

智能电网与电动汽车双向互动技术综述

李 瑾¹, 杜成刚², 张 华¹

(1. 上海久隆电力科技有限公司, 上海 200070; 2. 上海市电力公司技术与管理学院, 上海 200025)

摘 要: 车辆到电网(V2G)技术实现了电网与电动汽车的双向互动, 是智能电网技术的重要组成部分。从 V2G 技术的概念出发, 分析了 V2G 技术的工作原理、充放电业务流程, 指出了要发展和推广 V2G 技术, 电动汽车企业和电网企业应在相关标准制定方面加强研究和合作。最后阐述了 V2G 相关技术国外研究应用现状、V2G 技术对电动汽车产业、智能电网的重要意义。

关键词: 智能电网; 车辆到电网(V2G); 电动汽车; 新能源

中图分类号: TM76 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-6357(2010)02-3

Summary on the Two-way Interaction between Smart Grid and the Electric Vehicle

LI Jin¹, DU Chenggang², ZHANG Hua¹

(1. Shanghai Jiulong Electric Power Science & Technology Co., Ltd, Shanghai 200070, Shanghai China;

2. Technology and Management College of the Shanghai Municipal Electric Power Company,
Shanghai 200025, Shanghai China)

Abstract: Vehicle-to-grid (V2G) technology which achieves the two-way interaction between Smart Grid and the electric vehicle is an important component of Smart Grid. Starting from the conception of V2G technology, its working principle, charging and discharging process are analyzed. In order to develop and promote V2G technology, electric vehicle enterprises and the grid companies should enhance research and cooperation on the relevant standards and criteria. In the end, the current applications of V2G in the foreign countries are presented, together with the importance of the V2G technology to electric vehicle industry and the Smart Grid.

Key words: Smart Grid; Vehicle-to-grid (V2G); electric vehicle; new energy

按照国家新能源汽车产业发展规划, 2010 年到 2015 年是电动汽车产业化和大规模推广应用关键的五年。相关研究表明, 2016 年是电动汽车产业化发展的拐点, 电动汽车发展进入高速成长期。预计到 2020 年, 上海市电动汽车市场规模预计可达约 35 万辆(按市场渗透率 15% 计算)。大量的车辆充电将带来新一轮的用电负荷快速增长, 以每辆车配置 12 kW·h 计算, 这些电动汽车日充电所用电量约为 336 万 kW·h(按 0.8 同时率计算), 这对用电负荷峰谷差日益加大的电力系统而言, 增加了发电、输电、配电的压力。

如何推动电动汽车的发展同时又能满足日益增长的电动汽车的用电需求, 如何利用电动汽车作为移动式分布储能单元来缩小日益增长的电力峰谷负荷差, 以提高输配电设备负荷利用率和减缓新发电厂建设, 本文提出了可实现电网和电动汽车互动的车辆到电网(Vehicle-to-Grid, V2G)

技术来解决上述问题。

1 V2G 技术的概念介绍

V2G 技术描述的是一种新型电网技术, 电动汽车不仅作为电力消费体, 同时, 在电动汽车闲置时可作为绿色可再生能源为电网提供电力, 实现在受控状态下电动汽车的能量与电网之间的双向互动和交换。

V2G 技术体现的是能量双向、实时、可控、高速地在车辆和电网之间流动, 充放电控制装置既有与电网的交互, 又有与车辆的交互, 交互的内容包括能量转换、客户需求信息、电网状态、车辆信息、计量计费信息等。因此, V2G 技术是融合了电力电子技术、通信技术、调度和计量技术、需求侧管理等的高端综合应用, V2G 技术的实现将使电网技术向更加智能化的方向发展, 也将使电动汽车技术的发展获得新突破。

2 V2G 技术的工作原理

V2G 技术是一项较为前瞻的科技,从结构框架上大致分为 4 个层面:电网层、站控层(本地监控层)、智能充放电装置层和车辆层,涉及电力电子、通信、调度、计量和需求侧管理等多方面的技术。V2G 技术的系统原理框图见图 1。V2G 技术的系统工作原理如下。

1) 实现电能可在电网和车辆之间双向流动的双向智能控制装置与参与 V2G 技术的车辆连接后,将连接车辆可充放电的实时容量、充电状态(SOC)等受控信息提供给后台管理系统。

