

# 5G+智慧医疗 白皮书 (2019)



上海市经济和信息化委员会  
中国信息通信研究院华东分院  
2019年9月

2019



## 前 言

从“互联网+医疗”、“AI+大健康”到“5G+智慧医疗”，近几年全球医疗健康产业正在不断跨界融合人工智能、物联网、大数据等高科技，使医疗服务大步走向真正意义的智能化，也迎来了前所未有的发展契机。

不论是国际科技巨头，还是传统医疗企业纷纷发力抢滩这片蓝海市场。而在“健康中国”国家战略背景下，国内医疗行业不仅步入了规范的快车道，也让智慧医疗应用逐步走进寻常百姓家，大健康时代已经全面来临。

如今，得益于新兴的 5G、人工智能和大数据等前沿技术等技术的发展，健康医疗服务的数据化、标准化和智能化已成大健康行业的大势所趋，相较于早年的互联网，它们对医疗领域的改造将更具颠覆性。

为促进 5G 与医疗产业融合，打造上海 5G+智慧医疗新高地，上海市经济与信息化委员会、中国信息通信研究院华东分院邀请中国移动和中国联通、上海申康、复旦大学附属华山医院、上海市第一人民医院、上海市第六人民医院等相关领域行业专家共同研究编写《5G+智慧医疗白皮书》。本白皮书梳理了智慧医疗行业政策及发展趋势，提出 5G 引领医疗的智慧化转型和搭建 5G 智慧医疗专网的构想，并结合实际畅想 5G 智慧医疗的二十大应用场景，旨在为智慧医疗行业发展提供新思路，与广大业内同仁交流分享研究成果。

---

## 版权声明

---

本白皮书版权属于中国信息通信研究院华东分院，并受法律保护。任何单位和个人未经中国信息通信研究院华东分院书面授权，不得以任何目的（包括但不限于学习、研究等非商业用途）修改、使用、复制、截取、编纂、编译、上传、下载等方式转载和传播本书中的任何部分，授权后转载、摘编或利用其它方式使用本白皮书文字或者观点的，应注明：中国信息通信研究院华东分院。违反上述声明者，将被追究其相关法律责任。

# 目 录

第一章 我国医疗行业发展概述.....	1
1.1 我国医疗行业的发展现状.....	1
1.1.1 人口老龄化趋势上升.....	1
1.1.2 慢性病患者率提高.....	2
1.1.3 医疗资源分布不均.....	2
1.1.4 卫生技术人员缺口大.....	3
1.2 我国医疗行业国家顶层设计.....	4
1.2.1 医疗产业政策.....	4
1.2.2 国家战略.....	6
1.2.3 行业发展.....	7
1.2.4 民生需求.....	7
1.3 我国医疗产业的发展趋势.....	8
1.3.1 从医疗用户角度.....	8
1.3.2 从医疗机构角度.....	9
1.3.3 从决策管理角度.....	11
第二章 5G 引领医疗的智慧化转型.....	12
2.1 智慧医疗与 5G 的融合需求.....	12
2.1.1 智慧医疗业务需求.....	12
2.1.2 5G 为智慧医疗赋能.....	13
2.2 5G 助力医疗服务模式转型.....	14
2.3 5G+智慧医疗技术架构.....	18
2.4 5G+智慧医疗的关键技术.....	19
第三章 5G+智慧医疗专网建设与应用.....	26
3.1 5G+智慧医疗专网总体方案.....	26
3.2 5G+智能化医疗终端.....	28
3.3 智慧医疗标识解析体系.....	29
3.4 医疗专网网络架构.....	30
3.5 医疗专网中控平台.....	33
3.6 医疗安全态势感知.....	35
第四章 5G+智慧医疗应用场景.....	37
4.1 远程医疗应用场景.....	39
4.1.1 远程会诊.....	39
4.1.2 远程超声.....	41

4.1.3 远程手术.....	43
4.1.4 应急救援.....	44
4.1.5 远程监护.....	46
4.1.6 远程示教.....	48
4.1.7 远程查房.....	50
4.1.8 远程病理.....	52
4.1.9 未来诊室.....	53
4.1.10 远程精准诊疗.....	55
4.1.11 5G 基因检测.....	57
4.1.12 5G 云胶片.....	58
4.1.13 5G 手术器械消毒.....	59
4.1.14 5G 传染病防治.....	62
4.2 院内医疗应用场景.....	64
4.2.1 智慧导诊.....	64
4.2.2 移动医护.....	65
4.2.3 智慧院区.....	65
4.2.4 AI 在线诊疗.....	66
4.2.5 医疗物流机器人.....	67
4.2.6 5G 云护理.....	68
第五章 5G+智慧医疗发展建议.....	71
5.1 网络建设布局建议.....	71
5.1.1 终端层布局建议.....	71
5.1.2 网络层布局建议.....	72
5.1.3 平台层布局建议.....	73
5.1.4 应用层布局建议.....	74
5.2 产业链布局建议.....	75
5.3 技术研究和创新示范.....	77
5.4 产业政策引导与鼓励.....	78
第六章 总结与展望.....	80
6.1 总结.....	80
6.2 展望.....	81

# 第一章 我国医疗行业发展概述

## 1.1 我国医疗行业的发展现状

在我国，人口老龄化、慢病高速增长、医疗资源供需严重失衡以及地域分配不均等问题，造就了对智慧医疗的巨大需求；同时，我国人口基数大、产业组合丰富、人才储备充分等特点，又给智慧医疗的发展提供了很好的基础。

### 1.1.1 人口老龄化趋势上升

2000 年中国进入老龄化社会，目前，中国已经成为世界上老年人口最多的国家，据国家统计局最新数据，近几年，中国 60 岁以上老年人口数量不断增长，2013 年突破 2 亿，占比仅 14.9%，2017 年达到 24090 万人，占比突破 17.3%。随着人口老龄化程度加深，未来中国老龄人口将进一步增加。人口老龄化的加剧将带来老年群体医疗、保健需求的急剧增长。

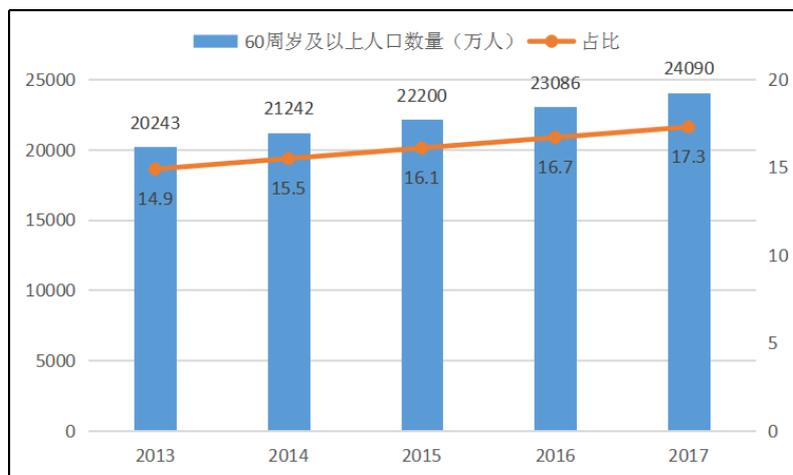


图 1-1:2013-2017 年中国 60 周岁及以上人口情况

### 1.1.2 慢性病患者率提高

快速城市化、缺乏运动的生活方式、变化的饮食习惯以及日益增加的肥胖度加剧了慢性病的上升趋势，特别是癌症、糖尿病、高血压。预期到 2026 年上述三种疾病的发病率将分别提高至 0.7%、14.4% 及 27.8%，即发病率或出现翻倍。慢性病患者率的上升，将产生长期用药及科学疾病管理成本，带动中国医疗开支增加。

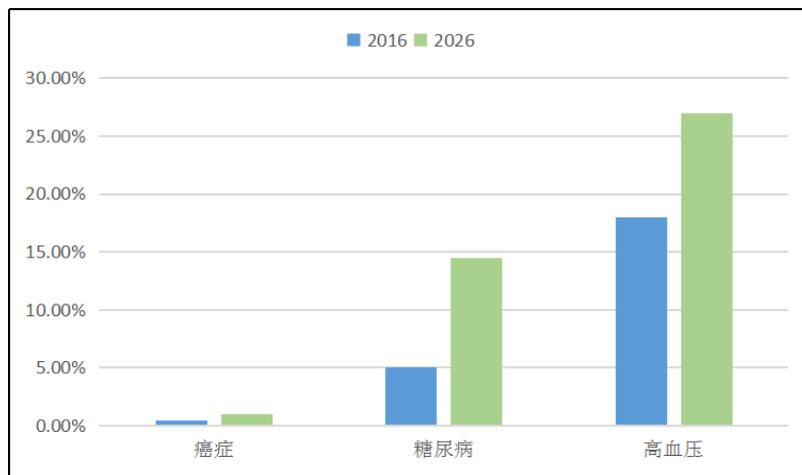


图 1-2:中国慢性病患者率情况

### 1.1.3 医疗资源分布不均

截至 2018 年 6 月底，全国医院 31710 个，同比增加 1991 个。其中：公立医院 12121 个，民营医院 19589 个。与 2017 年 6 月底比较，公立医院减少 445 个，民营医院增加 2436 个。13 省市医院数量在 1000-1999 个之间，500-999 个医院的省市有 9 个，不足 500 个医院的省市有 6 个。值得注意的是，北京、上海、天津、重庆医疗资源较为丰富，相对西部地区则相对贫乏。

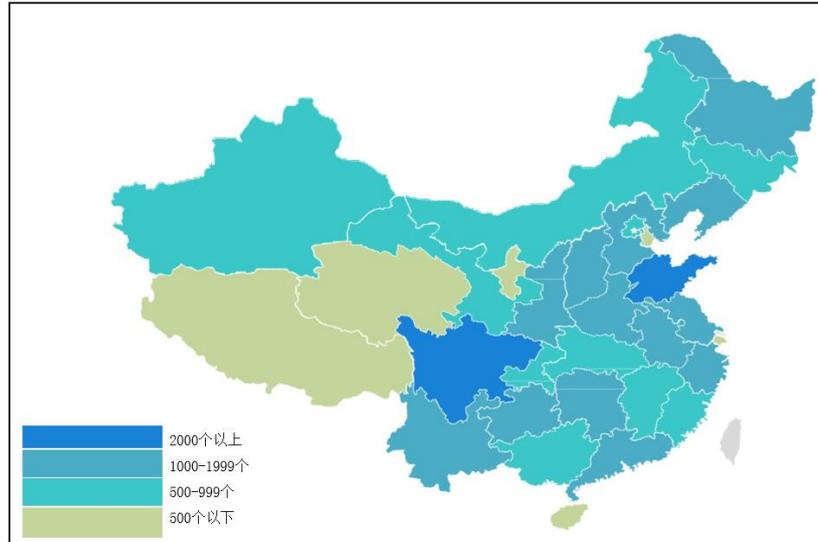


图 1-3:2018 年上半年中国医院分布情况

### 1.1.4 卫生技术人员缺口大

2017 年全国卫生技术人员 898.8 万人，与上年比较，卫生技术人员增加 53.4 万人。其中，执业医师 339.0 万人，注册护士 380.4 万人。每千人口执业医师 2.44 人，每千人口注册护士 2.74 人。据全国医疗卫生服务体系规划纲要（2015—2020 年），2020 年每千常住人口执业（助理）医师数为 2.5 人，每千常住人口注册护士数 3.14 人，按照目前的现状，中国医疗水平距离目标仍然存在差距，也就是说，中国卫生技术人员缺口依旧很大。

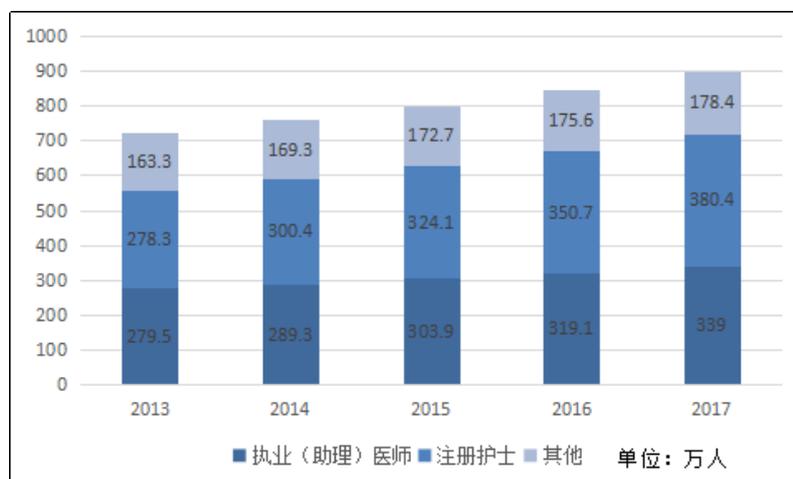


图 1-4:2013-2017 年全国卫生技术人员数量统计

## 1.2 我国医疗行业国家顶层设计

### 1.2.1 医疗产业政策

表 1-1: 2015 年-2019 年智慧医疗产业政策梳理表

日期	发布单位	文件名称	主要内容
2015 年 3 月	国务院	《全国医疗卫生服务体系规划纲要（2015-2020）》	开展健康中国云服务，积极应用移动互联网、物联网、云计算、可穿戴设备等新技术，推动惠及全国的健康信息服务和智慧医疗服务，推动健康大数据的应用，逐步转变服务模式，提高服务能力和管理水平，加强人口健康信息化建设，到 2020 年实现全员人口信息、电子健康档案和电子病历三大数据基本覆盖全国人口并实现动态更新。
2015 年 7 月	国务院	《国务院关于印发“互联网+”行动的指导意见》	发展基于互联网的医疗卫生服务，支持第三方机构开展医学影像、检验报告、电子病历等医疗数据共享和信息交换标准体系；引导医疗机构面向中小城市和农村地区开展基层检查、上级诊断等远程医疗服务。
2015 年 9 月	国务院	《国务院办公厅关于推进分级诊疗指导意见》	加快全民健康保障信息化工程建设，建立区域性医疗记录、信息平台和电子健康档案和电子病例的连续共享，确保不同级别、不同类别医疗机构之间的信息畅通。
2016 年 6 月	国务院	《关于促进大数据发展和规范健康医疗大数据应用指导意见》	首次将医疗大数据正式纳入国家发展；到 2017 年底，实现国家和省级人口健康信息平台以及全国药品招标采购业务应用平台互联互通，基本形成跨部门健康医疗数据资源共享共用格局；到 2020 年，建成国家人口健康信息分级开放应用平台，实现与人口、法人、空间地理等基础数据资源跨部门、跨区域共享，医疗、医药、医保和健康各相关领域数据融合应用取得明显成效。
2016 年 11 月	发改委	《全民健康保障工程建设规划》	将人口健康信息平台建设作为全民健康保障工程六大任务之一，以省级为主体，按照区域人口健康信息平台应用功能指引，充分整合现有信息系统和数据资源，充分利用云计算、大数据等新兴信息技术，实现公共卫生、计划生育、医疗服务、医疗保障、药品管理、综合管理等六大业务应用系统的数据汇聚和业务协同。
2017 年 1 月	国务院	《“十三五”卫生与健康规划》	促进人口健康信息互通共享。依托区域人口健康信息平台，实现电子健康档案和电子病历的连续记录以及不同级别、不同类别医疗机构之间的信息共享。全面实施“互联网+”健康医疗益民服务，发展面向中西部和基层的远程医疗和线上线下相结合的智慧医疗，促进云计算、大数据、物联网、移动互联网、虚拟现实等信息技术与健康服务的深度融合，提升健康信息服务能力。
2017 年 2 月	卫计委	《十三五全国人口健康信息化发展规划》	大力加强人口健康信息化和健康医疗大数据服务体系的建设，推动政府健康医疗信息系统和公众健康医疗互联互通、开放共享，消除信息壁垒和孤岛，着力提升人口健康信息化治理能力和水平，大力促进健康医疗大数据应用发展，探索创新“互联网+健康医疗”服务模式、新业态。
2017 年 4 月	国务院	《关于推进医疗联合体建设的发展意见》	到 2020 年，形成较为完善的医联体政策体系，所有二级以上公立医院和政府办集成医疗卫生机构全部参与医联体。在边远贫困地区发展远程医疗协作网，鼓励公立医院向基层医疗卫生机构提供远程医疗、远程教学、远程培训等服务；实现电子健康档案和电子病历的连续记录和信息共享，实现医联体内诊疗信息互联互通。
2017 年 7 月	国务院	《新一代人工智能发展	在智能医疗方面，推广应用人工智能治疗新模式新手段，建立快速精准的智能医疗体系。探索智慧医院建

