

白皮书

无源光局域网技术（POL） --

提升园区和企业局域网的可扩展性、安全性和可持续性

前言

在智能建筑互联互通的时代，光纤技术与网络基础设施的融合为数字化转型奠定了坚实基础。越来越成熟的无源光局域网（POL）技术将重塑园区建筑内部和园区之间的网络。通过利用无源光通信技术、基于软件定义的网络管理技术和创新的数字供电技术等，园区将建设高可靠、高密度的有线和无线通信网络，增强网络的安全性和防御能力，并秉持绿色低碳理念。

此白皮书旨在深入探讨无源光局域网（POL）技术在园区网络智能化进程中所展现出的多方面优势，包括：

1. 可扩展性
2. 安全性
3. 可持续性

无源光局域网（POL）技术不仅展现了网络效率和性能的完美融合，并且为智能建筑的IoT网络生态系统演进赋予了强大动能，解决了IT和网络专业人员长期面临的关键挑战。

一、可扩展性

在智能化快速发展的今天，园区智能建筑对其基础网络的规模化和可扩展性方面的要求越来越高，这为企业自身、IT工程师及网络工作人员都带来了艰巨挑战。传统铜线网络无法应对数量日益增多的连网设备和数据密集型应用，导致网络扩展困难、配置复杂、网络性能受损、维护成本高昂。而这正是无源光局域网（POL）技术方案的天然优势所在。通过利用光通信的高速高性能和大容量集中交换等特点，无源光局域网（POL）在网络的可扩展性方面实现了颠覆性创新，其简洁的架构和软件定义的管理方式减轻了企业网络扩展负担，也大大提高了在园区和企业网络中新增智能设备和智慧业务的可行性和便捷性。无源光局域网（POL）可以高效地处理企业网络大容量集成需求和多业务生态系统，能在有限的机房和布线空间内解决网络的扩容挑战，同时确保网络各种业务的可持续性与安全性，使IT专业人员能够轻松自如和自信地应对数字时代网络的复杂性挑战。

- **占地小，密度高**

与传统以太网交换机技术不同的是，无源光局域网（POL）技术对应的设备和布线系统占用的面积和空间明显减少。此外，由于光纤具有海量带宽能力，使得无源光局域网（POL）能在有限空间内连接更多的（IoT）智能终端设备和支持更多的数据密集型业务，具有较高的密度和容量、可扩展性强、且不影响网络的可靠性等特点，这些是无源光局域网（POL）技术的一个基本特征。这些特征使得园区和企业更易扩展其数字化和智能化（IoT）生态系统，最大限度地保护网络建设投资，产生更好的商业价值。

- **适应现在和未来的超高带宽**

无源光局域网 (POL) 技术具有光纤技术的无限带宽优势, 能以惊人的速度传输大量数据。这种高带宽能力不仅能满足各种终端设备 and 应用 (例如, Wi-Fi接入点、IP监控摄像头) 的数据密集型网络接入需求, 还是园区和企业大楼智能物联网 (IoT) 容量和终端连接数量能高效扩容和激增的坚实基础。

单模光纤目前带宽容量超高, 实际速度与光纤两端安装的设备和技术 (包括GPON、XGS PON、50GPON等技术) 有关。无源光局域网 (POL) 技术可采用一根光纤里的多个波长进行数据传输, 不仅能在多个业务网络建设需求情况下节省布线系统的投资, 还能为平滑升级到新一代技术提供演进保障。这种能适应不断发展的业务需求和技术需求的能力, 使无源光局域网 (POL) 技术成为智能建筑持续发展和创新的关键推动者。

- **与无线技术发展同步**

Wi-Fi和5G等无线通信技术的爆炸性增长以及其对网络带宽需求的不断增加, 给园区和企业局域网带来巨大的运营压力。尽管通过部署私有蜂窝网络和/或Wi-Fi网络能提升局域网带宽能力并满足不断变化的新业务需求, 但这些方案都面临各自的挑战。无源光局域网 (POL) 技术通过将光纤技术与5G和Wi-Fi结合使用, 能让企业更轻松地对未来的各种业务和网络建设需求。例如, 无源光局域网技术由于可轻松支持1G、2.5G、5G和10G等多种接口速度, 使园区和企业局域网络能满足Wi-Fi 6E、Wi-Fi7和更新一代的Wi-Fi技术的带宽需求。此外, 单模光纤是构建5G网络和未来私有蜂窝技术的理想载体。

- **有效运用网络供电创新技术**

将无源光局域网 (POL) 技术与创新的网络供电方法相结合, 如第二类(Class 2)远程直流供电、第四类故障管理(Class-4 Fault Management)供电 (脉冲或数字电力) 和直流微电网等供电方面的创新技术, 开启了连接性、可靠性和可持续性均更好的园区网或局域网新时代。

