



中南大學湘雅醫院
XIANGYA HOSPITAL CENTRAL SOUTH UNIVERSITY

CAICT
中国信通院



2020 医疗健康物联网 技术与应用研究报告

2020年11月

前 言

医疗健康物联网是物联网技术在医疗行业的一个重要应用领域。随着物联网技术的普及以及与 5G、云计算、大数据、RFID、BLE 等技术的充分融合与应用，医疗物联网越来越呈现出强大的影响力与生产力，其对推进深化医药卫生体制改革、加快“健康中国”建设和推动医疗健康产业发展，起到重要的支撑作用。

当前我国医疗健康物联网已经在部分医院和医养中心等区域投入使用，并探索出三大应用领域，智慧医院服务、居家健康服务和公共卫生服务，覆盖医疗耗材管理、药品追溯、重症监护、智慧病房、院内外协同急救、健康管理等多个应用，有效提高了诊疗效率和患者体验，但在医疗水平落后的地区，物联网医疗的使用率仍然不高，有赖于顶层架构、系统设计和落地模式的不断完善。

为满足医疗健康物联网在新时期的要求，中南大学湘雅医院联手中国信息通信研究院共同研究编制《医疗健康物联网白皮书》，本白皮书梳理了医疗健康物联网的体系架构、产

业价值、国内外的政策现状、产业分析、技术发展和应用趋势，分析了医疗健康物联网的应用现状，并对未来的发展提供了建议，与业内同仁分享我们对医疗健康物联网的经验与思考。

目录

一、医疗健康物联网概述	6
1.1 医疗健康物联网概念	6
1.2 医疗健康物联网体系架构	8
1.3 医疗健康物联网产业价值	11
二、医疗健康物联网发展趋势	13
2.1 政策现状及趋势分析	13
2.2 产业现状及趋势分析	32
2.3 技术现状及趋势分析	41
2.4 应用现状及趋势分析	49
三、医疗健康物联网典型应用	58
3.1 智慧医院服务	58
3.2 居家健康服务	77
3.3 公共卫生服务	85
四、医疗健康物联网发展建议与展望	92
4.1 统筹医疗健康物联网顶层设计，完善产业发展宏观蓝图	92
4.2 加强医疗健康物联网技术研发，推动技术自主创新突破	93
4.3 加快医疗健康物联网标准研制，实现行业规范快速发展	94
4.4 推进医疗健康物联网应用示范，促进行业规模深度应用	96
4.5 提升医疗健康物联网安全保障，健全产业安全体系建设	97
4.6 完善医疗健康物联网公共体系，夯实产业持续发展基础	98
参考目录	100

图例目录

图 1 医疗健康物联网核心理念	7
图 2 ITU-T Y.2060-2012 物联网架构图	8
图 3 医疗健康物联网技术架构	9
图 4 全球医疗健康物联网设备部署量	33
图 5 欧洲医疗健康物联网单元部署量	34
图 6 全球医疗健康物联网市场规模分布	35
图 7 全球医疗健康物联网细分市场规模	36
图 8 我国医疗物联网市场规模	37
图 9 我国医疗健康物联网企业地区分布	38
图 10 我国医疗用户选择的云计算形态	40
图 11 我国医疗健康物联网应用场景企业数量分布	41
图 12 医疗物联网细分市场规模	42
图 13 美国可穿戴设备市场规模	44
图 14 IDC 中国趋势论坛演讲报告	47
图 15 国内物资系统和供应链协同	60
图 16 医疗设备管理流程	61
图 17 高值耗材全流程闭环追溯管理流程	63
图 18 资源计划流程图	64
图 19 药品供应、管理和配送流程	65
图 20 智能药柜工作流程	66
图 21 医疗废物管理流程	68
图 22 医疗废物管理平台	69
图 23 压力感应式输液报警系统示意图	70
图 24 智能输液系统演示图	71
图 25 床旁智能交互系统	73
图 26 中科华宇智慧手术室示意图	75
图 27 北京和正医联危象报警流程优化对比示意图	77
图 28 北京和正医联危象报警使用情况示意图	77
图 27 掌上心电智能心电监护示意图	80
图 28 葡萄糖监测原理	83
图 29 混合式闭环胰岛素输注系统 MiniMed 670G 示意图	85
图 30 热成像系统效果图	87
图 31 冷链疫苗流程图	88
图 32 院内冷链温度监控示意图	89

表目录

表 1 医疗健康物联网场景细分市场划分	36
---------------------------	----

一、医疗健康物联网概述

1.1 医疗健康物联网概念

物联网是一个基于传统电信网和互联网的信息承载体，它能让所有能够被独立寻址的普通物理对象形成互联互通的网络，而且物联网在全球有统一的标准和技术，适合全面覆盖和规模应用，其与云计算、大数据等新兴技术的紧密结合，解决了技术、网络、应用、产业的碎片化等诸多问题。

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、患者以及医疗器械、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信息化，提高服务效率，以患者为中心，实现医疗健康服务智能化。医疗健康物联网的过程已贯彻到全人、全方位以及全过程管理，其核心理念可以总结为以下三个方面：

1、“物”即医疗对象，包括患者、医生、护士、医疗器械及医疗信息等。

2、“联”即流程交互引擎，包括医疗信息集成平台、物联网中间件、信息采集传感器、自动化 workflow 引擎、管理和监控平台以及信息处理平台等。

3、“网”即标准化医疗流程，包括护理流程、检验流程、诊断流程、追溯流程以及质控和管理流程等。

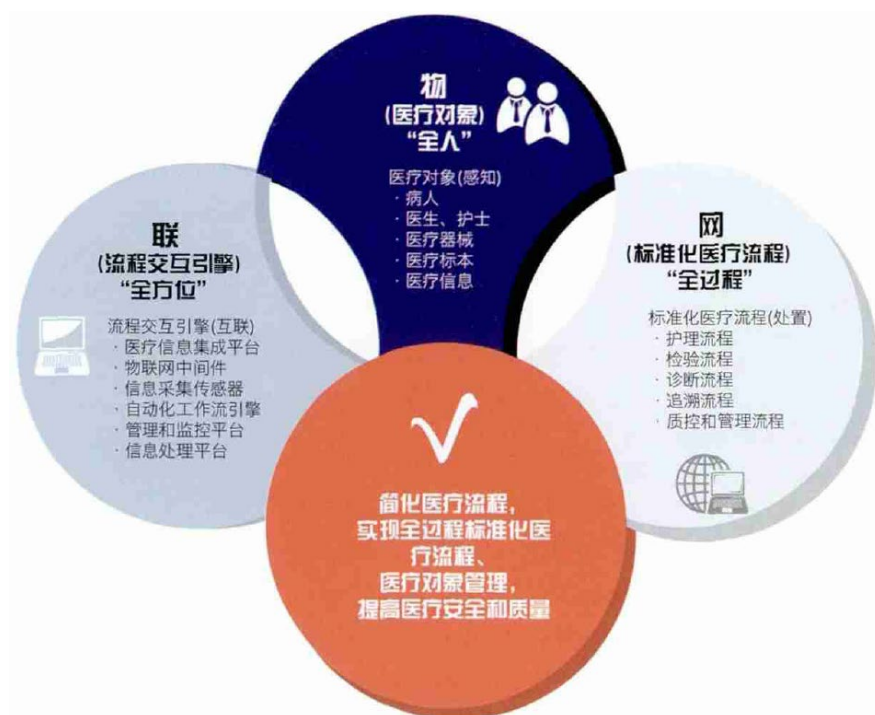


图 1 医疗健康物联网核心理念

将物联网技术融合应用于健康服务、医疗卫生、养老供给等医疗健康领域各个环节，覆盖从家庭社区到医院，从疾病诊疗到健康管理等医疗健康服务的各个方面，实现对医疗对象、医疗健康信息和公共卫生安全的智能化感知、监控、决策和管理，提高健康干预与管理能力，提升医疗服务和管理质量，持续改善健康水平，提供更全面的支撑，进而推动实现全人群、全生命周期健康管理。

医疗健康物联网应用场景包括医院、家庭和公共卫生，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至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。
- 医疗健康物联网在家庭场景下的应用包括远程生理指标监控、远程健康评估和干预、院外恢复监护、个人健康管理、老年病监护等。
- 医疗健康物联网在公共卫生场景下的应用包括传染病防控、医疗冷链运输、智能测温和老年人健康管理等。

1.2 医疗健康物联网体系架构

ITU-T SG13 研究组会议正式审议通过了“物联网概述”标准（Y.2060），物联网架构分为设备层、网络层、支撑层、应用层，如图 2 所示。根据医疗健康场景扩充，医疗健康物联网整体架构可分为感知层、网络层、平台层和应用层四部分，如图 3 所示。

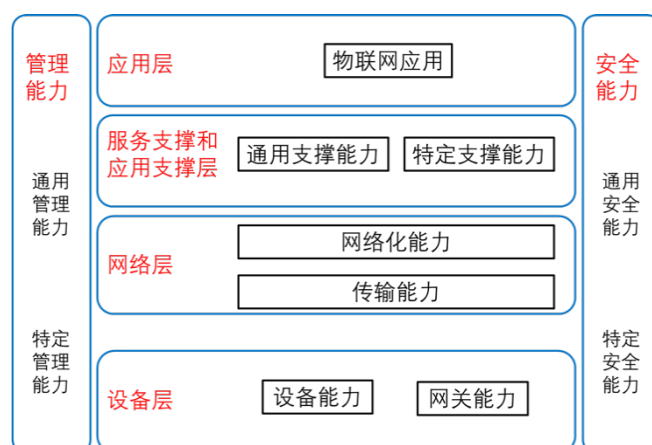


图 2 ITU-T Y.2060-2012 物联网架构图

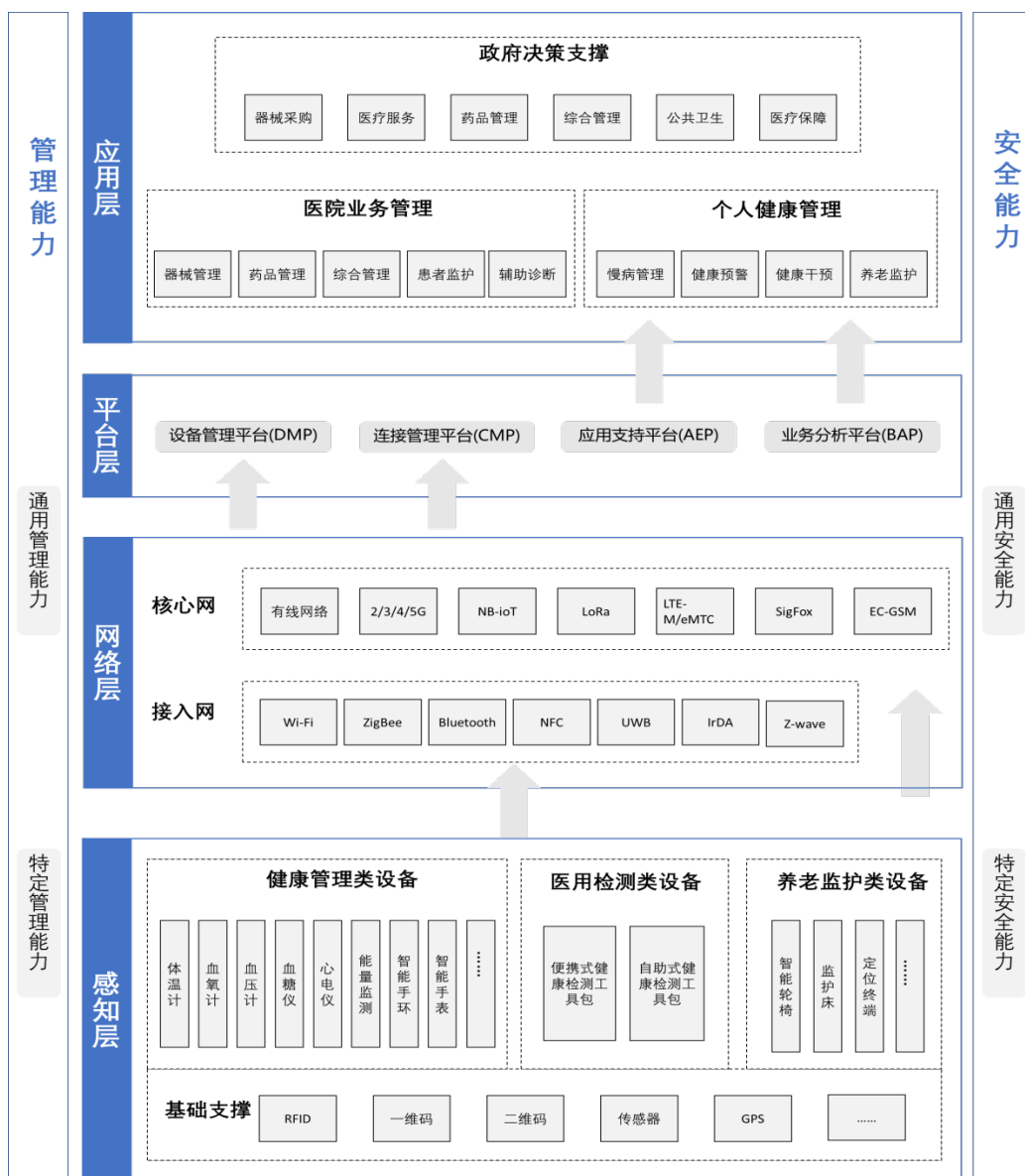


图3 医疗健康物联网技术架构

感知层实现持续、全面、快速的信息获取。感知层主要通过多种类型的医疗健康感知设备和信息采集设备来完成对对象的数据采集，利用多种生理信号采集方式如 RFID、一维码、二维码、传感器和 GPS，协同完成对医疗信息的采集。比如，电阻式传感器可以将位移、形变、力、加速度、湿度、温度等这些物理量转换成电阻值等从而完成信息收集的过程。

网络层实现实时、可靠、安全的信息传输。网络层通过公网或

者专网以无线或者有线的通讯方式将信息在感知层与平台层及应用层之间传递。在医疗健康方面，网络层的接入网主要涉及 Wi-Fi、ZigBee、Bluetooth、UWB、Z-wave、NFC 和 IrDA 等短距离无线通信技术。核心网涉及有线网络技术和 2/3/4/5G、NB-iot、LTE-M/eMTC、EC-GSM、LoRa 和 SigFox 等远距离无线通信技术。网络结构包括“6LoWPAN 传感子网+IP 网”等方式。

平台层实现智能、准确、高效的信息处理。平台层实现对终端设备和资产的“管、控、营”一体化，向下通过设备管理平台（DMP）、连接管理平台（CMP）连接感知层，向上通过应用支持平台（AEP）、业务分析平台（BAP）面向应用服务提供商提供应用开发能力和统一接口。平台层也提供通用的服务能力，如数据路由、数据处理与挖掘、仿真与优化、业务流程和应用整合、通信管理、应用开发、设备维护服务等。

应用层实现精确、多样、人性化的信息应用。医疗健康物联网的应用层主要包括医院业务管理、个人健康管理、政府决策支撑 3 个方面的应用。比如医院业务管理可实现药品管理、医疗器械管理和辅助诊断等，提高医院管理水平和医疗服务质量；个人健康管理可实现慢病管理，健康干预和养老监护等，助力远程医疗和健康管理、健康养老等；医疗健康物联网还为政府在公共卫生、医疗保障等方面提供辅助决策支撑。

1.3 医疗健康物联网产业价值

医疗健康物联网是智慧医疗走向线下的技术基础。随着智能终端的日益普及、通信技术的更新换代、可穿戴设备及物联网的推广应用，智慧医疗服务不再局限于后台的算法服务，更是延伸到线下的部件控制，真实服务于线下医疗健康服务。近年来，物联网与医疗健康行业的深度融合，不断衍生出大量的创新产品与服务模式。服务于患者的实时数据采集、用户行为干预、慢病健康管理等以及服务于医院的药品供应、器械维护、综合管理等都将有效实现医疗资源的精准对接和优化配置。医疗健康物联网成为推进智慧医疗推广落实的重要产业形态和基础技术支撑。

医疗健康物联网将有效解决医疗健康行业的痛点。根据联合国报告，世界人口在继续老龄化，65 岁以上人口成为增长最快的年龄组。2019 年，全球人口每 11 个人中有一个人是 65 岁以上的老人，到 2050 年，这一比例将增加到每 6 个人中将有一个是 65 岁以上的老人^[1]。随着全球人口老龄化进一步加剧，慢性病患者增多及年轻化，医疗资源缺乏与分布不均未得到根本性扭转，供需缺口为医疗健康物联网产业发展带来广阔空间。医疗健康物联网借助可穿戴设备实现贯穿用户全生命周期的数据采集、监测、预警，后台大数据模型对各项数据指标进行动态、智能、综合分析，服务于患者的健康管理和医生的辅助诊疗，有效缓解医疗资源供需矛盾。

医疗健康物联网将不断催生医疗健康行业新兴方向。医疗健康物联网产业目前涵盖医疗器械、系统与软件、服务、连接技术等硬

件及软件系统，也包括远程医疗、工作流程管理、连接成像、药物管理在内的应用领域，这些原本各自独立的系统在医疗健康物联网的融合发展趋势下，开辟出一个全新的医疗健康行业细分市场。医疗健康物联网所带动的临床信息系统、智能移动临床、手术示教、药械追踪、智能安防系统、患者意外告警及救助系统、无线定位系统、无线温度监测、智能病房等产业类型，目前也都呈现出新兴发展、协同融合的态势。

二、医疗健康物联网发展趋势

2.1 政策现状及趋势分析

2020 年医疗物联网发展进入了政策法规监管集中实施的关键推进节点，一方面以数据安全信息安全为主要关注焦点的产业技术与临床应用政策相继颁布出台；另一方面，2020 年是 5G 商用部署的关键之年，以 5G 为代表的新型移动网络传输技术进入智慧医疗与远程医疗实践领域，也为 2020 年的医疗物联网发展注入了技术助推引擎。在此次新冠肺炎疫情防控中，5G 网络和应用初试身手。如何从政策角度引导 5G 医疗物联网实现快速健康发展，也成为当下医疗政策领域关注的重点问题。本节依据 2020 年医疗物联网的总体发展概况，分析国内外政策现状和发展趋势，并从我国地方政策现状、产业政策政策和临床应用政策等方面梳理了医疗物联网发展的政策走向和趋势演进。

2.1.1 国外政策现状与趋势分析

本部分以世界各主要国家经济体为研究对象，分析其近几年的医疗物联网法规政策焦点和实施状况，以期从国际视角提炼当下医疗物联网的政策特征和设计思路。

（一）美国

由于近年来大规模物联网网络攻击事件频繁出现，国家层面的医疗物联网政策施力角色发生改变，逐渐由自主应对的民间自组织主体

转变为立法防护的国家官方主体。美国自 2017 年提出的《创新发展与物联网法案》规范了医疗物联网主要程序架构和制定频谱,近年来,美国持续对医疗物联网安全制订法规,例如针对政府部门和医疗机构采购物联网装置来进行规范的《物联网网络安全促进法案》、由商务部建立机制并鼓励医疗设备厂商对其物联网商品安全加密进行分级卷标认证的《网络盾牌法案》、由美国国家标准暨技术研究院提出的《网络安全框架》、2019 年美国医疗物联网领域集中推动的《物联网设备安全测试准则》、2020 年 1 月美众议院接连通过《促进美国 5G 国际领导力法案》、《促进美国无线领导力法案》、《保障 5G 及以上安全法案》三个法案、2020 年 3 月特朗普签署了《2020 年 5G 安全保障法》,意欲加强美国在 5G 相关国际标准制定机构中的领导力,确保国家级战略目标的精准实施。此外,美国医疗物联网政策制订持续关注数据信息安全层面,这在一定程度上提升了医疗物联网维护的复杂性,因此也为医疗物联网运营商通过物联网服务运营集成以提高医疗物联网各架构层整合简便性,提供了更多的政策市场机遇,其中具有代表性的是 Verizon 公司和 AT&T 公司的医疗物联网业务平台产品。

政策执行层面,美国食品和药物管理局 FDA 以美敦力公司的胰岛素泵数量最小的网络安全漏洞事件为契机,提出医疗物联网领域的监管政策思路设计——“随着越来越多的医疗设备联网,漏洞也显著增加。随着我们转向物联网和可穿戴设备,情况只会变得更糟。虽然我们不知道哪些患者可能受到了这种特定网络安全漏洞的伤害,但如

果不处理这种漏洞，患者受到伤害的风险是巨大的”

（二）欧盟

政策规范层面，2019 年 3 月欧洲电信标准协会（ETSI）发布了技术规范 TS103 645，旨在帮助保护消费者免受物联网设备及医疗情境应用的违规侵害。该技术规范附带了一整套的技术性要求，强调安全性必须贯穿医疗产品的全生命周期。其技术要求具体表现为以下 13 项：（1）没有通用默认密码；（2）实施管理漏洞报告的方法；（3）保持软件更新；（4）安全存储凭据和敏感数据；（5）安全沟通；（6）最大限度地减少暴露的攻击面；（7）确保软件完整性；（8）确保个人数据受到保护；（9）系统应该具有弹性，使停机快速恢复；（10）检查系统遥测数据；（11）方便消费者删除个人数据；（12）简化设备的安装和维护；（13）验证输入数据。

政策立法层面，2019 年 6 月欧盟《网络安全法案》正式施行，其针对对象主要包括欧盟机构、机关、办公室和办事处等机构，规制内容主要为上述欧盟机构在处理个人用户、组织和企业网络安全问题的过程中加强网络安全结构、增强对数字技术的掌控、确保网络安全应当遵守的法律规制，旨在促进卫生、能源、金融和运输等关键部门的经济,特别是促进内部市场的运作。其对医疗物联网的应用部署也提出了网络安全要求——采用欧洲网络安全认证系统的框架，以确保欧盟医疗 IoT 产品、医疗 IoT 服务或医疗 IoT 流程具有足够的网络安全水平，同时避免欧盟内部市场在网络安全认证计划方面产生分歧。

2020 年 1 月 29 日，欧盟委员会发布《5G 网络安全：欧盟风险缓解

措施工具箱》文件。该工具箱旨在确定一套通用措施，以减轻 5G 网络的主要安全风险，并为成员国和欧盟选择风险缓解计划优先措施提供指导。工具箱的发布有利于建立一个强有力的措施框架，以确保整个欧盟的 5G 网络安全水平以及成员国之间的协同合作。

