

鹏瞰半导体新一代SoC 在 P0L 全光网中的应用 (Rev. B)

目录

第一章 前言	3
第二章 下一代园区网络POL全光网络	5
2.1 什么是POL全光网络	5
2.2 什么是PON技术	5
2.2.1 PON 技术简介	5
2.2.2 PON 技术主要特点	6
2.3 POL全光网络的构成与优缺点	7
2.3.1 POL 全光网络的构成	8
2.3.2 全光园区网的“降本担当”无源 ODN 光分配网	9
2.3.3 POL 全光网络的优缺点	9
第三章 鹏瞰芯片方案及功能特性	11
3.1 POL全光园区网络的需求	11
3.2 鹏瞰全光网络芯片系列	14
3.2.1 鹏瞰半导体全光网络芯片简介	14
3.2.2 鹏瞰半导体全光网络的芯片特点	15
第四章 总结	17
“PONCAN WE CAN”	17

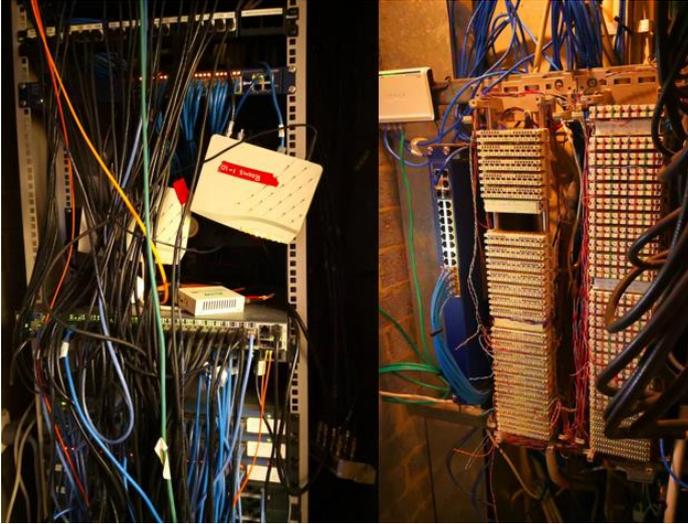
第一章 前言

过去几十年来，家庭室内宽带网络从铜线ADSL/VDSL发展到光纤入户（FTTB/FTTH），业务从语音、视频发展到 4K 超高清空前丰富了人们的生活。伴随着 VR、云游戏、在线教育等新业务不断普及，以及全社会数字化、智能化进程加速，家庭室内网络正在朝着升级到千兆乃至更高带宽。当前室内宽带正从 FTTH 跨入F5G（The 5th Generation Fixed Networks 的缩写，即第五代固定网络）FTTR时代，将一根根光纤进一步向下延伸到每一个房间、每一台桌面、每一台机器，给用户带来 5 星级的宽带体验，为产业带来了新一轮发展机遇。

与之形成鲜明对比的是，在需要更高带宽，更好的宽带接入服务的园区，却仍然是采用光纤到园区接入点，然后园区内依然通过多层级二层交换机互联汇聚方式来解决各区块的接入，典型的问题是带宽低，维护难。另外园区的弱电项目实施是个巨大的工程，管道里大量的电缆，错综复杂。而且弱电集成商的能力水平又参差不齐，勉强完工后总是出现工程资料不全或漏洞百出，给后续网络的维护带来了大量的隐患，这也是当前国内乃至全球园区面临的现实问题。园区业主的网络部门服务工作很繁忙很辛苦，但这种打补丁式的网络服务，使得园区的用户总是得不到及时高质量的网络服务，而且用户一旦有更高带宽的需求，由于电缆的长度和质量决定了带宽往往无法快速提升，导致用户们对网络总是怨言不断。

F5G 全光园区给出了全新的定义：F5G全光园区是以单模光纤为介质，主要采用基于全光网络的POL(Passive Optical Local Access Network,无源光纤局域网) 架构解决园区上述问题。POL采用的是已经广泛应用在运营商FTTB/FTTH业务的PON (Passive Optical Network, 无源光网络) 技术，POL是新型局域网组网方式，继承了PON网络的优点，优化了传统局域网的基础布线和网络结构，网络结构更加扁平 and 简洁，具有高带宽、高可靠性、扁平化、易部署、易管理等优点。

常见的传统园区分布在各个楼层的弱电间往往是这样的：



而采用了F5G POL网络架构后，整个弱电间都不需要了，只需要在楼道找个小角落，挂上一个光纤分配箱即可。上了POL后是这样的：



下面将详细探讨POL如何为园区网络带来革命性的变化，以及鹏瞰半导体推出的创新性TS-PON及符合ITU-T标准的（支持POL所需的XGSPON（10G/10G），XGPON/（10G/2.5G）/GPON（2.5G/2.5G或2.5G/1.25G）技术）芯片技术方案如何为园区POL网络带来“芯”的驱动力，为园区网络的升级换代带来无限的可能。

