

DOI: 10.7667/PSPC170943

基于曼哈顿距离法的充电桩远程运维系统设计

郭 威¹, 尹新涛¹, 王俊霞¹, 朱意霞¹, 徐石明²

(1. 许继电气股份有限公司, 河南 许昌 461000; 2. 国电南瑞科技股份有限公司, 江苏 南京 210000)

摘要: 充电用户和充电行业的发展对充电设备的维护提出的要求日益增高, 运营公司对充电设备的故障诊断与运维管理需求也尤为迫切。为了满足充电用户对充电设备维护提出的要求, 缓解充电行业的发展对充电设备维护带来的压力, 提出一种基于曼哈顿距离法的充电桩远程运维系统(以下简称远程运维系统)。远程运维系统的建立, 可大大提高电动汽车充电桩运维水平, 对运维人员及检修人员的行为也可以达到有效的管控, 同时对检修人员的检修结果进行登记, 为绩效考核提供有效依据。该系统基于曼哈顿距离法对比分析运维检修人员距离故障发生地点的距离, 提供一种高效的解决方案, 进一步节约人力资源, 达到资源合理配置。

关键词: 远程故障诊断; 任务派发; 远程运维; 曼哈顿距离法; 充电桩

Design of long-distance operation and maintenance system of charging pile based on Manhattan distance method

GUO Wei¹, YIN Xintao¹, WANG Junxia¹, ZHU Yixia¹, XU Shiming²

(1. XJ Electric Co., Ltd, Xuchang 461000, China; 2. NARI Group Co., Ltd, Nanjing 210000, China)

Abstract: The development of charging users and charging industry demands the high requirements for the maintenance of charging equipment. The operation company is particularly urgent in the failure diagnosis, and also in operation and maintenance management with the charging equipment. In order to fit the requests made for the equipment maintenance by the charging users, and deal with the stress to equipment maintenance brought by the developments of charging industry, a system of long-distance operational charging pile which is based on the Manhattan distance remote is proposed (hereinafter referred to as long-distance operational system). The establishment of this system can greatly improve the operation level of charging pile. The behaviours of operation and maintenance personals can be controlled efficiently, and at the same time, the inspection results of the maintenance personals can be recorded, which provides the effective basis for performance appraisal. For this system is based on the contrastive analysis above the Manhattan distance and the distance that is between the staff and accident locations, it can not only provide an efficient solution, but also economize the human resources and collocate the resources rationally.

This work is supported by National Key Research and Development Program of China (No. 2016YFB0101800).

Key words: long-distance fault diagnosis; task distribution; long-distance operation and maintenance; Manhattan distance method; charging pile

0 引言

低碳经济时代, 可持续发展是顺应时代发展的必然要求^[1], 与石油、煤炭和天然气等不可再生能源相比, 电能属于可再生能源, 绿色环保并且来源广泛, 因此, 电动汽车成为我国研究和开发新能源汽车的重要选择^[2-3]。截止到2016年底, 据不完全

统计, 我国具有的公共类充电设施超过14.1万个, 月平均新增数量大约1688个^[4], 其应用增长迅速, 这就对充电设施的质量与性能提出了更高的要求。

另一方面, 充电设施运维的业务在我国还处于初期发展阶段^[5], 桩体数量日益增多, 桩体工艺不断提高, 造成传统依赖于人工定期巡检的运维方式成本增加^[6-7], 充电桩作为新能源汽车重要配套设施之一, 其安全性自然是重中之重, 因此, 提高充电设施运维水平是促进充电事业发展的必经之路。

基金项目: 国家重点研发计划项目资助(2016YFB0101800)

本文针对基于曼哈顿距离法的充电桩远程运维系统的需求、架构及实现进行阐述, 提出了一种充电桩的远程运维方法及流程, 概述如何在现有条件基础上, 最大限度地提高工作效率, 节约运维成本, 并针对桩体制定有效且合理的定期巡检计划及故障巡检任务^[8], 提高桩体的设施利用率, 从而进一步达到延长桩体使用寿命的目的。

