

乘用车大功率充电新接口方案研究

周红斌

(南京康尼新能源汽车零部件有限公司, 江苏 南京 210000)

摘要: 近年来, 新能源汽车在实际应用推广时, 影响电动汽车发展的两大主要因素是里程焦虑和充电焦虑。随着动力电池技术的不断突破, 电动汽车续航里程逐渐提高。乘用车方面由最初的 150 km, 已经提升到了 400 km, 基本上已经解决了电动汽车的里程焦虑。与此同时, 充电反而变成了一个核心的技术问题, 甚至成为中外新一轮技术竞争的焦点问题。同时, 随着城市运营、长途运行等电动汽车运营场景的出现, 快速电能补给已经成为电动汽车产业发展必须面临的问题。实现快速电能补给, 除电池更换外, 实现大功率充电是解决充电焦虑必然采取的技术解决方案。介绍了国内外大功率充电的发展和现状。结合中国电动汽车行业的现状, 对传导式大功率充电新接口的应用和技术细节做了简要描述。

关键词: 大功率充电; 技术细节; 应用

Research on new interface of high power charging for passenger vehicles

ZHOU Hongbin

(Nanjing Kangni New Energy Auto Parts Co., Ltd., Nanjing 210000, China)

Abstract: In recent years, when new energy vehicles are applied and promoted in practice, the two main factors affecting the development of electric vehicles are mileage anxiety and charging anxiety. With the continuous breakthrough in power battery technology, the battery endurance of electric vehicles is gradually improved. The traveling distance of passenger vehicles is increased to 400 km from 150 km, which basically works out EV mileage anxiety. At the same time, charging has become a core technical issue, and even become the focus of a new round of technology competition between China and foreign countries. Meanwhile, with the emergence of electric vehicle operation scenarios such as urban operation and long-distance operation, fast power energy supply has become an urgent demand for the development of electric vehicle industry. Except for battery replacement, high power charging is an inevitable technical solution to solve charging anxiety. The development and present situation of high power charging at home and abroad are introduced. Combined with the current situation of electric vehicle industry in China, the application and technical details of new conductive high power charging interface are briefly described.

Key words: high power charging; technical details; application

0 引言

2015 年以后, 电动汽车产业的发展进入了新的阶段, 产业进入了高速增长期。随着电动汽车大量进入家庭以及在出租车、网约车等商业领域的大量使用, 续航里程短、充电时间长、充电焦虑感, 一直是影响电动汽车产业发展的重要原因, 用户对电池容量、续驶里程及充电速度的要求越来越高, 采用电动汽车大功率充电技术的呼声也越来越高。2017 年 7 月 4 日, 国务院马凯副总理在北京调研新能源产业发展时指出要抓好“充电创新, 即瞄准标准化、网络化、智能化和大功率化, 加快研发先进

充电技术”。2018 年 1 月 20 日, 国家能源局刘宝华副局长在第四届中国电动汽车百人会论坛上指出要研究大功率充电技术可行性, 探索开展大功率充电示范试点。大功率充电成为充电领域未来的一个发展趋势^[1-2]。

1 大功率充电的国内外应用

2016 年 IEC 标准中充电规格提升到 1 000 V/350 A。同年日本发布的新版本中也增加了大功率充电的内容。2017 年, 欧美 5 大主机厂成立合资公司开始建设欧洲的快充网络。预计在 2019 年建立 400 座 250 kW 以上的快充网络。2019 年 5 月, 日本

CHAdeMO 协会投票通过采用中国的大功率接口，预计在 2022 年完成量产应用。大功率充电线路如图 1 所示。



图 1 大功率充电路线图

Fig. 1 High power charging roadmap

中国的大功率充电也在同步推进中。2016年3月10日，组织召开了第一次关于大功率充电技术的研讨会。随着国际大功率充电标准的深度参与，加快了我国大功率充电技术的研究工作。2017年5月2日，成立了能源行业电动汽车充电设施标准化技术委员会大功率充电技术与标准预研工作组。2017年10月组织召开了大功率充电示范试点工作启动会，启动大功率充电示范项目建设。2019年1月在北京未来城落成了大功率充电示范站。