第二章 下一代园区网络POL全光网络

2.1 什么是POL全光网络

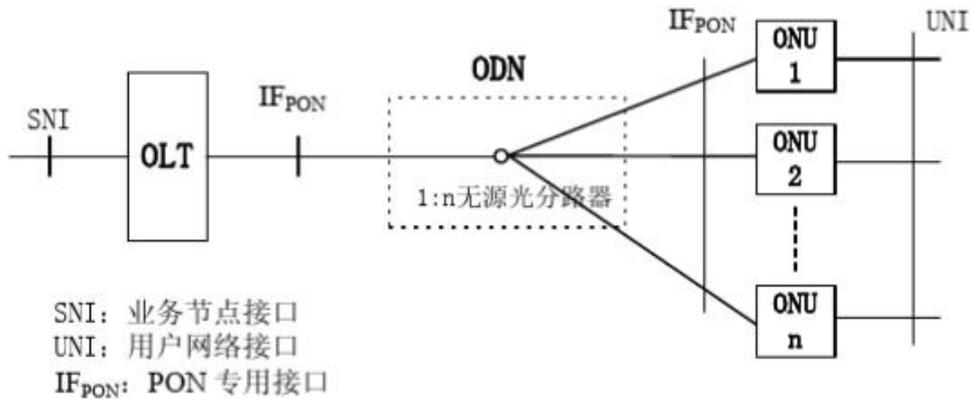
POL(Passive Optical Local Access Network, 无源光纤局域网)是基于PON (Passive Optical Network, 无源光网络) 技术的园区局域网LAN的全光传送的解决方案。全光指的是网络传输和交换过程全部通过光纤实现的网络, 因为在网络传输和交换的过程中信号始终以光的形式存在, 不必在其中实现电光和光电的转换, 因此能大大提高网速。POL全光网络, 以介质革命结合F5G技术实现网络架构创新, 是真正符合标准的下一代园区全光网络。

这里有必要简单对比一下铜缆和光纤的传输能力。国内使用的Cat. 5类网线几乎不可能传输超过1Gbit/s的速率。标准的Cat. 6类线大致能传输10G速率但一般最长传输距离55米左右, 升级到Cat. 8类线理论上可以传更高的20G, 40G速率但距离不超30米。而PON技术保证10G, 50G等高带宽下在光纤传输距离轻轻松松到20Km。而且一芯光纤能承载的带宽可达1000G甚至更高带宽。并且光纤在抗电磁干扰方面有着电缆无可比拟的优势, 且当下光纤成本也远远低于上述的各类电缆。由此可见, 采用光纤技术是必然的趋势, 这也是家庭宽带几乎全部是基于光纤的FTTH系统。园区网络也在势不可挡的朝着全光方向发展。

2.2 什么是PON技术

2.2.1 PON技术简介

PON技术是POL的基础技术, 有必要对PON技术作一个简要介绍。前面提到PON技术已经在通信运营商提供的家庭宽带FTTH服务中被全面而广泛的采用, 被证明是最优的高带宽技术。目前单根光纤双向传输速率已达到10Gbit/s(10G PON), 正在朝更高的25G, 50G迈进。在介质采用光纤替代铜缆的同时, PON采用无源的点到多点(P2MP, Point to Multiple Point)技术带来网络架构的变革, 使得网络扁平化, 中间层采用无源的ODN (Optical Distribution Network, 光纤分配网) 让部署成本更低并极大去除了网络故障点。PON网络的拓扑结构如下图:



PON由光线路终端（OLT）、光网络单元（ONU）和光分配网络（ODN）组成。其ODN全部由无源器件组成，无源的特性使得网络布放更加灵活，无需机房和电源等，无源光网络（PON）也因此得名。下面简要介绍OLT，ONU，和ODN。

OLT: OLT(Optical Line Terminal, 光线路终端)，用于连接主干光纤的终端设备。OLT是光接入网的核心部件，相当于传统通信网中的交换机或者路由器，也是一个多业务提供平台。一般放置在园区中心机房，提供面向用户的无源光纤网络的光纤接口。OLT 主要实现的功能是：上联上层网络，完成 PON 网络的上行接入，通过 ODN 网络(由光纤和无源分光器组成)下连用户端设备 ONU(Optical Network Unit, 光网络单元)，实现对用户端设备 ONU 的控制、管理和测距功能

ODN: ODN(Optical Distribution Network 光分配网络)，基于PON设备的光缆网络，在OLT和ONU间提供光传输通道。ODN可以分成多级光分配网。通常通过各种Splitter(光分配器)，比如1:2、1:4、1:8、1:16等等各种分光比的光分配器，分层分级地将OLT的一个PON端口连接多达128个甚至256个ONU。这样组网方式非常灵活。这完全不同于传统交换机结构，大量节省了光缆资源（可在后续讲POL与传统园区的交换机网络架构中清晰的看到）。

