

电动汽车直流充电桩典型性能安全问题探讨

陈文达 王 茜 齐 婵

天津平高智能电气有限公司 天津 300000

摘要: 直流充电桩成为电动汽车主流充电设施, 得益于其快速、高效等优势。本文从直流充电桩的相关标准介绍入手, 结合日常检测中遇到的典型案例, 从直流充电桩的通信协议一致性、充电互操作性和基本安全性、生产加工、建设运营等各个环节, 探讨了直流充电桩在性能安全方面存在的问题, 提供了一定的技术参考。

关键词: 直流充电桩; 互操作性; 通信协议; 防护等级

Discussion on the typical performance and safety problems of EV DC charging pile

Wenda Chen, Qian Wang, Chan Qi

Tianjin Pinggao Intelligent Electric Co., Ltd. Tianjin 300000

Abstract: DC charging pile has become the mainstream charging facility for electric vehicles, thanks to its advantages of speed and efficiency. This paper starts from the relevant standard of dc charging pile, combined with the typical cases encountered in daily detection, from dc charging pile communication protocol consistency, charging interoperability and basic security, production, production and processing, construction and operation, discusses the dc charging pile in performance safety problems, provides a certain technical reference.

Keywords: DC charging pile; Interoperability; Communication protocol; Protection level

引言:

近几年, 电动车在许多国家都逐渐成为汽车发展的潮流, 由于其环保、节能、高效等优点, 电动车出现了巨大的发展。而电动车充电桩作为电动车充电的主要设施, 其施工力度十分扩大。由于其迅速、有效的特性, 直流充电桩(以下简称“直流桩”)正逐渐取代交流充电, 是当前充电的主要途径。

但是, 由于产品性能、车桩间互联互通、标准化生产建设等原因, 充电桩产业的发展越来越突出; 其盲目考虑, 充电率的提升, 对国家标准的无视选择, 也是较为普遍的。本文从标准的角度阐述了直流桩的性能安全问题, 并对其进行了较为全面的分析与讨论, 并将其与实际探测中的典型案例相结合。

一、直流充电桩系列标准

2015年末, 原国家质检总局、国家标准委联合能源局、工信部、科技部等发布了新修订的《电动汽车充电接口及通讯协议》五个国家标准, 对充电系统、充电接口和通信协议进行了全面的规范和完善。

(1) 充电制度规范。例如, 《电动汽车传导充电系统

第1部分: 通用要求》, 对电动汽车传导系统的结构、性能、安全防护、互操作功能等方面进行了规定。

(2) 充电接口的标准。比如《电机汽车传导充电用连接设备3个部分: 直流充电接口》, 明确电机汽车传导充电用直流充电接口的通用要求、功能、结构和尺寸参数。

(3) 通信协议的标准。比如GB/T27930-2015《电动汽车非车载传导式充电机与电池管理系统通信协议》规定, 以CAN的通信物理层、链路层、应用层、流程、逻辑等为基础, 在直流桩和电池管理(BMS)之间。

(4) 试验标准。例如, 《电动汽车充电设备检验测试规范1部分: 非车载充电机》规定了具体的测试条件、测试规则、测试方法。

二、典型问题探讨

1. 通信协议方面的问题

(1) 重复绝缘检测

打开辅助电源, 进入握手阶段将其发送到绝缘检测中, 这时, 直流桩与BMS物理连接起来, 实现并通电。但是, 在充电站的检测中, 所有的直流桩都有二次绝缘检测, 见图1, 其中, 通道2为探测点的1电压, 通道3

为副供电电压，通道4为K1、K2的前端电压，通道1为输出电流。

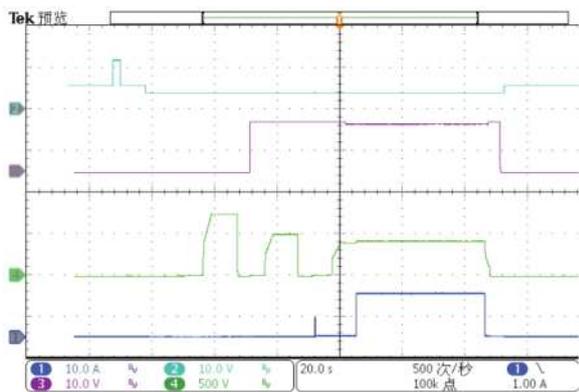


图1 二次绝缘检测时序图

从图中可以清楚地看到，直流桩在辅助电源上电前，已经完成了对充电桩额定输出电压DC750V进行电压检测的一次绝缘检测；并且直流桩在辅助电源上电后完成另一次绝缘检测，检测最高允许充电的总电压DC500V，该电压由BMS发出。

