

第一章 数智健康的多维内涵、技术驱动与战略意义

面向新时代，“数智健康”既是国家层面切实落实“健康中国”“中国数字经济”两大国家战略的关键抓手，又是推动全人群、全生命周期健康服务从“以治病为中心”向“以健康为中心”转型的核心引擎。数智健康不仅在临床诊疗环节提供更多精准、高效与个性化的医疗解决方案，通过可穿戴设备、远程监控、医疗仿真机器人等先进手段提升医疗服务的质量与可及性，而且在健康医疗产品研发、行业运营管理、疾病预防与公共卫生应急等方面发挥“降本增效、提质惠民”的重要作用。其所涉及的领域涵盖预防、诊断、治疗、康复、慢性疾病管理、高龄照护、应急管理乃至生命机制解码、医学工程化创新等多维度，为构建覆盖全人群、全周期、全维度的现代化健康服务体系奠定坚实的数字底座和工程科技基础。

然而，在看似广阔的前景背后，数智健康正面临技术成熟度不足、数据安全与个人隐私保护、医疗体制与监管机制亟待完善、研究应用“两张皮”等诸多挑战。如何以更高站位、更系统思维统筹“工程科技+产业生态+政策法规+人才体系”，从而打造具有中国特色的数智健康创新发展战略，是国家与社会各方面共同关注的重大课题。

第一节 数智健康的多维内涵与价值

数智健康既是“数字化”与“智能化”在医疗与健康领域的深度融合，更是一场跨越传统边界的系统性变革。其横跨医学、工程技术、生命科学、公共卫生、产业经

济乃至社会治理等多维度，旨在利用新一代信息技术和生物医学科技，为个人与群体的健康管理提供精准而高效的系统化支持。与过去简单的“医院信息化”或“远程医疗”不同，数智健康更注重多方协同与生态联动，通过对数据要素、算法模型、硬件装备、医工交叉、政策制度的全方位整合，重塑从预防到诊治、从康养到公共卫生、从个人健康到产业升级的全链条流程。

在数智健康的体系中，“数字”与“智能”相辅相成，其并不是要取代医生，而是扮演了医生专业能力的“放大器”和工作效率的“加速器”的角色。一方面，通过高密度的数据采集网络与云端算力，可以对个人的基因组、代谢组、生活习惯、疾病史等信息进行实时整合与动态分析，让医学决策从有限维度的经验推断跃升到多维数据驱动的精准识别；另一方面，AI技术在大量临床和科研场景中不断迭代进化，依托深度学习、知识图谱、自然语言处理等算法，从海量医疗影像、病理切片、电子病历中提取关键证据，辅助医生快速发现潜在风险或病理特征，使诊疗流程从“人找病”转向“病自现”，也能根据个体特征为患者制订差异化的用药方案或康复计划，使健康管理更符合精准医学的理念。

数智健康的价值绝非仅停留在医院内部，而是贯穿健康服务的全周期、全要素与全人群。针对亚健康或慢性疾病人群，数智健康强调“防病于未然”，通过可穿戴设备、远程监测App、社区智能终端等工具，对关键生理指标进行持续观测，从而及早识别“沉默”威胁，并在风险开始萌芽时就引入个性化干预。对于手术、住院、康复等临床过程，随着智能机器人、3D打印、增强现实（augmented reality, AR）/虚拟现实（virtual reality, VR）辅助和数字孪生技术等腾空出世，外科操作不再仅靠主刀医生个人经验，而可通过精准规划、跨团队协同和实时监控，大幅提高成功率，减少术中意外和术后并发症。出院后，患者仍可通过移动端平台获得院后随访、康复指导、健康教育等服务，让医疗的关怀延伸到社区和家庭场景，也减轻了重复入院和漏诊漏管带来的负担。这种“院前—院中—院后”一体化管理使患者真切感知到智慧医疗与智能健康管理的实际便利，为传统昂贵且低效的医护路径带来实质性颠覆。

数智健康带来的变革也深刻影响着公共卫生体系。不仅能照顾好个人与家庭的健康，更能将视角放大到整个社会，打造灵敏的公共卫生监测与应急平台。借助分布式采集和AI快速分析，大规模传染病的时空分布、病原体变异趋势、密切接触者追踪

等环节可实现“近实时”预警和精准治理；面对突发重大疫情或新发传染病威胁，指挥部门可在短时间内汇集关键数据，模拟疾病传播轨迹，动态分配医疗资源，最大程度减少社会损失。此外，数智健康催生了诸如大规模人群基因组学研究、真实世界证据采集、疾病数据库建设等庞大工程，为生物医药创新、临床科研、政策制定提供更坚实的大数据基础，进一步加速疾病防治模式的革新。

数智健康的核心还在于多主体的协同与生态构建。作为一项庞大的“系统性工程”，其兼顾了政府层面的宏观规划与监管，引入产业资本与社会资源的灵活投入，也需要学术机构及科研团队提供原创新知与技术源头；还要最大程度地听取医疗机构、社区卫生服务人员、保险及医药企业的切实需求与痛点，从而在制度供给与服务供给上达成紧密对接。只有让政府、产业、学术、临床、公众五大主体同频共振，才能形成闭环，构筑出真正意义上的“大健康协同网络”。在这个网络之中，数据的跨部门、跨机构流动将进一步打开医疗服务边界，催生创新技术的应用场景，也推进健康产业价值链向高附加值方向延伸。越来越多的高端医疗装备、智能医药研制、智慧医保结算和保险风控、数字疗法等细分领域蓬勃兴起，数智健康对经济增长与社会就业的乘数效应日益显现，成为中国数字经济新旧动能转换的重要支点。

