智能电网中的ICT

ICT是智能电网的基础技术之一，是实现智能电网的根本保障。描述了智能电网中可能存在的信息安全问题，特别指出隐私保护的问题；论述了国内电力信息通信网络的现状及存在的主要问题，提出了解决方法的设想；简要介绍了智能电网中ICT新技术的引入与应用。

王梓蒴 刘赫 孟玲莉/国网天津市电力公司信息通信公司

王梓蒴／工程师

关键词/Keywords
智能电网·
ICT·
信息安全·
通信网络·

0 引言

智能电网是一种能量信息交换网络，是将传统电网与传感技术、控制理论、信息通信等先进技术相融合，具有信息化、数字化、自动化和互动化的特征，能够获取从发电厂到用户电器之间的所有元件的运行状态，能够分层次控制调配，能够实现即时的供需平衡，实现能量流、信息流和业务流的高度一体化，降低能源消耗成本，客观正确地优化供电服务[1-3]。

智能电网涉及到诸多先进技术，其中的信息通信技术（Information and Communication Technology，ICT）是智能电网的神经线，横跨电源、电网和用电三大体系，贯穿发电、输电、变电、配电、用电和调度等六大应用环节[4]。本文对智能电网的ICT进行了讨论，具体包括3个方面。①信息安全和隐私保护：智能电网对信息和通信系统越依赖，其本身的安全越需要重视。②信息通信网络：以何种方式进行信息交互与通信。③ICT新技术：主要是大数据与云计算技术。基于上述部分，本文提出了智能电网ICT今后研究的重点及方向。

1 信息安全和隐私保护

信息化是智能电网的显著特征，然而信息化程度的不断提高，同样伴随着不断增多的安全隐患。这些安全隐患轻则引起信息网络故障，极端时可能波及到电力网络，严重威胁着智能电网的安全运行。因此智能电网的信息安全防护尤其重要，其应为一个系统工程，从电源侧到电网到用电侧均应有完善的信息安全防护体系及办法。相关的信息安全防护及隐私保护技术示意图如下图所示。

1.1 用电侧信息安全防护

用电侧包括智能电表、用户室内网和用户网关[5-6]三个节点。这三个节点相对智能电网其他节点来说更加开放，信息安全问题更加突出。智能电表属于典型的实时嵌入式系统，应具有较强的网络功能，用户室内网通过无线或有线局域网技术将各类智能家居与智能电表连接起来，并通过用户网关从外部网络获取或发送相关数据。该过程必然建立在TCP/IP协议的基础之上，这就给网络攻击提供了可能，影响信息的保密性及完整性。除外部产生的网络攻击外，用户本身在经济利益的驱使下也有可能发起主动的攻击，影响信息的可用性。要保证用电侧信息安全，首先对于智能电表，要进行完善的物理保护，保证其处理及存储介质的安全性；在被修改的情况下，能够及时补救，降低安全风险。还要保证智能电表有能力鉴别控制指令，拒绝接受被篡改、伪造的指令[7]，能

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

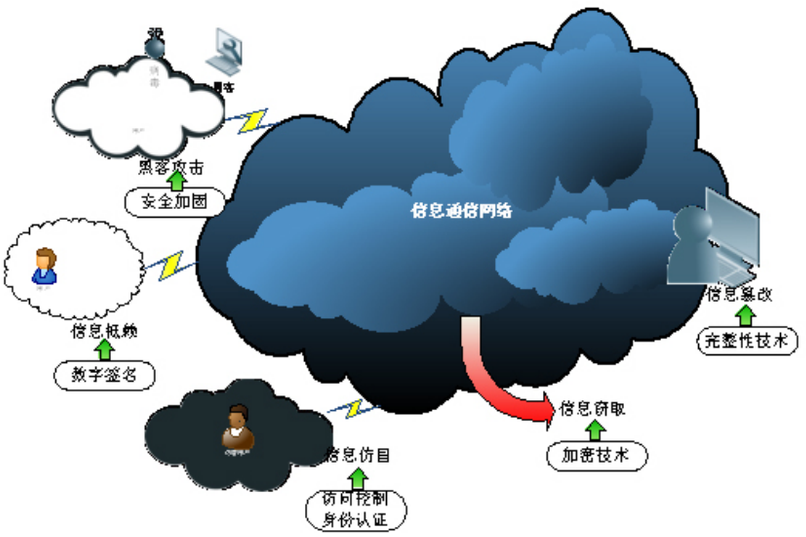

图　智能电网中的信息安全与隐私保护技术示意图

够进行异常行为检测，保证信息安全。用户网关的通信过程需遵循IEC 61850体系，并基于TCP/IP来构建，同样需要确保信息的完整性[8]。

1.2　用电侧的隐私保护

智能电表收集到的关于用户的大量信息，可能会暴露用户的隐私，包括在家庭特定区域的电力使用的具体时间和地点；使用的电器设备的种类；人们是否在建筑物中；人们在做什么；人们在建筑物的什么位置；建筑物中有多少人等重要信息[9]。这些信息可以使各种商业实体进行有针对性的营销活动，甚至构成刑事犯罪的助力。智能电网时代，应更加注重用户的隐私保护。隐私保护并不仅仅是电网企业的责任，政府、用户和其他智能电网市场的参与者均需参与进来。政府应明确界定隐私保护范围，实行用户权利告知和投诉制度，还应加大对侵害用户隐私权的惩罚力度，促进相关机构重视对用户信息隐私权的保护；用户需了解智能电网中的隐私风险以及作为用户如何做才能降低这些风险；智能电网市场的参与者应当只收集维持智能设备运转的能源和个人数据。电网企业作为智能电网的运营商，应选择合适的信息安全技术来保护用户隐私不被泄露。