		规划》	设, 开发人机协同的手术机器人、智能诊疗助手, 研发柔性可穿戴、生物兼容的生理监测系统, 研发人机协同智能诊疗方案, 实现智能影像识别、病理分型和智能多学科会诊。
2018年1月	卫计委	《关于印发进一步改善医疗服务行动计划(2018-2020)》	2018—2020年, 进一步应用新理念、新技术, 创新医疗服务模式, 不断满足人民群众医疗服务新需求。利用3年时间, 逐步形成区域协同、信息共享、服务一体、多学科联合的新时代医疗服务格局。以医联体为载体, 提供连续医疗服务; 以“互联网+”为手段, 建设智慧医院; 以“一卡通”为目标, 实现就诊信息互联互通。
2018年3月	中共中央办公厅	《深化党和国家机构改革方案》	组建国家卫生健康委员会, 拟订国民健康政策, 协调推进深化医药卫生体制改革, 组织制定国家基本药物制度等; 组建国家医疗保障局, 作为国务院直属机构。主要职责是拟订医疗保险、生育保险、医疗救助等医疗保障制度的政策、规划、标准并组织实施, 监督管理相关医疗保障基金等。
2018年4月	卫健委	《全国医院信息化建设标准与规范(试行)》	该标准着眼未来5-10年全国医院信息化应用发展要求, 针对二级医院、三级乙等医院和三级甲等医院的临床业务、医院管理等工作, 覆盖医院信息化建设的临床业务和建设要求, 从硬件建设、安全保障、新兴技术应用等方面规范了医院信息化建设的主要内容和要求。该标准包括业务应用、信息平台、基础设施、安全防护、新兴技术等。
2018年4月	国务院	《关于促进“互联网+”发展的意见》	发展“互联网+”医疗服务, 允许依托医疗机构发展互联网医院, 支持医疗卫生机构、符合条件的第三方机构搭建互联网信息平台, 开展远程医疗、健康咨询、健康体检等服务; 鼓励医疗联合体、医疗机构借助人工智能等技术手段, 面向基层提供远程会诊、远程心电图诊断、远程影像诊断等服务; 推动居民电子健康档案在线查询和规范使用, 鼓励开展网上签约服务; 对线上开具的常见病、慢性病处方, 经药师审核后, 医配机构配送等。
2018年9月	卫健委	《互联网诊疗管理办法(试行)》、《互联网医院管理办法(试行)》及《远程医疗服务管理规范(试行)》	明确互联网医院性质及与实体医疗机构关系、互联网诊疗活动准入程序和监管, 以及互联网医院的法律责任关系。
2019年3月	卫健委	《国家卫生健康委办公厅关于印发医院智慧服务分级评估标准体系(试行)的通知》	建立医院智慧服务分级评估标准体系(Smart Service Scoring System, 4S), 旨在指导医院以问题和需求为导向持续加强信息化建设、提供智慧服务, 为进一步建立智慧医院奠定基础。电子病历、医院运营、教学、科研等信息化建设情况不在本评估范围内。对医院应用信息化为患者提供智慧服务的功能和患者感受到的效果两个方面进行评估, 分为0级至5级。
2019年4月	卫健委、中医药局	《全国基层医疗卫生机构信息化建设标准与规范(试行)》	明确了基层医疗卫生机构信息化建设的基本内容和要求。

2014年至今, 国家先后从医院信息化、CIS、区域信息化、互联网医疗医联体和分级诊疗大数据等层面进行政策改革, 具体如下图所示。

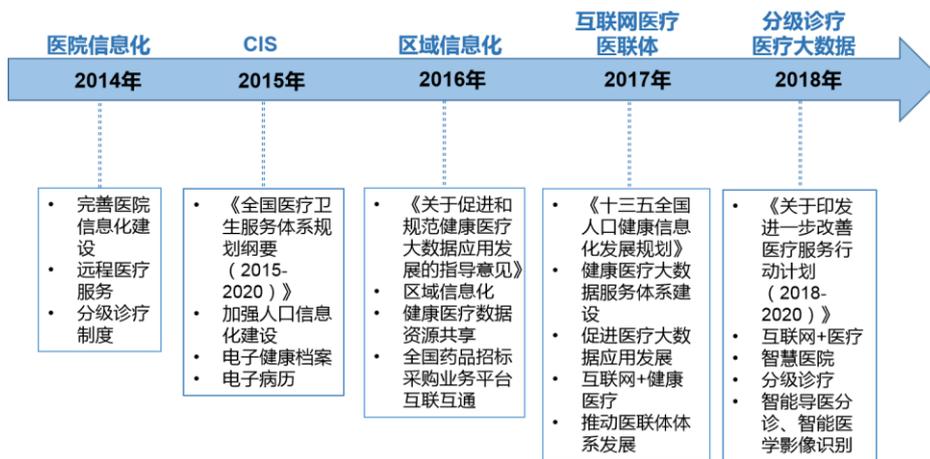


图 1-4：历次医疗改革中医疗信息化政策重点一览表

## 1.2.2 国家战略

从国家战略的层面来看，政府为了平衡区域医疗水平发展不均衡、解决医疗效率低下、患者看病难看病贵、医患关系日益矛盾等问题，大力鼓励智慧医疗的开发。例如，在 2015 年，国务院发表了《促进大数据发展行动纲要》，指出大数据对医疗卫生服务的发展和建设提供了全面的医疗服务应用程序。除了政策支持外，政府还积极赞助与智慧医疗相关的研究项目。例如，2018 年，科技部在特别项目领域的智慧医疗总预算达到 12 亿元。

建设智慧医疗系统是国家战略，有助于区域内的医疗信息共享及基于医疗信息的应用，通过居民健康档案实现跨机构医疗信息的互联互通，促进区域内医疗机构之间的协作，使区域内居民能够享受便捷、高效、安全的医疗服务。同时，卫生行政主管部门可以及时获得区域内医疗卫生服务的各项数据，通过数据分析实现医疗卫生领域的科学决策。

### 1.2.3 行业发展

智慧医疗是医疗行业发展的长期趋势，随着技术的不断进步，智慧化程度会越来越高。智慧医疗的发展受到社会各界的极大重视，除了政府资助的研究机构和大学，互联网企业和传统医药企业也大举投资、研究和发展智慧医疗领域。

智慧医疗是医疗行业未来的方向，产业资本不断介入，推动行业发展。尤其是互联网公司，中国主要互联网公司不缺席的智慧医疗，阿里巴巴推出了阿里健康应用，提供网上药品采购、咨询和其他服务，并推出了一个医疗云平台为医生提供辅助诊断，与在线医疗公司合作，提供在线咨询服务，并努力创建一个闭环的生态学数据监视卫生保健系统。相对互联网公司，传统医疗公司也紧随其后，积极参与投资智慧医疗，例如，武汉科技有限公司在中国访问超过 200 家医院，并存放大量的数据，如登记、付款，医生安排和医疗费用。

### 1.2.4 民生需求

从民生需求的角度来看，智慧医疗改善了患者的就医环境，提高了医疗效率，是患者和医生的迫切需求推动了这个行业的发展。如何快速高效地就医？如何方便地跨区域就医？如何远程进行专家会诊？等等这些问题都一直困扰着医生和患者。

智慧医疗直接将个人当前电子医疗记录与其他医院共享。随着社会的发展，无论是公立医院还是私立医院，都会进行数据共享。每个人都可以提前在手机上注册使用，节省排队时间和接收就诊信息。当

你不舒服时，你可以很快买到你需要的药品而不需要离开你的家。医生在自己的医院就可以远程完成相距很远地方的手术，而非专程去现场完成手术。

### **1.3 我国医疗产业的发展趋势**

智慧医疗建设是社会医疗卫生事业发展的新阶段，是医疗建设的一项大工程，其合理、有序地建设与发展，能够提供更高效、便捷的医疗服务，提供更公平、开放的医疗资源供给，保证更高效、低失误的医疗保障。

随着 5G 时代的临近，医疗与 5G 通信技术的融合也变得越来越重要，5G 将会让医疗更加高效化、精细化和自主化。对于医疗用户而言，5G 技术能为个人提供更为自主的健康管理、更加舒适便捷的就医环境，以及更加安全的个人健康数据传输和存储。对于医疗机构而言；对于医疗机构而言，如通过 5G 技术实现的万物联网可以大幅提高医护人员的工作效率，给医院提供精细化的管理；对于管理者而言，5G 场景下的远程医疗可以大大改善目前国内偏远落后地区的医疗水平。

#### **1.3.1 从医疗用户角度**

从医疗用户的角度来看，智慧医疗将为个人提供更为自主的个人健康管理、更加舒适便捷的就医环境，以及更加安全的个人健康数据。

自主的个人健康管理，注重未病预防。智慧医疗可借助可穿戴设备等实现个人的健康实时监控与提示，有针对性给出饮食、作息、运

动等健康提示，指导用户自发了解、自主管理个人健康状况，实现保健、治未病等疾病预防功能。同时，医疗资源、人员、设备的有限性，限制了医疗服务的全面、全程供给，而通过自主的个人健康管理，一方面降低了对医疗资源的需求；另一方面实现疾病预防、保健等功能，应当是智慧医疗建设过程的一个着力点。

**舒适、便捷、高效的就医环境。**智慧医疗借助健康 APP，导诊机器人以及其他互联网+手段可以帮助患者快速地完成就诊流程。在门诊，患者可通过微信或支付宝完成预约挂号、医院导航、诊间费用支付、检查检验报告查询以及复诊预约等流程；在住院部，患者通过医院微信或支付宝，可以随时随地支付住院预交金，查看一日清单，浏览检验检查报告结果；在停车场，患者进出无需刷卡，使用微信扫码即可缴纳停车费，所有之前需要排队的项目均可以在线快速实现。

**更加安全的个人健康数据管理。**大数据时代，信息繁复、类型多样，带给人们方便的同时也带来了个人健康数据安全与隐私问题，智慧医疗可以通过相关技术手段，如医疗专网、智能标识解析体系和物联网等技术，加强对这些数据安全与隐私的保护。同时医疗用户也要加强自我安全防范，形成自我隐私保护的意识，自觉、自主进行自我权益保护，有效增强自我安全、隐私意识。

### **1.3.2 从医疗机构角度**

从医疗机构的角度来看，智慧医疗将完成医院的智慧化管理，大幅缓解医护人员的工作压力，促进分级诊疗以及家庭医生制度顺利落地。

**进一步缓解医护人员压力。**智慧医疗是技术进步下新的医疗模式，是医疗体系改革的进一步发展，在多方面促进了医疗质量的提升。从医护人员角度考虑，互联互通的信息化医疗有效提高了诊疗效率，但是病人数量较多、接诊任务重仍是医护人员的一大难题。医疗机构服务提供方可在智慧医疗理念指导下，尝试通过人工智能、深度学习、机器学习等技术、方法，协助疾病诊断与治疗，减轻医护人员工作压力。

**更方便、统一、安全、精细、智慧化的医院管理。**智慧医院是利用物联网技术将医院的物与物，物与人以及人与人进行连接，并通过物联网平台进行计算和应用，核心算法可以根据数据量的不断积累和反馈不断完善和提升，最终实现可感知，可执行，会思考，能成长的智慧医院。通过采用现代信息技术、网络技术、自动化控制技术和信息化平台，结合医疗管理手段，高效、便捷、准确地提高医疗管理水平、医疗服务质量和医疗服务的效率。

**助力建立、健全家庭医生和分级诊疗制度。**众多就诊病人均涌入优资源、高配置的大医院，造成看病难、看病贵、医疗资源分布严重不均等问题，进而强调要合理配置医疗资源。建立家庭医生制度，通过制度支持，政策引导，鼓励居民、家庭与医疗团队签订长期、稳定的医疗服务联系，将基层首诊作为医疗卫生体系的核心，推进就诊病人、医疗资源逐步分流至基层社区。智慧医疗体系的建立，保障了医疗信息的全面、实时获取，有利于建立家庭医生制度，更有效、合理利用医疗资源人力、物力、财力。

### 1.3.3 从决策管理角度

**医疗资源公平性。**医疗资源分配不均长期并一直存在的客观问题，通过制定合理的医疗制度促进医疗资源合理供给是卫生管理部门所要思考的。在智慧医疗发展过程中，互联互通的信息共享，物联网、云计算、远程医疗等技术支撑，以基层医疗服务为核心的体系，结合分级诊疗制度，并制定相关政策、方案加以引导，逐步实现医疗资源有序下沉及更公平、合理分布。

**规范性法律、法规的建立。**智慧医疗是医疗发展的新阶段、新模式，目前全国各地的相关建设均处于探索阶段，尚无完善、成熟的可借鉴模式，这就需要相关决策管理者从顶层设计出发，对智慧医疗的持续性建设制定出规范性、合理性的法律、法规等规章制度，从法律层面引导其有序建设和发展，给予其良好的政治、社会环境。

**深化医疗卫生改革。**现阶段的智慧医疗建设包括医疗信息化、预约挂号、电子健康档案、诊间付费等形式，大多数重在探讨“看病难”的问题，而对于“看病贵”问题的探讨比较少。推进智慧医疗建设，进一步考虑着眼解决“看病贵”问题，通过与医保、医药、医疗相结合地深入探讨，从制度层面深化医疗卫生体制改革。

## 第二章 5G 引领医疗的智慧化转型

### 2.1 智慧医疗与 5G 的融合需求

#### 2.1.1 智慧医疗业务需求

人民健康是民族昌盛和国家富强的重要标志。2016 年以来，国家相继发布《“健康中国 2030”规划纲要》、《关于促进“互联网+医疗健康”发展的意见》等政策文件，政策红利及市场需求催生医疗健康产业蓬勃发展，医疗服务逐渐向移动化、协同化、优质化的方向迈进。

##### 需求一：高清音视频及海量数据的高速移动化传输

随着通信技术的发展，远程会诊由电话会诊、普通标清视频会诊，向 4K/8K 的超高清会诊发展，对网络带宽提出了更高的要求。在移动式远程会诊、远程急救等移动类场景下，医学影像、电子病历等信息的高速传输和实时调阅也对网络传输速率、移动性和实时性提出了更高的要求。

##### 需求二：可靠的远程操控类医疗服务

我国医疗资源分布不均衡，远程检查、远程手术等新型远程操控类业务有助于提升基层医疗机构诊疗水平。远程操控类医疗业务对时延和安全性均有极高的要求，需构建高速可靠的网络传输通道保障业务的实时性和数据的安全性。

##### 需求三：海量物联网设备连接管理

医院人员结构复杂，医疗设备、耗材、药品等各类资产数目庞大，

导致医院安全管理难度大、资产运营效益较低。运用物联网技术，将可穿戴设备、院内各类资产设备连接入网，对各类资产进行全生命周期的监控与管理，提高医疗设备的安全性和使用率，提升医院管理效能。同时，医院能够对人员进行实时定位，提升院内安保水平。

那么如何解决这些需求呢，我们认为医疗专网的建设将全面解决以往智慧医疗建设的问题。

### **2.1.2 5G 为智慧医疗赋能**

5G 技术不断探索为智慧医疗的应用奠定了坚实基础。在第二届“一带一路”国际合作高峰论坛“共建 21 世纪数字丝绸之路”数字丝绸之路分论坛上，中国工程院院士邬贺铨表示，到 2035 年 5G 将增加全球产出 4.6%，即 12.3 万亿美元，其中为全球医疗领域提供超过 1 万亿美元的产品和服务。

“以 5G 技术为基础的数字医疗将改进对医务人员的教学、培训、实习，提升医生的诊治水平，提供及时的远程救治指导，降低医疗成本和患者的负担，对实现医疗基本服务均等化有重要意义”，邬贺铨说，数字医疗可改进“一带一路”国家的医疗卫生服务水平，建议将数字医疗作为数字丝路的优先合作领域。他还特别指出，5G 技术的应用，将助力远程手术实现质的飞跃。“通过 5G 网络，海南的医生可以远程操控北京手术室的电生理定位仪成功完成 3 小时的手术。通过 VR/AR 现场教学，可以大大缩短外科医生的培养时间”。

5G 大带宽特性，能够支持 4K 高清视频传输及无损无压缩的放射科影像、病理切片影像传输，这在医学界是质的飞跃。基于 4K 的

高清远程会诊系统，上级医生足不出户即可实现“面对面”问诊，有效提升基层医院医疗服务水平，为医患双方带来全新诊疗体验。

而 5G 低时延、高可靠特性，将可有效应用于远程操控类应用，实现从医学观察、指导到医学操作的又一次突破。远程超声、远程手术、远程查房等远程操控类业务场景，在医疗领域进行更多创新和探索。未来，通过 5G 网络的全覆盖，上下级医生可以随时随地互联互通，满足如应急救援在内的各种移动化场景下的就诊需求。

## 2.2 5G 助力医疗服务模式转型

2008 年底，IBM 首次提出“智慧医院”概念，设想把物联网技术充分应用到医疗领域，建立以病人为中心的医疗信息管理和服务体系，旨在提升医疗护理效率、降低医疗开销和提升健康水平。目前，智慧医院的概念已经拓展到医疗信息互联、共享协作、临床创新、诊断科学等领域。智慧医院是基于移动通信、互联网、物联网、云计算、大数据、人工智能等先进的信息通信技术，建立电子病历为核心的医疗信息化系统平台，将患者、医护人员、医疗设备和医疗机构等连接起来，通过丰富的智能医疗应用、智能医疗器械、智能医疗平台等，

实现在诊断、治疗、康复、支付、卫生管理等各环节的高度信息化、自动化、移动化和智能化，为人们提供高质量的医疗服务。同时，中国相关政府部门积极响应智慧医院及智慧医疗的建设和投入，从新技术应用、政策鼓励等多个维度推动医疗手段信息化、医疗技术智能化以解决当前所面临的各种医疗问题。

移动医疗发展可以解决居民看病难、医疗资源分配不均的问题。国务院在 2009 年开始先后发布了《关于深化医药卫生体制改革的意见》、《关于推进分级诊疗制度建设的指导意见》、《国务院办公厅关于推进医疗联合体建设和发展的指导意见》要求实现按照疾病的轻重缓急及治疗的难易程度进行分级，不同级别的医疗机构承担不同疾病的治疗，逐步实现从全科到专业化的医疗过程。

真正实现医院间、区域间的互联互通，且区域间的电子健康档案、电子病历等数据标准要实现统一，政策的落实推动移动医疗发展。同时国家卫健委 2018 年 4 月发布《全国医院信息化建设标准与规范（试行）》，着眼未来 5-10 年全国医院信息化应用发展要求，从软硬件建设、安全保障、新兴技术应用等方面，具体规范了医院信息化建设的主要内容和要求。

社会现状对医疗卫生服务提出新需求，城镇化的快速、持续推进加剧了城乡医疗水平的不均衡，城市医院寻求更加便捷、高效的智慧化手段缓解日益增大的巨量就诊压力，老龄化社会加剧、慢性病健康管理等问题，使得当下医院迫切寻找需要转变运营方式。

《中国人类发展报告 2016》预测 2020 年 60 岁以上人口占总人口比重预期达到 16.3%，2030 年达到 23.0%，中国卫生和计划生育统计年鉴显示，中国慢性病患者从 2003 年到 2013 年十年间，患病率增长近 2 倍。从供给侧看，中国医疗资源供给持续不足且短时间难以补足，根据《“健康中国 2030”规划纲要》，中国 2020 年实现每千人口医生数 2.5 人，2030 年实现每千人口护士数 4.7 人，相比 2015 年每