从宏观上看，数智健康承载了“健康中国”和“数字中国”两大战略的深度叠加诉求。其既要解决医院看病难、慢性疾病负担沉重、公共卫生应对不足等现实难题，又要肩负壮大健康产业、推动数字经济落地、培育先进医工制造软实力的重大使命。在这一广阔的舞台上，我国能以超大规模市场为依托，把握住关键技术与应用突破的窗口期，通过设计专项工程、打造示范城市、搭建区域数字平台及产业联盟，带动各类创新主体加速崛起。随着更多基于数智健康理念的远程会诊网络、智能药物研发中心、可穿戴监测设备生产基地、数字医疗保险产品相继落地，一个跨行业协同的数智健康生态将逐渐清晰成形，为人民生命安全与健康福祉提供有力保障，并在全球医疗革命浪潮中占据前沿地位。

也正因如此，当谈论“数智健康”时，其并不只是“给医院装上几套AI软件”或“把看病流程搬到线上”这么简单，而是要下定决心把数字技术、智能工具深植于医疗体系的筋骨，并与公共卫生管理、医药消费市场、健康产业链和社会民生需求同频耦合，从顶层模式到最末端应用实现无缝衔接。其最终目标在于：让每个人都能够更便捷、

更公平地享有高质量医疗服务，让医务工作者与科研人员得到技术红利的强力支撑，实现医学理念与智能技术的双向卓越提升，并以健康为核心牵引，带动产业升级和社会经济效益持续释放。这样的内涵既扎根当下现实，也与未来5~10年的健康发展战略紧密定向，为我国在全球生物医疗与数字化交融竞争中掌握主动权奠定了坚实基础。

“数智健康”这一概念在国家层面仍处于不断探索和界定的阶段，但已有多家高校、科研机构及产业界从不同视角给出定义与实践范式。综合相关研究可以发现，数智健康具有以下共同特征（图1-1-1）：

数智健康是“数字化”与“智能化”在医疗与健康领域的深度融合



(1) “健康”范畴的全生命周期、全主体赋能

其强调不仅关注患者，更聚焦全人群的预防保健和慢性疾病管理，实现从疾病末端干预向健康前端管理转变，覆盖“医-防-康-养”全流程。

(2) “数字技术+智能技术”双轮驱动

数智健康并非只有“互联网+医疗”或单一信息化升级，而是把云计算、大数据、AI、区块链、传感器、机器人、VR/AR等前沿技术融会贯通，赋能医疗服务的精准诊断、灵活决策和流程重构。

(3) 跨界融合的生态特点

数智健康所涉及的领域十分广泛，不仅是医疗卫生系统内部的信息化改造，还将金融支付、保险机制、社区管理甚至教育、养老与环境卫生等跨部门资源统一纳入协

同网络，通过数据、算法和平台的联通减少传统边界的桎梏。

(4) 数据要素跨行业流通与协同创新

随着医疗数据从单体医院走向区域乃至全国级平台，基于严格隐私与安全控制的数据共享将带来新一轮技术突破和制度变革。数据要素在医疗机构、科研院所、医药企业、保险机构、基层社区等多个主体间顺畅流动，为医疗研发、管理决策、个性化健康服务等提供充足保障。

在我国具体实践中，数智健康不仅意味着对传统医疗服务模式的升级迭代，而且致力于打造“精准安全的新医疗、创新可及的新医药、精准覆盖的新医保、医防融合的新公卫、医体护养融合的新康养”的一体化健康服务体系。其力求从多个维度，为人民群众提供全程、全域、全体的医疗健康保障和服务。

第二节 数智健康的核心目标与技术范畴

一、技术范畴与关键维度

尽管“三精智慧医疗”与“4E效应”为数智健康指明了价值追求与变革方向，但要真正让这些理念落地，仍需在技术层面形成坚实的“多维度支撑体系”。数智健康并非单一技术或单一产品的堆叠，而是涵盖基础设施、核心算法及应用场景的系统化工程。其囊括了生物医学、信息通信、软件工程、硬件制造、公共卫生管理等一个又一个关键“技术支点”，唯有通过这些支点的通力协同以及多层面的互联互通，才能将数智健康的宏图愿景演绎为真实世界中的普惠成果。从底层感知设备到顶层服务平台，从远程医疗到数字孪生，从智慧病房到智能装备制造，数智健康在技术范畴上的横向广度与纵向深度都极为可观，理应被视作一场系统性、全领域的“医工融合盛宴”。

在数智健康的发展历程中，初期多以局部性、导入式的工具应用为主，诸如电子病历系统的上线、远程诊断平台的试点、医院内部物流机器人的投入使用等。这些尝试虽有积极作用，却常缺乏宏观层面的技术规划与数据要素连接，当项目从某家三甲

医院扩展至全市或全省范围时，便会面临标准不统一、系统间“隔绝”、信息安全难以协同等瓶颈。要想真正建起一条没有断点的“数据高速公路”和一台高效的“算法引擎”，就必须告别“头痛医头、脚痛医脚”的零散模式，从底层基础设施到上层应用进行体系化设计。

底层层面，涵盖了基因组学检测、医疗影像系统、可穿戴与可植入式生理监测设备、5G/6G 网络、物联网传感器、边缘计算节点以及云端数据中心等基础设施。其共同构成数据采集、传输与初步处理的“底座”，确保无论是在医院快速流动的患者数据，还是在社区和家庭端的日常健康指标，都能安全而高效地汇聚到统一的数字平台。当规模化的健康数据得以持续更新与存储，才能为上层的 AI 决策支持系统、临床科研分析平台、公共卫生监测网络提供源源不断的“燃料”。

在此之上，核心层面主要涉及医疗大数据治理、隐私与安全保护、AI 算法模型、知识图谱支撑以及一系列覆盖临床辅助决策、智能诊断、医疗机器人管理、供应链优化等关键软件系统。数智健康要在诊疗与管理环节实现灵敏交互与跨部门互信，离不开可信云架构与隐私计算等技术手段的保驾护航。区块链、联邦学习、分布式存储等创新更是有望在敏感医疗数据的交流与共享中建立“安全阀”，既促进多方协同，又避免信息滥用。而医疗 AI 大模型和知识图谱则类似“智慧大脑”，通过海量样本训练与专家规则封装，使复杂多样的疾病谱系在算法层面得到系统总结，并赋能到每个临床或健康管理流程中去。