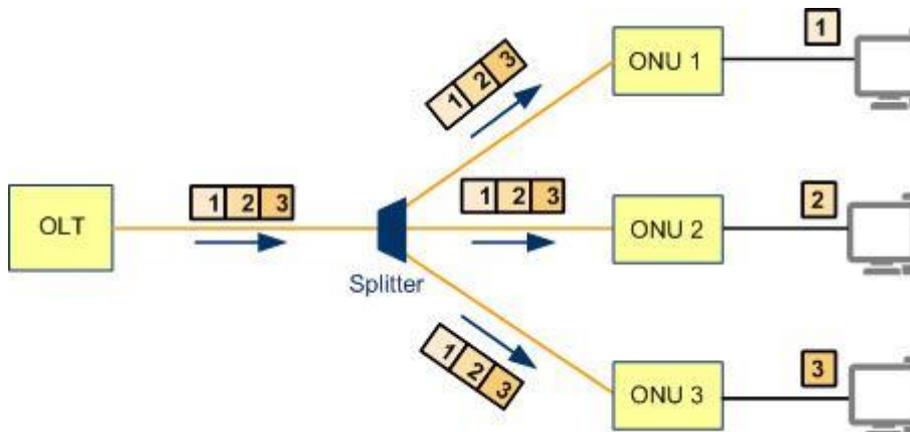
ONU: ONU(Optical Network Unite, 光网络单元)，是PON上行的接入终端设备。PON使用单光纤连接到OLT，OLT连接到ONU。根据使用场景，ONU提供GE/10GE、POTS、Wi-Fi、USB等接口以及接入数据、视频、语音等业务。ONU需要承载尽量多的终端用户和业务，提高网络利用率，降低用户成本。

2.2.2 PON技术主要特点

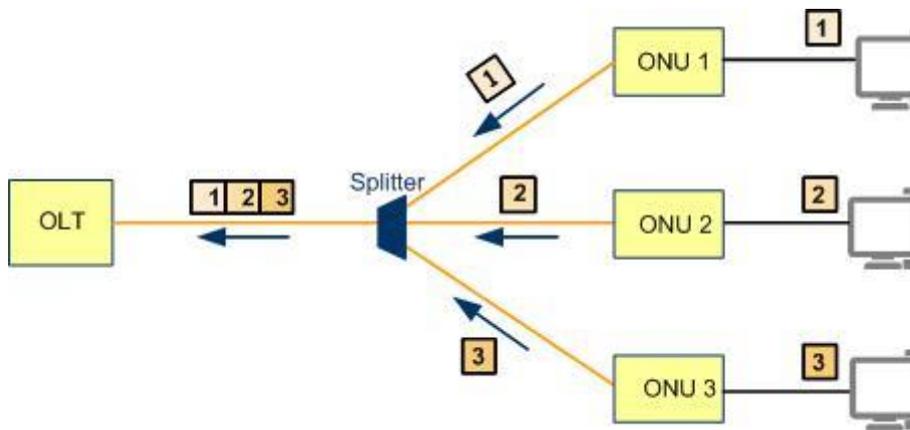
PON系统采用**单纤双向传输技术**，只需要一根光纤就能完成从OLT到ONU的双向数据传送。这比传统的双纤双向传输技术又大大的节省了光纤资源，降低了投资成本同时减少了对管道

空间的占用。基本原理如下：

OLT到ONU下行方向采用以广播方式送至每一个ONU，每个ONU选择性接收带有自身标识符的数据包。OLT的发送部分和ONU的接收部分都是连续工作方式。



ONU到OLT的上行信号在跟下行的同一根光纤中，传输采用不同光波长，并采用TDMA (Time Division Multiple Access时分多址接入) 技术，OLT通过多点控制协议 (MPCP) 控制每个ONU在指定的时间起始点发送指定时间长度的数据，通过TMDA,使多个ONU能够共享上行波长的带宽。OLT的接收部分和ONU的发送部分都是突发模式工作。



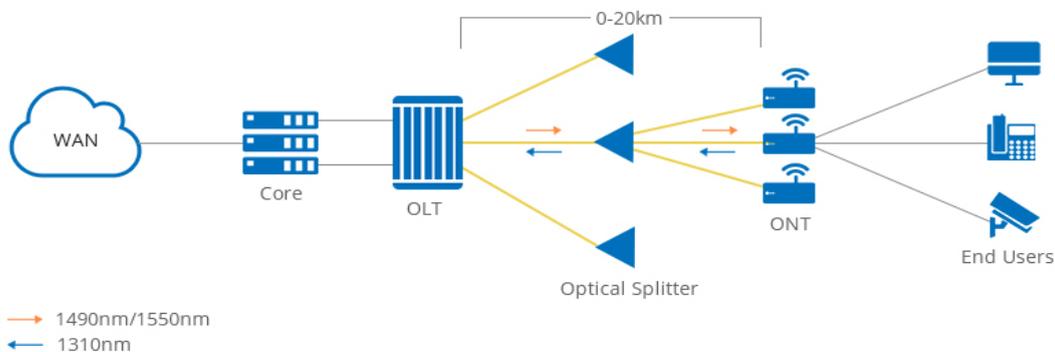
当前主要被采用的PON技术体系有：EPON（1G/1G）、10GEPON（10G/1G或10G/10G）或GPON（2.5G/1.25G）、XGPON（10G/2.5G）、XGSPON（10G/10G）

