

电动汽车充电设施现场检测方案研究

郭寅远, 陈卓, 贺春, 冯瑾涛, 朱洋洋

(许昌开普检测研究院股份有限公司, 河南 许昌 461000)

摘要: 随着国家电动汽车战略的实施, 电动汽车充电桩行业发展逐步趋向稳定, 充电桩运营商开始着重运营。对于电动汽车充电设施的大量建设, 充电桩现场运行中的安全与可靠性直接关系到电动汽车的安全可靠运行以及实际推广应用。提出了一种电动汽车直流充电设施现场验收测试方法, 能够对充电设施整体性能进行鉴定, 为充电设施验收测试工作提供技术保障, 确保电动汽车能够安全可靠运行。同时现场检测验收工作也为国家对充电设施建设运营、充换电服务等提供补贴参考保障。

关键词: 电动汽车; 充电桩; 充电机; 现场检测; 验收测试; 安全; 控制时序; 通信协议

Research on on-site inspection scheme for electric vehicle charging facilities

GUO Yinyuan, CHEN Zhuo, HE Chun, FENG Jintao, ZHU Yangyang

(Xuchang KETOP Testing Research Institute Co., Ltd., Xuchang 461000, China)

Abstract: With the implementation of the national electric vehicle strategy of China, the development of the electric vehicle charging pile industry has gradually stabilized, and the charging pile operators have begun to focus on operations. For the large-scale construction of electric vehicle charging facilities, the safety and reliability of the charging pile in the field operation is directly related to the safe and reliable operation of the electric vehicle and the actual promotion and application. This paper proposes an on-site acceptance test method for DC charging facilities of electric vehicles, which can verify the overall performance of the charging facilities, provide technical support for the acceptance inspection of charging facilities, and ensure that electric vehicles can operate safely and reliably. At the same time, on-site inspection and acceptance work also provides subsidies for the construction of the charging facilities, charging and replacement services, etc.

Key words: electric vehicle; charging pile; charger; on-site inspection; acceptance test; safety; control timing; communication protocol

0 引言

目前, 随着能源及环境问题的日益严峻, 中国将发展电动汽车上升为国家战略, 同时密集出台一系列重要政策和措施, 极大地推动了电动汽车行业的发展和应用。随着新能源电动汽车政策的陆续出台, 作为电动汽车领域重要一环的充电设施也得到了各行业的高度关注, 电动汽车充电设施发展迅猛。近期, 为支持新能源汽车充电设施建设, 发改委、工信部、财政局等政府部门陆续出台了一系列涉及充电基础设施产业发展的扶持政策, 对充电设施综合投资成本和充电桩功率进行一次性补贴, 包括各地充电设施建设运营、改造升级、充换电服务网络监控系统建设等进行补贴。

从目前已经投运的充电设施现场以及运行状况

来看, 这些设备在建设使用过程中存在着诸多问题。电动汽车充电设施从规划设计到设施建设以及日常运营等都需满足标准的要求。文献[1]提出了除充换电站硬件验收指标外的工程施工质量验收指标、运营管理验收指标、充换电站场总体验收指标、充换电站场土建及其他配套设施验收指标和档案资料验收指标等适用于电动汽车充换电站的工程验收指标体系。文献[2]针对充电桩建设工程要点进行了分析, 总结了充电桩安装质量检验验收内容及验收中应该注意的事项等, 采用了集中验收的方式简化了验收流程和手续, 整合了资料配置, 为充电桩建设工程验收提供了一定的技术支撑。文献[3]提出了充电桩还面临充电桩频繁故障、用户体验较差、新旧标准执行混乱无法兼容所有车型以及质量参差不齐存在安全隐患的问题, 指出开展电动汽车充电桩

现场检测势在必行，并提出了一种电动汽车充电桩现场检测平台及相应的现场检测方法。文献[4]提出了一种移动式电动汽车充电机检测方案，能对充换电站中的充电机进行现场检测，及时发现充电机故障，避免充电机对电动汽车充电造成影响。

