之间进行程序版本号的统一管控，实现在运充电设施全生命周期的监督。

具体的，对于充电桩企业，现场供货充电桩的程序版本应为实验室到货验收的最终版本，如因特殊要求需更改现场在运充电桩程序时，需进行报备；对于检测机构，应加强充电桩程序版本管控，从充电桩实验室到货检测完成时刻起，对最终版本的控制程序进行备案，记录相关程序版本号，并且现场检测和后续检测中对充电桩程序版本号进行核实；对于充电桩运维单位，应针对充电桩现有问题统一安排厂家完成控制程序，并重新开展样桩测试及程序备案工作，禁止充电桩厂家随意更改现场程序版本。

2) 技术方面

目前现场检测中对程序版本号的识别多依赖人工记录，建议在充电桩 CRM 报文中以及显示界面中增加充电桩程序版本号，便于通过检测设备采集充电桩程序版本。修改的 CRM 报文见表 2 所示。

表 2 建议修改的 CRM 报文格式

Table 2 Modification of CRM message

起始字节	长度	SPN	SPN 定义	发送选项
1	1 字节	2560	辨识结果, (<0x00>: =BMS 不能辨识; <0xAA>: =BMS 能辨识)	必须
2	4 字节	2561	充电机编号, 1/位, 0 偏移量, 数据范围: 0~0xFFFFFFFF	必须
6	3 字节	2562	充电桩程序版本号(建议新增)	可选

3.2 电气性能及安全相关测试分析与建议

对已完成的 5 632 次电气性能及安全测试结果进行统计分析，发现电气性测试、安全防护测试合格率随运行时间增长出现较大幅度的降低，合格率随运行年限变化趋势如图 9 所示。主要原因为充电桩的功率模块、输出电容、充电连接器等关键元器件随运行时间增长出现性能衰减，直接影响充电桩的输出特性、安全特性等关键指标。其中问题较多的测试项集中于输出电压误差和输出电流误差。

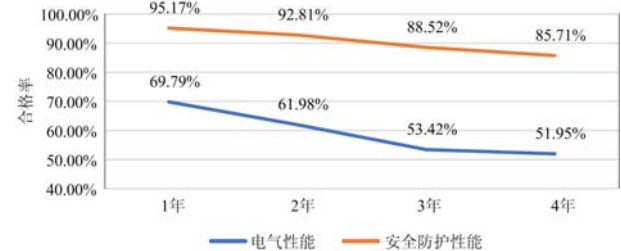


图 9 合格率随运行年限变化趋势

Fig. 9 Trend of qualification rate with operating years

充电桩的输出性能和安全性能相关的关键元器件众多^[15]，建议根据不同元器件的老化特性开展针对性定期检查，及时发现问题并开展维护、修理和更换工作，确保充电桩运行的安全性和可靠性。关键器件检查时间表如表 3 所示。

此外，在电气性能检测方面，由于现场检测未有明确标准规定，目前检测标准依据的是实验室检测标准，实验室与现场在电源条件、环境因素方面存在较大的差异，在现场按照实验室较为理想条件下的合格判据进行判断，忽略现场条件造成的采集系统的漂移，也是造成电气性能的误差超限的原因之一。因此应加快电气性能现场检测标准的推进与落实。

表 3 关键元器件检查时间表

Table 3 Check schedule of key components

序号	关键器件	建议检查时间/年	检查内容
1	充电模块	0.5	模块性能检查
2	充电控制器	0.5	控制精度检查
3	高压接触器	1	外观放电痕迹检查
4	熔断器	0.5	外观过热痕迹检查
5	避雷器	1	外观过热痕迹检查
6	断路器	1	外观放电痕迹检查 活动机械部分是否 转动灵活, 积灰是 否严重
7	散热风扇	1	

3.3 一般检查及功能测试分析与建议

对已完成的 5 632 次一般检查及功能结果进行统计分析, 发现现场的主要的故障原因共 14 种, 各类故障占比如图 10 所示, 可将全部故障归纳为器件损耗、外力破坏、运营管理三大类。其中器件损耗类包括读卡器故障、充电模块故障、交流接触器故障、风机故障、电表通信故障、充电桩离线故障; 外力破坏类包括输入功能故障、屏幕损坏、充电枪损坏、急停故障、充电桩体损坏; 运营管理类包括充电桩迁改移、未投运、未上电。

