

哥斯达黎加国电力智能通信接入网络技术 及建设方案

魏畅[✉]

(中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 广州 510663)

摘要: [目的] 哥斯达黎加国为实现智慧城市, 满足智能电网在配电网侧的通信需求, 需要宽带可靠的通信网络。[方法] 采用 FTTX 架构, 以 GPON 技术实现用户光纤宽带网络接入。[结果] 综合利用电力管沟和杆塔资源, 采用 GPON、多级等功率分光等技术建成了覆盖哥国埃雷蒂亚省约 12 万用户的 ODN 光纤网络, 满足了智慧城市和智能电网等的高速宽带通信需求^[1]。[结论] 哥国利用电力系统现有基础设施, 建设智能通信接入网的技术方式, 对我国电力智能电网的配电网通信网络建设有较好的参考和借鉴意义。

关键词: 智慧城市; 光纤宽带网; FTTX; GPON; 配电网通信

中图分类号: TM73

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2020)S1-0114-05

开放科学(资源服务)二维码:



Access Layer Technology of Smart Power Communication Networks in Costa Rica

WEI Chang[✉]

(China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute Co., Ltd., Guangzhou 510663, China)

Abstract: [Objective] In order to build smart cities and fulfill the communication requirements of smart grids, Costa Rica needs broadband reliable communication networks. [Method] Using FTTX architecture, GPON technology to build broadband access level fiber network. [Results] Comprehensively utilizing pipe trench and tower resources of power Grid company, using GPON, multi-level light splitter and other technologies to build an ODN fiber network, which covers over 120,000 users of Heredia province, Costa Rica, fulfill the high-speed broadband communication needs of smart city and smart grid. [Conclusion] Those technologies and the planing methods used in the build of an intelligent broadband communication network in Costa Rica can provide a good reference for the development of Chinese Smart Grid.

Key words: smart city; fiber broadband network; FTTX; GPON; communication for distribution networks

0 引言

哥斯达黎加国位于中美洲中部, 该国注重环保, 且水利, 火山, 地热等可再生能源资源非常丰富, 2015年至2016年连续两年全年纯可再生能源发电时间超过300天。2016年全国可再生能源发电占总用电量98.1%。该国经济发展水平排在中美洲各国的前列, 外贸、旅游和服务业在国民经济中占重要地位, 近年来以哥国国家电网公司ICE为龙头,

大力发展智能电网, 电动汽车, 智慧家居等产业, 积极探索能源及IT技术领域的新发展和利润增长点。

哥斯达黎加国家电力公司ICE同时运营电力网络和公众通信网络, 是该国最大的国有电力企业, 也是哥斯达黎加智慧城市计划的主要执行者。

2016年开始, ICE公司计划开展智慧城市项目, 部署各类智慧应用, 先期建设智慧通信网。对现有有线宽带用户进行全面升级改造, 项目通过国际招标, 最终确定由广东省电力设计研究院承接。

本项目将原有采用ADSL接入的各类用户改造为光纤到户的FTTX宽带接入，重点先期改造埃雷蒂亚省（Heredia），总覆盖用户约12万，覆盖地区约120平方公里，覆盖范围示意图如图1所示^[2]：

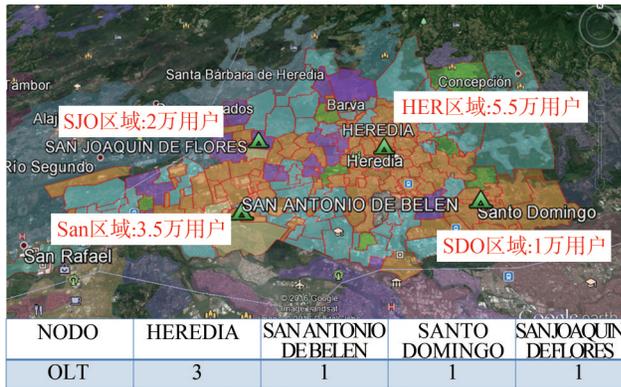


图1 埃雷蒂亚省接入网用户覆盖

Fig. 1 User coverage of the access network in province Heredia

1 业务规划

哥斯达黎加国家规划中未来将建设的主要智慧城市业务系统如表1所示：

可以看出，智能通信网系统是上述各类业务系统开展的基础及前提条件，同时该智能通信网需要承载的各类业务所需带宽较大，利用现有电力线的低速载波技术不能满足^[3]，必须采用高带宽的光纤通信网络技术。在建设完毕全面覆盖的光纤智能通信网后，哥斯达黎加规划的各类智慧城市业务系统才有实施和运行的可能。

