

DOI: 10.7667/PSPC151068

电动汽车公共服务与互动平台设计研究

杨 茜, 邓建慎, 李洪峰, 方 韬, 马占业

(许继电气股份有限公司, 河南 许昌 461000)

摘要: 随着具有节能减排等多种效用的电动汽车在国内迅速推广, 在其智能充换电服务领域, 政府、上下游产业相关方以及用户对信息共享、参与互动的需求日益迫切。基于此需求现状, 提出了构建电动汽车公共服务互动平台的设想。通过互动平台总体目标、方案、架构的设计和和相关关键技术领域的分析研究, 设计互动平台的七大功能集群。提出互动平台的数据模型, 研究平台的服务接口及流程。最后简述互动平台的网站及手机 APP 应用和对电动汽车充换电行业发展的意义。通过对电动汽车公共服务与互动平台的研究, 为电动汽车公共服务领域的进一步发展, 提供了重要的理论依据和应用探索, 具有非常重要的研究和应用价值。

关键词: 电动汽车; 充换电公共服务; 互动平台; 手机 APP

Design and research on public service and interactive platform in electric vehicle

YANG Xi, DENG Jianshen, LI Hongfeng, FANG Tao, MA Zhanye

(XJ Electric Co., Ltd., Xuchang 461000, China)

Abstract: With the rapid promotion of electric vehicles with multiple utilities such as energy conservation and emission reduction, in the area of intelligent charging and exchanging for electric service, the government, related parties of upstream and downstream industries, and users have increasingly urgent demand for information sharing and interactive participation. Based on the status of this demand, this paper proposes to build an idea of electric vehicles public service interactive platform. Through the overall objective, program, architecture design of interactive platform and analysis of related key technologies, it designs seven functional clusters for interactive platform. It gives data models of interactive platform and researches its service interfaces and processes. Finally, the paper describes website and mobile APP and the significance of the development of electric vehicle charging and exchanging industry. Through the research of electric vehicle's public service and interactive platform, it provides theoretical basis and discovery application for further development of electric vehicle's public service area, which possesses very important research and application value.

Key words: electric vehicle; charging and exchanging public service; interactive platform; mobile APP

0 引言

目前我国电动汽车运营以电动公共车辆、出租车等为主, 其服务内容基本停留在单纯的充电或换电专业服务中, 通过商业运营进行综合智能服务基本处于探索阶段^[1]。随着电动汽车日益社会化, 在电动汽车智能充换电服务网络运营服务领域, 政府、上下游产业相关方、用户, 对信息共享、参与互动的需求十分迫切, 特别是为用户提供全面、高效、友好的服务, 将是电动汽车是否能进一步发展的决定因素之一, 也是当前市场的迫切需求。

在当前的技术与应用条件下, 电动汽车充电相对于燃油汽车加油具有许多不同之处, 最为突出的

是以下几个方面:

- 1) 充电所需时间长, 用户需要等待时间无法确定;
- 2) 充电设施的接口和参数多样, 目前尚无统一的接口标准, 充电用户找到了充电桩, 但可能会发现其充电接口并不适用于自己的车型;
- 3) 国内各地充电服务价格标准未统一, 不同的地区, 不同的充电方式, 甚至不同的充换电运营商, 其服务价格也是不同的, 使得用户难以了解和选择;
- 4) 相对于广泛建设的加油站, 充电设施数量较少仍难以发现, 对用户来讲, 当前最大的顾虑仍然是“哪里有充电站可以为自己的电动汽车进行充电”。

针对上述发展现状，如何快速寻找解决对策和方案成为了制约产业发展的关键因素。

一方面，用户需要有一些灵活的渠道，在需要充电的时候，能够方便快捷地“远程”了解到相关信息^[2]，这就要求充电设施需要具备“公共服务”和“互动”的能力，使用户可以通过这些服务和互动，查询到相关的静态或者实时信息，譬如充电设施的地理位置、充电设施的接口和工作参数、充电设施当前的空闲状态，甚至还可以进行预约充电。

另一方面，随着电动汽车在国内的不断发展，未来必将形成一个有诸多充换电运营商参与的电动汽车市场，且涉及到电动汽车、动力电池、配电网^[3-5]以及政府部门等相关方，其都需要通过公共服务与互动，共享信息，实现共同发展。

