

DOI:10.12158/j.2096-3203.2021.03.020

基于无线通信的智能分布式馈线自动化技术

钱肖¹, 温彦军², 张文杰¹, 沃建栋¹, 黄亮亮²

(1. 国网浙江省电力有限公司金华供电分公司, 浙江 金华 321000;

2. 上海金智晟东电力科技有限公司, 上海 200233)

摘要:由于智能分布式馈线自动化(FA)的对等式通信对通信介质有着严苛的要求,目前主要采用基于以太网无源光网络(EPON)或工业以太网技术的光纤通信方式。该通信方式需要铺设费用昂贵的光缆通道,因此难以适用于老城区或旧线路改造区域。文中通过研究智能分布式FA故障处理过程和无线通信情况下智能分布式FA的自适应性,提出基于4G/5G无线通信的智能分布式FA技术。针对通信过程中可能出现通信中断、通信延时与丢包、通信多包等异常情况,采用应用层协议控制与故障处理流程相结合的方法,实现终端之间通信时间指标与FA过程的严密配合,完成无线通信情况下的分布式故障处理。通过模拟多场景测试和现场应用情况,表明文中算法能够适应不同的无线通信条件并准确完成故障隔离与非故障区域的恢复,验证了文中基于无线通信的智能分布式FA技术的有效性。

关键词:智能分布式馈线自动化(FA);配电终端;无线通信;通信异常处理;4G/5G无线通信

中图分类号:TM761

文献标志码:A

文章编号:2096-3203(2021)03-0135-06

0 引言

当前,配电网建设的一个重要目标是提高供电可靠性^[1],而馈线自动化(feeder automation,FA)是提高配电网供电可靠性的重要手段。当线路发生故障时,配电终端可自动判别、隔离故障区域,完成非故障区域供电恢复^[2-5]。目前,配电终端主要采用电压时间型、主站集中式和智能分布式3种FA模式^[6-10]。随着配电自动化建设的推进,智能分布式FA^[11-14]以其配电终端间对等通信的独特优势在配电网应用中受到青睐。由于智能分布式FA的对等式通信对通信介质要求高,目前主要采用基于以太网无源光网络(ethernet passive optical network,EPON)或工业以太网技术的光纤通信方式。该方式需铺设专门的光缆通道且费用昂贵,对于老城区或旧线路改造的项目实施困难。

目前,飞速发展的4G/5G无线通信技术具备组网方式简单灵活、通信速率高、传输距离远、安全可靠、无需铺设专用的通信通道等优势,可为各类保护用电气量、开关量以及保护信号提供一条快速、可靠的传输通道和授时通道^[15-17]。但4G/5G无线通信技术在配电网现场应用中存在可靠性较低、通信时延较长等缺点,因此在配电网保护时鲜少得到应用。

文中通过研究智能分布式FA故障处理过程和

4G/5G无线通信情况下智能分布式FA的自适应性,提出基于4G/5G无线通信的智能分布式FA技术,实现故障场景下的分布式故障处理和非故障区域供电恢复,为无线通信技术应用于配电网保护奠定基础,推动配电自动化的建设进程。

1 智能分布式FA技术原理

智能分布式FA是一种区域自治型馈线自动化技术。当配电线路发生故障时,相关配电终端以对等式通信进行信息交互,定位故障点、隔离故障区域,完成非故障区域的供电恢复。在智能分布式FA中,每个终端内初始配置了相邻节点配电终端的相关信息,构成了配电线路的局部拓扑信息模型。当终端上电或拓扑发生变化时,交换各自的相关信息,建立网络拓扑。当线路发生故障时,产生过流的开关与相邻开关交换故障信息并各自独立作出判断,判定故障点位置后跳闸完成故障区域隔离,隔离成功后选择联络开关恢复非故障区域的供电。

1.1 故障处理算法

文中建立网络拓扑反映线路上的配电终端相互连接情况。当任一节点发生故障时,线路网络自动建立拓扑而无需人工操作,且增加或删除线路中的某一终端不改变整个网络拓扑结构,网络拓扑结构如图1所示。

CK1和CK2为2个变电站的出口开关;KG1、KG2、KG3、KG5为线路开关;KG4为联络开关。在线路S3段发生永久故障情况下,智能分布式FA的

收稿日期:2020-11-13;修回日期:2020-12-21

基金项目:国家重点研发计划资助项目(2018YFB2100100)

