

# 电动汽车充电设备关键技术的发展

杨涛, 谢长淮, 韦珍, 朱洪生

(浙江万马新能源有限公司, 浙江 杭州 310012)

**摘要:** 综述了目前充电技术的现状, 分析了充电桩存在的问题, 提出了相应的技术解决方案, 开发了液冷充电枪和快速脉冲充电技术, 与传统技术相比, 液冷充电枪和快速脉冲技术必将在电动汽车充电设施市场方面起到积极作用, 从而进一步推动电动汽车的快速发展。

**关键词:** 电动汽车; 充电设备; 快速充电

## Key technology development of electric vehicle charging equipment

YANG Tao, XIE Changhuai, WEI Zhen, ZHU Hongsheng

(Zhejiang Wanma New Energy Co., Ltd., Hangzhou 310012, China)

**Abstract:** This paper summarizes the current status of charging technology, analyzes the existing problems of charging piles, puts forward corresponding technical solutions, and develops liquid-cooled charging gun and fast pulse charging technology. Compared with traditional technology, liquid-cooled charging gun and fast pulse technology will play an active role in the market of charging facilities for electric vehicles, thereby further promoting the rapid development of electric vehicles.

**Key words:** electric vehicle; charging equipment; fast charging

## 0 引言

当前, 环境污染和能源紧缺问题日益严峻, 传统汽车消耗一次能源对环境的污染严重<sup>[1-2]</sup>, 随着人们环境保护意识增强, 电动汽车作为一种零污染、能源利用率高和噪音低的清洁能源交通工具逐渐成为国内外重点发展的新兴产业, 预计到2020年新能源车保有量达到500万辆<sup>[3-4]</sup>。新能源汽车发展极大地缓解了能源和环境污染的压力, 但是随着大量的电动汽车面市, 整个电动汽车充电存在一些问题: 如充电桩兼容、噪音等, 其中最主要的问题就是充电桩自身的技术严重阻碍了其长远发展。在现有一体化架构的设计下, 充电桩无法对充电用户的认证结算方式形成标准统一的规范要求, 造成充电桩在实际使用过程中不能兼容, 影响客户体验<sup>[5-6]</sup>。

## 1 充电桩现状分析

### 1.1 环境

目前充电桩规划研究多是围绕选址与定容两方

面进行的, 主要基于已有的城市格局<sup>[7]</sup>、交通流量信息<sup>[8]</sup>和配电网结构<sup>[9-10]</sup>, 但是一些充电站或单个充电桩安装在小区附件, 夜间充电时, 对临近的住宅小区、居民楼噪音尤为明显, 居民投诉较多, 限制了充电桩夜间充电, 使充电桩运营时间减少。

### 1.2 兼容

电动汽车充电桩包含电气控制和交易服务两个部分<sup>[11]</sup>, 电气控制部分主要负责充电功率变换输出控制, 交易服务部分主要负责完成用户认证、计量计费、结算支付、数据加密与通信功能<sup>[12-13]</sup>, 每个公司都有各自的算法, 不同充电桩之间不能兼容。

电动汽车兼容主要有三个方面: 一是充电接口的物理电气兼容, 实现不同电动汽车与不同充电桩之间可以插上。现阶段, 虽然充电接口标准被大部分车厂接受, 但是关于大功率直流充电、超级快速充电接口标准还没有统一。二是充电标准协议兼容, 由于新国标 GB/T27930-2015 是 2015 年颁布的, 在这之后的充电桩统一使用新标准, 但是之前的充电桩还没有完全升级统一。如图 1 所示, 市面上有的充电桩电压等级并没有统一, 存在有些车无法充电, 造成充电桩闲置。三是充电服务互联互通, 由于不同充电桩运营商之间服务是不通用的, 自己的

桩只能充自己品牌的车，跨运营商、跨平台交易无法实现。

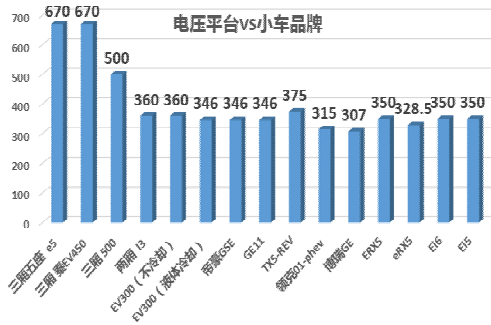


图 1 不同品牌电动车电压等级

Fig. 1 Voltage levels of different brands of electric vehicles

### 1.3 功尽弃设备

充电桩本身性能方面问题有两方面：一是充电桩启动过程长，造成客户等待和充电桩利用率低的现象。二是充电桩稳定性有待提高，易出现零订单、免费充电现象，在充电过程中易出现掉电现象，系统在车没有充满电时就断电，引起客户投诉。

