

基于移动终端的电力技术服务辅助系统的研究与实现

国内电力基础设施建设的快速推进对电力技术服务单位的技术服务水平和管理效率提出了较高要求。故冀北电力科学研究院以技术服务工作为出发点，从移动应用平台、用车调度、设备信息检索等方面研究了移动互联网技术对电力技术服务流程的优化方式，并结合研究结果，设计和实现了一套基于移动应用平台的电力技术服务辅助系统；使用该系统，电力技术服务人员可在移动智能终端应用的辅助下提高工作效率，从而进一步提高电力技术服务单位的管理水平和服务质量。

徐小天 王刚 陈威 陈乐然/国网冀北电力有限公司电力科学研究院

0 引言

近年来，随着智能电网技术的快速普及和电力建设工作稳步发展，我国各区域在建及新建成的电力基础设施数量逐年上升，随之而来的技术服务需求也急剧增加，主要体现在：在电力基础设施投运过程中，需要由电力技术服务单位承担相关设备的调试技术工作；同时，为维持电力生产和传输的安全稳定，需定期对设备进行不同级别的检修工作；另外，在电力设备运行过程中，可能发生不同严重程度故障或非计划情况，也需要技术服务单位派出相关专业技术人员进行技术支持。

目前我国电力基础设施新建、运行中的上述技术服务通常由区域性电科院承担，本文作者所在的冀北电力科学研究院（华北电力科学研究院）即承担了华北区域发电和电网单位的技术服务工作。由于技术服务涉及系

统、高压、锅炉、汽机、热控、电气、化学等多个专业，电力科学研究院（以下简称电科院）也与之对应的设置了若干专业研究所。由于每次技术服务类型不同，电科院会从各相应专业研究所指派技术人员，携带相关技术设备，由专用的服务车辆运载至现场参与相关工作。技术服务工作的时间根据工作性质从几天到几个月不等，期间需保证技术队伍及设备位于现场。由于电科院技术人员、服务设备及车辆均数量有限，旧有的管理模式越来越无法满足日益增长的电力技术服务需求。因此，如何通过技术手段的辅助提高技术服务的效率成为电科院更好地开展相关领域工作所亟待解决的问题。

为提升电力技术服务工作的效率，需要寻找适合现场工作环境和技术人员使用习惯的辅助技术。移动互联网是一种通过智能移动终端，采用移动无线通信方式获取业务和服务的新兴业务，包含终端、软件和应用三个层面^[1]。该技术使用户可以随时接入互联网，并基于移动终端配备的传感功能（位置、影像、时间、动作等）提供服务。近年来，移动互联技术已经充分的融入生产生活的各个层面，引领技术革新的同时改变着传统的业务形态^[2]。本文即旨在通过应用移动互联网技术，提升以电科院为代表的电力技术服务单位的管理水平和工作效率，从而进一步提升电力服务质量。



徐小天/工程师

关键词/Keywords

电力建设 ·
移动信息技术 ·

1 基于移动应用的电力技术服务辅助技术研究

1.1 移动智能终端应用开发技术

为选择合适的技术性辅助手段，并使交互方式尽可能满足电力技术服务人员的使用习惯，使用现有的智能手机作为移动终端平台进行系统部署具有较大的技术和推广优势。移动互联网技术经过近年来的普及已具备成熟的应用条件，目前基于主流智能手机操作系统（如苹果iOS、谷歌Android等）的应用具有轻量性、时效性、便捷性的特征^[3]，无培训成本，辅以相应的信息安全保障措施，适合作为电力服务辅助工具的载体技术。

鉴于移动应用的定位和功能特色，本文研究选取了主流的移动操作系统平台进行应用搭建。通过定制开发，分别在iOS和Android平台发布了电力技术服务辅助系统App。电力技术服务人员、电科院相关职能管理人员可以通过扫码安装相应操作系统平台的程序包，使用手机号码进行验证注册。为保证注册人员均来自本单位，应用使用后台预置验证的方式进行注册人员控制。

1.2 基于移动终端的服务信息检索技术

在电力技术服务过程中，对电力基础设施相关设备的熟悉程度和同类型服务的经验往往决定了服务的质量和效率^[4]。在现有的工作模式下，由电科院相关专业人员根据相关资料（纸质或存储于个人计算机中）和技术经验，确定技术问题的大致原因和范畴，根据涉及专业，指派相应人员参与服务；一般情况下，电科院将通过与专业所沟通，优先选派参与过该电力设施调试工作或其他技术服务工作的人员。被指派的专业人员携带相关纸质和电子材料及相应仪器设备赴电厂进行服务工作。

