



工业互联网产业联盟标准

AII/003-2017

工厂内网络 工业 EPON 系统技术要求

Factory internal network, Technical
Requirements of Industrial EPON

工业互联网产业联盟
(2017年11月21日发布)

声 明

本报告所载的材料和信息，包括但不限于文本、图片、数据、观点、建议，不构成法律建议，也不应替代律师意见。本报告所有材料或内容的知识产权归工业互联网产业联盟所有（注明是引自其他方的内容除外），并受法律保护。如需转载，需联系本联盟并获得授权许可。未经授权许可，任何人不得将报告的全部或部分内容以发布、转载、汇编、转让、出售等方式使用，不得将报告的全部或部分内容通过网络方式传播，不得在任何公开场合使用报告内相关描述及相关数据图表。违反上述声明者，本联盟将追究其相关法律责任。



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

工业互联网产业联盟

联系电话：010-62305887

邮箱：aai@caict.ac.cn

目录

前言	IV
工厂内网络 工业 EPON 系统技术要求	5
1 范围	5
2 规范性引用文件	5
3 术语和定义	7
4 缩略语	7
5 工业场景 EPON 建设背景	8
6 工业场景下 EPON 的使用场景	11
6.1 使用场景	11
7 工业场景下 EPON 技术要求	15
7.1 概述	15
7.2 工业场景下 EPON 设备接口要求	15
7.3 设备类型	17
7.4 光链路保护倒换要求	18
7.5 ONU 设备工业环境适应性要求	19
7.6 工业环境中光纤技术要求	19
7.7 其它技术要求	20
附录 A: EPON 在工业领域应用案例介绍	20
A.1 某企业车间网络建设升级	20
A.2 某企业新建车间网络建设	21
附录 B: 工业场景下的 EPON 技术要求	22
B.1 参考模型	22
B.2 业务类型	22
B.3 EPON 协议要求	23
B.4 以太网功能要求	24
B.4.1 以太网基本功能	24
B.4.2 VLAN 功能	26

B. 5	动态带宽分配功能 (DBA) 要求.....	26
B. 6	多业务 QoS 机制要求.....	26
B. 6. 1	多业务 QoS 总体要求.....	26
B. 6. 2	业务等级协定 (SLA)	27
B. 6. 3	业务流分类功能.....	27
B. 6. 4	优先级标记.....	27
B. 6. 5	流限速.....	28
B. 6. 6	优先级调度.....	28
B. 6. 7	缓存管理.....	29
B. 7	安全性要求.....	29
B. 7. 1	PON 接口数据安全	29
B. 7. 2	过滤和抑制.....	29
B. 7. 3	ONU 认证功能	29
B. 7. 4	用户认证及用户接入线路 (端口) 标识.....	30
B. 7. 5	安全功能.....	30
B. 7. 6	管理平面安全要求.....	30
B. 8	系统保护要求.....	31
B. 8. 1	光链路保护倒换功能.....	31
B. 8. 2	设备主控板 1+1 冗余保护.....	31
B. 8. 3	OLT 上联口双归属保护	32
B. 8. 4	配置恢复功能.....	32
B. 8. 5	电源冗余保护功能.....	32
B. 9	告警要求.....	32
B. 10	性能统计要求.....	32
B. 10. 1	OLT 和 ONU 的性能统计要求	32
B. 10. 2	以太网数据的性能统计要求.....	33
B. 11	业务承载性能指标要求.....	33
B. 11. 1	以太网/IP 业务性能指标要求	33
B. 11. 2	可靠性要求.....	33
B. 12	操作管理维护要求.....	33
B. 12. 1	总体要求.....	33

B. 12. 2	ONU 的远程管理功能	34
B. 12. 3	ONU 本地管理系统要求	34
B. 13	设备硬件要求.....	35
B. 13. 1	ONU 指示灯要求	35
B. 13. 2	ONU 开关与按钮	35
B. 13. 3	Dying Gasp 及掉电保持时间	35
B. 14	工业环境适应性要求.....	36
B. 14. 1	概述.....	36
B. 14. 2	气候环境.....	36
B. 14. 3	化学活性物质.....	37
B. 14. 4	电磁兼容.....	37
B. 14. 5	机械适应性.....	42
B. 14. 6	外部电源.....	42
B. 14. 7	外壳防护.....	43
B. 14. 8	爆炸性环境要求.....	43

前 言

本标准是“工厂内网络”系列标准之一。

随着技术的发展，还将制定后续的相关标准。

本标准牵头单位：中国电信集团公司，中国信息通信研究院

本标准起草单位和主要起草人：

- 中国电信集团公司：李洁、金嘉亮
- 中国信息通信研究院：刘谦
- 中兴通讯股份有限公司：程宁、江晓林
- 青岛海信宽带多媒体技术有限公司：张华

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

工厂内网络 工业 EPON 系统技术要求

1 范围

本规范提出了工厂内网络中工业EPON系统的建设背景、应用场景和实施案例，同时提出了工业EPON系统的设备接口要求、设备类型、光链路保护倒换要求、ONU设备工业环境适应性要求、工业环境中光纤技术要求以及参考模型、协议要求、以太网要求、QoS要求、安全性要求、性能要求、设备硬件要求等具体技术规范。本规范适用于工业互联网联盟内企业工业场景EPON设备的采购、网络设计部署。

在本规范中，1G/1G-EPON称为1G-EPON；10G/1G-EPON和10G/10G-EPON统称为10G-EPON，1G-EPON和10G-EPON统称为EPON。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本文的引用而成为本文的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本文，然而，鼓励根据本文达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本文。

GB/T 7611	数字网系列比特率电接口特性
GB/T 9254	信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法
GB/T 17618	信息技术设备抗扰度限值和测量方法
GB/T 17626（所有部分）	电磁兼容试验和测量技术
GB/T 20185	同步数字体系设备和系统的光接口技术要求
GB 3836（所有部分）	爆炸性气体环境用电气设备
GB/T17214	工业过程测量和控制装置的工作条件
GB 17625	电磁兼容系列标准
GB/T 13729	远动终端设备
GB/T 15153	远动设备及系统工作条件
GB 4208	外壳防护等级（IP 代码）
YD/T 983	通信电源设备电磁兼容性限值及测量方法
YD/T 1054	接入网技术要求——综合数字环路载波（IDLC）

YD/T 1082	接入网设备过电压过电流防护及基本环境适应性技术条件
YD/T 1292	基于 H. 248 的媒体网关控制协议技术要求
YD/T 1475-2006	接入网技术要求——基于以太网方式的无源光网络 (EPON)
YD/T 1771-2012	接入网技术要求 以太网无源光网络 (EPON) 系统互通性
YD/T 2049-2013	接入网技术要求——PON 系统支持 IPv6
YD/T 2050-2009	接入网安全技术要求——无源光网络 (PON) 设备
YD/T 2274-2011	接入网技术要求 10Gbit/s 以太网无源光网络 (10G-EPON)
YD/T 2276-2011	接入网技术要求 EPON/GPON 承载 TDM 业务
YD/T 2275-2011	接入网技术要求 宽带用户接入线路 (端口) 标识
YD/T 2280-2011	接入网设备基于以太网接口的反向馈电技术要求
YD/T 2375-2011	高精度时间同步技术要求
YD/T 2952-2015	接入设备节能参数和测试方法 EPON 系统
ITU-T G. 652	单模光纤和光缆的特性
ITU-T Y. 1291	分组网络支持 QoS 的结构框架
IEEE 802. 1D	局域网和城域网的 IEEE 标准—媒体访问控制网桥
IEEE 802. 1Q	局域网和城域网的 IEEE 标准—虚拟局域网协议
IEEE 802. 1ad	局域网和城域网的 IEEE 标准—虚拟局域网协议—增补文件 4: 提供商网桥
IEEE 802. 1AS	局域网和城域网的 IEEE 标准—桥接局域网中的时间敏感应用的定时和同步要求
IEEE 802. 3	信息技术—系统间通信和信息交换—局域网和城域网特定要求—第 3 部分: CSMA/CD 接入方式和物理层规范
IEEE 802. 3af	信息技术—系统间的通信和信息交换—局域网和城域网特定要求—第 3 部分: CSMA/CD 的接入方式及物理层规范—增补文件: 使用媒质相关接口 (MDI) 的数据终端设备功率
IEEE 802. 3as	帧扩展
IEEE 802. 3at	信息技术—系统间通信和信息交换—局域网和城域网特定要求—第 3 部分: CSMA/CD 接入方式和物理层规范—增补文件: 使用媒质相关接口 (MDI) 的数据终端设备功率增强
IEEE 1588	网络管理和控制系统的精确时间同步协议
IETF RFC 1213	基于 TCP/IP 网络的管理信息库
IETF RFC 1350	TFTP 协议
IETF RFC 2236	互联网组管理协议 V2
IETF RFC 2474	IPv4 和 IPv6 包头中的差分服务域的定义
IETF RFC 2710	IPv6 的组播侦听发现 (MLD)
IETF RFC 2819	远程网络监控管理信息库
IETF RFC 2933	互联网组管理协议的管理信息库
IETF RFC 3019	IPv6 组播侦听发现协议的管理信息库
IETF RFC 3376	互联网组管理协议 V3

IETF RFC 3550	实时传输协议 (RTP)
IETF RFC 3810	IPv6的组播侦听发现版本2 (MLDv2)
IETF RFC 3925	动态主机设置协议版本4 (DHCPv4) 的厂商选项
IETF RFC 3985	边缘到边缘的伪线仿真 (PWE3) 架构
IETF RFC 4197	基于分组交换网络的边缘到边缘 TDM 电路仿真要求
IETF RFC 4553	基于分组的非结构化 TDM 仿真 (SAToP)
Broadband Forum TR-069	CPE WAN 口管理协议
Broadband Forum TR-142	使用 TR-069 的 PON 设备架构
JEP106	标准的制造商标识代码
SFF-8472	光收发器的诊断监控接口规范

3 术语和定义

以下术语、定义适用于本规范。

3.1

光链路倒换保护类型 Type D

双OLT /单OLT双PON口, ONU双PON口, 主干光纤、光分路器和配线光纤均双路冗余)。具体实现方式包括OLT同一PON板内同一PON MAC芯片(一个PON MAC芯片支持多个PON口的情况下)、同一PON板内不同PON MAC芯片、PON板间和不同OLT间的PON口保护等四种。这种方式支持不同的ONU分别工作于同一/不同OLT的主用和备用PON接口。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

缩略语	英文全称	中文全称
ACL	Access Control List	访问控制列表
ARP	Address Resolution Protocol	地址解析协议
BNC	Bayonet Nut Connector	卡扣配合型连接器
CAN	Controller Area Network	控制器局域网总线
CVBS	Composite Video Broadcast Signal	复合视频广播信号
DA	Destination Address	目的地址
DBA	Dynamic Bandwidth Allocation	动态带宽分配
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol	动态主机配置协议

