

「电网」

面向智能电网的终端接入网研究

文/广东电网有限责任公司阳江供电局 梁俊南
广东电网有限责任公司肇庆供电局 卢君贤
华北电力大学 张艳玲

通过对智能电网特征和业务需求的分析,借鉴异构网络现有研究成果,设计了一种适应智能电网环境的异构融合网络模型和功能架构,在此基础上,针对不同的网络资源状态,分析比较了多网络环境下网络发现、网络选择和连接管理机制;包括多级、异构网络环境下支持发送分集通用链路层处理技术;以及业务的多网络协同承载技术。

电力终端通信接入网是电力系统骨干通信网络的延伸,是智能电网的重要组成部分,由业务节点接口(SNI)和用户网络接口(UNI)之间一系列传送实体(如线路设施和传输设施等)组成,提供配电与用电业务终端同电力骨干通信网络的连接,实现配用电业务终端与系统间的信息交互,具有业务承载和信息传送功能。

针对电力终端通信接入网中各种无线/有线接入技术在网络资源、组网方式和业务提供等领域的差异性,以及构建多业务通信网络集中控制架构的需求,本文在面向智能电网的终端通信接入网的需求分析、网络协同、融合网关等领域进行了研究。

面向智能电网的终端接入网技术需求分析

目前,面向智能电网的终端接入网面临诸多挑战。首先,智能电网推动接入网新型业务蓬勃发展,如新能源接入、电动汽车等,需要接入网能够快速、灵活、高效地为新增业务提供支撑。其次,接入网承载业务直接面向智能电网用户,具有“点多面广”的特点,电网业务系统的网络边界随着业务扩展逐渐增多,部分终端部署于街道、小区等易被接触到的地方,对接入网信息安全防护提出更高要求。

终端通信接入网采用的建设和运维模式是各个业务部门按业务系统独自建网,形成多张网

络,各个部门自行维护,形成了多种业务、多张网络、多种通信方式并存的接入网现状。综合考虑相关业务的安全性及实时性需求,具备控制功能的配网自动化站点、智能用电小区、电动车充电站、营销网点、分布式电源终端等应以光纤通信方式为主;非控制功能的配网自动化站点、用电信息采集点根据条件可选择光纤、载波、230 MHz以及公用通信网等方式。

随着智能电网的发展,越来越多的业务承载在电力通信网络上,不但包括企业和生产信息化业务,还包括对实时性、可靠性要求严格的控制业务。以往的电力终端通信接入网建网方式的弊端也逐渐暴露出来。

1) 电力终端通信接入网一直是根据业务需要单独建设,一种业务接入一张网络,通信资源浪费严重。

2) 在网络故障、流量突发等情况下,无法实现网络间协同通信和冗余备份,网络可靠性低。

3) 接入网网络规模大、业务流量小、对成本敏感,各种业务单独建网、重复建设严重、建网与运维成本高,不利于设备的统一运维管理。迫切需要解决电力业务终端多种通信方式接入问题,研究终端通信接入网网络协同与融合网关技术,使得业务能够在多种通信方式之间进行智能选择或者进行多种通信方式的协同通信,提高网络资源利用效率,降低建网成本。

电力终端接入网中多种通信方式的融合技术研究

1. 智能电网中多种通信方式融合应用场景分析

多种异构的网络互相融合是下一代无线通信网络的发展方向,同时也是无线通信技术不断演进、用户的通信业务类型和数量不断增长以及市场需求等因素共同驱使的结果,多网络融合的通信系统能够利用不同网络的性能优势,弥补各自的不足。

2. 面向电力宽带灵活接入的光纤与无线融合网络研究

由于智能电网中电力终端接入和对外服务的宽带业务对网络带宽的需求不同,需要根据配网的需求类型进行业务层的带宽需求分析。本文分析研究了光纤与无线融合技术在电力终端接入网中的应用。如图1所示是一种PON-RoF光纤无线融合组网方式。

