

智慧工厂F5G全光网 设计指南

Design Guide to F5G All-Optical Network
for Smart Factories



主编人员

张军、冯义、汤春荣、张锐利、孙盼、李德龙、熊鑫、顾雷鸣

刘栋、周琳、朱立彤、张旭、刚轶金、赵艳领、李涛、薛松

许森、杨光、吴峻、潘俊飞、高洪福、向正权、张薇、王志军

编写单位

ONA（中国电子节能技术协会绿色全光网络专业委员会）

华为技术有限公司

中国第一汽车集团有限公司

中国汽车工业工程有限公司（设计院）

江苏林洋能源股份有限公司

双良硅材料（包头）有限公司

中国电子工程设计院有限公司

中国五洲工程设计集团有限公司

中国机械工业建设集团有限公司

机械工业仪器仪表综合技术经济研究所

机械工业第六设计院有限公司

信息产业电子第十一设计研究院科技工程股份有限公司

上海诺基亚贝尔股份有限公司

长飞光纤光缆股份有限公司

神州数码集团股份有限公司

烽火通信科技股份有限公司

PREFACE

前言

随着制造业的不断发展和智能化转型，工厂对于网络通信的需求也日益增加。传统的网络架构已经无法满足工厂生产过程中对于大带宽、低延迟、高可靠的性能需求，因此，F5G 全光网作为一种新兴的网络技术，应运而生，为制造工厂的数字化转型提供了全新的解决方案。

本设计指南旨在为智慧工厂 F5G 全光网的设计提供指导和参考。通过解析 F5G 全光网的关键技术、设计原则和关键要素、详细设计、设计参考图集，我们希望读者能够更好地理解 F5G 全光网在制造工厂中的重要作用，掌握设计与部署的关键技术和方法。本指南将为制造工厂的网络设计者、工程师和决策者提供有益的参考，助力制造业实现数字化转型，提升生产效率和竞争力。

智慧工厂 F5G 全光网设计指南，聚焦阐述网络架构设计、关键技术选型、综合布线设计、设备选型、业务规划设计等方面的内容。若希望了解 F5G 全光网络方案、方案价值、案例，请参考《智慧工厂 F5G 全光网应用技术白皮书》。

CONTENTS

目 录

第 1 章	1
智慧工厂 F5G 全光网定义和关键技术	1
1.1 智慧工厂 F5G 全光网定义	2
1.1.1 F5G 定义	2
1.1.2 智慧工厂 F5G 全光网定义	2
1.2 智慧工厂 F5G 全光网和传统网络差异	3
1.2.1 网络架构差异	3
1.2.2 综合布线差异	5
1.3 智慧工厂 F5G 全光网关键技术	6
1.3.1 可靠性保障技术	6
1.3.2 确定性低时延技术	6
1.3.3 固定带宽保障技术	7
1.3.4 专网切片技术	7
1.3.5 智能运维技术	7
1.3.6 远程供电技术	7
第 2 章	8
智慧工厂 F5G 全光网设计原则和关键要素	8
2.1 设计原则	9
2.2 关键要素	9

2.3 组网架构设计.....9

2.3.1 生产网独立建网，安防网和办公网融合建网..... 11

2.3.2 生产网、安防网、办公网独立建网12

2.3.3 生产网、安防网、办公网融合建网13

2.3.4 智慧工厂 F5G 全光网组网架构推荐参考13

2.4 PON 技术选择14

2.4.1 生产网 PON 技术选择.....15

2.4.2 办公网 PON 技术选择.....16

2.4.3 安防网 PON 技术选择.....17

2.4.4 PON 技术选择推荐.....17

2.5 保护方式选择.....17

2.5.1 Type B 保护18

2.5.2 Type C 保护18

2.5.3 保护方式选择推荐.....19

2.6 分光比设计20

2.6.1 分光比设计推荐原则.....20

2.6.2 分光器选型推荐原则.....21

第 3 章 22

智慧工厂 F5G 全光网场景详细设计 22

3.1 生产网络设计.....23

3.1.1 生产网网络架构23

3.1.2 生产网综合布线设计.....24

3.2 办公网络设计.....30

3.2.1 办公网网络架构30

3.2.2 办公网综合布线设计.....31

3.3 安防网络设计.....34

3.3.1 安防网网络架构	34
3.3.2 安防网综合布线设计	35
3.4 智慧工厂 F5G 全光网设备选型建议	37
3.4.1 OLT 设备选型建议	37
3.4.2 ONU 设备选型建议	39

第 4 章 **43**

智慧工厂 F5G 全光网业务配置规划设计 **43**

4.1 业务功能配置规划建议	44
4.1.1 VLAN 规划	44
4.1.2 二层互通规划	46
4.1.3 Qos 配置规划	46
4.1.4 带宽配置规划	48
4.1.5 OLT 上行链路保护	50
4.1.6 环路检测功能	50
4.2 安全功能配置规划建议	51
4.2.1 网络准入认证方案	51
4.2.2 完整性和保密性	53
4.2.3 防私接 DHCP Server	53

第 5 章 **55**

智慧工厂 F5G 全光网智能化设计说明 **55**

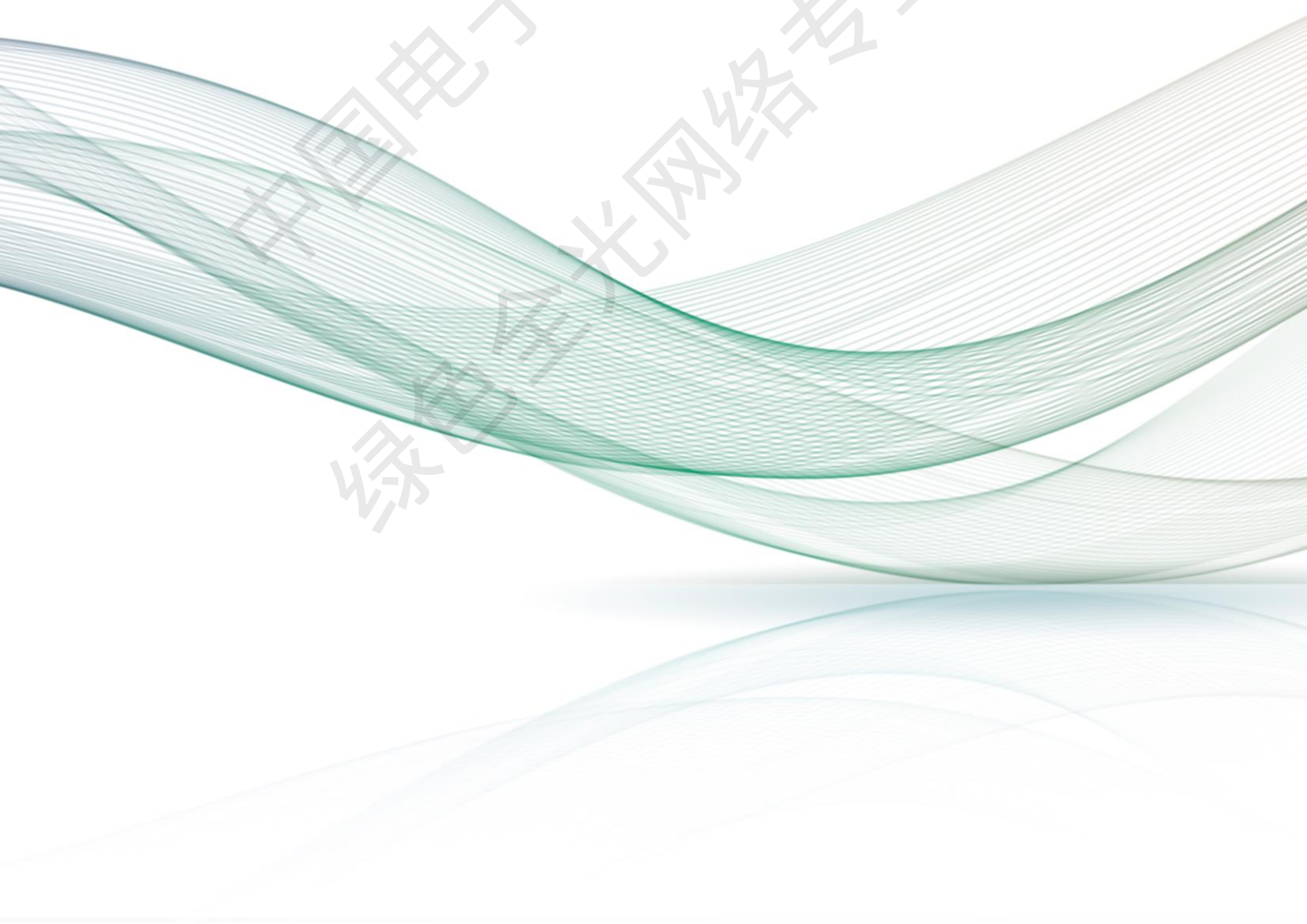
5.1 设计依据	56
5.1.1 项目概况	56
5.1.2 现行相关规范、标准:	56
5.2 设计范围	56

5.2.1 设计范围.....	56
5.2.2 工程界面.....	57
5.3 信息网络系统.....	57
5.3.1 系统内容.....	57
5.3.2 信息网络系统划分.....	57
5.3.3 网络系统架构	58
5.3.4 OLT	58
5.3.5 ONU.....	58
5.4 综合布线系统.....	59
5.4.1 垂直干线.....	59
5.4.2 水平布线.....	59
5.4.3 安装 ONU 的信息箱	59

第1章

智慧工厂 F5G 全光网定义和关键技术

中国电子节能技术协会
绿色全光网络专业委员会



1.1 智慧工厂 F5G 全光网定义

1.1.1 F5G 定义

F5G 是 The 5th Generation Fixed Networks 的缩写，即第五代固定网络。

F5G 是由中国提出的，欧洲电信标准协会 ETSI 接纳、业界广泛参与的最新一代固定网络。2019 年 6 月，中国信息通信研究院在上海移动大会上，首次提出了 F5G。2019 年底 ETSI 通过了 F5G 立项，对固定网络的代际作出了定义。F5G 的参与者有诸多机构成员，包括运营商（中国电信、中国联通、意大利电信、法国电信等）、设备商（华为、烽火、康普等）、研究机构（中国信通院、英国标准研究所等）。

F5G 具备了大带宽（eFBB，enhanced fixed broadband，增强型固定宽带），多连接（FFC，full-fiber connection，全光联接）和好体验（GRE，guaranteed reliable experience，极致体验）三个关键特征，其代表性的技术包括 10G PON 技术、每波长 200G/400G 光传输技术、下一代 OTN 技术等。

1.1.2 智慧工厂 F5G 全光网定义

随着光纤网络快速发展，光纤已走进工厂，从车间弱电间、机柜继续往下延伸至机器，智慧工厂 F5G 全光网解决方案已快速崛起。

智慧工厂 F5G 全光网给出了全新的定义：智慧工厂 F5G 全光网是以单模光纤为介质，采用 10G GPON（兼容 GPON）为主的第五代固定接入技术构建的园区网络，主要包括光线路终端 OLT、无源光配线网络 ODN、光网络单元 ONU 等，能够统一承载工业生产控制数据、生产现场感知数据、安防数据、办公数据、语音通话数据等多业务，具备简架构、易演进、智运维和高可靠等特性。

智慧工厂 F5G 全光网主要采用的是 F5G 无源光局域网（POL）技术，OLT 设备和 ONU 设备通过无源的分光器实现 P2MP 的连接。

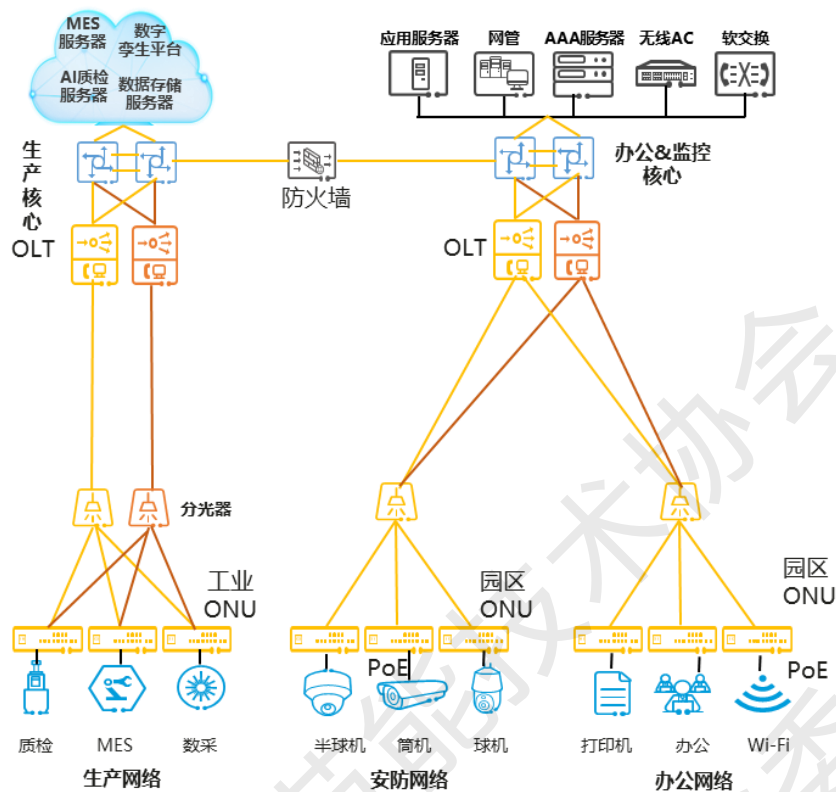


图 1-1 智慧工厂 F5G 全光网定义

F5G 为智慧工厂园区的生产网络、安防网络、办公网络提供了全新的网络解决方案。

1.2 智慧工厂 F5G 全光网和传统网络差异

1.2.1 网络架构差异

传统以太网交换机网络，核心交换机部署于核心机房，汇聚交换机部署于生产车间弱电间、办公楼宇弱电间或者楼层弱电间，接入交换机一般部署于生产车间机柜、办公楼层弱电间。核心交换机、汇聚交换机和接入交换机之间通常采用光纤互连。生产车间机柜、办公楼层弱电间的接入交换机提供标准的以太网端口，提供各种用户终端的接入能力。从接入交换机到各种用户终端采用网线，线缆长度通常不大于 90 米。

智慧工厂 F5G 全光网的核心交换机和 OLT 部署于核心机房，无源分光器（简称“分光器”）通常放置于生产车间弱电间、办公楼层弱电间，ONU 放置于尽可能靠近最终接入终端的位置。核心交换机及 OLT 和 ONU 之间采用单模光纤互连。ONU 提供标准的以太网端口，

提供各种接入终端的接入能力。从 ONU 到各种接入终端采用网线，网线长度通常小于 5 米。

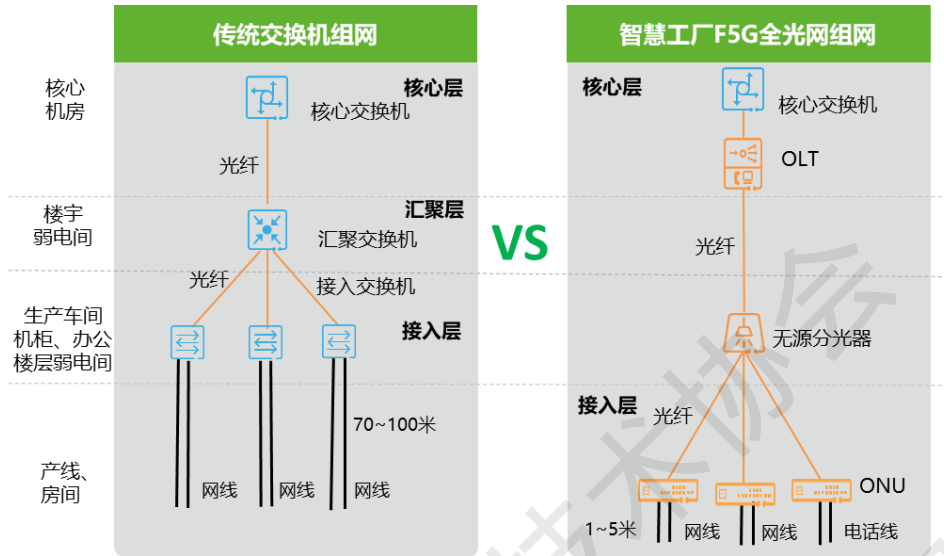


图 1-2 网络架构差异

传统以太网交换机网络主要由以太网交换机和网线组成，传统以太网一般采用三层架构，主要包括核心层、汇聚层和接入层；而智慧工厂 F5G 全光网架构采用扁平化二层架构，主要包括核心层和接入层，使用分光器代替了传统交换机组网的汇聚层网络设备及光模块，简化了网络架构、故障率更低、性价比更高。

表 1-1 智慧工厂 F5G 全光网和传统以太网交换机网络比较

网络类型	核心层	汇聚层	接入层
交换机网络	核心交换机	汇聚交换机	接入交换机
智慧工厂 F5G 全光网	核心交换机/OLT	分光器	ONU

智慧工厂 F5G 全光网采用的设备和技术与传统以太网交换机网络也有区别。智慧工厂 F5G 全光网主要采用的是 OLT 和 ONU 设备，OLT 和 ONU 通过分光器联接，采用的是基于 F5G 的 POL 技术；而传统以太网交换机网络，采用的是核心交换机、汇聚交换机和接入网交换机等交换机设备，采用的是传统的以太网交换技术。

智慧工厂 F5G 全光网中，ONU 需尽可能靠近最终接入终端安装，以缩短 ONU 到最终用户终端的网线长度，简化综合布线的同时便于未来带宽平滑演进。

1.2.2 综合布线差异

智慧工厂 F5G 全光网和传统以太网交换机网络在综合布线上也有差异，主要是在接入层水平布线上有差异。

传统以太网交换机网络的综合布线中，核心交换机部署于园区的核心机房，汇聚交换机通常部署于弱电间，接入交换机通常部署于生产车间机柜或办公楼层的弱电间。核心交换机和汇聚交换机之间，汇聚交换机和接入交换机之间都是采用光纤进行连接，但是从生产车间机柜或办公楼层弱电间到接入设备的水平布线采用的是水平电缆，通常采用的水平电缆包括 Cat5（5 类线）、Cat6（6 类线）、Cat6A（超 6 类线）、Cat7（7 类线）、Cat7A（超 7 类线）等。

智慧工厂 F5G 全光网的综合布线主要是采用光纤。核心交换机和 OLT 部署于园区的核心机房，弱电间只部署分光器，从核心机房到楼宇/楼层弱电间采用光纤进行连接。ONU 设备部署于车间机台或办公桌面等工作区域，从弱电间到这些工作区域之间采用单模光纤进行水平布线。

智慧工厂 F5G 全光网和传统以太网交换机网络在布线上的差异如图 1-3 所示。

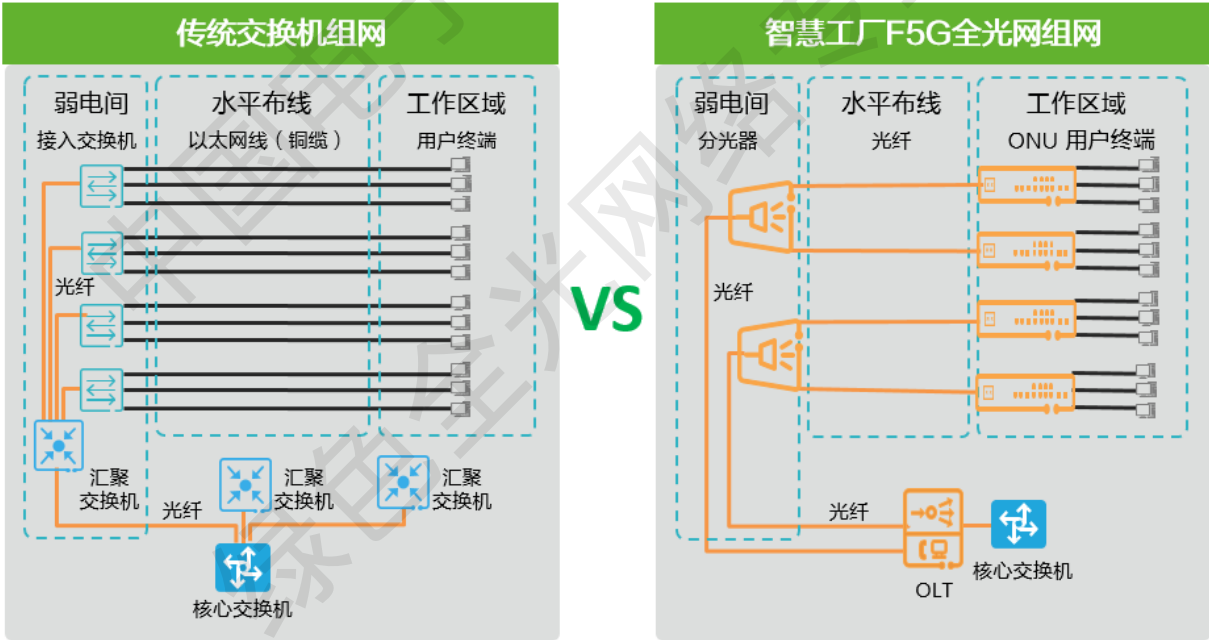


图 1-3 综合布线差异

智慧工厂 F5G 全光网和传统以太网交换机网络的主干布线、水平布线的差异如 0 所示。

表 1-2 智慧工厂 F5G 全光网和传统以太网交换机网络的比较

综合布线	主干	水平	工作区
交换机网络	光缆	网线（4 对对绞电缆）	网线
智慧工厂 F5G 全光网	光缆	光缆（光纤）	网线/光纤

1.3 智慧工厂 F5G 全光网关键技术

1.3.1 可靠性保障技术

可靠性保障技术是确保数据传输稳定性和连续性的关键，在 F5G 全光网络的构建中，光纤链路保护采用 Type B 和 Type C 两种保护方案来提高网络的可靠性。Type C 保护方案提供全链路的双冗余保护，覆盖从 OLT 到 ONU 之间的光链路、分光器。这种方案因其全方位的保护而具有最高的可靠性。为了进一步增强网络的自愈能力，降低光纤链路故障导致的系统切换自愈时间，Type C 方案还结合了快速倒换和双发选收技术，确保光纤链路出现故障时，生产业务不会中断。因此，Type C 保护方案适用于智慧工厂的车间生产网络，确保生产业务全时在线。

