

第三代光分配网络（ODN）正在兴起

2022 年 10 月 21 日

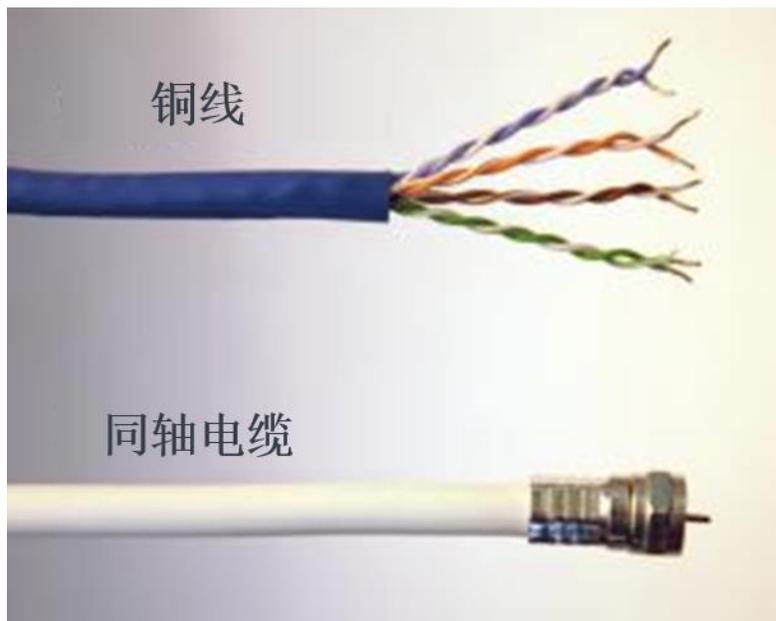
作者：John Lively

ODN 是连接用户与电信运营商互联网、有线连接和电话服务的最后一环。过去十年间，ODN 默默在无源光（PON）网络的广泛应用和部署中发挥着关键作用，这一阶段 ODN 开发工作的重点，集中在降低前期成本，而不是增加功能。当前，行业正推动将现代技术引入 ODN，以降低运营成本，提高接入网的性能。本研究报告将围绕该主题展开介绍。

ODN 起源

五十多年来，电信运营商接入网络的“最后一英里”一直采用双绞线铜缆，每户一根，以树形分支架构捆绑在一起。电缆运营商也采用了类似树形分支架构的同轴金属护套电缆。基于这些现在看来早已过时的技术，早期的互联网业务下发经常困难重重。

图 1：20 世纪接入网布线技术



来源：www.fairfaxcounty.gov/

从 21 世纪初起，PON 网络真正意义上开始部署，以支持主打更快网速、更低时延及更大视频带宽的“三网融合”业务。第一代部署采用 BPON，第二代为 GPON 或 EPON。现在我们已经进入第三代 PON 部署，即 NG-PON2 和 XGS-PON，可提供 10Gbps 传输速度和 1G 业务带宽。

与早期接入网不同，PON 网络的“最后一公里”采用点对多点光纤，单根或一对光纤从光线路终端（OLT）延伸至室外无源分光器，经分光后，多根光纤从分光器连接至住宅附近的光网络终端（ONT）或光网络单元（ONU）。

