

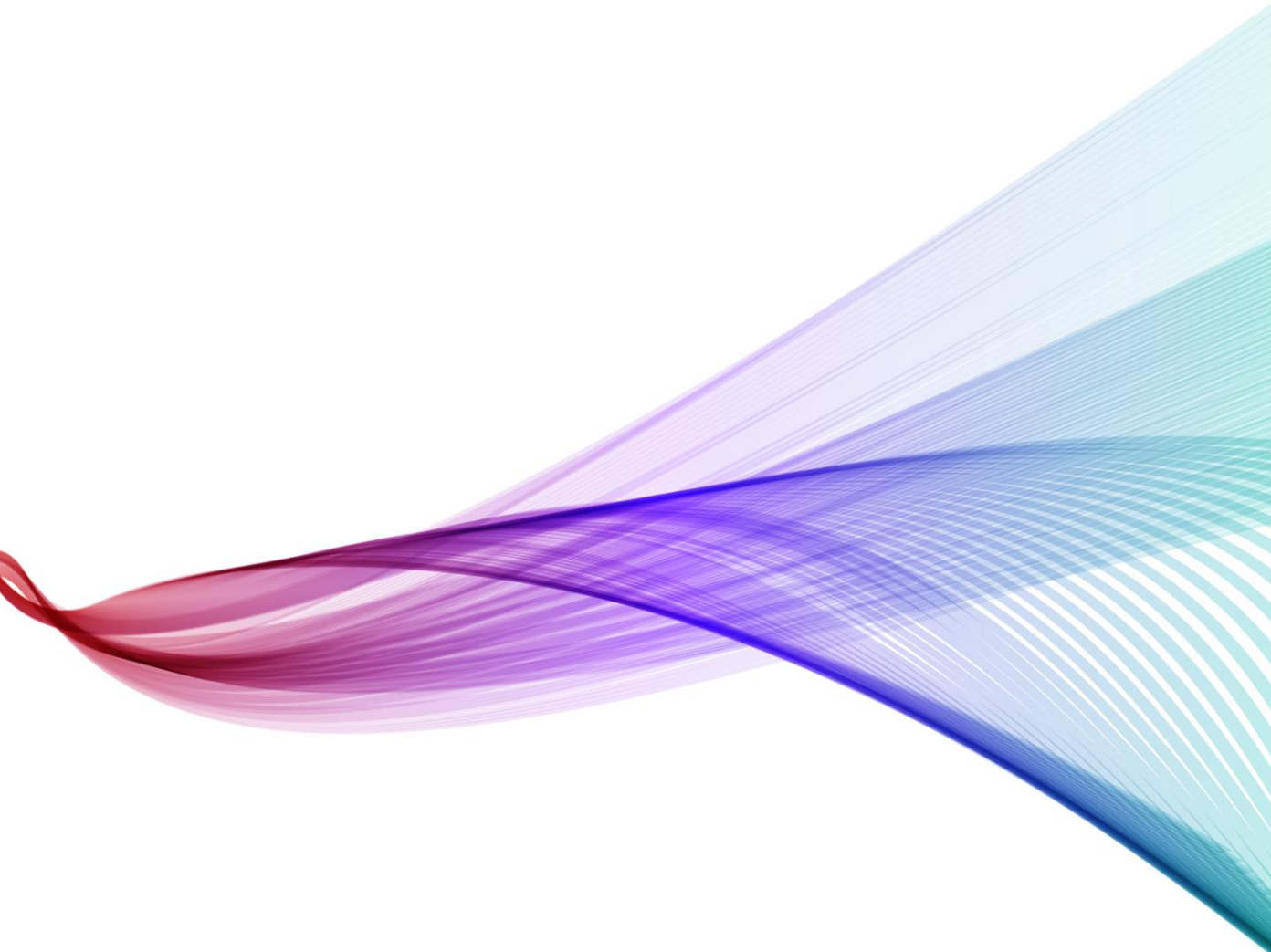


ONA



中国勘察设计协会智能分会

THE INTELLIGENT BRANCH OF CHINA ENGINEERING AND CONSULTING ASSOCIATION



智慧工厂F5G全光网 应用技术白皮书

Technology and Application White Paper of F5G
All-Optical Networks for Smart Factories

智慧工厂F5G全光网 应用技术白皮书

Technology and Application White Paper of F5G
All-Optical Networks for Smart Factories



ONA



中国勘察设计协会智能分会

THE INTELLIGENT BRANCH OF CHINA ENGINEERING AND CONSULTING ASSOCIATION

主编人员

张锐利	张 军	冯 义	卢 希	朱恺真
张 旭	朱立彤	赵艳领	刚轶金	

参编人员

高洪福	向正权	王志军	张 薇	韩丹涛
汤春荣	廉 林	高 波	张大为	曹正民
刘梦晗	马建刚	周湖喜		

指导单位

中国电子节能技术协会

编写单位

绿色全光网络专业委员会（ONA）

中国勘察设计协会智能分会

华为技术有限公司

中国电子工程设计院有限公司

中国五洲建筑设计院有限公司

机械工业第六设计院有限公司

机械工业仪器仪表综合技术经济研究所

中国机械工业建设集团有限公司

上海诺基亚贝尔股份有限公司

长飞光纤光缆有限公司

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

习近平总书记在党的二十大报告中指出：“建设现代化产业体系。坚持把发展经济的着力点放在实体经济上，推进新型工业化，加快建设制造强国、质量强国、航天强国、交通强国、网络强国、数字中国。”

2021 年 12 月 28 日，中国工业和信息化部、国家发展和改革委员会、教育部、科技部、财政部、人力资源和社会保障部、国家市场监督管理总局、国务院国有资产监督管理委员会等八个部委，联合印发《“十四五”智能制造发展规划》，明确提出了我国智能制造“两步走”战略：到 2025 年，实现转型升级成效显著，70%的规模以上制造业企业基本实现数字化网络化，建成 500 个以上引领行业发展的智能制造示范工厂；到 2035 年，规模以上制造业企业全面普及数字化网络化，重点行业、骨干企业基本实现智能化。随后，各个省份也陆续发布了相应细则支撑，智能制造示范工厂已经在全国各地如火如荼地开展建设。

工业 4.0 是以智能制造为主导的第四次工业革命，旨在通过信息通信技术和信息物理系统相结合的手段，推动制造业向智能化转型。智能制造在制造过程中利用实时数据分析、人工智能(AI)和机器学习，不仅要采用新型制造技术和装备，还要将快速发展的信息通信技术渗透到工厂，在制造领域构建信息物理系统，改变制造业的生产组织方式和人际关系，带来研发制造方式和商业模式的创新转变。

此白皮书基于当前 F5G 技术在制造行业的应用和实践经验，阐述了智能制造 F5G 网络建设特点、网络系统、应用场景、网络架构、优势、生态等，目的为进一步加快 F5G 技术在智能制造领域的认知和应用普及，促进我国智能制造的快速发展。

CONTENTS

目 录

- 第一章 智能制造的发展趋势..... 1
 - 1.1. 术语和缩略语 2
 - 1.2. 智能制造的发展趋势..... 3
- 第二章 智慧工厂网络建设趋势与挑战..... 5
 - 2.1. 智慧工厂典型应用及网络诉求 6
 - 2.2. 智慧工厂网络趋势与挑战.....10
 - 2.2.1 工厂网络业务云化的趋势 10
 - 2.2.2 WLAN 无线局域网应用的趋势 11
 - 2.2.3 网络运维简化的趋势 12
- 第三章 智慧工厂 F5G 全光网定义和技术优势14
 - 3.1. 智慧工厂 F5G 全光网定义15
 - 3.1.1 F5G 定义..... 15
 - 3.1.2 智慧工厂 F5G 全光网定义 16
 - 3.2. 智慧工厂 F5G 全光网和传统网络差异18
 - 3.2.1 网络架构差异..... 18
 - 3.2.2 综合布线差异..... 20
 - 3.2.3 差异总结 21
 - 3.3. 智慧工厂 F5G 全光网技术优势22
 - 3.3.1 简架构的优势..... 22

3.3.2 高可靠的优势..... 24

3.3.3 智运维的优势..... 25

第四章 智慧工厂 F5G 全光网设计28

4.1. 智慧工厂 F5G 全光网架构29

4.2. 智慧工厂生产网络设计29

4.2.1 生产网业务需求..... 29

4.2.2 生产网 F5G 网络架构..... 30

4.2.3 生产网 F5G 综合布线设计 31

4.2.4 生产网 F5G 设备选型建议 34

4.3. 智慧工厂办公网络设计36

4.4. 智慧工厂安防监控网络设计37

第五章 智慧工厂 F5G 应用案例.....39

5.1 半导体电子行业案例.....40

5.1.1 东方日升滁州 F5G 智慧工厂 40

5.1.2 双良集团双良硅材料（包头）F5G 智慧工厂 42

5.1.3 烽火通信 F5G 智慧工厂 44

5.1.4 长飞智慧全光园区&工厂..... 46

5.2 车辆装备行业案例47

5.2.1 东风岚图 F5G 智慧工厂 47

5.2.2 比亚迪汽车 F5G 智慧工厂 49

5.2.3 徐工集团 F5G 智慧工厂 51

5.2.4 一汽大众 F5G 智慧工厂 53

5.3 轻工业行业案例.....55

5.3.1 人福药业 F5G 智慧工厂 55

5.3.2 山东某药业 F5G 智慧工厂 57

第六章 智慧工厂 F5G 全光网生态建设59

6.1 F5G 全光网产业链.....60

6.2 F5G 全光网主要厂商分析61

6.2.1 华为技术有限公司 61

6.2.2 上海诺基亚贝尔股份有限公司 62

6.2.3 长飞光纤光缆股份有限公司 62

6.2.4 烽火通信科技股份有限公司 63

6.2.5 浙江一舟电子科技股份有限公司 63

6.2.6 江苏亨通光电股份有限公司 64

6.2.7 浙江光大通信设备有限公司 64

声 明65

第一章

智能制造的发展趋势

ONV绿色全光网络专业委员会
中国勘察设计协会智能分会

1.1. 术语和缩略语

AAA: Authentication, Authorization and Accounting 认证、授权和计费

AC: Access Control 访问控制

AGV: Automated Guided Vehicle 自动导引运输车

AP: Access Point 访问接入点

APS: Advanced Planning and Scheduling 先进规划排程系统

CRM: Customer Relationship Management 客户关系管理

DMS: Desktop Cloud Management System 桌面云管理系统

DMZ: Demilitarized Zone 隔离区

ERP: Enterprise Resource Planning 企业资源计划

IoT: Internet of Things 物联网

MES: Manufacturing Execution System 制造执行系统

MSTP: Multi-service Transport Platform 多业务传送平台

OLT: Optical Line Terminal 光线路终端

ODN: Optical Distribution Network 光分配网络

ODF: Optical Distribution Frame 光分配架

ONA: Optical Network Anywhere 绿色全光网络专业委员会

ONT: Optical Network Terminal 光网络终端

OMCI: ONU Management and Control Interface ONU 管理和控制接口

ONU: Optical Network Unit 光网络单元

OSU: Optical Service Unit 光服务单元

OTN: Optical Transmission Network 光传输网

PDA: Personal Digital Assistant 个人数字助理

PDH: Plesiochronous Digital Hierarchy 准同步数字体系

PoE: Power over Ethernet 以太网供电

POL: Passive Optical LAN 无源光局域网

PLM: Process Lifetime Management 进程周期管理

P2MP: Point-to-Multipoint 点到多点

PON: Passive Optical Network 无源光网络

POTS: Plain Old Telephone Service 传统电话业务

QMS: Quality Management System 质量管理体系

RFID: Radio Frequency Identification 射频识别

SDH: Synchronous Digital Hierarchy 同步数字体系

SFP: Small Form-factor Pluggable 小型可插拔

SRM: Supplier Relationship Management 供应商管理

UPS: Uninterruptible Power Supply 不间断电源

WAC: Wireless Access Controller 无线接入控制器

WLAN: Wireless Local Area Network 无线局域网

XGS-PON: 10 Gigabit-capable Symmetric Passive Optical Network 对称 10G 比特无源光网络

1.2. 智能制造的发展趋势

当前,我国智能制造发展已从初期的理念普及、试点示范阶段进入到试点示范引领、供需两端发力、多方协同推进的新阶段。未来智能制造领域主要有以下几个趋势。

低碳的趋势:

中国提出了“双碳”目标,力争于2030年前达到峰值,努力争取2060年前实现碳中和。作为先进生产力代表的智能制造,与“双碳”关系密切。未来制造企业会利用大数据、人工智能和物联网技术,在智慧园区内建设基于智能制造核心驱动的能效管理系

统，对设备能耗信息、环境信息及运营信息进行统计、分析，得出与能涌消耗及能滞效率相关的决策性数据和信息，帮助管理人员了解历史和当前的能涌使用状况，预测未来的能耗趋势，辅助管理人员做出正确的能滞改善策略，实现多能涌、多业态和多用户的综合管理。“双碳”对于厂商而言，是一个发展契机，覆盖产品、技术、营销等诸多方面。

IT 和 OT 融合的趋势：

制造业曾经的常见应用是项目管理、研发管理和协同工具等，随着数字化时代的发展，实现了软件化并产生了大量数据。这些数据分为两类：IT 数据与 OT 数据。

基于物理实体的基本状态，将两类数据融合，可以构建设施、设备和产品的完整数字孪生模型，涵盖从收到订单、制作生产到发货物流监控全过程，实时监测，还可以在数字世界提前预测未来可能的业务变化，做出数据驱动的决策，提高智能制造敏捷性。

海比研究院数据显示，厂商技术关注度排行榜第一名是数据安全，23%的厂商表示这是他们重点关注的技术。之所以出现这一现象，是因为数据是 DT（数据技术）时代的基石，数据安全作为数据治理的重要组成部分，关乎数据治理的成败。

无论出于业务发展的内在需要，还是《中华人民共和国数据安全法》等外部合法合规要求，如何做好数据安全治理、保障数据安全，是如今制造企业和智能制造软件厂商需要重视的问题。

中国制造业体量庞大，在数字中国的宏观环境下有强烈的智能化改造需求。随着“中国制造 2025”战略不断落实，物联网、云计算、人工智能等新兴技术的大力推动，我国智能制造软件行业处于成长阶段，在此阶段绝大多数制造企业正从粗放管理转向精细化、高质量发展，同时智能制造领域也在迎来越来越多的利好政策。

机构数据显示，2022 年中国智能制造软件市场规模将达到 2610 亿元，并保持每年 15%左右的增长速度，2025 年可以成长为 4000 亿体量的市场。其中生物制药、集成电路等细分行业是 2022 年热门需求行业。

第二章

智慧工厂网络建设趋势与挑战

ONV绿色全光网络专业委员会
中国勘察设计协会智能分会

2.1. 智慧工厂典型应用及网络诉求

随着制造企业数字化转型的不断深入，提出了“智慧工厂”、“黑灯工厂”的概念，其本质是借助不断进步的 ICT 技术实现工厂的数字化、网络化、无人化、智能化。如下图所示，将末端的设备/机器实现数字化，通过可靠的工业互联网实现末端设备的连接和数据的传输，最终数据在智能云平台上完成收集、处理，由统一的数字化云平台实现研发、物流、生产、质检、安防、供应、经销等各种应用系统的有效、高效管理，真正实现让设备开口说话，让机器代替人工作业，用 AI 数据训练实现数据分析处理，最终实现制造企业提质增效的目标。



图 2-1 智慧工厂数字化架构模型

“要想富，先修路”，在制造工厂的数字化转型过程中，网络就是需要优先考虑的“路”，是一条信息的高速公路，是工厂数字化、信息化的底座和基础，智慧工厂需要选择合适的 ICT 网络技术。



半导体电子制造行业

- 碰撞/划痕缺陷检测
- PCB板质量检测
- SMT表面贴装检测



车辆装备制造行业

- 冲压/涂装部件缺陷检测
- 总装部件错漏反质量检测
- 动力总成操作规范检测



食品及药品制造行业

- 缺药、缺瓶缺陷检测
- 药瓶灌封质量检测
- 标签、包装质量检测

图 2-2 AI 质检在制造行业的应用

以机器视觉为代表的 AI 技术,正在被广泛地应用于半导体电子制造、食品制造、车辆装备制造等多个领域,包括缺陷瑕疵检测、生产环境安全等多项功能。通过机器视觉设备采集被检产品的图像信息,利用本地边缘计算设备或者后续服务器使能 AI 技术,可以更经济、更高效、更准确地完成质量检测。