千人口医生数 2.21 人和每千人口护士数 2.36 人已有较大提升，但从规划指标数值看，仍低于当前经合组织国家的平均数。因此，医疗机构也在不断探索，从移动医疗等新技术手段将服务延伸，从治疗者向健康管理者转变的方式。

技术进步实现医院智慧化建设，物联网、大数据、云计算、人工智能、传感技术的发展使得计算机处理数据的能力呈现数量级的增长，众多辅助决策、辅助医疗手段成为可能。在诊疗方面，人工智能及云计算技术通过对海量数据进行医学分析，辅助医护人员进行诊断，如 AI 辅助影像信息处理，协助进行食道癌、肺癌、乳腺癌等的早期筛查，为医生决策提供数据支持。根据 HIMSS 预测，未来两年将有 35% 的医院部署 AI 应用。创新技术的不断涌现，促进数字医疗高速发展，《中国数字化医疗市场变革》报告指出，从 2014 年到 2020 年，中国数字医疗服务和电商的支出规模将从 200 亿元人民币增至 7000 亿元人民币。

而移动通讯技术促进医院联合医疗保险、社会服务等部门，在诊前、诊中、诊后以及医疗支持等各个环节，对患者就医及医院服务流程进行简化，也使得医疗信息在患者、医疗设备、医院信息系统和医护人员间流动共享，让医护人员可以随时随地获取医疗信息，实现医疗业务移动办公，极大地提高了医疗工作效率。

经济拉动民众对更便捷和更高效的医疗服务需求，随着人均可支配收入的提高，人们越来越关注健康，对高质量医疗服务需求持续上升。据国家统计局数据，我国人均可支配收入在 2017 年达到了 25974

元人民币,较 2016 年增长 9%。其中,医疗保健占总支出比例达 7.9%,较 2016 年增长 11%,人们对于更高质量健康服务需求体现在从过去“以治疗为主”逐渐转化为未来“以预防为主”。民众日益提升的健康诉求主要体现为对全周期、多领域医养服务的迫切需要。医疗健康除了治疗,还包含预防、诊断、咨询、护理、康复、健康管理等一系列的专业化细分领域。



图 2-1: 我国医疗转型发展阶段

未来智慧医疗以及智慧医院的建设受益于 5G Gbps 级别的速率、5ms-30ms 级别的低时延以及整合移动性与大数据分析的平台能力等,让每个人都享受及时便利的智慧医疗服务,满足人们对未来医疗的新需求,比如远程医疗、远程急救、远程门诊、智慧手术室、智慧病房、智慧导诊。并充分利用 5G 的 MEC 能力,提供实时计算、低时延的医疗边缘云医疗服务,包括但不限于移动急救、AI 辅助诊疗、虚拟现实、影像设备赋能等高价值应用场景。

## 2.3 5G+智慧医疗技术架构

5G 医疗整体架构可分为终端层、网络层、平台层和应用层四部分架构图。

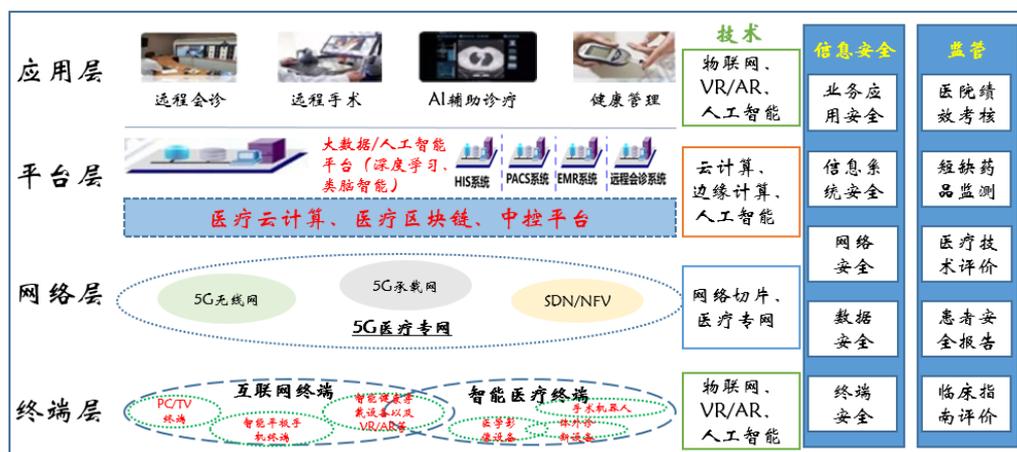


图 2-2: 5G 医疗技术架构图

1. 终端层实现持续、全面、快速的信息获取。终端层主要是信息的发出端和接受端，它们既是信息采集的工具，也是信息应用所依附的载体。通过传感设备、可穿戴设备、感应设备等智能终端实现信息的采集和展示，包括机器人、智能手机、医疗器械、工业硬件等设备。

2. 网络层实现实时、可靠、安全的信息传输。网络层是信息的传输媒介，是充分体现 5G 优越性的环节。通过分配于不同应用场景的独立网络或共享网络，实时高速、高可靠超低时延地实现通信主体间的信息传输。基于 5G 技术的医院信息化接入网络技术架构如下：

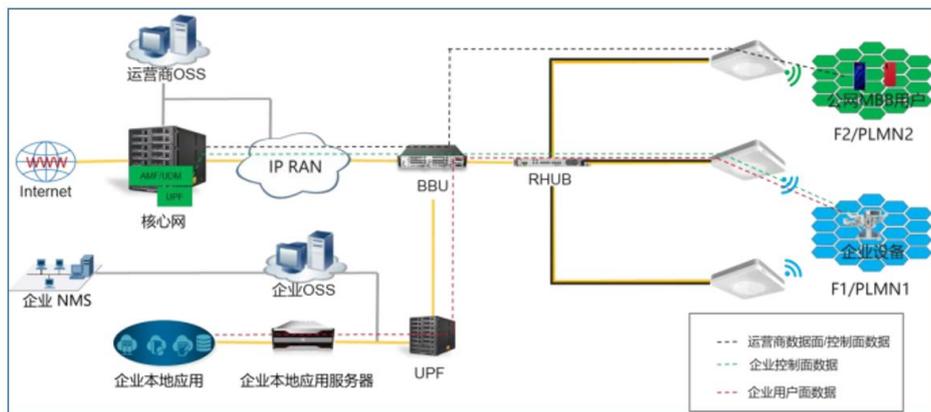


图 2-3: 基于无线技术的医院信息化 5G 网络独立建网技术架构

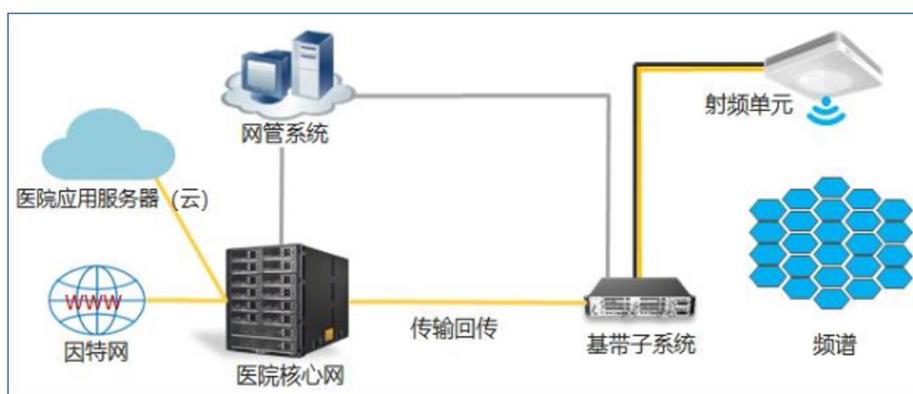


图 2-4: 基于无线技术的医院信息化网络与运营商联合 5G 建网技术架构

3. 平台层实现智能、准确、高效的信息处理。平台层主要是实现信息的存储、运算和分析，起着承上启下的过渡作用，以 MEC、人工智能、云存储等新技术，将散乱无序的信息进行分析处理，为前端的应用输出有价值的信息。

4. 应用层实现成熟、多样化、人性化的信息应用。应用层是 5G 价值的集中体现，根据三大显著特征可以支撑不同的应用场景，如无线医疗监测与护理应用、医疗诊断与指导应用、远程操控应用等。

## 2.4 5G+智慧医疗的关键技术

### 1. 物联网

医疗健康物联网是指将传感器、近距离通信、互联网、云计算、大数据、人工智能等物联网相关技术与医学健康领域技术相融合，全方位连接医生、健康管理者、居民、患者以及医疗健康设备、器材、药品、环境等服务因素,支持医疗数据的自动识别、定位、采集、跟踪、管理、共享，推动医疗健康行业实现全面的信息化模式，提高服务效率，以患者为中心，实现医疗健康服务智能化。

医疗健康物联网应用场景包括医院、社区和家庭，目前主要分为智慧医院和健康管理两个方向。以医疗健康物联网为媒介，通过物与物、人与物的互联互通，将医务人员的工作特性规范于流程之中，大大提升工作效率，增强医疗技术能力，降低医疗安全风险。区别于目前以疾病为中心的医学模式，物联网医学应用具有变革传统医疗的潜力，健康医学模式与物联网技术的结合，有望将疾病治疗向前推进到疾病预防和健康管理。

医疗健康物联网在医院场景下的应用包括患者体征数据的自动采集、移动查房和护理、重症患者监护、医疗用品识别示踪、患者身份识别和防走失、消毒物品和手术器械追溯管理、医疗物资管理、医疗垃圾处理、大型医用设备监管和医疗机器人等。在社区场景下的应用包括慢性病监护、老年病监护、妇婴保健、居民电子健康档案、保健卫生知识咨询、健康教育等。

## **2.边缘计算**

边缘计算是一种分布式信息技术（IT）架构，其中客户端数据在网络的外围处理，尽可能靠近始发源。边缘计算的发展是由移动计算

驱动的，计算机组件的成本越来越低，物联网（IoT）中网络设备的数量也越来越多。根据实施方式，边缘计算体系结构中的时间敏感数据可以由原点处的智能设备处理，或发送到与客户端地理位置最近的中间服务器处理。对时间较不敏感的数据可以发送到云进行历史分析、大数据分析和长期存储。

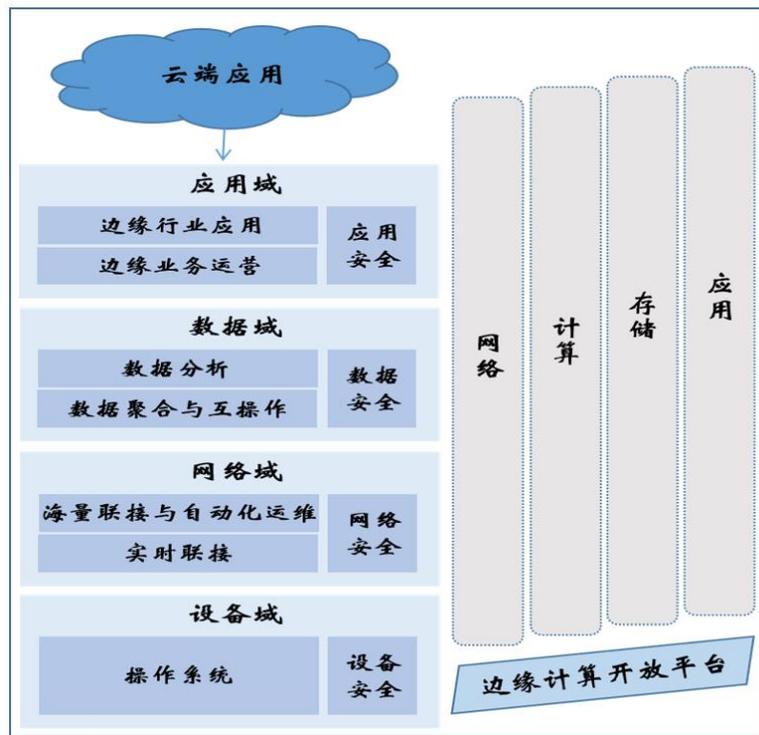


图 2-5：边缘计算架构图

在医疗中，数据快速响应服务十分重要。在医疗中传感器利用边缘计算可以快速响应，助力远程医疗更便捷进行诊断。同时在医疗中边缘协作也十分重要，比如流感爆发的时候，医院作为一个边缘结点与药房、医药公司、政府、保险行业等多个节点进行数据共享，把当前流感的受感染人数、流感的症状、治疗流感的成本等共享给以上边缘结点。

药房通过这些信息有针对性的调整自己的采购计划，平衡仓库的

库存；医药公司则能通过共享的数据得知哪些为要紧的药品，提升该类药品生产的优先级；政府向相关地区的人们提高流感警戒级别，此外，还可以采取进一步的行动来控制流感爆发的蔓延；保险公司根据这次流感程度的严峻性来调整明年该类保险的售价。

### **3.网络切片**

网络切片是将一个物理网络切割成多个虚拟的端到端网络，每个虚拟网络之间（包括网络内的设备、接入、传输和核心网）是逻辑独立的，任何一个虚拟网络发生故障都不会影响其他虚拟网络。依据应用场景可将 5G 网络分为 3 类：移动宽带、海量物联网和任务关键性物联网。由于 5G 网络的 3 类应用场景的服务需求不同，且不同领域的不同设备大量接入网络，这时网络切片就可以将一个物理网络分成多个虚拟的逻辑网络，每一个虚拟网络对应不同的应用场景，从而满足不同的需求。

网络切片技术已经被通信行业广泛认为是 5G 的重要创新技术，全球多个运营商、设备商均致力于研发端到端网络切片技术，它与智慧医疗有着天然的契合，医疗数据往往需要高速高带宽传输，网络切片技术可以很好地实现医疗数据的传输，保证远程诊疗或这远程手术等应用场景的顺利进行。

### **4.人工智能**

人工智能是计算机科学的一个分支，它企图了解智能的实质，并生产出一种新的能以人类智能相似的方式做出反应的智能机器，该领域的研究包括机器人、语言识别、图像识别、自然语言处理和专家系

统等。人工智能从诞生以来，理论和技术日益成熟，应用领域也不断扩大，可以设想，未来人工智能带来的科技产品，将会是人类智慧的“容器”。人工智能可以对人的意识、思维的信息过程的模拟。人工智能不是人的智能，但能像人那样思考、也可能超过人的智能。

近年来，人工智能技术与医疗健康领域的融合不断加深，随着人工智能领域，语音交互、计算机视觉和认知计算等技术的逐渐成熟，人工智能的应用场景越发丰富，人工智能技术也逐渐成为影响医疗行业发展，提升医疗服务水平的重要因素。其应用技术主要包括：语音录入病历、医疗影像辅助诊断、药物研发、医疗机器人、个人健康大数据的智能分析等。

## **5.VR/AR/MR**

虚拟现实技术（VR）是一种可以创建和体验虚拟世界的计算机仿真系统它利用计算机生成一种模拟环境是一种多源信息融合的交互式的三维动态视景和实体行为的系统仿真使用户沉浸到该环境中。增强现实（AR）是一种实时地计算摄影机影像的位置及角度并加上相应图像的技术。

这种技术的目标是在屏幕上把虚拟世界套在现实世界并进行互动，这种技术最早于 1990 年提出，随着随身电子产品运算能力的提升，增强现实的用途越来越广。混合现实技术（MR）是虚拟现实技术的进一步发展，该技术通过在虚拟环境中引入现实场景信息，在虚拟世界、现实世界和用户之间搭起一个交互反馈的信息回路，以增强用户体验的真实感。

目前 AR/VR/MR 在医疗方面主要应用于：教育培训、临床辅助、视力障碍、心理障碍、康复训练及个性化健身等六个方面。例如 AR/VR/MR 可用于医生培训或手术模拟训练；使用 AR 可以辅助手术或者引导机器人进行手术；VR 还可以应用于弱视的治疗，康复训练，以及某些心理疾病的治疗。例如，截肢患者有一种常见医疗问题——幻肢痛。现在只需要戴上 VR 眼镜和传感器进入虚拟世界，便能够感觉到自己肢体的存在，还可以控制虚拟肢体完成特定动作，从而治疗幻肢痛。



图 2-6: VR 治疗幻肢痛

## 6.云计算

云计算（cloud computing），是分布式计算技术的一种，其最基本的概念，是透过网络将庞大的计算处理程序自动分拆成无数个较小的子程序，再交由多部服务器所组成的庞大系统经搜寻、计算分析之后将处理结果回传给用户。透过这项技术，网络服务提供者可以在数秒之内，达成处理数以千万计甚至亿计的信息，达到和“超级计算机”同样强大效能的网络服务。

医疗行业已经转移到数字平台，它收集和存储大量的数据。引入云计算，能够极大提升信息整合能力，通过底层信息技术的整合，可以达到我们现在的一些医疗大健康信息、资源、数据，能够实现互联互通，通过提供服务，这样可以为医院解决降低一些成本，提高效率，同时实现医疗数据互联互通和更加精准化的治疗。

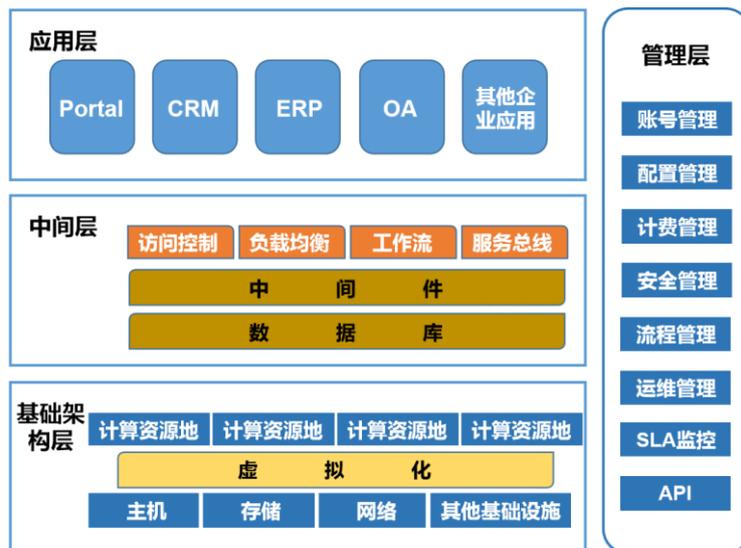


图 2-7: 云计算架构图

## 第三章 5G+智慧医疗专网建设与应用

2018年4月，国务院进一步发布《关于促进“互联网+医疗健康”发展的意见》，提出面向远程医疗、医疗信息共享等需求，推进远程医疗专网建设，保障医疗相关数据传输服务质量，支持各医疗机构选择使用高速率高可靠的网络接入服务。