因此，“互动”就成为了解决当前探索发展阶段所遇到瓶颈的一个良好途径。

1 公共互动的需求

通过“公共服务与互动”，不仅可以很好地解决电动汽车充电当前所存在的问题，加强产业各方的紧密协调，还可以化劣势为优势，带给人们现代化的优质服务体验和享受，推动整个产业的共同发展。在互动过程中，各方用户都具有不同的需求：

- 1) 个人用户：需要通过互动了解充电桩的空闲状态，快速寻找合适的充电设施以及进行充电预约、状态查询、故障紧急求助等；
- 2) 充电运营商：需要通过互动获取各类咨询、整体解决方案设计、项目委托建设以及充电设施选购服务等；
- 3) 电动汽车：需要通过互动进行信息的实时交互和共享；
- 4) 车辆运营公司：需要通过互动实现统一的管理和实时的监控^[6]；
- 5) 上下游产业：需要通过互动获取运行数据，分析挖掘数据内涵，改善产品性能和质量^[7]，并发布产品的相关信息；
- 6) 政府机构：需要通过互动获取各项统计数据，了解设施分布状态，掌握最新发展趋势，从而有效预测产业的规模。

基于上述各类需求，本文提出的公共服务模式，将通过一个公共的平台“电动汽车公共服务互动平台”^[8]作为各方连接枢纽，进行信息的共享和互动。

2 公共服务互动平台方案设计

2.1 公共服务互动平台总体目标

电动汽车公共服务互动平台以充换电设施和运

营监控系统为基础，以电动汽车相关方为中心，以互动服务商业化应用为目的，依托先进的互联网、云存储技术，通过制定开放的通信协议和服务接口，构建开放的电动汽车互动服务平台，盘活已建充换电基础设施，为政府部门、电动汽车个人用户、电动汽车集团用户、第三方充换电设施业主、整车企业、充换电设施供应商、动力电池厂商等主体服务，实现信息共享和共赢发展，如图 1 所示。

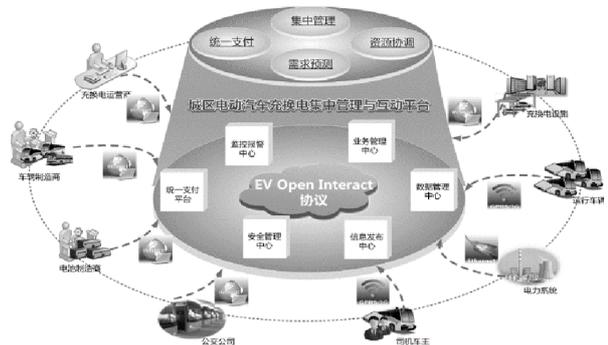


图 1 电动汽车公共服务互动平台

Fig. 1 Electric vehicle public service and interactive platform

2.2 公共服务互动平台方案设计

2.2.1 总体设计方案

电动汽车公共服务互动平台利用移动互联网、云存储技术，通过开放的通信协议和服务接口，构建充换电运营商、车辆运营商、司机车主、车辆和电池制造商等主体可以灵活接入、共享彼此需求和信息的互动平台^[9]，使相关方享受到电动汽车公共服务平台提供的充换电设施集中管理、资源协调、统一支付等服务。

2.2.2 硬件架构

电动汽车公共服务互动平台硬件体系实现云计算的 IaaS 层架构，利用基础设施平台资源池化技术提供主机计算资源、存储资源、网络及安全资源等。分为充换电服务云计算资源池、充换电云存储资源池，电动汽车服务终端接入池，和应用服务客户终端，满足灵活部署和按需分配的要求，如图 2 所示。

主机计算资源池负责提供计算资源，通过资源池化技术实现资源的动态分配、弹性扩展等；存储资源池用于电动汽车公共服务互动平台数据的存储和备份，具有安全、可靠、高性能、大容量、高可扩展性、完善的数据保护功能特点；充换电服务云计算资源池和充换电存储资源池通过平台管理域实现计算虚拟化和存储虚拟化的管理维护工作，提高计算、储存的性能，满足电动汽车公共运营服务的可靠性和动态扩展性要求^[10]。

