

文章编号: 2095-4980(2021)06-1114-06

基于互联网+背景下的智慧电力营业厅

张瑞^{1,2}, 耿泉峰¹, 吕云彤¹, 苏欣¹

(1.国网河北省电力有限公司 电力科学研究院, 河北 石家庄 050000; 2.天津大学 电气自动化与信息工程学院, 天津 300072)

摘要: 针对传统电力营业厅存在系统功能不齐全、信息交互能力弱、服务水平低、运营管理分散等问题, 提出一种基于互联网+的集成化智慧电力营业厅的功能和系统架构。通过需求分析方法分析用户需求, 提升智慧营业厅的服务业务架构和网络架构, 全面系统分析智慧营业厅所需实现的各项功能, 结合智慧电力营业厅的数据精准匹配功能, 有效提升电力营业厅服务的可靠性和稳定性。与已有研究相比, 本系统架构能更有效地提升用户体验、企业运营效率以及电力企业自身竞争力, 为电力营业厅未来的发展提供参考和借鉴。

关键词: 互联网+; 智慧电力营业厅; 电力客户

中图分类号: TN915.03

文献标志码: A

doi: 10.11805/TKYDA2020438

Intelligent electric power business hall based on the Internet +

ZHANG Rui^{1,2}, GENG Quanfeng¹, LYU Yuntong¹, SU Xin¹

(1.Electric Power Research Institute, Electric Power Co., Ltd. in Hebei Province, Shijiazhuang Hebei 050000, China;
2.School of Electrical and Information Engineering, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

Abstract: The system architecture and function of an Internet+ based integrated intelligent power business hall are proposed aiming at the problems of incomplete system functions, weak information interaction, low service level, and scattered operation and management in the traditional electric power business hall. Firstly, the user requirements are analyzed to improve the service business architecture and network architecture of the intelligent business hall, and the functions that need to be realized by the intelligent business hall are analyzed comprehensively and systematically. Combined with the accurate matching function of the data of the intelligent power business hall, the reliability and stability of the service of the power business hall are effectively improved. This study will enhance the user experience, operational efficiency and the competitiveness of the electric power enterprises effectively compared with the existing research, and will provide reference for the future development of the electric power business hall.

Keywords: Internet+; intelligent electric power business hall; electricity customers

互联网在许多领域与传统行业相结合, 极大地促进传统行业的发展和转型, 逐步发展成为互联网+的时代^[1]。国家电网公司在“十三五”信息化规划中明确提出: 加强信息化基础设施建设和核心技术自主可控、创新发展, 从而进一步提升信息采集、处理、利用能力, 全面支撑战略决策和在客户服务等领域业务, 提升信息技术应用水平, 创新业务模式^[2]。

在搭建“互联网+电力营销”的智能用电互动服务体系的建设过程中^[3], 文献[4]中提出结合“万物互联”的互联网思维、方法、技术, 以客户为服务中心, 市场为发展导向, 大数据和互联网信息技术为技术手段, 客户评价为发展动力, 可以打造一条具有敏锐眼光的前端服务团队与具有高度组织能力的后端团队互相协同的服务链, 推动服务渠道之间、前端后台之间、相关专业之间的无缝衔接^[5], 实现电网企业更加向主动创新型营销服务模式的转型。在此背景下, 以实际市场情况为依据, 对互联网+的智慧电力营业厅进行研究, 提出基于互联网+的营业厅服务系统及模式。

收稿日期: 2020-09-08; 修回日期: 2020-10-18

基金项目: 国家电网公司科技资助项目(GEIRI-XF-71-17-017)

1 智慧电力营业厅系统介绍

1.1 电力营业厅智慧服务业务架构

目前电力营业厅主要的支撑系统由营销业务应用系统、自助服务终端系统、排队叫号系统等组成，主要满足客户缴费、业务咨询以及业务办理等基本服务需求。初步实现排队叫号打印机、身份证识别仪器、多功能书写台、评价器等设备集成，但仍存在新旧设备交互扩展复杂、业务架构不合理等问题。为更好地提升营业厅的工作效率，同时提高客户的服务体验和对营业厅的满意度^[6]，本文提出一种电力营业厅智慧服务业务架构。

