

全光网络技术在校研究与应用

陆伟* 王杰

广西师范大学网络信息中心 广西 桂林 541006

【摘要】：随着信息技术的进步，不断推升教育领域网络建设发展。在国家“十四五”规划中，明确要求加快新型基础设施、推广千兆光纤网络建设。本文在“推进全光网络建设”的理念指引下和结合高校网络本身的变化、发展及多元化系统的应用的背景下，研究基于本校的 PON 技术在教育信息化系统场景下的应用。文章以本校在全光网络组网中的应用实践案例为分析，对 PON 在校园网络基础建设的稳定性及传输的效率等问题上进行分析 and 探讨。

【关键词】：计算机网络；光网络；校园网；GPON

Research and Application of Full-optical Network Technology in Colleges

Wei Lu*, Jie Wang

Network Information Center Guangxi Normal University Guangxi Guilin 541006

Abstract: With the progress of information technology, the development of network construction in the field of education is constantly promoted. In the national 14th Five-Year Plan, it is clearly required to speed up the construction of new types of infrastructure and promote the construction of gigabit optical fiber networks. Under the guidance of the concept of "promoting the construction of all-optical network" and the background of the change and development of the university network itself and the application of diversified systems, this paper studies the application of PON technology based on the university in the education information system scenario. In this paper, the application of PON in the all-optical network is analyzed, and the stability of campus network infrastructure and transmission efficiency are analyzed and discussed.

Keywords: Computer network; Optical networks; Campus Network; GPON

1 引言

当前，以数字化为牵引的教育信息化得到迅速发展，推动学校加快部署，面对多元化的应用让广大老师和学生们在工作、学习、生活以及思维方式得到了改变，引发了教育界对信息化、智慧化的一场新革命。

高校作为教育信息化领域的排头兵，校园网络的应用环境复杂，要保障用户随时随地可以上网，校园网络稳定通畅、安全可靠就面临着巨大的挑战^[1]。当下高校校园网主要还是采用传统的网络通信架构，即以“接入-汇聚-核心”为代表的三层网络结构。高校要兼顾现有网络基础，除了根据网络顶层设计和资金使用情况外，还要考虑多校区发展带来的师生人数的不断增加，对学校网络带宽需求的增大，网络性能要求的提升，同时校园各项业务应用庞杂，新增信息系统繁多，管理起来的难度加大，因此在技术不断迭代发展推动高校教育信息化基础建设，传统校园网网络结构逐渐不能适应学校信息化、智慧化发展步伐，所以新时代校园网络需要一套组网灵活，安全可靠，便于运维、自主可控的网络架构。

全光网络利用光纤实现网络节点的联接，相对于传统网络，其网络结构简单化、带宽利用率更高、所需空间少、安全级别更高、扩展性更强，以及运行维护成本降低等特点。校园网络基础建设如引入全光网技术，可以提高网络性能，并高效地满足高校师生多网融合的业务需求，缓解校园骨干网的压

力，降低因传统网络组网负荷严重带来的运维难度。

本文首先对光网络技术进行介绍，然后以本校全光网组网应用实践为分析案例，从网络安全稳定性、传输效率及管理维护等方面进行分析研究。

2 全光网络技术简介

PON（无源光纤网络）是具有单点对多点的单纤双向光纤接入技术。在光配线网络中不含任何电子器件及有源设备^[2]。光网络中广泛运用的有 EPON 技术和 GPON 技术。EPON 以 IEEE 为标准，兼容了 802.3 协议，是以太网技术在光网络上的延伸^[3]。而 GPON 是基于 ITU-TG.984.x 标准，可承载的业务更多，安全性更高^[4]。GPON 技术能很好支持上下行不对称传输，下行最大速率 2.5Gbps，上行最大速率 1.25Gbps。而 EPON 技术提供固定上下行为 1.25Gbps 的速率^[5]。GPON 比 EPON 带宽更大。而高校的业务应用复杂，更适合使用 GPON 技术作为组网方案。

2.1 GPON 网络

GPON（千兆无源光网络）主要由局端 OLT、无源光分器 ODN 和用户端 ONU 三部分组成。OLT 放在中心机房一侧，与核心交换机级联，为整个光网络提供无源光网络所需的光纤接口，数据传输、带宽分配、终端管理监控等功能。ODN 作为 OLT 和 ONU 重要的媒介，它是无源元器件，主要靠近用户侧的光交箱或者楼宇通道中放置，用于分发上下两端的数据；

ONU 作为用户端设备，为用户提供电话、网络、电视多类型业务。

2.2 GPON 组网特点

(1) 极简：OLT+ONU 大二层扁平化组网，网络时延低；ONU 即插即用，实现零配置开局，有效避免多层汇聚交换机分级配置部署。

(2) 极宽：光纤到桌面，突破网线接入网络最后 100 米距离限制及带宽瓶颈，一次部署，终身享用，可面向未来平滑升级。

(3) 安全：无源分光器替代有源汇聚交换机，减少一层故障节点和被攻破的安全隐患；光缆可抗电磁干扰、抗氧化、不易腐蚀，确保线路安全；支持加密，保障数据安全。

(4) 绿色：免除汇聚和接入交换机所需的楼层弱电间，无源分光器不用供电、不用散热、没有消防隐患。

(5) 融合：集中式管理，网管亦可统一管理无线设备、PON 设备等，运维效率提升。

3 广西师范大学全光网络应用案例

3.1 广西师范大学校区目前现状和弊端

正如多数高校一样，广西师范大学校区起初规划建设网络也是传统接入-汇聚-核心的三层组网架构，网关位于汇聚层，汇聚层和核心层之间以及校区核心交换机之间通过静态路由实现互通。这样的网络架构已经持续了 10 多年。

