

EPON 技术的 配电通信接入网的研究设计分析

文◆江苏华晟信息科技有限公司 高 扬

引言

电力通信系统的升级需求推动着接入网技术的革新，EPON（以太网无源光网络）技术凭借其高带宽、低成本和易扩展等特性，成为配电网通信改造的重要选择。当前配电自动化与分布式能源的快速发展，对通信网络的实时性、可靠性和多业务承载能力提出更高要求。传统接入网技术因带宽受限、拓扑僵化等问题，难以满足智能配电网的精细化控制需求。EPON 技术的引入为解决这些问题提供了新思路，但其在电力场景下的适应性仍需深入探索，尤其是网络架构设计与电力业务特征的匹配度亟待提升。

1 EPON 技术在配网通信接入网中的应用可行性

EPON 技术在配网通信接入网中的应用具有极高的可行性。随着电力行业的信息化和智能化进程不断加快，配网通信接入网对于高带宽、低延迟、高可靠性的需求日益增长。EPON 技术作为一种基于以太网的无源光网络



【作者简介】高扬（1987—），男，江苏徐州人，硕士研究生，中级工程师，研究方向：通信与信息系统。

接入技术，凭借其独特的优势，成为解决配网通信接入网问题的理想选择^[1]。

EPON 技术运用无源光纤进行传输，减少了有源设备的部署数量，降低了建设以及运营维护方面的成本，其所有的点到多点网络结构，让光纤资源得以高效运用，可较为轻松地应对配网通信接入网里大量监测数据以及控制指令的传输要求。同时，EPON 技术支持高带宽传输，上下行速率均为千兆，甚至可达到 10Gbps，充分契合了配网通信接入网针对高清视频、实时数据监测等高带宽业务的需求。此外，EPON 技术拥有良好的扩展性与兼容性，随着配网规模的扩大以及业务需求的增长，EPON 网络可依靠简单增添光分路器或者延长光纤来实现轻松扩展，无需开展大规模的网络改造^[2]。

2 配电通信接入网的设计

配电通信接入网的设计中，EPON 技术展现出了其独特的优势。该技术能够在所有单模光纤介质敷设式光缆中使用，确保了数据传送过程的快速且高效。由于 EPON 技术具有广泛的兼容性，其能够在通信系统的多种组网结构中灵活应用，无需依赖其他通信技术，从而简化了系统结构，使得操作更为便捷。

为降低配网通信接入网的组网成本，使其契合常用的组网架构，设计时一般会采用全链路以及链型这两种组网方式。这两种方式不必重新铺设通信管道，极大地降低了施工的难度以及成本。在链型组网拓扑里，第一种结构凭借配置诸多 PON 设备，并在配电子站中将 OT 设备串联起来，

扩大了通信半径，又契合了单电源供电的要求。OLT 设备负责连接配电子站，POS 设备朝着光方向向下延伸，借助 ONU 的上行链路冗余设计，为网络运行给予了额外的保障，保证了网络的安全且顺畅。另一种链型组网拓扑结构是在不同的配电子站中安装 POL 设备，借助 T 型线缆结构达成组网，这种设计更为灵活，可依据实际需求给予调整。不管是哪种结构，EPON 技术都可以经由无源分光器与 ONU 的并联，构建出独立的光纤通信网络^[3]。

3 EPON 技术的配电通信接入网的设计要点

3.1 技术架构

EPON 技术的配电通信接入网设计需要构建高效灵活的技术架构。EPON 系统主要由光线路终端（OLT）、光网络单元（ONU）以及光分配网络（ODN）3 个部分组成。OLT 位于中心局端，负责控制整个 EPON 网络的数据流，为多个 ONU 提供数据接入服务。ONU 则位于用户侧，负责将光信号转换为电信号，为配电终端设备提供数据通信接口。ODN 则是连接 OLT 和 ONU 的无源光网络，由光纤、光分路器等无源器件组成，负责将光信号分发到各个 ONU。

在配电通信接入网当中，EPON 技术所有的架构优势体现了其点到多点的网络结构特点，这样的结构可让单个 OLT 借助无源光分路器连接多个 ONU，实现了光纤资源的有效利用。而且，EPON 技术还支持多种网络拓扑结构，如星型、树型、总线型等，可依据配电通信接入网的实际需求给予灵活配置。例如，在配电自动化系统里，可采用星型或者树型拓扑结构，把 OLT 放置在变电站或者配电所中，借助 ODN 把光信号分发至各个配电终端设备，实现数据的快速传输以及远程监控。在技术架构设计方面，应考虑 EPON 系统的波长分配以及时分复用技术，EPON 系统一般采用波分复用技术，运用不同波长的光信号来进行上下行传输。例如，下行数据采用 1490nm 波长，上行数据采用 1310nm 波长，这种设计防止了上下行数据出现干扰，提升了光纤的传输效率。EPON 系统还采用时分多址技术，经由 OLT 为各个 ONU 分配不一样的时间片来进行数据传输，实现了数据的有序传输以及带宽的动态分配^[4]。