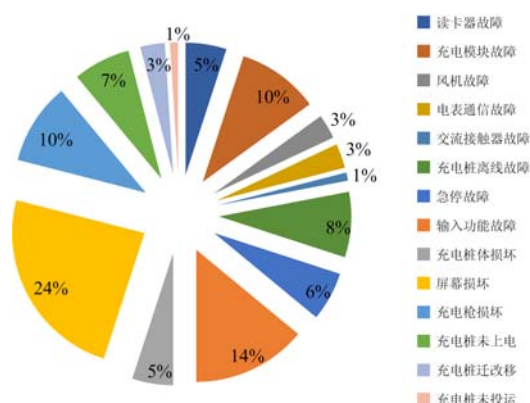


图 10 一般检查各类故障占比

Fig. 10 Proportion of various kinds of unqualified items

该类测试整体呈现区域化差异, 在桩使用率较高的城区, 外力损坏类故障占比较高, 在充电桩使用率较低的郊区器件损耗类故障占比较高。建议针对不同区域位置的充电站, 站内巡视工作重点应该有所区别, 在制定巡视工作计划时应考虑不同区域的特点调整巡视频率和内容。

3.4 充电兼容性分析与建议

随着 GB T 18487.1-2015 等 5 项标准的出台以及 GBT34657.1 等 2 项检测标准测执行, 车桩兼容性问题大幅减少, 北京公司故障工单中关于车桩充

电兼容性问题的占比逐年下降, 如图 11 所示, 其中充电参数配置阶段出现故障的概率最高, 占比 46%。

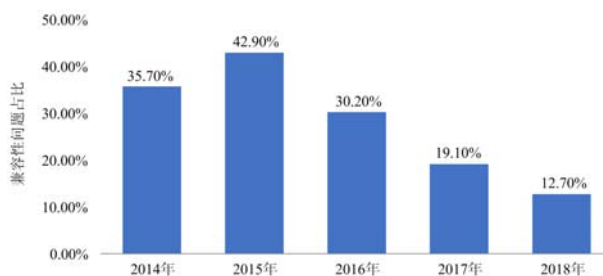


图 11 充电兼容性问题占比

Fig. 11 Proportion of charging compatibility problems

对已完成的 205 次车桩兼容性故障分析数据进行统计, 其中车辆不合格情况共 148 次, 占比 72.2%, 充电桩不合格情况 57 次, 占比 27.8%, 车辆和充电桩仍存在一定的兼容性问题, 建议车企与运行商长建立长期合作机制, 针对已发生的兼容性问题开展故障分析治理工作, 针对即将上市的新车提前开展充电兼容性测试。

4 结论

本文针对北京电科院 2014 年到 2018 年期间开展的充电设施检测工作, 对检测数据进行统计分析, 提出针对性的措施与建议。

1) 禁止充电桩厂家随意更改现场程序, 更改程序需重新开展样桩测试及程序备案工作, 针对已发现的问题, 反馈至充电桩制造商, 定期整改后开展样桩的现场验收测试, 待测试通过后统一刷新程序。

2) 定期开展针对充电桩内部关键器件的检查, 及时发现问题, 开展维护、修理、更换工作, 以保证充电桩运行的安全性、高效性、可靠性。

3) 根据区域特征制定充电桩巡视工作计划, 在制定巡视工作计划时应考虑不同区域的特点调整巡视频率和内容, 对近郊区域的充电站应当适当增加巡视频次, 巡视过程重点关注充电桩桩体、读卡器、触摸屏、充电枪功能是否正常、外观是否损坏, 及时排查安全隐患。

4) 长期监控车桩充电兼容性, 针对即将上市的新车提前开展充电兼容性测试, 以保证北京公司充电网络的正常运行, 提升充电服务质量。

参考文献

[1] 冶存良, 王学军. 我国纯电动汽车产业发展瓶颈问题综述及发展建议[J]. 时代汽车, 2018(10): 66-68.

