

# 智能电网数据资产的风险管理

李爱华<sup>1</sup>, 陈思光<sup>1</sup>, 张悦今<sup>2</sup>

1. 中央财经大学管理科学与工程学院, 北京 100081;
2. 中央财经大学信息学院, 北京 100081

## 摘要

智能电网本身的复杂性使得目前我国各部门智能电网数据的管理水平参差不齐, 数据资产化存在诸多风险。因此, 风险管理成为智能电网数据资产化工作推进的必要环节。从智能电网数据资产的特征入手, 结合电力行业特征、大数据研究方法和风险管理要素, 为智能电网数据资产的风险识别与管理提出了数据治理、数据安全、供应链数据共享、客户信用风险控制以及智能电网稳健性建设等建议, 并结合我国电网实际项目与实施效果进行了案例研究, 最后分析了智能电网数据资产风险管理未来的发展趋势。

## 关键词

智能电网; 数据资产管理; 风险管理; 供应链管理

中图分类号: TP39

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.2096-0271.2019017

## Risk management of smart grid data assets

LI Aihua<sup>1</sup>, CHEN Siguang<sup>1</sup>, ZHANG Yuejin<sup>2</sup>

1. School of Management Science and Engineering, Central University of Finance and Economics, Beijing 100081, China
2. School of Information, Central University of Finance and Economics, Beijing 100081, China

## Abstract

Smart grid is a strategic level construction project being promoted. However, due to the complexity of the project itself, the level of smart grid data management in various departments in China is uneven, and there are many risks in data assetization. Therefore, risk management has become an essential part of the advancement of data assetization work. The characteristics of smart grid data assets were analyzed. Combining the characteristics of power industry, big data research methods and risk management elements, risk identification and management of smart grid data assets were advised, including data governance, data security, supply chain data sharing, customer credit risk control and smart grid robustness construction. And they were supported by an actual project and implementation effect of China's power grid. Finally, the future development trend was analyzed.

## Key words

smart grid, data asset management, risk management, supply chain management

## 1 引言

电力的稳定高效运行关乎国计民生,电力系统的整个生产和消费过程中每天都有海量数据产生。在电力大数据的驱动下,由传统电网发展而来的智能电网,一方面得益于和信息通信系统的融合加深,另一方面得益于物联网等技术的发展,逐渐成为开放性系统。根据国家电网有限公司的定义,智能电网旨在集成新能源、新设备、传感技术、信息技术等先进技术,形成新一代电力系统,提高电网系统运行的安全性、稳定性、经济性以及资源配置的合理性,最终为用户提供可靠、高效、清洁、友好的电力供应和增值服务。

智能电网的构建与运行要以智能电网的数据资产管理为基础,而要解决好智能电网数据资产的管理问题,风险管理是重要的着手点。

## 2 智能电网数据资产管理概述

### 2.1 智能电网数据资产的定义和构成

朱扬勇和叶雅珍<sup>[1]</sup>对信息资产、数字资产和数据资产进行了比较分析之后,将相关名词统一为数据资产。之所以说智能电网数据是一种资产,是由于电力企业对这些数据有权属,海量数据中蕴含的信息一旦被挖掘分析和利用,将为企业创造巨大价值。本文将智能电网数据资产定义为供电企业在连接上下游电力生产和消费过程中主动收集并具有所有权和使用权的蕴含价值的数

然而,现有的智能电网数据研究大多

是大数据技术和电力行业的简单融合,研究内容庞杂且分散,从资产的角度探究电网数据资产系统性的管理方法和价值评估的研究很少,只有少数学者注意到了其资产属性的重要性,并将数据资产管理理论应用到电力行业中。例如,Wang J等人<sup>[2]</sup>将数据资产管理理论和方法应用于电力大数据,提出了电力数据资产管理的理论框架。Song W等人<sup>[3]</sup>创新性地从复杂网络的视角出发,使用PageRank算法进行计算,得到了电力企业中数据最有价值的两个业务部门是财务和物资的结论,并认为它们应该在电网数据资产管理中得到更多的重视。上述研究为本文提供了有效的理论基础。传统电网中往往“重固定资产、轻无形资产”,固定资产占总资产的80%以上;而在智能电网中,经量化后的数据资产在总资产中的占比将会激增。智能电网大数据的来源多种多样。从电力生命周期来看,数据产生于发电、输电、变电、配电、用电、调度的全流程中;从电力系统部署来看,数据产生于检测、计量、控制、销售、财务等内部系统和外部系统;从电力的调控运行来看,电力大数据还涉及气候环境、实时运行、调控记录、设备维护记录等。

### 2.2 智能电网数据资产的特征

智能电网数据资产的特征可以追溯到电力大数据的特征。2013年3月,《中国电力大数据发展白皮书》<sup>[4]</sup>中首次指出电力大数据的特征为“3V3E”。“3V”即体量大(volume)、类型多(variety)和速度快(velocity),“3E”即能量(energy)、交互(exchange)和共情(empathy)。前3种特征是电力大数据作为大数据的一种细化而具备的大数据共性,后3种特征的解释分别为:通过电力大数据分析可以达到促进绿色节能、与行业外数据交互融合和服务客户的目的。

