

# 融合设计: 5G 赋能泛在电力物联网的催化剂

## Fusion Design: Catalyst of 5G for Enabling Ubiquitous Grid Internet of Things

成聿伦<sup>1,2</sup>, 朱晨鸣<sup>2</sup> (1. 南京邮电大学, 江苏 南京 210003; 2. 中通服咨询设计研究院有限公司, 江苏 南京 210019)

Cheng Yulun<sup>1,2</sup>, Zhu Chenming<sup>2</sup> (1. Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China; 2. China Information Consulting and Designing Institute Co., Ltd., Nanjing 210019, China)

### 摘要:

电力通信网络是保障电网安全运行的重要手段。5G 的到来, 为现有电力通信网络向泛在电力物联网演进提供了关键技术。从电力通信网络演进面临的困难出发, 讨论了泛在电力物联网的技术特点、网络架构, 系统分析了其与 5G 的技术契合度, 在此基础上, 详细分析了融合设计在有效提升资源效用、降低建设成本、提升网络耦合度方面发挥的积极作用, 是一种值得探索和实践的建设思路。

### 关键词:

5G; 泛在电力物联网; 网络切片; 融合设计  
doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2021.07.012  
文章编号: 1007-3043(2021)07-0048-03  
中图分类号: TN929.5  
文献标识码: A  
开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

### Abstract:

Grid communication network is an important means to ensure the safe operation of power grid. The arrival of 5G provides key technology for the evolution of existing power communication network to ubiquitous grid internet of things. Starting from the difficulties in the evolution of power communication network, it discusses the technical characteristics and network architecture of ubiquitous grid internet of things, and systematically analyzes its technical compatibility with 5G. On this basis, the positive role of fusion design is analyzed in detail in effectively improving resource utility, reducing construction cost and enhancing network coupling degree, which is worth exploring in practical construction.

### Keywords:

5G; Ubiquitous grid internet of things; Network slice; Fusion design

**引用格式:** 成聿伦, 朱晨鸣. 融合设计: 5G 赋能泛在电力物联网的催化剂[J]. 邮电设计技术, 2021(7): 48-50.

## 0 前言

电力通信网络是保障电网安全运行的重要手段, 随着经济社会的不断发展, 迫切需要现有电力通信网络向泛在电力物联网演进, 以支撑我国电网实现信息化、智能化。同时, 随着绿色发展理念在电力领域的不断推进, 电力生产对于通信网络提出了新的需求。

a) 海量分布式接入。

- b) 设备连接种类与数量爆炸式增长。
- c) 时延、可靠性要求提升。

## 1 泛在电力物联网

泛在电力物联网是物联网技术在电力领域的一种具体应用形式, 通过将所有和电相关的事物和设备进行互联互通, 实现电力和信息的高效交互。

### 1.1 泛在电力物联网的网络架构

泛在电力物联网的网络架构包括感知层、网络层、平台层和应用层(见图1)。感知层通过海量且种类繁多的传感器, 实现对发电、输电、配电、变电、用电等各个环节中的实物和设备状态数据的同源采集。比如现

**基金项目:** 国家自然科学基金资助项目(61601238); 中国博士后科学基金资助项目(2019M773)

**收稿日期:** 2021-06-16

在的智能电表,就属于配电环节的一种传感器,能够采集感知用户的用电数据。网络层通过中间件、适配等技术,将各种不同类型、不同技术制式、不同协议的传感器接入,从而实现采集数据的上传。网络层通常具有强大的异构网络融合接入和适配能力,比如4G/5G、Wi-Fi、Bluetooth、ZigBee、LoRa、NB-IoT等传感器接入技术。平台层主要利用大数据、云计算、人工智能等技术,通过标准化的数据中心服务模式和虚拟网络切片对网络层传输的数据进行存储、处理以及资源分配。应用层通过电力和信息的互联互通,为电网运行、资源匹配、用户交互等提供各种智慧服务接口。

