

泛在电力物联网在北京经济技术开发区的应用探索

金鑫城, 孙浩睿

(国网北京亦庄供电公司, 北京市 大兴区 100176)

Exploration on Application of Ubiquitous Power Internet of Things in Beijing Economic-Technological Development Area

JIN Xincheng, SUN Haorui

(State Grid Beijing Yizhuang Power Supply Company, Daxing District, Beijing 100176, China)

摘要: 泛在电力物联网是物联网在电力领域的具体体现, 建设泛在电力物联网是推进“三型两网”建设的关键环节, 也是实现能源转型的必要手段。阐述了泛在电力物联网的定义, 从供电公司角度出发, 根据北京经济技术开发区实际情况, 讨论了依托地区特点的泛在电力物联网实施策略和实际应用场景, 分析了可能遇到的问题。得出结论: 随着泛在电力物联网的深入建设, 供电公司能够为电力客户提供多元化服务, 提高客户满意度; 地市供电公司能够依托泛在电力物联网开展更多电力相关业务; 泛在电力物联网的安全性、实用性、有效性是发展面临的首要问题。

关键词: 泛在电力物联网(UPIoT); 智能电网; 负荷控制

ABSTRACT: Ubiquitous power internet of things (UPIoT) is the concrete embodiment of internet of things in the power field. The construction of UPIoT is the key link to promote the three types and two networks, and also a necessary means to achieve the goal of energy transformation. The definition of UPIoT was expounded. From the perspective of power supply companies, based on the actual situation of Beijing economic-technological development area, the implementation strategy of UPIoT was discussed based on regional characteristics and the problems that may be encountered were analyzed. With the in-depth construction of UPIoT, power supply companies can provide diversified services for power customers and improve customer satisfaction. Local power supply companies can carry out more electricity-related businesses by relying on the UPIoT. The security, practicability and effectiveness of UPIoT are the primary issues facing the development.

KEY WORDS: ubiquitous power internet of things (UPIoT); smart grid; load control

0 引言

建设泛在电力物联网(ubiquitous power internet of things, UPIoT)是实现能源转型的必要手段^[1], 同时也是推进“三型两网”建设的关键环节, 国家电网有限公司于2019年1月正式提出建设泛在电力物联网。“泛在电力物联网”指的是应用移动互联、人工智能、大数据、云计算等现代信息技术, 实现电力系统各环节、电力公司、用电客户万物互联、人机交互的智慧服务系统。通过数据收集、数据处理、数据共享, 为发电、电网、用电客户、研究人员和政府提供服务, 充分利用电网枢纽特性, 汇集各方面资源, 为地区规划建设、生产运行、经营管理、综合服务提供强有力的信息和数据支撑^[2-3]。

北京经济技术开发区总体规划总面积为50.8 km², 由科学规划的产业区、高配置的商务区及高品质的生活区构成, 是北京重点发展的3个新城之一, 定位为京津城际发展走廊上的高新技术产业和先进制造业基地。

本文将根据北京经济技术开发区实际情况, 因地制宜、面向客户, 探索泛在电力物联网在小区域内的实施策略, 提出可能遇到的关键问题。

1 智能电网

智能电网是指以特高压电网为骨架, 各电压等级的坚强电网为基础, 依托先进的信息通信技

术、现代传感技术和现代控制技术，高度集成、覆盖城乡的能源、电力、信息和综合服务体系，实现“多网合一，全面覆盖”的新型现代电网，拥有信息、能源的双重载体^[4-8]。智能电网结构如图 1 所示，其主要具备如下优点：

- 1) 灵活高效的能源配置，能够有效满足用户需求。
- 2) 安全可靠的输电网络，供电可靠性高，基本避免了大面积停电风险。
- 3) 覆盖面积广，传递能源及信息量大。