1.2 智慧电力营业厅系统架构

在智慧电力营业厅业务架构的基础上采用基于互联网+的需求分析方法对智慧电力营业厅进行系统设计，从而实现数据分析、后台管理、终端接入、业务办理、数据仓库以及与其他系统的数据接口等功能，并进行综合应用，智慧系统架构如图1所示。

1) 建立数据仓库。采用人工智能算法对数据进行自动分析和管理，将常规的事务处理数据转换成可供分析的数据仓库。建立过程中的数据来源主要由企业人员和电力服务对象进行确定，使用过程中人工智能算法不断地优化数据的来源和模型，最终实现数据仓库的建立。

2) 终端接入。考虑到目前终端的制定标准，以及设备供应商之间标准参差不齐，终端的接入需要支持各种终端类型，从而解决目前终端参差不齐的现状，实现无缝对接；除此之外，在风险调控方面终端需能够实现核对用户自身信息，从而实现精确的服务接入，同时还需防止不良访问对系统的冲击，进而提升系统服务的安全性^[7]。

3) 业务办理。作为营业厅系统的核心模块，业务办理需要提供全系统级的基础业务办理和功能的实现，由于业务办理数据需要作为业务全流程中预受理环节，需要将业务办理的数据传送给营销系统，作为业务后续办理的依据。业务办理功能的实现必须借助业务办理接口功能的支持才能正常使用。

4) 后台管理。面向各级管理和运营人员，提供一系列系统的管理、配置功能^[8]，方便运营人员实现对整体系统的运营和监控，及时发现问题，并解决问题。如终端监控出现系统故障，后台可向指定手机号发送报警短信。

5) 数据分析。利用人工智能算法对互联网获取到的“大数据”进行自动选择方法分析。实现对 Tables, histograms 等数据表格的读取以及处理，将采集到的大数据载入存储，并通过 Dashboard, ArcGIS, AntV 等数据可视化软件，给客户最直观的可视化智慧数据展示。

6) 数据接口。作为一个非封闭系统，智慧电力营业厅系统可以通过数据接口将系统内有价值的的数据共享给其他系统，例如将数据提供给营销应急指挥系统，由营销应急指挥系统根据需求对数据进一步加工，形成分析型或决策型结果集成展现在监控指挥中心等。

数据接口支持多种形式，常见 WebService, Socket 接口形式均可以提供支持。

1.3 智慧电力营业厅实施与网络架构

营业厅采用如图2所示支持多级访问的实施架构，每一级人员查看的范围和权限都不一样，省级监控人员可查看所有地市下属营业厅的工作运行情况，地市/县组人员只能查看其地市所属的营业厅情况，从而对属地实施的监管更到位，方便更好地理清实施的责任。

交互式网络应用架构如图3所示。在省电力公司级设置应用服务器、数据库服务器以及WEB服务器，实现C/S, B/S两种服务架构模式，利用交换机接入系统后台管理工作站，实现系统人员的后台管理，并且通过防火墙保护此系统不受外部攻击侵入，维持好核心系统的稳定可靠运转。在地市营业厅设置自助多媒体服务柜台，互动平板设备，智能展示柜配置多点触控广告机等，实现智慧化客户服务。