1 充电桩远程运维系统需求

1.1 充电桩维护需求

在过去的一年中, 因国家政策的利好等各种因素, 充电桩行业得到迅速发展^[9]。目前, 各种不同型号的充电桩已经逐步遍布公共停车场、小区居民区和高速公路服务区等场所。但相应的问题也随之而来, 充电桩的后期维护检修及运维制度成为公共及行业内部所关注的热点, 同时, 报修、维护和检修等一系列难题也正在困扰充电设施市场的发展。

随着电动汽车行业的发展, 市场对充电桩运维服务质量要求也日益提升, 让运维人员感到压力倍增, 如果想要提高运维服务质量水平、降低运营风险、为公司业务的高效运行提供可靠保障, 这就要求必须改变现在人工手动的运维模式, 改变运维思路与方式。

1.2 运维人员考核需求

基于目前的充电桩运维管理办法, 故障处理效率普遍偏低, 人力成本较高, 一线的运维抢修人员很难及时在第一时间获得故障通知。其次, 随意派遣现场抢修人员前往故障地点, 可能会造成时间耽搁及人力资源浪费。再次, 设备和业务系统日常巡检依靠人力难以维持, 工作量过大时, 可能会造成运维“死角”。最后, 运维巡检人员和运维抢修人员的工作量无法量化考核, 这样难免造成运维人员工作热情与积极性降低, 从而降低运维效率与质量。

基于上述各类需求, 本文提出的基于曼哈顿算法的远程运维系统解决方案, 将通过远程运维管理系统作为各方连接枢纽, 满足充电桩远程运维、运维监控人员及运维检修人员(包括巡检人员和抢修人员)的各方面需求。

2 远程运维系统方案设计

2.1 总体目标

远程运维系统通过掌握充电桩维护和运维人员的需求与技术分析, 提出了涵盖一级运维监控系统、二级运维调度系统、三级运维巡检人员和运维抢修人员 APP 的三级架构远程监控运维解决方案, 满足充电桩远程监控与运维管理的需求。

2.2 能源生态充电站系统方案设计

2.2.1 总体方案

远程运维系统包括了从平台端到移动端两个层次的设计内容。平台端是指一级监控平台和二级调度平台, 移动端是指运维检修人员 APP。将 GPRS/3G/4G 网络通道嵌入充电设施桩体中, 采用标准充电设施接入协议, 通过互联网将充电设施接入至远程运维系统。如图 1 所示。

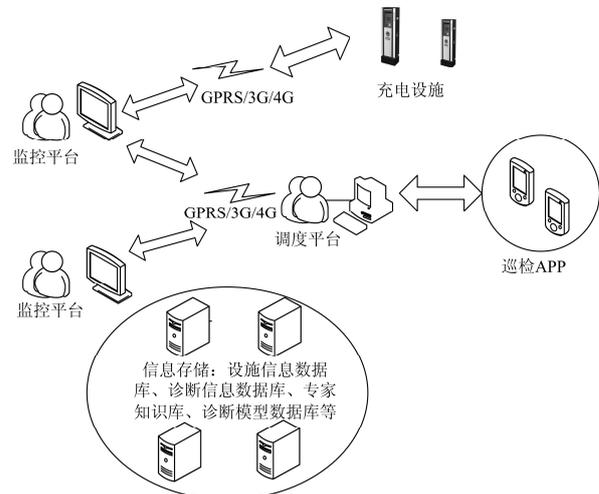


图 1 远程运维系统总体设计方案

Fig. 1 Overall design scheme of long-distance operational system

2.2.2 硬件架构

远程运维系统的硬件体系包括: 信息采集体系、信息传送体系、数据库存储备份体系。涵盖地图服务器、路由器、Web 服务器、互联网交换机等设备。通过集群式嵌入充电设施, 这样带来的便利是可以根据充电设施的数量灵活减少及新增, 并通过负载均衡为系统可靠稳定的运行提供保证。

运营管理员使用 PC 浏览器对充电设施进行监控, 获取充电设施的运营数据并进行分析, 运维人员通过手机 APP 接受任务, 并查询故障类型与故障发生地点, 如图 2 所示。