DoS	Denial of Service	拒绝服务
DSCP	Differentiated Services Code Point	差分服务代码点
EMC	Electro Magnetic Compatibility	电磁兼容性
EMS	Element Management System	网元管理系统
FE	Fast Ethernet	快速以太网
FEC	Forward Error Correction	前向纠错
GE	Gigabit Ethernet	千兆以太网
IGMP	Internet Group Management Protocol	互联网组管理协议
IP	Internet Protocol	互联网协议
IPoE	IP over Ethernet	以太网上的 IP 协议
ITMS	Integrated Terminal Management System	终端综合管理系统
MAC	Medium Access Control	媒质访问控制
MDI	Medium Dependent Interface	媒质相关接口
MSTP	Multiple Spanning Tree Protocol	多生成树协议
MTBF	Mean Time Between Failure	平均故障间隔时间
ODN	Optical Distribution Network	光分配网络
OLT	Optical Line Terminal	光线路终端
ONT	Optical Network Terminal	光网络终端
ONU	Optical Network Unit	光网络单元
OSI	Open System Interconnection	开放系统互联
P2MP	Point to Multipoint	点到多点
PMD	Physical Medium Dependent	物理媒质相关（子层）
PON	Passive Optical Network	无源光网络
PLC	Programmable Logic Controller	可编程逻辑控制器
QoS	Quality of Service	服务质量
SA	Source Address	源地址
SLA	Service Level Agreement	服务等级协议
SNI	Service Node Interface	业务节点接口
SP	Strict Priority	严格优先级
TDM	Time Division Multiplex	时分复用
UNI	User Network Interface	用户网络接口
VLAN	Virtual Local Area Network	虚拟局域网
VoIP	Voice over IP	IP 语音
WLAN	Wireless Local Area Network	无线局域网

5 工业场景 EPON 建设背景

工业互联网车间生产基础网络是串联车间各项业务相互协同、各类生产设备

与控制系统信息交互等工作的基础。为了满足工业互联网的业务需求，各企业都计划/正在实施智能设备与业务分析平台之间建立网络联网，从而实现智能设备指令数据远程下发控制及监控数据采集能力。

相较于以太网技术，在工业场景下 EPON 技术具有以下优点：PON 通过无源器件组网，不受电磁干扰和雷电影响；采用自愈环形网络支持并联型，切换时间短、抵抗失效能力强；点到多点传输架构，终端并行接入，部署灵活；仅需单根光纤线传输，最远覆盖 20 公里范围；多业务承载，支持数据、视频、语音、时间同步等多种业务；高安全性，PON 网络设置 ONU 安全注册机制，下行数据传送具备加密能力，上行数据传送时分机制隔离。

EPON 技术与传统以太网技术对比：

对比项目	EPON 网络	传统以太网网络
原理对比	承载以太网数据包，下行采用点对多点广播方式（TDM），上行采用时分多址接入技术（TDMA）；每个 ONU 需向 OLT 安全注册。	使用 CSMA/CD（带有冲突监测的载波侦听多址访问）技术进行数据转发，并以 MAC 地址进行寻址；在传统以太网内两端设备是对等的，双方采用相同机制传送数据流。
接口协议	1) 支持以太网 RJ45、以太网光纤接口、CAN、RS232/RS485、视频 BNC、POTS 等接口； 2) 支持标准以太网协议	1) 支持以太网 RJ45、以太网光纤接口、CAN、RS232/RS485、视频 BNC、POTS 等接口； 2) 支持标准以太网协议
网络拓扑	1) 支持链型、总线型、树形、星形、等形式组网； 2) 支持点到多点，灵活网络扩展，最大支持 1: 64 分光比；	1) 支持总线型、树形、星形、链型、环形等形式组网； 2) 仅支持点到点直连，组网存在局限性，灵活性差；
传输带宽	支持 1Gb/s ~ 10Gb/s	1) 以太铜缆（5 类）：1Gb/s；2) 光纤：1Gb/s ~ 10Gb/s
数据安全性	在 OLT 和 ONU 之间，可通过三重搅动	一般数据没有进行加密，只要通过端口

		等加密方式进行下行加密	镜像就可获取其他端口的相关数据。
传输距离		最远 20km 的传输距离，仅需要单根光纤既可进行上下行数据传输	1) 以太铜缆（5 类）最远传输距离为 100~200M； 2) 需两根光纤传输；
实时性		实时性确定保障相对较强，EPON 网络下行采用 TDM，上行采用 TDMA 技术。	实时性确定保障相对较弱，由于传统以太网网络采用 CSMA/CD 技术，网络负荷较大时，网络碰撞几率大大增加，从而增加网络传输时延。
传输可靠性		1) 全程传输采用无源光器件，不需电源，不受供电影响； 2) 光纤网络：不受电磁干扰和雷电影响；	1) 中间传输需多级汇聚交换机，需供电； 2) 5 类铜缆内弱电信号易电磁干扰和雷电影响；
带宽利用率		层次简洁，OLT 动态给每个 ONU 配置特定的带宽，带宽利用率高；	多级汇聚，层次复杂，不支持带宽分配，靠竞争，导致带宽利用率低；
网络自愈保护机制		1) 支持 typeD 保护； 2) 自愈网络为并联型网络	1) 支持多种环形自愈网络； 2) 自愈网络为串联型网络；
相同自愈环路网络	延迟时间	传输延迟时延短，所有 ONU 呈现并联关系，只需分光，每个 ONU 的数据传输不需要经过其他 ONU 进行处理，整个链路时延时间可控。	传输延迟时间相对较长，环上每个节点均需经过光电、电光转换环节后再传到下一光节点，环路传输延迟时间大大增加。
	切换时间	切换时间短，由于 EPON 网络为并联特征，光纤发生中断时，OLT 下挂的所有 ONU 同时感知，同时切换，切换时间相对快速。	切换时间相对较长，由于传统以太网网络为串联性网络，需要逐个节点进行切换，切换速度相对要长。

表 1 EPON 技术与传统以太网技术对比

随着 EPON 技术在电信、电力行业的广泛应用，工业场景下的 EPON 网络已成

为车间数据采集组网技术的一种全新的可选方案。

参考工业互联网分层架构，EPON 组网在工业互联网体系架构中处于车间级网络位置。

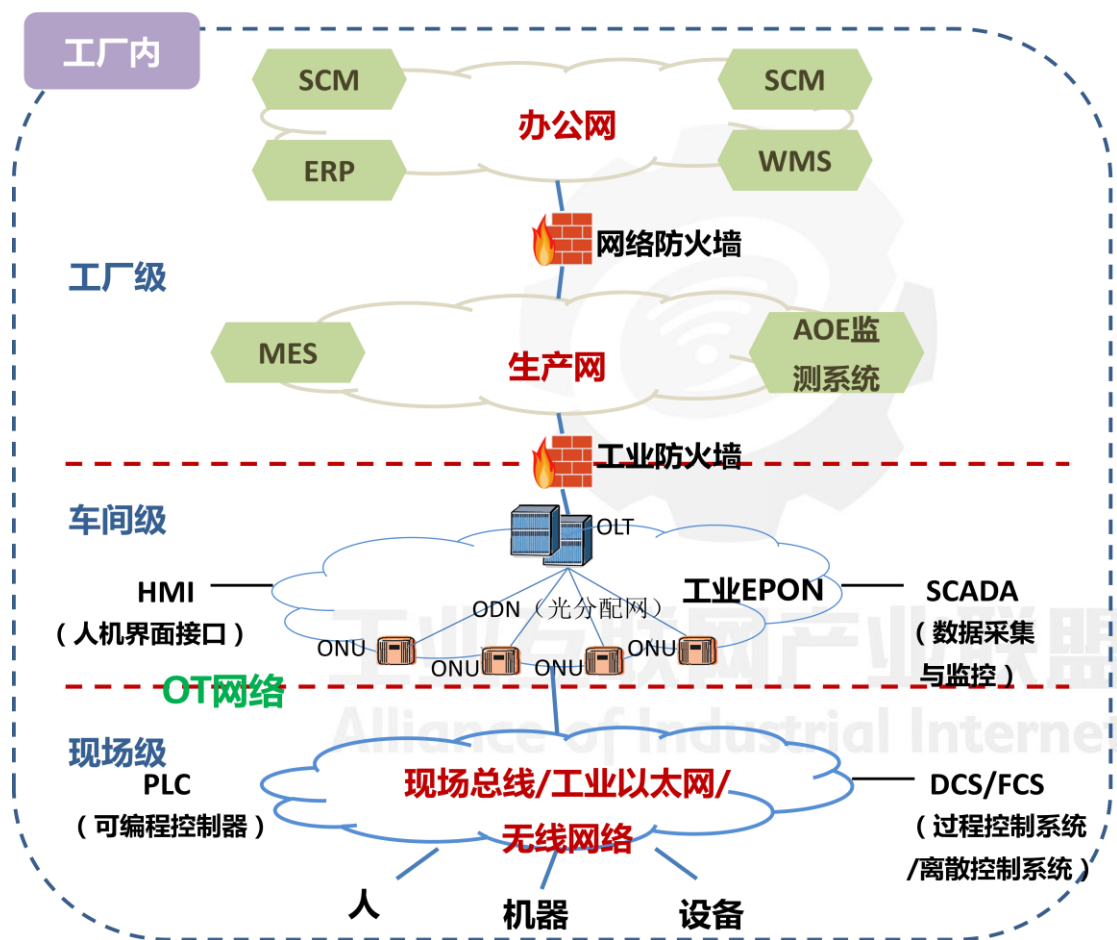


图 1 EPON 在工业互联网体系架构中的位置

6 工业场景下 EPON 的使用场景

6.1 使用场景

EPON 在工业互联网体系架构中处于车间级网络位置，通过工业级 ONU 设备实现光网络到设备层的连接，通过光分配网络（ODN），实现工业设备数据、生产数据等到 OLT 的汇聚，最终通过 OLT 与企业网络的对接，从而实现产线数据到工厂/企业 IT 系统的可靠有效地传输。

