

既有医院F5G全光网 改造实施指南

Transformation Guidelines to F5G All-Optical Network
for Existing Hospitals



既有医院 F5G 全光网 改造实施指南

编写人员：（排名不分先后）

张 军	张锐利	朱岁松	陈兴忠
刘 祺	王 磊	钟 兵	陈 民
王俊廷	贺 松	杨谨菲	吕周平
马士涛	方志龙	董 寅	陈治森
郭 紫	李学铭	路明春	牛住元
郑子龙	肖 崱	龙安勤	罗 益
蒋 昆	史 磊	许 斐	郜习坤
唐 磊	杨通祥	朱 丹	郑 峰
周康俊	胡明耀	范晓翔	王 晨
钟军锐	梁有清	陈建强	王晓明
陈鹤鸣	黄泽光	马昭明	朱学宁
宋海军	任立全	熊 江	张胜强
张瑞松	刚轶金	申瑞雪	刘 岳
邱 晔	文潇江	高洪福	郭忠光
王 刚	王朱巍	向正权	李东青
刘 永	袁亚儒	吴文竞	马红刚
张成国	董开元	马 朋	吴 胜
吴文俊	刘 晶	雷舜东	叶南星
黄建鹏	邵 尉	陈 晨	张 威

编写单位：（排名不分先后）

- 绿色全光网络技术委员会（ONA）
- 华为技术有限公司
- 山东大学齐鲁医院
- 山东大学第二医院
- 西京医院
- 暨南大学附属第一医院
- 贵黔国际医院
- 中山大学附属第七医院
- 钦州市第一人民医院
- 广东省中医院贵州医院
- 黔西南州中医医院
- 皖南医学院弋矶山医院
- 新余钢铁集团有限公司数智化部
- 新余钢铁集团有限公司中心医院
- 茂名市人民医院
- 肇庆市第二人民医院
- 黔西南州人民医院
- 霍邱县第一人民医院
- 同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司
- 北京市建筑设计研究院股份有限公司
- 中国机械工业建设集团有限公司设计院
- 机械工业第六设计研究院有限公司
- 神州数码集团股份有限公司
- 上海诺基亚贝尔股份有限公司
- 四川省医学科学院·四川省人民医院
- 中国医科大学附属盛京医院
- 新疆医科大学第一附属医院
- 中国中元国际工程有限公司
- 深圳市南山区人民医院
- 贵州省人民医院
- 武汉市中心医院
- 遵义市中医院
- 新疆心脑血管病医院
- 广东医科大学附属医院
- 九江市中医医院
- 福建医科大学附属协和医院
- 广西壮族自治区妇幼保健院
- 铜仁市人民医院
- 新疆石河子市人民医院
- 宁波市第二医院
- 铜仁市妇幼保健院
- 蚌埠市第一人民医院
- 贺州市人民医院
- 铜仁市中医医院
- 四会市人民医院
- 山东省建筑设计研究院有限公司
- 中南建筑设计院股份有限公司
- 重庆市设计院有限公司
- 湖南省建筑设计院集团股份有限公司
- 长飞光纤光缆股份有限公司
- 成都康宁光缆有限公司
- 华中科技大学同济医学院附属协和医院
- 延安市人民医院

P R E F A C E

前 言

在医疗行业数字化转型的浪潮中，医院的智慧化建设已从“可选项”变为“必答题”。远程多学科会诊、AI 辅助诊疗、物联网、4K/8K 手术示教等创新场景的普及，对医院网络提出了前所未有的挑战，传统基于铜缆的网络架构在带宽、时延、扩展性和运维效率上已无法满足现代医疗服务的需求，影响到医疗服务的效率与质量，既有医院基础网络急需改造。在“健康中国 2030”战略与“新基建”政策的双重驱动下，F5G 全光网以其架构极简、性能跃迁、智能运维等优势，不仅成为医院数字化转型的基础设施，更是提升医疗服务效率、保障患者安全、实现绿色低碳运营的核心引擎。

本指南针对诊室、病房、医技检查等区域差异，制定不同的改造策略，旨在为既有医院提供一套可落地的 F5G 全光网改造方法论，希望为医院管理者、医疗信息化工程师及生态伙伴提供兼具前瞻性与实操性的行动蓝本，共同推动医疗行业迈入“全光智疗”新时代。

CONTENTS

目 录

前 言	3
目 录	4
第一章 智慧医院演进趋势	7
1.1 术语与缩略语	8
1.2 医院未来演进趋势	10
1.2.1 医院的智慧化演进	10
1.2.2 智慧化演进的政策要求	12
1.2.3 智慧化演进的技术驱动	17
1.3 智慧医院基础网络演进	26
1.3.1 既有医院网络痛点	26
1.3.2 基础网络的演进趋势	28
第二章 F5G 全光网是医院改造的最佳选择.....	30
2.1 智慧医院网络架构	31
2.1.1 智慧医院技术架构	31
2.1.2 智慧医院基础网络架构	32
2.2 F5G 全光网方案	33
2.2.1 F5G 全光网介绍	33
2.2.2 F5G 全光网技术演进.....	35
2.3 F5G 全光网在医院改造中的优势	36

2.3.1	可解决走线架空间不足的问题	36
2.3.2	可解决弱电间空间不足的问题	38
2.3.3	可解决多网烟囱式并存的问题	39
2.3.4	可解决旧网络运维困难的问题	40
2.3.5	F5G 全光网可支持超高带宽	41
2.3.6	F5G 全光网可实现绿色节能	43
2.3.7	F5G 全光网可实现安全可靠	44

第三章 既有医院 F5G 全光网改造实施指导..... 46

3.1	医院网络改造原则	47
3.1.1	既有医院 F5G 全光网改造方式	47
3.1.2	既有医院 F5G 全光网改造原则	47
3.2	总体改造方案	48
3.2.1	改造方案整体设计思路	48
3.2.2	改造要求与实施步骤	48
3.3	通用区域改造	50
3.3.1	核心机房改造	50
3.3.2	主干光缆改造	52
3.3.3	垂直光缆布线改造	52
3.3.4	楼层弱电间改造	52
3.3.5	水平光缆布线改造	53
3.4	工作区改造	54
3.4.1	诊室改造	54
3.4.2	病房改造	58
3.4.3	护士站改造	61

3.4.4	分诊台改造	63
3.4.5	影像科改造	64
3.4.6	挂号收费处/药房改造.....	66
3.4.7	公共区域改造	68
3.4.8	办公室区域改造.....	70
3.4.9	手术室区域改造.....	72
3.5	业务割接	73
3.5.1	业务割接原则	73
3.5.2	业务割接要点	74

第四章 既有医院 F5G 全光网改造案例.....76

4.1	广东深圳南山区人民医院改造项目	77
4.2	山东大学齐鲁医院改造项目	79
4.3	新疆心脑血管病医院改造项目	81
4.4	山东大学第二医院改造项目	83
4.5	江西新余新钢中心医院改造项目	85
4.6	江西九江市中医医院改造项目	87
4.7	广西钦州市第一人民医院改造项目	89

声 明

91

ONA 介绍.....

92

CECS 医疗建筑与设施专委会介绍.....

93

第一章

智慧医院演进趋势



1.1 术语与缩略语

AI: Artificial Intelligence, 人工智能

AP: Access Point, 无线接入点

CATV: Community Antenna Television, 有线电视网络

CCTV: Closed Circuit Television, 闭路电视

CDSS: Clinical Decision Support System, 临床决策支持系统

CT: Computed Tomography, X 射线计算机体层摄影设备

DR: Digital Radiography, 数字化摄影 X 射线机

ECMO: Extracorporeal Membrane Oxygenation, 体外膜肺氧合

eFBB: enhanced fixed broadband, 增强型固定宽带

eMBB: Enhanced Mobile Broadband, 增强移动宽带

eMDI: Enhanced Media Delivery Index, 增强媒体传输质量指标

EMRS: Electronic Medical Record System, 电子病历系统

ETSI: European Telecommunications Standards Institute, 欧洲电信标准协会

F5G: The 5th Generation Fixed Networks, 即第五代固定网络

F5G 全光网: 采用 F5G 建设的全光园区网络

FFC: Full-fiber connection, 全光联接

GPON: Gigabit-capable Passive Optical Network, 吉比特的无源光网络

GRE: Guaranteed reliable experience, 极致体验

HIS: Hospital Information System, 医院信息系统

HOC: Hospital Operation Center, 医院运营中心

HRP: Hospital Resource Planning System, 医院资源规划系统

ICU: Intensive Care Unit, 重症加强护理病房

IoT: Internet of Things, 物联网

ITU: International Telecommunication Union, 国际电信联盟

IP-PBX: IP Private branch exchange, IP 化的用户交换机

LIS: Lab Information System, 实验室信息管理系统

MRI: Magnetic Resonance Imaging, 磁共振成像系统

mMTC: Massive Machine Type Communication, 海量机器类通信

NLP: Natural Language Processing, 自然语言处理

OLT: Optical Line Terminal, 光线路终端

ODN: Optical Distribution Network, 光分配网络

ONU: Optical Network Unit, 光网络单元

OTN: Optical Transport Network, 光传送网

PACS: Picture Archiving and Communication System, 医学影像存档与通讯系统

PET: Positron Emission Computed Tomography, 正电子发射断层成像设备

POL: Passive Optical LAN 无源光局域网

PON: Passive Optical Network 无源光网络

POTS: Plain Old Telephone Service, 模拟电话业务

RFID: Radio Frequency Identification, 射频识别

SPECT: Single-Photon Emission Computed Tomography, 单光子发射及 X 射线计算机断层成像系统

uRLLC: Ultra Reliable & Low Latency Communication, 超可靠低时延通信

VR: Virtual Reality, 虚拟现实

XGS-PON : 10-Gigabit-capable Symmetric Passive OpticalNetwork, 10Gbit/s 对称无源光网络

1.2 医院未来演进趋势

随着科技的飞速发展和人们对健康需求的不断提升，智慧医院已成为医院未来演进的主要趋势。

1.2.1 医院的智慧化演进

智慧医院是通过整合云计算、人工智能、大数据、物联网等先进技术，构建互联互通、智能感知的医疗环境，实现诊疗流程优化、医疗资源整合、管理决策精细化的创新型医疗服务模式。智慧医院的核心目标是提升医疗质量、优化患者体验、降低运营成本，推动医疗体系向精准化、高效化、人性化转型。

智慧医院的产生与医疗信息化的发展密不可分，国家也在持续推动智慧医院的演进和发展。

2000 年前，医疗的信息化主要是建设以财务核算系统为核心的 HIS 系统。

2000~2010 年，医疗信息化迎来爆发期，从电子病历的实施探索开始，到医院内的业务场景逐渐与云计算、物联网等技术逐渐融合。

2010~2018 年，开始建设智慧医院，逐渐以数据为导向，电子病历开始共享，医院的孤岛信息开始互联互通，互联网医院的新形态逐渐诞生；基于智慧医院的分级诊疗、人口健康平台等逐渐出现。

2019 年至今，智慧医院高速发展，将智慧医疗、智慧服务、智慧管理等“三位一体”的框架纳入标准化评估体系，并强化智慧医院与医疗数据互联互通的协同发展。区域医疗服务云医院、大数据及人工智能、精细化运营、健康管理等逐渐被广泛应用。

智慧医院主要围绕智慧医疗、智慧服务和智慧管理三个层面展开，形成三位一体的协同发展模式。

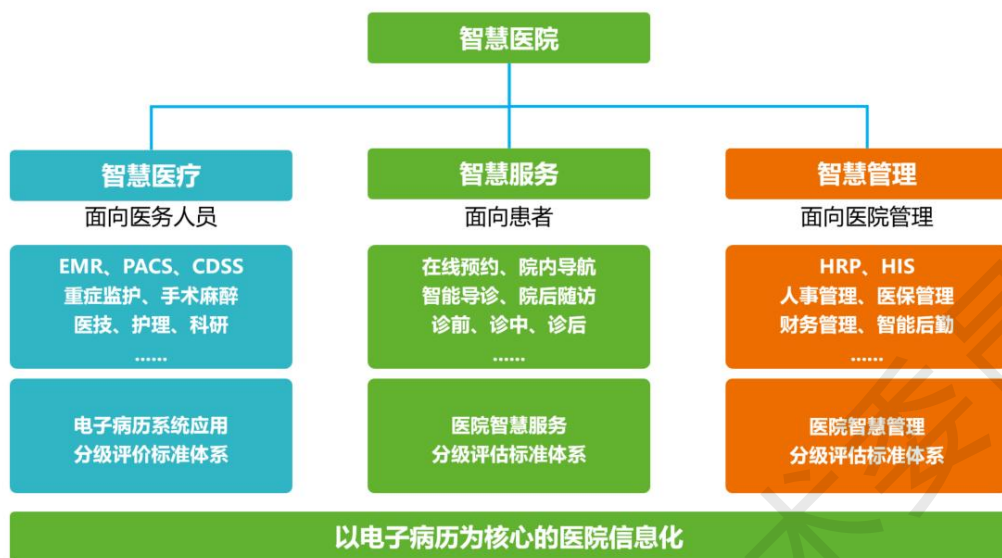


图 1-1 智慧医院三位一体架构

智慧医疗：面向医务人员为主，以电子病历为核心，通过数据互通与临床决策支持系统（CDSS）提升诊疗精准性，通过信息化手段提升临床诊疗的智能化水平，包括电子病历系统（EMRS）、医学影像系统（PACS）等。智慧医疗强调医疗数据的互联互通和初级决策支持，目的是确保诊疗流程的高效与精准。

智慧服务：面向患者为主，优化患者就医全流程体验，覆盖全程服务，包括诊前、诊中、诊后环节，如线上诊疗预约、急救衔接、转诊服务、标识与导航、患者便利保障服务、患者反馈、药品调剂与配送、家庭服务、基层医师指导、费用支付、智能导医、健康宣教、远程医疗等。目的是增强患者的就医体验和服务满意度，减少患者排队等候时间，提供更加便捷、个性化的服务体验。

智慧管理：面向医院管理为主，对医院人、财、物进行精细化管理，覆盖医疗护理管理、人力资源管理、财务资产管理、设备设施管理、药品耗材管理、运营管理、后勤保卫运行保障、教学科研、办公管理等。目的是提高运营效率和资源利用率。

推动医院从信息化走向智慧化的两大因素分别为宏观政策和创新技术。

1.2.2 智慧化演进的政策要求

推动医院从信息化走向智慧化的一个关键因素是政策要求。

国家宏观政策通过顶层设计、技术标准、场景创新等持续推动医院智慧化的发展和演进。国家政策通过顶层设计，深化 AI、5G、IoT、F5G 光等技术在诊疗、管理中的应用，通过数据互联互通缩小区域医疗差距，实现优化服务流程、降低医疗差错、提升患者体验。

国家宏观政策为智慧医院建设提供了系统性框架，推动完善了公立医院绩效考核与高质量发展评价体系，推动智慧医院的演进。

表 1-1 智慧医院的相关国家宏观政策（一）

政策名称	关于印发促进智慧城市健康发展的指导意见的通知		
发布机构	发展改革委、工业和信息化部、科学技术部、公安部、财政部、国土资源部、住房城乡建设部、交通运输部	发布日期	2014 年 08 月 27 日
相关内容	首次提出了智慧医院的概念。推进智慧医院、远程医疗建设，普及应用电子病历和健康档案，促进优质医疗资源纵向流动。建设具有随时看护、远程关爱等功能的养老信息化服务体系。建立公共就业信息服务平台，加快推进就业信息全国联网。加快社会保障经办信息化体系建设，推进医保费用跨市即时结算。		
政策名称	国务院办公厅印发《关于促进和规范健康医疗大数据应用发展的指导意见》		
发布机构	国务院	发布日期	2016 年 06 月 24 日
相关内容	健康医疗大数据是国家重要的基础性战略资源。要坚持以人为本、创新驱动，规范有序、安全可控，开放融合、共建共享的原则，以保障全体人民健康为出发点，大力推动政府健康医疗信息系统和公众健康医疗数据互联融合、开放共享，积极营造促进健康医疗大数据安全规范、创新应用的发展环境。		

政策名称	中共中央、国务院印发 《“健康中国 2030”规划纲要》		
发布机构	中共中央、国务院	发布日期	2016 年 10 月 25 日
相关内容	纲要提出，2020 年目标为建立覆盖城乡居民的中国特色基本医疗卫生制度，健康素养水平持续提高，健康服务体系完善高效，人人享有基本医疗卫生服务和基本体育健身服务，基本形成内涵丰富、结构合理的健康产业体系，主要健康指标居于中高收入国家前列。2030 年目标为促进全民健康的制度体系更加完善，健康领域发展更加协调，健康生活方式得到普及，健康服务质量和健康保障水平不断提高，健康产业繁荣发展，基本实现健康公平，主要健康指标进入高收入国家行列。2050 年目标为建成与社会主义现代化国家相适应的健康国家。		
政策名称	关于印发全国医院信息化建设标准与规范（试行）的通知		
发布机构	国家卫生健康委员会	发布日期	2018 年 04 月 16 日
相关内容	以促进医院信息化规范建设为核心目标，覆盖业务应用、信息平台、基础设施、安全防护、新兴技术五大模块，形成包含 22 类 262 项具体要求的标准化体系。该规范为医院信息化建设提供了系统性指导框架，旨在通过标准化、智能化手段提升医疗服务质量和运营效率。		

《全国医院信息化建设标准与规范（试行）》定义了指标的体系图，且也定义了医院信息化建设的基本必备条件：安全、可靠和可管理性，提出了人工智能、云化、大数据、物联网等新技术应用。

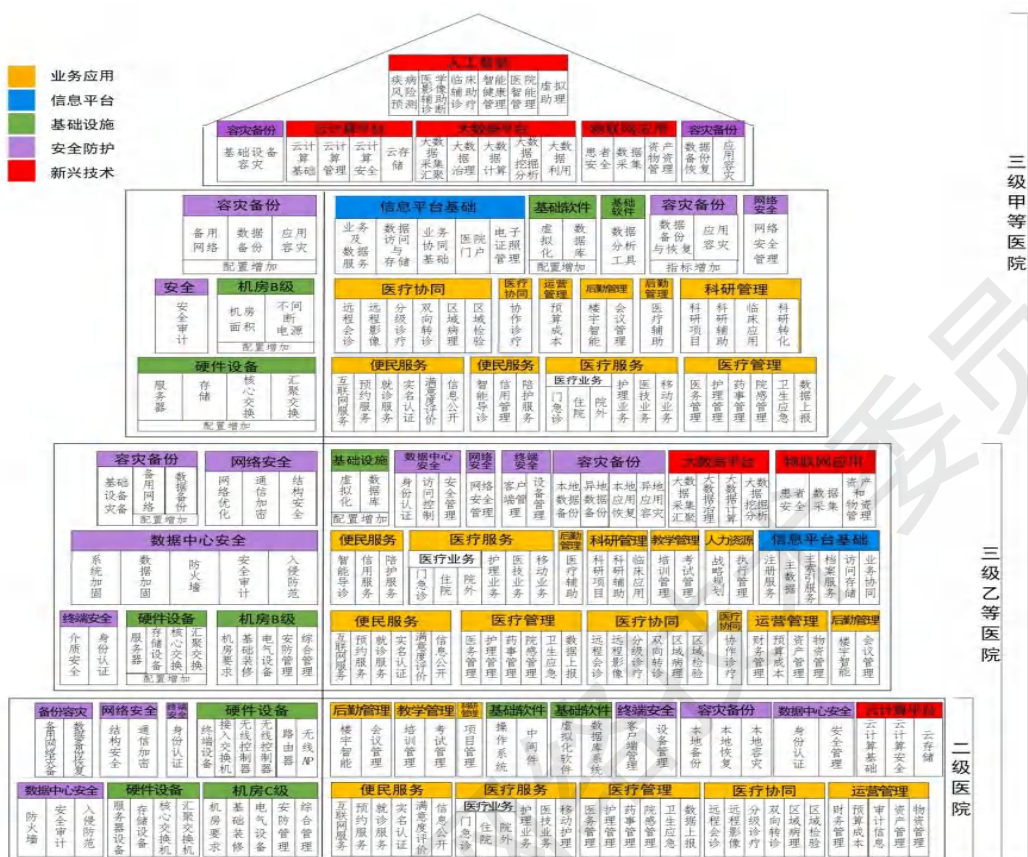


图 1-2 《全国医院信息化建设标准与规范》指标体系图

从 2018 年 12 月到 2021 年 3 月，国家卫生健康委办公厅多次下发通知，持续推动智慧医疗（以电子病历为代表）、智慧服务、智慧管理三位一体的分级评价系统的发展。