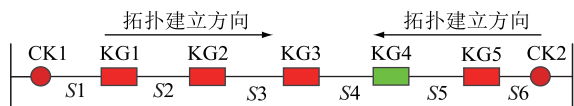


图1 网络拓扑结构
Fig.1 Network topology

处理过程如下:

- (1) CK1、KG1、KG2 检测到过流信息;
- (2) CK1 跳闸;
- (3) CK1 一次重合闸,此时故障仍然存在,CK1 再次跳闸;
- (4) KG1、KG2 均检测到线路二次过流失压,通过相邻开关间的故障交换,KG2 发现 KG3 未检测到故障电流,KG1 检测到故障电流,因此判定故障位置在线路 S3 段;KG3 发现 KG2 检测到故障电流,自身未检测故障电流,由此判定故障位置在 S3 位置;
- (5) KG2、KG3 跳闸;
- (6) KG3 跳闸成功后请求 KG4 合闸恢复供电;
- (7) CK1 二次重合闸,恢复故障上游供电。

1.2 智能分布式 FA 局部拓扑算法

以图 1 的网络拓扑为例,智能分布式 FA 的网络拓扑建立流程如下:

(1) 在线路中所有终端初始化完成后,根据局部拓扑模型获取相邻终端参数信息,包括通信地址、开关 ID 等。

(2) 电源点首端开关 KG1、KG5(以 KG1 拓扑建立方向为例进行说明)主动发送一条链路拓扑报文到相邻开关。链路拓扑报文每间隔 10 s 发送,拓扑报文中包含电源点开关 ID 号、是否带电、开关状态、电源点电流冗余量和故障信息等。

(3) KG2 收到 KG1 拓扑报文后将首端信息更新至自身拓扑信息表中,并将自身拓扑信息表填充至拓扑报文中,发至 KG3。

(4) KG3 及其他开关继续以同样的方式向下一级开关传递包含电源点信息的链路拓扑报文至分位开关结束。

(5) KG4 开关为分位,并具有两侧电源点信息拓扑信息表,因此 KG4 为联络开关。KG4 添加自身的联络信息至链路拓扑报文向另一侧电源点传递,联络信息包含联络开关 ID 号、对侧电源点 ID、带电状态、联络开关 ID 等联络拓扑报文依次传递直至末端开关,最终完成整个网络的拓扑。

(6) 终端每间隔 2 s 检查是否收到拓扑确认帧,若没收到则再次重发,收到拓扑报文确认后等待下一次拓扑更新。

2 基于 4G/5G 无线通信的智能分布式 FA

4G/5G 无线通信组网方式较灵活,具有部署快速、成本低、易升级和扩容的优点,弥补了光纤通信部署难度大、维护成本高等问题。目前,4G 网络技术发展成熟,并已成功应用于智能分布式 FA 中。5G 依托于 4G,同时利用高频资源和天线阵列,大幅提升无线通信的速率。5G 还通过降低信令开销使终端更加省电,使用非正交多址技术以支持更多的终端接入。此外,5G 通过对帧结构的优化设计,在时域上缩短每个子帧从而在物理层上进行时延的优化,使时延降到更低,为对时延要求高的应用提供基础。因此,5G 可以被用来在配电自动化领域替代光纤通信等需要大量接线的通信方式,为配电自动化的大规模应用打下坚实的技术基础。

配电网中智能分布式 FA 保护控制要求响应速度小于 100 ms,其中快速报文要求控制在 10 ms 以内。在 4G 无线通信网络场景下,报文传输时间达不到光纤网络的标准,因此对快速性不做具体的要求,不大于 1 s 即可。未来 5G 网络可以达到实时数据的要求,即能达到光纤网络的技术水平,同样可以满足智能分布式 FA 对通信网络时间的要求。

与光纤通信的有线网络相比,4G/5G 无线通信通道稳定性较差。通信质量与通信环境密切相关,在配电终端间进行通信时可能会出现通信中断、延时、丢包或多包等异常情况。文中针对上述问题设计了新的智能分布式 FA 算法,以解决配电终端间通信过程中出现的通信异常问题,使之能够自适应不同的通信信号模式或自动匹配不同的通信质量,从而满足基于 4G/5G 无线通信的配电自动化故障处理需求。