EPON 在工业场景下最常用的组网方式是基于 Type D 保护方式的手拉手保护链型组网和星型组网，实现全光路保护，提高了车间通信网络的可靠性，为制造

企业的通信可靠性提供了坚实的保障。具体的组网方式可根据工厂实际情况进行选择。

工业场景 EPON 手拉手保护的链型组网示意图如下图：

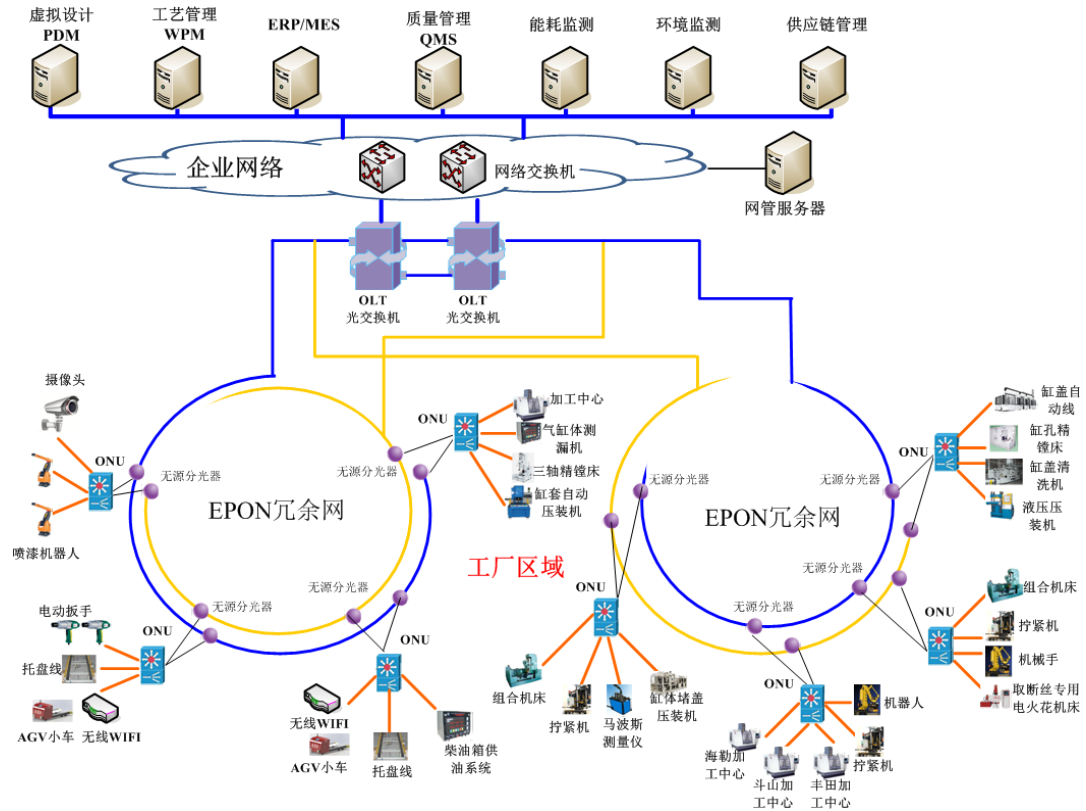


图 2 工业场景 EPON 手拉手保护的链型组网示意图

工业场景 EPON 星型组网示意图如下图：

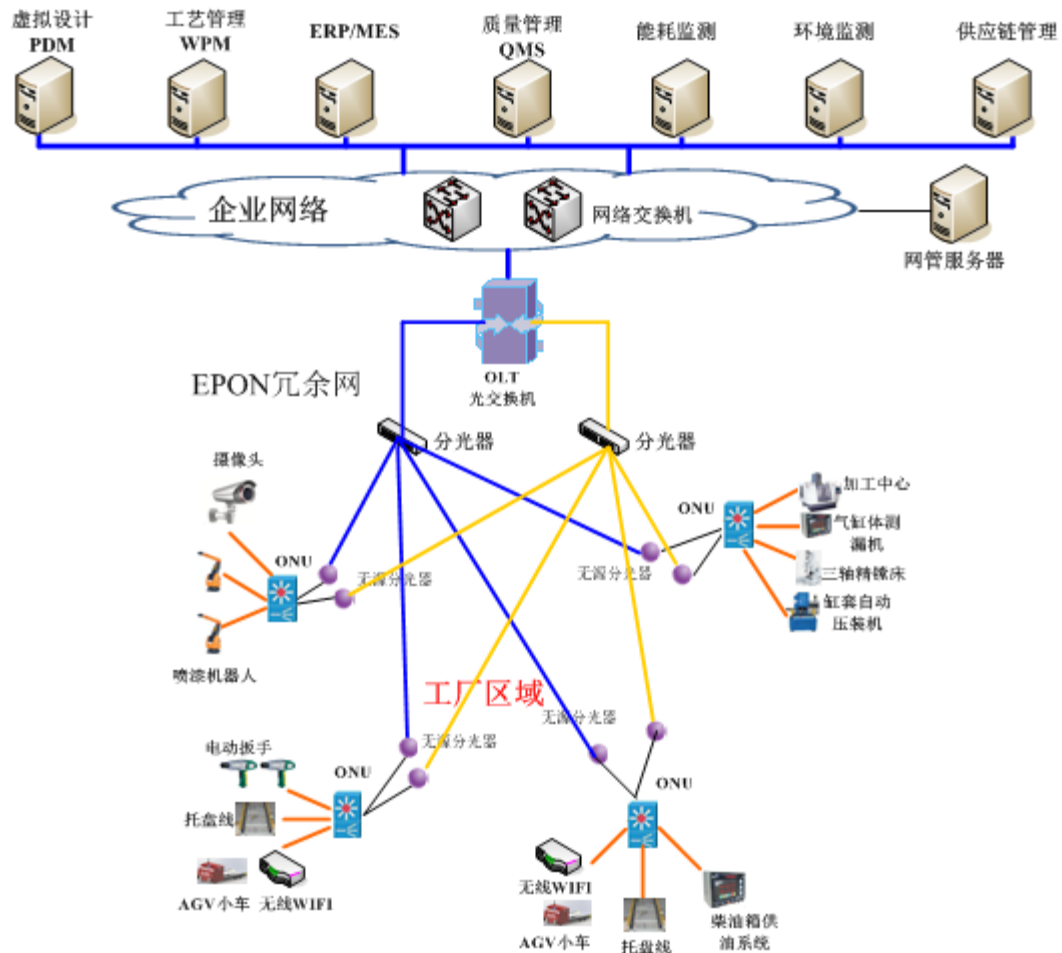


图3 工业场景 EPON 星型组网示意图

根据不同企业工厂的实际网络建设情况，EPON 可以根据在工业中的使用分为以下三个场景：

场景 1：新增生产线，需对机床、机器人、流水线等设备部署信息自动化采集点。

在这种场景下，生产车间需要新建或改造，需要同步部署信息化通信网络。这种场景的特点是车间内没有以太局域网，需要重新部署网络。在这种场景下可以完全通过 EPON 网络搭建车间内的数据采集网络，工业级 ONU 直接连接机器或数据采集设备。通过事先规划/现有的智能设备/流水线位置，规划布线及 ONU 放置位置及数量。

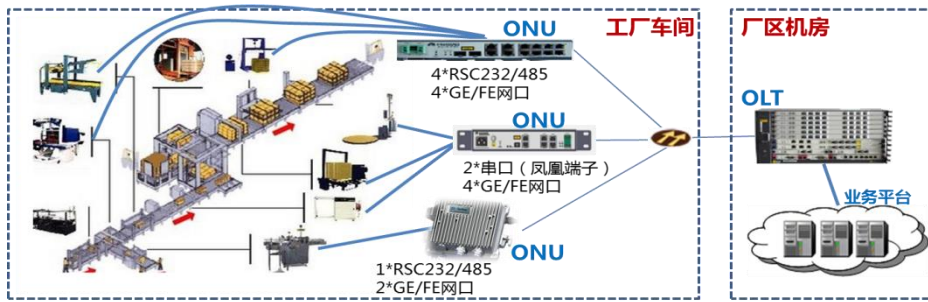


图 4 EPON 在工业使用场景 1 示意图

场景 2：原有车间仅部署了近端工业机床信息化操作，尚未将相关数据及控制指令远程化及自动采集化，车间生产线需要进行加强自动信息化能力。

这种场景的特点是车间生产线已有现场到工位的信息化网络，但需要将数据采集到远端进行监控。在这种场景下可以通过 EPON 网络搭建车间内的数据采集网络，将分散在各个工位的信息化数据进行汇聚。由于各个工位/产线已有近端的以太网网络，因此可通过 ONU 与车间内近端布置的以太网交换机连接，实现数据的汇聚。

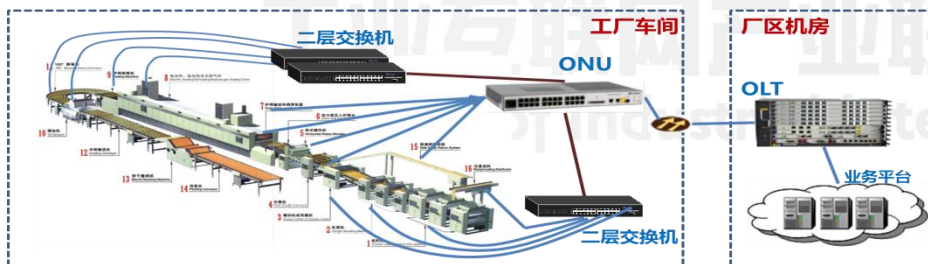


图 5 EPON 在工业使用场景 2 示意图

场景 3：厂区车间内已部署了工业以太网局域网，但是其他拓展业务，如能源监控、视频安防、WiFi 覆盖等需要部署，需要对多种应用进行网络安全隔离（物理及逻辑双重）。

这种场景的特点是车间生产线已有信息化网络，辅助设备及业务需要重新部署网络。在这种场景下可以通过 EPON 网络连接新的业务设备，并与原有的工厂工业以太网隔离。

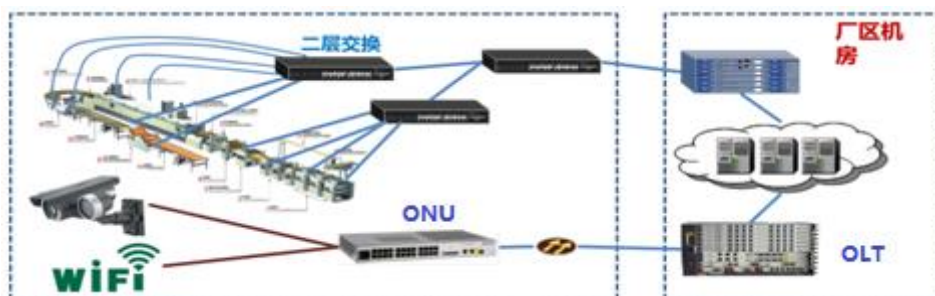


图 6 EPON 在工业使用场景 3 示图

7 工业场景下 EPON 技术要求

7.1 概述

传统 EPON 系统（YD/T 1475-2006 和 YD/T 2274-2011 所规定的 EPON/10G-EPON 系统）的标准化工作已经完成，目前在国内各大运营商的公众和政企光纤接入网中得到了广泛的部署和应用，其产业链已经非常成熟。

但是，传统的 EPON 系统如果应用在工厂内网络，需要针对工业场景的特点进行进一步规范。相比传统公众和政企接入网场景，工业场景具有网络可靠性要求高、工作环境恶劣等特点；同时，工业场景目前存在大量专用数据接口，工业 EPON 设备需要对其提供相应的接口支持。

