

便携式随车充电器产品试验与质量分析

朱洋洋, 贺春, 陈卓

(许昌开普检测研究院股份有限公司, 河南 许昌 461000)

摘要: 针对便携式随车充电器的使用安全问题, 进行了一定量的测试与分析。从相关标准、电动汽车行业以及测试分析等方向对便携式随车充电器进行了使用安全方面的评估。阐明了其使用过程中的风险所在, 以及风险点与标准的关系, 并对风险点进行了深入分析。

关键词: 电动汽车; 便携式; 充电器; 监测; 质量

Test and quality analysis of portable car charger

ZHU Yangyang, HE Chun, CHEN Zhuo

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

Abstract: A certain amount of tests and analyses are made on the service safety of portable car charger. This paper evaluates the service safety of portable car charger in terms of related standards, electric vehicle industry and test analysis, etc. It expounds the risk in the process of its use and the relationship between the risk points and the standards, and makes an in-depth analysis of the risk points.

Key words: electric vehicle; portable; charger; monitor; quality

0 引言

便携式随车充电器是一种家用便携式充电设备。其主要特点是体积小、成本低、便于携带, 一般在购买电动汽车时会由车辆供应商随车赠送。其使用环境一般在疏于管理的私人场合, 如小区停车场, 自家车库等, 只要能够提供符合 GB 2099.1 和 GB 1002 要求的插座(220 V 国标三孔插座)即可进行充电。虽然充电用时较长, 但是在充电桩较少的情况下, 其对车主是一种非常方便实用的充电方式。

在国家标准 GB/T 18487.1—2015 电动汽车传导充电系统 第1部分: 通用要求中, 将其归类为充电模式 2^[1]。该充电模式的主要特点是: 直接从电网取电, 但是连接器车辆端具备符合国标的控制引导电路。车辆端的插头是标准的国标插头, 供电端是标准的国标三孔插头, 基本上随时随地都可以进行充电^[2]。

其在方便性上有着巨大优势, 但其在安全性上相应的风险就较充电桩大。首先便携式随车充电器是通过转换家用插座上的市电而进行充电的, 而家用插座这一端的发热等^[3]是无法进行安全监控的。对线径也有一定要求, 且不只是便携式随车充电器的线径需要管控, 对家用插座的引线线径也需要有

限制, 而家用插座的线径容量是一个无法管控的因素, 主要表现在使用人员大多不够专业, 插座布线人员安全风险管理意识参差不齐等。

因其制造成本较低, 所以市面上的获得方大部分是由电动汽车供应商随车赠送, 市场上自行购买也很方便, 这极大区别于公共充电桩的管理, 充电桩是经过公共专业人士安装并经过专业第三方机构进行技术验收的, 能大大降低使用上的安全风险。

便携式随车充电器的充电功率虽然相对于充电桩和电动汽车来讲较小, 但是对于普通住宅来讲, 充电功率已经可以长时间(十小时或可能更多)达到 3 kW 甚至更高, 而住宅电器日常的用电功率普遍在 1 kW 以下, 即使是使用空调这样的大功率电器, 其短时间(空调刚开机的半小时内)大功率用电也在 2 kW 以下^[4]。因此就充电功率来讲, 老百姓使用便携式随车充电器进行大功率充电也有着较高的安全风险。

本文从产品试验与质量角度进行分析, 探索一条保证产品质量, 降低老百姓应用风险的方法。

1 相关标准要求

2015 年底, 我国发布的五项关于充电桩的新国标在种类上已经包含了便携式随车充电器产品^[1],

五项新国标为:

1) GB/T 18487.1—2015 电动汽车传导充电系统第 1 部分: 通用要求

2) GB/T 27930—2015 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

3) GB/T 20234.1—2015 电动汽车传导充电用连接装置 第 1 部分: 通用要求

4) GB/T 20234.2—2015 电动汽车传导充电用连接装置 第 2 部分: 交流充电接口

5) GB/T 20234.3—2015 电动汽车传导充电用连接装置 第 3 部分: 直流充电接口

其中, GB/T 18487.1—2015、GB/T 20234.1—2015、GB/T 20234.2—2015 与便携式随车充电器相关。

另外, 能源局也牵头起草了一项行业标准: NB/T 40227—2016 电动汽车模式 2 充电的缆上控制与保护装置(IC-CPD)。该标准依据国标 GB/T 18487.1—2015, 以及国际标准 IEC 62752—2016 制定的关于便携式随车充电器充电安全及性能的标准。