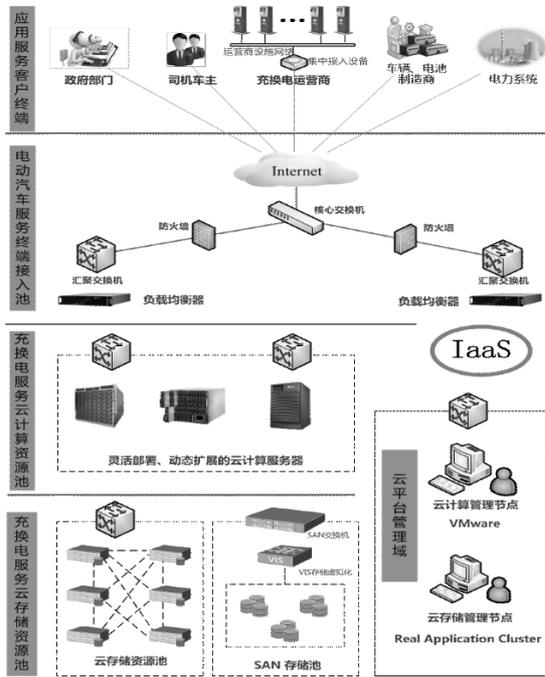


图2 电动汽车公共服务互动平台硬件架构

Fig. 2 Hardware architecture of electric vehicle public service and interactive platform

电动汽车服务接入终端池由 INTERNET 接入设备, 只要能够接入 INTERNET 就能够通过标准 WEB 方式或者电动汽车用户 APP 来访问电动汽车公共服务平台提供的应用服务。

2.2.3 软件架构

电动汽车公共服务互动平台软件体系实现云计算的 PaaS 层架构, 作为应用系统软件的技术支撑平台、通过对通用组件、通用软件的适配和调用提供相关服务。主要包括公共服务平台所需要的开发环境、运行环境、短信服务、移动平台、通信平台、业务流程引擎、认证平台等。针对高可靠、高并发、动态扩展的业务要求, 对相关的运行环境可综合运用负载均衡技术、资源池技术, 集群技术等进行建设, 如图 3 所示。

为支撑平台应用, 各方可通过 PaaS 通信平台提供的 Ev Open Interact Protocol 协议接入服务。平台应用层通过访问支撑平台的总线接口实现各自的应用服务功能, 这些应用服务功能包括充换电设施管理、第三方运营商信息服务、车主信息服务、充换电消费运营服务、地图服务、用户手机 WEBSERVICE、手机 APP、充换电电能负荷监测、电池全周期管理等应用, 应用服务开发者还可以根据具体需求在基础支撑平台基础上扩展开发更丰富的应用功能^[11]。

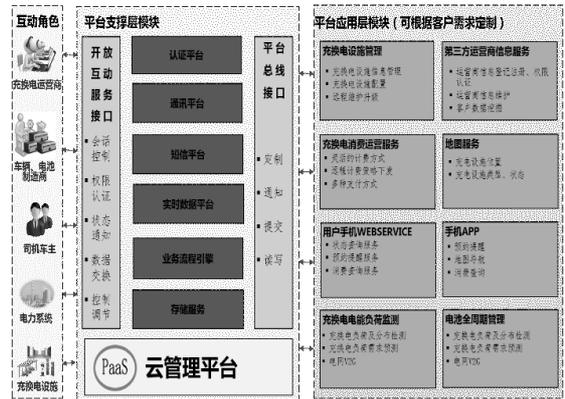


图3 电动汽车公共服务互动平台软件架构

Fig. 3 Software architecture of electric vehicle public service and interactive platform

2.3 公共服务互动平台关键技术

基于上述方案设计, 实现电动汽车公共服务互动平台的关键技术包括 Ev Open Interact Protocol、平台云服务总线、基于信息互动的服务策略分析系统等。

2.3.1 基于互联网的 Ev Open Interact Protocol 技术

电动汽车公共互动服务的电动汽车开放互动协议(Ev Open Interact Protocol)参考国内外电动汽车充换电协议标准, 结合当前电动汽车充换电实际工程经验, 基于 INTERNET 而制定, 通过开放的协议, 和各种形式 API 使电动汽车服务使用者可主动、被动的方式参与并享受充换电服务网络公共运营服务提供的各种服务。