因此，本规范针对上述要求，在传统 EPON 系统行业技术标准的基础上，针对 EPON 设备接口类型、网络倒换保护和设备工作环境参数等与传统 EPON 系统存在较大差异的内容进行了进一步标准化，主要内容描述如下。

7.2 工业场景下 EPON 设备接口要求

工业场景类型 OLT 及 ONU 针对工业各类应用场景，满足工业场景下的各种工业控制总线场景要求，提供工业场景类型接口。可为工业控制、信号量监控、数据传输、语音通信、视频监控等各种业务应用提供支持。

7.2.1 OLT 网络侧接口要求

OLT 的网络侧应能够根据需要提供 FE 接口、GE 接口。

7.2.1.1 GE 接口

GE 接口可以是 1000BASE-LX、1000BASE-SX、1000BASE-CX 和 1000BASE-T 接口中的一种或多种，各种接口类型均应符合 IEEE 802.3 的规定。

7.2.2 ONU 用户侧接口要求

ONU 的用户侧接口类型总体包括 FE、GE、CAN、RS485/232、CVBS、POTS、WiFi 和开关量等业务系统接口，可根据具体场景支持不同的接口能力。

7.2.2.1 FE 接口

FE 接口需要支持 10/100BASE-T 电口和 10/100BASE-X 光口，接口应符合 IEEE

802.3 的规定。

7.2.2.2 GE 接口

GE 接口可以是 1000BASE-LX、1000BASE-SX、1000BASE-CX 和 1000BASE-T 接口中的一种或多种，各种接口类型均应符合 IEEE 802.3 的规定。

7.2.2.3 CAN 接口（可选）

系统建议支持 CAN 接口，接口满足 ISO11898 的规定。

7.2.2.4 RS485/232 接口

系统支持 RS485/232 接口，接口满足 TIA/EIA-485-A 的规定。

- (1) 串行口电气特性、功能特性、规程特性应符合 EIA-RS232-C 标准规定。
- (2) 速率:300-115200 bps, 支持 1200bps、2400bps、4800bps、9600bps, 可设置:
 - a) 检验: None, Even, Odd, (Mark, Space) 可选
 - b) 数据位: 5、6、7 或 8
 - c) 停止位: 1 、1.5 or 2
 - d) 流向控制: RTS/CTS (可选)
- (3) 串口默认为 RS485;
- (4) 各个 RS485 之间应能有效的隔离, 各个接口可以独立进行厂家操作和配置, 能对各个 RS485 进行完全独立的配置和数据通讯
- (5) 丢包率和长期丢包率, 当仅承载串行口业务时, 在 9600bit/s 速率下, 达到 90%的数据吞吐量时的 24 小时丢包率应为 0, 长期丢包率应小于 10^{-6} 。

串口应支持下列功能:

- (1) 支持 TCP Server、TCP Client、UDP 会话方式, 可设置 IP 地址;
- (2) 支持多个串口的端口绑定, 即同一 ONU 下多个串口支持并发通信;
- (3) 支持收发数据统计功能;
- (4) 支持 TCP/UDP 多会话方式。

7.2.2.5 CVBS 接口（可选）

CVBS 接口支持 CIF、D1 视频信号格式接入，支持 PAL 和 NTSL 制式，提供视频信号 H.264 编解码、H.264 Main Profile 编解码、H.264 Baseline Profile 编解码及 MJPEG/JPEG Baseline 编解码。

7.2.2.6 POTS 接口（可选）

POTS 接口应符合 YD/T 1054 的规定。

7.3 设备类型

7.3.1 OLT

OLT设备包含一个或者多个PON接口，应支持以太网/IP业务，提供以太网上联接口。

OLT的业务槽位应支持1G-EPON板、对称/非对称10G-EPON、千兆以太网板（下联口）的任意混插。

OLT的PON接口可支持PON光模块的可插拔。

7.3.2 ONU

ONU设备可能有多种类型，本标准根据工业场景EPON设备的应用场景，规定以下全业务ONU类型。

（1）工业场景类型 ONU

工业场景类型ONU针对工业各类应用场景，满足工业场景下的各种工业控制总线场景要求，提供工业场景类型接口。可为工业控制、信号量监控、数据传输、语音通信、视频监控等各种业务应用提供支持。

本技术要求中ONU终端类型可分为以下类型：

- a) 类型1：网络侧EPON接口2个，支持主备，切换时间建议小于50ms。用户侧可提供1到4个接口，接口类型包括以太网接口（10/100BASE-T电接口（按需支持1000BASE-T）、10/100BASE-X光接口（按需支持1000BASE-X））、RS485/RS232接口；
- b) 类型2：网络侧EPON接口2个，支持主备，切换时间建议小于50ms。用户侧可提供4个以上接口（包括8, 12, 16, 20或者更多接口），接口类型包括以太网接口（10/100BASE-T电接口（按需支持1000BASE-T）、

10/100BASE-X光接口（按需支持1000BASE-X）、RS485/RS232接口，按需支持POTS、CAN、模拟视频CVBS、监控监测模拟/开关量等接口，按需支持WiFi模块。

工业场景类型 ONU 终端的以太网接口可根据具体业务需求，提供对 PoE(Power Over Ethernet)功能的支持。PoE 指的是在现有的以太网基础架构不作任何改动的情况下，为基于 IP 的终端传输数据信号的同时，还能为此类设备提供直流供电的技术，具体指标可参见 IEEE 802. 3af、802. 3at 中的相应要求。

7.4 光链路保护倒换要求

为了提高网络可靠性和生存性，可在工业场景 EPON 系统中采用光链路保护倒换机制。

工业场景 EPON 光链路保护建议可采用 TYPE D 方式（双 OLT/单 OLT 双 PON 口，ONU 双 PON 口，主干光纤、光分路器和配线光纤均双路冗余）。具体实现方式包括 OLT 同一 PON 板内同一 PON MAC 芯片（一个 PON MAC 芯片支持多个 PON 口的情况下）、同一 PON 板内不同 PON MAC 芯片、PON 板间和不同 OLT 间的 PON 口保护等四种。这种方式支持不同的 ONU 分别工作于同一/不同 OLT 的主用和备用 PON 接口。组网方式可采用星型网络或者链型手拉手保护。

(1) OLT: 主、备用的 OLT PON 端口均处于工作状态。OLT 应保证主用 PON 端口的业务信息能够同步备份到备用 PON 端口，使得保护倒换过程中，备用 PON 端口能维持 ONU 的业务属性不变；

(2) 光分路器: 星型组网使用 2 个 1:N 光分路器；链型组网采用不等分分光器。对于链型组网的场景，目前一般采用 5: 95 或 10: 90 的分光器，一般建议每个 PON 口下挂 8~12 个 ONU 节点。但是由于每个应用场景特点不同，具体方案参数应根据工厂实际情况确定。

(3) ONU: ONU 具有 2 个独立的 PON 口（分别包含 PON MAC 芯片和光模块等）且分别注册到 OLT 的两个 PON 接口上（即 ONU 同时在两个 PON 口上完成 MPCP 注册、标准和扩展的 OAM 发现）。ONU 的两个 PON 口工作于一主一备状态（热备份）。ONU 应能保证主用 PON 端口的业务信息能够同步备份到备用 PON 端口，使得 PON 口保护倒换过程中，ONU 能维持本地业务属性不变，而不用进

行 ONU 的初始化配置和业务属性配置。ONU 的“状态保持 (Holdover)”功能不激活；

(4) ONU 和 OLT 均检测链路状态。

手拉手型组网光链路保护倒换与星型组网光链路保护倒换示意图如下：

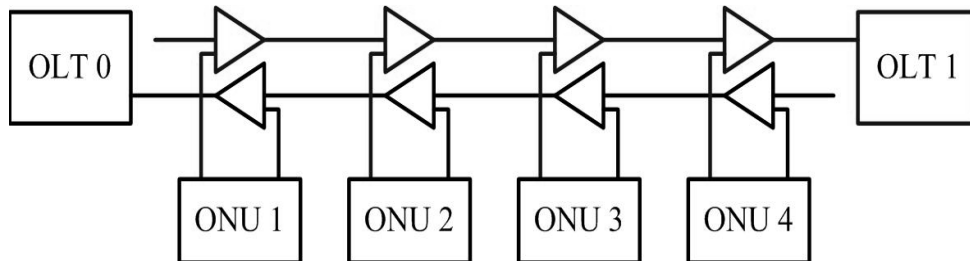


图 7 手拉手型组网光链路保护倒换示意图

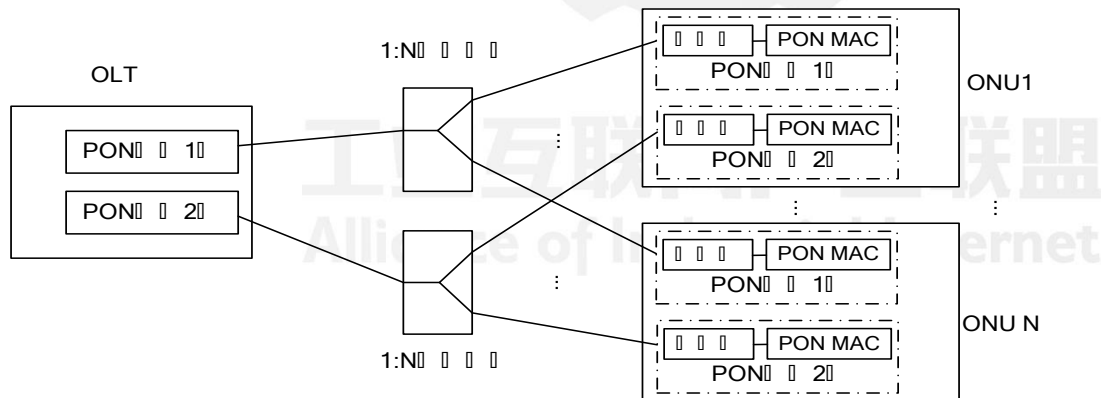


图 8 星型组网光链路保护倒换示意图

7.5 ONU 设备工业环境适应性要求

由于工业场景下环境的多样性与特殊性，因此需要规定 ONU 的工业环境适应性要求，包括气候、电磁兼容、绝缘、机械适应性和外部电源要求。

具体详见附录 A：工业环境适应性要求

7.6 工业环境中光纤技术要求

由于工业场景下环境的特殊性，因此需要规定工业环境中光纤技术要求，具体要求如下：

- (1) 光缆须为阻燃单模，阻燃级别至少达到 UL 标准中的 OFNR 级别。
- (2) 必须具有很好的机械性能和温度特性
- (3) 有 PE 护套，可防紫外线辐射

