

“全息数字人”——健康医疗大数据应用的新模式

金小桃^{1,2}, 王光宇³, 黄安鹏^{1,2}

1. 北京大学健康医疗大数据国家研究院, 北京 100871;
2. 中国卫生信息与健康医疗大数据学会, 北京 100048;
3. 清华大学智能技术与系统国家重点实验室, 北京 100084

摘要

健康医疗大数据应用发展是催生健康医疗新技术、新方法、新手段、新模式、新业态发展的强大动力,对于提升经济发展新动能起到了巨大的促进作用,并助推健康产业早日成为国民经济的重要支柱产业。首先梳理了健康医疗大数据发展的国家政策背景和社会发展的时代需求,在此基础上,提出并分析了“全息数字人”的概念和内涵,探讨了发展“全息数字人”新科技和构建医疗健康服务的新模式、发展“全息数字人”应用需要的新思维以及“全息数字人”发展的途径与成果共享方式。

关键词

健康医疗大数据;全息数字人;健康科技;健康新经济;前沿交叉

中图分类号:TP183

文献标识码:A

doi: 10.11959/j.issn.2096-0271.2019001

Personal holo-healthinfo profile: a promising potential of health big-data applications and developments in China

JIN Xiaotao^{1,2}, WANG Guangyu³, HUANG Anpeng^{1,2}

1. National Institute of Health Data Science, Peking University, Beijing 100871, China
2. Chinese Health Information and Big Data Association, Beijing 100048, China
3. State Key Lab of Intelligent Technology and Systems, Tsinghua University, Beijing 100084, China

Abstract

As a well-known, aging issue is a big social-economic challenge in China. To address this challenge, health big-data was expected to bring new services, new technologies, new modes, a new ecosystem, and so on, for high-quality health and medical services. In return, this gain can help digital economics. Firstly, policy background of Chinese health big-data developments was introduced. And then, a personal holo-healthinfo profile model was proposed. Finally, how to extend this model to promote our daily life quality efficiently and effectively was discussed.

Key words

health big-data, personal holo-healthinfo profile, health technology, new health economics, cross-area and cutting-edging

1 健康医疗大数据应用发展的时代背景

健康医疗大数据的应用发展如火如荼,在科技发展进入“知识大发现”的跨界融合的新时代,大数据驱动的医学新研究和健康新服务越来越彰显出其巨大的价值和潜力。以大数据为基础的精准医学、智慧医疗、智能服务等供给侧应用发展呈现出蓬勃之势,有望在催生新的科学发现、加速疾病防控技术突破、改善医疗供给模式、重构医疗健康服务体系等方面发挥创新引领作用。以信息化驱动健康医疗领域的科技创新与模式变革已呈席卷全球、日新月异的态势,将成为新一轮健康医疗领域国际科技竞争的战略制高点,成为各国纷纷布局聚焦的重点。

在全国卫生与健康大会上,中央强调指出:要完善人口健康信息服务体系建设,推进健康医疗大数据应用。健康是促进人的全面发展的必然要求,健康是一种权利,更是一种责任,要树立大卫生、大健康的观念,把以治病为中心转变为以人民健康为中心,关注生命全周期、健康全过程,通过“互联网+”新兴技术群,把优质医疗资源向广大基层渗透、把高端医疗服务向边远地区延伸,也就是利用大数据与人工智能等技术手段,发挥互联网、物联网等数字化平台的作用,在加强基础能力建设的同时,希望有助于解决人民群众对优质医疗健康服务均等化与公平性的迫切需求,加快推进健康中国建设。

中央多次强调:没有信息化就没有现代化。这为我国现代化建设指明了方向。在2017年12月8日的政治局集体学习中,中央明确提出,要推动实施国家大数据战

略,加快完善数字基础设施,推进数据资源整合和开放共享,保障数据安全,加快建设数字中国,更好地服务我国经济社会发展和人民生活改善。大数据是信息化发展的新阶段,要推动大数据技术产业创新发展,构建以数据为关键要素的数字经济,运用大数据提升国家治理水平,运用大数据促进保障和改善民生,切实保障国家数据资产的安全。

互联网是20世纪伟大的发明之一,对社会经济和科技创新产生了很强的带动作用,给人们的生产生活带来了重大变化。让以大数据和互联网为代表的信息化造福社会、造福人民,是落实我国“四个全面”战略布局的重要举措,更是实现“两个一百年”奋斗目标和中华民族伟大复兴的中国梦的必然选择。