当前广西师范大学校园网存在的弊端：

(1) 在各楼宇弱电间需要部署大量交换设备，从汇聚交换机、接入交换机、POE 交换机，到用户侧的无线 AP，数量少则几十台，多则四五百台；

(2) 弱电间交换设备供电无法控制，如电路施工、电力负荷过大引发跳闸等因素，导致楼层断网故障，就需要现场排查；

(3) 传统组网架构在长时间的运行中，增加网络交换设备故障多发的概率，使运维成本大幅提高；

(4) 传统铜缆双绞线使用寿命不如光纤，易老化，且占用大量的布线系统，受干扰性差，存在不稳定的安全隐患^[6]；

(5) 楼宇无线网络分布不平衡，信号不稳定，严重限制了一些应用的使用和扩展^[7]；

(6) 没有统一的网管平台，增大了对网络安全隐患事件的处理难度。

3.2 广西师范大学雁山校区全光网络拓扑结构

图 1 为雁山校区全光网组网方案拓扑结构。雁山校区网络中心机房选择现放置 2 台 OLT 双归到核心交换设备，实现冗余备份及数据的保护，采用 Type B 双归属功能提高可靠性。根

据不同业务属性实现独立光纤口运行，保护业务安全。

在 OTL 的选型上，根据学校整体规划使用的不同场景配置足够的 PON 业务板和光模。^[3]如雁山校区新建 12 栋学生宿舍就配置了 7 块 PON 业务板 112PON 光模口。

而 ONU 的选型，就要考虑每个使用场景的需求才能确定 ONU 的型号。如办公室一般部署配置 4 个 GE 和 2 个 POTS 的 ONU。学生宿舍配置一台带有无线 WiFi 功能的 ONU，为未来扩展的可能做好铺垫。

教室配置一台能承载教学全业务，部署灵活的多功能 ONU 设备，ONU 的选型上考虑带有 POE 功能，可灵活接入 AP、电子班牌、考试录播系统等。

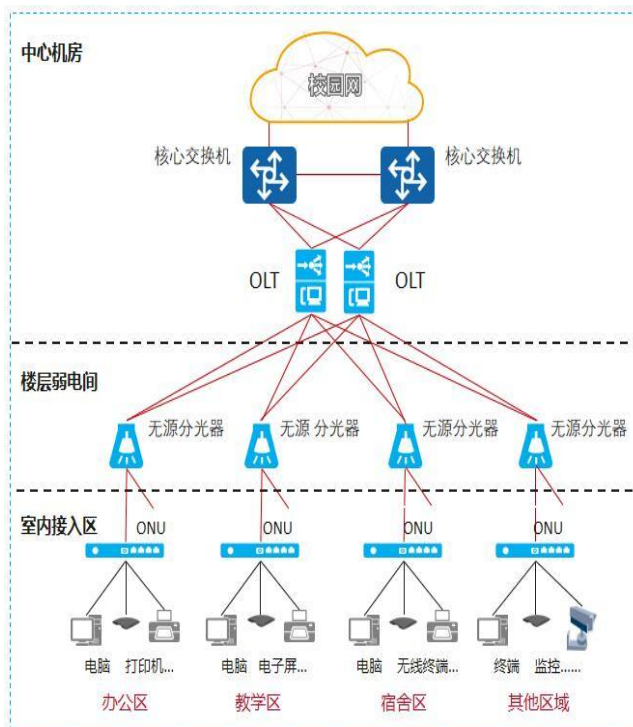


图 1 广西师范大学雁山校区全光网拓扑图

3.3 广西师范大学雁山校区 GPON 组网应用及分析

以学生宿舍为例，当 ONU 损坏后，如何在 OLT 设备下管控更换的 ONU。

```
show pon onu uncfg //查看自动发现的 ONU，找到新接
上的 onu 对应的 sn 码
```

```
interface gpon_onu-1/1/1 //进入一号的接口
```

```
show this
```

```
ont 1 type GXNU-Z800 sn 123456789012 //注册新的 ONU
```

```
exit
```