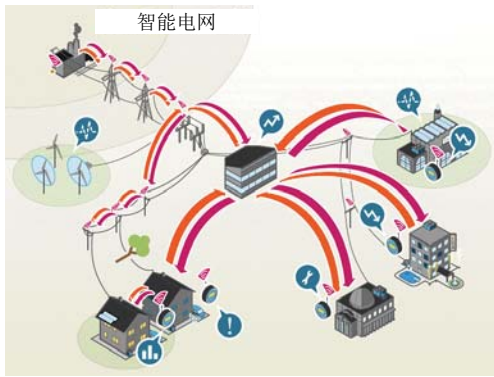


图 1 智能电网结构

Fig. 1 Smart grid architecture

2 泛在电力物联网

泛在电力物联网旨在将电力用户及其设备、电网企业及其设备、发电企业及其设备、供应商及其设备以及人和物连接起来，产生共享数据，为用户、电网企业、发电企业、政府和社会服务。以电网为枢纽，发挥平台和共享作用，为全行业 and 更多市场主体发展创造更大机遇，提供价值服务。泛在电力物联网将通过泛在感知、可靠通信和高性能信息处理及高级电力应用，实现电网各环节、全电压等级的“能量流、信息流、业务流”一体化融合，提升系统安全性和运行效率^[9-17]。同时汇集各方数据资源，通过应用大数据、云计算、物联网、人工智能、互联网+、区块链等现代先进的信息技术和 AI 技术，实现“源、网、荷”通信网络无缝连接，进而实现信息共享与互操作，全面提升电力系统的安全运行能力和资产管理、供电服务水平^[18-21]。泛在电力物联网总体体系架构分为感知层、网络层、平台层和应用层，如图 2 所示。

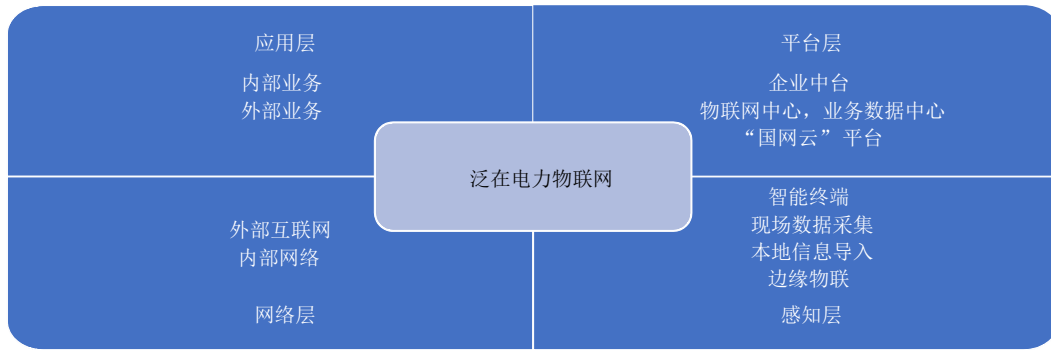


图 2 泛在电力物联网分层体系架构

Fig. 2 Hierarchical architecture of UPIoT

3 地市公司应用探索

传统电力公司在日常工作、研究中更多地倾向于维护和提高公司电力资产运行可靠性及效率。

- 1) 发电方面。主要包括新能源发电技术、分布式电源并网技术等。
- 2) 输变送电方面。主要包括特高压电网、远距离输电技术等。
- 3) 配用电方面。主要包括智能调度技术、配网自动化技术等。

以上部分协同运行、数据处理更多存在于电力公司内部系统。随着技术发展，电力公司越来越聚合，内部运行更智能化、自动化，但是对于外部政府、企业等用电客户，还是过于封闭，坚强智能电网建设，使得电网自身的电能质量、供电可靠性、环保约束、市场化发展适应性等各方面达到了一个比较高的标准。国家电网公司适时推出了泛在电力物联网建设，依托坚强智能电网，实现“源、网、荷、储”达到“人-人、人-物、物-物”在任何时间、任何地点实时互联，依托先