由于 AI 质检各行业对检测的精度、效率要求不同,近端或者远端通过 AI 推理计算的设备对机器视觉成像的图片有不同的诉求,对网络传输也有相应的要求,主要体现为带宽、时延以及图像数据传输的确定性。

带宽的诉求可以通过单位时间内传输图片的大小计算峰值带宽,网络设备建议预留对应的确定性带宽,一般为 40Mbit/s 至 400Mbit/s。

时延取决于质检工序整个流程对图像回传预留的时间,一般为毫秒级至秒级。

图像数据传输的确定性需满足 AI 质检对数据传输丢包率的要求,要求做到无损传输、不能丢包,选择无线传输通常信息容易受到干扰,有线传输相对来说更可靠、更适合。

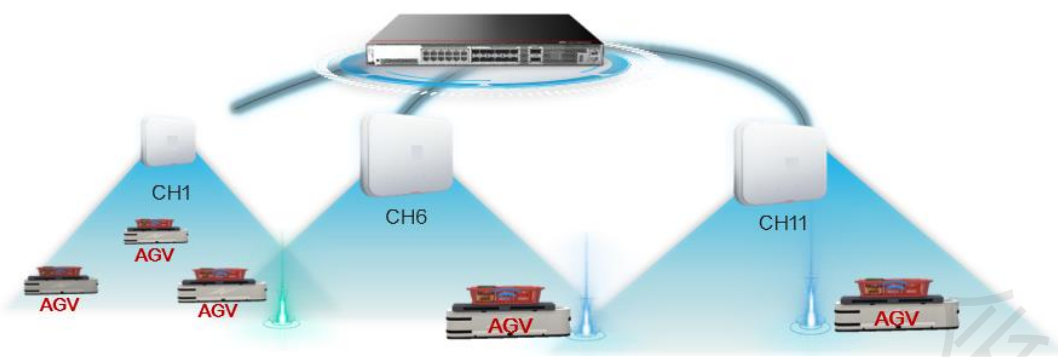


图 2-3 AGV 小车应用场景

AGV(Automated Guided Vehicles)又名无人搬运车、自动导航车或激光导航车。其显著的特点是无人驾驶，AGV 上装备有自动导向系统，可以保障系统在不需要人工引航的情况下能够沿预定的路线自动行驶，将货物或物料自动从起始点运送到目的地。AGV 的另一个特点是柔性好，自动化和智能化程度高，AGV 的行驶路径可以根据货物位置要求、生产工艺流程等改变而灵活改变，并且运行路径改变的费用与传统的输送带和刚性的传送线相比非常低廉。AGV 一般配备有装卸机构，可以与其他物流设备自动接口，实现货物和物料装卸与搬运全过程自动化。

在智慧工厂中，AGV 可以广泛地应用于工厂生产流水线以及仓储货物搬运。对于生产线场景，可由多台 AGV 组成柔性的物流搬运系统，搬运路线可以随着生产工艺流程的调整而即时调整，使一条生产线上能够制造出十几种产品，大大提高了生产的柔性和企业的竞争力。以某轿车装配厂为例，该装配厂装配线采用多台可装载轿车车体的 AGV 后，装配时间减少了 20%，装配故障减少 39%，投资回收时间减少 57%，所需劳动力减少了 5%。AGV 在世界的主要汽车厂，如通用、丰田、克莱斯勒、大众等汽车厂的制造和装配线上得到了普遍应用。

对于 AGV 小车应用，由于移动性较强，目前网络接入主要通过无线实现，可以采用运营商 5G 或者 Wi-Fi 6 技术。AGV 场景本身节点对带宽的要求不高，一般不超过 40Mbit/s，主要诉求为小车在不同位置移动时无线漫游的时延以及丢包，时延一般要求无线漫游低于 100ms，并要做到尽量不丢包，防止 AGV 小车因交互失败造成脱

管，最终导致物流拥塞。

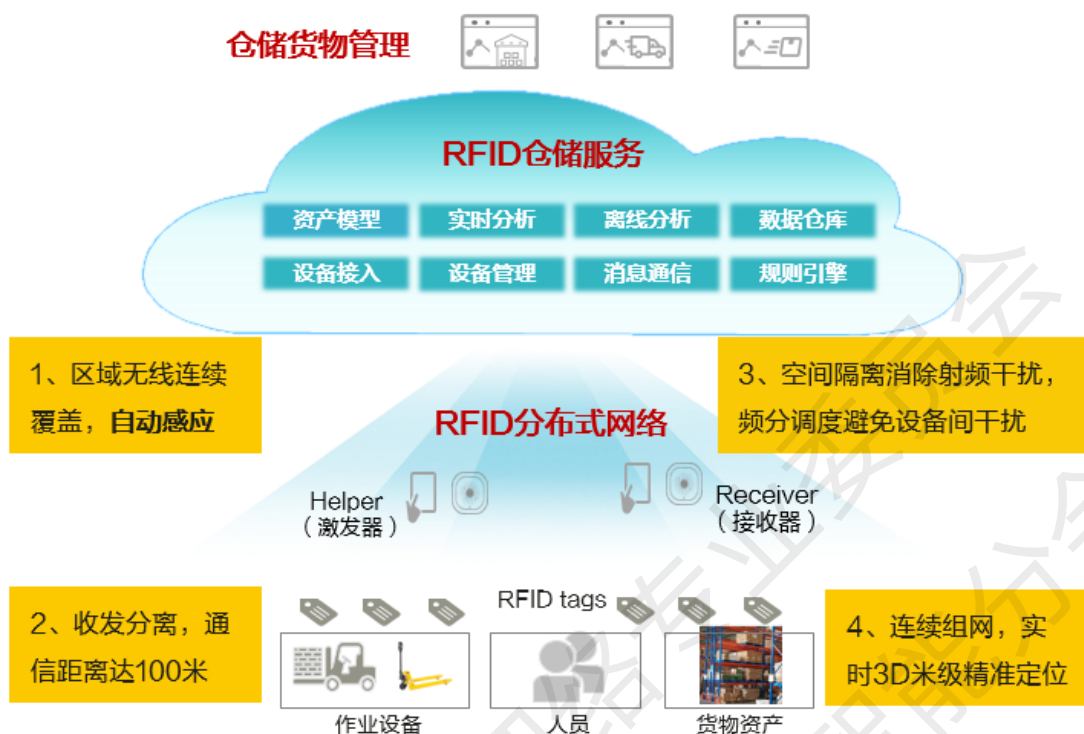


图 2-4 RFID 仓库资产盘点系统

制造工厂生产过程必然面临原材料以及产品的仓库存储，也面临物流流转货品的资产管理，一般包括如下内容：

仓储管理：出入管理、智能分单、智能上架、库存调阅、自动盘点、定位跟踪、快速找货、调拨补货等。

资产管理：出入管理、智能盘点、电子围栏、智能查找、配件防盗等。

传统的仓库资产盘点主要通过人力完成，费时费力且不准确，通过现有的盘点技术如 RFID 技术，可以快速、高效地完成盘点。这类业务主要要求末端的网络设备具备 IOT 网关的能力，能集成 RFID、蓝牙等短距通信模块，支持大量节点的实时通信，通常选择无线或者 Wi-Fi 6 来实现多节点设备的接入，时间和带宽要求相对较低，单设备接入的容量不小于 1000。

2.2. 智慧工厂网络趋势与挑战

2.2.1 工厂网络业务云化的趋势

从智慧工厂数字化架构可以看出，智慧工厂需要通过统一的智能云平台搭建数字化底座，把工厂的各个系统统一部署在云平台上，业务云化成为一个明显的趋势。而业务云化需要简单架构、快速部署的网络。

传统工厂数字化水平不高，各个系统往往各自为政，各种服务器都分散在本地部署，每个子系统各自成网。在子系统封闭独立、没有云化的场景下，原有核心/汇聚/接入三层架构的以太网交换机是有一定优势的，各种终端访问服务器时可实现就近交换（如需要访问部署在同一个接入交换机下的服务器，只需在本接入交换机即可完成交换，业务流量无需经过汇聚交换机），减少对核心网络流量的占用。

随着制造行业数字化水平的不断提升，越来越多的制造企业都在采用云业务，各种业务和应用服务器都集中部署到了数据中心机房，或部署在公有云/私有云上，工厂内的终端设备访问服务器都需要到数据中心节点，工厂网络的流量模型从原来的以东西向流量为主（水平方向的流量）演变为以南北向流量为主（垂直方向的流量）。

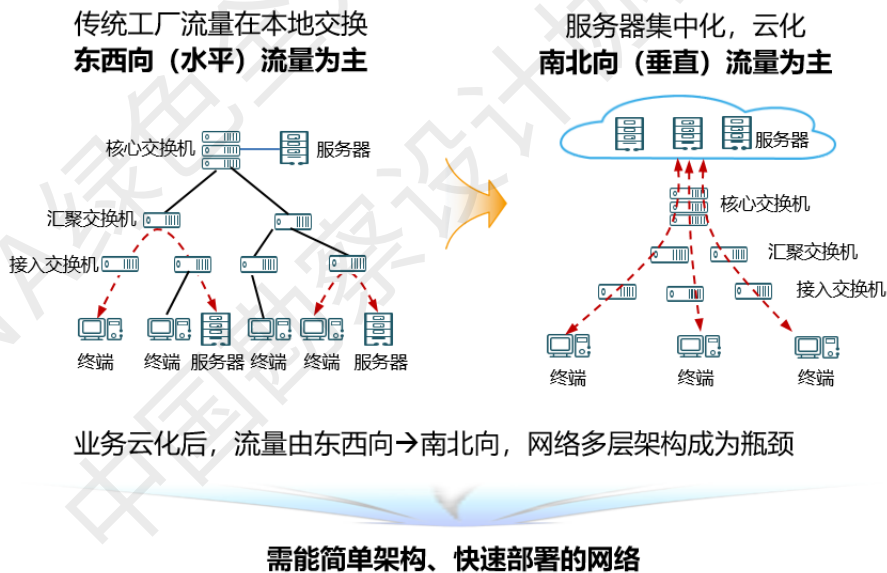


图 2-5 业务云化导致业务流量的变化

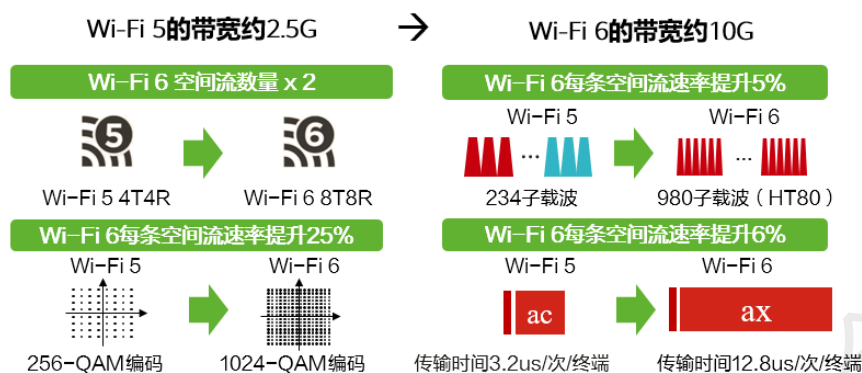
业务云化后，业务流量由东西向为主转变为以南北向为主，原多层以太网交换机交换的网络架构反而成为了瓶颈，每多一级汇聚或交换，就带来了更大的时延以及拥塞丢包的风险。业务的云化、架构的改变、系统的统一、应用的新增，都给智慧工厂网络提出了新的挑战，需要建一张适应网络南北流量为主、架构简单、设计统一、支持业务快速部署和持续演进的基础网络。

2.2.2 WLAN 无线局域网应用的趋势

WLAN 无线局域网技术已经普遍用于办公园区，无线接入可以实现随时随地移动办公，非常方便。目前主流商用的 WLAN 技术为 Wi-Fi 6 技术，相较于运营商 5G 无线技术，Wi-Fi 6 技术方案成本低、易部署，且有不错的性能表现，成为很多智慧工厂实现无线办公、AGV 小车和智能仓储的第一选择。

Wi-Fi 6 AP 的空口带宽和 Wi-Fi 5 AP 的空口带宽相比有了较大的增强（提升了 4 倍），Wi-Fi 6 AP 的空口最大速率达到了约 10GE，故 Wi-Fi 6 AP 回传的带宽也需由 GE 提升至 10GE，AP 传输网络也需从千兆网络升级为万兆网络。

传统园区工厂部署的 Cat5 和 Cat6 铜缆（网线）面临着带宽瓶颈，无法支持万兆带宽 100 米远的传输，需要全部更换为支持万兆的 Cat6A 及以上网线。若后续升级到 Wi-Fi 7（估计需要 25GE 带宽），办公房间/办公车间的水平电缆（4 对双绞电缆，俗称网线）还要更换一次，整体 WLAN 升级 AP 传输网络综合布线改动工作量非常大。



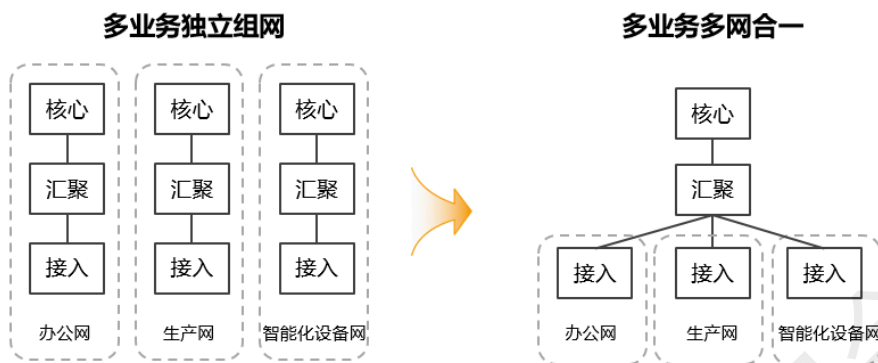
Wi-Fi 5 → Wi-Fi 6，网络面临网线带宽瓶颈

图 2-6 Wi-Fi 6 需要有更高的回传带宽

另外随着仓储 IoT 等业务的涌现，接入信息点的数量和网络的规模成倍增加，各种泛智能化电子设备的增多对于工厂网络提出更强的稳定性、可靠性以及更大规模终端互联的要求。为实现更多场景的实时互联互通，未来智慧工厂不仅要能够连接足够多的终端，且要支撑特定场景下的实时网络互联及超大带宽等要求，所以需要—个高带宽、广接入、可支撑新业务持续演进的网络。

2.2.3 网络运维简化的趋势

传统制造工厂各个子系统独立，各自成网导致整个制造工厂通常有多张烟囱式网络组网，网络规划没有统一的架构，多级网络设备的串接导致网络冗余，建设/维护工作量将会成倍增加，对维护人力也提出了很大的需求。此外，由于网络数量和网元节点的增加，导致整个网络非常庞大，如果还是采用传统的维护方式，每台网络设备都需配置一个独立的管理 IP 地址以实现对设备的管理，即需配置为数众多的管理节点，尤其是规模较大的制造企业存在多个二级企业和工厂，统一规划 IP 地址成为—个非常头疼的问题。因此，需要优化现有的运维及管理方式，做到简易运维、统一管理，简化网络的管理维护。



独立组网→多网合一，传统网络运维需简化

图 2-7 工厂网络需能支持简化管理

IoT 等多种新增业务导致了接入信息点/网元数量的大幅增加，也使工厂网络规模和组网更加复杂。现有的传统制造工厂网络已经显得力不从心，急需进行一轮新的升级，建设一张简易运维、统一管理的网络，以满足智慧工厂数字化转型的需要。

第三章

智慧工厂 F5G 全光网定义和技术优势

ONV绿色全光网络专业委员会
中国勘察设计协会智能分会

3.1. 智慧工厂 F5G 全光网定义

3.1.1 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）。

过去 40 年，人们的生活发生了日新月异的变化，人们的通信方式从最初的语音到现在的互联网，从第一代网络到第四代网络，网络不仅给家庭带来新的沟通、娱乐方式，并且通过信息化提升企业办公和管理效率，引起办公方式的革命。目前，网络正迈入数字化时代，F5G 和 5G 一起，通过使能产业互联网，掀起一场生产方式的革命，不断丰富人们的沟通与生活，加速行业数字化转型。