的,这是将大数据技术特点与电力行业结合得出的特征。

本文研究的智能电网数据资产在上述特点的基础上,更加注重电网的智能性和资产性的特点,智能电网数据资产还有自己的特征,如图1所示。

- 多源分散: 电力生产和使用流程长,上游涉及各类能源行业,下游涉及千家万户,内部涉及销售、检测、调度等系统运行,外部涉及自然气候和政治经济等环境状况,这造成数据来源极为广泛。

- 异构高维: 多源数据常常伴随着内部数据源和外部数据源之间的异构,此外还包括业务系统和数据库管理系统异构、存储模式异构等。需要观测和收集的数据类型愈加繁多以及数据库设计更加复杂,都会导致高维数据产生。

- 核心基础: 智能电网的数据是维护固定资产运行、提升智能化服务水平的依据,在智能电网建设中处于核心基础地位。

- 关注异常: 在电力数据管理实践中,对异常点识别的需求早于数据挖掘技术,其应用领域包括窃电行为识别、防窃电预警、

设备事故关联分析等。

- 反馈响应: 传统电网的数据和信息依照电力传输方向单向流动,智能电网将更关注数据和信息的反馈,并据此优化决策。反馈响应是节约能源和创造经济效益的关键环节。

- 顽健且脆弱: 电网是一个十分复杂庞大的网络,用复杂网络的思维降低脆弱性并增强顽健性,提高电网对攻击的应对能力并减小损失,是智能电网科学设计和稳定运行的重要保障。

- 协同共享: 智能电网的数据是在能源的整个供应链上进行传递流通的,数据和信息的共享需要供应链中的成员协同配合才能实现,数据资产在很大程度上是收益共享、风险共担的。

基于上述特征,对智能电网数据资产进行科学有效的管理,特别是风险管理,对于电力企业、合作伙伴以及各类用户而言,有十分重要的意义。

## 2.3 智能电网数据资产管理的国内外现状

能源短缺使很多国家意识到了建设智能电网的紧迫性。但由于受到数据管理方法和技术的制约,传统电网向智能电网转型还有大量工作有待推进,智能电网数据资产管理尚处于起步阶段。发达国家的智能电网建设更注重节能减排,已经拥有了理论基础和一些成功的探索;我国目前智能电网建设的着重点在于优化电网运行和能源配置。

### (1) 美国大数据与智能电网建设

2012年3月,美国政府启动“大数据研究与发展计划”,2016年5月,推出了《联邦大数据研究与开发战略计划》<sup>[5]</sup>,该计划围绕大数据研发的关键领域,制定了涵盖人才培养、基础设施、数据共享、信息安全等7项

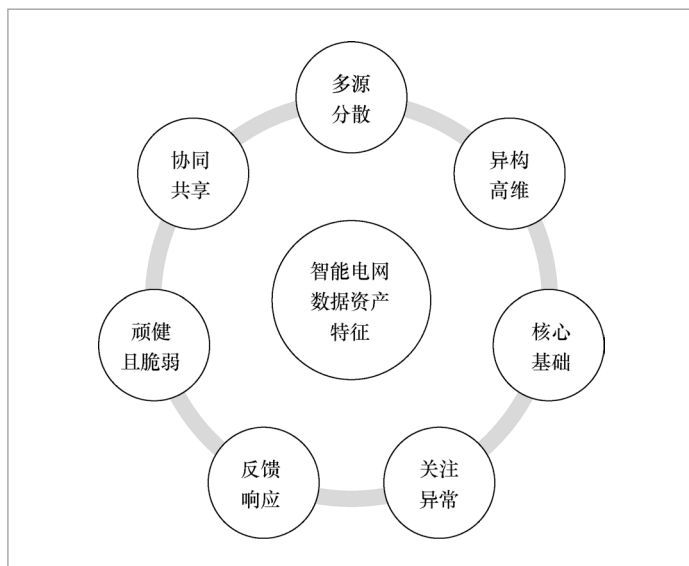


图1 智能电网数据资产特征

国家战略。

美国的智能电网建设比大数据计划先行。2009年《美国复苏与再投资法案》颁布,2010年,大型公共投资和私人投资加速推动部署智能电网,探索出了有关技术成本和收益的真实数据以及最优实践<sup>[6]</sup>。美国Auto-Grid推广的智能电表预计到2020年普及率会超过70%,对智能电表采集到的数据进行分析优化,可实现需求侧管理。近年来,大数据技术被引入后,智能电网的建设和应用发展较快,综合实力在逐步增强。