（三）日本

由于日本医疗物联网市场是仅次于美国的第二大市场，因而，在日本智慧医疗市场上，西方发达国家尤其是美国的智慧医疗产品占有很大比例。同时，日本已进入高度老龄化社会，65 岁以上老年人占该国总人口的比例已达 28.7%^[2]，与老年疾病有关的医疗互联网产品包括心脏起搏器、人造心脏瓣膜、血管支架、胰岛素泵、人工关节等植入性物联网产品需求极为旺盛。针对医疗物联网产品日益广泛普遍的应用态势，日本政府 2018 年底至 2019 年初，频频针对医疗相关的物联网安全修法。主管机关总务省在 2019 年 1 月底对《电气通信事业法》进行修正，于 2020 年 4 月起要求医疗联网终端设备须具有防非法登录功能，例如能切断外部控制、要求变更初期默认 ID 和密码、可时常更新软件等，且唯有满足标准、获得认定的医疗设备才能在日本上市。此次电信法调整也要求当非法登录造成“3 万用户超过 12 小时”或“100 万用户超过 2 小时”故障时，营运商需将该故障视为重大事故向总务省呈报，违者将受到行政处分。

此外，日本自 2019 年 2 月底启动 NOTICE（National Operation Towards IoT Clean Environment）计划，允许国立情报通信研究机构人员可于监督下，尝试以产品原厂密码和弱密码（例如 123456 或 admin

等)登入一般家庭的私人医疗物联网设备,并把可登入名单交给相关网络服务商,提醒消费者保护该装置。

(四) 新加坡

新加坡近年发生的 SingHealth 数据泄露事件集中反映了医疗物联网数据的开放访问可能会使公民面临更大的安全风险,因此新加坡目前仍需在信息和系统安全方面进行提升。对 2018 年 7 月安全事件的调查使新加坡发现了医疗物联网的技术可信隐忧,包括使用弱管理密码、有漏洞的工作站以及允许黑客运行批量查询。SingHealth 安全漏洞导致 150 万名患者的个人数据以及访问医疗保健机构的 16 万名患者的门诊医疗数据遭到泄露。针对医疗物理网应用的现阶段漏洞,新加坡部署了一整套的“智能国家计划”推进政策,涉及医疗物联网应用的部分包括推出移动应用程序 SingPass 允许公民使用手机上的生物识别功能登录他们的帐户,以此为公民提供更多的安全保障;扩大集中存储库 MyInfo 服务的范围,可以自动在某些数据字段上填充公民的医疗个人信息,例如社会保险编号、健康档案和健康信息等;将医疗物联网的部分系统迁移至云端,并构建一套标准化软件组件,以帮助医疗物理网的应用程序开发。2020 年,新加坡信息通信媒体发展局(IMDA)推出了《物联网网络安全指南》,旨在为企业用户及其供应商在购买、发开、运营和维护这些系统时解决物联网系统的网络安全问题,并为部署安全的物联网技术提供指引。

国民健康生活方式政策构建层面,新加坡政府与 Fitbit 公司合作,为新加坡公民提供免费的健康追踪装置。新加坡健康促进委员会

(Promotion Health Borad) 指出, 这些数据将塑造未来的健康计划, 通过相关的国民健康数据分析挖掘, 提升委员会的卫生政策实施效度。用户隐私方面, Fitbit 设计了一套清晰的知情授权机制, 以使用户能够确切地了解其与政府共享的数据。

(五) 澳大利亚

得益于澳大利利益较为完备的全民医疗保障制度——政府资助为主、所得税资助为辅, 并为所有公民和永久居民提供免费性或补贴性医保, 澳大利利益的医疗物联网普及程度居于发达国家前列。面对医疗物联网蓬勃的发展形势, 2019 年 4 月澳大利亚治疗用品管理局(TGA) 发布了《医疗器械行动计划》。这是继 2018 年 4 月美国 FDA 发布《医疗器械安全行动计划》以及 2018 年 12 月加拿大卫生部发布《医疗器械行动计划》以来又一国际医疗物联网器械管理政策重大动向。该《行动计划》由改善新医疗设备上市方式、加强对在用医疗设备的监控和跟踪以及向患者提供在用医疗设备相关信息等三个战略组成。具体政策实施涉及改善新医疗设备上市方式、加强对在用医疗设备的监控和跟踪和向患者提供有关在用设备的相关信息。澳大利亚联邦政府发布了《澳大利亚 2020 网络安全战略》旨在根据企业和家庭面临的网络威胁调整政府职能和政策。此外, 澳大利亚安全中心还发布了新版《澳大利亚信息安全手册》来帮助组织制定网络安全战略框架, 该手册根据基本网络安全原则, 制定了 22 条网络安全指南, 涵盖治理、物理安全、人员安全以及信息和通信技术安全。

2.1.2 国内政策现状与趋势分析

（一）国家战略规划

国家规划层面将医疗物联网发展政策纳入基于健康中国总体规划的智慧医疗互联网医疗政策体系，其政策体系涉及《关于实施健康中国行动的意见》、《健康中国行动组织实施和考核方案》、《健康中国行动（2019—2030 年）》、《医院智慧服务分级评估标准体系（试行）》、《互联网诊疗管理办法（试行）》、《远程医疗服务管理规范（试行）》和《国务院办公厅关于促进“互联网+医疗健康”发展的意见》。

《关于实施健康中国行动的意见》中提出“加强科技支撑，开展一批影响健康因素和疑难重症诊疗攻关重大课题研究，国家科技重大专项、重点研发计划要给予支持”；还提出“强化信息支撑，推动部门和区域间共享健康相关信息”。这为医疗物联网政策的实施部署提供了科技要素与信息要素参与下的顶层规划设计。

《健康中国行动（2019-2030 年）》规划中重大行动社会政府部分第六条提出：“发挥市场机制作用，鼓励研发推广健康管理类人工智能和可穿戴设备，充分利用互联网技术，在保护个人隐私的前提下，对健康状态进行实时、连续监测，实现在线实时管理、预警和行为干预，运用健康大数据提高大众自我健康管理能力”。这为医疗物联网政策的市场运作机制实现提供了思路规划设计。

《医院智慧服务分级评估标准体系（试行）》提出了一整套用于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，

进而建立智慧医院的基础框架体系。该标准体系明确了医疗物联网参与下的急救衔接、信息推送、标识与道行、药品调剂与配送、智能导医、远程医疗、安全管理等部分的具体功能和评价指标。这为医疗物联网政策的医疗机构践行实施提供了具体的操作标准指南。

《远程医疗服务管理规范（试行）》提出了医疗物联网参与下的设备基础条件，包括——远程医疗信息系统应当满足图像、声音、文字以及诊疗所需其他医疗信息的安全、实时传输，图像清晰，数据准确，符合《远程医疗信息系统建设技术指南》，满足临床诊疗要求；重要设备和网络应当有不间断电源；远程医疗服务网络应当至少有 2 家网络供应商提供的网络，保障远程医疗服务信息传输通畅，有条件的可以建设远程医疗专网。这为医疗物联网政策的远程医疗业务推进提供了硬件设备条件的具体规范。

《国务院办公厅关于促进“互联网+医疗健康”发展的意见》中健全“互联网+医疗健康”服务体系部分提出——加强临床、科研数据整合共享和应用，支持研发医疗健康相关的人工智能技术、医用机器人、大型医疗设备、应急救援医疗设备、生物三维打印技术和可穿戴设备等。顺应工业互联网创新发展趋势，提升医疗健康设备的数字化、智能化制造水平，促进产业升级。这为医疗物联网政策的有效实施提供了设备研发和工业互联网支撑下的运作规划设计。

另一方面，2019 年 4 月国家卫健委颁布了《全国基层医疗卫生机构信息化建设标准与规范》，这在顶层规划角度进一步明确了基层医疗卫生机构医疗物联网信息化建设的基本内容和要求。其中，第三

部分平台服务，定义了与医疗物联网有关的基层机构门户、业务及数据服务、数据访问与储存、业务协同基础、服务接入与管控、电子证照管理、基础软硬件等 7 项政策业务落实要求；第四部分信息安全构建了与医疗物联网有关的身份认证、桌面终端安全、移动终端安全、计算安全、通信安全、数据防泄露、可信组网、数据备份与恢复、应用容灾、安全运维等 10 项政策技术部署要求。

2020 年 2 月国家卫健委发布了《加强信息化支撑新型冠状病毒感染的肺炎疫情防控工作的通知》，明确了在各地典型做法的基础上加强信息化支撑疫情防控工作的重点方向：强化数据采集分析应用，与工信、公安、交通运输等部门的信息联动，为精准施策提供数据支撑；积极开展远程医疗服务，下沉优质医疗资源，减少人员跨区域风险；规范互联网诊疗咨询服务，及时发布疫情防控和诊疗服务信息，开展网上义务咨询、居家医学观察指导等业务；深化“互联网+”政务服务，强化政务服务一网通办，以网上办、自助办、掌上办、咨询办实现“不见面审批”，最大程度隔绝病毒的传播途径；加强基础和安全保障，加快基础网络升级改造，加强网络信息安全工作，有条件的地方运用 5G 等信息技术提高网络稳定性和救治效率。

2020 年 3 月印发《新冠肺炎疫情社区防控工作信息化建设和应用指引》，通过社区防控工作与现代信息技术深度融合，强化外防输入、内防扩散的技术支撑，提高社区防控的信息化、智能化水平，减轻参与城乡社区疫情防控工作人员工作压力。充分发挥互联网、大数据、人工智能等信息技术优势，依托各类现有信息平台特别是社区信

息平台，开发适用于社区防控工作全流程和各环节的功能应用，有效支撑社区疫情防控工作。

2020 年 5 月卫健委联合国家中医药管理局研究制定了《国家卫生健康委 国家中医药管理局关于做好公立医疗机构“互联网+医疗服务”项目技术规范及财务管理工作的通知》，该通知包括 4 部分，包括“互联网+医疗服务”的项目相关管理要求、会计核算及财务管理要求、工作量统计要求和项目技术规范内容。

2020 年 5 月卫健委发布了《关于进一步完善预约诊疗制度加强智慧医院建设的通知》，为进一步发挥互联网医疗服务在巩固疫情防控成果和改善医疗服务中的积极作用，持续推动预约诊疗制度完善、智慧医院系统建设、互联网诊疗和互联网医院快速健康发展。

2020 年 5 月卫健委发布了《关于做好信息化支撑常态化疫情防控工作的通知》，充分发挥信息化在支撑疫情监测分析、创新诊疗模式、提升服务效率、促进人员安全有序流动等方面的作用，利用信息化手段支撑常态化疫情防控工作。

（二）地方战略规划

以互联网医疗技术和远程医疗应用为基础架构的地方区域医疗中心建设政策的部署和实施，这成为 2019 年医疗物联网政策的核心任务方向。

2019 年出台的《宁夏回族自治区“互联网+医疗健康”示范区建设规划（2019 年—2022 年）》，其中提出搭建全区一体化信息平台、推动数据综合管理、加快电子健康卡普及、完善疫苗服务管理体系加

强疾病防控动态监测等多项涉及医疗物联网建设的平台建设政策举措。宁夏作为全国首个“互联网+医疗健康”示范区，为接下来的全国区域医疗中心背景下的医疗物联网建设提供了有益的经验启示和参照样板。

2019年11月由国家发改委、国家卫健委、国家中医药局、国务院医改领导小组秘书处联合颁布的《区域医疗中心建设试点工作方案》，为医疗物联网在当下区域医疗信息化和医联体工作的建设实施提供了政策纲领性的指导说明。其中明确指出“给予区域医疗中心必要的新技术应用政策，鼓励开展创新药品、医疗器械临床试验，对正在开展临床试验、用于治疗严重危及生命且在我国尚无同品种产品获准注册的医疗器械，逐步在区域医疗中心开展拓展性使用。鼓励区域医疗中心发挥重点科室优势，对区域内确需使用的、国内尚未注册的少量临床急需药品，依法提出临时进口申请，国家药品监督管理部门加快审批”。这项政策措施的颁布实施为医疗物联网新技术新应用的前沿探索，提供了先行先试的政策兜底保障。

2020年2月，疫情严峻复杂，湖北省特别是武汉市是疫情防控的主战场，国务院应对新冠肺炎疫情联防联控机制综合组印发《关于开展线上服务进一步加强湖北疫情防控工作的通知》，主要包括加强远程医疗服务、推进人工智能服务、提升中医诊疗服务、开展心理援助服务、规范网上诊疗服务、拓展对口支援服务、强化技术保障服务等7个方面的内容，通过拓展线上服务空间，缓解线下诊疗压力，构建线上线下一体化服务模式。同时要求各单位精准对接湖北省、武汉

市疫情防控所需所盼，切合实际提高有效帮扶。

2020 年 3 月，湖南省发布《数字经济发展规划(2020-2025 年)》，其中明确指出：互联网以及物联网、大数据、人工智能、5G 等新一代信息技术在疫情防控和复工复产方面发挥了重要作用。疫情对产业发展既是挑战也是机遇，一些传统行业受冲击较大，而医疗健康、无人配送、在线消费、智能制造等新兴产业展现出强大成长潜力。加大支持超高清视频与增强现实、虚拟现实、人工智能、5G 等技术的融合创新，鼓励超高清视频在安防监控、医疗健康、智能交通等领域的应用，推动超高清视频监控、工业相机、医疗影像设备等行业专用系统设备的产业化；深入推广物联网技术在面向交通、医疗、能源等重点领域的应用，推进诊断装备、治疗装备的网络化、自动化、智能化，发展医疗物联网产业；培育基于传感器技术、NB-IoT/5G 通信模组、边缘计算技术等能源物联网产业。

2020 年 3 月，无锡市发布《无锡市 5G 产业发展规划（2020—2025 年）》，推进 5G 产业发展，促进无锡 5G 基础网络建设、产业提升和应用示范，进一步推动 5G 与物联网融合快速发展，增强以物联网为龙头的新一代信息技术产业凝聚力，巩固无锡在物联网、车联网领域的国内领先地位。无锡是全国物联网产业发展高地，通信基础元器件产业链完备，且具有较好的网络设备及配套产业基础和丰富的 5G 行业应用场景。无锡大数据、云计算、软件等产业集聚效应显著，为推动 5G 与物联网融合发展提供新机遇。

（三）产业技术政策现状与趋势分析

2020 年是 5G 商用部署的关键之年，围绕 5G 技术框架下的医疗装备与医疗物联网商用民用探索实践成为 2020 年医疗物联网产业技术政策的首要特征。

2019 年 1 月，医疗装备产业技术基础公共服务平台（仪综所）组织召开医疗装备应用评价标准工作座谈会，工业和信息化部装备司、卫生健康委规划司、医院、企业、研究机构等单位代表参会。仪综所介绍了近年来开展医疗装备应用评价标准研究的工作进展，医院、企业 and 相关部门就加强应用评价、推动产品质量提升等相关问题进行了研讨。以物联网为代表的新型 IT 技术持续推广，刺激了医疗装备产业的快速发展，研究制定新型网络环境下的医疗装备应用评价标准成为当前产业发展的首要任务。

2019 年 1 月，IMT-2020（5G）推进组在北京召开 5G 技术研发试验第三阶段总结暨第二届“绽放杯”5G 应用征集大赛启动会。工信部信息通信发展司副司长陈立东出席大会并致辞。陈立东指出，5G 作为新一代信息通信技术发展的主要方向之一，是构筑经济数字化转型的重要基础设施。我国积极启动 5G 技术研发试验，对加快 5G 技术和产业成熟起到了重要的推动作用。在工业和信息化部信息通信发展司和国家卫生健康委规划发展与信息化司共同指导下，中国信息通信研究院牵头成立了“医疗健康大数据和网络创新研究中心”，推动信息通信行业和医疗卫生行业融合协同创新。产学研协同创新构成了医疗互联网前进发展的强大政策动力。

2019 年 3 月，工业和信息化部装备工业司、国家卫生健康委员

会规划发展与信息化司在北京召开规范先进医疗装备临床应用评价工作座谈会，有关医院、企业、金融机构、临床应用专家等 100 多位代表参会。会议就磁共振、CT、彩色超声、发光免疫、海扶刀、神经外科手术机器人等装备的临床应用评价技术和方法等进行了交流，国家开发银行介绍了开发性金融在支持医疗装备创新发展及应用方面的政策和已开展的工作情况。先进医疗装备的临床应用评价方法与标准制订成为 2019 年医疗物联网亟待破解的关键政策命题。

2019 年 3 月，由国务院发展研究中心主办的中国发展高层论坛在北京举行。工信部总经济师王新哲表示，当前中国 5G 发展进入“冲刺”阶段。作为行业主管部门，工业和信息化部将坚决贯彻落实习近平主席重要指示精神和党中央、国务院决策部署，尽快启动 5G 商用，深化 5G 融合应用，大力推动 5G 与经济社会各领域深度融合，充分发挥其基础支撑、创新驱动、融合引领作用，为促进我国经济高质量发展和维护社会和谐稳定作出积极贡献。重点抓好五方面工作：一是加快商用部署，培育壮大产业链，及时启动 5G 网络建设，努力打造 5G 精品网络，加快 5G 终端、网络、平台、系统集成等领域的研发和产业化，促进产业链上下游企业快速发展，带动 5G 产业全面成熟；二是推动融合应用，服务经济社会发展，支持 5G 在工业互联网、智能制造、智慧交通、智慧医疗等领域的应用，推动 5G 和实体经济深度融合，加快 5G 在教育、医疗、康养等公共服务领域的融合应用，增强人民群众的获得感；三是加强能力建设，构建安全保障体系，加强前瞻布局，统筹推进 5G 网络基础设施安全保障能力建设，健全网

络安全治理体系，探索形成政府、行业、企业、社会协同共治新格局；四是强化政策协同，优化市场发展环境，加强标准制定、安全保障、资源配置等方面的政策协同，完善法规体系，努力营造包容审慎、鼓励创新、公平有序的发展环境；五是深化国际合作，打造开放产业生态，秉承开放合作、互利共赢的原则，推动政府部门、行业组织和企业层面构建多层次的 5G 国际合作体系，深化技术、标准、频率、产业、应用等多层面的国际合作，共同打造开放共赢的 5G 产业生态，共同维护公平、公正、透明的发展环境。

2019 年 7 月，由工业和信息化部医疗装备产业技术基础公共服务平台主办、机械工业仪器仪表综合技术经济研究所和中国医学装备协会承办的第一届医疗装备创新发展会议在苏州召开。装备工业司出席会议，介绍了推动产业发展相关工作及成效，提出下一步工作考虑。本次会议重点研讨如何推进医疗装备及关键零部件全产业链的创新发展，旨在搭建产需对接、技术合作平台，推动医疗装备可靠性、安全性和有效性的提升。医疗装备行业整机、零部件重点企业及医疗机构、专家学者等 100 多名代表参加会议。医疗装备安全可靠的产业诉求仍然是医疗物联网政策体系不可或缺的一部分。

2019 年 12 月，工信部科技司在综合判断当前医疗装备医疗物联网产业发展需求，结合分析有关单位对于全国医疗装备标准化应用的急切诉求，特向社会各界征求关于筹建全国医疗装备标准化技术委员会申请细则条款的意见。申报单位为工信部，秘书处拟承担单位为机械工业仪器仪表综合技术经济研究所。从国家标准操作角度规范医疗

装备和医疗物联网的行业标准并形成审评体系，这成为当前医疗互联网政策极为重要的施力方向。

2020 年 3 月，工信部下发《关于推动 5G 加快发展的通知》，要求加快 5G 网络建设部署，加大基站站址资源支持，加强电力和频率保持，推进网络共享和异网漫游；丰富 5G 技术应用场景，推动“5G+医疗健康”创新发展，实施“5G+工业互联网”512 工程，促进“5G+车联网”协同发展，构建 5G 应用生态系统；持续加大 5G 技术研发力度，加强 5G 技术和标准研发，组织开展 5G 测试验证，提升 5G 技术创新支撑能力；着力构建 5G 安全保障体系，加强 5G 网络数据安全保护，培育 5G 网络安全产业生态。

2020 年 6 月，工信部主办 IMT-2020（5G）大会，为推动 5G 网络加快发展，丰富 5G 技术应用场景，促进 5G 与实体经济深度融合，构建良好的 5G 产业生态，6 月至 10 月举办第三届“绽放杯”5G 应用征集大赛，IMT-2020（5G）大会于 10 月 15 日-16 日在北京国家会议中心与中国国际信息通信展览会同期举办，主要开展产品展示、主题研讨、分论坛等活动。聚焦 5G 商用和应用创新，通过应用大赛、高峰论坛、展示交流等方式，进一步汇聚产业力量，深化产学研用合作，推进 5G 发展。

（四）临床应用政策现状与趋势分析

2020 年的医疗物联网临床应用政策主要集中于人工智能医疗器械临床应用标准制订方面和基于安全可信层面的医疗器械注册评测方面。

2019 年 1 月，新组建的国家药监局组织在京召开全国药品监督管理工作会议，会议提出深入推进医疗器械审评审批制度改革政策预判，要继续完善医疗器械监管法规体系，完善临床急需和创新医疗器械审评审批制度，为医疗器械监管工作提供重要保障；要继续深化审评审批制度改革，简化、优化医疗器械延续注册和变更注册程序，推动医疗器械高质量发展。

2019 年 3 月，为促进人工智能产业的发展，国家药监局医疗器械技术审评中心将筹建人工智能医疗器械创新联盟，并将发动各方资源加入今年 2 月，器审中心曾发布《深度学习辅助决策医疗器械软件审评要点（征求意见稿）》并公开征求意见，这也意味着三类 AI 医疗器械的审评标准已离落地不远，产业发展的政策瓶颈有望被打破。2018 年 11 月，国家药监局医疗器械技术审评中心就曾发出通知，公开向境内、外征集从事人工智能医疗器械产品的生产企业信息。通知中强调，“人工智能医疗器械”特指在产品的工作流程优化、数据处理、辅助诊断等方面采用“新一代人工智能技术”的医疗器械，其中“新一代人工智能技术”就是指以深度学习、神经网络为代表的采用数据驱动方式训练算法的技术。