2 FTTX技术方案

2.1 技术选型

在城区建设光纤网络工程，目前主要可选的技术有GPON，EPON及GE直连等技术^[4]。

表1 哥国智慧城市业务规划表

Tab. 1 Application plan of smart city in Costa Rica

业务名称	业务名称	业务内容及需求
Smart Communications	智能通信网	利用电力基础设施，建设光纤到户的固定通信网络，且与无线LTE网络联通，并满足其他各类业务的通信需求。
Smart Transportation	智能交通管理系统	含路口监控，红绿灯管理，交通流量管制等。
Smart Home	智慧家居	包括各类智能电器，初期建设示范系统100户。
E-payment	电子支付系统	依托于银行系统，与移动设备，固定通信网设备联通。实现哥国境内手机及固网电子支付。
Smart Security	智能安全系统	含后台管理及监控，安防等，纳入政府后台安全管理中心。
Smart Parking	智能停车场管理系统	包括出入管理，车位管理，信息交互等，初期建设2~3个示范停车场。
Smart Agricultural	智能农业系统	监控农作物，牲畜及灌溉，依托于智能通信网，初期建设10~50亩示范田。
Smart Meters	智能电表	后台依托电力配网管理系统D-EMS。
Integrated Energy	综合能源管理系统	试点1~2个小区，综合利用太阳能，风能，地热。
Smart Grid	智能电网管理系统	依托电力智能通信网，建设智能配网管理，智能调度系统等。
Electric Vehicle	电动汽车	初期试点建设全国500~1000个充电桩，及其配套设施和后台管理系统。
Urban Pipeline Gallery	城市综合管廊	概念性设计，视条件成熟情况，择机试点建设。
Environmental Governance	综合环境治理	概念性设计，视政策及法律成熟情况，择机建设。

由表2分析可知，GPON技术相对EPON及GE技术，存在建设成本低，资源复用率好，带宽高等优势^[5]，同时哥斯达黎加国ICE公司已经在部分地区开展了GPON技术的应用，从人员技术储备，网络管理，系统对接等方面均有较好的基础，所以本期工程采用GPON技术建设埃雷蒂亚省FTTX智能通信网。

2.2 网络总模型

本期工程率先启动建设的是埃雷蒂亚省的FTTX智能通信网，工程采用GPON技术，在埃雷蒂

亚城区建设宽带接入FTTX网络，覆盖普通家庭用户，商业用户及其他公共基础设施等。

如图2所示，整个FTTX通信接入网架构如下：

2.3 ODN主干网部署

1) 采用多级光缆建设覆盖整个城区的光纤通信网，以288芯光缆作为主干光缆（地下管道），72芯及24芯光缆作为分支光缆（架空）。

2) 综合利用现有电力基础设施，将光缆和电缆同塔或同管道安装，充分节约建设时间和投资成本。

表2 光纤网络技术选型

Tab. 2 Fiber network technology comparison

参数	GPON	EPON	GE直连
技术体制帧格式	由APON\BPON技术发展而来,传输码流采用ATM帧	由以太网技术发展而来,采用以太网的帧格式。为适应光纤传输,在以太网帧外层包裹了一层EPON定义的帧格式。	以太网帧
速率	多种速率等级,支持不对称速率,最大下行2.5 G,上行1.25 G	固定上下行1.25 G	固定上下行1 G
覆盖范围	理论值20 km覆盖半径,实际工程考虑在1:64的分光比情况下,光衰减不大于32 db,实际设计覆盖范围半径10~12 km	同GPON	采用长距光模块可达70 km。
光纤资源利用	采用光纤芯分光的方式,理论可实现1:128分光	同GPON	不可分光,光纤芯专用。
建设成本	利用同一个ODN骨干网,采用分光的方式,单用户分摊建设成本较低	同GPON	不可分光,不能复用光纤芯资源,建设成本较高。