表 1-2 智慧医院的相关国家宏观政策（二）

政策名称	关于印发电子病历系统应用水平分级评价管理办法（试行）及评价标准（试行）的通知		
发布机构	国家卫生健康委办公厅	发布日期	2018 年 12 月 03 日
相关内容	建立适合我国国情的电子病历系统应用水平评估和持续改进体系，以电子病历为抓手，提升临床诊疗水平。持续推进以电子病历为核心的医疗机构信息化建设。促进智慧医疗领域的发展。		

政策名称	关于印发医院智慧服务分级评估标准体系（试行）的通知		
发布机构	国家卫生健康委办公厅	发布日期	2019 年 03 月 05 日
相关内容	指导医疗机构科学、规范开展智慧医院建设，逐步建立适合国情的医疗机构智慧服务分级评估体系，引导医院建设功能实用、信息共享、服务智能的智慧服务信息系统，改善患者就医体验。促进智慧服务领域的发展。		
政策名称	关于印发医院智慧管理分级评估标准体系（试行）的通知		
发布机构	国家卫生健康委办公厅	发布日期	2021 年 03 月 15 日
相关内容	指导医疗机构科学、规范开展智慧医院建设，提升医院管理精细化、智能化水平。促进智慧管理领域的发展。		

自 2020 年 5 月开始，国家卫生健康委等各部门持续发文推动智慧医院的发展和演进，并深化推动中医医院的智慧化及紧密型县域医共体的信息化。

表 1-3 智慧医院的相关国家宏观政策（三）

政策名称	关于进一步完善预约诊疗制度加强智慧医院建设的通知		
发布机构	国家卫生健康委办公厅	发布日期	2020 年 05 月 21 日
相关内容	从顶层设计角度给出了智慧医院的建设思路，总结医院信息化建设实践，建立医疗、服务、管理“三位一体”的智慧医院系统，发挥信息技术在现代医院建设管理中的重要作用，提高医院治理现代化水平，形成线上线下一体化的现代医院服务与管理模式，为患者提供更高质量、更高效率、更加安全、更加体贴的医疗服务。		
政策名称	关于印发公立医院高质量发展促进行动（2021-2025 年）的通知		
发布机构	国家卫生健康委、国家中医药管理局	发布日期	2021 年 09 月 14 日
相关内容	促进了智慧医院的发展，推动建设“三位一体”智慧医院。将信息化作为医院基本建设的优先领域，建设电子病历、智慧服务、智慧管理“三位一体”的智慧医院信息系统，完善智慧医院分级评估顶层设计。		

政策名称	关于印发公立医院运营管理信息化功能指引的通知		
发布机构	国家卫生健康委，国家中医药局	发布日期	2022 年 4 月 19 日
相关内容	为健全公立医院运营管理体系，提高运营管理科学化、规范化、精细化、信息化水平，推动实现公立医院高质量发展，提出了公立医院运营管理信息化建设应用框架及功能设计要求，旨在引导各级各类公立医院运营管理信息化应用建设。		
政策名称	国家卫生健康委员会办公厅关于印发卫生健康行业人工智能应用场景参考指引的通知		
发布机构	国家卫生健康委办公厅，国家中医药局综合司，国家疾控局综合司	发布日期	2024 年 11 月 6 日
相关内容	为贯彻落实党中央、国务院关于开展“人工智能+”行动的决策部署，研究制定了《卫生健康行业人工智能应用场景参考指引》，积极推进卫生健康行业“人工智能+”应用创新发展。		
政策名称	关于印发《中医医院信息与数字化建设规范（2024 版）》的通知		
发布机构	国家中医药管理局	发布日期	2024 年 12 月 05 日
相关内容	以中医医院高质量发展为导向，以患者为中心，以业务应用为核心，以数据资源为关键要素，充分运用新一代信息技术，统筹发展和安全，重塑管理与服务模式，坚持传承精华、守正创新，持续推动医院业务与信息技术深度融合，构建中医药特色鲜明、服务管理规范、系统安全高效、信息互通共享的智慧中医医院。		
政策名称	关于印发紧密型县域医共体信息化功能指引的通知		
发布机构	国家卫生健康委办公厅、国家中医药局综合司、国家疾控局综合司	发布日期	2024 年 12 月 05 日
相关内容	坚持数字健康创新、绿色、科学发展理念，依托区域全民健康信息平台，规范紧密型县域医共体信息化建设，整合医共体内各项职能和资源，优化业务服务流程，强化紧密型县域医共体数据共享，推进人工智能等新一代信息技术应用，全面提升紧密型县域医共体数字治理能力。		

1.2.3 智慧化演进的技术驱动

推动医院从信息化走向智慧化的另一个关键因素是医院使用的创新技术快速发展。医院当前使用的主要创新技术包括人工智能（AI）、物联网、5G 技术、F5G 技术、云计算、大数据等。

一、人工智能（AI）

人工智能（AI）的起源可追溯至 20 世纪中叶的计算机科学与逻辑学交叉研究。1950 年，艾伦·图灵在论文中提出“图灵测试”，通过问答形式判断机器是否具备人类智能水平；1956 年美国约翰·麦卡锡、克劳德·香农、沃伦·麦卡洛克和沃尔特·皮茨等一批科学家共同提出了“人工智能”的概念，标志着“人工智能”学科正式诞生。

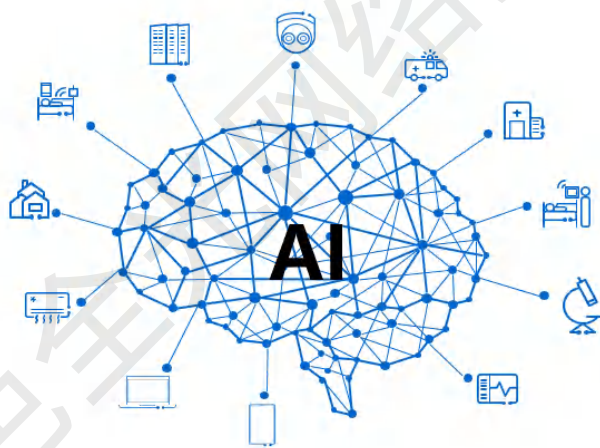


图 1-3 人工智能 AI 技术

人工智能的关键技术：

- 机器学习：自动学习数据模式和规律，实现对未知数据的预测和决策。
- 深度学习：基于多层神经网络，处理图像、语音、文本等非结构化数据，实现复杂特征提取。
- 自然语言处理 NLP：旨在使计算机能够理解、处理、生成自然语言。
- 计算机视觉：通过算法和模型来模拟人类视觉系统，可识别和分类图像

中的对象，从而实现对图像和视频的理解和分析。

- **知识图谱**：用于描述实体、概念和它们之间关系的图形化知识表示方式，为一种结构化的知识库，可用于存储和管理大量的知识和信息。

人工智能在医疗场景的主要应用：

- **医学影像智能分析与诊断**：AI 通过深度学习解析 CT、MRI 等影像数据，精准识别肿瘤、血管病变等异常。
- **临床决策支持系统（CDSS）**：AI 整合电子病历、指南文献与实时生命体征数据，为医生推荐个性化诊疗方案。
- **药物研发与精准医疗**：AI 加速靶点发现与化合物筛选。AI 模拟分子相互作用，成功设计靶向药物。
- **患者全周期健康管理**：智能穿戴设备实时监测慢性病患者血糖、心率等数据，异常值触发预警。
- **医院运营与资源优化**：AI 预测患者流量，动态调配医护人员；智能机器人实现手术器械精准配送；在物资管理中采用 AI 算法优化药品库存等。

国家卫生健康委在 2024 年 11 月印发了卫生健康行业人工智能应用场景参考指引的通知，对人工智能在卫生健康行业中的使用进行指导。

人工智能技术需要更高的带宽，更低的时延和更多的链接，建议智慧医院的基础设施采用光纤网络，以更好承载 AI 技术。

二、物联网（IoT）

物联网（IoT）的概念最早出现于比尔盖茨 1995 年《未来之路》一书；1999 年凯文·阿什顿在研究 RFID 技术时提出“物联网”的概念。2005 年，国际电信联盟（ITU）发布报告，将物联网定义为“基于互联网实现万物互联的智能网络”，覆盖对象从商品扩展至所有物理实体，核心技术从单一 RFID 发展为多元技术融合：包括红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备等。

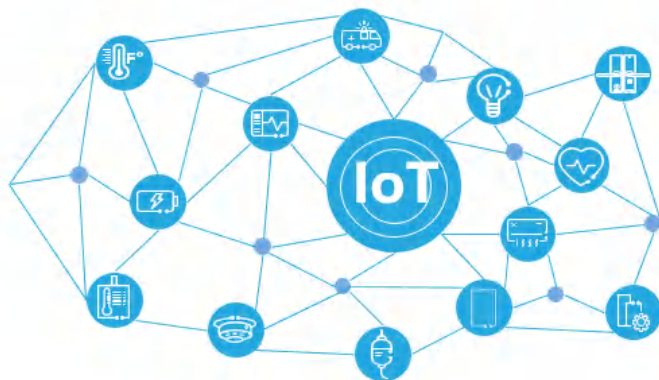


图 1-4 物联网 IoT 技术

物联网（IoT）的关键技术：

- 传感器技术：信息采集是物联网的基础，而目前的信息采集主要通过传感器件完成。
- 射频识别技术（RFID）：是一种非接触式的自动识别技术，它通过射频信号识别目标对象并获取目标对象的相关数据。
- 物联网平台：是针对物联网场景和行业开发者提供各种服务的云平台，可提供设备管理、数据分析、边缘计算等能力。

物联网 IoT 在医疗场景的主要应用：

- 医疗资源管理：可通过 RFID 标签等实现医疗设备定位、使用率统计和调度优化，减少闲置浪费。
- 患者识别跟踪：可通过对失能患者/婴儿等身上佩戴的 RFID 标签等进行智能识别，识别患者位置，支持患者防走失、婴儿防盗等。
- 智慧病房护理：可通过智能床垫、穿戴设备等监测患者翻身频率和体征数据，所采集到的数据依据护理计划自动生成相应护理文书，并按照规则实现预警。
- 输液与急救管理：采用如蓝牙输液系统等实时监测滴速和剩余药量；急诊患者佩戴标签，记录并推送急救过程中每个环节的时间点，缩短抢救

准备时间。

IoT 技术通过“感知-传输-分析-执行”的闭环，推动智慧医院向精细化、智能化转型，可显著提升医疗质量与运营效率，同时降低人为错误风险，后续随着 AI 与边缘计算的深度结合，未来 IoT 将进一步提升医院的智慧化水平。

三、5G 技术

5G 技术是指第五代移动通信系统。其标准化进程始于 2016 年国际电信联盟（ITU）提出的《IMT-2020》愿景。国内于 2019 年 6 月正式进入 5G 商用阶段且发展迅速，已建成超 425 万个 5G 基站，终端连接数突破 10.5 亿。5G 技术包含了增强型移动宽带（eMBB）、超可靠低时延通信（uRLLC）、海量机器类通信（mMTC）的三大典型应用场景，为各行业数字化升级奠定基础。



图 1-5 5G 技术

5G 的关键场景和技术：

- 增强移动宽带（eMBB）为 4G 移动宽带服务的升级，可提供更大的网络带宽和速率，支撑更大的数据流量和提升用户的体验。
- 超高可靠性超低时延通信（uRLLC）可提供更低的延迟时间、更高的可靠性等的通信。

- 海量物联网通信（mMTC）可连接海量的物联网设备，支撑要求成本低，电池续航时间长的物联网应用。
- 5G 网络切片技术：通过虚拟化技术划分为多个逻辑子网，根据不同业务需求独立配置带宽、时延等参数，实现资源按需分配和服务质量保障。

5G 技术在医疗场景的主要应用：

- 远程医疗服务：高速率和低时延可支撑实时高清视频会诊及远程手术指导，使医生可远程分析患者病情并指导急救和手术，改善了偏远地区医疗资源匮乏的问题。
- 医疗资源优化：推动医疗影像、电子病历等数据的云端共享，减少重复检查并提升诊疗效率。在医院内部实现仪器设备状态监控与智能调度。
- 救护车急救场景：在救护车中可采用 5G 技术将患者的生命体征监测设备数据实时同步传送至医院，便于医生提前制定抢救方案。
- 智能设备与健康管理：物联网医疗设备（如智能手环等）通过 5G 网络实时将患者数据上传至云端平台，结合 AI 分析实现慢性病动态管理。

5G 技术重构了医疗服务模式，促进了包括急救响应到慢病管理等效率提升，缓解了医疗资源分布不均的核心矛盾，更推动了医疗流程的智能化与精准化发展。

四、F5G 全光网

F5G 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，由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 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。ETSI 认为 F5G 与 5G 将一同开启万物互联时代。

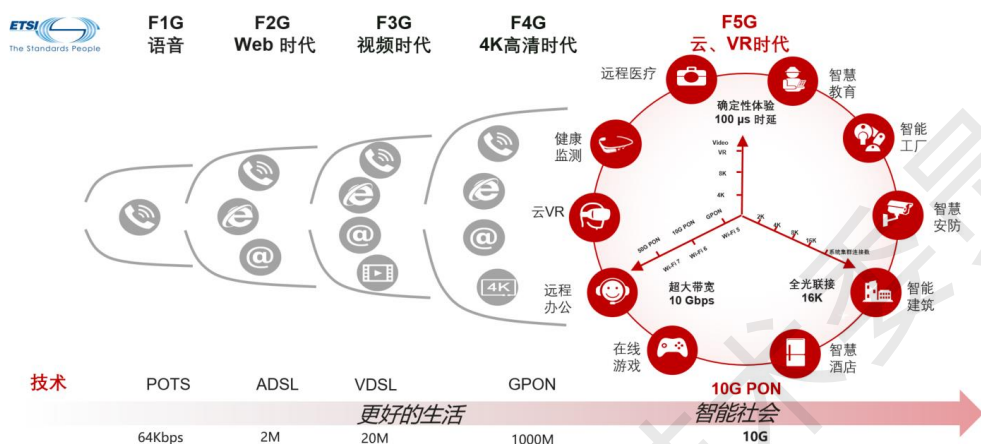


图 1-6 F5G 技术

F5G 具备了增强型固定宽带（eFBB），全光联接（FFC）和极致体验（GRE）三个关键特征，其代表性的技术采用 XGS-PON 技术和 Wi-Fi6 技术等，并逐渐往 50G-PON、Wi-Fi 7/8 等演进。

F5G 的关键场景和技术：

- 增强型固定宽带（eFBB）可提供更大的固定接入带宽，支持从千兆接入到万兆/超万兆接入，可为影像科、病理科等科室提供更大的带宽，提升数据传输效率和阅片速度，缩短就医时间。
- 全光联接（FFC）为提供更多的可靠联接，实现光联万物，支撑医院网络的多网合一，可将医院内网、医院外网等统筹规划到一张网络中，简化了医院的运维。
- 极致体验（GRE）为可保障品质的体验，包括“0”丢包率、微秒级确定性时延和 5 个 9 可用率，满足医院中各种高可靠场所的应用。
- XGS-PON：10G 对称的 PON 技术，通过中间无源的光纤网络提供高速的接入，可实现万兆到诊室/病房。

- **Wi-Fi 7:** F5G 全光网可支持第 7 代 Wi-Fi 技术，提供超过 10G 带宽的接口接入速率，支持医院的移动办公，移动查房等业务。

F5G 技术在医疗场景的主要应用：

- **高清医学影像传输：**通过 PON 技术提供超万兆带宽，支持 CT、MRI 等医学影像数据的实时调阅与秒级下载，提升医生阅片效率，并支持 AI 辅助精准诊断，缩短就诊时间，提升患者的就诊体验。
- **ICU 多设备协同：**ICU 病房的呼吸机、监护仪、ECMO 等重症设备可通过光纤网络实现高速接入及数据互通，医护人员可远程监控患者的生命特征，实现对患者无时无刻的精心治疗及护理。
- **多网融合承载：**通过一张光纤网络同时承载医院内网、外网、设备网，通过硬隔离技术确保数据安全，减少部署多张物理网络的布线复杂度。
- **智慧院区的管理：**设备网可通过 F5G 全光网接入，实现视频监控/门禁系统的超高清视频回传与分析；全光网通过环境传感器实时监测温湿度及能耗数据，自动调节空调与照明系统，降低运营成本。

五、云计算

云计算的起源：20 世纪 60 年代计算机科学家已提出分布式计算理念，通过多台计算机共享资源以突破单机性能限制，奠定云计算底层逻辑。1983 年太阳电脑提出了网络即电脑的概念；1996 年康柏公司首次使用了云计算术语；2006 年亚马逊推出了弹性计算云服务；同年，谷歌 CEO 埃里克·施密特在搜索引擎大会上首次提出了“云计算”的概念。

云计算技术将计算、存储和 AI 算力资源集中起来，通过光纤网络提供给用户，满足用户的需求。云计算以租用 IT 服务代替购买，企业无需购买硬件即可通过光纤或云资源获得计算能力，并按实际使用情况付费。



图 1-7 云计算

云计算的关键技术：

- 虚拟化：将物理硬件虚拟为多个虚拟资源，实现资源的共享和灵活调度。
- 分布式架构：依托分布式网络，将计算任务分配到多个计算机上并行处理，大幅提高资源使用率。
- 云端计算：将应用程序和数据存储在远程服务器上，使得用户可通过任何设备随时随地访问这些服务。
- 多租户：大量用户能共享同一堆栈的软硬件资源，且不同租户间隔离。

云计算在医疗场景的主要应用：

- 电子病历系统：云端电子病历系统实现患者诊疗数据的统一存储与跨机构共享。医生可在云端实时调阅患者历史诊疗记录，减少重复检查。
- 医疗影像存储：云计算为医疗影像提供低成本、高可靠性的分布式存储解决方案。医院可按需扩展存储空间，并支持远程调阅影像数据。
- 精准医疗健康管理：云计算整合个人健康档案形成患者健康画像，构建个性化健康管理平台，制定“一人一策”的诊疗模式。
- 医院资源智能调度：通过云端资源池动态调配计算能力，应对挂号、缴费等业务系统的流量高峰。

云计算贯穿智慧医院的数据管理、诊疗协同、资源优化等核心环节，其弹性扩缩容、高效协同的特性保障医疗服务的稳定性和资源最大化利用。

六、大数据

1983 年阿尔文·托夫勒在《第三次浪潮》中首次提出“大数据”，2003 年谷歌发布了谷歌文件系统、分布式计算框架和分布式数据存储系统等三篇里程碑式论文；2011 年麦肯锡发布了《大数据：创新、竞争和生产力的下一个前沿》报告，首次系统定义“大数据”；2013 年全球进入“大数据元年”，大数据技术向医疗、金融、政务等领域渗透，中国首次提出“大数据”国家战略。

大数据的关键技术：

- 数据采集技术：涉及从传感器、社交网络、移动设备等多种来源获取结构化、半结构化及非结构化数据。
- 数据挖掘技术：包括数据预处理、数据挖掘算法、模型评估和应用等。
- 分布式存储技术：通过网络连接多个存储节点，将分散在多台独立设备上的磁盘空间组成一个统一的存储池，对外提供存储服务。
- 分布式计算框架：将计算任务分解成多个子任务分配给多个计算节点进行并行计算，从而提高计算效率和处理能力。

大数据在医疗场景的主要应用：

- 临床决策支持系统：大数据通过整合患者电子病历、检验结果、影像数据等多维度信息，构建智能诊断模型，辅助医生制定个性化治疗策略。
- 医疗资源优化管理：基于患者流量、设备使用率等数据，医院可动态调整床位分配、检查资源和手术室排期。
- 医学影像智能分析：通过深度学习算法可快速识别 CT、MRI 影像中的病灶，缩短诊断时间，可自动进行术前规划，缩短医生术前规划时间。
- 智慧病历与诊疗流程自动化：通过 AI 将医生口述内容自动转化为结构化电子病历，提升效率；并可实现医嘱语音录入等智能化辅助功能。

大数据技术通过深度整合医疗数据资源，显著提升智慧医院诊疗效率与精准度；数据可视化平台和 AI 自动化流程推动管理效率提升。

1.3 智慧医院基础网络演进

智慧医院基础网络设施通过技术融合与标准演进，已成为智慧医院数字化转型的核心和基石，其稳定性、安全性和扩展性直接影响医疗服务质量和运营效能。智慧医院基础网络设施是医院信息系统（HIS）、电子病历系统（EMRS）和影像归档系统（PACS）等核心医疗系统 24 小时稳定运行的基础。

既有医院若往智慧医院的演进，网络基础设施的智慧化演进也是其改造的关键和基础。智慧医院基础网络需提供超高速、低时延的万兆/超万兆网络以保障远程医疗实时交互，实现数据秒级传输，助力医护工作人员高效诊疗，通过物联网技术优化诊疗行为和管理运营。

