

ICS 33.180

P

SJ

中华人民共和国电子行业标准

SJ/T XXXXX—20xx

电子工业全光网络工程技术规范

Technical specification for all optical network engineering of electronic industry

(报批稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

中华人民共和国电子行业标准

电子工业全光网络工程技术规范

Technical specification for all optical network engineering  
of electronic industry

SJ/TXXXXX—20XX

主编单位：中国电子工程设计院股份有限公司

批准部门：中华人民共和国工业和信息化部

施行日期：2024年XX月XX日

2024年 北京

## 前 言

本规范是根据《工业和信息化部关于印发 2021 年第一批行业标准制修订和英文版项目计划的通知》（工信厅科函〔2021〕25 号）的要求，由中国电子工程设计院股份有限公司会同有关单位共同编制而成。

在规范编制过程中，编制组经过深入调查研究，认真总结实践经验，并在广泛征求国内有关单位与专家意见的基础上，最后经审查定稿。

本规范共分 11 章和 2 个附录，主要技术内容包括：总则、术语和缩略语、工程设计、系统配置、空间管理与线缆布线、工程施工、调试与试运行、检测、验收、运行与维护、资源更新利用与拆除等。

本规范由工业和信息化部负责管理，由工业和信息化部电子工业标准化研究院电子工程标准定额站负责归口管理，由中国电子工程设计院股份有限公司负责具体技术内容的解释。本规范在执行过程中请各单位注意总结经验、积累资料，如发现需要修改和补充之处，请将有关意见、建议和相关资料寄送中国电子工程设计院股份有限公司（地址：北京市海淀区西四环北路 160 号玲珑天地 B 座，邮编：100142），以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：

**主编单位：**中国电子工程设计院股份有限公司

**参编单位：**华为技术有限公司

世源科技工程有限公司

中国五洲工程设计集团有限公司

中国电子节能技术协会绿色全光网络专业委员会

北京世源希达工程技术有限公司

中电投工程研究检测评定中心有限公司

中国船舶重工集团国际工程有限公司

机械工业第六设计研究院有限公司

瑞斯康达科技发展股份有限公司

TCL 建设管理（深圳）有限公司

南京普天天纪楼宇智能有限公司

武汉一网万联科技有限公司

大唐融合物联科技无锡有限公司

主要起草人：张旭 张军 朱立彤 张锐利

董轶超 李文浩 韩玉仲 卢青峰

杨小进 刘影 刚轶金 易志雄

李晓 沈凯 王玉臣 贾琨

杜新明 赵岩

主要审查人：黄群骥 高军诗 李文华 刘永东

尹曦梅 崔守刚 汤威 刘芳

韩春龙 单晨 汪宏 董玉安

宋志强 胡晓辉 李宝

## 目次

1	总则	1
2	术语和缩略语	2
2.1	术语	2
2.2	缩略语	4
3	工程设计	6
3.1	一般规定	6
3.2	网络规划	6
3.3	系统工程架构	7
3.4	设备布置	8
3.5	传输性能及指标	9
3.6	安全	10
3.7	网络管理	12
3.8	电气保护及接地	13
4	系统配置	16
4.1	一般规定	16
4.2	光网络单元	16
4.3	光分路器	19
4.4	光缆	20
4.5	配线设备	21
4.6	光线路终端	23

4.7	核心交换机和出口设备	23
4.8	网络设备	24
5	空间管理与线缆布线	25
5.1	一般规定	25
5.2	设备间及进线间	25
5.3	信息网络机房	26
5.4	室外布线	27
5.5	建筑物进线管	27
5.6	室内布线	28
6	工程施工	30
6.1	一般规定	30
6.2	施工要求	30
6.3	施工安全要求	31
7	调试与试运行	32
7.1	一般规定	32
7.2	调试	32
7.3	试运行	33
8	检测	35
9	验收	37
9.1	验收要求	37
9.2	验收资料	38
10	运行与维护	40

10.1	一般规定	40
10.2	运行维护要求	40
11	资源更新利用与拆除	42
11.1	更新利用	42
11.2	拆除工程	42
附录 A	试运行流程图	43
附录 B	工程检验内容及项目表	44
	本规范用词说明	46
	引用标准名录	47
附：	条文说明	50

## Contents

1	General requirements.....	1
2	Terms and abbreviations.....	2
2.1	Terms.....	2
2.2	Abbreviations.....	4
3	Engineering design.....	6
3.1	General requirements.....	6
3.2	Network planning and design.....	6
3.3	System engineering architecture.....	7
3.4	Equipment layout.....	8
3.5	Transmission performance and indicator.....	9
3.6	System security.....	10
3.7	Network management.....	12
3.8	Electrical protection and grounding.....	13
4	System configuration.....	16
4.1	General requirements.....	16
4.2	Optical network unit.....	16
4.3	Optical splitte.....	19
4.4	Optical cable.....	20
4.5	Wiring facilities.....	21
4.6	Optical line terminal.....	23

4.7	Core switch and network egress device .....	23
4.8	Network management equipment .....	24
5	Routing and space management design .....	25
5.1	General requirements .....	25
5.2	Design of equipment room .....	25
5.3	Computer room .....	26
5.4	Outdoor wiring design .....	27
5.5	Building inlet pipe design .....	27
5.6	Building interior wiring design .....	28
6	Construction and installation .....	30
6.1	General requirements .....	30
6.2	Construction Installation Requirements .....	30
6.3	Construction safety requirements .....	31
7	Debugging and commissioning .....	32
7.1	General requirements .....	32
7.2	Debugging .....	32
7.3	Commissioning .....	33
8	Detection .....	35
9	Acceptance .....	37
9.1	Acceptance requirements .....	37
9.2	Acceptance material .....	38
10	Operation and maintenance .....	40

10.1	General requirements .....	40
10.2	Operation and maintenance requirements .....	40
11	Resource renewal, utilization and demolition .....	42
11.1	Update and utilization .....	42
11.2	Demolition project .....	42
Appendix A	Commissioning flow chart .....	43
Appendix B	Contents and items of engineering detection .....	44
	Explanation of wording in this specification .....	46
	List of quoted standards .....	47
	Addition: Explanation of provisions .....	50

## 1 总则

1.0.1 为规范电子工业全光网络工程建设，做到技术先进、经济合理、安全适用、节能环保，制订本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、改建、扩建的电子工业全光网络工程项目。

1.0.3 电子工业全光网络工程建设应遵循近期建设与远期发展规划协调一致的原则。

1.0.4 电子工业全光网络工程建设除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术语和缩略语

### 2.1 术语

#### 2.1.1 电子工业工厂 electronics factory

涉及电子装备、电子设备、电子元件、电子器件及其专用原材料的生产、装配、测试的工厂，包含生产、动力、研发、办公、测试、仓储、生活等功能建筑以及配套厂区。

#### 2.1.2 无源光局域网 passive optical local area network

采用无源光通信技术组网方式，为用户提供融合数据、音频、视频及其他智能化系统业务的局域网。

#### 2.1.3 电子工业全光网络 electronics all optical network

电子工业工厂基于无源光局域网建设的全光纤链路网络，采用无源光分路器实现无源汇聚，网络信号在传输的过程中始终以光信号形式存在，仅在进出网络时才进行电/光和光/电的转换，简称全光网络。

#### 2.1.4 光分配网络 optical distribution network

由光纤、一个或多个无源光分路器（或称作无源分光器）、光配线架等光器件组成的无源网络。

#### 2.1.5 主干光缆 feeder optical cable

光线路终端设备到光分路器之间的光缆。

#### 2.1.6 配线光缆 distribution optical cable

光分路器至各光网络单元之间的光缆。

#### 2.1.7 配线管网 wiring pipeline network

建筑物外引入管与楼内的竖井、管槽等组成的管网。

### 2.1.8 分光比 splitting ratio

当无源光网络系统采用功率均分方式分光时，将一路或两路下行光信号分成多路光信号输出的比值。

### 2.1.9 光缆交接箱 cross connecting cabinet

为主干光缆、配线光缆提供光缆成端、跳接的交接装置。

### 2.1.10 类型 B 保护 Type B protection

类型 B 保护是无源光网络中光线路终端的无源网络接口、主干光缆均双路冗余的保护。

### 2.1.11 类型 C 保护 Type C protection

类型 C 保护是无源光网络中光线路终端的无源网络接口、光网络单元双无源网络接口、主干光缆、光分路器和配线光缆均双路冗余的保护。

### 2.1.12 厂务支持系统 facility supporting system

为电子工业工厂安全、可靠、环保、高效运行提供支持的系统，其子系统包括环境保障、制程支持、能源计量、环境保护、安全防范和通信信息。

### 2.1.13 空间管理 space management

根据电子工业工厂的建筑功能、工艺布局及各种能源需求和供应等因素，结合安全、内部空间的使用和管线的维护维修需求，合理确定全光网络设备安装和线缆布放的专用物理空间、平面布置、走向和竖向标高等。专用物理空间主要包括室外地下管廊（管道）、室内管井、进线间、设备间、信息网络机房等。

## 2.2 缩略语

AI	Analog Input	模拟量输入
AES	Advanced Encryption Standard	高级加密标准
DI/DO	Digital Input/Digital Output	数字量输入/输出
EMS	Element Management System	网元管理系统
FC	Ferrule Connector	金属环连接器
FE	Fast Ethernet	快速以太网
GE	Gigabit Ethernet	千兆以太网
GPON	Gigabit-capable Passive Optical Network	吉比特无源光网络
LC	Lucent Connector	小型化连接器
LMT	Local Maintenance Terminal	本地维护终端
MAC	Media Access Control	媒体接入控制
NMS	Network Management System	网络管理系统
ODN	Optical Distribution Network	光分配网络
OLT	Optical Line Terminal	光线路终端
ONU	Optical Network Unit	光网络单元
PLC	Planar Lightwave Circuit	平面光波导
POE	Power Over Ethernet	以太网供电
POL	Passive Optical Local Area Network	无源光局域网
PON	Passive Optical Network	无源光网络
POTS	Plain Old Telephone Service	传统电话业务

PoE Power over Ethernet 以太网供电

SC Square Connector 方形连接器

SNMP Simple Network Management Protocol 简单网络管理协议

USB Universal Serial Bus 通用串行总线

Wi-Fi Wireless Fidelity 无线保真

XGS-PON 10-Gigabit-capable Symmetric Passive Optical Network

10Gbit/s 对称无源光网络

50G-PON 50-Gigabit-capable Passive Optical Network 50Gbit/s 无

源光网络

### 3 工程设计

#### 3.1 一般规定

3.1.1 全光网络的网络带宽容量、安全和传输性能应满足电子工业工厂生产、管理和数据交互发展的要求。

3.1.2 全光网络应按照国家不同应用需求和应用场景进行总体规划、功能设计和系统配置。

3.1.3 全光网络功能设计应满足运行维护、管理和安全等要求。

3.1.4 全光网络选用的设备应满足生产和管理环境要求，线缆选择和布线方式应满足电子工业工厂对布线系统防火的统一要求。

#### 3.2 网络规划

3.2.1 全光网络规划应符合下列规定：

1 网络总体架构应根据电子工业工厂的规划布局确定，并应同时满足系统扩容要求。

2 应根据各类电子工业工厂的特性及其业务需求，确定全光网络支持的业务种类和带宽。

3 应根据用户工艺设备、基础设施设备、建筑智能化系统和工位的数量或面积确定终端设备数量。

4 应根据终端用户数量确定全光网络的关键设备和端口数量，以及光分路器的分光比和部署位置。

5 应根据电子工业工厂的功能定位、平面布局和工作区的环境要求，

以及终端配置数量确定终端保护等级类型、布线路由和敷设方式，并选择适合的线缆类型。

6 应完成设计说明、系统拓扑图、终端配置点数表、平面图、节点详图和总平面图等内容。

3.2.2 全光网络应支持数据、音频、视频等基本传输业务，网络带宽应根据用户需求确定。

3.2.3 全光网络应根据网络运行的服务质量、网络架构和网络安全要求，配置相应的网络、管理和安全等设备。

### 3.3 系统工程架构

3.3.1 全光网络应满足电子工业工厂数字化业务和应用的需求，全光网络系统应由 OLT、ODN、ONU 和核心交换设备、防火墙、出口路由器、网络管理设备等共同组成（图 3.3.1）。

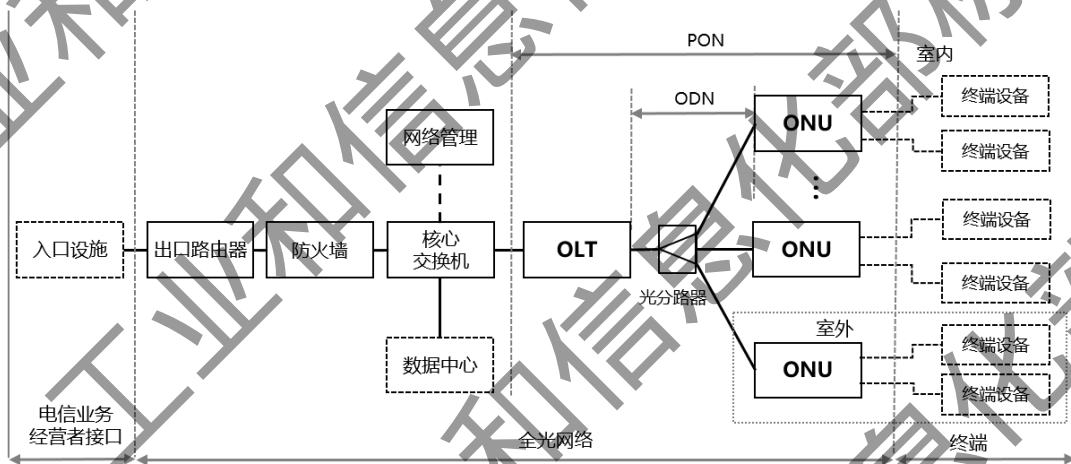


图 3.3.1 全光网络系统组成

3.3.2 全光网络应支持办公系统、生产系统和厂务支持系统，各系统可独立建网。

3.3.3 全光网络的组网应根据应用场景确定，并应符合下列规定：

1 办公网和厂务支持系统网应采用 Type B 保护进行保护，生产网宜采用 Type C 保护进行保护。

2 办公网、生产网和厂务支持系统网宜分别采用 2 台核心交换机实现双机热备份。

3 办公网、生产网和厂务支持系统网宜分别采用 2 台 OLT 实现双机热备份。

3.3.4 全光网络应根据带宽需求选择 PON 技术，宜采用 XGS-PON 技术，也可采用 GPON 或 50G-PON 技术。

### 3.4 设备布置

3.4.1 全光网络的出口路由器、防火墙、核心交换机应布置在信息网络机房。

3.4.2 全光网络的 OLT 宜布置在信息网络机房，也可布置在电子工业建筑的设备间。

3.4.3 全光网络的无源光分路器部署位置应根据覆盖范围确定，并应符合下列规定：

1 采用弱电间进行覆盖时，光分路器宜布置在工厂车间的弱电间内，弱电间内光分路器宜通过成端配线光缆直接与 ONU 连接。

2 光分路器布置在工厂工作区时，宜将光分路器布置在工厂工作区内的信息配线箱或机柜内，信息配线箱或机柜内光分路器宜通过成端配线光缆直接与 ONU 连接。

3.4.5 全光网络的 ONU 设备应满足安装环境内化学、机械振动、高温、潮湿、腐蚀、粉尘、爆炸、大气压力等要求，可根据应用场景选择以下布置位置：

- 1 标准机架。
- 2 信息配线箱。
- 3 86 型信息面板。
- 4 生产设备内标准卡槽导轨。
- 5 室外箱。

### 3.5 传输性能及指标

3.5.1 全光网络传输性能应满足网络端到端的全程光信道损耗要求，全程光信道损耗值应控制在要求的最大值和最小值之间，全程光信道损耗要求应符合表 3.5.1 的规定。

表 3.5.1 全程光信道损耗要求

PON 技术类型	GPON		XGS-PON	
	Class B+	Class C+	N1	N2
全程光信道最大损耗 (dB)	28	32	29	31
全程光信道最小损耗 (dB)	13	17	14	16

注：1 Class B+和 Class C+为 GPON 技术不同光功率等级的 OLT 光模块类型。

2 N1 和 N2 为 XGS-PON 技术不同光功率等级的 OLT 光模块类型。

3.5.2 全光网络中 OLT 至单个 ONU 间全程光信道损耗值应按下列公式计算：

$$A = \sum_{i=1}^n L_i \times A_f + X \times A_{熔} + N \times A_C + \sum_{i=1}^m l_{分} + \beta + M_C \quad (3.5.2)$$

式中：A —— 全程光信道损耗值（dB）；

$\sum_{i=1}^n L_i$  —— OLT 至单个 ONU 之间光信道中各段光纤长度的总和(km)；

$A_f$  —— 设计中规定的不含接头光纤衰减系数（dB/km）；

X —— OLT 至单个 ONU 间光纤信道中所有光纤熔接头数（个）；

$A_{熔}$  —— 设计中规定的光纤熔接平均衰耗指标（dB /个）；

N —— OLT 至单个 ONU 间光信道中活动接头数量（个）；

$A_C$  —— 设计中规定的活动连接器的损耗指标（0.5dB/个）；

$\sum_{i=1}^m l_{分}$  —— OLT 至单个 ONU 间光信道中所有光分路器插入损耗的总和（dB）；

$\beta$  —— OLT 至单个 ONU 间光信道中存在模场直径不匹配的光纤连接时所引入的附加损耗(dB)；

$M_C$  —— 线路维护余量（dB）。

3.5.3 以太网业务的传输时延、吞吐量和长期丢包率等全光网络传输性能指标应符合现行国家标准《宽带光纤接入工程技术标准》GB/T 51380 的有关规定。

## 3.6 安全

3.6.1 全光网络安全应包含物理环境安全、通信网络安全、区域边界安全、计算环境安全等要素，应按照现行国家标准《计算机信息系统 安全保护等级划分准则》GB 17859 和《信息安全技术 网络安全等级保护实施指南》GB/T 25058 进行系统定级。