2019年4月1日，国家卫生健康委员会规划发展与信息化司司长毛群安表示，目前正在会同国家有关部门制定远程医疗专网建设工作方案和区域中心医院设备配置工程实施方案。目前，基础电信企业已建成覆盖全国的医疗专网、远程医疗云服务平台以及视频云服务平台，各地二级以上医院均可利用互联网或者专网开展远程医疗服务。

### 3.1 5G+智慧医疗专网总体方案

运用信息化手段的互联网医疗，将是实现传统医疗模式创新和转变，提升医疗能力与医疗服务水平，改变医疗资源不均衡的现状的重要手段。但是由于互联网医疗目标覆盖全国各级医疗卫生机构，参与医院分布范围广、数据传输量大、交换频繁、呈现效果要求高、网络承载压力大等特点，保证高质量的医疗服务与医疗健康信息安全至关重要，因此建设高速、安全、可控的医疗专网是实现医疗互联网化、均质化的必要保证。

整个医疗专网将依托于5G等先进通信技术，以云存储、云计算

为手段的云服务互联网技术，同时基于 SA 网络架构构建高速、高效的数据传输体系，搭建物联网接入平台、网络切片中控平台、边缘计算平台、智能计算平台、检测服务平台、安全态势感知平台等系列化 5G 云化能力平台，实现区域医联体网络一体化直链、数据一体化交换、应用一体化共享。

医疗专网可以将区域内全部患者的健康数据、诊疗数据，以及医疗专家的知识与经验等优质信息融入到智能化云平台，以数据安全、隐私保护技术为保障，实现结构化、系统化整合，同时运用人工智能更广更深地应用与传播，实现医疗技术及健康保障、服务水平与能力的提升，优化资源配置，实现医疗技术均质化、促进医药、器械和人工智能等产业的快速发展，惠及全民健康；同时，医疗专网的建设形成强大的立体的医疗健康保障网络体系，也增强了应对紧急事故的应急处理能力。



图 3-1: 智能医疗专网总体视图

### 3.2 5G+智能化医疗终端

说到智能终端，和人们生活直接相关接触最多的是手机。由于随身可携带性和标准化，使得手机成为了规模最大的终端。而智能医疗终端大家接触比较多的可能是健康手环，这两年智能健康终端的突然爆发式增长为智慧医疗创造了条件，现在面向个人和家庭的健康智能终端简直眼花缭乱，智能手环、智能运动鞋、智能体重计、智能血压计、带尿液分析的智能马桶甚至测基因的设备已经在消费和技术的双重驱动下迅速爆发，而且这些设备无一例外的都是采用“终端+云平台”模式，这种模式实际就是智慧医疗的雏形。

5G 智能医疗终端利用 5G 网络通信技术，与物联网传感技术、云计算技术相结合，将健康信息大数据化，将健康数据和落地服务有效结合，提供一种新型的健康管理模式。作为智慧医疗体系中健康管理业务核心环节，解决健康数据的入口问题，为健康管理提供数据支撑。5G 智能医疗终端是智慧医疗架构的感知层，收集大量的个人健康数据，通过云端大数据分析，实现对每个人的健康管理。

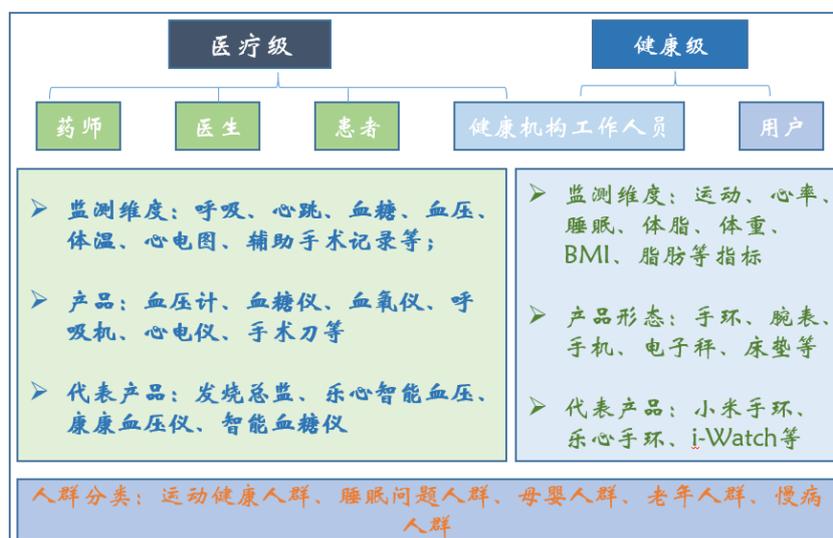


图 3-2: 智能化医疗终端

### 3.3 智慧医疗标识解析体系

未来智慧医疗的关键技术及应用方向之一就是智慧医疗中所涉及各类割裂数据的理解及应用，而要理解数据，就要对数据的来源、流动过程、用途等进行了解并掌握，目前可见，唯一有希望满足这个任务的是标识解析技术。因此，在智慧医疗行业的各参与方中，标识解析技术越来越受到重视。

标识可以理解为用于识别不同物品、实体、物联网对象的名称标记，可以由数字、字母、符号、文字等以一定的规则组成的字符串，其本质就是识别对象的技术（包含实体对象、虚拟数字对象等），以便各类信息处理系统、资源管理系统、网络管理系统对目标对象进行相关管理和控制。标识，就类似于互联网域名，赋予每一个产品、零部件、机器、设备、系统唯一的“身份证”，实现资源的区分和管理；工业互联网的标识解析，类似于互联网域名解析，通过产品的标识查询互联网产品的域名地址，或者直接查询产品的信息和服务。

目前主流的标识技术有 Handle 标识解析平台、OID（object identifier）标识解析技术、Ecode（entity code for IoT）编码体系、Epc、UCode 等，分别由不同的组织机构提出，其出发点都是面向物品对象、数字对象等进行唯一标记及提供相关信息查询的功能，进而发展成一种底层的信息架构，某些方面类似于互联网中的 DNS。其中，国内使用比较普遍的是 OID 标识解析技术，早在 2006 年工信部就成立了

国家 OID 注册中心。

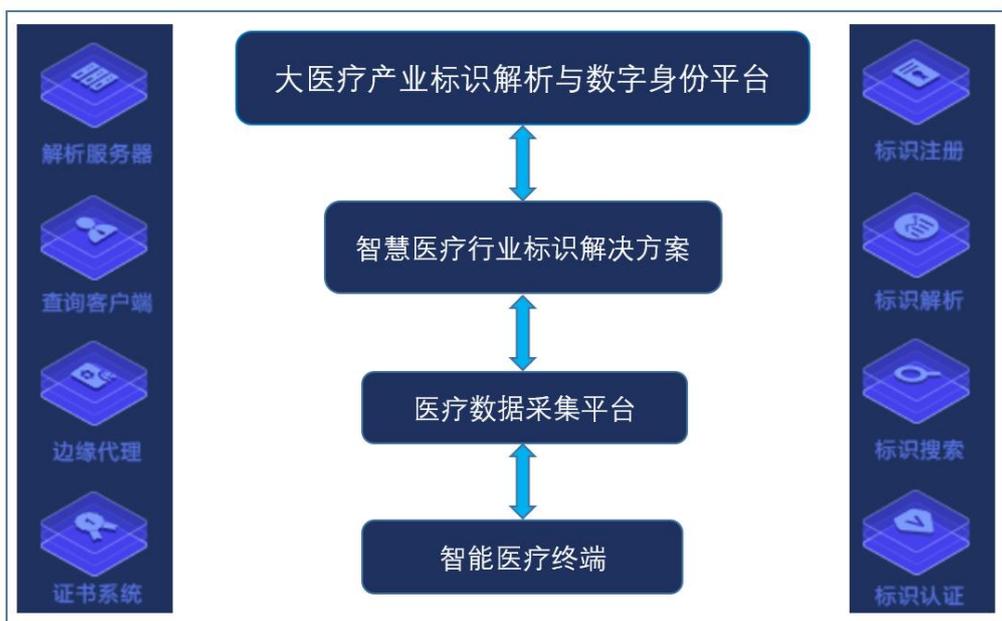


图 3-3：智慧医疗标识解析体系

### 3.4 医疗专网网络架构

5G+智慧医疗专网主要包括：医疗核心骨干网、医疗城域物联专网、智慧医疗接入网和大医疗产业标识解析与数字身份平台四个部分组成。

(1) 医疗核心骨干网：构建覆盖全国的实时医疗加速核心骨干网，解决跨网跨运营商传输质量和可靠性问题，解决突发性路径拥塞和单点故障问题。



图 3-4: 医疗核心骨干网

(2) 医疗城域物联专网：医疗专网与各地城域物联专网融合，打造区域性医疗平台或医疗网络，实现全国、地方医疗资源一体化整合，与多点、多级联动发展，进一步提高沟通效率，降低医疗成本，提升基层能力，保障资源可及。

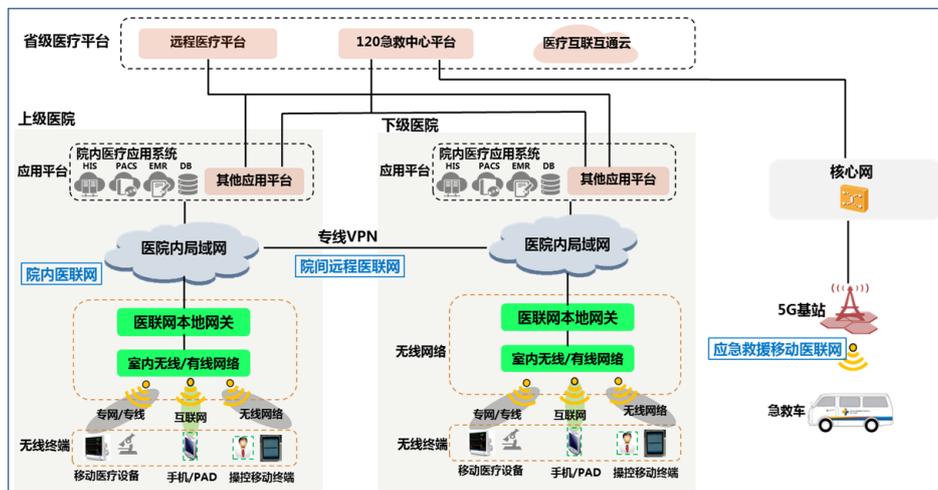


图 3-5: 医疗城域物联专网架构图

(3) 智慧医疗接入网：智慧医疗 5G 专属频段，基于 5G 网络柔性可编排的特性打造医疗专网切片，融合物联网、MEC 边缘计算、无线医疗模组等技术提供更加丰富的多层无线医疗服务。包括基于“广域网”开展医疗设备管理与远程故障诊断预测等能力提升；基于

“体域网”用于人体遥测设备互联，开展短距离人体健康监测；基于“局域网”开展护士站集中管理、病人生理数据监测等中央监护服务应用。

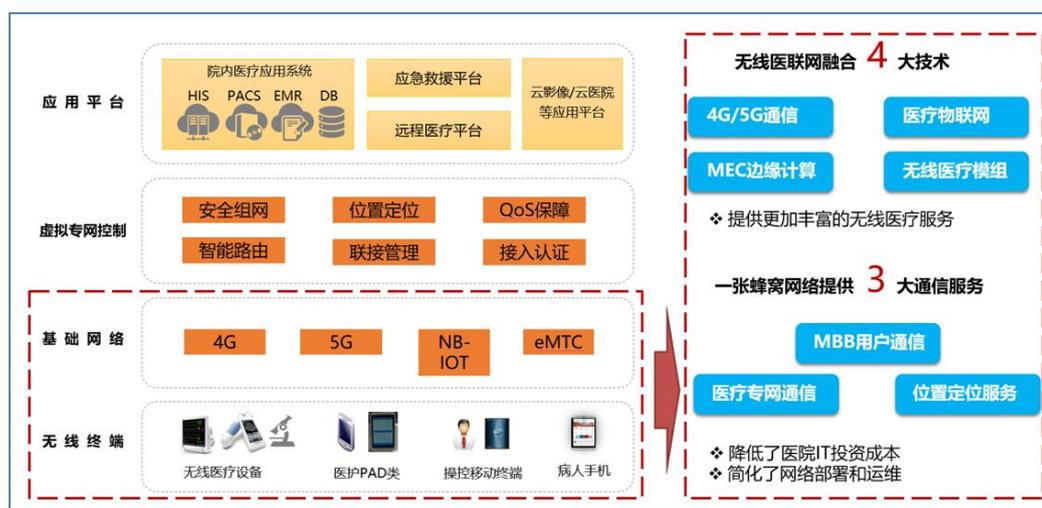


图 3-6: 智慧医疗接入网架构图

(4) 大医疗产业标识解析与数字身份平台（工业互联网标识解析行业节点）：赋予大医疗产业所有要素以唯一“数字身份标识”，逐步建立面向医生、患者、药品、医疗器械、可穿戴设备等全生命周期的“源头可溯、环节可控、去向可查、人员可管、风险可防、安全可靠”的现代管理体系。

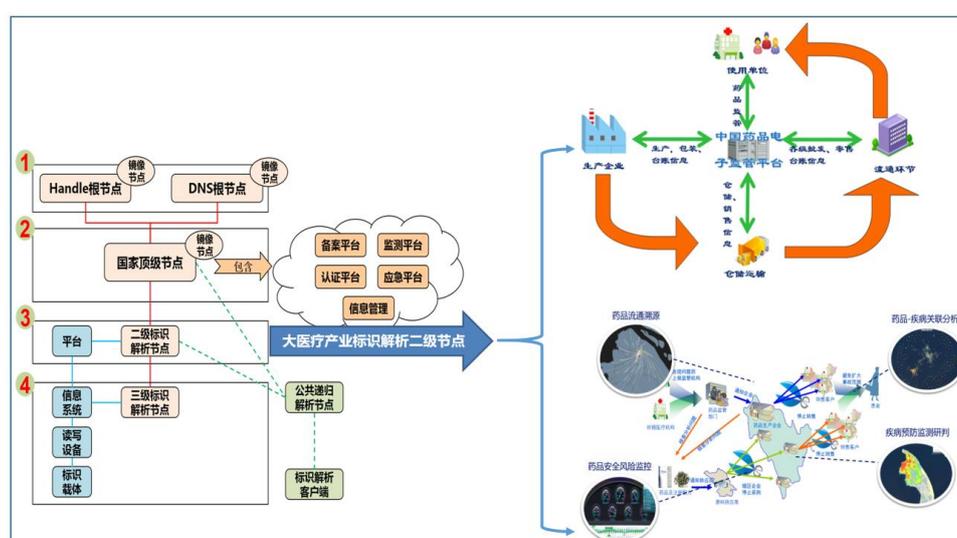


图 3-7: 大医疗产业标识解析平台架构图

### 3.5 医疗专网中控平台

医疗专网中控平台包括九个部分：智能医疗专网中控平台、嵌入式实时操作系统、智慧医疗业务中台系统、全程全网的医疗安全态势感知平台、医疗可信云评估中心、医疗网络服务质量监测平台、医疗网络服务质量监测平台、临床数据中心、医疗健康大数据平台、远程医疗服务平台。

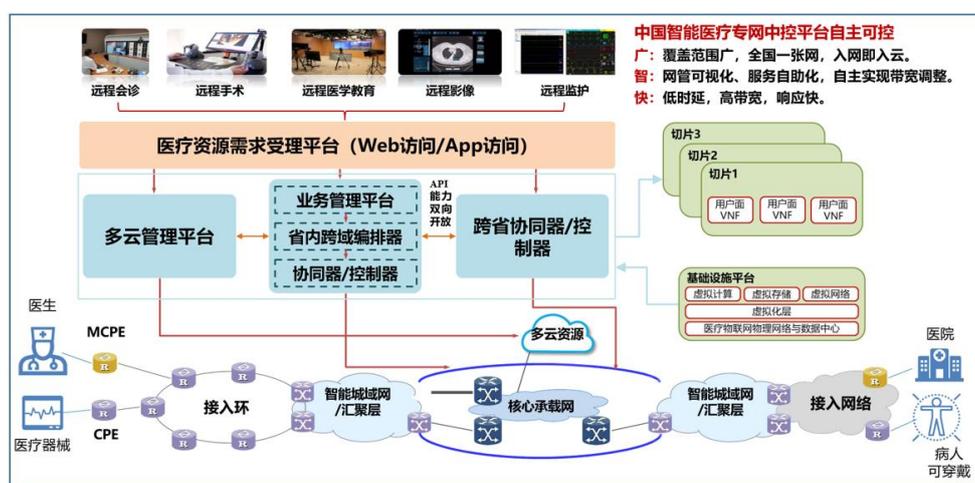


图 3-8: 5G 医疗专网中控平台架构图

(1) 智能医疗专网中控平台。将自定义边缘计算网关、狭义医疗专网、广义医疗专网之间的逻辑关系、交互关系及相关核心支撑技术，实现医疗资源的协同应用。将区块链技术应用用于医联体底层技术架构体系中，实现当地部分医疗机构之间安全、可控的数据互联互通，用低成本、高安全的方式，解决长期困扰医疗机构的“信息孤岛”和数据安全问题。

(2) 嵌入式实时操作系统。以最小功能集合获得最大灵活性、可扩展性和高性能，与嵌入式微处理器相配合，采用可控的嵌入式实时操作系统保证数据的安全性。

(3) **智慧医疗业务中台系统**。使医疗专网上的应用软件转向基于中台的开发模式，将医疗机构需要管理的资源、能够提供的服务能力、需要执行的业务流程进行横向抽象和综合设计，为各医疗服务部门业务软件敏捷开发提供支持。

