

Application Analysis of 5G Network Slicing Technology in Energy Internet

Delong Yang¹, Sachula Meng¹, Huixia Ding¹, Zhihui Wang¹, Ying Xin²

¹China Electric Power Research Institute Co., Ltd., Beijing

²School of Information and Communication Engineering, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing

Email: yangdelong@epri.sgcc.com.cn

Received: Nov. 21st, 2018; accepted: Dec. 2nd, 2018; published: Dec. 12th, 2018

Abstract

With the development of the global energy Internet, there is a huge demand for wide-area interconnection of energy and power grids. A stable, reliable and economical communication network is an important guarantee for the realization of the global energy Internet concept and strategic objectives. Network slicing has been dealt as a core technology in the fifth generation of communication for its excellent performance on meeting the diversified network needs. This paper studies the business requirements and applications of 5G (The Fifth Generation, 5G) network slicing technology under the background of the development of energy Internet, and proposes three scenarios of application exploration based on 5G network slicing technology in energy Internet.

Keywords

5G, Network Slicing Technology, Energy Internet

5G网络切片技术能源互联网应用分析

杨德龙¹, 孟萨出拉¹, 丁慧霞¹, 王智慧¹, 辛颖²

¹中国电力科学研究院有限公司, 北京

²北京邮电大学信息与通信工程学院, 北京

Email: yangdelong@epri.sgcc.com.cn

收稿日期: 2018年11月21日; 录用日期: 2018年12月2日; 发布日期: 2018年12月12日

摘要

在全球能源互联网发展的背景下, 能源、电网广域互联的需求巨大, 全球范围内稳定、可靠、经济的通

信网络是实现全球能源互联网构想和战略目标的重要保障。为了满足未来全球能源互联网的不断增长的业务需求, 5G (The Fifth Generation, 5G)网络切片技术成为满足多样化网络需求的有效手段。本文研究 5G (The Fifth Generation, 5G)网络切片技术在能源互联网发展背景下的业务需求及应用, 并提出在能源互联网中基于5G网络切片技术的三大场景应用分析。

关键词

5G, 网络切片技术, 能源互联网

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着第四代移动通信(The Fourth Generation, 4G)网络的标准化和不断成熟, 第五代移动通信(The Fifth Generation, 5G)系统的研究在国内外已经展开。为了应对未来网络流量的爆炸性增长, 5G 网络应能够同时支持多样化的服务需求, 以满足不同服务对网络吞吐量、延迟、数量和可靠性等指标要求。根据国际电信联盟(International Telecommunication Union, ITU)对未来 5G 网络的研究规划, 5G 网络需要具有高带宽以承载虚拟现实、超高清视频和其他服务。同时 5G 网络需要提供海量连接和超低时延以更好的服务车联网业务、工业制造等。

不同的应用场景对网络功能、系统性能、安全性、用户体验等有不同的要求。如果使用同一网络提供服务, 网络势必会非常复杂、繁琐, 而且还会造成高额的网络维护费用。相反, 如果对不同服务需求的不同业务提供专有网络, 而且专有网络仅包含此类业务所需的功能, 则该业务的服务效率将大大提高, 网络性能也会得保障。这将会保证应用程序方案所需的网络性能, 网络的操作和维护也会变得简单。这个专有网络是 5G 切片的一个例子。

5G 网络片将现有网络进行分割, 形成独立的逻辑网络, 为差异化业务提供定制服务。根据不同的服务质量要求, 通过分配相应的网络功能和网络资源, 实现 5G 架构的实例化。5G 网络片的逻辑网络是网络功能资源和这些网络功能配置的集合。这个逻辑网络包含满足特定业务需求的网络特征。