F5G 等新一代网络技术提供大带宽、高并发能力，为 AI 医疗影像分析、基因数据计算等新兴业务预留扩展空间，是基础网络设施智慧化的主要技术。

1.3.1 既有医院网络痛点

既有医院受其建设时的限制，智慧化水平还有提升的空间，特别是网络基础设施较为老旧，需进行升级改造。既有医院常见的网络痛点包括网络基础设施老旧、无线覆盖范围不足、院内数据孤岛化和既有网络难于运维等。

一、既有医院存在着网络基础设施老旧的痛点

既有医院主要使用 5 类网线为主，线缆老旧，网络的带宽较低，有线信息点数量也不足，无法满足医院智慧化的应用。特别是随着 Deepseek 为代表的 AI 业务的演进和发展，医疗对数据获取需求激增，如：高带宽低时延影像、手术视频、病理数字化等，对基础网络也提出了更高的要求。

绝大部分既有医院现有的有线信息点位数不足，很多科室/病房中只有一个有线信息插座，无法满足智慧化的诉求。当前大部分既有医院的诊室和病房没有提供连接门口屏的信息插座，无法通过加装门口屏实现候诊呼叫或显示住院患者等的信息；病房病床旁也没有预留网口，无法安装病床的床头屏，无法满足智

慧病房的要求。



图 1-8 病房无预留接床头屏的网口

新增病房门口屏或床头屏需连接网络，若采用传统的网线方式，需从弱电间重新布放网线至病房，而当前建筑的走线架空间有限，无法支撑每病房（三人病房）4 根网线的扩容（每层楼或每个病区可能会有数十间病房）。

若采用传统网线方式，需在弱电间部署大量的接入交换机。既有医院诊室/病房楼层的弱电间空间也有限，无法支持在既有弱电间内新增接入交换机，且弱电间内的 220V 电源供应及散热条件也有限，无法支撑新增接入交换机的供电及散热，会造成消防隐患。



图 1-9 弱电间的空间及散热条件有限

既有建筑采用的传统铜缆通常为 Cat5e 五类非屏蔽网线，网络传输带宽低、距离短、抗干扰能力差，难以支撑 CT/MRI 影像数据万兆级实时传输需求。

二、既有医院存在着无线覆盖范围不足的痛点

既有医院部署的 Wi-Fi 5 AP 的性能不足，且手术室、ICU 等关键区域无线信号不稳定，影响生命体征监测设备实时在线，需进行升级或者增加 AP 数量加强覆盖。但 Wi-Fi 6 或 Wi-Fi 7 AP 需更高的回传带宽，原部署的 5 类网线无法支持万兆的带宽，需考虑采用光纤等介质进行替代。

三、既有医院存在着院内数据孤岛化的痛点

既有医院内多张网络（如院内办公网、外网、设备网等）的建设时间不一致，多张网络独立建网，多张网络之间很难实现互联互通，电子病历、检验数据跨系统调阅效率低下。

四、既有医院网络存在运维困难的痛点

既有医院的基础网络由于建设时间较长，存在着网络老旧的问题；此外由于网络中间变更次数较多，在弱电间的走线通常较为凌乱，维护检修困难，若出现问题，故障定位时间平均小时级，威胁核心业务的安全使用。另由于老旧网络的使用的产品较老，产品功耗高，也无法满足当前节能减排的大国策。

1.3.2 基础网络的演进趋势

基础网络是承载医院智慧化的关键，医院智慧化改造中基础网络改造先行，基础网络的改造需符合网络的演进趋势，医院基础设施改造的演进趋势如下：

一、网络架构向全光化演进

全光网络替代传统铜缆：采用以 F5G 全光网为代表的全光网络技术实现万兆级数据传输，满足 CT/MRI 影像/病理等高带宽的实时传输要求；且光纤介质也可支持未来带宽平滑扩展需求。

二、网络架构向多网合一演进

多网合一替代烟囱式网络：智慧医院的网络架构采用多网合一的建网模式，在一张物理光纤网络中承载有线、无线及物联网等，消除办公网与设备网的数据孤岛，提升电子病历、AI 诊断等系统的协同效率。

三、物联网终端全覆盖

在手术室、ICU 等关键区域部署高密度 Wi-Fi，支持 Wi-Fi 的零漫游，保障生命体征监测设备 24 小时在线；通过 RFID+NB-IoT 等融合物联网平台实现医疗设备定位、库存盘点和故障预警，提升运维效率。

四、技术融合驱动智能化升级

无线+物联网规模化应用：5G 网络支持远程手术和实时会诊，物联网技术实现医疗设备全生命周期管理；5G/Wi-Fi 等无线技术和物联网技术有机结合，驱动智能化升级。

五、绿色节能

模块化机房设计：按照 B 级标准建设一体化机房，采用液冷服务器和分布式存储降低能耗，以铜为主的铜缆向以二氧化硅为主的光纤演进，实现绿色节能。

六、安全高可靠

实现“两地三中心”灾备体系。通过容器化改造和动态扩展，实现弹性资源调度，应对高峰期并发访问压力，减少资源闲置。

第二章

F5G 全光网 是医院改造的最佳选择



2.1 智慧医院网络架构

2.1.1 智慧医院技术架构

智慧医院内信息系统众多，不仅包括医院信息系统 HIS、电子病历系统 EMRS、医学影像存档与通讯系统 PACS、实验室信息管理系统 LIS 等医疗专用信息系统，还包括视频监控系统、停车场管理系统、出入口系统、火灾自动报警系统、楼宇控制系统等通用信息系统等。

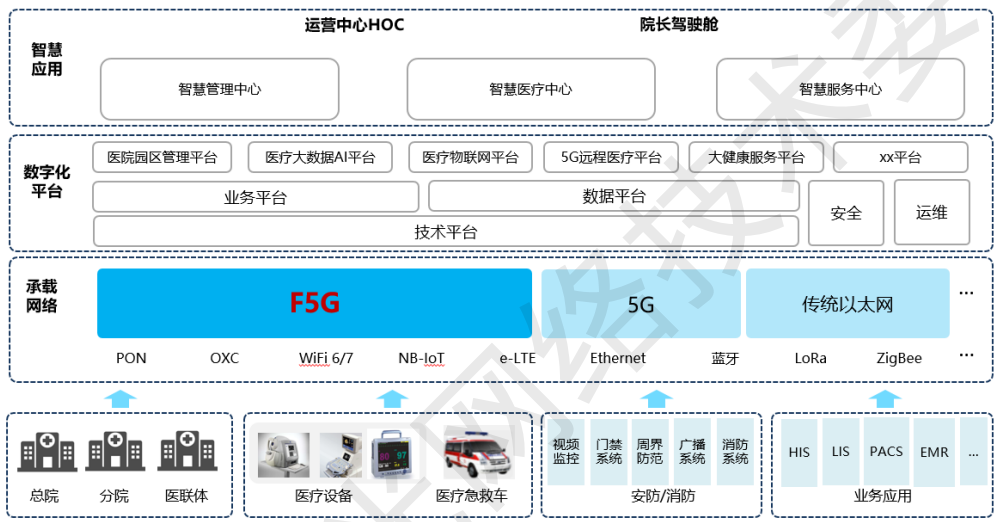


图 2-1 智慧医院技术架构

智慧应用：主要包括运营中心 HOC、院长驾驶舱、智慧管理中心（主要针对资产、人员、车辆、水电气等实现智能化管理）、智慧医疗中心（提供医疗大数据科研、智慧教室、教学资源平台等）、智慧服务中心（互联网医院、医联体、智慧导诊等提供标准化的业务服务体验）。

数字化平台：主要包含技术平台、业务平台和数据平台等。技术平台主要提供融合集成平台、微服务框架引擎、AI 平台、影像识别平台、大数据平台等主要能力组件，为业务平台提供通用技术能力支撑；业务平台包括基础域、业务域、管理（运营）业务域、公共域和接口域五个业务群组成，在混合云微服务框架及引擎上进行开发、测试、部署；数据平台是实现数据的互联互通、集成标准化、

交互共享和结构化的重要基础。

承载网络：主要包括 F5G、5G、以太网等有线、无线承载网络及相应技术，F5G 技术是承载网络的重要组成部分。F5G 技术和 5G 技术、以太网技术在智慧医院中共存，共同支撑智慧医院的各种业务。

2.1.2 智慧医院基础网络架构

智慧医院的基础网络是承载智慧业务的基础。基础网络中，核心层及以上网络包括核心网络设备、服务器/数据中心、管理中心、DMZ 区、医院出口及外部网络；接入网络通常划分为内网、外网及设备网等。

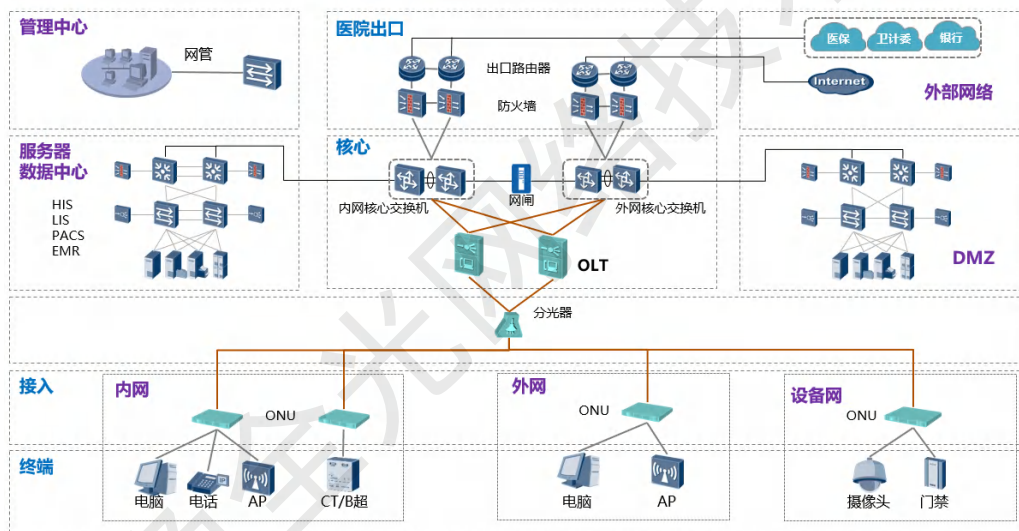


图 2-2 智慧医院基础网络架构

一、医院内网

医院内网为医疗专用信息应用网络，也称院内办公网，只对医院内部工作人员开放使用，是医院的核心工作网络。智慧医疗和大部分智慧管理的业务数据均由医院内网进行承载，如医院信息系统 HIS、电子病历系统 EMRS、实验室信息管理系统 LIS、医学影像存档与通讯系统 PACS 及医院资源规划系统 HRP 等。

医院内网作为医院的核心网络，覆盖医院各科室的诊区和病区、医技科室、

办公区域、公共区域等诸多场所。医院中的门诊、急诊、医技、住院、行政、科研、教学等医院内各类场所的内网 PC、打印机、自助设备、平板、PDA、AP 等各类终端设备通过医院内网接入到医院的数据中心，快速访问医院内部的各种服务器，确保院内挂号、取号、分诊、候诊、就诊、缴费、取药、护理、检查、检验、治疗等工作的实时高效，提升医生和护士的工作效率，减少患者和家属的等候时间，提高使用者的满意度。

二、医院外网

医院外网主要面向院内人员/患者/家属访问互联网的场景。办公室/公共区域等的医护人员可通过医院外网访问互联网；患者及家属可接入医院提供的 Wi-Fi，通过移动终端（手机、平板）访问互联网，患者及家属通过移动端访问医院官方平台，完成预约挂号、报告查询、费用支付等操作，并对外提供线上复诊、信息公告、结果查询、远程医疗等服务，且可访问医院官网、微信公众号等平台，了解发布院务公告、出诊信息及疫情防控通知等。

二、医院设备网

医院设备网主要包括医院视频监控系统、门禁与访客管理系统、紧急报警系统、楼宇自动化管理系统、部分医疗物联网 IoT 应用、公共广播与信息发布等。视频监控主要覆盖门诊、病房、手术室等区域的实时视频监控及存储系统，保障院内安全；门禁与访客管理主要通过智能门禁、人脸识别等技术控制人员进出如药房/实验室等敏感区域；楼宇自动化通过对空调、新风系统、温湿度传感器的集中调控，维持医疗环境稳定，并可根据人流量、时间段自动调节灯光，实现智能照明，降低能耗。

2.2 F5G 全光网方案

2.2.1 F5G 全光网介绍

F5G 全光网主要指基于 F5G 的无源光局域网 POL。无源光局域网 POL 为

采用了无源光网络（PON）技术的局域网组网方式，该组网方式采用无源光通信技术为用户提供融合的数据、语音、视频及其他智能化系统业务。

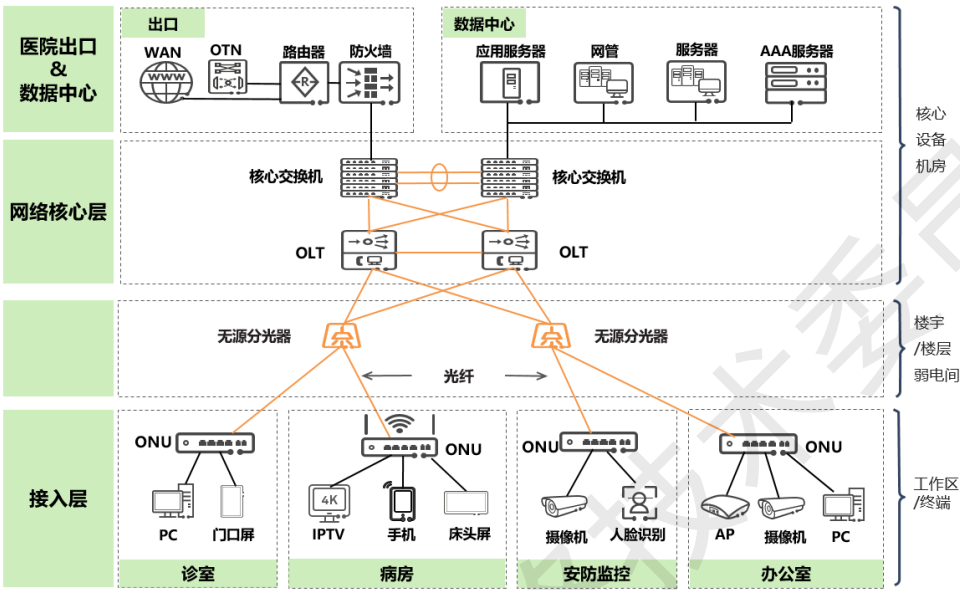


图 2-3 F5G 全光网组成

F5G 全光网由光线路终端（OLT）、光分配网络（ODN）、光网络单元（ONU）和核心交换设备、出口设备、网络管理单元等组成。

OLT：OLT 将从核心交换机发过来的信息转换为光信号，并通过分光器将光信号分发至多个 ONU 终端，并将从 ONU 上来的光信号转换为以太网送到核心交换机。OLT 一般放置在核心机房，通过下行 PON 接口和 ODN 网络连接，对 ONU 进行集中管理。

ODN：ODN 是由光纤、一个或多个无源分光器（Splitter，也叫光分路器）等无源光器件组成的无源网络。ODN 无需供电设备，降低故障率与运维成本，ODN 的高带宽支持后续带宽持续扩容。

ONU：接收 OLT 下发的 PON 光信号转换为电信号，通过以太网口、Wi-Fi、语音等接口送到用户终端，并将用户侧接口上来的信息通过 PON 上行接口传输给 OLT。ONU 放置在用户侧，通过各种接口接用户的 PC、自助设备、机顶盒、摄像头、无线 AP、打印机、电话机等。

核心交换机：核心交换机连接出口路由器、防火墙、接入服务器、IP-PBX、各种管理服务器和业务服务器、存储设备和 OLT 等。

2.2.2 F5G 全光网技术演进

F5G 全光网使用的 PON 技术主要为 XGS-PON 技术和 GPON 技术，并逐渐往 50G-PON 演进。

XGS-PON 为上下行方向提供对称 10Gbit/s 传输速率的 PON 技术，也是应用范围非常广泛的一种 F5G 主流 PON 技术，XGS-PON 技术需满足国家标准《接入网技术要求 10Gbit/s 对称无源光网络(XGS-PON)》（GB/T 43699-2024）。

GPON 为下行传输速率 2.5Gbit/s、上行传输速率 1.25Gbit/s 的 PON 技术，GPON 技术需满足国家标准《接入网技术要求 吉比特的无源光网络(GPON)》（GB/T 33845-2017）。

对称 50G-PON 为上下行方向提供对称 50Gbit/s 传输速率的 PON 技术，也是将来的一种主流 PON 技术，目前 ITU 的标准已经发布。50G-PON 技术需满足行业标准 YD/T 4300.x-2023 接入网技术要求 50Gbit/s 无源光网络的技术要求。

F5G 全光网中的几种具体 PON 技术参数如下表所示：

表 2-1 PON 技术的主要技术参数

技术参数	GPON	XGS-PON	对称 50G-PON
下行线路速率	2.488Gbit/s	9.953Gbit/s	49.766 Gbit/s
上行线路速率	1.244Gbit/s	9.953Gbit/s	49.766 Gbit/s
下行波长范围	1480~1550nm	1575~1580nm	1340~1344nm
上行波长范围	1290~1330nm	1260~1280nm	1284~1288nm

除了上述的 GPON、XGS-PON 和 50G-PON 技术之外，还存在着将多种 PON 技术融合到同一个 PON 口共存的 Combo 模式，如 XGS-PON Combo 就是在 OLT 的一个 PON 端口下同时支持 XGS-PON 和 GPON 两种模式，在该 OLT PON 端

口下可同时接入 XGS-PON 和 GPON 的 ONU，两种 ONU 可同时工作，XGS-PON ONU 和 GPON ONU 通过不同的波长进行隔离，互不干涉。50G-PON 也存在 Combo 模式，50G-PON Combo 就是在 OLT 的同一个 PON 端口同时支持 GPON、XGS-PON 和 50G-PON 三种不同的 PON 模式共存，三种不同的 ONU 可同时工作，并通过波长进行隔离。

2025 年初工信部印发《关于开展万兆光网试点工作的通知》，引导我国万兆光网从技术试点逐步走向部署应用。万兆光网能向用户提供万兆接入能力，主要包括 50G-PON 超宽光接入与 Wi-Fi 7 协同、高速大容量光传输、光网络与人工智能融合等关键技术。万兆光网是下一代光网络的升级演进方向，是新型信息基础设施的重要组成部分。

2.3 F5G 全光网在医院改造中的优势

F5G 全光网相比传统以太网网络，主要在传输介质和系统架构进行了创新。F5G 全光网是医院旧改的最佳选择，可很好解决既有医院当前的网络痛点，具有高带宽、弱电间无源、多网合一、运维简单和绿色节能等优点。

2.3.1 可解决走线架空间不足的问题

F5G 全光网可解决从弱电间到病房/诊室等区域走线架空间不足的问题。

F5G 全光网的水平布线采用光纤替代原来的网线，实现了光纤下沉，一根光纤可替代 4~8 根网线，且光纤的体积远小于网线，可极大解决了原从弱电间到病房等房间的走线架空间不足的问题，支撑既有医院的智慧化改造。

以 10 间病房为例（每病房需增加一个门口屏和三个床头屏），使用传统交换机方案，在水平布线上至少需增加 $4 \times 10 = 40$ 根网线；而采用 F5G 全光网方案，水平布线只需增加 $1 \times 10 = 10$ 根光纤，在水平布线的数量上 F5G 全光网方案减少了 75%，大幅降低了既有建筑走线架空间的改造压力。

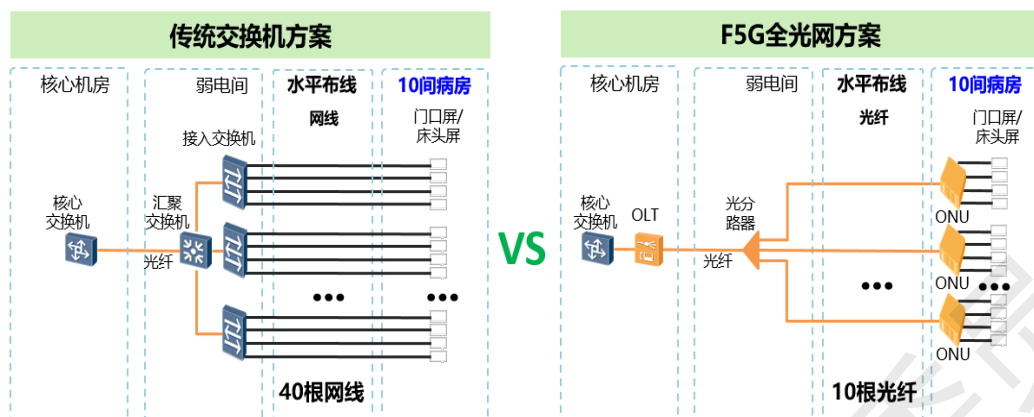


图 2-4 F5G 全光网减少 75%水平布线数量

除了水平布线的光缆数量减少 75%外，光缆本身的尺寸也远小于网线，常见的 5 类非屏蔽网线（Cat5e UTP）的外径为约 5mm；而蝶形光缆的尺寸是 3mm × 2mm，采用 F5G 全光网可节省 92%的走线空间。