Class-2直流供电技术可有效地为局域网网络终端设备供电, 它降低了供电的复杂性, 增强了供电稳定性。

Class-4 Fault Management供电技术则确保了无与伦比的安全性、更大的供电范围和可持续性。同时, 将无源光局域网技术 (POL) 与直流微电网技术进行集成, 可以优化能源的产生、存储和使用。

无源光局域网 (POL) 技术打破传统局域网距离限制, 可连接数英里之外的智能物联网终端设备。Class-2和Class-4等创新供电技术的进步, 将帮助无源光局域网 (POL) 技术在更远的距离上发挥更大的潜力。

- **简运维能力对IT大有裨益**

与传统交换机网络需要在各个弱电机房中进行设备配置的管理方式不同, 无源光局域网 (POL) 技术具有简单高效的网络管理和运维能力。它通过从中心机房集中化的方式管理整个网络, 而无需前往弱电间逐个设备进行管理、配置和维护。这不仅加快了业务配置和开通和故障排除过程, 还能轻松从中心机房实现全网资源的动态分配, 增强网络安全性以及实现网络快速扩展。无源光局域网 (POL) 技术通过集中化和智能化的网络管理系统, 将硬件、软件和各种智能业务协调一致, 极大地简化了运营复杂性, 使IT和网络人员能够高效地管理和监控整个网络, 轻松满足局域网络业务的开通和运维以及生态系统不断变化的新需求。

二、安全性

众所周知, 当前园区和企业的网络安全面临日益严峻的挑战。随着网络覆盖范围的扩大, 恶意攻击者可以利用的漏洞也会暴露出来。传统交换机网络通常在数据安全、隐私保护、防范网络威胁以及在多种设备上管理访问控制等方面遇到了挑战。无源光局域网 (POL) 技术提供了一个更好的安全体系来保护企业数据和个人数据。它具有严格的安全措施和零信任机制, 通过严格的认证、细颗粒度的访问控制技术和加密通信机制, 大幅降低网络入侵和未经授权的访问风险。通过采用零信任原则, 即在授予访问权限之前要求对设备和用户进行持续验证, 从根本上增强了网络的安全性。这种严

格的安全框架不仅保护了敏感数据，还能很好地支撑网络的可扩展性和可持续性，从而为IT和网络专业人员提供了强大的安全解决方案，使他们能够自信地应对不断变化的网络安全环境。

- **光纤比网线更安全**

光纤在传输信号时不会被干扰，也不产生干扰。光纤传输不存在信号串扰、电磁辐射（EMI）、无线射频干扰（RFI）和电磁脉冲（EMP）干扰等问题。与此相反，网线由于采用铜线来传输数据，会产生电磁辐射，因此即使在没有物理搭接或物理连接的情况下，数据信号也可被监听或接收，从而产生信息泄密或网络入侵。而对光纤传输而言，无论监听设备离光纤多远，都无法监听到光纤的传输信号。此外，想要通过物理搭接或串接的方式来入侵光纤获得传输信号技术上是异常困难的，因为无源光局域网（POL）技术还采用了严格状态机协议（如双向信息交换和确认技术），能够检测到所有异常设备、非法设备和入侵设备，让所有物理搭接或串接无处藏身。

- **减少网络漏洞点**

无源光局域网（POL）通过大幅减少网络攻击面，为采用零信任架构的原则提供了一个极具吸引力的解决方案。无源光局域网（POL）通过消除已知的网络漏洞点来实现这一目标，从而阻止恶意行为者可能利用的潜在安全漏洞。通过集中控制和减少硬件组件，无源光局域网（POL）可显著减少潜在网络威胁入口。这种精简架构创建了一个更强大、易管理的安全基础设施，使无源光局域网（POL）成为实现零信任原则的理想基础，并通过确保每个设备和用户接入网络前必须通过身份验证和授权，从根本上强化和增强了网络安全。

- **智能配置和管理**

在局域网安全问题上，人为因素是产生网络安全漏洞的主要原因。无源光局域网（POL）提供了一套特有的配置管理解决方案来确保整个局域网一致的、可重复的和无错误的配置和管理操作。集中智能管理是这套方案的基础，它使得从统一视角对整个局域网络进行监控、控制和管理成为可能。此外，无源光局域网（POL）通过软件定义的管理系统和全局的配置模版策略，能自动地对全网实施标准配置和管理。这种统一的业务配置规则和访问控制策略，有效减少了可能危及网络安全的人为错误和不一致的可能性。无源光局域网（POL）正是通过最大限度地减少网络运营中的人为因素，增强了智能建筑业务生态系统的可扩展性、安全性和可持续性，并减轻了与网络入侵相关的巨大风险。

