

评语 :利用先进的大数据相关技术 ,较好地促进了工业园区企业的安全高效运行 ,体现出了行业的应用特点 ,在相关领域有较大的推广应用价值。

# 一种节能大数据平台方案

夏刚,王立忠,刘亚恒

北京东方国信科技股份有限公司,北京 100102

## 摘要

生产技术及设备的常规改造已无法进一步提高企业能源使用效率。分析了企业在节能方面面临的挑战,在经济背景和社会背景下,节能大数据平台为企业提供了节能解决方法及工具,将工业企业数据资产化,通过大数据行业对标及核心算法挖掘,为工业企业提供节能降耗解决手段。目前,该平台已被多行业广泛采用。

## 关键词

能源效率;节能大数据平台;节能降耗

中图分类号:TP392

文献标识码:A

doi: 10.11959/j.issn.2096-0271.2018044

## *An energy saving big data platform scheme*

XIA Gang, WANG Lizhong, LIU Yaheng

Business-intelligence of Oriental Nations Corporation, Beijing 100102, China

## *Abstract*

The conventional transformation of production technology and equipment has been unable to further improve the energy efficiency of enterprises. The challenges in energy saving were analyzed. Under the economic and social background, energy saving solutions for enterprises were provided by energy saving big data platform, the data of industrial were capitalized, and the big data industry benchmarks and core algorithms were excavated to provide energy saving solutions for industrial enterprises. At present, the platform has been widely used in many industries.

## *Key words*

energy efficiency, energy saving big data platform, energy saving and reduce consume

## 1 引言

为提高竞争力,各企业将降低能耗作为减少企业生产成本的重要手段之一。随着《中国制造2025》的发布以及国家智能制造转型战略的相继实施,以信息化为代表的新一轮科技革命带来了发展机遇,工业大数据日益成为全球制造业挖掘价值、推动变革的手段。新环保法的颁布促进了节能减排行业相关法规的逐步完善与规范。通过大数据平台与物联网,最终实现信息科技(information technology, IT)、操作技术(operation technology, OT)、通信技术(communication technology, CT)三“T”融合贯通,带动工业大数据在企业节能方面的应用,是面临的研究课题。

## 2 节能领域面临的挑战

目前,企业提高能源使用效率的方法是改进企业内部的生产技术和设备。但是一些能源使用效率位居世界前列的企业,其相关生产技术和设备已经非常先进;并且,随着多年持续的技术升级改造,能效进一步的提升变得越来越困难。通过常规手段已经很难实现企业的节能目标。

工业4.0和工业互联网的发展,使得企业迫切需要进行两化融合。为实现节能目标,采用能源管理大数据分析系统,以客观数据为依据,以能量平衡为基础,从系统角度对海量数据进行分析、比对,发现潜在的节能机会;对机会的风险和收益进行整体评估,并制订实施计划,通过大量的机会识别对节能目标做到分解落实。

本文所提节能大数据平台是服务于工业、提供端到端大数据处理能力的大数据平台型产品,集数据采集、存储和处理、算法、能力和应用以及运维和运营管理等功能于一体,其核心功能突出表现为协议广泛的数据采集、处理速度为毫秒级的数据存储与运算、支持定制化数据展现、集成大量分析算法模块化可视化建模工具、深度定制开发研究业务应用、分析开发工业互联网等。节能大数据平台为企业提供了清晰易用的大数据解决方法和工具,实现了工业数据在该平台上的高度集成。

## 3 平台架构

针对行业痛点,提出了一种节能大数据平台,它包括数据采集层、数据存储层、数据分析层和数据展现层4个部分,涵盖了高容错的分布式文件系统、分布式数据库、集群协调服务、数据采集、数据分析、数据挖掘、数据仿真及可视化建模等关键技术,其平台架构如图1所示。

### (1) 数据采集层

数据采集层负责分别从数据采集与监视控制(supervisory control and data acquisition, SCADA)系统、制造执行系统(manufacturing execution system, MES)、产品数据管理(product data management, PDM)系统、地理信息系统(geographic information system, GIS)等业务应用系统及一些外部数据源中获取数据。

