

Construction and Operating Cost Analysis of Grid Terminal Communication Access Networks

Jin Liu, Yingmin Feng, Liyan Huang, Guoqi Ren, Jing Zhao, Bingran Shao

State Grid Tianjin Electric Power Corporation Economic and Technology Research Institute, Tianjin
Email: 455239978@qq.com

Received: Apr. 2nd, 2017; accepted: Apr. 24th, 2017; published: Apr. 27th, 2017

Abstract

On the basis of actual operation experience, the networking characteristics of 10 kV and 0.4 kV grid terminal access networks are introduced. Moreover, according to two actual projects, the actual construction programs for 10 kV and 0.4 kV grid terminal access networks are respectively described. Then, the construction cost and operation cost are analyzed from the personnel and operational aspects. Finally, the economic indicators for grid terminal access networks are proposed, which respectively are communication node access construction investments and equipment operating annual costs.

Keywords

Grid Terminal Access Network, Construction Cost, Operating Cost, Economic Indicator

电力终端通信接入网建设和运行成本分析

刘 瑾, 冯瑛敏, 黄丽妍, 任国岐, 赵 晶, 邵冰然

国网天津市电力公司经济技术研究院, 天津
Email: 455239978@qq.com

收稿日期: 2017年4月2日; 录用日期: 2017年4月24日; 发布日期: 2017年4月27日

摘 要

基于实际运营经验介绍了10 kV和0.4 kV电力终端通信接入网的组网特性, 并以两类实际工程项目为例, 描述了对10 kV和0.4 kV电力终端通信接入网的实际建设方案。在此基础上分别从人员和运行维护两个方

文章引用: 刘瑾, 冯瑛敏, 黄丽妍, 任国岐, 赵晶, 邵冰然. 电力终端通信接入网建设和运行成本分析[J]. 电力与能源进展, 2017, 5(2): 34-38. <https://doi.org/10.12677/aepe.2017.52006>

面对其建设成本和运营成本进行了分析, 提出从两方面构建分析终端接入网经济指标, 即通信节点接入建设投资和设备年运行费用分析经济指标。

关键词

电力终端通信接入网, 建设成本, 运营成本, 经济指标

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

电力终端通信接入网[1]服务于电网, 为电网提供可靠通道支撑, 有助于提升电网服务质量。电力终端通信接入网是电力系统主干传输网的重要组成部分, 用于满足配用电业务的通信需求。目前的电力终端通信接入网主要分为 10 kV 和 0.4 kV 两类通信接入网。从经济评价角度考虑, 可以说电力终端通信接入网的经济效益直接体现于技术评价指标, 包括光纤覆盖率, 通信电路运行率、通信设备运行率、光缆线路运行率、通信业务保障率等性能提升, 从而最终提升电网服务质量, 提升电网建设整体投资效益回报[2]。

电力终端通信接入网不同于电网和公共基础电信网, 目前国内对于这方面的研究还较少。考虑到经济合理的运营成本要求, 如何优化配置各类不同传输方式, 使得实际使用中相互配合、优势互补, 依据配电线路特点共同组建高效、可靠的组网方式成为当前 10 kV 和 0.4 kV 通信接入网实际面临的难题。

2. 10 kV 和 0.4 kV 接入网

10 kV 通信接入网主要承载配电自动化、配变监测等业务, 具备与配电 SCADA、馈线自动化、电网分析应用及相关应用系统互连等功能。10 kV 通信接入网主要由配电主站、配电终端和通信通道组成, 包括覆盖 10 kV 配电网的开关站、配电室、环网单元、柱上开关、配电变压器、分布式能源站点以及配电线路等组成的通信网络, 可实现上联设备和配电终端之间的数据传输。10 kV 通信接入网的配网信息在变电站汇聚, 通过 MSTP 10 M/100 M 接口接入骨干网, 实现配电业务信息的上传, 同时通过骨干网传送到各配网主站。

10 kV 通信接入网的传输方式主要包括光纤通信、电力线载波和无线通信三类。其中, 主干传输方式采用光纤通信, 并辅以电力线载波和无线通信。上述两种辅助传输可有效降低施工难度, 降低成本, 对解决部分配电站、开闭站、箱站向主干网的接入较为有益。电力线载波通常作为以太网无源光网络 (EPON) 的补充, 将主载波机置于配电站点, 上联至 EPON 网络的 ONU 设备。无线通信或 RS-485 总线通信方式应用于站内数据集中的通信需求, 完成站内各类终端、传感设备向数据集中装置的数据汇总。公网无线通信由公网边缘路由器通过光纤专线联接主站的接入路由器, 经防火墙和隔离装置接入主站, 在应用安全性和实时性要求不高的一遥、两遥站点, 选用该传输方式。