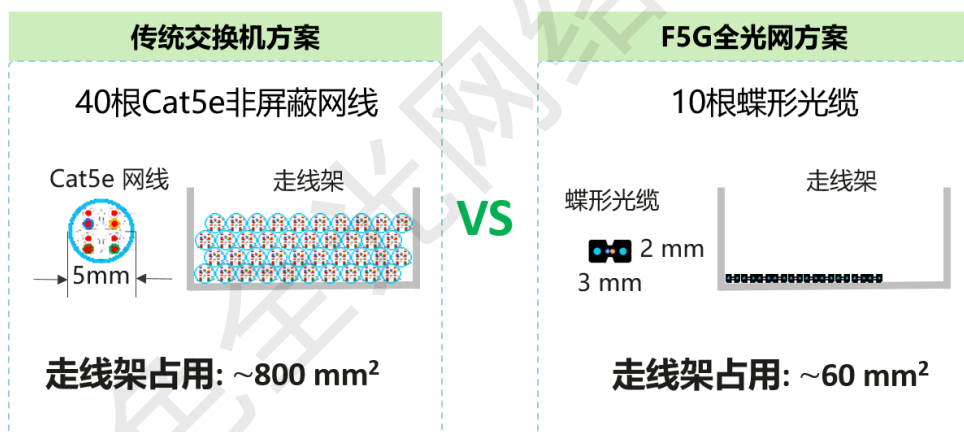


图 2-5 F5G 全光网减少 92%布线空间

蝶形光缆的重量也远低于 5 类非屏蔽网线，F5G 采用光缆后也极大地降低了线缆的重量，减少了对走线架承载的压力。

F5G 全光网采用光纤下沉至房间（病房、诊室、影像、病理、ICU 等），可支持后续房间内信息点数量的灵活扩展。后续若需增加房间内的信息点数量，只需将原 ONU 更改为更大端口数的 ONU 种类即可，无需再重新敷设从弱电间到房间的水平布线线缆。

2.3.2 可解决弱电间空间不足的问题

F5G 全光网可解决弱电间空间不足、供电/散热能力不足的问题。

既有建筑中，不少诊室/病房楼层的弱电间空间也有限，无法支持在弱电间内新增机柜及相关的接入交换机，且弱电间内的 220V 电源供应及散热条件也有限，也无法支撑给新增接入交换机等设备的供电。

F5G 全光网为简化的二层架构，采用无源的光分路器替代了汇聚交换机，减少了汇聚层，实现了网络扁平化。F5G 全光网中，OLT 设备和核心交换机一起部署于核心机房；ONU 尽可能靠近最终的用户终端，部署于工作区（如病房、诊室、护士站等），中间采用无源的光纤和光分路器来进行连接，F5G 全光网采用的光分路器无需供电，和以前的有源汇聚设备相比，无需在楼宇/楼层弱电间中新增电源设备、空调等设备，大幅缩小楼宇/楼层弱电间的空间占用。

由于光分路器为无源器件，若待改造的既有建筑弱电间已无空间安装任何新设备，也可考虑将光分路器移出弱电间，采用信息箱等挂装在弱电间附件合适的位置，以减少对弱电间的压力。

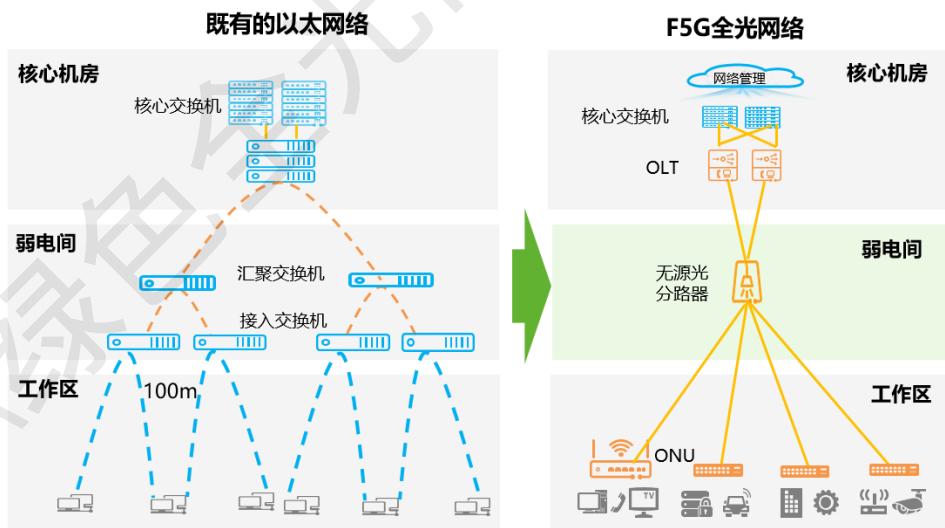


图 2-6 F5G 全光网可实现弱电间无源

采用 F5G 全光网后，原弱电间的汇聚交换机变更为无源的光分路器，原弱

电间中的接入交换机下沉至工作区（如诊室、病房等），这样减少了对弱电间空间的占用，也降低了弱电间供电/散热的要求，F5G 全光网非常适合弱电间空间不足及供电/散热不足的既有建筑智慧化改造。

2.3.3 可解决多网烟囱式并存的问题

F5G 全光网可支持多网合一，解决多网烟囱式并存的问题。

F5G 全光网支持多网合一功能，可简化网络架构。F5G 全光网支持在一根光纤上承载多种业务，不仅完美兼容院区既有的各种以太网业务，还可提供医院使用的 POTS 语音、CATV 等业务，可实现医院内的多网融合。

F5G 全光网支持多业务承载，并且可提供多种业务隔离方式，增强医院内的信息安全。F5G 全光网采用 PON 技术，PON 技术可采用时隙隔离的方式进行业务隔离（不同等级的业务采用不同的时隙）；也可采用波长隔离的方式进行业务隔离（不同等级的业务采用不同的波长）。此外，F5G 全光网还在光纤线路上进行了数据加密处理，通过 OLT 统一管理，不同的 ONU 单独采用不同的加密密钥并定时更新，增强了光纤线路上的安全性。

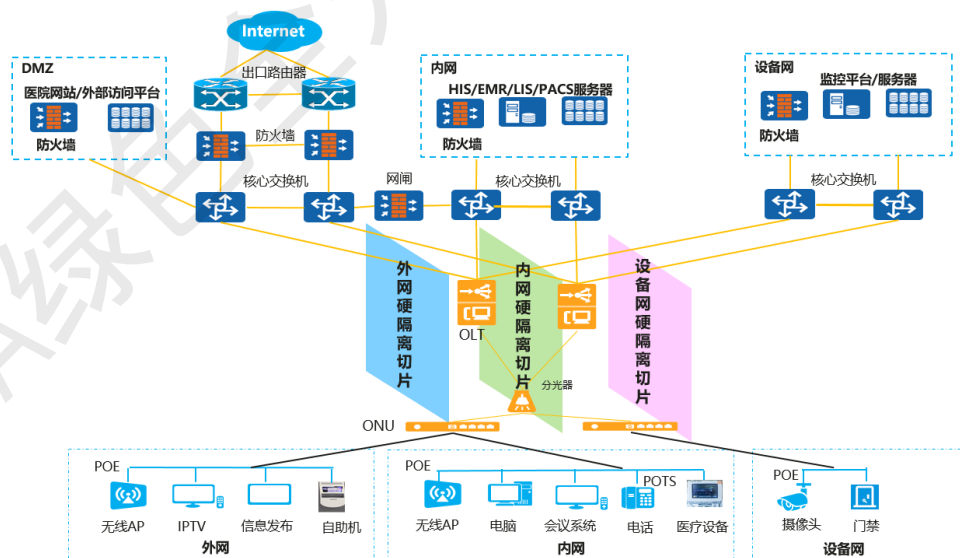


图 2-7 F5G 全光网实现多网合一

F5G 全光网可支持网络切片进行功能，将一套物理网络（如 OLT/ONU/光纤）通过网络切片功能隔离为多个网络切片，如内网切片和外网切片，各个网络切片之间的硬件资源独立隔离，带宽资源/队列资源及转发表项资源（如 VLAN/MAC 等）也独立，网络切片之间互不影响。

通过网络切片，可实现多种网络在同一张物理网络中共存，解决了以前多张网络烟囱式共存，无法互联互通的问题。

2.3.4 可解决旧网络运维困难的问题

F5G 全光网可解决既有网络运维困难的问题。

既有医院的基础网络由于建设时间较长，存在着网络老旧的问题；此外由于网络中间变更次数较多，在弱电间的走线通常较为凌乱，维护检修困难，若出现问题，故障定位时间平均小时级，威胁核心业务的安全使用。

采用了 F5G 全光网进行改造后，简化了网络层次，原汇聚交换机被无源的光分路器替代，ONU 下沉至房间，弱电间的走线减少，减少了线缆的维护。此外，F5G 全光网采用了 OLT 管理 ONU 的模式，减少了管理节点数，也简化了整个网络的维护。

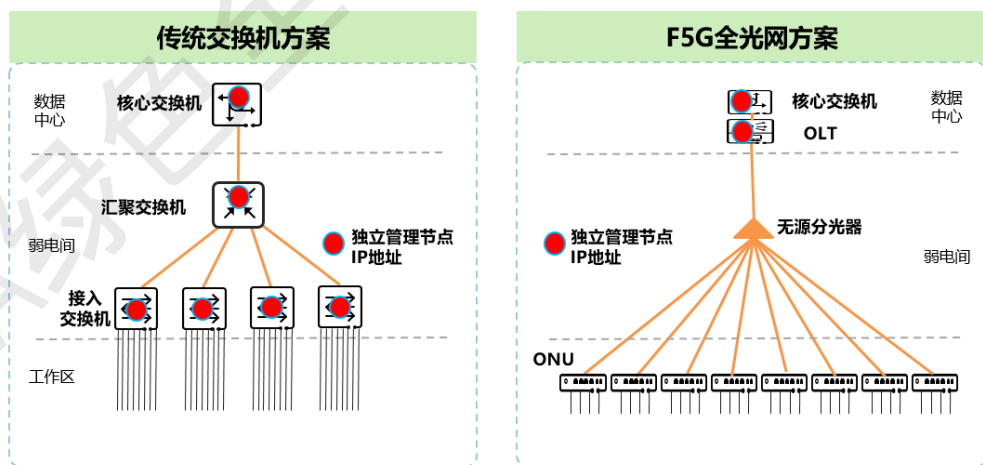


图 2-8 F5G 全光网简化了网络运维

F5G 全光网采用无源光网络（PON）技术，采用了点对多点的架构，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 设备进行本地的数据配置，ONU 设备也无需配置独立的管理 IP 地址，减少了网络的独立管理节点，减少了管理配置工作量。

F5G 全光网中可将 ONU 理解为 OLT 的一个远端功能模块。在设备部署和业务发放时，仅需在 OLT 上统一进行业务配置和业务发放，无需再到 ONU 侧进行业务配置，故 F5G 全光网方案只需配置 1/2 台 OLT 的 1/2 个独立管理节点，管理节点极大减少。

F5G 全光网络支持 ONU 即插即用及免配置部署。F5G 全光网通过网管系统，自动完成 ONU 设备的上线和业务发放，做到业务分钟级开通。F5G 全光网架构简单，中间的 ODN 无源，故障率非常低，而且大量的 ONU 通过 OLT 进行统一管理，大大减轻了网络运维的工作量。

F5G 全光网络支持可视化的网络设备管理系统，对 OLT 和 ONU 进行有效控制，能够实现用户认证、警告管理、性能管理、报表管理、PON 网络部署、PON 资源管理等功能。支持光纤诊断功能，可显示光模块及光纤的状态，以及光纤故障点等信息。

2.3.5 F5G 全光网可支持超高带宽

F5G 全光网可支持万兆到诊室/病房/影像科/病理科等，也可支持万兆到 ICU/手术室等的 Wi-Fi AP，将来平滑支持 200G 到影像科/病理科等。

F5G 全光网络推动从原来的光纤到弱电间演进至光纤到房间/光纤到桌面/光纤到设备。F5G 全光网的 OLT 和 ONU 之间采用单模光纤进行数据传输，单模光纤具有超过 1Tbps 的带宽能力，远高于传统的 Cat5e、Cat6A、Cat7 等网线。由于光纤的带宽及演进性更好，且使用寿命长，正常使用可达 30 年以上，所以 F5G 全光网的无源光纤基础设施建成后可 30 年不落后，持续支持高带宽演进。

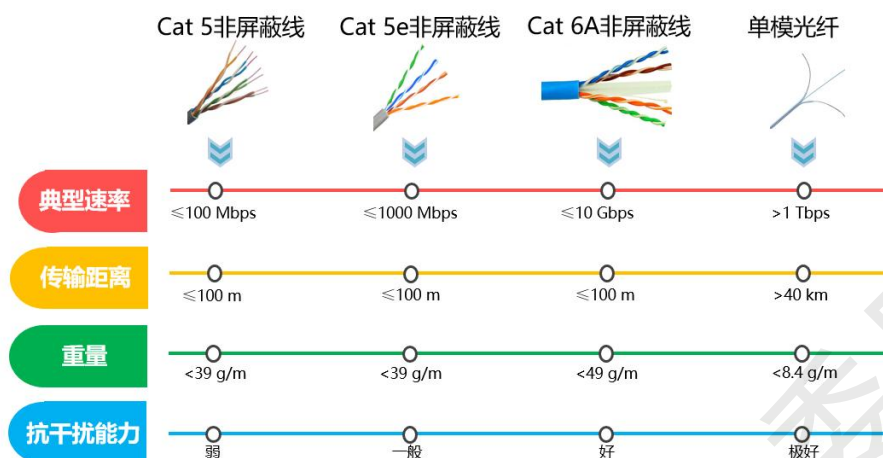


图 2-9 单模光纤的优势

既有建筑采用的传统铜缆通常为 Cat5e 五类网线，网络传输带宽低、距离短、抗干扰能力差，难以支撑 CT/MRI 影像数据万兆级实时传输需求。既有建筑采用光纤替换网线，后续可提供更高的带宽扩展能力（带宽升级无需再更换光纤），支撑了智慧医院后续各种 AI 业务的平滑演进。

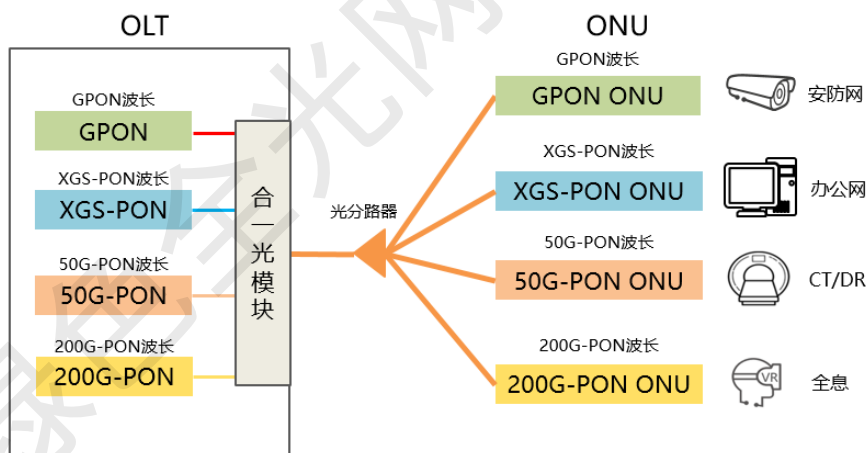


图 2-10 F5G 全光网支持带宽的平滑演进

F5G 全光网可通过灵活叠加波长实现带宽的平滑演进。F5G 全光网使用的 PON 技术可在同一根光纤中通过灵活叠加新波长（新技术）的方式提升带宽及支撑新业务，在提升带宽及新增业务过程中不会影响已部署的业务。

既有医院改造除了采用光纤替代网线支持高带宽之外，在病房、ICU 和手术

室等场所大量使用了 Wi-Fi 6 或 Wi-Fi 7 技术提供了更高的无线带宽，病房等也可直接采用提供 Wi-Fi 功能的 ONU 进行覆盖。

表 2-2 Wi-Fi 的技术参数

技术参数	Wi-Fi 5	Wi-Fi 6	Wi-Fi 7
标准名称	802.11ac	802.11ax	802.11be
无线频段（Hz）	5G	2.4G， 5G， 6G(6e)	2.4G， 5G， 6G
信道带宽（MHz）	20/40/80/160	20/40/80/160	20/40/80/160/320
调制方式	256 QAM	1024 QAM	4096 QAM
最大理论速率	6.9Gbps（4×4）	9.6bps（8×8）	23Gbps（8×8）
传输技术	OFDM	OFDMA	OFDMA

F5G 全光网可提供超高带宽且支持后续的灵活带宽演进，故可更好支持以 Deepseek 为代表的各种 AI 技术的部署及演进。

2.3.6 F5G 全光网可实现绿色节能

F5G 全光网采用点对多点的 PON 技术，该技术和以前的点对点技术相比，存在绿色节能的优势。

F5G 全光网采用的 PON 技术已在光纤到家庭场景中广泛使用，德国曾针对光纤 PON（FTTH）、铜线（VDSL）、无线（5G）等各种接入技术的功耗情况进行了比较，比较结果为采用 PON 光纤入户（FTTH）技术的功耗最低，碳排放最小，PON 光纤入户的平均每户功耗相比采用 VDSL 铜线接入有约 50%左右的降低。F5G 全光网是碳排放最低、最环保的网络。

F5G 全光网采用无源的光分路器替代有源的汇聚交换机，减少了有源汇聚层，通过架构优化实现了节能减排。F5G 全光网通过架构上的优化，节省了大量的电能消耗，减少了医院运营中的碳排放。此外，由于 F5G 全光网减少了有源

汇聚设备等转发节点，减少了转发报文拥塞冲突的风险，降低了时延，提高了传输质量，为持续高效地支撑业务应用系统的数据交互奠定了基础。

F5G 全光网的点对多点架构更绿色节能。OLT PON 下行端口可通过无源光分路器接到多个 ONU 的上行 PON 端口（一个 OLT PON 下行端口可接 32 个甚至 64 个 ONU 的 PON 上行端口）。OLT 要求每个 ONU 在规定的时间内按需发送数据，实现整网业务数据的有效管理，以达到整个网络绿色节能的目的。例如在 1:32 分光的情况下，相比以前的点对点方案，OLT 侧的 PON 光接口减少了 31 个光口处理单元及光模块，实现了更高效的绿色节能。

F5G 全光网所采用的光纤具备更节能环保的优势。制造光纤主要使用的材料为石英，而制造网线主要使用的材料为铜。相对于石英材料，铜矿开采和铜制品冶炼均需要消耗大量的自然资源和能源，产生大量碳排放，生产过程中也会对环境造成较严重的污染。采用光纤，有助于实现碳达峰、碳中和的“3060”双碳目标。

2.3.7 F5G 全光网可实现安全可靠

F5G 全光网相比传统的以太网络，可提供更强的安全性及可靠性，更适合医院高安全的数据传输。

F5G 全光网采用光纤作为其传输介质，光纤介质的物理特性天然具备抗电磁干扰能力，可在如影像科等复杂医疗设备环境保障信号传输的稳定可靠。

F5G 全光网和传统以太网方案相比，在水平布线上提供了光纤加密的功能，确保了光纤传输的安全性。F5G 全光网提供了从 ONU 到 OLT 之间光纤链路上的数据加密，可采用加密算法，对光纤中传输的数据进行加密，且 OLT 和 ONU 之间的密钥支持分钟级动态更新，保护光纤内的通信内容免受非法窃听。

F5G 全光网在 PON 光纤链路保护上提供了 Type B 双归属保护和 Type C 的双归属保护两种方式，提供不同程度的保护能力，可满足医院内网的不同场景的

