

基于变电站通信网的应急现场无线通信覆盖技术和装备研究

为满足城市电力应急通信要求，应充分利用现有网络资源，为应急现场的信息传输建立一条可靠性较高的备用通道。重点研究如何解决变电站应急通信的问题，提出了基于变电站通信网的电力应急现场中长距离无线通信覆盖技术方案和装备研究方案，把自组网Wi-Fi技术应用于中等距离电力应急视频通信，综合现场图像数字化采集及现场无线语音通话等技术，为变电站现场应急无线通信提供一个可行的技术保证，实现变电站无线通信系统的安全接入，从而保证电力应急通信网络畅通。

倪振华 林亦雷/上海市电力公司信息通信公司
曾惠兰/上海思敦信息科技有限公司



倪振华/高级工程师

在城市重点经济发展区域，通常需要经常开展重要活动保电。为了满足城市电力应急通信要求，应充分利用现有网络资源，为应急现场的信息传输建立一条可靠性较高的备用通道^[1]，与卫星、3G和数字微波等中长距离传输技术形成互补，防范黑客及恶意代码攻击侵害等不安全因素。

本文研究覆盖范围可达3 km的中远距离无线传输技术，以满足应急的快速架设、快速部署、快速接入、便携化和稳定性等需求，实现变电站无线通信系统的安全接入，从而保证电力应急通信网络畅通。本研究是在现有技术基础上针对电力应急通信的一种新应用方法，易于解决快速部署、城市盲区和拐角等问题，而且从一个接入点无线延伸到3 km范围都可部署，大大方便了工程现场的使用，具有动态无线带宽监测技术、智能视频压缩算法、分集接收Wi-Fi天线及算法、独特的便携式设计和长时间、低功耗设计等技术创新性。

关键词/Keywords

电力应急通信 ·
变电站通信网 ·
中长距离无线传输 ·

电力行业应急通信技术方案的对比与分析

1. 电力行业常规使用的主要应急通信技术及其特点

目前，主要的应急通信手段有卫星通信、集群移动通信、短波无线电通信和微波接力通信方式^[2]。目前电力行业常规使用的应急通信技术装备主要有应急通信指挥车、800 M集群对讲机、3G单兵式通信装置、海事卫星电话和手机等装置。无线通信领域各种技术各有优缺点，其互补性日趋鲜明^[3]。

1) 卫星通信具有覆盖面大等优势，适合应急通信广度的需求。但卫星通信容量有限，使用成本高，容易受天气的影响；应急通信指挥车价格较高，城市中配置的数量有限，只能同时在几个点开展应急通信^[4]。

2) 微波接力通信的通信容量大，但微波接力通信绕射能力差，微波接力站的站与站之间必须直视，频率较高时在自由空间传输损耗较大。

3) 3G单兵式通信装置可传输语音和视频，但3G传输需要基站接入，在节假日容易发生通信阻塞的问题，造成应急通信中断或长时间的延时。3G流量由于人流量太大难以保证使用。

4) 海事卫星电话和手机等方式只能用来通话或发送图片，不能传输实时视频和数据。

2. 方案对比分析

提出的基于变电站通信网的应急现

场中长距离无线通信覆盖技术方案,相较于电力行业常规使用的主要应急通信手段,具有以下互补优势。

1) 在节假日,现场应急通信保障常常需要较好的信号,而采用3G公网等方案一旦由于人多、运营商故障等情况就难以送出现场音、视频信号。

2) 远距离技术带宽有限,且易受到外部条件的影响,在应急通信应用中都存在一定的局限性。很多地方会因场地较大或者有障碍物,造成无线设备的覆盖范围达不到所需要的距离或中途受到阻碍。而采用无线中继模式来连接无线网络,就能满足组网的要求。采用现场便携式Wi-Fi通信线路加上周边变电站的通信线路的通信方案,具有可传递高清视频、支持对讲、容易延伸数据通道、携带方便和采用专用线路不受外部故障影响等特点。