#### (2) 欧洲电力大数据应用现状

近年来,欧洲一些发达国家对电力大数据的研究和实践工作如下。

英国国家电网的智能电网计划由从2011年开始投入使用的互连器和倡导需求方响应(demand side response, DSR)计划的电力响应计划组成。前者从硬件角度保证了电力可以在市场之间自由流动;后者从机制角度发挥需求方的反馈响应作用。对于家庭用户而言,该计划的目的是控制能源,并消除电网压力,为用户节省电费,并促进其节电习惯的养成,通过智能电网促进可持续发展。对于企业用户而言,需求方响应指企业增加、减少或转移其用电量,以达到响应信号并调节平衡英国电力系统的目的。这样企业可以获得财务激励,减少财务成本,并能降低碳排放,产生社会效益,在向低碳能源系统过渡的过程中发挥了重要作用<sup>[7]</sup>。

类似地,还有其他一些国家在电力的需求侧和供应侧进行了数据优化决策的研究。法国电力公司对智能电表采集的用电数据进行挖掘分析,实现了对数据的高速处理和对用户短期用电趋势的预测;丹麦风力发电机制造商维斯塔斯风力技术集团采集风机运行和气象信息,基于BigInsights大数据平台进行分析处理,优化风力涡轮机的配置,进而实现了高效的电力生产。

#### (3) 中国电力大数据与智能电网发展

现状

我国在2014年将大数据写入政府工作报告,并发布了《大数据产业发展规划(2016—2020年)》等相关文件,大数据发展成为国家发展战略之一。

在电力行业,2013年3月中国电机工程学会电力信息化专业委员会发布了《中国电力大数据发展白皮书》<sup>[4]</sup>,该文件指明了我国电力大数据研究和实践的方向。国家电网有限公司在2014年启动了大数据建设,近年来我国电力公司大数据平台开发和部署工作逐步开展,2016年国家电网有限公司开始建设智能电网监控运行大数据分析系统。2018年国家电网北京经济技术研究院以“中国智能电网2030”科技项目为依托,形成“一个平台、两个阶段、四类融合、六大特征、九项任务”的我国智能电网中长期发展战略,提出未来智能电网的定位是能源互联网的核心配置平台。

### 3 智能电网数据资产管理的风险识别

作为风险管理的第一步,风险识别的目的是找到风险的类型及成因。

对于智能电网的风险管理这一问题,国外有学者进行了一定的调查研究,例如Connor P M等人<sup>[8]</sup>使用专家利益相关者分析的方法,从市场、用户、数据信息、供应组合、政策、投资条件、网络7个角度对英国智能电网部署的风险和不确定性来源进行了研究。尽管由于其采用的方法和调研对象具有局限性,使得这一研究结果在其他国家和地区并不能广泛适用,但其对智能电网进行风险识别和管理的研究具有重要意义。

笔者认为,智能电网数据资产的风险识别要同时从智能电网的行业特点、数据管理的技术方法以及资产管理的要素3个角度进

行综合考虑。这里要识别的风险是指在智能电网数据产生、收集、传输、存储、共享等过程中,可能使数据资产价值降低以致威胁智能电网项目实施的风险。对智能电网数据资产进行风险识别,并分析得到下述5个关键点,如图2所示。

### 3.1 数据质量

由于电网数据具有多源、异构、高维等特征,在经过采集、通信、入库等环节之后,形成的数据质量较低,数据处理成本高,难以进行更深层次的数据挖掘和管理工作。此外,因为缺乏统一的行业标准规范,各个数据系统相对独立地进行设计和管理,所以容易造成工作重复和成本浪费。提高数据质量是目前首要解决的问题。

建立统一的数据标准是目前的主流解决办法。虽然该方法后期有助于实现数据的规范化,并降低数据预处理成本,但同时也意味着初期实现新旧转换时需要付出高昂的成本,建立标准规范和完成数据库重构。因此传统企业对于数据治理的接受态度以及所需的人力和时间成本的不确定性是风险之一。

### 3.2 数据安全

单从数据管理的角度来看,数据安全

包括数据隐私性、数据传输、数据存储3个组成部分。

数据隐私性首先体现在电力数据采集阶段。未来智能电网将会和物联网有密切联系。以家庭用户为例,各种家用电器会携带传感器采集不同种类的数据,电力企业除了采集电压、电流、时间等用电数据之外,还可能由于业务需要进一步采集其他数据。这些新增数据需求可能会暴露用户资产、生活习惯等隐私信息。对于企业用户而言,这些数据甚至会涉及公司机密,因而风险更大。

数据隐私性还体现在电力企业对数据分析和应用的阶段。电力企业给各个系统分配的数据权限和数据脱敏处理等环节都需要法律法规进行规范。但为了进行精细化和个性化的电力运营,有些数据挖掘情境下还要保证数据的真实性和完整性,这时就更应该权衡好数据的真实性和隐私性之间的关系。若数据隐私问题不能处理好,电力企业将随时面临法律风险。

数据传输的风险在于传输介质和传输协议的安全可靠性。数据存储方式多采用基于Hadoop的数据仓库进行分布式存储,但分布式存储可能会难以满足实时性要求,有潜在的技术风险。