相比之下，Type B 保护方案专注于 OLT 与分光器之间的光链路保护，虽然可靠性较高，但没有 Type C 方案全面。Type B 保护方案适用于智慧工厂的办公网络和安防网络。

1.3.2 确定性低时延技术

制造企业在远程工业控制、机器人协同作业等应用场景不但对网络时延有明确要求，更要求网络能够保障时延抖动不能过大，F5G 全光网具备确定性时延技术，实现远程控制、远程协作类业务“准时、准确、快速”的数据传输。F5G 全光网用固定带宽分配技术降低动态带宽调整引入的时延和抖动，同时采用 Multi-burst 技术提升数据调度频率，从而降低传输时延。

1.3.3 固定带宽保障技术

智慧工厂制造车间的生产网络承载了多项重要业务，包括 MES、数据采集、工业控制和 AI 质检等。这些业务需要稳定的端到端带宽支持，以确保不会因为突发流量而导致数据丢失。采用 F5G 全光网的时分复用和 DBA 动态带宽分配技术，能够为制造车间生产业务提供可靠的端到端带宽通道，确保不同终端之间的业务具备独立的带宽资源。制造车间的 AI 质检业务的大带宽和高突发的业务流量将不会抢占或干扰 MES、数采、工业控制等业务流量的带宽，并提高生产业务数据传输的确定性。

1.3.4 专网切片技术

智慧工厂园区通常需要构建多个物理网络，包括车间生产网、企业安防网和企业办公网等。采用 F5G 全光网的专网切片技术可以将这些网络统一承载在一张物理网络上。这样做不仅可以有效减少网络设备的数量，提高网络设备的利用率，简化企业的运维负担，还能够确保不同专网之间的转发资源隔离和数据安全隔离。

1.3.5 智能运维技术

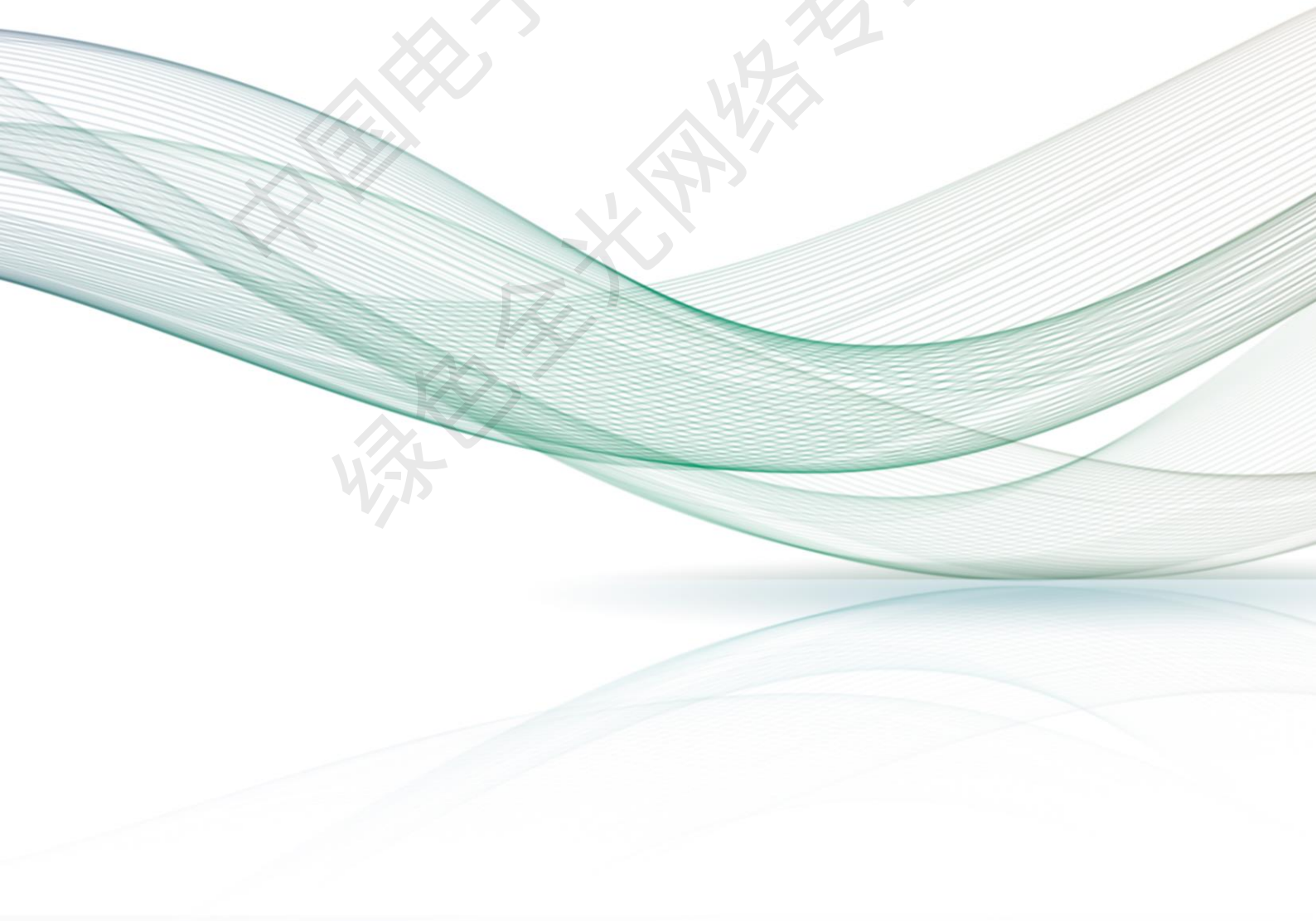
随着制造企业网络规模和复杂度的持续增加，网络运维的复杂度也在不断上升，急需采取自动化措施来降低对运维人员技能的要求，从而降低运营支出。F5G 全光网的智能运维技术可以实现网络性能感知，实时监测网络的运行状态和健康状况（如网络带宽、时延、误码丢包等），并支持对网络实时性能数据进行综合分析和处理。此外，结合人工智能技术，还可以提供网络故障自动检测和网络状态主动预测能力，帮助企业降低运维门槛，节约运维成本。

1.3.6 远程供电技术

由于制造工厂的现场环境复杂多样，存在一些工厂内难以为 ONU 设备供电的问题。例如，一些半导体制造工厂不允许使用产线生产设备的供电系统为 ONU 供电。F5G 全光网络的远程供电技术可以采用集中供电单元通过光电复合缆远程为 ONU 供电。针对需要远距离通信的现场通信设备，可以部署光电复合缆，这样既可以通过光纤传输数据，同时还可以为工业现场的 ONU 设备提供安全可靠的供电能力。

第2章

智慧工厂 F5G 全光网设计原则和关键要素



2.1 设计原则

建设单位需求优先原则：规划设计一定要基于建设单位设计任务书及设计要求或者应用场景等正式需求文件进行设计，满足建设单位的使用要求。

可靠性原则：组网和设备可靠性需满足建设单位要求，充分考虑设备及物理线路的冗余备份。

可扩展性原则：网络设备以及 ODN 基础设施需具备可扩展性，如 OLT 有可用于扩展的槽位，ONU 具有多余的空闲接口，光缆有一定的光纤资源预留，光路连接设备有多余的连接接口，以及安装空间有预留等，方便后续满足其他业务接入、带宽及信息节点扩容、网络整体升级等要求。

经济性原则：需考虑网络系统综合成本最优，要统筹考虑设备成本、工程成本、维护成本，以及后期管理的便利性，充分利用既有可用资源。

易实施性原则：项目建设要尽量做到线缆少、节点少，布线路由合理，布线空间充足，设备安装位置及空间适当，以便于工程实施与维护。

易维护性原则：选择通用型的基础设施结构件及光路器件等，以便备件替换等。

易管理性原则：建议在网络中配置网络管理单元，对于 ODN 管理要求高的场合，可考虑相应的线路管理系统，以便于日常监控网络状态、快速定位故障节点。

2.2 关键要素

智慧工厂 F5G 全光网设计关键要素包括：组网架构设计，PON 技术选择，保护方式选择，分光比设计。在项目网络方案设计时，应该按照先后顺序，逐一明确设计要素的确切方案。

2.3 组网架构设计

制造工厂网络根据服务对象及功能属性，一般配备生产网、办公网、安防网。

生产网服务于企业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、制造数字孪生系统等。

安防网服务于安防系统包括厂务监控系统 FMCS、建筑设备管理系统等。建筑设备管理系统实现对冷热源、供暖通风和空气调节、给水排水、供配电、照明、电梯等监控及计量。

办公网服务于办公系统满足企业员工日常办公需要。上述应用网络根据安全性要求、系统规模和生产组织管理的使用需求。

F5G 硬隔离专网切片技术为智慧工厂 F5G 全光网园区的生产网络、安防网络、办公网络提供了全新的组网方案。智慧工厂 F5G 全光网架构推荐三种方式，三种方式均有各自的特点，也有实际应用案例。

- 模式 1：生产网独立建网，安防和办公网融合建网。
- 模式 2：生产网、安防网、办公网独立建网。
- 模式 3：生产网、安防网、办公网融合组网。

应根据具体的项目建设单位需求，选择匹配建设单位需求的组网架构。下文将详细介绍三种组网架构方式，并给出不同方式的适用场景。

2.3.1 生产网独立建网，安防网和办公网融合建网

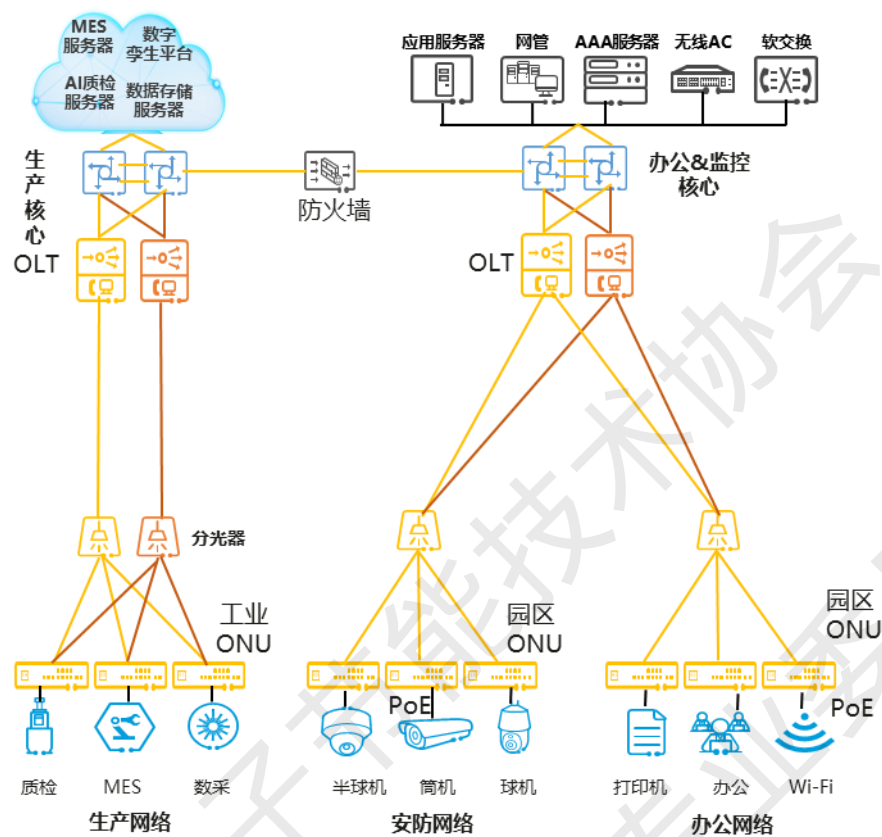


图 2-1 智慧工厂 F5G 全光网架构示意（生产网独立、安防和办公网融合）

生产网络独立建网，其接入层至核心层的网络设备和光纤链路与办公网和安防网的网络设备物理隔离，最大程度上保证生产网络的独立性、可靠性、安全性。生产网络与办公网、安防网之间通过防火墙通信。

办公网和安防网融合组网，F5G 全光硬隔离专网切片技术，可为办公网、视频网分配独立的专网切片，切片间流量数据相互隔离。可以在确保安全性的同时，提升网络设备和基础设施的利用率。

2.3.2 生产网、安防网、办公网独立建网

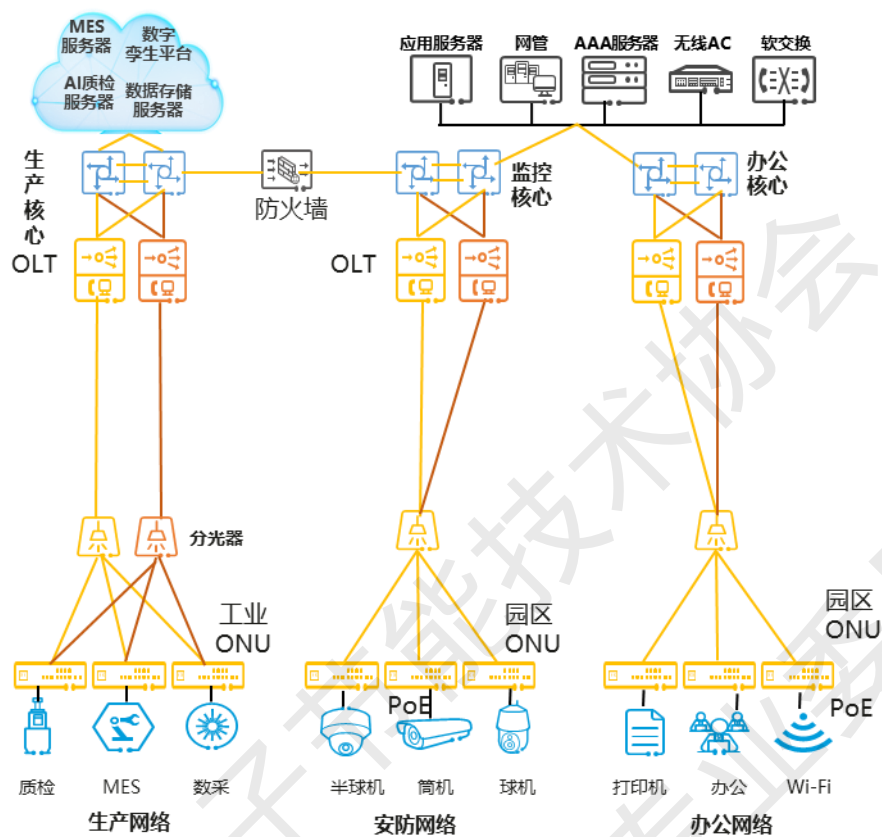


图 2-2 智慧工厂 F5G 全光网架构示意（生产网、安防网、办公网独立）

生产网、安防网、办公网完全独立建网，最大限度的保持生产业务、安防业务、办公业务的独立性、可靠性、安全性。安防网和办公网的设备、光纤基础设施不能互相利用，建网成本相对较高。

2.3.3 生产网、安防网、办公网融合建网

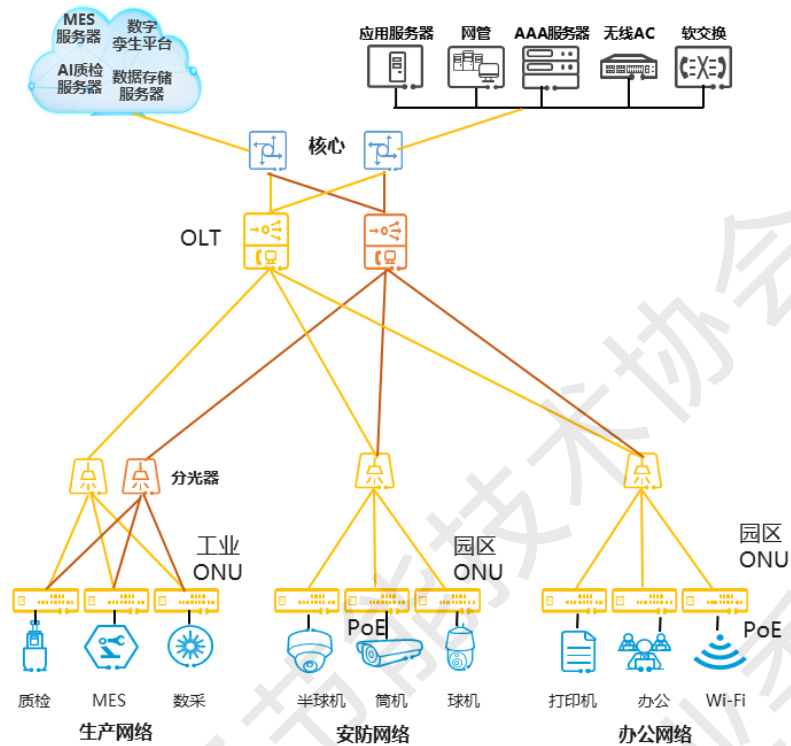


图 2-3 智慧工厂 F5G 全光网架构示意（生产网、安防网、办公网融合建网）

生产网、安防网、办公网融合独立建网。F5G 全光硬隔离专网切片技术，可为生产网、办公网、视频网分配独立的专网切片，切片间流量数据相互隔离。可以在确保安全性的同时，提升网络设备和基础设施的利用率。

2.3.4 智慧工厂 F5G 全光网组网架构推荐参考

建议根据实际项目场景，结合安全隔离性要求、建网成本要求，选择合适的组网结构，推荐参考如 0 所示。

表 2-1 智慧工厂 F5G 全光网组网架构推荐参考表

组网架构	安全、隔离	建网成本	推荐场景
生产网独立建网，安防网和办公网融合建网	生产网物理隔离， 安防网和办公网专网切片 隔离	中	大型制造企业，安防网 和办公网切片隔离节省 投资

生产网、安防网、办公网 独立建网	生产网、安防网、办公 网，物理隔离	高	大型制造企业，明确要 求物理隔离
生产网、安防网、办公网 融合建网	生产网、安防网、办公 网，专网切片隔离	低	中小型制造企业，节省 投资

2.4 PON 技术选择

智慧工厂 F5G 全光网 PON 技术包括：GPON 、XGS-PON、XGS-PON & GPON Combo PON 技术。其中，GPON 技术 OLT 单个 PON 口下行带宽 2.5Gbps、上行带宽 1.25Gbps。XGS-PON 技术 OLT 单个 PON 口上行、下行带宽均为 10Gbps。

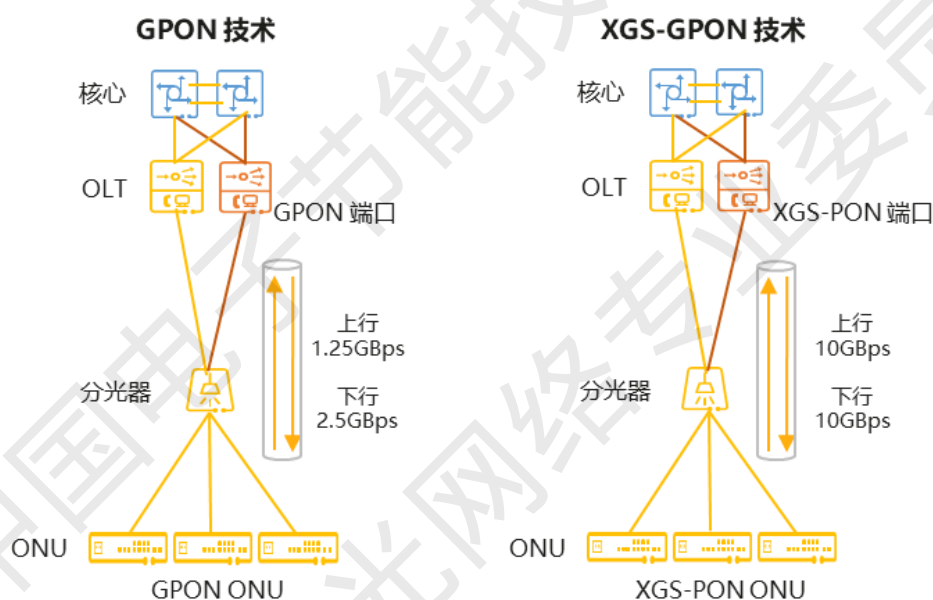


图 2-4 GPON 技术和 XGS-PON 技术上下行带宽说明

XGS-PON & GPON Combo 技术是 GPON 和 XGS-PON 技术融合接入技术，同时支持 GPON 业务通道和 XGS-PON 业务通道进行业务数据传输，GPON/XGS-PON 业务通道采用不同的光波长独立传输。支持 XGS-PON & GPON Combo 技术的业务单板的 PON 口支持同时接入 GPON 和 XGS-PON 类型的 ONU。