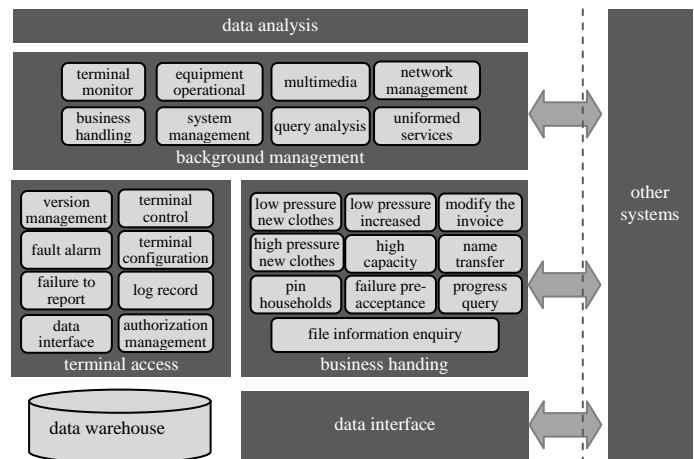


Fig.1 System architecture

图1 系统架构图

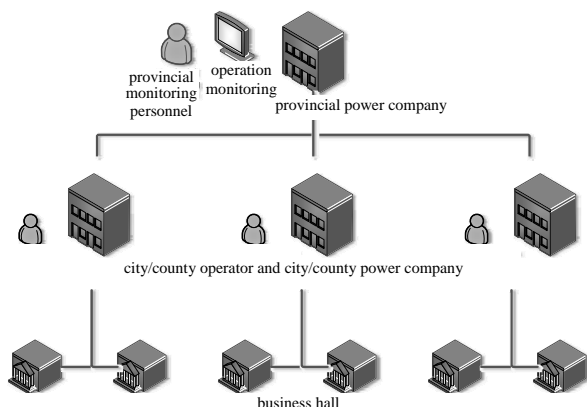


Fig.2 Implementation architecture
图 2 实施架构

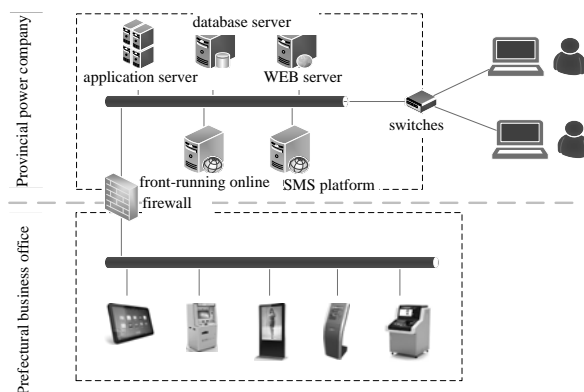


Fig.3 Architecture of interactive network application
图 3 交互式网络应用架构

2 智慧营业厅各系统分析研究

为了更好地发挥智慧营业厅的功能,对智能营业厅各系统进行分析研究,使各个系统及领域与互联网技术实现更好的结合和发展。

2.1 电力系统智慧运维管理

子系统的运维管理系统是电力企业管理人员实现运营管理操作的基础,为了增加运维人员工作方式的便捷程度,结合互联网技术,对所有电力设备和使用终端在线监测,设计下列功能:

- 1) 终端记录查询管理:使用互联网批处理技术以及单独处理技术管理智能营业厅的终端历史记录,提高多样化的智能查询服务。
- 2) 功能终端故障管理,利用网络记录并收集智能营业厅终端故障,进而利用大数据进行分析处理,提供故障查询、故障编辑、故障处理等功能。
- 3) 终端业务管理,即管理智能营业厅终端业务功能,使用终端自助处理一体机,为顾客提供基础服务,包括自助业扩业务、智能填单业务、综合查询业务等,能够有效缓解柜台人员的工作压力,提高效率。
- 4) 营业网点管理,即在互联网平台上管理智能营业厅网点,包括网点新增、网点查询、网点编辑。
- 5) 数据集中管理,即使用大数据分析等工具对智能营业厅数据集中、分析,进一步优化营业厅的功能以及服务。