因电动汽车行业的巨大竞争, 在充电接口标准方面各个国家都力求能够主导电动汽车充电的技术标准。目前国际上主流的便携式随车充电器标准分为了三大类。

1) 日本和北美的标准。在直流充电方面日本和北美的 CCS1 标准接口大相径庭, 但是却在交流充电方面用着同样的接口。该接口主要为单相供电, 通过 CP 信号载波来控制充电的启停以及充电参数的配置的功能。

2) 欧洲的标准。欧洲的标准虽同是采用 PWM 载波功能进行充电的启停控制以及充电参数的配置, 但其接口尺寸及定义区别于前者, 而且与我国国家标准不一样。

3) 我国国家标准采用 CP 物理信号进行充电的启停控制以及充电参数的配置, 区别于国际上的其他标准。接口定义与尺寸与国际上其他标准也有较大差别。

2 主要试验项目与机理分析

完整的试验项目在 NB/T 40227—2016 等标准中有要求, 在此就不一一列举, 我们重点关注与老百姓充电安全性、可靠性相关的几个项目, 详细测试项目见表 1。

2.1 充电连接装置尺寸项目机理分析

连接装置尺寸是否符合标准决定了充电枪头是否能否顺利可靠插入充电插座, 以及在插入充电插座后的导体接触情况和插入耦合后的锁止情况等。

当充电插头与车辆插座的尺寸配合不够紧密, 则会造成插合不牢固或者插不进去的情况。而充电连接的插合出问题后, 会导致接合处接触阻抗过大, 从而引发过热或者起火的发生。

表 1 采用的测试项目以及依据的标准

Table 1 Test items and standards

序号	监测项目	检测依据/检测方法技术依据
1	充电连接装置尺寸检验	GB/T 20234.1—2015 电动汽车传导充电用连接装置第 1 部分: 通用要求 GB/T 20234.2—2015 电动汽车传导充电用连接装置 第 2 部分: 交流充电接口
2	互操作检验	GB/T 18487.1—2015 电动汽车传导充电系统 第 1 部分: 通用要求 GB/T 34657.1—2017 电动汽车传导充电互操作性测试规范 第一部分: 供电设备
3	剩余电流保护检验	GB/T 18487.1—2015 电动汽车传导充电系统 第 1 部分: 通用要求 NB/T 40227—2016 电动汽车模式 2 充电的缆上控制与保护装置 (IC-CPD)
4	误接线及电源故障检验	

另外尺寸检查中的电子锁及机械锁部分也同样是为了保证充电中的连接稳定可靠, 当电子锁或机械锁部分出问题后, 也会间接导致起火的发生。

所以这个项目的设计除了考虑是否能插上充电, 更重要的是充电安全性。

2.2 剩余电流保护项目机理分析

本项测试对应的是当触电发生时便携式随车充电器能够起到智能保护的作用。

正常情况下火线与零线在同一回路上, 根据基尔霍夫电流定律, 其二者流经的电流应完全一致, 在随车充电器的保护开关上表现为方向相反大小一致的两个电流, 当因人触电或其他原因导致流经火线的电流一部分经过人体或其他物体然后与大地形成回路时, 火线与零线的电流将不一致, 该电流差值就是剩余电流, 此时若便携式随车充电器可以在监测到该电流时立即断开输出, 就能够防止可能的触电事故发生。

测试中漏电脱扣电流的大小是在能够导致人发生触电危险时的剩余电流值, 无论是充电启动前人员已经发生了可以导致触电的动作, 或者是充电中突然发生了人员触电的动作, 便携式随车充电器的