2) 后台管理系统采集、统计、计算所管辖范围内所有车辆可充放电的实时容量、受控时间等信息,实时提供给电网安全监控和数据采集(SCADA)系统。

3) 后台管理系统根据电网 SCADA 系统的调度指令,下发充放电指令,对所管辖范围内双向智能控制装置进行充放电控制管理并反馈相关信息。

4) 双向智能控制装置执行后台管理系统指令,对连接车辆进行充放电操作。

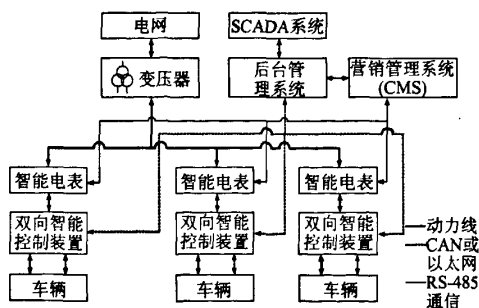


图 1 V2G 技术的系统原理框图

3 V2G 技术的充放电业务流程

V2G 技术的充放电业务流程设计如图 2 所示。在 V2G 技术的充放电业务流程中,当工作模式启动后,能量管理系统读取电池状态信息和受控条件,汇总辖区车辆可充放电的容量信息,根据既定的充放电策略和电网负荷信息,下发充放电指令,并监测车辆电池的充放电状态信息,实时计算、储存和转发相关数据,运行结束后停机核算账单。

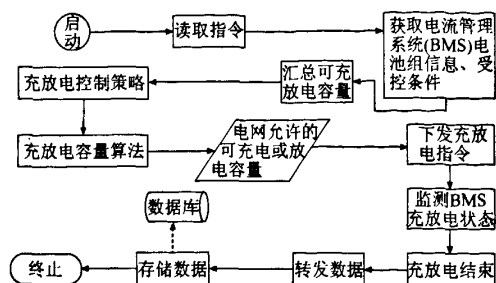


图 2 V2G 技术的充放电业务流程图

4 V2G 技术相应标准制定情况

V2G 技术作为智能电网技术的重要组成部分,属于新生事物、新型技术,其相应规则标准的制定尤其重要。在电动车辆研讨会“EVS24”上,国际电工委员会(IEC)、国际标准化组织(ISO)、美国机动工程师协会(SAE)分别就电动汽车充电系统与车辆设施连接、车载电池标准化进行了讨论。

相关国际组织已对有关电动汽车和智能电网相关标准的制定,开展了大量工作,主要包括以下内容。

1) 电气接口:包括连接器、电缆、插座、电源开关等,需统一规格标准。

2) 通信接口:通过电力线载波通信(PLC)设备或其他通信设备连接车辆和充电设施,进行信息交换,需统一规格和通信协议。

V2G 技术是连接车辆和电网的桥梁,汽车企业和电力企业只有在相关标准、规范的研究和制定方面加强合作,形成规范的体系,才可使电动汽车和智能电网获得广泛发展。

5 国外 V2G 技术的研究应用现状

智能电网相关工作启动以来,V2G 技术正日益受到各方关注。

目前只有少数机构涉足此领域,相关研究与示范大多都在美国,具有代表性的就是美国特立华大学的 Willett Kempton 教授领导的团队,在 2007 年 10 月,成功将一辆电动汽车接入电网并接受调度命令,车辆作为调峰发电设备,每车每年可为电力公司带来 4 000 美元的效益。其他研究机构与示范包括:美国国家可再生能源实验室(Warwick 大学);美国太平洋电力公司 PG&E,

一定数量的丰田普锐斯 PHEV 在 GOOGLE 园区示范; Xcel Energy, 6 辆福特 Escape 示范; Google Recharge IT 项目, 2008 年 4 月 Google 宣布投资 1000 万美元开发混合动力汽车和电动汽车, 并展开 V2G 技术研究, 把电动汽车的电能输回到电网上。

据 2009 年 6 月的英国《卫报》报道: 丹麦政府、丹麦能源协会、丹麦 Dong 公司和德国西门子公司正在丹麦一座岛屿上试验利用电动汽车电池储存风电, 这个被称为“利用可持续能源与开放式网络的分布式以及一体化市场中的电动汽车”(英文缩写为 Edison) 的项目中, 利用 V2G 技术在风力强劲时, 使用停放的电动汽车上的电池来存储多余的电力; 当无风时, 电池可将电力回馈到电网, 因此允许建设更多的风力涡轮机, 可为该岛屿提供高达 50% 的电力, 而且不会让电网崩溃。在该项目中有 4 万居民被招募参加试验, 这是迄今为止 V2G 技术最大规模的示范化应用。