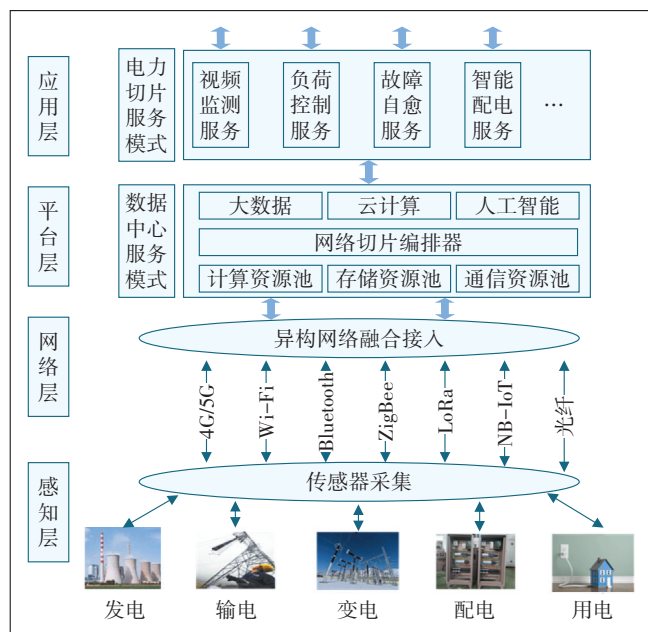


图1 泛在电力物联网的网络架构

## 1.2 泛在电力物联网的特性

泛在电力物联网的特性主要有以下4点。

a) 泛在性。泛在性体现在2方面,一是指泛在电力物联网连接着海量电力相关设备和实体,使得连接无处不在。二是指现有的电力网、通信网、业务支撑网等网络均属于泛在电力物联网的一部分,同时也是其服务对象。

b) 异构性。泛在电力物联网连接了电力万物,这其中不仅包含发电、输电、配电等生产设备,还包括家用电器设备、环境感知设备,这些设备遍及了专用与通用、强电与弱电、有线与无线、可靠性高与低等等,差异极大。

c) 开放性。泛在电力物联网的平台层基于数据中心服务模式和软件定义架构,向外提供服务接口,因

此服务对象不仅包含电网企业,还能面向政府、用户、用电主体等提供定制服务,从而创造新的价值。

d) 创新性。泛在电力物联网首次实现了全流程、大规模、细颗粒度的数据采集,可以提供精确全面的网络与用户状态信息,能够支撑所有参与者进行全新的业务、运营模式以及商业生态创新。

## 2 与泛在电力物联网建设需求高度契合

5G的通信特点是高速率、广连接、高可靠性、低延时以及低功耗,这些特点不仅仅取决于物理层技术的飞跃,比如大规模MIMO、NOMA的应用,而是以可软件定义、以网络切片的形式结合应用场景来展现。5G通信特点与泛在电力物联网建设需求高度契合。

a) 电力网络规模不断扩大,产生海量实时测量和监测数据,而5G的高速率可以为其提供传输能力。

b) 现网拥有超大规模电力智能终端和设备,5G的广连接可以有效满足上述大连接、窄带的互联需求。

c) 电力系统的可靠性要求较高,而5G的高可靠性对提高电网可靠性具有重要意义。

d) 电力系统中的控制和调度对时延极其敏感,而5G的时延可控制到毫秒级,能够满足电网的技术指标。

e) 泛在电力物联网需要大量无源传感器收集数据,而5G的低功耗可以有效解决设备能源供应。

电力网络不同于通信网络,具有业务多、杂,颗粒小,隔离性差异大等特点,不同的业务对通信时延、可靠性、带宽、业务隔离的要求差异非常大,传统单一的通信网络无法满足。而5G的一大特点是核心网的软件可编程、可定义,根据应用场景,将资源整合成具有不同通信能力组合的虚拟网络切片,每个切片可按需定制独立的生命周期,面向不同业务特点按需构建相互隔离的网络实例。5G切片具有以下特点。

a) 端到端的服务等级保障。可提供不同的通信能力组合。

b) 业务隔离。可以实现不同业务与不同层级间的有效隔离。

c) 功能按需定制、动态编排。有效提升网络资源效率。

由此可见,5G通过切片的方式可满足泛在电力物联网业务多样性的需求。

5G切片根据应用场景主要分为三大类。

a) 增强移动带宽切片(eMBB)。主要针对大流

量、高带宽需求。典型电网应用主要是数据采集类业务,包括配电房视频综合监控、变电站机器人巡检、输电线路无人机巡检等。

b) 大规模机器通信类切片(mMTC)。主要针对物联网中的海量设备与实体间的连接和通信需求。典型电网应用主要是控制类业务,包括分布式能源调控、充电桩接入与监测、用电量感知等。

c) 超高可靠性超低时延切片(uRLLC)。主要满足对时延和可靠性都特别敏感的业务。典型电网应用主要是控制类业务,包括分布式配电自动化、精准负荷控制、用电负荷响应等。