本文从电动汽车直流充电设施现场检测验收情况入手，结合现场验收可行性进行梳理和展开，给出了包括工程施工验收资料核查、充电设施现场核查以及充电设施现场检测等全方位的检测验收方法，为电动汽车直流充电设施现场检测验收工作提供指导。

1 工程施工验收资料核查

工程施工验收资料的核查主要包括企业资质文件、原材料验收以及工程建设验收文件等，具体核查内容如表 1 所示。

表 1 工程施工验收资料

Table 1 Engineering construction acceptance data

文件类型	检查内容
企业资质文件	运营单位营业执照。 施工单位应具备电力工程三级及以上施工资质，应取得安全生产合格证等。
原材料验收	工程所用关键原材料进入施工现场必须进行验收并单独存放标识，只有待验收通过后方可使用。 验收可采用检验原材料的订购合同、出厂检验报告、抽查报告、产品合格文件、使用说明书等证明文件，也可在供货原材料中抽样送检 ^[5] 。包括充电设施、变压器、高低压开关柜、电缆以及各电气产品的检验报告和合格证书。
工程建设验收文件	项目备案文件。 土地使用权证明文件。 项目设计方案和规划图纸。 工程安装记录、现场安装调试报告、预验收(竣工)文件。 受电工程竣工验收意见书(电网)。

2 充电设施现场核查

充电设施现场核查主要包括：充电站场总体检查、供配电系统及照明检查、运营管理检查、土建和配套设施检查、监控和通信系统检查、充电设备检查等。

2.1 充电站场总体检查

充电站场总体检查从站址选择、站区布置、行车道和停车位以及标识标牌等几个方面进行检查，具体检查内容如表 2 所示。

2.2 供配电系统及照明检查

供配电系统及照明具体检查内容如表 3 所示。

表 2 充电站场总体检查

Table 2 Charging station overall inspection

检查内容	检查方法
站址选择	站址不应设在有剧烈振动、高温、多尘、有腐蚀性气体、地势低洼和有可能有积水的场所等。
站区布置	站场内车辆出入口满足紧急疏散要求。 充电设施的出入口应分别设置车道与站外道路连接。
行车道和停车位	依据充电站场的规模和设备的布置，行车道可采用单向或双向车道，单车道宽度不应小于 3.5 m，双车道宽度不应小于 6 m ^[6] 。 站内道路应满足消防及服务车辆通行的要求。 站内可设置适当数量的临时停车位，电动汽车在充换电时不应妨碍其他车辆的正常通行与停放。 车辆限位器应考虑不同车型对充电设施的冲撞。
标识标牌	站区门口应设置“电动汽车充电站”等指示标志。 充电站场应在醒目位置设置设备标识、导引标志、安全警告标识等 ^[6] 。 充电桩体应在醒目位置标明必要的参数和操作说明。

表 3 供配电系统及照明检查

Table 3 Power supply system and lighting inspection

检查内容	检查方法
配电系统	低压配电系统设计应满足现行国际标准 GB 50054 的相关规定。接地形式一般采用 TN-S 系统，室外停车场也可采用 TN-C-S、TT 系统。
供电电源数量	充电站场应按照重要程度和配电容量选择供电电源数量。
供电电压等级	充电站场应按照配电容量确定供电电压等级 ^[7] 。
裕度	供电系统的容量应满足充电站场内充电、照明、监控等用电的要求，并留有一定裕度。
安装	供电设备的安装应牢固可靠、标识明确、内外清洁。
变压器	检查变压器的型号、配置和数量，核对变压器技术参数及实际施工结果与合同、设计图纸等技术文件是否相符，检查施工记录，应符合现行国家标准 GB 50053 和 GB 50255 的有关规定。
低压母线及二次回路	检查设备的型号、配置和数量，核对设备技术参数及实际施工结果与合同、设计图纸等技术文件是否相符，检查施工记录，应符合现行国家标准 GB 50171 和 GBJ 149 的有关规定。
低压配线	低压配线的接线盒相序等应符合现行国家标准 GB 50575 的有关规定 ^[5] 。
供电回路保护	向末端充电设备供电的配电线路应设置短路保护和过负荷保护。