专业人员根据现场具体情况，通过查阅相关文字资料并结合个人技术经验，判断技术问题所在；如果当时无法解决的，将使用照片或视频记录现场，并致电本部其他技术人员，通过描述问题，辅以邮件传输的照片、视频，与本部技术人员进行讨论并得出解决方案。技术人员完成现场技术服务工作后，需根据的实际情况，撰写相关专业报告，并由本次技术服务的负责人进行汇

总，形成本次技术服务的总报告，进行档案留存。

在上述传统工作场景中，由于电力服务现场环境通常无法使用传统IT解决方案，大部分工作仍由人工完成，如果使用移动智能终端对服务业务进行辅助，将在多个方面提升电力技术服务的工作效率。本文研究主要开展了以下三方面工作：①使用结构化数据描述电力基础设施，包括电力基础设施的属主、地理位置、主要设备、历史技术服务资料等信息，其中设备信息囊括了设备的出厂信息、主要设计参数和历史运行数据，技术人员在赴工作现场前以及技术服务期间均可以在智能终端上查阅相关信息，并可以通过阅读历史服务信息，对当前问题有更明确的认识；②利用智能手机的录音、录像、摄像以及文字编辑功能，可以实时的进行现场资料回传，问题的在线讨论，并可以将上述数据作为当次技术服务的过程数据，备参考使用；③以设备、属主、电力基础设施、厂家、设备、服务人员等线索提供多层次的定制化搜索功能，使技术人员可以更快的定位需要的数据，如可以搜索针对某个锅炉厂生产的某种型号锅炉的所有技术服务历史数据，或搜索某人参与过的所有技术服务信息等。通过灵活的搜索功能，将以往实体资料管理模式无法获取的数据关联呈现给技术人员，更直观地了解电力基础设施的设备状态变化情况。

1.3 基于移动终端的电力汽车调度技术

电力服务汽车是运送技术人员和调试设备往来服务现场所不可缺少的硬件设施。为此，电科院运营着数十辆汽车组成的车队，为电力技术服务提供交通保障，设一名负责人对司机和车辆进行调度。传统管理模式下的用车流程为：①某专业技术人员提出用车申请，包含目的地、人数、携带设备、出发时间等信息；②所在部门和生产部审批后，申请移交至车队负责人；③车队负责人查询纸质记录，根据用车申请选择可用车辆和司机；④司机接到指派任务后，致电申请人，再次确定出发时间地点等事宜；⑤用车完毕后，用车人填写相关纸质单据，流程结束。该模式下，车队调度工作由负责人手工执行，司机、车辆所

在位置均需要电话联系或查阅纸质单据，效率低下且容易出现疏漏；用车流程未数字化，如需查找历史出车信息，只能翻阅纸质单据，检索效率低下且单据管理成本和人力成本过高；无法对历史数据进行分析利用，比如某司机到达某个目的地的常用时间，车辆的使用频率，专业用车频率，司机出车频率，司机对特定车辆的熟悉程度等。如果被妥善分析，上述数据可以被利用提高车辆管理效率^[5]。

利用移动终端的地理位置敏感特性及后台的数据挖掘支撑，可以对电力汽车的调度业务进行优化，提高用车效率。移动终端定时发送司机的实时位置信息，通过回程距离测算时间，供调度策略确定该车是否在未来的确定时间点可以派出。此外，在流程均在系统内完成流转的前提下，还可以通过对历史订单的数据分析，对指派车辆和司机的过程进行优化，保证总是选取使用频率较低的车辆和对该车车况较为熟悉的司机驾驶。

2 电力技术服务移动终端辅助系统简介

本研究通过分析基于移动终端的电力技术服务辅助技术，设计并实现了一套基于智能手机应用的电力技术服务移动终端辅助系统。系统体系结构如图1所示，在业务模型支撑层之上，由三个模块提供主要的交互和信息管理功能；系统获取数据仓库提供的电力基础设施数据、历史技术服务数据和第三方数据源提供的地图、交通路由数



图1 电力技术服务移动终端辅助系统体系结构

据等信息，由业务模型映射层的映射模块完成映射建模，实现对上层服务的支撑；此外，本研究还设计了与之配套的网络信息安全防护方案，保障系统运行的稳定和信息交互的安全可信。