2019 年 3 月，国家药监局综合司发布《关于组建全国医用电声设备等 3 个医疗器械标准化技术归口单位的公示》。公告称，为适应医疗器械产业发展需求，结合监管工作实际，经研究，国家药监局拟成立全国医用电声设备等 3 个医疗器械标准化技术归口单位。其中，医用电声设备标准化技术归口单位主要负责医用电声设备（主要为听

力设备和助听设备及其相关系统和部件等)医疗器械行业标准制修订工作;医用增材制造技术标准化技术归口单位主要负责医用增材制造技术涉及的术语、分类,数据、软件,设备,原材料与工艺控制的评价方法等医疗器械行业标准制修订工作;人工智能医疗器械标准化技术归口单位主要负责人工智能医疗器械所涉及的术语和分类、数据集质量管理、基础共性技术、质量管理体系、产品评价流程、专用方法等行业医疗器械标准制修订工作。

2019 年 5 月,国家药监局启动中国药品监督科学行动计划:人工智能医疗器械等首批立项。首批启动的行动计划项目共有九项,分别是细胞和基因治疗产品技术评价与监管体系研究、纳米类药物安全性评价及质量控制研究、以中医临床为导向的中药安全评价研究、上市后药品的安全性监测和评价方法研究、药械组合产品技术评价研究、人工智能医疗器械安全有效性评价研究、医疗器械新材料监管科学研究、真实世界数据用于医疗器械临床评价的方法学研究、化妆品安全性评价方法研究。

2019 年 5 月,国家药监局关于印发《国家药品监督管理局关于加快推进药品智慧监管的行动计划》的通知。行动计划要求,到 2020 年,建立起符合信息技术发展趋势的药品监管信息化建设技术与应用框架。行动计划的重点任务包括建设国家局药品监管云,为国家局机关和相关直属单位完成监管数据和应用整合提供必要支撑。打破各系统间物理壁垒,实现资源共享。综合利用互联网、国家电子政务网等网络资源,构建全国药监一张网,实现网络高速、畅通。制定药品监

管信息化标准规范，加快政策法规、行政许可、批签发、检验、检查、不良反应监测等监管数据整合，到 2019 年底，理顺数据资源汇聚渠道，打通国家局数据中心和各直属单位的“信息孤岛”，实现国家、省两级数据中心的数据及时交换；到 2020 年，基本实现数据资源高效采集和有效整合，大数据融合应用取得初步成效。建立协同高效的药品、医疗器械、化妆品三大业务应用平台，实现重要监管业务在线办理、信息及时上传、问题及时处置、记录全程留痕。

2019 年 7 月，国家药品监督管理局医疗器械技术审评中心发布《深度学习辅助决策医疗器械软件审批要点》，为相应医疗器械软件注册申报提供专业建议。《要点》主要由五部分组成：一、适用范围；二、审批关注要点；三、软件更新；四、相关技术考量；五、注册申报资料说明。这是在药监局进行“人工智能类医疗器械注册申报公益培训”半年之后，以文件的方式将审批相关的具体指标确立下来。

2019 年 8 月，为贯彻落实《国务院办公厅关于印发治理高值医用耗材改革方案的通知》，规范医疗器械唯一标识系统建设，加强医疗器械全生命周期管理，依据《医疗器械监督管理条例》，国家药监局制定了《医疗器械唯一标识系统规则》，现予发布，自 2019 年 10 月 1 日起施行。

2019 年 12 月，药监总局发布《真实世界数据用于医疗器械临床评价技术指导原则》（征求意见稿），就真实世界数据用于医疗器械临床评价相关事项面向社会公众公开征求意见。真实世界数据作为医疗器械临床评价可能的数据来源，因其具有数据资源丰富、研究结果

的外推性可能较好、可获得长期临床结局数据等特点，日益受到监管机构、行业等各方重视。2019 年 4 月国家药品监督管理局发布了中国药品监管科学行动计划，把“将真实世界数据用于医疗器械临床评价的方法学研究”列为首批研究项目，探索将真实世界数据用于监管决策的可行性和方法学，为医疗器械审评审批制度改革、加速创新产品的尽早上市，提供新的解决方案。

2020 年 5 月，国家药品监督管理局医疗器械技术评审中心发布了关于《肺炎 CT 影像辅助分诊与评估软件审评要点（试行）》的通告，以应对在新型冠状病毒肺炎疫情期间，能够按照科学的原则，且保证产品安全、有效、质量可控。

2.2 产业现状及趋势分析

2.2.1 全球市场规模高速增长，北美亚洲市场发展突出

全球医疗健康物联网市场规模总体保持高速增长。根据全球市场研究和咨询公司 MarketsandMarkets 对 IoMT 预计 2025 年市场估值将增至 1882 亿美元，相对于 2020 年 725 亿美元的市场估值有了较大提升,年复合增长率可达 21%^[3]。与此同时，可穿戴设备的市场规模也在不断攀升，2017 年全球可穿戴医疗设备市场规模为 68 亿美元，预计到 2026 年将达到 296 亿美元，在预测期(2017-2026 年)间的复合年增长率为 17.7%^[4]。根据埃森哲 2017 年医疗健康物联网报告测算，2020 年全球医疗健康物联网市场的总价值将达到 1630 亿美元，其五年内(2015-2020)的平均增长率高达 38.1%^[5]。市场规模不断攀升的同

时，医疗健康物联网终端的部署量与数据传输量也逐渐加速，标志着落地速度明显提升，根据 BI Intelligence Estimates 机构测算，2017 年全球医疗健康物联网设备安装量将达到 9000 万，至 2020 年将达到 1.61 亿，五年内(2015-2020)的平均增长率高达 28.47%^[6]。

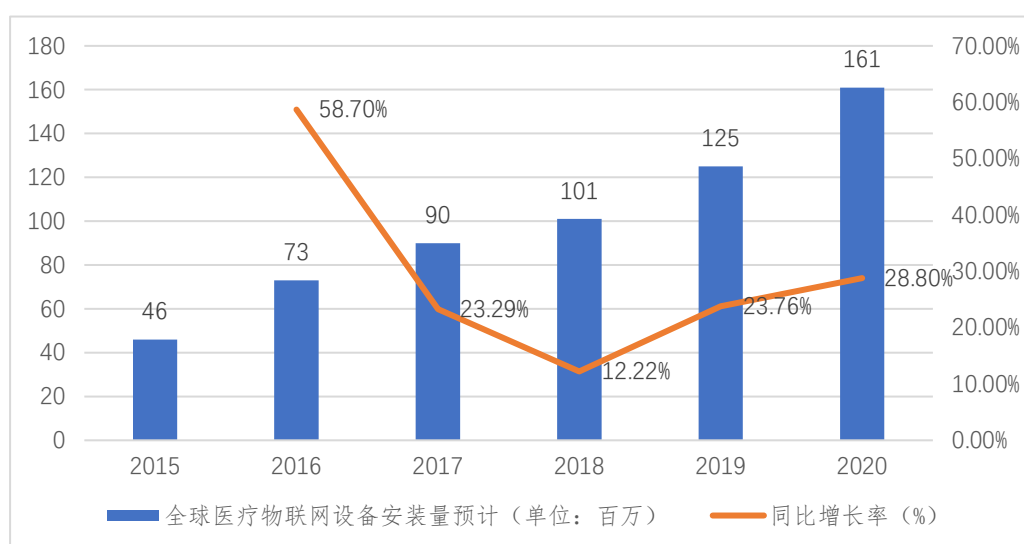


图 4 全球医疗健康物联网设备部署量

数据来源：BI Intelligence Estimates

北美市场在全球医疗健康物联网市场的领导地位进一步巩固。

根据 Pintel 等机构数据，医疗健康物联网市场份额排序依次为北美、欧洲、亚太、中东与非洲、拉丁美洲。作为医疗健康物联网的先行者，北美市场始终占据主导地位。市场份额分布方面，根据前瞻产业研究院的数据，2017 年北美地区的医疗物联网市场高达 130 亿美元，以 32% 的份额位居全球医疗健康物联网市场首位，欧盟及亚太地区紧随其后，2017 年市场规模均为 120 亿美元，占比 29%；中东和非洲地区、南美地区市场规模最小，约为 20 亿美元^[7]。欧洲为医疗健康物联网第二大市场，根据 Data Bridge 预计，欧洲医疗健康物联网市场将从 2016 年的 85.81 亿美元增长至 2024 年的 993.54

亿美元，终端单元的部署量也将由 2017 年的 1110 万增长至 2025 年的 2580 万^[8]。

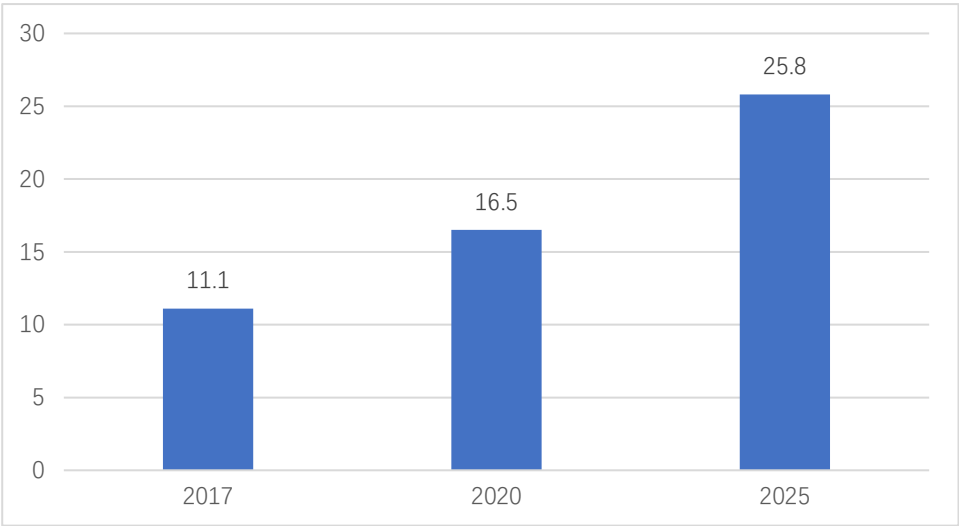


图 5 欧洲医疗健康物联网单元部署量

数据来源：IDATE DigiWorld

亚洲医疗健康物联网市场增势迅猛，有望在细分市场弯道超车。

亚太市场为全球第三大医疗健康物联网市场，并被多家研究机构认为具有最快的增长势头。根据 Data Bridge 预计，亚太地区医疗健康物联网市场将从 2016 年的 67.71 亿美元增长至 2024 年的 820.23 亿美元，2017 年至 2024 年复合年增长率为 35.9%^[8]。亚太医疗健康物联网市场的高增长可归因于医院和手术中心等基础设施的数量迅猛增加，并由各个垂直行业对云解决方案需求的快速上升所共同驱动。中国、印度、印度尼西亚等国家的医疗健康物联网市场将呈现明显增长。

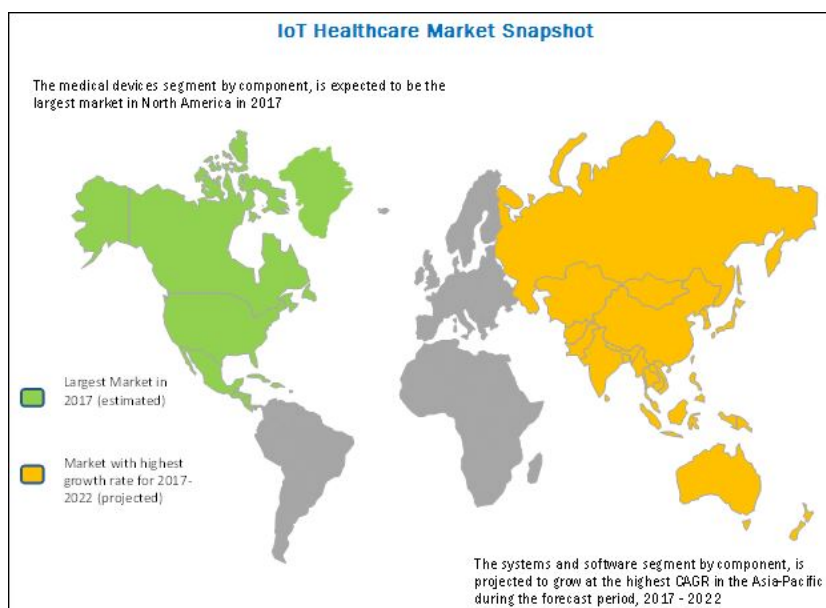


图 6 全球医疗健康物联网市场规模分布

数据来源：MarketsandMarkets

医疗健康硬件市场份额与发展潜力均处领先地位。根据IDC数据，2016年全球物联网市场中，软件、硬件、服务与连接等医疗物联网组件形式分别占据25%、30.6%、27.5%与16.9%的份额，其中份额最大的硬件市场被认为是最具潜力的领域^[9]。医疗硬件由可穿戴医疗设备，植入式医疗设备和固定式医疗设备构成，其中可穿戴医疗设备因易用性、智能手机的普及与消费者对健康的日益重视，据Transparency Market Research的数据表明，2017年全球可穿戴医疗设备市场份额约为68亿美元，到2026年全球可穿戴医疗设备市场份额预计将超过290亿美元，未来七年的复合年增长率（CAGR）预计将超过17%^[10]。传感器为各种医疗硬件的基础元件，根据Persistence Market Research的研究表明，2017年全球医疗健康物联网传感器市场价值22.089亿美元，预计到2026年复合增长率可达12.2%，其需求主要来自患者参与度的提高、数据分析准确性的提高、疾病管理和治疗效果的提升以及治疗成本的降低^[11]。医疗软件和系统可进一步分为网络层，数据库层和分

析层。而服务涵盖架构服务，咨询服务和应用程序开发服务。

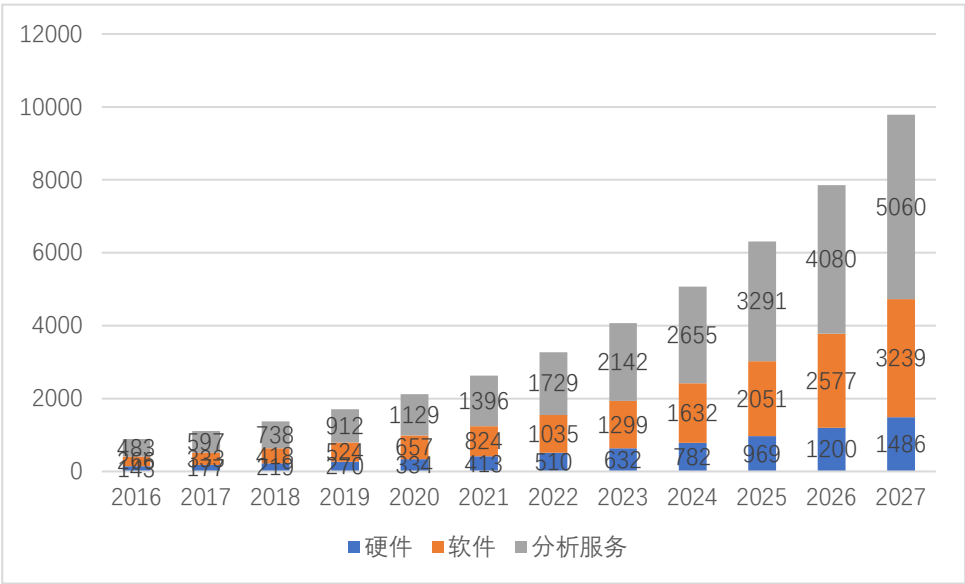


图 7 全球医疗健康物联网细分市场规模^[9]

数据来源：Vision gain（单位：百万美元）

远程患者监测因具备慢性病管理能力而发展迅速。根据 Goldman Sachs 对于医疗健康物联网的分类和预测，医疗健康物联网垂直场景中，医疗健康物联网的收入 45% 来自远程病人监测，远程诊疗占 37%，行为矫正占 18%^[12]。其中，份额最大的远程患者检测因具备解决慢性病管理的能力被认为是细分领域的领导者。根据 Infoholic Research 数据，远程患者监护将在 2020 年达到 980 亿美元的市场规模，五年间（2015-2020）平均增长率高达 25.56%^[12]。

表 1 医疗健康物联网场景细分市场划分

垂直领域	疾病种类	预计总节省成本	预计商业价值占比
远程患者监测	心脏病，慢性阻塞性肺病，哮喘，糖尿病等	超过 2000 亿美金	45%
远程诊疗	常规检查和心理检查	超过 1000 亿美金	37%
行为矫正	肥胖、吸烟与其他生活习惯改善	极大	18%

数据来源：Goldman Sachs^[12]

2.2.2 我国市场规模保持快速增长，产业集聚区逐渐形成

我国医疗健康物联网市场总体保持快速发展态势。2017 年我国医疗健康物联网整体市场规模达到 26.5 亿元，较 2016 年增长 19.9%。在国家相关政策和物联网技术发展的助推下，医疗健康物联网市场仍将蓬勃发展。预计 2020 年将达到 45.8 亿元，年复合增长率达 20%。

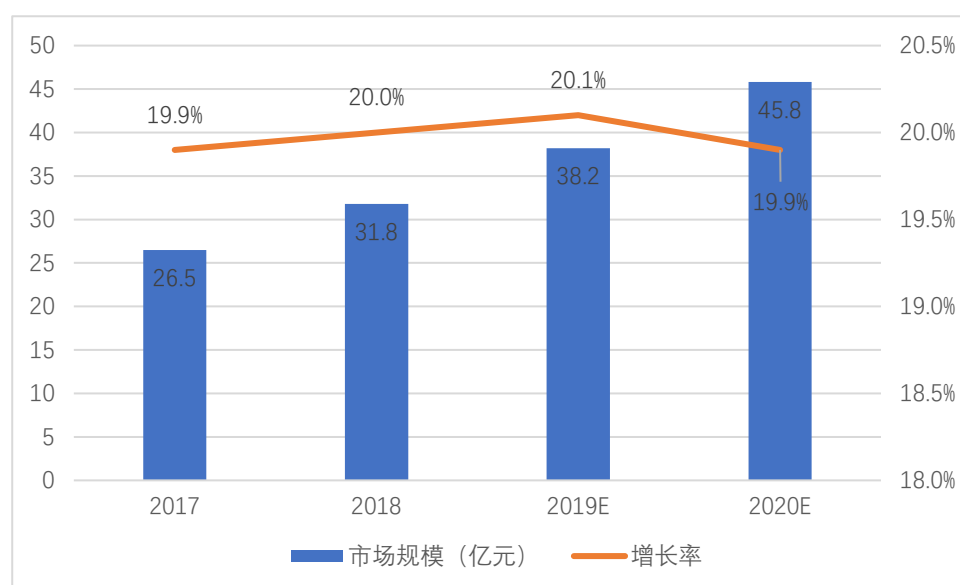


图 8 我国医疗物联网市场规模

四大区域产业集聚格局初步形成，长三角地区发展最为突出。产业布局方面，已形成长三角、珠三角、京津冀以及中西部地区四大区域集聚发展的空间格局，北京、杭州、上海、深圳等地成为全国领先的医疗健康物联网的产业核心区。无锡等国家物联网产业示范区的建设初见成效，且有巨大的发展潜力。在国内医疗健康物联网垂直领域的 30 家知名企业，分别有 50%、27%、13%、7%和 3%的企业分布在长三角、京津冀、珠三角、中西部和东北地区。

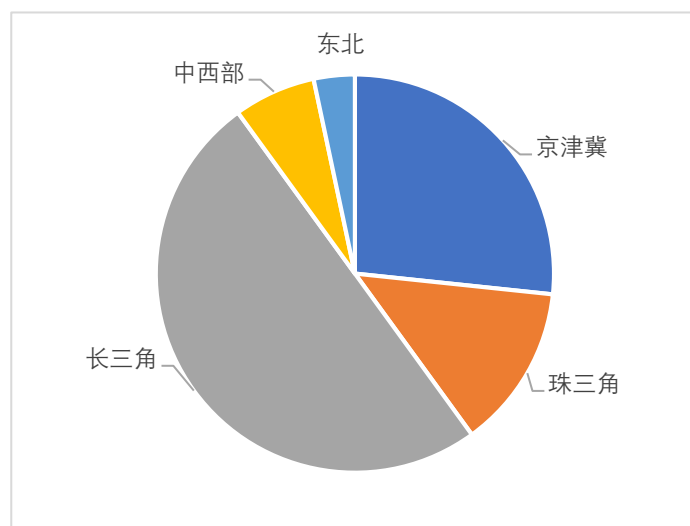


图9 我国医疗健康物联网企业地区分布

从物联网体系架构来看，我国物联网产业未来空间广阔。在医疗感知设备市场，研发与创新能力有待提高。医疗健康物联网的感知设备市场主要包括 RFID、芯片、传感器和可穿戴设备等生产厂商。RFID 标签在医疗健康物联网领域主要应用于医疗器械药品跟踪管理、医院病人信息管理和婴儿防盗等方面。根据 IDTech EX 公布的数据，2018 年我国 RFID 市场规模达 680 亿元，随着 RFID 标准进展、技术突破、标签成本降低，中商产业研究院预计，2020 年中国 RFID 市场规模有望突破 1000 亿元^[13]。在国家医改进程的推动下，得益于医药电商政策放开，移动医疗作为我国医疗卫生的重要补充，我国移动医疗实现了快速发展，据前瞻数据库数据显示，中国移动医疗市场规模在 2013 年为 19.8 亿元人民币，增长至 2017 年的 201 亿人民币，年均复合增长率高达 78.48%，根据 2018 年以来移动医疗的发展形势，预计 2020 年行业整体规模将有望突破 500 亿元^[14]。目前，国内专注于医疗领域传感器的公司相对比较稀缺。我国传感器企业 95% 以上属小型企业，高端产品研发能力不强，原始创新能力与发达国家差距较大。中高端传感器进口比