续表 1

检查内容	检查方法
供电回路保护	向末端充电设备供电的配电线路应设置短路保护和过负荷保护。
电缆	检查电缆的规格、标志、敷设方式、接地、防火措施等应符合设计要求及现行国家标准 GB 50168 的相关规定。
电能计量	充电系统的电能计量应采用独立的计量装置。 充电基础设施与电力部门(或物业管理部)之间的电能计量由充电设施运营部门与相关供电单位按照国家的标准实施;电能宜采用集中计量方式,并应具备峰谷平分段计量功能。
防雷	检查供电系统电气装置的防雷和接地,核对实际施工结果与设计图纸是否相符,检查施工记录,应满足现行国家标准 GBJ 65 的有关规定。
照明	配套建设充电基础设施汽车库、停车场的正常照明设计应满足现行国家标准 GB 50034 的相关规定;备用照明和疏散照明设计应满足现行国家标准 GB 50016、GB 50067 的相关规定 ^[8] 。 配套建设充电基础设施汽车库、停车场的照明灯具布置及控制应满足充电设备操作的要求。 充电设备宜选用自带背景灯的显示屏或自感应式照明的设备。

2.3 运营管理检查

运营管理检查主要核查运营单位的安全管理职责、安全管理制度、安全操作规程以及应急救援措施等是否建立及完备,具体检查内容如表 4 所示。

表 4 运营管理检查

Table 4 Operation management check

检查内容	检查方法
安全管 理职责	主要负责人应了解其安全职责。 安全管理人员及岗位人员应了解其安全职责。
安全 管理 制度	运营单位应建立安全教育培训制度。 运营单位应建立安全检查制度。 运营单位应建立设备管理和维护制度。 运营单位应建立消防安全管理制度。 运营单位应建立事故急救管理制度。 运营单位应建立变电房、中控区等重点区域管理制度。 高压操作的规章制度。
应急救援 措施	运营单位应建立事故应急救援预案。 运营单位应定期组织预案演练,并进行记录。
从业人员 资格	运营单位主要安全负责人应具备安全资质证书。 特种作业人员。 抽查运营单位安全岗位人员的培训合格证明。

2.4 土建和配套设施检查

土建和配套设施具体检查内容如表 5 所示。

表 5 土建和配套设施检查

Table 5 Civil construction and supporting facilities inspection

检查内容	检查方法
建筑工程	施工单位按照设计要求,对砖石、屋面、地面等工程进行施工,分项工程完工后应通知监理、业主方等单位对其进行预验收,并形成验收文件。
排水通风	应符合 GB 50242《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》的规定。 充电站室内通风可采用自然通风、强制通风等措施,优先选用自然通风。
线缆管沟	电缆不能与油气管道、热力和其他气体敷设在同一沟内。 站内管道采用管沟敷设,管沟必须填实,进出建筑物应采用隔断。
消防系统	应符合 GB 50016、GB50140 的相关规定 ^[9] 。 每 2 台充电机至少设置 4 kg 手提式干粉灭火器 1 只和 6 L 二氧化碳灭火器 1 只。 集中式直流充电桩(室内)至少设置 35 kg 推车式干粉灭火器 1 个。 当充电设施之间的距离超过 15 m 时,应该分别设置灭火器。 有禁火、禁烟等安全标志。

2.5 监控和通信系统检查

监控和通信系统检查主要从充电监控系统、供电监控系统和安防监控系统三个方面入手,同时,充电监控系统可接受同步系统校,以保证系统时间的一致性^[8-10]。具体检查内容如表 6 所示。

表 6 监控和通讯系统检查

Table 6 Monitoring and communication system check

检查内容	检查方法
充电监 控系统	应用计算机及网络通信技术,对充电区充电设备的运行状态和电池的充电过程进行监视、控制和管理的系统。
供电 监控 系统	应用计算机及网络通信技术,对充电区供电系统的供电状况、电能质量、开关状态、供配电设备运行参数等进行监视、控制和管理的系统。
安防 监控 系统	应用计算机及网络通信技术,对充电区进行安全防范监控(包括对站内外重要区域的视频监控、出入口控制、入侵报警等)系统。