2.1 系统架构

智能分布式 FA 终端装置采集处理当地站点及其他相关站点的测量和控制信息,完成保护控制决策及动作。装置内嵌 4G/5G 无线通信模块与加密芯片,采用虚拟专网(virtual private network,VPN)技术,实现终端之间及终端与主站之间的无线通信互联。加密芯片内部采用非对阵加密处理技术,以确保信息的传输安全。在配电网中,每个开关或环网柜对应 1 台智能分布式 FA 终端装置。终端通过 4G/5G 进行通信交互开关位置和故障状态等信息,实现故障点快速准确定位。基于 4G/5G 无线通信的智能分布式 FA 系统架构如图 2 所示。

在无线 4G/5G 网络中,智能分布式 FA 终端通过工业级无线路由器进入无线网络。采用 VPN 专

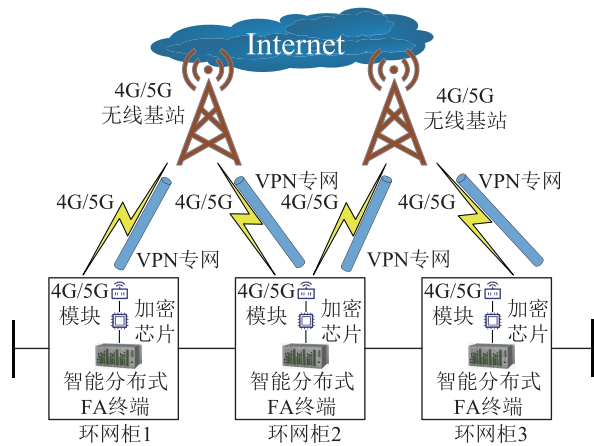


图2 基于4G/5G无线通信的智能分布式FA系统架构

Fig.2 Intelligent distributed FA system architecture based on 4G/5G wireless communication

网络技术保证保护数据的安全传输,VPN专网通过虚拟的安全通道和用户内部的用户网络进行连接,使公共网络上的用户无法访问用户网络内部的资源。VPN专网内所有终端获取的IP地址均唯一,在VPN网络里面所有终端可互相访问。由于VPN在物理上仍然属于公网,因此为保证网络拓扑保护中的数据安全可靠传输,智能控制终端在应用层加入非对称加密算法进行密文传输。

为保证FA动作过程的安全性,各个开关的动作之间有严格的时序和逻辑要求,这就要求各终端间通信时间指标与动作信号传递时间指标之间必须严密配合。对于4G/5G无线通信可能出现的通信中断、通信延时与丢包、通信多包等异常情况,文中采用应用层协议控制与故障处理流程相结合的方法,通过应用层的超时重发、帧排序、浏览控制等协议控制手段与智能分布式FA故障处理流程相结合,实现终端之间通信的时间指标严密配合,保证智能分布式FA动作过程的安全性。

2.2 通信中断处理

在已知线路拓扑条件下,当线路开关有1台发生通信中断时,相邻终端越过此开关,通过拓扑模型获取下一级开关参数。根据开关参数中IP地址与下一级进行通信,更新自身的拓扑信息,并主动向下一级开关发送最新的拓扑链接报文。当下一级开关收到最新拓扑报文后,回复确认,更新自身的拓扑结构以及相邻开关的信息。更新完成后通过拓扑模型获取下一级开关参数,根据开关参数中IP地址与下一级进行通信,直至末端整个拓扑信息完成更新。

基于无线通信的智能分布式FA线路开关发生通信中断后处理流程如图3所示。

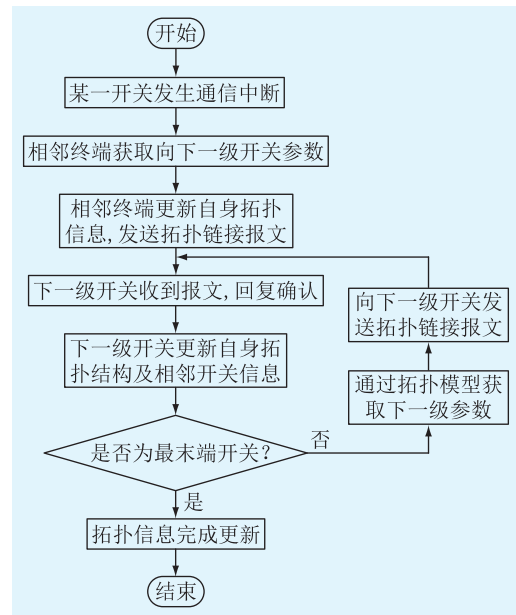


图3 主开关发生通信中断处理流程

Fig.3 Flow chart of communication interruption processing of main switch

以图1为例,如KG3发生通信中断,则处理流程为:

(1) KG2发现与KG3通信中断后越过KG3,KG2通过自描述模型获取KG4参数,根据KG4参数中IP地址与KG4进行通信,并更新自身的拓扑信息。

(2) KG2主动向KG4发送最新拓扑连接报文,当KG4收到最新拓扑报文后,回复确认,并更新自身的拓扑结构及相邻开关的信息。

(3) KG4更新完成后通过自描述模型获取KG5参数,根据KG5参数中IP地址即可与KG5进行通信,直至末端整个拓扑信息完成更新。

线路发生故障时通信中断,如图4所示。

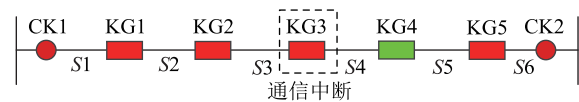


图4 线路通信中断示例

Fig.4 Example of line communication interruption

故障处理流程为:

(1) 在通信中断处理过程中,KG2、KG4之间直接建立连接,KG3从网络拓扑中删除。

(2) S3、S4线路合并为1条线路,当故障发生在S3、S4段,则扩大隔离区域,KG2跳闸,KG4为联络无需跳闸。

2.3 通信延时与丢包处理

网络延时是影响无线网络通信性能的主要原因之一。网络延时严重及丢包率高和通信中断之

间既有相同也有不同之处。相同点是终端与终端之间无法有效地进行数据交互;不同点是网络延时与丢包具有时间段特性,即特定时间段出现通信质量下降,这种通信异常是可恢复的,而通信中断是不可恢复的。针对网络延时与丢包等通信异常情况,文中采用基于应用层协议控制与故障处理流程相结合的方法进行处理。

线路正常运行时,每个开关通过给相邻开关发送拓扑报文和接收应答报文的时隙评价各个相邻开关的通信质量 Q ,计算公式为:

$$Q = R/S \quad (1)$$

式中: R 为最近拓扑报文在时间 T 内收到应答的次数; S 为用于调节系统对通信质量的敏感程度的参数,通常 $S=20$ 。

当 Q 小于最小值 Q_{min} 或大于最大值 Q_{max} 时,动态更新时间 T 。如果 $Q > Q_{max}$, T 缩小 10%,如果 $Q < Q_{min}$, T 放大 10%。当 T 大于最大等待时间 T_{max} 时认为此开关出现通信中断;当 T 小于最小等待时间 T_{min} 时将 T 置为最小值。等待时间 T 的变化在系统中是随通信质量实时更新的过程,具体状态转移如图 5 所示。

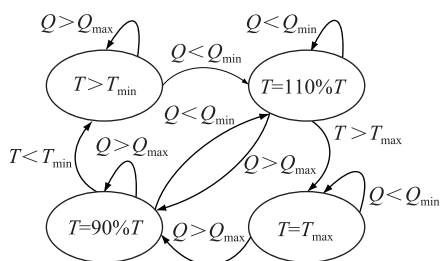


图 5 状态转移

Fig.5 State transition

当线路发生故障时,报文发送装置根据时间 T 设定询问报文等待最大时限,大于时间 T 未接收到应答报文则重发询问报文。

2.4 通信多包处理

针对无线通信中收到重复报文的问题,系统采用“重名丢弃”的处理方法。具体处理办法:罗列系统中的所有报文,给每条报文独立的“ID号”。当装置收到第 1 条报文后在装置中记录其“ID号”,如果在一段时间内收到相同的报文则选择丢弃且不发送应答报文,多包处理流程如图 6 所示。