3.6.2 物理环境安全应符合现行国家标准《计算机场地通用规范》GB/T

2887、《计算机场地安全要求》GB/T 9361、《信息安全技术 信息系统物理安全技术要求》GB/T 21052，以及《数据中心设计规范》GB 50174 中机房选址的有关规定。

### 3.6.3 通信网络安全应符合下列规定：

- 1 办公网和生产网之间应采用防火墙或网闸隔离。
- 2 应支持 PON 光纤线路加密功能和 AES128 的加密方式。
- 3 应支持对不按照 OLT 带宽分配指示发光的 ONU 的快速检测功能，OLT 宜在 1s 内完成快速检测。
- 4 厂区室外主干层光缆宜按环形拓扑结构设置。

### 3.6.4 区域边界安全应符合下列规定：

- 1 办公网络应采用专用防火墙设备、入侵检测设备、防病毒设备确保边界安全。
- 2 应具备对恶意攻击、非法用户接入等异常情况识别及处理能力。
- 3 应支持用户终端的安全接入和对用户的上网行为管理。
- 4 应支持用户的远程安全接入和移动终端安全接入。
- 5 OLT 和 ONU 应支持 MAC 地址数量限制功能，限制的 MAC 地址数量应可配置。
- 6 OLT 和 ONU 应支持对非法帧和非法组播源的过滤和抑制功能。

### 3.6.5 计算环境安全应符合下列规定：

- 1 应对非授权访问、信息泄露或丢失、破坏数据完整性、拒绝服务攻击和病毒传播等采取防范措施。
- 2 应通过操作员认证机制和有效的权限管理、日志审计等功能保证

系统操作管理的安全性。

3 宜实现数据安全隔离、数据访问控制、数据加密存储和加密传输、数据备份与恢复以及剩余信息保护等功能。

4 应支持安全管控、设备管理以及安全审计等功能。

5 宜通过 SNMP v3、SSHv2 协议实现 OLT 的远程管理维护。

3.6.6 全光网络安全系统应由 OLT、ONU、核心交换机、防火墙、出口路由器以及配套专用软件等共同组成，应具有机密性、完整性、可用性、可控性、网络审计、容灾备份和物理安全等功能。

### 3.7 网络管理

3.7.1 全光网络管理系统应由 EMS、NMS、LMT 组成，EMS 应提供面向 NMS 的北向接口，NMS 应提供对接资源管理系统、业务支撑系统等的接口。

3.7.2 全光网络管理系统应支持全部的网元层和网络层管理功能。其主要管理功能应包括安全管理、拓扑管理、告警管理、故障诊断、性能管理、日志管理、报表管理、PON 网络部署、PON 资源管理，网元软件管理等。

3.7.3 全光网络管理系统应符合下列规定：

1 应支持对核心交换机、出口路由器、防火墙、OLT、ODN、ONU 等设备的拓扑、配置、性能、故障、安全等管理要求。

2 应支持图形化界面管理。

3 同一个全光网络中，同一厂家的设备应由一套 EMS 进行集中管理，可根据 EMS 能力及网络规模选择配置多套 EMS 进行分设备或分区域管理。

4 应支持全网 PON 资源统一分类管理并通过资源列表获取状态等信

息。

5 应支持对网元进行批量远程升级，并应支持快速升级、定时升级、空闲时段升级。

6 应支持对全网 PON 网络进行多点监控并覆盖 ONU、ODN、OLT 及节点之间的故障点。

7 应支持 ONU 的远程快速恢复功能。

3.7.4 全光网络管理系统保护应符合下列规定：

1 当网元连接至网元级管理系统的传输通道阻断时，EMS 应能通过第二通道获取被管理的网元信息。

2 网络管理服务器和管理数据库应进行冗余配置。EMS 应支持数据库备份、恢复和复制功能。

3 应通过操作员认证机制和有效的权限管理、日志管理等功能保证 NMS 操作管理的安全性。

### 3.8 电气保护及接地

3.8.1 电气保护及接地应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057、《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343 和《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的有关规定。

3.8.2 用电设备应符合下列规定：

1 设备的绝缘电阻不应小于  $20M\Omega$ 。

2 设备的接地电阻应小于  $10\Omega$ 。

3 设备电源输入端口及用户端信号端口应符合现行行业标准《接入网设备过电压过电流防护及基本环境适应性技术要求和试验方法》YD/T 1082 中对模拟雷电冲击、电力线感应、电力线接触等的指标要求。

4 设备电源输入端口及用户端信号端口的应用场景防护要求应符合表 3.8.2 的规定。

表 3.8.2 应用场景防护要求

防护参数 应用情景	端口类型	电源输入端口	用户端信号端口
室内		电涌：差模4kV，共模6kV	电涌：差模0.5kV，共模4kV
室外通用（箱体 内安装，厂区道 路边立杆或挂墙 安装）		电涌：差模6kV，共模 6kV 冲击电流：差模20kA， 共模20kA	电涌：差模1.5kV， 共模4kV
室外空旷高暴 露区域（厂房 顶部区域）		电涌：差模6kV，共模 6kV 冲击电流：差模20kA， 共模20kA	电涌：差模1.5kV，共模 6kV 冲击电流：共模3kA/8 线（非 PoE）；差模 250A，共模3kA/8 线 （PoE）

5 设备的电磁兼容性指标应符合现行国家标准《信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法》GB 9254 和《信息技术设备 抗扰度限值和测量方法》GB/T 17618 的有关规定。

3.8.3 电子工业工厂的进线间、设备间及弱电间内均应设置局部等电位联结端子板。上述区域内所有设备的可导电金属外壳、各类金属导管、金属槽盒、建筑物金属结构等均应作等电位联结并可靠接地。

3.8.4 爆炸性环境中应设置等电位联结，配线管网的信息配线箱、保护箱、接线盒、导管、槽盒等外部可导电部件均应与等电位联结装置可靠连接。

3.8.5 在爆炸性环境内，ONU 设备的外露可导电部分应采用专用的接地线可靠接地。

3.8.6 电子工业工厂室内敷设光缆、电缆等宜采用金属导管或金属槽盒保护，金属导管、金属槽盒应保持连续的电气连接，并应有不少于两处的可靠接地连接点。

3.8.7 当光缆从室外引入建筑物时，光缆的金属护套或金属构件应在入口处就近与等电位联结端子板连接；室外部分光缆的金属护套或金属构件接地要求应符合现行国家标准《通信线路工程设计规范》GB 51158 的有关规定。

3.8.8 机柜、配线箱、配线设备及金属导管、金属槽盒使用的接地体应符合设计文件要求，应就近接地，并应保持有良好的电气连接。

3.8.9 全光网络的保护性接地和功能性接地宜共用一组接地装置，其接地电阻应按其中最小值确定。当单独设置接地体时，其接地电阻不应大于  $4\ \Omega$ ；当采用接地系统时，其接地电阻不应大于  $1\ \Omega$ 。

3.8.10 布线系统的接地系统中存在两个不同的接地体时，其接地电位差不应大于  $1V_{r.m.s}$ 。

## 4 系统配置

### 4.1 一般规定

4.1.1 全光网络配置应以近期需求为基础，兼顾中远期发展需求，选用的设备应具有扩展性和升级能力。

4.1.2 全光网络应根据带宽需求选择 PON 设备。

4.1.3 全光网络应根据冗余保护的需求选择设备的数量和类型。

4.1.4 全光网络设备应能承受工业过程环境中腐蚀、日照、雨淋、振动、湿热、电磁辐射等影响，可根据使用环境选用防腐型、户外型、防振型、耐湿热型、防爆型等设备。

4.1.5 全光网络的设备抗震设计应符合国家现行标准《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981 和《电信设备安装抗震设计规范》YD 5059 的有关规定。

### 4.2 光网络单元

4.2.1 ONU 应根据支持的业务类型、功能要求和安装环境等选型配置。

4.2.2 ONU 应满足所承载业务的保护要求，并宜符合下列规定：

- 1 生产网宜选用支持 Type C 保护的双 PON 口上行的 ONU。
- 2 办公网和厂务支持系统网宜选用支持 Type B 保护的单 PON 口上

行的 ONU。

4.2.3 生产网 ONU 选型宜符合下列规定：

- 1 网络侧接口宜选用 GPON 接口或 XGS-PON 接口。

2 用户侧接口宜选用下列一种或多种：

- 1) 支持 PoE 功能的以太网接口包括但不限于 FE 电接口、GE 电接口、2.5GE 电接口、10GE 电接口；
- 2) RS232/485 接口；
- 3) DI/DO 接口；
- 4) AI 接口。

3 ONU 类型宜根据下列安装方式确定：

- 1) 信息配线箱安装；
- 2) 生产设备内标准卡槽导轨安装；
- 3) 标准 19 英寸机柜安装；
- 4) 专用箱（如防爆、防水、防尘）安装。

4.2.4 办公网 ONU 选型宜符合下列规定：

1 网络侧接口宜选用 GPON 接口或 XGS-PON 接口。

2 用户侧接口宜选用下列一种或多种：

- 1) 支持 PoE 功能的以太网接口包括但不限于 FE 电接口、GE 电接口、2.5GE 电接口、10GE 电接口；
- 2) POTS 接口；
- 3) USB 接口；
- 4) Wi-Fi 接口。

3 ONU 类型宜根据下列安装方式确定：

- 1) 信息配线箱安装；
- 2) 挂墙安装或吸顶安装；

- 3) 标准 19 英寸机柜安装;
- 4) 86 型信息面板安装;
- 5) 桌面/地面安装;
- 6) 办公家具下面或侧面挂装。

#### 4.2.5 厂务支持系统网的 ONU 选型宜符合下列规定:

- 1 网络侧接口宜选用 GPON 接口或 XGS-PON 接口。
- 2 用户侧接口宜选用下列一种或多种:
  - 1) 支持 PoE 功能的以太网接口包括但不限于 FE 电接口、GE 电接口、2.5GE 电接口、10GE 电接口;
  - 2) POTS 接口;
  - 3) USB 接口;
  - 4) Wi-Fi 接口;
  - 5) RS232/485 接口;
  - 6) DI/DO 接口;
  - 7) AI 接口。
- 3 ONU 类型宜根据下列安装方式确定:
  - 1) 信息配线箱安装;
  - 2) 生产设备内标准卡槽导轨安装;
  - 3) 标准 19 英寸机柜安装;
  - 4) 86 型信息面板安装;
  - 5) 室外型信息配线箱安装;
  - 6) 室外一体化安装;

7) 专用箱（如防爆、防水、防尘）安装。

### 4.3 光分路器

4.3.1 光分路器应根据分光比参数、保护模式选型配置。

4.3.2 光分路器指标要求应符合现行行业标准《平面光波导集成光路器件 第1部分：基于平面光波导（PLC）的光功率分路器》YD/T 2000.1的有关规定，技术参数应符合表4.3.2-1、表4.3.2-2的规定。

表4.3.2-1 1×N PLC均分光分路器技术参数

项目	指标					
1分N光分路器分光比	1×4	1×8	1×16	1×24	1×32	1×64
工作带宽（nm）	1260~1650					
插入损耗（dB）	≤7.4	≤10.5	≤13.5	≤15.1	≤16.8	≤20.5
偏振相关损耗（dB）	≤0.3	≤0.3	≤0.3	≤0.3	≤0.3	≤0.3
通道均匀性（dB）	≤0.7	≤1.0	≤1.2	≤1.5	≤1.5	≤2.0
回波损耗（dB）	≥55					
方向性（dB）	≥55					
工作温度范围（℃）	-40~+85					

注：1 N为光分路器的分光路数量，光纤为单模光纤。

2 所有参数测试不带连接器，带连接器PLC分路器的插入损耗均应加上相应连接器的附加损耗。

3 表中插入损耗的测试波长为：1310nm、1490nm、1550nm，在1260nm~1300nm和1600nm~1650nm波长区间的插入损耗在以上指标基础上增加0.3dB。

4 表中通道均匀性为固定工作波长测试结果，通道均匀性的测试波长为：1310nm、1490nm、1550nm，在1260nm~1300nm和1600nm~1650nm波长区间的插入损耗在以上指标基础上增加0.5dB。

表4.3.2-2 2×N PLC均分光分路器技术参数

项目	指标					
2分N光分路器分光比	2×4	2×8	2×16	2×24	2×32	2×64
工作带宽（nm）	1260~1650					
插入损耗（dB）	≤7.6	≤10.8	≤13.8	≤15.4	≤17.1	≤20.8
偏振相关损耗（dB）	≤0.3	≤0.3	≤0.3	≤0.3	≤0.3	≤0.3

均匀性 (dB)	≤0.7	≤1.0	≤1.2	≤1.5	≤1.5	≤2.0
回波损耗 (dB)	≥55					
方向性 (dB)	≥55					
工作温度范围 (°C)	-40~+85					

注：1 N 为光分路器的分光路数量，光纤为单模光纤。

2 所有参数测试不带连接器，带连接器 PLC 分路器的插入损耗均应加上相应连接器的附加损耗。

3 表中插入损耗的测试波长为：1310nm、1490nm、1550nm，在 1260nm~1300nm 和 1600nm~1650nm 波长区间的插入损耗在以上指标基础上增加 0.3dB。

4 表中通道均匀性为固定工作波长测试结果，通道均匀性的测试波长为：1310nm、1490nm、1550nm，在 1260nm~1300nm 和 1600nm~1650nm 波长区间的插入损耗在以上指标基础上增加 0.5dB。

5 Type B 链路保护方式采用 2×N PLC 设备。

**4.3.3** 光分路器宜选择插片式、盒式或机架式。

**4.3.4** 插片式光分路器宜配套机架式安装架使用。机架式安装架选型应符合下列规定：

- 1 应符合现行行业标准《光纤配线架》YD/T 778 的有关规定。
- 2 应满足不同场景对插片式光分路器的配置要求。
- 3 应采用可调节的安装侧耳。
- 4 宜选择 19 英寸安装架。

#### 4.4 光缆

**4.4.1** 光缆选型应符合下列规定：

- 1 光缆的允许拉伸力和压扁力应符合现行行业标准《宽带光纤接入工程技术规范》YD/T 5206 的有关规定。
- 2 室内光缆宜采用干式、非延燃外护层结构。

- 3 室内光缆宜选用模场直径与 G. 652 光纤相匹配的 G. 657 单模光纤。
- 4 室外光缆中光纤宜采用 G. 652D 单模光纤。
- 4.4.2 光纤连接器宜采用 SC、LC 和 FC 型。
- 4.4.3 光缆芯数的配置要求应符合下列规定：
  - 1 每个 ONU 接入光缆应根据用户分布情况至少配置一根 2 芯光缆。
  - 2 主干光缆芯数应预留不小于 10% 的余量。
- 4.4.4 全光网络可采用光电混合缆，并应符合现行行业标准《室内光缆 第 8 部分：光电复合缆》YD/T 1258.8、《通信用引入光缆 第 4 部分：光电复合缆》YD/T 1997.4 和《接入网用光电复合缆》YD/T 2159 的有关规定。
- 4.4.5 远端供电的光电混合缆在爆炸性环境中的铜芯最小截面和钢管保护敷设应符合现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的有关规定。
- 4.4.6 气吹微型光缆、气吹光纤单元的选型应符合现行行业标准《通信用气吹微型光缆及光纤单元 第 1 部分：总则》YD/T 1460.1 的有关规定。

#### 4.5 配线设备

- 4.5.1 机柜应符合下列规定：
  - 1 应根据安装环境选择防护等级，且不低于 IP20。
  - 2 应根据安装条件选择顶部或底部出线方式，底部出线时出线孔宜按需调节大小。

3 宜选择后双开门、宽度为 600mm 或 800mm 的标准 19 英寸机柜。

4 宜采用框架结构型式。

#### 4.5.2 光纤配线架应符合下列规定：

1 应符合现行行业标准《光纤配线架》YD/T 778 的有关规定。

2 应支持预端接、熔接等接入方式。

3 应支持室内、室外光缆接线要求。

4 应具有保证室外光缆接地的接地装置。

5 宜采用抽屉式结构，并支持左右出纤要求。

6 应保证充足的盘纤空间和光缆的弯曲半径。

7 应支持不少于 2.5m 的跳线放出长度。

8 跳线管理模组宜采用托盘式结构模块化设计。

#### 4.5.3 光缆交接箱及光缆配线箱、信息配线箱应符合下列规定：

1 光缆交接箱应符合现行行业标准《通信光缆交接箱》YD/T 988 的有关规定。

2 箱体孔洞应满足进出光缆截面的需求。

3 箱体内可宜预留光分路器的安装位置。

4 箱体内应预留光缆端接、保护及跳纤的位置。

5 箱门板内侧应设置存放资料记录卡片的装置。

6 箱体内应设置固定光缆的保护装置和接地装置。

7 室外型光缆交接箱及光缆配线箱应防雨、通风，光缆进出口处应采取密封防潮措施，防护等级不宜低于 IP65。

8 箱体应具有良好的抗腐蚀、抗潮湿、耐老化、抗冲击损坏性能及

防破坏性能，门锁应为防盗结构锁具。

4.5.4 光缆交接箱容量应根据进出光缆的规划容量及备用余量综合确定。

## 4.6 光线路终端

4.6.1 OLT 应根据 PON 端口数量、布置位置等选型配置。

4.6.2 大规格及中规格 OLT 宜采用插卡式，小规格 OLT 宜采用插卡式或单机版，插卡式设备应支持 GPON 板卡和 XGS-PON 板卡混插的功能。

4.6.3 OLT 设备选型应符合表 4.6.3 的规定。

表 4.6.3 OLT 设备选型

设备类型	插卡式			单机版
	大规格	中规格	小规格	小规格
规格类型	大规格	中规格	小规格	小规格
主控板交换容量 (Gbit/s)	$\geq 3600$	$\geq 3600$	$\geq 480$	不涉及
业务板槽位带宽能力 (Gbit/s)	$\geq 100$	$\geq 100$	$\geq 80$	不涉及
单框/单机支持 GPON 端口数(个)	$\geq 240$	$\geq 112$	$\geq 32$	$\leq 16$
单框/单机支持 XGS-PON 端口数(个)	$\geq 120$	$\geq 56$	$\geq 16$	$\leq 16$
PON 口传输距离 (km)	$\geq 20$	$\geq 20$	$\geq 20$	$\geq 20$
Type B/Type C 保护	支持	支持	支持	支持
双主控板、双电源板冗余备份	支持	支持	支持	不涉及