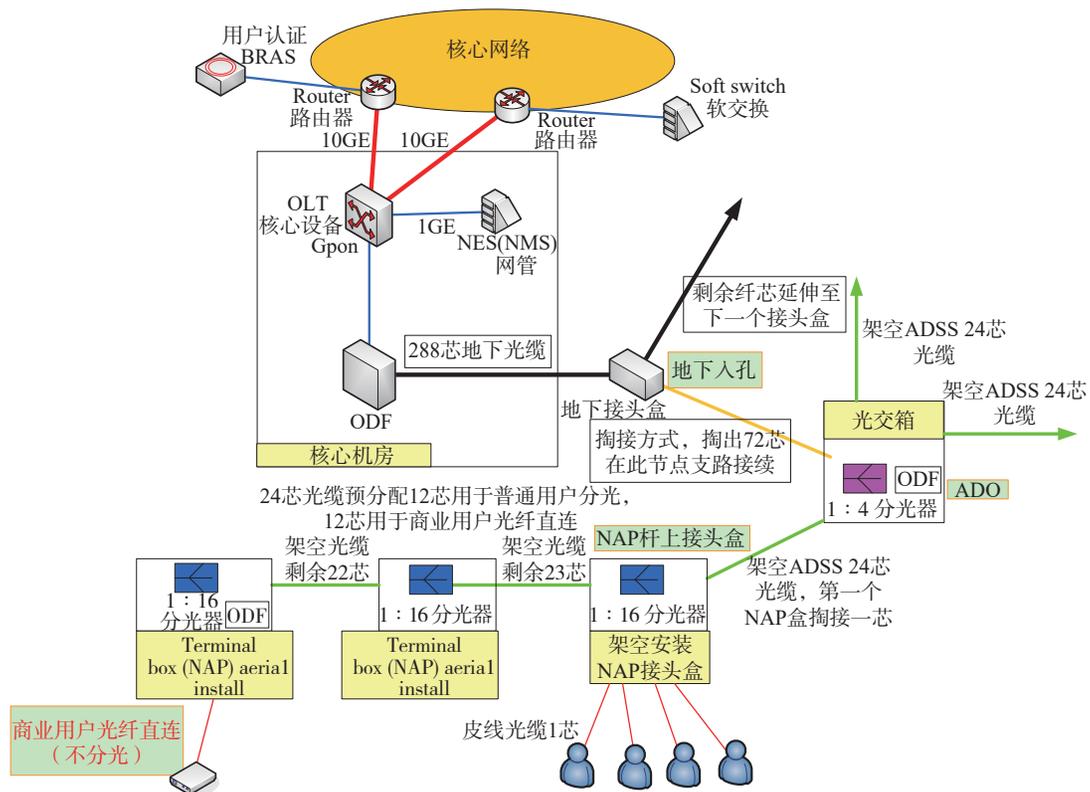


图2 FTTX网络架构示意图

Fig. 2 FTTX network architecture

3) 在核心机房安装 OLT 综合接入设备,配置 GPON 接口板,通过 288 芯主干光缆连接至室外第一级分光箱 (ADO),在第一分光箱处进行 1:4 等比例分光,并熔接和跳接。

4) 在第一级分光箱 (ADO) 处,将第一次分光后的光缆采用架空 72 芯或 24 芯光缆连接布放至二级分光盒 (NAP) 处,进行第二次 1:16 等比例

分光。在 NAP 盒处采用掏接工艺,即每条 24 芯光缆在每个二级分光盒 (NAP) 处,仅掏出 1 芯熔接,其余光纤芯不割断继续向下一个 NAP 盒布放。

2.4 网络架构及用户接入方式

1) 在每个 NAP 盒处,采用 1 芯皮线光缆 Drop cable,连接至最终家庭用户户内。在用户户内安装 ONT 终端设备,每个 ONT 设备采用单光纤接入,