保护要求。

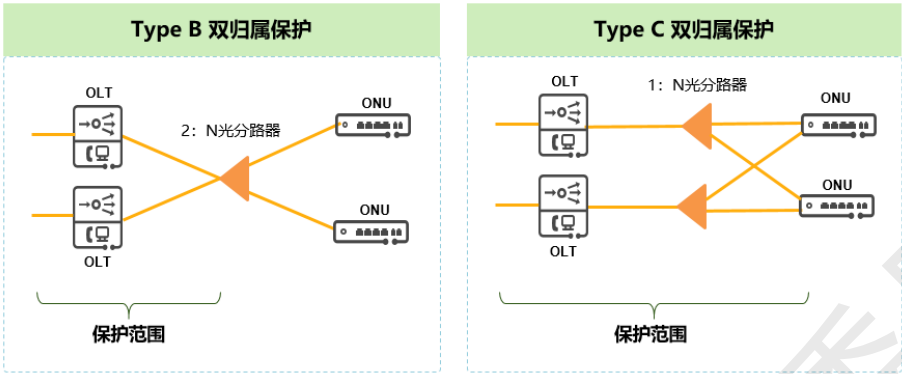


图 2-11 F5G 全光网支持高可靠的链路保护功能

PON 链路的 Type B 双归属保护可对主干光缆，OLT 的 PON 端口，整台 OLT 设备及 OLT 的上行端口及上行光纤进行保护，被保护对象出现故障后自动实现 50ms 倒换，可用于医院的诊室、病房等区域。

PON 链路的 Type C 双归属保护可对 ONU 的 PON 端口，配线光纤（分支光纤），光分路器，主干光缆，OLT 的 PON 端口，整台 OLT 设备及 OLT 的上行端口及上行光纤进行保护，被保护对象出现故障后自动实现 50ms 倒换，可用于医院的挂号、收费处、手术室等区域。

第三章

既有医院 F5G 全光网 改造实施指导



3.1 医院网络改造原则

3.1.1 既有医院 F5G 全光网改造方式

既有医院的 F5G 全光网改造存在两种方式。

整楼栋/楼层搬空改造：该改造方式按照整个楼层甚至楼栋进行改造建设，改造时将本楼层或者本楼栋的医生及患者搬迁至其他楼层/楼栋，此种改造方式类似新建，可考虑按照新建的方式进行；

边营业边改造：该改造方式不清空医生/护士/患者，在医院各科室运营的时候按需抽空对医院进行 F5G 全光网的改造。该改造方式针对诊室、影像科等可在晚上下班后进行改造，但对病房等区域需提前做规划。

本指南主要是针对边营业边改造的改造方式，减少医院业务的中断。

3.1.2 既有医院 F5G 全光网改造原则

既有医院基础网络的 F5G 全光网改造，主要考虑上述的边营业边改造的方式，其改造原则如下：

- 业务中断时间最短原则：既有医院基础网络的 F5G 全光网改造需遵循业务中断时间最短的原则，提前做好相应的改造规划和割接规划，可考虑新旧网络并行，业务逐步割接方式，尽量不影响现有的医院业务。
- 现有资源尽量复用原则：既有医院基础网络的 F5G 全光网改造需遵循现有资源尽量复用原则，尽量复用当前的光纤资源、走线架资源等，避免对既有医院的做翻天覆地的更新。
- 带宽/业务可持续扩展原则：改造后的 F5G 全光网设备以及 ODN 基础设施应具备可扩展性，以提供后续的带宽持续升级的能力，如 OLT 应预留可用于扩展的槽位，ONU 预留多余的空闲接口，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及安装空间有预留等。
- 灵活改造原则：改造方案需根据具体的医院/建筑/工作区（病房/诊室等）

实际情况灵活确定具体的改造方案，各种新增设备的具体安装位置及走线路由等。

- **安全可靠原则：**改造后的 F5G 全光网应满足医院的安全可靠的要求，可按照不同的场景（如病房/手术室等）选择不同的保护方式，在 F5G 全光网中应启用网络切片支持多网合一等。
- **易实施性原则：**项目建设应尽量做到节点少，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。

3.2 总体改造方案

3.2.1 改造方案整体设计思路

医院通常存在内网、外网和设备网三张网络，改造前需明确医院的网络改造范围及改造步骤。

若仅单独改造医院的某一张网络（如内网），可部署一张 F5G 全光网承载待改造网络（如内网），以太网络和 F5G 全光网并行一段时间，待业务逐步割接完成，再逐步拆除原有的以太网络。

若同时改造医院的多张网络（如内网和外网），可利用 F5G 全光网支持多网融合的特点，部署一张多网合一的 F5G 全光网融合承载多张网络（如内网和外网），也可部署多张 F5G 全光网络分别承载待改造网络（如内网和外网）。

3.2.2 改造要求与实施步骤

F5G 全光网络改造方案对医院各关键区域（包括核心机房、楼栋汇聚机房、楼层弱电间、诊室/病房等）的光缆布线和设备部署提出了系统性改造要求。通过 F5G 全光网改造，可有效解决传统以太网方案面临的弱电间空间不足、桥架容量受限、维护困难及扩容受限等痛点问题。

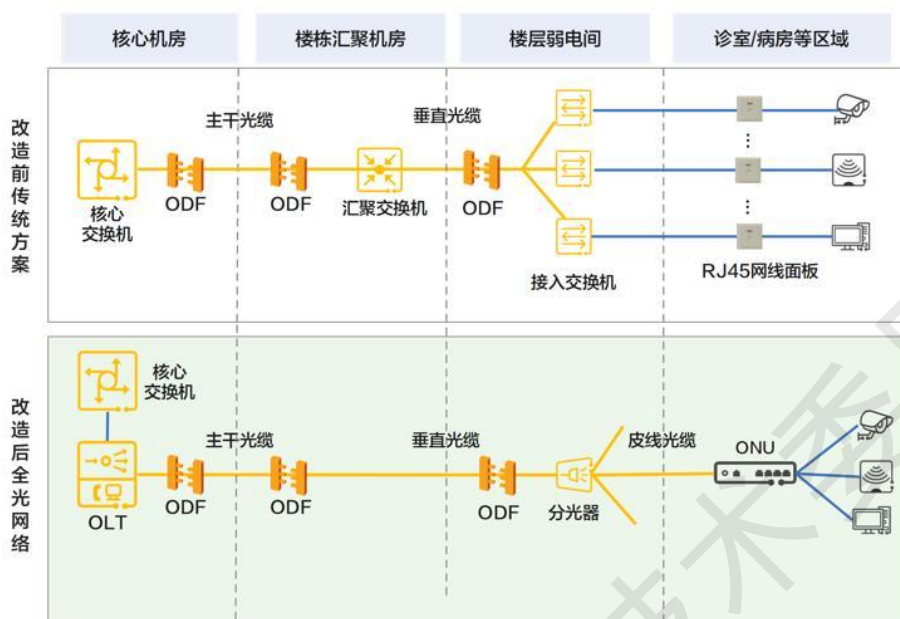


图 3-1 既有医院 F5G 全光网改造前后对比示意图

既有医院采用 F5G 全光网进行改造，各个节点的变更如下表所示。

表 3-1 既有医院 F5G 全光网改造前后说明

	核心机房	楼栋弱电间	楼层弱电间	水平布线区域	工作区（诊室/病房等区域）
改造点	新增 OLT 和 ODF 配线架	新增/借用 ODF 配线架	新增分光器和 ODF 配线架	部署皮线光缆	安装 ONU 设备
改造前传统网络问题	走线杂乱，端口扩容困难，层次不清	走线多，有源汇聚交换机占用空间大、耗电多，维护工作量大	走线多，有源交换机占用空间大、耗电多，维护工作量大	网线部署，线缆数量多，占用空间大，网线覆盖距离有限	上网速度慢，网络不稳定，不同业务多线缆连接，布线复杂，扩容困难
改造后全光网络优点	全光容量大，使用 ODF 配线架走线清晰，易扩容	无有源设备，无需供电、无需维护，可靠性高	无源分光器占用空间小、无需供电、无需维护，可靠性高	单纤双向节省资源和空间，单模光纤覆盖距离远	网络质量好；支持一纤多业务布线少；ONU 可部署于网络箱内，美观无噪音

既有医院采用 F5G 全光网进行改造流程如如下图所示，

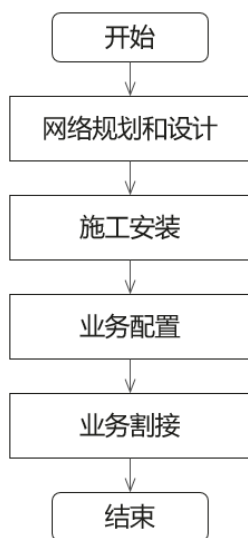


图 3-2 既有医院 F5G 全光网改造流程

既有医院 F5G 全光网改造设计时请参考如下建议：

改造顺序设计：考虑到对业务影响最小，建议先布放主干光缆，再逐层改造，逐层改造中建议按科室和业务排序。

标签规划：建议在规划设计阶段同时设计每个端口，跳纤、设备等标签，提前打印，现场根据规划贴上标签便于后期维护。

3.3 通用区域改造

3.3.1 核心机房改造

F5G 全光网中的 OLT 设备通常安装于 19 英寸机柜中。一般 1 台 19 英寸机柜可安装 2 台 OLT，需要根据安装 OLT 的数量预留机柜数量。

F5G 全光网中，OLT 部署可分为集中式部署或者分布式部署。在医院改造方案设计中，可根据医院的实际情况选择集中式部署或者分布式部署。

OLT 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，只放置分光器及 ONU 设备。如果核心机

房到楼栋的汇聚机房有充足的主干光缆资源，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医院的核心机房内，方便集中管理和运维。OLT 建议采用双主控板卡备份的大规格 OLT 或中规格 OLT。考虑采用 Type B 双归属保护，需配置 2 台 OLT 实现备份。

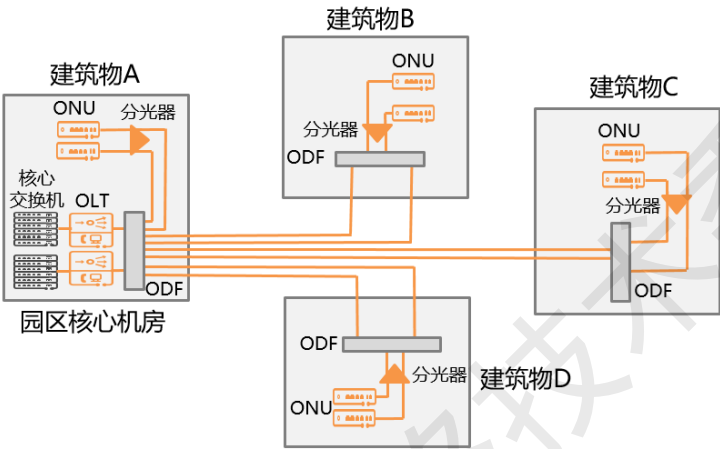


图 3-3 F5G 全光医院 OLT 集中部署

OLT 分布式部署是指 OLT 分散在 F5G 全光园区的不同建筑内。当核心机房到医院的各楼栋光缆资源不足且不打算重新部署新的室外光缆时，可采用此改造方案。对于类似住院楼等楼层高/病房多的建筑，可将 OLT 下沉至住院楼，以减少住院楼和核心机房之间使用的光纤数量。

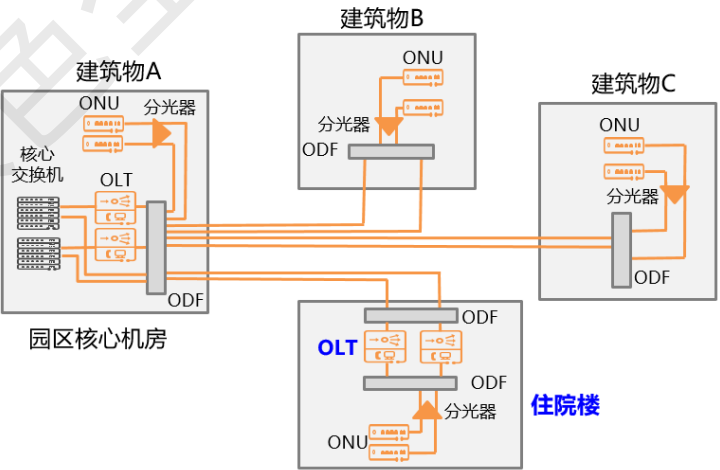


图 3-4 F5G 全光医院 OLT 分布式部署

3.3.2 主干光缆改造

在 OLT 集中式部署场景下，针对医院现有室外主干光缆资源不足的情况，可按照以下技术规范实施光缆网络优化。

光缆选型与部署原则：

- 室外光缆采用 G.652 单模光缆进行新建部署。
- 根据业务流量模型、分光比规划及网络扩展需求，在核心层机房至各楼栋汇聚节点间按需配置 24/48/96 芯结构化光缆系统，光缆芯数建议预留 10%以上扩容余量。

光缆保护部署原则：

- 光缆采用双归属保护，敷设的光缆需走 2 个不同的物理路由。
- 不同物理路由的光缆路由间距 ≥ 50 米。
- 不同物理路由的光缆采用不同管孔资源/杆路路径。
- 符合 YD 5102-2010《通信线路工程设计规范》的物理隔离要求。

光缆工程实施要求：

- 新建光缆应符合 GB/T 13993.4-2014 《通信光缆 第 4 部分：接入网用室外光缆》的要求。
- 新建光缆需全程测试，链路损耗 $\leq 0.4\text{dB/km}$ 。

3.3.3 垂直光缆布线改造

根据改造后的光缆数量需求评估是否需要新增垂直光缆，若原从楼栋弱电间到楼层弱电间的垂直光缆资源不足时，建议新增部署 G.657 的单模光缆，光缆芯数按需配置，应预留至少 10%的冗余。

3.3.4 楼层弱电间改造

医院原有楼层弱电间现存 24/48 端口以太网接入交换机设备建议在全光网络

改造完成后实施退网，并拆除相应的网线配线架和网线。

在楼层弱电间的改造过程中，可考虑新建的 F5G 全光网和既有的传统以太网短时间共存，确保切换过程平滑。

若弱电间现有机柜可用空间足够时：

- 按需部署所需数量的 1U 高密度 ODF 配线架（适配 SC/UPC 接口）。
- 按需部署所需数量的 1:N 或 2:N 机架式光分路器。

若弱电间现有机柜空间不足时：

- 可采用壁挂式光分路器箱体（防护等级 IP54）挂墙安装。
- 挂墙安装的光分路器箱体底部距地高度 $\geq 1.2\text{m}$ ，符合 GB 50373-2019 弱电井道安装规范。

待 F5G 全光网验收通过，完成业务割接后，需拆除原来旧的网络，以节约弱电间的空间。

- 拆除原以太网交换机及配套电源系统。
- 重构机柜空间布局，ODF 和分光器迁移至标准机架位。
- 实施光纤链路标签标准化（TIA-606-C 标识体系）。

3.3.5 水平光缆布线改造

F5G 全光网络通过光纤介质替代传统以太网铜缆，实现万兆级高速接入能力。在楼层弱电间至各医疗场所（诊室、病房、办公室等）的水平布线场景中，宜选用具备优异抗弯性能的 G.657 单模蝶形光缆。F5G 全光网采用的 PON 技术使用单纤双向传输技术，每台 ONU 仅需占用 1 芯光纤即可完成双向通信，但考虑到未来网络扩展和冗余需求，光缆芯数配置推荐采用 2/4 芯光纤，可预留 1~3 芯光纤用于后续的平滑演进。

医院中的水平布线常见在楼层天花吊顶中采用走线架走线。因改造时医院的业务不能中断，故改造期间原水平布线（从弱电间到病房等房间的网线）仍需继

续使用，新部署的水平光缆不能占用原网线的走线架空间，需根据原走线架的使用情况决定是否敷设新的管线。若原有天花吊顶的走线架有冗余空间，可将光缆套管/PVC 管敷设在走线架上；若原走线架无冗余空间，则需单独敷设一个新的走线架/PVC 管。

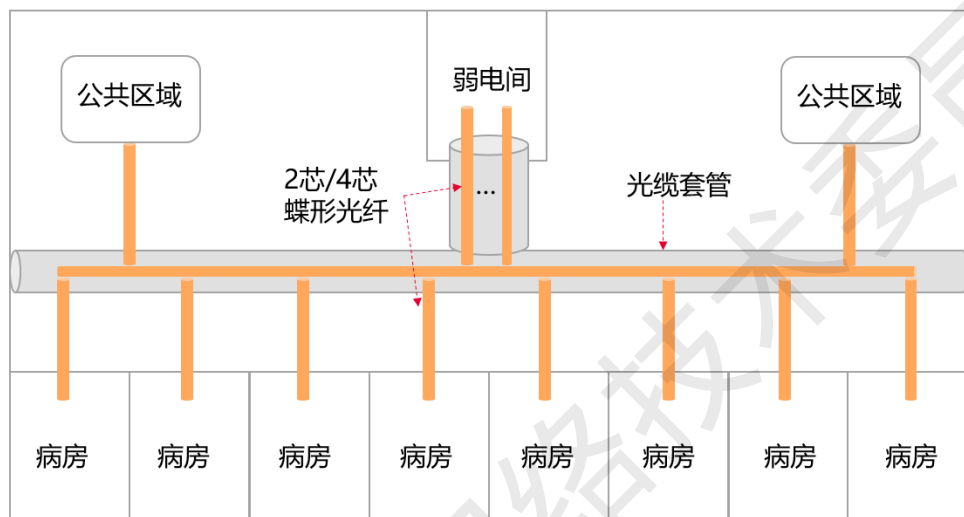


图 3-5 F5G 全光医院水平光缆布线改造

3.4 工作区改造

3.4.1 诊室改造

改造思路：诊室改造宜采用将信息配线箱（内置 ONU）安装于诊室内的改造方式，应选用颜色与墙体一致的信息配线箱挂装于诊室墙上或办公家具内，采用方形 PVC 线槽沿墙角等将 220V 电源线、光缆和网线等引入信息配线箱。

诊室的智慧化改造，通常会增加诊室的门口叫号屏（用于候诊呼叫，并提供坐诊医生的相关信息），有时也会增加信息点连接医生电脑和医生电话等设备，并提供更高的接入带宽以支撑更快的影像资料下载等。诊室采用 F5G 全光网改造示意图如下。



图 3-6 诊室采用 F5G 全光网改造示意图

一、信息配线箱的选择和安装

信息配线箱的选择：推荐采用挂墙安装的信息配线箱，以尽可能减少改造时间和影响范围。箱体材质建议选择与墙面颜色协调的哑光及耐腐蚀材质，信息配线箱推荐选用 $\leq 100\text{mm}$ 厚度，确保良好的视觉效果。

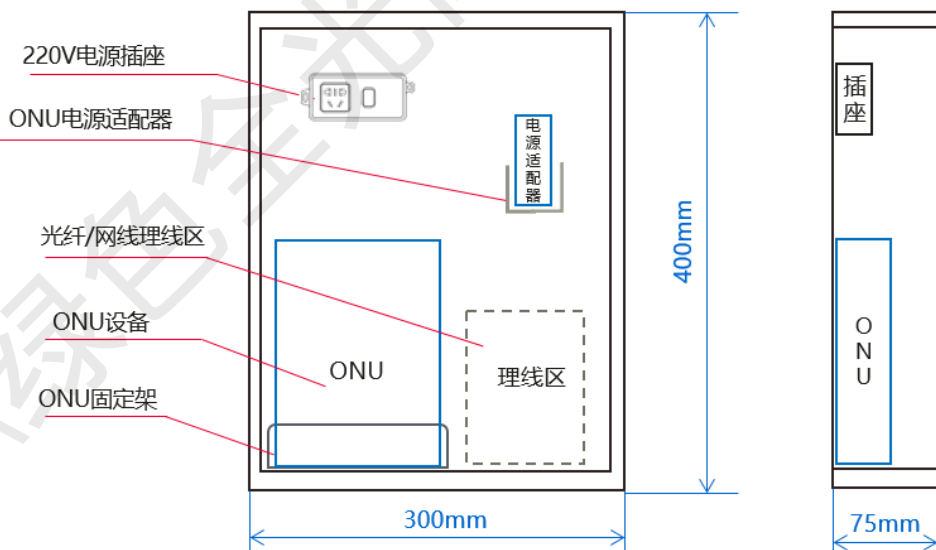


图 3-7 小于 100mm 的信息配线箱样例

信息配线箱的安装：信息配线箱宜在诊室内挂墙安装，挂装的位置宜为办公

家具旁等不太显眼的位置。也可直接挂装在办公桌下。也有医院将信息配线箱安装于诊室吊顶内。



图 3-8 诊室内信息配线箱的安装位置

二、ONU 设备的选择和安装

ONU 的选择：可根据诊室的典型业务场景（如增加医生电脑、电话、打印机、门口叫号屏等）选择 ONU 类型，如每个诊室的有线接入点规划 ≤ 4 个，则推荐选用 4 口 ONU 设备，可按需选择采用 GPON 上行或 XGS-PON 上行的 ONU。