## 4.7 核心交换机和出口设备

4.7.1 全光网络应根据生产和管理工作的使用需求配置核心交换机、防火墙、出口路由器等。

4.7.2 核心交换机应根据支持的业务类型、配置场所和功能要求选型配

置，并应支持与OLT上行端口对接。

4.7.3 防火墙应根据用户数及性能要求选型配置。

4.7.4 出口路由器应根据整网业务容量、端口需求、路由表项等使用需求选型配置。

#### 4.8 网络管理设备

4.8.1 全光网络管理设备应根据网络运行的业务信息流量、服务质量要求和网络架构等选型配置。

4.8.2 全光网络管理设备设计及选型宜符合下列规定：

- 1 大于等于 500 台 ONU 的中大型全光网络宜采用服务器网管。
- 2 小于 500 台 ONU 的小型全光网络可采用台式机网管。
- 3 全光网络可采用云端服务器网管。

## 5 空间管理与线缆布线

### 5.1 一般规定

5.1.1 信息网络机房、设备间及布线的设计应符合现行国家标准《电子工业洁净厂房设计规范》GB 50472、《数据中心设计规范》GB 50174、《综合布线系统工程设计规范》GB 50311、《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024、《智能建筑工程施工规范》GB 50606、《公共建筑光纤宽带接入工程技术标准》GB 51433 和《互联网网络安全设施工程技术标准》GB/T 51434 的有关规定。

5.1.2 布线系统应包括电子工业工厂的所有配线设施，并应根据网络架构进行规划设计。

5.1.3 配线管网应包括建筑物外线引入管、建筑物内进线间、弱电间、弱电竖井、金属导管、槽盒等。

5.1.4 空间管理与线缆布线宜采用 BIM 技术优化。

### 5.2 设备间及进线间

5.2.1 设备间选址应符合下列规定：

1 不应设置在变电所、卫生间、水泵房、锅炉房、纯水站、废水站、氢氧站、特气站、化学品库等电磁危害、易漏水、易腐蚀、易爆炸等毗邻的场所或上下方。

2 宜设置在建筑物的地上一层及以上楼层。

5.2.2 设备间的环境和配套设施应符合下列规定：

1 环境及网络设备供电要求应符合现行国家标准《综合布线系统工程设计规范》GB 50311 的有关规定。

2 供配电系统应按照建筑物最高用电负荷等级要求设计，并应满足多家电信业务经营者的用电需求。

3 不应设置与安装设备无关的水管、风管及配电缆线管槽。

4 应采取防止进水和防鼠虫措施。

5 应设置局部等电位联结端子板（箱）。

5.2.3 进线间的空间和设备布置应符合下列规定：

1 空间应满足全光网络设备、配线及电源等设备的安装要求，使用面积不宜小于  $10\text{m}^2$ 。

2 机柜单排安装时，操作面净空不应小于  $1000\text{mm}$ ，后面及侧面净空不应小于  $800\text{mm}$ 。

3 公用电信网市政光缆接入应满足不少于 3 家电信业务经营者平等接入的要求，并应预留相应光缆配线与设备安装的空间。

### 5.3 信息网络机房

5.3.1 全光网络设备应选择安装在信息网络机房内。机房设计应符合现行国家标准《数据中心设计规范》GB 50174 的有关规定。

5.3.2 机房的保护性接地和功能性接地应符合现行国家标准《数据中心设计规范》GB 50174、《通信局(站)防雷与接地工程设计规范》GB 50689、

《建筑物防雷设计规范》GB 50057 和《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343 的有关规定。

5.3.3 机房的防火措施应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《数据中心设计规范》GB 50174 的有关规定。

#### 5.4 室外布线

5.4.1 室外线路敷设应符合现行国家标准《通信线路工程设计规范》GB 51158 和《通信管道与通道工程设计标准》GB 50373 的有关规定。

5.4.2 光缆线路路由宜以信息网络机房所在建筑物为中心向外辐射，应选择人行道或人行道旁绿化带敷设。

5.4.3 光缆线路应与电子工业工厂内的建筑物、道路及其他设施的地下管线整体布局相结合，应与电力电缆（管）、热力管、燃气管、特气管、给水管、排水管（沟）保持安全距离。

5.4.4 厂区内光缆宜采用地下管廊或专用地下通信管道方式敷设，并根据光缆敷设要求采用不同管径的管道进行组合。

5.4.5 采用 Type B 保护和 Type C 保护的骨干光缆宜沿不同路由敷设。

#### 5.5 建筑物进线管

5.5.1 设备间室外光缆引入管道管孔尺寸应满足不少于 3 家电信业务经营者通信业务接入的要求，地下管道宜预留不少于 3 个备用管孔。

5.5.2 室外引入管道设计应满足厂区光缆引入管道管孔容量的需求和

建筑结构外墙的防水要求。

## 5.6 室内布线

5.6.1 弱电间或弱电竖井内配线箱至信息配线箱、信息配线箱至信息插座的线路明敷时，应采用槽盒、金属导管保护。线路暗敷在墙内、楼板内时，应采用金属导管保护。

5.6.2 设备间至弱电间的线路、弱电间之间线路宜采用槽盒保护。

5.6.3 设置光缆分纤箱或信息配线箱时，应符合下列规定：

- 1 暗装箱体底边距地面不宜小于 0.5m。
- 2 明装箱体底边距地面不宜小于 1.0m。
- 3 弱电间、弱电竖井内箱体安装位置应利于安装及检修。
- 4 吊顶内安装箱体应设置专用检修口。
- 5 应根据工艺布局及场内物流要求确定厂房内明装箱体的安装位置。

5.6.4 信息配线箱内宜配置带保护接地的交流电源插座，强电和弱电线路应采取安全隔离措施，并根据安装使用环境采取防尘、防潮、防水、防腐蚀、防振、防爆等措施。

5.6.5 线缆及其附件宜避开可能受到机械损伤、振动、腐蚀、紫外线照射以及可能受热的地方，不能避开时应采取预防措施。

5.6.6 洁净厂房内部的线缆宜敷设在技术夹层或技术夹道内，穿线导管应采用不燃材料。洁净生产区的线缆宜暗敷，导管管口及安装于墙上的设备与墙体接缝处应采取密封措施。

5.6.7 线缆从一种危险环境穿越到另一种危险环境，或穿过不同防火分区隔墙或电缆沟时，应采取防止可燃气体、蒸气或液体在不同区域间传播和扩散的措施，在爆炸性危险场所的电缆沟内应充砂或采取通风措施。

5.6.8 爆炸性环境布线应符合下列规定：

1 线路宜在爆炸危险性较小的环境或远离释放源的地方敷设，并应符合下列规定：

- 1) 当可燃物质比空气重时，线路宜在较高处敷设或直接埋地；
- 2) 线路宜在有爆炸危险的建筑物、构筑物的墙外敷设；
- 3) 在爆炸粉尘环境，线路应沿粉尘不易堆积并且易于清除的位置敷

设。

2 线缆敷设用槽盒或导管在穿过不同区域时，孔洞应采用非燃性材料严密堵塞。

3 爆炸性气体环境内钢管配线的线路应隔离密封。进行密封时，密封内部应用纤维作填充层的底层或隔层，填充层的有效厚度不应小于钢管的内径，且不得小于 16mm。

## 6 工程施工

### 6.1 一般规定

6.1.1 工程施工前应在方案设计、技术设计和招标文件的基础上进行施工图深化设计并应得到原设计单位的书面同意或确认。

6.1.2 洁净厂房内施工应遵守洁净管制规定，并应符合现行国家标准《洁净厂房施工及质量验收规范》GB 51110的有关规定。

6.1.3 设备材料进场检验和设备开箱检验应符合现行国家标准《智能建筑工程施工规范》GB 50606、《智能建筑工程质量验收规范》GB 50339的有关规定。

6.1.4 全光网络设备应取得国家电信管理部门颁发的设备入网许可证。未获得设备入网许可证的设备不得在工程中使用。

6.1.5 隐蔽工程应随工检验，并应有现场施工记录或相应资料，不合格时不应进行下一道工序。

### 6.2 施工要求

6.2.1 工程施工的分部工程和分项工程应包括室内外线缆布放、设备安装、软件安装、调试与试运行、检验测试等。

6.2.2 设备安装与线缆布放的施工准备、施工安装、施工管理、质量控制、进度控制、成品保护以及安全、环保、节能措施等应符合现行工程建设强制性国家规范《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024 和现行国家标准《洁净厂房施工及质量验收规范》GB 51110、《智能建筑工程施工规

范》GB 50606、《公共建筑光纤宽带接入工程技术标准》GB 51433、《综合布线系统工程验收规范》GB/T 50312、《宽带光纤接入工程技术标准》GB/T 51380、《通信线路工程验收规范》GB 51171、《智能建筑设计标准》GB 50314 和《互联网网络安全设施工程技术标准》GB/T 51434 的有关规定。

**6.2.3** 设备防震应符合国家现行标准《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981、《通信设备安装工程抗震设计标准》GB/T 51369 和《电信设备安装抗震设计规范》YD 5059 的有关规定。

**6.2.4** 软件产品的使用许可证及使用范围应符合设计和工程合同要求，软件文档资料应齐全。

**6.2.5** 洁净区域内改造全光网络项目应做好作业区域与生产区域的密闭隔离措施，同时应做好施工作业人员及相关设备、材料和工具的清洁工作。

### **6.3 施工安全要求**

**6.3.1** 施工单位应遵守现行国家标准《施工企业安全生产管理规范》GB 50656 的有关规定。

**6.3.2** 进场施工前应对作业人员进行安全和文明施工教育。

**6.3.3** 施工现场作业工序及作业场景的安全生产管理应符合现行行业标准《通信建设工程安全生产操作规范》YD 5201 的有关规定。

## 7 调试与试运行

### 7.1 一般规定

7.1.1 系统调试前应制定调试方案、测试计划。

7.1.2 调试用仪表应处于测试精度有效期限内。

7.1.3 调试结果应符合设计要求。

### 7.2 调试

7.2.1 调试前准备工作应符合下列规定：

1 应确认主控板、业务板类型、槽位分布，上行端口类型、业务端口类型以及其物理位置应符合设备选型要求。

2 应确认组网方式、IP 地址分配、VLAN 划分符合组网及数据规划。

7.2.2 设备硬件调试应符合下列规定：

1 应按照操作程序逐级接通电源，工作电压应符合设备要求，设备风扇应运转良好。

2 设备的型号、数量、硬件配置应符合工程合同及设计要求。

3 应测试设备冗余配置模块的备份功能。

4 设备的光接口功率及接收灵敏度应匹配对接设备的要求。

7.2.3 设备软件调试应符合下列规定：

1 软件版本、补丁版本应符合调试方案要求。

2 系统配置应符合设计要求。

3 设备的账号管理、安全授权、日志管理、协议安全等配置应符合

设计要求。

4 PON 端口保护配置应符合设计要求。

7.2.4 OLT 设备与其它设备的对接调试应符合下列规定：

1 应调试 OLT 设备与核心交换机的通信功能。

2 应调试 OLT 设备与网管系统的对接功能，网络管理功能应符合设计要求。

3 应调试 OLT 设备到 ONU 的通信功能，并对工作不正常的 ONU 进行定位及处理。

4 OLT 设备与其他设备对接时的性能应符合设计要求。

7.2.5 办公系统、生产系统、厂务支持系统均应进行系统调试，并应符合设计要求。

7.2.6 设备的维护管理调试应符合下列规定：

1 触发对应的警告和事件时，设备上报警告和事件的功能应正常。

2 日志信息应正确。

3 主备切换功能及指标应符合设计要求。

7.2.7 调试通过后，正式文档应移交建设单位，包括调试的命令、配置的系统账号、系统密码、配置脚本、软件的许可文件，并由建设单位确认接收。

### 7.3 试运行

7.3.1 试运行应从工程初验合格、网络割接后开始，连续无故障试运行时间不应少于 120h。试运行中出现系统故障时，应重新开始计时。

7.3.2 试运行期间应做好下列内容的记录：

- 1 硬件故障和原因分析。
- 2 软件稳定性。
- 3 设备实际功耗数值是否小于或等于方案设计的有关要求。
- 4 各项设备性能指标是否满足合同及设计要求。
- 5 各项系统性能指标是否满足合同及设计要求。
- 6 管理系统统计的各项数据、项目及指标是否满足合同及设计要求。

7.3.3 试运行期间应定期对设备和系统进行指标抽测，并应针对重要测试项目进行验证测试。

7.3.4 试运行宜按照本规范附录 A 流程进行，试运行通过后施工单位应向建设单位提供试运行报告，并宜启动工程验收申请流程。

7.3.5 试运行期间应加载业务并检验全光网络的有效性。当有效性验证涉及系统功能和性能指标达不到工程设计及合同的全部要求时，施工单位、相关厂商应及时整改合格，工程应重新进入试运行阶段。

## 8 检测

8.0.1 全光网络工程应在竣工验收前进行竣工验收检测。

8.0.2 竣工验收检测应依据工程设计的相关要求编制测试方案。测试方案应涵盖网络管理、业务支持、安全防护、应急响应与恢复等各类功能和性能测试。

8.0.3 检测用仪表应处于测试精度有效期限内。

8.0.4 竣工验收检测应包括全光网络功能检测和性能检测，应验证基本业务的支持度和连通性，并将测试功能、测试指标、测试方法、测试结果、整改措施与结果等整理为正式文档。

8.0.5 全光网络功能及性能检测应符合现行工程建设强制性国家规范《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024、现行国家标准《网络工程验收标准》GB/T 51365、《基于以太网技术的局域网系统验收测评规范》GB/T 21671、《智能建筑工程施工规范》GB 50606、《综合布线系统工程验收规范》GB/T 50312和《宽带光纤接入工程技术标准》GB/T 51380的有关规定。

8.0.6 ODN 端到端的全程光信道损耗应做到 100% 测试，并应符合下列规定：

1 应根据不同系统采用相应的上行和下行波长测试 ODN 的衰减，测试结果应符合设计要求。

2 在网管或 OLT 设备上读取的对应的 OLT PON 口和 ONU PON 口的接收/发送光功率值应符合设计要求。

3 检测时环境温度、湿度都应在设备支持的正常范围内。

4 全程光信道最大损耗值和最小损耗值应符合本规范表 3.5.1 的有关规定。

5 光纤信道检测结果不合格时，应对该光纤信道进行修复并重新检测，直至检测指标合格为止。

8.0.7 光纤信道应全部检测，测试方法宜采用插入损耗法，全程光信道衰减值应符合本规范公式 3.5.2 的计算要求和设计要求。

8.0.8 网络管理软件功能应满足设计要求，并应针对拓扑管理、配置管理、性能管理、故障管理、安全管理等全部进行检测。

8.0.9 安全和加密测试应符合现行国家标准《信息安全技术 信息系统密码应用测评要求》GB/T 43206、《互联网网络安全设施工程技术标准》GB/T 51434 和《基于以太网技术的局域网系统验收测评规范》GB/T 21671 的有关规定。

8.0.10 等保测评应由第三方测评机构进行评估，并应针对物理安全、网络安全、数据安全、应用安全等进行检查和评估。对发现的安全问题应进行整改和优化。

8.0.11 线缆敷设和保护方式检测应符合下列规定：

- 1 应符合现行国家标准《综合布线系统工程验收规范》GB/T 50312、《宽带光纤接入工程技术标准》GB/T 51380 的有关规定。
- 2 抽检比例不应低于 10%。
- 3 不合格项应整改合格。

## 9 验收

### 9.1 验收要求

9.1.1 全光网络工程质量验收应在施工单位自检合格后进行验收。

9.1.2 工程验收应具备下列条件：

- 1 按经批准的工程技术文件施工完毕。
- 2 完成调试，并出具调试报告。
- 3 分部、分项工程质量验收合格，并出具验收报告。
- 4 完成系统试运行，并出具试运行报告。
- 5 全光网络功能和性能经第三方单位检测合格，并出具检测报告。
- 6 完成技术培训，并出具培训记录。

9.1.3 工程质量评判应符合下列规定：

1 工程质量应满足设计文件要求，并应符合现行工程建设强制性国家标准《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024、现行国家标准《智能建筑工程质量验收规范》GB 50339、《网络工程验收标准》GB/T 51365、《公共建筑光纤宽带接入工程技术标准》GB 51433、《洁净厂房施工及质量验收规范》GB 51110及《智能建筑工程施工规范》GB 50606的有关规定。