大功率充电技术是《电动汽车充电基础设施发展指南(2015—2020年)》中关于公交及出租等专用场站；城市公共建筑物配建停车场、社会公共停车场、路内临时停车位配建的公共充电基础设施；以及城市快充站、高速公路服务区配建的城际快充站的完善和实践。大功率充电技术是现有 2015 版充电技术路线的补充。今后很长一段时间内，大功率充电技术是在一定场景下的应用需求，将和现有充电技术路线长期并存，不会替代现有充电技术。我国的大功率充电需求是根据我国的实际情况提出的，来源于充电运营商的需求、充电车主的需求和我国的国情。

2 大功率充电的技术路线

大功率充电技术分为传导式大功率充电和无线大功率充电。传导式大功率充电技术又分为乘用车大功率充电技术和客车受电弓的大功率充电技术。传导大功率充电技术是指充电功率在 350 kW 及以上的充电技术，以满足乘用车充电 10~15 min，续航 300 km 的快速充电目标和电动客车快速充电的充电需求。文献[3]快充模式下充电电流大，约为 150~500 A，充电时间短。无线大功率充电技术最大

达到 22 kVA。这里主要介绍的是最常用的乘用车大功率技术。

文献[4]乘用车大功率充电关键技术主要有电动汽车的电压平台、动力电池技术、充电接口技术、充电机技术、电网负荷等。

2.1 电动汽车的电压平台

实现充电功率的提升，可采用升高电压平台或者提高充电电流实现。升高电压平台，涉及整车的电压平台调整，影响面大。提高充电电流，必须解决温升带来的散热问题。经过调研，国内乘用车企业和商用车企业将车辆端的电压平台升至 750 V，到 2025 年车辆端电压平台不高于 800 V。国内已有少数企业能够生产 800 V 电压等级的高压零部件，限于制造工艺较高和规模化不足，目前成本较高。

2.2 动力电池技术

发展大功率充电，需要在动力电池上取得突破，实现高能量密度和快充性能的平衡。目前已经取得重要进展，如宁德时代通过对正负极材料、电解液、隔膜和极片设计的研究与开发，改善锂离子的接收和传输能力，实现了电池高倍率充电放电能力。同时，通过准确识别电池在不同温度和 SOC 下的“健康充电区间”，并在此区间内进行快充，从而实现大功率充电下，电池健康不受损害，确保长寿命。目前已开发出两种规格的可快速充电的磷酸铁锂快充产品，①5C 充电，110 Wh/kg 能量密度；②3C 充电，140 Wh/kg 以上的能量密度。三元快充产品方面，已开发出第一代 3.2C，190 Wh/kg，15 分钟快充电芯，2019 年底将陆续开发出 210 Wh/kg 的 30 分钟快充和 15 分钟快充电芯产品。

2.3 充电接口技术

在充电接口方面，目前国标有交流充电口和直流充电口。传统的传导式充电口可承受的最大电流是 250 A(配 95 mm² 的电缆)。随着使用时间增加温升增加明显，200 A 左右的电流就会出现大面积烧蚀情况，并且该问题呈现日渐蔓延之势。目前的接口是自然传导散热，频繁使用造成接触性能下降，导致热量持续增加，同时自然冷却的环境导致热量难以释放。热量的不断集聚会导致温度逐步上升，带来产品的性能逐步下降。由于现国标接口和技术限制，电流进一步加大到 300 A 及以上，该问题无法从根本上进行解决。对于大功率充电需求，在充电口方面提出了较高的要求，这就提出了新接口开发的必要性。乘用车大功率接口采用强制冷却的接口方式，有效的解决了大电流下的散热问题。