### 3 融合设计:助力5G 赋能泛在电力物联网

电力网络具有覆盖范围广袤、新兴能源站点分散等特点,而受频段制式所限,5G 单基站覆盖范围远小于4G,因此,利用5G 大规模地建设泛在电力物联网,需要解决巨大的建设和维护成本问题。融合设计旨在最大限度地电力行业和通信行业实施跨行业基础设施的共享共建,通过在5G 网络的基站、供电、线路、传输、交换等工程环节中,充分利用电力塔杆、站点、新兴能源供电等丰富的存量资源,来因地制宜地建设泛在电力物联网,能够有效减少对土地、通信铁塔等重资产的消耗,避免重复投资、重复建设。

#### 3.1 融合设计赋予电力资源的新价值

通过融合设计将5G 建设融合到存量电力资源上,会为其赋予以下新价值。

a) 资源复用价值。通过在电力塔杆、站点增加5G 通信资源,可以大大提升站点的空间复用价值,通过电力设备和通信设备的空间融合化建设,实现资源优化配置,并为跨行业业务融合提供支持。

b) 高速信息价值。将5G 天线、分布式边缘计算中心等网元融入电力站点,将赋予站点高速双向交互、计算等能力,可以实现工业级的精准控制、细微感知等新兴应用。

c) 效益价值。电力站点通过融合设计,利用5G 可以实现对海量分布式新能源发电站的能源接入和控制,提高新能源吸收率,从而降低电网企业扩容成本。

#### 3.2 融合设计实例

融合设计在5G 与泛在电力物联网的建设实践中已得到初步应用和实践。比如2019年7月16日,国内首个联网运营的多站融合站点在重庆沙沟变电站建成投产。该站点采用融合设计理念,利用变电站的空间

资源,配置了多种定制机柜,并充分改造了已有的电池储能设备,将变电站、数据中心、5G NR DU等功能集于一身,实现了电力站点和通信站点的初步融合,有效提升了站点资源效率。

### 4 融合设计策略

融合设计不仅是将5G 通信设备与电力站点简单叠加,未来将要在架构、硬件、软件以及业务设计上实现高度统一、高度适配、实用高效的融合。

a) 架构融合。由于泛在电力物联网具有极强的行业属性,其5G 网络的建设不同于传统的通信网络。要在能源电力行业属性的基础上,将5G 架构和服务模式进行改造和适配,使其融合到泛在电力物联网架构中。

b) 硬件融合。电力站点分布多种多样,特别是新兴能源站点,这与通信网络成环、网状网的特点不同。在设计时,需要基于电力站点的拓扑结构来设计相应的5G 网络结构,以有效平衡性能与成本。

c) 软件融合。5G 的切片编排、组合需要根据特定的电力应用场景对通信各个指标的需求以及站点资源情况进行融合设计,以提高资源效率。

d) 业务融合。随着5G 和泛在电力物联网的融合,供电方和用电方双向数据交换和感应成为可能,因此需要在业务流程设计上将电力与通信进行融合,以培育相应的新兴业务。

#### 参考文献:

- [1] 梁云,黄莉,侯兴哲,等. 配电网CPS的通信需求和网络资源分配方案探讨[J]. 中国电力,2019(1):32-39.
- [2] 武平,郭巍,晋春杰,等. 浅谈我国电力与能源现状及解决途径[J]. 电气技术,2018(5):1-4.
- [3] 冯利虎,易永辉,时谊,等. 新能源监控系统海量终端接入技术研究[J]. 自动化仪表,2018(11):52-55.
- [4] 廖一名,王鑫,李珊君. 基于业务临近度的电力通信网脆弱性分析[J]. 现代电子技术,2018(9):131-136.
- [5] 杨挺,翟峰,赵英杰,等. 泛在电力物联网释义与研究展望[J]. 电力系统自动化,2019(13):9-20.

#### 作者简介:

成聿伦,博士,主要从事无线网络虚拟化、物联网、5G 网络研究等工作;朱晨鸣,中通服咨询设计研究院有限公司总工程师,教授级高级工程师,主要负责无线网络规划、5G 应用、技术演进等研究工作。