2 设备电源线引入、接地应良好、可靠。

3 设备与线缆的标签和标识应齐全、正确。

4 室内敷设保护管、槽盒等位置及大小应符合现行国家标准《综合布线系统工程验收规范》GB/T 50312的有关规定。

5 通信管道的管孔试通、封堵应符合现行国家标准《通信管道工程施工及验收标准》GB/T 50374的有关规定。

6 室外光缆的敷设安装及成端接续测试验收应符合现行国家标准《通信线路工程验收规范》GB 51171的有关规定。

7 室内线缆布放应符合现行国家标准《综合布线系统工程验收规范》GB/T 50312的有关规定。

8 工程安装质量验收应按全光网络设备、布线系统10%的比例进行抽查和测试。满足评判指标要求时，被检项检查结果应判为合格。被检项的合格率为100%时，工程安装质量应判为合格。

## 9.2 验收资料

9.2.1 全光网络功能和性能检测结果应有详细记录，并应作为竣工文档资料的一部分。

9.2.2 竣工验收资料应信息真实全面、数据正确完整、图纸规范清晰、签字手续完备，并宜包括但不限于以下内容：

1 工程准备阶段资料宜包括立项文件、设计文件、招投标及合同文件、开工审批文件、工程概预算。

2 监理文件资料宜包括监理规划及实施细则，工程质量、进度、安全、造价控制文件，监理定期报告及专题报告。

3 施工文件资料宜包括下列内容：

- 1) 工程说明；
- 2) 建筑安装工程量总表；
- 3) 设备、器材明细表；
- 4) 开工/完工报告；

5) 工程变更申请报告;

6) 停工/复工报告;

7) 重大工程质量事故报告;

8) 隐蔽工程检验签证;

9) 检测单位检测报告;

10) 试运行报告;

11) 洽商记录;

12) 工程决算资料;

13) 交接书。

4 设计文件资料宜包括深化设计、竣工图的全套纸质及相应的电子文件。

**9.2.3** 工程质量验收时的检验内容宜按照本规范附录 B 执行, 检验结果宜作为工程竣工资料的组成部分。

## 10 运行与维护

### 10.1 一般规定

10.1.1 全光网络应建立运行维护体系，并涵盖组织架构、管理制度、运维流程、技术优化、应急处置、人员培训及运维评估标准等内容。

10.1.2 运行维护应符合现行工程建设强制性国家标准《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024、现行国家标准《信息技术服务 运行维护 第1部分：通用要求》GB/T 28827.1、《信息技术服务 运行维护 第2部分：交付规范》GB/T 28827.2、《信息技术服务 运行维护 第3部分：应急响应规范》GB/T 28827.3 和《信息安全技术 信息系统安全运维管理指南》GB/T 36626 的有关规定。

10.1.3 运维人员上岗前应经过专业培训，并应具备全光网络专业知识、运行维护经验、网络安全风险与事件研判和处置能力。

10.1.4 运行维护实施前准备工作应包括技术资料核对、现场核查，并完成备品备件、运维工作面、运维人员、运维工具、运维工作条件、运维目标等内容的准备和确认。

10.1.5 全光网络工程的质量保修期限不宜低于2年。

### 10.2 运行维护要求

10.2.1 运维人员应定期开展网络设施运行状态巡查，实时监控系統各项指标，及时排除故障隐患，记录运行维护日志并备份。

10.2.2 全光网络应定期进行安全风险评估，实施安全风险管控，并应符合现行国家标准《信息安全技术 信息安全风险评估规范》GB/T 20984

和《信息安全技术 信息安全风险评估实施指南》GB/T 31509 的有关规定。

10.2.3 运维单位应做好人员权限管控和操作日志审计，并应防止内部人员的违规行为。

10.2.4 全光网络设备应定期维护保养，维护保养应包括下列内容：

- 1 检查设备与网络线缆标签和标识的齐全性和正确性。
- 2 检查设备和网络线缆连接的牢固性和可靠性。
- 3 检查网络设备零件、配件的安装位置是否正确，数量是否齐全。
- 4 检查设备电源引入线极性是否正确，接地连接是否牢固、可靠。
- 5 清理设备、信息配线箱、机柜和配套电源装置的灰尘。

10.2.5 软件升级和优化应符合下列规定：

- 1 应定期检查软件系统的完整性，整理记录文件，并应按需升级软件版本。
- 2 应根据系统和设备的变化对软件进行优化。

10.2.6 对于需要更换的关键设备或零件、配件，应储备必要数量的备品备件。

10.2.7 设备的维修和软件的更新应在运行维护日志记录，并应建立用户档案和维护档案。

10.2.8 运维单位应长期保存与运行维护相关的原始技术资料，动态管理资料的保存时间不应少于 5 年。

## 11 资源更新利用与拆除

### 11.1 更新利用

11.1.1 全光网络设备的拆除和回收利用应符合现行国家标准《废弃电器电子产品回收处理污染控制导则》GB/T 32357、《废弃电器电子产品处理要求 第1部分：小型IT设备和通信产品》GB/T 38099.1和《废弃电器电子产品处理要求 第2部分：含制冷剂的电器》GB/T 38099.2的有关规定。

11.1.2 废弃设备的存放、运输、处理和回收应符合现行国家标准《废弃电器电子产品回收处理污染控制导则》GB/T 32357的有关规定。可回收利用的器件或设备应检测合格后再利用，不可再利用的废物不应随意丢弃、焚烧或存放。

### 11.2 拆除工程

11.2.1 拆除工程应符合国家现行标准《建筑工程绿色施工规范》GB/T 50905和《建筑拆除工程安全技术规范》JGJ 147的有关规定。

11.2.2 拆除工程应遵循“围挡封闭、监测覆盖、湿法作业、反向建造工序拆除、分类堆放、源头减量、密闭运输、全程监控”的原则，制定专项施工方案，并应明确拆除的对象及其结构特点、拆除方法、安全措施、应急措施及拆除物的回收利用方法。

11.2.3 拆除工程施工企业应针对安全生产事故、极端天气和自然灾害等特殊情况配备排险、救灾的设备和工具。

附录 A 试运行流程图

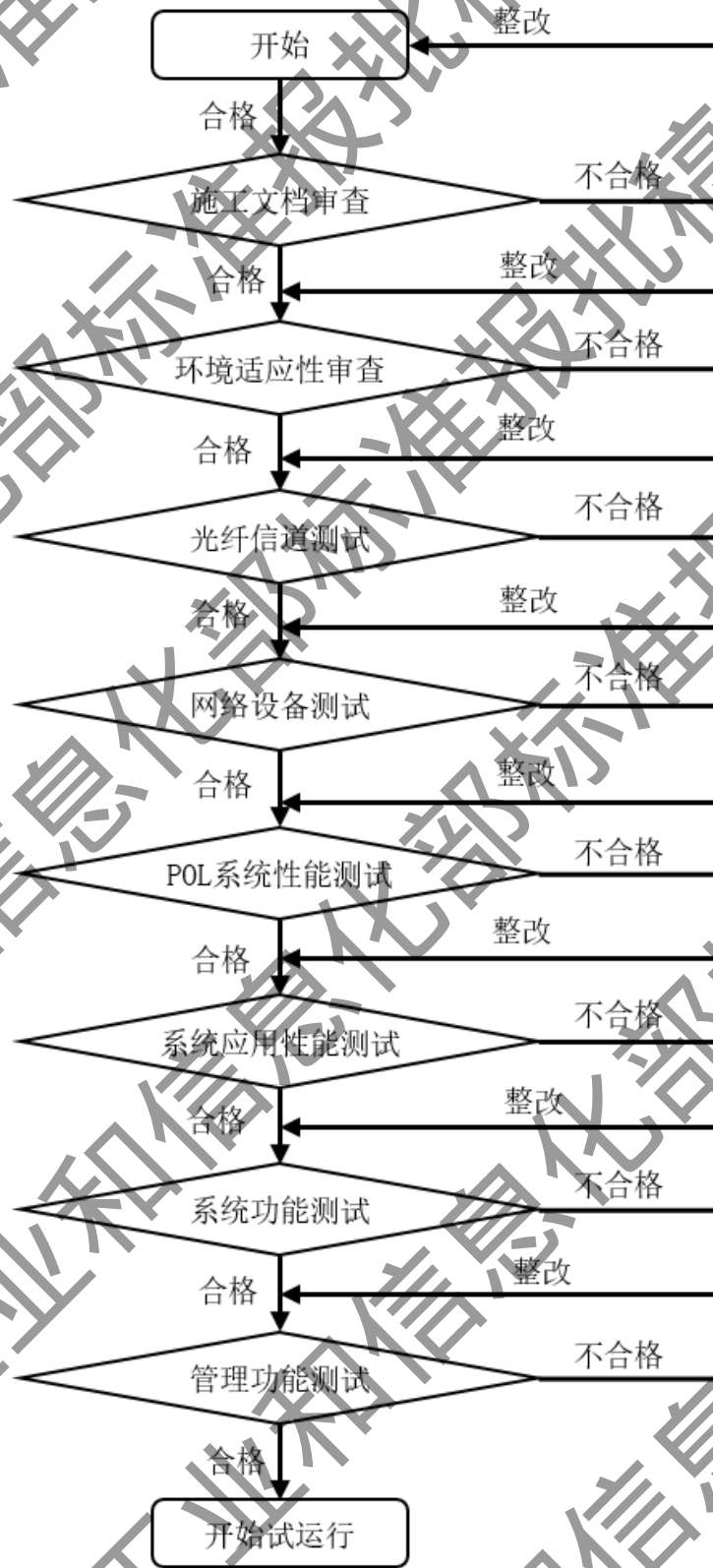


图 A 试运行流程图

## 附录 B 工程检验内容及项目表

表 B 工程检验内容及项目表

序号	阶段	检验项目	检验内容	检验方式
1	施工前检查	设备安装环境	设备间和电信间环境条件	施工前检查
		器材检验	1 规格、数量、外观等检查 2 通信管道和人（手）孔器材检查 3 线缆及连接器件检验 4 配线设备检查	
2	管道敷设	通信管道	1 室外预埋管道路由及施工条件 2 管道沟开挖和回填土 3 管道埋深 4 管道敷设和连接 5 进入建筑物及防护措施 6 线缆敷设	随工检验隐蔽工程签证记录
		人（手）孔	1 地基、外形、尺寸等 2 施工质量 3 管道进入位置	
		建筑物内配线管网	1 导管敷设 2 桥架敷设 3 其他	
3	线缆敷设与连接	室外光缆	1 管孔孔位及占用数量 2 敷设及保护措施	随工检验
		建筑物内光缆	1 线缆敷设路由 2 线缆保护措施	
		光缆接续及成端	光缆接续与成端	
4	设备安装	接出口设备、管理设备、交换机设备、安全设备，以及交接箱、配线设备、多功能配线箱、末端 ONU 等设备	1 规格、容量；相关 3C 认证文件或相关入网许可文件 2 安装位置及安装工艺 3 抗震加固措施 4 适配环境要求检查，以防尘、防潮、防水、散热耐温、防静电、防火、防振动、抗干扰、防盐雾、防腐蚀、易燃易爆环境、生物污染（防霉变）等措施的符合性为主 5 接地措施	随工检验

序号	阶段	检验项目	检验内容	检验方式
5	系统测试	光纤信道测试	光纤信道衰减指标	随工或竣工 检验
		全光网络系统设备	按照相关网络和通信系统设备的规范和标准	
		应用和管理系统功能测试	按照现行国家标准《基于以太网技术的局域网系统验收测评规范》GB/T 21671	
		安全测试	网络安全按照现行国家标准《计算机信息系统 安全保护等级划分准则》GB 17859、《信息安全技术 网络安全等级保护实施指南》GB/T 25058	
数据安全按照《信息安全技术信息系统密码应用测评要求》、《信息安全技术 IPsec VPN 安全接入基本要求与实施指南》以及《信息安全技术边缘计算安全技术要求》等				
		物理安全按照现行国家标准《计算机场地通用规范》GB/T 2887、《计算机场地安全要求》GB/T 9361、《信息安全技术：信息系统物理安全技术要求》GB/T 21052 和《数据中心设计规范》GB 50174 等		
6	工程 总验收	竣工技术资料	按照所在城市城建档案馆接收建设工程档案的规范要求清点、交接工程竣工技术资料	竣工检验

## 本规范用词说明

1 为了在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

2) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

3) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指定应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 《建筑设计防火规范》 GB 50016
- 《建筑物防雷设计规范》 GB 50057
- 《爆炸危险环境电力装置设计规范》 GB 50058
- 《数据中心设计规范》 GB 50174
- 《综合布线系统工程设计规范》 GB 50311
- 《综合布线系统工程验收规范》 GB/T 50312
- 《智能建筑设计标准》 GB 50314
- 《智能建筑工程质量验收规范》 GB 50339
- 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》 GB 50343
- 《通信管道与通道工程设计标准》 GB 50373
- 《通信管道工程施工及验收标准》 GB/T 50374
- 《电子工业洁净厂房设计规范》 GB 50472
- 《智能建筑工程施工规范》 GB 50606
- 《施工企业安全生产管理规范》 GB 50656
- 《建筑工程绿色施工规范》 GB/T 50905
- 《建筑机电工程抗震设计规范》 GB 50981
- 《洁净厂房施工及质量验收规范》 GB 51110
- 《通信线路工程设计规范》 GB 51158
- 《通信线路工程验收规范》 GB 51171
- 《网络工程验收标准》 GB/T 51365

《通信设备安装工程抗震设计标准》GB/T 51369

《宽带光纤接入工程技术标准》GB/T 51380

《公共建筑光纤宽带接入工程技术标准》GB 51433

《互联网网络安全设施工程技术标准》GB/T 51434

《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024

《建筑拆除工程安全技术规范》JGJ 147

《电信设备安装抗震设计规范》YD 5059

《通信建设工程安全生产操作规范》YD 5201

《计算机场地通用规范》GB/T 2887

《信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法》GB 9254

《计算机场地安全要求》GB/T 9361

《信息技术设备 抗扰度限值和测量方法》GB/T 17618

《计算机信息系统 安全保护等级划分准则》GB 17859

《信息安全技术 信息安全风险评估规范》GB/T 20984

《信息安全技术 信息系统物理安全技术要求》GB/T 21052

《基于以太网技术的局域网系统验收测评规范》GB/T 21671

《信息安全技术 网络安全等级保护实施指南》GB/T 25058

《信息技术服务 运行维护 第1部分：通用要求》GB/T 28827.1

《信息技术服务 运行维护 第2部分：交付规范》GB/T 28827.2

《信息技术服务 运行维护 第3部分：应急响应规范》GB/T 28827.3

《信息安全技术 信息安全风险评估实施指南》GB/T 31509

《废弃电器电子产品回收处理污染控制导则》GB/T 32357

《信息安全技术 信息系统安全运维管理指南》GB/T 36626

《废弃电器电子产品处理要求 第1部分：小型IT设备和通信产品》GB/T 38099.1

《废弃电器电子产品处理要求 第2部分：含制冷剂的电器》GB/T 38099.2

《信息安全技术 信息系统密码应用测评要求》GB/T 43206

《光纤配线架》YD/T 778

《通信光缆交接箱》YD/T 988

《接入网设备过电压过电流防护及基本环境适应性技术要求和试验方法》YD/T 1082

《室内光缆 第8部分：光电复合缆》YD/T 1258.8

《通信用气吹微型光缆及光纤单元 第1部分：总则》YD/T 1460.1

《通信用引入光缆 第4部分：光电复合缆》YD/T 1997.4

《接入网用光电复合缆》YD/T 2159

中华人民共和国电子行业标准

# 电子工业全光网络工程技术规范

SJ/T XXXXX —20xx

条文说明

## 编制说明

《电子工业全光网络工程技术规范》(SJ/T XXXXX—20xx)经中华人民共和国工业和信息化部××××年××月××日以第××文公告批准发布。

本规范制订过程中,编制组进行了广泛、深入地调查研究,系统总结了我国在电子工业全光网络工程建设中的实践经验。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定,《电子工业全光网络工程技术规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明。对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是,本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

## 目 次

1 总则. . . . .	54
3 工程设计. . . . .	55
3.1 一般规定. . . . .	55
3.2 网络规划. . . . .	55
3.3 系统工程架构. . . . .	57
3.4 设备布置. . . . .	61
3.5 传输性能及指标. . . . .	62
3.6 安全. . . . .	64
3.7 网络管理. . . . .	65
4 系统配置. . . . .	67
4.1 一般规定. . . . .	67
4.2 光网络单元. . . . .	82
4.7 核心交换机和出口设备. . . . .	84
5 空间管理与线缆布线. . . . .	91
5.1 一般规定. . . . .	91
5.2 设备间及进线间. . . . .	91
5.4 室外布线. . . . .	91
5.6 室内布线. . . . .	91
6 工程施工. . . . .	93
7 调试与试运行. . . . .	94
7.3 试运行. . . . .	95

8	检测. . . . .	95
9	验收. . . . .	102
9.2	验收资料. . . . .	102
11	资源更新利用与拆除. . . . .	103
11.1	更新利用. . . . .	103
11.2	拆除工程. . . . .	103

## 1 总则

1.0.1 随着电子工业工厂建设及信息通信技术的发展，各类电子工业工厂对信息通信网络的要求不断提高，为满足新建、改建和扩建电子工业工厂的文本、语音、图像、视频、业务数据等信息传输的需求，适应电子工业工厂的数字化、智能化技术发展与网络化融合趋向，推荐优先采用全光网络作为支撑数字底座。