《“健康中国2030”规划纲要》明确提出了建设健康信息化服务体系的工作任务,主要包括:完善人口健康信息服务体系建设,全面建成统一权威、互联互通的人口健康信息平台,规范和推动“互联网+健康医疗”服务,创新互联网健康医疗服务模式,持续推进覆盖全生命周期的预防、治疗、康复和自主健康管理一体化的国民健康信息服务;推进健康医疗大数据应用,加强健康医疗大数据应用体系建设,推进基于区域人口健康信息平台的医疗健康大数据开放共享、深度挖掘和广泛应用。

2016年6月21日,国务院办公厅印发了《关于促进和规范健康医疗大数据应用发展的指导意见》(以下简称《意见》)。《意见》指出,健康医疗大数据是国家重要的基础性战略资源,其应用发展将带来健康医疗模式的深刻变化,有利于激发深化医药卫生体制改革的动力与活力,培育健康医疗大数据应用新业态。《意见》中明确提出了夯实健康医疗大数据应用基础、全

面深化健康医疗大数据应用、规范和推动“互联网+健康医疗”服务以及加强健康医疗大数据保障体系建设这四大重点任务及相应的14项重大工程。《意见》还明确指出，健康医疗大数据不能成为空白，要抓紧布局，建立国家权威统一平台，突出重点，加快发展，抓好落实。

在2016年7月28日国务院印发的《“十三五”国家科技创新规划》中，也提出了要建立国家生物学大数据共享平台，构建健康大数据云平台，以大数据为基础，建立基于信息共享、知识集成、多学科协同的集成式、连续性疾病诊疗和健康管理服务模式的战略部署。

2018年4月28日，国务院办公厅印发了《关于促进“互联网+医疗健康”发展的意见》，进一步强调了健康医疗应以发展作为动力，以应用为抓手，以安全为保障，积极稳妥地推进我国健康医疗大数据的应用发展和规范治理。因此，笔者提出了以发展“全息数字人”为健康科技高峰的目标，助力人类对健康长寿愿景目标的不懈追求，紧紧抓住科学机遇、历史机遇，在这一富有挑战性的领域加快突破，切实行动，为国际新兴战略产业的发展和人类健康做出中国贡献。

2 “全息数字人”的科学内涵

“全息数字人”是指人能全面自如地对自我健康稳态进行维护和管理的科学化阶段，其定义与定位如图1所示。

健康是人类最普遍、最根本的需求，人民健康是民族昌盛和国家富强的重要标志。随着经济社会的发展，尤其是我国人口老龄化的快速发展，我国国民对健康的需求快速增长，人们在希望“好看病、看好病”的同时，更加关注疾病的预防、个体功

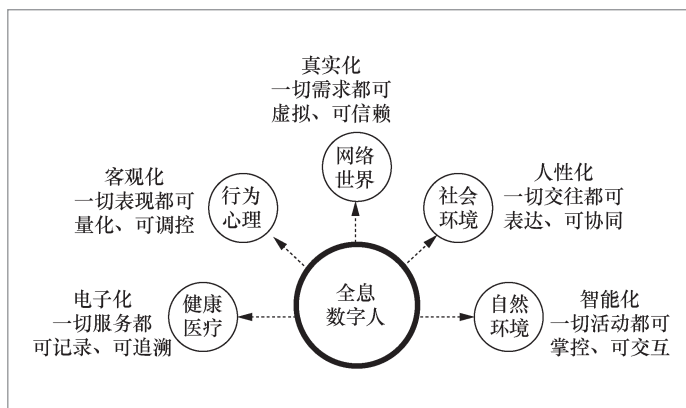


图1 “全息数字人”的定义与定位

能的完善、健康状态的良好以及健康寿命的延长。

推进和规范健康医疗大数据应用发展，应以实际行动落实好党中央“一切为了人民的健康”的重要指示精神，把握国务院“把健康产业培育成国民经济重要支柱产业”的经济发展新方向。

具体行动上，需要加快加大健康医疗大数据应用发展、人文环境和制度规范等方面的建设，聚焦国家战略需求，坚持世界眼光、国际标准、中国特色、高点定位，充分发挥科技创新要素的聚集作用和开放协同的引领作用，力争实现人人可享有的随时随地的“全息式”健康服务目标，构建数字化健康服务新模式，最终形成与每个生物人相对应且量身定制的“全息数字人”健康新业态，并以此作为健康医疗大数据科技发展的终极愿景，引导优质资源向着健康大科学方向聚焦，力争取得以攻克“全息数字人”为科技目标的一批前沿交叉领域重大成果，打造万亿规模新产业，让百姓感受到真真切切的实惠，增强群众的切实获得感。在“全息数字人”时代，人的一切信息都可数字化、全息化，人人可享受全面而终身连续的健康管理和医疗服务，人人可把健康当作财富资本，在“电子健康银行”中享有