3) 可充分利用城市电网中广泛的变电站网络资源,通过变电站现有的电力光纤通信专线实现现场与后方之间的应急通信,带宽支持更有优势,也更加稳定。

基于变电站通信网的应急现场中长距离无线通信覆盖技术方案设计

所提出的基于变电站的电力应急现场中长距离无线通信覆盖技术方案(现场通信数据就近接入),将自组网Wi-Fi技术应用于中等距离电力应急视频通信,综合了区域无线网络覆盖、现场图像数字化采集和现场无线语音通话技术等,为变电站现场应急无线通信提供一个可行的技术保证。

1. 中等距离的无线中继式电力应急通信传输技术应用及其方案原理

本研究充分利用变电站通信资源,通过变电站现有的通信专线实现现场与后方之间的应急通信。充分利用现有通道,以广泛分布的各变电站为中心,探索3 km范围的无线数据网络覆盖技术,现场信息通过无线方式就近接入变电站的电力数据网,中远距离无线传输技术覆盖范围可达3 km,带宽可达3~4 Mbit/s;满足应急现场语音、视频和数据传输的业务需要。变电站与信息中心

之间通过电力数据专网交换信息,通道稳定,安全性和可靠性高。

本方案的原理是基于利用远距离无线通信技术,采用专用便携式Wi-Fi音、视频一体化通信快速部署方案接入附近变电站,以实现抢修现场与后方的语音或视频通信,从而实现现场可视化通信。

由于传输线路噪声的影响,承载信息的数字信号或模拟信号只能传输有限的距离,中继的功能是对接收信号进行再生和发送,从而增加信号传输的距离。其中,无线中继技术是利用AP的无线接力功能,将无线信号从一个中继点接力传递到下一个中继点,并形成新的无线覆盖区域,从而构成多个无线中继覆盖点接力模式,最终达到延伸无线网络的覆盖范围的目的。图1为中长距离无线通信覆盖技术方案。

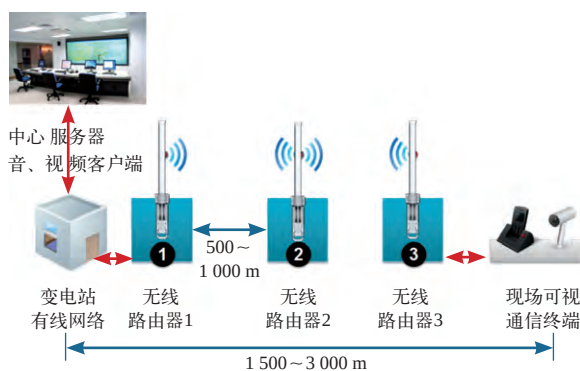


图1 中长距离无线通信覆盖技术方案原理图

在电力应急通信时所搭建的传输链路是独立的传输通道,不使用第三方通道,信息安全性更有保障。

2. 便携式电力应急通信无线传输装置研制

本方案研制应用一种方便部署的便携式电力应急通信无线传输装置,该装置可2~3组任意级联桥接延伸信号,可以延伸1 500~3 000 m范围,每对可以延伸500~1 000 m。图2为基于变电站的前、后方应急通信链路示意图。

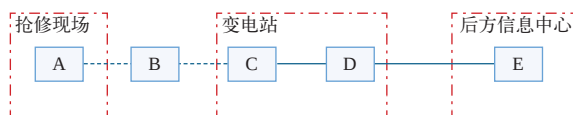


图2 基于变电站的前、后方应急通信链路示意图

图2中, A为抢修现场的通信接入点, 支持无线接入和有线接入两种模式, 接入带宽可支持10 Mbit/s以上, 通过A可接入抢修现场的音、视频等数据。B为传输中继点, A与B之间通过无线方式通信, 视距传输距离可达1.5 km, 传输带宽可达4 Mbit/s以上。如图3所示, 通过设置多个B中继点以进一步缩短A与C之间的传输距离。C变电站内的接入点与B之间通过无线方式通信。D是变电站内的接入点, 如交换机或路由器, C和D之间可通过超五类线连接, 传输带宽可达100 M。E是后方信息中心的接入点, E与D之间通过光纤连接, 带宽可根据需求进行设置, 如应急通信带宽可设置在10 Mbit/s以上。A~E之间的通信带宽可保持在4 Mbit/s以上, 且稳定性较高。A、B和C可以应用Wi-Fi接入点 (AP) 装置来实现, AP支持802.11 n传输标志, 通过极化天线使通信距离视距传输达到1 km, 带宽保持4 Mbit/s以上。