或XGSPON/XGPON/GPON Combo模式，让各种速率的ONU可以在一个网络里共存。将来还可以将网络平滑升级到50G PON，大大的保护和节约了投资。

2.3 POL全光网络的构成与优缺点

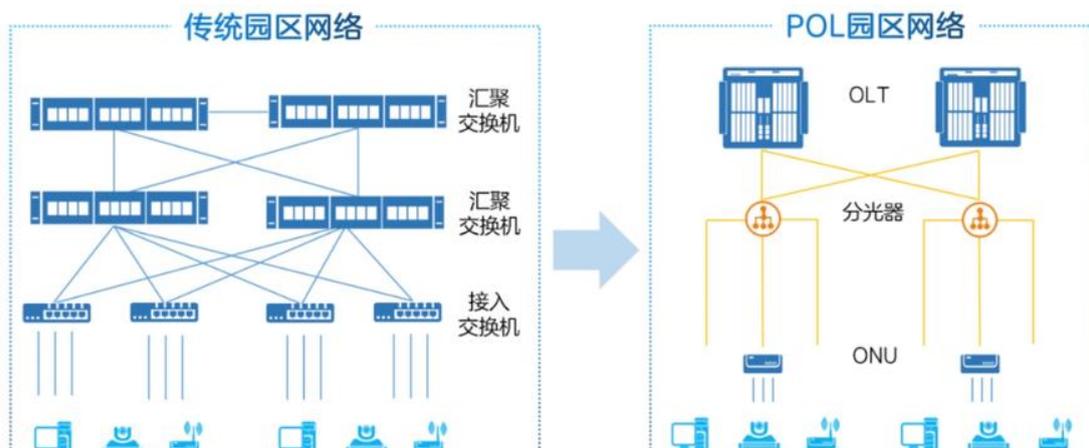
2.3.1 POL全光网络的构成

POL全光网络，由核心交换机或路由器、OLT、ODN、ONU、业务终端等组成，每一个设备都有其重要的作用。其框架图如下：



前面已经简要介绍了OLT，ODN（Optical Splitter），和ONU的基本功能和作用。POL网络中Core Switch是对园区的业务进行汇聚和交换，同时连接WAN连通外部网络。

POL园区网络与传统园区网络的主要区别：

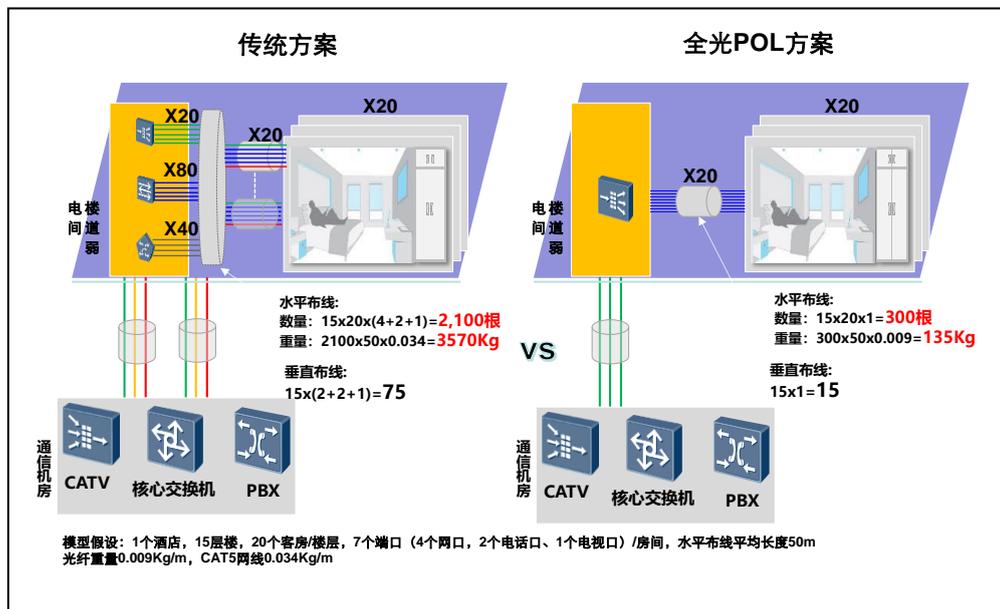


传统网络组网包括核心交换机、1~n级汇聚交换机、接入交换机这样多级架构。网络规模越大，汇聚层数越多。连接就越复杂，特别是如果网络需要冗余备份通道，除了需要成倍增加汇聚交换机甚至还要增加核心交换机，连接数也是成倍数增加。

POL全光网络组网只包含放在同一机房里的核心交换机+OLT设备，和放在接入点的ONU设备这样两级网络架构。去除了当中1~n级汇聚交换机，取而代之是无源分光器，无需机房无需供电，几乎不需要维护。连接点需要冗余备份也只需要增加1台OLT，1路光纤1个分光器即可。