2.1 电力基础设施服务信息模块介绍

电力技术设施服务信息模块是电力技术服务移动终端辅助系统的核心模块。该模块包含了电力基础设施的属主信息管理、位置管理、设备信息管理、历史服务信息管理和信息交互管理等应用，用于辅助技术人员获取待服务的电力基础设施各类信息。其中设备属主信息包含该电力基础设施所属集团单位的相关情况；设备信息管理通过将该电力基础设施主要设备解构，分类、分层展示相关设备信息。以电厂为例，设备信息管理模块将电厂分解为若干机组并将机组再次分解为锅炉、汽机、电机等多种设备，每个设备下均挂载了与该设备相关的历史服务信息，以及其他电力基础设施同型号设备的历史服务信息；除此以外，历史服务信息模块还提供对某个特定电力基础设施服务过的专业人员清单；信息交互管理主要负责处理应用内的用户间信息交互，可以通过调用系统级支撑应用级的多媒体存储传输工具进行音频、视频和照片等多媒体信息的交互。图2展示了某电厂相关信息的系统截图。

内蒙古岱海电厂	调试人员
全称： 内蒙古岱海发电有限责任公司	调总 >
所属： 北京能源投资（集团）有限公司	锅炉 >
地址： 内蒙古自治区乌兰察布市凉城县岱海发电公司 >	汽机 >
电话： 0474-4482000	电气一次 >
投产时间： 2011年9月	电气二次 >
调试人员： >	热控 >
机组设备： >	化学 >
电厂简介： 内蒙古岱海发电有限责任公司位于内蒙古自治区乌兰察布市中部凉城县岱海湖南岸，是国家实施“西部大开发”和“西电东送”战略的重点工程之一，是北京能源投资（集团）有限公司和内蒙古蒙电华能热电股份有限公司按51%和49%的比例合资建设。	金属 >

图2 电力基础设施服务信息样例

2.2 电力服务汽车调度模块介绍

电力服务汽车调度模块主要完成服务汽车

的调度辅助工作，包括车队管理、订单及审批管理、用车流程管理、车辆位置管理和司机管理等部分。其中车队管理维护车队的车辆信息，包含各车辆的车况、出勤时长、出车状态等；订单审批管理负责电力服务用车订单流转和订单审批；用车流程管理负责对派车过程进行辅助，提供车队管理和司机管理应用提供的基础数据，通过与用车申请订单的匹配（比如用车人数、出车频率、司机对车辆的使用次数等），为车队负责人提供车辆、司机选派建议；车辆位置服务通过调用第三方数据源的地图信息、导航信息以及车辆的GPS定位信息，确定车辆的当前方向、距离，预测到库时间，为车辆调度提供辅助。图3展示了电力服务汽车调度模块的系统截图。



图3 电力服务汽车调度系统样例

2.3 系统级支撑应用集介绍

系统级支撑应用集是为全系统提供基础性服务的功能模块。其中数据检索服务提供可定制的多维结构化数据检索，主要服务于电力技术设施服务信息模块；多媒体存储（传输）提供照片、音频、视频的传输和存储基础服务，主要包括多媒体文件的压缩传输策略、存储策略、存储索引等；地图服务（导航）主要获取来自互联网的第三方地图数据和交通路由策略，为电力汽车调度及电力基础设施定位提供位置服务和导航服务；文本展现服务提供了多种结构化、非结构化数据

的展现策略；账户管理服务主要负责管理用户基础资料、权限及安全配置等。

2.4 系统网络安全防护体系介绍

为保护电力基础设施数据安全，防止关键技术参数及设计数据外泄，保障系统可靠稳定运行，本研究结合电力技术服务移动应用辅助系统的平台架构和应用特点，按照“分区分域、安全接入、动态感知、全面防护”的安全策略防护^[6]，从多个层次进行安全防护设计，最大限度地保障系统的安全、可靠和稳定运行。

智能用电交互平台的主要功能基于移动互联网实现，因此除了传统保护措施，还需要考虑智能终端操作系统、移动应用及无线传输等方面的安全因素。此外，系统记录了电科院对华北地区多处电力基础设施进行技术服务的关键数据，具有服务面广、数据交互逻辑复杂等特点，面临非法终端、用户隐私、敏感业务信息泄露、相关业务系统暴露等风险。如下表所示，本文对电力技术服务移动终端辅助系统进行了风险识别，并根据识别结果配置了