XGS-PON & GPON COMBO PON 技术

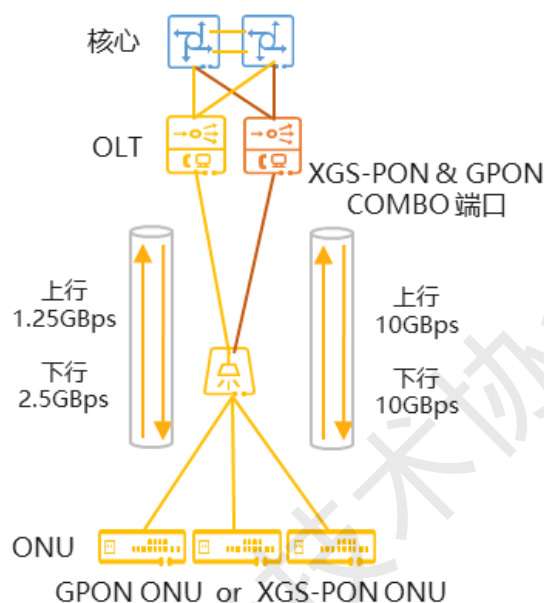


图 2-5 XGS-PON & GPON COMBO PON 技术上下行带宽说明

生产网、办公网、安防网根据业务流量实际需要选择适合的 PON 技术，在满足业务流量对带宽需求的同时，避免造成带宽资源和投资的浪费。

2.4.1 生产网 PON 技术选择

不同制造工厂的生产网络对数据流量的带宽要求不同，按照场景可分为高流量场景和普通流量场景。不同的场景可根据不同的带宽需求选择不同的 PON 技术，避免造成带宽资源和投资的浪费。

高流量场景

高清质检业务：高清质检业务的终端高清工业相机，由于工业相机数据传输通常是不压缩的，高清工业相机所需的带宽的计算方式：分辨率*帧率*单像素 bit 数。

例如，高清工业相机的分辨率是 1280*960，帧率是 30fps，单像素 bit 数是 8，那么一台工业相机所需要的带宽为 $1280*960*30*8/1024/1024 = 281.25\text{Mbps}$ 。此类高清 AI 质检业务的产线，单台高清工业相机所需的带宽>200Mbps，则推荐采用 XGS-PON 技术，以支撑大流量的数据的上传和下载。

普通流量场景

普通质检业务：普通质检业务的终端是普通工业相机，此类工业相机的分辨率不高，帧率较低，所需的带宽<100Mbps，推荐采用 GPON 技术。

MES 业务：MES 工控机、PC、扫码终端，对带宽需求不高，所需的带宽<12Mbps，推荐采用 GPON 技术。

数采业务：MES 工控机、机器信息接口、数采网关，对带宽需求不高，所需的带宽<12Mbps，推荐采用 GPON 技术。

无线 AP 业务：PDA 终端、手机、PAD、PC、AGV，对带宽需求不高，所需的带宽<20Mbps，推荐采用 GPON 技术。

表 2-2 生产网常见业务类型与网络带宽要求

业务类型	终端类型	业务数据	带宽要求	PON 技术
高清质检	高清工业相机	高清图像、高帧率	200Mbps ~ 500Mbps	XGS-PON
质检	工业相机	高清图像	~100Mbps	GPON
MES	MES 工控机/PC/扫码终端	生产控制数据	~12Mbps	GPON
数采	MES 工控机/机器信息接口/数采网关	生产状态数据	~12Mbps	GPON
无线 AP	PDA 终端/手机/PAD/PC/AGV	生产状态数据/物流控制数据	~20Mbps	GPON

2.4.2 办公网 PON 技术选择

办公网有线接入类终端类型包括：PC、打印机、会议终端等，此类业务所需的峰值带宽<100Mbps，平均带宽<40Mbps，因此推荐采用 GPON 技术。

办公网无线 Wi-Fi AP 接入场景，AP 对带宽需求较高，单 AP 峰值带宽<1000Mbps，平均带宽<200Mbps。因此，推荐采用 XGS-PON 技术。

表 2-3 办公网常见业务类型与网络带宽要求

业务类型	终端类型	业务数据	带宽要求	PON 技术
办公有线	PC、打印机、会议终端	数据、图像、视频	40Mbps ~ 100Mbps	GPON
办公无线	Wi-Fi AP	高清图像	200Mbps ~ 1000Mbps	XGS-PON

2.4.3 安防网 PON 技术选择

安防网，高清视频摄像机的带宽约 12Mbps，建筑设备管理系统的各类传感、计量设备所需带宽约 4Mbps，推荐采用 GPON 技术。

2.4.4 PON 技术选择推荐

综上所述，生产网、办公网、安防网根据业务流量实际需要选择适合的 PON 技术，在满足业务流量对带宽需求的同时，避免造成带宽资源和投资的浪费。推荐如 0 所示。

表 2-4 PON 技术选择推荐参考表

场景	推荐 PON 技术	ONU 款型
生产网	XGS-PON & GPON Combo PON	普通流量业务：GPON 高流量业务：XGS-PON
办公网	XGS-PON & GPON Combo PON	有线接入：GPON 无线 AP 接入：XGS-PON
安防网	GPON	GPON

2.5 保护方式选择

F5G 全光网的组网保护方式分为 Type B 保护和 Type C 保护。配置了 Type B 保护和 Type C 保护后，若被保护部件出现了故障，F5G 全光网络可直接触发倒换，业务在 30ms 内自愈，无需人工干预。

2.5.1 Type B 保护

F5G 全光网的 Type B 保护方式：PON 网络中 OLT 的 PON 口、主干光纤均双路冗余的保护。

单归属保护方式：分光器的 2 根上行光纤（主干光纤）接到 1 台 OLT 的 2 个不同 PON 端口进行保护。

双归属保护方式：分光器的 2 根上行光纤（主干光纤）分别接到 2 台 OLT 的不同 PON 端口进行保护。

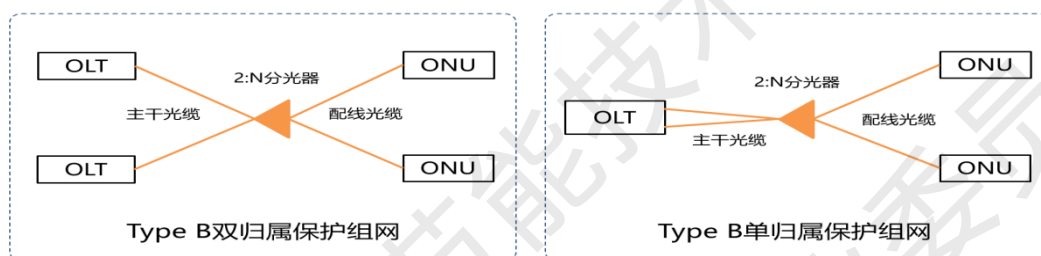


图 2-6 F5G 全光网 Type B 保护方式

Type B 双归属保护方式可实现对主干光纤和 OLT（包括 OLT 设备，OLT 的 PON 端口和 OLT 的上行端口）的保护。

Type B 双归属保护方式需配置 2 台独立的 OLT 设备（双倍的 PON 端口数量），2：N 的分光器，双倍的主干光缆，通用的单 PON 口上行的 ONU 设备。

智慧工厂 F5G 全光网办公网、安防网宜采用 Type B 双归属的方式进行组网保护。

2.5.2 Type C 保护

F5G 全光网的 Type C 保护方式：PON 网络中 OLT 的 PON 口、ONU 的 PON 口、主干光纤、配线光纤、分光器均双路冗余的保护。

单归属保护方式：不同的分光器上行光纤（主干光纤）接到 1 台 OLT 的 2 个不同 PON 端口进行保护。

双归属保护方式：不同的分光器上行光纤（主干光纤）分别接到 2 台 OLT 的不同 PON 端口进行保护。

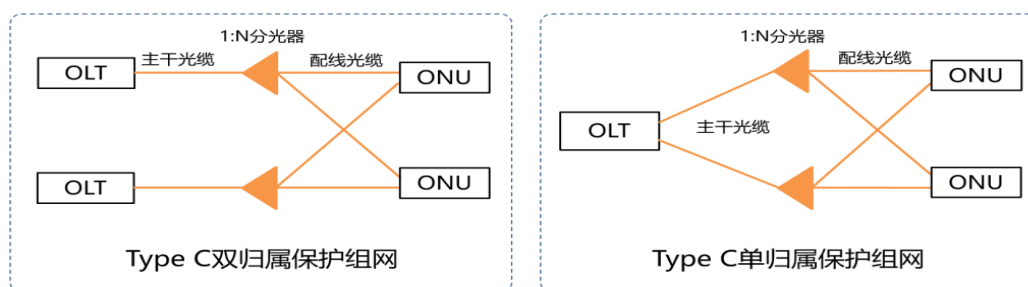


图 2-7 F5G 全光网 Type C 保护方式

Type C 双归属保护方式可实现对 OLT（包括 OLT 设备，OLT 的 PON 端口和 OLT 的上行端口）、主干光缆、分光器、配线光缆和 ONU 上行 PON 端口的保护。

Type C 双归属保护方式需配置 2 台独立的 OLT 设备（双倍的 PON 端口数量），双倍的 1: N 分光器，双倍的主干光缆，双倍的配线光缆及支持双 PON 口上行的 ONU 设备。

Type C 双归属保护支持了端到端的冗余备份保护，可靠性高，生产网宜采用 Type C 双归属的方式进行组网保护。

2.5.3 保护方式选择推荐

Type C 双归属保护方式相比 Type B 双归属保护方式可靠性更高，但需要冗余配置分光器、分支光纤、ONU PON 光模块，会额外增加建网成本。智慧工厂 F5G 全光网网络保护方式的需综合考虑：业务可靠性要求和建网成本因素。推荐的保护方式如表 2-5 所示。

表 2-5 组网保护方式选择推荐参考表

保护方式	保护范围	推荐场景
Type B 双归属	OLT 设备，OLT 的 PON 端口和 OLT 的上行端口、主干光纤	生产网，办公网，安防网
Type C 双归属	OLT 设备，OLT 的 PON 端口和 OLT 的上行端口、主干光缆、分光器、配线光缆和 ONU 上行 PON 端口	生产网

2.6 分光比设计

2.6.1 分光比设计推荐原则

分光比是指单个 OLT PON 口下实际接入 ONU 的最大数量。分光比的设计应满足 OLT PON 口下 ONU ETH 口所接入业务对带宽的要求。ONU ETH 口的保证带宽和分光比的计算如下表所示：

表 2-6 业务带宽和分光比计算关系

PON 技术	PON 口带宽	分光比	ONU ETH 口数	可保证带宽
GPON	~1024Mbps	SPL_n	ETH_n	$1024/(SPL_n * ETH_n)$
XGS-PON	~10240Mbps	SPL_n	ETH_n	$10240/(SPL_n * ETH_n)$

结合制造工厂的业务特征，推荐典型的光分比设计原则推荐如下：

- 4 口 ONU 推荐采用 1:16 分光比。GPON 场景，ONU 单 ETH 口保证带宽 16Mbps，峰值带宽 1000Mbps。XGS-PON 场景，ONU 单 ETH 口保证带宽 160Mbps，峰值带宽 10000Mbps。
- 8 口 ONU 推荐采用 1:8 分光比。GPON 场景，ONU 单 ETH 口保证带宽 16Mbps，峰值带宽 1000Mbps。XGS-PON 场景，ONU 单 ETH 口保证带宽 160Mbps，峰值带宽 10000Mbps。
- 24 口 ONU 推荐采用 1:4 分光比。GPON 场景，ONU 单 ETH 口保证带宽 10Mbps，峰值带宽 1000Mbps。XGS-PON 场景，ONU 单 ETH 口保证带宽 100Mbps，峰值带宽 10000Mbps。
- 4 口 ONU 和 8 口 ONU 混用的场景，推荐采用 1:8 分光比。
- ONU ETH 口的保证带宽可以根据实际需求进行配置，上述提供的是用于设计分光比的典型保证带宽

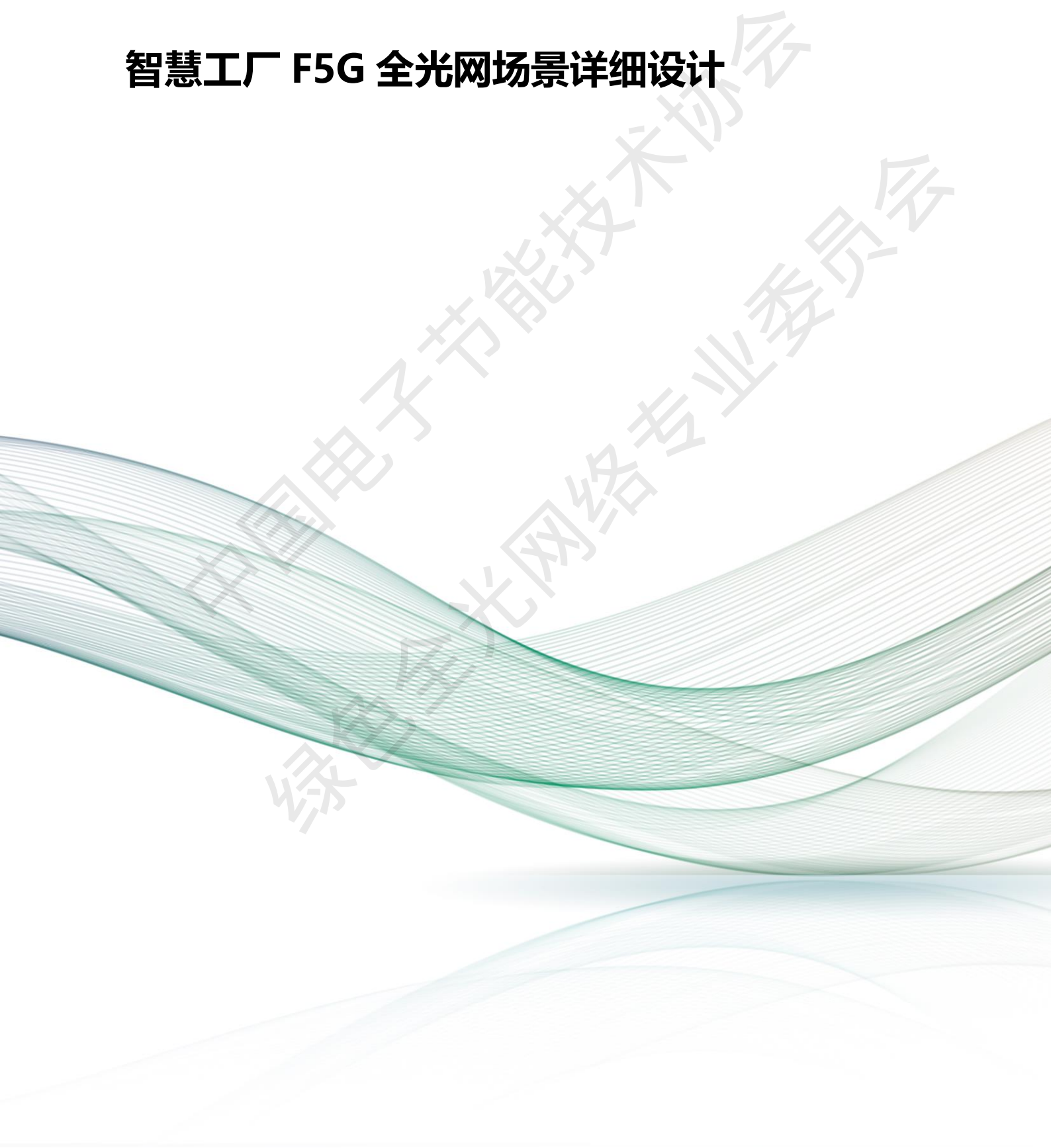
2.6.2 分光器选型推荐原则

分光比确定后，分光器选型应预留一定数量的端口用于扩展、扩容。分光器选型推荐原则如下：

- 推荐采用机架式分光器，分光器光纤接口类型推荐采用 SC/UPC 接口，和 ONU 光纤接口类型保持一致。
- 推荐采用 2:N 分光器，可以同时应用于 Type B 和 Type C 两种组网保护方式。
- 1:16 分光比，推荐采用 2:16 分光器。一台机架式分光器，内置 2 组 2:16 分光器。
- 1:8 分光比，推荐采用 2:8 分光器。一台机架式分光器，内置 3 组 2:8 分光器。
- 1:4 分光比，推荐采用 2:8 分光器。一台机架式分光器，内置 3 组 2:8 分光器。
- 分光器只分光功率，不分带宽，每台 ONU 的带宽可以由 OLT 动态分配。

第3章

智慧工厂 F5G 全光网场景详细设计



3.1 生产网络设计

3.1.1 生产网网络架构

生产网网络架构如图 3-1 所示。网络核心层由生产核心交换机和光汇聚 OLT 设备构成，部署在工厂的中心机房。汇聚层由分光器构成，通常部署在工厂车间的弱电间或车间机柜。接入层由工业级 ONU 构成，ONU 部署在机器机柜或机柜附近的信息箱。

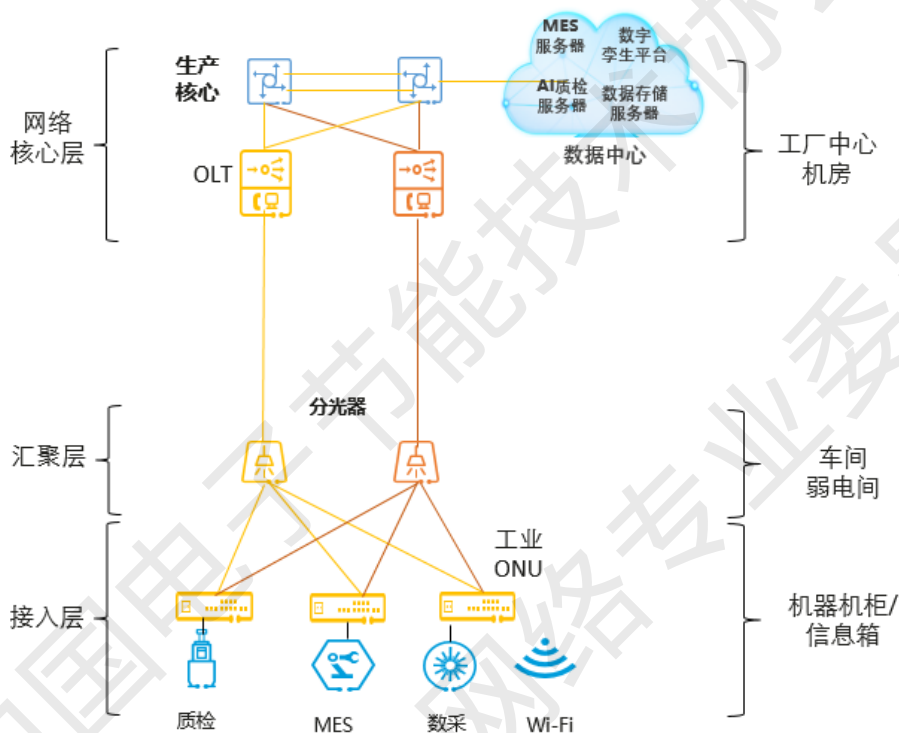


图 3-1 智慧工厂 F5G 全光网生产网络架构示意

生产网络采用 Type C 双归属保护组网。在核心层，需要配置 2 台 OLT 设备互为保护备份、分担业务流量，其中一台 OLT 发生故障时，系统自动将业务切换至另一台 OLT，确保了核心层网络可靠性。在汇聚层，分光器两台一组互为备份，在其中一台分光器端口联接断开时，系统自动将业务切换至另一台分光器，确保了汇聚层设备的可靠性。光纤链路方面，从核心层 OLT 至接入层 ONU 的光纤链路均采用双冗余保护，在其中一路光纤发生中断故障时，系统自动将业务切换至备用光纤链路，确保物理传输介质的可靠性。

3.1.2 生产网综合布线设计

生产网的综合布线设计，根据信息点分布密度、分光器部署位置和 ONU 安装方式不同，归纳总结了两种场景方案：高密场景和低密场景。工厂生产网络可以结合其生产业务接入点位分布特点和设备安装条件选择合适的方案。

表 3-1 生产网络综合布线建议场景方案

场景方案	典型制造工厂	单车间信息点数量	分光器部署位置	ONU 安装方式
高密场景	半导体电子、光伏电池、新能源电池等	~1000	车间现场机柜	机器内 DIN 导轨安装
低密场景	车辆制造、重工制造、轻工业制造等	~200	车间弱电间	机器附近信息箱内安装

