

基于5G网络切片技术的农网智能监控传输应用

及翠婷,王佳君

(国网河北省电力有限公司信息通信分公司,河北 石家庄 050021)

摘要:基于5G(5th-Generation,第五代移动通信技术)网络背景,根据电网差异化场景定制、多种类数据承载需求,以网络切片架构原理和实现技术为起点,重点针对农村网络(农网)智能监控中覆盖范围存在盲区、信息传输无法实时同步、视频清晰度欠佳等常见问题,提出一种多元化信息的切片传输方案,详细阐述方案原理架构及实现思路。通过对新方案应用下的农网在传输速率、画面质量、传输延时、网络吞吐量、覆盖范围等指标的具体分析,最终证实基于网络切片技术的农网传输承载方案,在网络的稳定性、安全性、有效性等方面有着更优的应用效果。

关键词:差异化场景;农网;智能监控;多元化;切片;网络吞吐量

中图分类号: TN929.5 ; TM76 **文献标志码:** B **文章编号:** 1001-9898(2021)01-0015-04

Application of Rural Grid Intelligent Monitoring Transmission Based on 5G Network Slicing Technology

Ji Cuiting, WANG Jiajun

(State Grid Hebei Electric Power Co., Ltd. Information & Telecommunication Branch, Shijiazhuang 050021, China)

Abstract: In the context of 5G (5th generation, 5th generation mobile communication technology), in this paper, the customization of grid differentiation scenarios as well as the demand for multi-information carrying are studied in detail. Taking the principle of network slicing architecture and implementation technology as a starting point, and focusing on the common problems, such as the blind areas of coverage in the intelligent monitoring of rural networks, the inability of real-time transmission, and the poor video clarity problems, this paper puts forward a multi-information slicing transmission scheme, elaborating on the scheme principle architecture and implementation ideas meticulously. Through specific analysis of the indicators, such as transmission rate, video quality, transmission delay, network throughput and monitoring coverage, it is finally confirmed that, applying the new scheme to rural grid, we can achieve a more optimal application effect in terms of the stability, safety and effectiveness.

Key words: differentiation scenarios; rural grid; intelligent monitoring; multi-information; network slicing; network throughput

0 引言

随着智能电网与物联网的深度融合发展,大容量、低时延、高速率、海量接入的业务特性,以及多元化集成信息的承载传输,成为电网智能化升级的高级需求,而5G的到来则为实现以上需求带来了可能。5G的高速率可为海量数据的传输提供强有力支撑,低时延技术可以实现电力业务的毫秒级精准控制^[1]。在5G时代,电力和信息将更好地实现互联互通,5G网络承载电力多元化业务的可行性也将被进一步拓展。

农网领域涉及千百种差异化场景,其承载的数据信息兼具海量、复杂特性,且涉及声音、图像、视频等多元信息的融合传输,因此,对于网络资源、系统性能、用户体验等需求各式各样。如按传统的思路构建多个专网来传输,势必造成基础设施和网络功能的巨大浪费;若基于传统的单一网络同时为多个差异化业务提供服务,又会导致一系列诸如体验效果差、管理能效低、网络架构复杂、运维支持难等问题。因此提出了一种基于5G网络切片技术的农网多元信息传输的切片方案,实现网络资源的按需分配使用。

收稿日期:2020-07-06

作者简介:及翠婷(1990—),女,工程师,主要从事信息通信技术研究、信息系统运行维护工作。

1 网络切片需求分析

5G网络共定义了eMBB(Enhanced Mobile Broadband,增强型移动宽带)、mMTC(Massive Machine Type Communications,大规模机器类型通信)、uRLLC(Ultra-reliable and Low-latency Communications,超可靠、低时延通信)三大基础应用场景,且在多媒体、智慧城市、人工智能等多种领域已有广泛涉及和成熟应用。电网场景的信息传输需求均可基于5G网络中的三大基础场景的加权组合实现。为进一步满足电网多元化融合业务承载需求,需要更加实时、可靠、高效的通信网络来坚强支撑,5G中的“网络切片”技术具备十分灵活的差异化业务服务能力,且网络资源全过程可见、全方位可控,能促进电网运营成本再降低,技术应用再创新。

