

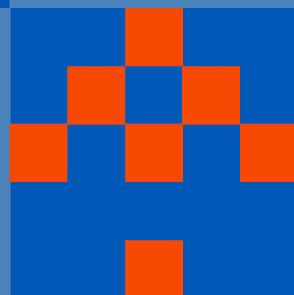
下一代光接入网

刘德明

华中科技大学光电子学院

dmliu@mail.hust.edu.cn

HUST





主要内容

HUST



- FTTH 全球起飞
- FTTH技术发展现状
- 下一代光接入网
- 混合波分时分无源光网络
- 结束语



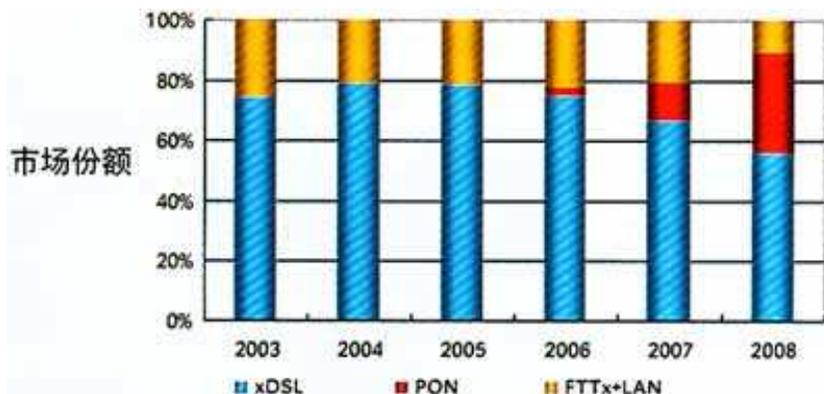
FTTH的发展历程



- **2003: 艰难的起步**
- **2004: 充满希望的预言**
- **2005: FTTH迎接黎明前的黑暗**
- **2006: 黑夜即将过去，曙光就在前面**
- **2007: FTTH迎来曙光初现**
- **2008: FTTH全球起飞**



光进铜退：下一代接入技术的发展趋势

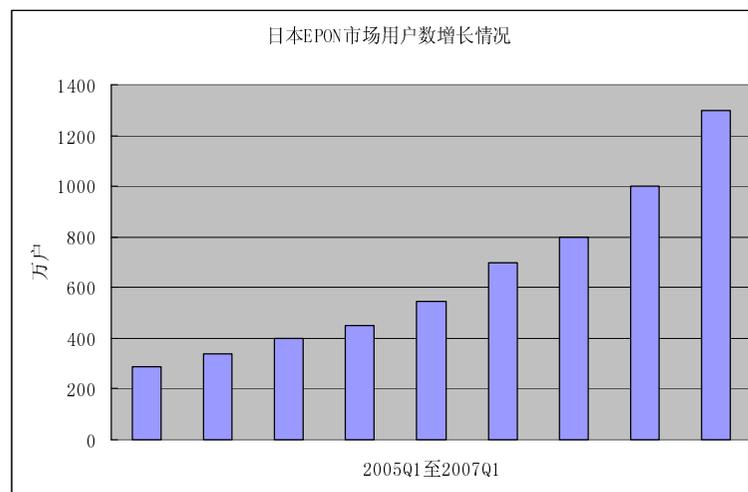


中国光接入设备市场份额 (来源: IDC)

现状：
 铜线接入为主
 光纤接入势头迅猛
 无线接入前景看好
 接入安全状况堪忧
 融合接入势在必行

发展趋势：“高速、宽带、融合、可信”的接入系统！

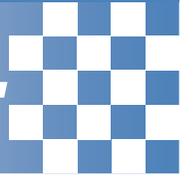
趋势：光进铜退、无线覆盖
全球：2011年全球FTTH用户数
 8600万户 (Light reading)
中国：预计全国FTTH用户数要达
 到6000万户以上。产业规模
 达到1000亿元人民币