0.4 千伏通信接入网是指覆盖 10 kV (或 20 kV/6 kV) 变压器的 0.4 千伏出线至低压用户表计、电力营业网点、电动汽车充电桩和分布式电源等的通信网络, 主要承载用电信息采集、用电营业服务、用户双向互动等业务。按不同使用对象划分, 0.4 千伏通信接入网可分为专变用户采集(或负荷控制系统)和低压集中采集。0.4 千伏通信接入网按网络结构划分为远程通信信道和本地通信信道。远程信道是指从用电通信主站到远端集中器之间的通信信道, 主要有无线公网和 230 MHz 无线专网等方式。本地信道是指集中

器到采集器及表计之间的通信信道，主要有低压载波、RS-485 总线等方式。采集器和计量表之间通常由计量表所支持的通信方式决定。

3. 终端接入网成本分析

鉴于实际成本核算与预算的差异性，我们以实际项目为例，分别对 10 kV 和 0.4 kV 通信接入网的实际建设方案进行阐述，然后在此基础上，从人员和运行维护两个方面对其建设成本和运营成本进行分析。

3.1. 10 kV 接入网建设案例

在市内某核心区升级改造工程项目中，选取 10 条 10 kV 线路的 19 座配电站点进行配电自动化改造，改造后站点的“三遥”覆盖率为 100%。该期 10 kV 通信接入网建设由于现状城区全部敷设光纤难度较大，因此暂按光纤覆盖 80% 站点考虑，并采用中压电力线载波和无线公网作为补充通信方式。在 10 座变电站各增加接入路由器 1 台，采用光传输设备提供的 10 M 电路接口上联，接入已建成的配电数据专网。

此外，在滨海某核心区升级改造项目中，该工程共包含 10 kV 线路 47 条，配电站点 381 个。该期 10 kV 通信接入网改造沿原电源线路径直埋或架空敷设光缆。若光缆不能到达，则采用中压电力线载波作为补充通信方式，以满足自动化对通信通道的要求。该工程改造站点 210 个，采用 EPON 通信技术，为配电自动化网络提供“三遥”、视频及语音接入等通信通道。各配电设备信息通过用户端接入设备经光缆上传到配网变电站，然后配网变电站将各用户信息汇总后通过 SDH 的 2 M 通道统一上传配网主站。通信配网主站设备已配置完备，不须增加。该项目工程共设 5 个配网变电站，上述 5 个配网变电站分别配置接入设备屏 1 面，各含 1 套 OLT 接入设备，相应配置接入路由器 1 台和 ODF 模块。接入设备屏布置在相应的二次设备室。光缆接入用户端需配置用户接入设备 ONU1 套，分光器 2 套，ODF 模块 1 套。载波接入用户端需配置耦合设备两台，载波设备两台。该期 5 个变电站之间建设 48 芯通信主干光缆，采用就近相连方式和链式网络结构，将本区域内的配网设备通过分支光缆接入主干光纤，并选用手拉手保护方式，大大提高了网络可靠性。各配电线路以链型网络，采用 24 芯分支光缆接入临近的主干光缆。

经上述升级改造以后，市内某核心区和滨海某核心区的 10 kV 电力接入层通信网基本满足配电自动化建设的通信需求。10 kV 电力终端通信接入网费用比案例如表 1 所示。

3.2. 10 kV 接入网人员成本

根据文献[3]并结合 10 kV 接入网工程实际情况，我们总结得到 10 kV 电力终端接入网人员成本，如表 2 所示。按单位设备维护量确定维护人员数量，如载波机设备每套需要维护人员 0.03 人，接入网设备每套需要维护人员 0.02 人。接入网维护人员成本如表 2 所示。

以某 10 kV 通信接入网升级改造工程项目为例，该工程设备包含载波机 15 套，OLT1 套，ONU51 台，接入路由器 10 台，光缆 27.5 公里，则可计算得到主要设备维护所需人员为：

$$15 \times 0.03 + 52 \times 0.02 + 27.5 \times 0.6 / 100 + 0.02 \times 10 \approx 2 \text{ 人} \quad (1)$$

基于 10 kV 通信接入网的实际运行经验，归纳发现 10 kV 通信接入网存在网络节点多、通信距离短、业务流量小、通道方式多样等特点。在设备维护过程中，较骨干通信网而言，运行维护责任大，且故障处理时间长。根据建设单位的运行经验，通常 EPON 设备故障发生相对较多，主要为电源故障和板卡故障，往往通过设备重启和板卡更换解决。载波设备故障从运行经验来看，故障相对较少，但数据通信质量往往不如 EPON 好，同时在故障处理时，需要配电专业和通信专业协同配合，共同处理。为了节省营销采集系统的通道费用，考虑今后利用 10 kV 通信接入网实现用电侧信息采集业务的接入，这是未来终端通信接入网建设的优先发展方向。