### (2) 数据存储层

数据存储层是大数据平台建设的核心,其根本目的是有效管理企业业务范围内的全量数据,以达到统一存储、分布式部署、集中分析、高效访问、统一决策的目的。

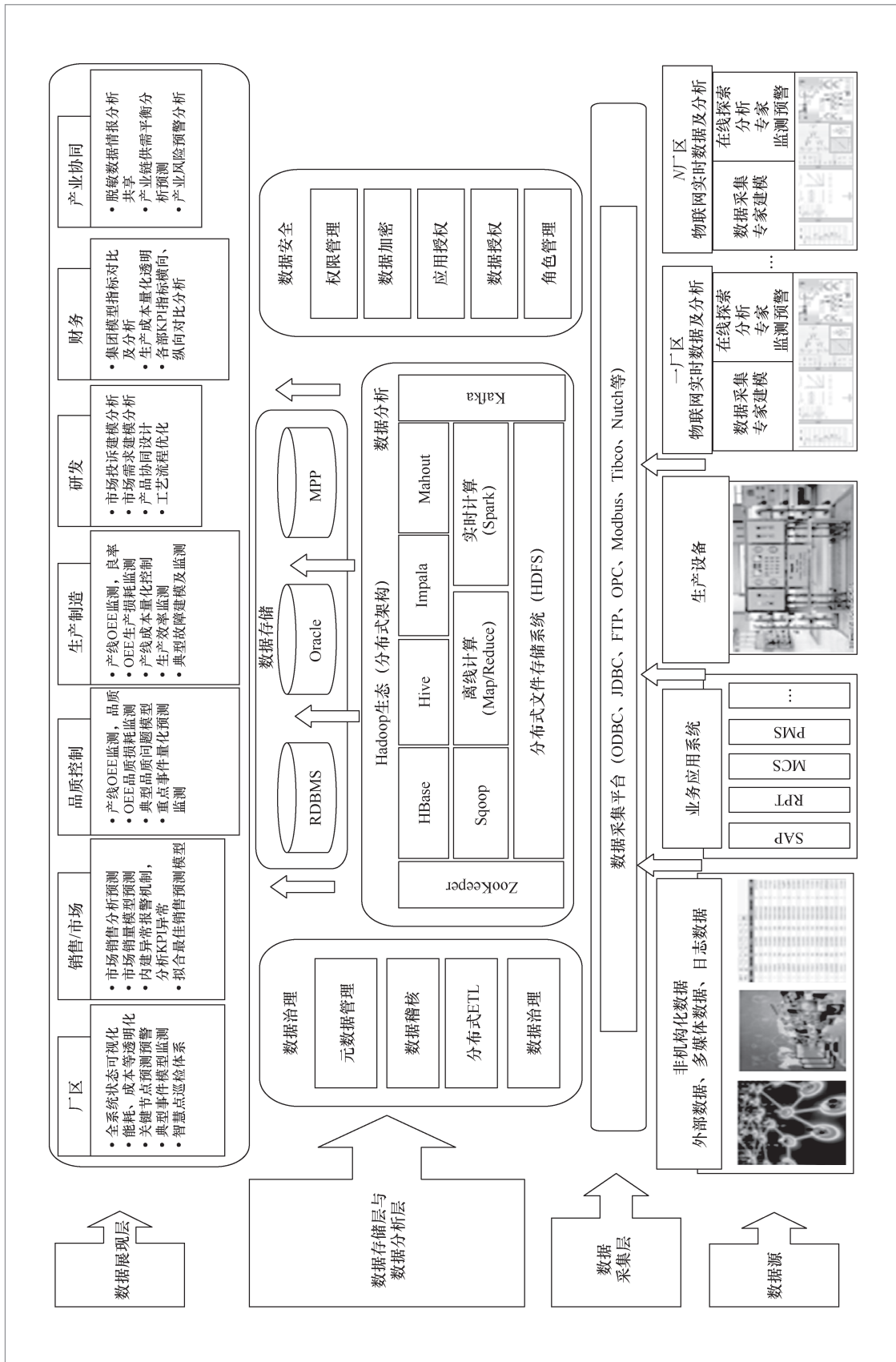


图1 平台架构

### (3) 数据分析层

在数据分析层,利用Hadoop生态系统的组件完成不同类型的分析处理,综合使用这些技术可以在充分满足现有数据需求的基础上,扩展大数据的应用场景。数据挖掘是大数据平台的核心业务功能之一,数据分析需要平台提供强大的数据挖掘功能。针对这种功能需求,平台提供了大量的算法集成,包括:信息熵、皮尔逊相关系数、马氏距离、spearman相关系数、卡方检验、基尼指数、XGBoost评分、递归特征消除算法、闵可夫斯基距离、欧几里得距离、曼哈顿距离、切比雪夫距离、余弦相似性、汉明距离、杰卡德相似系数、编辑距离、动态时间归整(dynamic time warping, DTW)距离、KL散度(Kullback-Leibler divergence)等20余种算法,后续还将不断增加新的算法。

### (4) 数据展现层

前端展示平台采用浏览器/服务器(B/S)架构,由一整套组件或服务构成,并通过功能强大、基于Web的通信框架连接,满足用户不同的应用需求。这些组件既可以独立存在,也可以相互转化和调用,并且均可在一个界面里实现。前端展示平台为报表查询和分析、绩效指标分析呈现以及数据集成提供了完善、可靠的平台。

## 4 关键技术

以工业互联网、物联网、云计算、大数据等为代表的科技革命为企业节能带来了强势的竞争力。该节能大数据应用平台已被多行业广泛采用,服务于全球35个国家的300余家企业。节能大数据平台的关键技术和应用优势情况叙述如下。

### (1) 平台特性

节能大数据平台适合作为分析工具和