主要内容

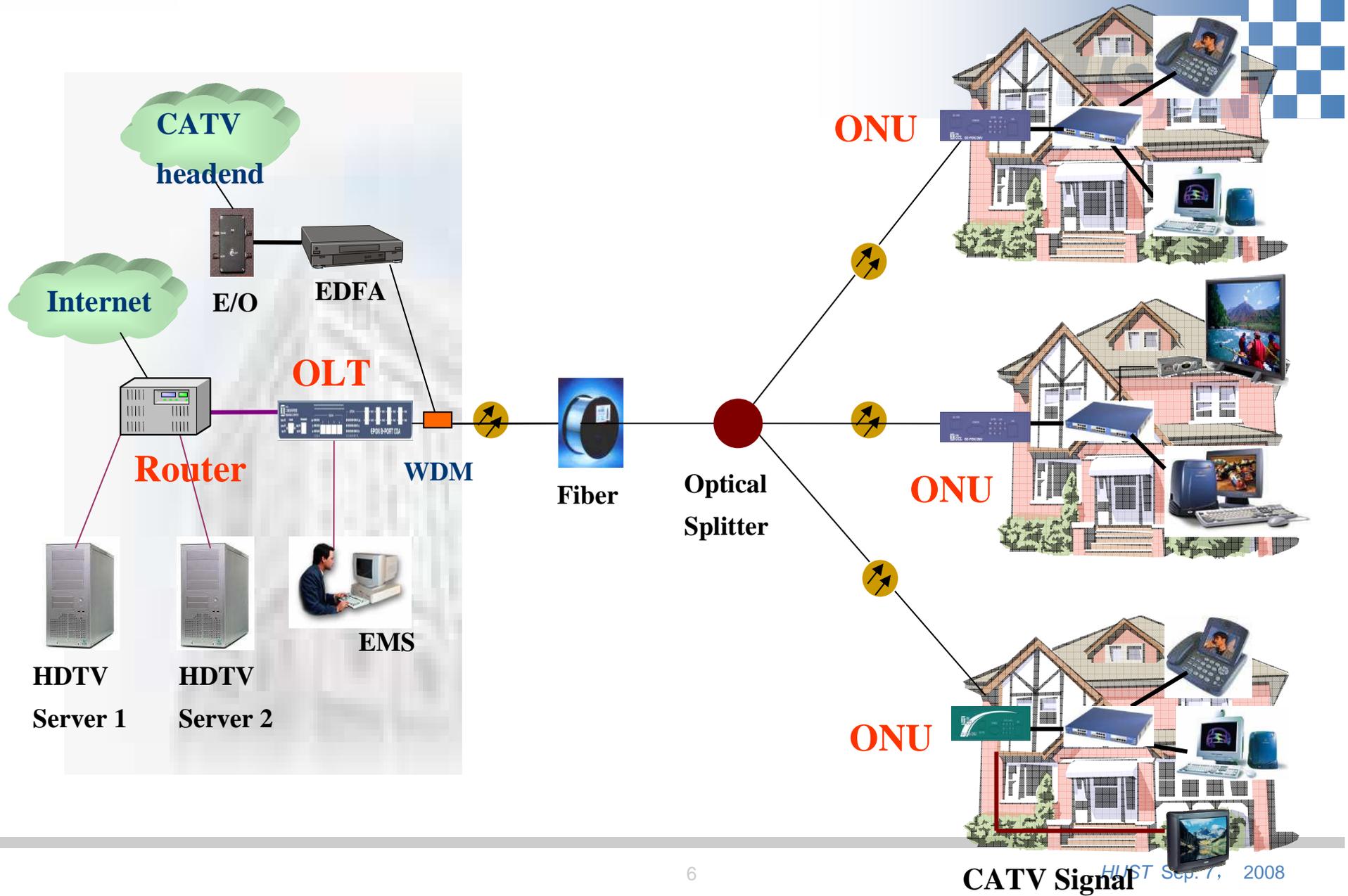
HUST



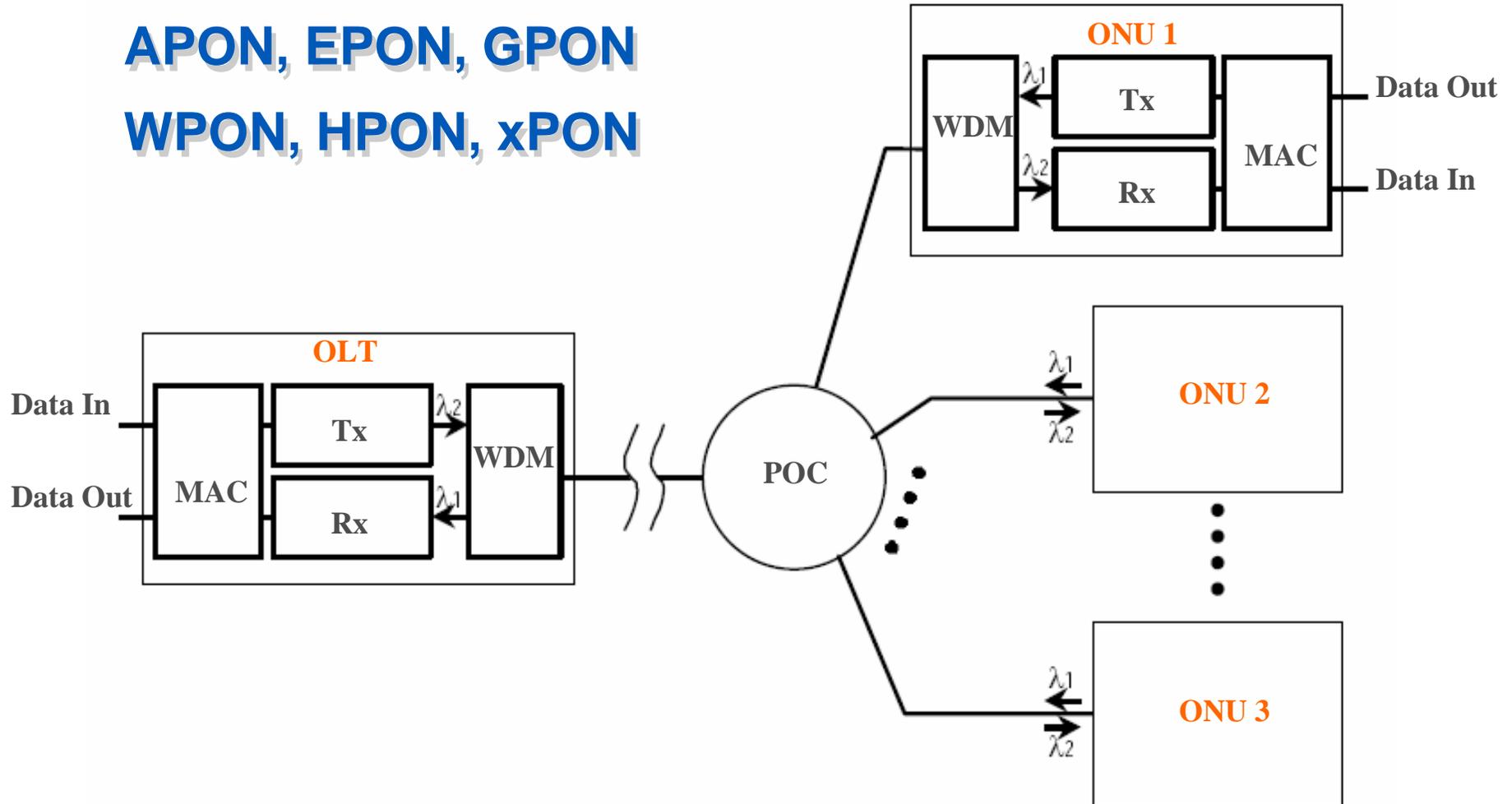
- FTTH 全球起飞
- FTTH技术发展现状
- 下一代光接入网
- 混合波分时分无源光网络
- 结束语



无源光网络 (PON)