进传感技术、信息通信技术、先进控制技术等，充分满足用户电力需求，优化资源配置。

在地市供电公司层面,根据各区域不同情况,能够完全实现或部分实现“源、网、荷、储”全面感知,依托云计算、人工智能、边缘计算等技术,实现客户侧数据的互联互通,配合供电公司自身电网数据,通过大数据分析,及时给予电力客户分析结论和节能建议,同时还能为用户开展内部能效诊断,包括调整用能习惯、更换节能设备等方面的建议,提高整体用能水平。

北京经济技术开发区地处北京东南部,受北京独特的功能定位和政治因素影响,亦庄供电公司的发展重点放在了坚强的配电网建设和局属资产维护上。传统供电公司运营模式如图 3 所示。

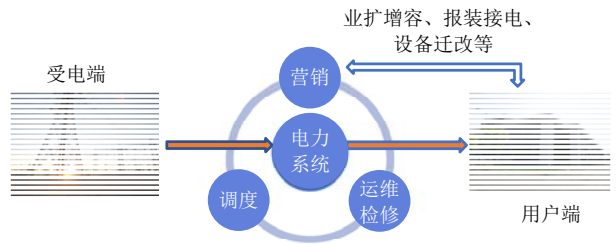


图 3 传统供电公司运营模式

Fig. 3 Operation mode of traditional power supply company

随着泛在电力物联网的提出和开发区大规模电动汽车的使用,亦庄供电公司实现“网”运维到“网、荷、储”的发展模式转变,如图 4 所示。数据中心将各方数据尤其是电力客户相关信息汇总后,可以开展相关大数据分析工作^[3],如图 5 所示。