最终到达应用层面，则是各种垂直场景与业务创新百花齐放的阶段。手术机器人、3D 打印技术能让外科介入更加精准微创；VR 与 AR 则被用于术前仿真、病房探视或远程护理培训；数字孪生技术更可为医院宏观运营与突发应急提供全局模拟与推演，让管理者少走弯路，尽量规避风险。与此同时，院外慢性疾病管理、移动康复、智慧养老、在线处方与数字药物等崭新业态也在不断破圈，开辟出覆盖家庭、社区、长护机构、在线平台的多维服务版图，让数智健康以更灵活、更具个性化的面貌持续渗透到广大人群的日常生活。可以说，一旦底层数据与核心算法形成高效联动，融合性的应用创新将顺势迎来“加速裂变”，使健康服务质量与可及性得到全方位突破（图 1-1-2）。

无论处于哪一技术层级，数智健康都需要多学科、多主体的交叉合作。医学团队

的临床需求、工程与 IT 团队的技术能力、监管机关与政策部门的制度保障，以及社会资本与产业界的资源整合，只有在共同目标下形成合力，才可能将软硬技术真正落地为系统性成果。把生物医疗工程视为“硬科技”的坚实底蕴，把 AI、大数据与其他信息技术纳入“软能力”的核心驱动，再加上灵活高效的生产组织与投融资机制，才能让数智健康构建出一条从基础研发到终端应用的完整创新链。对于包括医院、医联体、公共卫生机构在内的众多参与方来说，这意味着既要打破传统“部门竖井”，又要积极探索多方协同的可行路径，并在技术和管理迭代中打造具有前瞻性与可持续性的数智健康生态体系。正是在这场前所未有的系统性能量变革中，“技术范畴”才得以衍生出更大的社会与产业价值，为后续医药联合攻关、健康服务升级以及公共卫生治理奠定坚固基石。

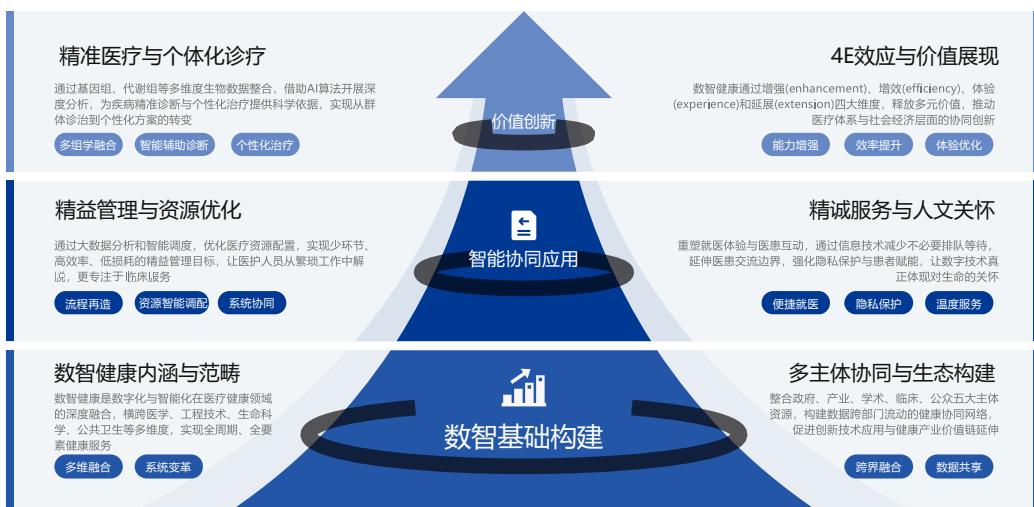


图 1-1-2 数智健康的核心目标与技术范畴

二、核心目标与价值引领

在数智健康的宏大愿景下，核心目标常通过“双重支点”统领各方努力：①以“三精智慧医疗”的模式牵引医疗服务全流程的深度变革；②以“4E 效应”作为衡量整体价值提升与系统协同的关键尺度。前者侧重让诊疗与管理更加精准、精益和人文关怀，后者则通过增强（enhancement）、增效（efficiency）、体验（experience）以及延展（extension）四大维度，体现出数智健康对医疗生态的全局性重塑与推动。

从医院的诊疗模式到区域公共卫生治理，从个体康复护理到产业链高端制造，都需要围绕这两个支点，构建起覆盖预防、诊治、康复、保障等全周期的闭环体系。只有当“三精智慧医疗”与“4E效应”两者有机融合，才能真正使数智健康超越单一技术或工具应用，成为承载广泛社会利益与未来产业升级的新范式。

1. 三精智慧医疗：由“精益”迈向“精诚”

“三精智慧医疗”是数智健康建设的内在原动力，其包含“精准医疗、精益管理、精诚服务”三个核心要义。精准医疗所期望的，不再是过去那种“一刀切”的群体诊治，而是在多维数据与智能算法的加持下，为个人量身制订全程化、个性化的医疗方案，涵盖从早期筛查到靶向治疗的每个环节，让检测、诊断、用药都能基于基因组学、临床图像学、生活方式和心理社会因素等复合要素精准匹配。通过AI、影像识别、大规模临床数据库比对等现代技术，医生不再被海量的不确定信息与繁琐流程所束缚，而能在更短的时间内作出科学决策，极大提升治疗成功率和患者依从度，其理念内核见图1-1-3。