Ev Open Interact Protocol 包括充换电设施协议、运营商协议、车主用户 webservice 服务、电力系统接口协议、运营系统接口协议、车辆电池制造商接口协议等部分。

该技术要求平台设计方同各市场参与方协商确定数据采集、传输协议, 基于互联网, 形成互动平台的 Ev Open Interact Protocol 协议标准, 促进互动平台信息的采集和共享。

2.3.2 电动汽车充换电云服务总线技术

电动汽车充换电运营公共服务平台云服务总线对平台支撑服务和数据交互进行统一管理, 从而实现对应用服务的交互, 对协议转换、安全策略和路由机制进行有效控制。

云服务总线提供位置透明的信息定制、信息通知、信息提交、消息转发、信息读写等操作接口, 从而让应用服务开发者能够方便快捷地开发出新的电动汽车充换电应用服务。

通过云服务, 各方用户主体在能够接入互联网

的前提下，在用户权限范围内，即可享用平台所推出的各项服务，促进了互联网+技术与在电动汽车充换电技术的融合，极大推动了充换电各方主体的互动性和信息共享性。

2.3.3 基于信息互动的需求预测技术

用户、运营商、电力系统的有效互动，使得进行电动汽车充换电需求预测，并在此基础上进行有序充电策略成为可能。本课题研究并构建电动汽车需求分析模型，采用专业化分析算法对电动汽车充换电需求进行分析预测，辅助设备制造商、电力系统、充换服务提供商等制定最佳的生产、供电、服务运营等策略^[12]。

电动汽车充换电需求预测包括：对用户消费数据进行挖掘分析，预测用户的充换电消费需求，实现辅助充换电服务提供商制定最佳的服务计费策略；对充换电设施的用电负荷数据进行挖掘分析预测充换电用电能量需求，辅助电力系统制定最佳的供电计划和充换电分时电价策略；对充换电设施运营数据进行挖掘分析，有效预测充换电设施的建设需求，辅助运营商得到最佳的服务点建设位置和规模，给政府对电动汽车公共服务设施建设规划提供依据等等。

该技术将目前已有的基础预测技术应用在电动汽车充换电行业中，能够为市场及各方主体提供科学的规划数据，促进电动汽车行业的健康发展。

2.4 公共服务互动平台商业模式

电动汽车公共服务与互动平台是面向公共大众的，充换电服务商、车主用户等用户主体参与的，提供信息共享服务的互联网平台，是互联网+在电动汽车充换电行业的具体应用。

平台设计方根据各方用户主体的实际需求开发出相应的产品，政府或者其他平台运营方通过购买或者租赁的方式，向平台设计方购买或者租赁平台，同时，平台设计方需要向平台运营方提供工程安装、调试、售后等相关技术支持服务；平台运营方正式运营后，可以免费吸引充换电服务商、车主用户加入平台，享用平台所推出的各项服务；平台运营方可通过充换电交易服务费、广告、平台定制商家排名、享受政府补贴等多种方式获取收益。

2.5 公共服务互动平台应用策略

公共服务互动平台通过权限管理、用户主体的选择性定制，可为平台运营商、充换电服务商、车主用户等各方主体提供安全的信息服务，避免个人信息的泄露。

充换电服务商提交相应的材料，免费注册为平台用户后，通过互动平台，可以让更多的车主用户

了解到充换电服务商所运营的充电桩的实际工作情况，通过预约、导航等方式，吸引更多的车主用户前来充换电，从而最大限度地使用充换电设施资源；充换电运营商可以方便地查询交易记录以及所辖充电资源的使用情况，为资源的合理分配和调度提供数据支撑，从而更好地盈利；充换电运营商可以实时监视所运行的充电设施，方便充换电运营商及时发现告警、维修故障。

车主用户免费注册成为平台用户后，根据用户的选择性定制，可通过平台查询最为方便的充电资源；可通过平台提供的预约、导航合理安排充电时间，避免排队等待；可通过平台提供的充电交易记录查询、以及第三方的支付交易功能，方便用户的充电账户管理；可通过充电状态查询功能，当车辆充电的时候，实时查询车辆的充电状态，并给予实时提醒。