图 2：常见 PON 网元



设备厂商 OLT



1x32 平面分光器（带接头）



室外型 ONT

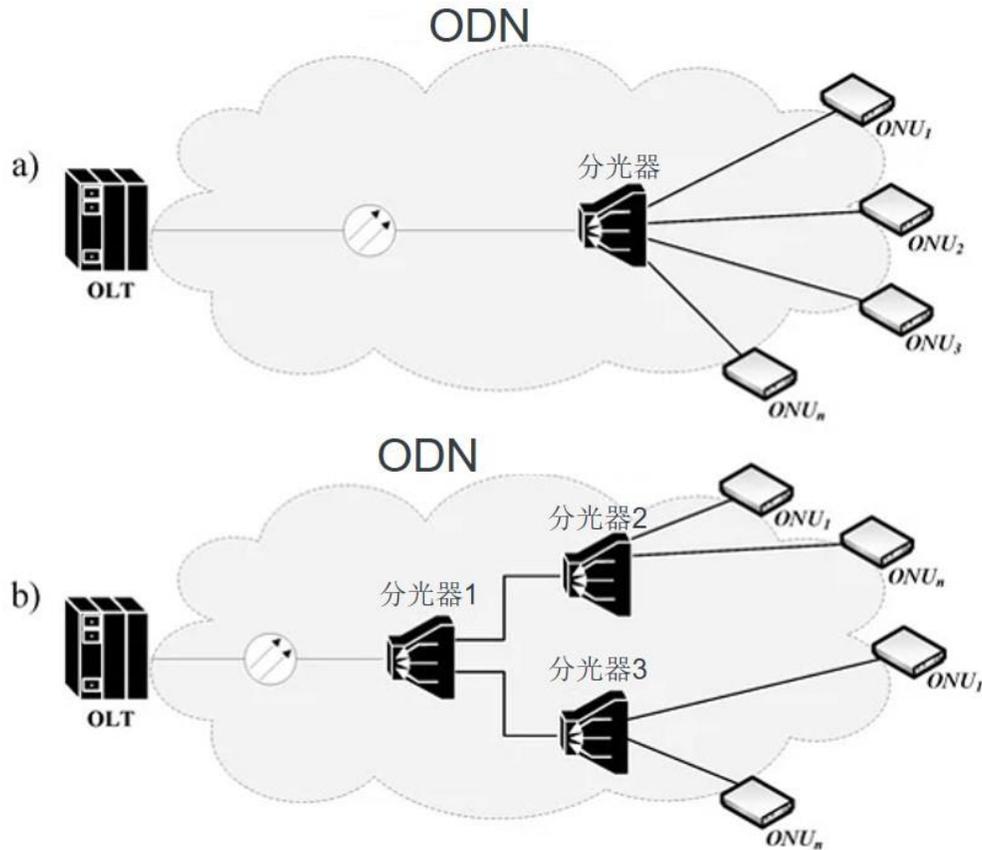


室内典型 ONU

来源：众多

GPON 和 EPON 中最常见的分光比是 1:32 和 1:64，可在一级（单个分光器）或二级（级联分光器）拓扑中实现。连接 OLT 与其级联 ONU 的光纤和分光器合称为 ODN。

图 3: ODN 示意图



来源: Horvath 等, <https://doi.org/10.3390/electronics9071081>

ODN 技术演进

PON 网络部署目前已历经三代, 第四代(25G/50G PON)也已经开始部署。ODN 组成基本保持不变, 仍为光纤和无源分光器, 真正改变的是 ODN 的建网方式。

第一代 ODN (我们称之为 ODN1) 需要熟练的技术人员使用昂贵的熔接机进行熔接, 该操作通常需在可控的环境下进行, 如封闭式货车, 以防止灰尘和其他污染物的影响。虽然这种做法昂贵且耗时, 但可以确保光链路损耗低, 性能良好。

从大约 2018 年开始, 第二代 ODN (ODN2) 开始部署, 使用康宁、康普、Huber+Suhner、华为、烽火、古河等厂商提供的各种预连接组件。这些产品、架构和用例在 2021 年 8 月发布的 ETSI TR 103 775 标准规范中有详细介绍。该技术文档还引入了“Quick ODN”这一术语, 来描述使用预连接组件构建的 ODN。

ODN2 的主要优点是设备出厂前已完成全部熔接和后续测试, 因此无需在现场进行光纤熔接, 安装速度更快, 成本更低, 安装结果可预测。有些产品甚至提供了预连接光缆, 方便用户家庭连接到 FTTH Quick ODN 接线盒, 无需服务供应商参与。