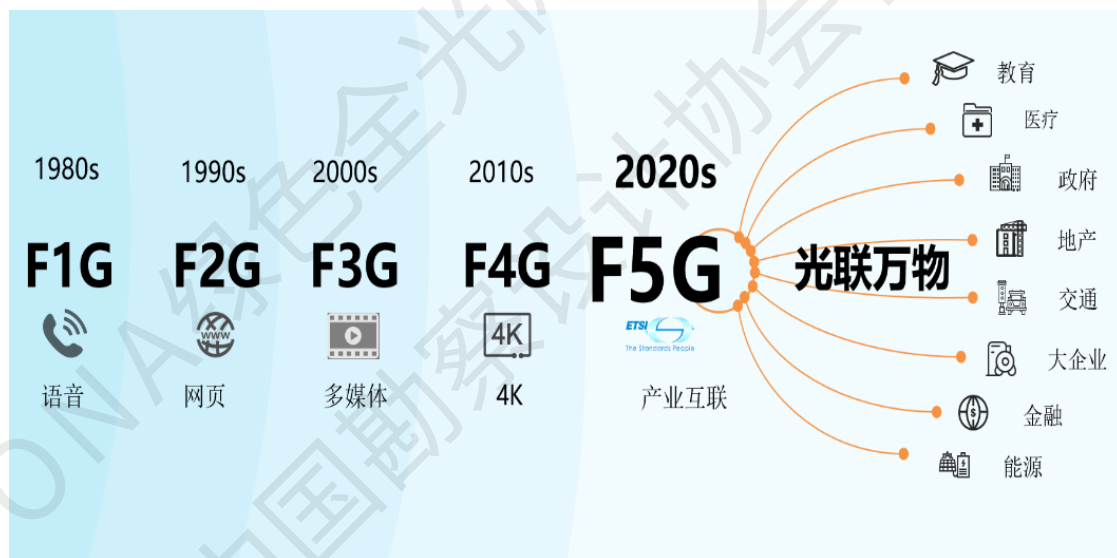


图 3-1 F5G 固定网络技术代际定义

F5G 与 5G 是协同关系，有线网络和无线网络互相补充，为万物感知和网络应用赋能。

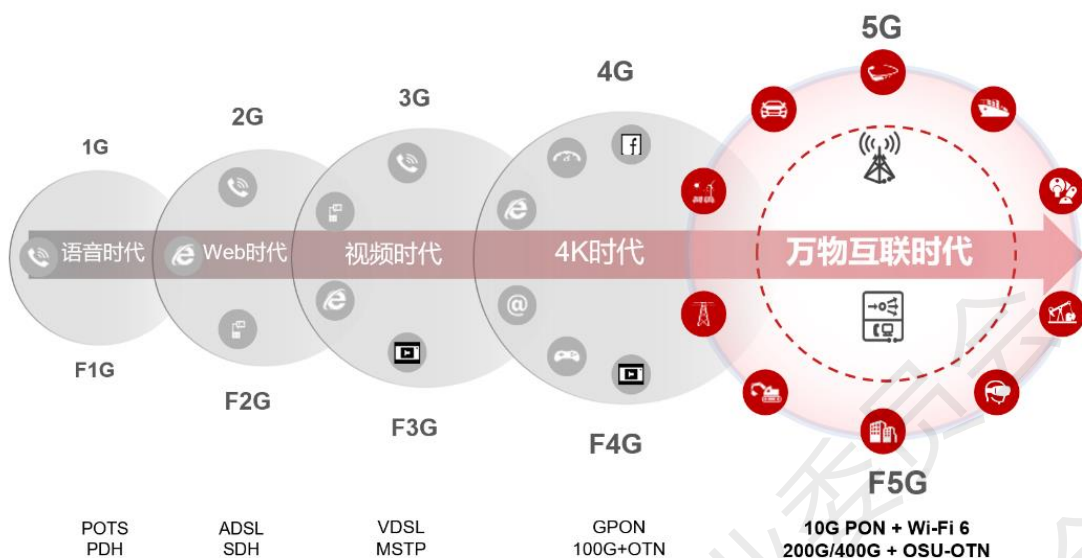


图 3-2 固定网络技术与移动通信技术代际

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、Wi-Fi 6 技术、每波长 200G/400G 光传输技术、下一代 OTN 技术等。

3.1.2 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）、Wi-Fi 6 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、视频监控数据、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。

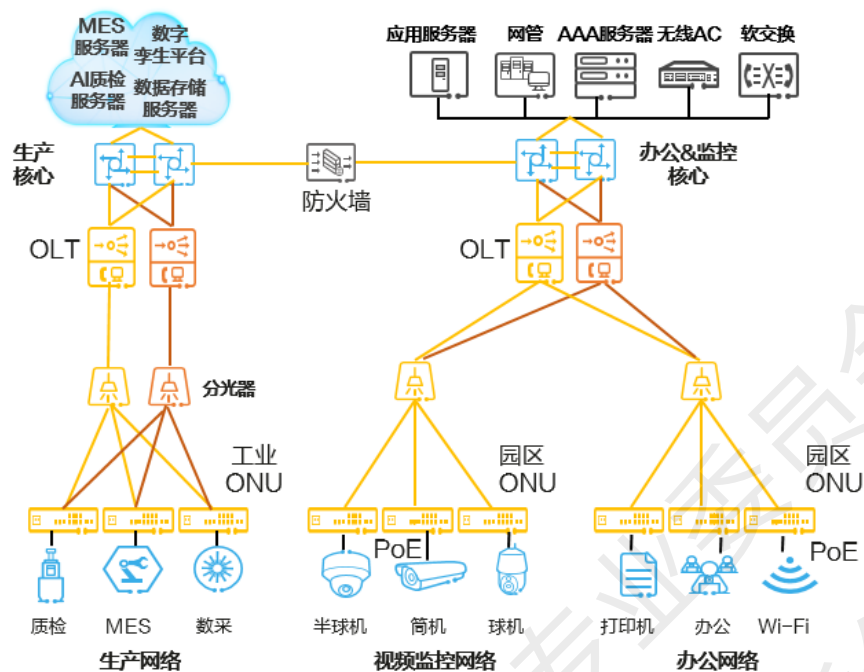


图 3-3 智慧工厂 F5G 全光网定义

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

智慧工厂 F5G 全光网可根据需要选择不同的 OLT 设备，OLT 设备类型可分为插卡式或者单机版，常见种类如下表所示。

表 3-1 OLT 设备种类划分

规格类型	插卡式			单机版
	规格 1	规格 2	规格 3	规格 4
双主控、双电源热备	支持	支持	支持	--
单台设备支持 GPON 端口数量（个）	≥ 200	≥ 96	≥ 32	≤ 16
单台设备支持 10G GPON 端口数量（个）	≥ 100	≥ 48	≥ 16	≤ 16
单台设备接入 GPON ONU 数量（台）	≥ 6000	≥ 3000	≥ 1000	≤ 512
单台设备接入 10G GPON ONU 数量（台）	≥ 6000	≥ 3000	≥ 1000	≤ 1024

注：单台设备接入 ONU 数量，GPON 按 1:32 分光比，10G GPON 按 1:64 分光比计算。

智慧工厂 F5G 全光网可根据不同场景选择不同形态的 ONU 设备，常见的 ONU

设备种类及安装方式如下表所示。

表 3-2 ONU 设备类型划分及安装方式

设备类型	主要功能	接口要求	典型业务	安装方式
类型 1	生产数据接入	以太网口	MES/质检/数采/以太网/IP 数据	工业 DIN 导轨安装
类型 2	生产数据接入	以太网口	MES/质检/数采/以太网/IP 数据	信息配线箱安装
类型 3	办公数据接入	以太网口/ POTS 口	以太网/IP 数据/ IP 视频/IP 语音/传真	信息配线箱安装
类型 4	办公数据接入	以太网口/ POTS 口	以太网/IP 数据/ IP 视频/IP 语音/传真	嵌墙或桌面电源盒(标准 86 盒)安装
类型 5	视频监控数据接入	以太网口带 PoE	以太网/IP 数据/IP 视频/PoE	信息配线箱安装

常见的 ONU 形态包括工业 DIN 导轨 ONU，桌面型 ONU，机架式 ONU，SFP ONU，86 盒面板 ONU 等。

智慧工厂 F5G 全光网采用的光纤为单模光纤，ODN 设备也有多种形态，光分路器（也称分光器）的形态包括通用机架式光分路器，盒式光分路器。可按具体项目的实际需求选用，推荐使用机架式分光器。

3.2. 智慧工厂 F5G 全光网和传统网络差异

3.2.1 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，电缆长度通常小于 10 米。

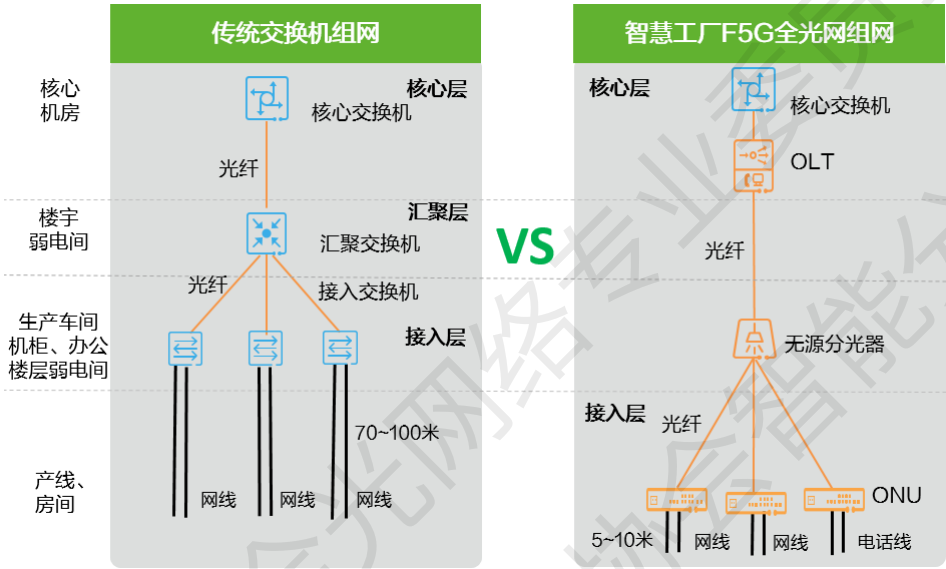


图 3-4 网络架构差异

传统以太网交换机网络主要由以太网交换机和网线组成，传统以太网络一般采用三层架构，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，减少了汇聚层。智慧工厂 F5G 全光网一般采用 OLT 和 ONU 设备，中间采用的是单模光纤进行连接。

表 3-3 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	/	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，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，需提前考虑 ONU 的安装和取电。

3.2.2 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，弱电间只部署无源分光器，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下图所示。

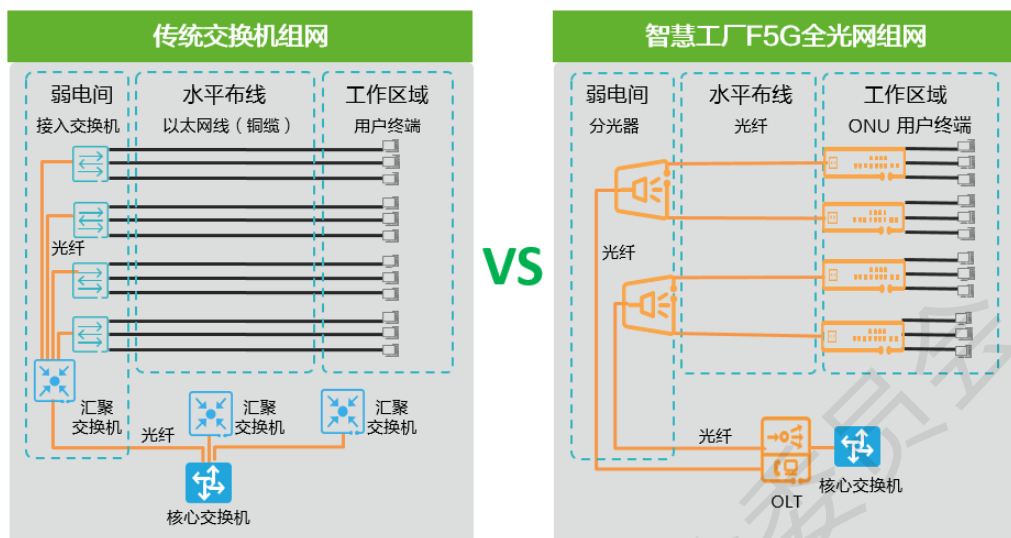


图 3-5 综合布线差异

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

表 3-4 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	网线
智慧工厂 F5G 全光网	光缆	光纤	网线

3.2.3 差异总结

智慧工厂 F5G 全光网和传统以太网交换机网络相比，在网络架构和综合布线上都有较大的差异，带来了技术上的优势。

在行业上下游的认知程度上，智慧工厂 F5G 全光网和传统以太网交换机园区相比，认知度还需继续提高。智慧工厂 F5G 全光网目前在工厂园区的普及度相对较低，园区的信息管理部门在选择园区网络基础设施方案时，更倾向于采用本园区已经熟练使用多年的以太网技术。

从设计单位上看，以太网技术已经应用多年，技术相对成熟，占据了局域网领域

的大部分市场，不同工程项目间的差异不大，可以减少设计工作量。再加上当前 F5G 网络处于上量期，设计单位对智慧工厂 F5G 全光网的了解暂时还是较传统以太网交换机组网要弱，也造成当前智慧工厂 F5G 全光网的建设量不如传统以太网交换机网络。

但在国家信息化产业政策的支持下，“光进铜退”已成为大势所趋，智慧工厂 F5G 全光网在此背景下将得到大力推广。处于产业链上的机构要将自身发展与历史机遇相结合，加强智慧工厂 F5G 全光网特点和价值理念的宣传推广，加快智慧园区领域的标准编制工作，繁荣产业生态，提升产业影响力，为工厂园区网络基础设施的产业升级和建设发展贡献力量。

3.3. 智慧工厂 F5G 全光网技术优势

3.3.1 简架构的优势

简架构优势：F5G 智慧工厂具有网络扁平化、架构简单的优势。

智慧工厂 F5G 全光网和传统以太网园区相比，实现了网络扁平化。F5G 智慧工厂中，OLT 设备和核心交换机一起部署于核心机房；ONU 尽可能靠近最终的接入终端，中间采用光纤和无源分光器来进行连接。

智慧工厂 F5G 全光网架构中，采用无源的分光器替代了原来的有源汇聚交换机设备，减少了汇聚层，变更为扁平化的二层网络架构，实现了架构上的优化。

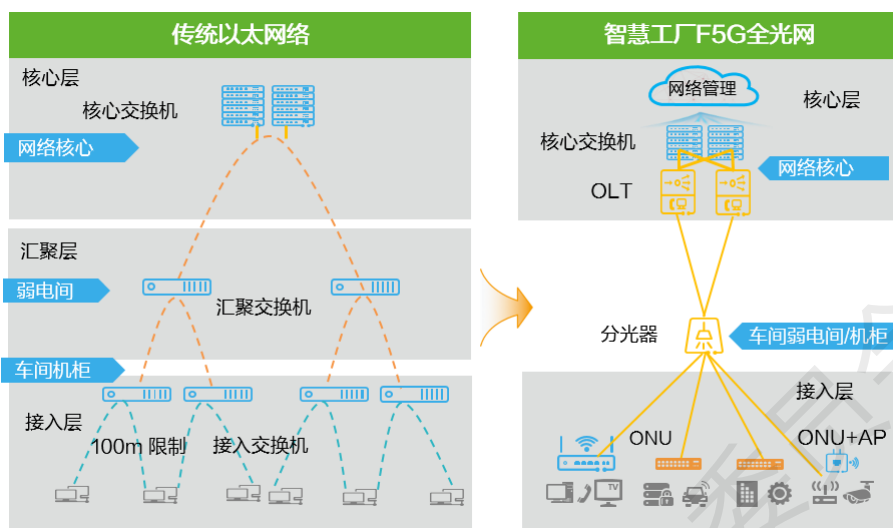


图 3-6 智慧工厂 F5G 全光网简架构的优势

智慧工厂 F5G 全光网采用的无源分光器无需供电，且可部署于任意位置，可考虑取消或者减少弱电间的空间，提高建筑空间的利用率。

智慧工厂 F5G 全光网的 ONU 体积小，轻便易安装，部署于车间接入终端附近的小信息箱或安装在接入终端所在的机台中，从而取消车间接入交换机机柜，节省出的空间可用于车间生产。随着接入交换机机柜的取消，机柜至接入终端的大量网线也可以由数量少、重量轻、价格便宜的光纤代替，节省大量的综合布线物料成本和人力投入，这个成本对于制造工厂而言是一笔不小的开支。