2.3.2 全光园区网的“降本担当”无源ODN光分配网

上一节提到了POL最大的特点也是最独特的优点就是无源的ODN光分配网。



图是某著名设备公司做的对比分析。我们可以看到无源ODN取代了传统网络中间层的汇聚交换机。POL架构极大减少网络层级和降低网络复杂度，极大的减少了线缆的数量与重量：从2100根缩减到300根大幅减少了85.7%，线缆重量从3570kg 降到135kg，足足减少了96.3%。在布线方面POL架构对传统园区网络形成了“碾压”优势

而且，ODN除了光缆光纤数量少，最核心设备分光器（Splitter）可以放在任何位置，无需供电电源，无需遮风挡雨，给网络建设带来的极大的方便。同时为园区节省了大量的能耗，减少了大量的碳排放，是实现“零碳园区”必然选择与必然途径

2.3.3 POL全光网络的优缺点

传统以太网交换机园区网络和POL全光园区网络对比如下：

对比项	传统园区网络	POL 全光园区网络
网络架构	多层网络	二层网络
建设成本	设备成本较低，综合布线成本高	设备成本较低，综合布线成本极低。综合 CAPEX 将降低 20%以上

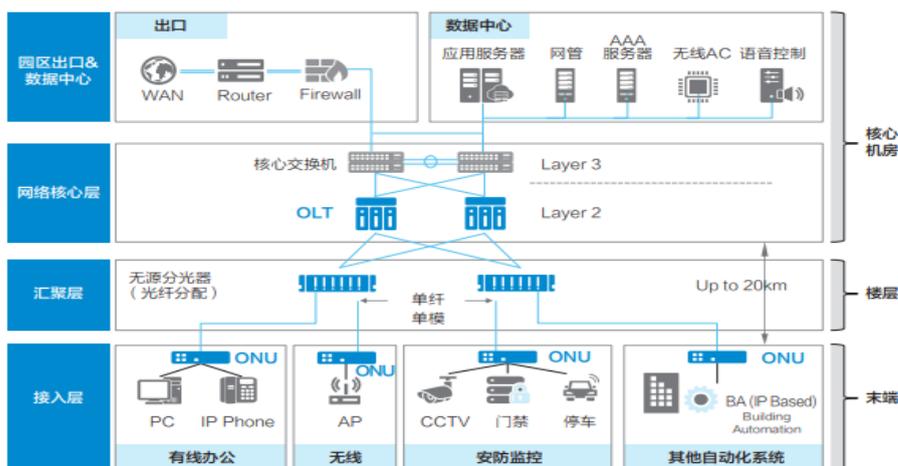
空间	需要多个多级机房，设备数量多，线缆数量极多，布线空间和机房空间占用大	仅需 1 个核心机房，设备少，仅需少量光纤，布线空间和机房空间占用小
带宽及升级能力	$\leq 1G$ ，受电缆本身特性影响很难升级	$\leq 10G$ ，可扩展到 50G，甚至 1000G。
可靠性	双链路保护，需要双倍的设备	支持 PON 的 TypeB,C 等保护模式，只需增加少量 OLT 端口数
运维管理	多层网络多层管理，每台设备独立配置，容易出错的故障点多。	可在核心机房统一远程管理和配置所有 ONU 终端，无需现场配置。 施工维护成本降低 30%左右，效率提高 50%以上
能耗	多层网络，设备多，能耗大	二层网络，设备少，中间是无源分光设备，无需供电没有中间层能耗。据测算能耗至少 降低 30%以上
安全性与抗干扰能力	需要额外的安全防护设备，网线抗干扰能力不强，还有被监听的风险	OLT 设备本身内置 AES 加密功能，而且光纤抗干扰能力极强，很难被监听。
升级能力	需要替换设备，更换网线	带宽升级无需换光纤，平滑升级

当然POL网络本身也存在一些缺点，成熟园区往往已经布设大量电缆，升级到POL会对已有线缆投资带来一些浪费。另外如果OLT到分光器的主干光纤没有做备份（其实传统网络如果没做主干光纤备份也会面临同样问题），一旦光缆中断，将影响全部通路。在这方面鹏瞰半导体提供了一种独特的低成本Type B主干光纤保护方案。在第三章中将详细讲述这种独特低成本并且极低时延的光纤保护倒换模式，做到网络真正的不影响业务的无缝切换。从发展角度看，POL无疑是将来园区网络的必然发展方向。