3 公共服务互动平台功能设计

电动汽车公共服务互动平台根据服务对象、服务内容、服务方式的不同，开发不同的服务功能群，并通过网站、手机客户端等多种渠道为政府部门、电动汽车个人用户、电动汽车集团用户、第三方充换电设施业主、整车企业、充换电设施供应商、电池厂商提供服务，如图 4 所示。



图 4 电动汽车公共服务互动平台功能架构

Fig. 4 Functional architecture of electric vehicle public service and interactive platform

3.1 信息服务功能群

信息服务功能群为上层应用提供充换电、导航、数据监测、信息查询等基础信息服务。包括 POI 查询、路线导航、电池监测、站点统计、实时路况、轨迹回放、充电设施状态查询、车辆定位、车辆跟

踪、个人信息查询、车辆信息查询、交易记录查询、消费统计、服务预约、远程缺电求助、充换电设施统计、站点统计等功能。

3.2 充电设施接入功能群

充电设施接入功能群通过开放标准的接入协议, 为私人充电桩以及其他设施的接入提供支撑, 包括充电交易查询、充电交易统计、充电设施状态查询、充电月账单、充电消费分析等功能。

3.3 支付结算服务功能群

支付结算功能群为用户提供支付结算服务, 包括第三方支付接入、支付交易记录、第三方支付对账、账户充值等功能。

3.4 电网互动服务功能群

电网互动服务功能群可根据电网运行情况, 指导桩有序接入, 削峰填谷, 保障电网正常有序运行。提供功能包括私人桩定时充断电, 公有桩分时费率下发、分时服务费管理。

3.5 充换电设施建设规划功能群

充换电设施建设规划功能群为政府部门、电网公司关于充换电网络规划建设提供数据分析服务的功能。通过分析用户充换电行为, 以及各充换电站点的运营情况, 提供站点充换电记录分析, 区域充换电记录分析(地图), 站点建设规划等功能, 用以指导充换电站点的选址。

3.6 信息发布功能群

信息发布功能群用以向用户发布信息的专属功能。实现充满电提醒, 支付结果通知, 电量不足提醒, 新闻资讯发布, 充电异常提醒等功能。

3.7 微信服务功能群

微信功能群通过建立电动汽车微信公共服务号, 依靠微信平台, 为电动汽车用户提供便捷服务。在用户绑定车辆或者电卡后, 提供充换电交易记录查询, 充换电状态查询, 充换电服务预约, 账户充值, 消费分析, 轨迹回放等功能。

4 公共服务互动平台数据建模与接口设计

4.1 数据模型总体概述

基于上述功能设计, 对电动汽车公共服务互动平台进行数据建模, 主要包括电动汽车类型包、充电服务包、充电点实时包、充(换)电设施包、车主信息包、用户评价包、用户基本权限包、图片包等子模块。