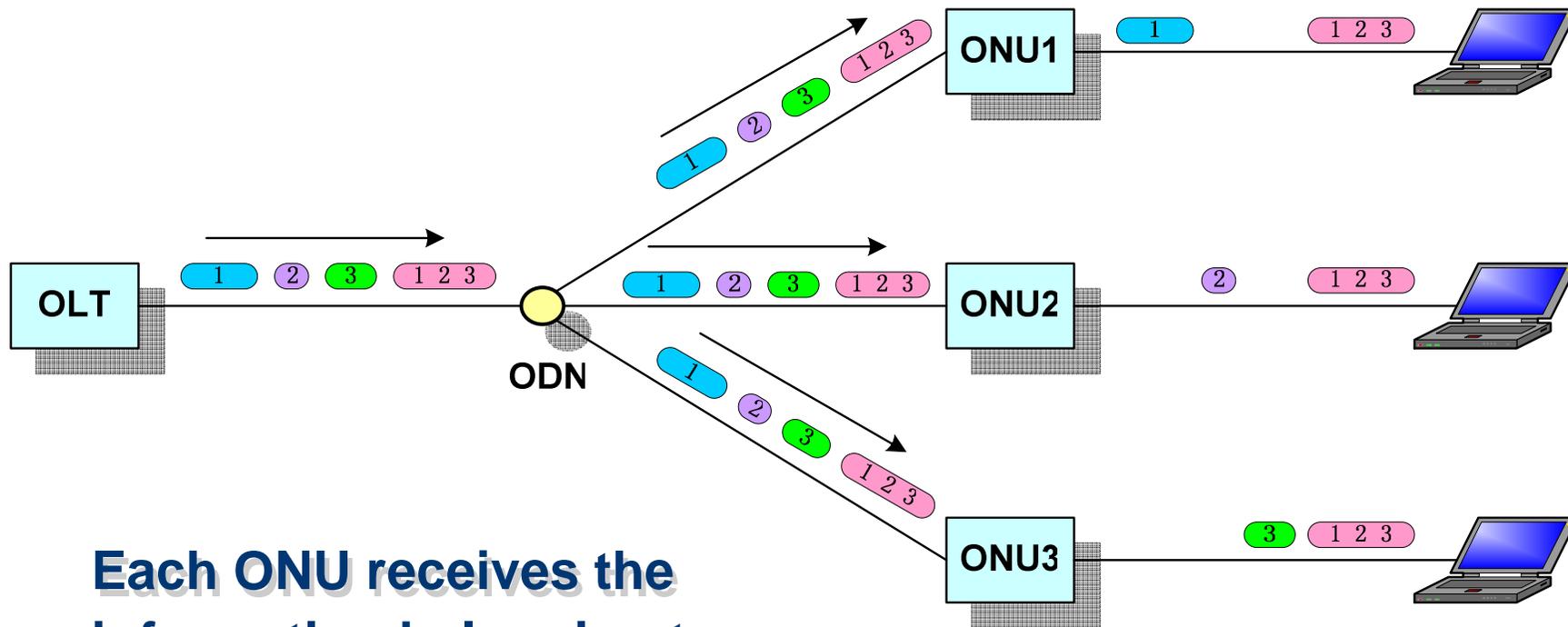
APON, EPON, GPON WPON, HPON, xPON



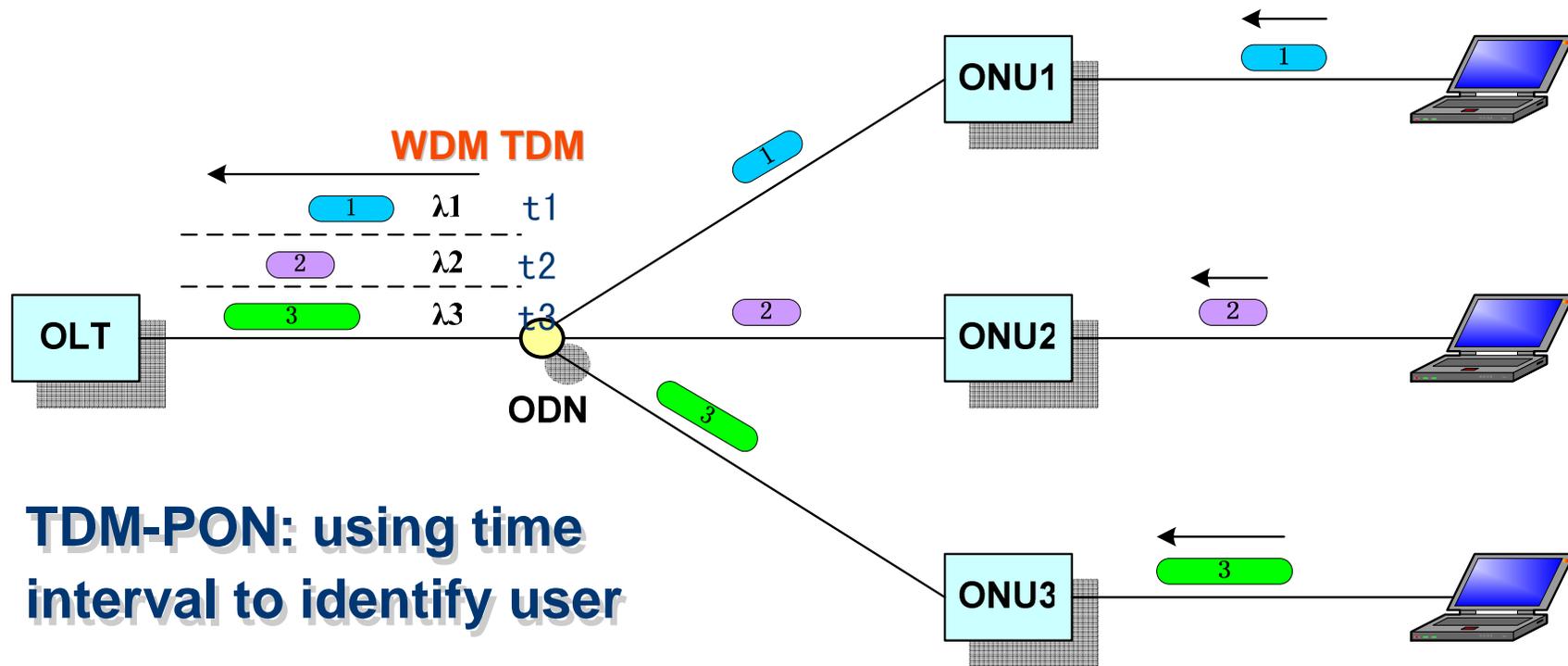


PON-下行传输: 光分配接入

HUST



Each ONU receives the information belonging to itself



TDM-PON: using time interval to identify user

WDM-PON: using wavelength to identify user



波分时分PON需要解决的问题

HUST

- 长距离: 目前 10~20km, 需要 60~100km
- 接入用户数: 目前 32, 需要 64, 128, 256, 512
- 光纤资源: 扩容困难
- 带宽限制 (for TDM-PON)
- 无色ONU问题 (for WDM-PON)