本标准中电子工业工厂指生产电子专用材料、电子元器件、电子专用设备、电子终端产品的工厂。

电子工业全光网络系统采用标准的光缆、光分路器、光网络单元、管理设备、安全设备和连接器件将所有文本、语音、图像、视频和业务数据系统设备的布线组合在一套标准的传输系统中，支持电子工业工厂的生产系统、办公系统、物流系统、生产要素管理系统、技术研发系统、后勤管理系统、厂务支持系统等，实现智能制造、智慧园区、智慧运维等业务的数据传输、交换、存储、处理和深度应用。

### 3 系统工程设计

#### 3.1 一般规定

3.1.4 全光网络选用设备需要考虑电子工业工厂的环境适应性，针对防尘、防潮、防水、散热耐温、防静电、防火、防振动、抗干扰、防盐雾、防腐蚀、易燃易爆环境、生物污染（防霉变）等要素，综合选取或者采取相应防护措施。选用的线缆需要综合考虑电子行业工业建筑物的重要性、高度、面积以及功能定位等因素，选用相应等级的阻燃线缆。根据建筑物的防火等级对线缆燃烧性能的要求，布线系统在线缆选用、布放方式及安装场地等方面采取相应的措施。

#### 3.2 网络规划

3.2.1 本条说明如下：

3 在没有具体点位数量需求时，需要根据应用场景和建筑物的功能定位分析实际工作区面积，并按照工作区面积测算终端设备的数量。工作区面积需求可参照表1~2。

表1 办公建筑工作区面积划分与终端设备配置

项目	办公建筑	
	行政办公建筑	通用办公建筑
每一个工作区面积 (m <sup>2</sup> )	办公：5~10	办公：5~10
每一个用户单元区域面积 (m <sup>2</sup> )	60~120	60~120

每一个工作区 类型、数量与安 装位置	RJ45	一般：2个 政务：2~8个	2个
	ONU 类型选择	建议4口或者8口 盒式，或者86面板 型	建议4口盒式，或 者86面板型
	ONU 安装位置	办公桌	办公桌

表2 通用工业建筑工作区面积划分与终端设备配置

项目	通用工业建筑	
每一个工作区面积 (m <sup>2</sup> )	办公区：5~10 公共区域：60~120 生产区：10~50	
每一个工作区 信息插座类型、 数量与安装位 置	RJ45	一般：2~4个
	ONU 类型选择	建议4口盒式，或者86面板型
	ONU 安装位置	办公工位、生产线控制柜、动力设施 控制柜或者信息配线箱

3.2.2 电子工业全光网络承载文本、语音、图像、视频、业务数据等业务，需要满足 PON 技术和以太网的相关规范和标准，具备语音、有线和无线数据、图像及多媒体接入业务在同一网络传送的能力。电子工业全光网络系统可以支撑的业务及相关带宽需求如表 3 所示。

表3 主要支撑业务及带宽需求

主要业务类型	智能制造和有线办公系统	WLAN 系统	视频监控 系统	视频会议 系统	IP 语音系 统	其他系 统(出入 口控制、 一卡通 等)
参考带宽 值(bit/s)	典型配 置: 2M~10M	典型配置: 均值: 100M~500M 峰值: 500~800M (双频 AP) 1.1~1.3G (三频 AP)	1080P: 2~5M 4K: 15M	单屏: 2M 三屏: 6M	200K	典型配 置: 1M

### 3.3 系统工程架构

3.3.1 基于 PON 的全光网络系统结合以太网技术和高速光传输技术，实现文本、语音、图像、视频、业务数据等多业务的综合承载，可以满足电子工业工厂各个应用系统的组网要求。PON 系统包括 OLT、ODN、ONU 等三大部分。

1 OLT 的作用是将各种业务信号按一定的信号格式汇聚后向终端用户传输、将来自终端用户的信号按照业务类型分别进行汇聚后送入各业务网。

2 ODN 的作用是提供 OLT 与 ONU 之间的光传输通道。包括 OLT 和 ONU

之间的所有光缆、光缆接头、光纤交接设备、光分路器、光纤连接器等无源光器件组成。

3 ONU 负责用户终端业务的接入和转发。在上行方向将来自不同用户终端设备的业务进行复用，编码成统一的信号格式发送到 ODN 中。在下行方向上将不同的业务解复用，通过不同的接口送到相应的终端设备中。

3.3.2 电子工业工厂根据服务对象及功能属性，一般配备生产系统、办公系统、厂务支持系统等，生产系统主要包括企业资源规划系统 ERP、产品生命周期管理系统 PLM 系统、制造执行系统 MES 等；厂务支持系统包括厂务监控系统 FMCS 等。上述应用系统根据安全性要求、系统规模和生产组织管理的使用需求，可组合式选择物理隔离网络或逻辑隔离网络架构，也可以在 PON 网络通过波长或者时隙方式实现隔离。

办公网、生产网和厂务支持系统网的独立建网模式如图 1 所示。

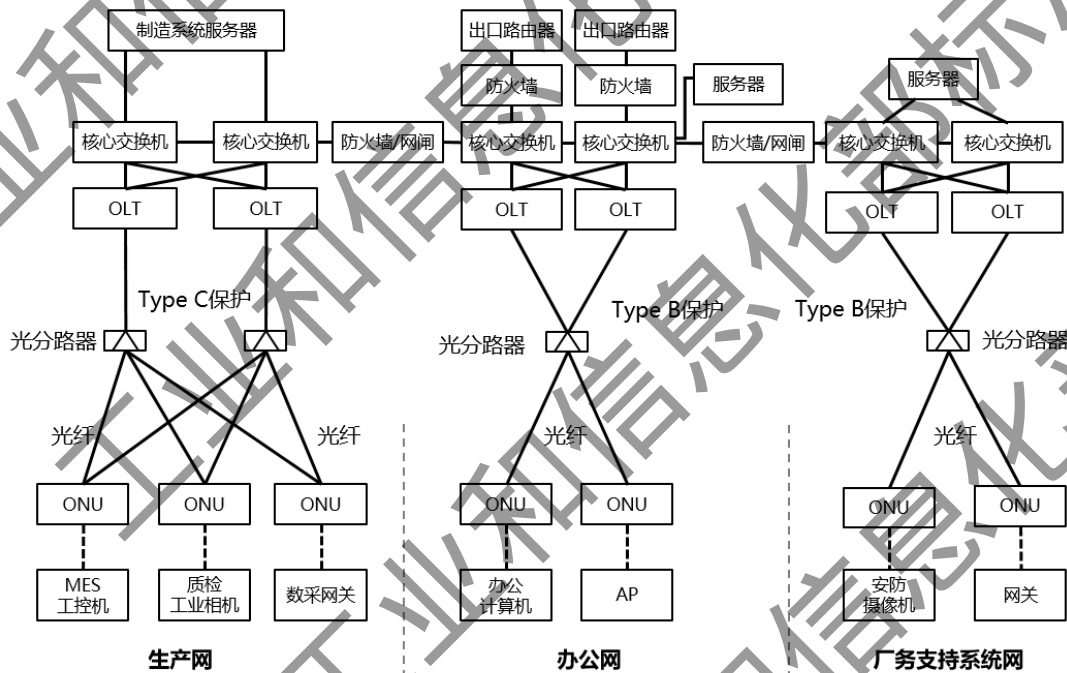


图 1 电子工业全光网络建网模式

### 3.3.3 电子工业全光网络的组网根据应用场景确定：

1 电子工业全光网络的组网需要考虑设备及光纤光缆冗余保护的要求。Type B 双归属保护时，采用 1 个  $2 \times N$  的光分路器，光分路器的 2 个上行接口分别接到 2 台 OLT 实现保护，从光分路器到 OLT 的主干光缆也可以采用环形组网方式进行敷设，具体参见图 2。

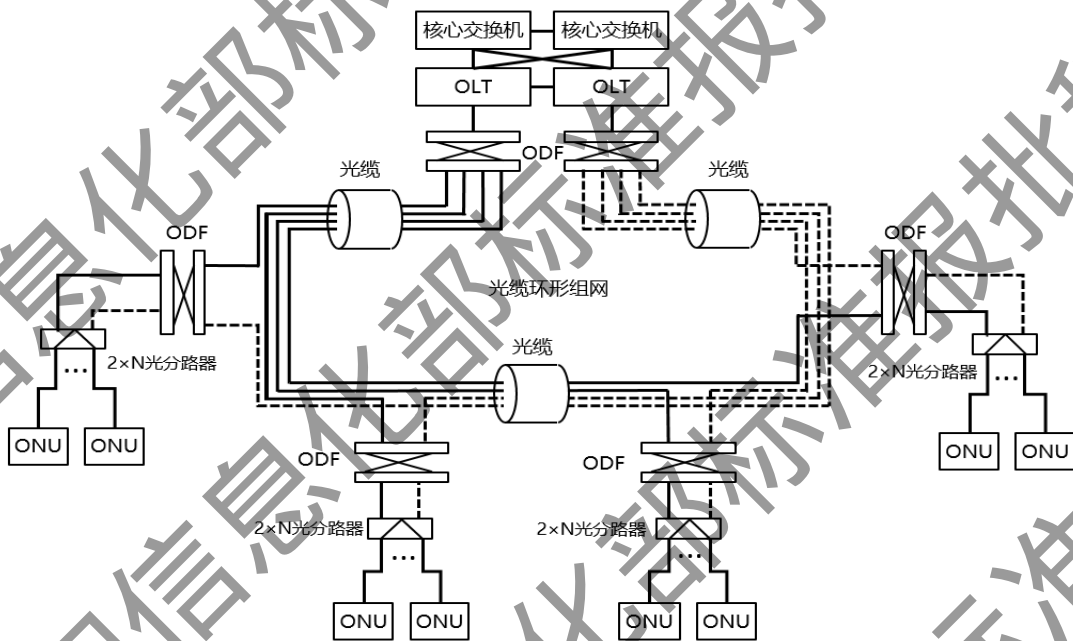


图 2 Type B 保护，光缆环形组网

Type C 双归属保护时，采用 2 个  $1 \times N$  的光分路器，每个光分路器的上行接口分别接到 1 台 OLT 实现保护，从光分路器到 ONU 的光缆也可以采用环形组网方式进行敷设，具体参见图 3。

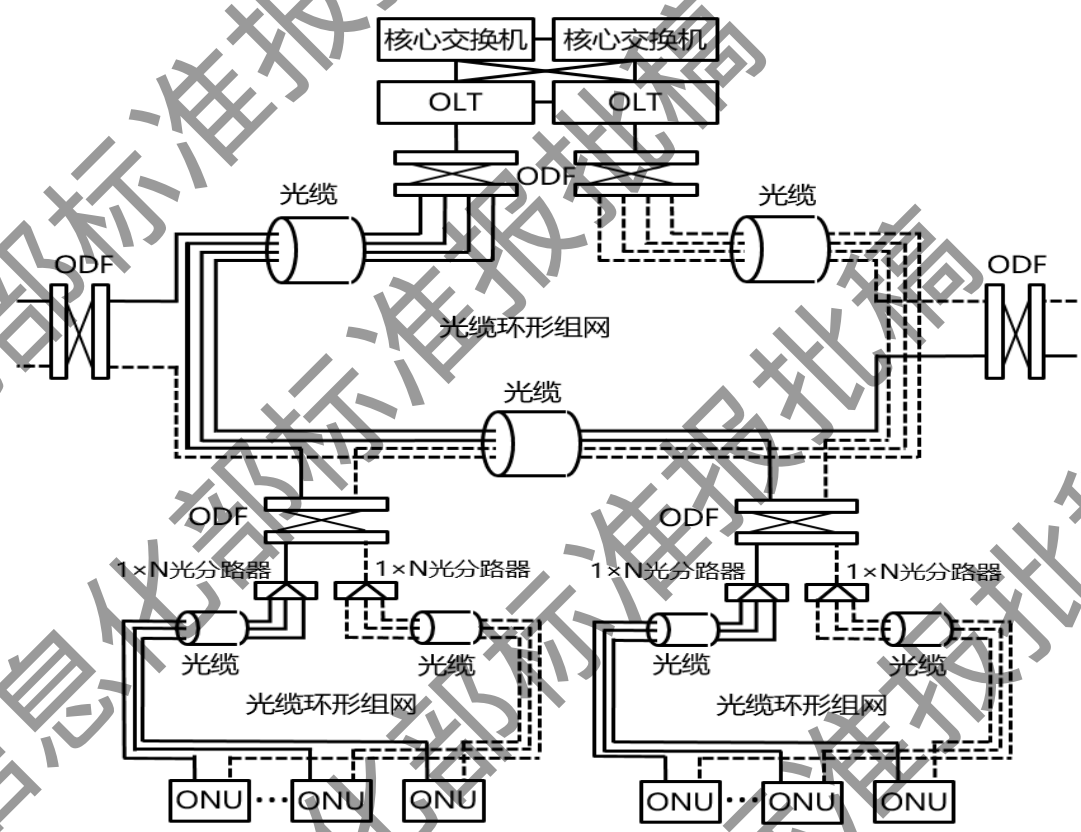


图3 Type C 保护，光缆环形组网

3 由于电子工业工厂的可靠性要求高，而且每台 OLT 带的用户数很多，所以需要配置 2 台 OLT 实现双机热备保护，保护组网如图 4 所示。

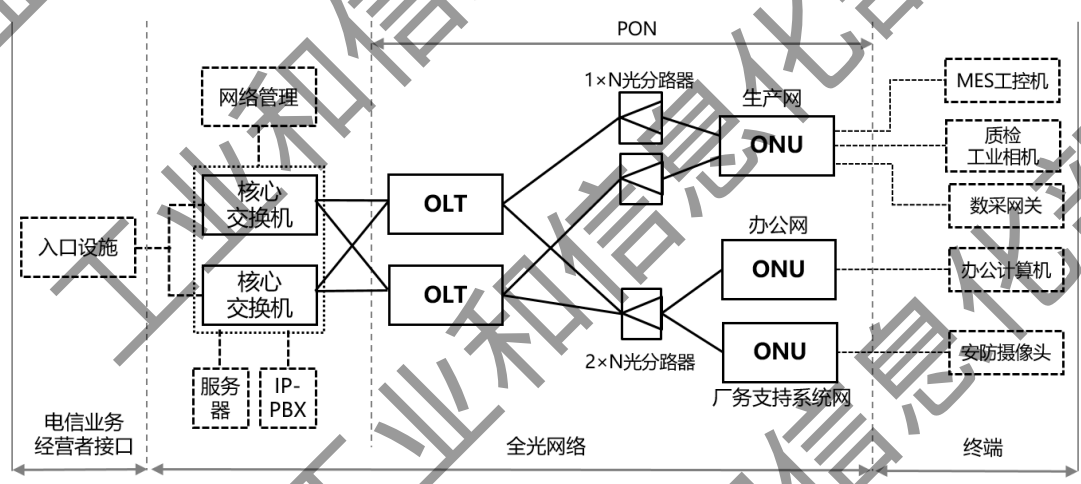


图4 2 台 OLT 实现双机热备

### 3.4 设备布置

#### 3.4.3 全光网络的无源光分路器部署位置。

1 光分路器布置在工厂车间的弱电间，光分路器通过成端配线光缆与ONU连接，布置如图5所示。

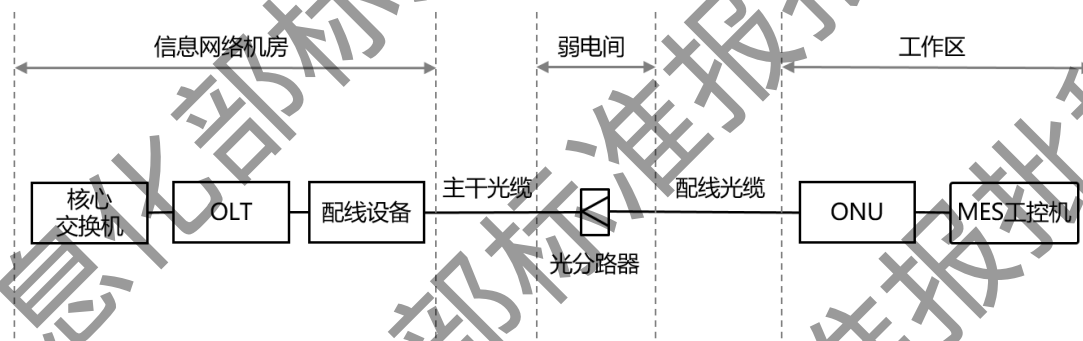


图5 光分路器部署于弱电间

2 光分路器布置在工厂工作区内的信息配线箱或机柜，光分路器通过成端配线光缆与ONU连接，布置如图6所示。

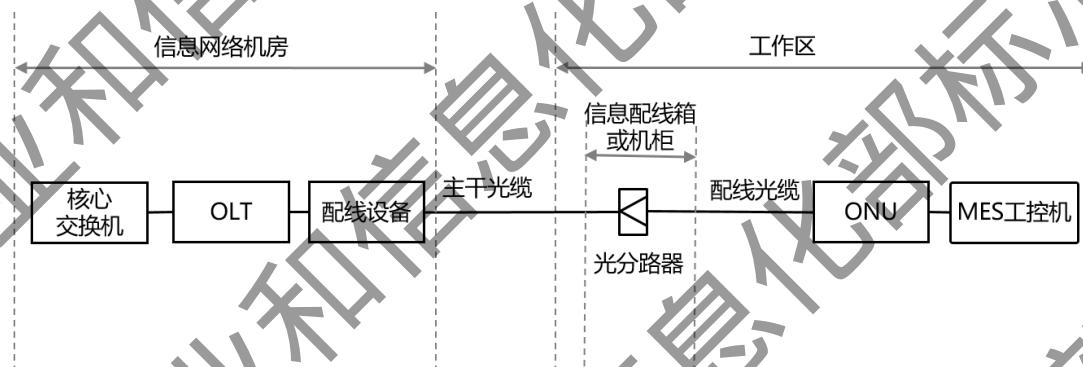


图6 光分路器部署于工作区的信息配线箱或机柜

3.4.5 ONU设备支持不同的安装方式，适用于不同的应用场景及业务需求，电子工业工厂车间采用的布置位置和ONU种类可以参考表4。

表4 ONU设备布置要求

布置位置	ONU种类	适用场景	支持业务类型
------	-------	------	--------

标准机架	机架式 ONU	厂区、厂务支持等系统接入	业务数据、视频
信息配线箱	盒式 ONU	厂区、厂务支持等系统接入	业务数据、视频、语音
86 信息面板	86 面板 ONU	厂区接入、办公等系统接入	业务数据、视频、语音
生产设备内	盒式 ONU	生产线 MES 等系统接入	业务数据、视频
生产设备内	标准卡槽导轨安装 ONU	生产线 MES 等系统接入	业务数据、视频
室外箱	室外型 ONU	厂区室外系统接入	视频、业务数据