(4) **全程全网的医疗安全态势感知平台**。对接地方监管部门和行业龙头单位，构建多级联动、地方和行业落地的医疗安全监测与综合管理。

(5) **医疗可信云评估中心**。推进医疗信息化标准与评估体系，包括影像云、远程会诊云、病理云、心电云、健康管理云等标准制定。推进远程医疗产品可信评估标准，搭建医疗健康网络监测平台，开展远程医疗产品可信评估。

(6) **医疗网络服务质量监测平台**。通过在医疗机构之间部署监测节点，对通信网络进行 7\*24 小时实时监测，可实现分地域或医院多维度展示实时远程医疗服务质量，用于远程医疗的通信网络工程验收、网络 QoS 实时监测、业务保障、医疗事故定责等。

(7) **临床数据中心**。制定数据标准并建立临床数据中心，为医疗领域人工智能发展提供数据基础，集成多种逻辑系统形成智能医疗诊断自动推理体系，构建基于知识图谱的医疗领域知识发现体系，构建基于本体的知识工程体系，促进医疗领域专家与人工智能融合发展。

(8) **医疗健康大数据平台**。支撑临床辅助决策支持、影像、病理、心电等算法研究，为生物医药厂商提供丰富的数据资源，加快药

物研发，降低研发成本，降低临床试验的失败率，快速推动我国生物医药的发展。

(9) **远程医疗服务平台**。面向患者、医联体、基层医院等不同对象提供 AI 智能导医分诊、远程会诊、教学直播、远程影像、远程超声、远程手术、院前急诊、车载监护系统对接等医疗服务。

### 3.6 医疗安全态势感知

医疗服务信息化是国际发展的趋势，也是我国医疗改革的的重要内容和必由之路，随着信息技术的快速发展，越来越多的企业和医疗机构加入到医疗信息化的建设浪潮中。互联网医疗火热背后，医疗信息安全问题如影随形。近年来，针对医院的勒索、挖矿、医疗信息泄露等医疗行业的信息安全事件层出不穷，医院信息系统已经成为了不法黑客的重点攻击对象之一，如何保障医疗安全是我们要重点思考的问题。

态势感知是感知大量的时间和空间中的环境要素，理解它们的意义，并预测它们在不久将来的状态。医疗安全态势感知是对影响医疗安全的诸多要素进行获取、理解、评估以及预测未来的发展趋势，是对网络安全性定量分析的一种手段，是对医疗安全性的精细度量，态势感知成已经为医疗安全时代安全技术的焦点，对保障医疗安全起着非常重要的作用。

建设医疗安全态势感知平台，应以“医疗专网+标识解析安全”战略为核心驱动，基于更广、更深的医疗数据来源分析，以用户实际需

求为出发点，从防护对象、防护措施、防护管理三个视角，构建全程全网的医疗安全态势感知平台，形成相辅相成、互为补充、动态、完整、持续的安全防护体系。同时，对接地方监管部门和行业龙头企业，构建多级联动、地方和行业落地的医疗安全监测与综合管理平台。

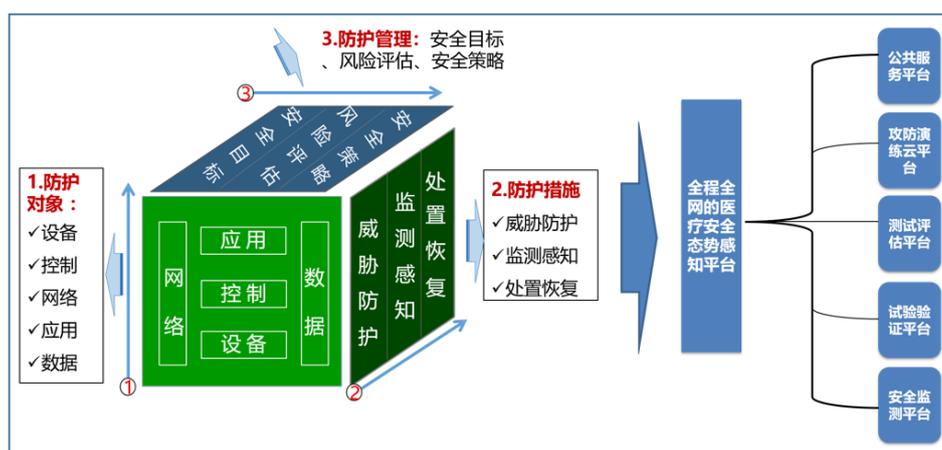


图 3-9：全程全网的医疗安全态势感知平台

## 第四章 5G+智慧医疗应用场景

5G 在医疗健康不同的应用场景，其性能特性发挥作用有所不同，主要应用在远程监测、远程会诊和指导、智慧院区管理等方面。根据其覆盖的位置不同，我们将其分为远程医疗应用场景和院内医疗应用场景。其中远程医疗应用场景包括：远程会诊、远程超声、远程手术、应急救援、远程示教、远程监护、远程查房、未来诊室、远程内镜等十四个应用场景。而院内医疗可分为智慧导诊、移动医护、智慧院区管理、AI 在线诊疗、医疗物流机器人、5G 云护理等六个应用场景。

在远程医疗监测类、远程会诊和指导类，可以利用 5G 的高带宽，来实现生命体征数据、影像诊断结果、生化血液分析结果、电子病历等资料的高速传输。在院内医疗场景中主要是提高患者的就医的方便性和舒适度，同时提高医护人员的工作效率，以及实现院区的精细化管理。同时，根据用途分类，又可将应用场景分为医疗监测与护理、医疗诊断与治疗、远程医疗操纵，以及云端智能实时辅助诊断。

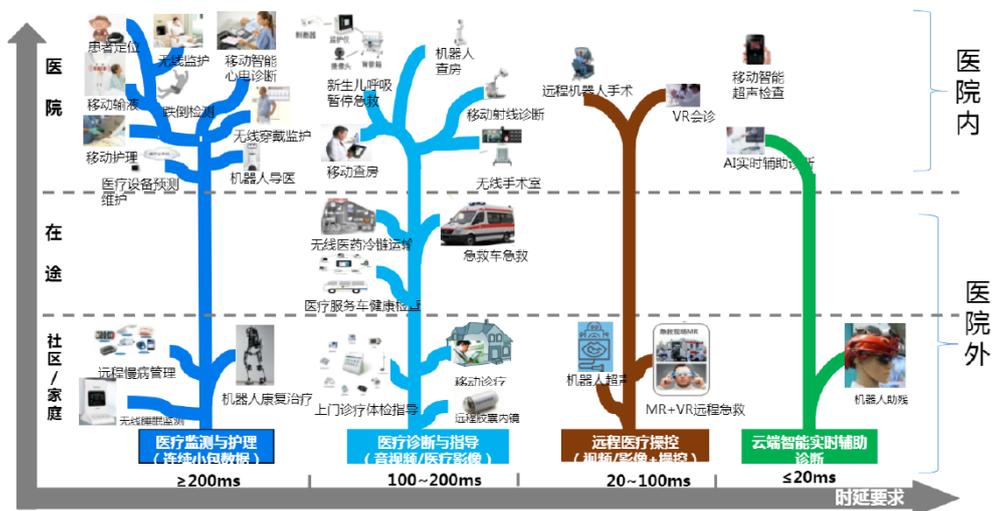


图 4-1: 5G+智慧医疗应用场景全景图

在 5G 场景下，医疗更具智慧，我们可以想象如下场景：一名偏远地区佩戴智能医疗终端的工厂工人，突发心肌梗塞被智能医疗终端及时发现并向最近的县人民医院报警，医院收到报警后第一时间派出 5G 智慧救护车，患者被送上救护车后，医生及远程专家可在任何地方及时对患者的各项身体指标进行检查和了解，并指挥救护车上的工作人员进行必要的抢救工作，到达县医院后患者将被送到智慧诊室，远程专家可在线上会诊，并根据会诊结果，通过 VR/AR 技术对患者实施远程手术，术后医生可通过院内移动医护系统对患者进行实时查房和护理，患者康复出院后，医生仍可通过智慧医疗终端对患者的健康状况进行监控，持续了解病人的身体恢复状况。



图 4-2: 5G+智慧医疗应用场景全景图

## 4.1 远程医疗应用场景

### 4.1.1 远程会诊

远程会诊是指采用通信、计算机及互联网等技术完成医疗诊断，提供医学信息和服务。1988 年美国将远程医疗系统作为一个整体，提出的开放分布式系统的概念得到广泛认可，即采用计算机及通信技术为特定的人群提供医疗服务。我国幅员广阔，各区域的医疗资源分布不均，尤其在山区和边远农村地区，因此在我国发展远程医疗很有必要。我国远程医疗起步较晚，上世纪 80 年代才开始进行探索。

在 4G 网络中,远程会诊最高可支持医患两侧 1080P 高清视频,但存在实时性差、清晰度低和卡顿等问题。随着 5G 时代的到来, 5G 网络高速率, 低时延的特性对于可靠性要求极高的医疗领域非常重要, 能够支持 4K/8K 的远程高清视频和 VR/AR 技术会诊和医学影像数据的高速同步传输与共享, 并让专家在线开展会诊, 提升诊断准确率和指导效率, 促进优质医疗资源下沉。

2018 年 4 月 14 日, 20 岁的藏族小伙吉桑, 咳嗽、咳痰伴有背部疼痛 1 个月, 在青海省果洛州人民医院就诊, 当地医务人员初步考虑结核, 进行抗结核治疗。但疾病并未好转, 颅内、肝脏先后发现病灶, 小伙随时面临生命威胁。远在 2749 千里外的复旦大学附属华山医院远程医学会诊中心内, 吉桑的病终于找到元凶。

中国工程院院士周良辅教授、放射科耿道颖教授、感染科张文宏教授, 为这一疑难病例联合会诊, 很快得到一致意见: 考虑播散性包

虫病。前来华山医院视察的国务院总理李克强，恰好见证了三位专家为藏族小伙会诊的一幕，他表示高度肯定后指出，互联网技术的设备支持，优秀医疗人才的支援，是西部边远贫困地区群众享受优质医疗资源的重要举措。



图 4-3：远程会诊场景示例（复旦大学附属华山医院）

远程会诊中的远程内镜会诊场景今年也开始出现，2019年7月4日下午，四川大学华西医院通过5G技术对马边彝族自治县人民医院开展的两例人工智能消化内镜操作进行了实时远程会诊指导，这是国内首例5G+AI远程消化内镜诊断会诊。本次会诊共有两名患者，其中一名女性患者44岁，反复右上腹疼痛不适3年，发作10天；一名男性患者72岁，咳嗽、咯痰3年，发作加重10天伴血便。内镜检查开始后，马边县人民医院的内镜视频通过5G网络传输到华西医院的消化内镜图像人工智能辅助诊断设备上，设备实时提示可能的病变类型，并清晰呈现在现场的屏幕上。



图 4-4：远程内镜会诊实际场景案例图

### 4.1.2 远程超声

远程超声基于通信技术、传感器和机器人技术,可在通信网络下实现对机械臂及超声探头的远程控制,助力远程超声检查医疗服务的开展。超声专家在医生端可利用高清音视频系统实现和下级医院的医生和患者的实时沟通,同时移动操控杆控制下级医院的超声机械臂进行超声检查。

国内基层医疗机构普遍缺乏优秀的超声医生是基础医疗机构医疗水平低下的重要原因之一。根据中国超声医学研究所研究显示,全国目前注册的超声医生 12 万多人,国内的超声医生缺口在 15 万人以上,故需要建立能够实现高清无延迟的远程超声系统,充分发挥优质医院专家优质诊断能力,实现跨区域、跨医院之间的业务指导、质量管控,保障下级医院进行超声工作时手法的规范性和合理性。

随着 5G 技术的发展和应用,5G 超低延特性将能够支撑上级医生操控机械臂实时开展远程超声检查。相较于传统的专线和 4G 网络,5G 网络能够解决基层医院等偏远地区专线建设难度大、成本高、不

安全、远程操控时延高等问题，显著提高基层医疗机构的医疗水平，对于解决国内医疗资源分布不均的问题具有重要意义。

2018年9月20日，日喀则市人民医院-上海市第六人民医院远程超声会诊中心建设完成，并正式进行了日喀则市首例实时远程超声会诊。通过高清摄像头和互联网传输，数千里之外的上海专家可以实时、清晰地看到本地的超声影像、探头位置、操作者手法、患者状态等。



图 4-5：远程超声场景示例（上海市第六人民医院）

目前，基于 5G 的聚焦超声 FUS 远程超声手术也开始出现，FUS 远程超声手术是利用 5G 大带宽、低时延、网络切片的能力，结合虚拟化技术将 HIFU 设备软件与硬件解耦，从而实现医生和患者的空间分离以实现 5G 环境下的聚焦超声（FUS）远程手术。

表 4-1：传统远程超声技术与 5G 远程超声技术对比

特点	传统远程超声技术	5G 远程超声技术
传输模式	异步传输	同步传输
信号延迟	200-500ms 存在丢包情况	1-20ms，无丢包情况
带宽	100MB/S	10GB/S
传输距离	短	长（已完成 3000 公里以上距离远程诊疗）

图像品质	较差，不能满足超声诊断需求	较高，满足诊疗需求
就诊形式	医生端间接了解患者病史，依据患者端医生采集的图像作出诊断	医生端面对面与患者交流，实时操作机械臂对远程患者检查并诊断
患者端是否需要超声医生	需要，且图像质量以及诊断准确度受限于患者端医生的操作手法	不需要，医生端医生实时操作

### 4.1.3 远程手术

远程手术是指医生运用远程医疗手段，借助机器人异地、实时地对远端患者进行手术，这是远程医疗中最为重要和最难实现的部分，对于网络传输速率要求极高，不同于诊断和辅助治疗等行为，手术为有创操作，错误或者延迟的操作将造成严重的后果，甚至危及生命。远程手术成功的关键是手术机器人中主、从系统操作的一致性和实时性等问题，其次还包括信号的稳定、抗干扰和高通量信号传输等技术问题。

现有的 4G 商用网络和卫星传输远不能满足远程手术的基本要求，其窄带宽、信号延迟不确定性和数据包丢失率等问题严重制约远程手术的发展。随着 5G 时代的到来，5G 网络提供的低时延、高可靠特性，将打破 4G 网络下无法实现高精度远程操控类业务的限制，为远程手术操控业务的开展打下基础，不仅能帮助基层医疗机构提供更好的服务，还能在急救、灾难现场等场景下提供远程医疗救助。

5G 网络高速率、大带宽和低时延的特性，有效保障了 3000km 间远程手术操控的稳定性、可靠性和安全性，4K 高清音视频，以及 AR/VR 技术交互系统帮助专家随时掌控手术进程和病人情况。5G 除

除了在 4K 高清视音频上的应用外，也能够让 VR/AR 技术能够应用于远程手术之中。



图 4-6：远程手术场景示例（复旦大学附属华山医院）



图 4-7：VR 远程手术场景示例

#### 4.1.4 应急救援

急救医学是一门处理和研究各种急性病变和急性创伤的多专业综合科学，是指在短时间内，对威胁人类生命安全的意外灾伤和疾病，所采取的一种紧急救护措施的科学。急救医学不处理伤病的全过程，而是把重点放在处理伤病急救阶段，其内容主要是：心、肺、脑的复苏，循环功能引起的休克，急性创伤，多器官功能的衰竭，急性中毒等，并且急救医学还要研究和设计现场抢救、运输、通讯等方面的问题，其中院前处理(急救中心)是急救医学的重要组成部分。

当前，急救医学在我国的发展还处于初级阶段且农村与城市地区发展极不平衡，诸多地方待改善，急救医务人员结构不合理、设备配置不足等情况仍较严重，在现场没有专科医生或全科医生的情况下，通过无线网络能够将患者生命体征和危急报警信息传输至远端专家侧，并获得专家远程指导，对挽救患者生命至关重要，并且远程监护也能够使医院在第一时间掌握患者病情，提前制定急救方案并进行资源准备，实现院前急救与院内救治的无缝对接。

通过 5G 网络实时传输医疗设备监测信息、车辆实时定位信息、车内外视频画面，便于实施远程会诊和远程指导，对院前急救信息进行采集、处理、存储、传输、共享可充分提升管理救治效率，提高服务质量，优化服务流程和服务模式。基于大数据技术可充分挖掘和利用医疗信息数据的价值，并进行应用、评价、辅助决策，服务于急救管理与决策。5G 边缘医疗云可提供安全可靠医疗数据传输，实现信息资源共享、系统互联互通，为院前急救、智慧医疗提供强大技术支撑。



图 4-8：5G+应急救援场景示例（上海市第一人民医院）

5G 智能急救信息系统包括智慧急救云平台、车载急救管理系统、远程急救会诊指导系统、急救辅助系统四个部分。智慧急救云平台主

要包括急救智能智慧调度系统、一体化急救平台系统、结构化院前急救电子病历系统。主要实现的功能有急救调度、后台运维管理、急救质控管理等。

车载急救管理系统包括车辆管理系统、医疗设备信息采集传输系统、AI 智能影像决策系统、结构化院前急救电子病历系统等。远程急救会诊指导系统包括基于高清视频和 AR/MR 的指导系统，实现实时传输高清音视频、超媒体病历、急救地图和大屏公告等功能。急救辅助系统包括智慧医疗背包、急救记录仪、车内移动工作站、医院移动工作站等。