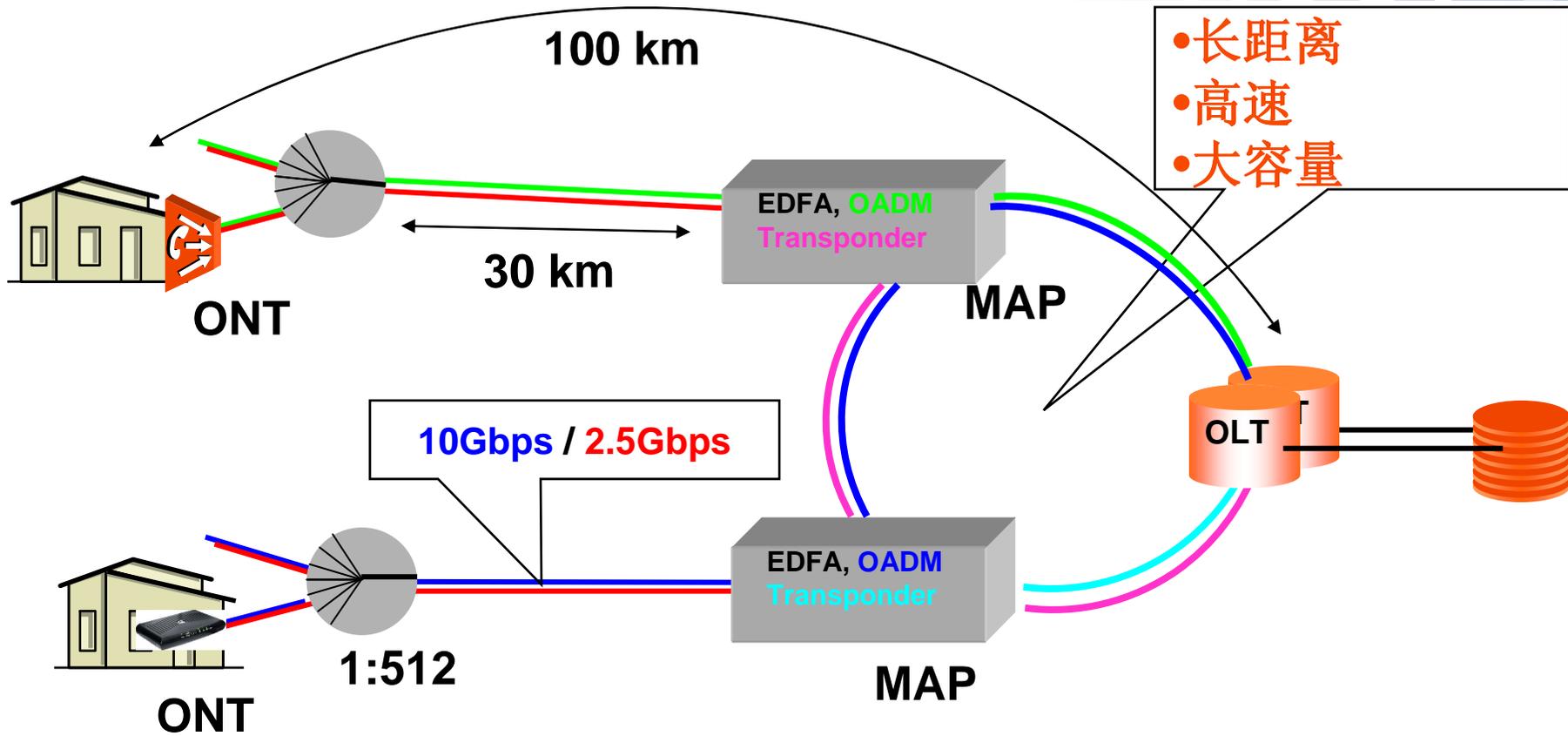


主要内容

HUST



- FTTH 全球起飞
- FTTH技术发展现状
- 下一代光接入网
- 混合波分时分无源光网络
- 结束语



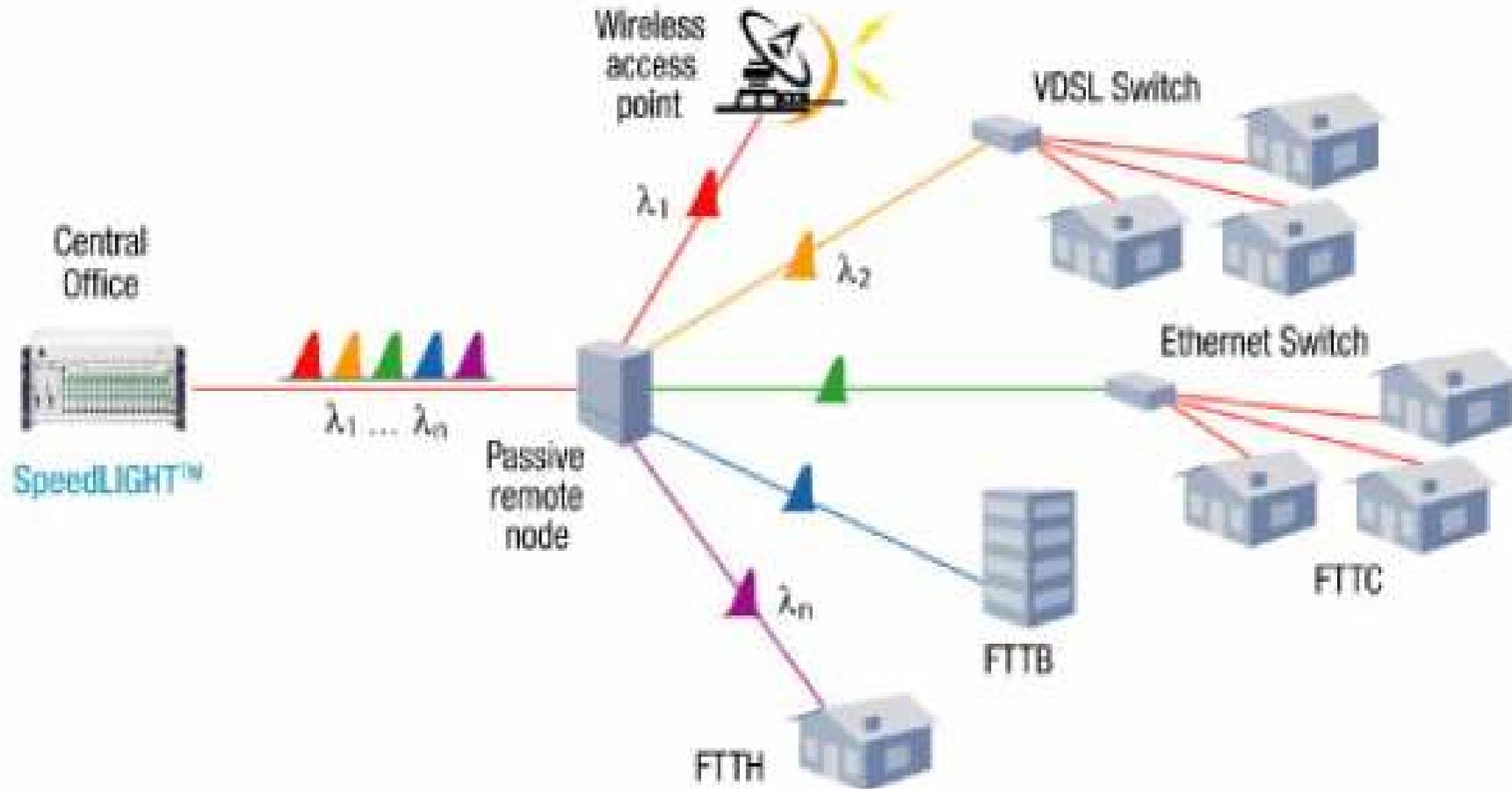


下一代光接入网

HUST

- WDM-PON
- LR-PON
- Super-PON
- H-PON

波分复用PON (WDM-PON)