2.6 充电设备检查

充电设备具体检查内容如表 7 所示。

3 充电设施现场检测

考虑到现场检测场所的不固定性及工作环境的

限制，充电桩现场检测应以便携性和实用性为首要考虑。目前，便携式直流充电桩检测装置依据国标设计制造，应用于直流充电桩现场的在线调试以及功能验证等。此类装置通过内部 BMS 模拟器与电动汽车直流充电桩进行信息交互，实现对电池充电过程的实时模拟，实时采集充电桩与 BMS 通信报文，可模拟充电真实故障，并具备实时监测充电电压和电流、辅源电压等充电参数。

表 7 充电设备检查

Table 7 Charging equipment inspection

检查内容	检查方法
一致性检查	检查现场充电设施外观、结构、电气连接、铭牌信息、元器件等应与提供的第三方型式试验报告一致。
外观结构	充电桩外壳应平整，无明显缺陷。 零部件紧固可靠，无锈蚀裂伤等损伤。 充电桩应合理布置，以利于通风和散热。
产品安装	安装牢固，具有防盗、防撞措施，安装基座高度不低于 20 cm。
标志与标识	充电装置桩体醒目位置应标识必要的充电参数、相关操作的说明文字及图形。
人机交互功能	屏幕可正常显示，显示内容符合技术要求，触摸屏可正常响应。 移动通信设备与充电设施交互正常。
充电功能	充电桩能够正常完成从刷卡、充电开始、充电结束、结算等全部充电流程 ^[11] 。 充电控制导引功能应符合 GB/T 18487.1—2015 标准的要求；充电桩与车之间的充电通信协议应符合 GB/T 27930—2015 标准的要求。
支付功能	结算信息包含计量计费信息、充电时间。充电桩宜支持多种电子支付方式 ^[12] 。
计量功能	公用型充电桩应具有对充电电能进行计量的功能，计量功能应符合 GB/T29318 的规定 ^[13] 。
防雷系统	充电设施的防雷保护应符合 GB/T18487.1—2015 标准的要求。
安全	未与充电车辆连接时，充电接口不应带有危险电压。
防护功能	充电桩开门保护功能应符合 NB/T33008.1—2018 标准的要求。 直流充电设备具备绝缘监测功能，并符合 GB/T18487.1—2015 标准要求。 直流充电设备紧急停止功能应符合 NB/T33008.1—2018 标准的要求。

便携式直流充电桩检测装置在现场检测主要分为功能安全、控制导引检测以及通信协议检测几个部分进行，检测项目如表 8 所示。

表 8 充电设施现场检测项目

Table 8 Charging facility on-site inspection project

检测项目	主要技术要求
供电设备断电控制检测	充电设备门打开等活动造成带电部位漏出时，应切断对电动汽车的供电，但控制导引电路可以保持通电 ^[14] 。
急停功能检测	100 ms 内断开直流输出，且输出电压应在 1 s 内下降至 60 V 以下。
接触器粘连试验	将充电机连接试验系统，采用如短接直流输出端或者触发接触器节点信号，模拟任何一个接触器主触点为动断状态或者动合状态，启动充电，检查充电机应停止绝缘检测过程，并发出告警提示 ^[15] 。
绝缘电阻检验	测量充电机非电气连接的各带电回路之间、各独立带电回路与地之间绝缘电阻不应小于 10 MΩ。
接地连续性检验	充电机内任意应该接地的点至总接地之间的电阻不应大于 0.1 Ω。 $R > 500 \Omega/V$ 视为安全； $100 \Omega/V < R \leq 500 \Omega/V$ 时，宜进行绝缘异常报警，但仍可保护检测； $R \leq 100 \Omega/V$ 视为绝缘故障，应停止充电。
连接异常检测	按照 GB/T 18487.1—2015 第 B.3.7 条执行。
充电连接控制时序	充电机连接负载，在充电机启动握手、参数配置、正常充电及充电结束等阶段，对监测点 1、A+A-、K1K2 前端电压及输出电流等 4 项参数的波形进行检测记录，判断是否符合标准要求 ^[14] 。
现场通信协议检测	使用 BMS 模拟装置，模拟完成一次完整的充电流程，并记录过程中的所有通信报文。检查不同阶段报文的周期、内容与长度，应符合 GB/T 27930—2015 标准要求。 使用 BMS 模拟装置，模拟标准要求超时和异常状态，并记录过程中的所有通信报文。核查不同状态下报文的周期、逻辑、内容与长度，应符合 GB/T 27930—2015 标准要求。