第三章 鹏瞰芯片方案及功能特性

3.1 POL全光园区网络的需求

前面已经介绍了POL全光网络组网框架，由核心交换机或路由器和PON网络（包含OLT、ODN、ONU）及业务终端等组成。其框架图如下：



其中核心层的OLT和接入层的ONU是PON（无源光网络）的主设备，替代传统汇聚层交换机的是无需供电无需机房的无源光纤分配系统（ODN）。

全光网络应用场景较为广泛，可用于智慧校园、智慧医院、酒店、智慧机场、以及通用园区等等各种大小规模不等应用。

这些应用场景对放在核心机房的OLT和放在靠近接入点的ONU提出了如下要求：

- 1) 多业务支持能力，比如同时支持电话和数据和视频
- 2) 高带宽和低时延，特别是针对远程医疗系统和智慧校园的教学业务等。
- 3) 高网络安全性，需要有安全隔离，认证等功能。
- 4) 网络规模不同，设备不仅满足各种功能要求也要有不同规格产品实现高性价比

OLT设备：核心机房的OLT设备可以采用不同大小规格来适应不同的园区。某著名设备公司就提供了如下各种规格的OLT产品：



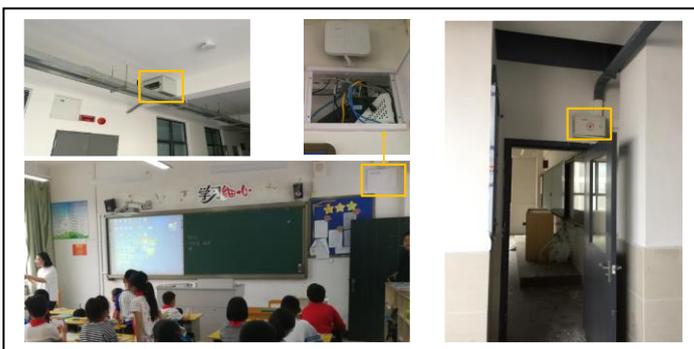
这些OLT设备容量从200个OLT端口到2个OLT端口不等，每个OLT端口可以支持10G或2.5G的速率。鹏瞰半导体作为PON技术核心芯片的提供商，其最新推出的VN1808 OLT芯片对应1个OLT端口，芯片支持标准的XGSPON/XGPON（10G下行）和GPON（2.5G下行），芯片有专门的级联接口，可以相互串接，且芯片尺寸小功耗极低，这样可以满足各种端口数的OLT设备需求，非常的灵活方便。比一块芯片有8个/16个OLT端口具有更高的灵活性和更低的功耗。这些特点从下两节的芯片介绍中可以看到。

ONU设备：在如下这些场景应用中也具备不同的一些接口和功能：

智慧酒店场景：一台ONU接入电话、电视、宽带、Wifi等。



智慧校园场景：一台ONU设备同时服务于科研业务、教学业务



办公园区场景：一台ONU同时解决多人同时高速上网，安全隔离、整网漫游等



鹏瞰半导体作为PON技术核心芯片的提供商，其最新推出的VN1108 ONU芯片支持标准的XGSPON（10G上行）/XGPON（2.5G上行）和GPON（1.25G上行），芯片尺寸小功耗极低。不仅可以和各种多端口的交换芯片搭配使用形成MDU设备（Multiple Dwelling Unit 即多居住用户共用设备），使得ONU具备各种数量的端口满足各种场景的需求。而且，VN1108还有8mm*8mm微型尺寸芯片，可以制作成SFP（小型可插拔的）ONU插在园区网络已有的网络交换机上，让交换机无需替换，直接升级为POL可用的ONU设备，极大降低了园区业主设备投资。

鹏瞰半导体的TS-PON的除了满足POL网络的各种应用需求，同时还是为工业4.0、智能机器人、智能电动汽车等总线传输接入开发的核心芯片。本文只针对POL应用，针对工业等应用将另外文章来做详细说明。下面章节是鹏瞰半导体的VN1808和VN1108芯片的简要介绍。

3.2 鹏瞰全光网络芯片系列

鹏瞰半导体创新性地研发并推出了系列 TS-PON 光网络芯片，可完美地应用在 POL 场景中。系列芯片主要有：

OLT SoC芯片：VN1808，用于OLT设备。

ONU SoC芯片：VN1108，用于ONU设备。

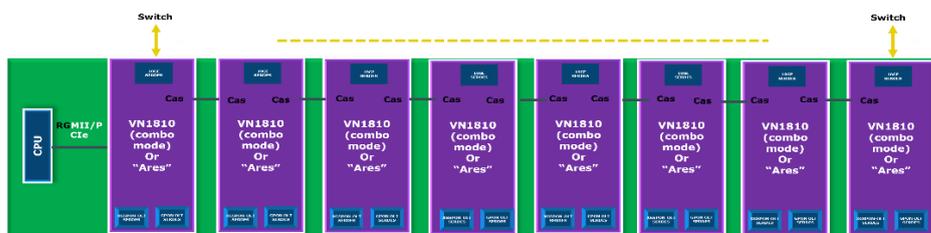
3.2.1 鹏瞰半导体全光网络芯片简介

VN1808主要功能规格：

Feature	Spec
封装	14mm x 14 mm FCCSP
PON OLT 接口 (MAC/SerDes)	1x XGS/XG/GPON combo, or 1 x XGSPON(10G/10G) or 1x XGPON(10G/2.5G) or 1 x GPON(2.5G/2.5G or 2.5G/1.25G)
PON 协议	符合 ITU-T G.9807.1, ITU-T G.987, ITU-T G.984
NNI 接口 (MAC/SerDes)	1 x XFI /10G KR/XGMII/USXGMII/SGMII
管理接口 (SerDes)	1 x Gen3.0 PCIe RC/EP or 2 x SFI/SGMII
其他接口	1 x RGMII/RMII、1 x USB (SerDes)、1 x MIPI
低速接口	若干 UART、I2C、I2S、GPIO、QSPI 等