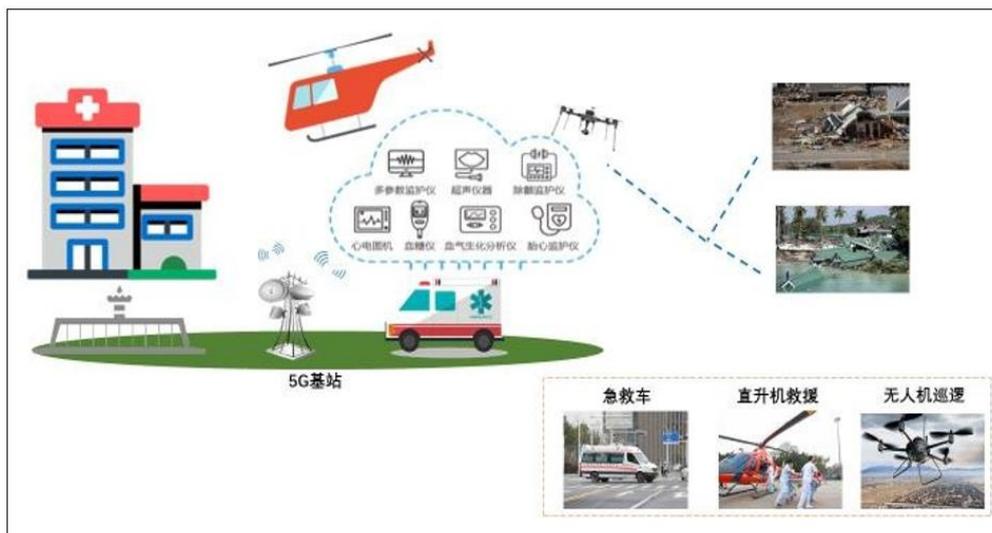


图 4-9：应急救援方案网络架构图

#### 4.1.5 远程监护

远程监护是指通过通信网络技术将远端的生理信息和医学信号传送到监护中心进行分析并给出诊断意见的一种技术手段。远程监护技术是近几年远程医疗中的一个研究热点方向，在此期间涌现了大量的医疗硬件厂商和医疗监护系统解决方案公司，但是由于技术问

题，远程监护还是远程医疗领域里一个相对薄弱的环节，我国近年来一直在大力推动该领域的发展。

远程监护系统一般包括三个部分：监护中心、远端监护设备，和联系两者的通信网络。根据监护对象和监护目的的不同，远端监护设备有多种类型，按用途可分为三类：第一类为生理参数检测和遥测监护系统，这类设备的使用范围最为广泛，能帮助医生掌握监护对象的病情并提供及时的医疗知道。检测的生理信息主要包括，心电图、脑电图、心率、血压、呼吸、血氧饱和度、体温、血糖等。第二类为日常活动检测设备，如监护对象的日常生活设施使用情况，主要应用于儿童、老年人和残疾人。第三类是用于病人护理的检测设备，如瘫痪病人尿检测设备，可以大大降低护理人员的劳动强度。监护中心一般位于社区医院、急救中心、中心医院等医疗机构，其功能为接受附近的终端硬件监护设备传送的医疗信息，及时地为患者提供急救、慢病管理等多种医疗服务。在 5G 的网络场景下，高速率、低延迟的特性能够让患者的远程监护变得更为准确及时。



图 4-10：远程监护场景示例图

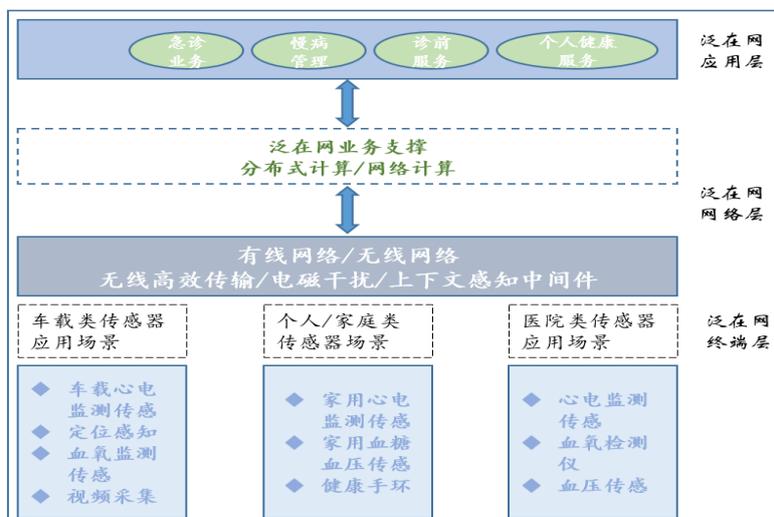


图 4-11：远程监护网络架构图

#### 4.1.6 远程示教

医疗教育指面向医疗卫生技术人员进行的教育培训，用户包括医疗、护理、医技人员。医学继续教育主要分为会议讲座、病例讨论、技术操作示教、培训研讨、论文与成果发表等形式，可线下组织也可线上远程进行。远程医学教育培训主要包括：基于音视频会议系统的教学平台、基于使用场景的教学平台和基于VR/AR设备的教学平台三类产品形态。

其中，基于音视频会议系统的教学平台主要用于进行病例讨论、病案分享等教学培训，基本功能为音视频会议系统和 PPT 分享；基于使用场景的教学平台除了音视频设备外，还需要结合具体场景对接相应的医学设备，如心脏导管室手术示教、神经外科手术示教、B 超示教等；虚拟教学平台以 AR/VR 眼镜等设备为载体，结合 3D 数字化模型进行教学培训，对比传统方式，受教者的

沉浸感更强，具备更多交互内容，相对使用成本更低。

5G 手术示教指通过对于医院手术相关病例进行直播、录播等形式进行教学培训，主要面向医院普外科、麻醉科、心外科、神外科等外科相关科室医疗技术人员，旨在提高外科相关科室医护人员案例经验及实操水平。

5G 手术示教系统核心功能包括手术图像采集、手术转播、手术指导、手机等移动端应用等。5G 医学示教系统适用于手术室内的多个业务场景，如示教室实时观摩手术，主任办公室观看指导手术，院外医联体医院观看手术，学术会议转播手术，移动端远程指导手术等。



图 4-12：远程示教场景示例图

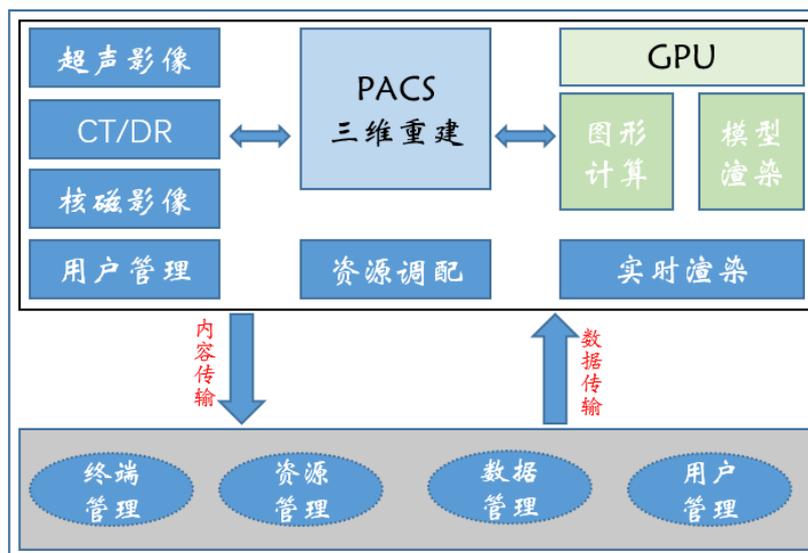


图 4-13: 远程示教方案网络架构图

#### 4.1.7 远程查房

远程查房技术是在传统视频通信基础上融合图像识别技术与跟踪定位技术，最大程度的提高工作中的远程查房指导、教学等环节的效率，通过远程查房系统，现场医护人员或学习人员将眼前状况通过 AR 设备实时传送到远方的专家和领导眼前，专家和领导可以通过协助平台给予声音，文字及图形上的指导，并即时发送展示在现场医护人员穿戴的 AR 设备上。

远程协助平台可以多线程连接，借助 5G 低时延、大带宽和高链接的特性，能够使身处各地的专家和领导可以同时远端参与指导、教学，或从后端实时观看考察现场工作，并以视频形式录取整个过程用于学习指导，从而提高工作及教学效率。

远程查房技术在 AR 技术的支持下，通过网络和软件平台将 AR 智能眼镜、智能手机、平板触控电脑等相结合，使现场医师可实时接收传输现场画面和虚拟信息，使远端专家无需到现场即可对现场医生

进行远程精准指导，使现场医生获得远程教育。通过系统配备的视频光学透视增强现实系统，在做远程查房时医生或专家可方便地将病患的虚拟信息调出，除了病历外，还包含 CT 片、MRI 片等医疗影像资料，有需求的话甚至包含病患相关的 3D 模型等。

通过这些快速的病患信息共享方式，这将大大增强远程诊断的准确性。在这些前提下，远端专家可以完全不需要到场进行指导与教学。只需要通过后端手持设备，就可以完成现在需要到现场才能进行的工作。这将为专家们节省大量的交通时间。

在查房现场情况比较复杂的时候，单纯的通过语音对话已经无法解决。在这种情况下，远端专家可以随时调阅病人的电子病历、医疗影像资料等虚拟信息，通过系统进行双方的信息共享。下图为现场医生的第一视角模拟，可以看到视野中出现了病患的脑部 CT 片与电子病历。以及肩膀部位远端专家做出的红色标记。



图 4-14: 5G+远程查房案例图

#### 4.1.8 远程病理

病理诊断是疾病诊断的“金标准”，是指导临床选择治疗方案、判断预后的关键依据。但一直以来，中国的病理行业发展比较落后，跟不上临床发展的水平。公开统计数据显示，截至 2018 年，全国在册病理医生仅 17000 多名，缺口高达 10 万人。且 70% 的病理医生集中在三级医院，分布严重不均，直接制约了大病不出县、“分级诊疗”政策的落地。

近年来，数字病理技术的发展有力促进了基于全数字病理切片（Whole Slide Imaging, WSI）的远程病理会诊的开展。远程会诊可大大提升基层医院病理诊断的质量和效率，有效缓解基层病理科的发展困境。然而，数字病理切片的数据量巨大，一张标准切片（15mm×15mm）以 40 倍物镜（即放大 400 倍）扫描，产生的图像可达数十亿像素，即使压缩后，单张数字切片也可达 2GB~3GB。利用传统的有线宽带或 4G 网络传输，非常耗时，极大地制约了远程病理会诊的发展。

术中快速冰冻病理诊断是临床医师在手术过程中决定进一步手术方案的重要手段，要求病理科在收到送检标本后，在 30 分钟之内出具冰冻诊断报告。因而对基层医院的样本取材能力、制片质量以及诊断水平，均有极高的要求。基于远程的术中快速冰冻诊断可以有效解决基层医院无法开展术中快速冰冻诊断的困境。

但是，这依赖于远程专家通过超高清的音视频系统与基层医生实时沟通互动，指导其取材、制片，同时也要求数字切片可以实时浏览，

极大地考验通讯网络的速度与可靠性。传统网络条件下，音视频通信往往会产生卡顿、延时等问题；同时数字切片上传花费时间较长，严重影响诊断速度。5G 网络的超高上下行带宽和超低延时，可以帮助远程专家准确高效的指导基层病理医生或技师进行精准的大体检查与取材，同时也可实现数字切片近乎实时的上传，将大大提升远程术中快速冰冻病理诊断的效率和质量。

近几年，病理人工智能得到快速发展。利用深度学习算法可实现自动检测数字切片中的病变区域，并给出定性或定量的评估结果，帮助病理医生作出快速、准确、重复性高的病理诊断。目前，由于数字切片巨大的数据量，上传需要花费大量时间，导致无法为医生提供实时的智能诊断反馈，制约了病理人工智能产品的使用场景，影响医生的使用感受。5G 技术可实现数字切片的“实时”上传，从而实现准实时的 AI 辅助诊断，这对提升人工智能产品的使用体验、促进病理人工智能的快速发展和应用，具有非常重要的意义。



图 4-15：远程病理会诊及远程冰冻取材场景示例

#### 4.1.9 未来诊室

由于基层医疗机构与三甲医院之间未建立便捷的统一技术平台，

群众在基层无法获得同质化、效率化的健康服务，影响了分级诊疗与筛查及健康管理工作的普及。

“未来诊室”平台是运用“便携设备、人工智能辅诊技术、医疗大数据和健康管理系统”的四位一体科技，并融合 5G+互联网技术，全方位赋能分级诊疗建设而成，主要服务基层医疗机构及医联体，利用“多场景多类型的医疗级智能便携设备、智能医疗辅助诊疗决策支持系统、业内一流的多病种多模态智能影像筛查产品及一站式健康管理系统”，全方位多层次提升基层医生健康管理服务能力与机构运营效率。

目前，复星未来诊室项目已在福建、重庆、云南等地的 34 个联合统筹单位加速落地，通过智能科技进行精准健康扶贫。在甘肃省东乡族自治县，由于当地专业医生资源不足，交通环境不便，16 个乡镇中很多村寨只能步行进入，村医基本公卫服务负担巨大。

据报道，“未来诊室”平台运营主体公司将“四位一体”科技全面落地，软硬结合地赋能健康管理服务，并为村医配备了“智能心电、掌上超声”等便携设备与智能问诊助手，AI 可随时随地提供 2000 余种常见病的规范诊疗建议，让群众在家门口就完成“日常健康体检”与“主动慢病监测”，个人体征数据利用移动网络实时上传健康管理系统，指导居民全周期健康管理。

针对“大病救治、重病保障”，未来诊室为基层机构配置了“智能工具+云平台”，利用多模态智能筛查工具补齐能力短板，推广“肺癌、肺结核、宫颈癌、冠心病、髌关节炎”等 10 多种大病早诊早治。异常

患者可借助 5G 网络用“云影像”连线上级专家给出精确诊断，通过“云转诊”绿色协作通道精准转出，同时上传健康档案。治疗后，档案随患者返回基层，家庭医生进行个性化康复管理。

通过“四位一体”科技系统真正地打通“健康档案、体检、筛查、转诊到慢病管理”全流程，并能够全方位“强壮”村医能力，落实公共卫生服务“常态化和长效化”。



图 4-16：未来诊室场景示例

#### 4.1.10 远程精准诊疗

远程筛查是针对肿瘤早诊早治需求，融合多模态人工智能技术与尖端医疗器械技术打造的一站式智能诊疗系统，运用云服务技术、5G 技术及多模态影像技术，打造“病灶筛查、精确诊断、微创治疗和随访管理”的一体化服务，实现“筛查诊断”与“介入诊疗”无缝衔接。远程筛查系统包括 AI 影像筛查软件、自动化机械臂控制支气管镜导航系统与智能显微镜 ROSE 诊断系统三大部分组成，辅助医生进行精准化、微创化、系统化和个性化的疾病诊疗。

我国每年恶性肿瘤医疗花费超过 2000 亿元，尤其肺癌发病率致死率连续 10 年位居榜首，2018 年每年新发肺癌约 78.7 万人，发病率 11.6%；因肺癌死亡约 63.1 万人，死亡率 18.4%。尽管 CT 筛查非常普及，在实际上多数机构非常缺乏完整的肺癌诊疗体系，患者仍无法第一时间获得连续诊疗。

随着 5G、人工智能及云服务等创新技术的深度应用，精准医疗进入了更加连续化、完整化、智能化的服务阶段，对我们肿瘤防治与治疗提供了全新的思路与技术支撑。5G 技术可以使得基层医生开展移动式的一站式诊疗服务，打破诊疗资源瓶颈与时空限制，大大提升了专家资源下沉的效率。

在二级医院或者三级医院，医生可以利用远程筛查系统在胸部 CT 影像上进行病灶预判与分析，并将病变信息利用 5G 网络直接上传三甲专家进行精确诊断，针对可疑病灶，专家可远程操控支气管镜导航系统，借助机械手在患者周围微小气道进行精准活检取样，通过智能显微镜 ROSE 诊断系统现场完成肺癌良恶性及分型的快速分析。

病理医生可借助 5G 专网远程对 AI 判读结果进行复核，指导是否当场切除病变区域。最后全程的诊断数据通过医疗信息系统联通至患者属地，指导病患康复管理，为患者提供个性化的监测与诊疗建议。

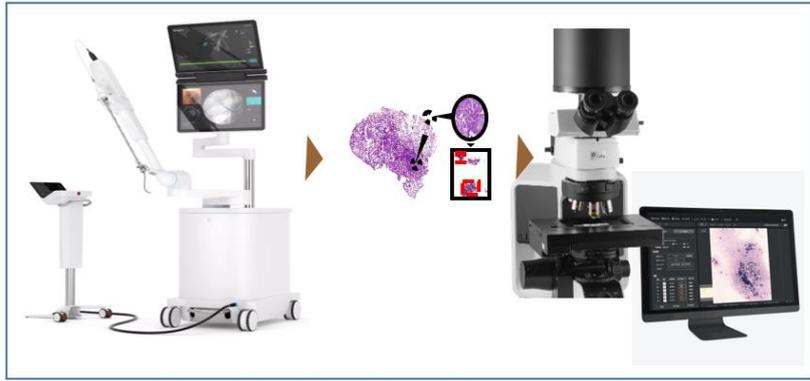


图 4-17：肺癌一站式远程智能诊疗系统

#### 4.1.11 5G 基因检测

基因检测行业是精准医疗的重要组成部分。基因检测在临床中的应用越来越广泛，覆盖生育健康、肿瘤和病原等领域，已在无创产前检测、遗传性出生缺陷和罕见病的婚孕前、产前及新生儿三级防控等临床应用上逐步普及。相比传统的检测方法，基因检测以其速度快、准确率高、成本低等优点给临床检测和诊断带来了深刻的影响。

由于基因检测产生数据量非常庞大，往往需要光纤专线或移动硬盘介质传输，这严重限制了基因数据传输、共享和利用。借助 5G 技术高带宽、低延时、广连接的特性，创新 5G+基因检测应用场景，使患者基因检测过程中，医生原先需要耗费数小时甚至数天下载 GB 级数据，缩短到 100 秒，大大促进基因诊断信息的高效传输和跨地域、跨机构信息共享，以及在基因检测、基因诊断、远程影像诊断和遗传性疾病大数据等方面的应用。

2019 年 7 月 17 日上午，中国福利会国际和平妇幼保健院启用 5G+ 出生缺陷及罕见病精准防控平台，通过从电信云中快速调出基因数据，帮助一对夫妇明确了自身遗传病致病基因携带情况，并为后续胎