作为 5G 网络的关键技术之一, 网络切片通过网络虚拟化技术将网络中的各种物理资源抽象为虚拟资源。其中, 虚拟资源可以分为两类, 一类是被特定切片使用的独占资源, 另一类是被多个切片同时使用的共享资源。在网络切片的实例化过程中, 首先对网络中的相关网元进行切片, 进行业务适配, 然后根据业务需求和当前网络资源情况配置专属资源和共享资源。通过分配资源, 可以实现网络片中的虚拟网络功能和接口的实例化和服务编排, 即创建切片。网络切片通过网络功能虚拟化(NFV)和软件定义网络(SDN)部署, 以提供多样化和个性化的网络服务。其中, 片间隔离保证了网络间的安全, 而按需资源的分配和再分配过程实现了网络资源利用的优化, 提高了片间资源的共享和利用。网络切片整体架构是由基础设施, 管理层及运行在基础设施之上的切片实例组成, 如图 1 所示。

从标准上, 国内外各个标准组织已经开启启动网络切片的标准化工作。目前 ITU 早在 2014 年 10 月提出了“IMT-2020”(即 5G)工作时间表, 主要研究 5G 关键需求和解决方案[1]。为了高效的支撑各种业务, ITU 期望通过网络软件化技术, 如 SDN、NFV 等, 在通信基础设施上提供网络切片能力, 为各种业务提供服务, 满足各种需求。下一代移动通信网(Next Generation Mobile Network, NGMN)在 2015 年, 针

对未来多垂直行业应用，给出了 5G 可能的应用场景和关键绩效指标(Key Performance Indicator, KPI)需求 [2]。

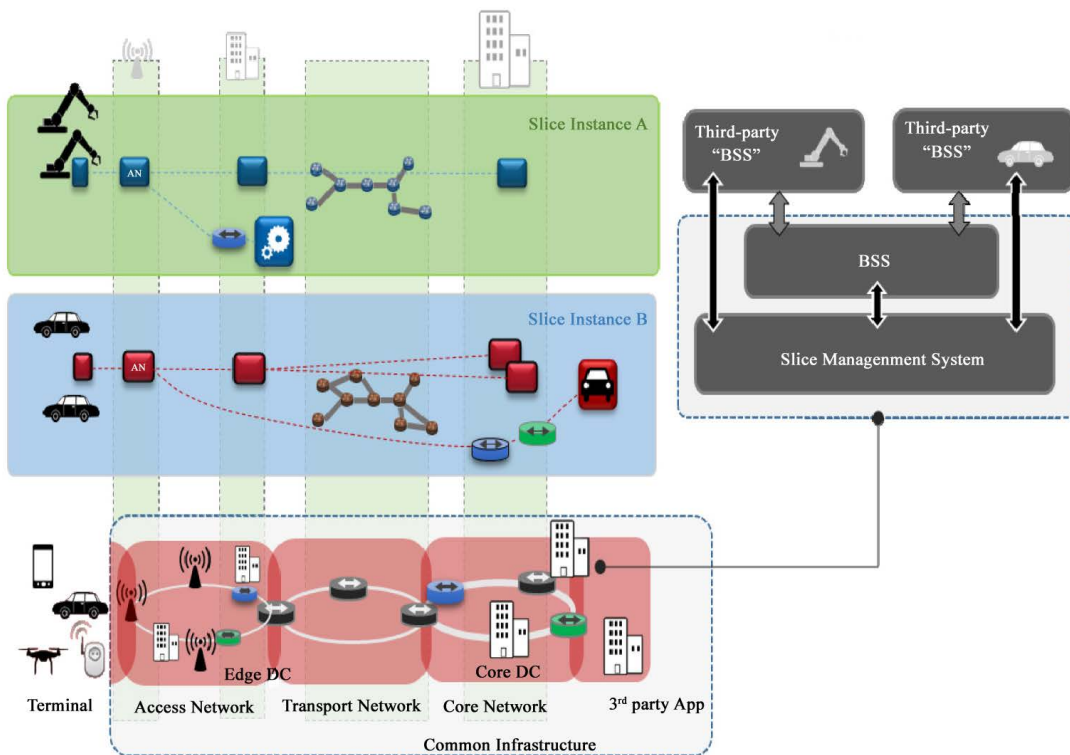


Figure 1. The overall architecture of network slicing
图 1. 网络切片整体架构

第三代合作伙伴项目(The Third Generation Partnership Project, 3GPP)已经启动 5G 网络切片的关键技术的研究，在切片的关键技术方面，3GPP 主要研究网络切片中的网络功能定义及优化、切片的选择、切片的漫游、网络切片的生成和管理等[3]。其中独立组网(Standalone, SA) 1 定义网络切片的需求、SA2 定义网络架构、SA5 定义网络切片管理和编排的解决方案。无线接入网(Radio Access Network, RAN) 1 和 RAN2 定义无线接入网对网络切片的支持规范[4]。