ONU 的安装：ONU 安装于信息配线箱内，采用本地 220V 供电，通过线槽将 220V 电源线引入至信息配线箱。

三、光缆/网线走线

光缆走线：入室光纤通过 PVC 线槽（推荐规格：30mm×15mm）沿天花吊顶引至信息配线箱，选择与墙体同色的 PVC 线槽。

办公设备网线走线：从信息配线箱引出网线连接诊室的电脑、电话等设备，推荐采用 PVC 线槽将网线引至医生办公电脑和电话等设备，PVC 线槽宜沿墙角等走线。



图 3-9 通过线槽将光纤/网线引入至信息配线箱

门口叫号屏的网线走线：因信息配线箱安装于诊室内，而门口叫号屏安装于诊室外，故信息配线箱到门口叫号屏的网线需从信息配线箱沿 PVC 线槽引至吊顶（可复用将光纤引入信息配线箱的 PVC 线槽），再从吊顶内走线至诊室门外，然后从走廊吊顶沿 PVC 线槽引至门口叫号屏。门口叫号屏建议采用 220V 交流供电。



图 3-10 诊室门口叫号屏改造及走线

待改造的诊室也可考虑采用 86 型面板 ONU 进行改造，采用 1 个或多个

2/4*GE 的 86 型面板 ONU 原址替代原 86 信息面板，增加信息点（网口）的数量，满足新增网口的要求。

若诊室改造只新增门口叫号屏，诊室内无需升级或带宽扩容，也可在诊室门外部署 86 型面板 ONU（2*GE）进行改造，86 型面板 ONU 可直接借用原 86 信息插座的安装底盒，无需额外增加信息配线箱。86 型面板 ONU 出来的 2 根网线分别沿 PVC 线槽引至 2 个诊室门口的门口叫号屏。1 台 86 型面板 ONU 覆盖 2 个诊室。



图 3-11 诊室采用 86 型面板 ONU 进行改造

3.4.2 病房改造

改造思路：病房改造宜采用将信息配线箱（内置 ONU）安装于病房内的改造方式，应选用颜色与墙体一致的信息配线箱挂装于病房墙上，采用方形 PVC 线槽沿墙角等将 220V 电源线、光缆和网线等引入信息配线箱。

病房的智慧化改造，通常会增加病房门口屏，且会每张病床增加一个床头呼叫屏，此外也会新增一些信息点（网口）用于扩展连接医疗设备。病房采用 F5G 全光网改造示意图如下。



图 3-12 病房采用 F5G 全光网改造示意图

一、信息配线箱的选择和安装

信息配线箱的选择：推荐采用挂墙安装的信息配线箱，以尽可能减少改造时间和影响范围，箱体材质建议选择与墙面颜色协调的哑光及耐腐蚀材质，信息配线箱推荐选用 $\leq 100\text{mm}$ 厚度，确保良好的视觉效果。

信息配线箱的安装：可在病房的墙上挂墙安装，挂装的位置宜为墙上不太显眼的位置，挂装的高度宜 1.8 米以上，也有医院将其安装于病房门口吊顶内。



图 3-13 病房内信息配线箱的安装位置

二、ONU 设备的选择和安装

ONU 的选择：可根据病房的典型业务场景（如连接门口屏、床头呼叫屏、预留网口等）选择 ONU 类型，如每个病房的有线接入点规划 ≤ 8 个，则推荐选用 8 口 ONU 设备，可按需选择采用 GPON 上行或 XGS-PON 上行的 ONU。

ONU 的安装：ONU 安装于信息配线箱内，采用本地 220V 供电，通过 PVC 线槽从天花吊顶将 220V 电源线引入信息配线箱。

若医院还需进行无线 Wi-Fi 的改造，将原来较老旧的 Wi-Fi 4/5 升级为 Wi-Fi 6/7，给医护人员提供移动医护业务，或给病人提供高速 Wi-Fi 上网，可选用内置 Wi-Fi 功能的 ONU（光 AP）进行改造，光 AP 挂装在病房墙上，1 台光 AP 实现有线和无线统一覆盖。



图 3-14 病房内采用光 AP 实现有线/无线一体承载

三、光缆/网线走线

光缆走线：入室光纤通过 PVC 线槽（推荐规格：30mm×15mm）从天花吊顶引至信息配线箱，选择与墙体同色的 PVC 线槽。

床头呼叫屏网线：从信息配线箱引出网线沿 PVC 线槽（PVC 线槽选择与墙体同色）引至病房医用设备带，再通过病房医用设备带引至床头呼叫屏及预留的

86 信息面板插座。



图 3-15 病房内网线走线

门口屏的网线走线：因信息配线箱安装于病房内，而病房门口屏安装于病房外，故信息配线箱到门口屏的网线需从信息配线箱沿 PVC 线槽引至吊顶（可复用光纤引入信息配线箱的 PVC 线槽），再从吊顶内走线至病房门外，然后从走廊吊顶沿 PVC 线槽引至病房门口屏。门口屏建议采用 220V 交流供电。

门口屏的相关安装/走线场景可参考诊室门口屏的改造。

病房的改造也可考虑采用 86 型面板 ONU 进行改造，可将 86 型面板 ONU 安装于医用设备带上，在医用设备带上可安装一个或多个 86 型面板 ONU，覆盖多张病床的需要。

3.4.3 护士站改造

改造思路：护士站改造宜采用将信息配线箱（内置 ONU）安装于护士站内的改造方式，宜将信息配线箱挂装于护士站的办公家具内，采用方形 PVC 线槽将 220V 电源线、光缆和网线等引入信息配线箱。

护士站的 F5G 全光网改造，通常会提升护士办公电脑的网络带宽，或新增网

络接口（网口）连接呼叫显示屏，新增护士办公电脑等。

一、信息配线箱的选择和安装

信息配线箱的选择：选用的信息配线箱箱体材质建议选择哑光及耐腐蚀材质，信息配线箱推荐选用 $\leq 100\text{mm}$ 厚度。

信息配线箱的安装：信息配线箱可在护士站的办公家具上挂装，挂装的位置宜为办公桌下不太显眼，且不影响腿部活动的位置。

二、ONU 设备的选择和安装

ONU 的选择：可根据护士站的业务场景（如护士办公电脑、电话、打印机等）选择 ONU 类型，如每个护士站的有线接入点规划 ≤ 8 个，则推荐选用 8 口 ONU 设备，可按需选择采用 GPON 上行或 XGS-PON 上行的 ONU。

ONU 的安装：ONU 安装于信息配线箱内，采用本地 220V 供电，通过线槽将 220V 电源线引入信息配线箱。



图 3-16 护士站 F5G 全光网改造

三、光缆/网线走线

光缆走线：连接 ONU 的光缆通过 PVC 线槽（推荐规格： $30\text{mm} \times 15\text{mm}$ ）从引至信息配线箱。

网线走线：护士站的电脑、电话、网络打印机等设备，可直接从网络信息箱 ONU 引出网线连接，在护士站桌下隐蔽走线，宜采用 PVC 线槽进行保护。

护士站的改造也可考虑采用 86 型面板 ONU 进行改造，可将 86 型面板 ONU 安装于护士站的办公家具内或旁边的墙上，替换原办公家具内或墙上的原 86 信息面板，在办公家具内可安装一个或多个 86 型面板 ONU。

3.4.4 分诊台改造

改造思路：分诊台的改造宜采用将信息配线箱（内置 ONU）安装于分诊台旁的改造方式，可将信息配线箱挂装于分诊台旁的墙上或分诊台办公家具内，采用方形 PVC 线槽将 220V 电源线、光缆和网线等引入信息配线箱。

分诊台的 F5G 全光网改造，通常会提升分诊台办公电脑的接入带宽，也会新增一些信息点（网口）连接候诊呼叫系统、宣教显示屏、信息显示屏等。

一、信息配线箱的选择和安装

信息配线箱的选择：采用的信息配线箱箱体材质建议选择哑光及耐腐蚀材质，信息配线箱推荐选用 $\leq 100\text{mm}$ 厚度。

信息配线箱的安装：信息配线箱可在分诊台旁的墙上挂装，挂装的位置宜为办公桌旁不太显眼的位置；也可挂装于分诊台的办公家具内。

二、ONU 设备的选择和安装

ONU 的选择：可根据分诊台的业务场景（如电脑、电话、打印机、显示屏等）选择 ONU 类型，如每个分诊台的有线接入点规划 ≤ 4 个，则推荐选用 4 口 ONU 设备，可按需选择采用 GPON 上行或 XGS-PON 上行的 ONU。

ONU 的安装：ONU 安装于信息配线箱内，采用本地 220V 供电，通过线槽将 220V 电源线引入信息配线箱。

三、光缆/网线走线

光缆走线：连接 ONU 的光缆通过 PVC 线槽（推荐规格： $30\text{mm} \times 15\text{mm}$ ）从

天花吊顶引至信息配线箱，选择与墙体同色的 PVC 线槽。

网线走线：从信息配线箱内 ONU 直接引出到分诊台的电脑、电话、网络打印机等设备的网线，网线采用 PVC 线槽进行保护。从 ONU 到宣教显示屏、信息显示屏的网线可复用光缆引入的 PVC 线槽至天花吊顶，通过天花吊顶内的走线引至宣教显示屏、信息显示屏。



图 3-17 分诊台 F5G 全光网改造

分诊台的改造也可考虑采用 86 型面板 ONU 进行改造，可将 86 型面板 ONU 安装于分诊台的办公家具内或旁边的墙上，替换原办公家具内或墙上的原 86 信息面板，在办公家具内可安装一个或多个 86 型面板 ONU。

3.4.5 影像科改造

改造思路：影像科的改造宜采用将信息配线箱（内置 ONU）安装于影像科控制室内的改造方式，应选用颜色与墙体一致的信息配线箱挂装于影像科控制室的墙上，采用方形 PVC 线槽沿墙角等将 220V 电源线、光缆和网线等引入信息配线箱。

影像科的 F5G 全光网改造，通常会对有线网络进行改造，以提供更高的接入

带宽，有时也会增加预留的信息点。由于影像科的医疗设备通常存在强辐射性，故影像科的 ONU 设备通常安装在影像科的控制室内，影像科采用 F5G 全光网改造示意图如下。

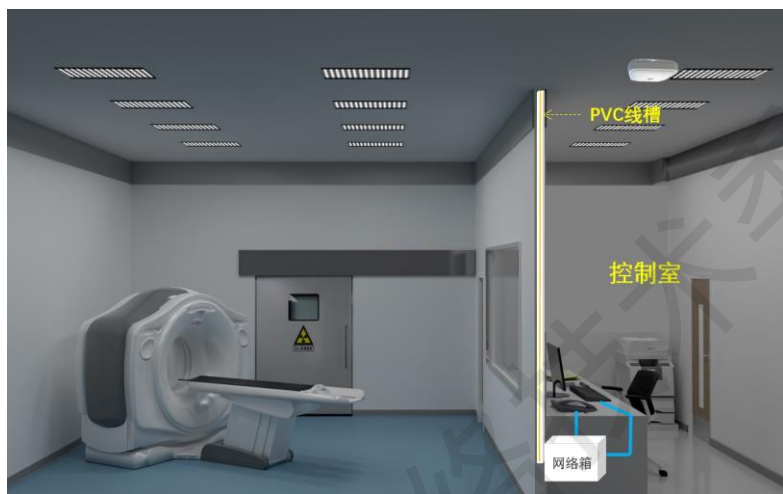


图 3-18 影像科采用 F5G 全光网改造示意图

一、信息配线箱的选择和安装

信息配线箱的选择：推荐采用挂墙安装的信息配线箱，以尽可能减少改造时间和影响范围，箱体材质建议选择与墙面颜色协调的哑光及耐腐蚀材质，信息配线箱推荐选用 $\leq 100\text{mm}$ 厚度，确保良好的视觉感受。

信息配线箱的安装：信息配线箱可在影像科控制室的墙上挂墙安装，挂装的位置宜为墙上不太显眼的位置。

二、ONU 设备的选择和安装

ONU 的选择：可根据影像科的业务场景（如医生控制电脑、电话、打印机等）选择 ONU 类型，如每个影像控制室的有线接入点规划 ≤ 8 个，则推荐选用 8 口 ONU 设备，宜 XGS-PON 上行的 ONU，也可考虑 50G-PON ONU。

ONU 的安装：ONU 安装于信息配线箱内，采用本地 220V 供电，通过 PVC 线槽将 220V 电源线引入信息配线箱。

三、光缆/网线走线

光缆走线：入室光纤可通过既有的线槽引入，若无合适线槽或既有线槽无空间，可新敷设 PVC 线槽（推荐规格：30mm×15mm）从天花吊顶将光缆引入信息配线箱，选择与墙体同色的 PVC 线槽。

网线走线：从信息配线箱引出网线连接控制电脑等设备，推荐采用 PVC 线槽（选择与墙体同色的 PVC 线槽）将网线引至控制电脑等，PVC 线槽宜沿墙角等走线。

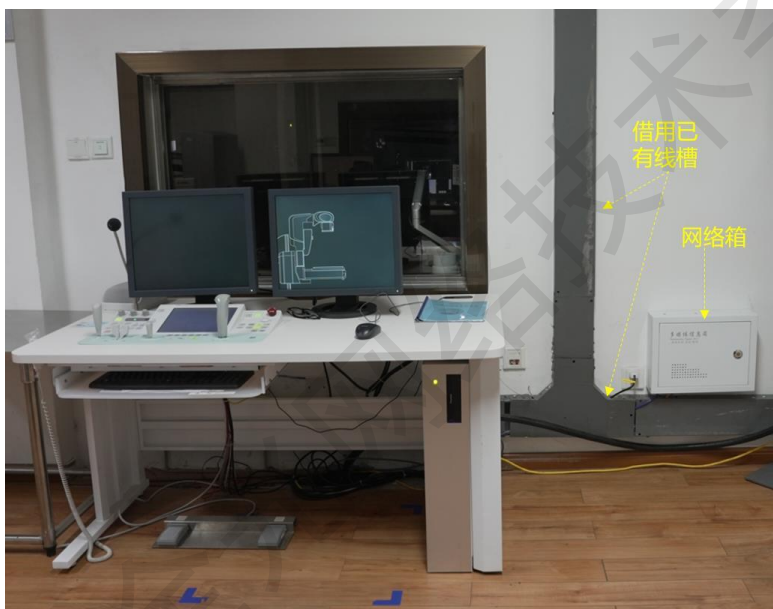


图 3-19 影像科 信息配线箱安装及走线

影像科的改造也可考虑采用 86 型面板 ONU 进行改造，可将 86 型面板 ONU 安装于影像科的办公家具内或旁边墙上，替换原办公家具内或墙上的原 86 信息面板，在办公家具内可安装一个或多个 86 型面板 ONU。

3.4.6 挂号收费处/药房改造

改造思路：挂号收费处/药房的改造宜采用将信息配线箱（内置 ONU）安装于挂号收费处房间内的改造方式，应选用颜色与墙体一致的信息配线箱挂装于挂号收费处/药房室内的墙上，采用方形 PVC 线槽沿墙角等将 220V 电源线、光缆

和网线等引入信息配线箱。

根据挂号收费处或药房的室内面积大小、职工的具体数量选择合适的信息配线箱，也可在室内安装多个信息配线箱。

一、信息配线箱的选择和安装

信息配线箱的选择：推荐采用挂墙安装的信息配线箱，以尽可能减少改造时间和影响范围，箱体材质建议选择与墙面颜色协调的哑光及耐腐蚀材质，信息配线箱推荐选用 $\leq 100\text{mm}$ 厚度，确保良好的视觉感受。

信息配线箱的安装：信息配线箱可挂墙安装于挂号收费处/药房的墙上，挂装的位置宜为墙上不太显眼的位置。

二、ONU 设备的选择和安装

ONU 的选择：可根据挂号收费处的业务场景（如电脑、电话、打印机等）选择 ONU 类型，如有线接入点规划 ≤ 8 个，则推荐选用 8 口 ONU 设备，宜 XGS-PON 上行的 ONU，由于挂号收费处/药房故障会影响患者就医的流程，故建议挂号收费处/药房的 ONU 采用 Type C 双归属的保护方式。

ONU 的安装：ONU 安装于信息配线箱内，采用本地 220V 供电，通过 PVC 线槽将 220V 电源线引入信息配线箱。

三、光缆/网线走线

光缆走线：入室光纤通过 PVC 线槽（推荐规格：30mm×15mm）从天花吊顶引至信息配线箱，选择与墙体同色的 PVC 线槽。

网线走线：推荐采用 PVC 线槽（选择与墙体同色的 PVC 线槽）将从信息配线箱引出的网线连接至各个收费电脑和电话等设备，PVC 线槽宜沿墙角等走线，可从一个 ONU 引出多根网线分别接到多个收费窗口。若挂号收费处/药房的收费/发药窗口较多，一个信息配线箱无法满足要求，可安装多个信息配线箱。



图 3-20 挂号收费处信息配线箱安装及走线

挂号收费处的改造也可考虑采用 86 型面板 ONU 进行改造，可将 86 型面板 ONU 安装于挂靠收费处的办公家具内或旁边的墙上，替换原办公家具内或墙上的原 86 信息面板，在每个窗口可配置一台 86 型面板 ONU。

3.4.7 公共区域改造

改造思路：医院的公共区域指的是就诊大厅等较空旷的区域，宜采用 86 型面板 ONU 进行改造，也可采用信息配线箱（内置 ONU）进行改造。86 型面板 ONU 的光纤引入宜采用既有的管线资源；若采用信息配线箱的方式改造，应选用颜色与墙体一致的信息配线箱，宜采用方形 PVC 线槽沿墙角等将 220V 电源线、光缆和网线等引入信息配线箱。

若采用 86 型面板 ONU 进行改造，无需单独为 ONU 增加信息配线箱，只需采用 86 型面板 ONU 直接替换原 86 信息面板即可，可直接借用原 86 信息面板的底盒进行安装，光缆等的引入可借用原来的管线资源；若原管线无法再穿光缆，可考虑采用方形 PVC 线槽沿墙角等光缆等引至 86 面板型 ONU。

公共区域采用 86 型面板 ONU 改造如下图所示。



图 3-21 公共区域采用面板 ONU 改造

若公共区域采用信息配线箱进行改造，宜参考下面的要求。

一、信息配线箱的选择和安装

信息配线箱的选择：推荐采用挂墙安装的信息配线箱，以尽可能减少改造时间和影响范围，箱体材质建议选择与墙面颜色协调的哑光及耐腐蚀材质，信息配线箱推荐选用 $\leq 100\text{mm}$ 厚度，确保良好的视觉感受。

信息配线箱的安装：信息配线箱可挂墙安装于公共区域的柱子或墙上。

二、ONU 设备的选择和安装

ONU 的选择：可根据公共区域的业务场景（如导诊设备等）选择 ONU 类型，如有线接入点规划 ≤ 4 个，则推荐选用 4 口 ONU 设备，可选 GPON 或 XGS-PON 上行的 ONU。

ONU 的安装：ONU 安装于信息配线箱内，采用本地 220V 供电，通过线槽将 220V 电源线引入信息配线箱。

三、光缆/网线走线

光缆走线：光纤可采用 PVC 线槽（推荐规格：30mm×15mm）从天花吊顶引接至信息配线箱，选择与墙体同色的 PVC 线槽。

网线走线：连接至导诊设备等，推荐从信息配线箱出来的网线沿 PVC 线槽（PVC 线槽选择与墙体同色）引至导诊设备等。



图 3-22 公共区域采用信息配线箱改造

3.4.8 办公室区域改造

改造思路：办公室区域改造宜采用将信息配线箱（内置 ONU）安装于办公室内的改造方式，应选用颜色与墙体一致的信息配线箱挂装于办公室墙上，采用方形 PVC 线槽沿墙角等将 220V 电源线、光缆和网线等引入信息配线箱。

办公室区域的 F5G 全光网改造，通常为改造有线网络以提供更高的接入带宽，或者加装 Wi-Fi 6/7 的 AP。

一、信息配线箱的选择和安装

信息配线箱的选择：推荐采用挂墙安装的信息配线箱，以尽可能减少改造时间和影响范围，箱体材质建议选择与墙面颜色协调的哑光及耐腐蚀材质，信息配线箱推荐选用≤100mm 厚度，确保良好的视觉效果。

二、ONU 设备的选择和安装

ONU 的选择：可根据办公室区域的业务场景（如电脑、电话、打印机等）选择 ONU 类型，如有线接入点规划 ≤ 8 个，则推荐选用 8 口 ONU 设备，宜 XGS-PON 上行的 ONU。