辅助决策工具,它具有很好的交互性和易操作性(通过简单拖拉拽实现),能够无编码操作,界面友好,支持个性化定制,用户体验好。

### (2) 数据分析

节能大数据平台支持多种工业数据分析手段,可以根据实际需求选择合适的分析手段,发现和解决工业企业的各种问题(包括历史数据分析、数据拟合、主导因素分析等)。

### (3) 数据挖掘

节能大数据平台支持常用的监督学习和无监督学习算法,封装了支持向量机(support vector machines, SVM)、神经网络、决策树、随机森林、聚类算法、异常检测算法等工具箱为用户提供机器学习算法支撑。该平台提供基于Web的图形化数学公式编辑功能,支持用户方便快捷地定义丰富的算法模型;提供应用程序编程接口(application programming interface, API)作为开放接口,支持用户可编程的自定义算法实现。支持对历史数据和实时数据进行数学建模和挖掘、分析;提供数据回放、监控、报警等功能。

### (4) 数据仿真

在产品设计和开发过程中,仿真能使客户在设计初期识别出问题,并有助于以更低的成本推动创新。将仿真数据与物理设备数据结合起来可以为企业提供更有效的分析和诊断方法。将自主研发或对行业专业仿真系统进行集成,支持对数据的仿真和处理功能,可以为改进企业的生产效率、缩短设计周期提供帮助。

### (5) 可视化建模

基于Matlab数学模型平台,开发了自主知识产权的NBLab。在NBLab中,无需大量编写程序,只需要通过简单直观的鼠标操作,就可构造出复杂的系统,具有适应面广、结构和流程清晰、效率高、灵活等

优点。平台将传统复杂的建模过程变为可视化拖拉拽的过程,使得业务专家可以在不了解IT技术的情况下建立复杂的模型公式,最终帮助用户查看并理解数据,将用户从复杂的编程中解脱出来,专注于企业的业务逻辑。