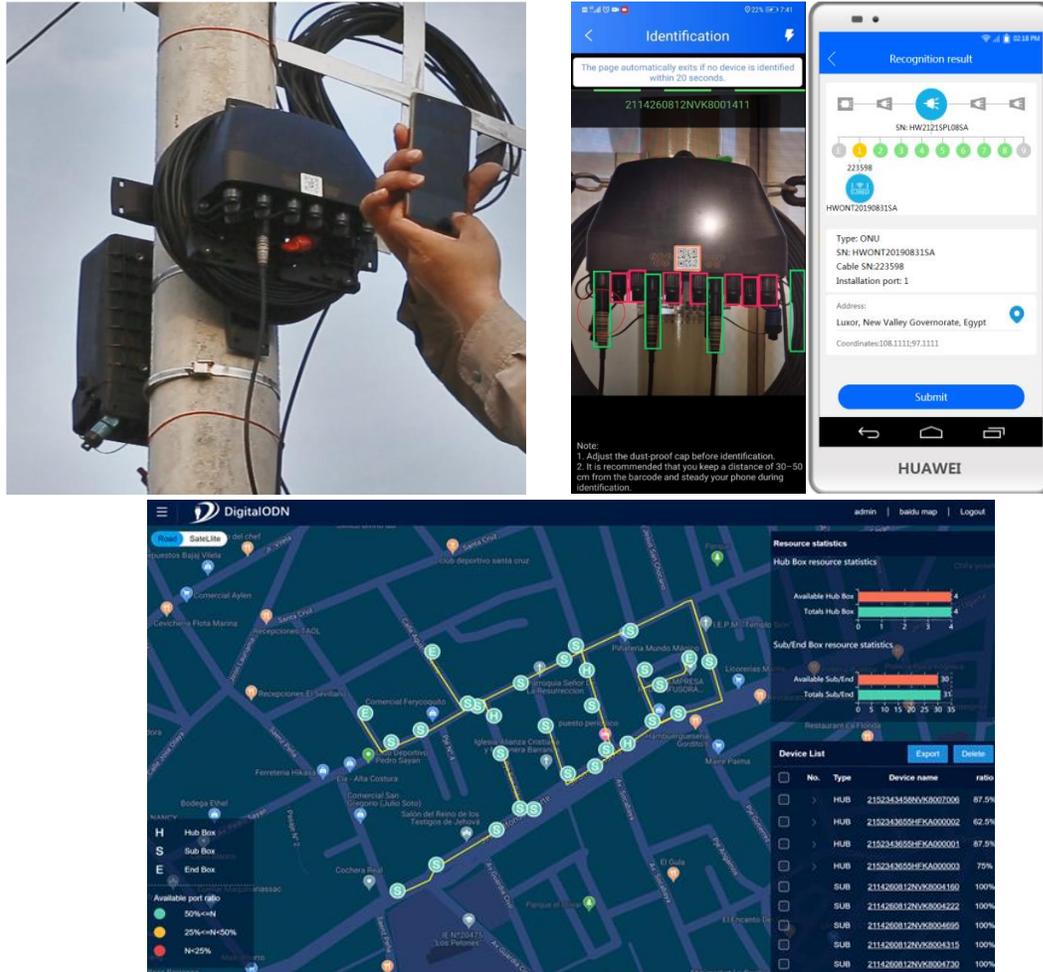
图 4: Quick ODN 预端接光缆和预连接产品



来源: 康宁、康普、阿里巴巴、华为

除了预连接，ODN2 的另一项重大创新是对每根光纤和端口使用数字标签（条形码或二维码），这些标签可以轻松输入智能数据库，创建一张数字化的光分配网络。这种“Digital QuickODN”利用 ODN 无源组件的独特身份来创建智能管理功能，如自动存储光纤位置信息、自动识别光纤连接、光纤校准信息和现场操作可视化指南（如图 5）。