FTTX architecture based on DWDM PON

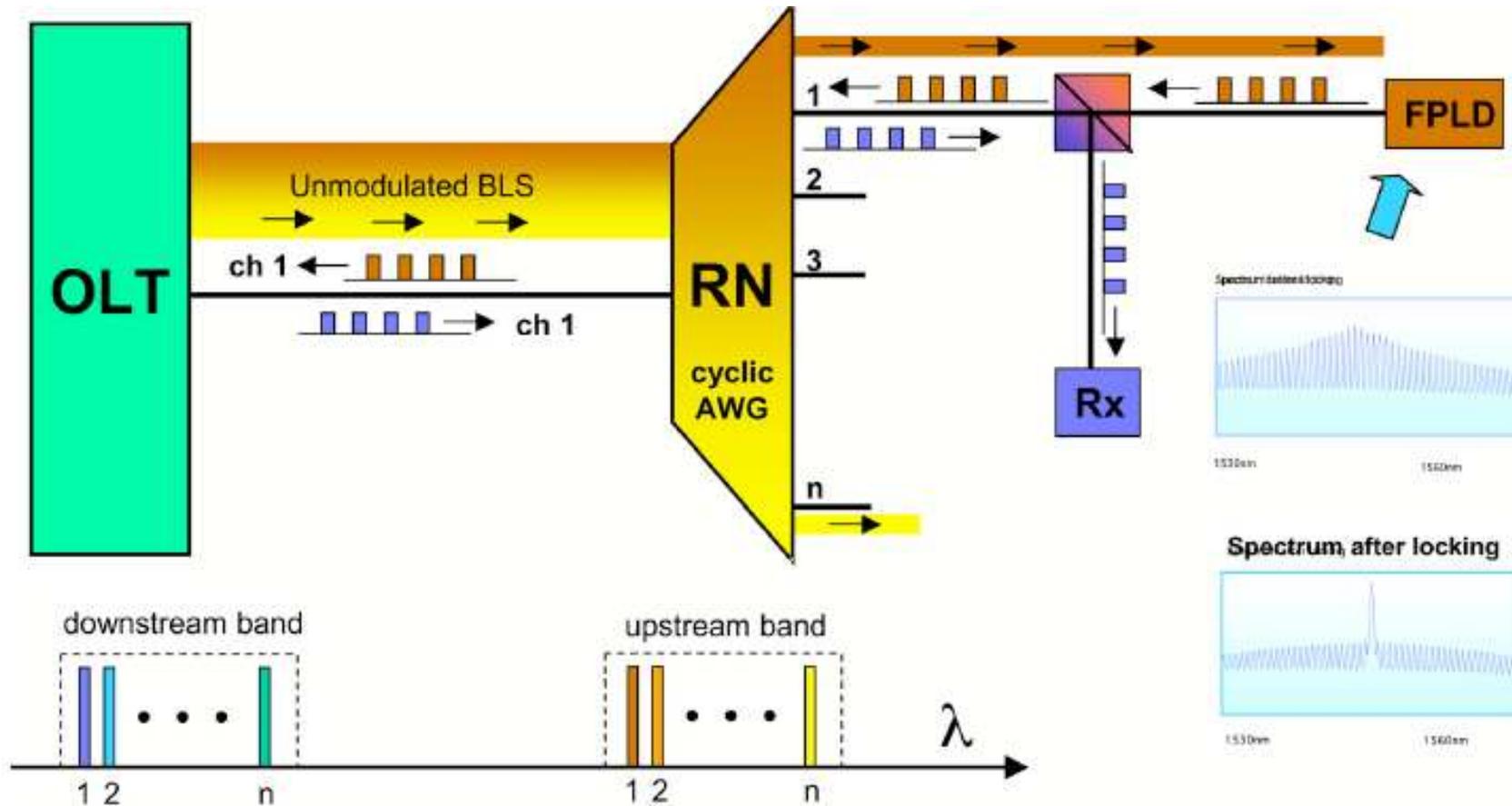


WDM-PON的特点



- 实质性的点到点的链接使得网络具有以下特点：
 - 有保证的巨大带宽。上下行各16个DWDM波长，每个波长的速率达到1.25Gbps。
 - 独立的比特率，
 - 协议透明，
 - 平滑升级，
 - 可靠的QoS，
 - 出色的安全性和私密性。

- 波长自动锁定无色ONU。
- 无热周期性阵列波导光栅 (AWG)



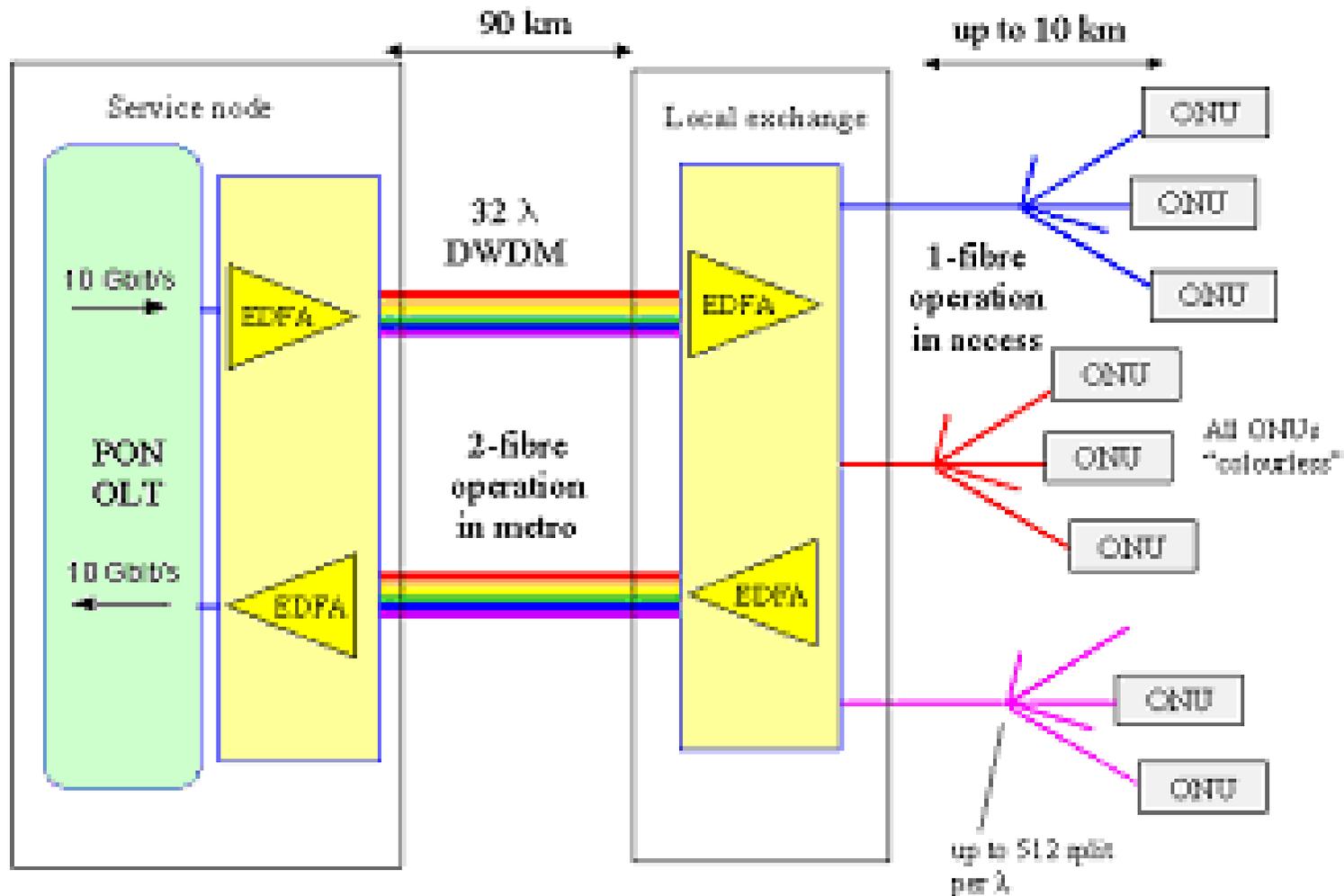


WDM-PON目前存在问题

HUST

1. **WDM-PON** 如何与现有**GPON**或**EPON**技术相结合，实现平滑升级。
2. 在光分布网络中波分复用器**AWG**替代了分光器**Splitter**，如何实现**ONU**的“无色性”和无选择性。
3. 由于逻辑上是“**P2P**”，**OLT**侧的光模块密度高，用户数量受到限制。
4. 光传输距离有一定限制，只有**20公里**。