在PON-RoF系统中,直接利用光载波来进行射频信号的传输。信息的交换、控制和信号的再生都是在中心站完成的,而基站仅仅实现了光电转换、光放大以及信号的发射,这样就复杂昂贵的设备集中到中心站,能使得多个远端基站共享这些设备,大大地降低了基站规模和功耗,降低了基站建设成本和维护费用。光纤传输的射频信号提高了无线信号的传输带宽,此外,利用光纤作为传输链路,可以降低损耗,防止电磁干扰。因此,PON-RoF光纤无线融合组网能够实现大容量、低成本的射频信号的有线传输和高速超宽带无线信号接入。

3. 电力线与无线通信异构通信网络架构设计

对于智能电网的主干通信网而言,光纤通

信是主要采用的通信手段,但是针对终端接入以及一些特殊的通信环境而言,电力线与无线通信都具有无需架设专门通信线路的优势。但是单一的通信模式难以保证能源互联网中的信息可靠传输,低压电力通信的性能受到电力线负载尤其新能源设备的制约,无线通信的性能受地形或障碍物的影响,所以电力线与无线通信组合应用可以大幅提升通信性能。所以电力线与无线通信的融合通信可以有效提升通信的可靠性,并且可以作为光纤通信的高速通信技术的有效补充。

如图2所示,对于智能电网的终端接入而言,电力线载波与无线通信相结合的通信架构可以充分发挥其各自的优势,有效解决终端接入的问题。所以针对智能电网的终端节点的通信需求,对电力线与无线通信的异构融合技术进行研究将有效促进信息通信系统的发展。当然针对电力线载波通信与无线通信的融合而言其涉及到技术包括QoS的保障机制、负载均衡、协议转换、混合路径接力以及网络切换等。无线与电力线载波通信的异构网络切换技术关系到如何高效、准确地完成异构网络的切换,是完成异构网络融合的关键所在。

智能电网多级、异构网络环境下链路层处理和网络协同承载技术研究

1. 基于SDN技术的智能电力通信终端接入网架构设计

本文设计了以SDN技术为基础的智能电力通信网络体系架构,集网络资源集中管控、电力业务虚拟网络灵活配置等功能于一身的智能电力通信系统,为实现电网和用户能量流、业务流、信

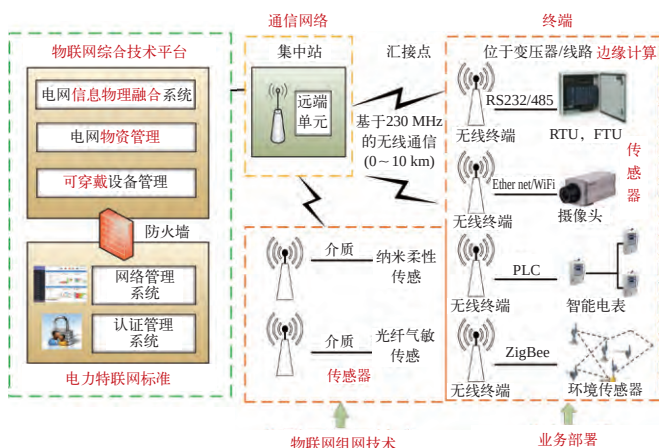


图1 PON-RoF光纤无线融合组网

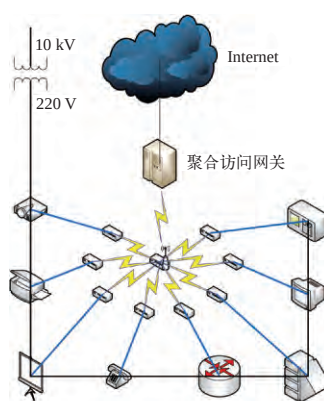


图2 基于电力线载波与无线通信的异构组网通信架构

息流的实时双向交互提供基础。该架构是一个包含电力业务数据转发平面、电力SDN控制系统和软件化的电力业务平面。

电力数据转发平面主要包含PON、工业以太网、无线WLAN等10 kV接入网以及骨干网相关的网络设备。利用SDN技术将各个接入网的OLT、ONU、交换机等网络设备进行改进,使其支持OpenFlow及OF-CONFIG设备统一管控协议,并将设备的路由查找、路径计算等复杂功能上移至电力SDN控制系统。