2 网络切片架构及分片技术

2.1 架构原理

网络切片的整体架构见图1。

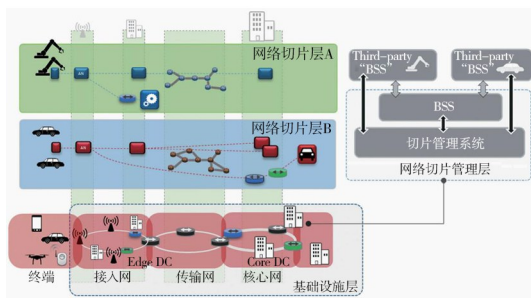


图1 5G网络切片架构

基础设施层提供所需的资源和基础;网络切片层基于基础设施层构建,聚合所需的网络功能以形成端到端的逻辑虚拟网络,每张端到端的虚拟网络均由接入网、传输网、核心网3种子切片构成,以便实现一张物理网络资源的整体虚拟切割;切片管理层用于网络切片从“准备、试运行、实施、下线”四阶段全生命周期的管理。其中,“准备阶段”依据差异化业务定义通信场景需求、适配切片模板,并搭建网络环境与用户服务界面;“试运行阶段”根据确定的业务需求部署适配的切片,配置基本数据、路由信息等;“实施阶段”意味着切片正式运行,主要实现切片激活、切片优化、切片容量调整等;“下线阶段”主要负责切片的去激活、服务终止、资源回收等^[2]。

2.2 实现技术

接入网、传输网、核心网均可采用网络切片技术实现新突破。其中,核心网子切片主要基于SDN/NFV(Software Defined Network/Network Function Virtualization,软件定义网络/网络虚拟化)技术,将网络功能与实体网元解绑,形成服务化组件;传输承载网是一个支持多业务服务的网络,对各子切片间的隔离程度要求甚高,一般通过基于时分复用机制的硬切分与基于频分复用机制的软切分方式实现,以便最终产生能够分别承载不同的切片业务的一系列物理隔离的独立子信道^[3]和多个相互独立的逻辑通道;无线网子切片依据业务场景,通过灵活切分和部署CU(Centralized Unit,集中单元)/DU(Distribute Unit,分布单元)、SDN/NFV等技术而实现,并采用静态、动态的分配方式划分空中无线资源^[4]。NSSAI(Network Slice Selection Assistance Information,网络切片选择辅助信息)作为网络切片的唯一特定标识参数,可供终端精准标识出不同的切片类型。

3 网络切片技术在农网智能监控传输中的应用

3.1 农网智能监控传输业务分析

为确保农网安全稳定精准运行,农网系统中需采集并传输多元业务数据,重点包括表1所列的3类信息:监测类、感知类、控制类,每一类数据均与某类适用场景相对应。

表1 农网智能监控业务信息

业务分类	适用场景	传输带宽 (Mb·s ⁻¹)	可靠性	时延指标	5G匹配场景
巡视监测类	设备故障				
	运行状态监测		95%以上(中)	秒级	增强型移动宽带(eMBB)
	线路损耗	4~10		毫秒级	
终端感知类	机器人巡检作业				
	温湿度传感器		90%以上(低)	秒级	大规模机器类通信(mMTC)
	智能电表采集	25~50		毫秒级	
精准控制类	高级计量				
	工作自动化控制		99%以上(高)	毫秒级	高可靠、低时延通信(uRLLC)
	无人驾驶	2			
	配电自动化				
	分布式能源控制				

随着新农村建设步伐的逐步加快,对农村电

网可持续提供优质电能、24 h 平稳运行功能提出了日益严格的要求。现在城网设备、线路、故障等视频监控大多以裸光纤或 MSTP (Multi-Service Transfer Platform, 多业务传送平台) 为代表的专线网络接入为主, 无法覆盖城市边缘区域、乡村、山区等不适宜搭建专线网络的特殊地区^[5]。农网监控涉及系统运行监视、电能波动扰动监测、突发事件监测及预警等众多场景, 且网络可能分布在地、湖泊、树林、雪原等偏远复杂地带, 因此对传输视频的清晰度、流畅度、实时性提出了严峻挑战。随着视频清晰度向标清—高清—超高清标准的演进, 监控设备所采集的数据对农网传输性能的要求也相应逐级升高。