图3 多个B中继传输示意图

该装置具有以下特点: 提供现场便携SIP电话及可视终端, 现场可视终端和SIP语音电话可以单独使用, 也可安装部署在车辆上; 从变电站光纤出口快速覆盖周边最大3 km片区; 可靠、高效的快速接入接口技术支持快速架设快速部署, 无须通信专业的专业支持, 可桥接级联快速部

署, 无须专业信号调试部署, 容易拆卸; 室外长时间使用电池可持续供电10 h; 便携化设计, 每个中继装置小型便携。

3. 实施案例及其应用效果分析

本方案及其研制装置顺利通过了多次应用检测, 实施案例及其应用效果分析如下。

(1) 试点与测试案例

峨山路变电站试点方案如图4所示。现场采用远距离中继和无线音、视频设备接入峨山路变电站, 通过临时开通的光纤通道送达浦东南路信通公司的通信机房内。现场设置在东方路、蓝村路的峨山路变电站附近, 以峨山路变电站作为信息接入点, 后端设置在浦东南路信通公司通信机房。

外滩应急通信便携式备用线路测试案例如图5所示, 接入附近的变电站, 通过光纤通道送达应急指挥中心。

(2) 实施案例应用效果分析

采用现场便携式Wi-Fi通信线路加上周边变电站的通信线路的通信方案, 具有带宽高、可传递高清视频、支持对讲、容易延伸数据通道、采用专用线路不受外部故障影响、稳定性高 (通过专线与后方连接, 不易受天气和基站拥堵等外因影响)、安全性好 (数据安全传输技术) 和通信费用低 (不租用第三方传输通道) 等优势。案例应用测试结果如下。