#### (6) 专家系统

节能大数据平台基于大数据分析,通过不同类别能源数据计算,打造了2 000多个方案的知识库。并在此基础上配备了锅炉专家系统、电机专家系统、蒸汽专家系统、制冷专家系统和压缩空气专家系统。

## 5 应用效果

### 5.1 联合利华全球能源管理平台

随着多年持续的技术升级,能效提升

越来越困难。为进一步提高企业竞争力,联合利华集团(以下简称联合利华)提出每年在上一年基础上降低5%的能耗。联合利华全球能源管理平台——科托帕西(如图2所示)的应用进一步提升了其能效使用率。

联合利华全球能源管理平台的主要功能有以下几个方面。

#### (1) 综合能耗分析与预测预警

平台可使用各种分析模型,识别工艺积极或者非积极生产状态,找到与能耗变化高度相关的参数(比如产量、度日数等),并建立合理的能效绩效目标来监控能源消费,同时可以计算单位产品能耗,根据产品设置回归分析的目标值,并设置警报,对比能源消耗和产量,发现节能机会,还可以实现聚类、分类、关联、例外、时间序列、空间解析等丰富的分析模型。在联合利华某洗发液工厂,

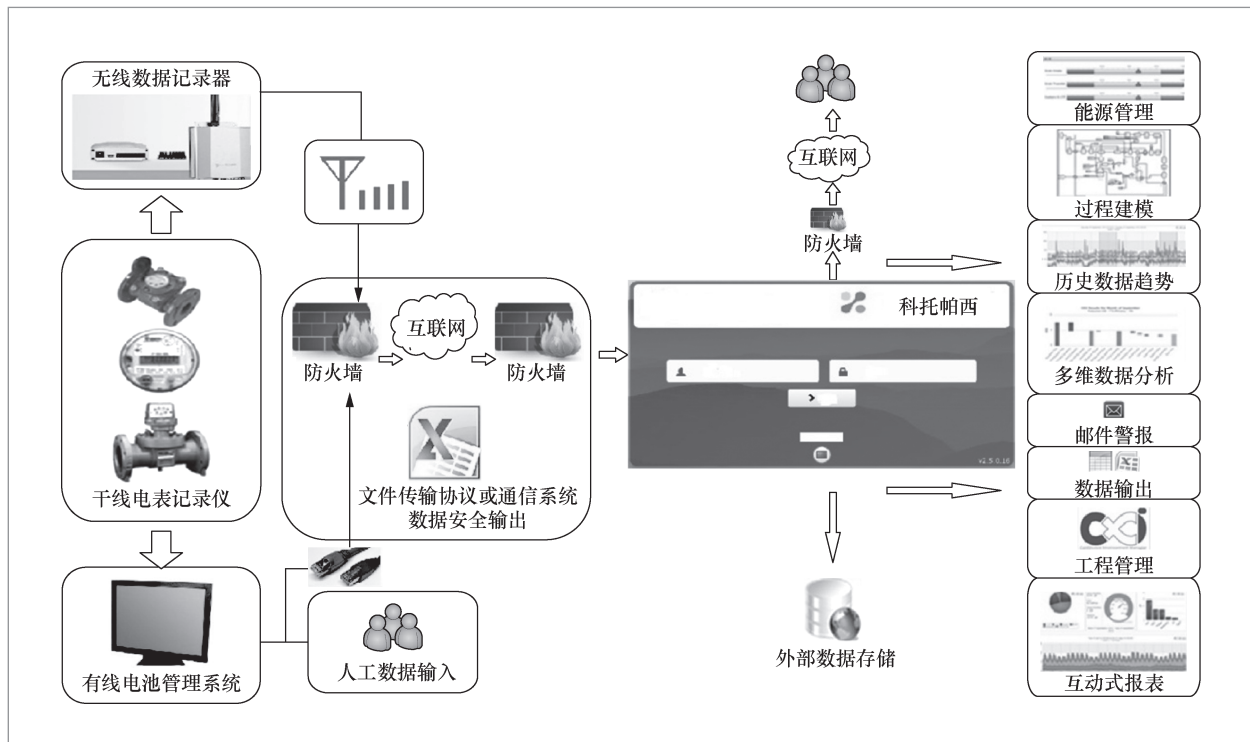


图2 联合利华全球能源管理平台

根据产量和电耗的回归分析预测基础负荷,设定理想电耗曲线,使该厂合理安排每天的生产负荷,仅此一项就节省了15%的电量。

#### (2) 机会识别、量化与节能量监测

对各类生产设备进行实时能耗监控,根据总体消耗及分类消耗能源数据对比,识别能效改进方法,并对此做出量化。同时利用累计和图分析技术监测累计偏差,用以分析积极或非积极的能耗趋势,量化分析和监测节能量和浪费情况。该平台在某食品厂识别出18个节能机会,通过调整生产运行方式以及技术改造,全年节约能源开支50万欧元。

#### (3) 故障预测和设备整体效率分析

平台通过夹点技术、资产可用性、瀑布模型、计划/非计划停机深度分析报告打破原有的管理方法,使设备管理的各个环节得到系统性提升,为企业节省大量的维修和停产费用。