长距离PON (LR-PON)

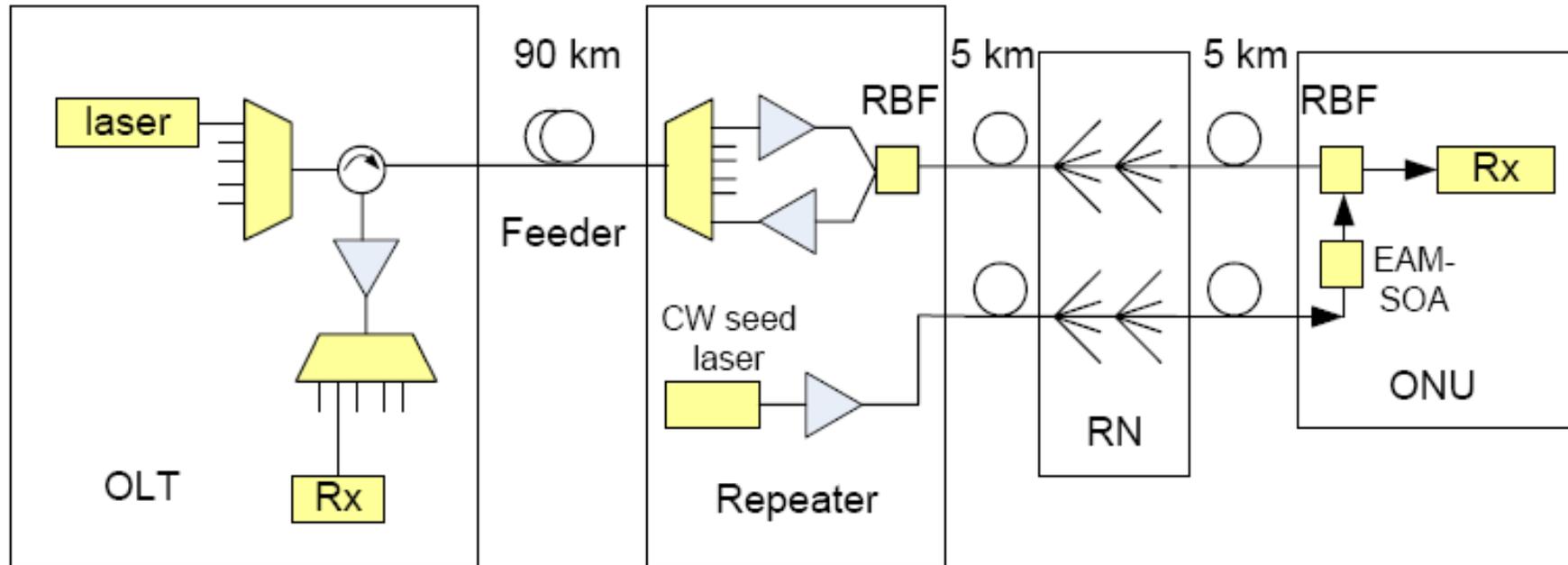




LR-PON网络特点



1. 每个用户的接入带宽可以达到上下行10Gbit/s。
2. 每一个速率为10Gbit/s的波长可以有512个用户共享。
3. 利用密集波分复用技术来提高光纤的利用效率。上下行波长数各为32个。
4. 100公里全光的传输距离利用了光放大器。不在传输的中间位置使用光—电—光的转换。

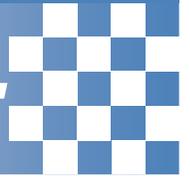


宽带光源放置在有源的转发器节点中
 分光比达到1024，速率增大到10Gbps，传输距离增大到100
 公里的10Gbps 的LR-PON。
 使用无色ONU，形成WDM的LR-PON。