3.2 网络性能

配电通信接入网对网络性能的要求极为严格，在关键指标方面（如带宽、延迟以及丢包率等），EPON 技术具有高带宽以及低延迟的特性，可契合配电通信接入网的需求，在配电通信接入网里，需要传输大量包括实时监测数据、控制指令以及视频图像等在内的信息，EPON 系统可提供上下行对称的 1.25Gbps 带宽，甚至借助升级到 10GEPON 或者更高速率的技术，可契合未来高带宽业务的需求。这样的高带宽传输能力，保障了配电通信接入网中数据的快速传输以及实时处理。在配电自动化系统中，对控制指令的传输延迟要求非常高，EPON 系统运用时分复用和快速帧处理技术，可达成低延迟的数据传输。例如，在 EPON 系统中，OLT 和 ONU 之间的数据帧传输延迟一般小于 1ms，这种低延迟的特性保障了配电自动化系统中控制指令的实时传输与响应。此外，EPON 技术借助动态带宽分配机制，实现了网络带宽的高效运用，DBA

机制可依据网络流量的实际状况,动态调整各个 ONU 的带宽分配,避免了网络拥塞和带宽浪费^[5]。

为了提升网络性能,可采用 EPON 和其他技术相融合的方案。例如,将 EPON 技术与无线通信技术联合起来,搭建混合接入网。在配电通信接入网里,存在部分区域无法铺设光纤线路的情况,这种情况下可以运用无线通信技术来进行覆盖,借助 EPON 技术提供具有高带宽、低延迟特点的有线接入服务,无线通信技术则提供灵活的无线接入服务,以此实现配电通信接入网的全面覆盖以及高效传输。

3.3 冗余与保护机制

配电通信接入网属于电力系统的关键构成部分,其具有的可靠性特征对电力系统安全稳定运作意义重大。EPON 技术凭借其特有的冗余与保护机制,保障了配电通信接入网具有高可靠性特征,具体表现在两个方面。一方面,EPON 系统运用无源光网络结构,大幅减少了有源设备数量,降低了设备发生故障的概率;无源光分路器、光纤等无源器件拥有寿命长、可靠性高的特性,可在恶劣环境里稳定运行。同时,还规避了有源设备间的电磁干扰与串扰问题,提升了网络稳定性。另一方面,EPON 系统支持多种保护机制,可依据实际需求灵活配置。例如,OLT 和 ONU 之间一般采用双纤冗余设计,利用两根光纤并行传输数据,当其中一根光纤出现故障时,另一根光纤可立刻接管数据传输任务,保证网络的连续性和可靠性。

在配电通信接入网领域,可运用 EPON 与其他技术相融合提升可靠性。例如,将 EPON 技术和 SDH 技术结合,构建 SDH/EPON 混合接入网——SDH 技术具备高可靠性、高稳定性以及端到端保护机制,与 EPON 技术的高带宽特性互补,能同时保障配电通信接入网的高可靠性与高带宽传输能力。

此外,配电通信接入网设计中需考量网络拓扑结构对可靠性的影响。采用链型拓扑结构时,可在关键节点处设置备用设备或者链路;采用环网拓扑结构时,可借助环网保护机制提升可靠性。实际应用时,需结合具体需求设计冗余与保护机制。例如,在配电自动化系统中,可通过 EPON 技术的冗余与保护机制,确保保证控制指令实时传输并得到响应。

3.4 实际应用与成本效益

EPON 技术凭借高带宽、低延迟以及高可靠性等特性,在配电通信接入网中具有巨大的应用潜力,但在实际运用时,应重点考量成本效益,以此推动 EPON 技术在配电通信接入网里广泛应用。

在技术优势与成本控制方面,相较于传统的铜线接入技术,EPON 技术将光纤用作传输介质,天然具备长距离传输、低损耗以及抗干扰能力强的优势^[6]。同时,EPON 技术支持无源光网络结构,能大幅减少有源设备的数量,以降低设备的采购成本与维护成本。此外,EPON 技术支持远程监控与管理功能,可实现网络实时监控与故障预警,显著提高运维效率,从运营层面进一步降低成本,保障网络的可靠性与稳定性。

在实际应用配件上,需重点关注 EPON 技术与现有电力系统的兼容性问题。配电通信接入网作为电力系统的关键组成部分,要和现有的电力设备实现无缝对接。而 EPON 技术依靠其灵活的网络架构以及多

种接口支持能力,可顺利实现与现有电力设备的兼容。例如,EPON 系统可借助以太网接口和配电终端设备连接,实现数据的快速传输以及远程监控^[7]。

结语

EPON 技术在配电通信接入网中的研究设计分析表明,其高效、低成本以及强兼容性特点为配电通信网的建设提供了新思路。通过 EPON 技术,可实现配电自动化数据的实时、可靠传输,满足智能配电网对通信网的安全性、可靠性和高速率要求,这一研究对于推动智能电网的发展具有重要意义。^[8]

引用

- [1] 张琼.基于EPON技术的配网自动化通信方案的构建思路[J].电子元器件与信息技术,2022,6(6):130-132.
- [2] 杜皓.基于EPON的电力配电通信网技术分析[J].集成电路应用,2021,38(4):86-87.
- [3] 陈益群,陈思,符丰.基于LoRa技术配电终端GPRS通信转接装置设计及应用研究[J].中国高新科技,2021(7):64-65.
- [4] 周海莹,盛丹红.配网中电力通信技术混合组网浅析[J].通讯世界,2019,26(4):163.
- [5] 孟燕庆.EPON技术的配电通信接入网的研究设计分析[J].技术与市场,2018,25(8):132-133.
- [6] 杨晓.EPON配电通信网络规划技术分析[J].通信电源技术,2018,35(7):277-279.
- [7] 万文涛,熊松松.无源光网络技术在智能配电通信接入网的可行性分析[J].现代信息科技,2018,2(1):78-80.