2.2.3 软件架构

远程运维系统采用分层式设计, 整个系统可分为应用层、业务层、数据层、支持层和物理层五部分。应用层为远程运维系统与运维 APP 之间提供接口服务; 业务层为充电设施分析故障数据、分析故障任务; 数据层包括充电设施信息数据库、诊断信息数据库、专家知识库、诊断模型数据库等, 通过数据库系统对各种数据进行存储和管理; 支持层涵盖各种应用程序, 其中包括数据库系统、操作系统等; 物理层提供充电设施信息采集、存储等功能, 包括充电设施、计算机, 如图 3 所示。

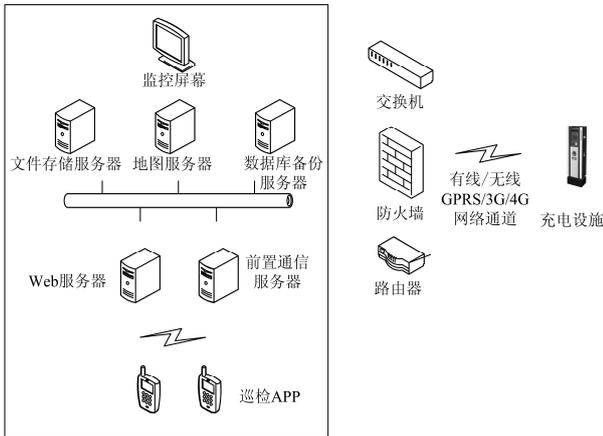


图 2 远程运维系统硬件架构

Fig. 2 Hardware architecture of long-distance operational system

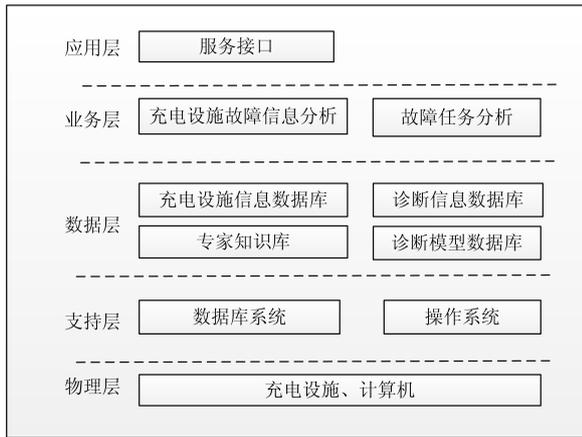


图 3 远程运维系统软件架构

Fig. 3 Software architecture of long-distance operational system

2.3 远程运维系统关键技术

2.3.1 巡检调度技术

任务派发时,计算分析巡检人员所在点(A1, A2, A3, ..., An)到故障发生点(B1, B2, B3, ..., Bn)路程最为关键。当今市区极为繁华,且高楼林立、街道纵横,从A点到B点没有直线路径,需要经过其他中间点,至少要经过C点^[10],此时,巡检人员走的路线为AC和CB,假设街道的规划都非常整齐,ACB可以组成一个直角三角形,那么根据毕达哥拉斯定理,可用AC和CB的长度计算AB的长度。假设路况如图4所示,无论进行几次路程中转,A点到B点的距离都可用AC和CB的长度相加计算,只需计算加减法,能大大提高系统的运算速度。原理图如图4所示。