儿的明确产前诊断提供了依据。本平台是由国际和平妇幼保健院联合中国电信、明码（上海）生物科技有限公司共同打造的基因诊断云服务平台。

医院通过基因数据的 5G 传输、云存储和计算，借助基因诊断云服务平台领先的数据库及分析工具，极大提高基因诊断的效率、准确性及临床应用的时效性，同时应用远程实时医学影像诊断、远程染色体分析、远程宫内治疗、远程手术、远程会诊等，并引入正在发展中的人工智能染色体分析技术等，为长三角各医联体医院乃至全国的医疗机构提供精准医学诊断服务。



图 4-18: 5G+基因检测场景示例（中国福利会国际和平妇幼保健院官网）

#### 4.1.12 5G 云胶片

云胶片即存储在云端的电子胶片，患者可以用短信链接或扫描二维码在验证身份后浏览和下载。云胶片通常包含各类检查报告、关键影像和全部 DICOM 原始影像。

云胶片是移动互联网时代的产物，过去做完放射影像检查，手上总会拿几张胶片；可是在移动互联网时代，胶片还以物理介质为载体已经过于繁琐，传统的拍片就诊流程，患者往往要在医院等待半个小时以上才能拿到胶片资料，漫长的等待局限了患者和医生之间的联系。

使用云胶片之后，医院转诊只需要发送云胶片生成的二维码并授权，专家在电脑、手机、ipad 等智能终端上就可以浏览患者的全部影像检查信息，并作出诊断和进一步的医疗建议。通过手机端口，患者也可以随时向医生或者上级医疗机构进行授权专家会诊。在 5G 技术的赋能下，云胶片将更加方便快捷。



图 4-19：5G 云胶片场景示例（上海申康医院发展中心）

#### 4.1.13 5G 手术器械消毒

医院的可复用手术器械消毒灭菌业务，传统上由医院内部的消毒供应中心来完成，院内消毒供应模式，除了外来器械商的沟通，基本不存在跨机构/单位的业务协同和数据交换，手术器械的回收、清洗/

消毒、灭菌、库存、发放、患者关联等工作，完全在一家医院内部完成，只涉及到医院内部科室之间的业务协调。但这种模式存在各医院消毒灭菌质量差异大、医院设备设施重复建设、处理成本高、部分操作不规范等问题，难以达到规范化消毒和全流程追溯的要求。

因此，国家积极鼓励发展区域化医疗消毒灭菌中心，将各医院的手术器械集中处理，具有专业化、规模化、成本低、质量有保证等优势，采用基于标识的手术器械包全流程追溯，跨机构协同，产能整合、智能产能分配，实现区域医疗器械消毒灭菌规范化和集约化的要求。



图 4-20：手术器械消毒场景示例

手术器械区域化消毒供应模式带来一个新问题，就是需要在区域化工厂和医院之间进行频繁的数据交互，交流的数据内容至少包括：

- (1) 手术后，医院各科室向工厂提交需要消毒灭菌的手术器械电子订单数据；
- (2) 消毒灭菌完成后，工厂将手术器械包发送回医院各科室，各科室电子签收的数据；
- (3) 根据行业规范要求，工厂应建立无菌物品的清洗、消毒、灭菌操作的过程记录，应留存清洗消毒器和灭菌器的运行参数记，应记录清洗机、灭菌器的运行情况，包括日期、设备编号、批次号、装载

物品、设备运行程序、操作人员、灭菌监测结果等,并存档。其中清洗消毒记录应保存大于 6 个月,灭菌记录和监测记录应大于 3 年。

医院需要随时可以查询到手术包在工厂进行清洗消毒、灭菌过程中的各类参数和指标,以验证手术器械消毒灭菌是否符合质量标准,这些参数和指标包括大量图形文件;

(4) 如果医院某手术患者出现感染情况,就需要通过系统查询该患者使用的手术器械在工厂的消毒灭菌参数是否合格,如果不合格,那么还需要查询出该包手术器械同一锅次其他手术包的信息,并确定这些手术包用到了哪些患者身上,这就是手术器械包的质量追溯和反向追溯。

除了工厂和医院之间的数据交互,更多业务相关方会陆续加入,如外来器械商、手术器械租赁商、手术器械生产商、卫生监督管理部门等。

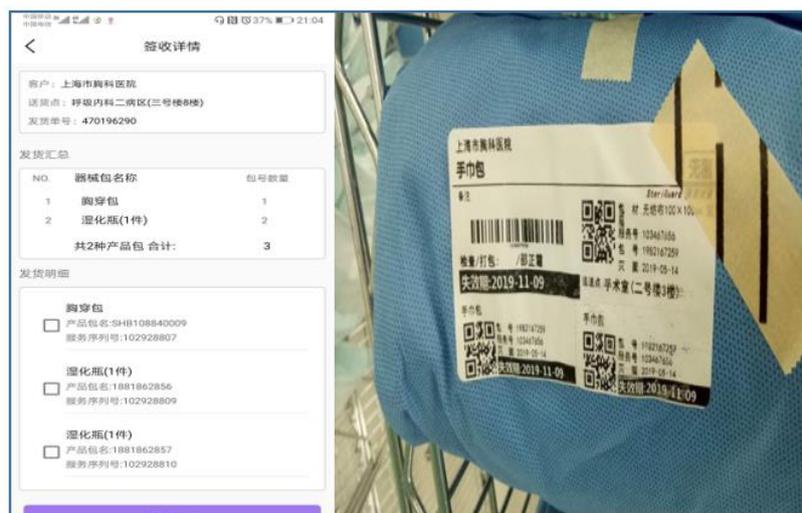


图 4-21: 工业化无菌消毒设备全程可追溯

现有的宽带和 4G 网络,可以实现数据的传输和交互,但存在实时性差,数据延迟和卡顿等现象;工厂本地端和 SAAS 服务平台之间的

数据应实先实时交互，实际上会存在非常明显的延迟，医院通过 SAAS 服务平台查询手术包消毒灭菌数据和参数曲线信息，也经常会有较长时间的延迟，直接影响到工厂的处理速度和效率，以及医院服务效率。

5G 通讯网络技术的应用，一方面将大大提升网络传输速度，解决目前数据传输的延迟和卡顿现象，另一方面，区域化消毒供应中心（工厂）内部的生产、工厂与医院间的业务协同，也将向智能化、万物互联方向发展，手术器械、手术器械包的智能识别，生产区域各类参数的智能获取，以及所有设备设施的智能化管理，都将依托 5G 网络技术的支撑。

#### **4.1.14 5G 传染病防治**

对重大疾病尤其是传染病（如结核、艾滋病、SARS 等）的预防、监控和治疗一直是公共卫生领域非常重要的内容。健康中国行动将传染病及地方病防控行动纳入 15 项重大行动之中。

传染病的防控需要在全国布设哨点，还需要建立一些新发的、不明原因的传染病的档案，所以需要疾病进行早期发现和检测。在 5G 技术条件下，全国各地的哨点可以迅速地将大量的数据传输到国家的重点实验室和研究中心，通过对大数据的分析可以进行传染病的实时预测和反馈，因此 5G 的发展将大大改进传染病防控体系的建设。



图 4-22: 5G+传染病防治平台场景案例



## 4.2.2 移动医护

移动医护将医生和护士的诊疗护理服务延伸至患者床边。在日常查房护理的基础上,医护人员通过 5G 网络可以实现影像数据和体征数据的移动化采集和高速传输、移动高清会诊,解决 WiFi 网络安全性差的问题,提高查房和护理服务的质量和效率。

此外,在放射科病房、传染病房等特殊病房,医护人员还可以控制医疗辅助机器人移动到指定病床,在保护医务人员安全的前提下,完成远程护理服务。



图 4-24: 移动医护场景案例

## 4.2.3 智慧院区

智慧院区是以智慧医疗为基础的,智慧医疗通过打造健康档案区域医疗信息平台,利用最先进的物联网技术,实现患者与医务人员、医疗机构、医疗设备之间的互动,逐步达到信息化。

其中患者体征实时监测、院内人员安全管理、医疗设备全生命周期管理是智慧医院建设中的共同诉求。利用 5G 海量连接的特性,构建院内医疗物联网,将医院海量医疗设备和非医疗类资产有机连接,能够实现医院资产管理、院内急救调度、医务人员管理、设备状

态管理、门禁安防、患者体征实时监测、院内导航等服务，提升医院管理效率和患者就医体验。

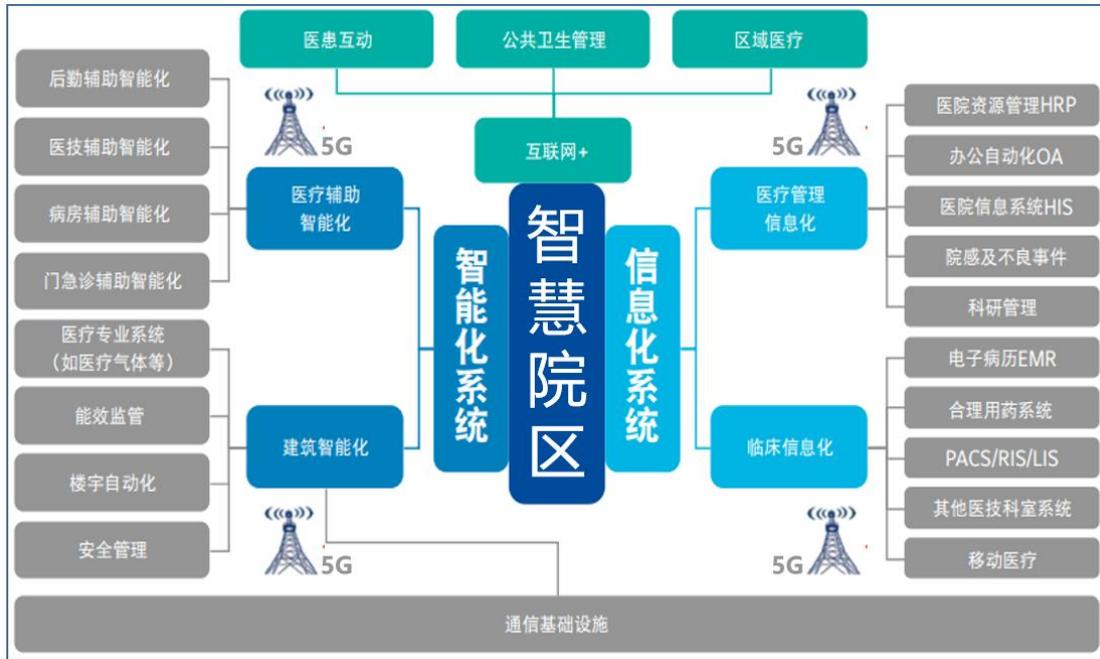


图 4-25: 智慧院区管理系统图

#### 4.2.4 AI 在线诊疗

传统的医疗体系中，我们只能通过医生的肉眼去看 X 光、CT、超声、MR 等等的影像，才能给患者给出诊断结论，需要耗费大量的时间和精力。而人工智能辅助诊疗系统简化甚至完全取代医生阅片这一过程，直接将患者的影像数据交给 AI 系统，由 AI 系统给出诊断结论。在 5G 的赋能下，AI 辅助诊疗系统的诊断效率和准确度会进一步提升。

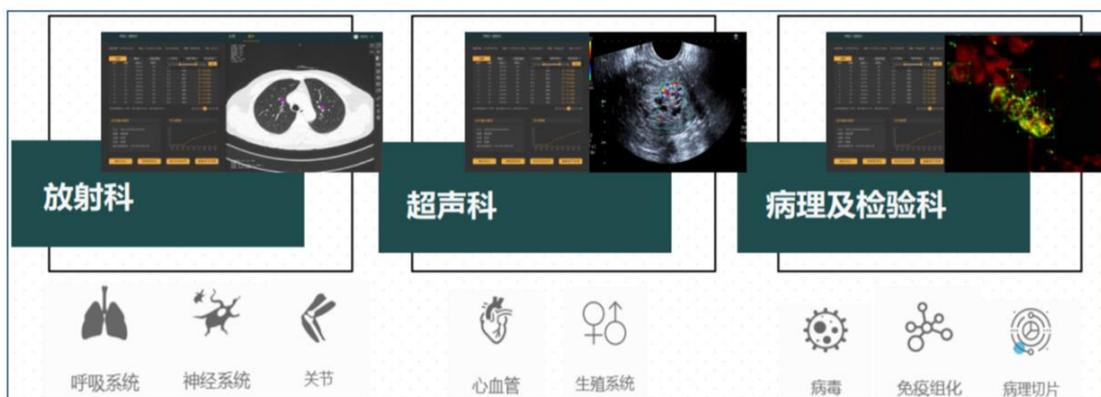


图 4-26: AI 在线诊疗场景示例

表 4-2: AI 读片与人工读片的区别

项目	人工读片	AI 读片
客观性	客观性弱	客观性强
记忆能力	容易遗忘知识	无遗忘
建模条件	少量信息即可建模	需要较多信息才可建模
信息利用程度	较低	较高
重复性	较低	较高
定量分析难度	较难	相对容易
知识经验传承难度	较难	容易
效益性	耗时，成本高	快捷，低成本

#### 4.2.5 医疗物流机器人

随着 5G 时代的来临，智能物流将成为 5G 率先覆盖的商业场景之一。物流机器人借助最高上行可达 100Mbps 高宽带 5G 网络，能实时传送机器人周边环境高清图像到服务器，运用深度学习算法进行障碍物识别和跟踪，指引机器人在医院复杂环境中顺利行进。

同时，5G 通信使云服务器和机器人之间的通信更加及时更加稳定，确保医院内多台机器人编队运行更加安全，提升效率 20%，相对于 WIFI 网络，5G 通信的安全性大幅提升，可有效阻止黑客入侵，这

对安全性要求极高的医院环境，价值巨大。

医疗物流机器人是无人驾驶技术在医院的应用，它利用机器视觉技术感知周边物理世界，再对地图进行三维重建，最后对重建的地图进行路径规划，从而无需轨道行驶进行无迹导航。物流机器人是目前医院提升医院管理、支持医院创新的一个重要方向。

结合 5G 技术特点，使得物流机器人具备多机器人调度、虚拟交通管制、全天候工作、自动装卸、灵活绕障以及可上下电梯等功能，能够将医院的脏活累活交给机器人，让医护人员每月少跑 300km，提升医护效率。同时物流机器人能够降低科室库存储备，及时、可靠、高频的配送；实现药品物联网永久在线，360°行车记录跟踪，让物资闭环监控。

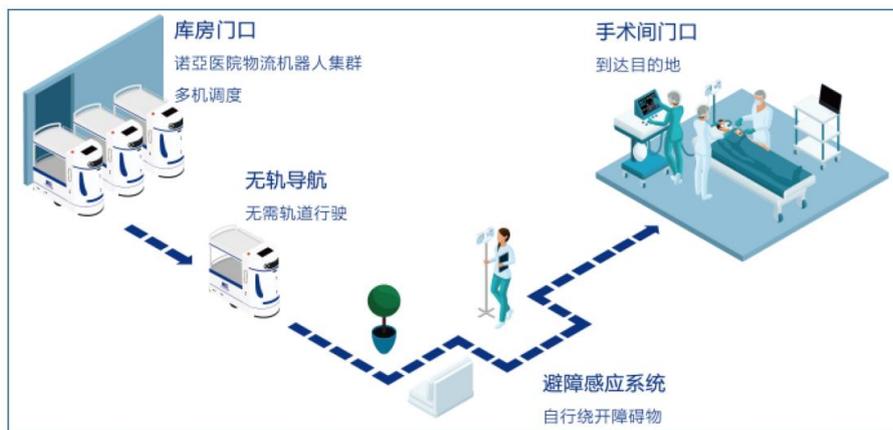


图 4-27：5G 医疗物流机器人应用示例

#### 4.2.6 5G 云护理

移动医疗的建设目标是以一种合理的方式、可以接受的成本来解决当前医疗领域面临的一些问题、优化医疗业务流程、提升医疗服务质量、提高医疗安全。针对护理人员日常工作中可能出现的主要问题，

如护理人员日常工作繁琐、易出错、重复工作过多，护理管理人员对护理人员的护理工作的质量检查不方便、不能及时跟进等，云护理系统利用移动计算、智能识别、数据融合等技术，为医院临床护理提供便捷高效的移动工作平台，帮助医院优化护理流程、实现闭环管理，提高护理质量和医院运行管理效率。

云护理系统是以 5G 网络为数据交互载体，以医用 PDA 或智能手机为终端载体，以移动护理软件为业务载体，将医院 HIS 系统整合延伸到移动终端，打造一个整体、实时、高效、动态、安全的移动智能化护理工作云平台，充分利用 HIS 的数据资源，以适当的成本实现了 HIS 向病房的扩展和延伸，极大地推动了医院的信息化建设，为病人和医护人员提供了更友好和实用的服务，最终保证了在正确的时间、地点为正确的护理人员提供正确病人的正确信息。

云护理系统将医院各种信息管理系统通过 5G 网络与移动终端连接，实现护理人员在病床边实时查询病人基本信息、采集病人体征信息、执行病人医嘱等功能，可快速检索病人的护理、医嘱信息、检查、化验等临床信息。此外，还将二维条码标识技术应用于病人腕带，通过移动终端附加的条码识别功能扫描腕带信息，准确地完成出入院、临床治疗、检查、手术、急救等不同情况下的病人识别，全面支持护士移动护理作业。