2. 能源互联网典型业务场景需求分析

能源互联网是一种在现有电网基础上，通过先进的电力电子技术和信息技术，融合了大量分布式可再生能源发电装置和分布式储能装置，能够实现能量和信息双向流动的电力对等互联共享网络[5]。图 2 为基于该理念的能源互联网示意图。

从作为垂直行业客户的电网行业角度来说，5G 网络切片的技术特性对于承载面向电网的无线业务应用具备切片可定制化、切片间安全可靠隔离及切片统一管理的特点，并且具备快速组网、高效经济的优势，在电力系统中具备广阔应用前景[7]。

能源互联网是把一个集中式、单向、生产者控制的电网，转变成大量分布式辅助、较少集中式和与更多的消费者互动的电网。而智能电网的研究与发展成为探索能源互联网的关键一环。智能电网，就是电网的智能化，它是建立在集成的、高速双向通信网络的基础上，通过控制、传感、测量、设备、决策支持系统等技术实现电网的可靠、安全、经济、高效、环境友好和使用安全的目标[6]。

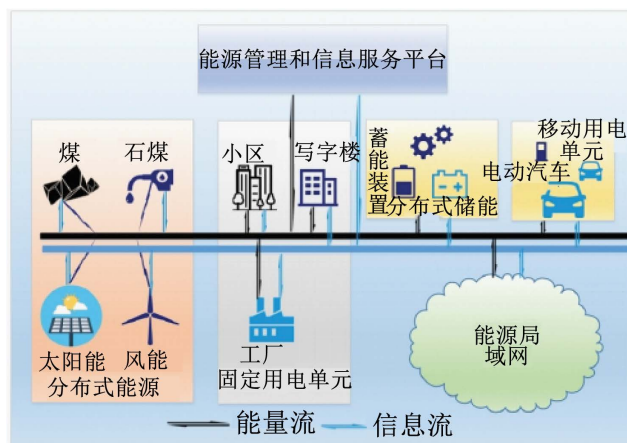


Figure 2. Energy internet diagram
图 2. 能源互联网示意图

电力系统主要包括 5 个环节：发电、变电、输电、配电和用电，其典型业务场景与通信网络需求如下表 1 所示。

Table 1. The key network requirements for smart grid typical business scenarios

表 1. 智能电网典型业务场景的关键网络需求

业务场景	通信时延需求	可靠性需求	带宽需求	终端量级	业务频次	业务隔离需求
配电自动化	毫秒级~秒级	高	低	中	中~高	高
用电信息采集	秒级~分钟级	中	低	海量接入	低~高	低
电动汽车充电桩	秒级	中	低	准海量接入	中	低
分布式电源	秒级	高	低	海量接入	中	低
精准负荷控制	毫秒级	高	低	中	低~中	高

从作为垂直行业客户的电网行业角度来说，5G 网络切片的技术特性对于承载面向电网的无线业务应用具备切片可定制化、切片间安全可靠隔离及切片统一管理的特点，并且具备快速组网、高效经济的优势，在电力系统中具备广阔应用前景[7]。