如图5所示,找到地图的中心点作为圆点,将地图分为四个区域,如巡检员A3与故障桩B3在同一区域,且唯一,故A3与B3自动配为一组。4区

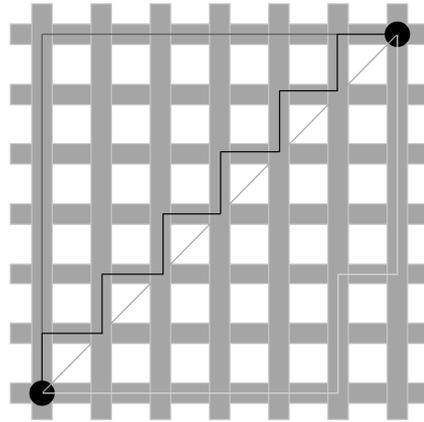


图 4 曼哈顿距离法原理图

Fig. 4 Manhattan distance method diagram

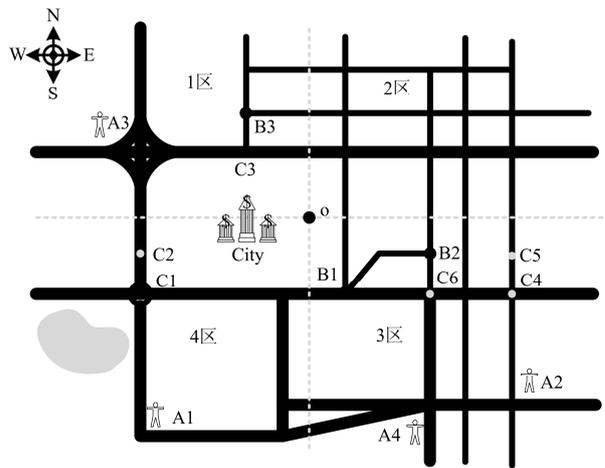


图 5 人员调度选择示意图

Fig. 5 Schematic diagram of personnel selection

没有故障桩,所以暂时不给A1分配任务。3区有两个故障地点,两个巡检人员,计算对比路程,选择最短路程,因 $A2C5+C5B2+A4C6+C6B1 < A4B2+A2C4+C4B1$,故而,派A4巡检员前往B1故障桩处,派A2巡检员前往B2故障桩处。在某区存在1级故障,且区内无空闲巡检员时,可紧急从别的区域调去巡检员。

2.3.2 远程运维方法

远程运维平台实时对充电集群桩/离散桩的信息数据进行采集并进行实时检测^[11],一旦检测到有异常信息,后台在实时库中进行故障信息诊断与匹配;通过巡检APP的定位功能检测各巡检员的位置,然后通过曼哈顿距离法计算分析各巡检员与各故障地点最短路径的耗散值及赶往故障点的时间范围;将巡检计划推送至运维巡检人员随身携带的APP任务栏中,并自动弹出提示;巡检人员接受巡检计划,需前往指定故障充电桩进行检修维护工作,

除堵车或其他极端天气外, 巡检人员须在计划时间内到达故障地点。流程图如图 6 所示。

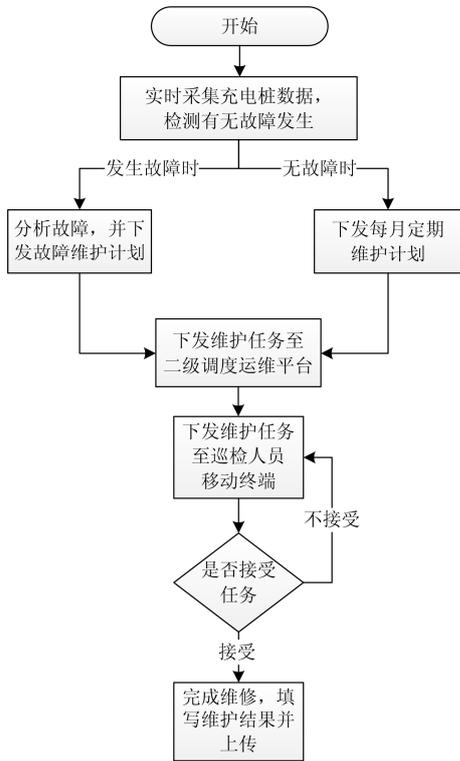


图 6 远程运维-检测-调度-检修流程图

Fig. 6 Remote operation and maintenance-testing-dispatch-overhaul method flow chart

2.3.3 实时管理技术

远程运维系统采用互联网+APP实时管理技术, 可实现无人操作远程运维, 当系统检测到充电设施推送的故障信息, 判定为一级紧急故障时, 会自动生成检修任务单发送给二级调度平台, 调度平台选择最合适的运维人员, 一级紧急故障单运维人员不可拒绝, 运维人员在规定时间内完成维修后, 填报维修信息上报至运维系统, 系统审核通过后, 修改此故障信息状态, 并保存该条维护信息。实时管理技术示意图如图 7 所示。