3 测试与验证

3.1 模拟多场景测试

选择 3 种不同的场地搭建测试场景,部署 5 台智能分布式 FA 终端,所有终端都已实现基于无线

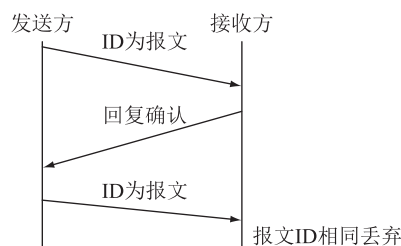


图 6 多包处理流程

Fig.6 Multi-packet processing

通信的智能分布式 FA 技术,FA 终端之间通过 4G 通信,每台 FA 终端连接 1 台测试仪,如图 7 所示。

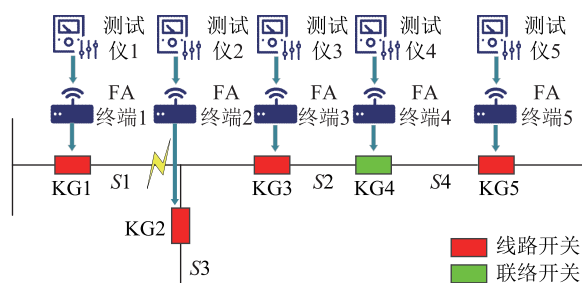


图 7 测试配电网络

Fig.7 The distribution network for testing

首先,采用测试仪模拟正常三遥数据,分别通过后台监控软件查看终端自身数据以及其他终端交互信息,测试无线通信速率和通信稳定性;其次,采用终端测试仪模拟 S1 段故障情况,将生成的故障通过测试仪注入到各台 FA 终端中进行验证,线路设置为首开关 KG2 一次重合闸失败后启动 FA,记录故障处理结果和故障隔离时间。为了更有效地衡量通信对故障处理过程的影响,故障隔离时间不计入首开关跳闸和重合闸的时间,选择从首开关 KG1 重合闸失败(第二次跳闸后)到故障区段隔离完成的时间。3 种不同的测试场景为:

(1) 空旷场景。选择一块空旷的场地依次放置 5 台 FA 终端,相邻终端之间距离大约为 1~2 km,用来模拟信号正常情况;

(2) 带建筑物场景。选择有建筑物的场地放置 5 台 FA 终端,终端的位置与空旷场景大致相同,用来模拟信号有遮挡情况;

(3) 含地下室场景。在空旷场景的基础上,将 FA 终端 2 和测试仪 2 放置于地下室内,用来模拟信号差情况。

测试结果如表 1 所示。根据表 1 的测试结果可知,在空旷场景、带建筑物场景、含地下室场景中,4G 无线通信速率和通信稳定性依次降低,表明环境对 4G 无线通信的影响较大。含地下室场景的通信质量最差,出现通信延时等异常情况。在 3 种场景中,故障处理时间依次增加,证明 4G 通信环境逐次

恶劣,而故障均能成功被处理则表明文中算法能适应不同的4G通信条件。

表1 多场景测试结果

Table 1 Test results for three types of scenarios

场景	无线通信情况	故障处理结果	故障处理时间/ms
空旷场景	平均通信速率 80 Mbit/s, 通信效果稳定	KG1、KG2、 KG3跳闸, KG4合闸	135
带建筑物场景	平均通信速率 72 Mbit/s, 通信效果较稳定	KG1、KG2、 KG3跳闸, KG4合闸	393
含地下室场景	平均通信速率 57 Mbit/s, 偶尔通信延时较长	KG1、KG2、 KG3跳闸, KG4合闸	707

3.2 现场应用

在国内某条配电线路安装承载文中算法的FA终端,并已完成现场测试,投入运行。现场目前采用4G通信方式,后期随着5G的发展可替换为5G通信,现场运行数据情况如表2所示。

表2 现场运行情况

Table 2 On-site operation

场景	无线通信情况	故障隔离时间/ms	故障恢复时间/s
空旷场景	平均通信速率 78 Mbit/s, 通信效果稳定	147	2.2
带建筑物场景	平均通信速率 69 Mbit/s, 通信效果较稳定	402	2.9
含地下室场景	平均通信速率 45 Mbit/s, 偶尔通信延时较长	921	4.6

现场运行结果表明,发生故障时FA终端均能正确定位故障,故障隔离时间均小于1s,并能准确完成非故障区域的恢复供电,验证了文中基于4G/5G无线通信的智能分布式FA技术的有效性。

4 结论

文中提出了基于4G/5G无线通信的智能分布式FA技术,分别针对通信中断、通信延时与丢包、通信多包3种通信异常情况进行算法设计,采用应用层协议控制与故障处理流程相结合的方法,实现故障快速准确隔离与非故障区域恢复。文中选取多种不同场景测试4G/5G无线通信效果和智能分布式FA故障处理效果,并进行了测试与试运行,验证了文中方法的有效性。

本文得到国网浙江省电力有限公司金华供电公司科技项目“基于4G/5G无线通信的智能分布式FA研究与应用”资助,谨此致谢!