3. 5G 网络切片在智能电网中的应用分析

为了适配未来不同服务的需求，5G 网络被寄予了非常高的期望。未来 5G 网络的能力与系统架构的设计有关。5G 系统架构的设计会直接影响未来网络的性能[8]。未来网络技术随着虚拟化技术的发展，将逐步实现底层的虚拟化，从而发挥虚拟化技术的最大优势。ITU 将 5G 时代的业务归纳成三种典型的类型，移动超宽带业务(Enhance Mobile Broadband, eMBB) [视频业务]、超高可靠性低时延业务(Ultra Reliable and Low Latency Communication, URLLC) [控制类业务]和大规模物联网(Massive Machine Type Communication, mMTC) [用户采集类]。

eMBB 切片，该应用场景主要包括广域覆盖和高用户密集度的热点区域，特点是不需要特别的服务质量(Quality of Service, QoS)保障，需要尽可能大的带宽，实现极致的流量吞吐，并尽可能降低时延[9]。优化目标为最小化物理资源消耗，保证较高的吞吐率[10]。

mMTC 切片，该应用场景主要是海量设备连接，设备间传输容量相对较低的非延迟敏感数据，特点是需要较高的数据处理能力及较低的阻塞率[11]。优化目标为最小化链路带宽的资源消耗，来避免传输数据发生阻塞[12]。

uRLLC 切片, 该应用场景主要对吞吐量及时延有比较严苛的要求, 比如远程医疗及交通安全等, 特点是严格的 QoS 保障, 低传输时延要求。优化目标为最小化链路传输跳数, 来降低传输时延[13]。根据 ITU 归纳的 5G 典型业务类型, 5G 网络切片在智能电网中具有以下三个潜在应用场景如图 3 所示:

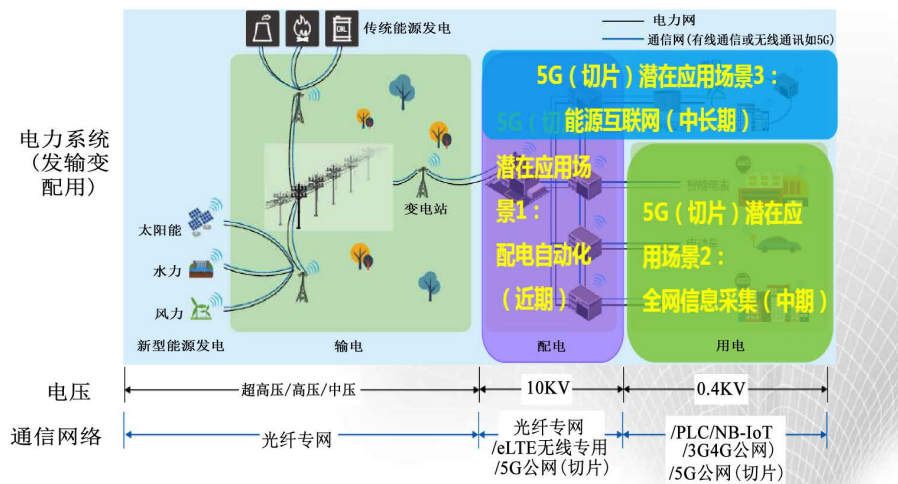


Figure 3. Power system and 5G network slicing potential application scenarios
图 3. 电网系统及 5G 切片潜在应用场景

从业务特征来看: 上述智能电网典型业务场景可以分为两类典型的切片业务需求。工业控制类业务: 典型代表: 配电自动化、精准负荷控制。典型切片类型: URLLC。信息采集类业务: 典型代表: 用电信息采集、电动汽车充电站/桩。典型切片类型: mMTC。

从业务部署来看: 5G 不仅能够使能全新的电网工控类业务, 还能够完美的继承现有通过 2/3/4G 公网支撑的信息采集类业务, 从而实现电网内部多切片混合组网、统一管理、统一运维, 有效帮助电网客户节省运营成本(Operating Expense, OPEX) [14]。

综上所述, 电力无线业务需求可分为控制类、采集类、移动应用类, 承载包括配电自动化、用电信息采集、精准负荷控制、视频监控、移动作业等业务, 最低时延为 10 ms 级, 带宽需求低于 2 M [15]。目前, 公司建设的基于长期演进(Long Term Evolution, LTE)的 4G 无线专网已基本可以满足业务的接入需求。未来随着智能电网发展, 大连接、低时延、高可靠、大带宽的业务需求对无线网络提出了更高的要求。未来电力业务的发展, 物联网业务及宽带业务并存, 与 5G 业务发展趋势一致, 具有海量终端接入、低时延、高可靠、高安全等特征。