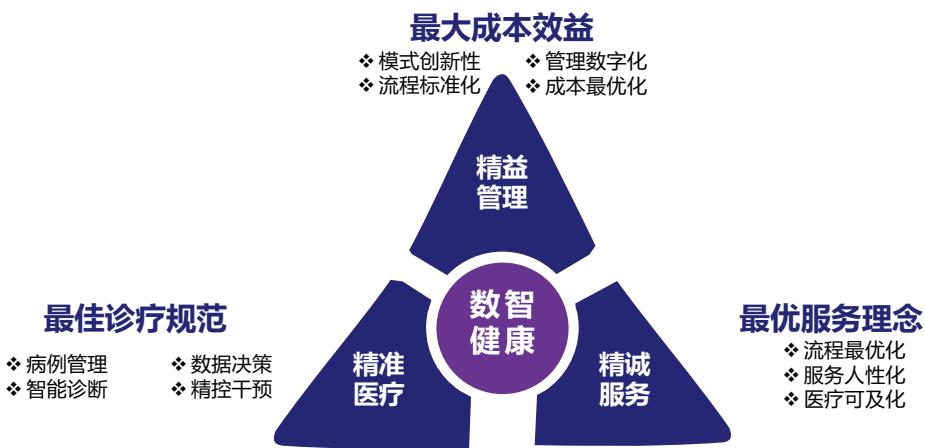


图1-1-3 “三精智慧医疗”理念

如果说精准医疗更多地对接“医 – 患”之间的专业行动，那么精益管理则致力于革新医院乃至整个医联体、健共体的业务流程与资源配置。其通过大数据分析和流程再造，让医疗机构的药品库存、病床周转、手术排班、后勤物流等核心环节实现“少环节、高效率、低损耗”的目标，从而在保持质量与安全的前提下，逐步消除层层堆积的冗余和浪费。得益于智能管理平台的实时监测与统筹调度，抢救通道、绿色通道

和重点医疗资源都可以被更合理地分配使用，使全院乃至跨医院间的协同更流畅、更敏捷，也让医护人员从烦琐的管理杂务中解脱出来，更专注于临床专业工作。

在精准与精益的基础上，精诚服务则体现了人文关怀与数字技术深度滋养之后的服务升华。医疗的核心既是“治病”，又是“治人”。数智健康的到来，让医护团队有机会以数据和智能手段重新审视与患者的互动：环节上重塑就诊体验，减少不必要的排队和反复提交资料；情感上强调温度与信任，通过在线问诊、远程咨询、康复随访等形式延伸医患交流的时空边界；管理上更注重隐私保护与患者赋能，让个人能更好地掌握自己的疾病信息与干预方案。有了精诚服务的加持，数智健康不再只是“功能堆叠”，而是成为蕴含温情与尊重的“人文护理”，使民众真正感受到数字技术对生命关怀的“润物细无声”。

“三精智慧医疗”最大的魅力，正在于其系统性与相互支撑：精准医疗决定诊疗方案是否科学；精益管理决定资源与效率能否最大化；精诚服务则决定患者体验及长期医患关系的和谐度。这三者交互验证，形成强大的协同合力，推动数智健康不断向纵深拓展。从院内到院外，从源头预防到“最后一公里”康复，所有环节都能因为“三精”理念深度渗透而呈现内在的整体优化。这不仅提升了医疗机构的运营效能，也将成为推进全民健康与长期可持续发展的坚实基石。

2. “4E 效应”：由增强到延展的多维价值释放

若将“三精智慧医疗”视为贯穿数智健康体系的内在驱动力，那么“4E 效应”无疑是衡量这套体系在医疗、产业与社会各个层面落地成效的标尺。具体而言，“4E”包括增强、增效、体验和延展，其分别聚焦从技术到运营、从人性关怀到生态拓扑的关键维度，体现了数智健康“顶天立地、高瞻远瞩”的价值落脚点（图 1-1-4）。

（1）增强：多源数据与智能算法的“能量放大器”

数智健康最明显的一个价值点，便在于其能通过信息技术与数据分析，将传统医疗的专家经验与诊断模式“放大”到更广领域，并让医生和护士的专业能力与工作效率得到进一步提升。在过去，一个放射科医生每天可能要连续查看上百张影像片，既耗费脑力又容易导致视觉疲劳或漏诊。而借助深度学习模型引擎，这些陆续上传的影像可实现自动化预处理与病灶标注，当疑似病变区域被标出后，医生再进行二次专业确认，整体诊断速度与准确率大幅提高。类似的场景在病理切片识别、基因检测报告



图 1-1-4 “4E” 效应

解读以及病程跟踪管理中也不断涌现。于是在“增强”之下，医疗从业者与智能系统之间构建了一种“人机协同新范式”，医生的思维优势与经验沉淀被发挥到最大化，而AI算法则在海量数据比对、过程监控中起到高效分担的作用。两者相得益彰，让“数智健康”在临床精度、效率与可靠性层面充分彰显其“倍增器”能效。

(2) 增效：流程重塑与全域资源再配置

与“增强”所关注的临床细节与诊断品质有所不同，“增效”更多地从系统和流程角度考量数智健康的价值。很多医院管理者都面临“病床紧张”“瓶颈科室排号漫长”“药品耗材易过期或缺货”“院内物流成本攀升”等难题，这些问题单靠人工调度和传统管理手段很难彻底解决。数智健康引入数据驱动的运营决策模式，通过互联互通的电子病历系统、物流机器人、多维度的医院大数据平台，为住院协调、手术排程、设备调配以及院内资源的循环利用提供更精细化的可视化与自动化方案。借助分区式感知网络，医护人员能实时掌握病房情况与检验科运作情况；AI模型可根据历史记录与当前实时数据，预测即将到来的高峰时段或手术室空闲时段，指引医院做更科学的资源调度与分流调配。这让医院从整体上提升应对高负荷压力的能力，也让各科室之间形成更顺畅、更灵活的协作关系。医疗体系因此不再因繁杂的流程管理而“减速”，而能在提速、降本、优管的良性循环中获得可持续发展。