三、可持续性

随着社会对可持续发展的日益重视，ICT行业正面临如何最大程度地减少智慧园区数字基础设施对环境影响的巨大挑战。传统以太网网络因大量使用铜资源，具有较高的建设碳排放，因交换机能耗和制冷需求而产生较高的运营碳排放。无源光局域网（POL）技术通过大幅减少铜线资源的使用和高能耗部件的使用，能有效降低建设碳排放；通过节能设计，降低制冷要求能有效降低运营碳排放。这些独特特性使得无源光局域网（POL）能助推园区实现净零碳排放，达成绿色建筑认证，与实现环保和绿色节能的智能建筑环境目标完美契合。无源光局域网（POL）正成为智能建筑可持续发展的理想的数字基础设施解决方案。

- **降低了建设碳排放**

无源光局域网（POL）能显著降低建设碳排放。

- 相较于传统以太网网络，无源光局域网（POL）简化了网络基础设施，减少了以太网线缆和电话线缆的使用量，减少了相应的布线和跳配线设施以及汇聚机房和楼层弱电机房，因而大幅降低了空间占用和高能耗资源的使用，显著地降低了碳排放。通过这些改变和优化，无源光局域网（POL）与可持续发展的目标相吻合，其碳排放量的减少不仅支持环境保护，而且符合效率和空间利用的原则，让业主可将原本需要用来安装网络设备的面积和空间释放给其他商业用途，从而提高资源的利用率。

■ 降低了使用碳排放

无源光局域网 (POL) 通过其固有的低能耗特性, 在减少园区网络日常使用中的碳排放方面发挥着关键作用。与传统以太网不同, 传统以太网需要使用汇聚交换机和接入交换机等耗电高的电子设备, 而无源光局域网 (POL) 在对应的位置使用零能耗的无源分光器组件, 从而大幅降低能耗。此外, 无源光局域网 (POL) 的分布式精简架构, 大幅减少了中心机房和楼层弱电机房的制冷能耗。这两重效应——降低设备能耗和减少冷却需求——显著减少了运行中的碳排放。这让无源光局域网 (POL) 天生与能源效率目标一致, 在助力建设智能数字IoT生态系统方面将发挥关键作用, 既增强了园区和智慧建筑的数字基础设施的功能和能力, 也对绿色地球目标的达成产生积极影响。

■ 延长网络生命周期, 有效保护网络投资

无源光局域网 (POL) 采用单模光纤 (SMF) 来作为网络基础设施。单模光纤可实现高达T比特每秒的数据传输速率和高达20公里甚至40公里的传输距离, 未来园区网络的速度升级, 可直接使用已安装的单模光纤网络而无需重新布线, 升级光纤两端的光通信设备即可获得4倍甚至10倍以上的网络速度, 从而有效地保护了基础网络投资, 免于拆除和重新部署。

与6类 (CATx) 以太网线缆相比, 单模光纤 (SMF) 具有以下优势:

- 体积小、重量轻、布线简单
- 抗拉强度高、弯曲半径小
- 带宽容量大、传输距离远
- 抗干扰能力强, 可与强电线共管共槽布放
- 熔接方便可靠
- 使用寿命长
- 显著的低成本

此外, 无源光局域网 (POL) 技术可在同一根光纤上实现多个波长叠加传输数据, 因而能无缝支持后续各种新一代光纤通信技术, 从而以最经济有效的方式为10Gbps、50Gbps乃至100Gbps网络的建设铺平道路。

总结

无源光局域网 (POL) 在园区智能建筑及其网络生态系统中具有巨大的变革潜力。通过采用单模无源光通信、软件定义的网络管理和数字供电等创新技术, 无源光局域网 (POL) 有效提升了园区网络的可扩展性、安全性和可持续性。

为适应不断增长的网络需求, 抵御无处不在的网络威胁以及减少对环境的影响, 无源光局域网 (POL) 为园区和企业网络的现代化发展提供了平滑升级的解决方案。当我们站在技术和可持续发展的十字路口, 无源光局域网 (POL) 描绘了一幅数字和现实、有线和无线完美融合的蓝图, 引领园区智能建筑走向更智能、更安全、更环保的未来。

关于APOLAN

APOLAN, 中文全称为: 无源光局域网国际联盟, 成立于2013年8月。其成员包括园区光网设备制造商、渠道和集成商、咨询和设计公司、园区业主和用户。

联盟成员致力于全球POL产业的发展和培训教育，专注于制定最佳的市场推广、安装实施、培训教育和支持解决方案，以促进全球园区光网产业的繁荣和发展。

更多关于APOLAN的信息，请访问 www.apolanglobal.org.