表 电力技术服务移动辅助系统安全防护方案简表

安全维度	安全要求	防护措施
物理安全	机房位置、出入控制、盗窃破坏、雷击、供电、水火灾害、温湿度、电磁防护等	
边界安全	网络访问控制、网络入侵检测、日志记录与审计、边界流量监测、逻辑强隔离等	
应用安全	身份认证、授权、输入输出验证、配置管理、会话管理、加密、参数操作、移动应用交互等	
数据安全	数据存储安全、传输安全、备份安全等	
主机安全	身份认证、访问控制、入侵防御、漏洞扫描、补丁更新、资源控制、安全审计等	
网络安全	设备安全、链路冗余、无线传输、设备处理能力保证、安全加固、光纤专网保护等	
终端安全	智能终端认证、终端接入、桌面终端等	
安全管理	生命周期管控、等级保护、人员安全管理等	

略

（下转第674页）

析油井抽油机的负荷特性，提出利用功率因数判断抽油机起停机的方法。介绍了利用该方法实现抽油机停机报警的程序流程。经过现场测试证明这种判断方法能够有效地对抽油机的起停机进行判断，成功上传停机报警信号。

参考文献

[1] Velasco-Ramírez E, Ángeles-Camacho C, García-Martínez M. Smart transmission grids: benefits and risks[J]. Ingeniería, Investigación y Tecnología 2013, 14(1): 81-88.

[2] Barker I J. Some considerations on future developments in ferro-alloy furnaces[J]. Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy 2011, 111(10): 691-696.

[3] Albiero Daniel, Daher Sérgio, Monteiro Leonardo de Almeida. Wind turbine for family farming in semi-arid areas with technological innovations for low wind speeds[J]. Revista Ciência

Agropecuária, 2014, 45(1): 186-196.

[4] Sioe T Mak, Richard L Maginnis. Power frequency communication on longfeeders and highlevels of harmonic distortion[J]. IEEE Transactions on Power Delivery, 1995, 10(4): 1731-1736.

[5] 金玉生, 刘赫, 李文, 等. 双向工频通信下行信号系统的准最优控制方法[J]. 中国电机工程学报, 2010, 30(10): 84-91.

[6] 卢文冰.用于电机群远程监控的电力线通信关键技术研究[D]. 北京: 华北电力大学, 2011:1-82.

[7] Mak S T. Application of a differential technique for characterization of waveform distortions[C]. Power Engineering Society Winter Meeting, 2000: 975-980.

作者简介

唐东升（1989-），男，主要研究方向为用电信息采集、电力通信系统状态监控、工频通信应用。

（收稿日期：2015-12-10） **EA**

（编辑：鞠佳）

（上接第632页）

相应的安全防护措施。上表展示了该系统网络安全防护体系的主要防护维度和相应安全要求。

通过部署信息安全防御体系，可以在一定程度上保障系统运行的安全可靠、用户身份的真实可信，防止恶意、非授权访问；保障用户数据的完整性、保密性，防范互联网用户访问外网应用服务器时可能发生的信息窃听、篡改，防范敏感信息的泄露。

3 结束语

限于数据来源、系统建设边界和周期等因素，目前本系统覆盖的数据范围还局限于华北电科院服务对象中的部分电力基础设施的短时期内数据，未来将通过人工导入、自动化识别等方式，扩大电力技术服务数据涵盖的地理范围和历史时期；同时，还将结合之前的系统实践经验，在国内电力技术服务行业进行推广，进一步提升电力技术服务工作的水平。

参考文献

[1] 罗军舟, 吴文甲, 杨明. 移动互联网: 终端、网络与服务[J]. 计算机学报, 2011(11): 2029-2051.

[2] 贾淑华. 浅谈移动互联网技术的发展趋势及热点业务[J]. 信息通信, 2014(2): 247-248.

[3] 马友忠, 孟小峰, 姜大昕. 移动应用集成: 框架、技术与挑战[J]. 计算机学报, 2013(7): 1375-1387.

[4] 许婧, 王晶, 高峰, 等. 电力设备状态检修技术研究综述[J]. 电网技术, 2000, 24(8): 48-52.

[5] 侯文英, 尹朝晖, 曾德强. 基于GPS/GPRS/GIS技术的动态车辆调度[J]. 物流技术, 2013, 32(4): 159-161.

[6] 国家电网公司. 信息化“SG186”工程安全防护总体方案[S]. 2008.

作者简介

徐小天（1985-），男，工程师，主要从事智能电网信息技术方面的工作。

（收稿日期：2015-12-10） **EA**

（编辑：鞠佳）