高密场景

生产网高密场景综合布线方案如图 3-2 所示。

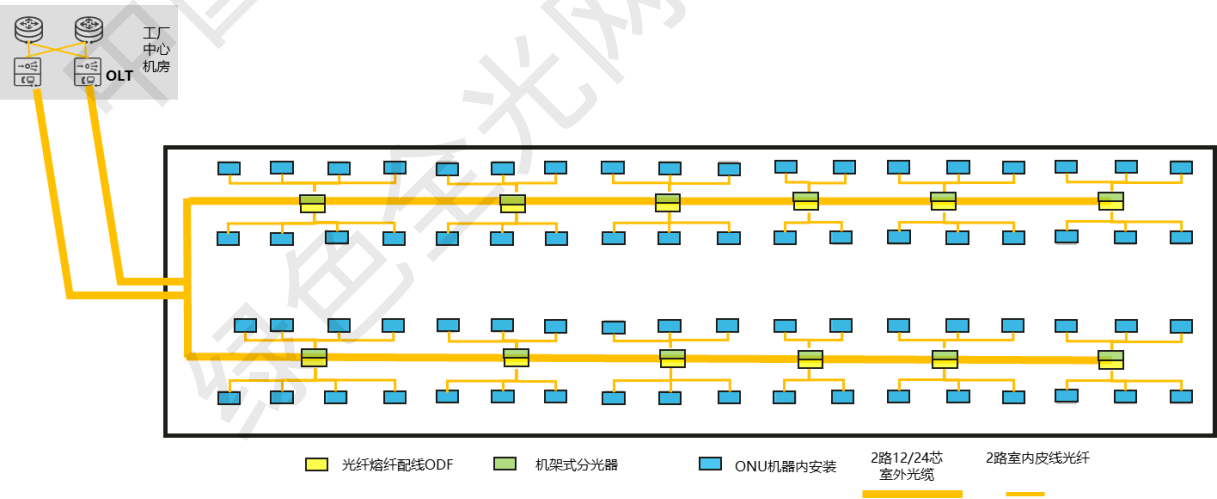


图 3-2 生产网高密场景综合布线方案

- OLT 安装部署

OLT 和生产核心交换机部署在工厂中心机房，安装在 19 英寸标准机柜中，OLT 通过光纤跳线与核心交换机建立连接。

工厂中心机房应配置相应数量的光纤熔纤配线单元 ODF，用于室外多芯光缆的熔纤配线。光纤熔纤配线单元 ODF 安装在 19 英寸标准机柜中，ODF 产品形态如图 3-3 所示。



图 3-3 1U 48 口 SC/UPC ODF 子架

- 分光器安装部署

宜采用机架式分光器安装在 19 英寸标准机柜中，机柜如图 3-5 示意。根据生产车间 ONU 的分布密度规划机柜的数量和部署位置。机柜通常部署在工厂车间顶部夹层或地面的空间，以满足附近 ONU 光纤接入的需求。华为分光器产品如图 3-4 所示，分光器的接口类型应为 SC/UPC 接口，1U 尺寸的分光器可配置 3 组 2:8，2 组 2:16，1 组 2:32。



图 3-4 上架式分光器



图 3-5 标准 19 英寸 22U 机柜示意

安装分光器的机柜中，分光器的数量应根据附近接入 ONU 的数量计算。例如，附近 ONU 数量是 64 台，分光比设计为 1:16，那么分光器的数量为 2 台（每台配置 2 组 2:16 分光器）。需要注意的是安装分光器的机柜中还应配置相应数量的光纤熔纤配线单元 ODF，以满足熔纤配线的需要。

安装 OLT 的工厂中心机房的 ODF 和分光器机柜 ODF 之间建议采用 12 芯~24 芯的多芯铠装光缆连接。

- ONU 安装部署

ONU 宜采用标准 DIN 导轨的方式安装在机台内的 DIN 导轨上，也可采用挂壁式安装，安装在机台内空余空间。根据机器内接入信息点的数量部署相应数量的 ONU。



图 3-6 ONU DIN 导轨安装 和 挂壁式安装示意

ONU 和机架式分光器之间建议采用室内 1~2 芯蝶形光缆连接。蝶形光缆的截面外形像蝴蝶，故命名为蝶形光缆，主要是有 3 个部分构成，第一部分是单模光纤（通常是单芯，也有双芯的），放置于蝶形光缆中心；第二部分是加强件，放置于光缆的两侧；第三部分是低烟无卤的护套，对光缆进行保护。加强件也可分为金属加强件及非金属的玻璃纤维两种。蝶形光缆的外形尺寸通常为 $3.0 \pm 0.1\text{mm} \times 2.0 \pm 0.1\text{mm}$ ，蝶形光缆的示意图如图 3-7 所示。

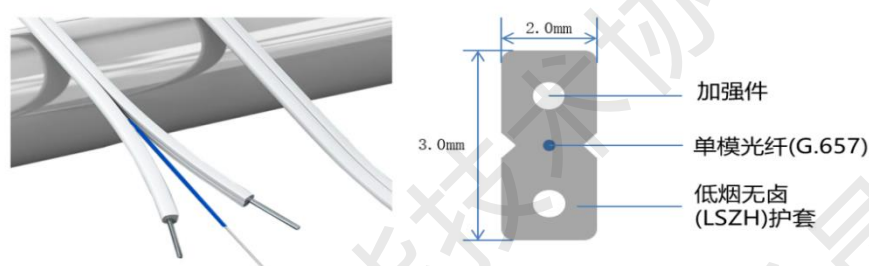


图 3-7 室内蝶形光缆示意图

亦可选择 2 端预成端 SC/UPC 接头的定长光纤，好处是可以免去现场熔纤操作。定长皮线光纤的长度可根据大多数 ONU 到分光器信息箱的距离加上留有充足余量确定，超过的部分可以在光纤走线架中迂回走线。若超过部分过长，可以考虑将分光器信息箱侧的一端根据实际所需长度剪断熔纤。



图 3-8 室内预成端皮线光纤

- ONU 供电方案

1) 方案一：建议在产线生产设备供电箱或供电柜内预留 220V 交流供电插座接口，并且在供电插座接口和产线生产设备用电之间采用空开隔离。此方案不仅能够确保 ONU 供电的可靠性，而且在经济上是最合适的选择。

2) 方案二：选用集成了 POF 供电单元的分光器设备，通过 POF 光电复合缆给 ONU 远程供电。此方案综合成本较高。

低密场景

生产网低密场景综合布线方案如 0 所示。OLT 和生产核心交换机部署在工厂中心机房，安装在 19 英寸标准机柜中，OLT 通过光纤跳线与核心交换机建立连接。

工厂中心机房应配置相应数量的光纤熔纤配线单元 ODF，用于室外多芯光缆的熔纤配线。光纤熔纤配线单元 ODF 安装在 19 英寸标准机柜中。

工厂中心机房和工厂车间弱电间之间铺设 2 路互为冗余保护的 24 芯~96 芯光缆。

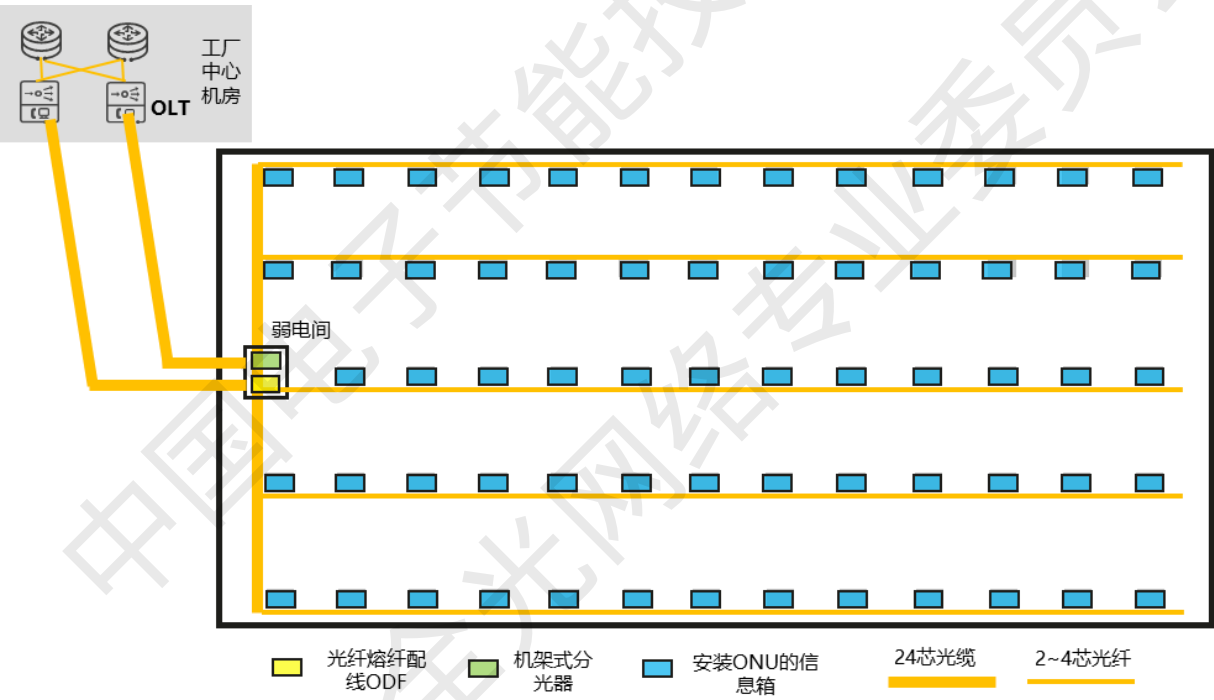


图 3-9 低密场景综合布线方案

车间现场的光纤熔纤配线单元 ODF 和机架式分光器安装在 19 英寸标准信息箱中，部署在生产车间的弱电间。ODF 用于室外多芯光缆和室内皮线光纤之间的熔纤配线。ODF 和分光器之间建议采用光纤跳纤建立连接。ODF 和分光器产品示意图前一章节。

ONU 宜采用标准 DIN 导轨或平铺的方式安装于信息箱内。信息箱的尺寸设计可参考 ONU 的尺寸选型或设计，同时预留插座和空开安装空间、光纤和网线走线空间。两个 ONU 信息箱设计实例，请参考 0 和 0。

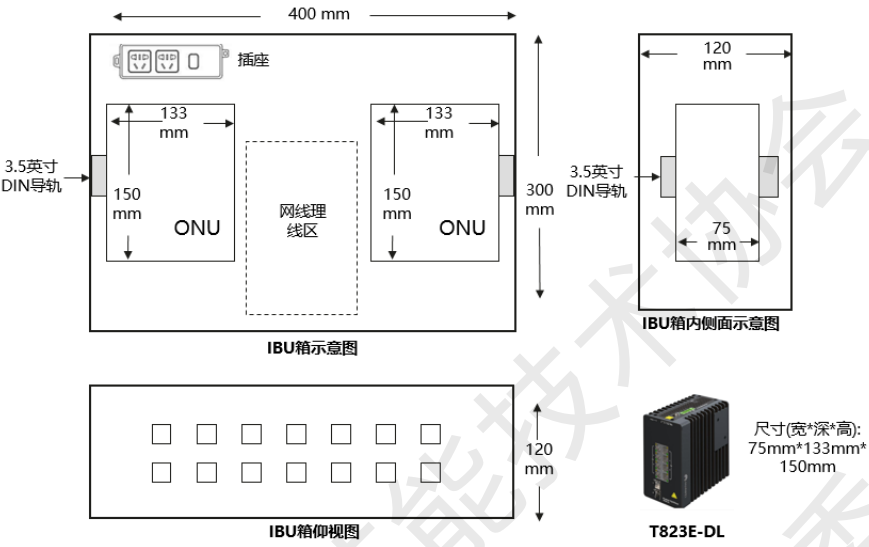


图 3-10 装 1-2 台 8 口 DIN 导轨 ONU

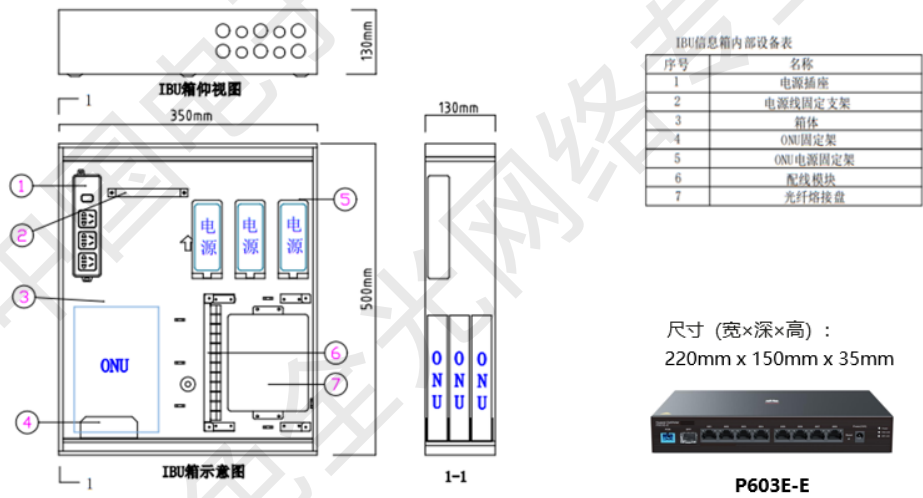


图 3-11 装 1-3 台 4/8 口平铺式 ONU

低密场景可采用 UPS 集中供电的方式给 ONU 供电，UPS 集中部署在工厂中心机房。也可以从 ONU 附近的配电柜插座取电。ONU 和机架式分光器之间建议采用室内 2-4 芯皮线光纤连接。

此类场景的工厂，通常采用的是工字钢建筑结构。ONU 的信息箱宜以内嵌方式安装在工字钢结构中。相比传统网络机柜方案可以有效节省安装空间，避免误碰、误撞交换机机柜导致的安全风险。



图 3-12 传统网络机柜 VS 光网络内嵌式信息箱

3.2 办公网络设计

企业园区办公网络是企业员工日常处理工作的重要载体，公司领导层、研发部门、财务部门、生产部门、供应部门、行政部门等均需要办公网络来承载日常的工作内容，办公网络的性能好坏对企业正常运营起到了至关重要的作用。

3.2.1 办公网网络架构

办公网网络架构如 0 所示。网络核心层由办公核心交换机和光汇聚 OLT 设备构成，部署在工厂中心机房。汇聚层由分光器构成，通常部署在办公楼层弱电间。接入层由园区 ONU 构成，ONU 部署在办公间的信息箱或桌面。

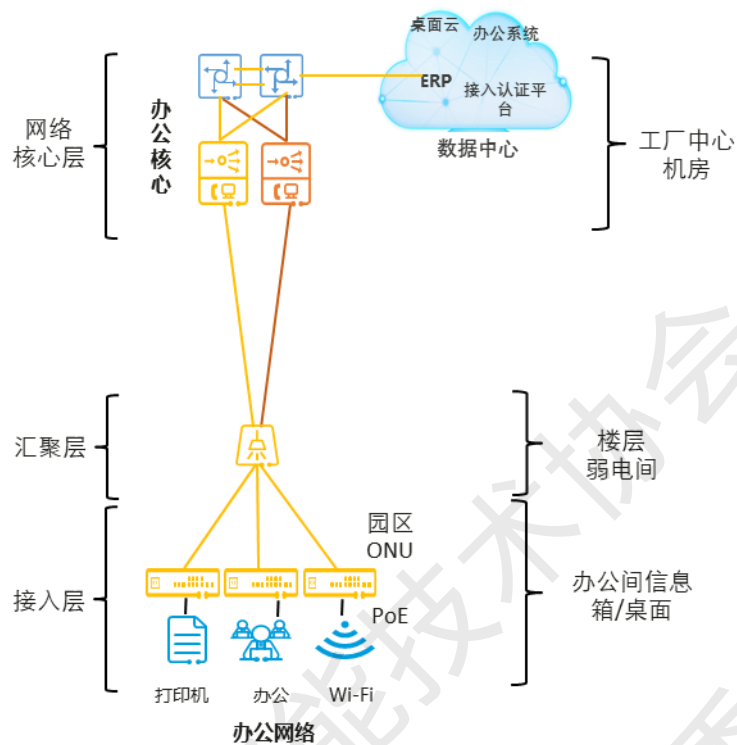


图 3-13 F5G 全光办公网络架构示意

3.2.2 办公网综合布线设计

总体而言，办公网络综合布线分为两种模式，如图 3-14 所示。模式一：全光网络综合布线模式，光纤部署到办公间内，ONU 安装在办公间或桌面。模式二：传统网络综合布线模式，光纤部署到楼层弱电间，ONU 安装在楼层弱电间。优先推荐全光综合布线模式，可以有效简化综合布线、降低综合布线造价。对于改建办公建筑原已有综合布线、办公间或桌面无法安装 ONU 的场景可以采用传统综合布线模式。

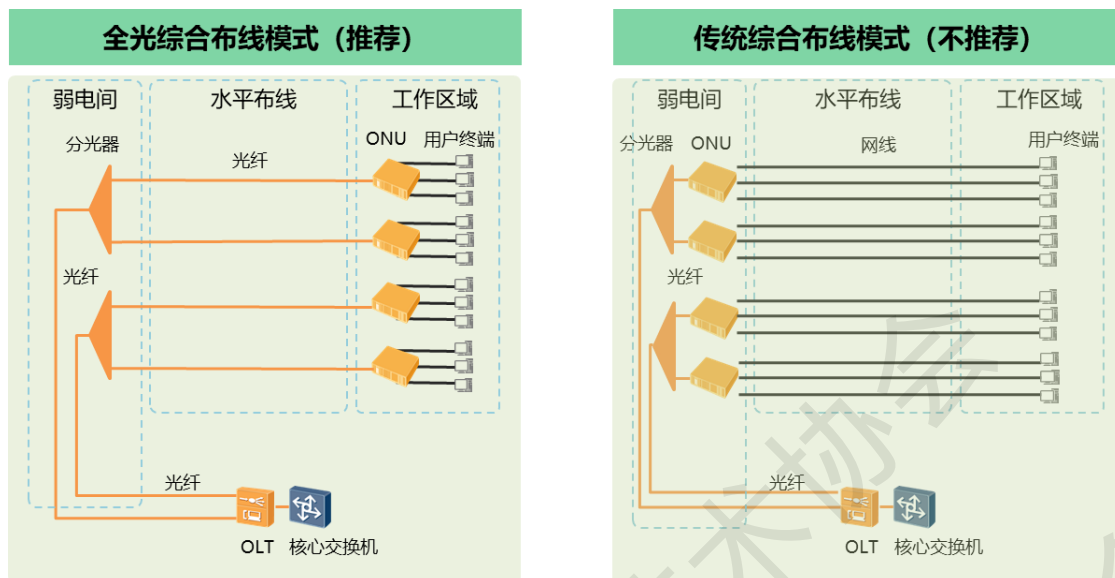


图 3-14 F5G 全光办公网络架构示意

如图 3-15 所示，智慧工厂办公园区一般包括会议室/办公室，大开间办公区，公共活动区 AP 和摄像机接入场景。

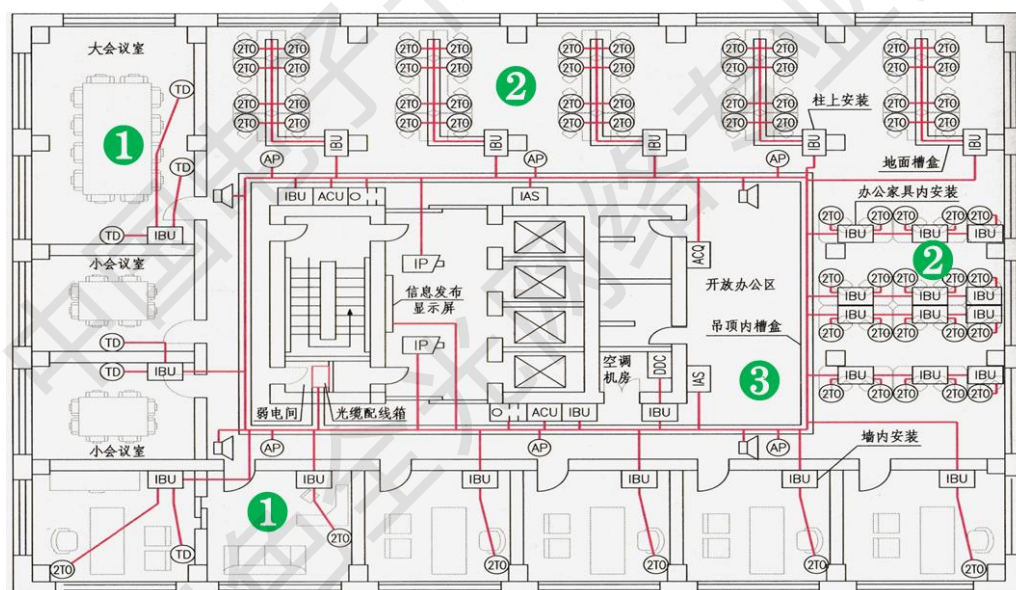


图 3-15 F5G 全光网络在办公场景的应用

会议室、办公室推荐采用光纤到房间（办公室）的部署方式，每个独立办公室布放 1 根 1 芯光缆（也可布放 1 根 2 芯光缆，1 芯使用，1 芯备份），在办公室内按需部署 4 口或 8 口 ONU（图 3-16），用于承载办公室内有线网络、无线网络、打印机、门禁等业务接入。独

立办公室内部署嵌墙式信息箱（图 3-17），可把 ONU 安装在信息箱内部。ONU 信息箱的设计可以参考图 3-18。



图 3-16 4/8 口 ONU 款型示意



图 3-17 信息箱安装示意

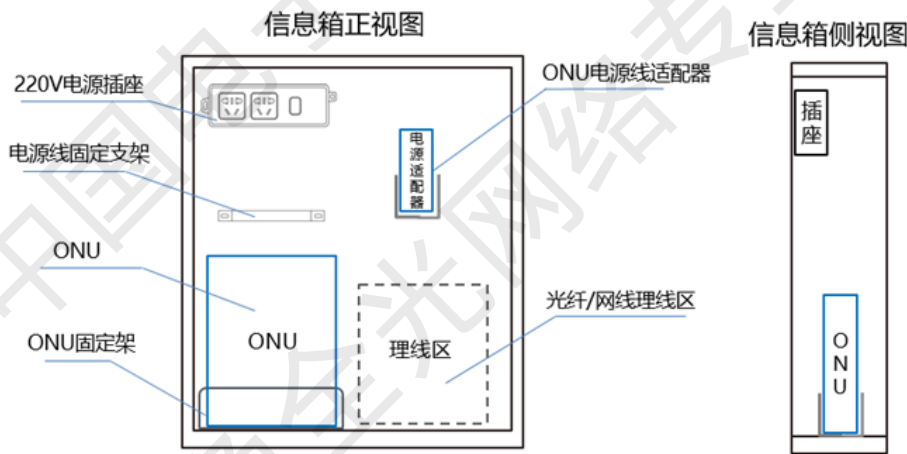


图 3-18 信息箱设计示意（可安装 1 台 4/8 GE 口 ONU）

大开间办公区场景，建议采用光纤到办公桌的部署方式，每两个或四个办公座位共享一台 4/8 口 ONU。ONU 可安装在办公桌下方的信息箱内（图 3-19）。推荐在办公桌附近的墙面安装 86 盒光纤 SC 面板，来自于弱电间的光纤在 SC 面板熔纤成端。桌面 ONU 采用成品光纤跳纤接入光纤 SC 面板。办公桌的位置变更时，ONU 可接入附近的光纤 SC 面板，便于灵活调整。