(3) 体验：重塑面对面与线上线下的就医旅程

如果说“增强”和“增效”主要针对医生、技术与管理的专业面向，“体验”则将目光更多地投向患者与大众。数智健康最使人印象深刻的改变之一，便是让就医不

再仅限于冷冰冰的窗口排队和拥挤的门诊等待，而是在全程中展现科技与人文关怀的双重优势。智慧导诊系统可根据个人病史和即时测量数据匹配最合适的科室与医生；自助式检查预约与付费结算可以节省患者在挂号、排队、取报告等环节的时间；可穿戴式设备与家庭健康管理平台让患者在家就能第一时间向专科医师提交生理信号或报告指标，更好地实现远程复诊与慢性疾病管理。医院院内也能通过人脸识别、语音提醒等功能，协助老年患者或行动不便者更流畅地享受医疗资源。从宏观角度看，这种前所未有的体验改变不仅凸显“以人为本”的医疗服务理念，也进一步拉近医患关系，塑造一个“方便、温暖、可信赖”的智慧医疗氛围——这是数智健康之于社会大众极具人文价值的核心所在。

(4) 延展：让医疗与健康超越时空束缚

在“增强、增效、体验”三大层面取得突破后，“数智健康”得以将触角延展至更广阔的舞台，既为公共卫生综合治理提供坚实的技术底座，又为健康生态的跨区域甚至跨国界协同打开想象空间。通过区域健康信息平台与上层大数据监管系统，各市县在重大疫情或突发公共卫生事件中能够共享病例、检验、药品资源信息，实现疾病早期监测与快速联防联控。此外，远程诊疗中心可在省级医院与偏远地区基层卫生院之间构筑“互助纽带”，让老百姓不出家门就能接入三甲医院专家的专业指导，填补医学人才与医疗资源的地理鸿沟。延展的终极意义不止于地域辐射——数智健康更预示着医学学科知识、生命科学前沿研究、医护教育与产业创新的深层交汇，让国家和社会在经济与民生领域都能持续涌现新的增长动能与健康活力。

当“4E效应”与“三精智慧医疗”相辅相成之时，数智健康的综合价值图景才真正变得立体而生动：不论是面向临床一线的医护人员，还是身处城市与乡村各个角落的患者，即便是处于数字鸿沟的老龄化人群，也能感受到技术革新对健康保障带来的实际裨益；不论是国家层面的政策制定，还是产业、医院的运营与管理，也都能收获更多优化资源配置、引领产业升级、兼顾人文关怀的长远红利。这种内外兼修的融合，为我国构建适应新时代需求的医疗保障体系指明了清晰路径，也为未来健康社会发展埋下了新的生长基因。正如许多产业观察者所言，抓住“4E”，便抓住了数智健康的“金钥匙”，更为推动公共卫生变革与医药制造升级敞开了一扇宝贵的机遇之窗。

第三节 数智健康科技创新的工程特点与政策环境

数智健康的快速兴起，彰显了当代工程制造、信息技术与生物医学的高度融合。其既需要技术与产业的创新突破，又离不开宏观政策与制度体系的引领与支撑。从“硬件 + 软件”的工程攻关，到跨部门、跨行业的协同推进，数智健康科技在国家级层面呈现出全新的工程特点与多维政策环境。

一、工程化、交叉融合与系统集成三大特点

1. 工程化：从概念实验到规模化实践

数智健康不是过去那种“小打小闹”的信息化试点，而是一场重构整个医疗服务体系的“系统工程”。其涵盖高端医疗装备制造、产业链协同生产、远程通信网络、数据中心运维、算法平台服务、场景应用落地等多环节，无法简单依赖少数领域或小规模原型验证。要想真正解决优质医疗资源供需失衡、高龄慢性疾病与公共卫生风险等重大命题，必须制订系统性工程设计方案：从技术方案评估，到顶层架构构建，再到区域应用实施和全链条测试，均需要可量化、可评估、可追溯的严格工程过程管理。

2. 交叉融合：多学科与多技术深度耦合

数智健康的发展不是单纯的“互联网 + 医疗”，也非孤立的生物医学突破，而是需要医工结合、信工结合、医药结合乃至更多领域的创新交会。

在高端装备领域，AI、机器人大学、神经科学与机械电子工控技术的紧密耦合，使智能手术机器人、骨科与心血管导航系统快速迭代。

在生命科学与临床转化方面，依托计算生物学、组学大数据分析与病理诊断经验，促进基因治疗、蛋白质靶点发现、药物研发等快速进展。

在应用落地层面，更需要融合公共卫生管理、医院运营、健康保险、基层卫生等要素，才能从点到面激活数智健康对整体医疗服务的升级。

3. 系统集成：硬件、算法与场景协同的“一体化设计”

数智健康常涌现“大系统 + 多子系统”的形态：例如在智慧医院建设中，需要

将病房监护、智能药房、移动护理、临床辅助决策、全院运营指挥中心等诸多模块互联互通；在区域公共卫生管理中，需要将卫生应急平台、传染病监测网络、居民健康档案平台、医保结算系统等深度对接。正因此，系统集成的水平决定了数智健康工程的成功率，也意味着对标准化接口、数据互操作、整体项目管控等提出更高要求。只有使“硬件设备、平台算法、应用场景”在设计伊始就同步规划，方能充分释放数智健康的跨系统综合价值。

二、我国数智健康政策环境的持续优化与多维驱动

1. 国家顶层规划：从“健康中国”到“数字中国”双向协同

党的二十大报告明确提出，“要把保障人民健康放在优先发展的战略位置”；而《关于构建数据基础制度更好发挥数据要素作用的意见》《数字中国建设整体布局规划》等政策文件也强调了大数据要素对产业转型升级的驱动作用。伴随“十四五”规划对生命健康、数字经济的强化部署，“健康中国”与“数字中国”正在汇合成支撑未来10～15年全国经济社会发展的重要战略底座。在这一大格局下，数智健康上升为国家层面优先支持的重点项目，健康大数据中心、智慧医院、区域卫生信息平台、互联网医疗监管平台等诸多重大工程被列入各级政府规划或试点示范。