2.2 监控数据与后台接口管理

基于互联网+的监控管理子系统可以根据服务人员的定位跟踪管理,可以实时调整营业厅内的服务资源,针对客户的活动进行调整,提高服务效率。

- 1) 业务监控,系统从运维管理子系统中实时提取当前排队信息、业务办理信息、评价信息,并且在当前排队数量指标超标时进行告警等。
- 2) 视频监控,通过与安防监控子系统集成,实现各营业厅视频的实时调取、固定时段视频录播、远程云台控制、多区域视频分屏同步播放等功能。实时了解营业厅人员的服务过程是否规范,营业厅现场是否整洁和宣传要求是否达标等。
- 3) 窗口监控,能够实时监控窗口当前状态、排队人数、等待时间、评价信息、业务办理流水。
- 4) 终端监控,能够提供智能营业厅各类终端运行实时情况监控,发现终端异常自动告警,保证营业厅终端正常运行,为营业厅服务提供保障^[9]。

3 智慧用户业务数据匹配及运行

智慧电力系统基于互联网+与人工智能技术开发建设,采用 Visual Studio 和 Python 混合编程,通过“万物互联”的思想与技术,实现对数据的人工和自动采集,并支持事件操作存储、事件恢复与追溯等功能,以达成管理过程中的信息贯通。表 1 为单套平台系统运行最低要求,可以根据实际需求进行扩展成集群方式,加以最新的边

缘计算方式，实现分布式的云服务架构，提升系统的可靠性，降低发生故障对客户服务的影 响程度，实现更高的客户满意度。

表 1 系统最低运行要求

Table1 Minimum requirements for system operation

serial number	equipment name	placement request	quantity
1	database server	PC server: rack-mount, 2-way CPU(4-core/road, a total of 8-core), the main frequency of 2.4 GHz or more; configuration memory 32 GB; configuration 2×300 GB hot-swappable hard disk, speed≥10 KRPM, through the array card to do system disk mirroring; configuration of two 8 GB Fibre Channel card; DVD-ROM a; redundant power supply and fans; two 1 000 BASE-T network interface; two 1 000 BASE-X-ray interfaces support network card binding function; with remote management interface.	≥1 vehicle
2	application server	PC server: rack-mount, 2-way CPU(4-core/road, a total of 8 cores), main frequency of 2.4 GHz or more; configuration memory 32 GB; configuration 2×600 GB hot-swappable hard disk, speed≥10 KRPM, through the array card to do system disk mirroring; DVD-ROM one; redundant power supply and fans; two 1 000 BASE-T network interface; support network card binding function; with remote management interface.	≥1 vehicle

电力营业厅的服务与业务开展是针对各个用户自身的需求与喜好进行的，面对海量的用户需求就需要互联网大数据技术作为支撑，从而诞生了如图 4 所示的电力营业厅大数据平台。为了支撑服务业务的大数据采集工作，先通过基于互联网+的数据爬虫技术对海量的用户数据进行采集，并使用 PCA 等技术对数据进行降维。整体架构如图 5 所示。

结合现有的 SQL 数据库分析算法以及深度学习算法如卷积神经网络(Convolutional Neural Network, CNN)，设计了用户数据库特征分析匹配架构，如图 6 所示。首先对用户的数据进行采集，采集的特征包含多个维度。然后通过 CNN 算法进行特征提取，对获取的特征采用主成分分析法进行降维^[10]，再采用支持向量机(Support Vector Machine, SVM)算法进行数据分类，并获取相关模型^[11]。最后使用匹配度函数计算匹配度并通过推送算法实现业务的推送。