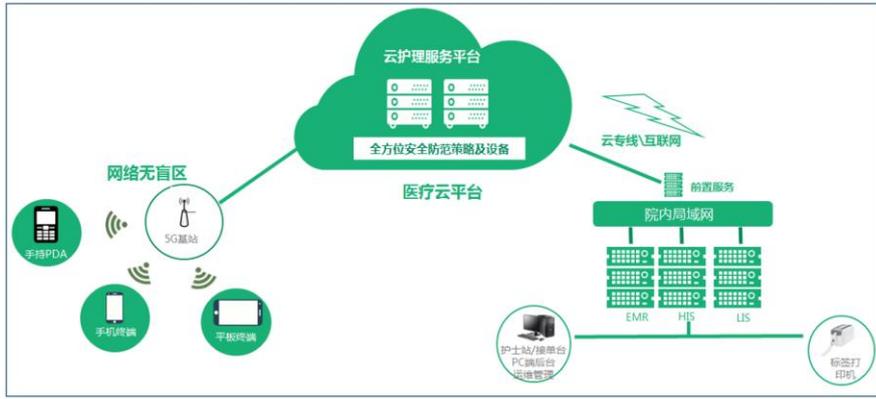


图 4-28：云护理产品部署架构



图 4-29：云护理产品应用场景：医嘱闭环执行

## 第五章 5G+智慧医疗发展建议

### 5.1 网络建设布局建议

5G+智慧医疗网络建设布局重点在于 5G 医疗专网的建设，我们基于以上研究分析，从医疗专网架构的四个层面（终端层、网络层、平台层、应用层）对网络建设提出建议。

#### 5.1.1 终端层布局建议

对于终端层而言，手持终端，远程会诊视频终端、视频采集终端、可穿戴设备等智能终端等可以通过集成 5G 通用模组的方式，使得医疗终端具备连接 5G 网络的能力。

借助 5G 医疗专网，将院内的检验、检查设备以及移动医护工作站进行一体化集成，实现移动化无线进行检验检查，对患者生命体征进行实时、连续和长时间的监测，并将获取的生命体征数据和危急报警信息以 5G 传送给医护人员，使医护人员实时获悉患者当前状态，做出及时的病情判断和处理。

传统医疗设备设计复杂精密，例如大型医疗器械、医疗机器人等设备。对于此类医疗终端设备，难以通过设备改造直接集成 5G 通用模组，可通过网口连接医疗 DTU 或者通过 USB Dongle 连接 5G 网络。

基于 5G 网络切片技术，为传输流量承压的医疗检测和护理设备开设专网支撑，保障传输稳定顺畅，由此可以远程使用大量的医疗传

感器终端和视频相关设备，做到实时感知、测量、捕获和传递患者信息，实现全方位感知病人，并且智能医疗终端打破时间、空间限制，实现对病情信息的连续和准确监测，为远程监护的广泛复制推广打开技术瓶颈。

### 5.1.2 网络层布局建议

对于网络层而言，5G 网络具备高速率、低时延、大连接三大特性。

高速率的特性可应用的场景主要有 5G 急救车，给急救车提供广域连续覆盖，实现患者“上车即入院”的愿景，通过 5G 网络高清视频回传现场的情况，同时将病患体征以及病情等大量生命信息实时回传到后台指挥中心；还可以完成病患以及老人的可穿戴设备数据收集，实现对用户的体征数据做 7\*24 小时的实时检测；

低时延的特性主要应用在院内的无线监护，远程检测应用，远程手术等场景，其中无线监护通过统一收集大量病患者的生命体征信息，并在后台进行统一的监控管理，大大提升了现有的 ICU 病房的医护人员的效率。远程 B 超，远程手术之类对于检测技术有较高要求，需要实时反馈，消除现有远程检测的医生和患者之间的物理距离，实现千里之外的实时检测及手术。

大连接特性的应用场景主要集中在院内，现有的医院有上千种医疗器械设备，对于医疗设备的管理监控有迫切需求，未来通过 5G 的统一接入方式，可实现现有的医疗器械的统一管理，同时实现所有的设备数据联网。

整个医疗专网在建设过程中，要充分考虑到不同场景要求的清晰度、网络速率、时延以及抖动等要点，基于场景需求合理设计专网线路，满足各类不同场景的网络要求。

表 5-1：各类实时远程协作业务对网络质量的最低要求

典型应用	清晰度	网络速率	网络时延	端到端时延	抖动
远程会诊	1080P	上下行 10Mbps	≤100ms	≤500ms	≤30ms
远程心电诊断	1080P	上下行 10Mbps	≤100ms	≤500ms	≤30ms
远程影像	1080P/4K	上下行 100Mbps	≤100ms	≤500ms	≤30ms
远程病理诊断	1080P/4K	上下行 100Mbps	≤100ms	≤500ms	≤30ms
远程监护	1080P/4K	上下行 20Mbps	≤100ms	≤500ms	≤30ms
远程手术	1080P/4K	上下行 100Mbps	≤50ms	≤300ms	≤30ms
非实时业务	720P	上下行 10Mbps	≤500ms	≤2s	≤30ms

### 5.1.3 平台层布局建议

对于平台层的发展而言，未来云计算、MEC、大数据、人工智能、区块链等技术推动医疗信息化及远程医疗平台改造升级。利用5G的MEC能力，满足人们对未来医疗的新需求，如实时计算且低时延的医疗边缘云服务、移动急救车、AI辅助诊疗、虚拟现实教学、影像设备赋能等高价值应用场景。

同时，鉴于移动医疗发展的迫切性和重要性，在业务应用方面，新技术、新能力要支持各类疾病的建模预测；要实现医学造影的病灶识别和分类；基于移动终端和可穿戴等设备，能够满足居民日常健康管理和慢病康复治疗的需要，支撑居民开展自我健康管理；支持基于AI的智能分诊，诊断辅助和电子病历书写等功能；支持基于传感网络的物联网应用架构；支持各类医疗终端设备的数据采集和利用；支持MapReduce、Spark、Tez等大数据分布式计算框架，其中区块链技术作为底层数据，可以对底层数据进行加密，实现了医疗病患隐私数据的安全可靠传输。

具备多种算法库，具备大数据存储访问及分布式计算任务调度等功能，因此大量的业务在临床医学中开始探索和实践，为患者提供以数字化为特征的、智能化与个性化相结合的诊疗服务，涉及预防、诊断、治疗和护理整个健康管理的全过程。

#### **5.1.4 应用层布局建议**

应用层三大发展方向：面向医务人员的“智慧医疗”、面向患者的“智慧服务”和面向医院管理的“智慧管理”三大应用场景的终端布局。

面向医务人员的“智慧医疗”。要以电子病历为核心的信息化建设，要建立真正意义上的电-子病历，医生录入的电子病历和影响、检验等其他的系统实现互联互通。

面向患者的“智慧服务”。如自助挂号一体机、自助缴费机，包括手机结算，预约挂号、预约诊疗、信息的提醒，包括衍生出来的一些

服务，比如停车信息的推送、提醒，让患者感受更加方便、舒适和快捷。

面向医院的“智慧管理”。整合 HIS 系统、财务系统、结算系统物资管理系统，还包括医院后勤管理系统，这一大领域就是实现医院精细化信息化管理最重要的部分。

## 5.2 产业链布局建议

互联网、人工智能和 5G 技术的飞速发展，快速推动以患者为中心的医疗数据网络快速形成，推动医疗行业真正进入智慧医疗时代，智慧医疗随着互联网特别是移动互联网的发展迎来爆发。

在国家政策、技术的共同驱动下，基于全民健康信息化和健康医疗大数据的智慧医疗体系正在形成，开始形成跨空间、跨部门的医疗体系融合应用雏形。区域内，形成了智慧医院系统、区域卫生系统、家庭健康系统和个人健康系统为一体的智慧医疗系统。

区域之间，医疗机构跨地区合作，以数据共享为基础的医联体正快速形成，在区域卫生系统统一数据标准的基础上，形成地区医联体有效地解决地区医疗需求、资源流通性问题。

对于医疗企业的分布，在中国 2751 家智慧医疗企业中，北京、广东、上海、江苏、浙江五大产业集聚区已经形成。以智能硬件（智能温度计、智能血压计、智能胎心仪、智能血糖仪等）、远程医疗（跨地区、跨医院远程医疗协作协同）、移动医疗（预约挂号、问诊、患者社区、医药电商、互联网医院等）、医疗信息化（HIS、PACS、

MIS、电子病历、转诊平台等)为核心的产业集群也基本形成,这些都是未来的产业布局方向。

国内外科技巨头均重视智慧医疗的布局与应用。IBM 在 2006 年启动 Watson 项目,于 2014 年投资 10 亿美元成立 Watson 事业集团。Watson 是一个通过人工智能技术,从非结构化数据中洞察数据规律的技术平台。目前该系统已应用于肿瘤、心血管疾病、糖尿病等领域的诊断和治疗,并于 2016 年进入中国市场,在国内众多医院进行了推广。

阿里健康以云平台为依托,结合机器学习平台 PAI2.0 构建了坚实而完善的基础技术支撑。阿里健康与浙江大学医学院附属第一医院、浙江大学第二附属医院等医院、上海交通大学医学院附属新华医院以及第三方医学影像中心建立了合作伙伴关系,重点打造医学影像智能诊断平台,提供三维影像重建、远程智能诊断等服务。

腾讯在 2016 年建立了人工智能实验室 AI lab,专注于 AI 技术的基础研究和应用探索,建立人工智能的内核模型,并对健康风险进行预警、进行精准诊疗和个性化医疗。在产品研发方面,腾讯在 2017 年 8 月推出了自己首个应用在医学领域的 AI 产品腾讯觅影。把图像识别、深度学习等领先的技术与医学跨界融合,可以辅助医生对食管癌进行筛查,有效提高筛查准确度,促进准确治疗。除了食管癌,也将支持早期肺癌、糖尿病性视网膜病变、乳腺癌等病种的早期筛查。

巨头的不断涌入、资本市场快速布局、政策推动以及政府医疗数据不断开放,加上 5G 和人工智能技术,智慧医疗的全面感时代已

经来临。智慧医疗正联通医疗各个环节，随之而来的是海量数据的急速增加。IDC Digital 预测截至 2020 年医疗数据量将达 40 万亿 GB，是 2010 年的 30 倍。同时数据生成和共享的速度迅速增加，导致数据加速积累。通过高端物联网、传统和移动互联网+、大数据、云计算及人工智能技术，基于健康档案区域医疗信息平台，有效实现以患者为中心，患者、医务人员、医疗机构、医疗设备四方联动跨地区的医疗服务模式已经形成。

### 5.3 技术研究和创新示范

今年 3 月，市人民医院和中国移动通信集团有限公司、华为技术有限公司签署《5G 智慧医疗的战略合作协议》。根据协议，三方将组建 5G 联合团队，在远程医疗影像、远程医疗，医疗数字化服务提升及大数据等四个方向，利用新一代 5G 网络的传输特性，让患者将更方便、更快捷地享受到医院的优质服务。

为加快构建体系化、机制化的智慧医疗创新产品示范推广体系，通过区域综合示范和三甲医院示范，推动建立覆盖三甲医院和基层医疗机构的跨地区示范网，促进智慧医疗更为有效地为我国医疗卫生事业服务，我们应该从产业示范和区域示范两个层面推动智慧医疗的发展。

一、是在全国不同区域范围内建立智慧医疗创新产品的应用示范中心。系统开展创新产品的测评评价和示范应用研究，提高性能和用户认可度，打造一批智慧医疗创新产品优秀品牌。

二、是全面开展智慧医疗区域应用示范。遴选一批基础较好的地区,开展区域示范应用,结合区域常见多发病分级分层诊疗体系建设,重点推进国产诊疗装备在基层的普及化推广与应用,形成规模化示范效应,改善我国医疗服务体系的公平性、可及性、同质性。

## 5.4 产业政策引导与鼓励

智慧医疗是智慧城市战略规划中一项重要的民生领域应用,也是民生经济带动下的产业升级和经济增长点,其建设应用是大势所趋。近几年,国家政府各部门积极推动政策,推动智慧医疗的发展。

未来几年将是中国智慧医疗建设飞速发展的时期,在新医改方案的指导下,国家将会加大智慧医疗建设方面的投入,将会有更多的医疗机构参与到信息化和智能化建设中,一些信息化智能化建设较好的医疗机构也将致力于建设更为先进的医院管理系统,提升自身竞争力,给广大居民带来更好的医疗体验。

根据对智慧医疗产业的整体发展研究,就如何发展我国智慧医疗产业提出我们的建议:

(1) 加大资金和人才发展政策的引导力度。智慧医疗的发展需要大量的资金支持,医疗行业的研究和发展所消耗的资金始终位居前列,高比率高额度研发投入的直接效果是产品换代周期缩短,创新产品竞争力更强,上市速度更快。政府及有关部门应设立多种类型的科研或开发资助项目,增强对医疗器械相关课题的支持力度。同时要加大人才培养和引进力度,奖励优秀科技人员;

**(2) 搭建产业研究发展平台，研究智慧医疗发展过程中的重大问题。**智慧医疗是一个多学科交叉、知识密集、技术密集、资金密集、需要顶层设计的行业。在智慧医疗行业发展的总体过程中，存在很多问题需要研究和协调，因此成立智慧医疗产业研究发展平台是发展智慧医疗行业的重中之重；

**(3) 优先建立和健全相关产业政策，保障行业健康发展。**在智慧医疗领域有很多新兴产业，如 AI 辅助诊疗，目前国内尚无完善的产品上市准则，导致行业发展受阻，优先建立和健全这类产业的政策对于智慧医疗行业的发展至关重要，政府与有关部门应该将其放到更为重要的位置，推动产业快速发展；

**(4) 建设智慧医疗产业检测和测评平台。**智慧医疗领域有很多新兴产业产品，成立智慧医疗测评中心，形成相关新兴产品的测评规范体系，为后续的产业政策制定提供理论依据，为产品标准化和行业标准的制定奠定物质基础。

## 第六章 总结与展望

### 6.1 总结

5G 技术与智慧医疗的融合将提供更高效、便捷的医疗服务。对患者来说，智慧医疗带来了贯穿诊疗全过程的就诊服务，从前期的在线咨询、预约挂号到治疗时的诊间付费、实时诊疗查询再到之后的诊后保健、健康指导等，减少了不必要的就诊和等候时间，提高了基本健康素养，改善了病人就医环境，得到了更高效的就诊体验。

对于医护人员而言，智慧医疗是医疗卫生领域信息化建设的更高阶段，是更广泛的医疗信息化和基于生命全过程的信息化，通过物联网、云计算等技术，在线诊答、电子病历、远程医疗等手段，在更高阶段的信息化建设中，做到病情早知道、早诊断，对住院病人实时、动态监护，提高突发情况的应急处理能力等，提供更便捷、优质的服务。

5G 技术与智慧医疗的融合提供更公平、开放的医疗资源供给。医疗资源的有限性和医疗服务需要求的无限性是长期客观存在的问题，而有限医疗资源的合理化给予一直是医疗改革的重点，医疗资源的严重偏向性在一定程度上加剧了其公平性供给，造成了看病难、看病贵等问题。

智慧医疗的新服务模式，强调病人、医务工作者和医疗机构之间

的互联互通，使得更多基层病人能就近跨地域享受更优质服务，医务人员能够在分级诊疗的基础上进一步加强区域医疗联系与互动，加强和病人之间的交流，通过远程医疗、在线问答等形式扩大优质医疗资源的辐射范围，促进医疗资源、服务均等化。

5G 技术与智慧医疗的融合将提供更高效、低失误的医疗保障。医疗以治病救人为基础，病人就医的目的为改善健康，医者治病为救助病人，智慧医疗能提供更高效、低失误的医疗保障。基于电子健康档案、RFID 技术等实现对病人的个性化管理，点对点了解病人既往史、过敏史、忌用药等事项；基于物联网、信息系统等技术，实现对部门、医疗器械等的信息化管理，提高部门协作效率，精准管理手术包、尖锐医器、医疗垃圾等，最大限度降低医疗事故发生可能性，实现安全、可靠就医。

5G+智慧医疗带来了更高效的就诊体验、更便捷的医疗服务，更公平、开放的医疗资源供给，并满足了更高效、更低失误的发展需求，符合医疗改革的发展需要，需要不断开拓创新。

## 6.2 展望

迈入 5G 时代，智慧医疗建设进入社会医疗卫生事业发展的新阶段，是医疗建设的一项大工程，其合理、有序地建设与发展，能够提供更高效、便捷的医疗服务，提供更公平、开放的医疗资源供给，保证更高效、低失误的医疗保障。

但在其建设过程中，结合 5G 网络通信技术，在大数据背景下，

怎样从海量医疗数据中快速获取和传递有价值信息，怎样在智慧医疗建设下深化改革医疗的问题，切实解决“看病难、看病贵”等问题，切实提高医疗服务水平、医疗资源利用率、公平性，需要政府、医疗机构、医务人员、医疗用户等多方面需要我们全员的思考和参与。

基于以上研究，我们对 5G 与智慧医疗融合后的发展趋势做出 5 大展望。

#### **趋势一：诊断和治疗将突破地域的限制；**

患者的医疗服务和健康管理会更多地迁移到线上或向“O2O”模式转变，患者将享受到无边界的医疗协同服务。如远程手术，医生通过 5G 网络传输的实时信息，结合 VR 和触觉感知系统，远程操作医疗机器人，实现远程手术。

#### **趋势二：健康信息将实现跨区域跨机构安全互联互通；**

在 5G 医疗专网的情景下，不论病人身在何处，被授权的医生都可以透过一体化的系统浏览病人的就诊历史、过去的诊疗记录以及保险细节等状况，使病人在任何地方都可以得到一致的护理服务。

#### **趋势三：人工智能智慧赋能，将助推医疗“高效精准”发展；**

在 5G 网络下，人工智能对于医疗健康领域中的应用会更加广泛，应用场景分成了语音识别、医学影像、药物挖掘、生物技术、急救室管理、医院管理、健康管理、可穿戴设备、风险管理和病理学等十几个领域。比如，AI 药物挖掘大幅降低了药物研发的周期，AI 医学影像大大减轻了医生大量的繁重阅片工作。

#### **趋势四：5G+物联网，万物互联，疾病治疗走向健康管理；**

5G 的低时延高可靠的特点能更好地支持连续监测和感官处理装置，支持医疗物联网设备在后台进行不间断而强有力的运行，收集患者实时数据。而数据正成为新型的医疗资本，基于此医院可以向健康管理服务转型，提供不同的远程服务，例如：日常健康监控，达到预防疾病和减少医疗支出的目的；初步诊断，从而减少门诊次数；居家康复监测，从而减少医疗资源占用。

**趋势五：传统医院将变成有思维、能感知、可执行的智慧医院。**

5G 网络场景下，信息化 IT 系统为智慧医院提供决策性“思维”，同时借助物联网等“感知”技术实现物与物、物与人、人与人的联结，并最终借助自动化和智能化技术完成“执行”，是未来智慧医院发展的趋势。