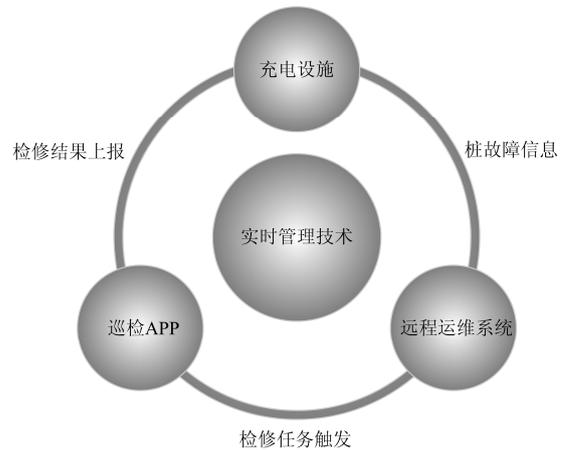


图 7 实时管理技术示意图

Fig. 7 Schematic diagram of real time management

3 远程运维系统功能设计

3.1 远程故障分析功能

实时接收充电设施上传的信息数据并对数据进行分析, 检测到异常数据后, 在知识库中匹配异常种类, 判断异常级别。

3.2 运维检修任务功能

分析巡检人员与故障发生地曼哈顿距离, 得到最优检修方案, 生成检修计划并推送至巡检人员 APP。

3.3 运维服务管理功能

对各种历史数据进行分类和统计录入知识库并提供查询功能, 统计故障类型及针对该故障类型可使用的检修方案, 为今后故障分析和检修提供经验。

3.4 辅助决策功能

对充电桩故障趋势进行分析, 有助于制定定期巡检计划, 同时对充电桩损耗及剩余寿命进行评估, 并以报表形式展现。

3.5 服务评估功能

增值服务, 可对巡检人员绩效打分提供依据。具体功能设计如图 8 所示^[12]。

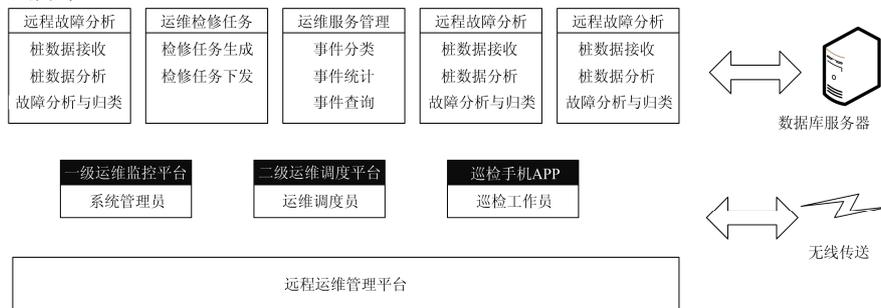


图 8 远程运维系统功能设计图

Fig. 8 Function design drawing of long-distance operational system

4 远程运维系统数据建模

基于系统的设计方案，远程运维系统的系统建模，主要包括：充电设施包、充电信息包、故障类型包、运维 APP 状态实时包、运维任务包、运维服务评价包、用户基本信息与权限包。以充电信息包、故障类型包、运维 APP 状态实时包为例，模型包含对象如表 1—表 3 所示。

表 1 充电信息模型数据表

Table 1 Charging information model data sheet

名称	注释	数据类型	是键
CP_ID	充电桩 ID	NUMBER(10)	PK
CP_Longitude	充电桩经度		
CP_Dimension	充电桩纬度	NUMBER(10)	
CP_Realtime Data	充电桩实时数据	INT	

表 2 故障信息模型数据表

Table 2 Fault information model data sheet

名称	注释	数据类型	是键
CP_ID	充电桩 ID	NUMBER(10)	PK
CP_Type	充电桩类型		
Alarm_Type	故障类型	NUMBER(10)	
Alarm_StartTime	故障时间		
Alarm_Level	故障级别		
Alarm_EndTime	完成维修时间		

表 3 员工信息模型数据表

Table 3 Employee information model data sheet

名称	注释	数据类型	是键
APP_ID	APP_ID	NUMBER(10)	PK
Name_NO	员工编码		
APP_Longitude	APP 所在经度	NUMBER(10)	
APP_Dimension	APP 所在纬度		
Busy	是否忙		
Achievements	员工上月绩效		