表 2 4G/5G 网络关键指标对比

关键指标	5G 网络	4G 网络
小区峰值速率/(Gb·s ⁻¹)	10~20	100~150
用户体验速率/(Mb·s ⁻¹)	100~1 000	50
网络时延/ms	1	50
可支持的移动速度/(km·h ⁻¹)	500	350
流量密度/(Tb·s ⁻¹ ·km ⁻²)	10	—
连接密度/km ²	1 000 000	—

表 2 对比分析的是 4G 网络和 5G 网络关键指标性能, 4G 网络拥有 50 Mb/s 的用户体验速率、50 ms 的网络时间延迟, 若采用 4G 组网模式补盲农村城镇等边远地区的监控措施, 则无法保障传输的视频画面实时可靠、清晰流畅。过渡到 5G 网络时, 速率和时延均有较大的飞跃, 因此, 农网视频监控可基于 5G 网络所定义的 3 种基础场景组合实现, 尤其是 eMBB 场景具有大带宽、广覆盖特点, 用户上行速率 500 Mb/s、下行速率 1 Gb/s, 对于 4K 或 8K 的超高清视频有较强的业务传输承载能力, 使实时监测异常情况、处理紧急事件成为可能。

3.2 农网传输原理架构及切片传输方案

农网智能实时监控的关键主要依赖于图像、视频等大数据的分析处理, 涉及人脸识别、场景识别、突发事件监测及预警等, 因此, 对网络传输的稳定性、安全性、有效性等要求极高。5G 网络的核心切片技术可根据差异化场景业务需求, 在现有通用的网络基础设施上能够灵活设计网络传输结构, 从而提供相互隔离的专用移动网络, 以实现监控视频全覆盖、高可靠稳定传输。

3.2.1 农网监控整体组网架构

农网监控场景组网架构见图 2, 包含终端接入网、传输承载网、核心控制网等。

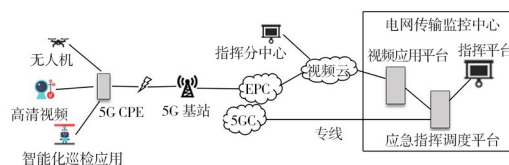


图 2 监控场景组网架构

图 2 中的 5G CPE (Customer Premise Equipment, 客户终端设备) 是一种收发 Wi-Fi (Wireless Fidelity, 无线保真) 信号的无线终端接入设备, 主要接收 5G 网络信号, 并以此建立一个 Wi-Fi 网络, 具体可把运营商信号变成 Wi-Fi 信号, 并进行信号的二次中继, 以便延长 Wi-Fi 的覆盖范围, 减少信号盲点区域, 以便支持无人机、摄像头、巡检机器等更多的视频图像信息采集终端接入网络。

5G 小基站主要功能是提供无线覆盖, 即实现有线网络与 CPE 之间的无线信号传输, 其引入超密集组网架构, 能数百倍的提升数据容量, 且具有低功耗、低成本、可扩展、易部署等多重优点, 能够有效解决农网偏远地段监控盲点网络覆盖的问题。

EPC (Evolved Packet Core, 分组核心网) 和 5GC (5th-Generation Core, 5G 核心) 均为核心网络, 作为承载网络提供到外部网络的接口, 主要负责将基站发射的信号存储至视频云上, 或通过专线形式送至电网监控中心, 从而完成用户连接、用户管理、业务承载等业务。

电网传输监控中心由视频应用平台、应急指挥调度平台、指挥平台组成。其中, 视频应用平台负责接收播放视频图像; 应急指挥调度平台负责依据监测的异常情况处理紧急事件; 指挥平台通过发出特定控制指令协调各平台有序平稳安全运行。

3.2.2 多元监控信息传输机制

针对农网专用通信网承载存在可靠性差、同步难、带宽利用率低等传输问题, 基于 5G 网络切片原理及关键技术, 提出一种优化的多元监控信息传输机制, 其传输层切片子网流程, 包含 5 大功能模块, 每一模块负责执行特定功能, 见图 3。