- (4) 双面涂塑铝提高光缆的抗潮能力
- (5) 松套管内填充防水化合物，确保光缆的防水性能
- (6) 须具有很好的耐水解性能和较高的强度

允许拉伸力：长期/短期 (N) 600/1500

允许压扁力：长期/短期 (N/100mm) 300/1000

(7) 光缆须达到国家标准要求，YD/T901-2009、YDT 908-2011、GB/Y9771.3-2008、GB/T12357.1-2004 标准等。

(8) 弯曲半径： 动态/静态 20D/10D

(9) 光学性能：衰减：@1310nm ≤ 0.4 dB

@1550nm ≤ 0.25 dB

7.7 其它技术要求

工业场景下 EPON 其它技术要求，包括参考模型、协议要求、以太网要求、QoS 要求、安全性要求、性能要求、设备硬件要求等。

具体详见附录 A 中对应的章节。

附录 A：EPON 在工业领域应用案例介绍

A.1 某企业车间网络建设升级

目标：建立工厂内部互联互通网络解决方案，实现设计、工艺、制造、检验、物流等制造过程各环节之间，以及与MES和ERP的高效协同与集成，建立全生命周期产品信息统一平台。

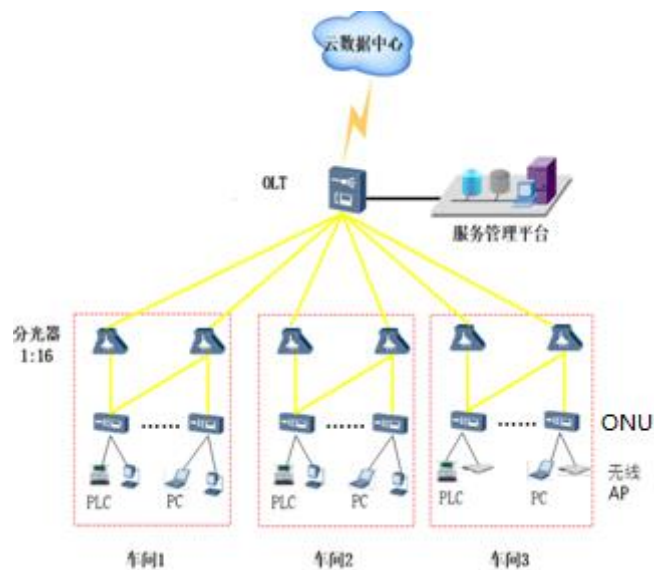


图A-1 EPON在工业使用案例1

通过EPON网络实现车间内PLC设备的连接，并通过CBU设备实现厂区的WIFI覆盖。连接考虑到厂区EPON网络工作的稳定、可靠、可扩展性，组网采用TYPE D组网方式，保证了网络切换的有效性。

A.2 某企业新建车间网络建设

目标：通过厂区内网络部署，实现厂区工业生产信息或用户信息的采集、控制业务的接入承载，为工业生产中的采集控制终端与业务层的各个应用系统提供安全可靠的通信连接，同时需要部署网络进行高清摄像机，设备面板，以及厂区内WiFi的覆盖。



图A-2 EPON在工业使用案例2

厂区工业生产线的控制在生产线上操作，工业生产网主要做提取相关数据和承载相关软件用途，需要网络覆盖范围广、网络设备可提供多种接口能力、带宽高、扩展性强、兼容性好。因此，通过选用EPON网络，采用点到多点结构，在以太网上提供多种业务并集成无线覆盖。通过EPON组网可实现冗余切换，保证了网络的高可用性和设备的健硕性。

附录 B：工业场景下的 EPON 技术要求

B.1 参考模型

工业场景以太网无源光网络（EPON）是一种采用点到多点（P2MP）结构的单纤双向光接入网络，其典型拓扑结构为树型。

工业场景EPON系统由局侧的光线路终端（OLT）、用户侧的光网络单元（ONU）和光分配网络（ODN）组成，为单纤双向系统。在下行方向（OLT到ONU），OLT发送的信号通过ODN到达各个ONU。在上行方向（ONU到OLT），ONU发送的信号只会到达OLT，而不会到达其他ONU。为了避免数据冲突并提高网络利用效率，上行方向采用时分多址接入（TDMA）方式对各ONU的数据发送进行上行带宽分配。ODN由光纤和一个或多个无源光分路器等无源光器件组成，在OLT和ONU间提供光通道。

工业场景EPON系统参考结构如图B-1所示。

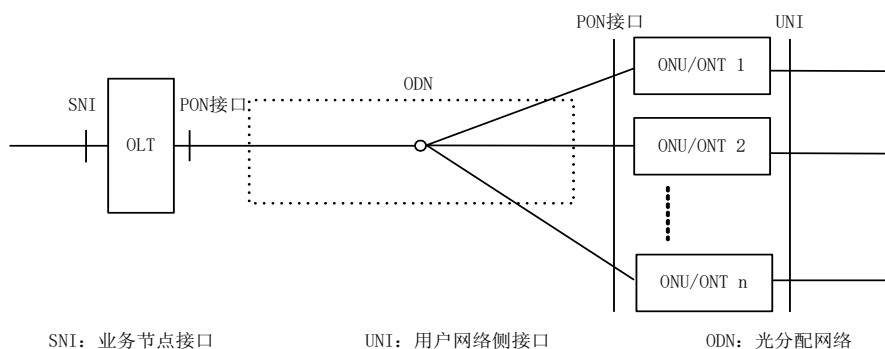


图 B-1 工业场景 EPON 系统参考结构

光网络终端（ONT）是指网络结构中包括用户端口功能的ONU，在本标准中将ONU和ONT 统称为ONU。

B.2 业务类型

工业场景EPON系统主要承载的业务类型为以太网/IP业务。工业场景EPON系统应具有承载以太网/IP业务的能力。

工业场景EPON系统应同时支持接入IPv4和IPv6业务。OLT和各种类型的ONU设备均应同时支持IPv4和IPv6双协议栈。具体技术要求可参见YD/T 2049-2013《接入网技术要求——PON系统支持IPv6》。

B.3 EPON 协议要求

B.3.1 协议栈

EPON OLT应按需支持1G-EPON/10G-EPON接口。

1G-EPON/10G-EPON的协议分层和OSI参考模型之间的关系可参考YD/T 1475-2006《接入网技术要求——基于以太网方式的无源光网络(EPON)》以及YD/T 2274-2011《接入网技术要求10Gbit/s以太网无源光网络(10G-EPON)》中的规定。

B.3.2 PMD 子层

单模光纤应符合 IEC 60793-2 B1.1、B1.3 和 ITU-T G.662、G.657 的要求，如果 ODN 可以满足工业场景特定的损耗和色散要求，也可以使用其他类型的光纤。

工业场景 EPON 系统为单纤双向系统，上、下行应分别使用不同的波长。其中 1Gb/s 通道上行的中心波长为 1310nm，波长范围为 1260nm~1360nm；1Gb/s 通道下行的中心波长为 1490nm，波长范围为 1480nm~1500nm；10Gb/s 通道上行的中心波长为 1270nm，波长范围为 1260nm~1280nm；10Gb/s 通道下行的中心波长为 1577nm，波长范围为 1575nm~1580nm。

1G-EPON的物理层接口应采用1000BASE-PX20+。10G/1G-EPON的物理层接口应采用 10G/1GBASE-PRX30，可选支持 10/1GBASE-PRX40、10/1GBASE-PRX50；10G/10G-EPON的物理层接口应采用10GBASE-PR30，可选支持10GBASE-PR40、10GBASE-PR50。10G/1GBASE-PRX30、10GBASE-PR30的PMD子层规范应符合IEEE 802.3av 的规定，10GBASE-PR40、10/1GBASE-PRX40、10GBASE-PR50、10/1GBASE-PRX50的具体要求见YD/T 1688.4-2016《xPON光收发合一模块技术条件第4部分：用于10G EPON光线路终端/光网络单元(OLT/ONU)的光收发合一光模块》。

B.3.3 RS 子层、PCS 子层和 PMA 子层

工业场景 1G-EPON 系统的 RS 子层、PCS 子层和 PMA 子层应符合 IEEE 802.3 中的规定，10G-EPON 系统的 RS 子层、PCS 子层和 PMA 子层应符合 IEEE 802.3av 中的规定。

B.3.4 MPCP

B.3.4.1 概述

多点控制协议（MPCP）定义了点到多点光网络的 MAC 控制机制，1G-EPON 的 MPCP 协议应符合 IEEE 802.3 的规定，10G-EPON 的 MPCP 协议应符合 IEEE 802.3av 的规定。1G-EPON ONU 在 OLT 的 10G-EPON 接口下的 MPCP 注册协议同 1G-EPON ONU 在 1G-EPON OLT 下的 MPCP 注册协议保持一致。

B.3.4.2 时钟要求

ONU 的 MPCP 计数器（Counter）时钟应严格同步于 OLT 的时钟，抖动指标应符合 IEEE 802.3 和 IEEE 802.3av 的要求。

B.4 以太网功能要求

B.4.1 以太网基本功能

B.4.1.1 MAC 交换功能

B.4.1.1.1 OLT 的 MAC 地址交换功能

OLT 应支持根据 MAC 地址进行交换，应支持 MAC 地址的动态学习，MAC 地址学习能力不小于 1000 个/秒。

OLT 的 MAC 地址老化时间应可配置。

B.4.1.1.2 ONU 的 MAC 地址交换功能

ONU 的单播 MAC 地址缓存能力应不小于 $32 \times$ 用户宽带接口数。

ONU 的 MAC 地址老化时间应可配置。

B.4.1.2 二层交换能力

B.4.1.2.1 OLT 的二层交换能力

OLT 应支持以太网业务二层交换功能，二层交换能力应确保上下行业务的线速转发。

OLT 的 1G-EPON 口应支持 1526 字节的帧的转发。

OLT 可根据具体应用场景，支持 Jumbo 帧的转发。

B.4.1.2.2 ONU 的二层交换能力

对于具有多于 1 个以太网接口的 ONU 应支持以太网业务二层交换功能，二层交换能力应确保上下行业务的线速转发。

EPON ONU 应支持 1526 字节的帧的转发。

ONU 可根据具体应用场景，支持 Jumbo 帧的转发。

B. 4. 1. 3 帧过滤功能

B. 4. 1. 3. 1 OLT 的帧过滤功能

OLT 应支持基于源和目的 MAC 地址的以太网数据帧过滤。

B. 4. 1. 3. 2 ONU 的帧过滤功能

ONU 应支持基于物理端口、源和目的 MAC 地址、物理端口且源和目的 MAC 地址的以太网数据帧过滤，并且支持基于每个物理端口和 MAC 地址的以太网数据帧过滤功能的开启/关闭。

B. 4. 1. 4 二层隔离功能

B. 4. 1. 4. 1 OLT 的二层隔离功能

OLT 应实现对各 ONU 之间的二层隔离。

B. 4. 1. 4. 2 ONU 的二层隔离功能

ONU 应支持对各以太网端口接口之间的二层隔离。

B. 4. 1. 5 环路检测功能

B. 4. 1. 5. 1 OLT 的环路检测功能

OLT 应支持同一个 PON 口下不同 ONU 端口以及不同 PON 口下不同 ONU 端口之间的环路检测功能。OLT 检测到环路后应将 ONU 的端口关闭并进行告警上报。