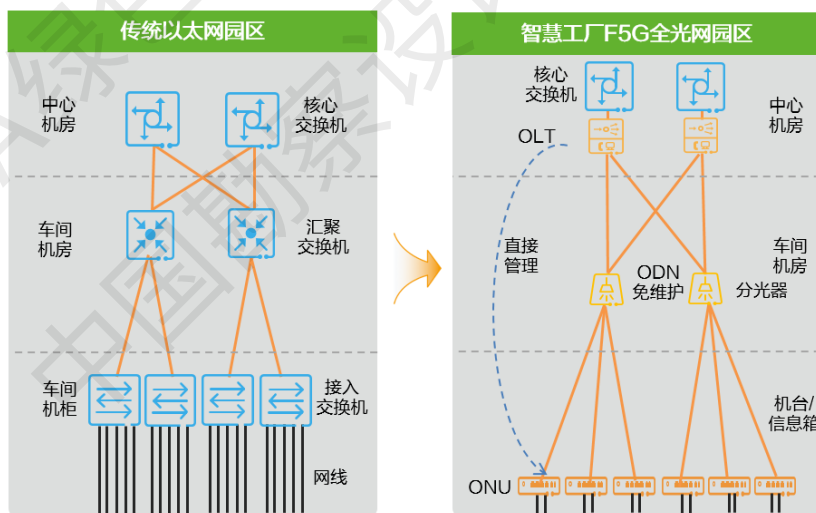


图 3-7 智慧工厂 F5G 全光网可取消车间机柜

智慧工厂 F5G 全光网中，由于 ONU 尽可能靠近最终的接入终端，实现了光纤下移，也解决了原来网线的带宽不足及传输距离小于 100 米的问题。光纤下移带来了可以持续升级的带宽能力，同时光纤也可以支持 40km 的传输距离，实现广覆盖。

智慧工厂 F5G 全光网的简架构优点，很好地契合了生产业务云化的趋势。智慧工厂 F5G 全光网中业务可从接入侧直达网络核心，减少中间的有源汇聚环节，提供更低的时延、更好的体验、更少的拥塞点。

3.3.2 高可靠的优势

智慧工厂 F5G 全光网可提供 Type B 或者 Type C 的保护方式，支持从 ONU 上行端口到 OLT 上行端口之间的设备和光纤保护。可根据不同的应用场景选择不同的组网方式，提供不同程度的保护。

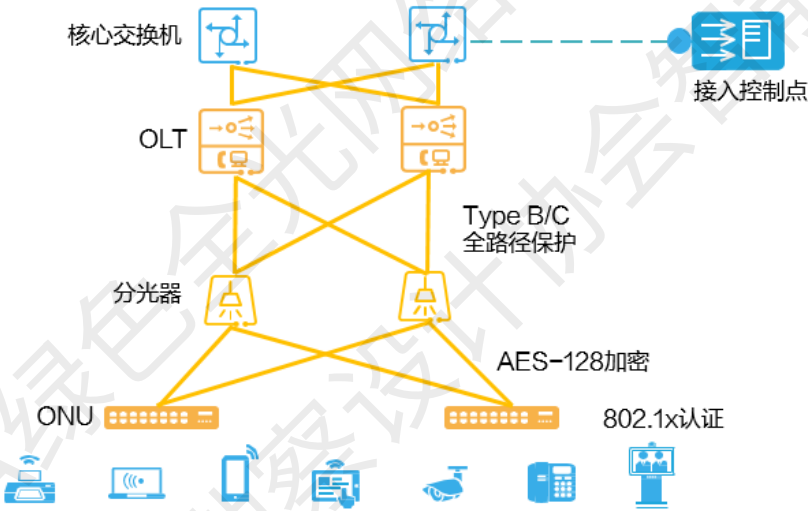


图 3-8 智慧工厂 F5G 全光网支持高可靠

智慧工厂 F5G 全光网中，如果光纤或者设备出现问题，Type B 或者 Type C 会自动触发网络的保护，无需人工干预，实现链路业务的自动切换。在智慧工厂 F5G 全光网中，推荐采用 Type B 双归属保护和 Type C 双归属保护。

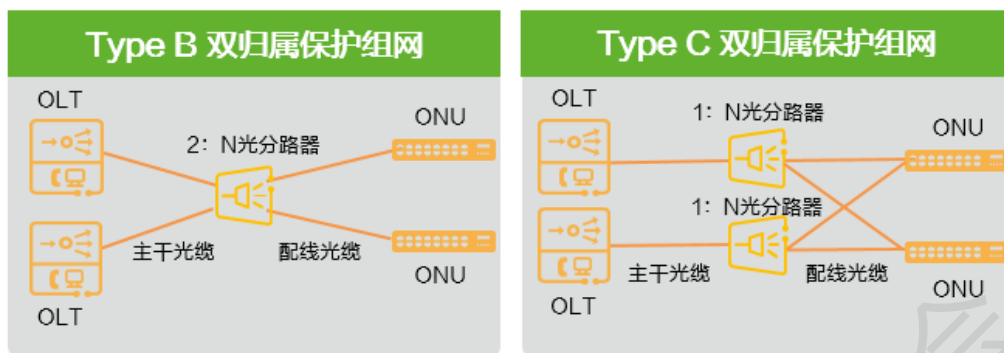


图 3-9 智慧工厂 F5G 全光网 Type B 和 Type C 双归属保护组网

双归属保护需要配置 2 台 OLT 设备，对 OLT 设备本身进行保护，推荐采用这种配置。

智慧工厂 F5G 全光网采用了光纤作为传输介质，光纤也具有抗电磁干扰、耐腐蚀的优点，可对传输数据进行更好的保护。

智慧工厂 F5G 全光网采用 POL 技术，支持对 PON 传输的数据进行加密。对于 XGS-PON 技术，不管是从 ONU 到 OLT 的数据，还是从 OLT 到 ONU 的数据，都经过 AES128 的加密，不同的 ONU 采用不同的加密密钥，并定期刷新，对用户数据进行加密传输。

智慧工厂 F5G 全光网采用的 ONU 可支持 802.1x 的认证，只有通过 802.1x 认证之后才被允许接入到网络中。

3.3.3 智运维的优势

智慧工厂 F5G 全光网采用 F5G 无源光局域网技术(POL), OLT 设备是整个 PON 网络的智慧大脑，通过 OMCI 协议对整个 PON 网络的 ONU 设备进行管理和配置；无需再到 ONU 设备进行本地的业务和数据配置，ONU 设备也无需配置独立的管理 IP 地址。

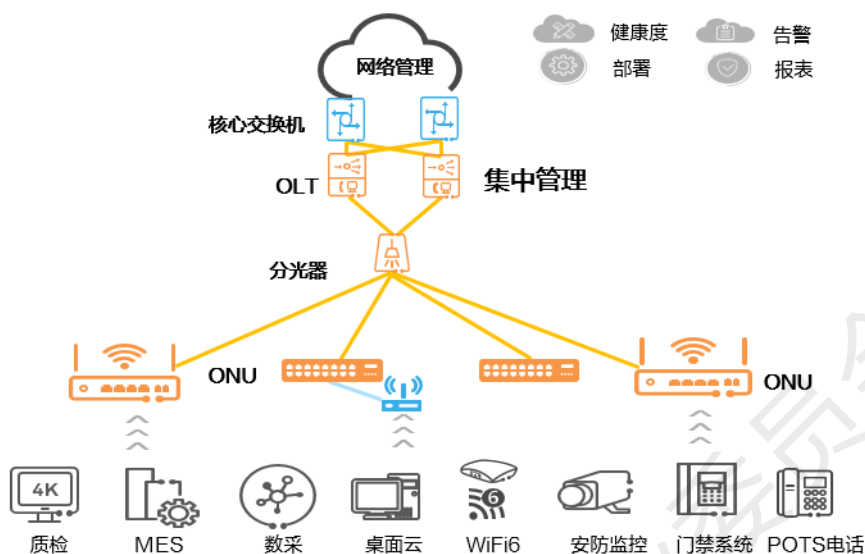


图 3-10 智慧工厂 F5G 全光网支持智运维

由于 OLT 设备采用了对 ONU 设备的集中管理机制，智慧工厂 F5G 全光网可极大减少网络的管理节点数量，在数据配置上，所有的 ONU 统一由 OLT 设备进行管理，OLT 对 ONU 设备的配置数据进行保存和下发；此外，智慧工厂 F5G 全光网可支持 ONU 的开局即插即用免调测功能，也可支持维护即换即通免配置功能，提升了网络的部署和管理效率。

由于 OLT 设备实现了对 ONU 设备的集中管理，在 OLT 设备或者网络管理设备上都可支持整个网络数据的快速收集和处理，可在网络管理设备上对整个网络的部署情况、告警情况、健康度等各种报表进行收集、显示和快速处理，实现整个园区网络的故障实时感知、高效管理，保障业务实时在线。

智慧工厂 F5G 全光网的网络管理更加简单。智慧工厂 F5G 全光网中，OLT 和 ONU 之间采用的是无源光纤网络，无源光纤网络中的光纤或者无源分光器等器件无需管理，也极大简化了运维。

智慧工厂 F5G 全光网的管理节点数量远小于传统以太网园区。传统以太网园区中，每台交换机设备（包括汇聚交换机、接入交换机等）都是一个独立管理单元，需要有独立的管理 IP 地址进行管理，所以网络越复杂，交换机的数量越多，管理起来

就越复杂。智慧工厂 F5G 全光网中，由于 ONU 在软件管理上无需独立配置，全部通过 OLT 进行管理，所以不管多大的园区网络，其管理节点都是几台 OLT 设备及核心交换机，管理更加简单。

第四章

智慧工厂 F5G 全光网设计

ONV绿色全光网络专业委员会
中国勘察设计协会智能分会

4.1. 智慧工厂 F5G 全光网架构

F5G 为智慧工厂园区的生产网络、视频监控网络、办公网络提供了全新的解决方案。智慧工厂 F5G 全光网架构如图 4-1 所示。

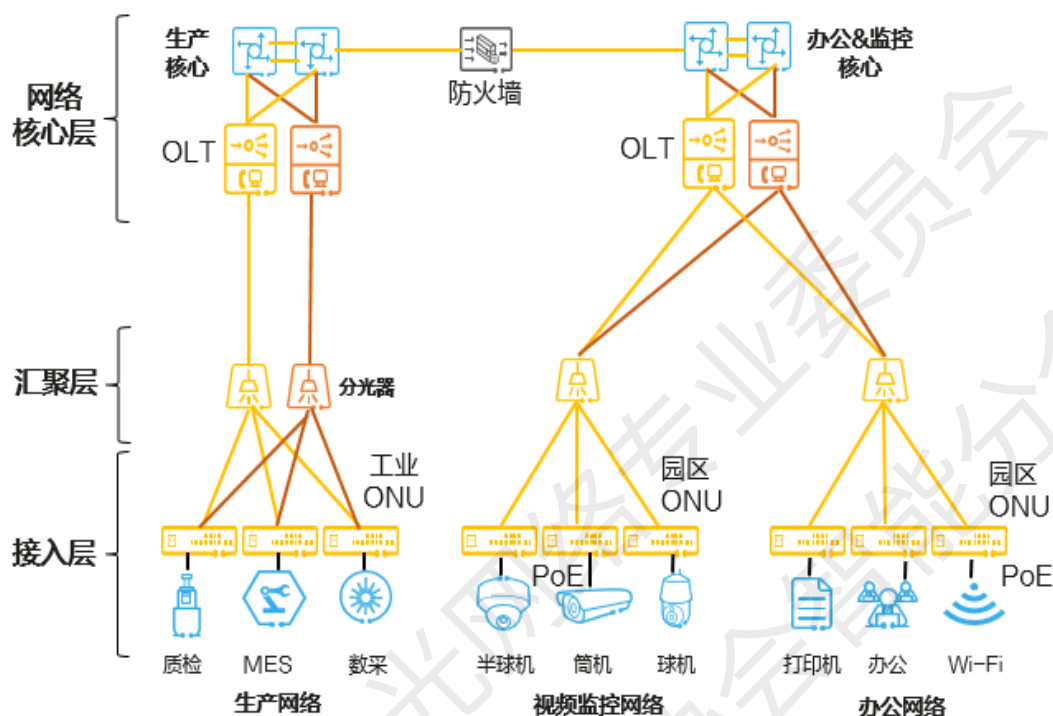


图 4-1 智慧工厂 F5G 全光网架构示意

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视频监控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。生产网络和办公网、视频监控网之间通过防火墙通信。

4.2. 智慧工厂生产网络设计

4.2.1 生产网业务需求

智慧工厂生产网承载了工厂车间生产相关的所有业务数据，常见的业务类型和其对网络性能的要求如下表所示：

表 4-1 智慧工厂常见业务类型与网络性能要求

业务类型	终端类型	业务数据	带宽要求	时延要求
MES	MES 工控机/PC/扫码终端	生产控制数据	<12Mbit/s	<10ms
质检	工业相机	高清图像	<100Mbit/s	<10ms
数采	MES 工控机/机器信息接口/数采网关	生产状态数据	<12Mbit/s	<10ms
无线 AP	PDA 终端/手机/PAD/PC/AGV	生产状态数据/物流控制数据	<10Mbit/s	<50ms
视频监控	摄像机	高清视频	<12Mbit/s	<10ms

智慧工厂的正常生产要求上述生产业务 7×24 小时稳定、可靠传输，为了最大程度地确保生产业务全时在线，生产网络应支持冗余保护组网。在网络设备或光纤链路出现故障时，业务能够在 50ms 内自动切换至备用链路，生产业务快速恢复。

4.2.2 生产网 F5G 网络架构

智慧工厂 F5G 全光网的生产网网络架构如图 4-2 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。汇聚层由无源分光器构成，通常部署在工厂车间的弱电间或车间机柜。接入层由工业 ONU 构成，ONU 部署在机器机柜或机柜附近的信息箱。

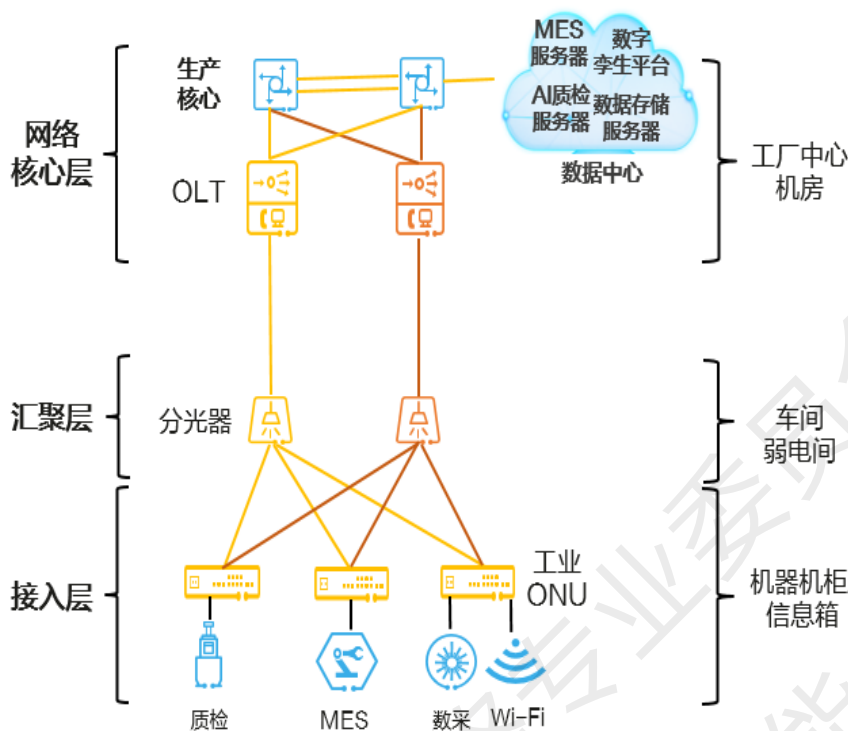


图 4-2 智慧工厂 F5G 生产网络架构示意

智慧工厂 F5G 生产网络采用 Type C 双归属保护组网。在核心层，双归属保护需要配置 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，无源分光器两台一组互为备份，在其中一台分光器端口被误断开时，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。

4.2.3 生产网 F5G 综合布线设计

智慧工厂 F5G 生产网的综合布线设计，根据 ONU 分布密度、分光器部署位置和 ONU 安装方式不同，建议了两种场景方案：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 4-2 智慧工厂 F5G 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 ONU 数量	分光器部署位置	ONU 安装方式
高密场景	半导体/电子制造、光伏制造	>500 台	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	<100 台	车间弱电间	机器附近信息箱内安装

智慧工厂 F5G 生产网高密场景综合布线方案如图 4-3 所示。OLT 和生产核心交换机部署在园区机房，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。园区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。