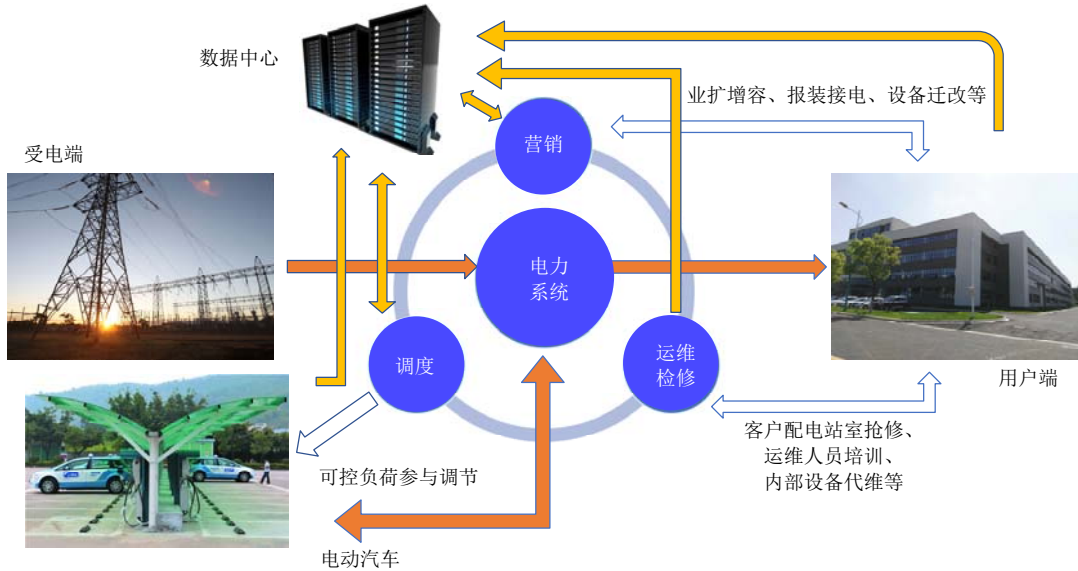


图 4 基于泛在电力物联网的供电公司运行模式

Fig. 4 Operating mode of power supply company based on UPIoT



图 5 用户用电行为分析框架

Fig. 5 Technical framework of customer electricity usage behavior analysis

4 电动汽车作为可控负荷的可行性

电动汽车与电网的互动可以等效为移动储能单元，储能具有充放电功能，利用电动汽车这一特性与电网进行双向互动的技术就是车辆到网(vehicle-to-grid, V2G)技术，V2G技术的出现使电动汽车不仅仅是作为可控负荷，而是作为独立的储能源参与电力竞争。文献[22]将电动汽车作为小型分布式移动储能单元，提出了一种优化控制方案。文献[23]研究了电动汽车聚类分析组合问题，建立常规机组成本与换电站充电负荷方差的组合优化目标函数，同时考虑了电网互动的机组和电动汽车组合问题，对其经济型进行了有效分析。文献[24]研究了电动汽车充放储一体化电站对电网的影响，通过PSCAD仿真验证了电动汽车充放储一体化电站对电网的削峰填谷作用。文献[25]提出了计及电动汽车集群的双层经济调度模型，分析了电动汽车与电网互动策略，制定了合理的充放电计划。

综上所述，通过对用户停驶习惯及充电特点进行大数据统计分析，并根据地区电网运行特点分类适当使用，结合经济补贴或奖励，能够给地区电力系统和车主带来双赢，同时，基于电动汽车的无线通信功能已相对成熟且得到广泛应用，基本具备控制条件。

5 风险防范

面向泛在电力物联网的局部应用探索，必须以确保电网的安全稳定运行和用户的可靠供电为前提。

1) 泛在电力物联网虽倡导万物互联、5G通信、云计算等前沿技术，但本质上依旧是提高清洁能源在电网中的比例，同时为客户提供稳定可靠的电力供应。

2) 泛在电力物联网以数据、通信为核心，在传统电网运行基础上，需要重视网络安全、工控设备安全、数据安全等新挑战。

3) 亦庄地区作为高新技术产业聚集地和科技成果转化承载地，新能源汽车比重较高，大规模

新能源汽车同时接入会对电网造成很大影响，电动汽车参与调峰调压应慎重。

6 结论

1) 建设泛在电力物联网，是发展清洁能源，发挥电网在能源汇集传输和转换利用中的枢纽作用，促进清洁低碳、安全高效的能源体系建设，为经济社会发展和人民美好生活提供安全、优质、可持续的能源电力供应的必要手段。

2) 随着泛在电力物联网的深入建设，属地供电公司能够为电力客户提供多元化服务，提高客户满意度。

3) 地市公司能够依托泛在电力物联网开展更多电力相关业务。

4) 泛在电力物联网的安全性、实用性、有效性是发展面临的首要问题。

参考文献

- [1] 陈麒宇. 泛在电力物联网实施策略研究[J]. 发电技术, 2019, 40(2): 99-106.
- [2] 丁伟强, 黄宏波, 曹静, 等. 面向泛在电力物联网的传输网发展分析[J]. 浙江电力, 2019, 38(12): 50-56.
- [3] 张亚健, 杨挺, 孟广雨. 泛在电力物联网在智能配电系统应用综述及展望[J]. 电力建设, 2019, 40(6): 1-12.
- [4] 孙宏斌. 泛在电力物联网将成能源互联网重要实践[EB/OL]. (2019-04-04)[2019-04-21]. http://www.cpnn.com.cn/zdyw/201904/t20190404_1128211.html.
- [5] Hongbin S, Qinglai G, Boming Z, et al. Integrated energy management system: concept, design, and demonstration in China[J]. IEEE Electrification Magazine, 2018, 6(2): 42-50.
- [6] Yu J, Shen X, Sun H B. Economic dispatch for regional integrated energy system with district heating network under stochastic demand[J]. IEEE Access, 2019(7): 46659-46667.
- [7] Wang W L, Wang D, Jia H J, et al. Review of steady-state analysis of typical regional integrated energy system under the background of energy internet[J]. Proceedings of the CSEE, 2016, 36(12): 3292-3305.
- [8] Wang D, Liu L, Jia H J, et al. Review of key problems related to integrated energy distribution systems