剩余电流保护功能均应立即进行保护。

2.3 互操作项目机理分析

便携式随车充电器在产品设计上需要考虑两个

不同方向的能力：充电兼容性以及充电安全性。即：既能在不安全的情况下不能启动充电或停止充电，又能够在安全的情况下正常稳定的充电。

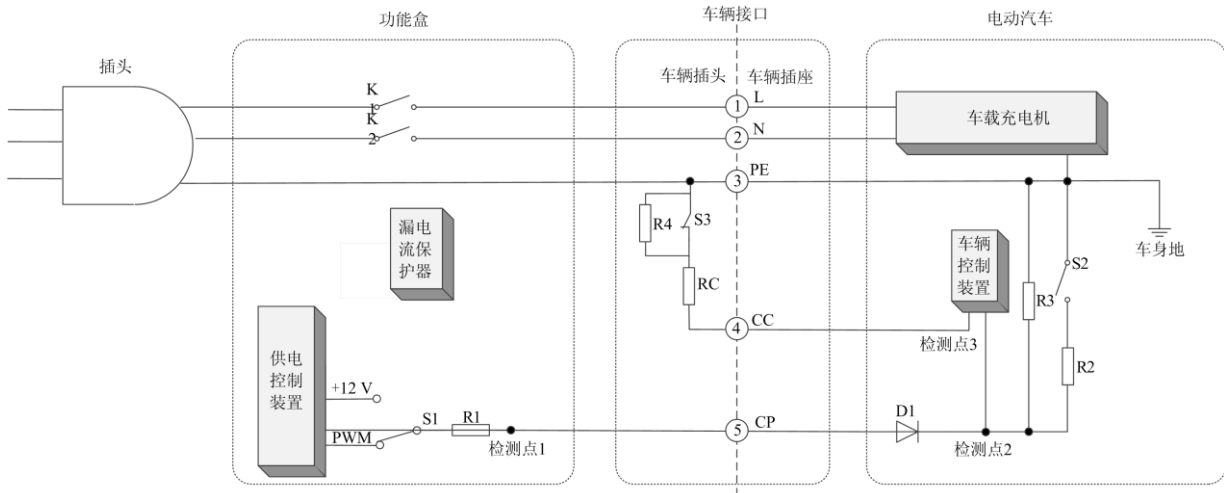


图 1 充电模式 2 的控制导引电路原理图

Fig. 1 Schematic diagram of control pilot circuit for charging mode 2

2.3.1 充电安全状态

控制导引各项参数表征了充电状态以及充电中和充电前的安全状态，当这些参数不在标准规定的范围内时，充电器与电动汽车均有可能判断错误当前状态，造成无法正常充电或者对危险故障不能保护的情况发生^[5]。

在正常启动和停止的充电过程中，充电器与电动汽车的控制导引信号以及充电的启动停止逻辑需要按照标准进行。这样才能够保证整个充电过程的“兼容性”和“安全性”。

充电中的 CP 信号生承载了多项充电信息。如图 2 的电路图所示，当 S2 开关闭合，且 CP 和 PE

在车辆接口处的触点接触良好时，CP 信号是高电平为 6 V 的 PWM 信号，充电处于正常的状态中。当 CP 或者 PE 中任何一个触点断开时，则表征了连接的断开，此时 CP 对 PE 的电压变为 12 V。

如图 3 所示，充电插头中动力触点的插合深度为 29 mm；如图 2 所示，CP 触点的插合深度为 15 mm，远小于动力触点的插合深度^[6]。因此充电连接器的连接状态完全可以依赖 CP 对 PE 的电压而定。

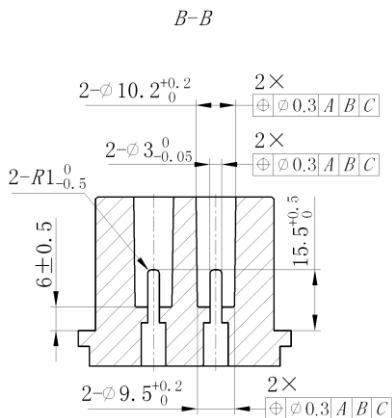


图 2 车辆插头 CP 及 CC 触点尺寸示意图

Fig. 2 Schematic diagram of CP and CC contact dimensions in vehicle plug

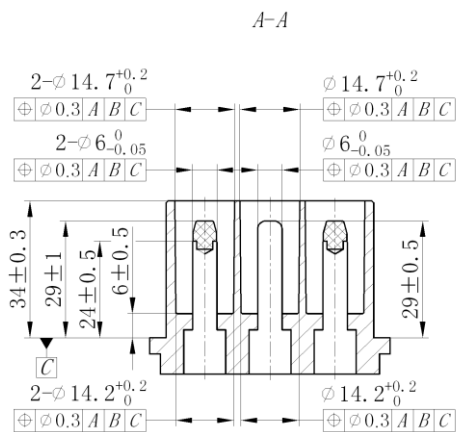


图 3 车辆插头动力触点尺寸示意图

Fig. 3 Schematic diagram of power contact dimensions in vehicle plug

致害机理同连接尺寸，当充电连接接触不良而继续充电时，可致起火等事故；而当连接已经断开时，充电插头仍然带电，则会有导致触电的可能^[7]。

当车辆充满或者车辆端发生绝缘异常等故障需要断开充电连接时,会以 S2 断开的方式“告诉”充电装置断开输出接触器(S2 开关电路位置见图 1)。充电器应具备此停止充电功能,而且依据标准,应在 S2 开关断开后 100 ms 内停止充电。