## 2 解决方案

### 2.1 充电设备

充电桩的风扇是造成充电桩噪音的主要器件，浙江万马采用转速可调风机，随着温度变化调整风扇的转速，可有效降低噪音。采用独立风道，保证出风口封闭性，不影响防护等级，可有效解决粉尘噪音问题。图 2 所示为万马开发的低噪音充电桩。

### 2.2 运营

浙江万马优化充电桩软件启动时间，加强软件兼容性、稳定性。优化握手阶段绝缘监测、修改等待超时时间，同时硬件如绝缘监测模块等配合做修改。进一步提高充电成功率，针对充电过程中频繁出现的故障代码进行消故，加强软件兼容稳定性，提升用户体验感。

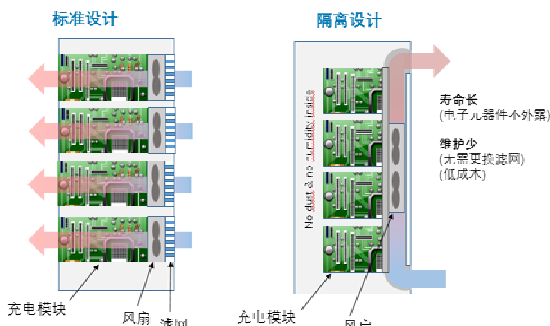


图 2 低噪音充电桩

Fig. 2 Low noise charging pile

浙江万马根据运营目标精准设计充电模块，根据市面上电动汽车主要电压 330~650 V 的充电桩电流由 50 A 提升到 60 A，充电效率提升 20%。提高模块恒功率段的工作效率，减少损耗，经过测试发现，650 V-60 A 模块恒功率效率比 750 V-50 A 模块恒功率提升了 1.2% 效率，电费节约效果非常客观，图 3 所示为万马设计的低功耗模块运行效果。

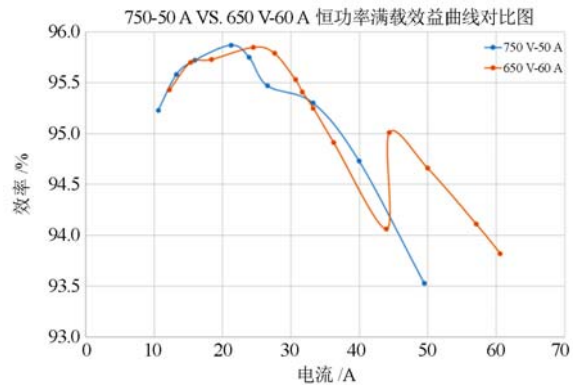


图 3 低功耗模块

Fig. 3 Low power module

### 2.3 确良运维

在充电技术发展方面，电动汽车充电逐渐向“互联网+”和快速充电的方向发展<sup>[14-15]</sup>，使用户充电的体验越来越人性化、安全和简单。

浙江万马利用云平台大数据，建立充电桩远程监控技术，具有在线监控、故障统计分析、远程升级、运维 APP。全国充电桩运行情况均在系统平台上及时显示，各种运行数据及时采集、统计，及时发现和解决问题。

根据标准协议<sup>[16]</sup>，充电桩与管理系统的通信规约采用 IEC61850 标准。IEC61850 标准的第五部分对 P1 类通信网络提出实时性的指标如表 1 所示<sup>[17]</sup>。

表 1 IEC61850 P1 类通信实时性要求

Table 1 IEC61850 P1 class communication real-time

类型	应用对象	指标
快速报文	启动、停止、触发等	≤100 ms
中速报文	正常状态信息	≤100 ms
慢速报文	时间记录、读取或改变设置值	≤500 ms

## 3 充电桩的技术发展

### 3.1 充电堆技术

随着电动汽车高速增长，充电桩数量少，建桩难问题是制约电动汽车发展的瓶颈。早期的电动汽车充电桩策略是一车一桩，一台桩一次只能充一台车，大量的单枪桩布置造成城市土地浪费，而且单