LIANG Zhicun, WANG Xuejun. Summary of the

- bottlenecks in the development of China's pure electric vehicle industry and suggestions for development[J]. Auto Time, 2018(10): 66-68.
- [2] 尤嘉勋, 丁倩. 国外典型充电桩商业模式研究[J]. 汽车工业研究, 2018(12): 17-20.
YOU Jiaxun, DING Qian. Research on the commercial model of typical charging infrastructure in foreign countries[J]. Auto Industry Research, 2018(12): 17-20.
- [3] 陈静鹏, 艾芊, 肖斐. 基于集群响应的规模化电动汽车充电优化调度[J]. 电力系统自动化, 2016, 40(22): 43-48.
CHEN Jingpeng, AI Xian, XIAO Fei. Optimal charging scheduling for massive electric vehicles based on cluster response[J]. Automation of Electric Power Systems, 2016, 40(22): 43-48.
- [4] 李苏秀. 中国新能源汽车产业商业模式创新动态演变研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2018.
LI Suxiu. Study on the dynamic evolution of business model innovation in China's new energy vehicle industry[D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2018.
- [5] 杨彤. 充电基础设施政府和社会资本合作供给的影响因素及其博弈研究[D]. 徐州: 中国矿业大学, 2018.
YANG Tong. Research on influencing factor of charging infrastructure public-private partnerships and game analysis on cooperation subjects[D]. Xuzhou: China University of Mining and Technology, 2018.
- [6] 杨校辉, 张娟, 史志鸿, 等. 电动汽车充电桩认证结算单元的设计与实现[J]. 电力系统保护与控制, 2018, 46(11): 118-123.
YANG Xiaohui, ZHANG Juan, XU Shiming, et al. Design and implementation of electric vehicle charging pile certification settlement unit[J]. Power System Protection and Control, 2018, 46(11): 118-123.
- [7] 张祿, 李国昌, 陈艳霞, 等. 基于数据挖掘的电动汽车用户细分及价值评价方法[J]. 电力系统保护与控制, 2018, 46(22): 124-130.
ZHANG Lu, LI Guochang, CHEN Yanxia, et al. Customer segmentation and value evaluation method based on data mining for electric vehicles[J]. Power System Protection and Control, 2018, 46(22): 124-130.
- [8] 刘秀兰, 金渊, 曾爽, 等. 便携式充电设备检测系统的研究与设计[J]. 电机与控制应用, 2017, 44(9): 48-53.
LIU Xiulan, JIN Yuan, ZENG Shuang, et al. Research and design of portable charging equipment detection system[J]. Electric Machines & Control Application, 2017, 44(9): 48-53.
- [9] 冯鹏洲. 大数据技术在智能充电桩网络系统中的应用[J]. 电力大数据, 2018, 21(12): 47-52.
FENG Pengzhou. Application of big data technology in intelligent charging pile network system[J]. Power Systems and Big Data, 2018, 21(12): 47-52.
- [10] 电动汽车充电设备检验试验规范 第1部分: 非车载充电机: NB/T 33008.1—2013[S].
Inspection and test specification for electric vehicle charging equipment part 1: off-board charger: NB/T 33008.1—2013[S].
- [11] 电动汽车传导充电系统 第1部分: 通用要求: GB/T 18487.1—2015[S].
Electric vehicle conductive charging system part 1: general requirements: GB/T 18487.1—2015[S].
- [12] 电动汽车传导充电互操作性测试规范 第1部分: 供电设备: GB/T 34657.1—2017[S].
Interoperability test specification of electric vehicle conductive charging part 1: supply equipment: GB/T 34657.1—2017[S].
- [13] 电动汽车非车载传导式充电机与电池管理系统之间的通信协议: GB/T 27930—2015[S].
Communication protocols between off-board conductive charger and battery management system for electric vehicle: GB/T 27930—2015[S].
- [14] 电动汽车非车载传导式充电机与电池管理系统之间的通信协议一致性测试: GB/T 34658—2017[S].
Conformance test for communication protocols between off-board conductive charger and battery management system for electric vehicle: GB/T 34658—2017[S].
- [15] 徐歌, 肖仕武, 丛明一. 电动汽车充电站的短路故障分析与保护[J]. 电力系统保护与控制, 2018, 46(7): 150-156.
XU Ge, XIAO Shiwu, CONG Mingyi. Short-circuit fault analysis and protection for electric vehicle charging and discharging station[J]. Power System Protection and Control, 2018, 46(7): 150-156.

收稿日期: 2018-05-30

作者简介:

及洪泉(1972—), 男, 博士研究生, 高级工程师, 研究方向为配电网、新能源; E-mail: jihongquan@bj.sgcc.com.cn

李香龙(1980—), 男, 通信作者, 硕士研究生, 高级工程师, 研究方向为电动汽车充换电技术、新能源; E-mail: lx10_0@163.com

陈熙(1990—), 女, 硕士研究生, 助理工程师, 研究方向为电动汽车充电检测技术。E-mail: xchenaz@163.com