5 远程运维系统的功能应用

目前，远程运维系统通过平台不间断诊断、运

维人员上报及充电设施保修及时获取故障信息、再通过 APP 任务下发提供运维服务，目前，系统正在不断完善中。

5.1 运维人员 APP

运维 APP 界面展示图如图 9 和图 10 所示。



图 9 APP “我的”界面

Fig. 9 "my" interface of APP



图 10 APP 任务界面

Fig. 10 Task interface of APP

5.2 远程运维系统

远程运维系统界面展示如图 11 和图 12 所示。



图 11 远程运维系统监控中心界面

Fig. 11 Remote operation and maintenance system monitoring center interface

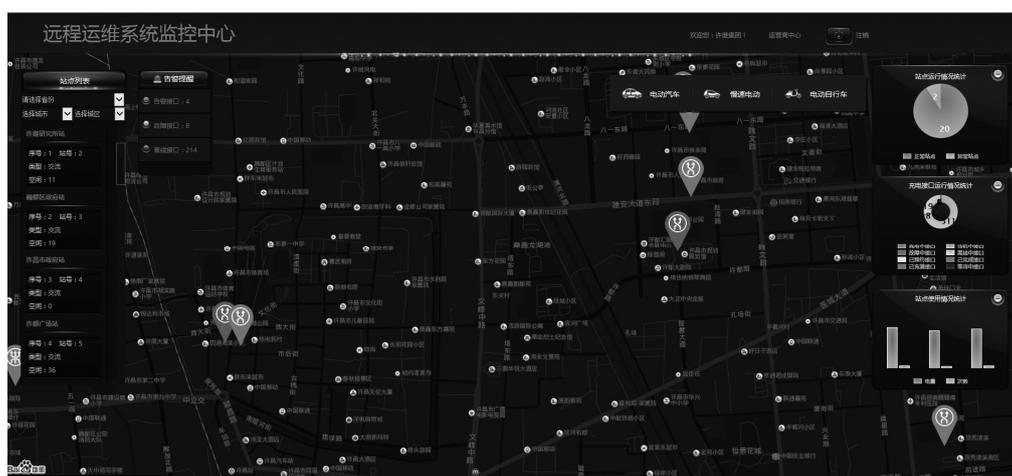


图 12 远程运维系统监控中心界面

Fig. 12 Remote operation and maintenance system monitoring center interface

6 结论与展望

基于曼哈顿距离法的充电桩远程运维系统采用安全可靠的技术, 依据一套规范的远程运维流程, 实现了充电桩的远程监控及检修。达到效果如下所述。

1) 采用自动监控与分析技术, 解决了充电设施运维中^[13]发现问题不及时的问题, 提高充电设施运维过程的自动化水平, 大大提高电动汽车充电桩运维水平, 对运维人员及检修人员的行为也可以达到有效地管控。

2) 首次设计了一种远程运维-检测-调度-检修流程, 解决了在充电设施运维中, 调度不合理、抢修不及时的问题, 大大提高了运维效率, 降低了充电设施人工维护的成本。

3) 通过系统的示范应用, 取得了良好的示范效应, 为下一步充电设施的推广奠定了基础。随着系统的进一步完善及推广使用, 必将为电动汽车充换电领域做出贡献^[14]。

基于曼哈顿距离法的充电桩远程运维系统, 远程运维系统的建立, 可大大提高电动汽车充电桩运维水平, 对运维人员及巡检人员的行为也可以达到有效地管控, 远程故障诊断和任务派发是充电桩管理过程中的重要环节, 可极大地提升工作效率, 节约人力物力, 为远程运维-检测-调度-检修体系保驾护航^[15]。

参考文献

[1] 李献伟, 王伟. 基于物联网的随机性电源即插即用运维技术方案研究[J]. 电力系统保护与控制, 2016,

44(16): 112-117.

LI Xianwei, WANG Wei. Research of plug-and-play operation and maintenance technology for random power based on internet of things[J]. Power System Protection and Control, 2016, 44(16): 112-117.

[2] 姬海臣. 能源互联网思维在充电桩行业的应用[J]. 上海节能, 2016, 35(4): 201-204.

Ji Haichen. Energy internet thinking application in charging piles industry[J]. Shanghai Energy Conservation, 2016, 35(4): 201-204.