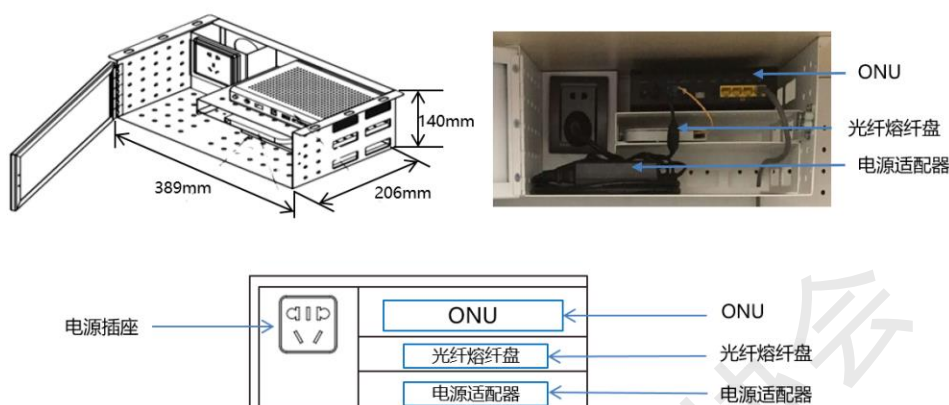


图 3-19 桌面底部信息箱设计示意

公共活动区域的 Wi-Fi AP 和摄像机接入场景，宜采用 24 口支持 POE 功能的 ONU（图 3-20），采用机架安装的方式安装在弱电间的机柜。



图 3-20 24 口 ONU 机架安装在弱电间

3.3 安防网络设计

安防网包括生产车间视频安防监控系统、办公区域视频安防监控系统、入侵报警系统、出入口控制系统、停车库（场）管理系统等。智慧工厂 F5G 全光网方案针对视频安防监控网采用光纤承载方式，通过无源光纤网络实现园区各个角落的监控摄像机数据高效回传。

3.3.1 安防网网络架构

安防网网络架构如 0 所示。网络核心层由安防核心交换机和光汇聚 OLT 设备构成，部署在工厂中心机房。汇聚层由分光器构成，室内场景通常部署在楼层弱电间，室外场景通常部署在室外柜。接入层由园区 POE ONU 构成，室内场景，ONU 通常部署在车间摄像机、传感器附近的信息箱，室外场景 ONU 通常部署在摄像机、传感器旁的远端信息箱。

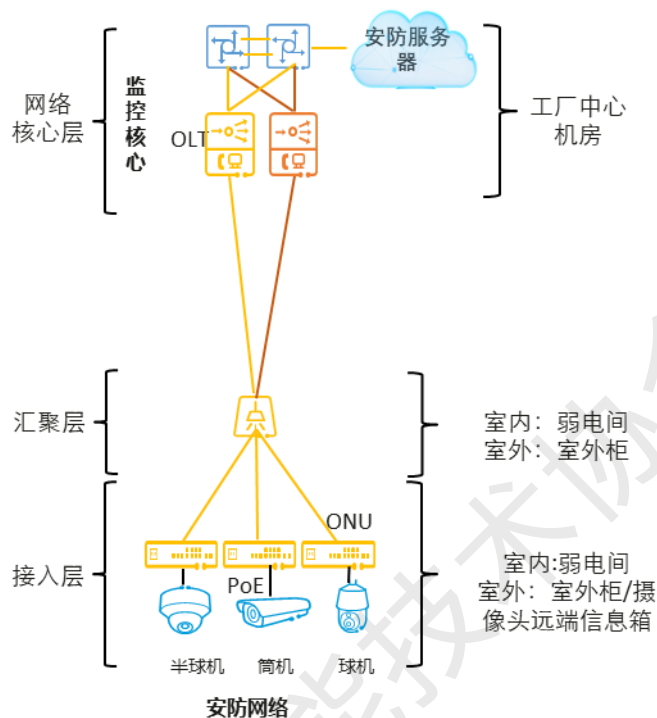


图 3-21 F5G 全光安防网络架构示意

3.3.2 安防网综合布线设计

智慧工厂园区的安防分为室内场景和室外场景。室内场景摄像机安装部署在生产车间、办公区的公共活动区域等室内场所。室外场景摄像机安装部署在园区外围墙、园区内的道路灯杆、办公大楼外围监控点等室外场所。

对于生产车间区域，如图 3-22 所示，推荐将机架式分光器部署在车间弱电间的信息箱。在每 6-8 个摄像机附近的墙面挂装信息箱，在信息箱中安装 8GE 口的 ONU。ONU 支持通过 PoE 的方式给生产车间区域的摄像机远程供电。

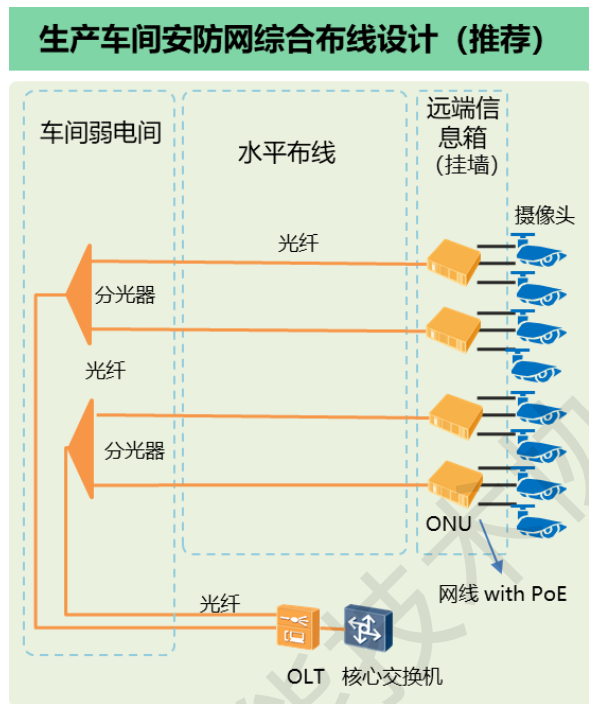


图 3-22 生产车间安防网综合布线设计

对于办公区的公共活动区域，如图 3-23 所示，推荐将机架式分光器和 ONU 部署在室内楼层弱电间的信息箱。根据楼层摄像机的数量，选择 8 至 24 GE 口的 ONU。ONU 支持通过 PoE 的方式给室内摄像机远程供电

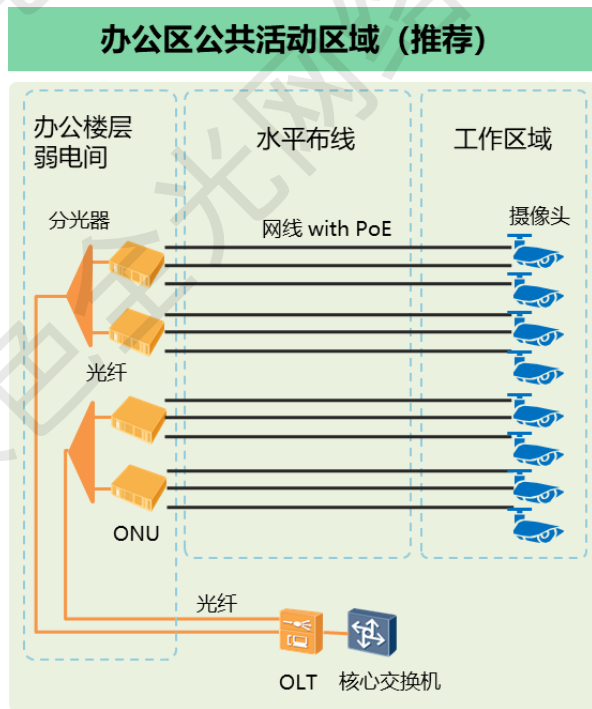


图 3-23 办公区公共活动区域安防网综合布线设计

对于室外场景，如图 3-24 所示，推荐将机架式分光器部署在附近的弱电间或室外柜中，室外款型 ONU 部署在摄像机旁边的远端信息箱，相邻的 4 台摄像机共用一台 4GE 口室外款型的 ONU，ONU 通过网线给摄像机 PoE 供电。

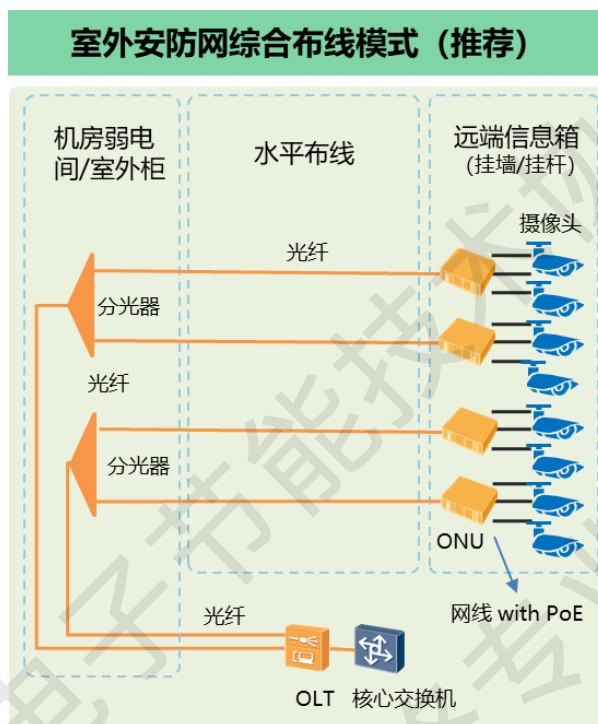


图 3-24 F5G 全光安防网络室外场景推荐综合布线模式

3.4 智慧工厂 F5G 全光网设备选型建议

3.4.1 OLT 设备选型建议

从 OLT 的 PON 端口数量及 OLT 的尺寸规模看，OLT 可以分为大规格 OLT，中规格 OLT 和小规格 OLT，选型时要根据 PON 端口数量及业务需求选择相应规格的 OLT，另外需要考虑用户量的增长和未来业务增长情况的影响。

OLT 的选择原则

根据所选用的不同 PON 技术选择不同的 OLT，如选择支持 GPON 的 OLT，或者选择支持 XGS-PON 的 OLT 等。对于支持插卡式的大规格 OLT 和中规格 OLT，应需要支持 GPON 板卡和 XGS-PON 板卡的混插，OLT 可以同时支持 GPON 和 XGS-PON。

F5G 全光网中，应根据 ONU 的总数量，结合选定的分光器的分光比（如果考虑分光器有预留，需要考虑分光器下实际带 ONU 的个数）进行计算，计算出 OLT 所需的 PON 端口数量。OLT 的 PON 端口总数可采用以下公式计算：

$$\text{PON 端口数量} = \text{ONU 总数} \div \text{分光比参数}。$$

- PON 端口数量：单台 OLT 或多台 OLT 所需的 PON 端口数量。
- ONU 总数：整个 F5G 全光网中（或 OLT 覆盖范围内）所接入的 ONU 总数。
- 分光比参数：根据业务带宽需求选择的分光比参数，如果是分光器下满配 ONU，则分光比参数为分光比；如果分光比下不满配 ONU，则分光比参数为实际带 ONU 的个数。如上面章节提到的采用 2:16 的分光器，但是每个分光器下只会接 8 个 ONU，那么这个分光比参数就按照 8 来计算。

OLT 需根据业务所需的可靠性需求进行选择，制造工厂场景下，建议选择支持主控单板 1+1 备份的插卡式 OLT 设备。

F5G 全光网的 OLT 推荐采用双归属保护，所以推荐配置 2 台 OLT 设备，上述公式计算出的 PON 端口数量需要乘以 2。

OLT 的部署位置

F5G 全光网中的 OLT 设备通常是 19 英寸宽，可安装于 19 英寸机柜中。

F5G 全光网中，OLT 部署可分为分布式部署和集中式部署。

- 分布式部署是指 OLT 分散在 F5G 全光园区的不同建筑内，实现部分建筑内信息节点的覆盖。

- 集中式部署是指 OLT 集中部署在 F5G 全光园区核心机房内，F5G 全光园区其他建筑物内不再放置 OLT 设备，只放置分光器设备，F5G 全光园区核心机房的 OLT 通过光纤连接到其他建筑物内的分光器，提供业务接入功能。

在智慧工厂园区场景中，考虑到减少管理节点，方便运维，推荐采用 OLT 集中部署的方式，OLT 设备和核心交换机都放置在园区的工厂中心机房内。

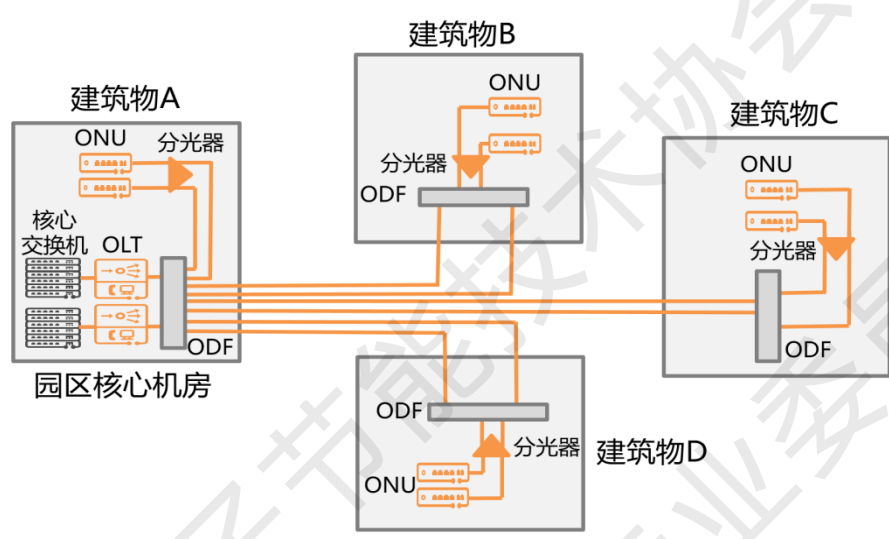


图 3-25 F5G 全光园区 OLT 集中部署

综述：F5G 全光网 OLT 建议采用双主控板卡备份的大规格 OLT 和中规格 OLT。需考虑采用 Type B/C 双归属保护，OLT 需要配置 2 台，相应的 PON 端口也是 2 倍。推荐 OLT 在智慧工厂园区的核心机房内集中部署。

3.4.2 ONU 设备选型建议

ONU 是智慧工厂 F5G 全光网的重要组成部分，应根据不同的应用场景和功能等选择 ONU。

ONU 选择的总则

- ONU 的选择和放置应尽可能靠近最终用户终端，缩短以太网线缆（铜缆）的距离，支撑未来带宽的平滑演进。生产网场景 ONU 设备宜选择安装在机台内、机器附近，办公网场景 ONU 设备宜选择安装在办公间、桌面，监控网场景 ONU 宜选择安装在监控摄像机附近。

- 生产网场景，ONU 设备安装在生产车间生产现场，因此生产现场的环境参数是 ONU 选型的重要考量因素。对于半导体、电子制造工厂而言，生产现场通常是无尘恒温车间，ONU 工作环境参数相对友好。对于车辆、重工、冶金、铸铁、锻造等行业的生产车间生产现场存在高温、高粉尘的环境，ONU 工作环境参数较为严苛，ONU 应支持工业级宽温。

- 办公网场景，一个封闭区间（如房间）应采用 1 个或多个 ONU 覆盖，尽量避免出现一个 ONU 覆盖多个房间，以降低故障定位和维护难度。

- ONU 选型时要考虑设备安装，保证安装的规范性、设备散热等。为便于部署与维护，项目中选用的 ONU 类型不宜过多。

- ONU 选择应尽量考虑美观，尽可能将信息箱暗装在墙内，光纤、网线和电源线等需提前预留。ONU 宜就近引入 220V 交流电源，可根据工程实际需要配置后备供电系统。

ONU 的选型指导

智慧工厂 F5G 全光网 ONU 的选型指导如下，可根据不同的需要和应用选择不同的 ONU 种类。

- 根据 F5G 全光网所采用的 PON 技术选择 ONU 型号。GPON 网络选择 GPON ONU，XGS-PON 网络选择 XGS-PON ONU。

- 根据 F5G 全光网的保护模式选择 ONU 型号。如果采用 Type B 保护，选择单 PON 口上行的 ONU；如果采用 Type C 保护，选择双 PON 口上行的 ONU。

- 根据 F5G 全光网的应用场景选择 ONU 型号。例如，生产网宜选择支持 DIN 导轨安装的 ONU，环境温度要求苛刻的场景宜选择支持工业级宽温的 ONU。

- 根据 F5G 全光网所接的业务类型选择 ONU 型号。如果接高端的 Wi-Fi6 AP，选择提供 10GE 接口和 POE++ 功能的 ONU；如果接摄像机等设备，选择提供 POE 功能和 GE 端口的 ONU；如果 ONU 需提供 Wi-Fi 功能，选择支持 Wi-Fi 功能的 ONU 设备。

- 根据不同区域的信息点数量要求选择不同的 ONU 型号。例如电梯间/走廊等公共区域，可考虑就近放置信息箱，若无法放置信息箱，可考虑在弱电间放置 24GE 口的 ONU。

智慧工厂 F5G 全光网场景，推荐 ONU 选型参考如下：

表 3-2 生产网 ONU 选型参考

设备类型	主要功能	接口要求	支撑业务	安装方式
生产类型 1	数据接入	以太网口	MES、数采、AI 质检等生产数据接入	信息箱安装，产线机台设备内 DIN 导轨安装
生产类型 2	数据接入，可选 POE 供电	双 PON 上行口，以太网口	MES、数采、AI 质检等生产数据接入	信息箱安装、产线机台设备内 DIN 导轨安装
生产类型 3	数据接入，串口及数字量输入输出	双 PON 上行口，以太网口，RS485/232 接口，DI/DO 接口	MES、数采、AI 质检等生产数据接入，物联终端，传感器，工业控制终端接入	信息箱安装、产线机台设备内 DIN 导轨安装
生产类型 4	数据接入，可选 POE 供电	双 PON 上行口，以太网口	以太网，IP 数据，IP 视频	标准 19 英寸机柜

表 3-3 办公网 ONU 选型参考

设备类型	主要功能	接口要求	支撑业务	安装方式
办公类型 1	数据接入	以太网口	以太网，IP 数据，IP 视频	信息箱安装
办公类型 2	数据接入，语音接入	以太网口，POTS 口	以太网，IP 数据，IP 视频，模拟语音	信息箱安装
办公类型 3	数据接入，POE 供电	以太网口，POE 供电	以太网，IP 数据，IP 视频，POE	信息箱安装
办公类型 4	数据接入，Wi-Fi	以太网口，Wi-Fi	以太网，IP 数据，IP 视频，Wi-Fi	挂墙安装或吸顶安装
办公类型 5	数据接入，POE 供电	以太网口，POE 供电	以太网，IP 数据，IP 视频，POE	19 英寸机柜安装
办公类型 6	数据接入，可选 Wi-Fi	以太网口，可选 Wi-Fi	以太网，IP 数据，IP 视频，Wi-Fi	86 信息面板安装

表 3-4 监控网 ONU 选型参考

设备类型	主要功能	接口要求	支撑业务	安装方式
安防类型 1	安防摄像机接入，门禁接入	以太网口	以太网，IP 数据，IP 视频	信息箱安装
安防类型 2	安防摄像机接入，门禁接入，POE 供电	以太网口，POE 供电	以太网，IP 数据，IP 视频，POE	信息箱安装
安防类型 3	安防摄像机接入，门禁接入，POE 供电	以太网口，POE 供电	以太网，IP 数据，IP 视频，POE	19 英寸机柜安装
安防类型 4	安防摄像机接入，门禁接入，POE 供电	以太网口，可选 POE 供电	以太网，IP 数据，IP 视频，可选 POE	室外一体化设计，采用室外型信息箱安装

第4章

智慧工厂 F5G 全光网业务配置规划设计

中国电子节能技术协会
绿色全光网络专业委员会

4.1 业务功能配置规划建议

4.1.1 VLAN 规划

智慧工厂 F5G 全光网络方案分为两部分网络，如图 4-1 所示：

- IP 网络：核心交换机、防火墙、路由器基于三层 IP 路由转发，三层网关设置在核心交换机，业务之间的互访，通过路由策略，防火墙策略进行控制。
- 全光网络：OLT 和 ONU 基于二层 VLAN 转发。基于业务进行 VLAN 划分，严格控制不同业务间的互访。