保值和增值的管理服务,为人类追求“既健康又长寿”的目标提供技术支撑。“全息数字人”的具体建设包括以下内容。

- **健康医疗的电子化:**使人们提供的一切健康服务和医疗行为都可记录、可追溯。从整体、动态和个性化的角度,全面掌握人体生命活动规律,充分反映机体信息的整体性、客观性和时序性特点。要实现“全息数字人”,对生命体征和健康状态的连续、动态、高精度的生理健康状态监测检测是前提。“全息数字人”的发展对深入理解生命规律、催生新技术和新产品有重要意义,并可充分发挥移动互联网和可穿戴技术的优势,为健康新服务提供更严格和全过程的科学证据。

- **行为心理的客观化:**突破人的心理行为连续客观化监测和风险分层辨识的技术瓶颈。将生命体征监测数据种类拓展到更为广泛的心理、营养、微生态等方面,可为全面健康和全民健康的实现提供更有力的数据支持。在健康状态辨识和风险预警中,营养、心理、运动、行为等信息为人体健康状态评估及干预提供了关键靶点,需要研究相关参数的多维度检测方法及应用场景,大力拓展健康数据收集的纵深度及完整性。

- **网络世界的真实化:**全息生活方式正在进入人们的日常生活中。2017年3月25日,英国物理学家霍金以全息投影的技术方式现身香港演讲。通过虚拟现实和增强现实等网络新技术,可构建增强触觉、视听、运动、反馈等感知与控制信息的网络世界,让人体感知、人体意图判断和环境识别等功能与真实世界建立起必然的对应关系,包括个体行为监测技术、个性化生活服务技术、心理行为干预及健康管理和康复技术。

- **社会环境的人性化:**明确社会环境对健康的影响因素及其对人体重要生

物学过程的作用及机制,寻找健康干预的生物学靶点,突破社会环境的健康干预理论及人性化量化监测难题。社会环境是生命存在和发展的前置性条件,这些因素与个体健康存在着复杂的动态变化关系,研究这些重要因素究竟通过哪些生物学过程以及怎样通过这些过程影响个体健康,从而为系统性、针对性的健康干预提供科学基础。区别于疾病治疗,社会环境对健康危险因素的调控手段更为复杂多变,效果不可测量和评估,其对人类的健康危害正在引起广泛的高度重视。

- **自然环境的智能化:**人的生理状态面对的自然环境,对人的呼吸系统、循环系统和精神系统健康有极大的直接影响,尤其是近人体环境导致健康问题的形势已经显得非常突出。研究自然和近人体环境的传感与传输机理,建立“以人为本的优质一体化服务(people-centered integrated care, PCIC)”新模式,加强基层卫生服务的核心地位,可以探索低负荷、高精度生理信息获取的科学方法,新模式将围绕个人及家庭的健康需求组织服务,通过电子工具和数据共享,实现与上级医疗服务和社会服务的一体化整合。

“全息数字人”时代的到来为时不远。1958年年底,美国国防部开始研究全球定位系统(global positioning system, GPS),当时该系统的作用仅仅局限于美国远洋船只的海上定位,但不能解决导航的问题。20世纪90年代后,GPS应用于导弹的精确制导,成本下降之后,GPS应用于普通百姓的日常出行定位、导航。互联网技术也有类似的发展经历。现在互联网已经成为人们生活和各行各业工作的必备工具,为信息时代的真正到来奠定了坚实的技术基础。类似于GPS和互联网技术的起源和应用发展,发达国家的军方率先开展了关

于人体生命体征的先进监测技术,且已经能够实现无创连续监测及非接触远距离生命体征感知。在实际单兵作战环境下,如果一个士兵某个部位受伤,体征监测云平台在几秒钟之内即可监测到,在几分钟之内即可派直升机带领相关医疗救护专业人员飞赴现场急救,为挽救受伤士兵的生命提供了宝贵的时间,真正做到了“医生未到、信息先行”。在单兵实战环境中,该技术不仅能够对每一个士兵的健康状态进行实时监测,而且美国军方还拥有高灵敏度的无扰传感技术,可实时追踪每个人的行为举止及周围环境的变化情况。显然,与GPS和互联网类似,虽然先进的健康科技在军事和太空领域率先应用,但是要真正成为推动社会进步的一支科技力量,则是在民口取得广泛应用之后。相比于GPS等军用技术,军方当前已经取得技术突破的健康科技产品更贴近民生福祉,其在民口的广泛应用不会太远,必将在人类健康领域大放异彩,促进全人类健康素养和全社会健康产出的持续提升,为人类健康做出特殊贡献。