另有一个跟安全无关的定义,当 S2 开关断开并触发充电装置保护后,S2 开关又重新闭合时,充电装置应重新闭合充电连接继续充电。此举是为了在优先保证充电安全的前提下兼顾充电的兼容性。

2.3.2 充电参数配置

电动汽车的设计充电电流:

电动汽车的充电方式分两种,一种是直流充电,一种是交流充电。交流充电是由车载充电机对动力电池进行充电的,而车载充电机的设计考虑到公共充电桩的充电电流,一般都在 30 A 左右。

家庭配电线路的设计电流:

国标家庭配电插座有两种功率等级:10 A 和 16 A。(参见国家强制标准 GB 2099.1 和 GB 1002)

从总容量上看,用电器的功率已经远超供电装置的功率容量了。因此,作为使用国标家庭配电插座的便携式充电器需要通过某种机制来给车载充电机传送其输入容量的信息,这样车载充电机的充电电流才不会超过供电回路的容量^[8]。

国标规定电动汽车供电装置应通过控制导引信号中的 PWM 波形占空比来告诉电动汽车以多大的充电电流进行充电,用以防止供电回路的过流充电行为发生。PWM 波形占空比与最大充电电流对应关系见表 2。

表 2 PWM 占空比与最大充电电流对应关系
Table 2 Correspondence of PWM duty ratio and the max charging current

PWM 占空比 D	最大充电电流 I_{\max}/A
$D = 0\%$, 连续的-12 V	充电桩不可用
$D = 5\%$	5%的占空比表示需要数字通信,且需在电能供应之前在充电桩和电动汽车间建立通信。
$10\% \leq D \leq 85\%$	$I_{\max} = D \times 100 \times 0.6$
$85\% < D \leq 90\%$	$I_{\max} = (D \times 100 - 64) \times 2.5$ 且 $I_{\max} \leq 63$
$90\% < D \leq 97\%$	预留
$D = 100\%$, 连续正电压	不允许

另外,当电动汽车充电电流超过了控制导引信号中的 PWM 占空比代表的最大充电电流时,便携式随车充电器应能够主动防护,以防止过电流充电的发生^[9]。

2.4 误接线及电源故障项目机理分析

用电设备均需具备电击防护功能,便携式随车充电器一般都是全身绝缘外壳的双重绝缘设计,且体积小,在其上面不可能发生触电情况。但是被其充电的电动汽车在充电时却有触电的风险^[10]。因此为使电动汽车在充电时具有合格的电击防护功能,便携式随车充电器在电源插头处应保证可靠接地,当插座上没有可靠接地时,便携式随车充电器应发出故障告警,并不允许充电。

为安全起见,用电系统需要将可触及的金属部分接地,以保证人体可触及的导体部分与大地等电位^[11]。在等电位的导体上任何活动都不会有危险,因此用电系统的可靠接地是用电安全的根本保障。

电动汽车轮胎为橡胶制品,属于绝缘体,因此电动汽车本身无可靠接地。当有充电器连接到电动汽车时,就需要充电器可靠接地。

3 试验常见问题

3.1 充电连接装置尺寸项目

经检验发现,充电连接器尺寸并未出现插合或锁止等较大问题,主要问题都发生在一些个性化设计上面。比如:机械锁的锁舌斜面不在标准范围内;为了让机械锁头的锁舌更加坚固而加宽了锁舌上部的宽度;将未插入车辆插座的部分做成了流线设计,未按照标准结构进行设计;锁舌头部距离底部距离比标准规定短。这些问题都不影响实际充电的安全性。