全光网络是一个二层转发网络，各类型业务的区分与隔离主要通过 VLAN 来实现，VLAN 规划设计建议遵循如下原则：

- 按照不同业务区域划分不同的 VLAN。
- 同一业务区域按照具体的业务类型划分不同的 VLAN。
- VLAN 编号建议连续分配，以保证 VLAN 资源合理利用。
- 建议预留一定数目 VLAN 以方便后续扩展。

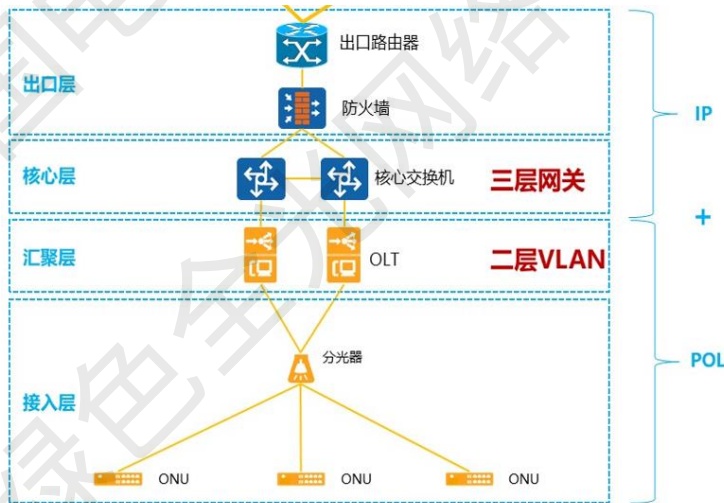


图 4-1 F5G 全光网络 VLAN 规划示意

VLAN 是虚拟局域网，采用 VLAN ID 来区分不同的局域网，在相同 VLAN 的用户/终端设备，处于同一个转发广播域中，流量可互通也可隔离（可配置，默认隔离）。在不同

VLAN 的用户/终端设备，流量是互相隔离的，不能直接互访。如果需要互通，需要在路由器上面做三层互通。

VLAN 规划要基于业务功能来划分，生产网、办公网、安防网中的每种业务均采用不同的业务 VLAN，可进行业务的逻辑隔离，保证业务流量之间在 OLT 不能直接二层访问，避免不同业务的业务流量互相影响。

表 4-1 VLAN 规划参考

网络分类	业务类型	终端类型	VLAN 规划
生产网	MES	MES 工控机/PC/扫码终端	100~199
	高清质检	高清工业相机	200~299
	质检	工业相机	300~399
	数采	MES 工控机/机器信息接口/数采网关	400~499
	无线 AP	PDA 终端/手机/PAD/PC/AGV	500~699
办公网	桌面办公	电脑	700~799
	打印机	打印机	800~899
	会议系统	视频会议终端	900~999
	无线 AP	PDA 终端/手机/PAD/PC/AGV	1000~1299
安防网	安防	摄像机	1300~1399
	门禁/传感	门禁、传感器等终端	1400~1499

注 1：每个业务设置了 VLAN 范围，主要是预留扩展性，OLT 总共支持 4078 个 VLAN，可以很好地满足各种业务的规划。

注 2：为了避免二层广播域过大，相同的业务也可以在预留的 VLAN 范围内，使用不同 VLAN ID，如不同车间的 MES 业务，可采取不同的 VLAN。

4.1.2 二层互通规划

对于需要二层互通的业务，只要加入相同的业务 VLAN，可以在 OLT 上面基于 VLAN 开启二层互通功能，以实现 OLT 下相同 VLAN 业务之间二层互通。默认 OLT 二层互通的功能是关闭的，即禁止 OLT 下相同 VLAN 业务之间二层互通。

- 不同 ONU 的二层互通，需要在 OLT 上面进行互通。
- 相同 ONU 不同端口的二层互通，可以在 ONU 本地进行互通，不同端口配置相同 VLAN 即可互通。

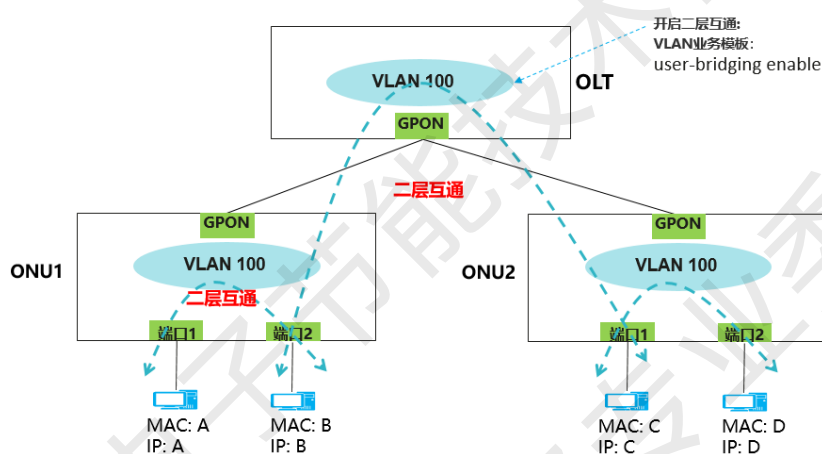


图 4-2 二层互通示意

4.1.3 Qos 配置规划

良好的 QoS 规划，是保障工厂网络业务平稳运行的关键，可以有效降低网络时延，减少抖动，避免核心业务丢包，导致业务受损。

QoS 优先级规划

全光网络设备中所有的物理端口，都具备 8 个优先级队列，优先级队列的调度方式缺省为严格优先级调度（PQ），只要高优先级队列有业务，在端口拥塞时会严格保障高优先级业务，调度效果如 0 所示，高优先级的队列的报文可以优先出队：

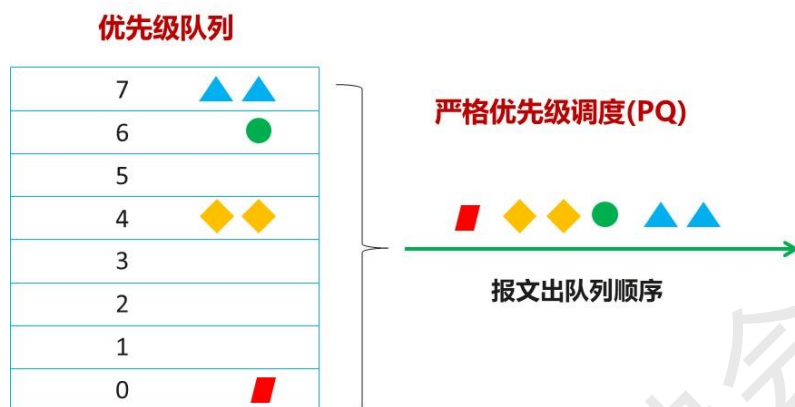


图 4-3 优先级调度示意

报文进入优先级队列主要根据报文中 VLAN 的 802.1p 优先级，也可以设置根据报文中 IP 优先级入队列，业务优先级规划的原则是：

- 业务的重要程度，越重要的业务规划相对高的优先级。
- 丢包敏感和时延更敏感的业务，尽量规划相对高的优先级。

QoS 优先级策略规划的基本原则

- 原则 1：信任全光网络边界内部的报文优先级。
- 原则 2：不信任全光网络边界外部的报文优先级，对边界外部的报文按照业务类型进行重新标记。

建议按 0 进行规划：

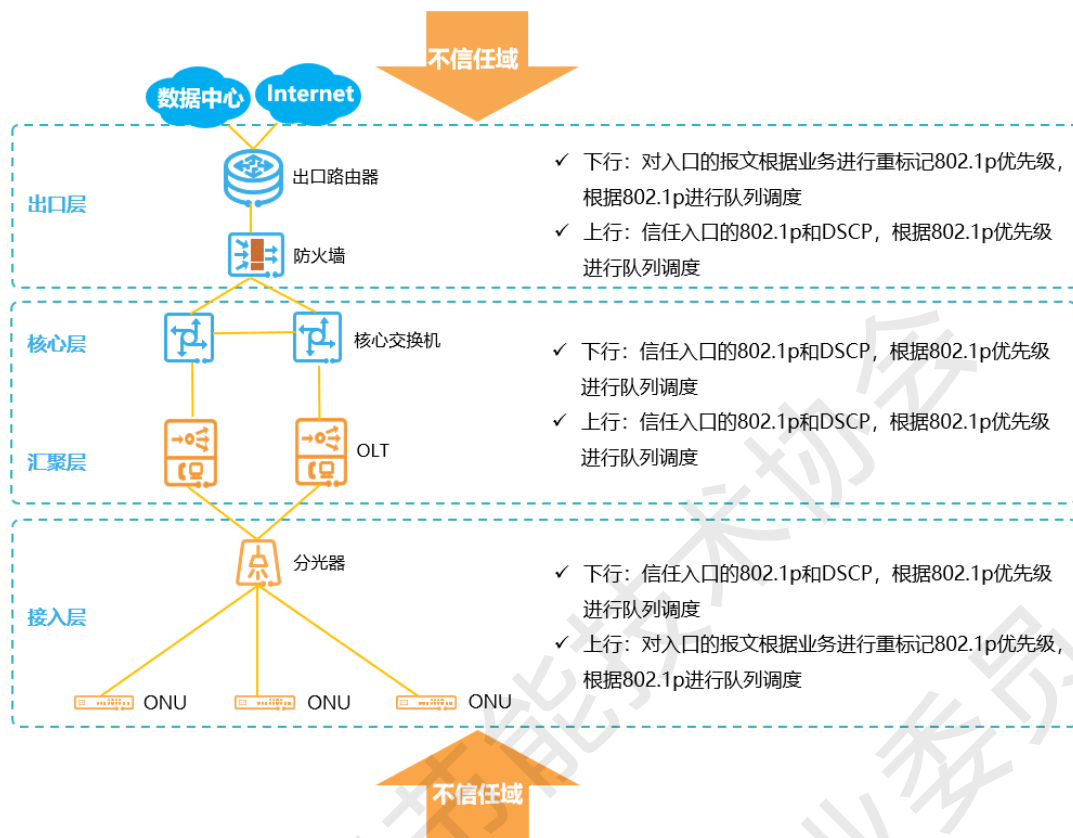


图 4-4 优先级策略示意

4.1.4 带宽配置规划

带宽配置规划的前提是明确 PON 技术选择（GPON or XGS-PON）和明确分光比（1:4 or 1:8 or 1:16），关于 PON 技术选择、分光比设计推荐原则请参考对应章节。对 PON 的动态带宽分配机制做如下解释：

- 分光对带宽的影响：分光器的分光只是对光功率的进行分配，并不会对 GPON 端口（下行 2.5Gbps/上行 1.25Gbps）带宽或者 XGS-PON（下行 10Gbps/上行 10Gbps）端口带宽进行平均划分，每个 ONU 上下行的带宽都可以灵活配置，均可以达到 PON 端口的最大速率。
- 可选的带宽类型包括：固定带宽、保证带宽、最大带宽。可根据对用户业务数据转发性能的具体要求，选择合适的带宽类型。

- 固定带宽：固定占用所配置的 PON 口的带宽资源，可以最大程度的降低转发时延，保障用户的业务体验。固定带宽即使在网络拥塞时，业务的带宽和时延性能均不受影响。

- 保证带宽：保证分配所配置的 PON 口带宽资源，在所配置保证带宽大于业务实际所占用带宽时，多余的带宽可共享给其他业务。保证带宽，可以保障用户的基本业务体验，保证带宽即使在网络拥塞时，也不会受影响，可以保证用户一定可以获得此带宽。一个 PON 口下所有用户的保证带宽之和不能超过物理端口带宽。

- 最大带宽：当所有用户不是一起并发时，物理端口的带宽有空闲，此部分带宽可以充分地在用户间共享，最大带宽就是用户可以在空闲带宽里面获取到的带宽上限。最大带宽可以极大的增强用户的业务体验。

- 保证带宽和最大带宽，可基于 ONU 配置，也可基于 ONU 的端口配置。基于 ONU 配置，配置比较简单。如果需要更精细化的管理带宽，可基于 ONU 的端口配置，配置相对复杂。

- 由于实际网络中，用户的并发率并不会达到 100%，PON 的 P2MP 点到多点架构，加上动态带宽分配机制，天然就是最优的共享带宽的架构，可大大提高带宽利用率。

表 4-2 带宽配置参考

网络分类	业务类型	终端类型	带宽类型
生产网	MES	MES 工控机/PC/扫码终端	固定带宽
	高清质检	高清工业相机	保证带宽+最大带宽
	质检	工业相机	保证带宽+最大带宽
	数采	MES 工控机/机器信息接口/数采网关	固定带宽
	无线 AP	PDA 终端/手机/PAD/PC/AGV	保证带宽+最大带宽
办公网	桌面办公	电脑	最大带宽
	打印机	打印机	最大带宽
	会议系统	视频会议终端	最大带宽
	无线 AP	PDA 终端/手机/PAD/PC/AGV	最大带宽

网络分类	业务类型	终端类型	带宽类型
安防网	安防	摄像机	最大带宽
	门禁/传感	门禁、传感器等终端	最大带宽

4.1.5 OLT 上行链路保护

OLT 的上行链路，对接核心交换机，可将两台核心交换机配置为堆叠，OLT 的上行口配置为 LACP 链路聚合，两台 OLT 分别链路聚合双归到两台核心交换机。当使用 OLT 主控板上行口上行时，应将上行口均匀分布在主用主控板和备用主控板上，避免上行链路全部集中部署在某个主控板，当该主控板故障时，上行链路全部中断的情况出现。

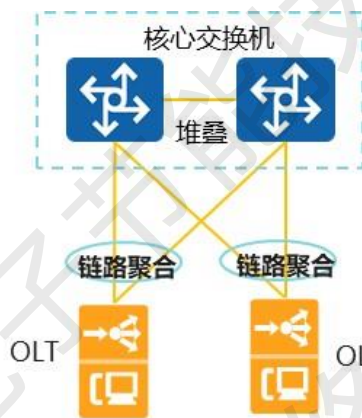


图 4-5 OLT 上行链路保护方案

4.1.6 环路检测功能

OLT 和 ONU 应具备用户侧环网检测功能，建议系统开启 OLT 和 ONU 的环网检测功能。

OLT 的用户侧环网检测功能开启后，OLT 定时向其下所有 ONU 的用户侧端口发 Ring check 报文。若 OLT 用户侧端口存在环路，OLT 会收到环回的 Ring check 报文。随后，OLT 会自动去激活该端口下的存在环路的 ONU，消除环路对网络的影响，并发送相应的告警提示。

ONU 的用户侧环网检测功能开启后，ONU 会定时探测其用户侧端口是否存在环路，若检测存在环路，ONU 会主动关闭其存在环路的用户侧端口，消除环路对网络的影响，并发送相应的告警提示。

4.2 安全功能配置规划建议

4.2.1 网络准入认证方案

准入控制是指出于网络安全考虑对尝试接入网络的用户进行认证和授权，确保只有身份合法并且符合条件的用户才允许接入网络；并且可以在用户接入网络后，制定与用户身份匹配的访问策略。

常用的认证技术包括 802.1X 认证、MAB 认证(MAC 旁路认证)和 Portal 认证，各种认证方式差异如表 4-3 所示：

表 4-3 网络准入认证方案对比

对比项	802.1X 认证	MAB 认证	Portal 认证
客户端需求	需要	不需要	不需要
优点	安全性高	无需安装客户端	部署灵活
缺点	部署不灵活	需登记 MAC 地址，管理复杂	安全性不高
适合场景	适用于对安全要求较高的网络认证	打印机、传真机等哑终端接入认证的场景	通常适用于流动性较大，终端类型复杂的访客用户网络认证

综合考虑以上几种认证技术的特点，选择合适的认证方案。

F5G 全光网的准入认证实施方案有两种，制造企业园区可按需选择：

- 1) 认证点在 ONU，策略执行点在核心交换机。ONU ETH 口和 OLT 上行口之间使能二层隔离管道。

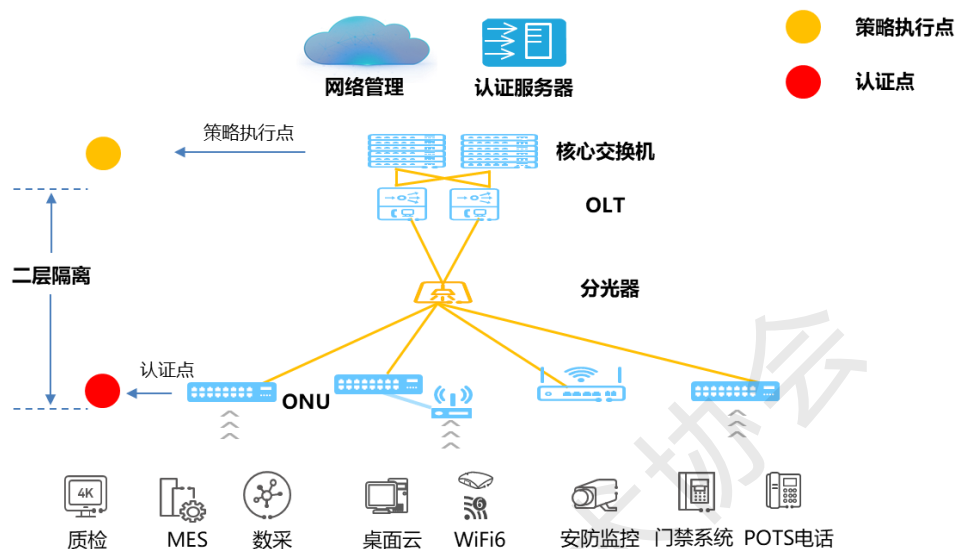


图 4-6 认证点在 ONU，策略执行点在核心交换机

ONU 开启 802.1x 认证功能，作为 802.1x 认证设备端。由 ONU 和认证服务器配合完成网络终端的接入认证。ONU ETH 口和 OLT 上行口之间使能二层隔离管道，已经通过认证的终端业务数据可通过二层隔离管道到核心交换机按照预配置的访问策略进行转发。未通过认证的终端业务数据在 ONU ETH 端口停止转发。

- 2) 认证点和策略执行点均在核心交换机。ONU ETH 口和 OLT 上行口之间使能二层隔离管道。

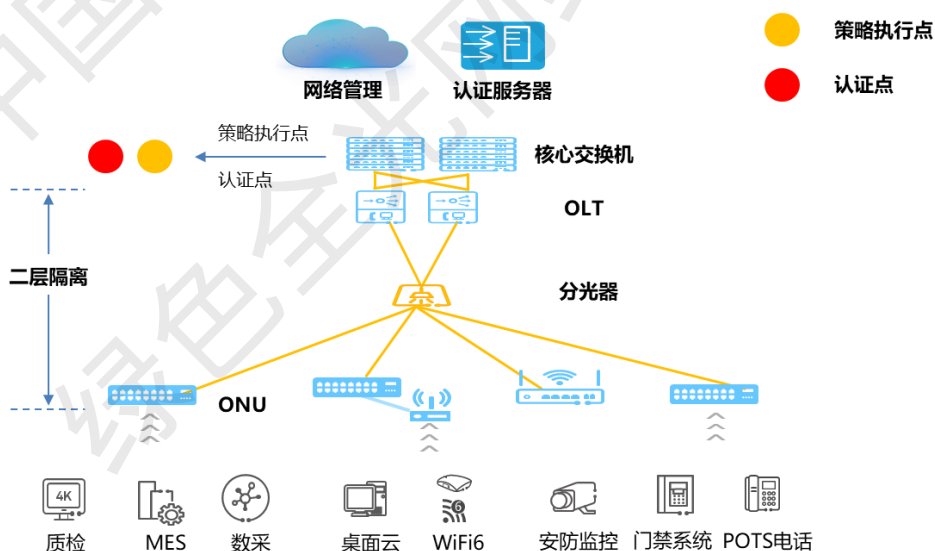


图 4-7 认证点和策略执行点在核心交换机

核心交换机开启 802.1x 认证功能，作为 802.1x 认证设备端。由核心交换机和认证服务器配合完成网络终端的接入认证。ONU ETH 口和 OLT 上行口之间使能二层隔离管道，已经通过认证的终端业务数据可通过二层隔离管道到核心交换机按照预配置的访问策略进行转发。未通过认证的终端业务数据在核心交换机用户侧端口停止转发，由于 ONU 和 OLT 之间是二层隔离管道，所以用户侧终端之间数据并不互通。

4.2.2 完整性和保密性

完整性

GPON 链路层支持 FEC 前向纠错技术，当光纤链路质量差导致丢包误码率过高时，可获得 10^{-12} 的误码率。打开 FEC 功能，会使有效带宽减少 6%左右，缺省关闭。

保密性

- GPON 链路支持 AES128 高级加密技术，OLT 和 ONU 之间的密钥可动态更新，保护主干光纤和分支光纤的通信内容免受非法窃听。是唯一的一种网络支持链路层加密的技术，可保证数据从终端到中心机房都不受窃听。
- 针对部分工业制造企业对园区高密级、高安全性要求的业务数据，可以采用 SM4 国密加密算法，以进一步提升数据传输的安全性水平。
- 建议开启无线 WIFI 的 AES128 加密功能，避免 WIFI 空口的报文被窃听。

4.2.3 防私接 DHCP Server

为了避免用户在网络中私接 DHCP 服务器，导致其它合法的用户无法获取正常的业务 IP，建议在 OLT 或 ONU 启用 DHCP Snooping 功能，防止私接 DHCP 服务器。