参考文献:

- [1] 王哲,葛磊蛟,王浩鸣. 10 kV 配电网馈线自动化的优化配置方式[J]. 电力系统及其自动化学报,2016,28(3):65-70.
WANG Zhe, GE Leijiao, WANG Haoming. Optimal configuration of 10 kV feeder automation for distribution systems[J]. Proceedings of the CSU-EPSSA, 2016, 28(3): 65-70.
- [2] 张孟琛,牛益国,宣文华. 含DG配电网分层分区协同故障定位隔离技术[J]. 电力系统保护与控制,2019,47(23):115-121.
ZHANG Mengchen, NIU Yiguo, XUAN Wenhua. Hierarchical zoning collaborative fault location and isolation technology for distribution networks containing DG [J]. Power System Protection and Control, 2019, 47(23): 115-121.
- [3] 张维,宋国兵,豆敏娜,等. 基于自适应重合闸的配电网快速故障定位与隔离方法[J]. 电力系统保护与控制,2019,47(18):60-67.
ZHANG Wei, SONG Guobing, DOU Minna, et al. A quick fault location and isolation method in distribution network based on adaptive reclosure [J]. Power System Protection and Control, 2019, 47(18): 60-67.
- [4] 李兆拓,金松茂,张华. 基于区域序号的自适应就地型馈线自动化故障处理方法[J]. 电力系统自动化,2019,43(19):179-184.
LI Zhaotuo, JIN Songmao, ZHANG Hua. Adaptive fault processing method for local type feeder automation based on region sequence numbers [J]. Automation of Electric Power Systems, 2019, 43(19): 179-184.
- [5] 应俊,蔡月明,刘明祥,等. 基于分布智能控制的供电恢复方案研究[J]. 智慧电力,2019,47(7):62-68.
YING Jun, CAI Yueming, LIU Mingxiang, et al. Power supply recovery scheme based on distributed intelligence control [J]. Smart Power, 2019, 47(7): 62-68.
- [6] 陈吉,邓素碧,顾晓棠,等. 配电网多重故障的就地式馈线自动化设计方案[J]. 电气自动化,2018,40(5):44-46.
CHEN Ji, DENG Subi, GU Xiaotang, et al. Design of a local feeder automation scheme for multiple faults of distribution networks [J]. Electrical Automation, 2018, 40(5): 44-46.
- [7] 郑晨玲,朱革兰,兰金晨,等. 逆变型分布式电源接入对电压时间型馈线自动化的影响分析[J]. 电力系统保护与控制,2020,48(1):112-116.
ZHENG Chenling, ZHU Gelan, LAN Jinchun, et al. Research on the effect of inverter interfaced distributed generation on voltage-time feeder automation [J]. Power System Protection and Control, 2020, 48(1): 112-116.
- [8] 杨甲磊,蔺亚宁. 电压时间型馈线自动化[J]. 科技创新与应用,2019(36):120-121.
YANG Jialei, LIN Yaning. Voltage time feeder automation [J]. Technology Innovation and Application, 2019(36): 120-121.
- [9] 韩国政,李镇宇,董霞,等. 利用工频电压信号的配电终端时钟同步方法[J]. 电力系统自动化,2019,43(24):181-186.
HAN Guozheng, LI Zhenyu, DONG Xia, et al. Clock synchronization method of feeder terminal unit using power frequency