B. 4. 1. 5. 2 ONU 的端口环路检测

ONU 应支持以太网端口本身的环路检测功能（如 ONU 下挂设备的端口间出现环路）。ONU 检测到端口环路后应将该端口关闭并进行告警上报。

B. 4. 1. 6 生成树功能

B. 4. 1. 6. 1 OLT 的生成树功能

当 OLT 的网络侧具有多个以太网接口时，应支持符合 IEEE 802.1D 要求的快速生成树协议（RSTP），可选支持多生成树协议（MSTP）。

B. 4. 1. 6. 2 ONU 的生成树功能

ONU 的用户侧的以太网接口应支持符合 IEEE 802.1D 要求的快速生成树（RSTP）。

B. 4. 1. 7 流量控制功能

B. 4. 1. 7. 1 OLT 的流量控制功能

OLT 的网络侧接口应支持全双工方式下的以太网流量控制协议，其相关功能应可配置。

B. 4. 1. 7. 2 ONU 的流量控制功能

ONU 的用户侧以太网接口应支持全双工方式下的以太网流量控制协议，其相关功能应可配置。

B. 4. 1. 8 网络侧本地汇聚功能

当 OLT 存在多个 PON 接口时，应支持对所有业务板的以太网业务二层汇聚功能。

B. 4. 1. 9 链路聚合功能

当 OLT 的网络侧具有多个以太网接口时，应支持 IEEE 802. 3ad 规定的链路聚合功能。应能够在单层 VLAN 或双层 VLAN 的条件下支持链路聚合。

OLT 上联口的链路聚合功能应支持 1:1 的备份保护，倒换时间建议小于 50ms。

B. 4. 2 VLAN 功能

工业场景 EPON 设备的 VLAN 功能要求可参考 YD/T 1475-2006《接入网技术要求——基于以太网方式的无源光网络（EPON）》以及 YD/T 2274-2011《接入网技术要求 10Gbit/s 以太网无源光网络（10G-EPON）》中的相应规定。

B. 5 动态带宽分配功能（DBA）要求

工业场景 EPON 设备的动态带宽分配功能（DBA）要求可参考 YD/T 1475-2006《接入网技术要求——基于以太网方式的无源光网络（EPON）》以及 YD/T 2274-2011《接入网技术要求 10Gbit/s 以太网无源光网络（10G-EPON）》中的相应规定。

B. 6 多业务 QoS 机制要求

B. 6. 1 多业务 QoS 总体要求

工业场景下 EPON 系统应提供必要的 QoS 机制，以保障在上行和下行方向均能根据 SLA 协议提供各种优先级业务的 QoS。

工业场景下 EPON 系统应支持基于 ITU-T Y. 1291 的 QoS 机制。

B. 6.2 业务等级协定 (SLA)

工业场景下 EPON 系统应支持针对每个 LLID (对应于用户或业务) 的 SLA 参数的设置, 包括固定带宽、保证带宽、最大带宽等, 并应支持对上、下行分别进行配置。

B. 6.3 业务流分类功能

B. 6.3.1 OLT 的上行业务流分类

OLT 应支持基于以太网帧中的相关参数对上行业务流进行分类, 并进行优先级标记。缺省状态下, OLT 信任 ONU 提供的优先级标记, 不开启此功能。

可用于业务流分类的参数包括: LLID, MAC DA、MAC SA、User Priority (IEEE 802.1D)、EtherType (例如 IPoE、IPv6oE 等)、目的 IPv4 地址、源 IPv4 地址、目的 IPv6 地址、源 IPv6 地址、目的 IPv6 地址前缀、源 IPv6 地址前缀、IP 协议版本 (v4、v6)、IP 协议类型 (TCP、UDP、ICMPv4、ICMPv6、IGMP、MLD 等)、IP 优先级 (DSCP, 具体取值 RFC 2474)、IP Flow Label (IPv6)、目的 L4 协议端口、源 L4 协议端口等。

B. 6.3.2 ONU 的上行业务流分类

ONU 应支持基于物理端口和以太网帧中的相关参数对上行业务流进行分类, 并进行优先级标记。

应支持的业务流分类的参数参见 7.3.1 章节中的内容。

B. 6.4 优先级标记

OLT 和 ONU 设备应支持流分类对上行业务进行优先级标记, 应具有强制修改优先级标记的功能。标记应采用 IEEE 802.1D User Priority, 可选支持 IP DSCP 优先级标记。

缺省情况下, IEEE 802.1D 的优先级 (User Priority) 排序及其与各种业务映射关系如 IEEE 802.1Q-2008 Annex G.4。

B. 6.4.1 OLT 的优先级队列机制

OLT 的上, 下行业务应根据 IEEE 802.1D User Priority 标记映射到不同的优先级队列, 并进行调度。

OLT 网络侧端口应支持 8 个优先级队列。

B. 6.4.2 ONU 的优先级队列机制

ONU 的上，下行业务应根据 IEEE 802.1D User Priority 标记映射到不同的优先级队列，并进行调度。

ONU 的端口应支持至少 4 个优先级队列应支持至少 4 个优先级队列。

B. 6. 5 流限速

B. 6. 5. 1 上行业务流限速功能

B. 6. 5. 1. 1 ONU 的上行业务流限速功能

ONU 的用户侧以太网接口应支持上行业务的端口限速功能。ONU 应按照 OLT 的 DBA 授权进行上行业务流的调度，实现上行业务流的限速。

B. 6. 5. 1. 2 OLT 的上行业务流限速功能

OLT 应支持 DBA 机制，以实现每个 LLID 的上行带宽分配和上行业务流限速功能。

在存在 L2 汇聚功能的 OLT 设备，其上行端口（SNI）可选支持 L2 Traffic Shaping 功能。

B. 6. 5. 2 下行业务流限速功能

B. 6. 5. 2. 1 ONU 的下行业务流限速功能

ONU 的用户侧以太网接口应支持下行业务的端口限速功能，可选支持基于业务流的限速功能。

B. 6. 5. 2. 2 OLT 的下行业务流限速功能

对于下行业务，OLT 应支持针对用户和用户的分类流的速率控制功能，应支持 L2 Traffic Shaping 或 Policing 机制。

B. 6. 6 优先级调度

B. 6. 6. 1 OLT 的优先级调度功能

OLT 应支持根据 SLA 进行下行业务的调度功能。OLT 对下行业务的调度应支持 SP（严格优先级队列调度），WRR（加权循环队列调度或其他加权调度算法，下同）、SP+WRR 算法并可配置，缺省采用 SP+WRR。

上行业务的优先级调度由 OLT 的 DBA 功能和 ONU 的本地调度功能共同完成。

B. 6. 6. 2 ONU 的优先级调度功能

ONU 应具有根据 OLT 的带宽授权进行上行业务的本地调度功能，其调度算法

应支持 SP 算法，可以支持 WRR 或 SP+WRR 算法，并应可配置。ONU 可选支持下行业务的本地调度功能；可采用 SP 或 WRR 或 SP+WRR 方式，优选 SP+WRR。

B. 6. 7 缓存管理

B. 6. 7. 1 ONU 的缓存容量

ONU 应支持缓存管理，具体机制不做规定。

ONU 的缓存容量至少为 64KB×用户端口数，且缓存为各用户端口共享。

ONU 应支持拥塞避免机制，拥塞避免算法有 Tail-Drop、RED、WRED，应至少支持 Tail-Drop 算法。

B. 6. 7. 2 OLT 的缓存管理

为保证 QoS，OLT 应提供足够的缓存，具体缓存容量不做规定。

OLT 应支持拥塞避免机制，拥塞避免算法有 Tail-Drop、RED、WRED，设备应至少支持 Tail-Drop 算法。

B. 7 安全性要求

B. 7. 1 PON 接口数据安全

工业场景 EPON 系统下行方向应支持针对每个 LLID 的搅动功能，每个 LLID 应有独立的密钥。工业场景 EPON 系统对 1G-EPON ONU 的下行搅动应采用三重搅动方式。具体参见 YD/T 1771-2012《接入网技术要求 以太网无源光网络(EPON)系统互通性》中的相应内容。

B. 7. 2 过滤和抑制

OLT、ONU 应支持对特定物理端口的广播以太网帧、组播以太网帧、单播以太网帧根据（源或目的）MAC 地址、VLAN ID 等域进行帧过滤和抑制；可选支持基于源/目的 IPv4/v6 地址、源/目的 TCP 或 UDP 端口和基于协议号的访问列表(ACL)。

OLT 应支持基于 LLID 的 IGMP/MLD、DHCP、ARP/ND 等协议报文的抑制功能。ONU 应支持基于用户端口的 IGMP/MLD、DHCP、ARP/ND 等协议报文的抑制功能。

ONU 应支持对用户侧接口所收到的 BPDU (802.1D) 报文的终结和透传功能，且可配置。

OLT、ONU 应支持对带有未知的源 MAC 地址的以太网帧进行丢弃处理，以防止 MAC 地址欺骗。

B. 7. 3 ONU 认证功能

工业场景 EPON 系统应支持三种 ONU 认证方式：

- (1) 基于物理标识的认证：采用ONU的物理标识（在工业场景EPON系统中，物理标识为ONU的MAC地址）作为认证标识的认证方法；
- (2) 基于逻辑标识的认证：采用ONU的逻辑标识作为认证标识的认证方法，逻辑标识采用LOID+Password。
- (3) 混合方式：这种方式下可以实现基于物理地址进行认证的ONU和基于逻辑标识的ONU认证方式的兼容，OLT针对不同的ONU采用上述两种认证方式中的一种。这种方式下，OLT先基于ONU的MAC地址进行认证，在认证不通过时，OLT会发起对该ONU的基于逻辑标识的认证。

B. 7. 4 用户认证及用户接入线路（端口）标识

工业场景 EPON 系统应该支持 DHCPv4、DHCPv6、DHCPv6-PD 用户认证方式，可选支持相应的用户接入线路（端口）标识（即 DHCPv4/v6 中继代理）功能。具体的实现方式和格式可参见 YD/T 2275-2011《接入网技术要求 宽带用户接入线路（端口）标识》的规定。

B. 7. 5 安全功能

OLT 应支持 OLT 的 PON 接口与 ONU（物理标识或逻辑标识）之间的绑定功能，即特定物理标识或者逻辑标识的 ONU 只能在特定的 PON 口上注册，应可配置开启或关闭该功能。

建议 OLT 和 ONU 支持如下安全功能：

- (1) IP、MAC防欺骗；
- (2) 防DOS攻击；
- (3) 防ARP/ND攻击；
- (4) 防ICMP攻击；
- (5) 防BPDU攻击；
- (6) IP地址与MAC地址绑定；
- (7) CPU过载保护。