2. 相关部门合力：多部委协同推动“数智健康”监管与产业发展

国家卫生健康委员会：牵头卫生事业与公共卫生体系建设，在分级诊疗、健康中国行动等重点项目中加快医疗机构数字化改造。

国家医疗保障局：大力推动医保信息平台、智能监管和跨区域结算，实现数智手段下医保支付模式创新，为数智健康商业模式打下坚实基础。

工业和信息化部：通过“制造强国”“工业互联网”等政策推动高端医疗装备、医药生产线的智能化升级及数字工业生态成长。

科学技术部、国家发展和改革委员会：对数智健康重大专项提供研发资金与关键技术攻关支持。

地方政府：纷纷成立智慧医疗、健康大数据产业园区，形成政策洼地与产业集聚效应。

这套多部委联动的规划与专项，基本构建了数智健康在政策落地和财政投入层面

的“长效协作机制”，为行业发展注入持久动能。

3. 法律法规逐步完善：从数据隐私到医疗 AI 规范并行

随着《中华人民共和国数据安全法》《中华人民共和国个人信息保护法》《互联网诊疗管理办法（试行）》等法律法规的陆续出台，数智健康所依赖的数据合规与医疗安全有了明确的法律依据。近期官方还发布了 AI 大模型安全评估范畴、数字医疗器械注册核查细则等细化文件，进一步规范 AI 辅助诊断、可穿戴设备、远程医疗为核心的产品服务形态。尽管仍有若干痛点（如 AI 医疗伦理、药物 / 器械审批流程适应度等）亟待强化，但整体上，我国正加快建立与数智健康创新发展相匹配的法规与监管体系，为未来大规模应用与创业提供了正面环境。

4. 资本与产业链“双轮驱动”：社会注资与龙头企业争相布局

在地方产业基金、风投机构的持续投入下，大量初创团队和细分领域龙头企业积极切入 AI 诊断、高端医疗装备、数字化药企、智慧医院 SaaS 等赛道。联想、华为、腾讯、阿里等互联网和信息与通信技术（ICT）巨头也基于云计算、大数据、AI 技术硬实力，跨界布局医疗健康领域，加快推进健康数据平台、医疗云、全流程智能诊疗等综合服务。由此，产业资本与 ICT 头部企业的注入，不仅带来了资金与技术赋能，还为传统医疗服务领域带来柔性管理、快速试错等互联网思维，催生产业生态的深层次变革。

三、“工程+政策”双轮驱动下的新发展契机

从硬件到软件、从产业到监管，数智健康走向规模化应用，需要在“工程化大闭环”和“政策性强支持”之间找到最佳组合。一方面，数智健康工程只有在足够坚实的政策环境中，才能打通资本、人才、市场、知识产权保护等环节，降低应用落地阻力。另一方面，政策环境的持续完善也需要依赖数智健康在技术标准、临床价值、产业成熟度上的示范实践。

这种“技术 – 工程 – 政策”相互协同、共同进化的态势，正不断催生基础性、关键性、前瞻性的重大技术攻关与应用示范项目，使数智健康在我国“健康中国”与“数字经济”双轮驱动中走得更实、更远（图 1–1–5）。

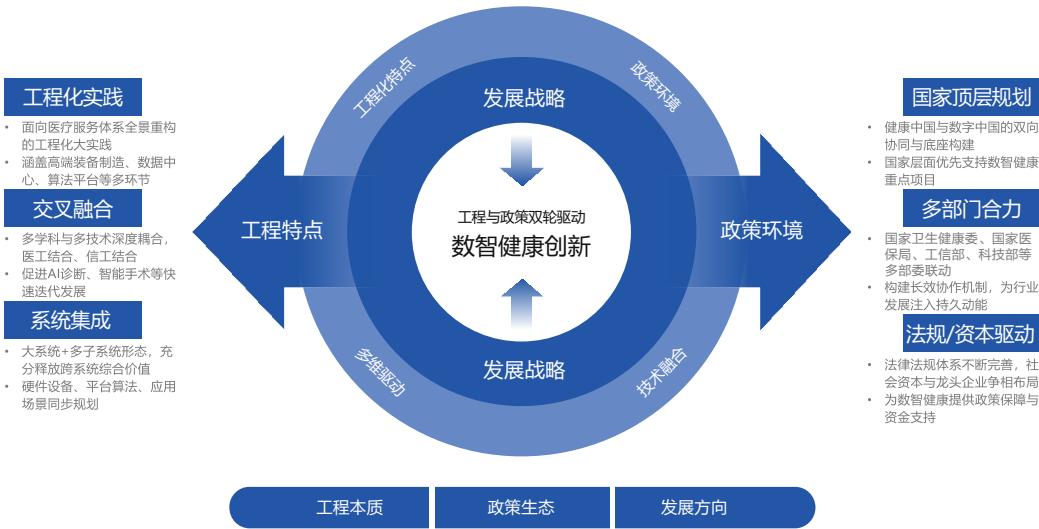


图 1-1-5 数智健康科技创新的工程特点与政策环境

四、面向未来的政策与工程协同重点

结合工程特点与政策环境的阶段性成果，数智健康还应在以下方面持续发力：

1. 顶层设计与分级分类指引

国家层面可出台内容更系统、更细分的数智健康建设规划与技术指南，对应用场景、关键架构、数据交换、监管安全等做“分级分类”指引，避免重复建设和各自为政。

2. 关键核心技术与工程标准同步攻关

针对国产化替代与“卡脖子”环节，加大联合科研攻关和产业化支持；同时完善数智健康在多模态数据互操作、核心医疗 AI 算法评测、伦理安全等方面的行业强制标准，构筑统一技术底座。