电力SDN控制系统是整个智能电力通信网络的核心,由Flow Visor物理网络虚拟化平台、多个接入网域控制器以及主站总控制器组成。控制系统主要完成电力通信网络的链路发现、拓扑管理(逻辑拓扑和物理拓扑)、流表项生成与管理、链路带宽设置、链路利用率监测、节点流量监控、全局网络资源掌控与调度、虚拟化网络创建和配置等管理功能。

软件化的电力业务平面是建立在物理网络与电力SDN控制系统之上的通过软件编程实现电力通信网络功能与电力业务功能的统一平面。该平面包括通信网络应用平台和智能电力业务平台两个部分。在通信网络应用平台,不同电网运营部门可以根据自己的业务需求,调用电力控制系统基础网络功能API开发特色网络应用。在智能电力业务平面,用户可以调用网络功能应用接口,开发智能化的各类电力业务平台。

2. 基于SDN技术的异构网络协同承载方案

利用软件定义网络的思想,在不改变现有终端接入网各种体制网络结构的前提下,采用了基于网关的松耦模式,提出一种基于双通信代理机制网关的融合通信方案,实现了终端业务与通信网络的解耦。

异构网络协同承载技术与电力业务可视化:SDN智能电力通信网络的可以借助电力SDN控制系统可以实时获取全网资源的能力,基于全网实时状态与网络链路详细信息,进行网络及配用电业务的可视化监控。主站网络可视化平台可通过动态调用电力SDN控制系统,实时获取并刷新当前的全网资源情况,实现网络可视化监控。网络可视化主要包含拓扑信息、链路信息和网络节点信息的可视化。网络拓扑信息可视化是将电力通信网络的全局物理拓扑及虚拟逻辑组网信息在主站网络可视化平台展现出来,使网络管理人员可以整体把

握网络结构,准确确定各个网络节点的位置。网络链路信息可视化则是对主站控制器获取的链路资源信息进行整合与处理,展示链路的带宽、丢包率、利用率、时延、连接质量等网络链路特性信息,实时在线反馈网络链路质量。网络节点信息可视化是对网络拓扑中每个节点信息的详细展示,可以直观的展示节点设备的工作状态、MAC地址、端口情况与实时流量曲线等详细信息。

基于软件编程与统一协议的电力业务集中管控:采用软件编程实现的智能电力装置代替专有的配用电装置灵活完成配用电业务部署,统一数据传输通信协议进行集中管控,是配用电业务智能化的关键。智能电力装置支持OpenFlow统一通信协议与OF-CNOF设备配置协议,可以实现与电力通信网络数据交互,设备统一配置;对下拥有标准的电气接口与驱动控制接口,能够完成分布式能源、可控负荷等新型配用电业务的统一接入与控制。新业务的部署首先利用软件编程完成新业务功能建模,然后通过主站网络资源与业务可视化平台来确定新业务的智能电力装置位置,再由主站控制器确定相应的域控制器,域控制器再通过OF-CNOF设备配置协议统一下发软件功能模型至智能电力装置,实现新业务快速部署。同时,当某一区域所开展的电力业务变化时,只需通过在主站的网络资源与业务可视化平台快速定位智能电力装置确切位置,在电力业务功能软件模型开发平台重新编写业务功能模型,重新下发模型覆盖原有策略即可。

结束语

首先依据不同业务的用户策略、运营策略,并结合不同的网络资源状态,分析比较了各通信方式的融合技术;动态网络环网发现技术;网络智能选择技术。分析了多级、异构网络环境下支持发送分集通用链路层处理技术,研究业务的多网络协同承载技术,进一步细化网络资源分配颗粒度,提高业务接入灵活性;文章还讨论了基于SDN技术设计支持多业务综合接入的异构网络协同承载方案,实现了终端业务与通信网络的解耦,并通过对控制策略、虚拟化策略以及可编程策略的设计,实现多级、异构网络环境下的多网络协同承载。EA

(收稿日期:2018.01.30)

(编辑:白文亭)