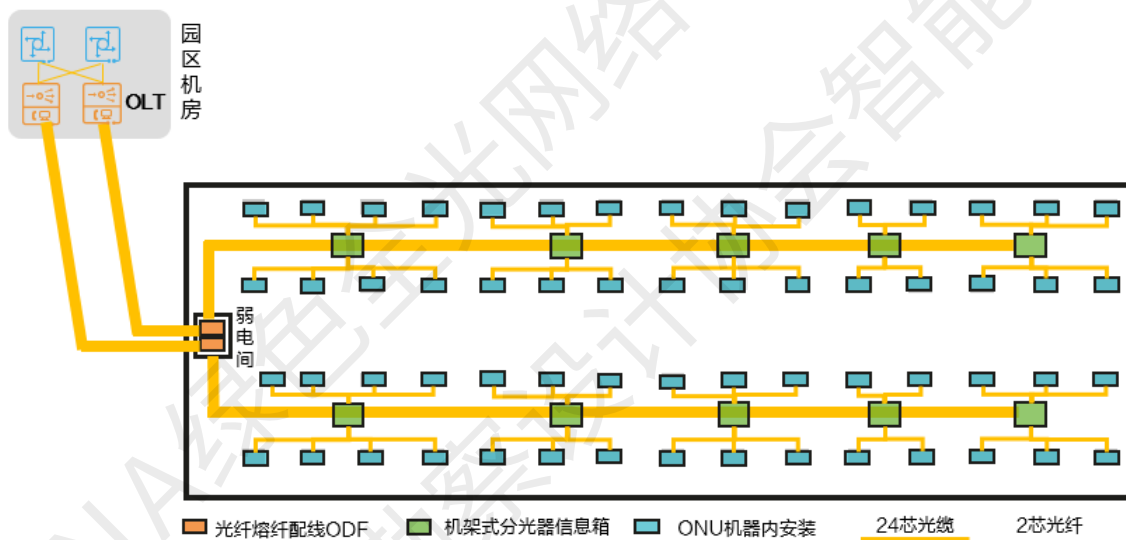


图 4-3 高密场景综合布线方案

机架式分光器安装在 19 英寸标准机柜中。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。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。

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 的园区机房的 ODF 和分光器机柜之间建议采用 12 芯~24 芯的多芯铠装光缆连接。

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。

ONU 和机架式分光器之间建议采用室内 1~2 芯皮线光纤连接。皮线光纤宜选择 2 端预成端 SC/UPC 接头的定长光纤，好处是可以免去大量的现场熔纤操作。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。

建议机台内预留 ONU 供电插座接口，机台内的供电插座接口和机台用电之间采用空开隔离。

智慧工厂 F5G 生产网低密场景综合布线方案如图 4-4 所示。OLT 和生产核心交换机部署在园区机房，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。

园区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。园区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。

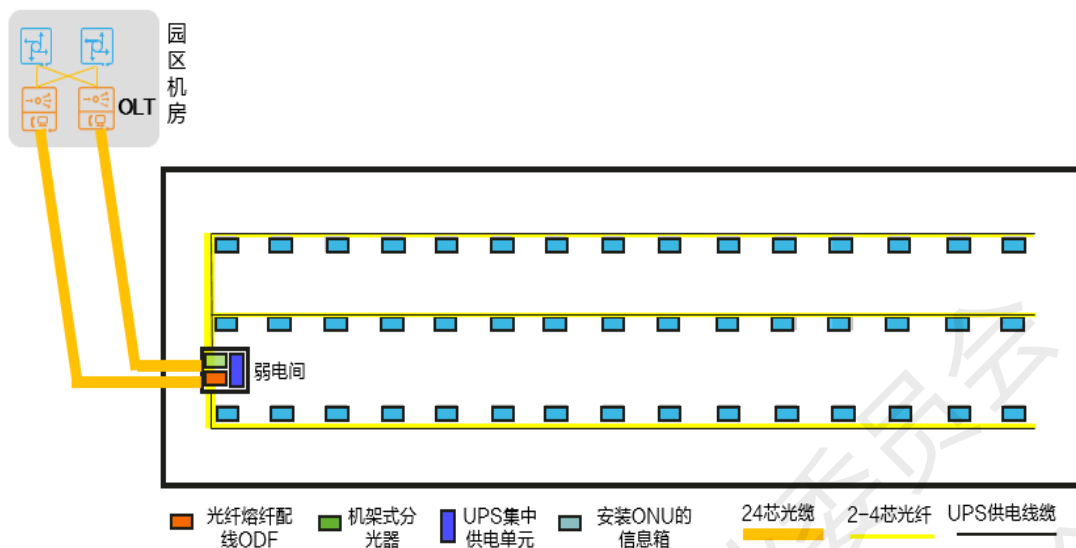


图 4-4 低密场景综合布线方案

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。光纤熔纤配线单元用于室外多芯光缆和室内皮线光纤之间的熔纤配线。光纤熔纤配线单元和分光器之间建议采用光纤跳纤建立连接。

ONU 宜采用标准 DIN 导轨或平铺的方式安装于信息箱内，根据接入信息点的位置部署相应的信息箱。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。

低密场景可以采用 UPS 集中供电的方式给 ONU 供电，UPS 集中部署在园区机房。也可以从 ONU 附近的插座取电。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。

4.2.4 生产网 F5G 设备选型建议

OLT 需具备高带宽、高密度、高转发性能，用于汇聚大量用户接入到数据中心网络中。支持大、中、小等不同的容量规格，支持插卡式灵活扩展。OLT 设备规格选型时应根据工厂生产网实际接入终端的数量评估和测算，可参考表 4-3 给出的特征指标。

表 4-3 OLT 选型参考

指标	大容量	中容量	小容量
主控板交换容量	8Tbit/s	3.6Tbit/s	248Gbit/s
业务板槽位带宽能力	200Gbit/s	100Gbit/s	80Gbit/s
MAC 地址数（个）	262143	262143	262143
单框 GPON 端口数（个）	64	32	16
单框 XGS-PON 端口数（个）	64	32	16
单框最大支持 10GE 端口数（个）	32	8	4
Type B 双归属保护	支持	支持	支持
Type B 倒换自愈时间	<50ms	<50ms	<50ms
Type C 双归属保护	支持	支持	支持
Type C 倒换自愈时间	<50ms	<50ms	<50ms
分布式转发架构	支持	支持	支持
双主控板、双电源冗余备份	支持	支持	支持

生产网络 ONU 设备安装在生产现场，因此生产现场的环境参数是 ONU 选型的重要考量因素。例如，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 工作环境参数相对较好。对于车辆、重工制造工厂而言，生产现场存在高温、高粉尘的环境，ONU 工作环境参数较差，ONU 需要支持工业级宽温。

除了环境参数之外，ONU 选型时应考虑对上行带宽、GE 网口数量、PoE 网口数量、安装方式、保护类型等规格要求，可参考表 4-4 给出的特征指标。

表 4-4 ONU 选型参考

指标	普通款 ONU	工业级 ONU
工作环境温度	-40℃~55℃	-40℃~70℃
工作湿度	5%RH~80%RH, 非凝结	5%RH~95%RH, 非凝结
安装方式	信息配线箱平铺安装	工业 DIN 导轨安装
上行口	GPON/XGS-PON	GPON/XGS-PON
保护类型	Type B	Type C
GE 网口数量	4 个/8 个	4 个/8 个
PoE+网口数量	按需	按需

4.3. 智慧工厂办公网络设计

智慧工厂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。

智慧工厂办公园区的办公网一般包括独立办公室、开间办公区以及会议室。

独立办公室可采用光纤到房间（办公室）的部署方式，每个独立办公室布放一根光纤（也可布放 2 根光纤，一根使用，一根备份），在办公室内部署 4 口或 8 口 ONU，用于承载办公室内有线网络、无线网络、打印机、门禁等业务。独立办公室内若有信息箱，可把 ONU 安装在信息箱内部；若没有信息箱，则可把 ONU 安装在办公桌下面。

开间办公室的有线网络和无线网络一般分开部署。开间办公室通常人数较多，对无线网络的带宽需求较大，无线网络推荐采用 Wi-Fi 6，回传承载网络推荐使用带宽更大的 XGS-PON 技术。有线网络一般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 8 口 ONU。ONU 可安装在办公桌下方的信息箱内，推荐采用 XGS-PON 技术。

会议室场景与独立办公室情况类似，采用光纤到房间（会议室）的部署方式，每间会议室布放一根光纤（也可布放 2 根光纤，一根使用，一根备份），部署 8 口 ONU，统一承载会议室内部的电脑、AP、会议终端、门禁、视频会议系统、视频安防监控等。ONU 一般部署在会议室的网络箱或会议桌下方。建议采用 XGS-PON 技术，以满足未来 5 年业务演进的需求。

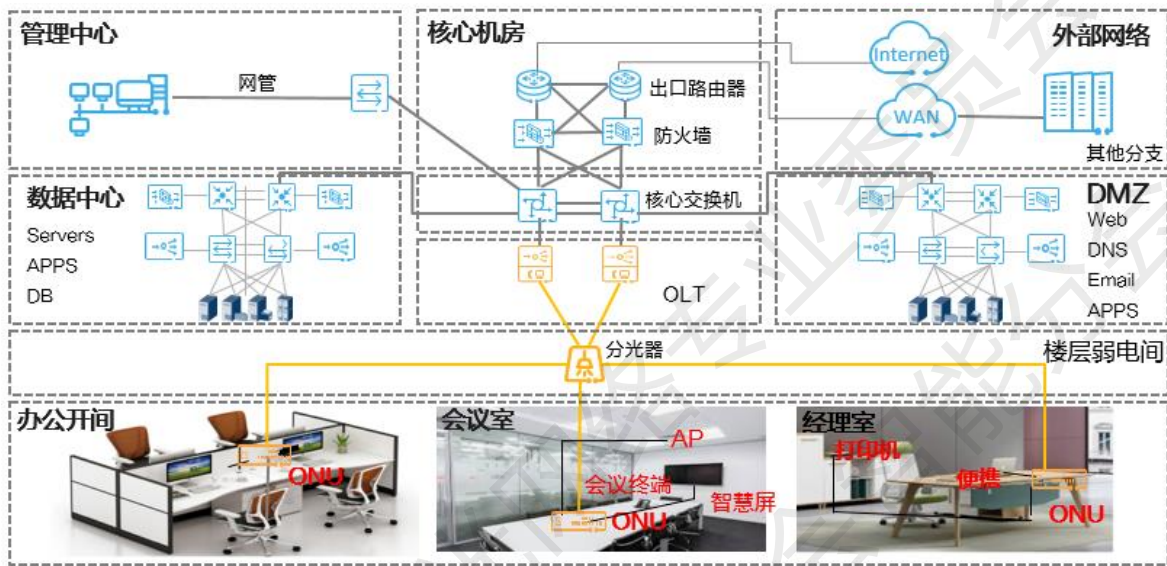


图 4-5 智慧工厂 F5G 全光网在办公场景的应用

4.4. 智慧工厂安防监控网络设计

智慧工厂安防监控网包括生产车间视频安防监控系统、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头数据高效回传。

智慧工厂 F5G 全光网支持星型组网和链型组网两种网络组网方式。星型组网采用等比分光器，适用于摄像头密度较大的场所，如生产车间、办公大楼、餐厅等；链型组网采用不等比分光器，适用于摄像头密度低，尤其是摄像头呈链状分布的情况，

如园区周界安防、园区内道路视频安防监控等。

智慧工厂 F5G 全光网针对室内和室外场景，提供不同形态的 ONU。针对室内视频安防监控，可采用性价比更高的室内型 ONU，采用网络箱安装方式，通过 PoE 给摄像头远程供电；针对室外视频安防监控，可采用室外一体化站点形式的 ONU，将 ONU、电源、备电等统一集成在一个可防水的箱体中，支持一体化安装，可以抱杆安装或挂墙安装，方便快捷。

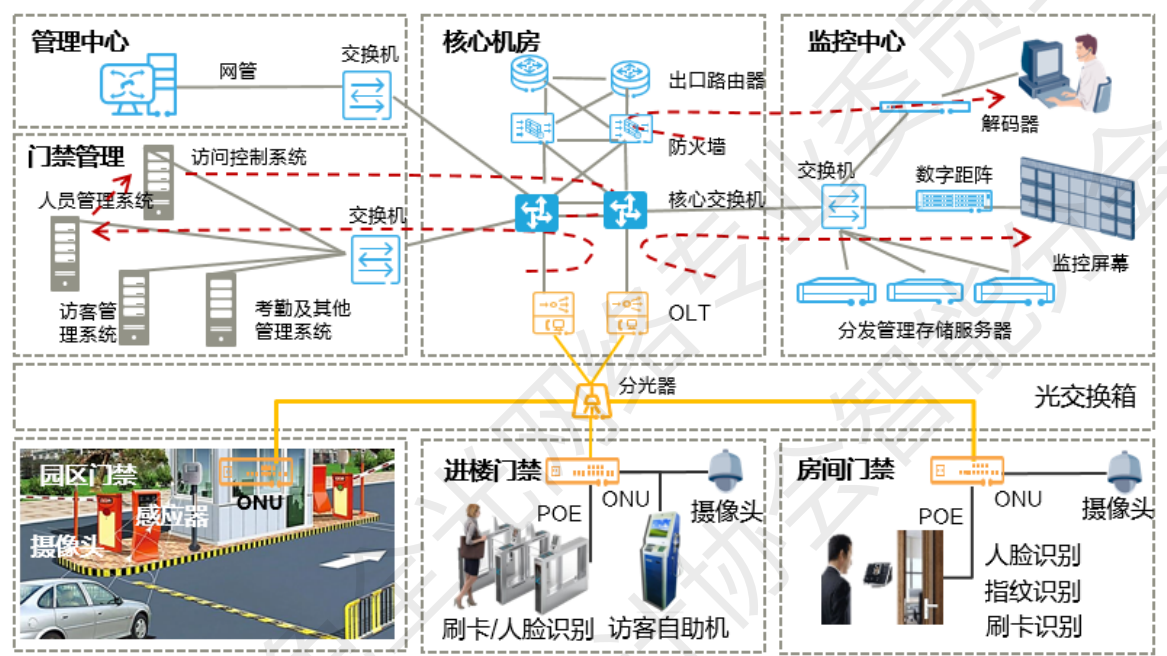


图 4-6 智慧工厂 F5G 全光网在安防监控场景的应用

第五章

智慧工厂 F5G 应用案例

ONV绿色全光网络专业委员会
中国勘察设计协会智能分会

5.1 半导体电子行业案例

5.1.1 东方日升滁州 F5G 智慧工厂



图 5-1 东方日升滁州 F5G 智慧工厂

东方日升新能源股份有限公司是世界第六大光伏厂家，从事光伏并网发电系统、光伏独立供电系统、太阳能电池片、组件等研发生产和销售。

2020 年，东方日升与安徽省滁州市签约 5GW 高效电池及光伏组件项目，12 月正式开工，项目总投资 100 亿，是总建筑面积 65 万平方米的世界级超级工厂，计划半年建成投产。

客户需求

东方日升滁州新能源基地智能化项目，包括车间生产、办公、监控三张网络。

- 1、生产网：信息点位数量 2600，产线检测图上传时要求 65MB/1.5s 传输速率。
- 2、办公网：办公接入点位数量 900，办公会接桌面云，每个办公位 100M 带宽。
- 3、监控网：监控点位数量 1800。