虽然VN1808只有1路XGSPON/XGPON/GPON combo，但多个VN1808芯片支持多种内部级联功能（东西向流量还可以直通，这点不同于FTTH的隔离要求，非常适合POL需求）。这样VN1808可以相当灵活的组成小型的2/4/8/16口的OLT设备，非常适合各种规模的POL全光园区网络，达到性价比最高。同时VN1808的封装面积小可以组成多达16ports的XGSPON/XGPON/GPON OLT线路卡，就可配备在多达100ports的OLT设备。

下图是8ports 的OLT卡示意图：



REF: 8 ports OLT line card

为了满足大容量OLT设备的需求，鹏瞰半导体将于2023年底推出Ares系列芯片，单芯片

支持4ports XGSPON/XGPON/GPON combo或8ports GPON的OLT SoC。这样鹏瞰系列OLT SoC可以全面覆盖各种类型的OLT设备要求，满足各种规模的POL应用需求。

VN1108主要功能规格：

Feature	Spec
封装	14mm x 14 mm 或 8mm x 8mm FCCSP
PON ONU 接口 (MAC/SerDes)	1 x XGSPON(10G/10G) or 1x XGPON(2.5G/10G) or 2 x GPON(2.5G/2.5G or 1.25G/2.5G)
PON 协议	符合 ITU-T G.9807.1, ITU-T G.987, ITU-T G.984
设备接口 (MAC/Serdes)	1 x XFI /10G KR/XGMII/USXGMII/SGMII
业务接口	1 x Gen3.0 PCIe RC/EP or 2 x SFI/SGMII
其他业务接口	1 x RGMII/RMII、1 x USB (SerDes)、1 x MIPI, 各 种低速接口 (LSIO) 若干
APP CPU	64-bit RISC-V APP CPU for customized application

VN1108具有丰富的业务接口，可以满足POL网络各种业务多样性的接入需求。

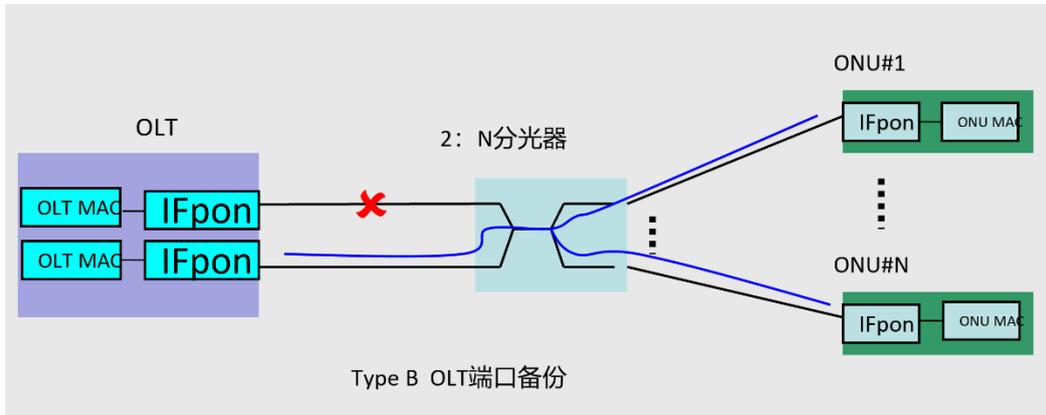
3.2.2 鹏瞰半导体全光网络的芯片特点

高带宽高保障： VN1808和VN1108构成了强大的POL网络，单芯光纤速率高达10G，实现了物理链路带宽支持万兆接入，通过多级分光器，可接入多达128个节点。接入节点设备可采用商用的 Wi-Fi 6 与 ONU 芯片融合 AP，实现光网无线融合方案。根据接入点数量，以及VN1808的软硬件混合DBA（动态带宽分配）功能，VN1108的灵活DBA 数据report机制，保障园区用户拥有高速带宽同时，还让用户能按需按优获得带宽，保证了SLA服务等级，全面提升用户上网体验。