下面以充(换)电设施包的模型设计为例, 简述公共服务互动平台的数据模型、接口及接入流程的设计。

4.2 充(换)电设施模型设计

充(换)电设施包的数据结构示意图如图 5 所示。

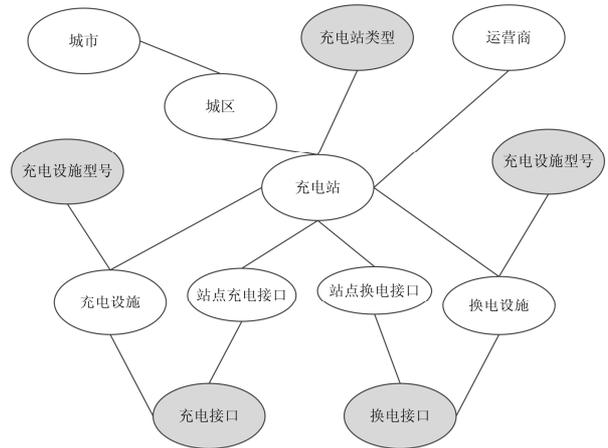


图 5 充(换)电设施模型数据结构示意图

Fig. 5 Data structure diagram of the charging (exchanging) facilities

该模型包含城市、城区、充电站、运营商、充电(换电)设施和充电点充电接口、充电点换电接口等对象。根据模型包含对象设计各数据表如表 1 所示。

表 1 充(换)电设施模型数据表

Table 1 Model data sheet of charging (exchanging) facilities

序	表名称	英文名称	类型
1	城市	ECF_CITY	表
2	城区	ECF_INNER_CITY	表
3	充(换)电运营商	ECF_ORG_OPERATOR	表
4	充电点	ECF_STATION	表
5	充电点充电接口	ECF_STATION_CHARGE_PORTS	表
6	充电点换电接口	ECF_STATION_SWAPPO RTS	表
7	充电设备	ECF_PILE	表
8	换电设备	ECF_SWAP	表

4.3 充(换)电设施模型接口设计

4.3.1 充电点充电接口设计

如表 2 所示, 为充电点充电接口详细设计。

表 2 充电点充电接口表

Table 2 Charging interface sheet of charging point

名称	注释	默认值	数据类型	是键
STATION_CHARGEPORT_ID			NUMBER (10)	PK
STATION_ID	站点 ID		NUMBER	FALSE
CHARGE_PORT_ID	充电接口 ID		NUMBER (10)	FK

4.3.2 充电点换电接口设计

如表 3 所示，为充电点换电接口详细设计。

表 3 充电点换电接口表

Table 3 Exchanging interface sheet of charging point

名称	注释	默认值	数据类型	是键
STATION_SWAP PORT_ID			NUMBER(10)	PK
STATION_ID	站点 ID		NUMBER(10)	FALSE
SWAP_PORT_ID	换电 接口 ID		NUMBER(10)	FK

4.4 充(换)电设施接入流程

充换电设施包括充换电设备和移动终端设备两类，其主要由第三方自建设施、个人私有充电桩及车载终端/手机接入电动汽车公共服务互动平台。

第三方自建设施，通过互联网或 APN 专网接入，采用 SOCKET 通信方式将交易数据、监控数据上传至电动汽车公共服务互动平台，实现数据实时传送与共享。如图 6 所示。

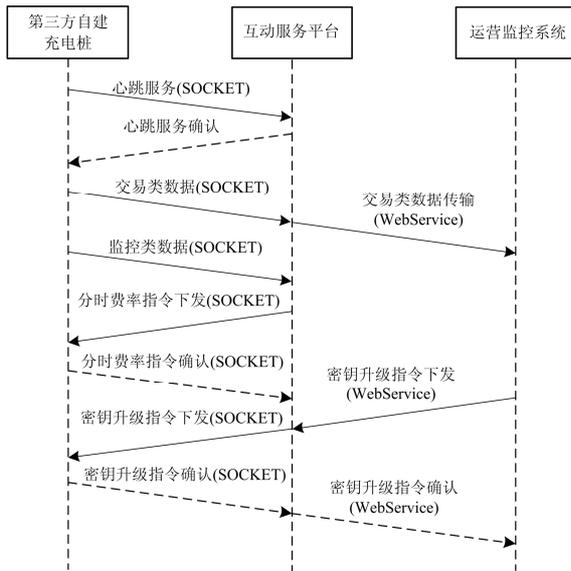


图 6 第三方充电设施接入流程图

Fig. 6 Accessing process diagram of third party's charging facilities

个人家庭使用的充电桩，对于有条件的用户，可使用家庭宽带等接入互联网，从而将桩的数据上传至电动汽车互动服务平台的前置服务器上；对于无条件的用户，可通过充电桩上预装的 GPRS 模块将充电桩的数据，以无线的方式将数据发送至电动汽车互动服务平台，从而实现数据实时传送与共享。如图 7 所示。

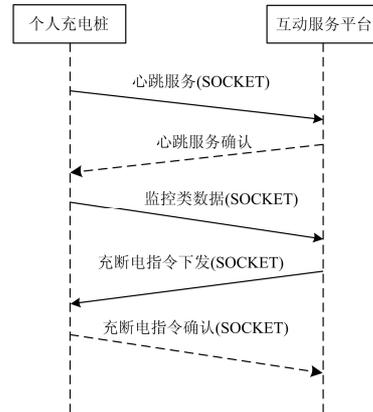


图 7 个人充电桩接入流程图

Fig. 7 Accessing process diagram of personal charging piles

车载终端接入电动汽车互动服务平台时，将车辆位置信息以及车载电池的数据实时准确地传入电动汽车互动服务平台。车载终端与车辆的电池管理系统(BMS)、GPS、里程计等设备相连，将相关数据通过 GPRS 模块传入到电动汽车互动服务平台。如图 8 所示。