#### (4) 能源专家系统

锅炉专家系统通过耗差分析实时调整运行参数,重新评估原有的运行模式,监视蒸汽负荷状态并进行优化,确保锅炉始终处于最佳运行状态。实施此系统的工厂的锅炉效率平均提升了2%。

电机专家系统基于系统负载因数和运行状态(运行小时数、相差、震动、电机温度、启停次数),自动生成能耗及可靠性的改善建议,实现了节能3%~10%,可靠性提高20%,停机时间减少5%~7%,电机配件减少30%,维护费用降低20%。

截至目前,联合利华全球能源管理平台已经完成了全球300多家工厂的能效数据接入和分析。已接入的碳排放数据占实施工厂全部排放的50%,已接入的能耗数据占全部能源消耗的54%,已接入的水耗数据占全部水耗的64%,大大提高了企业的能源管理效率和效果,平

均为每个工厂实现能源节约5%~15%,节水5%~30%,原材料减少1%~3%,包装节约5%,取得了巨大的经济效益和社会效益。

## 5.2 高效粉煤锅炉综合智能服务管理平台

高效粉煤锅炉综合智能服务管理平台从现场人员管理、锅炉设备及状态监测、高效煤粉物流管理、商务智能与决策分析4个方面建立新型锅炉,集中运营、监管信息化平台。该平台从基于云服务的设备层、数据层和应用层入手,通过锅炉全生命周期及运行状态监测管理模块、锅炉备品备件的集中管控模块、煤粉物流及储备情况的全面管控模块、现场人员的管理模块以及支持领导和各级管理人员科学决策的商业智能模块,实现以客户需求为导向的新型“智慧煤粉及备品备件供应链”和“高效煤粉锅炉运营服务体系”,最终形成以效益为中心、每台锅炉以安全生产和成本控制为中心的两化深度融合管理体系,推动高效煤粉锅炉更新换代的进程,实现安全、绿色、高效生产。

高效粉煤锅炉综合智能服务管理平台的核心包括3个方面:一是对以高效煤粉锅炉运营为核心的企业业务一体化信息化平台(包括锅炉设备全生命周期管理、锅炉备品备件管理以及煤粉物流、现场作业人员管理等各个业务环节)的信息化;二是对锅炉生产运行状态的实时监控,包括对锅炉运行效率和效能以及锅炉安全运行、煤粉仓安全仓储的监控;三是对上述业务综合数据的整合和分析利用。其中对煤粉供应链业务数据和锅炉实时状态数据的全面采集和整合是关键。