例达 80%，传感芯片进口比例达 90%，跨国公司在中国 MEMS 传感器市场占比高达 60%。从目前市场份额和市场竞争指数来看，外资企业仍占据较大的优势。

在移动网络方面，建设爆发式增长，NB-IoT 网络部署进程开始加速。医疗物联网的通信技术包括 WiFi、蓝牙等短距离无线通信技术，也包括如 2/3/4G 蜂窝通信技术的广域网通信技术。高速率业务主要使用 3G、4G 技术；中等速率业务主要使用 GPRS 技术。而 NB-IoT 蜂窝技术（窄带蜂窝物联网）作为全球统一移动物联网标准，依托蜂窝网络，建设覆盖广泛、低功耗、大连接的网络，是 LPWA 领域最佳的解决方案，能满足低速率业务的多种应用场景。NB-IoT 将使物联网真正走出碎片化，助力医疗行业加速信息化升级。在工信部全面推进 NB-IoT 建设发展的政策下，我国 NB-IoT 网络部署进程加速。中国电信和中国移动在 2017 年陆续完成了全球规模最大的 NB-IoT 网络建设。工信部预测，2020 年我国 NB-IoT 基站规模将达到 150 万个，基于 NB-IoT 的 M2M 连接将超过 6 亿。伴随三大运营商大规模物联网网络部署，NB-IoT 的规模化推进或将成为物联网普及的重要突破点，NB-IoT 网络在医疗物联网领域将得到广泛应用。另一种蜂窝物联网技术 eMTC（LTE-M）具有移动性、多业务、中速率、低功耗、广覆盖等特点，与 NB-IoT 业务场景互补。中国联通和中国电信也开始 eMTC 网络试商用，发展节奏非常快。

在医疗健康物联网平台方面，云化持续推进，医疗云市场稳健扩大。物联网平台是物联网整体解决方案的核心，是物联网的关键性枢

纽。云计算在国内医疗健康行业的应用快速发展，随着云计算技术的成熟和应用的加深，医疗云市场进入快速发展阶段。2018 年我国医疗云的市场规模达到 85 亿美元，医疗云市场将在 2020 年及以后呈指数级增长，预计到 2025 年，预计将增长到 550 亿美元以上^[15]。私有云为主的医疗云首先在大型医院获得应用，46% 的用户选择私有云部署方式，从安全角度出发，医院尤其是三级医院云化的方向仍是以自建的私有云为主。公有云的部署占比为 19%，医疗行业用户对公有云的接受度有所提升。目前云计算通过院内私有云、混合云和区域医疗云三大模式在医疗行业落地。目前医疗机构以私有云为主并逐渐往混合云转变。随着互联网医疗、远程医疗、区域医疗业务的开展，院外业务应用（SaaS）将成为主要应用场景。

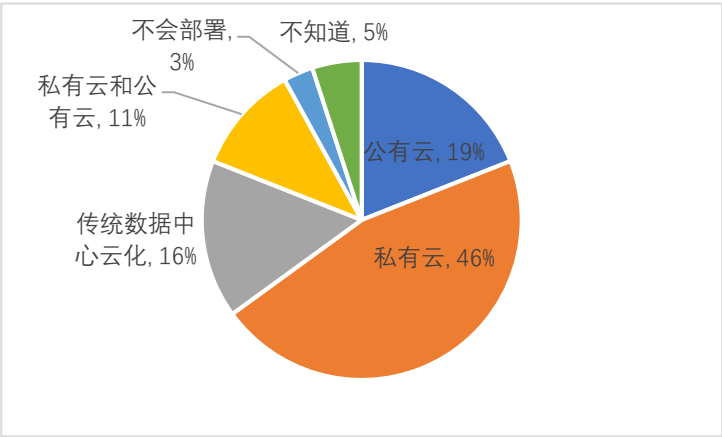


图 10 我国医疗用户选择的云计算形态

数据来源：移动信息化中心

在应用市场方面，产业更加聚焦医院服务效率和安全提升，应用创新模式仍待探索。物联网技术以其终端可移动性、接入灵活方便、状态信息采集自动化等特点在医疗机构的应用彻底打破了固定组网方式和各科室信息管理系统比较独立的局限性，能够更加有效地提高管理人

员、医生和护士的工作效率，协调相关部门有序工作，有效提高医疗机构整体信息化水平和服务能力。医疗健康物联网主要应用于个人健康管理、医院业务管理和政府决策支撑等方面。围绕提高医院服务效率和安全的应用场景是目前国内医疗健康物联网企业的落地重点，如体征监测、移动护理、人员定位管理等等。此外，各地医院物联网建设的投入大多集中在药品管理系统、护理监控管理等方面。首都医科大学附属北京友谊医院以预算金额人民币 736 万元研发麻醉药品物联网管理系统。福鼎市医院以预算 150 万元采购物联网智慧护理管理系统软件开发服务。河北优抚医院投入预算 1905 万元进行智能养老物联网应用示范工程的建设。

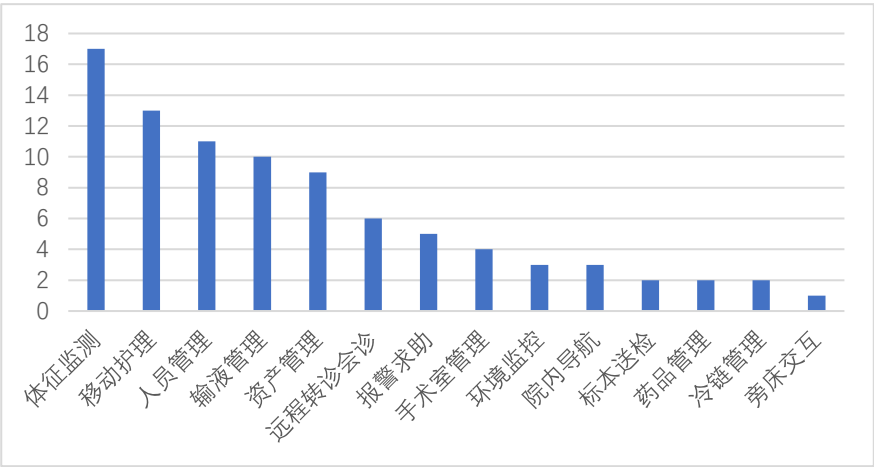


图 11 我国医疗健康物联网应用场景企业数量分布

2.3 技术现状及趋势分析

医疗健康物联网作为国家重要的战略技术已受到当今世界各国的高度重视，医疗健康物联网的充分应用将会给当今的医疗和健康行业模式带来深刻的改变，并为行业和社会的良性发展带来强劲的动力。物联网是多种技术聚合而成的产物，其中囊括了传感控制技术、RFID

技术、无线通信技术、网络技术、大数据技术、云计算技术、人工智能技术。医疗物联网技术仍然是建立在物联网基础上的，与物联网结构总体上相似，其结构可以分为感知层、传输层、平台层和应用层四个层级。各类新型技术的复杂性、特殊性、创新型使物联网时代具备与之前迥然不同的特点，这必然也会给医疗行业带来新的机遇。

2.3.1 感知层

医疗健康硬件市场份额与发展潜力均处领先地位。根据 Deloitte 数据，2017 年全球物联网市场中，医疗设备和系统软件占据医疗物联网市场规模的 61%，医疗设备、系统软件、技术与服务等医疗物联网关键因素分别占据 33%、31%、18%与 18%的份额，其中份额最大的硬件市场被认为是最具潜力的领域。2018 年我国医疗器械市场总规模约为 5304 亿元。2014-2018 年国内医疗器械市场规模复合增长率（CAGR）为 20.02%，远高于全球增速。预计到 2023 年，我国医疗器械市场规模将超过万亿元^[16]。

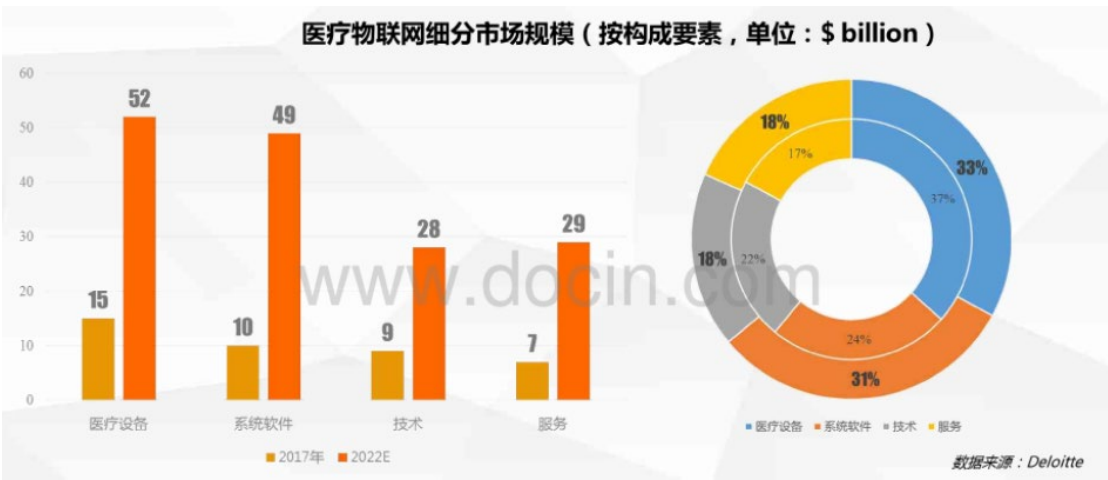


图 12 医疗物联网细分市场规模

数据来源：Deloitte

RFID 技术市场价值与发展潜力均处领先地位。根据 Grand View Research 的预测，全球 RFID 在医疗健康市场规模将随着运营成本、工作流程、供应链需求以及质量保障等因素的良性改变而逐年增长。药企、医疗设备制造商、医院和其他各种医疗机构都集成了此技术以控制库存成本。RFID 技术使这些组织能够进行有效的库存管理，并有助于避免缺货和积压情况。RFID 标签使手术人员能够轻松跟踪手术室中使用的医疗设备，从而提高患者安全性。该技术还用于实验室，血库和病理实验室，以实现高效的产品跟踪和更好的工作流程管理。

健康问题受重视带动可穿戴设备产业发展。2018 年全球可穿戴医疗设备市场规模为 103 亿美元。慢性病的增加与死亡率的上升是政府以及人民密切关注的问题。患者开始佩戴 24 小时的远程监测可穿戴设备，由于可穿戴设备的升级改进，并不会影响到患者日常生活工作，考虑设备和技术的成熟性，预计人们的需求还会在未来稳定增长。此外，预计将有大量的治疗设备，如只能哮喘管理、可穿戴式止痛和胰岛素管理设备也将推动市场增长。神经监测设备也是 2018 年最大的诊断应用领域，这归因于神经系统疾病的患病率上升。根据 Goldman Sachs 对于医疗健康物联网的分类和预测，医疗健康物联网垂直场景中，医疗健康物联网的收入 45% 来自远程病人监测，远程诊疗占 37%，行为矫正占 18%。其中，份额最大的远程患者检测因具备解决慢性病管理的能力被认为是细分领域的领导者。根据 Infoholic Research 数据，远程患者监护将在 2020 年达到 980 亿美元的市场规模，五年间（2015-2020）平均增长率高达 25.56%。

U.S. wearable medical device market size, by product, 2015 - 2026 (USD Billion)

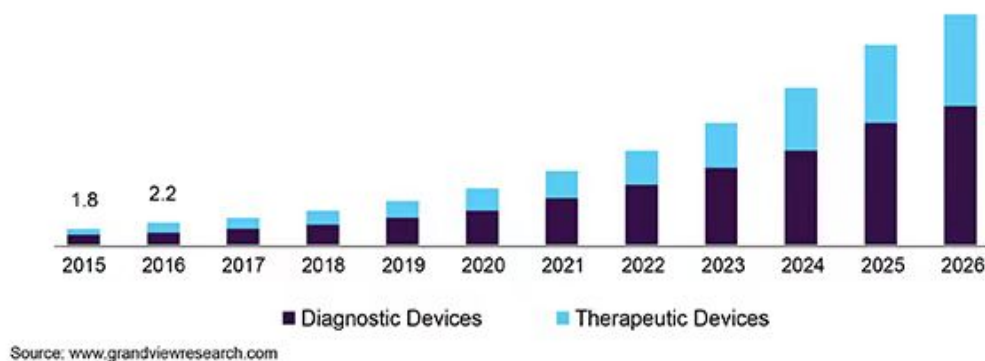


图 13 美国可穿戴设备市场规模

数据来源: Grandviewresearch

2.3.2 网络层

蓝牙、Zigbee、Wi-Fi 等应用最为广泛且适配医疗场景。在众多医疗健康物联网连接方式中,短距离传输场景是医疗健康物联网的基础,且医疗健康物联网对于数据可靠性的要求很高,选择短距离无线协议时安全性尤其重要。在可用的短距离无线技术中,蓝牙和 Wi-Fi 是医疗设备开发商最常采用的技术。Wi-Fi 具有更大的覆盖范围和更高的传输速率,但更容易出现共存问题。蓝牙数据传输速率较低、传输距离较短,但是不易受到近距离内大量射频传输的影响,同时功耗更低,二者各有所长,在医疗健康物联网传输场景中各尽其用。医疗健康物联网的原始数据产生于人和设备,并且数据具有实时、动态、海量、颗粒性和碎片化的特点。ZigBee 技术是一种应用于短距离和低功耗的无线通信技术,基于 IEEE802.15.4 标准的低功耗局域网协议。主要用于距离短、功耗低且传输速率不高的各种电子设备之间进行数

据传输以及典型的有周期性数据、间歇性数据和低反应时间数据传输的应用。在低功耗待机模式下，1 个 ZigBee 节点可工作 6-24 个月。

5G 与 NB-IoT 融合将深度改变医疗健康行业。5G 的优势在于具有高带宽、低功耗、低时延、海量接入、重构安全等五点优势，能够有效弥补 Wi-Fi、LoRa、4G 的能力不足，推动院内、院外医疗健康服务的全面协同。高宽带特点使得 5G 面向移动互联网流量爆炸式增长，能够为移动互联网用户提供超大带宽和超高速率，保障极致的用户应用体验。同时可结合 4K/8K 高清音视频、VR/AR 等技术实现超高清视频的稳定、实时传输。功耗问题是当前限制可穿戴设备发展的一个重大原因。NB-IoT 是 5G 网络不可或缺的部分，它支持低功耗设备在广域网的蜂窝连接，并且只消耗大约 180kHz 的带宽，能够大大延长可穿戴设备的充电周期。低时延是设备远程智能化应用的必备条件。在 4G 环境下，30-50ms 左右时延已经能够完成人们在日常生活的大部分需求。但是在无人机编队飞行，无人汽车行驶的场景下，差之毫厘，就会酿成灾祸，时延仍然是一个重要的问题。5G 空口时延降至 1ms，可以支撑低时延的应用场景，让人们在切实体验 5G 速度带来的便利。5G 实现设备百万级接入，带动产业链变革。在未来万物互联的时代，5G 将使通信范围从人与人之间拓展到人与物、物与物之间，1 平方公里内甚至可以同时有 100 万个网络连接。到 2020 年，社会各领域都可通过无线网络实现智能互联。网络安全威胁无处不在，在 5G 形势下，随着数字化转型的逐渐深入，安全问题也越来越突出。医疗健康行业对安全要求极高，5G 具备更全面的数据安全

保护策略、支持更丰富的认证机制、更严密的用户隐私保护方法以及利用 MEC 和切片技术的组网方式，能够重新构建医疗健康行业安全体系，确保 5G 在医疗健康行业应用安全。

2.3.3 平台层

供需缺口导致需求增加,医疗资源上云成全球主流趋势。2019 年,全球医疗云计算市场规模达 445 亿美元,预计以 11.8%的复合年增长率增长。随着患者信息数量的增加,大量的信息处理量和庞大的重复的工作,医疗健康行业对 ICT 技术的需求增加,从而推动了该行业对云计算的采用。对基于云计算的信息系统的需求不断增长预计也将推动市场。此外,技术先进、发展较好的三甲医院,是推动市场需求的关键因素之一。部分私有和公共组织对医疗健康 IT 基础设施的投资增加也是预期在不久的将来对上云增长产生积极影响的因素之一。2018 年,北美以 55.0%的收入份额主导了整个医疗云计算市场。

预计亚太地区将是增长最快的市场,复合年增长率为 13.5%,印度,中国和日本等经济体将带来丰厚的机遇。老年人口的增长,慢性病负担的增加以及支持采用公共卫生系统等举措的出现是推动市场增长的因素。

医疗健康物联网平台云化持续推进,医疗云市场在国内稳健扩大。物联网平台是物联网整体解决方案的核心,是物联网的关键性枢纽。云计算在国内医疗健康行业的应用快速发展,随着云计算技术的成熟和应用的加深,医疗云市场进入快速发展阶段。根据 IDC 研究,2018

年中国医疗云计算总支出达到 50.5 亿元人民币，预计 2023 年将达到 168.8 亿元人民币，2018 至 2023 年的年复合增长率为 27.3%。截止到 2016 年 11 月，我国 35.6%的三级医院和 7.8%的二级医院均已部署了云计算应用^[17]。私有云为主的医疗云首先在大型医院获得应用，46%的用户选择私有云部署方式，从安全角度出发，医院尤其是三级医院云化的方向仍是以自建的私有云为主。公有云的部署占比为 19%，医疗行业用户对公有云的接受度有所提升。目前云计算通过院内私有云、混合云和区域医疗云三大模式在医疗行业落地。目前医疗机构以私有云为主并逐渐往混合云转变。随着互联网医疗、远程医疗、区域医疗业务的开展，院外业务应用（SaaS）将成为主要应用场景。



图 14 IDC 中国趋势论坛演讲报告

数据来源：IDC 数据

医疗健康大数据进入到价值输出时代，慢病及医院管理发挥重要价值。大数据是物联网体系的重要组成部分，其中物联网体系中数据挖掘和分析能力主要体现为大数据分析，大数据分析是大数据完成物

联网平台价值化的重要手段之一。目前世界各国都在高度重视数字经济产业发展，纷纷开始抢占医疗健康大数据制高点。全球医疗健康数据正以每年 48% 的速度增长，在 2020 年数据量将超过 2300Exabytes。2017 年，中国医疗健康大数据市场增长速度为 77.9%，增速远高于医疗信息化整体水平及其它行业。现如今，基于医疗健康大数据的物联网平台在慢病管理、医保控费、资源耗材管理等诸多领域的应用前景十分明朗，已经具备了切实可行的应用方案，能够创造巨大的价值和收益。

2.3.4 应用层

创新类远程监护、实时追踪等移动健康设备成为热门领域。物联网海量设备联接而成的网络中，这些设备的所有这些数据可以被实时跟踪和收集，催生着各类应用场景落地。这无疑将改善升级传统医疗设施，同时也意味着传统医院正在向智能医院转型。2018 年，英格兰国家医疗服务系统宣布支持远程糖尿病治疗解决方案。该方案通过连续血糖检测仪，将一硬币大小的设备插入患者手臂后进行血糖指标的不间断监测。此类智能健康监测设备为糖尿病患者的治疗带来了巨大的价值。另外，Proteus 研发的智能药丸通过微小的传感器代替处方药，在患者胃中溶解后接受并发送信号，并能够观察生物体内部环境，在药物管理这一领域也迈出了突破性的一步。

国内应用市场聚焦医院服务效率和安全提升，应用创新模式仍待探索。物联网技术以其终端可移动性、接入灵活方便、状态信息采集

自动化等特点在医疗机构的应用彻底打破了固定组网方式和各科室信息管理系统比较独立的局限性，能够更加有效地提高管理人员、医生和护士的工作效率，协调相关部门有序工作，有效提高医疗机构整体信息化水平和服务能力。医疗健康物联网主要应用于个人健康管理、医院业务管理和政府决策支撑等方面。围绕提高医院服务效率和安全的应用场景是目前国内医疗健康物联网企业的落地重点，如体征监测、移动护理、资产管理、人员定位管理等等。此外，各地医院物联网建设的投入大多集中在药品管理系统、护理监控管理等方面。首都医科大学附属北京友谊医院以预算金额人民币 736 万元研发麻醉药品物联网管理系统。福鼎市医院以预算 150 万元采购物联网智慧护理管理系统软件开发服务。河北优抚医院投入预算 1905 万元进行智能养老物联网应用示范工程的建设。上海市第一人民医院与中国移动共建 5G 智慧医院，通过 5G 物联网技术，对院内重点区域、设备，以及分布式医疗物资（耗材、废弃物），通过各种传感设备实现数据、视频的汇聚及集中管理。

2.4 应用现状及趋势分析

我国医疗卫生体系正处于从临床业务信息化走向个性化医疗的发展阶段，物联网技术的出现，满足了人民群众关注自身健康的需要，推动了医疗卫生服务模式的发展。物联网技术在医疗卫生领域的应用拥有巨大潜力，能够帮助医院实现对医疗对象（如病人、医生、护士、设备、物资、药品等）的智能化感知和处置，支持医院内部医疗信息、

设备信息、药品信息、人员信息、管理信息的数字化采集、处理、存储、传输、决策等，实现医疗对象管理可视化、医疗信息数字化、医疗流程闭环化、医疗决策科学化、服务沟通人性化，能够满足医疗健康信息、医疗设备与用品、公共卫生安全的智能化管理与监控等方面的需求，从而解决医疗平台支撑薄弱、医疗服务水平整体较低、医疗安全生产隐患等问题。

2.4.1 医疗物联网应用提升院内院外设备全流程监控水平

医疗物联网应用分为物联网医院智能化设备管理和可穿戴设备健康管理智能化监测。物联网医院智能化设备管理包括护理管理、固定资产动态管理、后勤管理等方面。物联网技术可以收集医院运行过程中的信息，简化信息核对流程，目前已经普及了基于 IC 卡的就诊卡、以掌上电脑为工具的移动护士站等。医院数字化建设的直接经济效益不明显，系统建设成本较高，所以我国一些医院并不热衷于数字化建设。现有的物联网产品多是为解决特定挑战所设计，难以满足大多数医疗机构对系统功能的需要。物联网与医疗的深度融合与规模化利用需要一套成熟的一体适用的解决方案。现有的可穿戴设备集成了部分手机功能和部分检测功能。可穿戴设备健康管理智能化监测包括睡眠状况、体脂、血压、心率、体温、血氧、血糖等。

将物联网技术广泛融合应用于健康服务、医疗卫生、养老供给等医疗健康领域各个环节，覆盖从家庭社区到医院，从疾病诊疗到健康管理等医疗健康服务的各个方面，实现对医疗对象、医疗健康信息和