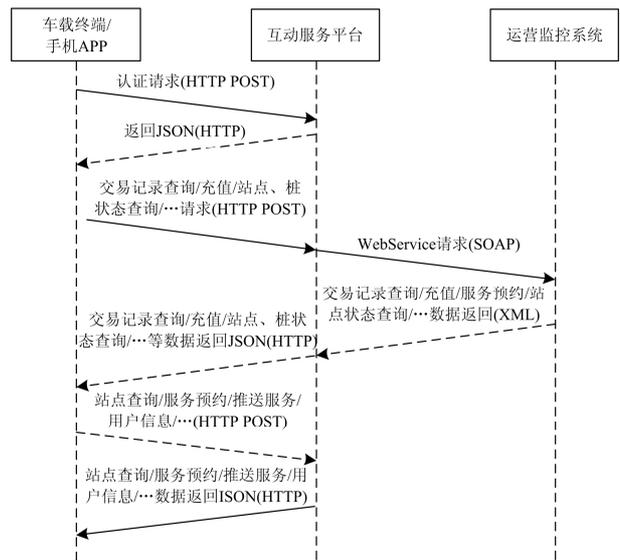


图 8 车载终端/手机 APP 接入流程图

Fig. 8 Accessing process diagram of EV terminals/mobile APP

5 公共服务互动平台的功能应用

当前，电动汽车公共服务互动平台主要通过手机 APP 及运营管理网站向各方使用者提供各类互动服务，且随着平台的不断完善，构建于其上的各类应用必将朝着更加全面、便捷、人性化的方向不断发展，为用户带来更加舒适、完美的使用体验。

5.1 互动平台手机 APP

手机 APP 的主要目的是给电动汽车个人用户

提供基于移动互联网的电动汽车信息共享与互动服务, 主要包括我要充电、充电网络、充电状态、个人中心、服务支持五大功能。如图 9 所示。



图 9 手机 APP 充电导航与充电查询

Fig. 9 Charging navigation and query in mobile APP

5.2 互动平台运营管理网站

平台运管网站基于互联网和移动互联网, 利用云技术和开放的接口, 构建电动汽车和司机车主、充换电设施和运营商、车辆和电池制造商、政府城市规划、电力系统等相关主体可以灵活接入, 共享彼此信息、互动彼此需求的公共服务与互动云平台, 使各方相互协调共同发展, 制造真正满足市场发展的产品, 提供用户真正需要的服务。如图 10 所示。



图 10 电动汽车公共服务互动平台网站首页

Fig. 10 Homepage of electric vehicle public service and interactive platform

6 结论与展望

本文从当前电动汽车充电面临的问题出发, 通

过合理分析, 提出电动汽车公共服务与互动的理念, 研究设计的公共服务互动平台, 在当前电动汽车产业发展中具有非常重要的意义:

1) 很好地搭建了充换电用户和运营商、充换电投资者和设施供应商间的互动桥梁;

2) 作为中间环节, 服务于车厂/电池厂等上下游产业;

3) 为政府规划、电网负荷预测提供可靠的数据依据, 从而有效地制定供给计划。

通过电动汽车公共服务互动平台, 很好地解决了电动汽车在推广发展过程中的各种瓶颈问题, 加强了产业各方的互通互动。建设好这样一个集开放、共享、互动于一体的公共服务平台, 对电动汽车在国内的迅速普及与健康发展具有至关重要的作用。