ONU 的安装：ONU 安装于信息配线箱内，采用本地 220V 供电，通过 PVC 线槽将 220V 电源线引入信息配线箱。

三、光缆/网线走线

光缆走线：入室光纤通过 PVC 线槽（推荐规格：30mm×15mm）从天花吊顶引至信息配线箱，选择与墙体同色的 PVC 线槽。

网线走线：从信息配线箱引出网线连接办公电脑、电话等设备，推荐采用 PVC 线槽将网线引至医生办公电脑和电话等设备，PVC 线槽宜沿墙角等走线。



图 3-23 办公室采用信息配线箱改造



图 3-24 阅片室采用信息配线箱改造

办公室区域的改造也可考虑采用 86 型面板 ONU 进行改造，可将 86 型面板 ONU 安装于挂靠办公室的办公家具内或旁边的墙上，替换原办公家具内或墙上的原 86 信息面板，办公室区域可安装多台 86 型面板 ONU。

3.4.9 手术室区域改造

改造思路：手术室区域等洁净区域有严格的防菌、防尘等要求，不宜将 ONU 直接安装在手术室等洁净区域内，宜将 ONU 安装于洁净区附近的非洁净区房间内，或将信息配线箱挂墙安装于污物廊内，采用方形 PVC 线槽沿墙角等将 220V 电源线、光缆和网线等引入信息配线箱。

一、信息配线箱的选择和安装

信息配线箱的选择：推荐采用挂墙安装的信息配线箱，以尽可能减少改造时间和影响范围，箱体材质建议选择与墙面颜色协调的哑光及耐腐蚀材质，信息配线箱推荐选用 $\leq 100\text{mm}$ 厚度，确保良好的视觉效果。

二、ONU 设备的选择和安装

ONU 的选择：可根据手术室区域的业务场景选择 ONU 类型，如有线接入点

规划 ≤ 8 个，则推荐选用 8 口 ONU 设备，宜 XGS-PON 上行的 ONU。建议手术室的 ONU 采用 Type C 双归属的保护方式。

ONU 的安装：ONU 安装于信息配线箱内，采用本地供电（建议采用 UPS 电源供电），通过 PVC 线槽将 220V 电源线引入信息配线箱。

三、光缆/网线走线

光缆走线：入室光纤通过 PVC 线槽（推荐规格：30mm×15mm）从天花吊顶引至信息配线箱，选择与墙体同色的 PVC 线槽。

网线走线：从信息配线箱引出网线，由于不能破坏原来的墙壁，故推荐直接沿用原来的管道资源将网线连接至手术室中的各种仪器。

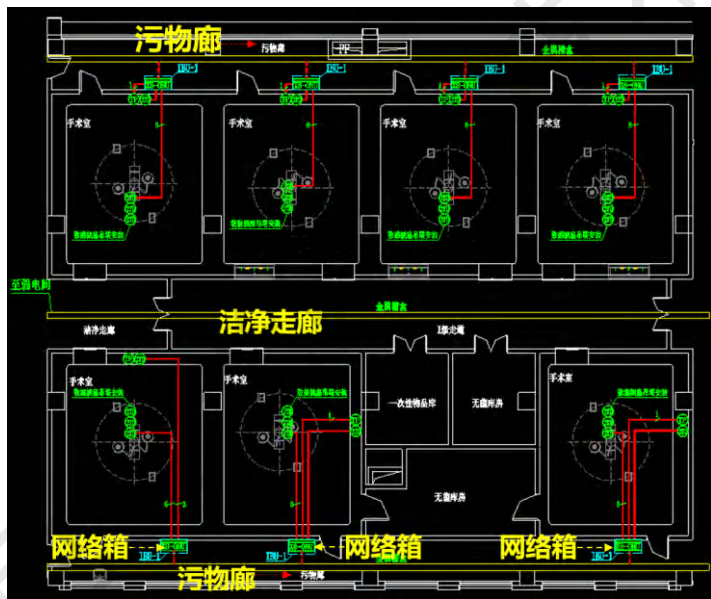


图 3-25 手术室区域改造方式

3.5 业务割接

3.5.1 业务割接原则

既有医院基础网络的 F5G 全光网改造，主要考虑边营业边改造的方式，需实现业务中断时间最短，故需考虑新建的 F5G 全光网和既有的旧网络同时并存，待 F5G 全光网调试完成，再逐步进行割接。

3.5.2 业务割接要点

割接流程标准化：

- 准备阶段：提前在全光网络设备上面，做好待割接区域的网络业务配置。
- 测试阶段：离线仿真测试、光链路衰耗检测、业务兼容性验证。
- 执行阶段：分区域分时段割接，业务中断时间最小化，建议夜间低峰期进行割接。
- 回退机制：制定快速回退预案，保证割接失败后可快速回退到原网络。

割接要求：

- 安全第一：割接过程不得影响医疗核心业务，如生命支持设备联网。
- 最小化影响：采用“分区分时”割接策略，单次割接影响范围不超过一个病区或科室。业务中断时间窗口控制在 1 小时内，割接前需提前与临床科室协调。
- 割接后需进行验证：割接后需通过端到端性能测试。以太端口带宽、时延和丢包率应满足设计要求；

典型医疗场所业务割接操作建议如下表所示。

表 3-2 典型医疗场所业务割接建议

医疗场所	割接时间	说明
诊室	晚上 20:00-06:00	
病房	白天 8:00-18:00	在病人不在时进行割接
护士站	晚上 20:00-06:00	业务空闲时割接
分诊台	晚上 20:00-06:00	
影像科	晚上 20:00-06:00	
挂号收费/药房	晚上 20:00-06:00	

医疗场所	割接时间	说明
公共区域	晚上 20:00-06:00	
办公室	晚上 20:00-06:00	
手术室	晚上 20:00-06:00	手术室空闲时进行割接

第四章

既有医院 F5G 全光网 改造案例



4.1 广东深圳南山区人民医院改造项目

深圳市南山区人民医院是深圳市南山区规模最大、综合实力最强的三级甲等综合性医院，也是深圳西部区域医疗中心及粤港澳大湾区医疗卫生服务的重要枢纽。医院现坐落于深圳市南山区桃园路，占地面积约 8.5 万平方米，开放床位近 3000 张（含规划床位），年门急诊量超 300 万人次，住院量逾 10 万人次，承担着南山区及周边区域居民的医疗救治、公共卫生应急及健康管理重任。目前，政府已立项投资数十亿元对深圳市南山区人民医院进行改扩建工程，医院总建筑面积将达到 59.24 万平方米，编制床位 2500 张。其中 ICU 计划增至 200 张床位。



图 4-1 深圳市南山区人民医院

深圳市南山区人民医院在改扩建中考虑到传统以太网网络方案在医疗场景下面临显著挑战：首先，弱电间依赖大量有源交换机，不仅故障节点多、维护复杂，且设备供电与散热需求推高运维成本；其次，多层交换架构导致机房与弱电间线缆堆积杂乱，初期布线成本高昂，且后期扩展需频繁调整物理线路，施工周期长、易干扰医疗业务连续性。此外，传统铜缆带宽受限且抗干扰能力弱，难以满足智慧医院中 4K 医学影像、远程手术等高带宽、低时延业务需求，未来若需支持更

高性能业务，往往面临重新布线的重复投入问题。其僵化的网络架构缺乏弹性演进能力，既制约新技术的快速部署，又难以适应医疗场景动态变化的业务需求，成为医院数字化转型的重要瓶颈。

基于以上问题深圳市南山区人民医院采用全光网络架构方案，包括医院常见的公共办公网、设备网等，覆盖办公、病区和公共区域无线覆盖承载等场景。

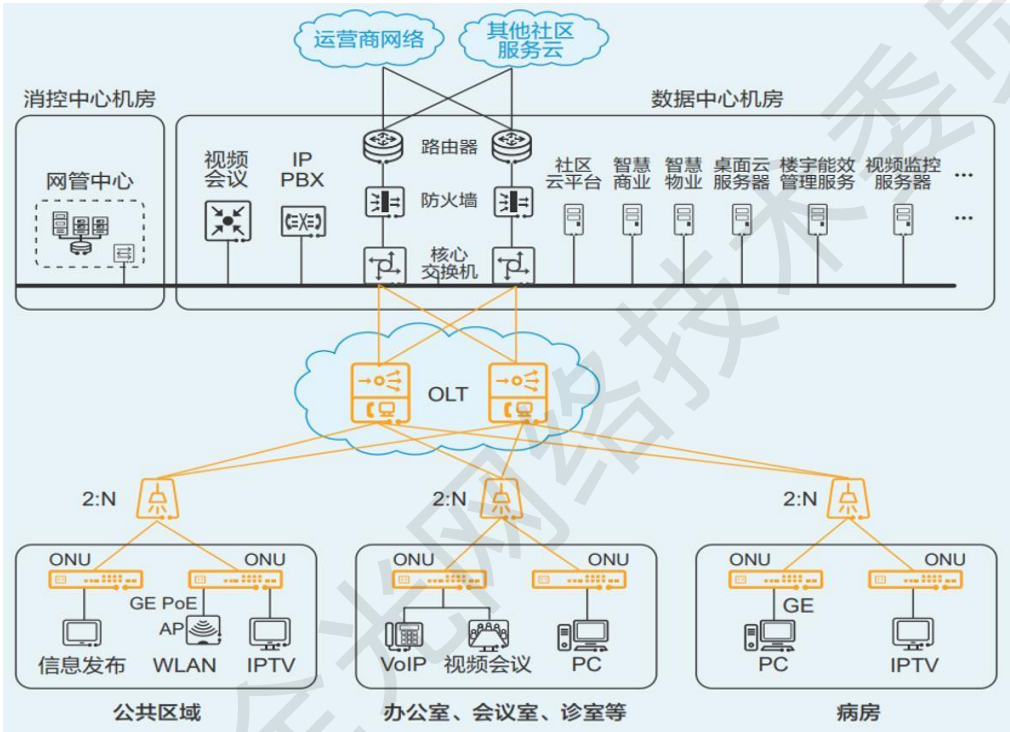


图 4-2 深圳市南山区人民医院网络架构

深圳市南山区人民医院网络通过升级到全光网络架构医院整体效能跃升：弱电间放置的无源分光器故障率低，免维护，大大降低了维护成本，同时链路业务一直保持“0”中断，使用期间未发生事故；网络数据访问的流畅性得到了极大改善，一秒内可读取 1000 张医疗影像，诊疗响应效率显著提高；全光网络的极简架构，降低了运维复杂度，同时大量的无源替有源，能源消耗明显缩减。

4.2 山东大学齐鲁医院改造项目

山东大学齐鲁医院始建于公元 1890 年，现为国家卫生健康委委属(管)的三级甲等综合医院，教育部直属重点大学——山东大学的直属附属医院、山东大学第一临床学院，临床医学一流学科建设主体单位，是首批委省共建国家区域医疗中心牵头和主体建设单位，国家区域医疗中心建设输出医院，国家医学中心建设单位。山东大学齐鲁医院现有编制床位 4000 张，2024 年度总诊疗人次 327.5 万，出院人次超 23 万，手术台次超 12 万。



图 4-3 山东大学齐鲁医院

山东大学齐鲁医院旧网存在桥架老旧且空间不足，无法新增线缆；弱电间堆积大量有源交换设备，导致运维管理复杂、故障定位困难；同时房间内信息点数量严重不足，难以扩容新增终端，制约医疗物联网、移动诊疗等新业务部署。另外，临时网关承载关键业务存在带宽瓶颈（普遍低于千兆）、稳定性差等问题，无法支撑影像传输、远程会诊等高带宽、低时延场景，使医院难以适应 5G、AI 辅助诊断等未来技术演进需求。

山东大学齐鲁医院采用 F5G 全光医院网络解决方案，对园区网进行改造，

改造涉及 23 栋楼宇，使用了 OLT 设备 8 台、各型 ONU 4500 个，新增信息点 23000 多个，是迄今为止国内医疗行业最大的 F5G 全光网络改造项目。项目采用 GPON 和 XGS-PON 混合部署，以满足不同业务带宽需求，且支持带宽的平滑演进，采用 Type C 和 Type B 双归属组网保护，以满足网络可靠性要求。

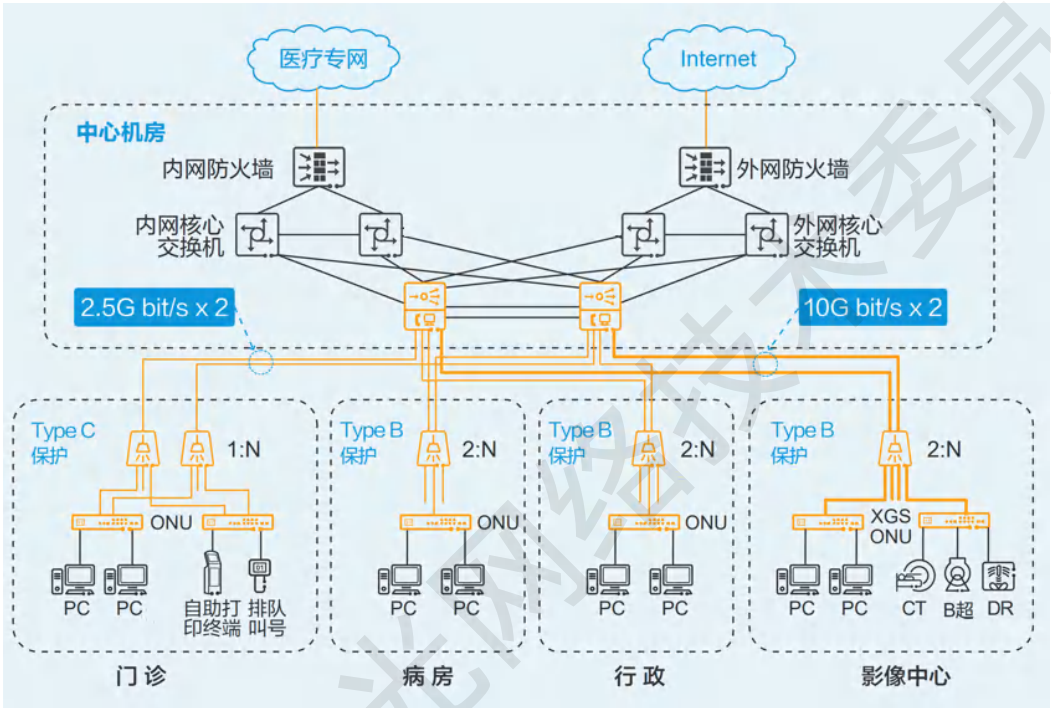


图 4-4 山东大学齐鲁医院网络架构

山东大学齐鲁医院通过部署融合型全光网络实现智慧化升级，采用创新性内外网一体化架构，每个房间仅配置单个 ONU 设备即可同步承载医疗内网与外网业务，较传统方案节省 30% 布线成本。微型化信息箱采用壁挂式隐形设计，实现诊疗空间快速地部署且便于维护。网络架构全面践行绿色理念，弱电间通过无源分光技术消除设备供电需求，整体能耗较改造前大大降低。全光网络满足未来 5-10 年智慧病房、数字孪生等新技术扩展需求，为医疗数字化转型构筑高效可靠的基础底座。

4.3 新疆心脑血管病医院改造项目

新疆心脑血管病医院是新疆维吾尔自治区一所集医疗、科研、预防与康复为一体的三级心脑血管专科医院，立足乌鲁木齐市，辐射全疆及周边地区。作为区域心脑血管疾病防治枢纽，医院聚焦新疆高发疾病研究，通过基层医疗帮扶、远程会诊及健康宣教提升边疆地区诊疗水平，同时承担突发公共卫生事件应急救治任务，践行“精准医疗、服务边疆”的宗旨，致力于打造西北地区心脑血管专科标杆，助力民族地区医疗卫生事业高质量发展。



图 4-5 新疆心脑血管病医院

新疆心脑血管病医院旧网存在大量的思科等老旧国外设备，网络系统带宽不足，难以支撑基层医疗服务中电子影像的高速调阅与传输，导致挂号付费时间长、候诊时间长、检查预约时间长、看诊时间短相关问题加剧；网络机房混乱，扩容时飞线纵横、通信设备随意挂载，故障定位困难且恢复耗时数小时，严重影响诊疗秩序；弱电间空间被大量接入交换机、UPS 等设备挤占，线路混杂冗余，既存在火灾隐患，又因无扩容空间制约新业务部署。旧网缺乏智能化运维能力，无法

实时监控流量与故障节点，难以满足医疗业务大带宽、低时延场景需求。

新疆心脑血管病医院采用 F5G 全光网络架构部署，包括医院的医生办公室、诊室、阅片室、值班室、会议室、病房、护士站、公共区域等场景。项目采用 XGSPON 部署，且支持带宽的平滑演进，护士站及病房采用光 AP 覆盖，满足移动医疗终端的使用，采用 Type B 双归属组网保护，保障网络的可靠性。

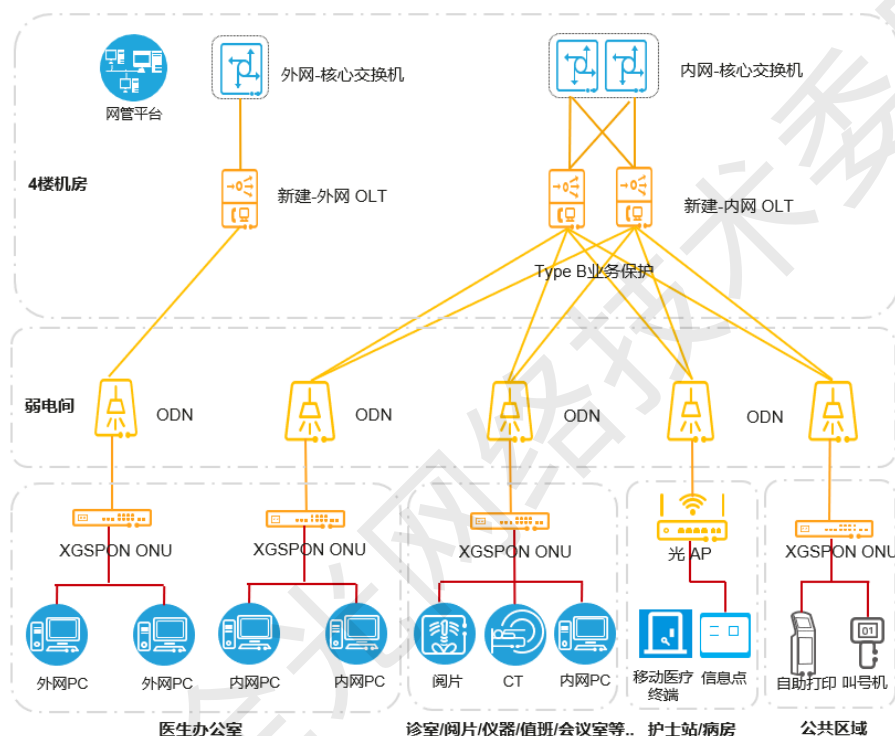


图 4-6 新疆心脑血管病医院网络架构图

新疆心脑血管病医院旧网升级改造后效果显著。基于万兆光纤网络，PACS 影像系统加载速度提升至秒级响应，临床医生阅片等待时间缩短 75%，有效破解挂号、候诊、缴费时间长与就诊时间短的“三长一短”难题。网络通过部署冗余的信息点位，消除“飞线”“通信小设备”私接的隐患。部署的智能化运维平台，实现全网设备状态可视化监控，故障定位时间缩短，运维效率大幅提升。升级后的网络可支撑基层医疗服务电子阅片的需求，为后续 AI 辅助诊断、远程介入治疗等智慧医疗场景奠定坚实基础。

4.4 山东大学第二医院改造项目

山东大学第二医院是国家卫生健康委员会委属(管)医院，百年名校山东大学直属医院。医院现有医务人员 3700 余人，国家级人才辈出，各类国家级、省级学(协)会任职人员 1000 余人。医院现开放床位 3693 张，设立临床医技科室 61 个，护理单元 77 个。医院秉承齐鲁医学“博施济众 广智求真”血脉基因，遵循“明德至善 护佑民生”院训精神，开拓创新，追求卓越，2011 年获评全国首家“新三甲”医院(2011 版)，2019 年入选首批委省共建国家区域医疗中心核心成员单位，2020 年入选山东省区域医疗中心，2021 年挂牌成立山东大学第二临床学院。目前，医院事业不断拓展，形成了中心院区、南部院区(济南善德养老院)、北院区“一院三区”战略发展格局，区域示范引领作用逐步彰显。



图 4-7 山东大学第二医院

山东大学第二医院作为山东省医疗系统突出贡献单位，承担着济南市周边 870 万人口的救治任务，所以对于网络升级改造迫在眉睫。要求打造内网安全高效，外网稳定快速的独立全光网；网络支持整体管理、整体运维，减少多种设备对应多种网络的情况，大幅提升故障响应速度并降低运维复杂度；网络需能