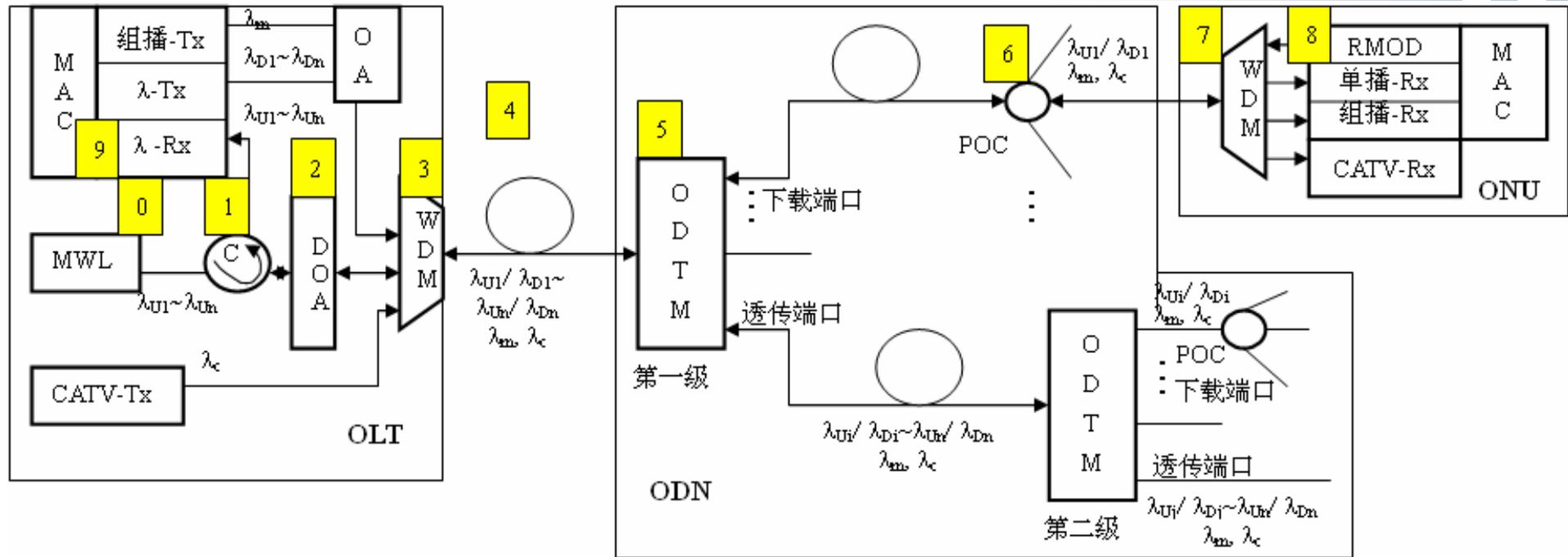


主要内容

HUST

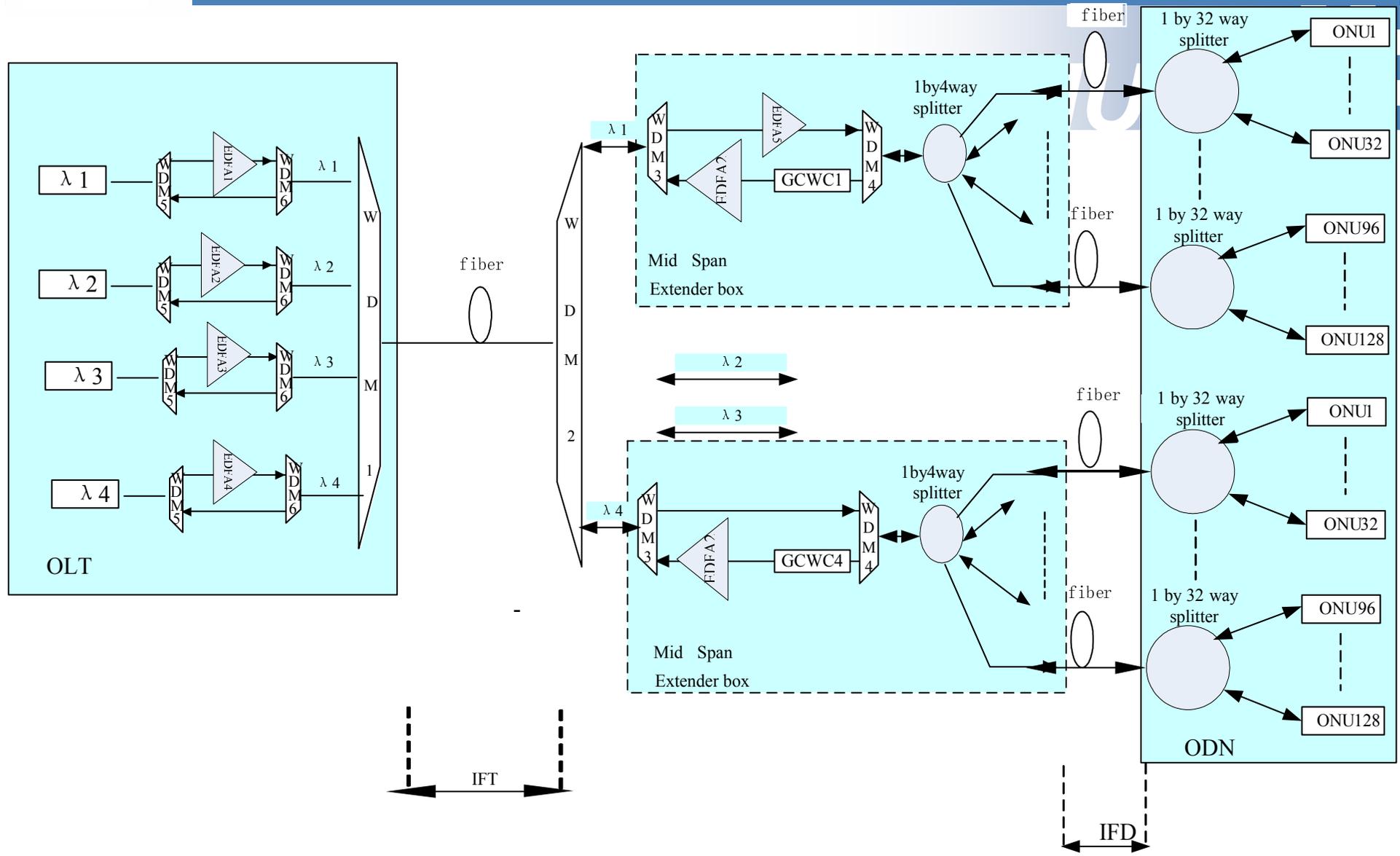


- FTTH 全球起飞
- FTTH技术发展现状
- 下一代光接入网
- 混合波分时分无源光网络
- 结束语



- 单纤分波受控传送技术
- 无色ONU光发送模块远端光调制器 (RMOD) 技术;
- 多级无源光分配网络技术。
- OLT多波长光收发集成模块技术。
- 高性能光放大器技术
- 传输非线性效应抑制技术。