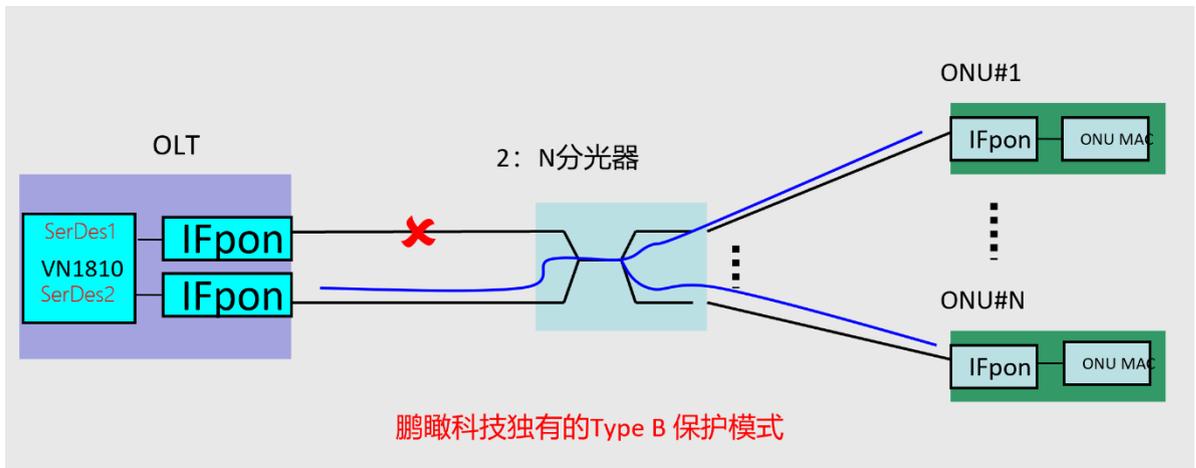
互联互通： VN1808不仅能与VN1108组成系统。同时VN1808能与其他ONU芯片互通，VN1108能与其他OLT芯片互通，是一个全开放的互联互通体系架构。这一点对于设备厂商在方案选择上极为重要。可以根据业务需要灵活选择合适芯片而不用担心兼容性问题。

独特的PON保护模式： 前面曾提到POL方案没有采用主干光纤保护情况下，一旦光纤中断业务中断。所以在方案设计中经常会采取PON网络光纤保护。常见采用**Type B**（OLT端口备份，主干光纤备份保护模式）或 **Type C**（OLT和ONU端口全备份，主干支线光纤全备份保护模式）。由于Type C 不仅设备端口双份，光纤也全部双份，成本较高。而且ONU侧光纤中断只影响特定ONU，影响面很小。因此，一般实际应用都只采用Type B保护模式，下图是常规

Type B 保护模式的架构图，主用光纤中断，自动切换到备份光链路：



主干光链路保护方案当然可以采用 2片 鹏瞰半导体的VN1808 OLT MAC芯片，实现上图一模一样的常规Type B保护模式。鹏瞰半导体**推荐**只采用 1片 VN1808 OLT MAC芯片，来实现低成本、切换速度更快且无损伤的保护模式。见下图：



通过上图可以看到，系统只采用 1片 VN1808 OLT MAC。由于VN1808具有独特的双SerDes 1和SerDes2设计，可以直接连接光链路。当主用光链路发生中断，切换时间远远小于标准要求50ms，同时由于MAC不需要切换这样保证切换完全不影响业务，不会带来任何的中断。鹏瞰VN1808 SoC是目前性价比最高的PON OLT芯片方案。

第四章 总结

综上所述，鹏瞰半导体的TS-PON 系列芯片在 POL全光园区网络的应用优势主要有：

- ◆ 符合 XGSPON/XGPON/GPON 的ITU-T相关国际标准，也同时支持TS-PON私有协议让组网更加灵活，不仅支持标准PON网络拓扑，还支持桥接、ONU菊花链式私有组网模式；
- ◆ 独特的PON网络保护模式，不仅保护倒换做时间远远好于标准规定的50ms,并实现完全无损伤保护切换，而且无需采用双PON MAC芯片极大降低了设备成本。
- ◆ 当前芯片支持10G上下行对称或非对称速率，未来产品可以平滑升级到25G/50G/100G/...网络。
- ◆ 支持IEEE 1588同步功能，网络时延降低到微秒级，网络可用性提升到 99.9999% ，满足未来 F5G 时代网络高频调度的高可靠性需求；
- ◆ 多种芯片兼容和互联互通能力，为客户的组网选择带来极大的便利；
- ◆ 丰富的外设接口，如 1G/2.5G/10G Ethernet Port、PCIe、USB 等，极大方便了客户方案的设计选择，与无线 Wi-Fi6 芯片的无缝集成，灵活便利的组网，满足如多层别墅、酒店、校园、企业等各种规模使用场景；高可靠、低时延特性为日渐丰富的新业务如高清视频、VR、AR 等应用带来极致的网络体验；
- ◆ 多QoS业务流、灵活DBA机制、硬实时网络调度、高效灵活的业务分配
- ◆ 独特的三层安全防御体系

处在高速发展的全光网F5G时代，POL全光园区网络赋能各种园区应用，给生产生活带来极致的高效和体验。鹏瞰半导体致力于光纤网络的前沿芯片技术，从“芯”出发，推动实现光联万物的宏大“芯”愿！

“PONCAN WE CAN”