承载安防、娱乐、多媒体等多业务并发需求且要减少空间占用，并具备未来带宽平滑升级的能力，为区域医疗智慧化转型提供智能化底层支撑架构。

山东大学第二医院采用 F5G 内网、外网独立的全光网络架构。同时内外网均采用 EA5800-X7+P613E(4GE POE+4GE)的配置；内网采用 AES-128 加密方式，通过对 GEM 帧净荷加密，实现对加密信息的可靠保护；采用端到端的 Type B 双归属保护模式，端口中断时间小于 50ms；单纤承载安防、娱乐、多媒体等多个业务。

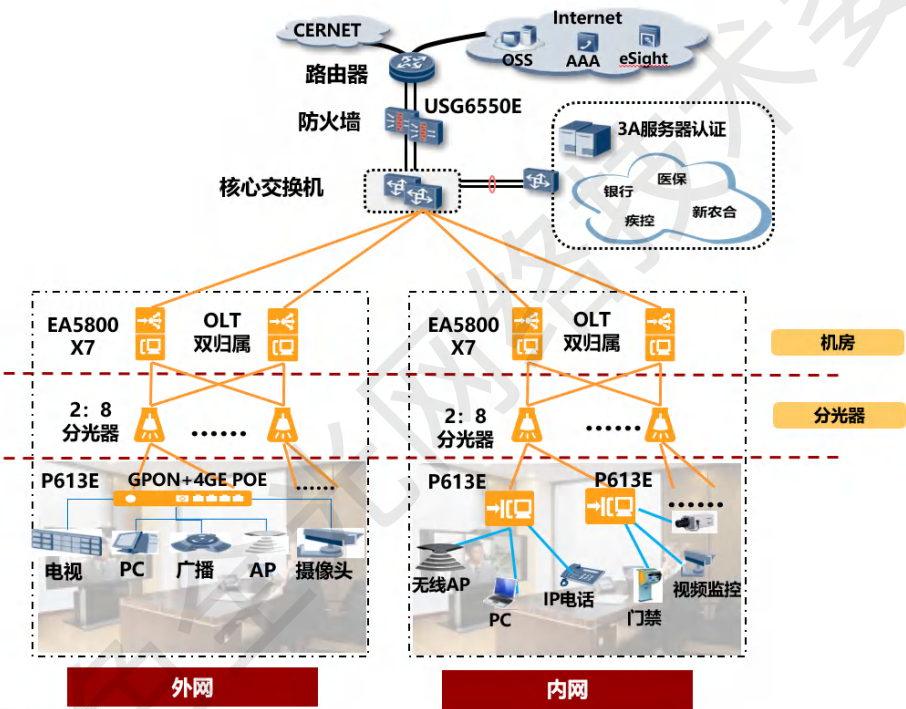


图 4-8 山东大学第二医院网络架构图

山东大学第二医院完成 F5G 全光网改造，实现多业务高效承载。POE ONU 设备为安防摄像头提供全天候供电，降低电力运维成本。全光网络承载电视、办公 PC、视频监控等业务，减少 60%物理布线。内网采用 AES-128 端到端加密，构建患者隐私防护体系。ONU 设备在房间内的集中部署，搭配智能运维平台实现全设备可视化管理，故障响应效率提升 50%。网络架构同步预留扩展通道，支撑未来智慧医疗场景无缝接入。

4.5 江西新余新钢中心医院改造项目

新钢中心医院是一所集医疗、教学、科研、预防、保健于一体的三级综合性医院，是新余市及市辖各区新农合、城镇居民、企事业单位、工伤保险医保及民政医疗救助定点医院。此外，医院还是江西省内多所高职院校的实习基地、全省住院医师规范化培训基地、全省助理全科医师规范化培训基地。



图 4-9 新钢中心医院

新钢中心医院现有传输网络的接入层弱电井，受限于早期设计等历史遗留因素，内部线缆敷设线纵横交错，杂乱现象极为严重。再者，依据消防相关规范要求，弱电井内并未配备通风口，这直接导致井内空气无法有效流通。每至夏季，弱电井内仿若一个蒸笼，温度急剧攀升，常常突破 45 摄氏度。接入层交换机长期暴露于如此高温、多尘的恶劣环境中持续运转，不堪重负，目前已有多台交换机因过热、积尘等问题相继出现故障，严重影响网络的稳定运行。北院区的建筑未规划弱电井。现有的接入层交换机，大多与科室仓库共用空间，或者被人为简单地隔断在某个区域。这种布局使得交换机极易遭受人为误操作、物品碰撞等安全威胁。使得网络运维压力剧增。一旦网络出现故障，排查与修复难度极大，恢复

网络正常运行往往需要 2 至 3 天时间，严重影响医院的日常业务开展。

针对医院网络现状，本次网络改造采用以 GPON 为核心技术的全光网络解决方案。选用 OLT 设备，能够高效汇聚各类网络信号；ONU 多业务接入设备，可满足多种业务接入需求；采用 Type B 双链路冗余保护，核心交换机到 ODN 分光器采用双主干线路，提高链路可靠性。

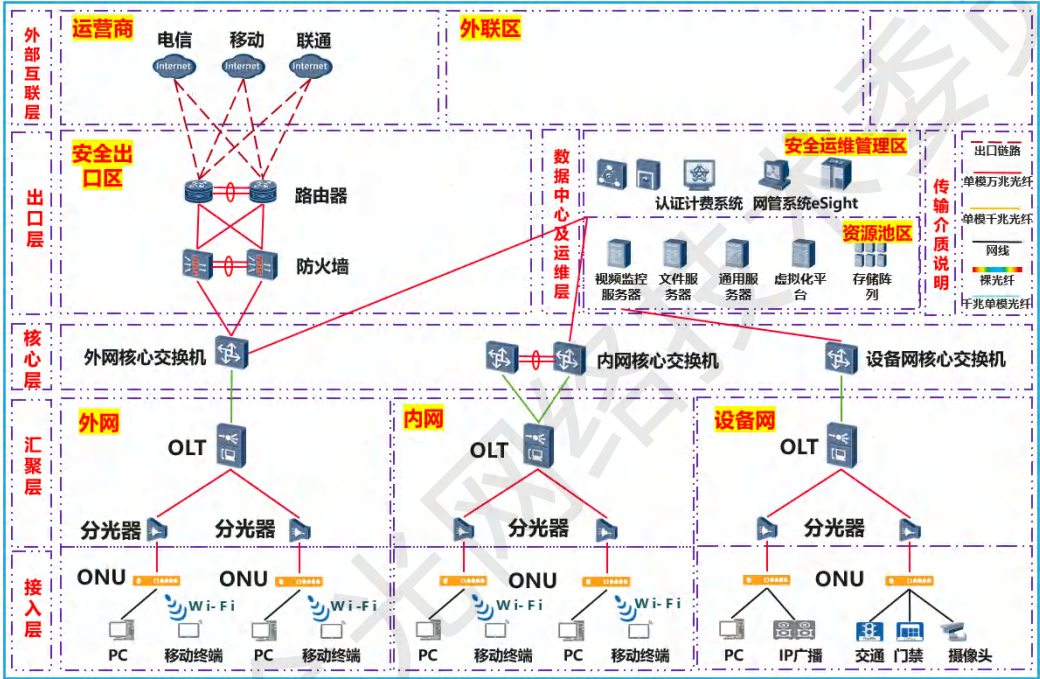


图 4-10 新钢中心医院网络架构图

本项目是对正常开展业务医院的网络进行改造，网络割接可操作的时间窗口极为狭窄，致使此次施工难度远高于新医院光网建设。本项目创新性地探索出一套适用于复杂环境下的网络割接流程与施工方法均能为后续项目提供可靠的参照与指引。本次改造涵盖了全场景的改造，每个场景都因地制宜地选择了合适的位置安装网络信息箱，改造后端到端的网络时延从 28ms 降至 1.8ms，故障定位时间由小时级缩短至 3 分钟，同时网络架构支持未来 5 年 200%的终端增长需求。该工程为江西省首家医疗机构进行全光网改造的项目，为全国医疗机构提供了可复制的“光改样板”。

4.6 江西九江市中医医院改造项目

九江市中医医院筹建于 1979 年、开业于 1984 年，是赣北地区一家集医疗、急救、科研、教学、预防、保健、康复为一体的三级甲等中医医院，现已形成“一院两区”的发展格局，总占地面积 110 余亩，拥有编制床位 1020 张、开放床位 1398 张。医院是国家中医住院医师（全科医生）规范化培训基地、国家中医药传承创新工程、国家中医紧急医学救援队伍及基地依托医院，是江西中医药大学九江临床医学院、附属九江中医院、研究生教育创新基地，承接了江西中医药大学和赣南卫生健康职业学院早临床班。近年来，通过全院干部职工的接续奋斗，医院先后荣获“全国模范职工之家”“全国中医药文化建设先进单位”“江西省医疗卫生工作先进集体”等称号。



图 4-11 九江市中医医院

九江市中医医院原有弱电间面积不到 2 m²，空间布局局促，里面挂满了各种运营商的无线 5G 等设备；有些弱电间稍大一些，但是也只能安装一个 19 英寸机柜，里面也安装了很多运营商的设备，老医院/老建筑的弱电间空间不够，供电和散热不足，运维操作困难，频繁出现设备异常。传统铜缆网络占据大量物理通道，

致使智能床头终端、移动护理系统等新型物联网设备难以部署，智慧病房功能模块长期无法完整实施，制约了九江市中医医院数字化转型进程。

九江市中医医院最终采用了 F5G 全光网络方案，内网、外网、设备网独立建设。覆盖了老楼病房、弱电机房、理疗室等场景。弱电间部署的无源分光器免维护，房间内点位易扩展，网络支持长期演进。

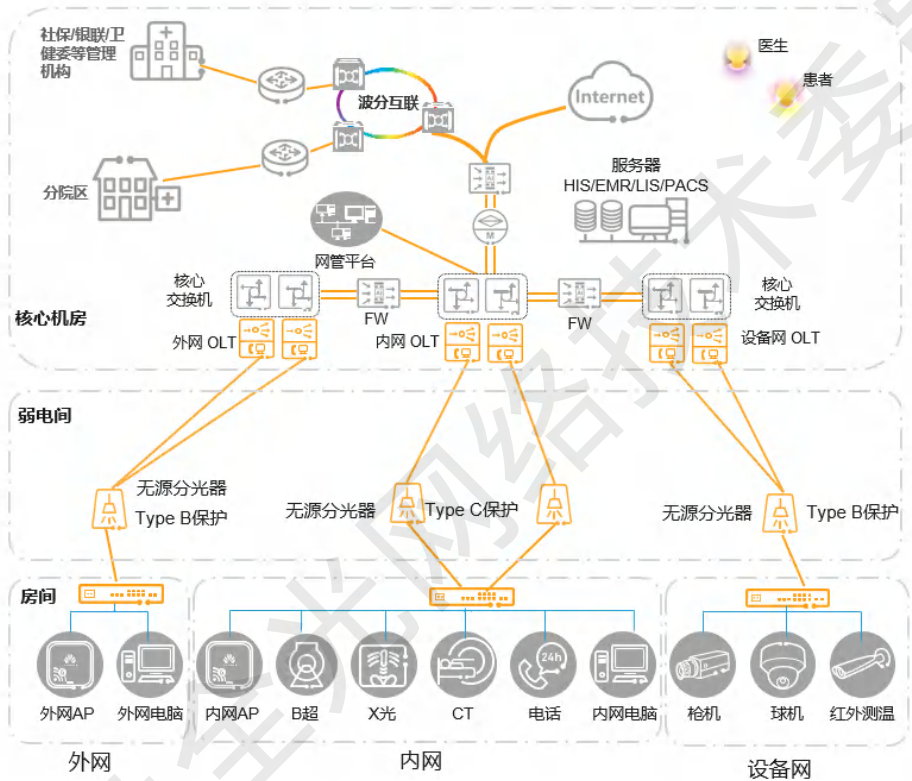


图 4-12 九江市中医医院网络架构图

九江市中医医院改造升级后弱电间仅部署无源分光器，不用担心设备散热、维护等问题，通过 F5G 全光网络方案解决了旧网弱电间窄小所带来的影响；同时房间内的信息点位更容易扩容，满足智慧病房建设发展的需求，支持未来带宽平滑演进；此外，改造是采用信息箱+ONU 下沉到房间进行改造，结合现场环境，选择不同的部署方式：信息箱安装在病房吊顶内，信息箱挂墙安装在病房内。老的走线则借用原 PVC 管，新增的网线走外置的 PVC 线槽，整体美观度很高，且便于日常维护。

4.7 广西钦州市第一人民医院改造项目

钦州市第一人民医院现有总院区、港区分院和在建的东院区 3 个院区。总院区占地面积 119 亩，医疗用房 19.1 万 m²，编制床位 1855 张，开放床位 2600 张。港区分院占地面积 34 亩，医疗用房 9435 m²，设置床位 99 张。东院区分三期进行建设，总建筑面积约 13.5 万 m²，设置床位 798 张。医院总院区配置现代化医疗设备 2200 多台（件），价值 7 亿多元，其中拥有世界先进的 64 排双源 CT、3.0T 磁共振、高速高精度图像引导直线加速器、进口西门子数字减影血管造影系统(DSA)、ECMO 体外膜肺氧合系统、数字乳腺 X 线机、数字胃肠 X 线机、聚焦超声子宫肌瘤治疗系统、四维动态 B 超、全自动生化分析仪等。



图 4-13 钦州市第一人民医院

钦州市第一人民医院弱电间线槽饱和无法新增布线，老旧线路外皮破损、接口老化严重，形成杂乱网络蜘蛛网，导致故障排查困难且新设备无法接入。有源交换机长期超负荷运行致散热系统损坏，弱电间缺乏专业散热设备致故障率攀升，线路缠绕使设备更换困难且存在火灾隐患。老旧机房电力系统不完善导致交换机频繁重启损坏，弱电间与消防管道同区致多次漏水短路事故，维修耗时严重影响医疗运营。千兆主干线路无法承载 4K 影像传输和远程手术等高带宽需求，网络延迟问题制约医院数字化转型和医疗业务保障。

基于以上问题钦州市第一人民医院采用全光网络架构方案进行院内网络改造，包括医疗内网、公共办公网等，覆盖办公、病区和公共区域等场景。

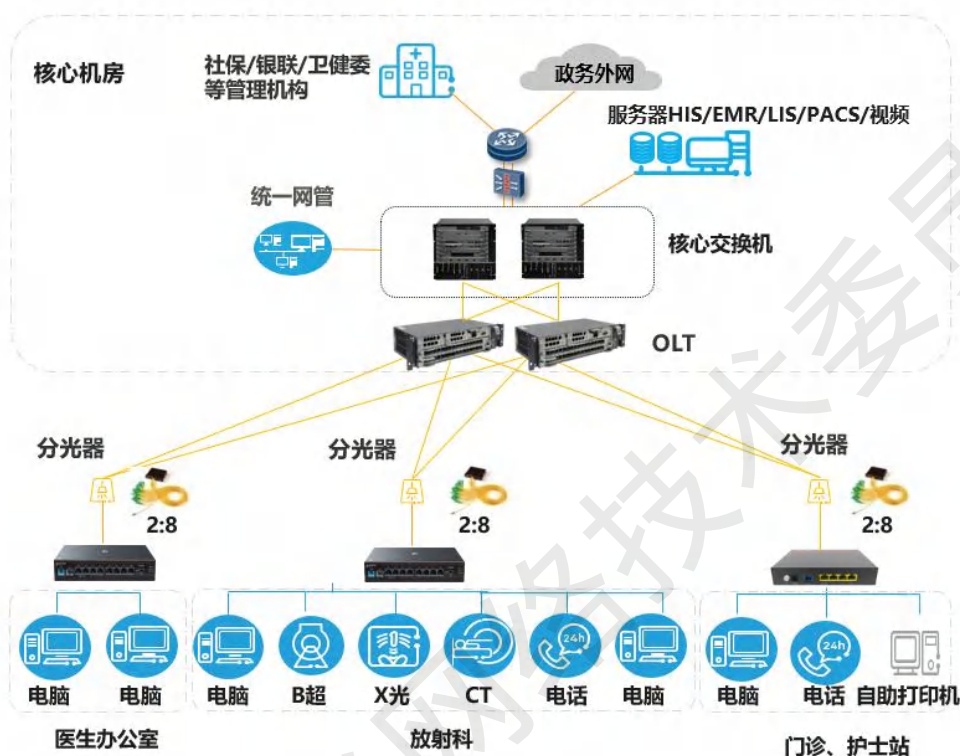


图 4-14 钦州市第一人民医院网络架构图

钦州市第一人民医院通过升级到全光网络架构：弱电间放置的无源分光器故障率低，免维护，大大降低了维护成本，同时链路业务一直保持“0”中断，使用期间未发生事故，网络数据访问的流畅性得到了极大改善。每个房间配置单个 ONU 设备实现光纤入户，较传统方案节省 30%布线成本。微型化信息箱采用嵌墙式隐形设计，实现整洁干净且便于维护。网络架构全面践行绿色理念，弱电间通过无源分光技术消除设备供电需求，整体能耗较改造前大大降低。医院实现了网络架构的集约化、智能化升级，为数字化转型奠定基础；利于医院进一步探索 5G+边缘计算、医疗元宇宙等创新应用场景。

声 明

本白皮书著作权属于中国电子节能技术协会绿色全光网络技术委员会（ONA）和中国工程建设标准化协会医疗建筑与设施专业委员会共同所有。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 日成立，中文名称中国电子节能技术协会绿色全光网络技术委员会，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



中国电子节能技术协会
绿色全光网络技术委员会

CECS 医疗建筑与设施专委会介绍

中国工程建设标准化协会医疗建筑与设施专业委员会（以下简称“医疗建筑与设施委员会”），是经住房和城乡建设部同意，中国工程建设标准化协会批准成立的非营利性专业社会团体。中国工程建设标准化协会成立于 1979 年 10 月，是由从事工程建设标准化活动的单位、团体和个人自愿参加组成的全国性、专业性社会组织，作为我国工程建设类标准发展的领军推动力量，发展医疗建筑与设施板块已十分重要且势在必行。

医疗建筑与设施委员会依托中国中元国际工程有限公司强大的医疗建筑设计、科研及工程服务团队，能够提供高品质的集前期咨询、工程设计、工程建设、运维管理为一体的医疗建筑全过程服务，秘书处设在中国中元国际工程有限公司。根据党中央的指示及建设“健康中国”的宏伟蓝图，中国正在经历新一轮的医疗建筑与设施建设发展的高潮，新建及改扩建的医疗项目，无论规模还是数量都是前所未有的。人民对社会医疗保障的需求越来越高，对就医环境的关注也越来越多，这些都对医疗建筑与设施的建设提出了更高的要求。如何规划、设计、建造、运维，既符合中国国情，又实用美观；既符合现代医疗工艺流程高效安全的要求，又体现独特建筑风格特征的医疗建筑设施，已成为从事医疗行业的设计单位、医院管理者及其他相关从业人员共同关注的焦点。

医疗项目是一个涵盖学科众多、专业性强、周期长、多专业领域共同协作的有机集合体。需统筹考虑项目规划、医疗流程、专业设备、法律法规、运维管理等多方面需求。医疗建筑与设施委员会的工作范围为：

（1）研究探讨医疗建筑与设施行业工程建设标准化的理论、方针、政策，协助形成医疗建筑与设施行业完善的工程建设标准化发展规划及体系；

（2）组织开展医疗建筑与设施标准化服务，包括医疗建筑与设施相关技术咨询、项目认证和成果评价，以及医疗设备设施的评定和推荐等；

(3) 组织、管理、参与工程建设领域医疗建筑与设施方面的协会标准的制订、审查、宣贯及有关工作，同时积极对接转化的国家标准和行业标准；

(4) 组织开展工程建设标准化学术活动，推进医疗建筑与设施行业标准化普及工作；

(5) 参与协会会刊《工程建设标准化》和有关工程建设标准化的书籍、资料的编辑出版；

(6) 广泛开展与国际健康建筑研究所等国际组织的交流与合作，促进医疗建筑与设施工程建设行业开阔视野、科技创新；

(7) 维护会员单位的合法权益，向有关部门反映其意见和要求；组织开展法律咨询、法律援助和法律救济；

(8) 承办政府部门、会员单位和社会团体委托办理的医疗建筑与设施行业相关事项；

(9) 根据需要开展有利于医疗建筑与设施行业发展的其他活动。

医疗建筑与设施委员会将凝神聚力、砥砺前行，力争把医疗建筑与设施委员会打造成国内一流、国际先进的服务政府、服务企事业、服务业内专家学者、服务企事业管理人员及高端技术人才的交流平台，为行业发展及祖国复兴做出重要贡献。