电力大数据有很高的应用价值,因此数据在采集、传输、存储和处理过程中会面临更大的流失和被窃取等风险,数据安全管理显得尤为重要。

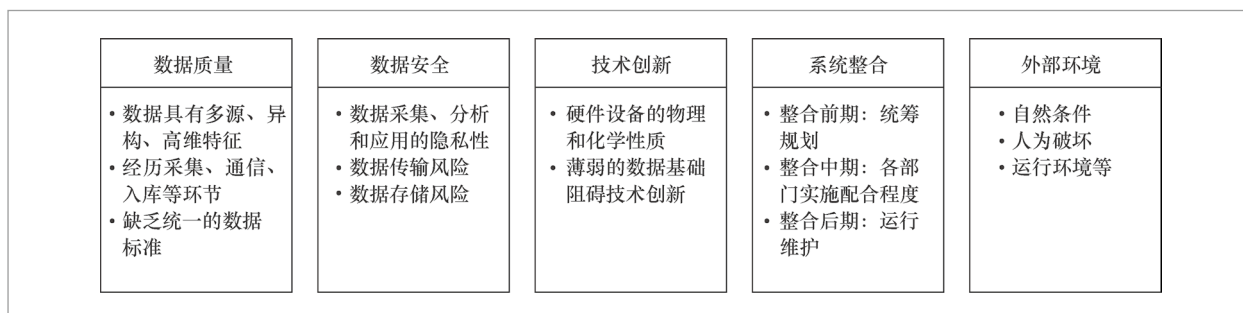


图2 智能电网数据资产的风险来源识别

### 3.3 技术创新

各行各业在技术创新中都可能面临由市场、技术等因素变化导致的创新失败的风险。电网的生产和使用涉及诸多复杂过程,属于资产和技术密集型产业,硬件设备的部署和维护以及技术的创新研发直接影响着数据质量和数据安全。

硬件设备是技术进步的基础保障。核心设备包括数据采集传感器、数据传输设备、数据存储设备、数据计算设备等。硬件设备的风险往往在于其物理化学性质是否优良、负荷是否过载、运行环境是否安全稳定、维护计划是否合理等。设备的良好运行状态是降低技术风险的必要条件。

在技术层面上,电网技术本身就是极其重要的资产。技术专利的创新研发速度对数据资产管理会产生密切影响,如果不能及时对数据资产进行有效的管理和整治,可能会造成数据基础薄弱、难以支撑技术创新进一步发展的后果,从而引发技术风险。

### 3.4 系统整合

张啸宇<sup>[9]</sup>在分析电力大数据时,从数据产生的系统入手,将数据分为内部数据和外部数据,这些数据分别产生于内部系统和外部系统。内部系统有财务系统、运行与检测系统、客户服务系统等,外部系统涉及气象系统、地理信息系统等。要规划智能电网数据资产,就会涉及系统整合的阶段。在整合过程中,数据标准化、接口标准化、权限设置、数据安全、信息共享等都是重要环节。

在系统整合前期,需要在调研实况的基础上为整合进行统筹规划,对不同系统和数据的了解程度直接影响整合规划设计的科学性以及对数据资产评估的准确性;在系统整

合进行的过程中,相关系统所属部门或企业的配合度则关系到系统整合的实施效果和成功率;在系统整合后期,系统的运行维护和数据管理也应该从整体性进行考虑,否则可能会引发系统性风险。因此,整合过程中供应链上下游的合作与竞争关系的不确定性和不对称性是面临的风险之一。

### 3.5 外部环境

外部环境对智能电网数据资产的影响涉及多个环节。在数据采集阶段,传感器的工作环境可能会影响数据质量;在数据传输阶段,传输线路周边的环境若受到战争、自然灾害或人为破坏等因素的影响,可能不利于数据的传输安全;在数据存储阶段,存储设备和环境的安全性差可能会造成数据资产的损失。此外,在新能源发电技术应用中,由于自然环境具有不稳定性,因此对光照、风力、潮汐等气象进行监测和预报并采取对策,显得尤为重要,否则除了电力供应不稳定之外,还可能造成设备受损、数据资产不安全的风险。综上所述,电网数据资产面临的风险比一般意义上的数据管理风险更复杂多变。

## 4 智能电网数据资产风险管理的内容

对智能电网数据资产进行风险管理,要对上述识别出的风险来源进行分别管理,并对潜在风险流程进行优化。广义上讲,智能电网数据资产风险管理包括两个含义:一方面要对数据资产自身的风险进行管理,即数据治理和数据安全;另一方面要对数据资产加以利用,进而实现智能电网这一项目整体所需的风险管理,即客户信用风险控制和稳健性建设。供应链数据共享则是同时覆