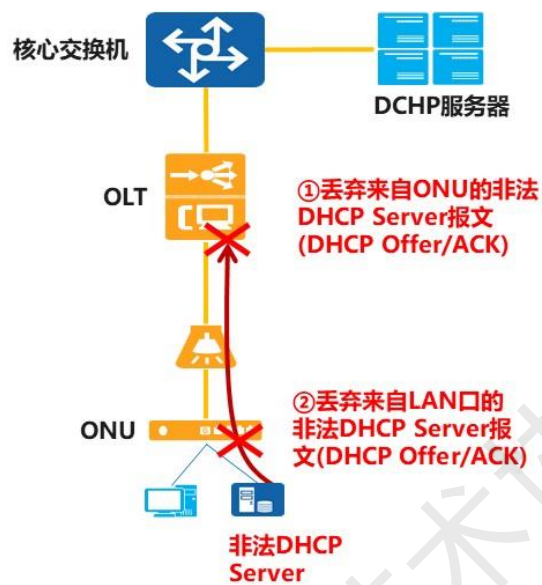


图 4-8 防私接方案

第5章

智慧工厂 F5G 全光网智能化设计说明

中国电子技术协会
绿色全光网络专业委员会

5.1 设计依据

5.1.1 项目概况

- (1) 项目名称：*****生产基地建设项目
- (2) 建设单位：*****
- (3) 建设地点：****
- (4) 建筑概况：*****生产基地建设项目，由一个地块及其上建设的建筑物、园林、道路、停车场所构成。本项目规划用地面积*****m²，约合*亩。本项目规划总建筑面积****m²，主要包括生产车间，仓库，研发办公楼，员工宿舍等。
- (5) 数据中心和监控中心设置于研发办公楼信息中心机房。

5.1.2 现行相关规范、标准：

- 《智能建筑设计标准》GB 50314-2015
- 《综合布线系统工程设计规范》GB 50311-2016
- 《综合布线系统工程验收规范》GB 50312-2016
- 《无源光局域网工程技术标准》T/CECA 20002-2019
- 《数据中心设计规范》GB 50174-2017
- 《通信管道与通道工程设计规范》GB50373-2019
- 《安全防范工程技术标准》GB 50348-2018

5.2 设计范围

5.2.1 设计范围

- (1) 信息网络系统

(2) 综合布线系统

(3) 信息接入系统

5.2.2 工程界面

(1) 信息接入系统由企业信息部门和运营商提供及安装。

(2) 移动通信信号覆盖系统由相关运营商（中国移动、中国电信、中国联通）或中国铁塔公司负责设计及施工。

(3) 本设计提供智能化各系统及各子系统的系统框图及平面图，待建筑装修及功能确定后根据实际要求由施工中标方进行二次深化设计，本设计院负责审核图纸配合满足接口要求。

5.3 信息网络系统

5.3.1 系统内容

信息网络系统具有对生产车间、综合办公区域相关的工业控制数据、图像、视频和多媒体等形式的信息予以接受、交换、传输、处理、存储等功能，实现各种网络设备（如台式计算机、服务器、工作站等）等高速数据互连。信息网络系统完成制造企业园区内工业控制数据、图像、视频、多媒体资料的传输功能，及完成网络设备的高速互连功能。

5.3.2 信息网络系统划分

本项目车间生产网采用独立一套 F5G 全光网进行承载。采用 F5G 专网切片技术，办公网和安防专网两套网络采用同一套 F5G 全光网进行融合承载。

车间生产网：生产网服务于企业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、质量检测系统等。生产网建立这些系统与生产车间各类工业网络终端设备的互联。

办公网：服务于企业办公系统，满足企业员工日常办公需要。办公网建立起企业办公系统和办公区域 PC、PAD、打印机、智能会议终端、IP 电话、Wi-Fi AP 等设备的互联。

安防网：安防网服务于安防系统包括厂务监控系统 FMCS 等。

5.3.3 网络系统架构

本项目的企业生产网、安防网、办公网采用 F5G 全光网进行建设。F5G 全光网由光线路终端 OLT、光分配网络 ODN（含光纤配线架 ODF 和分光器 SPL）、光网络单元 ONU 等主要设备组成。

生产网：网络核心层由生产核心交换机和 OLT 设备构成，部署在工厂的中心机房。汇聚层由分光器构成，部署在工厂车间的弱电间或车间机柜。接入层由工业级 ONU 构成，ONU 部署在机器机柜或机柜附近的信息箱。

安防网：网络核心层由生产核心交换机和光汇聚 OLT 设备构成，部署在工厂中心机房。汇聚层由分光器构成，室内场景通常部署在楼层弱电间，室外场景通常部署在室外柜。接入层由园区 POE ONU 构成，ONU 部署在车间摄像机附近的信息箱。

办公网：网络核心层由生产核心交换机和 OLT 设备构成，部署在工厂中心机房。汇聚层由分光器构成，部署在办公楼层弱电间。接入层由园区 ONU 构成，ONU 部署在办公间的信息箱或桌面。

5.3.4 OLT

OLT 采用双机热备的方式，生产网两台 OLT 选择双主控板卡保护的中规格 OLT。办公网和安防网的两台 OLT 选择双主控板卡保护的中规格 OLT。OLT 安装于核心机房的机柜内，机柜内预留网络设备空间。

5.3.5 ONU

第一款为工业级 ONU，支持 DIN 导轨安装方式，4 个千兆以太网接口，GPON 上行；第二款为工业级 ONU，支持 DIN 导轨安装方式，8 个千兆以太网接口，GPON 上行。第三款为园区款 ONU，8 个千兆以太网接口（支持 PoE）供电，GPON 上行。第四款为园区款

ONU，4 个千兆以太网接口（支持 PoE）供电，GPON 上行。第五款为园区款 ONU，8 个千兆以太网接口，GPON/XGS-PON 上行。第六款为 24 个千兆以太网接口（支持 PoE 供电），XGS-PON 上行。

生产网、办公网、安防网均采用 Type B 双归属保护组网，选择 2: N 的分光器。

经所需带宽计算，GPON 和 XGS-PON 所采用的分光器需选择 2:8 分光比，每个分光器接 8 台 ONU；考虑到每台 ONU 需布放 2 芯光缆（正常情况下使用一芯光缆，另一芯光缆备用），故选择 2:16 的分光器，分光器的 16 个输出端口中，有 8 个输出端口接到 8 个 ONU，另 8 个输出端口作为这 8 个 ONU 的备用光纤端口。

5.4 综合布线系统

本次综合布线系统主要为企业生产网、安防网、办公网综合布线，本工程综合布线系统，可支持建筑物内数据传输。

5.4.1 垂直干线

垂直干线通过光纤配线架 ODF、分光器 SPL，采用相应芯数的单模光纤，穿钢线槽在竖井或竖向通道内敷设；光缆纤芯数量应预留不小于 20% 的备份。

5.4.2 水平布线

每台 ONU 采用 2 根单芯单模光缆（正常情况下使用 1 芯光缆，另外 1 芯光缆备用），从车间弱电间、车间信息箱、办公区弱电间穿钢线槽引出敷至水平区域产线机台/信息箱内 ONU，ONU 的输出采用 6 类网线。

5.4.3 安装 ONU 的信息箱

生产车间机台安装场景 ONU 设置于机台内，采用 DIN 导轨安装方式安装于机台内的 DIN 导轨上，无需额外设置 ONU 信息箱。

生产车间工字钢柱安装场景 ONU 设置于信息箱内安装，信息箱内嵌至工字钢柱结构内。安装 1-2 台 PoE ONU 的信息箱（IBU-1）底壳尺寸为 550×350×130mm，面板尺寸

为 $530 \times 380 \times 18\text{mm}$ ；信息箱内含 220V AC 电源插座，嵌工字钢柱结构内暗装，底边距地 0.5m，信息箱电源就近接入本房间插座回路（如果有不间断供电的要求，需要考虑从 UPS 处取电）。

生产车间临时 PC 办公点场景 ONU 设置于信息箱内安装，信息箱挂墙安装。安装 1-2 台 ONU 的信息箱（IBU-2）底壳尺寸为 $450 \times 350 \times 120\text{mm}$ ，面板尺寸为 $480 \times 380 \times 18\text{mm}$ ；信息箱内含 220V AC 电源插座，底边距地 0.5m，信息箱电源就近接入本房间插座回路（如果有不间断供电的要求，需要考虑从 UPS 处取电）。

办公室场景 ONU 设置于房间信息箱内安装，安装 1 台非 PoE ONU 的嵌墙信息箱（IBU-3）底壳尺寸为 $389 \times 140 \times 206\text{mm}$ ；安装 1 台 PoE ONU 的信息箱（IBU-1）底壳尺寸为 $550 \times 350 \times 130\text{mm}$ ，面板尺寸为 $530 \times 380 \times 18\text{mm}$ ，信息箱电源就近接入本房间插座回路（如果有不间断供电的要求，需要考虑从 UPS 处取电）。

智慧工厂F5G全光网
设计指南图集

V1.0

ONAA绿色全光网络专业委员会
OPTICAL NETWORK ALLIANCE
2024.05

封面

施工图
图号 0

设计说明（一）

一、设计依据

1、项目概况

- (1) 项目名称: *****生产基地建设项目
- (2) 建设单位: *****
- (3) 建设地点: *****
- (4) 建筑概况: *****生产基地建设项目, 由一个地块及其上建设的建筑物、园林、道路、停车场所构成。本项目规划用地面积*****㎡, 约合*亩。本项目规划总建筑面积*****㎡, 主要包括生产车间, 仓库, 研发办公楼, 员工宿舍等。
- (5) 数据中心和监控中心设置于研发办公楼信息中心机房。

2、建设单位设计需求, *****院提供初步的设计文件。

3、现行相关规范、标准

- 《智能建筑设计标准》GB 50314-2015
- 《综合布线系统工程设计规范》GB 50311-2016
- 《综合布线系统工程验收规范》GB 50312-2016
- 《光源光域网工程技术标准》T/CECA 20002-2019
- 《数据中心设计规范》GB 50174-2017
- 《通信管道与通道工程设计规范》GB50373-2019
- 《安全防范工程技术标准》GB 50348-2018

二、设计范围

1、设计范围

- (1) 信息网络系统
- (2) 综合布线系统
- (3) 信息接入系统
- (4)

2、工程界面

- (1) 信息接入系统由企业信息和部门和运营商提供及安装。
- (2) 移动通信信号覆盖系统由相关运营商（中国移动、中国电信、中国联通）或中国铁塔公司负责设计及施工。

- (3) 本设计提供智能化各系统及各子系统的系统框图及平面图, 待建筑装饰及功能确定后根据实际要求由施工中标方进行二次深化设计, 本设计院负责审核图纸配合满足接口要求。
- (4)

三、信息网络系统

1、系统内容:

信息网络系统具有对生产车间、综合办公区域相关的工业控制数据、图像、视频和多媒体等形式信息予以接受、交换、传输、存储等功能, 实现各种网络设备（如台式计算机、服务器、工作站等）等高速数据互连。信息网络系统完成制造企业园区内工业控制数据、图像、视频、多媒体资料的传输功能, 及完成网络设备的高速互连功能。

2、信息网络系统划分

本项目车间生产网采用独立一套F5G全光网进行承载。采用F5G专网切片技术, 办公网和安防专网两套网络采用同一套F5G全光网进行融合承载。

车间生产网: 生产网服务于企业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、质量检测系统等。生产网建立这些系统与生产车间各类工业网络终端设备的互连。

办公网: 服务于企业办公系统, 满足企业员工日常办公需要。办公网建立起企业办公系统和办公区域PC、PAD、打印机、智能会议终端、IP电话、Wi-Fi AP等设备的互连。

安防网: 安防网服务于安防系统包括厂务监控系统FMCS等。

3、网络系统架构

本项目的企业生产网、安防网、办公网采用F5G全光网进行建设。F5G全光网由光线路终端OLT、光分配网络ODN（含光纤配线架ODF和分光器SPL）、光网络单元ONU等主要设备组成。

生产网: 网络核心层由生产核心交换机和OLT设备构成, 部署在工厂的中心机房。汇聚层由分光器构成, 部署在工厂车间的弱电间或车间机柜。接入层由工业级ONU构成, ONU部署在机器机柜或机柜附近的信息箱。

安防网: 网络核心层由生产核心交换机和光汇聚OLT设备构成, 部署在工厂中心机房。汇聚层由分光器构成, 室内场景通常部署在楼层弱电间, 室外场景通常部署在室外柜。接入层由园区POE ONU构成, ONU部署在车间摄像机附近的信息箱。

设计说明（一）

施工图
图号
2

设计说明 (二)

办公网：网络核心层由生产核心交换机和OLT设备构成，部署在工厂中心机房。汇聚层由分光器构成，部署在办公楼弱电间。接入层由园区ONU构成，ONU部署在办公网的信息箱或桌面。

4、OLT

OLT 采用双机热备的方式，生产网两台OLT 选择双主控板卡保护的规格 OLT。办公网和安防网的两台OLT 选择双主控板卡保护的规格 OLT。OLT安装于核心机房的机柜内，机柜内预留网络设备空间。

5、ONU

第一款为工业级ONU，支持DIN导轨安装方式，4个千兆以太网接口，GPON上行；第二款为工业级ONU，支持DIN导轨安装方式，8个千兆以太网接口，GPON上行。第三款为园区款ONU，8个千兆以太网接口（支持PoE）供电，GPON上行。第四款为园区款ONU，4个千兆以太网接口（支持PoE）供电，GPON上行。第五款为园区款ONU，8个千兆以太网接口，GPON/XGS-PON上行。第六款为24个千兆以太网接口（支持 PoE 供电），XGS-PON 上行。

生产网、办公网、安防网均采用 Type B 双归属保护组网，选择 2: N 的分光器。经所需带宽计算，GPON 和 XGS-PON 所采用的分光器需选择 2:8 分光比，每个分光器接8台 ONU；考虑到每台 ONU 需布放2芯光缆（正常情况下使用一芯光缆，另一芯光缆备用），故选择 2:16 的分光器，分光器的 16 个输出端口中，有8个输出端口接到8个 ONU，另8个输出端口作为这8个ONU 的备用光纤端口。

四、综合布线系统

本次综合布线系统主要为企业生产网、安防网、办公网综合布线，本工程综合布线系统，可支持建筑物内数据传输。

1、垂直干线

垂直干线通过光纤配线架 ODF、光分路器 SPL，采用相应芯数的单模光纤，穿铜线槽在竖井或竖向通道内敷设；光缆芯数数量位预留不小于20%的备份。

2、水平布线

每台 ONU 采用 2 根单芯单模光缆（正常情况下使用 1 芯光缆，另外 1 芯光缆备用），从车间弱电间、车间信息箱、办公区弱电间穿铜线槽引出敷至水平区域产线机台/信息箱内 ONU，ONU 的输出采用 6 类网线。

3、安装ONU的信息箱：

生产车间机台安装场景ONU设置于机台内，采用DIN导轨安装方式安装于机台内的DIN导轨上，无需额外设置ONU信息箱。

生产车间工字钢柱安装场景ONU设置于信息箱内安装，信息箱内嵌至工字钢柱结构内。安装 1 -2台 PoE ONU的信息箱（IBU-1）底壳尺寸为 550×350×130mm，面板尺寸为 530×380×18mm；信息箱内含 220V AC 电源插座，嵌工字钢柱结构内暗装，底边距地 0.5m。信息箱电源就近接入本房间插座回路（如果有不同断供电的要求，需要考虑从UPS 处取电）。

生产车间临时PC办公点场景ONU设置于信息箱内安装，信息箱挂墙安装。安装 1 -2台 ONU的信息箱（IBU-2）底壳尺寸为 450×350×120mm，面板尺寸为 480×380×18mm；信息箱内含 220V AC 电源插座，底边距地 0.5m。信息箱电源就近接入本房间插座回路（如果有不同断供电的要求，需要考虑从UPS 处取电）。

办公室场景ONU 设置于房间信息箱内安装，安装 1 台非 PoE ONU 的脱墙信息箱（IBU-3）底壳尺寸为 389×140×206mm；安装 1 台 PoE ONU的信息箱（IBU-1）底壳尺寸为 550×350×130mm，面板尺寸为 530×380×18mm，信息箱电源就近接入本房间插座回路（如果8mm；信息箱内含 220V AC 电源插座，嵌墙暗装，底边距有不同断供电的要求，需要考虑从UPS 处取电）。

图例 (一)

序号	图例	名称	型号及规格	安装方式及线缆敷设
1		单孔数据插座	配RJ45模块	嵌墙暗装, 底边距地0.3m, CAT 6/UTP/JDG20/WC/ACC/CT/FC
2		二孔数据插座	配RJ45模块	嵌墙暗装, 底边距地0.3m, 2×CAT 6/UTP/JDG20/WC/ACC/CT/FC
3		单孔电话插座	配RJ45模块	嵌墙暗装, 底边距地0.3m, CAT 6/UTP/JDG20/WC/ACC/CT/FC
4		无线接入点	WIFI AP	吸顶式安装, CAT 6/UTP/JDG20/WC/ACC/CT/FC, POE供电
5		枪式摄像机	枪式摄像机	支架安装, 底边距地2700mm, CAT 6/UTP/JDG20
6		半球摄像机	半球摄像机	吸顶安装, CAT 6/UTP/JDG20
7		液晶显示屏	液晶显示屏	壁挂安装, 底边距地1450mm, CAT 6/UTP/JDG20/强电单位预留强电
8		4口GE光网路单元	4口GE GPON ONU	DIN导轨安装或信息箱安装
9		8口GE光网路单元	8口GE GPON ONU	DIN导轨安装或信息箱安装
10		4口GE支持POE光网路单元	4口GE GPON ONU (POE)	信息箱内安装
11		8口GE支持POE光网路单元	8口GE GPON ONU (POE)	信息箱内安装
12		24口GE支持POE高性能光网路单元	24口GE XGS-PON ONU (POE)	机柜内安装
13		光线路终端OLT	中规格OLT	信息中心机房机柜内安装
14		ODF光纤配线架	ODF光纤配线架	机房/弱电间机柜内安装
15		中间配线设备 (以大网线)	以大网线配线设备	弱电间机柜内安装
16		机柜	19英寸47U机柜	楼层弱电间安装
17		信息箱-1	底壳: 400×300×100mm (高×宽×深); 面板: 430×330×18mm	嵌墙暗装, 底边距地0.3m, 安装2台POE ONU, 内含220VAC电源插座
18		信息箱-2	底壳: 450×350×120mm (高×宽×深); 面板: 480×380×18mm	嵌墙暗装, 底边距地0.3m, 安装2台非POE ONU, 内含220VAC电源插座
19		信息箱-3	尺寸: 389×140×206mm	办公桌面下安装, 安装1台非POE ONU
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				

说明:
 1.本样例以CAT6电缆 (6类4对绞合电缆) 为例标注。
 2.本样例为JDG管为例标注, 具体管和敷设方式根据具体项目确定。

图例 (一)

施工图

图号

4

主要设备材料表

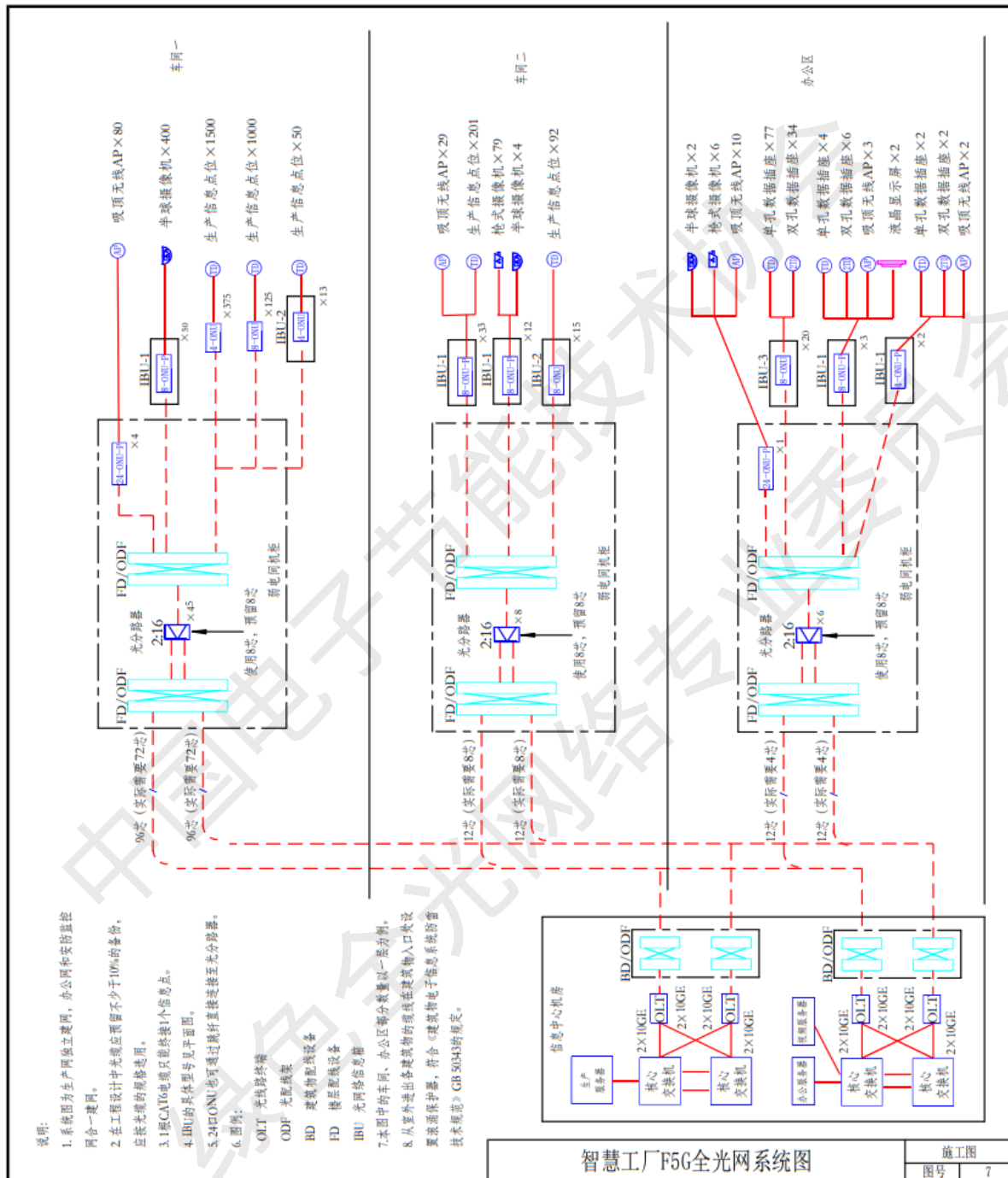
[illegible]