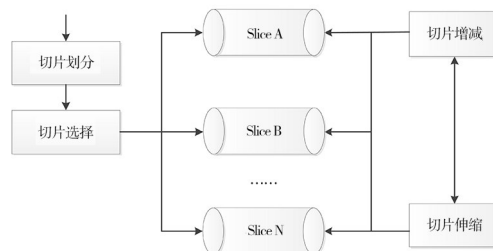


图 3 传输切片子网原理架构示意

模块功能详述如下。

a. 切片划分。接收农网监测、感知、控制等多元化数据信息,进行分类,逻辑上划分成多个互相独立的固定规模的小型数据块,以便匹配合适的传输通道。

b. 切片选择。相当于数据通道的总开关,通过对协议栈的裁剪定制以及对时频资源进行软切或硬切,为数据块匹配最优化的传输通道。

c. Slice(切片)N。传输数据的切片通道,用于承载所要传输的数据块,每个 Slice 均带有唯一不同 ID(Identity Document,身份识别)码,确保能被接收端唯一识别。

d. 增减切片和伸缩切片在整个传输网络中负责资源调度和流量控制。其中,切片增减负责接收切片伸缩模块反馈信息,若识别为“1”(网络阈值告警信息),则启动切片新增功能,重新分配一个全新的网络切片使用;若识别为“0”(空闲切片提示信息),则需精准定位空闲网络切片位置,确认此网络切片生命周期结束,并执行撤销功能。切片伸缩主要在切片规定容量内可根据农网实际业务量对网络资源进行灵活扩容、缩容和动态调整,实现流量均衡。切片伸缩与切片增减模块需实时交互信息,一旦监测到 slice N 中的某一切片达到满容或空闲时,则即刻反馈告警或提示信息至“切片增减”模块进行切片的新增或删除。

同时,每个传输切片子网还可进一步设计包括控制策略和终端接入机制等完整的网络资源,能够针对差异化业务场景,在速率、时延、安全、计费、业务感知、鉴权认证等方面的不同需求,灵活分配并有效调整传输网资源,以更低成本提供个性化网络服务。

4 应用效果

在实验条件下,测得视频传输指标如下。

a. 传输速率方面。采用网络切片传输时,视频图像传速率稳定保持在 600 Mb/s 以上,最高可达 908 Mb/s,相比于专网平均传输速率的 72.6 Mb/s,有着较为明显的提高。

b. 画面质量方面。坏帧、掉帧率下降至 0.2%,

画面卡顿、图像模糊、雪花屏等故障率降至 1.3%,视频更清晰、更流畅。

c. 传输延时方面。视频从摄像头采集监控器播放,全过程时间可控制在 12 ms,几乎感觉不到延时。

d. 网络吞吐量方面。理论上可允许千亿量级终端接入,是 4G 网络承载传输网所无法比拟的。

e. 监控范围方面。可容纳信息采集终端数量的大幅增加及网络的高频传输,使得监控覆盖范围可由 4G 网络时代的 82% 提高至 98.8%,能够大面积去除监控盲区,几乎可以实现山区郊县等偏远区域的全覆盖。

综上所述,在农网智能监控中应用 5G 网络切片技术传输多元化视频业务,可以从网络稳定性、信息安全性、传输有效性三方面取得显著效果,为实现农网监控视频全覆盖、高可靠稳定传输提供了必要保障。

5 结束语

智能电网和工业物联网的变革导致 4G 网络已无法满足更高、更快、更安全的发展要求,5G 将以其大带宽、低时延、海量接入的显著特征和网络切片、边缘计算等创新技术,实现电网“业务个性化、传输多元化”通信需求的“量身定制”。农网将借助 5G 网络的巨大优势,迅速进入更快、更优、更稳定的全新智能时代^[6],海量多元数据信息的融合传输也将大力推动电网智能化发展,为新农村建设带来新的发展机遇。

参考文献:

- [1] 李倩.5G 应用前景及网络切片技术探讨[J].湖北农机化,2019(18):28.
- [2] 张亚飞.5G 网络切片技术研究[J].技术交流,2019(10):172-173.
- [3] 于仰源.5G 网络切片技术与服务质量的区别[J].电子技术与软件工程,2019(22):6-7.
- [4] 刘彩霞,胡鑫鑫.5G 网络切片技术综述[J].无线电通信技术,2019,45(6):569-575.
- [5] 李晶伟.5G 网络切片技术在雪亮工程中的应用分析[J].通信与信息技术,2019(4):45-48.
- [6] 林若,叶远红,张广梅,等.电网巡检新技术[J].科学技术创新,2019(17):180-181.

本文责任编辑:罗晓晓