而之所以会出现这样的现象，是因为直流桩对老的通信协议进行了保留。首先，这种行为对电动车安全隐患加大，对充电桩用户也是如此；其次，对于实现车桩互联互通的要求，显然忽视和阻碍了新国标的实施。

(2) 报文时间异常

在充电参数设置后，接收到SPN2829=0xAA的BRO报文，停止发送CML和AE，按照周期传输SPN2830=0x00的CRO报文，判定外部电压正常，预备完备，关闭K1、K2，按照周期传输SPN2830=0xAA的CRO报文。在实际探测中，检测到有异常的充电桩SPN2830=0xAACRO报文传输时间点，见图2。

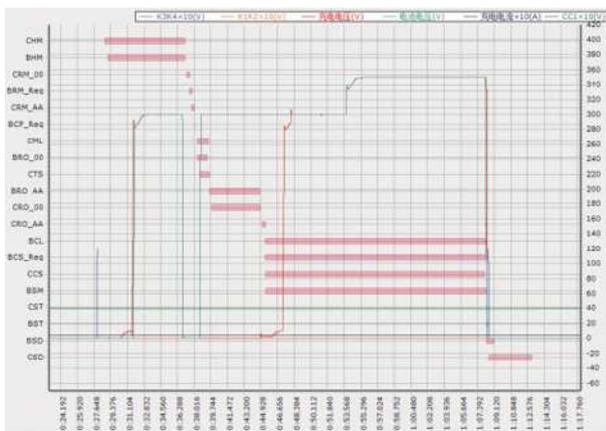


图2 报文发送时间异常

从图中可以看出，该图中的区域与左侧纵标CRO_AA相对应，SPN2830=0XAA在充电桩没有准备好即闭合K1、K2前的传输，并且>2S，而且BCL、CCS、BSM报文同步提前传输，充电逻辑失调。可以与图5对比，在

图5中，CRO报文SPN2830=0XAA发射时间是正常的。而这样的混乱会导致充电失灵甚至发生更严重的损害。

(3) 其他问题

与国家标准所规定的报文周期和形式相吻合，误差报道机制；沟通逻辑不准确，类型推导。在风险出现时，有电动车向充电桩反馈的信息，或向充电桩反馈报告，而充电桩并未及时作出反应，导致意外事故。

2. 互操作性方面的问题

(1) 泄放时间超时

模拟交流电源在充电过程中发生断电故障，检查直流充电桩应将充电接口电压在1s以内通过泄放电路降至60VDC以下。如图3所示，某一模拟直流桩交流电输入电源断电的试验，通道3为示波器在断电时的触发信号，通道4为K1、K2的后端电压，通道1为输出电流，如图3所示。

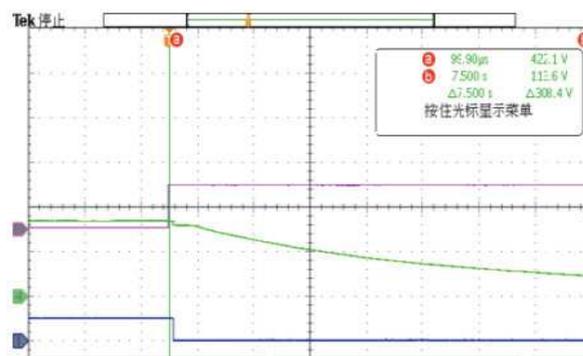


图3 交流电源断电时接口电压的泄放过程

由图3可知，在断电后，交流电的输出电流很快停滞；而充电接口电压由422V到114V需要耗费7.5S，远远超出了标准中规定的时间上限1S。当交流断电时，会危及操作者的人身安全，因为充电接口电压未能快速降到安全电压以下。

(2) 冲击电流过高

充电准备阶段，在闭合K1、K2时，检查充电时，车辆至充电机、或充电机至车辆的冲击电流（峰值）应不大于20A。在实际检测中发现，有的直流桩达不到这一要求，甚至有个别直流桩严重超出这一限值，峰值高达32A，见图4。这和K1、K2在直流接触器上的表现有很