聚焦数智健康领域重点方向，瞄准生物、信息、工程等科技前沿发展趋势，加快技术创新突破和应用研究，攻克一批亟须突破的先进临床诊治关键技术。重点部署脑科学、基因治疗、免疫治疗、组织器官再生修复、基于 AI 的疾病诊断治疗、脑机接口技术、智能穿戴健康增强、医疗元宇宙、精准医学等前沿技术，发展基于 AI、大数据、区块链、量子通信、合成生物学等新技术的医疗健康应用研究，引领医疗健康技术创新发展。

致力于突破基因治疗技术的瓶颈。围绕基因治疗的关键领域，如基因治疗载体和基因工程技术，进行深入的科研攻关。选择具有潜力的载体转导免疫调节分子、缺陷基因、激活因子等作为研究对象，发展出高效、靶向性强、副作用小的关键核心技术，为治疗遗传性疾病和某些癌症提供新的治疗方案，从而改善患者的生活质量和延长生命。

专注于免疫治疗技术领域的研究与开发。积极对包括免疫检查点抑制剂、靶向细胞治疗以及肿瘤疫苗在内的研究项目进行攻关，研发创新的免疫治疗策略。将免疫治疗技术应用于恶性肿瘤等疾病的各个阶段，涵盖早期、中期及晚期。同时，探索将免疫治疗与传统手术治疗或放疗等方法相结合的综合治疗方案，以期实现更优的治疗效果。

攻关组织器官再生修复技术。通过运用一系列先进的生物技术手段，包括但不限于重编程技术、诱导分化技术、基因编辑技术等，实现精确调控细胞，增强细胞的功能。研发出能够用于修复、替代和增强人体内衰老、受损、病变或有缺陷的组织器官的组织工程器官。在未来的医学领域中，为患者提供更为有效和持久的治疗方案，改善患者生活质量。

攻关基于 AI 的疾病诊断治疗技术。创新和优化算法，开发新的算法，实现影像、临床、病理等诊断信息的自动分析，构建 AI 辅助下重大疾病诊断新模式，显著提高重大疾病诊断的准确率和效率，极大改善患者的治疗效果和生活质量，同时为医疗行业带来革命性的进步。

攻关脑机接口技术。脑机接口技术在 AI、VR 等领域也有着广泛的应用前景，其将开启人与机器交互的新纪元。开展生物电信号采集分析、模拟传导、信息转化、脑深部电极、脑结构定位、神经传导替代等技术研究，在人脑和电子设备之间建立连接，实现人机双向信号读取和转换，助力加速解码大脑的工作机制，为治疗神经系统等疾病提供新的途径。

攻关智能穿戴健康增强技术。构建穿戴式多源异构智能化数据库，发展面向跨模态数据的创新性特征标识学习方法，研究可解释跨模态的穿戴式健康表示框架和推断模型，实现高效精准的健康辅助决策、效果预测和实时监控。提供更加个性化和智能化的健康管理解决方案，结合物联网和可穿戴设备技术，实现对用户健康状态的实时

监测和预警，提供全方位的健康管理服务。

攻关元宇宙医疗技术。推动数字疗法、数字孪生、VR、AR、混合现实、AI、大数据等技术在医疗领域的应用和发展，提高医疗服务的质量效率，探索新的治疗方法。依托多模态融合智能元诊室，创新医疗技术的应用，发掘元宇宙数字疗法、疾病筛查和诊断、远程咨询和问诊、远程康复和随访等场景，通过VR技术实现医生和患者之间的实时互动，实现虚拟空间的医疗服务，提高看病就诊效率、减少人工成本、实现跨机构互通、推动优质医疗资源下沉基层，提高患者看病就医体验。

攻关精准医学前沿技术。以大规模人群和特定疾病队列研究作为基础，利用各类组学技术、生物大数据分析及整合技术、分子影像等相关技术，通过临床研究、检测与诊断技术研发、个体化治疗技术开发等实现个体化治疗。应用现代遗传学、分子影像学、生物信息学和临床医学等方法与手段，制订个体化精准预防、精准诊断和精准治疗方案。

3. 多维度投入与人才培养体系

“大项目+专业院校+行业龙头企业”联手打造跨学科、跨领域人才培养模式，形成面向临床应用的工程师队伍和具备数据科学素养的医务人员。

建议构建从高等教育到职业培训的多层次人才引进和培养体系。实施更加积极、更加开放、更加有效的人才政策，加快形成具有国际竞争力的数智健康人才培养体系，为海外人才回国（来华）从事数智健康领域研究、开发、学习、工作和生活提供良好环境和服务保障，切实做到引得进、留得住、用得好，培养既懂健康领域知识又掌握数智技术的复合型人才，包括复合型管理人才、复合型科学研究人才、复合型科技服务人才、复合型临床医学人才等。高等教育机构可以开设相关课程和专业，如数字医学、健康信息学等，以培养具备交叉学科背景的毕业生。同时，职业培训机构和企业可以提供针对性的技能培训，帮助在职人员提升与数智健康相关的专业能力。最终形成“引、育、用、服”协同体系，聚力打造人才发展新高地。

4. 监管改革与场景式创新试点

鼓励各省市在“放管服”改革框架下，对数字医疗、远程诊疗、智能审方、慢性疾病管理等项目进行场景式创新试点，让更多医护人员与患者先行先试，政策与实践同步迭代。

推动数智健康在行业准入、标准规范、服务质量、临床应用规范、临床诊疗路径和技术指南等方面标准化和规范化发展。强化数智医疗系统安全防护，完善数据安全、数据质量控制等规范，对于公民个人诊疗信息进行严格管控，防止个人健康数据泄露。同时，建立全面实用的数字医疗服务评价和监管体系，加强事前、事中和事后的动态监管。依托联盟、协会等社会组织促进数智健康行业自律。开展针对数字医疗服务的理论研究，建立行业自律机制，推动行业标准和行业规范的建立。