图 5：扫描二维码轻松映射接入端口位置



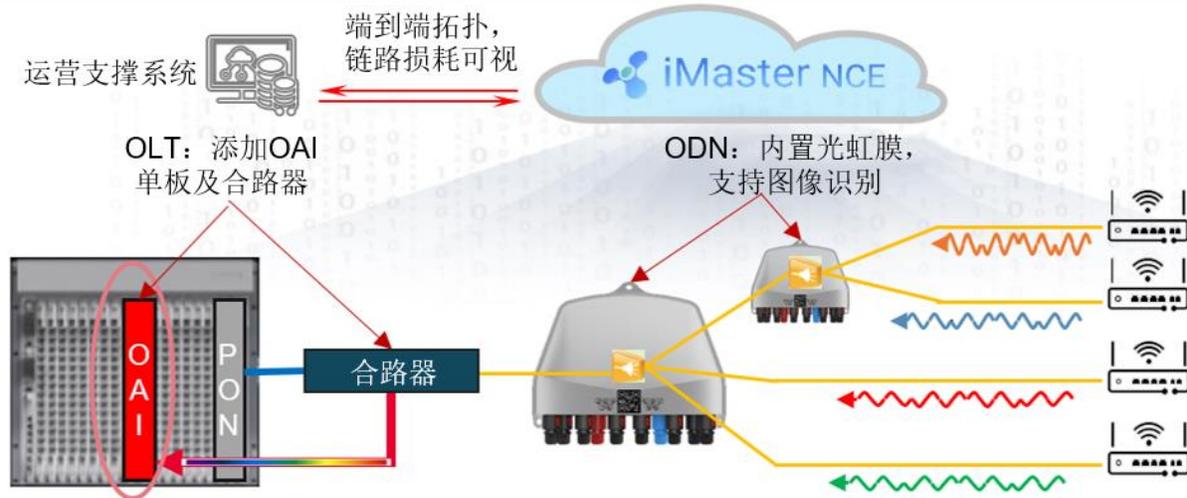
来源：华为

预连接和数字标签化的光纤、分光器和光纤盘储盒、交接箱的出现，大大减少了运营商的网络部署时间和费用，但没有解决运营成本的问题。第三代 ODN (ODN3)目前正在开发中，旨在通过引入自动化主动监测和智能化等技术来降低 ODN 的运营成本。

智能管理系统使用某种光学监测系统（如基于反射、引入延迟等）自动识别和定位故障，精确到单个网元中的具体光纤和端口，然后将这些信息传输给网络运营中心和现场技术人员的手持设备。

华为也研发并上市了类似的“光虹膜”系统。

图 6 - 华为光虹膜 DQ ODN



来源: 华为

华为光虹膜系统巧妙地利用了 ODN 网络中 $1*N$ 分光器的微型光学架构，在每个 ONU 或 ONT 的上行信号中引入独特的差分相位变化。到达 OLT 的合路光信号通过滤波器分离，一小部分被转移到高灵敏度接收器（位于华为设备 OAI 单板上）。该接收器可以区分相位变化，从而单独识别每个 ONU 或 ONT。ONU 或 ONT 无需额外的光学器件，通过级联两个 $1*8$ 分光器，一个 GPON 口下挂的 64 个 ONU 都可以被 OAI 单板监控，实现设备增加成本可控。

洞悉 ODN 中的 $1*N$ 分光器架构，将带来巨大的好处。通过光纤断点可以准确地定位到每根光纤，还可以在服务请求前对未使用及完整的端口进行单独识别。此外，在单个 ONU/ONT 上还能对服务正常运行时间/停机时间进行监控。

ODN 未来展望

随着 FTTx 网络架构在头部 CSP 中部署逐渐成熟，人们开始关注通过第三代 ODN 实现更准确和自动化的监控，来降低运营成本。预计其他供应商将效仿华为，开发类似于光虹膜的产品，以拓展自身的产品组合。