枪充电桩利用率也低。鉴于上述问题, 充电堆技术近年来火速发展。充电堆具有高兼容性, 兼容新老国标, 可适配电压 200~750 V、单枪电流 0~250 A 自动匹配。大到公交车, 小到私家车都可以在一个堆上充电, 极大地提高了充电桩和土地的利用率。图 4 所示为万马开发的充电堆。



图 4 万马充电堆

Fig. 4 Wanma charging pile

### 3.2 区性液冷充电枪技术

现有市面上充电枪线缆是普通通电电缆, 电阻高, 用大电流充电会带来大量热量, 不适合大电流充、放电使用。为了能使用大功率充电, 设计了带液体冷却的充电枪, 冷却液穿插在电缆中与电缆并行, 冷却液吸收电缆的热量, 回水到液冷源冷却, 冷水再回到电缆里面, 这样电缆里面的热量就会被带走, 降低了大电流脉冲产生的热量危害。图 5 所示为万马开发的液冷充电枪。



图 5 液冷充电枪

Fig. 5 Liquid-cooled Charging Gun

### 3.3 脉冲充电技术

现有的大功率充电模式是恒流或恒功率充电, 充电速度慢、车主等待时间长, 电动汽车充电慢严重制约了电动汽车的发展。

浙江万马通过高频正向脉冲与反向负脉冲组合, 调整正负向脉冲电流的幅值和充电过程中的停顿休息时间等参数, 构建最适宜的快速充电模式。图 6 所示为万马开发的脉冲充电桩流程, 10 min 能充满 100% 容量。脉冲充电技术是未来有极大市场需求, 可彻底解决充电慢和电池内部化学极化的问题。

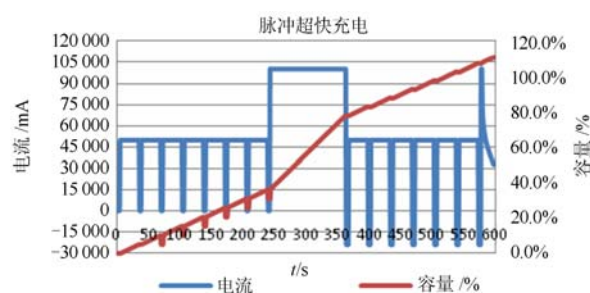


图 6 脉冲充电桩流程

Fig. 6 Pulse charging pile flow

## 4 结论与展望

本文概述了充电桩存在的一些问题, 提出了相应的解决方法, 开发了大功率充电堆和液冷充电枪技术, 配套解决了现有大功率充电枪温升问题。针对现有充电流程慢的问题, 提出脉冲超快充电技术, 将会在电动汽车充电设施市场方面起到积极作用, 从而进一步推动电动汽车的快速发展。

### 参考文献

- [1] 胡道栋, 杨校辉. 充电桩群控操作管理单元的设计与实现[J]. 电力系统保护与控制, 2018, 46(20): 135-141.  
HU Daodong, YANG Xiaohui. Design and implementation of charging pile group operation management unit[J]. Power System Protection and Control, 2018, 46(20): 135-141.
- [2] 郭威, 尹新涛, 王俊霞, 等. 基于曼哈顿距离法的充电桩远程运维系统设计[J]. 电力系统保护与控制, 2018, 46(13): 134-140.  
GUO Wei, YIN Xintao, WANG Junxia, et al. Design of long-distance operation and maintenance system of charging pile based on Manhattan distance method[J]. Power System Protection and Control, 2018, 46(13): 134-140.
- [3] 王子东. 如何将储能产业打造成环境友好型产业[C] // 2018 年储能国际峰会暨展会, 2018, 北京.  
WANG Zidong. How to maket energy storage industry environmentally friendly[C] // 2018 International Summit and Exhibition of Energy Storage, 2018, Beijing.
- [4] 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 EV charging pile certification settlement unit[J]. Power System Protection and Control, 2018, 46(11): 118-123.
- [5] 肖湘宁, 温剑锋, 陶顺, 等. 电动汽车充电基础设施规