Fig.4 Big data platform for electricity business hall
图 4 电力营业厅大数据平台

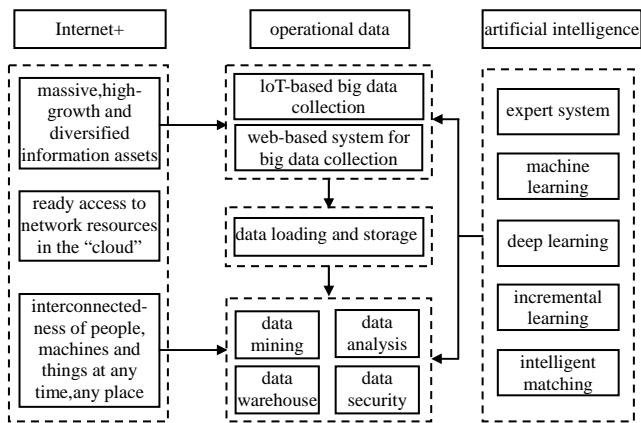


Fig.5 Architecture of business data operations
图 5 业务数据操作架构

需要采集的用户信息可以分为以下几大类：

- 1) 用户自身特征：可以分为用户的内在特征(性别、年龄、身体状况)和外在特征(收入情况、婚姻情况、家庭环境、教育程度、所处城市等)，该部分反映用户的一些静态特征，短时间内不会发生什么改变。
- 2) 用户的社会特征：反映用户在社会活动中与日常生活中交际的情况。社交活动包括用户工作环境、社交软件使用情况等，日常活动包括常去活动场所，家庭成员和亲戚的交往情况等。
- 3) 用户的业务特征：反映用户对移动端产品以及电子业务的使用情况，主要包括用户的套餐办理情况、流量使用、用电时长、业务办理使用情况、以往业务办理使用以及业务使用情况等。
- 4) 用户的移动轨迹：记录用户出差情况和旅游情况，对用户的生活轨迹进行分析，不同生活轨迹用户的需求往往是不同的。

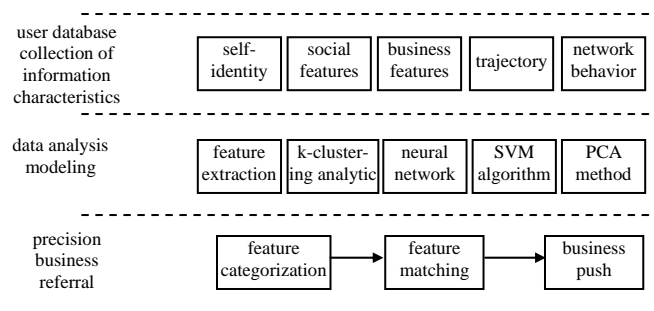


Fig.6 Feature analysis and matching architecture of user database
图 6 用户数据库特征分析匹配架构

5) 用户的网络行为：用户在进行上网时的行为特征，包括用户的网上消费模式、常看网页、电子阅读习惯等，反映出用户的网上兴趣爱好。

根据这些特征，将其命名为特征集合 $U_{ei}=(U_{i1},U_{i2},\dots,U_{in})(i=1,2,\dots,5)$ ， U_{ei} 表示上述 5 个大的特征分类， U_{in} 指的是大特征分类里面的小特征。

神经网络选取 CNN 进行分类。CNN 网络包括输入层、卷积层、激活层、池化层、全连接层。首先将采集的用户信息的多种特征信息作为输入层，再通过隐藏层，进行卷积操作，提取用户的信息特征，通过卷积核进行卷积，获取局部感知，卷积层使用 Relu 激活函数，对卷积层产生的结果进行非线性映射。网络层的输出可表示为：

$$\text{Output}=\text{input}\times w+b \tag{1}$$

式中：input 为网络层的输入； w 为网络特征的权重，本网络权重采用局部更新模式； b 为网络偏置。

再经过池化层进行降维处理，将特征进行集中处理。最后经过输出层，通过全连接层，以及 softmax 函数，得到输出分类结果。

此过程是一个完整的神经网络训练过程。通过多次迭代学习，对用户的特征与其所属用户类型进行匹配学习，得到匹配权重 w 。将新用户特征输入该网络模型进行匹配，对每个大特征和小特征采用一个评价度权重 w ，评估用户的相关业务行为。建立的匹配度函数为：

$$F(U_{ei})=\sum_{j=1}^n \omega_j U_{ij} \tag{2}$$

$$F(U)=\sum_{i=1}^5 \lambda_i F(U_{ei}) \tag{3}$$

式(2)为大特征的匹配度函数， ω_j 为大特征里第 j 个小特征的权重，通过使用 CNN 网络中得到的权重，可以得到一个合理的匹配度；式(3)为通过对 λ_i 权重的设置计算出总体匹配度。