公共卫生安全的智能化感知、监控、决策和管理，为提高健康干预与管理能力，提升医疗服务和管理质量，持续改善健康水平提供更全面的支撑，推动实现全人群、全生命周期健康管理。

2.4.2 物联网医院智能化设备管理强化数字医院建设能力

物联网医院智能化设备管理应用场景包括大型医院和社区卫生机构两种组织形式。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。医疗健康物联网在大型医院内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。医疗健康物联网在社区卫生机构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。医疗健康物联网在家庭场景下的应用包括远程生理指标监控、远程健康评估和干预、院外恢复监控、养老监护、个人健康管理等。

当前，大部分医院非常重视信息化建设，但往往停留在业务科室和业务功能需求实现方面，没有围绕“以病人为中心”构建业务系统，也缺乏围绕医院运营为主题的管理系统，信息系统只是解决了传统模

式下手工操作计算机化。随着业务的发展，传统医疗信息化的服务模式已经不能满足医院和病人的需求，而医疗物联网技术的出现可以有效解决这些问题。物联网技术以其终端可移动性、接入灵活方便、状态信息采集自动化等特点在医疗机构的应用彻底打破了固定组网方式和各科室信息管理系统比较独立的局限性，能够更加有效地提高管理人员、医生和护士的工作效率，协调相关部门有序工作，有效提高医疗机构整体信息化水平和服务能力。

2.4.3 医疗物联网应用创新助力个性化、精确化医疗服务

医疗物联网应用创新助力个性化、精确化医疗服务。医疗健康物联网创新应用层主要体现在医院业务管理、个人健康管理等。例如，医院业务管理可实现药品管理、医疗器械管理和辅助诊断等，提高医院管理水平和医疗服务质量；个人健康管理可实现慢病管理，健康干预和养老监护等，助力远程医疗和健康管理、健康养老等；医疗健康物联网还为政府在公共卫生、医疗保障等方面提供辅助决策支撑。

（一）医疗物联网应用实现人体数据全生命周期管理

快速定位提升病患院内响应能力。病人身份确认是指医务人员在医疗活动中对病人的身份进行查对、核实，以确保正确的治疗用于正确的病人的过程。病人身份的准确辨认是保证医疗护理安全的前提，正确的病人身份识别是医疗安全的保障。特别是在急救环节，为了能对病人进行快速身份确认，完成入院登记并进行急救，医务部门迫切需要确定伤者的详细资料，包括姓名、年龄、血型、亲属姓名、紧急

联系电话、既往病史等。以往的人工登记既慢且错误率高，而且对于危重病人根本无法正常登记。据统计，我国医院每年都有相当一部分病人很长时间都无法确认病人身份，难以和家属联系，造成治疗的延误。RFID 标签具有体积小、容量大、寿命长、可重复使用等特点，可支持快速读写、非可视识别、移动识别、多目标识别、定位及长期跟踪管理，这些特点促进 RFID 技术在解决医院就诊过程中患者身份识别的问题上得到进一步的应用。由于 RFID 技术提供了一个可靠、高效、省钱的信息储存和检验方法，因此医院对急诊病人的抢救不会延误，更不会发生伤员错认而导致医疗事故。

移动监护完善生命体征监测体系。医疗监护是对人体生理和病理状态进行检测和监视，它能够实时、连续、长时间地监测病人的重要生命特征参数，并将这些生理参数传送给医生，医生根据检测结果对病人进行相应的诊疗。它在危重病人的监护、伤病人员的抢救、慢性病患者和老年患者的监护以及运动员身体活动的检测等领域发挥着重要的作用。目前，医院监护系统大多使用固定的医疗监护设备，通过传感器采集人体生理参数，通过线缆将数据传输到监护中心。建立在线缆连接基础上的传统监护系统往往体积大、功耗大、不便于携带，限制了病人和医护人员的行动，增加了他们的负担和风险，已经越来越不能满足当今实时、连续、长时间地监测病人的重要生命特征参数的医疗监护需求。同时，这种传统的医疗监护方法容易增加病人心理压力和紧张情绪，进而影响病人身体状况，使诊断数据与病人真实的生理状况产生一定差距，影响对病情的正确诊断。为了使经常需要测

量生理参数的患者（如慢性病人或者老年患者等）能够在随意运动的状态下接受监护，无线医疗监护技术已越来越受关注。据统计，美国医疗系统每年花费数万亿美元，其中绝大部分医疗卫生费用主要用于不健康患者的治疗，而健康人口只用了不到 10% 的医疗费用，主要用于健康监测、疾病的初期检查等环节。在我国，医疗水平远低于美国等发达的西方国家，用于疾病检查和健康监测的费用也远低于这个比例。然而，没有人能够保证自己永远健康，如果我们只关注疾病人群，只在“诊断和治疗”系统下投资，忽视各种健康风险因素对现在处于健康状态下的人口损害，疾病人群必将不断扩大，现有的医疗系统也将不堪负荷。要改变这一局面，就要把重点转移到对生命全过程的健康监测、疾病控制上来，建立同时能够为健康和不健康的人服务的健康监控、维护和管理系统。医疗物联网利用嵌入式传感器和特殊软件使社区医院的医生足不出户就能及时了解到他负责的病人的血糖、血压情况。这种隐藏在电子血压仪、电子血糖仪里的传感器可将测得的数据及时通过无线方式传输至医生的电脑中，这样就能使医护人员及时制定对症治疗措施。

（二）医疗物联网应用实现药品全流程可追溯监管

医疗物联网技术应用于医药管理，全面优化药品跟踪和检查流程。

物联网技术在药物管理方面也有新颖而独特的应用。为了有效地对药品流通进行管理，国家相继出台了众多的药品生产和药品管理的标准、规范，尽管如此，在药品的流通过程中仍然存在着不少问题，如在医药供应链上，药品在流通过程中由于周围环境的变化（如温度、湿度、

光照、压力等)会导致药品质量发生改变甚至完全失效,在药品流通环节中也有可能混入大量的假药,如果不能做到有效监控,将会产生极大的危害。此外,流通成本管理,对于药品流通中的成本变动,一个主要的原因是流通环节频繁发生的串货、退货现象,如果不能对纷繁复杂流通渠道中的药品流向进行及时、准确的追踪,一旦发生这种现象,就会大幅度增加药品的流通成本。物联网技术可以通过对流通过程中单个药品唯一的身份进行标识及追踪,从而达到对药品信息及时、准确地采集与共享,为有效地解决我国医药流通中存在的安全、成本和管理等问题提供新的思路。

医疗物联网技术应用于药品防伪,提升医药安全保障能力。根据世界卫生组织的报道,全球假药比例已超过 10%,全球假药年销售额已超过 320 亿美元,其中 60%的假药在发展中国家。世界上每年的死亡病例有 1/3 源于不合理用药。美国每年约有 7000 名住院病人因用错药而死亡。使用假药,轻者会贻误治疗,重者会危及生命安全。根据 RFID 防伪的基本原理,在药品防伪中应用 RFID 技术,不但稳妥科学,而且能够大幅度提高用药工作的效率。将 RFID 的标签作业与单一药瓶包装产线的流程成功整合,应用 RFID 技术于生产线产品,将符合 EPC (Electronic Product Code) 标准的标签贴于 OxyContin 药品的包装瓶上。所有的药品就都可以拥有完整的药谱纪录。药品流向追踪及防伪等就可以得到保障。

医疗物联网技术应用于服药状态监控,降低药品错误使用风险。采用医疗物联网技术可以用来监测和记录药品取出和返回医药柜的

频率，帮助老人获知其是否已经服用，或服药次数过于频繁。此外，为了提醒慢性病患者与独居老年人按时吃药，使用者从医院拿回来的药先配上专属的 RFID 标签，智慧型药柜会记录各种药品的用法与用量，还有必须服用的时间。当要吃药时，药柜就会发出语音的通知，同时药柜上的荧幕也会播出要服用的药品照片及名称。同时，因为受照护者的手腕上戴有 RFID 身份辨识标签，所以一旦拿错药，药柜会感应并且发出警示。

（三）医疗物联网应用实现医疗器械科学化、规范化管理

医院实行科学化和规范化管理是必然趋势，医疗设备的管理是医院管理的重要组成部分。通过应用医疗设备射频跟踪自动识别管理系统，每台设备上都附有射频芯片，可以储存大量的设备信息，同时还有每次维护、维修、巡检的相应记录。这样可以预防由于不确定原因造成原设备建档档案损坏，以及遗失造成的设备信息资料丢失的损失，而且可以容易做到每次巡检和维护时对每一台机器的情况进行了解维护，并作相应的信息存储操作，这样可以避免对设备巡检和维护工作的疏漏。由于每次巡检和维护的结果都记录存储于芯片和中央处理器中，而且这些信息是不能够随意更改，这样可以避免如果出现和医疗设备相关的医疗责任事故中，不能明确人为责任还是设备责任的问题。

医疗物联网技术应用于手术器械管理，减少器械使用安全隐患。

手术器械的管理是保证手术顺利进行的重要环节，手术器械管理的好坏直接影响着手术质量和效果。作为器械室的护士，不能单纯只是挑

器械、打包，更重要的是要熟悉各种手术步骤及各位主刀医生的手术习惯和一些风险性较大的手术可能发生的意外等情况，改变过去机械被动地配合手术的观念。基于 RFID 技术的器械包管理及追溯系统最大限度地控制和消除了器械包的安全隐患，也明确了各个环节的工作人员的责任并对相关信息进行记录，便于在有相关感染事故出现后进行追溯。医疗物联网可以追踪组织物品的去向，还有柜子、冰柜和冰箱门的锁定，通过工人扫描标签并选择相应的病人，显示了哪位医务人员拿走了哪些物品，以及哪些病人用到这些物品，从而减少组织物品的丢失或浪费。

医疗物联网技术应用于洗消设备管理，提升流程数字化管理能力。

每次手术后，供应室将使用过的手术器械收集、洗净、分类包装，经严格灭菌消毒后再准备供给新的手术使用。整个流程中，由于缺乏足够的监控管理，时有手术器械消毒不严格、器械包超过消毒有效期、传统的记录纸污染和进入手术室造成交叉感染的事故发生。同时还存在着劳动强度大、发生事故后相关单位无法界定责任、消毒费用过高等问题，给医院的管理工作带来一定难度。由此，运用先进的技术系统，完善消毒供应室的信息化建设成为许多医院信息化建设的重要内容。医疗物联网可以通过采用先进的条码和 RFID 技术，对每个手术包配带一个条码或 RFID 标签，负责采集和存储手术包流程的属性信息，内容包括手术器械种类和编号、数量、包装人员编号、包装日期、消毒日期、手术包类型等。系统通过这些信息对器械包的回收、清洗、分类包装、消毒、发放等环节进行记录，并对器械包的存放、

使用实行监控，最大限度控制和消除了器械包的安全隐患，也明确了各个环节工作人员的责任并对相关信息进行记录，便于相关感染事故发生后进行追溯。

三、医疗健康物联网典型应用

3.1 智慧医院服务

智慧医院的建设离不开医疗信息化与物联网、5G、人工智能、大数据、云计算等新技术的迅猛发展，智慧医院的界定范围主要包括三大领域：第一个领域，面向医务人员的“智慧医疗”，以电子病历为核心的信息化的建设；第二个领域，面向患者的“智慧服务”。比如手机支付，预约挂号、预约诊疗、信息提醒，包括衍生出来的一些服务，比如停车信息的推送、提示等；第三个领域，面向医院管理的“智慧管理”，用于医院的精细化的信息化管理。包括 HIS 系统、OA 办公系统、财务系统以及物资管理系统等等。

3.1.1 医疗设备全生命周期监控

医疗设备全生命周期是指医疗设备管理部门以医疗设备的安装验收、日常维护、维修和报废作为医疗设备生命周期中的各个阶段，通过物联网管理方式，运用射频识别（radio frequency identification, RFID）、红外感应、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备为医疗设备建立固定资产档案，实时智能化识别、定位、跟踪、监管和管理，为医院精细化管理提供详实可靠且高效的数据保障。

在安装验收阶段，为设备安装 **RFID** 标签，同时写入该设备的基本信息，包括设备厂家信息、设备序列号、设备功能简介、设备操作注意事项、该设备所属部门、该设备所属个人、该设备适用范围和设备维保信息等；在日常维护阶段，根据安装时设置的维护周期，设备会自动上报维护提醒，设备处工作人员在设备 **RFID** 标签中记录维护内容及时间，使设备维持在最佳工作状态，物联网平台根据设备传感器上报的数据提前对设备可能出现的故障作出预判，预先做好处理方案，防患意外事件，提高设备使用效率；在维修阶段，该设备对可能造成影响的科室与个人发送设备维修预警，提醒设备处安排好备用设备，确保不会对正常的医疗造成不良影响；在报废阶段，通过 **RFID** 阅读器定位设备位置，并对设备进行报废鉴定，包括维保信息、维修历史等信息，同时将设备评估结果录入系统，以方便后续查找。通过医疗设备全生命周期监控，时刻掌握设备工作动态，有效防范未知风险，消除安全隐患，提高医疗设备的可靠性，降低医疗设备的维护成本。

案例 1：医疗器械全生命周期信息化管理

自 2014 年国务院 680 号令《医疗器械监督管理条例》颁布之后，国家先后对法规进行了细化和修订，对医疗器械的使用管理提出了更高的要求和挑战。曲靖市妇幼保健院通过建立唯一编码的院内医学器械字典，实现招标采购目录及编码、医保物品编码、HIS 收费结算编码、财务系统核算编码的对应和统一，然后通过管理流程再造，以信息化手段解决院内医疗器械准入管理、采购管理、库存管理、二级库

管理、发票管理、维修保养管理、质控管理、档案管理中的问题，实现系统与院内 HIS、财务管理系统、HERP 的数据接口互联互通，并向院外供应商服务信息化延伸。依据《医疗器械监督管理条例》和等级医院评审要求，系统采用射频识别技术、现代物联网技术和互联网技术，按照“采、供、领、用、管、效”各要素重塑标准化、信息化工作流程，实现一物一码精准管控，减少人工操作的随意性和主观因素，实现从临床到仓储到供应商之间的快速申领配送、精确库存管理、快速出入库、快速订货、物流跟踪、使用登记、报废登记、满意度在线评价以及库存和效益的用量预警分析等智能化管理。

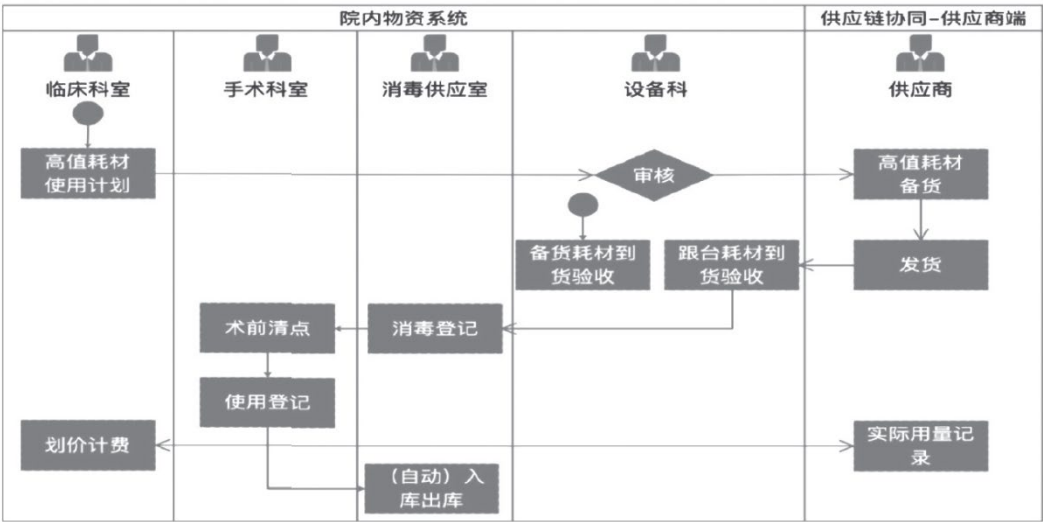


图 15 国内物资系统和供应链协同

案例 2：基于物联网的医疗设备报废管理

根据《中央国家机关国有资产处置管理办法》对设备报废标准的界定是：“已达到报废期限的资产，或因技术原因不能安全有效使用的资产”。对于医疗设备的全生命周期而言，医院的管理者不仅要关注新型医疗设备的购置，而且要统筹规划，对于需要进行报废的设备建立完善的报废机制，坚持可持续发展战略。做好报废管理工作，可

以为医院节约成本，使医疗设备的价值得到最大限度的发挥。报废设备的流程通常由使用科室提出报废申请，然后由医工科工程师到现场进行报废评估，包括医疗设备的使用寿命、损坏程度以及维修记录。若设备严重损坏，不具备使用条件，且维修费用超过设备残值时，就应当报废。医工科工程师填好报废意见，需提交给设备部、国资部、财务部及主管院长层层审核，最后回收实物，上报卫计委，卫计委批复后，财务处置下账，完成报废流程。

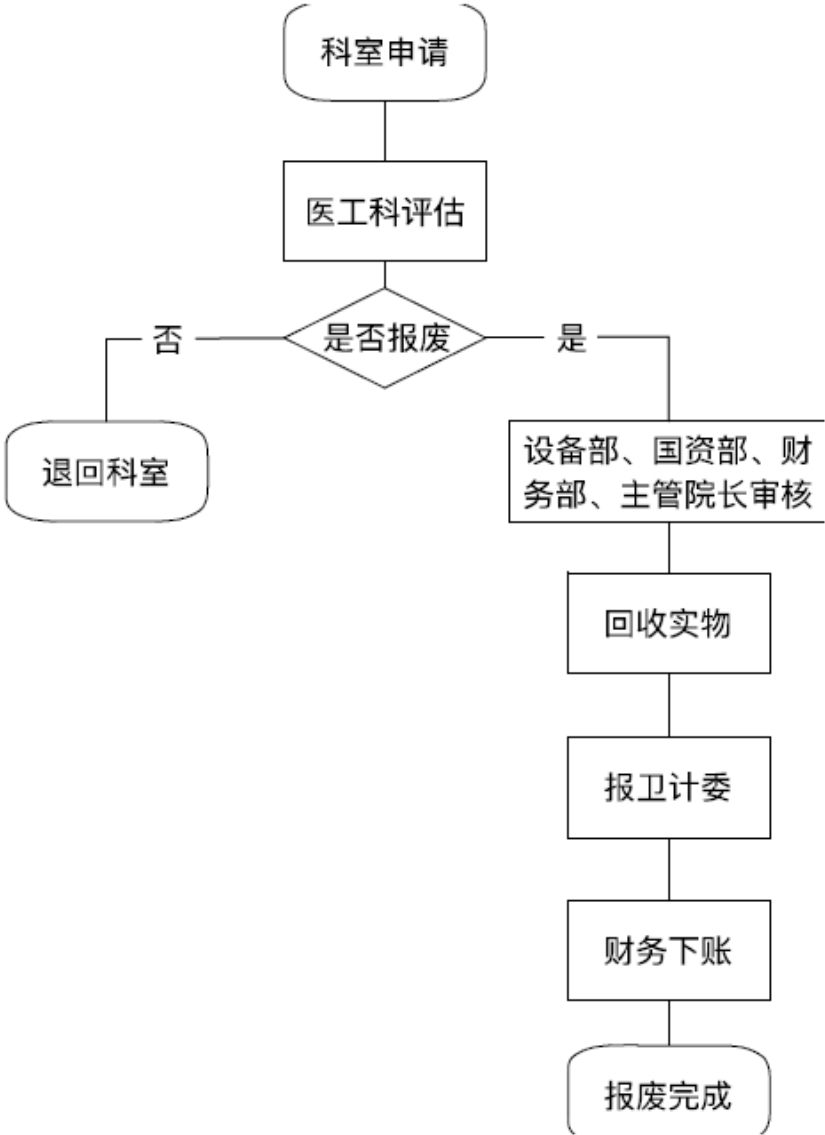


图 16 医疗设备管理流程

3.1.2 高值耗材可追溯管理

高值耗材通常是指直接作用于人体、对安全性有严格要求、临床使用量大、价格相对较高、社会反映强烈的医疗耗材。医院通过引入医用耗材精细化管理信息平台（Supply Processing Distribution, SPD）与国际标准条形码，实现了从商品生产、准入、采购，到仓库验收、入库、保存、出库，以及患者术后扫码使用、结算对账、扫码追溯等全流程闭环管理。

高值耗材生产后会在 SPD 中完成商品基本信息维护，包括 SPD 编码、品名、规格、型号、厂家、包装单位、单价、供应商等，设备的 SPD 编码经审核后同步至 SPD 主档数据库中，用于对应商品业务流通过程的检索和统计使用。高值耗材、药品采购员根据全院手术科室高值耗材使用与库存情况，在 SPD 端完成采购订单的生成和审核，供应商根据采购员的需求进行配送，采购员根据配送单调用配送信息，进行实物、单据和平台信息的核对验收，系统生成一物一码 SPD 标签，然后入库统一管理。患者手术需要用到高值耗材时，其 SPD 标签会被粘贴到手术消耗单上，护士把术中消耗品记到患者名下，将患者费用明细表与器材设备管理系统表通过“耗材流水号”相关联，规范患者的医疗信息，规范医疗行为，减少医疗事故的发生，实现精细化管理和耗材的全流程可追溯。

案例 3：高值耗材全流程闭环追溯管理

2019 年 6 月，《医疗机构医用耗材管理办法（试行）》要求医疗结构应建立医用耗材临床应用等级制度，将医院耗材信息、患者信息

以及诊疗相关信息相互关联，保证使用的医用耗材向前可溯源、向后可追踪。南京大学医学院附属鼓楼医院通过搭建院内精益物流管理平台，在国际标准条形码解码的基础上，自建高值耗材通用编码库，采用 GSI/HIBC 等国际标准条形码，引入 RFID 物联网技术和设备，结合各环节业务操作模板，实现从高值耗材的生产、准入、采购，到仓库验收、入库、保存、出库，以及患者术后扫码使用、结算对账、扫码追溯等全流程闭环管理。