### 3.5 传输性能及指标

3.5.1 全光网络系统设计需要考虑端到端的全程光信道损耗，全程光信道损耗过大或过小都会导致全光网络业务功能不可用或性能变差，所以全程光信道损耗需要控制在系统可接受全程光信道最大损耗值和全程光信道最小损耗值之间。

3.5.2 全程光信道衰减值计算公式中各参数取值可参考如下：

$A_f$  ——设计中规定的不含接头光纤衰减系数 (dB/km)，可参照表 5。

表 5 光纤衰减系数

项目	单位	技术指标	
		G.652	G.657
1310 nm 衰减系数最大值	dB/km	0.35	0.38

1550 nm 衰减系数最大值	dB/km	0.21	0.24
1625 nm 衰减系数最大值	dB/km	0.24	0.28

6;  $A_{\text{熔}}$  ——设计中规定的光纤熔接平均衰耗指标 (dB/个), 可参照表

表 6 光纤熔接平均衰耗指标

光纤类别	光纤熔接平均衰耗指标 (dB)				测试波长 (nm)
	单纤		光纤带光纤		
	平均值	最大值	平均值	最大值	
G.652	$\leq 0.06$	$\leq 0.1$ 2	$\leq 0.12$	$\leq 0.38$	1310/1550
G.657	$\leq 0.06$	$\leq 0.1$ 2	$\leq 0.12$	$\leq 0.38$	1310/1550

$M_C$  ——线路维护余量 (dB), 参照表 7 取值;

表 7 线路维护余量取值要求

传输距离 (km)	线路维护余量取值 (dB)
$L \leq 5$	$\geq 1$
$5 < L \leq 10$	$\geq 2$
$> 10$	$\geq 3$

$\beta$  —— OLT 至单个 ONU 间光信道中存在模场直径不匹配的光纤连接时所引入的附加损耗(dB), G. 652D 光纤与模场直径不匹配的 G. 657B 光纤连接时引入的附加损耗可以按照每个连接点 0.2dB 取值。

**3.5.3** GPON 和 XGS-PON 基于以太网业务的传输性能指标主要包括传输时延、吞吐量和长期丢包率等, 可参考 GB/T 51380。

GPON 的上行吞吐量不小于 1Gbit/s, 下行吞吐量不小于 2.2Gbit/s。

XGS-PON 的上行吞吐量不小于 8.5Gbit/s, 下行吞吐量不小于 8.5Gbit/s。

在业务流量不超过 PON 系统吞吐量 90%的情况下, 上行方向的传输时延小于 1.5ms, 下行方向的传输时延小于 1ms。

特定流量下 24 小时丢包率为 0。

### 3.6 安全

**3.6.4** 系统对于恶意攻击、非法用户接入等异常情况及处理方法可参考表 8。

表 8 异常情况及相应处理方法

异常类型	详细描述	处理方法
恶意攻击	恶意用户发送大量的协议报文攻击系统, 导致系统无法处理正常用户的服务请求	防御 DoS 攻击
	恶意用户发送 IP/ICMP 报文, 报文的 IP 地址为网络接入设备的系统	防御用户侧 ICMP 攻击

异常类型	详细描述	处理方法
	IP 地址，以消耗网络接入设备的系统资源，影响网络设备的正常运行。	防御用户侧 IP 攻击
	恶意用户发送 IPv6/ICMPv6 报文，报文的目的 IPv6 地址为网络接入设备的系统 IPv6 地址，以消耗网络接入设备的系统资源，影响网络设备的正常运行。	防御用户侧 ICMPv6 攻击 防御用户侧 IPv6 攻击
	通过设置源路由选项，攻击者伪造一些合法的 IP 地址攻击网络，导致系统无法处理正常用户的服务请求。	源路由过滤
非法用户接入	未授权用户（终端用户或管理用户）和设备进行访问和数据交换。	防火墙

### 3.7 网络管理

#### 3.7.2 网络管理系统的功能可参考表 9。

表 9 网络管理系统管理功能表

系统管理分支	具体功能
安全管理	实现对网管系统本身的安全控制，通过用户管理、操作授权（分权分域）管理、用户登录管理和一系列其他的安全策略，支持对用户登录、用户操作和系统运行过程中所产生的日志进行管理，支持完善

系统管理分支	具体功能
	的高可用性方案和数据库备份。
拓扑管理	以拓扑图方式显示被管网元及其之间连接的状态，用户可通过浏览拓扑视图实时了解整个网络的组网情况和监控运行状态。
告警管理	网络维护人员基于告警的名称，告警源等信息，分析判断故障的类型以及故障发生的节点位置，尽快恢复网络的正常运行。
故障诊断	主要面向运营级网络提供网络连通性的测试及故障排查，系统提供丰富的网络连通性测试手段用于诊断故障。
性能管理	通过性能管理可以提前发现性能劣化的趋势，并在故障发生前暴露故障隐患，提前规避网络故障风险。
日志管理	记录操作网管的信息以及系统中发生的重要事件，有助于网络管理人员及时发现非法登录、非法操作或进行故障分析。
网元软件管理	管理网元数据和对网元软件进行升/降级。

## 4 系统配置

### 4.1 一般规定

#### 4.1.1 电子工业全光网络网络规划和设备选型案例。

(1) 案例举例：某电子工业工厂采用全光网络建网，建设生产网和办公网 2 张独立的网络，生产网和办公网间采用防火墙隔离。

生产网业务需求：MES 业务、数据采集业务、质检业务、工业 Wi-Fi 业务。

办公网业务需求：办公数据业务、电话业务、WLAN 办公业务、视频监控业务、厂务支持监控业务等。

工厂规模：该电子工业工厂包含 2 栋 3 层建筑，共 10 万 m<sup>2</sup> 建筑面积，约 3000 员工办公。

#### (2) 该电子工业工厂的生产网配置方案

##### 1) 确定全光网络架构

生产网采用 2 台核心交换机和 2 台 OLT 分别实现双机热备。

PON 线路保护采用 Type C 双归属保护。

##### 2) 确定全光网络支持的业务种类和带宽

生产网的业务种类和带宽需求参见表 10。

表 10 生产网的业务种类和带宽需求

业务类型	终端类型	平均带宽要求
MES 业务	MES 工控机/PC/扫码终端	每终端 12 Mbit/s

数采业务	数采网关/机器信息接口	每终端 12 Mbit/s
质检业务	工业相机	每相机 100 Mbit/s
工业 Wi-Fi 业务	工业 AP (接 PAD/AGV)	每 AP 100 Mbit/s

### 3) 确定全光网络的终端数量

根据工厂业务的规划确定生产网的终端数量，具体数量参见表 11。

表 11 生产网的终端数量

终端类型	每层楼终端数量	终端 总数量
MES 工控机/PC/扫码终端	每层 240 台	共 1440 台
数采网关/机器信息接口	每层 170 台	共 1020 台
工业相机	每层 20 台	共 120 台
工业 AP (接 PDA/AGV)	每层 40 个	共 240 个

### 4) ONU 类型选型配置

按照工厂业务的规划,承载 MES 业务/数采业务/质检业务的 ONU 需要安装于生产设备内,每台生产设备内需 8 个以太网 GE 电接口接 MES 工控机/数采网关/工业相机等终端,无需支持 POE 功能;所以选择提供 8 个 GE 电接口、无 POE 功能的 ONU,定义为 A 类 ONU。

每层楼的 A 类 ONU 所接入的带宽等于 MES 工控机/数采网关/工业相机等终端数量乘于不同终端类型的平均带宽要求(如质检业务为每层 20 台工业相机乘于每相机 100Mbit/s),MES 业务/数采业务/质检业务总带宽

相加的结果为 6920Mbit/s (6.92Gbit/s)，可以考虑采用多个 GPON 端口（上下行带宽为 1.25G/2.5G）承载，但如考虑后续的平滑演进，也可以采用多个 XGS-PON 端口（上下行带宽为 10G/10G）承载，本案例的 A 类 ONU 网络侧接口选用 GPON 接口。考虑采用 Type C 保护，所以选择 2 个 GPON 接口的 ONU。

按照工厂业务的规划，承载工业 Wi-Fi 业务的 ONU 安装于挂墙的信息配线箱 A 内，考虑到工业级 AP 的部署密度，工厂要求每个信息配线箱提供 4 个以太网 GE 电接口接 AP，且需预留 4 个端口支持后续扩容，GE 端口需要支持 POE 功能；所以选择 8 个 GE 电接口、支持 POE 功能的 ONU，定义为 B 类 ONU。

每层楼的 B 类 ONU 所接入的带宽等于工业级 AP 数量乘以每 AP 平均带宽要求，计算得到总带宽为 4000Mbit/s (4Gbit/s)，可以考虑采用多个 GPON 端口（上下行带宽为 1.25G/2.5G）承载，但如考虑后续的平滑演进，也可以采用多个 XGS-PON 端口（上下行带宽为 10G/10G）承载。本案例的 B 类 ONU 网络侧接口选用 GPON 接口。考虑采用 Type C 保护，所以选择 2 个 GPON 接口的 ONU。

生产网 ONU 的选型配置如表 12 所示：

表 12 生产网的 ONU 选型配置

	网络侧接口	用户侧接口	安装方式
A 类 ONU	2 个 GPON 接口	8 个 GE 电接口, 无 POE	生产设备内安装
B 类 ONU	2 个 GPON 接口	8 个 GE 电接口, 支持	信息配线箱安

	□	POE	装
--	---	-----	---

### 5) ONU 数量配置

每层楼 A 类 ONU 的数量等于每层楼的 MES 工控机/数采网关/工业相机等终端的总数除以 8（ONU 端口数），取整后为 54 台；生产网所需的 A 类 ONU 总数为 324 台（2 栋建筑共 6 层楼）。

每层楼 B 类 ONU 的数量等于每层楼的工业 AP 终端总数除以 4（当前 ONU 使用的端口数），取整后为 10 台；生产网所需的 B 类 ONU 总数为 60 台（2 栋建筑共 6 层楼）。

生产网 ONU 的数量如表 13 所示：

表 13 生产网的 ONU 数量

ONU 类型	每层楼 ONU 数量	ONU 总量
A 类 ONU	54 台	324 台
B 类 ONU	10 台	60 台
A 类+B 类 ONU 总量	64 台	384 台

### 6) 光分路器选型配置

由于生产网采用 Type C 保护，所以光分路器选择 1×N 的光分路器。

计算出生产网每层楼所有终端带宽需求如表 14 所示：

表 14 生产网每层楼所有终端带宽需求

终端类型	每层终端数量	平均带宽要求	每层总带宽
MES 工控机/PC/扫码终端	每层 240 台	每终端 12 Mbit/s	2880 Mbit/s
数采网关/机器信息接口	每层 170 台	每终端 12 Mbit/s	2040 Mbit/s
工业相机	每层 20 台	每相机 100 Mbit/s	2000 Mbit/s
工业 AP(接 PAD/AGV)	每层 40 个	每 AP 100 Mbit/s	4000 Mbit/s
所有终端总带宽			10920 Mbit/s

每楼层所有终端带宽需求为 10920Mbit/s (10.92Gbit/s)，需要 10 个 GPON 端口（上行带宽共 12.5Gbit/s）承载。

由于 A 类 ONU 和 B 类 ONU 在生产车间内是均匀分布，所以通过 A 类 ONU 和 B 类 ONU 的总数（64 台）除于 10 个 GPON 端口可计算出需要的分光比为 6.4，向上取值 8，可以选择 1×8 的光分路器。但实际项目工厂考虑后续扩容选择了 1×16 光分路器，16 个输出端口中只接了 7 台 ONU，剩余预留 9 个输出端口作为后续的演进或故障更换。光分路器只分光功率，不分带宽，每台 ONU 的带宽可以由 OLT 动态分配。

10 个 GPON 端口对应 10 个  $1 \times 16$  光分路器，考虑到 Type C 保护，光分路器的数量需要翻倍，所以每楼层需要 20 个  $1 \times 16$  光分路器。

全程光信道损耗值计算：

根据表 4.3.2-1 可以查到  $1 \times 16$  光分路器的插入损耗为 13.5dB，按照公式 3.5.2，并根据工厂的实际部署距离、活动接头个数、线路维护余量等，计算出全程光信道损耗值为 18.5dB，满足表 3.5.1 的 Class B+ 的要求。

由于每层楼有 470 个终端、64 个 ONU，所以光分路器选择布置在工厂工作区内的信息配线箱，并根据工厂的要求选择了内置标准 19 英寸机架的信息配线箱 B 和机架式光分路器。

#### 7) 光缆选型配置

室内光缆选择 G.657，两栋建筑间的室外光缆选择 G.652。

生产设备内的 A 类 ONU 和挂墙信息配线箱 A 中的 B 类 ONU 至工厂工作区内的信息配线箱 B 采用 2 根 2 芯室内光缆进行连接（2 芯光缆中 1 芯使用，1 芯备份）。

楼层内的光缆选型配置如图 7 所示：

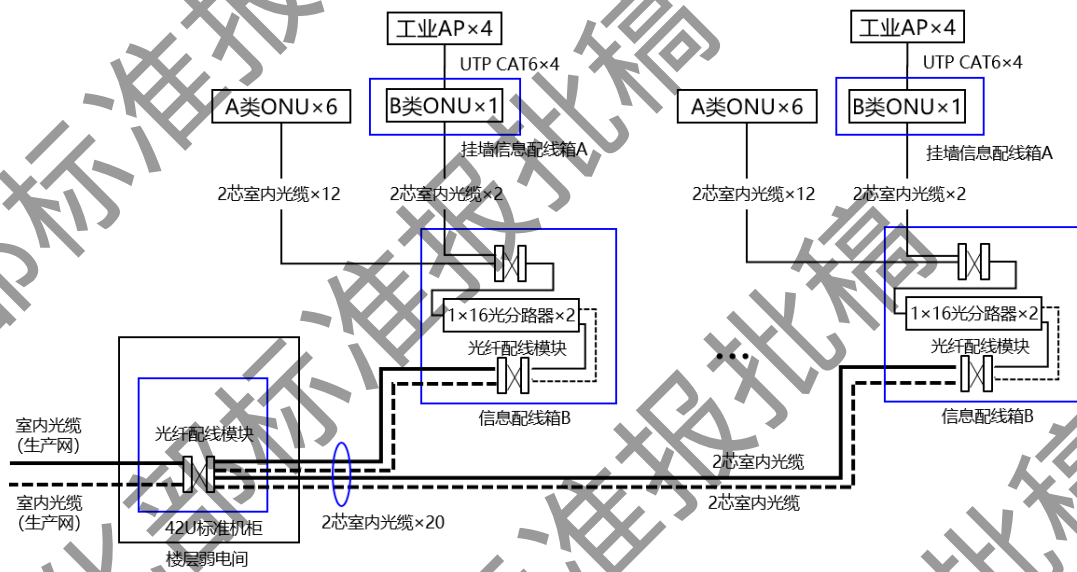


图7 楼层内的光缆选型配置

建筑物间及楼层间的光缆配置如图8所示：

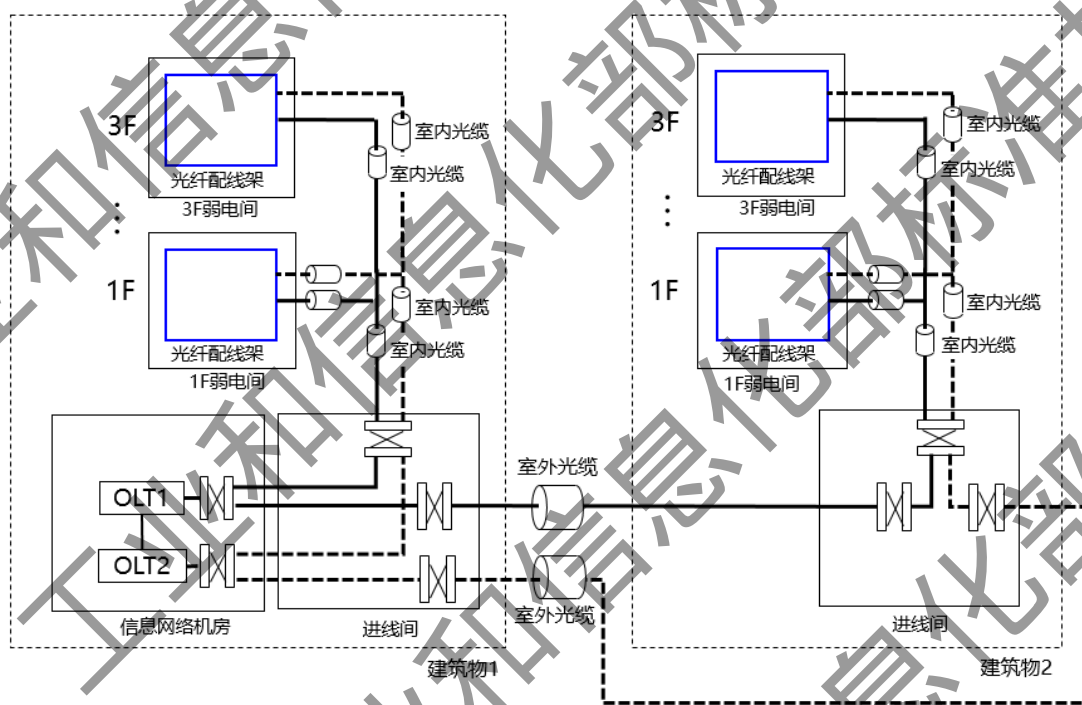


图8 建筑物间及楼层间的光缆配置

8) OLT 选型配置

OLT 布置在信息网络机房，负责电子工业工厂 2 栋建筑 6 层楼的生产网业务接入。生产网每层楼需要 10 个 GPON 端口，所以整个工厂需要 60 个 GPON 端口，所以选择插卡式中规格 OLT，考虑冗余备份，配置 64 个 GPON 端口。