1.3　电网侧信息安全防护

电网侧的信息安全包括信息传输的安全和信息处理的安全。信息传输过程中的风险方式为信息窃取，最大的风险点一般位于网络边界或无线传输的过程中。在网络边界处，可采用网络边界保护、入侵防御系统、数据传输加密等技术，有效地对网络边界进行安全检测和访问控制[10]。在无线传输过程中，应对所使用的无线通信协议、通信信道等进行安全评估，使用具有安全协议体系和安全机制的通信协议。采用端到端的密码机制或在网络上采取接入认证、访问控制、传输信息完整性及机密性保护等安全机制来保障无线传输数据的机密性、完整性和可用性[11]。信息处理的安全是指信息在访问、存储和备份等过程中的安全问题。它涵盖了信息采集与传输中的许多安全技术，如隔离技术、加密技术、网络防护技术和病毒防御技术等[12]。

2　信息和通信网络

智能电网是一种信息网、电力网高度相互依存的复合网络，电网所到之处都应有相应的信息通信网络为其服务。一个强大安全的信息通信网络能够支撑一个坚强的智能电网。该信息通信网络应该是高度集成并基于开放体系，需为系统中每一个节点提供可靠的交互操作能力，并且可以兼容新的通信媒介[13]。信息通信网络的物理组成可以分为两种，一种是信息通信网络的基础设施随电力基础设施组成，如OPGW光缆，这种情况下容易形成信息通信网与电力网的连锁故障。一种是信息通信网络与电力基础设施物理分隔，能尽量避免连锁故障，但在一些偏远地区或环境较为恶劣的地区，受多方面限制，此形式是难以实现的。

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

目前，我国电网已有专门的安全可靠的电力通信骨干网，以光纤为主，多种通信方式并存，具有分层分级自愈环网的能力。配用电侧也有专用的无线电频率及PLC技术。但是该网络目前存在的主要问题是“骨干网强，接入网弱”、“高压环节强，中低压环节弱”[14]。但是智能电网中数据业务成为主流业务，现有骨干网的SDH网络对于传输数据业务的能力较低，且带宽无法动态分配，传输效率低。PTN技术提供了一种解决此问题的方法；现有的信息网络和通信网络并未很好地融合在一起，且通信网络的层级多，这种形式对业务的互联互通形成了阻碍[15]。如何形成扁平化、且信通融合的网络，则是解决该问题的思路。接入网部分则是信息通信网络的另一个难点，即配用电段的信息通信网络建设。配用电段处于网络边界处，最容易引入信息安全问题。且配用电信息通信网络呈现节点多、单点数据流量小的特点，可考虑灵活运用以太网、无线、xPON、中压PLC、无线专网和公网等技术，与骨干网络形成紧耦合的方式。

3 ICT新技术

云计算是多种计算方式发展趋势的综合，是并行计算、网络计算、分布式计算、虚拟化技术的发展[16]。云计算具有可靠性高、虚拟化、可动态扩展和能整合大量异构计算资源等特点。智能电网通过获取更多的用户用电信息，来优化电能的生产、分配及消耗，利用信息通信网络和技术进行海量数据交互，实现设备间信息交换，自动完成信息采集、测量、控制、计量和保护、监测等功能，支持电网自动化控制、智能调节、在线分析、协同互动等功能。因此可以抽象地认为，智能电网就是大数据这个概念在电力行业中的应用[17-19]。智能电网时代数据量的增长速度将远超当前的电网数据增长速度，形成海量的、异构的、分布式的和复杂的数据集。这些数据数据量极大，对可靠性和实时性的要求极高，常规的数据计算及管理办法已不能满足要求。云计算恰到好处满足了这一要求。

4 结束语

畅通、高速、安全和可靠的ICT平台是智能电网的根本保证和必然趋势。随着智能电网的逐步发展与壮大，将会有更多的先进信息通信技术引入，比如大数据与云计算技术。通过分析可知，智能电网中的信息通信技术研究难点体现在多方面，比如信息安全、通信方式等问题。如何就这些方面的难点问题展开应用基础研究，是智能电网建设中亟需解决的问题。未来的智能电网必将大力依赖于ICT，因而对于智能电网的ICT问题应给予充分关注。

参考文献

[1] 余贻鑫，栾文鹏. 智能电网的基本理念[J]. 天津大学学报，2011, 44(5): 377-384.

[2] 牛朋超，康积涛，李爱武，等. 智能电网开启电网运行新形式[J]. 电力系统保护与控制，2010, 38(19): 240-244.