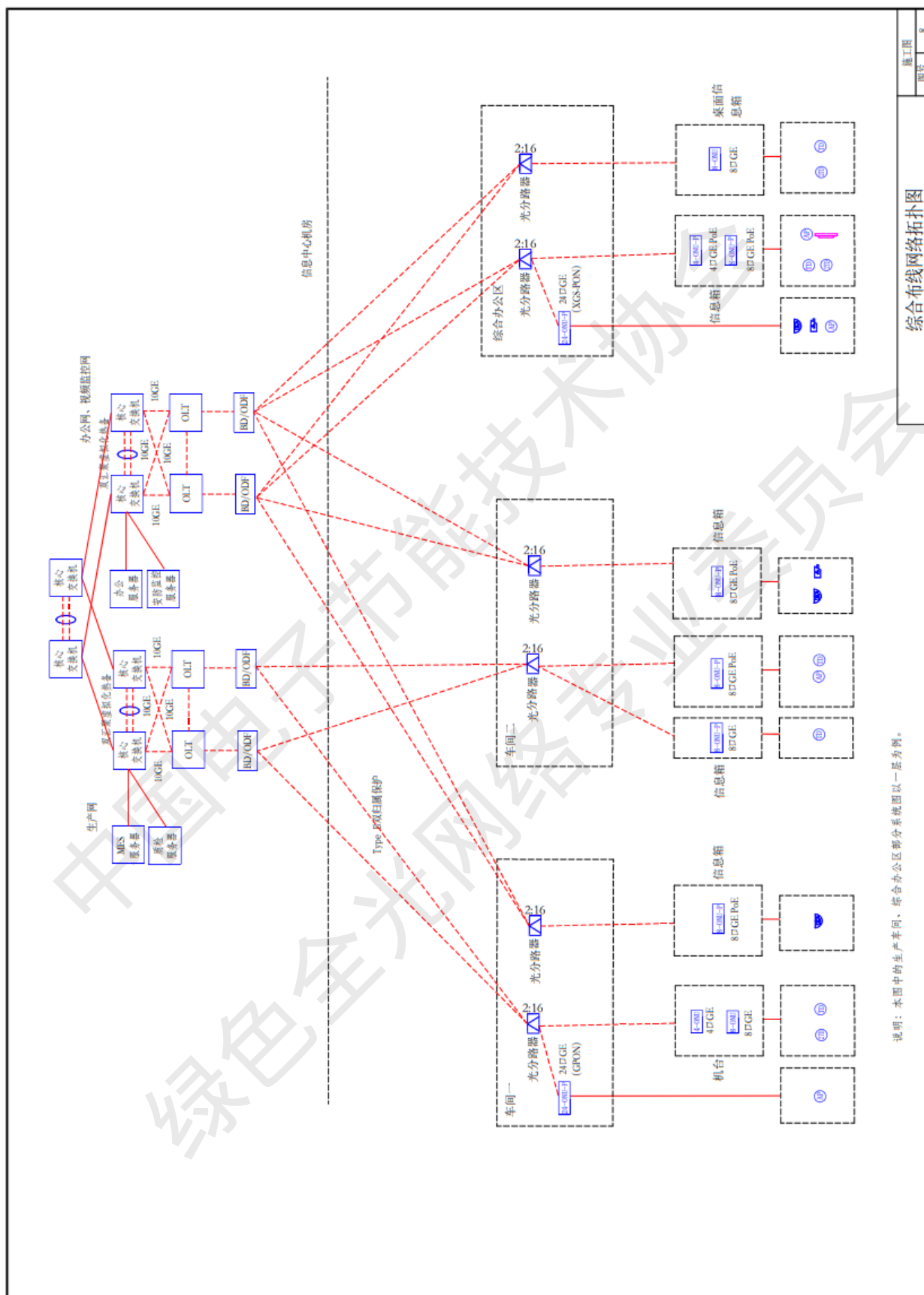
说明：主要设备材料表中的办公区域、车同一、车同二部分数量以一屋为例。

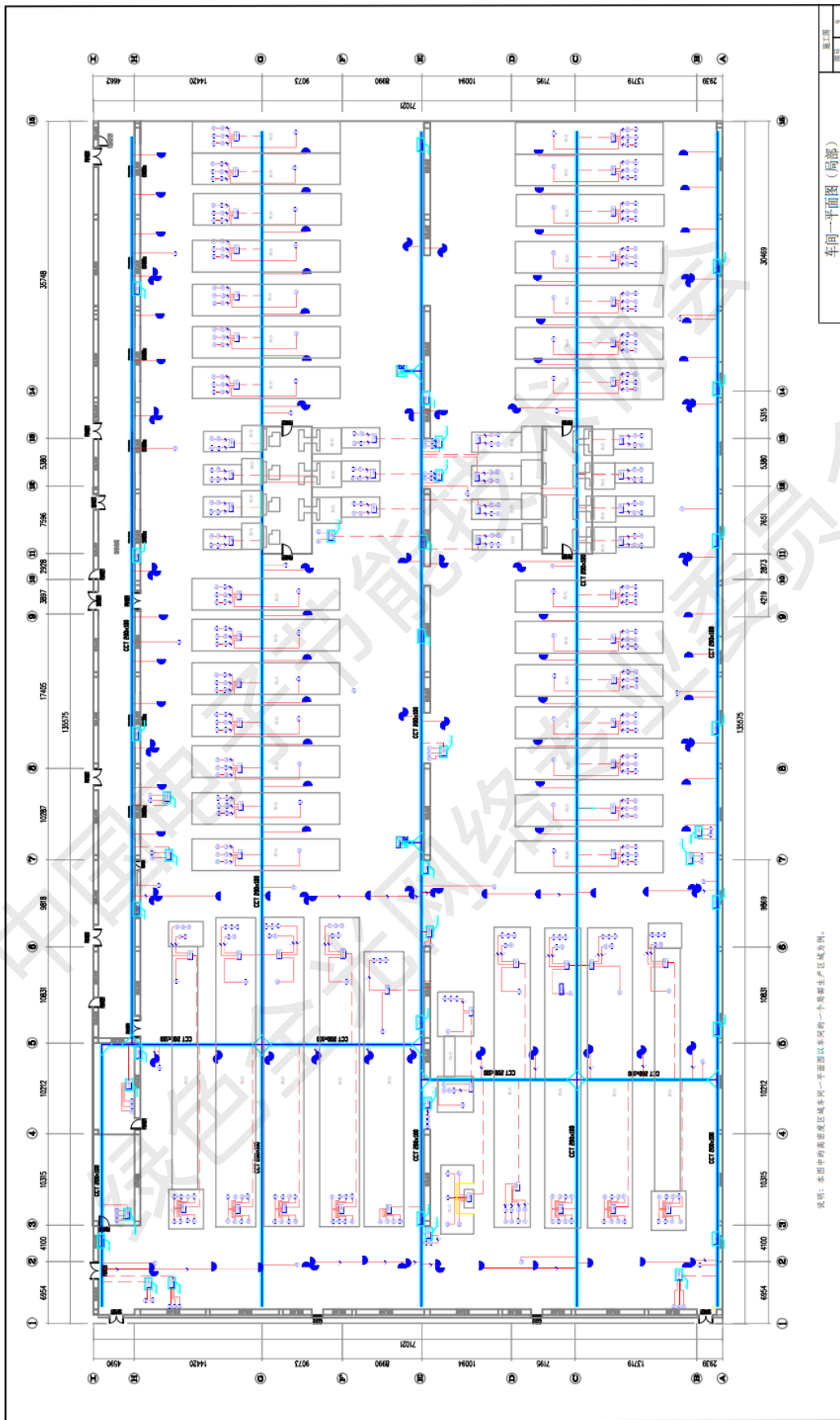
[illegible]

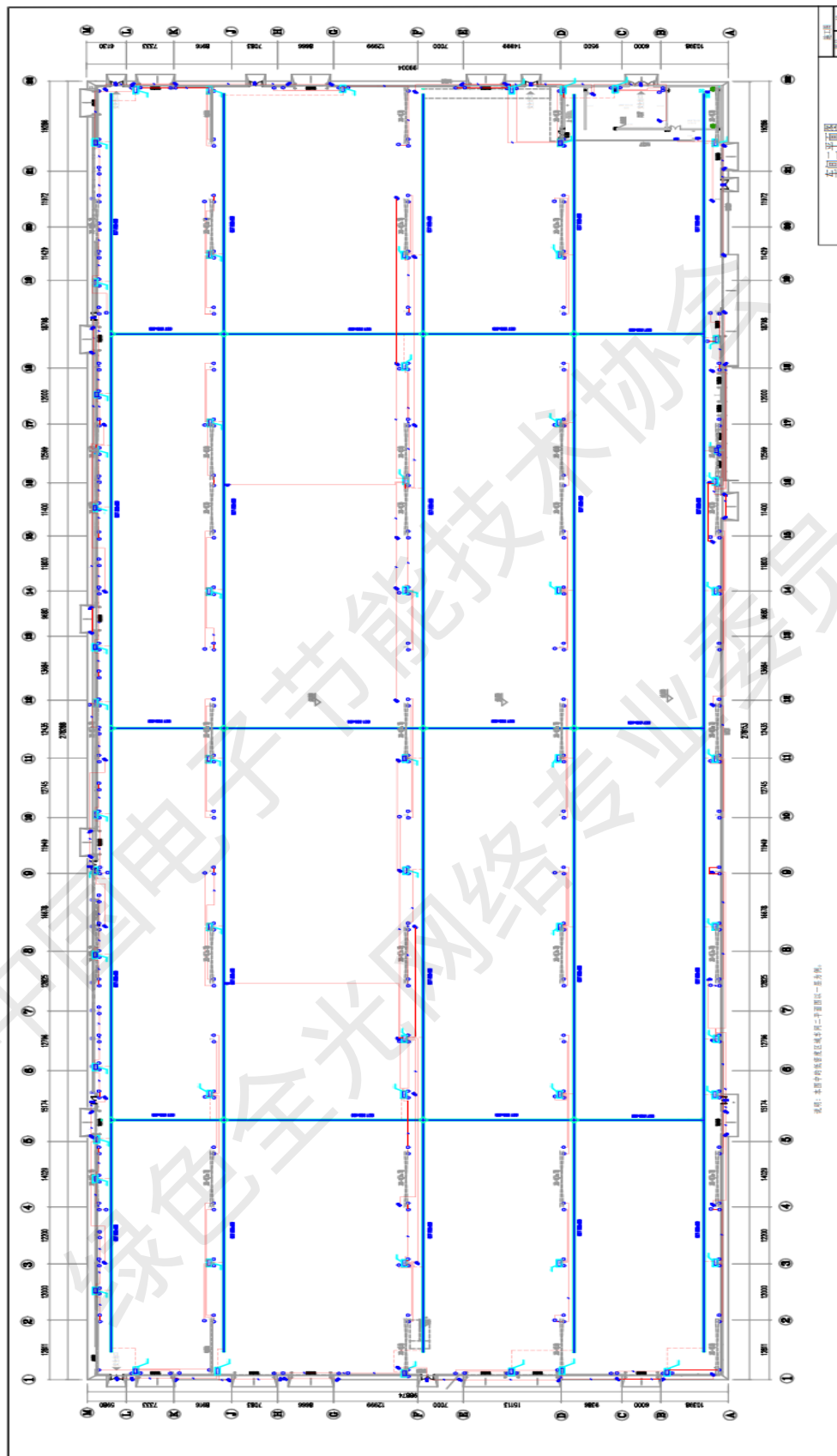
主要设备材料表

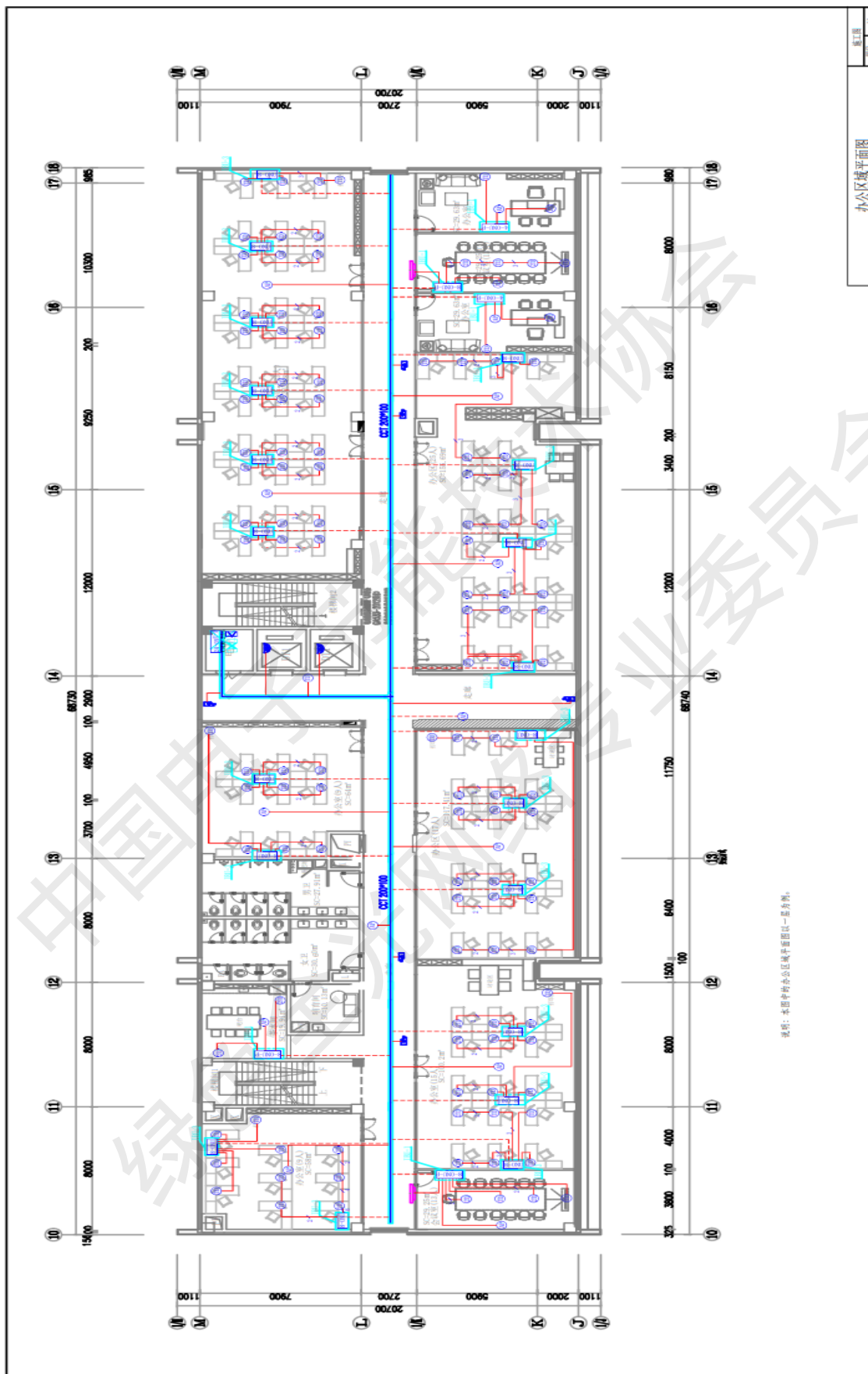
图号	6
施工图	

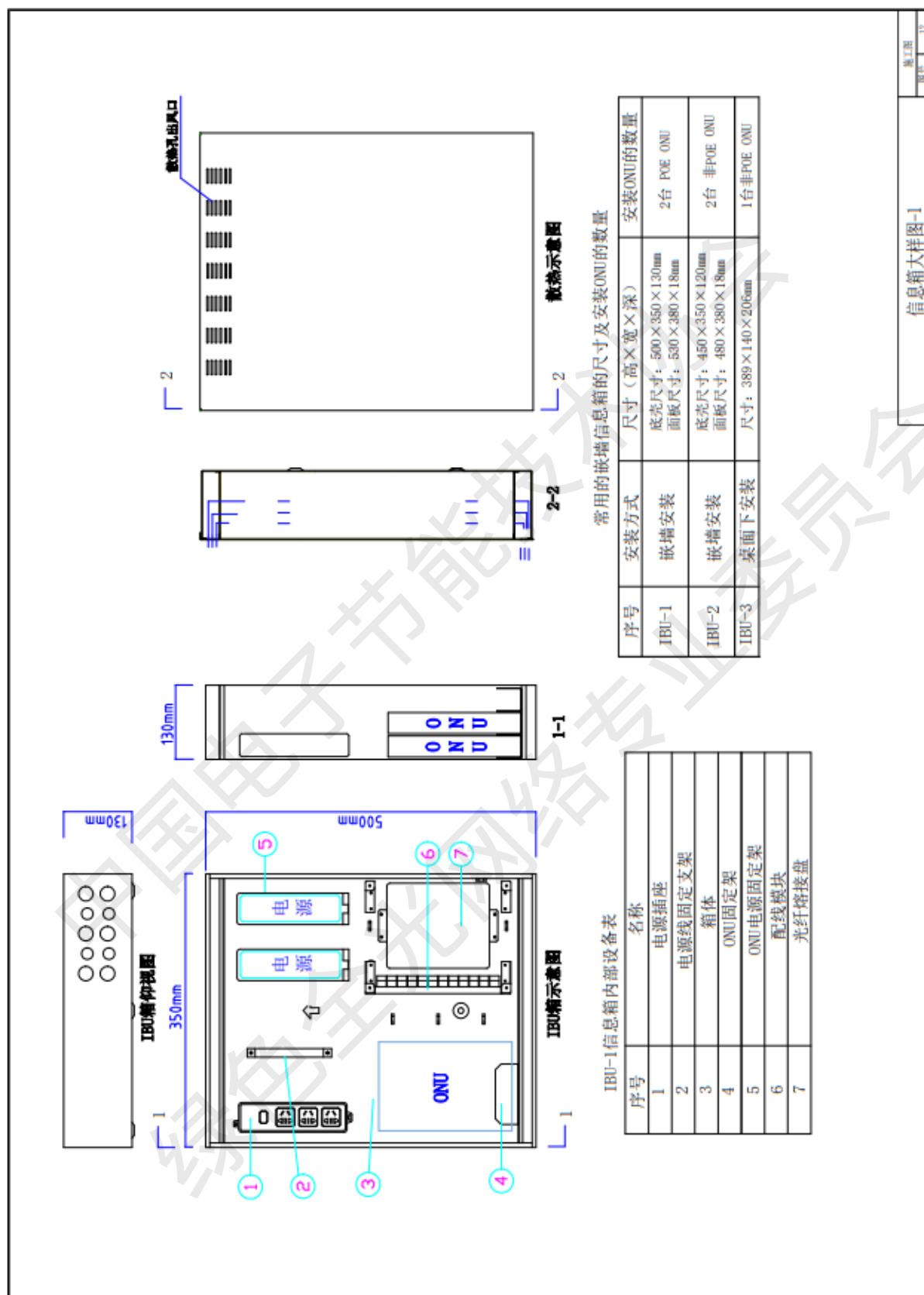












声 明

本设计指南著作权属于绿色全光网络专业委员会（ONA）所有。转载、摘编或以其他方式使用本设计说明的全部或部分内容的，应注明来源，违反上述声明者，著作权方将追究其相关法律责任。

ONA 介绍

ONA 于 2019 年 10 月 22 日正式成立，中文名称绿色全光网络专业委员会，旨在搭建全光网络产业的沟通协同平台，繁荣产业生态、消除产业瓶颈、推动行业标准落地、推广行业示范应用、培育产业人才，打造无处不在的光联接（OPTICAL NETWORK ANYWHERE），做大全光网络产业空间，推动产业快速、健康、持续发展。ONA 成立后获得产业上下游生态伙伴大力支持，产业头部企业、顶级设计院、优质集成商及典型行业客户纷纷加盟，目前价值会员超过 200 家。ONA 推动《无源光局域网工程技术标准》、《智慧医院无源光局域网工程技术规程》等 10 个标准发布，推动将无源光局域网首次纳入国家标准设计图集，参与 20+国家/行业/团体标准制定；发布《F5G 全光园区技术应用白皮书》、《智慧医院 F5G 全光网应用产业白皮书》、《智慧医院 F5G 全光网设计指南》、《智慧教育 F5G 全光网设计指南》、《F5G 全光网络精品案例集》等多项产业成果，打造 24 家全光网络示范点，快速提升了 F5G 全光网络产业影响力。

新时代、新发展、新网络，ONA 积极推动 F5G 普及，推进 F5G-A 绿色万兆全光园区启航，携手产业力量为政府、企业数字化转型和高质量发展做出贡献！

ONA 官网：www.onalliance.org



绿色全光网络专业委员会