6 发展 V2G 技术的重要意义

1) V2G 技术实现了电网与车辆的双向互动, 是智能电网技术的重要组成部分。V2G 技术的发展将极大地影响未来电动汽车商业运行模式。研究表明: 与智能车辆和智能电网同步进展, 可外接插电式混合动力车(PHEV)和纯电动汽车(EV)将在 20 a 之内成为配电系统本身不可分割的一部分, 提供储能, 平衡需求, 紧急供电和电网的稳定性。90% 以上的乘用车平均每天行驶时间 1 h 左右, 95% 的时间处于闲置状态。将处于停驶状态的电动汽车接入电网, 并且数量足够多时, 电动汽车就可以作为可移动的分布式储能装置, 在满足电动汽车用户行驶需求的前提下, 将剩余电能可控回馈到电网。

2) 应用 V2G 技术和智能电网技术, 电动汽车电池的充放电将被统一部署, 根据既定的充放电策略, 电动汽车用户、电网企业和汽车企业将获得共赢:

(1) 对电动汽车用户而言, 可以在低电价时给车辆充电, 在高电价时, 将电动汽车储存能量出售给电力公司, 获得现金补贴, 降低电动汽车的使用成本。

(2) 对电网公司而言, 不但可以减少因电动

汽车大力发展而带来的用电压力, 延缓电网建设投资, 而且可将电动汽车作为储能装置, 用于调控负荷, 提高电网运行效率和可靠性。

(3) 对于汽车企业, 电动汽车目前不能大规模普及的一个重要原因就是成本过高。V2G 技术使得用户使用电动汽车的成本有效降低, 反过来必然会推动电动汽车的大力发展, 汽车企业也将受益。

3) V2G 技术还使得风能、太阳能等新能源大规模接入电网成为可能并实现。风能和太阳能受天气、地域、时间段的影响, 不可预测性、波动性和间歇性使其不可直接接入电网, 避免影响电网稳定。目前所建风力发电厂的 60% 以上能量都因为不够稳定而不能接入电网。通过 V2G 技术, 可用电动汽车来储存风力和太阳能发出的电能, 再稳定送入电网。

7 结语

1) 将电动汽车和智能电网相结合的 V2G 技术, 既解决了电动汽车大规模发展带来的电网负荷压力, 又可将电动汽车作为移动的分布式储能单元接入电网, 用于削峰填谷、旋转备用、新能源接入, 提高电网供电灵活性、可靠性和能源利用效率, 延缓电网建设投资。

2) V2G 技术的应用与个体用户和电动汽车企业密切相关, 因此进行有关 V2G 技术的商业运行模式探讨和政策法规导向研究也是至关重要的, 对提高用户和汽车企业的参与积极性具有重要意义。

参考文献

- [1] 国际能源署. 混合动力和电动车展望[N]. 能源科技动态监测快报, 2009.
- [2] 徐丙垠, 李天友, 薛永端, 等. 智能配电网讲座 第四讲 互动功能与高级量测体系[J]. 供用电, 2009 (6).

收修改稿日期: 2010 年 2 月

李 瑾 (1975—), 工程师, 研究方向为电动汽车及动力电池

杜成刚 (1970—), 高级工程师, 主要从事电动汽车相关技术研究

张 华 (1976—), 工程师, 从事电动汽车相关技术研究

作者: [李瑾](#), [杜成刚](#), [张华](#), [LI Jin](#), [DU Chenggang](#), [ZHANG Hua](#)
作者单位: [李瑾, 张华, LI Jin, ZHANG Hua \(上海久隆电力科技有限公司, 上海, 200070\)](#), [杜成刚, DU Chenggang \(上海市电力公司技术与管理学院, 上海, 200025\)](#)
刊名: [供用电](#)
英文刊名: [DISTRIBUTION & UTILIZATION](#)
年, 卷(期): 2010, 27 (3)

参考文献(2条)

1. [徐丙垠;李天友;薛永端 智能配电网讲座第四讲互动功能与高级量测体系](#)[期刊论文]-[供用电](#) 2009(06)
2. [国际能源署 混合动力和电动车展望](#) 2009

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_gyd201003004.aspx