3.2 剩余电流保护项目

检验中发现,所有被测样品均可以对剩余电流进行保护,但是存在保护性能不符合标准的情况。

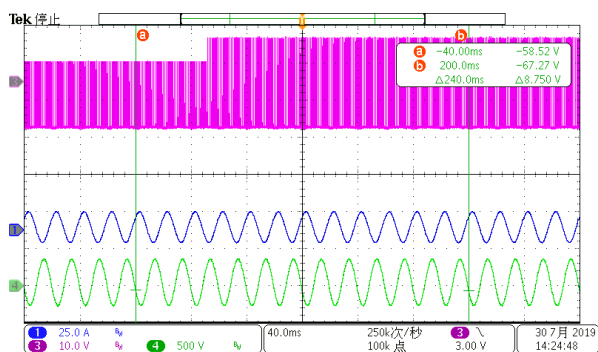
具体测试出的不符合项目有:实际动作电流值低于额定剩余不动作电流($I_{\Delta n_0}$)的标准值;闭合剩余电流时,保护动作时间超差;突加剩余电流时,保护动作时间超差;脉动直流剩余电流连续上升到动作阈值时未保护;保护动作时间超过标准限值^[12]。

3.3 互操作项目

检验中发现,有部分被测样品不符合国标的规定。具体测试的项目中,问题较大的有:充电中控制导引异常时,充电器保护时间不在国标范围内(见图 4);充电中打开开关 S2 时,充电器保护时间不在国标范围内(见图 5);充电中的过流保护点超过了国标限制值^[2](见图 6)。

3.4 误接线及电源故障项目

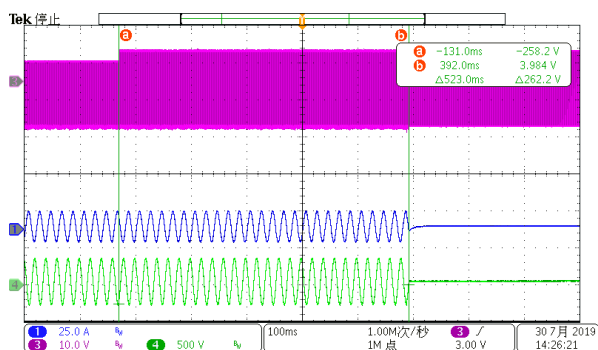
检验中发现,有部分被测样品在充电插座上没有地线时依然启动充电。



图注: CH3: CP 信号 CH1: 输出电流 CH4: 输出电压

图 4 充电过程中控制导引信号异常后保护时间超标

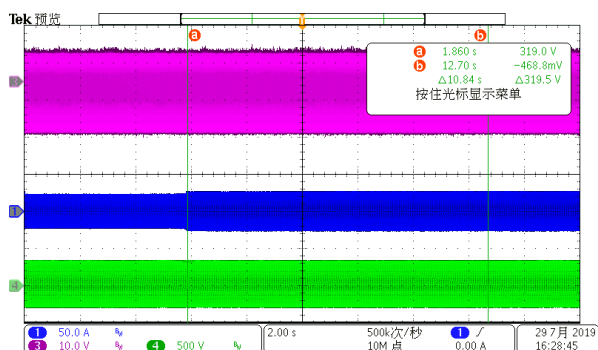
Fig. 4 Protection time exceeds the limit when the control pilot signal is abnormal during charging



图注: CH3: CP 信号 CH1: 输出电流 CH4: 输出电压

图 5 充电过程中 S2 开关断开后保护时间超标

Fig. 5 Protection time exceeds the limit when the S2 switch is disconnected during charging



图注: CH3: CP 信号 CH1: 输出电流 CH4: 输出电压

图 6 充电过程中电流超过额定 110%后充电器未保护

Fig. 6 Charger is not protected when the current exceeds the rated 110% during charging

4 结论

根据试验数据来看, 便携式充电器的使用还存

在一定的风险。

目前国内的新能源电动汽车产业正处在高速发展阶段, 与之配套的便携式随车充电器产品也需要进一步完善产品质量, 我们建议要对这类产品进行全面深入的起火风险评估、触电风险评估和电磁兼容评估^[13], 以保证整个新能源电动汽车行业的健康有序发展。