重新下发配置，如图 2 ONU 配置脚本文件。

```
##[1]###
interface gpon_onu 1/1/2:13
 name 01F800
 tcont 1 name test profile 100M
 geomport 1 tcont 1
 exit

pon-onu-mng gpon_onu 1/1/2:13
 disp-ip ethuni eth_0/1 from-internet
 disp-ip ethuni eth_0/2 from-internet
 disp-ip ethuni eth_0/3 from-internet
 mngt-ip 192.168.1.100 vlan 200 priority 0 route 0.0.0.0 0.0.0.0
 service 1 geomport 1

vlan port eth_0/1 mode tag vlan
vlan port eth_0/2 mode tag vlan
vlan port eth_0/3 mode tag vlan
vlan port eth_0/4 mode tag vlan
vlan port eth_0/4 mode hybrid def-vlan 2
vlan-port eth_0/4 vlan

复制脚本
识别码

interface vport 1/1/2:13:1
 service-part 1 user-vlan 2148 vlan
 service-part 2 user-vlan 2348 vlan
 service-part 3 user-vlan 2048 vlan
 service-part 4 user-vlan 2248 vlan
 exit

复制粘贴脚本到命令行内，下发配置
[OLT:000E(config)#
[OLT:000E(config)#
```

图2 ONU 配置脚本文件

下发配置完毕后，使用

```
show gpon onu state gpon_olt-1/1/1 //
```

查看 gpon_olt-1/1/1 接口的 onu 在线情况，确认更换的 ONU 设备是否正常运行。

3.4 管理运行监控

通过命令在 OLT 上进行 ONU 状态查看，ONU 命令状态见图 3。

```
命令：show gpon onu state gpon_olt-1/1/1
```

OnuIndex	Admin state	OMCC state	Phase state	Speed mode
1/1/1:1	enable	enable	working	GPON
1/1/1:2	enable	enable	working	GPON
1/1/1:3	enable	enable	working	GPON
1/1/1:4	enable	disable	Offline	N/A
1/1/1:7	enable	enable	working	GPON
1/1/1:8	enable	enable	working	GPON
1/1/1:9	enable	enable	working	GPON
1/1/1:10	enable	disable	Offline	N/A
1/1/1:11	enable	enable	working	GPON
1/1/1:12	enable	enable	working	GPON
1/1/1:13	enable	enable	working	GPON
1/1/1:14	enable	enable	working	GPON
1/1/1:15	enable	enable	working	GPON
1/1/1:16	enable	enable	working	GPON

ONU Number: 12/14

图3 ONU 状态命令显示

参考文献：

- [1] 石丽梅.基于 SOA 构建数字化校园主题数据库的研究与应用[D].内蒙古工业大学,2009.
- [2] 梁春花,郭瑛,李雪栋,等.中国移动全业务战略下的 FTTX 网络建设方案[J].通讯世界,2017(13):2.
- [3] 苏虎.以太网,GPON 与 EPON 三种组网方式在高校应用中的对比研究[J].中国新通信,2020,22(23):2.
- [4] 孙喜成.探讨 XPON 在宽带业务协同发展中的应用[J].科技视界,2014(19):2.
- [5] 张华鲁.FMC 融合组网及多业务终端系统的设计与实现[D].山东大学.
- [6] 吕晟,王茂臣.光网络技术在校园网络建设中的应用探讨[J].网络安全技术与应用,2021(10):2.
- [7] 江魁,卢槽帆,潘玲,王宽锋.基于 GPON 的校园全光网建设与实践[J].深圳大学学报:理工版,2020,37(S01):6.

作者简介：陆伟（1983.3-），男，汉族，助理工程师，本科学历，研究方向为电子信息；王杰（1992.11-），男，汉族，硕士研究生，研究方向为计算机。

通过命令在 OLT 上查看 OLT 侧接收光功率。见图 4。

```
命令：show pon power olt-rx gpon_olt-1/1/1
```

Onu	Rx power
gpon_onu-1/1/1:1	-12.855(dbm)
gpon_onu-1/1/1:2	-13.879(dbm)
gpon_onu-1/1/1:3	-13.148(dbm)
gpon_onu-1/1/1:4	no signal
gpon_onu-1/1/1:7	-11.550(dbm)
gpon_onu-1/1/1:8	-11.834(dbm)
gpon_onu-1/1/1:9	-10.230(dbm)
gpon_onu-1/1/1:10	no signal
gpon_onu-1/1/1:11	-14.277(dbm)
gpon_onu-1/1/1:12	-13.016(dbm)
gpon_onu-1/1/1:13	-12.496(dbm)
gpon_onu-1/1/1:14	-12.371(dbm)
gpon_onu-1/1/1:15	-14.003(dbm)
gpon_onu-1/1/1:16	-12.085(dbm)

图4 查询 OLT 侧接收光功率

4 结束语

光纤超长的使用寿命，以及全光网的演进升级能力，让将来学校开展丰富的教学活动有了强大的网络支撑。全光网络架构简单，只有两层，光纤从学校的核心机房直接连接到办公室、教室和宿舍；而且无源设备替代了通电设备，可减少 80% 弱电间，省去大量布线与电力成本，同时减少设备故障节点。相对于传统网络，全光网在技术、资金投入各方面都有其优势，但是学校应最大化保护现网资产，不能一刀切的对现网网络结构及设备进行升级改造。

总而言之，全光网给高校网络建设带来了一种新组网思路，可以采用多种技术路线实现。因此，要不要健全光网，先从需求着手，学校要在明确需求的基础上，进一步统筹规划，达到满足学校教育信息化的高效发展。