4 结语

随着新能源汽车行业的发展，充电技术水平进一步提升，安全、便捷的充电方式为大势所趋，直流快充或将占据主要市场。本文结合直流充电桩现场测试环境，提出了一套充电设施现场检测验收方法，能够对充电设施站场整体性能进行检测验收，解决了目前现场检测验收不够科学全面、可操作性不强的问题，为电动汽车充电设施的验收测试提供了技术支撑。

参考文献

[1] 陈永强, 张序星. 广东省电动汽车充换电站工程验收

- 指标体系的建立[J]. 汽车零部件, 2017(9): 67-73.
CHEN Yongqiang, ZHANG Xuxing. Establishment of the acceptance index system for electric vehicle charging and replacing power station in Guangdong Province[J]. Auto Parts, 2017(9): 67-73.
- [2] 江明天, 乔乐刚, 苏涛. 电动汽车充电桩建设工程验收要点分析[J]. 中国工程咨询, 2016(3): 65-67.
JIANG Mingtian, QIAO Legang, SU Tao. Analysis on the acceptance points of electric vehicle charging pile construction project[J]. China Engineering Consulting, 2016(3): 65-67.
- [3] 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 Applications, 2017, 44(9): 48-53.
- [4] 陈振. 移动式电动汽车充换电关键设备检测技术研究[D]. 天津: 天津大学, 2016.
CHEN Zhen. Research on detection technology of key equipment for mobile electric vehicle charging and replacement[D]. Tianjin: Tianjin University, 2016.
- [5] 电动汽车充换电设施安全验收和核查规范: Q_CVC 108.01—2017[S].
- [6] 电动汽车电池更换站通用技术要求: GB/T 29772—2013[S].
- [7] 杨田, 刘晓明, 吴其, 等. 电动汽车充电站选址对电压稳定影响的研究[J]. 电力系统保护与控制, 2018, 46(5): 31-37.
YANG Tian, LIU Xiaoming, WU Qi, et al. Research on the influence of the location of electric vehicle charging station on voltage stability[J]. Power System Protection and Control, 2018, 46(5): 31-37.
- [8] 电动汽车充电基础设施建设技术规程: DBJ/T 15-150—2018[S].
- [9] 电动汽车分散充电设施工程技术标准: GB/T 51313—2018[S].
- [10] 王俊霞, 陈志刚, 郭葳, 等. 电动汽车换电智能监控系统的改进[J]. 电力系统保护与控制, 2018, 46(10): 81-87.
WANG Junxia, CHEN Zhigang, GUO Wei, et al. Improvement of intelligent monitoring system for electric vehicle power exchange[J]. Power System Protection and Control, 2018, 46(10): 81-87.
- [11] 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, SHI Zhihong, et al. Design and implementation of the authentication and settlement unit of electric vehicle charging piles[J]. Power System Protection and Control, 2018, 46(11): 118-123.
- [12] 道路侧电动汽车充电设施建设规范: DB4403/T 18—2019[S].
- [13] 电动汽车充换电设施接入配电网技术规范: GB/T 36278—2018[S].
- [14] 充电设备新国标现场评价测试技术规范: CQC 9232—2017[S].
- [15] 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—2018[S].

收稿日期: 2019-11-13

作者简介:

郭寅远(1986—), 男, 硕士, 工程师, 研究方向为新能源电力电子装置研发、检测方法及标准研究; E-mail: guoyinyuan@ketop.cn

陈卓(1978—), 男, 硕士, 工程师, 研究方向为光伏、风电等新能源发电设备以及电动汽车充换电设备检测方法及标准研究; E-mail: chenzhuo@ketop.cn

贺春(1973—), 男, 硕士, 高工, 研究方向为变电站自动化检测研究, 电动汽车充电检测研究, 通信协议一致性测试研究。E-mail: hechun@ketop.cn