[3] Pipattanasomporn M, Feroze H, Rahman S. Multi-agent systems in a distributed smart grid: design and implementation[C]. IEEE International Symposium on Power Line Communications and Its Applications, 2009.

[4] 曹军威，万宇鑫，涂国煜，等. 智能电网信息系统体系结构研究[J]. 计算机学报，2013, 36(1): 143-167.

[5] 刘念，张建华. 互动用电方式下的信息安全风险与安全需求分析[J]. 电力系统自动化，2011, 35(2): 79-83.

[6] 余贻鑫. 智能电网的技术组成和实现顺序[J]. 南方电网技术，2009, 3(2): 1-5.

[7] 栾文鹏. 高级量测体系[J]. 南方电网技术，2009, 3(2): 6-10.

[8] IEC TS 62351-6 Power systems management and associated information exchange-data and communications security：part 6 communication network and system security-security for IEC 61850[S]. 2007.

[9] 黄秀丽，张涛，马媛媛，等. 智能电网隐私保护技术的分析研究[J]. 计算机技术与发展，2014, 24(2): 187-193.

[10] 关志涛，何杰涛，丁涛. 面向智能电网的信息安全技术展望[J]. 陕西电力，2010, 28(6): 5-8.

[11] 赵婷，高昆仑，郑晓，等. 智能电网物联网技术架构及信息安全防护体系研究[J]. 中国电

（下转第618页）

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

为

$\gamma_1=(x_0,x_A)=0.94$，$\gamma_1=(x_0,x_B)=0.78$

$\gamma_3=(x_0,x_A)=0.654$，$\gamma_3=(x_0,x_B)=0.648$

由以上的关联度可以获得设备A的关联度向量为$\gamma_A=(0.94,0.847,0.654)$。设备B的关联度向量为$\gamma_B=(0.78,0.929,0.648)$。经过以上分析设备A的静态特性和基本性能优于设备B，设备B的可靠性优于设备A。根据一级指标的权重向量$\omega=(0.258,0.637,0.105)$。由式（4）可以计算得到设备A和设备B的综合评价值分别为0.85和0.86。由此可知设备B的总体性优于设备A的总体性能。

4 结束语

本文通过对设备信息的分析，建立了多指标多层次的综合评价体系，将层次分析法和灰色关联理论应用到综合评估中，评价结果易于定量表示，更加的客观、科学。不仅可以从整体上对设备进行综合评价，而且可以根据需要从某个侧面对其进行特殊性的评价，体现了评价方法的通用性和特殊性需求。

参考文献

[1] 国家高技术研究发展计划（863计划）“智能配用电信息及通信支撑技术研究与开发”课题任务书. 国网信息通信有限公司.

[2] 孟凡博. 电力终端通信接入网建设[J]. 电力系统通信, 2012(6).

[3] Xu Shubai. Analytic hierarchy process principle[M]. Tianjin: Tianjin University Press, 1988.

[4] 常建娥. 层次分析法确定相关权重的研究. 武汉理工大学学报: 信息管理工程版, 2007(1).

[5] Li Zhigang. The comprehensive evalution model of the algorithm for the association rules based on AHP[C]. Computational Intelligence and Industrial Applications , Nov. 28-29, 2009, Wuhan,China, 2009, 1: 401-404.

[6] Deng J L. Control problems of grey systems . Systems and Control Letters , 1982, 1(5): 288-294.

[7] Deng J L. Course on grey system theory[M]. Wuhan, China: HUST Press, 1990.

作者简介

孟玲莉（1983-），女，工程师，主要从事信息通信技术方面的工作。

（收稿日期：2015-12-10）EA

（编辑：鞠佳）

（上接第614页）

力，2012, 45(5): 86-90.

[12] 蒋金，孙中伟. 浅述智能电网的信息安全[J]. 信息安全与通信保密，2013, (7): 75-76.

[13] 余贻鑫，栾文鹏. 智能电网述评[J]. 中国电机工程学报，2009, 29(34): 1-8.

[14] 徐煜耀，徐鑫，侯兴哲，等. 构建新一代智能配用电通信网建议[J]. 电力系统自动化，2013, 37(10): 1-5,18.

[15] 汤忆则，马平，高钧利，等. 基于智能电网的一体化信息通信网络发展研究[J]. 数字通信，2014, 41(4): 80-83.

[16] 李杰，李鹏伟，李玉坤，等. 云计算在智能电网中的应用研究[J]. 数学的实践与认识，2012, 42(13): 123-129.

[17] 彭小圣，邓迪元，程时杰，等. 面向智能电网应用的电力大数据关键技术[J]. 中国电机工程学报，2012, 35(3): 503-511.

[18] 孙柏林.“大数据”技术及其在电力行业中的应用[J]. 电气时代，2013(8): 18-23.

[19] 张东霞，苗新，刘丽平，等. 智能电网大数据技术发展研究[J]. 中国电机工程学报，2015, 35(1): 2-12.

作者简介

王梓蒴（1985-），女，工程师，主要从事信息通信系统调控与运维方面的工作。

（收稿日期：2015-12-10）EA

（编辑：鞠佳）

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net