由于采用 Type C 双归属保护，所以需要配置 2 台插卡式中规格 OLT，每台 OLT 配置 64 个 GPON 端口。

按照光分路器选型情况，OLT 选择 GPON Class B+ 光模块。

#### 9) 核心交换机和出口设备选型配置

根据工厂的业务诉求，配置核心交换机、防火墙和出口路由器。

核心交换机、防火墙和出口路由器都需要配置 2 台，实现热备。

#### 10) 网络管理设备选型配置

生产网的 ONU 数量为 384 台，可以选择台式机网管服务器。但本电子工业工厂考虑后续的扩展，选择了服务器网管。

#### 11) 生产网主要设备材料参考

生产网主要设备材料参考如表 15 所示：

表 15 生产网主要设备材料参考表

序号	设备名称	规格	数量	单位	备注
1	A 类 ONU	GPON 上行，8 个 GE 接入	324	台	接 MES 工控机等
2	B 类 ONU	GPON 上行，8 个 GE 接入 (POE)	60	台	接工业级 AP

序号	设备名称	规格	数量	单位	备注
3	OLT PON 端口	GPON	64	个	Class B+光模块
4	OLT 设备类型	中规格 OLT	2	台	双机热备
5	1×16 光分路器	机架式	20	个	
6	信息配线箱 A	挂墙安装	10	个	安装 B 类 ONU
7	信息配线箱 B	内置 19 英寸架	10	个	安装 1×16 光分路器
8	光缆	室内光缆		公里	
9	光缆	室外光缆		公里	

(3) 该电子工业工厂的办公网配置方案

1) 确定全光网络架构

办公网采用 2 台核心交换机和 2 台 OLT 分别实现双机热备, 保护采用 Type B 双归属保护。

2) 确定全光网络支持的业务种类和带宽

办公网的业务种类和带宽需求参见表 16。

表 16 办公网的业务种类和带宽需求

业务类型	终端类型	平均带宽要求
办公数据业务	办公电脑	每终端 30 Mbit/s
电话业务	IP 电话	每终端 128 kbit/s
WLAN 办公业务	办公 AP	每 AP 300 Mbit/s
视频监控业务	摄像机	每摄像机 10 Mbit/s

### 3) 确定全光网络的终端数量

根据工厂业务的规划确定办公网的终端数量，具体数量参见表 17。

表 17 办公网的业务种类和带宽需求

终端类型	每层楼终端数量	终端 总数量
办公电脑	每层 100 台	共 600 台
IP 电话	每层 100 个	共 600 个
办公 AP	每层 10 个	共 60 个
摄像机	每层 300 个	共 1800 个

### 4) ONU 类型选型配置

按照工厂业务的规划，承载办公电脑和 IP 电话的 ONU 需要安装于办公家具下的信息配线箱 C 内，办公家具下的信息配线箱 C 内需 8 个以太网 GE 电接口接办公电脑和 IP 电话终端，无需支持 POE 功能；所以选择提供 8 个 GE 电接口、无 POE 功能、在信息配线箱安装的 ONU 定义为 C 类 ONU。

每层楼的 C 类 ONU 所接入的带宽等于办公电脑和 IP 电话数量乘以不同终端类型的平均带宽要求(如办公数据业务为每层 100 台办公电脑乘以每终端 30Mbit/s,电话业务为每层 100 个 IP 电话乘以每终端 128kbit/s),办公电脑和 IP 电话的总带宽相加结果为 3012.8Mbit/s(约等于 3Gbit/s),可以考虑采用多个 GPON 端口(上下行带宽为 1.25G/2.5G)承载,但如考虑后续的平滑演进,也可以采用多个 XGS-PON 端口(上下行带宽为 10G/10G)承载,本案例的 C 类 ONU 网络侧接口选用 GPON 接口。考虑采用 Type B 保护,所以 C 类 ONU 选择 1 个 GPON 接口的 ONU。

按照工厂业务的规划,承载 WLAN 办公业务和视频监控业务的 ONU 安装于挂墙的信息配线箱 A 内,考虑到办公 AP 和摄像机的部署密度,工厂要求每个信息配线箱提供 8 个以太网 GE 电接口接办公 AP 或摄像头,GE 端口需要支持 POE 功能;所以选择 8 个 GE 电接口、支持 POE 功能的 ONU,定义为 D 类 ONU。

每层楼的 B 类 ONU 所接入的带宽等于办公 AP 和摄像机数量乘以每终端平均带宽要求,计算得到总带宽为 6000Mbit/s (6Gbit/s),可以考虑采用多个 GPON 端口(上下行带宽为 1.25G/2.5G)承载,但如考虑后续的平滑演进,也可以采用多个 XGS-PON 端口(上下行带宽为 10G/10G)承载。本案例的 B 类 ONU 网络侧接口选用 GPON 接口。考虑采用 Type B 保护,所以 D 类 ONU 选择 1 个 GPON 接口的 ONU。

办公网 ONU 的选型配置如表 18 所示:

表 18 办公网的 ONU 选型配置

	网络侧接口	用户侧接口	安装方式
--	-------	-------	------

C类ONU	1个GPON接口	8个GE电接口,无POE	信息配线箱C 安装
D类ONU	1个GPON接口	8个GE电接口,支持POE	信息配线箱A 安装

注：1、信息配线箱C为办公家具下安装的信息配线箱。

2、信息配线箱A为挂墙安装的信息配线箱。

#### 5) ONU数量配置

每层楼C类ONU的数量等于每层楼的办公电脑/IP电话等终端的总数除以8（ONU端口数），等于25台；办公网所需的C类ONU总数为150台（2栋建筑共6层楼）。每层楼的办公电脑和IP电话均匀分布在25台C类ONU上。

每层楼D类ONU的数量等于每层楼的办公AP和摄像机终端总数除以8（ONU端口数），取整后等于39台；办公网所需的D类ONU总数为234台（2栋建筑共6层楼）。每层楼的办公AP和摄像机均匀分布在39台D类ONU上。

办公网ONU的数量如表19所示：

表19 办公网的ONU数量

ONU类型	每层楼ONU数量	ONU总量
C类ONU	25台	150台
D类ONU	39台	234台
C类+D类ONU总量	64台	384台

6) 光分路器选型配置

由于办公网采用 Type B 保护，所以光分路器选择  $2 \times N$  的光分路器。

计算出办公网每层楼所有终端带宽需求如表 20 所示：

表 20 办公网每层楼所有终端带宽需求

终端类型	每层终端数量	平均带宽要求	每层总带宽
办公电脑	每层 100 台	每终端 30 Mbit/s	3000 Mbit/s
IP 电话	每层 100 个	每终端 128 kbit/s	12.8 Mbit/s
办公 AP	每层 10 个	每 AP 300 Mbit/s	3000 Mbit/s
摄像机	每层 300 个	每摄像机 10 Mbit/s	3000 Mbit/s
所有终端总带宽			9012.8 Mbit/s

每楼层所有终端带宽需求为 9012.8 Mbit/s（约等于 9 Gbit/s），需要 8 个 GPON 端口（上行带宽共 10 Gbit/s）承载。

可以通过 C 类 ONU 和 D 类 ONU 的总数（64 台）除以 8 个 GPON 端口可计算出需要的分光比为 8，可以选择  $1 \times 8$  的光分路器。但实际项目工厂

考虑后续扩容和故障更换选择了  $2 \times 16$  光分路器，16 个输出端口中只接了 8 台 ONU，剩余预留 8 个输出端口作为后续的演进或故障更换。光分路器只分光功率，不分带宽，每台 ONU 的带宽可以由 OLT 动态分配。

8 个 GPON 端口对应 8 个  $2 \times 16$  光分路器，考虑是 Type B 保护，光分路器的数量不变，所以每楼层只需要 8 个  $2 \times 16$  光分路器。

全程光信道损耗值计算：

根据表 4.3.2-2 可以查到  $2 \times 16$  光分路器的插入损耗为 13.8dB，按照公式 3.5.2，并根据工厂的实际部署距离、活动接头个数、线路维护余量等，计算出全程光信道损耗值为 18.8dB，满足表 3.5.1 的 Class B+ 的要求。

本案例中，工厂要求将光办公网的光分路器布置在弱电间，所以选择了安装于 19 英寸机架上的机架式光分路器。

7) 光缆选型配置：

室内光缆选择 G.657，两栋建筑间的室外光缆选择 G.652。

C 类 ONU 和 D 类 ONU 至弱电间采用 1 根 2 芯室内光缆进行连接（1 芯使用，1 芯备份）。

楼层内的光缆选型配置如图 9 所示：

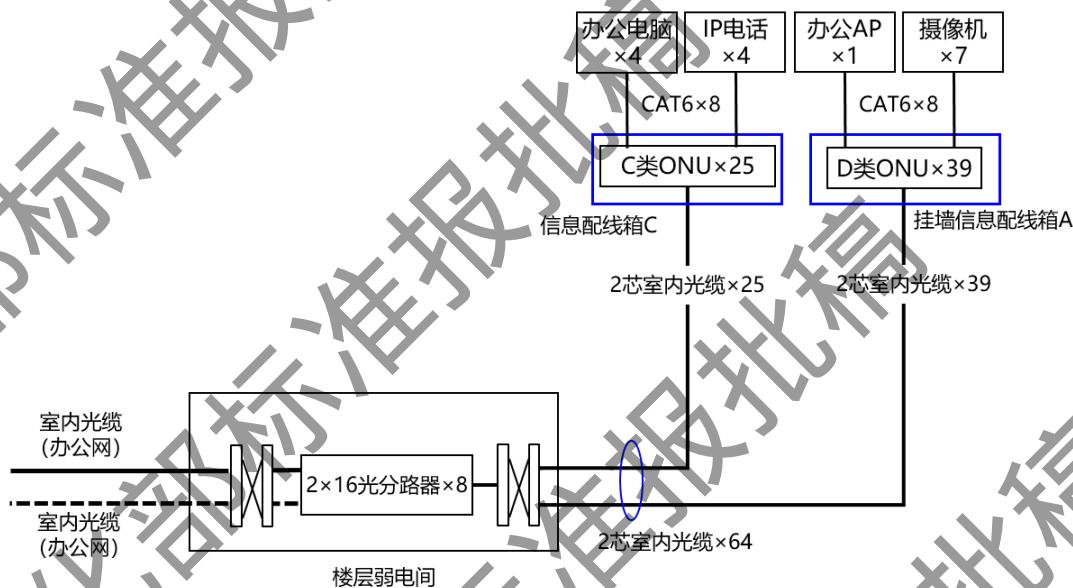


图9 楼层内的光缆选型配置

建筑物间及楼层间的光缆配置如图8所示。

#### 8) OLT 选型配置

OLT 布置在信息网络机房，负责电子工业工厂2栋建筑6层楼的办公网业务接入。办公网每层楼需要8个GPON端口，所以整个工厂需要48个GPON端口，所以选择插卡式中规格OLT，考虑冗余备份，配置64个GPON端口。

由于采用Type B双归属保护，所以需要配置2台插卡式中规格OLT，每台OLT配置64个GPON端口。

按照光分路器选型情况，OLT选择GPON Class B+光模块。

#### 9) 核心交换机和出口设备选型配置

根据工厂的业务诉求，配置核心交换机、防火墙和出口路由器。

核心交换机、防火墙和出口路由器都需要配置2台，实现热备。

#### 10) 网络管理设备选型配置

办公网的 ONU 数量为 384 台，可以选择台式机网管服务器。但本电子工业工厂考虑后续的扩展，选择了服务器网管。

#### 11) 办公网主要设备材料参考

办公网主要设备材料参考如表 21 所示：

表 21 办公网主要设备材料参考表

序号	设备名称	规格	数量	单位	备注
1	C 类 ONU	GPON 上行, 8 个 GE 接入	150	台	接办公电脑等
2	D 类 ONU	GPON 上行, 8 个 GE 接入 (POE)	234	台	接办公 AP 等
3	OLT PON 端口	GPON	64	个	Class B+光模块
4	OLT 设备类型	中规格 OLT	2	台	双机热备
5	2×16 光分路器	机架式	8	个	
6	信息配线箱 A	挂墙安装	39	个	安装 D 类 ONU
7	信息配线箱 C	办公家具下安装	25	个	安装 C 类 ONU
8	光缆	室内光缆		公	

序号	设备名称	规格	数量	单位	备注
				里	
9	光缆	室外光缆		公里	

## 4.2 光网络单元

4.2.2 不同应用场景下的 ONU 配置数量可以参考表 22。

表 22 ONU 配置数量

应用场景	终端配置数量			ONU 配置最低 数量
	高配置	中配置	低配置	
生产区和 辅助动力 区	1 个终端设 备/工艺需 求点	2 个终端设 备/工艺需 求点	4 个终端设 备/工艺需 求点	1 个
开放办公 区基础业 务接入场 景	2 个终端设 备	4 个终端设 备	8 个终端设 备	1 个
无线局域 网 AP 接入	2 个 AP 设备	4 个 AP 设 备	8 个 AP 设 备	1 个

应用场景	终端配置数量			ONU
场景				
视频监控 应用场景	8 台摄像机	16 台摄像 机	24 台摄像 机	1 个
会议室， 办公室， 宿舍、招 待所等应 用场景	每个独立空间			1 个

4.2.4 ONU 也可以支持 POTS 接口，在实际应用中可根据项目实际需求选用。

#### 4.7 核心交换机和出口设备

4.7.2 核心交换机通过 10GE 或 GE 端口连接 OLT 和出口路由器，转发各个用户节点之间的流量；支持高密度 10GE 接口、强转发能力、强路由能力、强路由收敛能力以及故障快速收敛等功能。核心交换机配置选型可以参考表 23。

表 23 核心交换机选型配置

指标	类型 1	类型 2	类型 3	类型 4
设备形态	盒式	盒式	框式	框式

指标	类型 1	类型 2	类型 3	类型 4
双主控	/	/	支持	支持
业务插卡槽位	/	/	$\geq 4$	$\geq 4$
支持端口类型	1G/10G/40G 光口	1G/10G/40G/100G 光口	1G/10G/40G/100G 光口	1G/10G/40G/100G 光口
端口个数	$\geq 24$ 个 GE 光口	$\geq 24$ 个 10 GE 光口	$\geq 192$ 个 1G 或 10 GE 光口	$\geq 192$ 个 1G 或 10 GE 光口
独立交换网板	/	/	/	支持
电源个数 (个)	$\geq 2$	$\geq 2$	$\geq 4$	$\geq 4$
风扇框数量 (个)	$\geq 1$	$\geq 2$	$\geq 2$	$\geq 2$
路由协议 OSPF	支持	支持	支持	支持
路由协议 BGP	支持	支持	支持	支持
MPLS VPN	支持	支持	支持	支持
MAC 表(个)	$\geq 64k$	$\geq 64 k$	$\geq 256 k$	$\geq 256 k$
路由表	$\geq 64 k$	$\geq 64 k$	$\geq 512 k$	$\geq 512 k$

指标	类型 1	类型 2	类型 3	类型 4
(条)				
ACL 表(条)	≥4 k	≥4 k	≥128 k	≥128 k
VXLAN	支持	支持	支持	支持
堆叠	支持	支持	支持	支持
纵向虚拟 化	支持	支持	支持	支持
IPv6	支持	支持	支持	支持
Netstream	支持	支持	支持	支持
网管系统	支持	支持	支持	支持

4.7.3 防火墙选型配置可参考表 24。

表 24 防火墙选型配置

网络规模	高端	中高端	中端	中低端	低端
固定接口	12*10G E	2*10GE+8GE+8SF P	8GE+4SF P	4GE+2Comb o	8GE
参考用户数	10000	5000	1200~ 1600	500~700	50~ 100
防火墙吞吐 量 (1518byte)	80Gbps	20Gbps	9Gbps	2Gbps	1Gbps
最大并发连	1.6 亿	800 万	400 万	300 万	25 万

网络规模	高端	中高端	中端	中低端	低端
接数					
每秒新建连接数	160 万	30 万	8 万	3 万	6000
IPSec 吞吐量 (AES, 1420 byte)	60Gbps	17Gbps	3Gbps	900Mbps	400Mbps
IPSec 最大连接数	256K	15000	4000	4,000	1000
SSL VPN 并发 用户数	10000 个	5000 个	1000 个	500 个	100 个
最大安全策略	100000	40000	15000	15,000	2000
虚拟防火墙	4095	500	100	50	10
入侵防御 (IPS)	支持	支持	支持	支持	支持
防病毒 (AV)	支持	支持	支持	支持	支持
数据防泄漏 (DLP)	支持	支持	支持	支持	支持
上网行为管理&审计	支持	支持	支持	支持	支持