盖这两个含义的管理应用。智能电网数据资产风险管理内容如图3所示。

#### 4.1 数据治理

数据治理是智能电网数据资产质量的保证,也是数据资产风险管理的基础工作。当前数据治理工作需要解决数据结构冗余、复杂的问题,使用实体匹配技术进行数据清洗,对不同系统中的数据结构和数据库进行重构,建立统一的数据规范,实施元数据生命周期管理。

目前,国际电工委员会(International Electrotechnical Commission, IEC)已经设计出了一套智能电网标准地图,其中可以看到提倡采用的通信协议组件以及用例分析。它们制定的国际标准涵盖安全性、互操作性、效率性、兼容性和环境影响等诸多方面。我国学者对电力数据规范也有一定的实践研究。冷喜武等人<sup>[10]</sup>指出,传输协议不一致和业务数据多源异构是我国智能电网实施中遇到的两个突出问题,因此需要规范化数据源,并采取通用协议进行传输,之后采用全过程数据处理将数据的预处理、交付与计算过程涵盖起来。

为了做好数据治理的风险管理,要求在统一标准制定前,深入能源电力相关行业进行实际考察,避免标准制定与实际生产脱节

而导致的成本高昂和不具有可行性的问题。多源分散和新进入企业会造成数据质量参差不齐,数据治理是解决该问题的关键,也是智能电网数据资产管理的基础。

#### 4.2 数据安全

现有研究认为,电力数据安全管理体系主要包括3部分工作:数据安全管理体系建设、数据安全技术防范体系建设、数据安全评价与考核工作<sup>[11]</sup>。笔者认为,在具体化到数据资产安全管理时,还应当强化对资产属性的保护,包括数据存储安全、隐私数据安全和决策知识安全。

智能电网数据资产的海量和高价值属性使得其对数据存储安全有着很高的要求,多样、灵活、稳健、高并发的数据存储方式才能够满足需求。崔立真等人<sup>[12]</sup>设计的基于MongoDB技术实现大规模存取、分片负载均衡和读写分离的电力数据存储架构是一种理论可行的架构。

由于隐私数据在精细化运营中具有较高的变现价值,因此需要对隐私数据进行足够的保护。Dong R等人<sup>[13]</sup>为了研究在物联网中收集数据的操作价值与消费者隐私之间的权衡,引入推理隐私作为新的隐私指标,提出了用于量化物联网中这种权衡的一般框架和用于概念验证的智能电网应用程序。

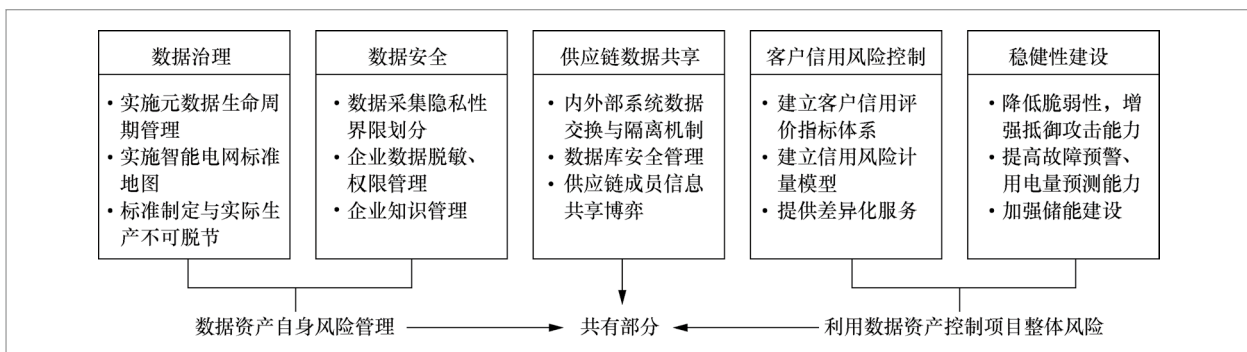


图3 智能电网数据资产风险管理内容

此外,对于电力用户隐私安全风险,要求通过国家立法对采集数据的敏感性进行明确的界限和权责划分。企业内部要对采集到的数据进行必要的脱敏处理,为不同的业务分配合理的数据权限,并在数据发布时防止泄漏。

此外,通过数据挖掘得出的决策知识是企业提炼出的知识,甚至是企业的核心竞争力的构成部分。针对来自恶意竞争引发的数据安全风险,要求企业建立先进完备的数据传输、存储和保护机制。

杜跃进<sup>[4]</sup>在理清了数据安全治理的一些基本问题之后,认为数据安全能力成熟度是数据安全治理的根本抓手。笔者也认同这一点,能力成熟度作为内在能力的评估指标,在面对未知的安全风险时将会表现得更加灵活。从外到内,从技术到机制,多维度建设数据安全治理能力,降低数据资产风险,增强数据资产安全保障。