构建基于云计算部署智能服务管理平台的各类应用,“多层次、全功能、实时

效”的高效煤粉锅炉综合智能服务管理云平台,实现锅炉设备集中监测、现场运维水平全面提升、业务管理移动便携、安全保障水平全面提升。

## 6 结束语

节能大数据平台在各行业的成功应用,促进了该平台的不断规范与完善。需继续发挥节能大数据平台应用的优势成果,以成功应用案例吸引更多的企业形成平台模式的协同效应。此外,要充分运用工业互联网、大数据、云计算等现代信息技术,全面提升自动化、数字化、模型化、集成化和智能化水平,推进数字化、智能化的发展,推进企业利用节能大数据平台提高能源使用效率。我国节能环保产业潜力巨大,拉动经济增长的前景广阔。据测算,到2020年,我国技术可行、经济合理的节能潜力超过5亿吨标准煤,可带动上万亿元投资;节能服务业总产值可突破3 000亿元。

## 参考文献:

- [1] 潘小松. 企业节能降耗措施探讨[J]. 现代经济信息, 2018(2): 62.  
PAN X S. Discussion on energy saving and consumption reduction measures in enterprises[J]. Modern Economic Information, 2018(2): 62.
- [2] 杨常清. 大数据技术下的节能减排管控系统数据采集及管理[J]. 自动化与仪器仪表, 2017(11): 185-186, 190.  
YANG C Q. Data acquisition and management of energy saving and emission reduction management and control system under big data technology[J]. Automation &

Instrumentation, 2017(11): 185-186, 190.

- [3] 杨建国, 杨洋, 李辛, 等. 云平台及数据分析在压缩空气系统节能中的应用[J]. 压缩机技术, 2017(2): 34-37.  
YANG J G, YANG Y, LI X, et al. Application of cloud platform and data analysis in energy saving of compressed air system[J]. Compressor Technology, 2017(2): 34-37.
- [4] 沈经. 新智能制造地球岛: 大能耗物联网+云+大数据+IDC节能1“一带一路互联互通”促高铁-光缆网-超级计算机产业升级[J]. 仪器仪表标准化与计量, 2016(5): 3-9.  
SHEN J. New intelligent manufacturing earth island: high energy consumption internet of things + cloud + big data + IDC energy saving 1 “one belt, one road interconnection and interconnection” promote high-speed rail-optical cable network - supercomputer industry upgrade[J]. Instrument Standardization & Metrology, 2016(5): 3-9.
- [5] 姚建强, 郭晓东, 陈靛. 大数据云计算时代下企业数据中心节能技术研究[J]. 信息系统工程, 2016(9): 12-15.  
YAO J Q, GUO X D, CHEN J. Research on energy saving technology of enterprise data center in the era of big data cloud computing[J]. China CIO News, 2016(9): 12-15.
- [6] 卢东亮, 李可, 陈龙. “互联网+”新常态下的工业节能技术专业课程改革研究[J]. 现代职业教育, 2016(25): 90-91.  
LU D L, LI K, CHEN L. Research on the course reform of industrial energy-saving technology under the new form of “Internet+” [J]. Modern Vocational Education, 2016(25): 90-91.
- [7] 张兴. 基于Spark大数据平台的火电厂节能分析[D]. 太原: 太原理工大学, 2016.  
ZHANG X. Thermal power plant energy saving analysis based on spark big data platform[D]. Taiyuan: Taiyuan University of Technology, 2016.
- [8] 尚冰清. 云平台中基于资源和任务的节能方法

研究与实现[D]. 北京: 北京邮电大学, 2016.  
SHANG B Q. Research and implementation  
of energy saving method based on

resource and task in cloud platform[D].  
Beijing: Beijing University of Posts and  
Telecommunications, 2016.

#### 作者简介



**夏刚**(1982-), 男, 北京东方国信科技股份有限公司工业事业部解决方案总监, 主要研究方向为工业大数据、装备综合保障。



**王立忠**(1974-), 男, 北京东方国信科技股份有限公司工业互联网研究院项目管理办公室负责人, 主要研究方向为工业互联网技术与架构、智能制造。



**刘亚恒**(1992-), 男, 北京东方国信科技股份有限公司工业事业部售前工程师, 主要研究方向为工业大数据、工业互联网。

收稿日期: 2018-04-11