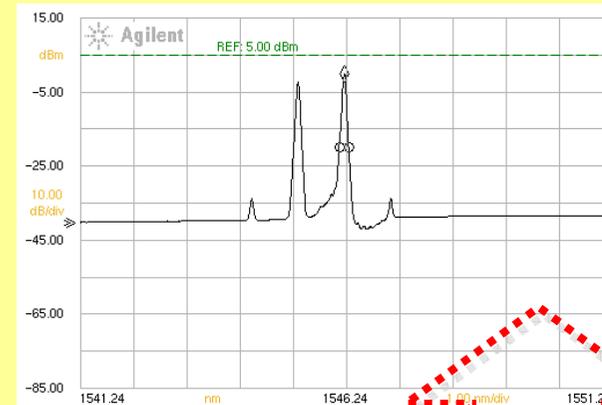
基于GCWC的HPON



**GC-WC
operates at
the lasing
wavelength**

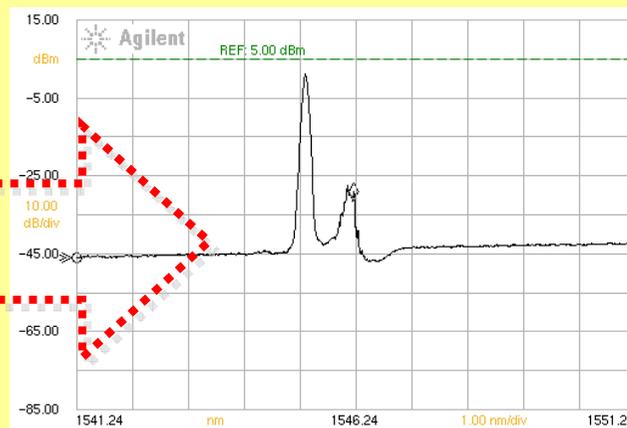


(a) No input



(b) $P_{in} = -10\text{dBm}$

**The power of the
lasing wavelength
dramatically
decreases with
relatively larger
input signal power**



(c) $P_{in} = 0\text{dBm}$

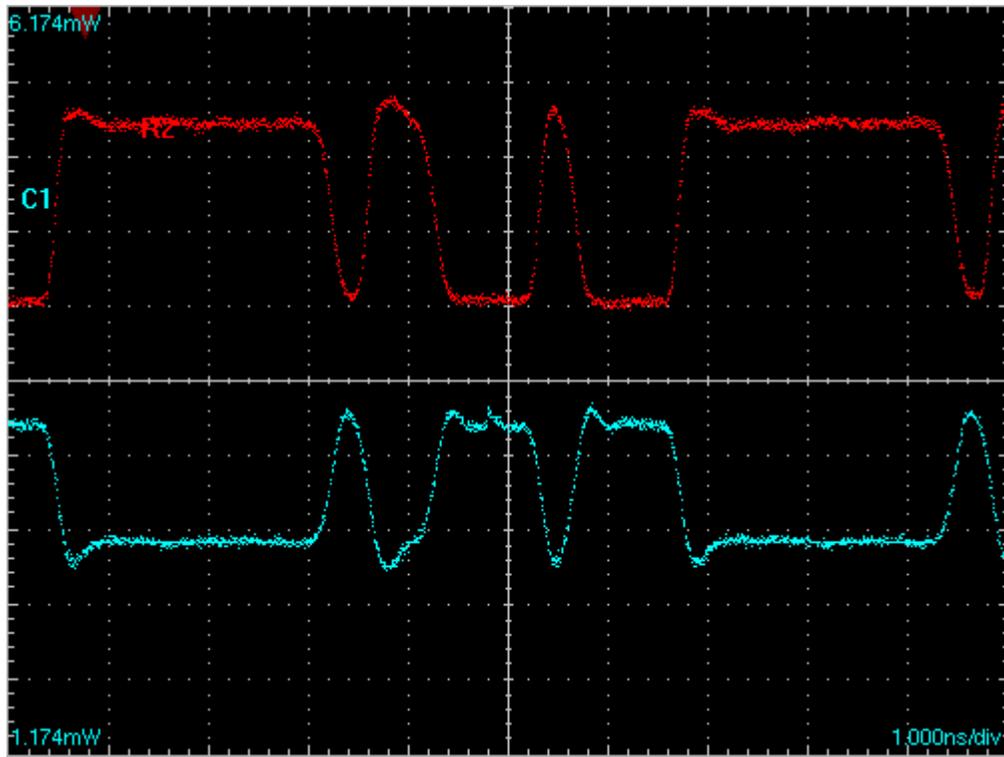
**The power of the
lasing wavelength
decreases a little
by relatively
smaller input**



GCWC的优越性

HUST

- **Low input power for operation (-10~-5dBm).**
- **High conversion efficiency, even $>100\%$ is available.**
- **Compact structure, no external probe light is needed.**
- **Wavelength spacing of conversion is close to 1nm, especially suitable for hybrid WDM-TDM PON.**



Waveforms of input signal

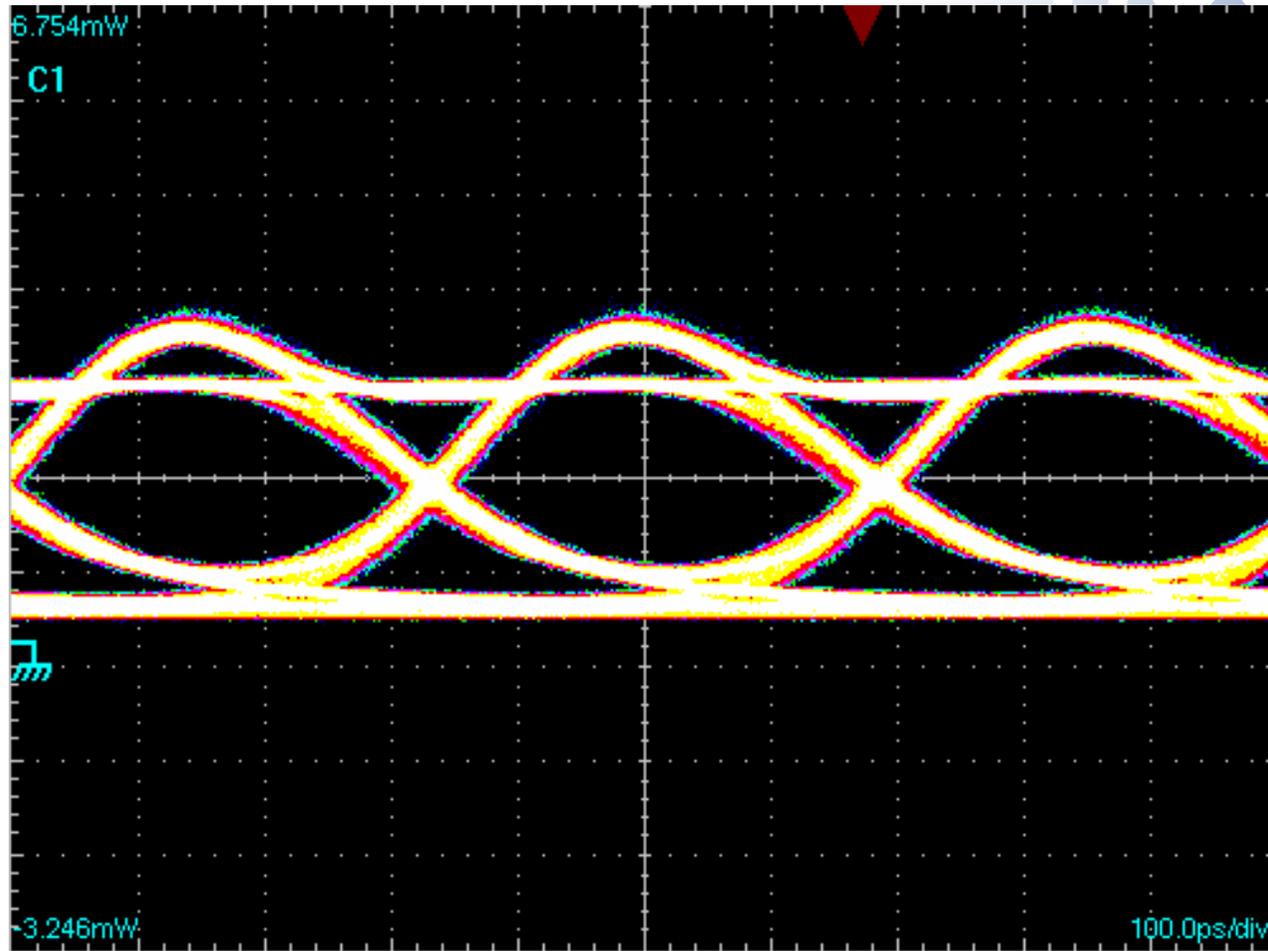
Input($\lambda_s = 1545.3\text{nm}$):

1110 1100 1000 1111

Output($\lambda_{las} = 1546.2\text{nm}$):

0001 0011 0111 0000

Waveforms of converted signal





技术指标

HUST

- **Input signal wavelength: arbitrary wavelength in C band**
- **Input signal power range: -10dBm~-5dBm**
- **Conversion wavelength: ITU-T 200GHz grid**
- **Extinction ratio of conversion wavelength: >8dB**
- **Power penalty: <4dB(2.5Gbit/s, BER=10⁻⁹)**
- **Operation bitrate: ≤2.5Gbit/s**
- **Polarization dependent gain diff.: <1dB**
- **Maximum working current: 350mA**
- **Package: 14-pin BUT MSA**



主要内容

HUST

- FTTH 全球起飞
- FTTH技术发展现状
- 下一代光接入网
- 混合波分时分无源光网络
- 结束语



结束语

HUST

- 下一代光接入网紧跟世界通讯技术潮流，与IEEE、ITU等标准组织技术发展趋势相吻合。
- 下一代光接入网业务内容涵盖数据、语音、视频等多类型，可应用于固网接入网、移动接入网以及广电系统等多个通讯市场领域，市场前景巨大。
- 发展下一代光接入网技术将对提高我国通讯科技实力具有极大的推动作用，对于培养尖端科技领域研究人才提供强有力的支持，对于打破国外通讯技术垄断具有极其重要的战略意义。