向下提供4个以太网接口和2个电话接口, 以提供用户各类数据及语音通道, 从而支持各类智慧应用。

2) 对于商业用户, 采用单芯双向以太网GE技术实现用户接入。在OLT设备上配置多端口GE接口板, 采用单纤双向的SFP光模块。在整个光纤FTTX主干网(ODN)网络中对于商业用户, 单独预留不分光直接融纤的光纤通道, 从OLT直达最终商业用户。

3) 在最终商业用户处配置小型IAD/CPE设备, 以单纤双向以太网SFP光模块通过GE方式上联至核心机房OLT。由于采用单纤独享方式, 单用户最大带宽可达1 Gbps。

4) 在网络核心机房, 从OLT设备向上, 配置2个10 GE的上行接口(视具体用户数情况, 还可以再扩容), 采用端口捆绑的方式, 上联至ICE公司城域核心网, 同时连接网络管理系统NMS, 用户计费系统BRAS等, VOIP数据语音电话软交换系统等。

2.5 带宽及技术参数

1) 每个GPON端口理论下行带宽为2.5 Gbps, 按照1:64的分光比, 平均每个用户带宽约为40 M, 同时考虑用户实际饱和安装率为75%左右, 则每用户实际带宽可达55 Mbps, 已经足以支持包括高清视频电视等应用在内的大多数业务。

2) 各GPON端口采用参数如下: 波长: Tx: 1490 nm; Rx: 1310 nm; 下行带宽最大2.5 Gbps; 上行带宽最大1.25 Gbps。单纤双向SFP端口参数: 波长: Tx: 1490 nm; Rx: 1310 nm; 从机房OLT至最终用户处最大光衰耗 ≤ 27.8 db; 最大距离不超过16 km^[6]。

3 电网基础设施利用

在国内电网公司建设通信网络中, 已经在积极探索综合利用电网基础设施提供增值服务, 同时为电力物联网应用的开展快速完成通信基础网络建设^[7], 在哥斯达黎加国, 早已采用这种方式以降低投资, 提高效率, 快速完成网络建设。

由于ICE公司同时运营哥国电力和电信网络, 为节约工程投资, 同时最大化的利用现有基础设施资源, 在埃雷蒂亚城区建设通信网时, 主要的光纤

通道采用电力管道及塔杆与通信通道合用的方式, 示意图如图3所示:

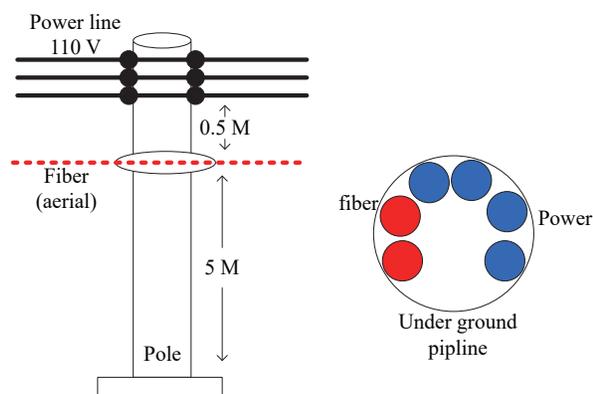


图3 塔杆合用安装示意图

Fig. 3 Installation fiber using the power line Pole and pipelines

如上图所示, 在电线及光缆同塔杆安装时, 相对安全距离为0.5 m, 光纤离地安装距离为5 m。同时在哥国标准地下管道中, 每条管道均预留2根子管作为光纤布放通道。

在实际安装和施工过程中, 由于哥国多雨, 每年约8个月时间为雨季, 且境内火山较多, 小型地震较频繁。因此工程中相关各类地下和地上光缆, 光纤盒及配件等均采用了IP67标准, 以充分确保防水, 防火山灰及防震。同时由于该国环保法律要求, 所有光缆均为内套芳纶纱的干式光缆, 不使用油封, 以免光缆润滑油脱落泄漏造成污染。