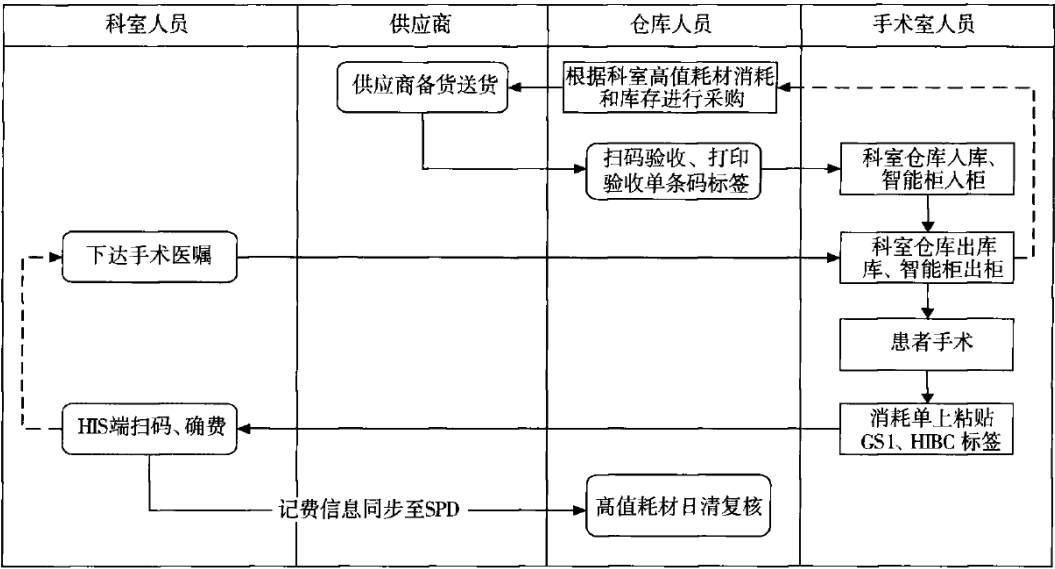


图 17 高值耗材全流程闭环追溯管理流程

案例 4：资源计划系统

中国医学科学院北京协和医院通过启动信息管理建设项目，引入具有先进理念的企业资源计划软件平台，建立符合医院实际情况的医院资源计划（HRP）系统。在 HRP 系统中融入人、财、物管理模式，整合现有信息资源和数据，搭建融合物资流、资金流和信息流的高效、互通管理平台。高值耗材的全生命周期管理包括：耗材采购、审核入一级库、出一级库、入二级库、出二级库、耗材使用和绑定医嘱（包

括两种模式：确认医嘱绑定条码模式、扫码补录医嘱模式）、耗材计费和结费。临床业务中还涉及特殊的耗材管理流程，包括：耗材库存调拨、退货退库、库存盘点管理。



图 18 资源计划流程图

3.1.3 药品可追溯管理

药品从院外供应商处研发、生产、流通到供给到院内各级部门、各区域的储存和使用，所有过程都通过信息系统实现业务流程无缝整合，利用条形码、无线射频识别 RFID 技术以及物流作业设备，将药品名称、种类、产地、批次、生产、加工、运输和存储等各环节的信息存储在 RFID 标签中，达到药品流通全过程自动化管理、质量可追溯，实现药品精细化管理模式，落实质量的全程监控模式，实现医院内部药品的全程信息追溯。对于出现问题的药品批次，可以快速定位药品的分布情况以及使用该药品的患者详细信息，为临床用药提供了安全保障机制。药品可追溯管理模式能有效减少院内各部门的库存管理压力，减少医院临床人员、临床药师在物流方面的工作量。

案例 5：药品供应、管理和配送系统

重庆市第四人民医院的“药品供应、管理和配送”系统于 2016 年 10 月上线，对医疗机构药品从采购、出入库、养护、单剂量包药、配送过程及上游医药公司进行信息化管理。通过使用 SPD 系统建立药品批号、药品电子监管码或商品条形码主导信号的药品全流程追溯体系。SPD 系统与医院信息系统以药品批号未识别信息，与自动整盒发药机以药品图像、药品电子监督码（商品条形码）、药品批号为识别信息建立联系，通过具有唯一性的物流系统药品编码进行一一对应。医师在 HIS 系统开具处方或医嘱并计费后，向 SPD 系统传输药品相关信息，生成药品挑选单，由药房工作人员挑拣药品，药师复核并确保正确无误。



图 19 药品供应、管理和配送流程

案例 6：自动化智能药柜（ADC）

利用信息化手段对智能药柜的调剂、补货、数据维护及其特殊药品调剂实现全程闭环管理。药学部审方中心对医嘱进行合理性、适宜

性审核，审核通过后，医嘱进入 ADC 管理系统。ADC 管理系统可发挥提示、警告、控制等作用，有效控制药品调剂、药品管理。每取完一个药，护士确认后才会亮起下一个药品的指示灯，每个 ADC 单元配有高清摄像头，确保整个调剂过程都可追溯和控制。中心药房可有效管控护士使用智能药柜、药师管理智能药柜药品等环节，如果取药时间、打开的储存区域、取药的品种数量、患者姓名以及住院号等信息有误，中心药房可第一时间发现并干预，有效避免调剂和补货环节错误的发生，保障住院患者及时、安全用药。

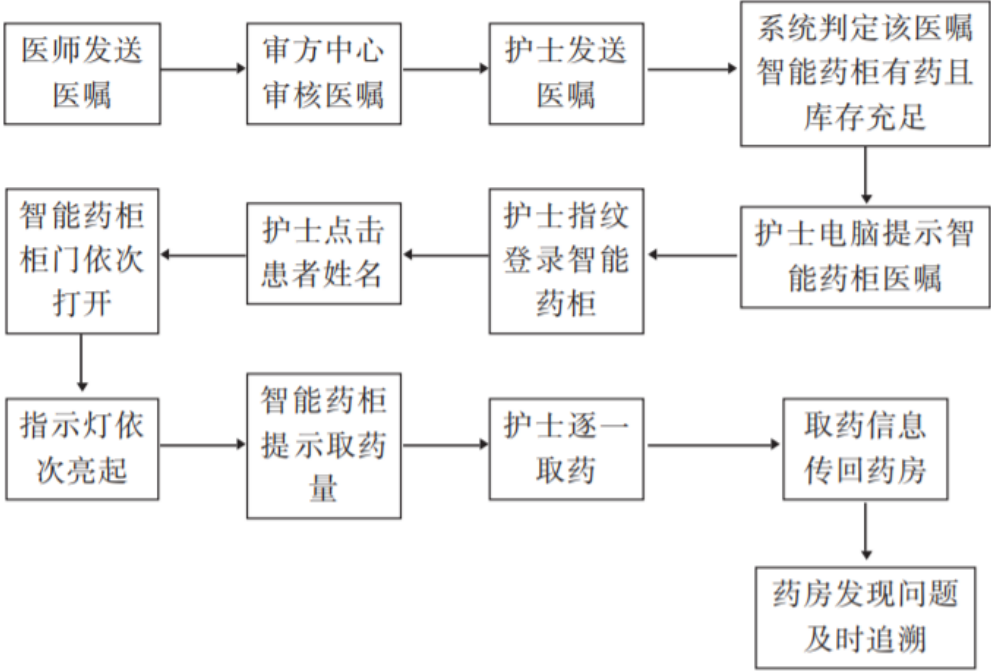


图 20 智能药柜工作流程

3.1.4 医疗废物管理系统

医疗废物为医疗机构在医疗、预防、保健以及其他相关活动中产生的具有直接或间接感染性、毒性以及其他危害性废物。因医疗废物具有极大地危险性，我国将其列为头号危险废物，并且对医废的监管

工作非常重视，出台相应的国家法律法规，如《医疗废物管理条例》、《医疗卫生机构医疗废物管理办法》等相关要求。医疗机构内的管理环节包括从医疗废物产生地点的分类收集、分类包装、定时定路线运送、暂时贮存以及交接集中处置机构五个环节。通过医疗废物信息管理系统，借助无线网络、蓝牙和 WIFI 等技术可自动获取医疗废物的位置，记录废物的流转周期，包括时间、地点、操作人员、状态、重量以及交接记录等。自动生成电子报表，实时在线追踪，轨迹追溯，电子围栏等，数据加密传输至数据库。

案例 7：医疗废物信息管理系统

苏州科技城医院通过构建医疗机构医疗废物管理信息系统，由各部门医务人员分类收集医疗废物，医疗废物收集人员转运小车，按指定轨迹移动至各部门。收到医疗废物后，尼龙扎条封存医疗废物、扫描尼龙扎条二维码、称重、打印粘贴标签，临床医务人员确认信息，，扫描智慧工牌交接，信息确认上传后台，医疗废物装入小车；收集完医疗废物后，前往医疗废物暂存地，入库前通过电子磅称重，核对医废总量，确认无误完成入库交接，同时自动上传各病区数据和总数据到后台，无异常则该废物回收顺利完成。医疗废物出库，再次进行电子地磅称重，出库总量与入库总量保持一致，系统自动完成核对确认后与医疗废物回收公司交接，生成交接记录。

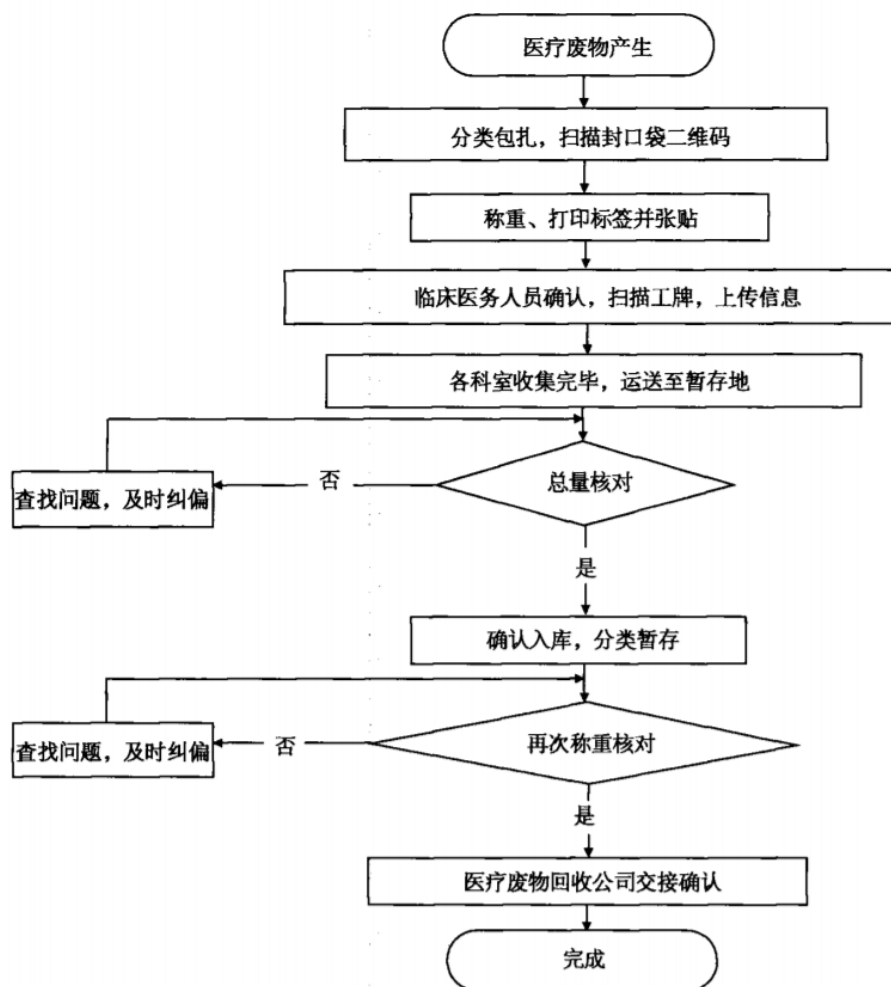


图 21 医疗废物管理流程

案例 8：在线追溯医疗废物管理系统

基层医疗机构是医疗废物产生的源头，为在源头上掌握医疗废物产生的动向、采集医疗废物信息，为基层医疗机构配备了智能称重终端，为工作人员配备了移动客户端软件。智能称重终端是一台集重量采集、医疗废物类型选择、医疗废物标签生成打印功能为一体的终端设备。各医疗机构在监管平台中具备唯一的标识码，设备出厂时通过烧写程序，绑定医疗机构信息。设备面板上设有类型选择功能区，可由操作人员在称重时完成医疗废物类型选择。称重后，设备生成医疗废物唯一标识码，标识码内容包括医疗废物类型、重量、医疗机构信

息、医疗废物称重时间，设备将唯一标识码采用二维码的方式打印出追溯标签。工作人员利用移动客户端对追溯标签进行扫描，在移动客户端软件中完成医疗废物信息的上传工作。移动客户端可直接采用工作人员自身的手机完成，大幅度降低配备专用设备的成本。

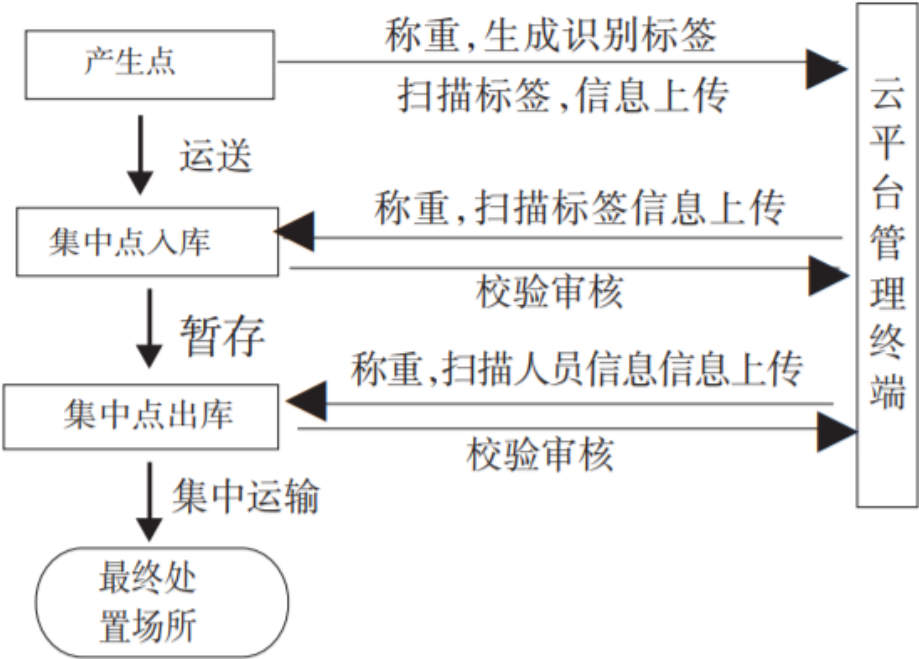


图 22 医疗废物管理平台

3.1.5 输液监护系统

门诊输液工作繁忙、琐碎、工作重复性强而缺乏新意，而输液病人多、杂，使用药品种类多而新，护士对新药品不了解等增加了门诊输液的不安全因素。医疗市场竞争，病人自我维护意识增强，要求门诊输液工作更安全、高效。移动门诊输液管理系统依托条形码技术、移动计算技术和无线网络技术实现护士对病人身份和药物身份的双重条形码核对功能，确保病人输液安全，杜绝医疗差错；依托无线呼叫技术实现病人求助时，护士及时响应，并改善输液室的嘈杂环境以及减

轻护士工作强度和工作压力，减少医患矛盾，创建一个高标准、高质量的新型输液护理服务新模式。

案例 9：压力感应式输液报警系统

压力感应式输液报警系统传感器的基本材料是室温硫化硅橡胶、导电填料炭黑以及其他添加材料例如二氧化硅等均为惰性材料，可以直接与输液液体接触而且不会对人体造成负面影响。在复合材料上下以电极夹住，并在外面包覆一层保护性柔性外层，就制成了一个薄型的，柔性的，具有压力感应能力的传感器。将传感器置于输液袋内底部靠近输液口处，电极连接导线与信号接收处理系统连接。输液过程中，来自液体的压力施加给传感器，随着输液袋中液体的减少，袋内液面下降，传感器受到的压力降低，电阻上升，从而导致电压在测量电路中分配变化，这种变化将被数据采集系统捕捉到并且反应为电信号。此时，数据采集系统接收到电阻增大而发出的电信号，由处理器分析信号的变化控制系统报警以及阻断输液的工作。

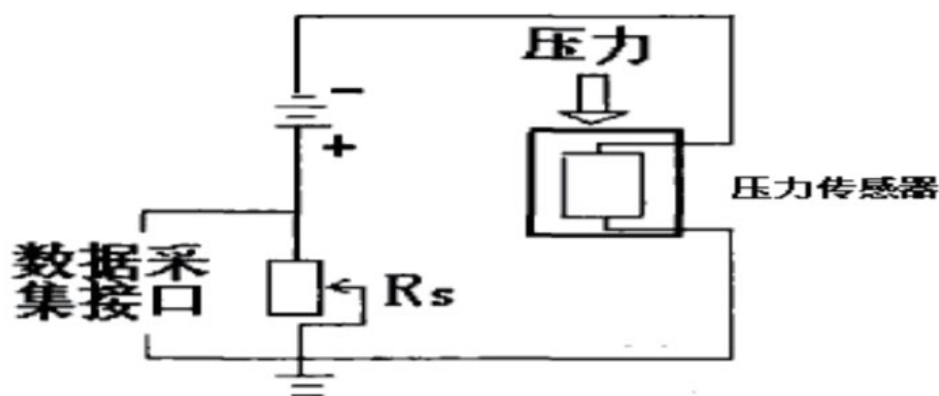


图 23 压力感应式输液报警系统示意图

案例 10：基于物联网云平台的智能输液系统

输液监测单元通过称重感应器获取感应到的电信号，并通过软件

算法将其转换为重量信息，并进一步换算成输液进度信息。中继单元从输液监测单元获取输液进度信息以及配置重量、绑定床位、结束（复位）输液等命令信息，从呼叫单元获取呼叫命令信息，从应答单元获取解除呼叫命令信息，并将上述信息传输至数字化床位一览表。数字化床位一览表显示根据从 HIS 数据库获得的数据显示患者信息、病区信息，并根据从中继单元获得的命令信息以及数据做出反应并显示输液进度、作出输液结束提醒、作出呼叫提醒、呼叫提醒解除。



图 24 智能输液系统演示图

3.1.6 床旁智能交互系统

床旁智能交互系统是基于患者住院、医生查房两大场景设计的智慧病房系统，方便医生和护士进行医嘱录入、输液管理、配液管理、体征录入、换床处理、理疗等管理。

该系统主要可以分为患者交互信息系统和开放式软件平台平台两个部分：患者交互信息系统主要包括医患双向呼叫、电子床头卡、患者信息集中查询、患者全病程管理、医护巡视记录、精准健康宣教、本地影音点播等模块；开放式软件平台为新的软件系统的接入提供开放性平台接口。通过一定的适配调整，可以在原设备上接入更多的软件系统以扩展系统业务功能。这些扩展应用包括但不限于床旁护理、床旁查房、电子确认书、床旁营养点餐、床旁支付、病区结算、人脸

识别定位、视频探视和对讲。

床旁智能交互系统以部署在院内服务器上的后台软件为核心，深度对接医院各类业务系统，借助大量模块化服务引擎，辅以严格的安全与身份验证控制，解决高并发精准推送的问题，得以实现高效的推送服务。同时，以床旁智能交互终端的应用为主要内容的输出渠道，以通过 PC 浏览器登录的后台管理系统为主要内容管理渠道和设备运行维护的监控窗口，为患者、家属、医生、护士、运维人员和医院管理者提供全方位的病房信息化服务。

案例 11：智慧病房的床旁智能交互系统

智慧病房是以床旁智能交互系统为核心平台，依托成熟的物联网技术，使用基于智能平板的物理呼叫系统、无线物联网扫描枪、医护识别工卡、输液报警器、婴儿识别标签、生命体征采集等各类物联网应用；同时以智能交互终端为一站式信息服务平台，通过便捷的软硬件对接，拓展床旁医护、营养点餐、电子交班、床旁智能支付等软件应用系统。该系统将医院各种信息管理系统通过医院网络与床旁智能终端连接，实现了医生在病床边实时查询病人的基本信息、医嘱信息、生命体征等功能，可快速检索病人的护理、检查、化验等临床检查报告信息。系统合理、充分地利用 HIS 的数据资源，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，为病人和医生提供了更友好和实用的服务。

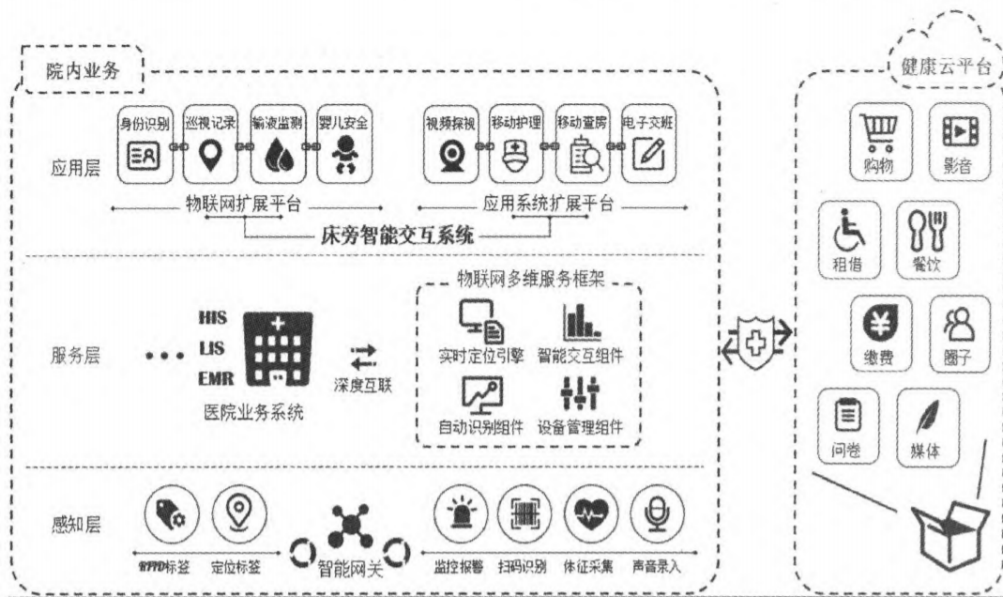


图 25 床旁智能交互系统

3.1.7 智慧手术室

手术室是实施手术抢救和治疗的重要场所，是医院业务运营和核心部门，其管理质量及运行效率影响整个医院的业务管理质量和水平。智慧手术室借助物联网技术的发展，有效提高现代医疗技术与信息技术的集成度，各种物品、设备和人员，通过物联网技术与信息管理系统进行信息共享，不仅可以大幅提高手术室的使用效率，实现人员、标本、耗材与药品的智能化管理，还能让医生在全面了解患者的情况下，更专注于手术操作，提高手术的精准度，从而提高医疗水平和质量。RFID、红外感应器、全球定位系统、激光扫描等信息传感设备技术在医疗行业逐步得到推广应用，可以实现重要医疗设备的追踪，患者和医护人员的管理，为手术室不同信息系统、医疗设备的整合，实现手术室整体信息化、数字化、智能化打下了基础，加速了医院的数字化进程。