系统在抵御上述攻击时，正常业务应不受影响。

B. 7. 6 管理平面安全要求

工业场景 EPON 系统应支持管理平面的相关安全功能，包括管理员口令、设备访问方式、网管系统安全要求等内容，具体可参见 YD/T 2050-2009 《接入网安全技术要求——无源光网络（PON）设备》中管理平面安全要求的相关内容。

B.8 系统保护要求

B.8.1 光链路保护倒换功能

B.8.1.1 光链路保护倒换功能要求

为了提高网络可靠性和生存性，可在工业场景 EPON 系统中采用光链路保护倒换机制。光链路保护倒换可分为以下两种方式进行：

- (1) 自动倒换：由故障发现触发，如信号丢失或信号劣化等；
- (2) 强制倒换：由管理事件触发。

对于支持光链路保护的 OLT，应支持 ONU 注册、测距、业务配置信息等在主用 PON 口和备用 PON 口上的实时同步。在保护倒换过程中，除 ONU 的保护倒换本身的属性发生改变外，OLT 应能维持每个 ONU 的其余属性不变，如 MAC 地址与 LLID 的对应关系、OAM、FEC 功能的配置、Report 消息的上报格式、SLA 等。

ONU 应支持“状态保持（holdover）”功能。

B.8.1.2 业务中断时间

工业场景 EPON 系统中，光链路保护倒换时的业务中断时间建议小于 50ms。

B.8.1.3 保护倒换返回机制

工业场景 EPON 系统所有保护倒换机制可以支持被保护业务人工返回功能。返回导致的业务中断时间应不大于倒换导致的业务中断时间。

B.8.2 设备主控板 1+1 冗余保护

B.8.2.1 OLT 主控板 1+1 冗余保护

机架式 OLT 应支持双主控板配置，并支持主控板的 1+1 保护倒换。当主用主控板在检测到软件异常、硬件异常、拔板、网管强制命令倒换等情况下发生自动倒换，将全部业务配置倒换到备用主控板。主控板倒换发生后应向 EMS 上报倒换事件以及倒换触发条件等必要信息。主备倒换完成后，原“备用板”成为“主用板”。

OLT应支持主用主控板和备用主控板的配置信息实时同步功能（以避免备用主控板在倒换时需要进行VLAN等属性的重新配置，提高业务层倒换速度）。主控板倒换时间建议应小于50ms，启用链路聚合前后主控板保护倒换的时间无明显变化。

B.8.3 OLT 上联口双归属保护

OLT应支持上联板的双归属的保护功能，即OLT的两个上联链路分别连接到两个不同的上联网络设备上，在OLT检测到一个主用上联链路异常后主动切换到另外一个备用上联链路。这种方式需要上联网络设备支持VRRP等保护协议。

OLT的上联双归属保护功能应支持被保护业务人工返回功能。

保护倒换的业务损伤时间应小于50ms。

B.8.4 配置恢复功能

工业场景EPON系统应支持配置恢复功能。OLT设备应能保存ONU设备的配置信息。在OLT设备断电后上电、板卡更换等异常事件发生后，设备的业务可以自动恢复正常。在ONU设备更换、ONU断电后重新启动后，OLT应能自动恢复对ONU的配置。

B.8.5 电源冗余保护功能

OLT设备应支持电源冗余保护功能。当主用电源模块失效（硬件故障、手动拔板等）或者通过网管命令强制倒换等情况下发生自动倒换，系统的业务应不受影响（发生丢包），即电源模块的倒换导致的业务中断时间为0秒。当电源模块发生倒换后，系统应向EMS上报倒换事件以及倒换触发条件等必要信息。

B.9 告警要求

工业场景EPON系统应支持告警/警示检测和上报功能。

OLT设备应支持设备板卡、电源模块等硬件故障告警，非法ONU注册告警，ONU掉电告警，断纤告警等。

B.10 性能统计要求

B.10.1 OLT 和 ONU 的性能统计要求

EPON OLT和ONU设备应支持性能统计功能。OLT和以太网接口的ONU设备应支持以太网数据的性能统计功能。OLT和ONU的性能统计功能默认关闭，根据需要可

以打开/关闭OLT和ONU的性能统计功能，OLT和ONU性能统计周期缺省取值为15分钟，应可灵活配置。

B. 10.2 以太网数据的性能统计要求

EPON OLT和以太网接口的ONU设备应支持以太网数据的性能统计功能。OLT应支持在OLT PON口和上联口分别进行性能统计。以太网接口的ONU应支持在ONU PON接口和以太网口分别进行统计。

下行丢弃报文数、上行丢弃报文数、下行错误报文数和上行错误报文数的定义见RFC 1213。除端口状态变化次数外的其余统计信息的定义见RFC 2819中的相应内容。

B. 11 业务承载性能指标要求

B. 11.1 以太网/IP 业务性能指标要求

以太网/IP业务的性能指标主要包括以太网业务的传输时延、吞吐量、丢包率和长期丢包率。

相应指标应符合YD/T 1475-2006《接入网技术要求——基于以太网方式的无源光网络（EPON）》以及YD/T 2274-2011《接入网技术要求10Gbit/s以太网无源光网络（10G-EPON）》中的规定。

B. 11.2 可靠性要求

ONU平均无故障时间（MTBF）：不低于 50000 小时。设计使用寿命：20年。

B. 12 操作管理维护要求

B. 12.1 总体要求

工业场景EPON系统操作维护管理功能应支持对OLT和ONU的配置、故障、性能、安全等管理功能。OLT的操作管理和维护功能主要通过EPON网元管理系统（EMS，即设备网管）进行。

ONU的操作管理和维护功能有两种实现方式：一种是本地管理，一种是远程管理。本地管理一般是指维护人员利用PC机通过本地网管接口（专用的Console口、用户侧以太网接口、串口等）对ONU进行本地的配置、故障、性能和安全的管理。远程管理则是由系统管理员通过EMS系统实现对ONU的远程管理，内容也包括配置、故障、性能、安全等方面。

ONU的远程管理有多种实现方式：

- (1) OLT通过IEEE 802.3规定的OAM方式对ONU进行远程管理；
- (2) 由ONU实现SNMP功能，网管系统通过SNMP协议对ONU进行远程管理；
- (3) 由ITMS通过TR-069协议对ONU进行远程管理。

EMS、OLT、ONU应支持通过IPv4和IPv6承载SNMP协议。

B. 12.2 ONU 的远程管理功能

ONU应支持通过OAM协议和SNMP协议对其进行管理。OAM方式和SNMP方式的关系和分工如下：与PON接口相关的远程管理功能（如三重搅动、DBA参数配置、ONU基本信息上报、FEC功能管理、可控组播等）由OAM方式实现，其他与业务相关的远程管理功能（如VLAN、组播、端口管理、QoS、VoIP、TDM、告警、性能、软件下载等）由SNMP方式实现。

ONU应支持统一的网管系统对其进行管理，应支持基于SNMP的管理协议。

B. 12.3 ONU 本地管理系统要求

B. 12.3.1 基本要求

- (1) ONU应能通过其所带的以太网用户接口或者Console口对其进行的本地操作维护；
- (2) ONU的操作维护管理功能应具备对其进行配置管理、故障管理、性能管理和安全管理方面的功能；
- (3) ONU的本地管理系统可以采用Telnet方式和命令行界面。

B. 12.3.2 配置管理要求

- (1) 应能对用户侧接口参数进行配置，如用户侧接口的打开/关闭、Pause流控的打开/关闭、ONU的以太网（速率、噪声余量等）的配置；
- (2) 可选支持对业务QoS功能的配置，如上行业务的分类、排队、标记、调度等进行配置，对下行业务的排队、调度、限速等功能进行配置；
- (3) 可选支持对DBA参数的配置，如Queue Set数量、各队列的报告阈值；
- (4) 建议支持配置以太网功能，如VLAN、帧过滤、组播、MAC地址老化时间等；
- (5) 可选支持配置光链路保护倒换等PON接口功能；
- (6) 建议支持ONU的ACL配置功能；
- (7) 应支持本地软件/固件升级；

(8) 应支持ONU认证的逻辑标识（包括LOID和Password）的配置。

B. 12. 3. 3 性能管理要求

- (1) 应能启动用户接口性能测量功能，采集和处理测量数据，分析测量结果；
- (2) 应具备对系统性能管理事件的实时统计（如端口的业务流量情况等）和一定时间内的每15分钟以及24小时的计数功能，统计参数应包括PON接口性能参数和用户侧业务接口性能参数等；
- (3) 支持对本地下行接收光功率和上行发射光功率的测量。

B. 12. 3. 4 故障管理要求

- (1) 当PON接口或者UNI接口的物理层性能（如光通道误码率）严重下降或者链路层失效时，系统应能产生告警（可选）；
- (2) 应能通过指示灯指示ONU的故障，不同的故障原因对应不同的告警信息；
- (3) 故障事件恢复后，相应告警信息应能自动清除。

B. 12. 3. 5 安全管理要求

- (1) ONU的本地管理应通过定义个人访问权限的方式，提供对于管理员/操作系统访问的安全措施，拒绝非法用户和密码错误用户的本地操作维护和管理；
- (2) ONU的本地管理应记录所有用户的操作，包括用户名、操作时间、操作类型并定期上报给EPON网络管理系统。非法用户登陆应产生安全性告警，未经授权的操作尝试由系统日志记录并产生安全警告提示。

B. 13 设备硬件要求

B. 13. 1 ONU 指示灯要求

ONU应具有足够的指示灯，采用中文进行标识，用于简明地指示ONU的运行状态。

B. 13. 2 ONU 开关与按钮

ONU应至少具有如下开关和按钮：

- (1) 必须具有整机电源开关；
- (2) 可选具有整机复位按钮；

B. 13. 3 Dying Gasp 及掉电保持时间

ONU应支持Dying Gasp功能，掉电保持时间应足以使ONU能发出Dying Gasp消息，至少不小于10ms。

B. 14 工业环境适应性要求

B. 14.1 概述

本技术要求规定的工业环境适应性要求包括气候、电磁兼容、绝缘、机械适应性和外部电源。

气候环境包括温度、湿度、大气压力、化学活性物质、生物活性物质。其中，温度和湿度要求为所有产品必须满足的条件，其余要求为可选条件，应根据实际应用环境确定。

电磁兼容、绝缘、机械适应性和外部电源要求为所有产品必须满足的条件，但电磁兼容要求中的抗扰度等级及骚扰限值，外壳防护要求等级以及外部电源所支持的标称电压应根据实际应用环境确定。

B. 14.2 气候环境

B. 14.2.1 温度

规定了工业环境下ONU设备工作、存储和运输温度条件。ONU设备在规定的温度范围内其功能和性能应符合本标准要求。在规定的温度范围内储存和运输时，不应发生裂痕、老化或其它损坏；当经受该温度范围后再恢复到工作温度范围时，设备应能正常工作。