- [J]. CSEE Journal of Power and Energy Systems, 2018, 4(2): 130-145.
- [9] Huang A Q, Crow M L, Heydt G T, et al. The future renewable electric energy delivery and management (FREEDM) system: the energy internet[J]. Proceedings of the IEEE, 2010, 99(1): 133-148.
- [10] Su W, Huang A Q. A game theoretic framework for a next-generation retail electricity market with high penetration of distributed residential electricity suppliers[J]. Applied Energy, 2014, 119(C): 341-350.
- [11] Zhou K, Yang S, Zhen S. Energy internet: the business perspective[J]. Applied Energy, 2016, 178: 212-222.
- [12] 艾芊, 郝然. 多能互补、集成优化能源系统关键技术及挑战[J]. 电力系统自动化, 2018, 42(4): 2-10.
- [13] 陈永波, 汤奕, 艾鑫伟, 等. 基于 LPWAN 技术的能源电力物联网[C]//电力行业信息化年会论文集. 天津, 2016: 456.
- [14] 陶莉, 刘景祥, 朱小光. 基于 LPWAN 的电力数据采集系统设计[J]. 电气技术, 2018, 19(8): 110-115.
- [15] 夏旭, 朱雪田, 梅承力, 等. 5G 切片在电力物联网中的研究和实践[J]. 移动通信, 2019(1): 69-75.
- [16] 程琳琳. 5G 电力切片适配电网需求, 未来将继续加深合作[J]. 通信世界, 2018(21): 37.
- [17] 程子华, 陈鹏良, 张锐, 等. 基于“五位一体”的电网资产实物“ID”建设及应用[J]. 管理观察, 2018(30): 32-34.
- [18] 寇伟. 公司全面部署泛在电力物联网建设[EB/OL]. [2019-04-21]. http://www.sgcc.com.cn/html/sgcc_main/col2017021449/2019-03/09/20190309185902979893183_1.shtml.
- [19] 杨秀媛, 裘微江, 金鑫城, 等. 改进 K 近邻算法在风功率预测及风水协同运行中的应用[J]. 电网技术, 2018, 42(3): 772-778.
- [20] 邬晓韬. 基于大数据技术的电网能源智能调配应用研究[J]. 电网与清洁能源, 2019, 35(10): 23-27.
- [21] 郝方舟, 孙奇珍, 沈超, 等. 基于高维随机矩阵的配电网用户侧用电行为分析[J]. 广东电力, 2019, 32(11): 111-119.
- [22] 李志伟, 赵书强, 刘应梅. 电动汽车分布式储能控制策略及应用[J]. 电网技术, 2016, 40(2): 442-450.
- [23] Martins J F, Pires V F, Gomes L, et al. Plug-in electric vehicles integration with renewable energy building facility-building vehicle interface[C]//IEEE International Conference on Power Engineering, Energy and Electrical Drives. Lisbon: Portugal, 2009: 202-205.
- [24] Li Z, Yu F R, Bin N, et al. Stochastic charging management for plug-in electric vehicles in smart microgrids fueled by renewable energy sources[C]//IEEE Online Conference on Green Communications. New York: IEEE, 2011: 7-12.
- [25] 刘超. 计及电动汽车最优时空分布的分级调度模型研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2014.

收稿日期: 2019-07-13。

作者简介:



金鑫城

金鑫城(1992), 男, 硕士, 助理工程师, 研究方向为含新能源的电力系统分析与规划, 397312585@qq.com;



孙浩睿

孙浩睿(1996), 男, 助理工程师, 主要从事区域电网建设与规划相关工作, 1065417483@qq.com。

(责任编辑 辛培裕)