案例 12：华平智慧手术室

华平智慧手术室借助数字化手术室系统对所有手术室内信息（麻醉、生命体征、PACS、HIS 等）进行集成和手术室设备（灯、床、塔、术野相机、全景相机、内窥镜、医用显示器、造影设备等）一体化控制，为医生提供丰富准确的患者信息和方便快捷的操作，从而提高手术的效率和安全性，并通过远程会诊和远程示教功能，实现多方人员的最优化协作和信息共享。手术室的嵌入式终端能支持 1080P/60 帧高清画质和 48khz 高保真音质，提供逼真的远程交互和协助作用。

案例 13：中科华宇智慧手术室

中科华宇 TE-SMOP 新一代数字化手术室系统融合智能网络技术、信息交换技术、自动控制技术、图形信号处理技术、数据 CDR 平台技术、术中导航技术等智慧医疗信息技术（WIT）于一体。根据病人的整个围术期实现相关信息的获取、展现及管理，实现手术过程数字化和手术室业务数字化的多重整合。实现设备资源和信息资源高度共享，提供临床手术所需要的完整信息。实现对手术影像、手术导航、患者信息、设备控制、示教等功能进行集中管理及控制。支持现有医疗流程优化再造：完成的术前、术中、术后的一体化流程管理，对病人手术过程进行全面的数字化记录，集中归档，提供医疗病例研究数据，减少医疗差错，从而提高医院手术室的效率及医疗服务质量。系统采用国内独有的 CLRAR+CHROMA 图像优化解析技术及光谱过滤技术，实现完美色彩还原度同时展现精致细节及锐利质感。使数字化手术室视觉体验更佳。系统支持 2K/4K/3D 等多种高清模式的解析及

传输。



图 26 中科华宇智慧手术室示意图

3.1.8 智慧 ICU 危象管理系统

ICU 是临床护理及治疗水平体现的重要场所，是医院护理业务核心部门，其管理质量及运行效率影响整个医院的护理业务管理质量和水平。智慧 ICU 危象报警管理借助物联网技术，加速了功能性护理向责任性护理的转变，各种生命体征监测设备、患者、医护人员，通过物联网技术与信息管理系统进行信息共享，不仅可以大幅提高患者危象信息的到达率，协助医护人员判断救治的优先级；还能让报警信息得到有效的区分，减少对于无效报警带来困扰，提升护理的水平和质量。BLE 穿戴设备、医疗设备采集设备、室内定位系统等信息传感设备技术在医疗行业逐步得到推广应用，可以实现病患使用医疗设备发生危象报警信息的追踪，无效虚假报警的判断及区分，为 ICU 不同型

号、品牌的医疗设备的信息整合，实现 ICU 整体信息化、数字化、智能化打下了基础，加速了医院的智能化进程。

案例 14：北京和正医联急危重危象护理及监护系统

针对患者危象信息管理和传递，是重要护理诊疗工作，也是由功能性护理到责任制护理的转变关键点，目前遗漏危象信息或者延误危象信息的传递是主要问题。

在整体系统中，实现了真正的人到人的医疗服务，从病患到医护，将医疗设备通过嵌入式采集设备收集数据转发到 BLE 物联网，通过 BLE 物联网分发到对应的医护人员的穿戴设备。

在整体系统中，加入了患者危象的判断及过滤算法，针对无效报警进行了判断和区分，后续会针对不同病种、不同科室形成更加完整的无效报警的智能判断算法。

在传递信息的同时，借助位置服务，完成全流程的实时记录，并能够统计分析可视化呈现危象处理的真实情况。

通过医疗设备数据采集设备、BLE 物联网基础网络、医护人员穿戴设备，完成了全流程完整闭环，全应用逻辑完整自治的物联网应用系统。

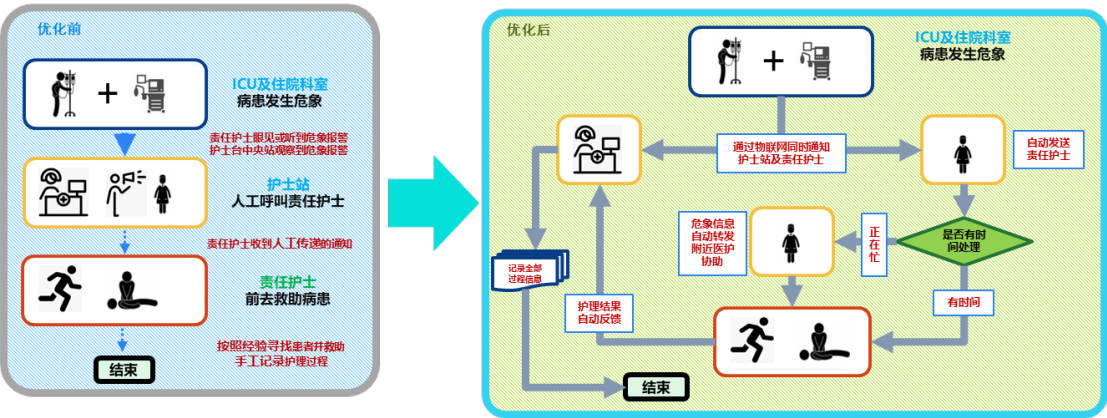


Figure 1 illustrates the comparison between traditional and intelligent nursing monitoring systems. The left side shows a traditional system where a bedside monitor (床旁监护仪) displays vital signs, and a central monitoring station (中央监控站) is used by nurses (护士) to respond to alarms. This system has limitations: nurses are not always at the bedside (护士不在床旁), leading to environmental noise and instrument interference (病房布局环境噪音、仪器受限影响) that makes it difficult to find and respond to alarms (难以发现、应答警报). The right side shows an intelligent system using a smart ring (智能手环(医护版)). The smart ring can detect multiple monitoring parameters (多参数监护仪) and send body feature alarm signals (体征报警信号) to a central monitoring station (中央监控站) and a nurse's station (护士站). The smart ring also has the ability to sense and respond quickly (无缝感知快速响应) and can detect when the nurse is frequently moving (频繁流动). The smart ring is worn on the nurse's finger, allowing for flexible movement (随身携带可能无虞) while still providing monitoring (智能手环(医护版)).

3.2 居家健康服务

3.2.1 可穿戴设备人体健康态监护

可穿戴设备人体健康监护系统具有生理运动信号监测和处理、信号特征提取和数据传输及分析等基本功能模块。生理运动信号监测主要包括两方面，一方面是体外数据采集，主要通过三维运动传感器或 GPS 获取运动状况、运动距离和运动量，来帮助用户进行运动和睡眠管理；另一方面是通过体征数据（如心率、脉率、呼吸频率、体温、热消耗量、血压、血糖和血氧、激素和 BMI 指数、体脂含量等）监测来帮助用户管理重要的生理活动。信号特征提取和传输主要包括把采集到的信号进行解耦，减少外界因素对信号的干扰，强化关键指标的筛选能力，并传输到人体健康监护系统的中心节点，系统再把数据传

给远程医疗监护站点。数据分析的过程主要是借助信号处理、模式识别、云计算和数据挖掘等技术获取临床相关的信息，医生综合患者的诉和可穿戴设备上报的数据给出治疗方案。

案例 14：智能枕头睡眠状态监护

智能枕头旨在解决各类睡眠问题提高睡眠质量，采用健康先进的材料及纺织技术，向枕头内植入微型化、柔性化的智能控制器、各类传感器等电子器件，经科学组合精心设计出不同软硬度能够实现睡前催眠智能唤醒、睡眠健康数据监测分析、帮助提高睡眠质量实现深睡眠、保护人体颈椎等功能。

智能枕头从睡眠深浅、离枕、翻身次数等多个维度重新定义了睡眠质量，研发出阵列式智能感应器，实时观察人的各项睡眠数据，如温湿度感应、体温感应、体温数据、翻身数据、夜间出汗、深睡眠时间、离枕、打呼噜磨牙的时间点及时长、说梦话的时间点及时长、血压等，再通过大数据、云存储技术将数据上传到云端存储，经过一系列科学分析，转换成图表与文字信息，再传输到智能 APP 上，为用户呈现看得见的睡眠，并定期根据睡眠数据为用户建立健康睡眠报告，为改善睡眠质量提出解决方案和建议。

3.2.2 智能心电监护系统

智能心电监护系统利用电子、计算机和信号处理手段，能够从体表拾取心脏内部离子运动产生的生物电信号，通过记录数据，该系统不仅能够成功检测出心律失常，而且能对无症状性心肌缺血进行定量

分析，也能对植入体内的心脏起搏器性能进行非侵入性检查和评估。由于该系统体积小、重量轻、能耗低的特点，可由患者随身携带，并连续记录患者 24 小时至 72 小时的心电信号，信号传递至医生处做数据分析，辅助医生对患者进行病例分析。

案例 15：掌上心电智能心电监护

由南京熙健信息技术有限公司研发生产的智能硬件产品掌上心电，采用单导心电图监测，由采集器和用户端 APP 构成，使用者把电极贴片放在靠近右肩的锁骨下位置和左下腹位置，把采集器与安装了用户端 APP 的智能硬件相连（智能手机、平板电脑、智能电视），就可以记录下自己实时的心律情况，并同时记录心电图；再把记录的心电图传送给“掌上心电”的管理端后，不但可以得到自动数据分析后简明的心脏健康报告和风险提示，还可以通过微信等众多移动通讯手段实时传送给相关的后台人员，如医护人员或者健康管理者，及时获得专业的心脏健康咨询指导和就诊建议。



图 27 掌上心电智能心电监护示意图

案例 16：心电监护智能手环

某些智能手环内置了 PCG 光电传感器，可以支持心率、睡眠和运动等常规数据的监测，智能手环和普通手环最大的区别在于它对心脏的“掌控”，而且手环内建了 ECG 晶片，可以实时监测心脏健康，并进行分析、预警。同时，智慧手环植入了医院测量心电图所采用的 ECG 晶片，采集心脏的电讯号，随时随地监测使用者的心血管健康状况。

智能手环监测到的数据可在手机 APP 上绘制出心电图，同时还包括心跳次数、血压、血氧水平等信息，可用于筛选房颤、早搏、阵

发性心动过速等疾病。如果指标明显异常，后台监测中心会电话联系手环用户发出警报。移动可穿戴设备可以实现对病情的长时间实时监测，筛查在医院短期就诊难以发现的问题。

3.2.3 院外急诊救治

急诊救治对时间要求较高，同时也考验各科室间的协调能力。借用物联网技术，医院推出了急诊一体化流程改造，由急诊科统筹规划院前急救衔接，检验科、影像科、药学部、护理部作为配套科室，搭建急诊绿色通道物联网平台，将报告出具时间与诊疗供给效能最大化匹配，以降低急救院内延迟。

患者进入急救车后，急救车上的标签与读写器组成了物联网技术架构的感知互动层，通过条形码、二维码、RFID 等技术对患者、医护人员、设备、器械、药品等进行标识、分类，通过多种传感器及医疗设备获取体征、环境等参数，利用读写器采集、处理感知数据，再通过路由器、中继器、基站、网关等实现感知数据的局部传输、汇集、融合和协同处理。物联网 AP、交换机组成了该技术架构的网络传输层，是物联网感知与应用的数据链路。它负责完成地址解析、路由服务、网络维护、事件调度等任务，实现感知数据上传和指令下达。物联网定位服务器通过 WIFI、RFID、蓝牙等提供人员设备的位置信息。在患者到达医院之前，患者个人基本情况、电子病历、检查等信息已经交由医生处理，辅助医生做出病情诊断，制定治疗方案，同时各诊室开启急救程序，缩短候诊时间，提高救治效率与抢救成功率。

案例 17：院外急救系统

2019 年 5 月份，在第三届同济医院发展管理国际论坛上，沪上首辆智能化救护车在该院首发，由同济医院与上海市医疗急救中心携手打造的院前院中智能化急救体系正式建成。普陀区的一位病人拨打急救电话，120 抵达现场后，即刻与同济医院急诊科进入“在线工作模式”，通过智能可视化系统病人的数据的回传，心电图、各项生命体征出现在大屏幕，救护车的位置实时显示，医院急诊医生与救护车急救医生通过现场视频互动，初步判断患者为急性胸痛发作，院内立即启动胸痛绿色通道，当病人抵达医院时，医护人员已经做好了相关准备工作，患者被紧急送至心脏介入中心，为病人的抢救节省出了宝贵的时间，而患者收治后的情况也通过这套信息系统再次回传给 120 急救中心。

3.2.4 葡萄糖监测系统

糖尿病是一种由于胰岛素分泌不足或不能充分利用胰岛素而引起的一种长期的慢性代谢紊乱，是最常见的慢性疾病之一。可穿戴式持续葡萄糖监测设备体积小巧、携带方便，可以连续监测人体血糖水平的变化，可以在患者血糖值异常时通过终端警报提醒患者及其家属，以便于及时就医；其次，它还可以显示患者饮食或干预治疗后的即时效果，以方便及时调整治疗方案。

案例 18：汗液中的葡萄糖监测

韩国首尔大学 Dae-Hyeong Kim 教授为首的研究团队报告了基于

石墨烯的可穿戴设备在糖尿病治疗领域的新用途。糖尿病人需要长期监控血糖水平并服用药物。**Kim** 等人发明的这种可穿戴贴片，贴在皮肤上，通过测量人体汗水中的葡萄糖含量来检测血糖水平，不会造成任何创伤，而且还能够通过皮肤输送治疗糖尿病的药物。该贴片采用氟聚合物 **Nafion** 层吸收汗水，并将其转移到基于修饰过的石墨烯传感器上，并用电化学活性材料来使其功能化。在这种可穿戴贴片的葡萄糖传感器中，葡萄糖氧化酶与葡萄糖反应生成过氧化氢，而这种物质可以与该掺杂石墨烯相互作用并产生电信号，该电信号与葡萄糖的含量成一定比例。该贴片还包含了 **pH** 传感器和温度传感器，以帮助确保葡萄糖传感器的信号能准确地反映汗水中葡萄糖的水平。葡萄糖传感器的信号可以被传送到一个分析模块上，然后用无线方式将数据传输到输出终端，比如智能手机。

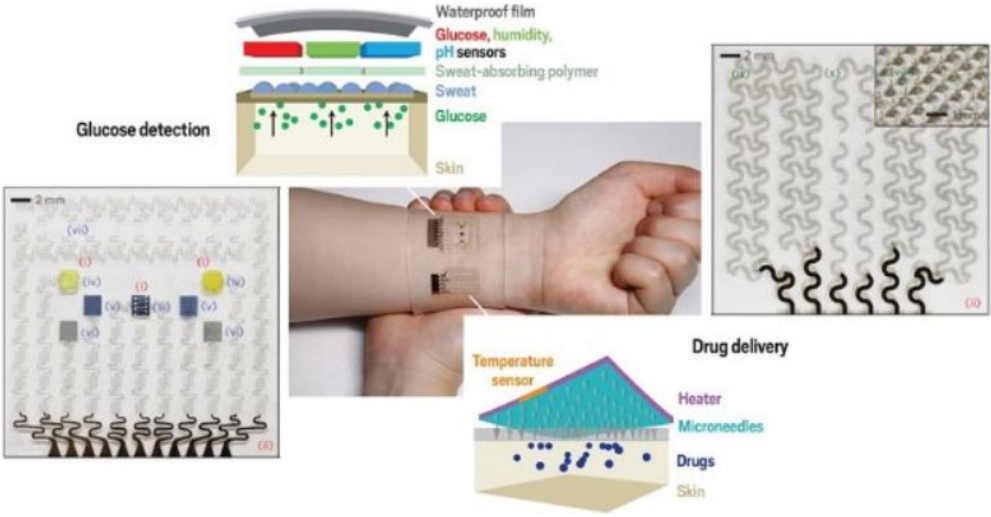


图 28 葡萄糖监测原理

案例 19：混合式闭环胰岛素输注系统 MiniMed 670G

2016 年 9 月，混合型闭环自动胰岛素输送系统 MiniMed 670G 通过美国 FDA 认证，适用人群为 14 岁及以上的 I 型糖尿病患者，2018

年获得 FDA 批准，将使用范围扩大至 7 至 13 岁的 I 型糖尿病患者。该系统包括：测量血糖水平的传感器，胰岛素泵，以及通过导管与泵连接、用于输送胰岛素的输注补片。当设备自动调节胰岛素水平时，用户需要手动输入碳水化合物摄入量，系统应用一种新型算法 SmartGuard，为患者提供相应剂量的胰岛素，把基础胰岛素剂量分散在数小时内连续不断地输入，使 24 小时内血液中的胰岛素保持在平稳水平。该系统理想地模拟人体内胰岛 β 细胞的工作程序，迅速控制高血糖，稳定性较好，血糖波动较小。此外，美敦力与 IBM 的沃森医疗合作创建了一款认知应用程序，利用美敦力的胰岛素泵和大数据来预测患者的血糖趋势，可在低血糖发作的 3 小时前向患者发出预警，更有效地减少血糖波动以及低血糖事件发生。

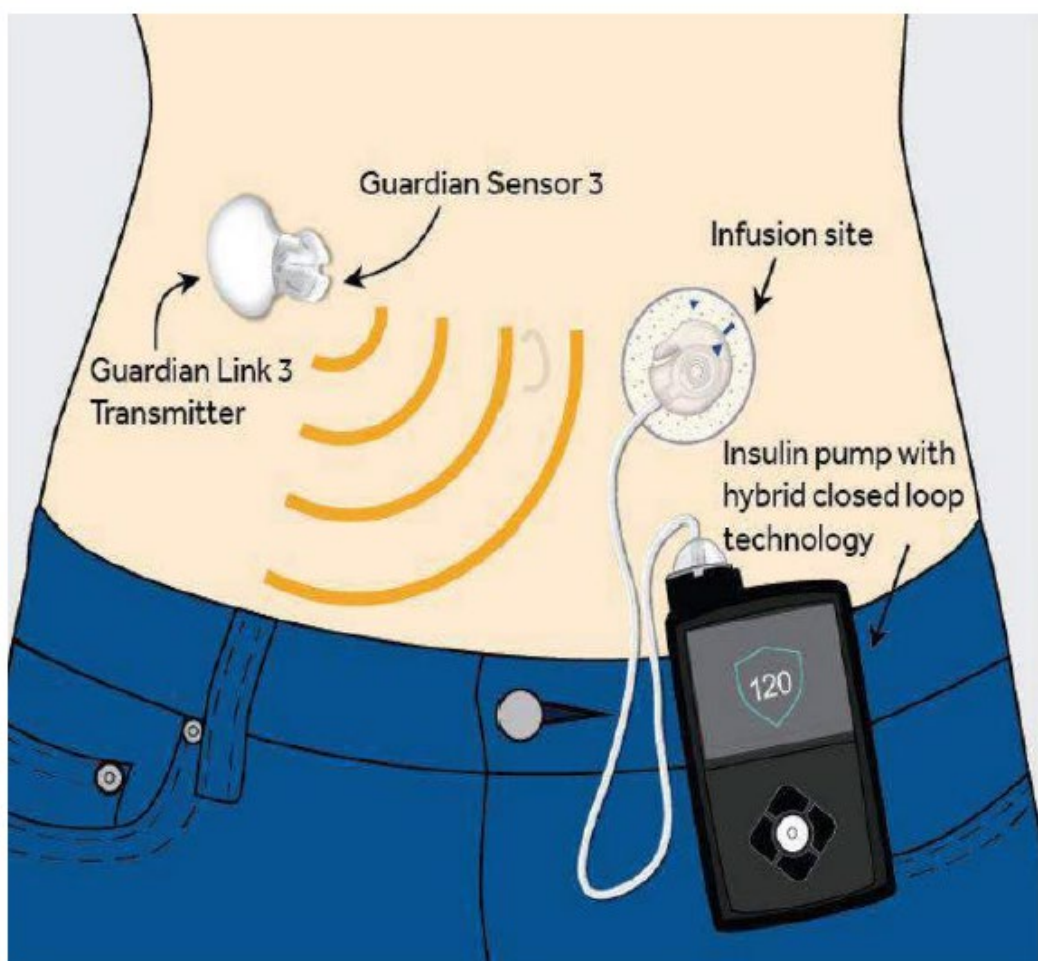


图 29 混合式闭环胰岛素输注系统 MiniMed 670G 示意图

3.3 公共卫生服务

公共卫生是关系到一国或一个地区人民大众健康的公共事业，公共卫生包括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；对食品、药品、公共环境卫生的监督管理，以及相关的卫生宣传、健康教育、免疫接种等。2020 年的新冠肺炎对我们国家的公共卫生系统是一个极大地考验，通过在人口密集区域设置物联网智能测温系统对人员进行体温筛查，对疑似病例进行隔离、观察等措施，对确诊患者进行隔离、流行病学分析和隔离治疗，疫情逐步处于可控范围内，其中物联网医疗发挥着重要作用。

3.3.1 智能测温系统

体温是衡量人体健康与否的重要指标，传统的水银测温仪测量效率低，电子体温计测量精度较差，基于物联网的智能测温系统通过摄像头进行人脸识别并通过红外探测仪检测出人体温度。物体温度高于绝对零度（ -273°C ）就会辐射电磁波，热成像摄像机通过采集物体发出的红外电磁波，将红外信号转化成电信号，再根据信号处理系统计算出物体温度，并输出便于肉眼识别的伪彩色图像。智能测温系统将时间、地理位置、人物图像和体温等数据传递到后台数据库，如果检测到人员的体温高于设定阈值，测温系统会自动发起警报，安防人员会再次核实体温。智能测温系统可以非接触快速筛查体温，既能减少感染风险，还能精准测温，该系统在新冠肺炎疫情防控中起到了重要作用