1) 现场无线信号强度测试。Wi-Fi无线中继设

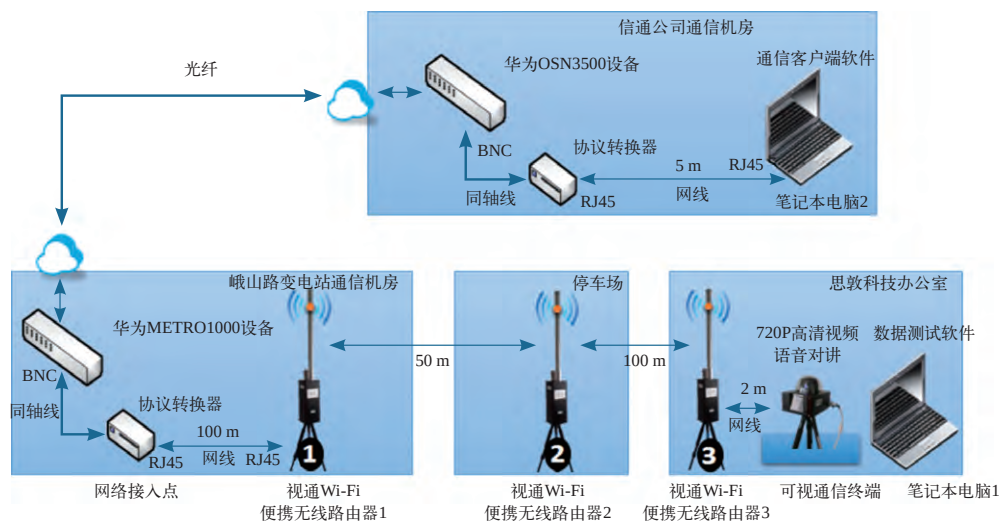


图4 峨山路变电站测试方案逻辑图

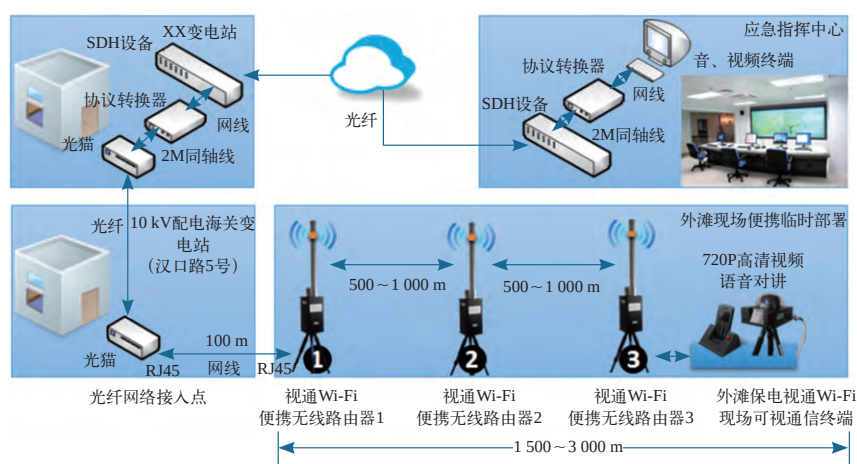


图5 外滩应急通信便携式备用线路测试逻辑图

备在现场的实际信号平均强度如图6所示。



注：测试位置：设备2部署点；目标：设备1；距离：30 m
结果：平均强度-70。



注：测试位置：设备3部署点；目标：设备3；距离：150 m
结果：平均强度-53。

图6 现场无线信号强度测试结果

2) 数据传输测试。线路的实时网速变化如图7所示，线路两端之间的传输速率稳定保持在2 Mbit/s。

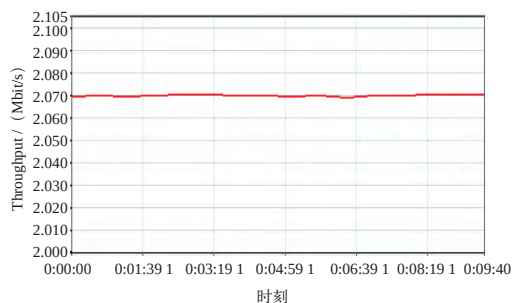


图7 数据传输测试结果

3) 音、视频传输测试。传输的视频流畅，帧率保持在25帧/式，码率能达到2 Mbit/s，且语音通话清晰。

结束语

提出了基于变电站通信网的电力应急现场中远距离无线通信覆盖技术方案和装备研究方案，并在变电站进行了试点应用，成功地将自组网Wi-Fi技术应用于中等距离电力应急视频通信，为变电站现场应急无线通信提供一个可行的技术保证，实现了变电站无线通信系统的安全接入，从而保证电力应急通信网络畅通。利用电力变电站光纤通道就近接入指挥中心，具有稳定性高、带宽高、安全性好和通信费用低等优点，具有广泛的应用前景。同时，为了提升本方案及其装置的可推广性和可操作性，还需进一步深化研究并对装置进行优化，以提升其应用性能。

参考文献

- [1] 付重, 肖行谏. 电力应急通信系统应用研究 [J]. 电力系统通信, 2011, 32 (5): 111-115.
- [2] 雷震洲. 宽带接入新技术——自由空间光通信系统 [J]. 现代电信技术, 2001 (5): 2-6.
- [3] 凌志浩, 周怡頔, 郑丽国. ZigBee无线通信技术及其应用研究 [J]. 华东理工大学学报: 自然科学版, 2006, 32 (7): 801-805.
- [4] 崔燕明, 刘孝先, 吴维农, 等. 电力应急通信指挥系统的建设方案 [J]. 电力系统通信, 2009, 30 (6): 33-36.

(收稿日期: 2014-05-27) EA