2.4 充电机技术

对于大功率充电而言，充电机需要在以下几个

方面进行提升。

1) 提升充电机的最高输出电压

为满足各种车型电压, 利用现有电压范围为 200~950 V, 功率为 20 kW 或 30 kW 的充电模块, 满足大功率充电对电压的需求。

2) 散热设计

需开发大功率充电机的散热方案, 当前市场上已经存在多种大功率充电设备的热管理解决方案, 如电动汽车充电堆、充电群等。

3) 保护的及时性

大功率充电可以在短时间内向动力电池输送大量的能量, 所以各种保护的及时性就显得尤为重要, 而新设计的大功率充电数据导引控制电路采取软件+硬件的双重交互模块, 可以大幅提升紧急保护的及时性。

2.5 电网负载

大规模建设大功率充电站可能会给电网带来负荷冲击。在电力供应紧张时期, 容易出现过负荷问题, 引起线路过热、跳闸等情况, 导致大量负荷被切除。针对这些问题, 在考虑大功率充电技术整体方案和未来的设施部署时, 应采取以下措施。第一、需要明确大功率充电是作为电动汽车能量补充的必要手段之一, 在规划布点时只有在有真正需求的地方, 如高速公路服务区, 商用车集中停靠站点等地结合电网规划合理布局; 第二, 文献[5]考虑用户因素的电动汽车有序充放电策略, 开展电动汽车与电网互动, 增强电网系统调峰能力; 第三, 在有必要的站点, 综合储能设备, 减少对电网的短时冲击。文献[6]通过电动汽车充放电控制策略, 兼顾了电动汽车用户侧和微网侧的两方面需求, 能使电动汽车最大限度的参与微电网调节, 有效改善了直流母线的电压质量, 为微电网的稳定运行提供了一种有效的技术手段。

大功率充电设备作为集中的充电方式, 相比分散充电技术, 电网规划和协调更容易配合。文献[7]大规模电动汽车接入配电网后的负荷消纳问题, 通过建立考虑电动汽车接入配网的分布式电源出力优化模型, 可解决了由新增负荷引起的电能质量下降和经济性降低的问题。在合理规划, 积极应对的前提下, 电网是完全能够安全接纳大功率充电的。

3 大功率充电新接口

大功率充电新接口借鉴了国内外现有方案的成功与失败经验, 充分兼顾了未来的各种需求, 同时通过适配器和多口充电设备等方案来予以过渡阶段的兼容问题。大功率充电的全新接口经过联调联试

的验证, 已具备了良好的性能和应用性。

3.1 新接口的技术指标

充分讨论和分析, 新接口主要的技术指标如下。

1) 电压: 1 000~1 500 V, 电流 400~600A, 不带冷却导体截面 70 mm^2 , 冷却电缆导体截面 $25 \sim 50 \text{ mm}^2$;

2) 连接器组件采用冷却方式, 实现电缆轻量化大电流;

3) 全新连接端面, 尺寸小于现有直流口, 兼顾交直流充电的优化布置;

4) 功率端子 10 mm^2 及 PE 端子 6 mm^2 , 满足 IPXXB 安全要求;

5) 重新设计公差配合, 解决 2015 版连接配合问题;

6) 重新设计更可靠简洁的锁止系统, 并将电子锁移至车端;

7) 增加温度传感要求, 做到插头插座互为温度检测安全备份;

8) 引入插拔物理导向设计, 使得连接器插拔更符合人体工程要求;

9) 优化防尘和防水设计, 降低维护成本;

10) 考虑机器识别等需求, 为未来的机器辅助充电技术留下对接可能性;

11) 重新设计导引电路, 引入直流版本编码电阻及其他硬件编码方式, 硬节点信号等设计, 保证向前兼容的基础上更好保证充电安全、向后兼容的要求;

12) 根据大功率乘用车及商用车的需求, 升级通信协议。

3.2 新接口的优点和特点

新接口方案在研究过程中充分与国际开展了交流和合作, 吸取了目前国际上三大接口标准的优缺点, 具备突出的优点和特点。

1) 在尺寸上做到了最小, 与 GB2015、CHAdeMO、CCS 接口标准相比尺寸最小, 同时考虑了与交流接口的组合方案, 有利于车企车型设计, 各国充电接口的界面图如图 2。