案例 20：热成像体温筛查系统

大立科技的热成像体温筛查系统在多个交通枢纽和医院投入使用，其核心器件红外探测器具有成像面积大、测温精准、图像清晰等优势，其人工智能系统进行人脸识别并实时监测，利用红外探测仪和基于场景的智能温度算法在有效距离内能同时捕获 30 个以上的人体温度，并在短时间内通过多次测量取得平均值。该系统的软件管理平台可以实时统计人流量，并根据日期、时间、人员温度等自动生成报表并自动上传，以便于数据统计和溯源。

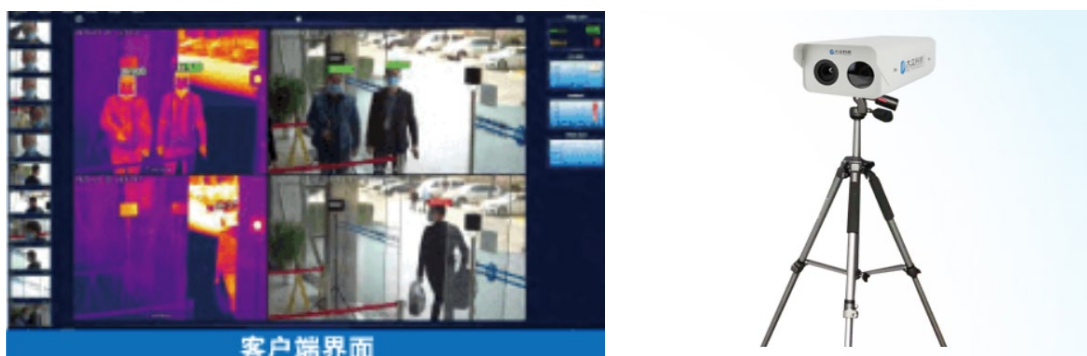


图 30 热成像系统效果图

3.3.2 医疗冷链监控

医疗冷链旨在为满足人们疾病预防、诊断和治疗的目的而进行的冷藏药品实体从生产者到使用者之间的一项系统工程，包括生产、运输、存储、使用等一系列环节。借助物联网技术可以实现全程监控，传感器在冷链车、冷库、冰箱中实时检测温湿度，并把数据上传至服务器，用户可以实时监测，一旦发生温湿度异常，系统可以向用户发送报警，提醒用户及时处理，有效保证医疗冷链的全程有效性，同时厂家也可以通过物联网平台进行追溯，了解药品流向，既能防止串货，又能在出现问题时紧急停止扩散，避免为群众造成危害。

案例 21：疫苗冷链物流

2012 年 6 月 19 日，云南掌联科技有限公司将物联网技术应用在冷链物流中，提高疫苗等生物制品的质量保障。疫苗公司接到疫苗订单后，工作人员将疫苗放进特制的冷藏箱里，放入冷藏车时，工作人员会在冷藏箱壁上贴一个 RFID 标签，它通过无线电信号识别特定目标并读取相关数据。当标签设置好后，在冷链运输过程中，温度传感器按周期将温度的变化情况转化为电子信号，RFID 标签芯片感应并

记录该信号。当疫苗到达目的地后，工作人员用读卡器扫描电子标签，就能得到该冷藏箱在整个运输过程中的温度变化情况。



图 31 冷链疫苗流程图

案例 22：院内冷链温度监控

杭州泽大仪器有限公司的“院内冷链温湿度实时监控系统”通过完善监控设备、软件平台整合建立，搭建覆盖冷链数据采集、数据监测、数据分析、数据管理、数据追溯、信息报警、远程监控等各功能，实现对药品、试剂、血液冷链管理的硬软件系统，各个监测点所有温湿度监测设备采集的数据通过物联网技术统一上传至云平台服务器，并可根据需要上传至上级监管部门平台，可实现 24 小时的实时在线统一监管。

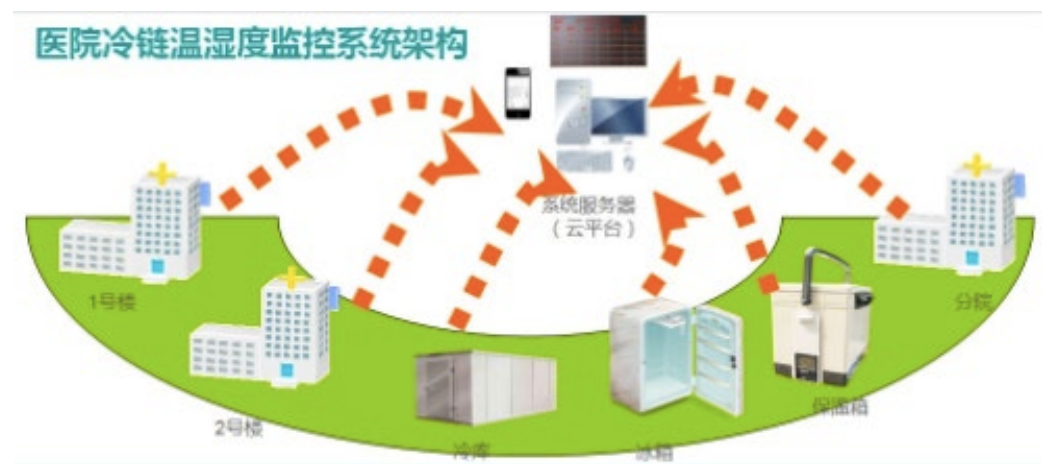


图 32 院内冷链温度监控示意图

3.3.3 传染病防控

传染病是一种能够在人与人之间或人与动物之间相互传播并广泛流行的疾病，其能经过各种途径传染给另一个人或物种。传染病的传播有三大要素：传染源、传播途径和易感人群，控制传播途径是控制传染病传播的有效方法之一。借助运营商大数据优势，并结合物联网平台与人工智能技术，创建疫情传播仿真模型，提出控制疫情传播的关键参数，协助政府开展疫情防控工作。

在疫情爆发阶段，控制传播途径的最好方法是追踪并隔离确认人员的密切接触者。传统追踪接触者的技术有赖于采访接触对象并调查问题，在中大型城市传统方法的风险系数高且效率低。应用物联网技术（RFID、蓝牙、GPS、Wi-Fi 等）能提追踪详细的位置，还可以提供不同人员与确诊病例的互动接触时间和距离等相关信息。低功耗蓝牙是应用最广泛的 IoT 标准之一，可提供相对较高的位置追踪精确度，且提供了多种位置追踪方案，例如 RSSI 和 AoA 等，并可对追踪到的接触者进行分类并排定优先处理级别，便于数据分析以及控制传播途

径。

基因测序是检测致病病原体的最有效方法之一。新冠爆发初期中国疾病预防控制中心采用二代和三代测序结合方法测定并向世界公布了新冠病毒的全基因序列。采用了 NVIDIA 计算平台的三代测序技术公司 Oxford Nanopore Technologies 实现了基因测序的便携化。三代测序技术的高准确度和便携化为疾控工作提供有力的工具。

案例 23：传染病防控系统

针对传染病患者，为了防止传染扩散，医院或者药店会为其佩戴智能手环，并安装特定应用程序使用，智能手环会记录该患者的行动轨迹、WIFI、大气波等信号变化，当患者离开限定范围时，手环上的电子围栏功能会对患者发出警示，并通知疾控中心和公安系统以第一时间跟进。此外该手环还可以提供服药提醒、周期检查、心率监测等多个功能。

3.3.4 老年人健康管理

将移动互联、“互联网+”、智能硬件（IoT）等医疗物联网相关技术和设备应用于老年人健康管理，能有力地提高老年人的健康管理水平和生活质量。开放的架构平台可灵活添加各类医疗健康服务组件以及对接各类健康检查设备。医生端设备涵盖多种功能，提高了医生的工作效率，也拓宽了医生的服务手段和服务范围。在居民端，老年人不但可以在家通过手机 APP 等应用连接智能物联网终端设备进行健康检测，还可以通过手机新型签约、购买服务和咨询互动等操作。

“云+端”的平台架构有效地将健康管理系统、公卫系统、卫生监督协管系统等进行了整合利用，在真正意义上实现了数据的互联互通，进一步促进了医联体的体系完善和建设。

案例 24：基于物联网技术的智能健康管理系统

2017 年 7 月，无锡市卫计委牵头建设的基于物联网技术的智能健康管理系统入选“无锡物联网应用十大年度优秀案例”。该系统由向市民和社区医生的物联网健康管理平台和面向医疗机构和政府职能部门的市级医疗数据中心两部分组成。物联网健康管理平台分为可穿戴设备和后台系统两部分。其中，可穿戴设备包含定制化生产的血糖仪、血压计、呼吸机等，后台系统应用数据关联技术，把可穿戴设备读取的信息与个人散落在不同医疗机构中的健康档案、电子病历等信息自动关联“归档”。该平台充分发挥物联网技术优势，实现物联网居民健康生理数据实时采集，数据趋势入档管理，电子病历、健康档案、个人自测数据形成数据链，保证了健康档案的动态管理和公共卫生服务强力支撑。平台在应用端设计开发了针对居民的“健康 E 家”和针对社区医生的“健康医家”两个 APP，用于健康预警和管理、健康宣教、日常咨询指导等。该平台利用物联网技术密织居民健康信息采集网络，实现基层医疗服务智能化升级；利用大数据、云计算技术“全息化”呈现区域医疗信息，推动医疗资源高效协同。为区域医疗服务“强基”、“增效”，提供解决方案。

四、医疗健康物联网发展建议与展望

4.1 统筹医疗健康物联网顶层设计，完善产业发展宏观蓝图

加强医疗健康物联网总体规划，提高产业整体协调效益。建立党委政府领导、多方参与、资源共享、协同推进的工作格局。强化对技术研发、标准制定、产业发展、应用推广、安全保障、服务支撑等各环节的统筹协调。合理规划和分配频率、标识、码号等资源，促进医疗健康物联网基础设施建设。引导成熟的医疗健康物联网业务支撑平台的建设，推动医疗健康服务网络建设。推动医疗信息标准和医疗机构信息系统的有效集成，在全国建设一体化公共卫生和国民健康信息管理体系，优化各个地区包括社区与村镇医疗服务的医疗保健网络在内的医疗健康服务网络建设，克服各医疗服务机构之间的信息交流的瓶颈问题。鼓励各大医院加强合作，统一医疗卫生系统，促进医疗资源的融合，实现优质医疗资源的共享。

横向整合机构业务资源，建立长期有效的跨部门合作机制。做好部门、区域之间的统筹协调，破解物联网与医疗健康行业深度融合的体制机制障碍，推动跨部门的医疗健康物联网数据资源开放、共享和协同。加强统一规划，建立各卫生行政部门、各医疗业务机构、各级医院和社区卫生服务中心之间的合作保障机制，积极促进各部门之间的合作。建立包括医疗服务机构、疾病预防与控制中心、血液管理中心、妇幼保健中心的区域医疗资源信息平台，推进物联网技术在医疗

健康领域的应用。

4.2 加强医疗健康物联网技术研发，推动技术自主创新突破

聚焦医疗健康物联网关键技术，强化技术国产化创新势头。我国物联网技术在医疗卫生领域的应用需要在全面感知、安全传递、智能处理阶段进行重点研究与突破。面向医疗卫生行业应用需求，研究高精度、低成本、低功耗、稳定可靠的传感器，特别是生物微传感器，用于人体诊断、监护和治疗，需要具备生物相容性、医学安全性、不干扰被测量等诸多特点，是物联网在医疗卫生领域应用发展的重要基础。通过研究 RFID、条码、医用传感器、地理位置感知等感知技术对医患、医疗器械、医药等进行标识与智能识别，实现全面感知。通过互联网、近距离无线通信、4G/5G 无线网络、低功耗广域网、异构网络融合等网络技术实现医疗数据信息的可靠传递、有效交互。通过数据存储、数据挖掘、云计算、智能分析和决策等数据处理技术实现医疗信息数据的智能处理。鼓励国产核心医疗软硬件设备企业的自主创新力，加大力度培育国产医疗企业，借助新医改实现国产企业产品市场份额的大幅提升。

加快协同创新体系建设，推进医疗健康与信息化融合发展。以企业为主体，加快构建政产学研用结合的创新体系。统筹衔接医疗健康物联网技术研发、成果转化、产品制造、应用部署等环节工作，充分调动各类创新资源，打造一批面向行业的创新中心、重点实验室等融

合创新载体，加强研发布局和协同创新。继续支持各类医疗健康物联网产业和技术联盟发展，引导联盟加强合作和资源共享，加强以技术转移和扩散为目的的知识产权管理处置，推进产需对接，有效整合产业链上下游协同创新。支持企业建设一批应用于医疗健康领域的物联网研发机构和实验室，提升创新能力和水平。鼓励企业与高校、科技机构对接合作，畅通科研成果转化渠道。整合利用国际创新资源，支持和鼓励企业开展跨国兼并重组，与国外企业成立合资公司进行联合开发，引进高端人才，实现高水平高起点上的创新。

4.3 加快医疗健康物联网标准研制，实现行业规范快速发展

完善医疗健康物联网系列标准的顶层规划和体系设计。依靠物联网大环境下的技术标准制定，结合医疗健康行业应用特点，做好顶层规划，建设标准验证、测试和仿真等标准服务平台，加快面向医疗行业的物联网标准体系的制定、实施和应用，规范针对医疗行业的物联网技术结构和内容，满足产业需要。研究医疗健康物联网产业的整体系统架构和技术思路，确定医疗健康物联网相关产品、业务和应用服务的技术组成，增强安全保障能力。不断完善和优化标准化技术体系，统筹推进技术创新、产品研发、标准制定、试验验证、知识产权处置和推广应用等工作。

加快医疗健康物联网体系中重点和基础类标准研制工作。鼓励企业、科研机构以及个人等多种对象参与标准化工作，依托联盟、协会

建设适应行业发展的团体标准工作机制,切实对接医疗卫生行业需求,形成与行业标准、国家标准的衔接机制。以需求为导向,加强术语与编码标准编制等基础类标准、医疗健康生命体征和身份识别等感知类标准、数据交换方法和数据交换格式等传输类标准、平台技术要求和数据处理等应用服务类标准、标识体系和分类命名以及测试与认证类等共性类标准的研制。加强医疗应用与物联网技术融合的研究,实现医疗系统内行业标准与物联网的技术标准的融合,确保两大产业之间业务的合作开展。加快建立标准工作信息库,并建立一套完整的医疗健康物联网产品及应用服务评价和优化机制,进一步规范标准制定、认证、审批和维护等全流程。

大力推动医疗健康物联网相关标准的有效实施与落地。充分发挥联盟、协会等机构作用,推动医疗健康物联网标准宣贯与实施。推动产业生态系统各方加深对标准的理解,最大限度用好现有标准,提高相关企业贯彻执行标准的自觉性。开展标准应用示范,以打造开放共享的健康医疗数据共享机制为着力点,推动医疗健康物联网在诊断、治疗、护理、康复等环节的应用,加强医疗数据云平台建设,推广远程诊断、远程手术、远程治疗等模式,支持医疗资源和服务数字化、定制化、远程化发展,促进社区、家政、医疗护理机构、养老机构协同信息服务,提高医疗保障服务水平。构建医疗健康物联网评测体系,支持面向标准符合性、软硬件协同、互联互通、用户体验、安全可靠等检测服务。

4.4 推进医疗健康物联网应用示范，促进行业规模深度应用

推进医疗健康物联网创新应用，加速医疗健康与信息化融合。鼓励物联网技术创新、业务创新和模式创新，积极培育新模式新业态，促进医院管理和医疗服务、个人健康管理、社区医疗服务、远程医疗和健康养老等医疗健康场景应用快速增长。通过数据的在线监测、基于传感器的定位追溯、报警联动、预案管理、安全隐私等各方面的创新应用，推动健康管理、远程医疗、医院信息化、分级诊疗等多个产业实现智能化发展。推进物联网、移动互联网、云计算、大数据等新一代信息技术在医疗健康领域的综合化、集成化和规模化应用，推动以患者为中心的医疗数据网络的形成，实现个人健康实时监测与评估、疾病预警、慢病筛查、主动干预，积极推动医疗真正进入智慧医疗时代。

稳步推进优秀示范工程，全面提升应用深度、广度和质量。全力支持市场需求旺盛，应用模式清晰的重点领域，结合重大应用示范工程，复制推广成熟模式，推进物联网在医疗健康行业的集成创新和规模化应用。推动物联网、大数据等技术与现代医疗管理服务结合，推进物联网在药品流通和使用、病患看护、电子病历管理、远程诊断、远程医学教育、远程手术指导、电子健康档案等环节的应用示范。持续加大信息基础设施建设力度，支持已实施和拟实施的重大医疗健康物联网应用示范项目和相关典型案例及创新案例向各相关领域推广，积极推动管理模式和商业模式创新，努力实现区域内医疗健康物联网

应用全面协同和医疗健康数据资源全面共享。

4.5 提升医疗健康物联网安全保障，健全产业安全体系建设

推进医疗健康物联网领域的关键重点安全技术研发。引导信息安全企业与物联网技术研发与应用企业、科研机构、高校、医疗机构合作，加强物联网架构安全、异构网络安全、数据安全、个人信息安全等关键技术和产品的研发，形成安全可靠的技术体系，增强安全技术支撑能力，防止医疗健康信息丢失或篡改以及非法访问，有效保护个人隐私和信息安全。强化安全标准的研制、验证和实施，加快形成感知层安全标准，促进安全技术成果转化和产业化，满足医疗卫生领域对物联网技术和产品服务保障的要求。

建立健全安全保障体系，增强安全监测、评估、验证和应急处理能力。加快健康医疗物联网安全体系建设，建立安全管理责任制度，制定标识赋码、科学分类、风险分级、安全审查规则。加强医疗健康物联网安全技术服务平台建设，大力发展第三方安全评估和保障服务。建立健全医疗卫生领域的物联网安全防护制度和信息安全重大事件应急响应机制。对医疗、健康、养老等物联网应用，加强相关产品和服务的评估测评和监督管理，强化个人敏感信息保护。采用多层次、多级别的安全体系架构，确保个人健康信息、医疗信息、业务数据信息等公共服务平台及个人/家庭操作平台上的互操作安全性。

4.6 完善医疗健康物联网公共体系，夯实产业持续发展基础

打造服务于医疗健康物联网产业的公共服务综合平台。充分利用和整合医疗健康行业已有的物联网相关产业公共服务资源，引导多种投资参与物联网公共服务能力建设，形成资源共享、优势互补的公共服务平台体系。依托现有实验室、工程中心、企业技术中心、大学科技园等各类创新载体，整合创新资源，加强开源社区建设，促进资源流动与开放共享。充分发挥医疗健康物联网各类联盟的作用，加强产业链上下游协同，促进产需对接和成果转化。鼓励龙头企业强化产业生态布局，提供第三方开发能力和解决方案，带动物联网中小企业协同发展。继续推进科技金融、投融资担保、政策咨询、知识产权服务、成果转化、人才培养等综合公共服务平台建设，认定一批医疗健康物联网公共服务示范平台。探索建立公共服务平台多方参与、合作共赢的商业模式，推动公共服务平台市场化、专业化运营，实现平台自我造血，促进公共服务健康可持续发展。

加强医疗健康物联网的统计监测和发展评估工作。建立健全行业统计和运行监测分析工作体系，加强对重大项目建设的监督、检查和处理，推动医疗健康物联网产业发展。加快研究纳入国民经济和社会发展统计的医疗健康物联网行业统计指标，完善统计指标体系。建立医疗健康物联网统计监测公共服务平台，建立全产业链信息监测分析预警系统，完善统计监测工作机制。加强产业运行的跟踪研判和分析评议，开展前瞻性课题研究，把握产业发展规律，准确定位改革发展

方向，优化产业相关政策，指导和统筹全国医疗健康物联网发展。建立医疗健康物联网发展评估体系，对各地区医疗健康物联网产业发展状况进行分析评估，为推动医疗健康物联网产业有序健康发展提供支撑。

参考目录

[1] 《2019 年世界人口数据展望报告》，联合国于 2019 年 6 月发布。

[2] 该数据由日本总务省在 2020 年 9 月 21 日公布。

[3] "IoT in Healthcare Market by Component (Medical Device, Systems & Software, Services, and Connectivity Technology), Application (Telemedicine, Connected Imaging, and Inpatient Monitoring), End User, and Region - Global Forecast to 2025", 该报告由 MarketsandMarkets 公司发布于 2020 年 6 月。

[4] "TECHNOLOGICAL DEVELOPMENTS AND GROWING GERIATRIC POPULATIONS PROPELS THE GROWTH OF GLOBAL WEARABLE MEDICAL DEVICES MARKET – TMR", 该报告由 Transparency Market Research 公司发布于 2019 年 2 月。

[5] 《2017 年医疗物联网调查》，由埃森哲公司发布于 2017 年 6 月。

[6] BI Intelligence projects 161 million devices will be connected by 2020, 由 BI Intelligence 公司发布于 2015 年。

[7] 《医疗物联网市场静待爆发 2020 年全球规模将超过 1500 亿美元》，该报告出自前瞻经济学人，2018 年 10 月。

[8] 《Global Internet of Things (IoT) Security Market – Industry Trends and Forecast to 2026》，Data Bridge，2019 年 8 月。

[9] 《物联网支出报告》，IDC 发布。

[10] 《Global Medical Tourism Market》，Transparency Market Research 发布。

[11] 《IoT Sensors in Healthcare Market to Record a Healthy CAGR of 12.2% by 2026》，由 Persistence Market Research 发布于 2018 年 6 月。

[12] 《医疗健康物联网白皮书 2018》，Goldman Sachs, 2018 年

[13] 《2018 年 RFID 行业市场现状与发展趋势》，中商产业研究院。

[14] 《2014-2018 年中国移动医疗行业典型商业模式与构建设计策略分析报告》，前瞻产业研究院。

[15] 《Health IT Outcomes》，Kayla Matthews。

[16] 《把握物联网前景，发挥物联网效力》，德勤。

[17] 《IDC MarketScape: 中国医疗云，2019 厂商评估》，IDC。