网络规模	高端	中高端	中端	中低端	低端
Anti-DDoS	支持	支持	支持	支持	支持
基于应用的 QoS 优化	支持	支持	支持	支持	支持

4.8.4 出口路由器选型配置可参考表 25。

表 25 出口路由器选型配置

网络规模	类型一：大型出口节点	类型二：中型出口节点	类型三：小型出口节点
内存	2*32G	32GB	16G
CF Card/SSD	1*8G	1*8G	1*8G
OSPF 邻居 数量	1000	1000	1000
OSPF 路由 数量	3M	3M	3M
ISIS 邻居 数量	单框单协议进程单区域 1K 邻居，2 万条路由； 单框多协议进程每	单框单协议进程单区域 1K 邻居，2 万条路由； 单框多协议进程每	单框单协议进程单区域 1K 邻居，2 万条路由； 单框多协议进程每个进程 500 邻居，5000 条路

网络规模	类型一：大型出口节点	类型二：中型出口节点	类型三：小型出口节点
	个进程 500 邻居，5000 条路由，10 个进程共 5K 邻居	每个进程 500 邻居，5000 条路由，10 个进程共 5K 邻居	由，10 个进程共 5K 邻居
ISIS 路由数量	3M	3M	3M
BGP 邻居数量	16K	16K	16K
BGP 路由数量（多Peer）	25M	25M	25M
BGPV6 路由数量	10M	10M	10M
每 VRF 中路由数量	3M	3M	3M
每 IPV6 VRF 中路由数量	1.5M	1.5M	3M

网络规模	类型一：大型出口节点	类型二：中型出口节点	类型三：小型出口节点
用户数	IPV4: 1024K IPV6: 512K 双栈用户: 512K	IPV4: 192K IPV6: 192K 双栈用户: 128K	
100G 端口数量	320	160	6
40G 端口数量	64	48	6
10G 端口数量	768	288	60
主控板	1: 1 备份	1: 1 备份	1: 1 备份
交换网板	3+1 备份	3+1 备份	NA
交换容量 (双向)	81.92Tbps	51.2T	2.79T
转发性能	14464Mpps	7232Mpps	900Mpps
物理高度	40U	21U	6U
VXLAN	支持	支持	支持
EVPN	支持	支持	支持

网络规模	类型一：大型出口节点	类型二：中型出口节点	类型三：小型出口节点
Segment Routing	支持	支持	支持
IPSec	支持	支持	支持
DS-TE	支持	支持	支持
IPv6	支持	支持	支持

## 5 空间管理与线缆布线

### 5.1 一般规定

5.1.2 电子工业工厂的配线设施主要包括工厂建筑间的配线设施及电子工业工厂室外的厂务支持系统相关的配线设施。

### 5.2 设备间及进线间

5.2.2 设备间的环境和配套设施要求

4 设备间防止进水措施主要包括设置防水门槛，或者设备间地面标高高于所在区域地面 100mm 及以上。

### 5.4 室外布线

5.4.4 地下通信管道敷设的埋深需要根据场地条件、管材强度、外部荷载等因素确定。管道铺设时需要根据管道的材质、管径大小、内部介质流速等因素留有一定的坡度，以利于渗入管道内部的地下水流向附近的人（手）孔。地下通信管道敷设要求每一条光缆单独占用地下通信管道用多孔管中的一个管孔或单孔管内的一个子管，根据所选光缆类型及外径要求选择管径。在管道附挂在桥梁上、跨越沟渠或需要悬空布线的地段时，管道跨越主要道路且不具备包封条件的地段时，管道埋深过浅或路面荷载过大的地段时，上述情况下宜采用钢管。

### 5.6 室内布线

5.6.1 建筑物内的线路敷设方式根据电子行业工厂的建筑物构造、环境

特征、支持业务要求、配置点位分布等因素综合确定。

## 6 工程施工

6.1.3 设备材料进场检验和设备开箱检验主要包括核验工程所用设备、材料的规格、数量和质量是否符合设计要求,设备、材料外包装是否完整,有无破损、凹陷、受潮等现象,是否提供合格证明材料。

## 7 调试与试运行

### 7.3 试运行

7.3.1 按照现行国家标准《智能建筑工程质量验收规范》GB 50339 的有关规定，全光网络试运行期间需要连续运行，连续运行时间大于或等于120h。

## 8 检测

8.0.4 全光网络功能及性能检测主要包括以下内容：

1) 测试以太网/IP 类业务的上下行吞吐量、上下行传输时延、丢包率，主要包括以下方面：

1) GPON 的上行吞吐量不小于 1Gbit/s (64 Byte~1518 Byte 之间的任意包长)，下行吞吐量不小于 2.2Gbit/s (任意包长)。

2) OLT 的 XGS-PON 口上行方向的吞吐量不小于 8Gbit/s (1:32 分光比下，仅接入 XGS-PON ONU)；当 OLT 的 XGS-PON 口仅接入 XGS-PON ONU 时，该 PON 口下行方向的吞吐量不小于 8.3Gbit/s。

4) 在业务流量不超过 PON 系统吞吐量的 90%的情况下，其上行方向用户网络接口 (UNI) 到业务节点接口 (SNI) 的传输时延小于 1.5ms (传输 64 Byte~1518 Byte 之间的任意以太网包长)；下行方向 (SNI 到 UNI) 的传输时延小于 1ms (传输任意以太网包长)。

5) GPON 系统在上下行业务流量分别为 2.5Gbit/s 和 1.25Gbit/s 情况下，上行过载丢包率小于 20%，下行过载丢包率小于 12%。

6) 当 OLT 的 XGS-PON 口在上下行业务流量各为 10Gbit/s 的情况下，该 PON 口上行方向的过载丢包率小于 20% (1:32 分光比下，仅接入 XGS-PON ONU 时)，该 PON 口下行方向的过载丢包率小于 17% (仅接入 XGS-PON ONU 时)。

7) 当 OLT 的 XG-PON 口在上行业务流量为 1Gbit/s、下行业务流量为 10 Gbit/s 的情况下，该 PON 口上行方向的过载丢包率小于 10% (FEC

关闭，1:32 分光比下），该 PON 口下行方向的过载丢包率小于 17%（仅接入 XG-PON ONU 时）。

2 性能检测组网环境如图 10 所示。

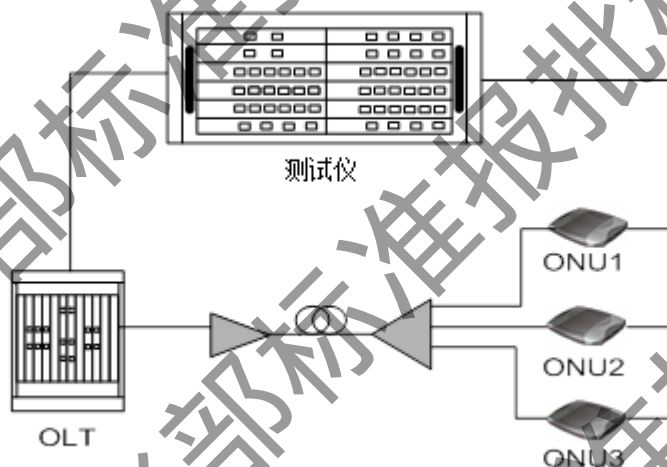


图 10 性能检测组网环境

3 验证系统基本运维能力和支持能力，并保证下列情况正常：

1) 在网管或 OLT 上查看 ONU 的基本信息，包括 ONU 的型号、软件版本号、厂商 ID、能力集、LAN 口的状态和协商速率等均正确。

2) 对 ONU 进行远程激活/去激活/远程重启，功能均正常。

3) 对 ONU 进行测距，实际测距结果跟实际距离基本相符。

4) 检测 ONU 掉电时，可以正确在 OLT 或网管上查看到掉电告警，ONU 上电后告警自动解除。

5) 检测 ONU 断纤（手工拔掉光纤跳线即可）时，可以在 OLT 或网管上查看到断纤告警信号；光纤恢复正常和 ONU 上线后，告警信号自动解除。

4 验证系统可靠性，并保证下列情况正常：

1) OLT 双主控情况下，检测主备倒换（如拔掉主用主控板时）时业务正常。

2) OLT 双电源情况下，检测备份保护（如拔掉一路电源线时）时业务正常。

3) 验证业务长时间工作可靠性正常。采用数据测试仪打双向业务流，业务流量为吞吐量的 80%，持续打流 8h 确保零丢包。组网环境同上述性能测试时的组网环境。

4) 环路检测功能正常。连接 ONU 的任意两个端口构造环路，网管或 OLT 上可检测到该环路告警信息，并将对应的端口关闭；如果取消环路，等待一段时间后告警解除，端口恢复可用工作状态。

5) Type B 单归属备用链路保护检测时，将主干光纤断开（包括拔掉光纤、拔出单板等操作），业务中断时间小于 50ms。Type B 单归属备用链路保护检测组网环境如图 11 所示。

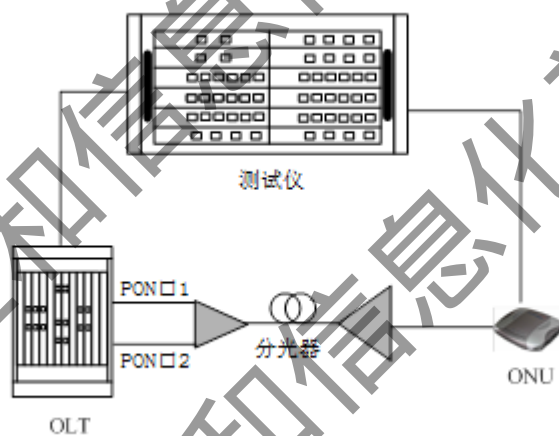


图 11 Type B 单归属备用链路保护检测组网环境

6) Type B 双归属备用链路保护检测时，将主干光纤断开（包括拔掉光纤、拔出单板等操作），业务中断时间小于 1s。Type B 双归属备用链

路保护检测组网环境如图 12 所示。

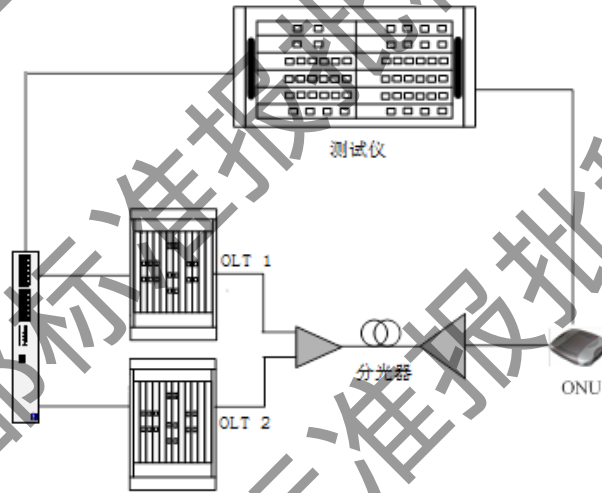


图 12 Type B 双归属备用链路保护检测组网环境

8.0.6 ODN 全程光信道测试采用光源和光功率计测试或 PON 光时域反射仪 (OTDR) 测试两种方法。

1 光源和光功率计采用插入损耗法进行端到端的全程衰减测试时，操作方法如下：

1) 测试项目主要包括光纤衰减和光纤信道全程衰减。下行方向和上行方向分别采用 1490nm 和 1310nm 波长光信号进行衰减测试（无 CATV 应用时，可以不对 1550nm 波长光信号进行测试），需要逐纤全部测试。测试下行和上行的连接方法如图 13 所示；

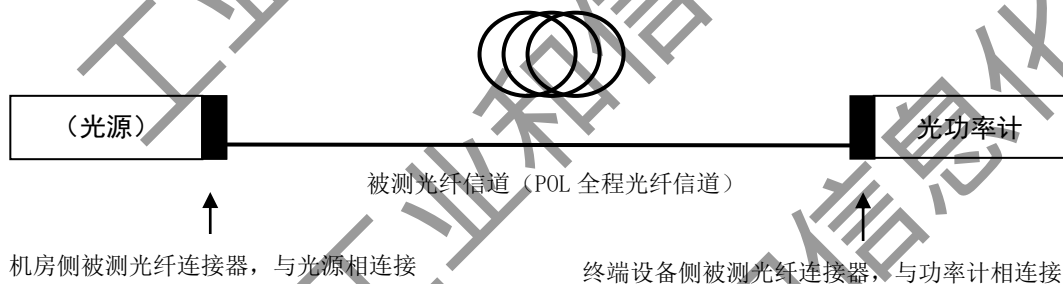


图 13 光源和光功率计测试示意图

2) 将光源、光功率计用跳纤直连，测试光源输出光功率。光源、光功率计重复连接三次，测试值若偏差 10%以上则需要查找问题重新测试；偏差 10%以内时取三次测试的平均值作为光源输出光功率值并如实记录；

3) 将光源用跳纤连接到被测光路的一端，将光功率计连接到被测光路的另一端，测量值作为光路的接收光功率值并记录；

4) 将测试记录值，减去光源输出光功率值得到的结果，即为光纤信道全程衰减值，光纤信道全程衰减值需要满足本标准的相关指标要求；。

5) 光分路器插入损耗测试方法如图 14 所示，采用光功率计和光源测试光分路器的插入损耗值。测试设备经校准后，把光源连接在光分路器的合路侧一侧，光功率计分别接在光分路器的各分路侧位置；将测试记录值，减去光源输出光功率值得到的结果，即为光分路器每条分路的插入损耗值，插入损耗值需要满足本标准的相关指标要求。

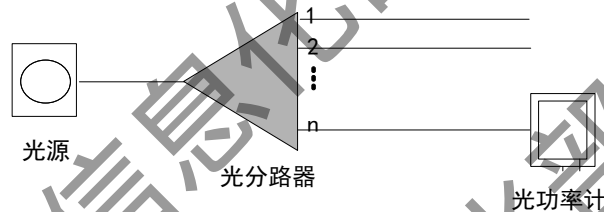


图 14 光分路器插入损耗测试示意图

2 用 PON 光时域反射仪测试的操作方法如下：

1) 采用 PON 光时域反射仪测试，其连接方法如图 15 所示；

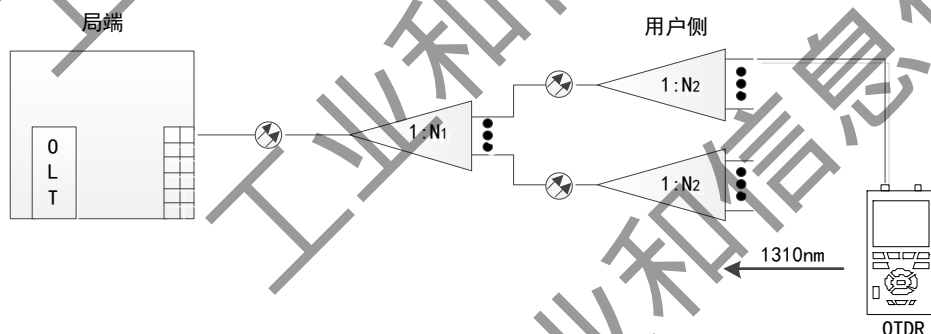


图 15 OLT 设备 PON 光时域反射仪测试示意图

- 2) 用跳纤将 OTDR 的发光口与被测光路连接;
- 3) 在 OTDR 上选择 1310nm 测试窗口, 并设置好测试折射率; 。
- 4) 选择 OTDR 量程为被测线路长度的 1.5 倍, 根据量程选择合适的脉冲宽度;
- 5) 选择自动或手动模式进行测试后形成图像, 观察测试图像。如果曲线平滑, 则将图像保存, 作为竣工技术文件的资料; 如有曲线异常则分析原因并及时进行故障的排除;
- 6) 在局端选择 OTDR 的 1490nm 测试窗口, 重复第 (2) 条和第 (5) 条的操作步骤测试下行数据。

## 9 验收

### 9.2 验收资料

9.2.2 隐蔽工程检验签证样表如表 26 所示。

表 26 隐蔽工程检验签证样表

隐蔽工程检验签证							
工程编号:							
工程名称:							
分部分项工程名称:							
建设地点:							
建设单位:							
施工单位:							
监理单位:							
序号	隐蔽项目	检查地点	检查时间	随工检查内容	质量评定结果	监理单位代表	施工单位代表

工业和信息化部标准报批稿


## 11 资源更新利用与拆除

### 11.1 更新利用

11.1.2 电子信息设备更新较快，全光网络废弃后可再利用的器件或设备否可以再利用，需要通过技术检测确定。拆解后不可再利用的废物如显示器、铅酸电池等，为避免造成环境污染不能随意丢弃、焚烧或存放，需要委托专业废物处理方处置。上述废物运输过程中破损会对环境造成污染，运输中飞散或掉落会对周边行人和车辆造成伤害，运输过程中需要必要防护措施。

### 11.2 拆除工程

11.2.2 拆除专项施工方案以原设计图纸和竣工资料为基础，主要包括拟拆除物、施工现场及毗邻区域内供水、排水、供电、供气、供热、通信等管线图纸及资料，气象和水文要求，通过科学部署和合理的施工，最大限度地节约资源，实现器件、设备和材料的可回收利用，减少对环境的负面影响。为避免拆除过程中发生安全事故，涉及密闭空间及其他危险拆除方案建议经专家论证后方可实施。