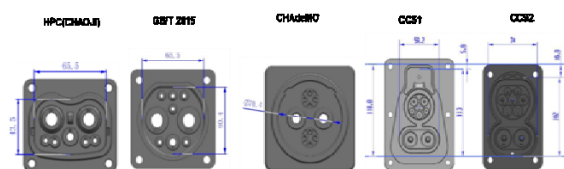


图 2 各国充电接口的界面图

Fig. 2 Diagram of charging interfaces in different countries

2) 优化电源芯件的尺寸, 通过分析、计算、测

试等综合考虑, 电源芯件的直径定位 10 mm, 实现芯件的有效冷却, 优于目标的 9 mm。冷却路径如图 3 所示。

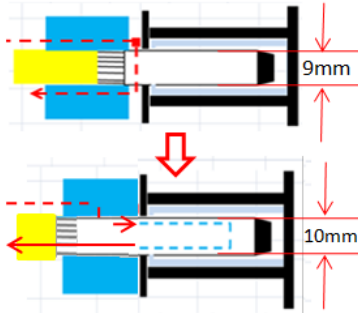


图 3 大功率充电接口的冷却路径

Fig. 3 Cooling path of high power charging interface

3) 大功率接口的电锁布置在插座上, 直接锁合住插头, 可靠有效。解锁由车辆控制, 避免了外界的干扰, 解决了现有直流枪内电锁存在的不可靠的问题。目前国际上充电口电锁均被放置在车端。如图 4 所示。

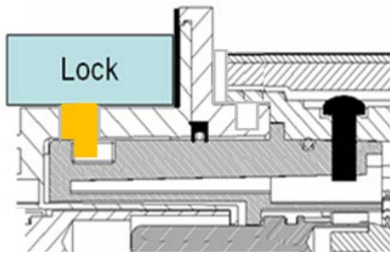


图 4 大功率充电接口的电子锁

Fig. 4 Electronic lock of high power charging interface

4) 大功率的接口通过温度控制系统(温度传输单元、温度监控单元、温度交换单元)的有效运行, 来带走大电流产生的热量, 实现大功率充电。原理框图如图 5。

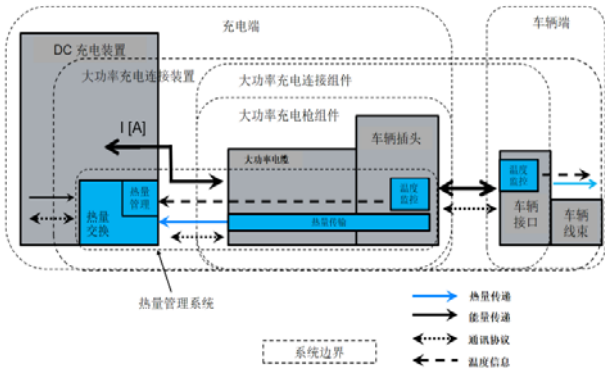


图 5 大功率充电的原理框图

Fig. 5 Functional block diagram of high power charging

5) 为确保大功率充电的安全, 在 DC+/DC-两路电路上布置温度传感器。文献[8]同时温度传感器的布置位置需要考虑避免冷却系统的影响, 保证和实际温度值的一致性(偏差在 3K 以内)以及温度突变下的温度传感器的及时反馈。如图 6 所示。