3.3.0.4 kV 接入网成本分析

选取某区域新建小区电力光纤到户建设工程为例，进行 0.4 kV 接入网建设成本和运营成本分析。该项目对该区域新建的 7 个小区，3667 户居民电表实现用电信息采集光纤传输。项目方案建设内容为小区 10 kV 配电室至小区各楼宇配电间，楼宇配电间至各楼层电表箱的光缆通道建设，配电室光缆网络设备的建设等。该项目建设 ONU 设备 2079 套，OLT 设备 12 台，光纤采集器 184 套等。项目包含 24 芯普通光缆 51.6 km，12 芯普通光缆 13.5 km，敷设方式采取 24 芯普通光缆从 10 KV 配电室经电缆沟敷设至楼宇配电间，12 芯普通光缆从楼宇配电间至用户接入点。0.4 kV 电力终端通信接入网费用比案例如表 3 所示。

该项目工程的 0.4 kV 通信接入网远程通道，主要采用公网无线方式实现。在实际运营中，营销部每年用于 GPRS 通道的运营成本费用较高。每年需花费的通道租用费按每节点每年 140 元考虑，而 GPRS 模块约为 6、7 万个左右，则其数据流量费用为 910 万(模块数取 6.5 万)，并且运营商主站到公司系统主站通道租赁费通常在年几十万左右。

Table 1. 10 kV communication access networks cost ratio cases

表 1. 10 kV 电力终端通信接入网费用比案例

通信专业安装工程名称	升级改造工程安装/购置费用比	
	市内核心区	滨海核心区
EPON 设备安装	52.7835/71.1949	33.9432/213
载波通信设备安装	2.8746/35.2450	0.7138/160
一般线路本体工程	117.7050/52.09	181.0525/267.05
无线通信设备安装	0.5938/1.6817	-

Table 2. Access networks maintenance personnel cost

表 2. 接入网维护人员成本

设备名称	计算单位	定员(人)
光缆、电缆	每百千米	0.60
载波机	每台	0.03
数据网络设备	每套	0.03
接入网设备	每套	0.02
网管系统	每 5 套	1.00

Table 3. 0.4 kV communication access networks cost ratio cases

表 3. 0.4 kV 电力终端通信接入网费用比案例

智能用电小区通道建设	设备/建筑费用比	设备/人工费用比	建筑/人工费用比
用电信息采集	608.98/28.3059	608.98/8.8219	28.3059/8.8219
通道建设	-	-	336.7668/48.8720

4. 终端接入网经济指标

基于实际运营的经验，我们提出从两方面构建分析终端接入网经济指标，即通信节点接入建设投资和设备年运行费用分析经济指标。定义如下：节点接入建设投资表征了通信节点在接入电力通信网所需

的综合建设投资费用,即为建设综合造价。即节点接入建设投资 = 接入设备投资费用 + 施工费用 + 工程建设其他投资费用。

设备年运行费用表征了通信设备年运行所需费用,主要考虑人员和设备成本。即设备年运行费用=人员成本+设备成本。(其中,人员成本为通信网建设完成,转为设备资产后,所需的维护人员数量和运行维护人员的工资等相关费用。设备成本为设备在运行过程中,所需要的设备故障、处缺维护费用和备品备件费等。)

5. 结束语

随着大规模的电力终端通信接入网建设的到来,亟待建立一套集建设成本、运营成本和资源利用率评估于一体的电力终端通信接入网指标评价体系。本文基于实际运营经验介绍了 10 kV 和 0.4 kV 电力终端通信接入网的组网特性,并以实际项目为例,描述了对 10 kV 和 0.4 kV 电力终端通信接入网的实际建设方案,并在此基础上分别从人员和运行维护两个方面对其建设成本和运营成本进行了分析,提出从两方面构建分析终端接入网经济指标,即通信节点接入建设投资和设备年运行费用分析经济指标。本文为电力终端通信接入网建设项目和后期运维提供技术经济指标参考依据,有利于提高投资建设回报率及资源利用效率。

参考文献 (References)

- [1] 国网天津市电力公司. 通信网经济技术发展研究报告[R], 2014.
- [2] 国网天津市电力公司. 2014 年-2018 年配电通信网规划报告[R], 2014.
- [3] 国家电网公司. 国家电网公司供电企业劳动定员标准[R], 2008.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: aepe@hanspub.org