4. 总结

通过 5G 切片来实现智能电网业务, 本质上是将运营商的基础设施以共享方式提供, 而电力公司以独立运营方式使用, 这将极大提升基础设施的效率, 同时保障了电网业务高可靠性的要求, 这种模式必将逐步形成以电力公司为代表的各垂直领域与运营商多赢合作的新的商业模式。同时为了在国际竞争中获得主动, 我国需要尽快以当前国际标准为基础, 积极开展网络切片技术的研究和开发, 推动 5G 网络切片技术研发, 验证 5G 网络切片技术方案设计, 促进全球统一的 5G 网络切片国际标准形成, 树立我国在 5G 技术上的国际影响力。

基金项目

中国电科院创新基金项目(524200180006)。

参考文献

- [1] ITU-RM [IMT.VISION] (2015) IMT-Vision-Framework and Overall Objectives of the Future Development of IMT for 2020 and beyond: M. 2083-0.
- [2] NGMN Alliance (2015) 5G White Paper.
- [3] ECC. 边缘计算产业联盟白皮书[R], 2016.
- [4] 3GPP (2016) Study on Architecture for Next Generation System: TR23.799.
- [5] 安琪, 刘艳萍, 孙茜, 等. 基于 SDN 与 NFV 的网络切片架构[J]. 电信科学, 2016, 32(11): 119-126.
- [6] Klas, G.I. (2015) Fog Computing and Mobile Edge Cloud Gain Momentum Open Fog Consortium, ETSI MEC and Cloudlets. <http://yucianga.info/?p=938>.
- [7] Wang, C.C., Lin, Z.N., Yang, S.R., *et al.* (2017) Mobile Edge Computing-Enabled Channel-Aware Video Streaming for 4G LTE. 2017 13th International Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC), Valencia, 26-30 June 2017, 564-569. <https://doi.org/10.1109/IWCMC.2017.7986347>
- [8] Peng, M.G. and Zhang, K.C. (2016) Recent Advances in Fog Radio Access Networks: Performance Analysis and Radio Resource Allocation. *IEEE Access*, **4**, 5003-5009. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2016.2603996>
- [9] Oriol, S., Jordi, R., Ramon, F., *et al.* (2017) On Radio Access Network Slicing from a Radio Resource Management Perspective. *IEEE Wireless Communications*, **99**, 2-10.
- [10] Hu, J., Yang, L.L., Poor, H.V., *et al.* (2015) Bridging the Social and Wireless Networking Divide: Information Dissemination in Integrated Cellular and Opportunistic Networks. *IEEE Access*, **3**, 1809-1848. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2015.2477307>
- [11] Zhou, X., Li, R., Chen, T., *et al.* (2016) Network Slicing as a Service: Enabling Enterprises' Own Software-Defined Cellular Networks. *IEEE Communications Magazine*, **54**, 146-153. <https://doi.org/10.1109/MCOM.2016.7509393>
- [12] Foukas, X., Patounas, G., Elmokashfi, A., *et al.* (2017) Network Slicing in 5G: Survey and Challenges. *IEEE Communications Magazine*, **55**, 94-100. <https://doi.org/10.1109/MCOM.2017.1600951>
- [13] Rost, P., Banchs, A., Berberana, I., *et al.* (2016) Mobile Network Architecture Evolution toward 5G. *IEEE Communications Magazine*, **54**, 84-91. <https://doi.org/10.1109/MCOM.2016.7470940>
- [14] Costa-Perez, X., Swetina, J., Guo, T., *et al.* (2013) Radio Access Network Virtualization for Future Mobile Carrier Networks. *IEEE Communications Magazine*, **51**, 27-35. <https://doi.org/10.1109/MCOM.2013.6553675>
- [15] Rost, P., Mannweiler, C., Michalopoulos, D.S., *et al.* (2017) Network Slicing to Enable Scalability and Flexibility in 5G Mobile Networks. *IEEE Communications Magazine*, **55**, 72-79. <https://doi.org/10.1109/MCOM.2017.1600920>

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2163-3983, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hjwc@hanspub.org