建立数智监管平台以及可持续运转的稳保体系。为保障整个运行监管平台稳定、可靠、安全运行，需建设稳保体系。①数据治理体系：确保数据有人来管，管理有章可循，数据质量有效可查，从而筑牢监管的量化基础。②网络信息保护体系：构建基于行为检测和关联分析技术，集可视、检测、响应于一体，部署在行业主管部门—医疗卫生机构两级的全方位安全态势感知平台，实现“看清业务逻辑、看见潜在威胁、看懂安全风险、辅助分析决策”，并配套规章制度和标准规范，实现网络信息安全可视、风险隐患可知、对策预案可行。

总体而言，在国家宏观政策及法律法规的规范与激励下，依托我国超大规模市场和邻近行业的协同潜力，数智健康“工程化落地”正驶入快车道。借助多部委联动、社会资本与龙头企业深入参与，以及循序渐进的工程建设与标准化，同步推进“医疗现代化、产业自主化、监管规范化、服务普惠化”，就能更好地完成从点上试验到面上普及的跨越，为我国健康医疗体系建设与数字经济转型提供强劲驱动力。

第四节 数智健康成为全球大健康产业的主要动能

放眼全球，主要发达经济体均已将数字化与智能化融入医疗健康体系的重点建设中，形成了“数智健康”加速崛起的清晰态势，部分国家与地区在数智健康基础研究方面的布局见图 1-1-6。

美国作为全球科技创新的领头羊，将数智健康置于国家战略层面，通过一系列立法与监管指引，推动互联网医疗、智能医疗仪器、远程健康服务等多领域的快速发展。美国的数智健康战略不仅体现在政策层面，更体现在企业与科研机构的深度合作中。

大型科技公司与医疗器械厂商联手，加速构筑医疗大数据与智能服务生态，推动医疗服务的智能化、个性化和精准化。



图 1-1-6 部分国家与地区在数智健康基础研究方面的布局

1. 美国在数智健康基础研究方面的布局

在互联网医疗领域，美国通过《健康信息技术促进经济与临床健康法案》等法规，推动电子健康记录的普及与应用。这不仅提高了医疗数据的可及性与共享性，还为AI辅助诊断、远程医疗等新兴服务提供了数据基础。智能医疗仪器的研发与应用，如可穿戴设备、智能诊断设备等，正在改变传统的医疗服务模式，使患者能够在家中实时监测健康状况，实现疾病的早期预警与干预。

远程健康服务在美国也得到了广泛应用，特别是在疫情期间，远程医疗服务的需求激增。通过视频问诊、在线处方、远程监护等服务，患者无须前往医院即可获得专业的医疗建议与治疗，极大提高了医疗服务的可及性与效率。此外，美国还在积极探索AI在医疗领域的应用，如AI辅助诊断、AI手术支持等，这些技术的应用不仅提高了医疗服务的质量，还减轻了医疗从业人员的负担。

2. 欧洲在数智健康基础研究方面的布局

欧洲致力于建立跨国界的健康大数据共享平台（European Health Data Space, EHDS），让公民可以访问、共享自己的健康数据，并设置了严格、明确的数据共享规则，确保数据在系统间可互操作性地自由互通。这一平台的建立，不仅促进了跨国医疗数

据的共享与利用，还为欧洲各国的医疗服务提供了数据支持，推动了数智健康的应用与发展。

在老龄化背景下，欧洲积极推进远程医护、智能辅具、生活质量监测等数智健康应用。远程医护服务通过视频问诊、远程监护等方式，为老年人提供便捷的医疗服务，减少了其前往医院的次数，提高了医疗服务的可及性与效率。智能辅具的研发与应用，如智能轮椅、智能助听器等，帮助老年人更好地应对日常生活中的健康问题，提高了其生活质量。生活质量监测技术通过传感器、可穿戴设备等，实时监测老年人的健康状况，及时发现潜在的健康问题，实现疾病的早期预警与干预。

此外，欧洲还在积极探索 AI 在医疗领域的应用，如 AI 辅助诊断、AI 手术支持等。这些技术的应用不仅提高了医疗服务的质量，还减轻了医疗从业人员的负担。欧洲的数智健康战略，不仅推动了医疗服务的智能化、个性化和精准化，还为全球大健康产业的发展提供了宝贵的经验与借鉴。

3. 日本在数智健康基础研究方面的布局

日本结合“超智能社会（社会 5.0）”与国民健康战略，聚焦 AI+ 医疗器械、远程诊疗、医护服务机器人等应对老龄化挑战。日本政府推进机器人、AI 等技术的实际应用，制定了 6 大 AI 重点覆盖的医疗领域，包括 AI+ 影像诊断、AI+ 手术支持、AI+ 问诊 / 检查、AI+ 认知障碍护理、AI+ 药品开发、AI+ 组学分析。这些技术的应用不仅提高了医疗服务的效率和质量，还减轻了医疗和护理从业人员的负担。

在 AI+ 影像诊断领域，日本通过深度学习等技术，开发出能够自动识别医学影像中病变的 AI 系统，极大提高了影像诊断的准确性与效率。在 AI+ 手术支持领域，日本研发了智能手术机器人，能够协助医生完成复杂的手术操作，提高了手术的精准性与安全性。在 AI+ 问诊 / 检查领域，日本通过自然语言处理等技术，开发出能够自动分析患者症状、提供诊断建议的 AI 系统，提高了问诊与检查的效率。

在 AI+ 认知障碍护理领域，日本通过智能机器人、智能辅具等技术，为认知障碍患者提供个性化的护理服务，提高了其生活质量。在 AI+ 药品开发领域，日本通过大数据分析、机器学习等技术，加速了新药的研发与上市，提高了药品开发的效率与成功率。在 AI+ 组学分析领域，日本通过基因组学、蛋白质组学等技术，深入分析疾病的分子机制，为个性化医疗提供了科学依据。