参考文献

- [1] 潘樟惠, 高赐威. 电动汽车换电网络规划研究综述[J]. 电力与能源, 2014, 35(4): 415-419.
PAN Zhanghui, GAO Ciwei. A survey on battery-swapping network planning of electric vehicles[J]. Electric Power and Energy, 2014, 35(4): 415-419.
- [2] 张延宇, 曾鹏, 臧传治. 智能电网环境下家庭能源管理系统研究综述[J]. 电力系统保护与控制, 2014, 42(18): 144-154.
ZHANG Yanyu, ZENG Peng, ZANG Chuanzhi. Review of home energy management system in smart grid[J]. Power System Protection and Control, 2014, 42(18): 144-154.
- [3] 吴万禄, 韦钢, 谢丽蓉, 等. 含分布式电源与充电站的配电网协调规划[J]. 电力系统保护与控制, 2014, 42(15): 65-73.
WU Wanlu, WEI Gang, XIE Lirong, et al. Coordinated planning of distribution network containing charging station and distributed generation[J]. Power System Protection and Control, 2014, 42(15): 65-73.
- [4] 李国, 张智晟, 温令云. 换电模式下电动汽车充换电网络的规划[J]. 电力系统保护与控制, 2013, 41(20): 93-98.
LI Guo, ZHANG Zhisheng, WEN Lingyun. Planning of battery-switching and vehicle-charging network based on battery switching mode[J]. Power System Protection and Control, 2013, 41(20): 93-98.
- [5] 马玲玲, 杨军, 付聪, 等. 电动汽车充放电对电网影响研究综述[J]. 电力系统保护与控制, 2013, 41(3):

- 140-148.
MA Lingling, YANG Jun, FU Cong, et al. Review on impact of electric car charging and discharging on power grid[J]. Power System Protection and Control, 2013, 41(3): 140-148.
- [6] 肖湘宁, 陈征, 刘念. 可再生能源与电动汽车充放电设施在微电网中的集成模式与关键问题[J]. 电工技术学报, 2013, 28(2): 1-14.
XIAO Xiangning, CHEN Zheng, LIU Nian. Integrated mode and key issues of renewable energy sources and electric vehicles' charging and discharging facilities in microgrid[J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2013, 28(2): 1-14.
- [7] 路欣怡, 刘念, 陈征, 等. 电动汽车光伏充电站的多目标优化调度方法[J]. 电工技术学报, 2014, 29(8): 46-56.
LU Xinyi, LIU Nian, CHEN Zheng, et al. Multi-objective optimal scheduling for PV-assisted charging station of electric vehicles[J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2014, 29(8): 46-56.
- [8] 路致远, 赵明宇, 储毅, 等. 基于云计算的电动汽车运营服务平台设计[J]. 华东电力, 2013, 41(1): 152-156.
LU Zhiyuan, ZHAO Mingzi, CHU Yi, et al. The design of EV's service platform based on cloud computing[J]. East China Electric Power, 2013, 41(1): 152-156.
- [9] 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.
- [10] 徐鹏, 陈祺伟, 连湛伟, 等. 一种电动公交车充换电站动力电池全自动更换技术方案[J]. 电力系统保护与控制, 2015, 43(3): 150-154.
XU Peng, CHEN Qiwei, LIAN Zhanwei, et al. An EV charging/swap station automatic battery replacement technology[J]. Power System Protection and Control, 2015, 43(3): 150-154.
- [11] 高辉, 陈良亮. 纯电动汽车能量补给技术现状及发展趋势[J]. 电器与能效管理技术, 2015(7): 63-66.
GAO Hui, CHEN Liangliang. Research status and development trend of pure electric vehicle power supply technology[J]. Electrical & Energy Management Technology, 2015(7): 63-66.
- [12] 戴冬云, 武月德, 喻冬梅, 等. 集成式电动底盘车监控单元设计与应用[J]. 高压电器, 2015, 51(7): 185-190.
DAI Dongyun, WU Yue de, YU Dongmei, et al. Design and application of integrated control and supervisory electric chassis unit[J]. High Voltage Apparatus, 2015, 51(7): 185-190.

收稿日期: 2015-06-26; 修回日期: 2015-11-21

作者简介:

杨茜(1989-), 女, 硕士, 主要研究方向为电动汽车充换电站系统设计; E-mail: 56508502@qq.com

邓建慎(1978-), 男, 高级工程师, 主要研究方向为电动汽车充换电方案及系统研究;

李洪峰(1978-), 男, 主要研究方向为电动汽车充换电方案及系统研究。

(编辑 周金梅)