- voltage signal[J]. Automation of Electric Power Systems, 2019, 43(24):181-186.
- [10] 蔡皓. 基于配电主站的馈线自动化技术研究与应用[D]. 北京:华北电力大学, 2015.
CAI Hao. Research and application on feeder automation technology base on the distribution station [D]. Beijing: North China Electric Power University, 2015.
- [11] 肖小兵, 黄亮亮, 王宇, 等. 分层备用保护型馈线自动化技术研究[J]. 电力系统保护与控制, 2018, 46(7):164-170.
XIAO Xiaobing, HUANG Liangliang, WANG Yu, et al. Research of distributed feeder automation with level and protective backup[J]. Power System Protection and Control, 2018, 46(7):164-170.
- [12] 黄亮亮, 凌万水, 温彦军, 等. 基于同名端校验的有源配电网故障定位算法[J]. 南方电网技术, 2016, 10(12):32-37, 44.
HUANG Liangliang, LING Wanshui, WEN Yanjun, et al. Polarity check based fault location algorithm for active distribution network [J]. Southern Power System Technology, 2016, 10(12):32-37, 44.
- [13] 武奕彤. 智能配电网分布式拓扑识别与应用方法[J]. 电力系统保护与控制, 2019, 47(16):136-142.
WU Yitong. Distributed topology identification and application method of smart distribution network[J]. Power System Protection and Control, 2019, 47(16):136-142.
- [14] 祖国强, 肖峻, 穆云飞, 等. 计及分布式电源与需求响应的智能配电网安全域[J]. 电力系统自动化, 2020, 44(8):100-107.
ZU Guoqiang, XIAO Jun, MU Yunfei, et al. Security region for smart distribution system considering distributed generator and demand response[J]. Automation of Electric Power Systems, 2020, 44(8):100-107.
- [15] 王毅, 陈启鑫, 张宁, 等. 5G 通信与泛在电力物联网的融合:应用分析与研究展望[J]. 电网技术, 2019, 43(5):1575-1585.
WANG Yi, CHEN Qixin, ZHANG Ning, et al. Fusion of the 5G communication and the ubiquitous electric Internet of Things: application analysis and research prospects[J]. Power System Technology, 2019, 43(5):1575-1585.
- [16] 汪小路. 5G 通信技术应用场景和关键技术探讨[J]. 网络安全技术与应用, 2019(3):51-52.
WANG Xiaolu. Discussion on 5G communication technology application scenarios and key technologies[J]. Network Security Technology & Application, 2019(3):51-52.
- [17] 曲玲玲. 基于 4G 通信的网络结构与关键技术分析[J]. 电子制作, 2014(7):178-179.
QU Lingling. Analysis of network structure and key technology based on 4G communication [J]. Practical Electronics, 2014(7):178-179.

作者简介:



钱肖

钱肖(1971),男,硕士,高级工程师,从事变(配)电管理工作(E-mail:qianxiao@sina.com);

温彦军(1977),男,硕士,高级工程师,从事配电自动化工作;

张文杰(1987),男,硕士,工程师,从事变(配)电二次运检工作。

Intelligent distributed FA technology based on wireless communication

QIAN Xiao¹, WEN Yanjun¹, ZHANG Wenjie², WO Jiandong¹, HUANG Liangliang²

(1. State Grid Jinhua Power Supply Company of Zhejiang Electric Power Co., Ltd., Jinhua 321000, China;

2. Shanghai Wiscom Sunest Electric Power Technology Co., Ltd., Shanghai 200233, China)

Abstract: Due to its tough demands of communication medium for the equivalent communication of intelligent distributed feeder automation (FA), it mainly adopts the optical fiber communication mode based on ethernet passive optical network (EPON) or industrial Ethernet technology. This communication mode requires the laying of expensive fiber optic cable channels, so it is difficult to apply in the old town or line transformation area. By studying the process of intelligent distributed FA fault management and the adaptability of intelligent distributed FA in the wireless communication situation, this paper puts forward an intelligent distributed FA technology based on 4G/5G wireless communication. The method of combining application-layer protocol control with fault handling process is adopted to realize the close cooperation between the communication time index and FA process among terminals. For abnormal situations such as communication interruption, communication delay and packet loss, communication multi-pack. It completes the distributed fault treatment under wireless communication. Through the simulation of the multi-scene test and application in Jinhua, Zhejiang province, it is shown that the proposed algorithm adapts to different conditions of wireless communication and accurately completes fault isolation and non-failure areas recovery. The effectiveness of intelligent distributed FA technology based on wireless communication is verified.

Keywords: intelligent distributed feeder automation (FA); distribution terminal; wireless communication; communication exception handling; 4G/5G wireless communication

(编辑 李栋)