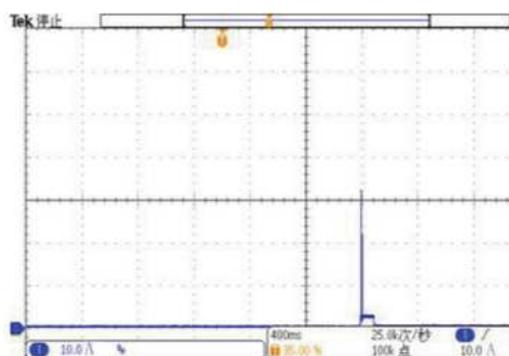


图4 冲击电流

大关系。

在充电过程中，由于冲击电流过大，瞬间的大电流冲击会对电动车蓄电池造成损伤，对充电电路造成损伤，导致电动车不正常工作。

(3) 其他问题

当充电桩持续失去保护接地导体时，仍然继续保持输出；当充电桩在绝缘检测阶段（接触器K1、K2外电压 $\geq 10V$ ）蓄电池端电压失效时，仍然需要常规的充电；如果充电桩没有按照标准的规定来响应仿真通讯中断故障。这些普遍存在的互操作问题，会引起危险时发生的故事，例如汽车的电瓶失受到损等，危及人员安全。

3. 基础安全方面的问题

(1) 防护等级不足

电动汽车在充电过程中，过大的直流波纹不仅会对直流充电桩的电能计量产生干扰，对电动汽车蓄电池的性能造成损害，甚至还会造成交流侧电流畸变，从而增加电磁干扰。在一次户外检测中发现，影响电压波形的不止充电模块的性能，还有诸如图5所示的直流桩输出电压在充电桩建设不规范的情况下，由于南方沿海气候潮湿，也会造成超值波纹的携带。



图5 输出电压纹波异常

通过实地观察，可以看出，充电桩的散热窗开启、电缆口未发生堵塞等原因是输出电压波纹太大，见图6。图6(a)可以看出，散热窗在充电桩上的边缘上提前地预先装入充电桩，没有装入散热风扇，也没有进行任何封堵；图6(b)可知，充电桩下部的电缆线口没有按照标准对其进行封堵。



(a) 散热窗敞开 (b) 电缆口未封堵

图6 充电桩内部安装情况

南方沿海潮湿天气来临，充电桩内部随时都有水珠滴落，不管是控制模块、充电模块还是汇流排，不管是元器件还是线缆。而这一问题也极有可能导致充电桩外壳带电或者内部短路的情况发生。

(2) 其他问题

如果没有紧急的停止设备或功能失效的直流桩，在发生突发事件时，不能及时切断车桩之间的联系，从而导致事故不再恶化；直流桩未安装电子锁或功能失效，不小心拔出充电插头时产生的强力电弧会对操作者造成危害。

三、结论

在充电系统、充电接口、通信协议和有关探测实验等领域，都列入直流桩指标。本文从实际案例和有关标准出发，对保持直流桩的通讯协议，造成重复的绝缘检测，通讯报文发送时间异常，发送逻辑混乱等通讯协议问题进行了深入的分析与讨论。由于交流供电断开时，过度电压泄放，直流接触器不畅，导致过大冲击电流，保护接地导体的连续性损失，外侧电压异常，均是互操作问题；散热窗，电缆口开启，使大电压纹波由于防护等级不足，失去紧急停车功能，电子锁失效等基础性安全问题。所以，应该杜绝盲目考虑兼容的情况，杜绝忽略车桩的互联互通，生产和建设不规范的现象。

参考文献：

- [1]雷永锋, 孙莉莉, 王振玉. 电动汽车直流充电桩电源模块研究与设计[J]. 现代电子技术, 2022, 45(09): 170-174.
- [2]姬旭东, 黄海宁, 王慕将, 汪大海, 季奕驰. 电动汽车直流充电桩自动化测试平台的设计与应用研究[J]. 中国设备工程, 2022(05): 132-133.
- [3]陆春光, 徐韬, 袁健, 杨思洁, 阮志峰, 杜建铭. 电动汽车直流充电桩互操作性检测系统设计[J]. 电工电气, 2019(12): 45-49.
- [4]杨涛, 姜柯. 电动汽车直流充电桩的硬件系统设计[J]. 齐齐哈尔大学学报(自然科学版), 2019, 35(06): 30-34.
- [5]毛东升. 电动汽车直流充电桩系统的设计与实现[J]. 自动化应用, 2018(10): 1-2+5.
- [6]钟劲松, 刘卫新, 李宁, 潘霞, 曹威. 电动汽车直流充电桩检定系统研制[J]. 电测与仪表, 2018, 55(S1): 94-97.
- [7]孙涛, 曹淑琴. 新国标电动汽车的直流充电桩控制系统设计[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2018, 18(02): 63-66+71.