参考文献

- [1] GB/T 18487.1—2015 电动汽车传导充电系统 第 1 部分: 通用要求[S].
- [2] 张涛, 张东方, 王凌云, 等. 计及电动汽车充电模式的主动配电网多目标优化重构[J]. 电力系统保护与控制, 2018, 46(8): 1-9.
ZHANG Tao, ZHANG Dongfang, WANG Lingyun, et al. Multi-objective optimization of active distribution network reconfiguration considering electric vehicle charging mode[J]. Power System Protection and Control, 2018, 46(8): 1-9.
- [3] 胡宇航, 皮一晨, 崔静安, 等. 电动汽车充电站负荷建模研究[J]. 电力系统保护与控制, 2017, 45(8): 107-112.
HU Yuhang, PI Yichen, CUI Jing'an, et al. Research on electric vehicle charging station modeling[J]. Power System Protection and Control, 2017, 45(8): 107-112.
- [4] 王满商, 李正明, 汪洋. 考虑电动汽车不确定性因素的配电网分布式电源优化布置[J]. 电力系统保护与控制, 2019, 47(1): 67-72.
WANG Manshang, LI Zhengming, WANG Yang. Distribution network distributed power supply configuration considering the uncertainties of electric vehicle[J]. Power System Protection and Control, 2019, 47(1): 67-72.
- [5] GB/T 34657.1—2017 电动汽车传导充电互操作性测试规范 第一部分: 供电设备[S].
- [6] GB/T 20234.2—2015 电动汽车传导充电用连接装置 第 2 部分: 交流充电接口[S].
- [7] 贺春, 陈卓, 冯瑾涛, 等. 电动汽车充电安全分析与解决方案[J]. 供用电, 2017, 34(1): 12-18, 50.
HE Chun, CHEN Zhuo, FENG Jintao, et al. Analysis and solution of electric vehicle charging safety[J]. Distribution & Utilization, 2017, 34(1): 12-18, 50.
- [8] 陈旭, 杨柳, 杨振刚, 等. 住宅小区电动汽车有序充电潜力评估[J]. 电力系统保护与控制, 2020, 48(2): 122-128.
CHEN Xu, YANG Liu, YANG Zhengang, et al. Assessment of orderly charging potential of electric vehicles in residential areas[J]. Power System Protection and Control, 2020, 48(2): 122-128.

- [9] 陈奎, 马子龙, 周思宇, 等. 电动汽车两阶段多目标有序充电策略研究[J]. 电力系统保护与控制, 2020, 48(1): 65-72.
CHEN Kui, MA Zilong, ZHOU Siyu, et al. Charging control strategy for electric vehicles based on two-stage multi-target optimization[J]. Power System Protection and Control, 2020, 48(1): 65-72.
- [10] 邓磊, 刘敏, 应丽云, 等. 不同充电模式下电动汽车充电站的仿真与谐波分析[J]. 电力系统保护与控制, 2018, 46(1): 87-95.
DENG Lei, LIU Min, YING Liyun, et al. Simulation and harmonic analysis of electric vehicle charging station under different charging modes[J]. Power System Protection and Control, 2018, 46(1): 87-95.
- [11] 胡文平, 何立夫, 陈杰军, 等. 考虑大规模电动汽车接入电网的双层优化调度策略[J]. 电力系统保护与控制, 2016, 44(21): 22-28.
HU Wenping, HE Lifu, CHEN Jiejun, et al. A bi-layer optimization based schedule considering large-scale electric vehicles[J]. Power System Protection and Control, 2016, 44(21): 22-28.
- [12] 朱意霞, 李红霞, 史文强, 等. 电动汽车充电服务柔性管理系统设计与实现[J]. 电力系统保护与控制, 2016, 44(10): 91-97.
ZHU Yixia, LI Hongxia, SHI Wenqiang, et al. Design and implementation of electric vehicle charging service flexible management system[J]. Power System Protection and Control, 2016, 44(10): 91-97.
- [13] 张祥文, 江星星, 王龙, 等. 配电网接纳电动汽车能力评估方法研究[J]. 电力系统保护与控制, 2015, 43(12): 14-20.
ZHANG Xiangwen, JIANG Xingxing, WANG Long, et al. Research on assessment methods of distribution network's ability of admitting electric vehicles[J]. Power System Protection and Control, 2015, 43(12): 14-20.

收稿日期: 2020-02-20

作者简介:

朱洋洋(1987—), 男, 本科, 研究方向为交直流充电桩充换电系统; E-mail: zhuyangyang@ketop.cn

贺春(1973—), 男, 硕士研究生, 研究方向为电力系统变电站自动化系统; E-mail: hechun@ketop.cn

陈卓(1978—), 男, 硕士研究生, 研究方向为新能源电力系统。E-mail: chenzhuo@ketop.cn