滁州智能化项目的目标是建成无人智慧工厂，提升生产效率，成为行业标杆。

解决方案

采用 F5G 全光网络解决方案，并根据滁州工厂实际场景而设计。

- 1、三张网络独立建设，分别采用两台 OLT 做双归属保护。
- 2、生产网：采用面板式 ONU，实现光纤直达机器。

3、办公网：采用 XGS-PON（上下行 10G），以支持其桌面云的大带宽需求。

4、监控网：采用支持 PoE 的 ONU，为摄像头提供网络的同时提供取电。

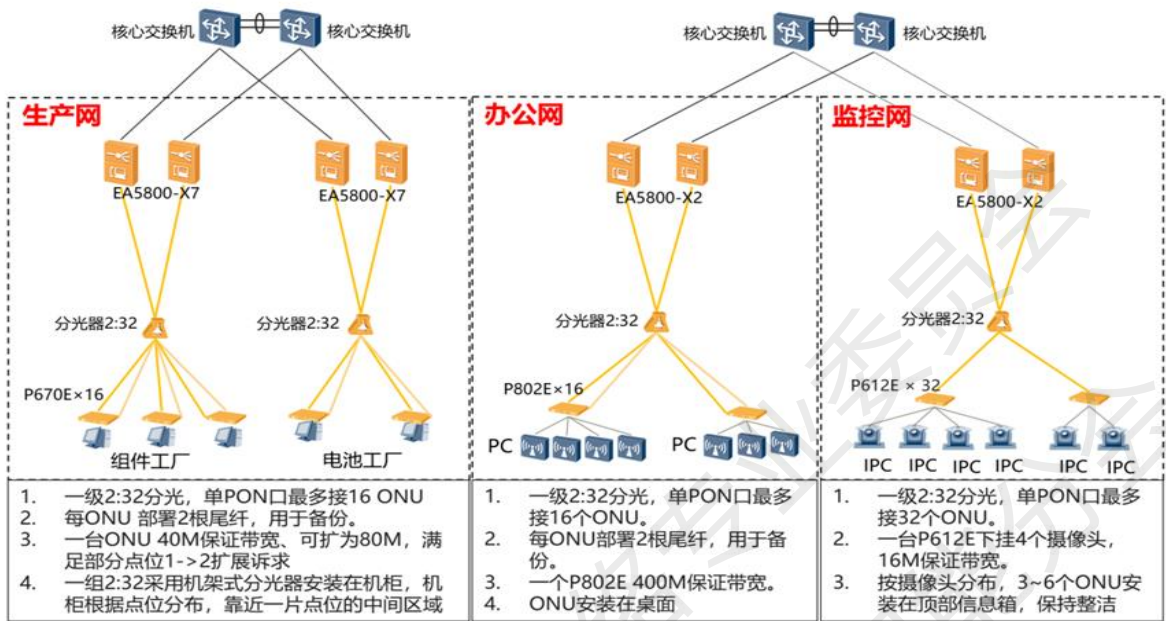


图 5-2 东方日升滁州 F5G 智慧工厂组网图

客户价值

1、F5G 全光方案网络无源、长距覆盖：每个厂房 400m×250m，从核心机房到最终产线工位，中间全部是无源设备，省电、省机房、省线缆。

2、安全可靠：全光方案适应复杂工况条件，光纤介质抗电磁干扰、抗腐蚀、抗老化；双链路保护机制能为生产网提供全时的通信支持。

3、全光安装部署很好地适应了厂房复杂环境、走线干净简洁，并且能随产线布局快速调整；能适应未来点位和带宽的扩展需求。

5.1.2 双良集团双良硅材料（包头）F5G 智慧工厂



图 5-3 双良集团双良硅材料 F5G 智慧工厂

双良集团有限公司以节能环保装备制造产业为核心，是新能源领域的龙头企业，拥有 22 家全资和控股企业，其中双良节能为上市公司；是国家首批服务型制造示范企业，连续多年名列中国企业 500 强，中国制造企业 500 强。

双良节能 2021 年 3 月 14 日发布公告称公司对外投资包头一期 20GW 大尺寸单晶硅片项目。一期项目总投资 70 亿元，建成年产 20GW 拉晶、20GW 切片生产项目，二期计划共建设 40GW 拉晶、40GW 切片项目，项目规划两年完成，预计年产值达 108 亿元。

客户需求

双良节能包头硅厂一期项目，包括车间生产、监控、办公三张网络。

1、生产网：两个车间单晶硅炉子工控机信息点位 2000 个，每信息点位带宽诉求 160Mbit/s，工业相机 1Gbit/s 回传带宽诉求，高温、高粉尘环境，有 AGV 小车高可靠承载场景，AP 需要支持双上行保护。

2、办公网：办公业务涉及 320+个固定信息点接入和无线接入。

3、监控网：监控点位规划 1300+个信息点位。

双良节能包头硅厂的目标是快速投产、智能可靠，树立单晶硅生产的行业标杆。

解决方案

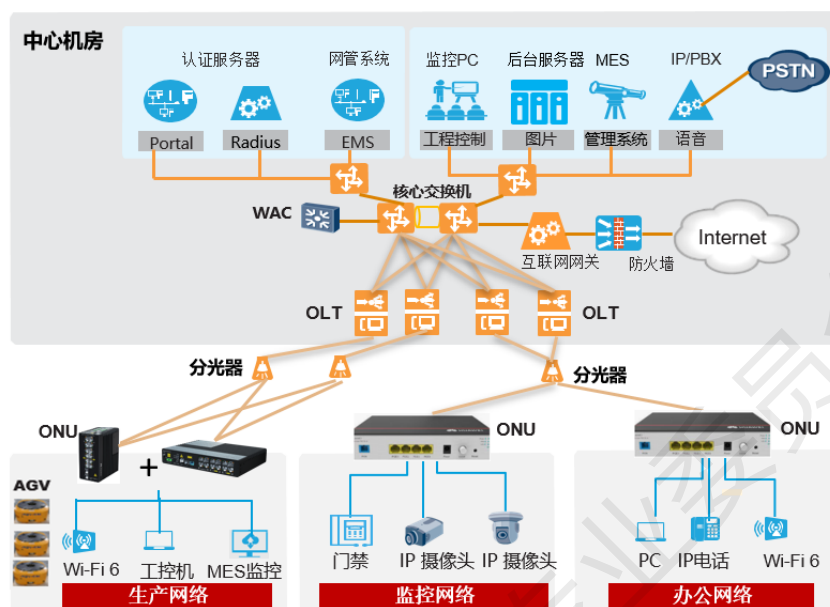


图 5-4 双良集团双良硅材料 F5G 智慧工厂组网图

客户价值

1、TCO 降低

F5G 全光方案网络无源、长距覆盖：单晶一厂厂房 310m×160m，单晶二厂厂房 340m×280m，从核心机房到最终产线工位采用无源 ODN，省电、省机房、省线缆。

若采用传统交换机方案，厂房需规划设计较大空间弱电机房用于安装汇聚交换机，厂房中间需放置有源机柜安装接入交换机，干路光纤芯数是全光方案的 5 倍，末端网线长度约为全光方案的 3 倍，总成本增加，网络架构复杂，后续维护麻烦。

2、安全可靠

全光方案适应复杂工况条件，工业款 ONU IP20+防尘，抗高温。生产网采用双链路保护，提供了全时的通信支持。

3、灵活扩展

全光安装部署能很好地适应厂房复杂环境、走线干净简洁，能随产线布局快速调整，无长距网线端口速率协商降低的风险，支持 ONU 即插即用、即换即通，适应未来点位扩展和带宽扩展的典型需求。

5.1.3 烽火通信 F5G 智慧工厂



图 5-5 烽火通信 F5G 智慧工厂

烽火通信科技股份有限公司是国际知名的信息通信网络产品与解决方案提供商，国家科技部认定的国内光通信领域“863”计划成果产业化基地和创新型企业。

烽火通信 F5G 智慧工厂承担着烽火通信光纤光缆、系统设备等产品的生产任务。为提升数字化生产制造能力，工厂需要构建一张安全、稳定、可靠、灵活的全光工业网，满足工业园区生产和办公需求，打造智能化的现代工厂。

客户需求

1、一张网络满足生产、办公等需求

生产网络有 2000 个信息接入点，办公网络拥有 5000 个信息接入点，需要一张网络统一承载生产网络和办公网络需求。

2、网络安全可靠，保障生产稳定运行

工厂拥有高速的自动化生产流水线和数据采集需求，同时一些区域存在高温和电磁干扰的生产环境，需要一张安全可靠和低时延的网络保障生产的稳定性。

3、网络灵活，能够满足当前及未来需求

网络可以灵活扩展，能够满足柔性化生产，以及未来业务发展的需求。

解决方案

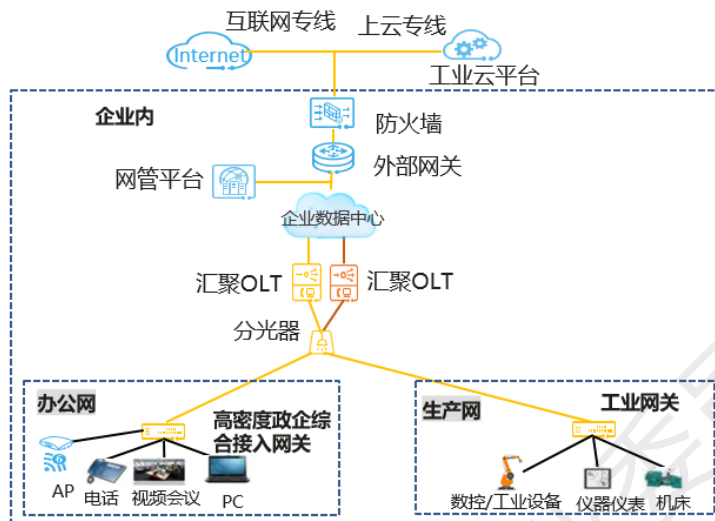


图 5-6 烽火通信 F5G 智慧工厂组网图

客户价值

1、网络扁平化，统一承载所有业务

项目采用全光组网方案，通过 OLT+ONU 二层组网，网络架构更简单。一张全光网络承载生产和办公所有业务，且业务互不干扰，网络运维更加简单、成本更低。

2、高达 99.999% 的网络可靠性，保障生产稳定运行

采用无源器件组网，以及宽温域、高防水、高 EMC 等级的工业级 ONU，能够抗电磁干扰、耐高温，适应工厂复杂的生产环境，保障生产稳定运行。同时，通过时延抖动优化将时延降低到 100us 以内，满足生产网络对低时延的需求。

3、数据统一、协议融合，满足高速数据采集与回传需求

在生产线部署了烽火工业网关，支持 Modbus TCP/RTU、OPC UA Client 等多协议深度解析和融合。同时依托工业网关的边缘计算能力，实现数采效率提升 60% 以上，为智慧生产提供数据保障。

4、网络易扩展、易演进

项目采用 P2MP 架构，网络易扩展、易演进，不仅可以灵活满足工厂柔性生产和业务扩展需求，也能够满足未来网络升级的需求。

5.1.4 长飞智慧全光园区&工厂

各种采用全光网技术建设的智慧园区涌现出来，广大企业们希望借助更加快速的联接，实现更加优质的业务驱动，全面推动各种业务的提速提质，满足他们的数字化和智能化转型的需求。

以机器联接为例，虽然铜线可以满足速率要求，但是它对高温、电磁波、辐射、腐蚀等外界因素非常敏感，很难拥有稳定的表现，因此难以满足工业互联网的可靠性要求，智能制造就更是无从谈起了。

以长飞潜江园区为例，新该园区占地 700 亩，是全球最大的光纤预制棒生产基地。在进行园区网络建设规划时，长飞选择了 POL 解决方案作为其网络承载方案，打造了一张能够承载多业务、大带宽的园区全光网，并使能光纤制造行业，将传统制造上升到智慧制造的层面，全流程精细化管理，提升制造水平和产品质量，并快速建成投产，降低了部署成本。

该园区应该说涵盖了园区内涉及到的所有的业务场景，特别是工业互联网的应用，也证明了全光网应用到园区是完全可行的。采用全光网方案后整个区域生产厂房“零”机柜，POL 解决方案也有效克服生产厂房区域大、仪器设备多、环境复杂、布线困难等特点。

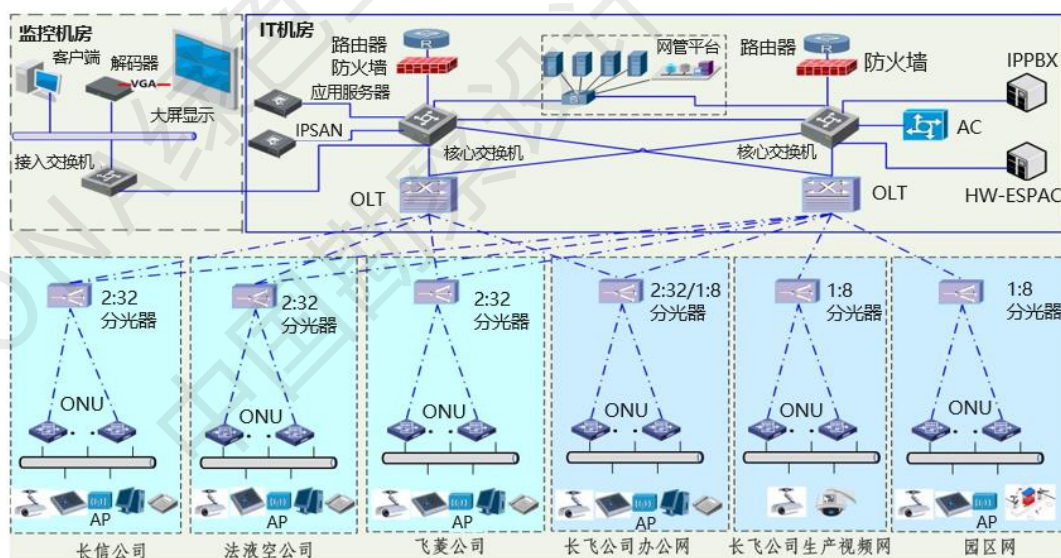


图 5-7 长飞智慧全光园区&工厂组网

5.2 车辆装备行业案例

5.2.1 东风岚图 F5G 智慧工厂

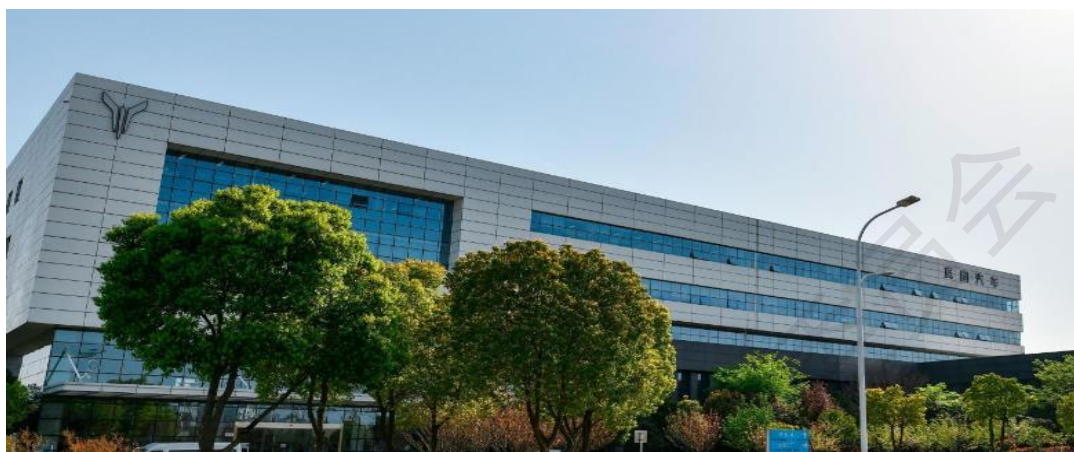


图 5-8 东风岚图 F5G 智慧工厂

客户需求

东风岚图研发大楼现有网络设备临近生命周期,线路老化严重,已无法承载新应用系统的快速上线,迫切需要一张面向未来的弹性网络,来适应汽车市场多样需求。

解决方案

在智慧电动品牌东风岚图建设的工业 4.0 标准的智能绿色工厂,基于 F5G 全光工业网方案的两层点到多点架构,无源光纤直连机器,实现了工厂车间“0”机柜、“10”年不换线和“1”人运维“1”厂房的新一代网络部署体验。