如图 7 在收集用户的数据后，首先进行特征归类，归类完成后进行大特征匹配度和总体匹配度计算，当总体匹配度接近，即可认为是相似用户。用户的数据可以实时更新，更新后重新计算匹配度，可以根据用户信息的改变实时推送更新更符合用户当前所需的业务^[12-13]。



Fig.7 User data acquisition
图 7 用户数据获取

将仿真实验的用户信息作为数据特征，将用户更倾向的业务作为目标，构建训练集，并进行集中分类研究。针对用户年龄、用户性别、教育背景等标签特征，以深度学习的方法进行分类，输出预测的用户倾向业务^[14]。输入用户特征信息如表 2 所示。

采用深度神经网络的方式对特征进行分类学习。并采用数据可视化工具 TSNE，对分类结果进行输出，如图 8 所示。

可以看出深度神经网络可以有效地对用户特征进行分类，并且实验的准确性达到 92%，这表明，算法可以较好地挖掘用户数据标签信息，提供更准确的分类效果，从而实现精准推送，具有良好的实用性。

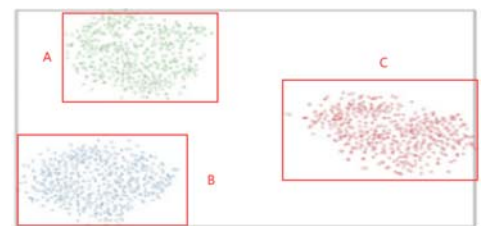


Fig.8 Results of user feature classification
图 8 用户特征分类结果

表 2 用户特征信息示例
Table2 Sample of user profile information

user number	feature 1	feature 2	feature 3	feature 4	feature 5	feature 6	feature 7	feature 8	expected operations
1	man	32 years old	undergraduate	100 000	past package A	Shanxi	teacher	married	operation B
2	woman	27 years old	masters	130 000	past package B	Beijing	civil service	married	operation B

4 结论

基于互联网+技术和人工智能技术，对现代化智慧电力营业厅系统进行研究分析，搭建智慧电力服务的数据系统架构，设计和阐释智慧电力营业的实施网络架构及各项智慧电力营业厅的线上线下全方位功能。此外对智慧电力业务相关的用户数据进行统计分析，将用户需求和进行精准匹配，从而达到实现智慧化的电力服务，为客户提供更贴心的业务服务。

本文提出的智慧电力营业厅极大地提升了工作效率和客户满意度,针对客户可以提供更加多样化、特色性的服务,在一定程度上也减轻了营业服务人员的工作强度和压力,对提升电力企业竞争力有着至关重要的作用。未来将在实际运用中不断完善智慧系统,更好地将互联网+技术与电力营业厅相结合,能够更加优良、稳定、方便、快捷地服务于企业和客户。

参考文献:

- [1] 田晓东,王昭力,李卓,等. 探索大数据技术在发电集团的应用研究[J]. 贵州电力技术, 2017,20(4):6-17. (TIAN Xiaodong, WANG Zhaoli, LI Zhuo, et al. To explore the application of big data technology in power generation group study[J]. Guizhou Electric Power Technology, 2017,20(4):6-17.)
- [2] 卢欣,吴明雷,朱睿,等. 考虑不确定因素的多能互补智慧能源系统经济优化调度[J]. 电测与仪表, 2019,56(15):91-97. (LU Xin, WU Minglei, ZHU Rui, et al. Economical optimal operation of intelligent multi-energy complementary energy system considering uncertainty[J]. Electrical Measurement & Instrumentation, 2019,56(15):91-97.)
- [3] 钟卓颖,宋慧慧. 乡村智能电网大数据分析平台总体构架与应用[J]. 电测与仪表, 2020,57(9):82-88. (ZHONG Zhuoying, SONG Jinghui. Construction and application of transparent operation and maintenance system for intelligent substation automation equipment[J]. Electrical Measurement & Instrumentation, 2020,57(9):82-88.)
- [4] 马斌,高阳. 基于云雾计算的智能电网调度机制[J]. 电测与仪表, 2019,56(24):67-72. (MA Bin, GAO Yang. Distribution mechanism for smart grid based on cloud and fog computing[J]. Electrical Measurement & Instrumentation, 2019,56(24):67-72.)
- [5] 王帅,姜敏,李江林,等. 全维度智能变电站设备状态监测关键技术研究[J]. 电测与仪表, 2020,57(7):82-86. (WANG Shuai, JIANG Min, LI Jianglin, et al. Research on key technologies of condition monitoring of full-dimensional intelligent substation equipment[J]. Electrical Measurement & Instrumentation, 2020,57(7):82-86.)
- [6] 韦彪,刘天琪,苏学能. 依托 Hadoop 架构的海量变压器实时监测与存储方案构建[J]. 电测与仪表, 2020,57(10):6-12. (WEI Biao, LIU Tianqi, SU Xueneng. Construction of massive transformer real-time monitoring and storage solution relying on Hadoop architecture[J]. Electrical Measurement & Instrumentation, 2020,57(10):6-12.)
- [7] 梁荣贤. 基于用户画像的图书馆精准信息服务研究[J]. 图书馆工作与研究, 2019(4):65-69. (LIANG Rongxian. Based on the user portrait of library information service research[J]. Library Work and Study, 2019(4):65-69.)
- [8] 王辉. 5G 时代我国图书馆智慧服务发展研究[J]. 图书馆工作与研究, 2020(5):71-75. (WANG Hui. The library intelligence service development in 5G era[J]. Journal of Library Work and Study, 2020(5):71-75.)
- [9] 涂莹,朱炯,裴华东,等. 面向“互联网+电力营销”的智能互动服务创新体系架构[J]. 中国电力, 2017,50(9):95-99. (TU Ying, ZHU Jiong, QIU Huadong, et al. "Internet + power marketing" oriented architecture intelligent interactive service innovation system[J]. Electric Power, 2017,50(9):95-99.)
- [10] KRIZHEVSKY A, SUTSKEVER I, HINTON G E. ImageNet classification with deep convolutional neural networks[J]. Communications of the ACM, 2017,60(6):84-90.
- [11] HE K, ZHANG X, REN S, et al. Deep residual learning for image recognition[C]// 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. Las Vegas, NV, USA: IEEE, 2016:770-778.
- [12] CHEN J, JIANG Q, WANG Y, et al. Study of data analysis model based on big data technology[C]// 2016 IEEE International Conference on Big Data Analysis. Hangzhou, China: IEEE, 2016:1-6.
- [13] ŠAŠA A. A model for business process automation in service oriented systems with knowledge management technologies[C]// World Congress on Services. Miami, FL, USA: IEEE, 2010:136-139.
- [14] LIU S T, CHIU W H. Service expense, services diversity and business model innovation[C]// International Conference on Service Systems & Service Management. Guangzhou, China: IEEE, 2015:1-4.

作者简介:

张 瑞(1983-), 男, 高级工程师, 主要研究方向为电力营销信息技术研究与应用. email: zhangr2046@163.com.

耿泉峰(1986-), 男, 工程师, 主要研究方向为电力营销信息技术研究与应用.

吕云彤(1987-), 男, 硕士, 工程师, 研究方向为电力营销信息技术研究与应用.

苏 欣(1982-), 女, 工程师, 研究方向为电力营销信息技术研究与应用.