[3] 佟晶晶, 温俊强, 王丹, 等. 基于分时电价的电动汽车多目标优化充电策略[J]. 电力系统保护与控制, 2016, 44(1): 17-23.

TONG Jingjing, WEN Junqiang, WANG Dan, et al. Multi-objective optimization charging strategy for plug-in electric vehicles based on time-of-use price[J]. Power System Protection and Control, 2016, 44(1): 17-23.

[4] 孟祥军, 梁涛, 王兴光, 等. 电动汽车智能充电桩的设计与实现[J]. 信息技术与信息化, 2011, 35(6): 58-61.

MENG Xiangjun, LIANG Tao, WANG Xingguang, et al. Design and implementation of electric vehicle intelligent charging pile[J]. Information Technology and Informatization, 2011, 35(6): 58-61.

[5] 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.

[6] 深入了解充电站运维须知的六大重要事项[EB/OL]. [2017-03-03/2017-09-11]. http://www.sohu.com/a/127754773_463652.
Depth understanding of the charging station operation and maintenance instructions six important matters [EB/OL]. [2017-03-03/2017-09-11]. http://www.sohu.com/a/127754773_463652.

[7] 笃峻, 叶翔, 葛立青, 等. 智能变电站继电保护在线运维系统关键技术的研究及实现[J]. 电力自动化设备, 2016, 36(7): 163-175.
DU Jun, YE Xiang, GE Liqing, et al. Key technologies of online maintenance system for relay protections in smart substation and its implementation[J]. Electric Power Automation Equipment, 2016, 36(7): 163-175.

[8] 吴月超, 郑南轩, 苏华佳, 等. 面向智能水电站的在线监测状态实时自动巡检方法与应用[J]. 电力系统自动化, 2017, 41(9): 123-129.
WU Yuechao, ZHENG Nanxuan, SU Huajia, et al. Smart hydropower station oriented real-time automatic approach for on-line monitoring states and its application[J]. Automation of Electric Power Systems, 2017, 41(9): 123-129.

[9] 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.

[10] 徐沛沛. 桌面终端远程运维管理系统研究与设计[J]. 电力信息化, 2012, 10(6): 16-20.
XU Peipei. Research and design of remote operation and maintenance management system for desktop terminals[J]. Electric Power Information and Communication Technology, 2012, 10(6): 16-20.

[11] 陈建阁. 基于曼哈顿距离法的颗粒流速检测技术[J]. 工矿自动化, 2015, 41(11): 52-55.
CHEN Jiange. Particle velocity detection technology based on Manhattan distance method[J]. Industry and Mine Automation, 2015, 43(11): 52-55.

[12] 李光明, 孙英爽, 党小娟. 基于安卓的远程监控系统的设计与实现[J]. 计算机工程与设计, 2016, 37(2): 556-560.
LI Guangming, SUN Yingshuang, DANG Xiaojuan. Design and implementation of remote monitoring system based on Android[J]. Computer Engineering and Design, 2016, 37(2): 556-560.

[13] 袁浩, 屈刚, 庄卫金, 等. 电网二次设备状态检测内容探讨[J]. 电力系统自动化, 2014, 38(12): 100-106.
YUAN Hao, QU Guang, ZHUANG Weijin, et al. Discussion on condition monitoring contents of secondary equipment in power grid[J]. Automation of Electric Power Systems, 2014, 38(12): 100-106.

[14] 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.

[15] 寿增. 调度自动化运维监管系统的设计与应用[J]. 电力系统与通信技术, 2014, 12(2): 109-114.
SHOU Zeng. Design and application of dispatching automation operation and maintenance supervision system[J]. Electric Power Information and Communication Technology, 2014, 12(2): 109-114.

收稿日期: 2017-06-23; 修回日期: 2017-10-11
作者简介:
郭 葳(1988—), 女, 硕士, 主要从事电动汽车充换电方案研究; E-mail: xjtc_guowei@126.com
尹新涛(1986—), 男, 硕士, 主要从事电动汽车充换电方案研究; E-mail: xjtc_yinxintao@126.com
王俊霞(1978—), 女, 硕士, 工程师, 主要研究方向为电气自动化。E-mail: 573947709@qq.com

(编辑 周金梅)