### 4.3 智能电网供应链数据共享

智能电网供应链是由诸多相关行业内的成员共同构筑起来的,每个成员既是数据的提供者,也是数据的使用者。智能电网供应链经常涉及跨业务系统甚至跨企业的数据应用,数据共享是智能电网发展的必然趋势。然而数据、信息和知识的共享是一把双刃剑,在提高效率的同时,还容易引发风险的传播和扩散。因此,供应链数据共享不仅涉及数据资产的风险管理,还涉及智能电网项目整体的风险管理。

当系统互连之后,原有的壁垒作用减弱,一旦发生数据错误或泄露,就会在短时间内波及多方。为了降低此类风险,从技术层面,需要在系统间建立灵活的数据交换/隔离和风险识别机制,合理分配数据库权限,并从数据库备份、容灾等多方面优化数据库设计,从传输路径、传输协议、传输方式等方面优化

数据共享过程中的流通安全。

同时,从供应链管理角度出发,还需要借助博弈论等方法建立适用于供应链成员的数据共享约束机制,对供应链合作伙伴进行有效的管理,从而增强整个系统抵御风险的能力。

### 4.4 客户信用风险控制

客户信用风险在传统电网和智能电网中普遍存在。电力系统通常采取赊销方式,电费和其他应收账款是电力企业实现利润并进行电网建设和运行维护的重要来源,因此对客户进行风险控制是很有必要的。

许多地区供电公司对此类风险采取了控制措施,一般以智能电网数据资产中的客户数据和销售历史数据(包括客户的用电行为、缴费历史、外部评价、失信记录等)为基础,建立客户信用评价指标体系,对客户进行计分和评级。采用客户信用风险模型后,可以达到对此类风险的有效管理和控制。为不同客户提供的差异化的策略(包括为优质用户提供更稳定的电力供应、对信用等级低的客户使用不同的定价策略或收费策略等),从而通过对电力数据资产的合理利用,实现对电力资产的增值和保护。

### 4.5 智能电网稳健性建设

稳健运行是对智能电网的基本要求。加强智能电网的稳健性建设,实际上是降低智能电网本身的脆弱性,并增强智能电网抵御外来攻击的能力。在使用电力大数据开展数据挖掘和建模研究,进行风险管理保障电网的稳健运行的过程中,关联分析和异常点挖掘是常用的技术手段。除此之外,还可以使用复杂网络的相关理论和技术进行研究,将电力输送的关键节点看作度大的点,关注这些节点和连接,进行必要的优化。例

如, Zhou L等人<sup>[15]</sup>使用堆叠去噪自动编码器(stacked denoising autoencoder, SDAE)网络结构挖掘攻击消息的内在特征并优化网络,通过对智能电网中的网络攻击进行高精度的分类,实现高稳健性和泛化性能,提高智能电网的安全性。

#### 4.6 案例分析

综合上述5点风险管理的研究内容,本节结合国网浙江省电力有限公司的案例进行分析。自2015年起,该公司运营监测(控)中心将“识别问题、管控风险、辅助决策”作为目标,开展了系列风险管理研究与应用<sup>[16]</sup>,部分应用项目充分体现了智能电网数据资产风险管理的5个内容,具体见表1。

国网浙江省电力有限公司从数据治理、数据安全、数据共享、客户信用风险控制以及稳健性建设5个方面进行了数据资产风险管理,而且初步达到了风险防范与控制、优化资源配置、提高收益、改善服务质量的效

果。

## 5 智能电网数据资产风险管理的发展趋势

### 5.1 先进科技的交叉运用

从技术角度来看,智能电网数据资产管理以大数据和人工智能为核心,以物联网和移动互联为基础和应用,以云计算为计算支持,是诸多学科先进技术交叉运用共同构建起来的大型项目。在实际中,一些研究已尝试将先进技术应用在智能电网中。例如刘军等人<sup>[17]</sup>将物联网技术运用到智能电网中,提出了面向智能电网管控的电力物联网应用体系。

大数据提供了对真实世界中的信息和知识更进一步的认知方式;人工智能可以

表1 国网浙江省电力有限公司数据资产风险管理案例分析

内容	项目名称	风险描述	风险控制方法	应用效果
数据治理	分布式发电计量与采集	在分布式发电项目中,数据采集异常会导致数据缺失,电量统计错误会涉及合法合规风险	对计量装置加强监测,提高安装覆盖率和采集完整率,规范计量精度要求与误差处理办法,使分布式系统实现优化	“两率”达到95%以上,数据治理的数据采集环节得到充分保障
数据安全	数据关联与员工账号安全性	员工账号的不规范使用可能引发信息泄露风险,是数据安全风险来源之一	对于员工账号的使用明细数据,从IP登录、使用时间、使用权限和虚拟账号等方面进行数据挖掘分析,对风险行为和账号采取识别与控制措施	清理数十个僵尸账号和虚拟账号,规范使用规则,在一定程度上避免了权限滥用和信息泄露等风险
数据共享	账卡物一致监测分析	固定资产的价值、设备台账和实物信息涉及诸多系统,数据不一致会导致资产管理风险	采集设备数据,设置识别规则,通过自动和人工干预方式,使地理信息系统(GIS)、企业资源计划(ERP)、工厂维护(PM)模块和资产管理(AM)模块等系统的数据形成联动	各系统数据实现统一共享,合并资产卡片,设备联动率从76%提升到98%
客户信用风险控制	用户缴费行为数据管控电费回收风险	用户拖欠电费是电网客户关系管理的难点,可能引发财务风险	基于用户档案、用电及缴费行为等数据,建立客户信用风险模型,分析缴费行为与欠费的关联关系,采取有针对性的措施	提早识别高风险客户,显著降低了电费回收的风险
稳健性建设	配网薄弱环节监测分析	区域性、季节性电力供应是电网影响稳健运行的高风险考验	利用遥测数据、实时数据和拓扑信息等数据,精准定位重载和薄弱环节,量化分析抢修人员结构,实时预警停电故障	针对发现的问题,已加快配套工程的实施,开展布点补强,优化资源配置,提升服务质量