4 结论

本文介绍了哥斯达黎加国因地制宜, 利用现有电力基础设施, 建设FTTX通信接入网的技术架构和工程实施经验。其中该国ICE公司应用GPON技术与单纤双向GE技术, 采用二次分光与多级光缆纤芯掏接的施工技术结合, 综合利用电力电缆与光纤通道同塔同沟等建设方式所建设的埃雷蒂亚省FTTX电力通信接入网, 在充分利用现有资源的情况下, 节约资源投入, 加快工程建设, 使得电力企业可以高效建设智能配电通信网, 并在此之上开展电力物联网, 互联网用户接入等增值服务, 对我国电力企业建设智能电网特别是智能配电通信网具有较好的参考意义, 可以借鉴此种技术和资源综合利用方式, 加速我国电力企业的基础通信网络建设。

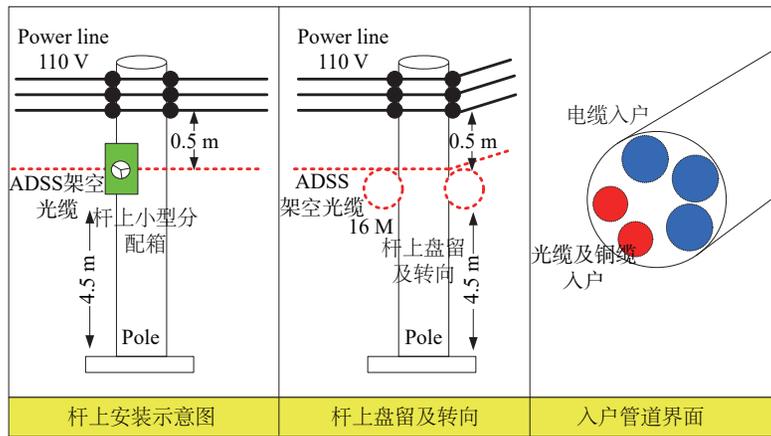


图5 塔杆合用安装规范示意图
Fig. 5 picture of installation model

参考文献:

[1] 哥斯达黎加ICE公司. 哥斯达黎加埃雷蒂亚智能接入网工程技术规范书 [EB/OL]. (2016-07-22) [2019-07-25]. <https://wenku.baidu.com/view/72c0a0e4b5daa0116c175f0e7cd1852518fe>.

[2] 哥斯达黎加ICE公司. 埃雷蒂亚地区管道资源图 [EB/OL]. (2016-07-22) [2019-07-25]. <https://wenku.baidu.com/view/7e24cb0e8ad63186bceb19e8b8f67c1cfbd6eefc>.

[3] 王晓晖. 新一代载波通信技术在智能配用电网的研究与应用 [J]. 南方能源建设, 2015, 2(增刊1): 168-173.
WANG X H. A new generation of carrier communication technology with the research and application in intelligent grid [J]. Southern Energy Construction, 2015, 2(Supp. 1): 168-173.

[4] IRFAN M. Evaluation of advanced modulation formats using triple-play services in GPON based FTTH [J]. IEEE Xplore 2013(2): 45-49.

[5] 张磊. 基于 GPON 技术的小区融合通信系统浅析 [J]. 通讯世界, 2016(13): 66-67.
ZHANG L. Analysis of community convergence communication system based on GPON technology [J]. Communication World, 2016(13), 66-67.

[6] 杨君刚, 刘故箐, 张引发. 宽带无源光网络(BPON)关键技术的发展与研究 [J]. 电信科学, 2002(3): 15-17.
YANG J G, LIU G J, ZHANG Y F. Development and research of key technologies of broadband passive optical network (BPON) [J]. Telecom Science, 2002(3): 15-17.

[7] 曹扬. 迎接万物联通时代的到来—第52届 IEEE 通信国际会议综述 [J]. 南方能源建设, 2016, 3(3): 138-141.
CAO Y. Communications for all things: an idea whose time has come—an overview of IEEE ICC 2016 [J]. Southern Energy Construction, 2016, 3(3): 138-141.

作者简介:



魏畅

1979-, 男, 重庆市人, 高级工程师, 主要从事电力数据网络的研究、设计、建设以及技术应用等方面的工作, 自2016年起担任哥斯达黎加国智慧埃雷蒂亚项目经理 (e-mail) weichang@gedi.com.cn。

魏畅

(责任编辑 李辉)