- 划中若干关键问题的研究与建议[J]. 电工技术学报, 2014, 29(8): 1-10.
- XIAO Xiangning, WEN Jianfeng, TAO Shun, et al. Study and recommendations of the key issues in planning of electric vehicles charging facilities[J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2014, 29(8): 1-10.
- [6] 王星华, 彭智乐, 彭显刚, 等. 电动汽车接入对风电穿透功率极限的影响研究[J]. 电力系统保护与控制, 2016, 44(14): 147-153.
- WANG Xinghua, PENG Zhile, PENG Xiangang, et al. Influence research of electric vehicle accessing on the wind penetration limit[J]. Power System Protection and Control, 2016, 44(14): 147-153.
- [7] 刘志鹏, 文福拴, 薛禹胜, 等. 电动汽车充电站的最优选址和定容[J]. 电力系统自动化, 2012, 36(3): 54-59.
- LIU Zhipeng, WEN Fushuan, XUE Yusheng, et al. Optimal siting and sizing of electric vehicle charging stations[J]. Automation of Electric Power Systems, 2012, 36(3): 54-59.
- [8] 吴春阳, 黎灿兵, 杜力, 等. 电动汽车充电设施规划方法[J]. 电力系统自动化, 2010, 34(24): 36-39.
- WU Chunyang, LI Canbing, DU Li, et al. Typical schemes of electric vehicle charging infrastructure connected to grid[J]. Automation of Electric Power Systems, 2010, 34(24): 36-39.
- [9] 王辉, 王贵斌, 赵俊华, 等. 考虑交通网络流量的电动汽车充电站规划[J]. 电力系统自动化, 2013, 37(13): 63-69.
- WANG Hui, WANG Guibin, ZHAO Junhua, et al. Optimal planning for electric vehicle charging stations considering traffic network flows[J]. Automation of Electric Power Systems, 2013, 37(13): 63-69.
- [10] 段庆, 孙云莲. 电动汽车充电桩选址定容方法[J]. 电力系统保护与控制, 2017, 45(12): 88-93.
- DUAN Qing, SUN Yunlian. Location and capacity planning of electric vehicles charging piles[J]. Power System Protection and Control, 2017, 45(12): 88-93.
- [11] 张维戈, 颀飞翔, 黄梅, 等. 快换式公交充电站短期负荷预测方法的研究[J]. 电力系统保护与控制, 2013, 41(4): 61-66.
- ZHANG Weige, XIE Feixiang, HUANG Mei, et al. Research on short-term load forecasting methods of electric buses charging station[J]. Power System Protection and Control, 2013, 41(4): 61-66.
- [12] 刘辉, 魏岩岩, 汪侃, 等. 电动汽车入网一次调频控制策略研究[J]. 电力系统保护与控制, 2015, 43(23): 90-95.
- LIU Hui, WEI Yanyan, WANG Ni, et al. V2G control for EVs participating in primary frequency regulation[J]. Power System Protection and Control, 2015, 43(23): 90-95.
- [13] 刘敏, 周晓霞, 陈慧春, 等. 采用三相不可控整流充电机的电动汽车充电站谐波放大效应分析与计算[J]. 电力系统保护与控制, 2016, 44(4): 36-43.
- LIU Min, ZHOU Xiaoxia, CHEN Huichun, et al. Analysis and calculation on harmonic amplification effect of electric vehicle charging station using three-phase uncontrolled rectification charger[J]. Power System Protection and Control, 2016, 44(4): 36-43.
- [14] 杨茜, 邓建慎, 李洪峰, 等. 电动汽车公共服务与互动平台设计研究[J]. 电力系统保护与控制, 2016, 44(10): 137-144.
- YANG Xi, DENG Jianshen, LI Hongfeng, et al. Design and research on public service and interactive platform in electric vehicle[J]. Power System Protection and Control, 2016, 44(10): 137-144.
- [15] 刘闯, 李伟, 孙佳俊. 一种应用于电动汽车快速充电站的高频隔离双级功率变换器[J]. 电网技术, 2017, 41(5): 1636-1643.
- LIU Chuang, LI Wei, SUN Jiajun. A high-frequency isolation two-power-stage converter applied in electric vehicle fast charging station[J]. Power System Technology, 2017, 41(5): 1636-1643.
- [16] 中国南方电网有限责任公司企业标准: Q/CSG 11516—2010[S]. 广州: 中国南方电网有限责任公司, 2010.
- [17] Communication networks and systems in substations part 5: communication requirements for functions and device models: IEC 61850-5[S]. 2003.

收稿日期: 2019-06-10

作者简介:

杨涛(1987—), 男, 博士, 高级工程师, 研究方向为事电力电子变换技术在电动汽车充电系统应用、电动汽车先进驱动电气系统、大功率直流快充技术等;

谢长淮(1978—), 男, 硕士研究生, 高级工程师, 研究方向为新能源电池;

韦珍(1989—), 女, 本科, 中级工程师, 研究方向为电动汽车充电技术。