为智能电网的科学自动化调节赋能;物联网为数据采集和多向互联提供基础;移动互联为用户提供方便快捷的交互手段;云计算是高效低成本数据处理和资源共享的技术支撑。跨学科的技术交叉共同作用能够有效地增强智能电网服务的专业化。

## 5.2 数据实时性与可视化

随着科技的发展,未来智能电网在实时性和可视化处理上会实现新的突破,包括高维数据动态化、高频交互可视化等。作为实时性和可视化的有机统一,Hidalgo S等人<sup>[18]</sup>通过整合相关文献的方式,对目前智能电网控制和监测的可视化数据表示这一课题进行了调查研究,认为未来智能电网在综合性场景中将会发挥更重要的作用,并且在单个视觉表示中整合多种技术是未来研究的趋势。

实时可视数据传达的信息包括参考建议或决策、趋势模拟与仿真,进而实现精确的预警发布以及资源的自动化按需调配,提高决策科学性。此外,在用户方面实时可视的技术还可以增强双向互动,大幅改善用户体验。

## 5.3 供应链上下游协同

从长远来看,智能电网数据资产是产生、服务并造福于能源部门供应链的整个上下游全体成员的共同资产。只有供应链所有成员间协同配合,才能够实现数据、接口、协议的统一性落地实施,促进数据的顺利流通和信息共享,更好地进行元数据生命周期管理。智能化的发展趋势将会催生更加扁平化的组织结构,适度削减中间环节有利于保证数据的真实有效性。因此,供应链上下游协同是智能电网数据资产实现科学管理和风险规避的必然要求。

## 5.4 加强电力需求侧管理

传统电网的工作重心是发电和输电,仅从单方向关注电力的供应。而智能电网将以客户为中心,关注用户在需求侧的响应,在供应和需求两侧并重的情况下,发挥双向的作用,共同实现电力系统的负荷精准预测和精细化运营。

从目前各国实际采取的智能电网建设措施来看,需求侧响应管理已引起重视。我国《国务院关于印发“十三五”节能减排综合工作方案的通知》中,已将电力需求侧管理列入工作要求,由国家发展和改革委员会牵头,工业和信息化部、财政部和国家能源局共同参与。电力需求侧管理工作是一项需要多方配合的综合性项目,该项目要求电力企业建立需求侧管理平台,新能源行业增强储能和市场化机制,政府加大对新能源项目的建设扶持,企业用户积极进行需求侧响应,家庭用户增强智能家居和节电意识。

## 5.5 精细化运营与个性化服务

随着智能电网数据资产管理的逐渐成熟和完备,数据资产的拥有者应当进一步考虑实现资产的增值。进行精细化运营并为用户提供个性化服务是一个重要方向。

通过对数据的深度挖掘,结合前文所述的需求侧管理,对用户分类后进行用户需求响应潜力分析,为不同的电力用户群体量身定制节电方案、客户服务、定价策略、营销策略、激励机制等,不仅可以带来经济效益,而且能够带来社会效益和生态环境效益。

通过对客户诉求和客户服务等业务数据进行深度剖析,进一步明确用户的行为偏好、时间偏好、操作偏好、常见诉求等,据此改进业务流程并优化服务渠道,可以更好地引导或适应新时代用户的消费习惯,解决

用户诉求,提高用户满意度。

## 6 结束语

将智能电网大数据进行资产化,再对智能电网数据资产进行风险管理,这样的递进是管理科学化发展的过程。本文从智能电网数据资产的特征入手,结合电力行业特征、大数据研究方法和风险管理要素,为智能电网数据资产的风险识别与管理提出了数据治理、数据安全、供应链数据共享、客户信用风险控制以及智能电网稳健性建设等建议。从行业的复杂性和特殊性入手,因地制宜地进行智能电网数据资产的风险管理,才能真正发挥数据科学的实践意义,为可持续发展提供强劲的推动力。