应用在温度快速变化场合的设备，在经受不超过5℃/min的温度变化时，应能正常工作。

设备类型	工作温度/℃		储存、运输温度/℃	
	低温	高温	低温	高温
I	-25	+75	-55	+85
II	-40	+85	-55	+95
X	待定	待定	待定	待定

注1：X是一个开放等级
注2：ONU设备的实际工作温度不仅受自然环境温度的影响，还受周围设备热辐射等因素的影响，因此实际工作温度的上限一般高于自然环境可达的最高温度。

表B-2 温度条件

B. 14.2.2 相对湿度

工业环境下ONU设备应在表B-3规定的相对湿度环境条件下正常工作：

等级	低相对湿度/%	高相对湿度/%
----	---------	---------

I	4	100
X	待定	待定
X是一个开放等级		

表B-3 相对湿度条件

B. 14. 2. 3 大气压力

大气压力条件见表B-4:

等级	低气压/kPa	高气压/kPa
I	70	106
II	53.5	106
X	待定	待定
X是一个开放等级		

表B-4 大气压力条件

B. 14. 3 化学活性物质

B. 14. 3. 1 盐雾

工作在包括但不限于沿海、岛屿与多盐雾环境条件下使用的ONU，应采用防腐材料和经防腐处理，保证设备在表B-5规定的环境条件下能长期使用。

等级	最大盐雾浓度/ (mg/m ³)
I	≤5
X	待定
X是一个开放等级	

表B-5 盐雾条件

B. 14. 3. 2 其他化学活性物质条件

其他化学活性物质条件见表B-6。

等级	依据标准	化学活性物质
I	GB/T17214.7-2005 表1	化学清洁空气
II		中等污染
III		严重污染
X		待定
X是一个开放等级		

表B-6 化学活性物质条件

B. 14. 3. 3 生物

工作在潮湿多雨地区和霉菌滋生环境下的ONU不应发生霉变，能正常工作。

B. 14. 4 电磁兼容

B. 14. 4. 1 电磁兼容抗扰度要求

B. 14. 4. 1. 1 静电放电抗扰度

静电放电抗扰度要求见表B-7。

等级	依据标准	严酷等级
I	GB/T17626. 3-2005	3
II		4
X		待定
X是一个开放等级		

表B-7 静电放电抗扰度要求

B. 14. 4. 1. 2 射频电磁场辐射抗扰度

射频电磁场辐射抗扰度见表B-8。

等级	依据标准	严酷等级
I	GB/T17626. 3-2005	3
II		3
X		待定
X是一个开放等级		

表B-8 射频电磁场辐射抗扰度要求

B. 14. 4. 1. 3 电快速瞬变脉冲群抗扰度

电快速瞬变脉冲群抗扰度要求见表B-9。

等级	依据标准	严酷等级
I	GB/T17626. 4-2008	3
II		4
X		待定
X是一个开放等级		

表B-9 电快速瞬变脉冲群抗扰度要求

B. 14. 4. 1. 4 浪涌（冲击）抗扰度

信号端口浪涌（冲击）抗扰度要求见表B-10，直流电源输入端口浪涌（冲击）抗扰度要求见表B-11，交流电源输入端口浪涌（冲击）抗扰度要求见表B-12。

等级	依据标准	严酷等级
I	GB/T17626. 5-2008	线 — 2
II		地 3
III		4
X		待定
X是一个开放等级		

表B-10 信号端口浪涌（冲击）抗扰度要求

等级	依据标准	严酷等级
I	GB/T17626. 5-2008	线 — 3
II		地 4
X		待定
X是一个开放等级		

表B-11 直流电源输入端口浪涌（冲击）抗扰度要求

等级	依据标准	严酷等级			
I	GB/T17626. 5-2008	线 —	3	线 —	2
II		地	4	地	3
X		待定			
X是一个开放等级					

表B-12 交流电源输入端口浪涌（冲击）抗扰度要求

B. 14. 4. 1. 5 射频场感应的传导骚扰抗扰度

射频场感应的传导骚扰抗扰度要求见表B-13。

等级	依据标准	严酷等级
I	GB/T17626. 6-2008	2
II		3
X		待定
X是一个开放等级		

表B-13 射频场感应的传导骚扰抗扰度要求

B. 14. 4. 1. 6 工频磁场抗扰度

工频磁场抗扰度要求见表B-14。

等级	依据标准	严酷等级
I	GB/T17626. 8-2006	稳定持续磁场：4 短时作用磁场：4
II		稳定持续磁场：5 短时作用磁场：5
X		待定
X是一个开放等级		

表B-14 工频磁场抗扰度要求

B. 14. 4. 1. 7 阻尼振荡磁场抗扰度

阻尼振荡磁场抗扰度要求见表B-15。

等级	依据标准	严酷等级
I	GB/T17626. 10-1998	4
II		5
X		待定
X是一个开放等级		

表B-15 阻尼振荡磁场抗扰度要求

B. 14. 4. 1. 8 振荡波抗扰度

在高压及中压变电站中使用的ONU的振荡波抗扰度要求见表B-16，在其他场合使用ONU的振荡波抗扰度要求见表B-17。

等级	依据标准	严酷等级

I	GB/T17626.12-1998	2
II		3
X		待定
X是一个开放等级		

表B-16 振荡波抗扰度要求

等级	依据标准	严酷等级
I	GB/T17626.12-1998 表1	3
II		4
X		待定
X是一个开放等级		

表B-17 振荡波抗扰度要求

B.14.4.1.9 0HZ——150HZ 共模传导骚扰抗扰度

0HZ——150HZ共模传导骚扰抗扰度见表B-18。

等级	依据标准	严酷等级
I	GB/T17626.16-2007	3
II		4
X		待定
X是一个开放等级		

表B-18 0HZ——150HZ共模传导骚扰抗扰度要求

B.14.4.1.10 交流电源输入端口抗扰度

交流电源输入端口电压暂降抗扰度要求见表B-19,交流电源输入端口短时中断抗扰度要求见表B-20,交流电源输入端口电压变化抗扰度要求见表B-21。

等级	依据标准	严酷等级
I	GB/T17626.11-2008	2
II		3
X		待定
X是一个开放等级		

表B-19 交流电源输入端口电压暂降抗扰度要求

等级	依据标准	严酷等级
I	GB/T17626.11-2008	2
II		3
X		待定
X是一个开放等级		

表B-20 交流电源输入端口短时中断抗扰度要求

等级	依据标准	严酷等级			
		电压试验等级	电压降低所需时间	降低后电压维持时间	电压增加所需时间

I	GB/T17626. 11-2008	70%	突变	1周期	25周期
X		待定	待定	待定	待定
X是一个开放等级					

表B-21 交流电源输入端口电压变化抗扰度要求

B. 14. 4. 1. 11 直流电源输入端口抗扰度

直流电源输入端口纹波抗扰度要求见表B-22, 直流电源输入端口电压暂降抗扰度要求见表B-23, 直流电源输入端口短时电压抗扰度要求见表B-24, 直流电源输入端口电压变化抗扰度要求见表B-25。

等级	依据标准	严酷等级
I	GB/T17626. 17-2005	2
II		3
III		4
X		待定
X是一个开放等级		

表B-22 直流电源输入端口纹波抗扰度要求

等级	依据标准	严酷等级
I	GB/T17626. 29-2006	试验等级: 40%和70%UT, 持续时间: 1s
X		待定
X是一个开放等级		

表B-23 直流电源输入端口电压暂降抗扰度要求

等级	依据标准	严酷等级
I	GB/T17626. 29-2006	试验等级: 0% UT, 持 续时间: 1s
X		待定
X是一个开放等级		

表B-24 直流电源输入端口短时电压抗扰度要求

等级	依据标准	严酷等级
I	GB/T17626. 29-2006	试验等级: 80%和120% UT, 持续时间: 10s
X		待定
X是一个开放等级		

表B-25 直流电源输入端口电压变化抗扰度要求

B. 14. 4. 2 电磁兼容限值要求

电磁兼容限值要求见表B-26。

名称	依据标准	采用限值
谐波电流发射限值	GB 17625. 1-2012	A类设备

电压波动和闪烁限值		GB 17625.2-2007	—
传导骚扰 限值	电源端子 骚扰	GB 9254-2008	A级IET
	电信端口 的工模骚扰	GB 9254-2008	A级电信端口
辐射骚扰限值		GB 9254-2008	A级IET

表B-26 电磁兼容限值要求

B. 14. 4. 3 绝缘性能

B. 14. 4. 3. 1 绝缘电阻

绝缘电阻要求见表B-27。

名称	依据标准
一般环境绝缘电阻	GB/T 13729-2002 中表13
湿热环境绝缘电阻	GB/T 13729-2002 中表14

表B-27 绝缘电阻要求

B. 14. 4. 3. 2 绝缘耐压

绝缘耐压要求见表B-28。

名称	依据标准	耐压等级
额定绝缘电压小于60V的回路	GB/T 15153.1-1998	VW2
额定绝缘电压大于60V的回路		VW3
注：高海拔地区空气密度小，同等电压下，空气更容易产生电离现象，使设备的绝缘性能下降。在高海拔地区工业场景使用的EPON应通过合理的设计，保证其绝缘性能。		

表B-28 绝缘耐压要求

B. 14. 4. 3. 3 泄漏电流

设备工作时对保护接地端的泄漏电流应不大于5mA。

B. 14. 5 机械适应性

机械适应性要求见表B-29。

名称	依据标准	等级
正弦稳态振动	GB/T 15153.2-2000	Cm
冲击		Cm
自由跌落		Cm

表B-29 机械适应性要求

B. 14. 6 外部电源

一般工业环境电源要求见表B-30与表B-31。

标称电压 /V	频率	标称电压容差	标称频率容差	谐波含量
---------	----	--------	--------	------

(AC)				
220	50HZ	GB/T 15153.1-1998 中表1	GB/T 15153.1-1998 中表2	GB/T 15153.1-1998 中表3

表B-30 一般工业环境交流电源要求

标称电压（单台设备支持一种或多种）/V（DC）	标称电压容差	纹波
220	GB/T 15153.1-1998中表6	GB/T 15153.1-1998中表8
110		
48		
24		
12		

表B-31 一般工业环境直流电源要求

B. 14.7 外壳防护

ONU的外壳保护等级宜从表B-32规定的范围内选择。

防尘等级	防水等级	依据标准
IP4X	IPX0	GB 4208-2008
IP5X	IPX1	
IP6X	IPX2	
	IPX3	
	IPX4	
	IPX5	
	IPX6	
	IPX7	

表B-32 外壳防护等级

B. 14.8 爆炸性环境要求

对于爆炸性环境下ONU设备应符合GB 3836系列标准的要求。



联系我们

工业互联网产业联盟 秘书处

地址：北京市海淀区花园北路52号，100191

电话：010-62305887

邮箱：aii@caict.ac.cn

网址：<http://www.aii-alliance.org>