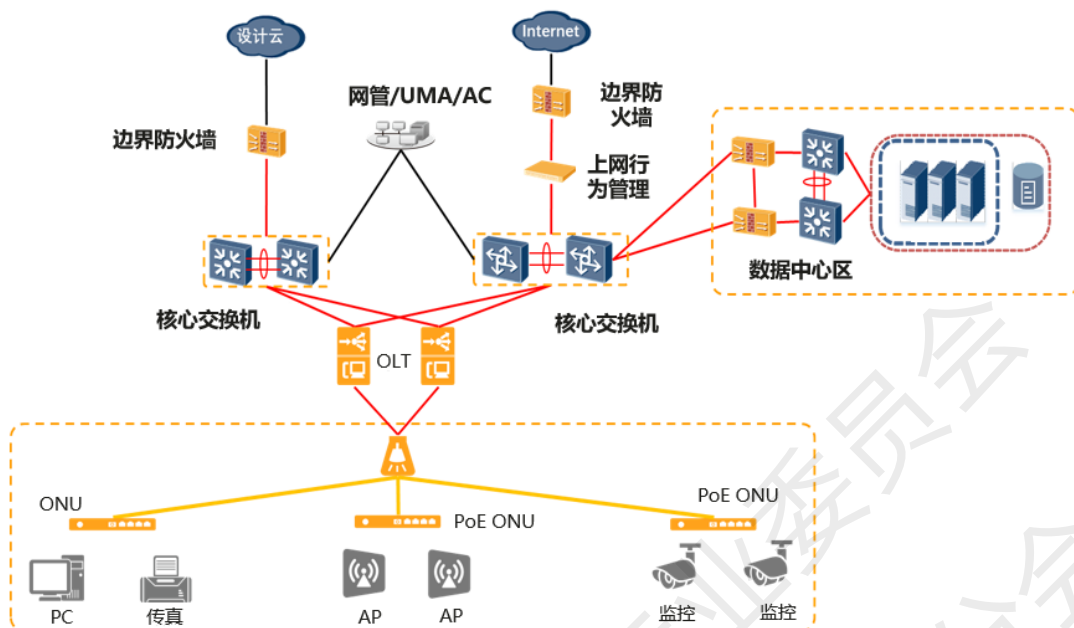


图 5-9 东风岚图 F5G 智慧工厂组网

客户价值

- 1、网络架构简单，光纤到桌面，应用系统部署在云端，简化网络结构，提升设计效率。
- 2、网络抗干扰，高可靠，光纤抗电磁干扰抗油污腐蚀，不惧生产原液环境，降低生产车间设备故障率。
- 3、网络广覆盖，利用光纤网络传输距离长的特点，一套光纤网络覆盖整个车间，减少车间有源设备箱，提升网络部署效率 15%。
- 4、网络部署快，车间布线环境复杂，利用光纤体积小轻的特点，大幅提升布线效率，有效提升生产时长。

5.2.2 比亚迪汽车 F5G 智慧工厂



图 5-10 比亚迪汽车 F5G 智慧工厂

比亚迪汽车，新能源汽车领导者，是中国的一家上市公司，主营汽车、公共汽车和卡车制造。2022 年 4 月，比亚迪停止了燃油汽车的生产，转投纯电动和插电式混合动力汽车制造。比亚迪从 2008 年开始量产电动汽车，并于 2021 年完成 100 万辆电车量产。随着新能源汽车需求的不断增长，比亚迪华东片区新建 7 个工厂，需要快速部署网络，加快投产。

客户需求

1、网络够简单，支撑快速上线

产能爬升，工厂产线长，要求快速投产。

2、网络够可靠，生产稳定为先

车间生产流水线上各工序环环相扣，单一环节网络故障会导致整条产线停产。

3、网络够灵活，适应业务变化

前期生产车间无法完全明确机台信息点位置和数量，车间机台附近存在增加临时信息点需求。

解决方案

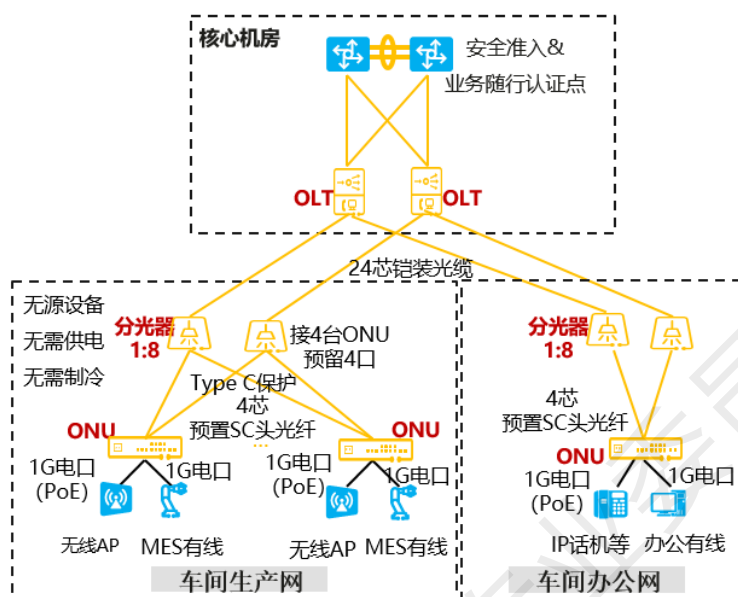


图 5-11 比亚迪汽车 F5G 智慧工厂组网图

客户价值

1、简架构

OLT+ONU 永远一跳，网络性能、时延确定。

2、易演进

光纤全厂长距覆盖，末端网线少，易部署。

分光器及 ONU 现场可预留端口，新增业务可快速上线。

3、高可靠

光纤介质，抗电磁干扰，生产网络更稳定。

机台-机房全程可管、可保护，盲区少。

Type C 保护，30ms 倒换。

4、智运维

eSight 网管轻量化运维，电子地图。

ONU 即插即用，批量部署快。

故障 ONU 直接更换，免调试。

5.2.3 徐工集团 F5G 智慧工厂



图 5-12 徐工集团 F5G 智慧工厂

徐工集团将技术创新融入发展血脉，诞生了一批代表中国乃至全球先进水平的产品。随着智造 4.0 不断演进，智能化生产水平不断提升，对基础网络提出了更高要求，一张安全可靠、灵活高效的基础网络将为智能化产线筑起坚实底座。满足工业场景适配特殊环境、大带宽、低时延的网络诉求，一张网络承载园区所有应用，全光网络成为不二之选。经过全面评估与验证，徐工携手华为，将全光网络引入了制造产业园区。

客户需求

- 1、需要一张多业务综合承载网，满足园区内办公、生产、安防、生活等多业务、多终端的数据接入和负载。
- 2、为了信息安全的考虑，需要对进出流量进行过滤，并对接入的终端进行统一接入管理，对外部接入到内部网络进行统一控制访问。
- 3、最大化降低弱电机房、机柜建设和陈设空间，实现绿色节能。
- 4、由于厂区场景中存在办公网络环境和工业生产环境并存的特殊区域，需要设备能够在厂区厂房内的温度湿度下稳定工作。

解决方案

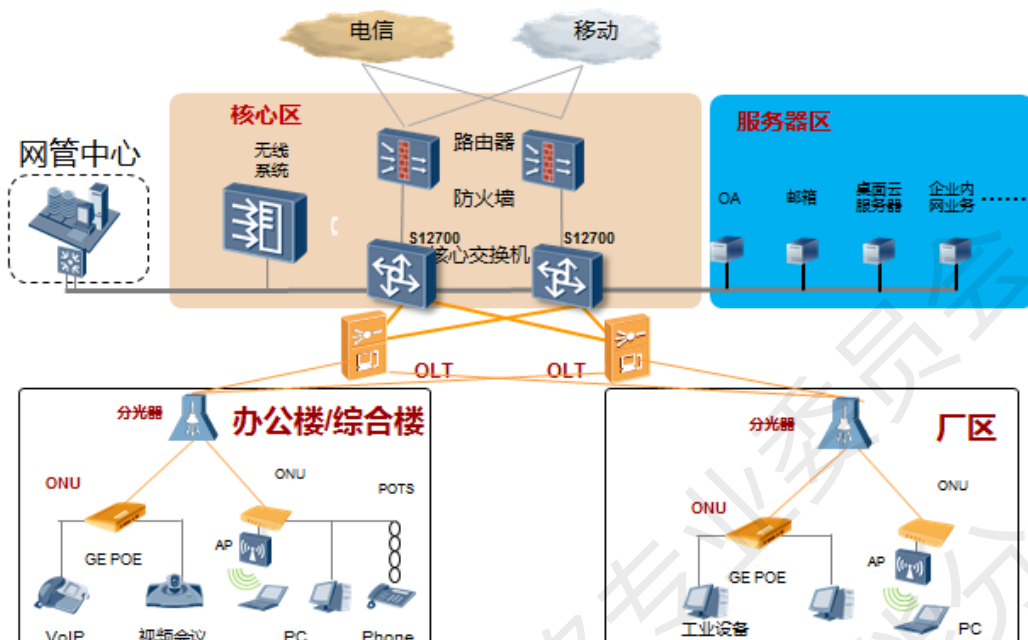


图 5-13 徐工集团 F5G 智慧工厂组网图

客户价值

1、随着徐工持续进行的智造升级，新技术运用和新业务不断上线，网络面临随时可能发生的升级需求。在此方面，华为全光网络具备业界领先的超宽带能力，可支持 50GPON，打破了速率瓶颈，ONU 即插即用，灵活扩容，可满足网络的长期演进。

2、业务持续、安全可靠是生产制造类业务的生命线。华为全光网则很好地满足了这一刚性要求，可抗车间电磁干扰、抗腐蚀，具备全链路保护能力，在故障发生后可实现快速切换。并且，在办公和生产业务间实现安全隔离，互不干扰，让徐工制造生产业务无忧。

3、对于建设期及维护期的园区网而言，全光网络的部署也体现出极大优势。全光网的架构简单，无源设备替代弱电间，生产区“零”机柜，让园区无需因为业务的增加而抬升布网成本与电力改造成本。全光网运维简单，“1”人可维护整个园区网络，从而大幅降低运维成本。

5.2.4 一汽大众 F5G 智慧工厂



图 5-14 一汽大众 F5G 智慧工厂

一汽大众汽车有限公司某分公司，运用德国大众先进的全球标准化工厂建设理念进行设计、建造，满足大众集团 MQB 平台生产需求。工厂布局科学、合理，既集成了大规模工业化生产的优势，又充分体现了“精益生产、质量至上”理念。同时，工厂采用先进的制造技术，其自动化程度、节能环保措施，每万元产值能耗及总体制造技术状态，均位于国内领先行列。

客户需求

- 1、要求一张网承载车间的办公需求，车间安全生产管理的需求。
- 2、要求少量的线缆：防水、抗高低温，基本不需维护。

解决方案

- 1、无源全光网络 POL 方案实现了多重应用融合于一张光纤网络，降低了网络的复杂度。
- 2、提供光纤到桌面，实现办公室模拟电话、高速上网业务。
- 3、实现生产车间的机器状态的数据收集、车间监控画面实时上传。

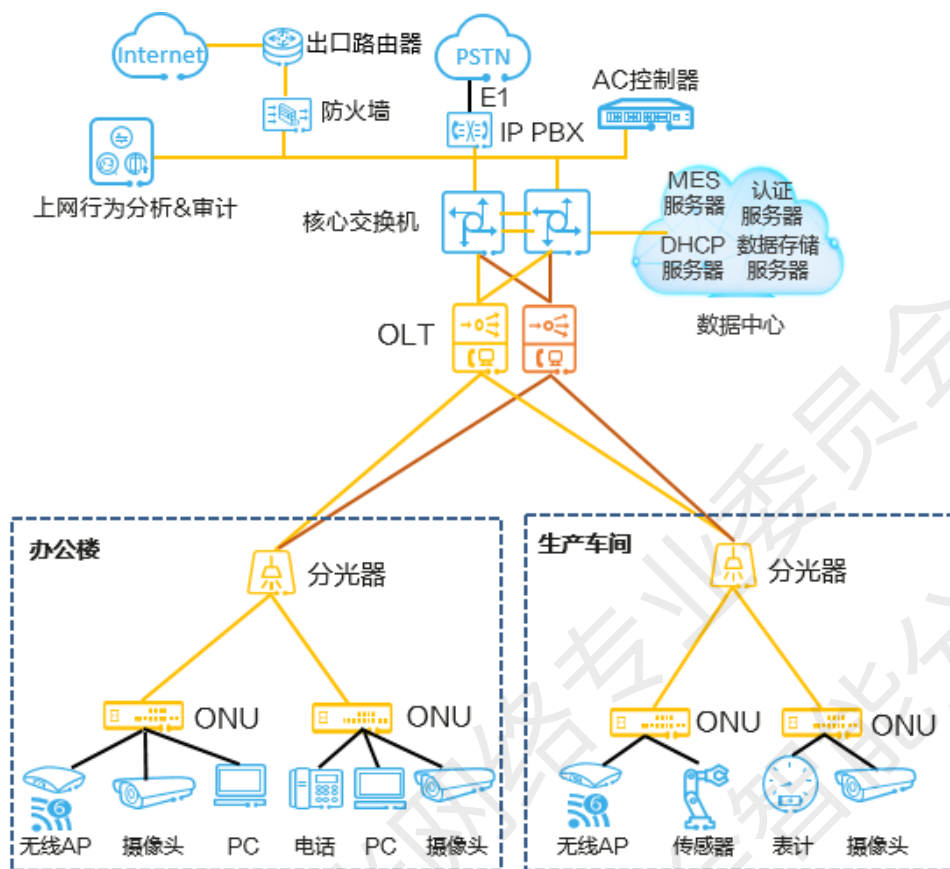


图 5-15 一汽大众 F5G 智慧工厂组网图

客户价值

- 1、长距离可覆盖大的园区或高层建筑，传输距离由原来的 100 米升级到 20 公里。
- 2、扩展新站址无需新的有源设备，只需光纤即可，绿色节能。
- 3、维护智能化，简单、省时、省力。

5.3 轻工业行业案例

5.3.1 人福药业 F5G 智慧工厂



图 5-16 人福药业 F5G 智慧工厂

宜昌人福药业有限责任公司成立于 2001 年,是国家麻醉药品定点研发生产企业、国家重点高新技术企业。上市公司人福医药集团股份公司和国药集团药业股份公司为公司第一、二大股東。公司現有总资产 83.5 亿元,注册资本 2.9 亿元,员工 6600 余人,其中技术人员 1200 余人。公司排名“中国化学制药行业工业企业综合实力百强”26 位,品牌价值居中国医药健康版块第 11 位。

客户需求

- 1、新建办公网,有线网络和无线网络融合,承载园区行政办公、对外发布、互联网资料查询,做到大带宽,考虑未来 5 年扩容、带宽升级。
- 2、新建实验室网络,承载实验室研发测试业务,运行要安全可靠。
- 3、新建安防网,承载整个园区的视频监控、门禁等业务。

解决方案

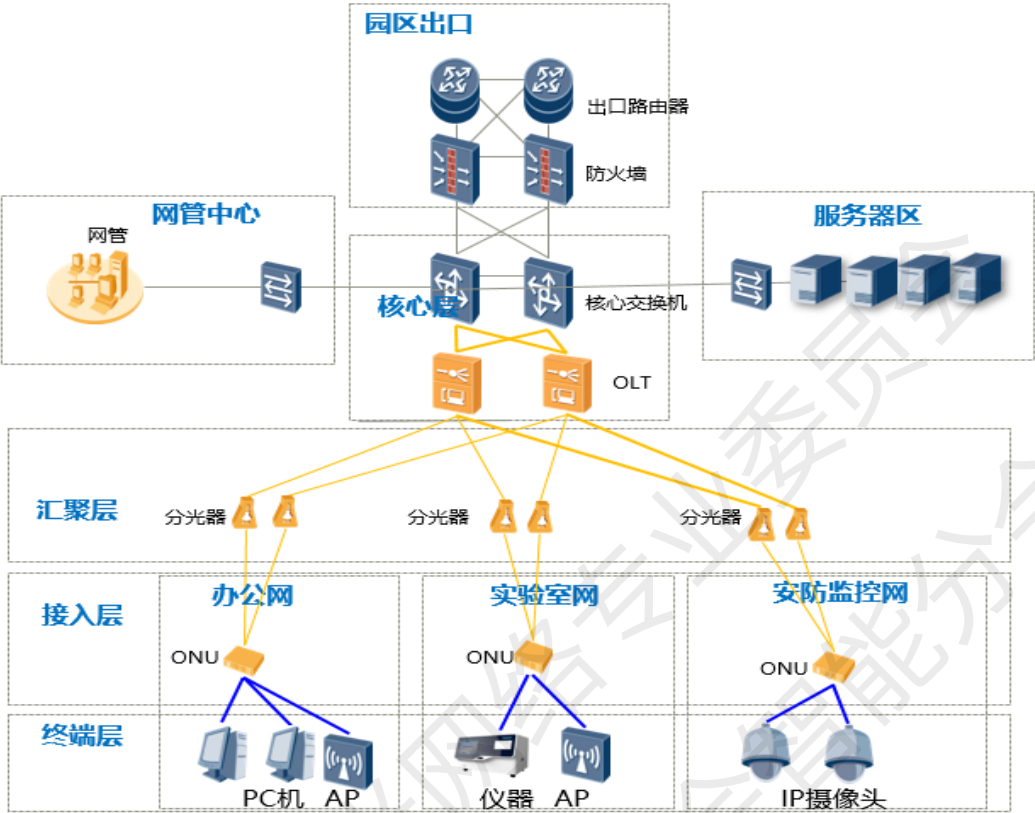


图 5-17 人福药业 F5G 智慧工厂组网图

客户价值

- 1、全光网络实现一张网承载园区办公、实验室、安防等所有业务，简化网络部署，节省投资。
- 2、全光网络中间无源，不用维护，节省运维成本；无需取电，绿色节能。
- 3、全光网络物理上两层，网络层级少，维护简单。
- 4、全部光纤部署，后续升级扩容简单。