## 参考文献:

- [1] 朱扬勇,叶雅珍.从数据的属性看数据资产[J].大数据,2018,4(6):65-76.  
ZHU Y Y, YE Y Z. Defining data assets based on the attributes of data[J]. Big Data Research, 2018, 4(6): 65-76.
- [2] WANG J, LI W, SONG Y S, et al. Research on the theory and method of grid data asset management[J]. Procedia Computer Science, 2018(139): 440-447.
- [3] SONG W, ZHANG Y J, WANG J, et al. Research on characteristics and value analysis of power grid data asset[J]. Procedia Computer Science, 2018(139): 158-164.
- [4] 中国电机工程学会信息化专委会.中国电力大数据发展白皮书[S].北京:中国电力出版社,2013.  
Chinese Society for Electrical Engineering. The white paper on the development of big data on China electric[S]. Beijing: China Electric Power Press, 2013.
- [5] 美国国家科学技术委员会.联邦大数据研究与开发战略计划[R].2016.  
National Science and Technology Council. The federal big data research and development strategic plan[R]. 2016.
- [6] 宋晓明.美国怎么建设智能电网系统[N].北京:中国电子报,2015-07-14.  
SONG X M. How does the United States build a smart grid system[N]. Beijing: China Electronics News, 2015-07-14.
- [7] National Grid Interconnector Holdings Limited. Connecting for a smarter future [Z]. 2018.
- [8] CONNOR P M, AXON C J, XENIAS D, et al. Sources of risk and uncertainty in UK smart grid deployment: an expert stakeholder analysis[J]. Energy, 2018(161): 1-9.
- [9] 张啸宇.智能电网大数据处理技术现状[J].中国科技信息,2018,21(1):109-110.  
ZHANG X Y. Current status of big data processing technology for smart grid[J]. China Science and Technology Information, 2018, 21(1): 109-110.
- [10] 冷喜武,陈国平,蒋宇,等.智能电网监控运行大数据分析系统的数据规范和数据处理[J].电力系统自动化,2018,42(19):169-176.  
LENG X W, CHEN G P, JIANG Y, et al. Data specification and processing in big-data analysis system for monitoring and operation of smart grid[J]. Automation of Electric Power Systems, 2018, 42(19): 169-176.
- [11] 王继业.电力大数据技术及其应用[M].北京:中国电力出版社,2017.  
WANG J Y. Electric power big data technology and application[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2017.
- [12] 崔立真,史玉良,刘磊,等.面向智能电网的电力大数据存储与分析应用[J].大数据,2017,3(6):42-54.  
CUI L Z, SHI Y L, LIU L, et al. Applications of key technologies of storage and analysis in electric power big data for smart grid[J]. Big Data Research, 2017, 3(6): 42-54.
- [13] DONG R, RATLIFF L J, CÁRDENAS A A, et al. Quantifying the utility-privacy tradeoff in the Internet of things[J]. ACM Transactions on Cyber-

- Physical Systems, 2018.
- [14] 杜跃进. 数据安全治理的几个基本问题[J]. 大数据, 2018, 4(6): 85-91.  
DU Y J. Several basic questions about data security governance[J]. Big Data Research, 2018, 4(6): 85-91.
- [15] ZHOU L, OUYANG X, YING H, et al. Cyber-attack classification in smart grid via deep neural network[C]//The 2nd International Conference on Computer Science and Application Engineering, October 22-24, 2018, Hohhot, China. [S.l.:s.n.], 2018.
- [16] 凌卫家, 施永益. 数说电网运营: 电网企业运营大数据分析案例集萃[M]. 北京: 中国电力出版社, 2016.  
LING W J, SHI Y Y. Numbers say grid operation: a collection of big data analysis cases for grid companies operating[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2016.
- [17] 刘军, 陈实. 面向电网智能管控的电力信息系统研究[J]. 电力大数据, 2018, 21(9): 67-70.  
LIU J, CHEN S. Research on power information system for power grid intelligent management and control[J]. Power Systems and Big Data, 2018, 21(9): 67-70.
- [18] CANO M A, HIDALGO S, DOLORES M. A survey on visual data representation for smart grids control and monitoring[J]. Sustainable Energy, Grids and Networks, 2018(16): 351-369.

## 作者简介



**李爱华** (1978- ), 女, 博士, 中央财经大学管理科学与工程学院教授, 管理科学系主任、硕士生导师, 主要研究方向为数据挖掘与管理决策。



**陈思光** (1995- ), 女, 中央财经大学管理科学与工程学院硕士生, 主要研究方向为数据挖掘。



**张悦今** (1982- ), 女, 博士, 中央财经大学信息学院副教授, 主要研究方向为互联网金融、数据挖掘、知识管理。

收稿日期: 2019-01-24

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (No.71401188, No.71471182); 中央高校基本科研业务费专项资金资助项目 (No.20170065)

**Foundation Items:** The National Natural Science Foundation of China(No.71401188, No.71471182), The Fundamental Research Funds for the Central Universities(No.20170065)