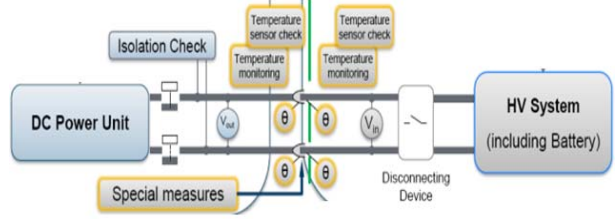


图 6 大功率充电的温度传感器布置

Fig. 6 Layout of temperature sensor for high power charging

6) 为解决新接口的向前兼容性的问题, 采用随车配件 A 型集成的转接头和 B 型的转接线和转接桩, 解决了新车和老桩的转接充电的问题。转接方案如图 7。

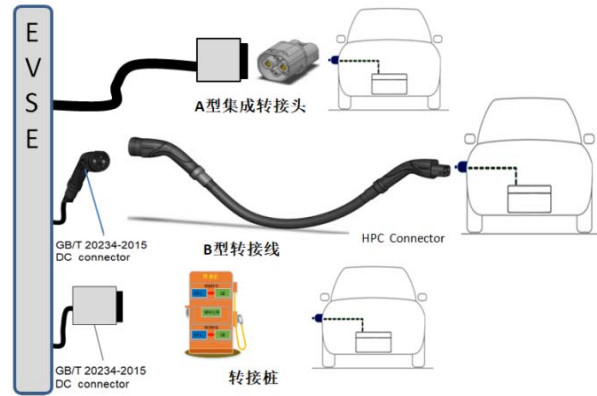


图 7 大功率充电接口的转接方案

Fig. 7 Transfer solution of high power charging interface

大功率充电接口已在长春、北京、济南、常州、南京、深圳的示范工程项目得以试运行, 各项功能和性能在不断的优化完善中。如图 8 所示。



图 8 大功率充电的示范运行分布图

Fig. 8 Demonstration distribution of high power charging

4 结论

当前,国际上电动汽车大功率充电技术发展迅速,产业化快速推进,按照党的十九大建设创新型国家的战略部署和《国家创新驱动发展战略纲要》要求,立足大功率充电实际,瞄准发展目标,实施“三步走”战略。文献[9]大功率充电技术将迎来快速的发展。

第一步,到2025年完成传导大功率充电标准化工作,促进大功率充电产业加速迭代升级,提升我国国际上的影响力,扩大国际市场。

第二步,到2030年全面推进大功率乘用车、电动客车,轻型车辆终端快速充电,重型车辆中途补电。

第三步,到本世纪中叶,走出一条具有中国特色的电动汽车大功率充电发展道路,形成适合充电产业“领跑”发展需求的创新体系,培育一批全球领先的创新型企业,为我国建设创新型国家、世界科技强国、现代化强国提供重要支撑。

参考文献

- [1] 倪峰,张暄.节能与新能源汽车技术路线图充电设施板块之大功率充电技术[C].2019,05.
- [2] 刘永东,倪峰.我国电动汽车大功率充电技术及标准预研工作情况汇报[C].2018,10.
- [3] 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.
- [4] 刘永东.电动汽车充电设施技术和标准展望[J].电力标准快讯,2018,5:7-10.
- [5] 王鑫,周步祥,唐浩.考虑用户因素的电动汽车有序充电控制策略[J].电力系统保护与控制,2018,46(4):129-137.
WANG Xin, ZHOU Buxiang, TANG Hao. A coordinated charging/discharging strategy for electric vehicles considering customers' factors[J]. Power System Protection and Control, 2018, 46(4): 129-137.
- [6] 张忠会,胡国宝,李瑞欣.考虑电动汽车接入的分布式电源出力优化[J].电力系统保护与控制,2018,46(6):120-127.
ZHANG Zhonghui, HU Guobao, LI Ruixin. Optimization of distributed generation output in electric vehicles integrating into distribution network[J]. Power System Protection and Control, 2018, 46(6): 120-127.
- [7] 王闪闪,赵晋斌,毛玲,等.基于电动汽车移动储能特性的直流微网控制策略[J].电力系统保护与控制,2018,46(20):31-38.
WANG Shanshan, ZHAO Jinbin, MAO Ling, et al. A control strategy based on mobile energy storage characteristic of electric vehicles in DC micro-grid[J]. Power System Protection and Control, 2018, 46(20): 31-38.
- [8] Vehicle connector, vehicle inlet and cable assembly intended to 102 be used with a thermal management system for DC charging: IEC TS 62196-3-1—2018.
- [9] 国家电网公司营销部.电动汽车智能充换电服务网络建设与运营[M].北京:中国电力出版社,2013.

收稿日期:2018-08-11

作者简介:

周红斌(1972—),男,硕士研究生,高工,研究方向为新能源充电产品控制和应用技术。E-mail: collonzhouarima@163.com