5.3.2 山东某药业 F5G 智慧工厂



图 5-18 山东某药业 F5G 智慧工厂

山东某药业是中美合资的国家重点高新技术企业，拥有国家认定企业技术中心，设有博士后科研工作站和山东省生物制药行业技术中心，有实验室近百个，可承担生物工程、化学合成、现代中药、制剂研究等科研项目，是国内一流的多功能综合实验基地。

客户需求

- 1、园区办公网：承载园区行政日常办公、支持千兆到桌面，满足未来信息点的扩容、高速数据业务的升级。
- 2、研发实验室网络：承载实验室研发测试数据的采集、低时延传输等，同时确保网络高可靠性。
- 3、安防网：承载整个园区的闸机、视频监控、门禁等业务。

解决方案

- 1、无源全光网络 POL 方案实现一张光纤网络承载所有业务，简化网络。
- 2、提供光纤到桌面，实现办公高速数据业务，研发信息及时共享。
- 3、采用 OLT 1+1 主备工作模式，确保网络的高可靠性。

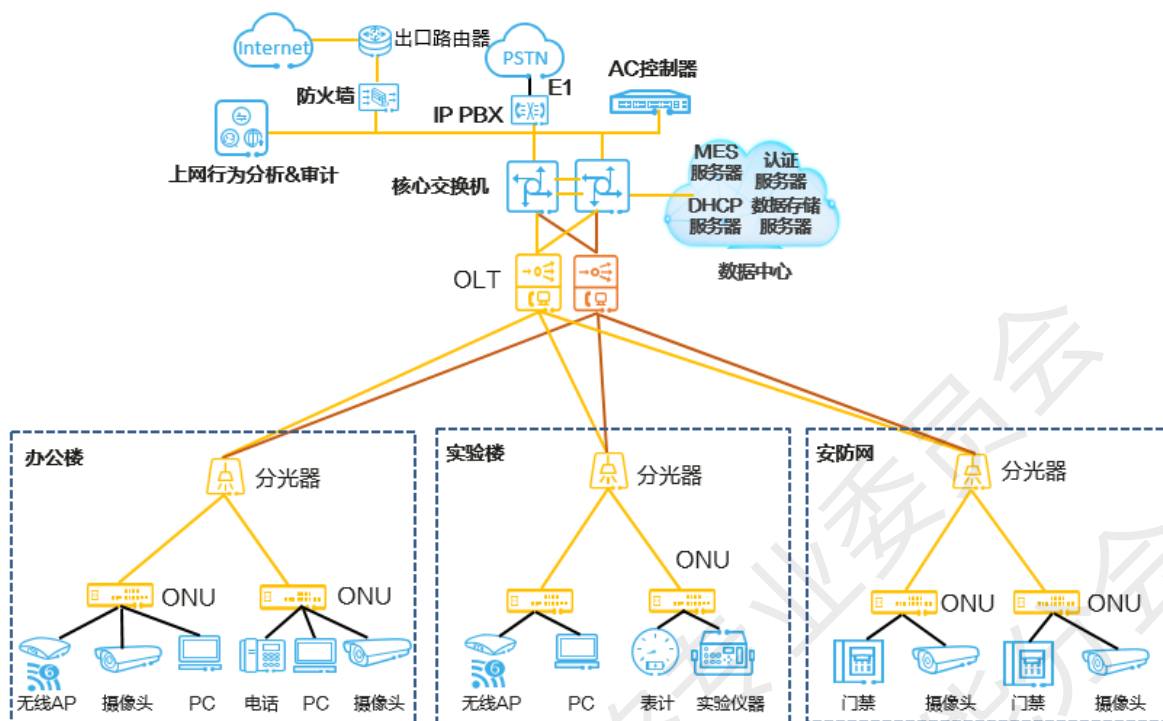


图 5-19 山东某药业 F5G 智慧工厂组网图

客户价值

- 1、极致体验，大带宽，高速率的网络支撑。
- 2、一网全业务融合，节省投资。
- 3、绿色节能，实现数字化减碳。
- 4、全光数字底座，面向未来。

第六章

智慧工厂 F5G 全光网生态建设

ONV绿色全光网络专业委员会
中国勘察设计协会智能分会

目前 F5G 技术已经在半导体光伏、车辆装备、医药制造等行业的智慧工厂有了典型应用，兑现了 F5G 独有的价值，取得阶段性的成果。在此基础上，后续要在制造的子行业进行全面的推广和复制，需要制造工厂企业、集成商、代理商、网络设备供应商的通力协作，构建创新、协同、开放、合作的智慧工厂 F5G 应用生态。其中：

- 1、制造企业需要循序渐进，逐步推进 F5G 在智慧工厂的应用。
- 2、集成商和代理商需要加深对 F5G 智慧工厂方案的理解，提升 F5G 智慧工厂项目的设计、交付、运维能力，提升 F5G 在制造工厂的品牌价值和口碑。
- 3、网络设备供应商针对子行业不同制造工厂的诉求，提升 F5G 方案的竞争力，解决不同场景的易用性、适用性问题；在有条件的基础上，不断延伸到工业生产的末端，通过诸如光总线技术，实现一光到底的解决方案。

6.1 F5G 全光网产业链

从产业链来看，全光网络的端到端的产业链（包含光模块、光器件，光的芯片、光纤等），中国的企业都具备了自主研发的能力，竞争力非常强。

F5G 全光网的产业上游是光纤预制棒、光器件、电子器件、IC 厂商等原材料供应商，产业链中游是光纤光缆厂商和通信设备供应商，产业链下游主要是工厂、交通、教育、医疗、企业等组建专用通信网络的园区网业主。

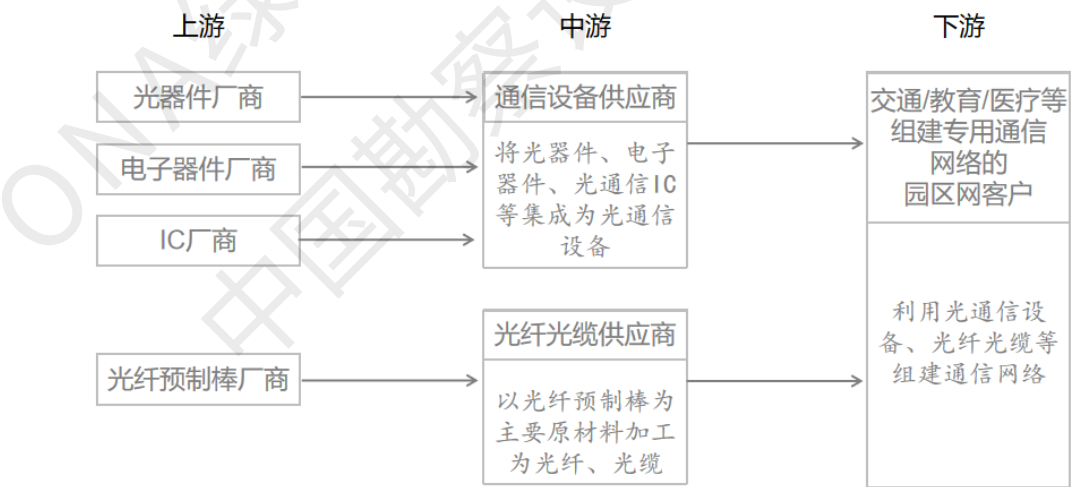


图 6-1 F5G 全光网产业链

目前，在 F5G 全光网产业中，以华为技术、诺基亚贝尔，长飞等为代表的设备供应商正积极布局和推广其 F5G 全光产品。产业下游应用方面，以制造、医疗、教育、交通等行业为代表的智慧园区网建设将是 F5G 全光网的重点应用领域。

6.2 F5G 全光网主要厂商分析

随着万物互联的发展趋势，数据中心、专线、家庭、生产制造、办公园区等场景联接将会以指数级增长。随着全球联接数的进一步增加，F5G 网络将推动光纤网络覆盖部署进一步延伸，延伸到企业的每一个场景，到企业桌面，到工厂的机器设备，还将覆盖每个数据中心，最终迈向光联万物。

在整个 F5G 全光网的产业链中，首先，以中海集团为代表的商业地产商是智慧园区与楼宇领域重要的技术集成商和运营商；硬件设施层面，以华为和诺基亚贝尔为代表的企业是光网络产业中主要的设备和解决方案提供商；以长飞光缆光纤为代表的园区布线厂商；此外，神州数码集团等集成商与服务商为全光园区的业务融合提供系统集成服务。

6.2.1 华为技术有限公司

华为创立于 1987 年，是全球领先的 ICT（信息与通信）基础设施和智能终端提供商。目前华为约有 19.7 万员工，业务遍及 170 多个国家和地区，服务全球 30 多亿人口。

华为致力于把数字世界带入每个人、每个家庭、每个组织，构建万物互联的智能世界：让无处不在的联接，成为人人平等的权利，成为智能世界的前提和基础；为世界提供最强算力，让云无处不在，让智能无所不及；所有的行业和组织，因强大的数字平台而变得敏捷、高效、生机勃勃；通过 AI 重新定义体验，让消费者在家居、出行、办公、影音娱乐、运动健康等全场景获得极致的个性化智慧体验。

6.2.2 上海诺基亚贝尔股份有限公司

上海诺基亚贝尔是诺基亚集团和中国保利集团旗下华信邮电的中外合资企业。上海诺基亚贝尔拥有六大研发中心，一个全球服务交付中心，以及世界知名的贝尔实验室在中国的分支机构。

上海诺基亚贝尔以客户为核心，三大业务集团聚焦 4G/5G 移动、云网服务、传输、IP、固网接入全线产品，服务中国 1000+合作伙伴，包括运营商、能源，广电、金融、交通、制造业、互联网等各大行业客户。上海诺基亚贝尔成功地地为奥运、阅兵、世博会、历次进博会提供了通信保障。

上海诺基亚贝尔正在引领全球部署更快、更安全的通信网络，与客户一起，创建业务关键网络，将全世界的人、机器、和终端设备连接起来共生共赢，在业务上的一切都将围绕“领先科技成就世界和合共生”宗旨以实现这一目标。上海诺基亚贝尔恪守最高商业道德标准，坚持诚信经营，以高品质的技术创新服务社会。

上海诺基亚贝尔端到端产品线全面集合了网络、软件和服务，帮助用户提升性能，从任意起点实现业务转型。

网 络：利用高性能、安全的网络实现客户所需的网络连接和服务质量。

软 件：通过原生云应用实现业务与网络间的有机互联。

服 务：运用专业经验与高效支持助力业务与技术的共同转型。

6.2.3 长飞光纤光缆股份有限公司

长飞光纤光缆股份有限公司（以下简称“长飞公司”，股票代码：601869.SH、06869.HK）是全球领先的光纤预制棒、光纤、光缆及综合解决方案提供商，主要生产和销售通信行业广泛采用的各种标准规格的光纤预制棒、光纤、光缆，基于客户需求的各类光模块、特种光纤、有源光缆、海缆，以及射频同轴电缆、配件等产品，公司拥有完备的集成系统、工程设计服务与解决方案，为世界通信行业及其他行业（包括公用事业、运输、石油化工、医疗等）提供各种光纤光缆产品及综合解决方案，为

全球 70 多个国家和地区提供优质的产品与服务。

秉持“智慧联接 美好生活”的使命，长飞公司以“客户 责任 创新 共赢”为企业核心价值观，在全业务增长、国际化、多元化、技术创新与数字化转型、资本运营协同成长五大方面积极布局，致力于成为信息传输与智慧联接领域的领导者。

6.2.4 烽火通信科技股份有限公司

烽火通信科技股份有限公司是中国信科集团旗下上市企业（股票代码：SH600498），是国际知名的信息通信网络产品与解决方案提供商，国家科技部认定的国内光通信领域“863”计划成果产业化基地和创新型企业。公司在全球 50 多个国家构建了完备的销售与服务体系，产品与服务覆盖 100 多个国家和地区。公司光传输产品收入全球第五，宽带接入产品收入全球第四，光纤光缆综合实力全球第四，运营商交换路由设备收入全球第七，并成为我国智慧城市、行业信息化、智能化应用等领域的核心企业，连续多年荣膺全球光通信最具竞争力企业十强。

6.2.5 浙江一舟电子科技股份有限公司

浙江一舟电子科技股份有限公司以“助力边缘计算，助力万物互联”为己任，致力于提供专业的数字通信、数字能源、智慧城市产品与解决方案的研发、生产、销售及服务。拥有领先的研发、生产、检测设备，生产规模居于世界前列。目前公司在海内外拥有三个产业园，下属六家制造子公司，公司办事处与渠道合作伙伴遍布各省市及海外主要国家。

公司作为全球领先的数字通信解决方案提供商，为全球客户提供完善的端到端数字通信解决方案。公司针对基础网络、云计算、大数据、互联网+、物联网等不同领域，推出了智能楼宇布线及智能配线管理解决方案、数据中心预端接布线解决方案、园区融合光网产品解决方案以及特种行业的 5G 布线解决方案、光纤测温产品、工业互连布线解决方案等，构建起人与人、物与物之间的联接桥梁，致力于打造万物

互联的智能社会。

6.2.6 江苏亨通光电股份有限公司

江苏亨通光电股份有限公司坐落于苏州市吴江区中山北路 2288 号，是专业研发制造光纤光缆及 ODN 光通信设备的高新技术企业。公司汇集行业内多名资深专家，拥有一支实力雄厚的技术研发团队，致力于光纤综合布线产品的研发与生产，可针对不同环境可制定客户专享的全光网络解决方案。公司全面配备具有国际先进水平的生产和检测设备，已建立国家认定光器件与光网络技术中心，研发面向 F5G 全光网络方案产品。

6.2.7 浙江光大通信设备有限公司

浙江光大通信设备有限公司成立于 2001 年 7 月，致力于光接入箱和弱电箱产品开发、设计、生产、销售于一体，20 年来一直专注于弱电行业，与恒大、中南、华润、绿地等知名房地产企业建立了战略合作伙伴关系；与海尔智能家居联合开发了多项弱电产品，并获得 20 余项专利技术；与生活家装饰公司建立家庭无线 Wi-Fi 覆盖产品的战略合作关系。

先进的制造技术、一流的生产设备、富有创新精神和专业知识团队、科学而严明的管理体系、“用户至上”的经营哲学，构筑了光大通信成功的坚实基础。“共筑双赢”一直是光大人的不懈追求。

STATEMENT

声 明

本指南著作权属于绿色全光网络专业委员会（ONA）和中国勘察设计协会智能分会共同所有。转载、摘编或以其他方式使用本指南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。

绿色全光网络专业委员会 ONA

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 160 家。ONA 推动《无源光局域网工程技术标准》正式发布，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》、《智慧医院 F5G 全光网络精品案例集》、《智慧校园 F5G 全光网络精品案例集》等多项产业成果，打造 15 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，千兆光网获得国家和行业政策大力支持，ONA 积极拥抱 F5G，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

中国勘察设计协会智能分会

中国勘察设计协会智能分会（原中国勘察设计协会工程智能设计分会）成立于2003年，是经中华人民共和国住房和城乡建设部、民政部批准的社会团体组织，是中国勘察设计协会的分支机构。本分会是由从事建筑智能设计和咨询、系统集成、产品制造的企事业和院校等单位，自愿参加组成的行业性的全国性非营利性的社会组织。

本分会围绕“提供服务、反映诉求”两大主题，了解市场动态、研究行业特点、倾听会员企业呼声，维护行业合法权益，及时向政府有关部门反馈建议，为政府制订有关规定和政策提供决策依据，为会员企业提供有效服务。分会成立以来，受政府主管部门的委托，积极协助政府主管部门规范市场，开展行业发展的调研工作，努力反映会员单位呼声；组织参与行业技术标准、规范起草制定，开展企业资质申报咨询和技术培训；组织技术推广交流、举办新产品发布会；推介优秀设计案例、评选百项经典项目、评选全国工程勘察设计行业一建筑智能化专业优秀奖。为促进行业的进步与发展发挥了显著的作用。



中国勘察设计协会智能分会

THE INTELLIGENT BRANCH OF CHINA ENGINEERING AND CONSULTING ASSOCIATION



ONA



中国勘察设计协会智能分会

THE INTELLIGENT BRANCH OF CHINA ENGINEERING AND CONSULTING ASSOCIATION



智慧工厂F5G全光网应用技术白皮书

扫码查看更多F5G资料