3 构建“全息数字人”健康新服务体系的作用

健康医疗大数据涵盖生物、临床、心理、行为、社交、环境、商业等与人类健康活动具有直接或间接相关性的所有数据源,是打造“全息数字人”健康服务新模式、新技术、新产品的生产要素和主要资产。“全息数字人”健康新服务体系的构建,将引领健康医疗大数据应用发展朝着纵深方向发展,改变人们的就医模式和健康理念,对未来生物医学和健康科技的发展具有不可替代的作用,具体如下。

(1) 推动基础医学向系统化转型

生物分子和基因水平的高通量测序新技术群的快速产生和发展,为生物基因组学、蛋白组学、药物组学等基本生物资源信息库构建提供了可能,但是也引发了科学方法和科学思维的变革。过去以“测量”为基础的“还原论”和“解剖学”医学基础研究,必然转向以数据驱动为基础的医学基础研究。因此,健康医疗大数据是重大原始创新的源头,为医学基础研究提供了科研新工具,更为人们未来探索健康本质提供了科技基础资源库。基础研究成果可为应对疑难疾病和罕见疾病的诊疗提供科学支持,并构建生物医学信息交互安全可信网络,在确保国家生物国防安全的前提下,形成跨部门健康医疗数据资源共享与共用格局,推进价值创新、新药研发、数据交易、增值服务等新体系发展,形成高端辐射效益。

(2) 推动临床医学向个体化转型

疾病的发生和发展是一个原因不确定的多因素合力发展的过程,是偶然中的必然过程。大数据使过去研究必然关系的理论向研究数据间是否存在关联关系转变。健康与医学数据融合、个体与环境数据融合的健康医疗大数据为探索偶然中的必然提供了可能性和可行性。正因为大数据的科学方法基础与疾病的发生发展机理天然相互吻合,依赖融合和清洗、统计和挖掘等数据处理技术,可为个体化临床诊疗提供快速准确的临床决策支持,也为智能医疗提供科技支撑,有望解决过去医生根据病人自诉及观察而存在的信息不完整、决策困难等问题。临床研究成果可转化为推动“三医联动”和“分级诊疗”等国家新医改政策的落地落实的工具,以网络共享方式推进优质医疗资源下沉,上下协同夯实基层卫生服务能力,使医疗关口前移。

(3) 推动医疗服务向均等化转型

健康医疗大数据为健康长寿提供了优质服务平台,以应对高度个性化的健康刚需。大数据以统计为方法,以发现关联规则探寻偶然中的必然关系为目的,大数据分析业已成为推动医疗服务均等化和健康服务普惠化的有效工具,为大规模的医疗和健康数据的融合汇聚及挖掘分析提供了可能性,也是推动医疗和健康数据融合的技术抓手。构建定向采集和公共开放平台的各类健康大数据库,包括专科专病和系统整合资源库、中医药现代化大数据库等,可为应对健康服务“私人定制”提供技术支撑。发展可穿戴、移动医疗及人工智能等新技术,便捷汇聚来自各方的信息源,能够让群众自发形成有效的数据开发应用机制,让人们都有机会在平台上贡献数据,也能利用和使用数据,在隐私保护和信息安全允许可的范围内,构建各种各样的健康应用商店,形成大健康产业发展的龙头枢纽效应,为群众的健康长寿提供多样化、多层次的健康服务。

健康医疗大数据是国家基础性战略资源,必须始终坚持以“国家所有、全民共享”为核心宗旨,必须始终坚持以安全性和适用性为根本前提,构建应用发展的安全保障体系,这是确保我国生物国防安全 and 国家人口健康安全的战略需要。健康医疗大数据是跨界融合平台、健康产业舞台、科研聚集纽带、人才培养摇篮、战略前沿阵地,是国民经济新动能、民生发展新抓手、国家安全新支柱,更是服务群众健康长寿愿望的人民幸福工程。

4 “全息数字人”应用发展的创新思维

(1) 推动科学思维方式方法的变革

以“全息数字人”为愿景的健康医疗

大数据是国家的基础性战略资源。如同简单的腕表,若一个人带腕表就是个人隐私问题,但是若一亿人都带腕表,则会形成巨大的健康产业,形成汇聚基本生理、生命、生活和生产等信息的健康大数据。对这些数据的深度挖掘与应用既可用于新药物研发,也可用于生物武器研发。健康医疗大数据是蕴藏巨大源头创新的科技资源库,更是科技创新的工具,涉及生命安全、生物安全和战略安全,国家健康医疗大数据的建设担负着国家使命。健康医疗大数据的所有权必须归国家所有,其应用发展必须保障国家战略安全和群众隐私安全,必须对其加强规范治理。

在大数据时代,人人都成为大数据科学家是不切实际的,但是人人都需要具有科学思维方式,以应对时代的变化,这是大数据时代赋予人们的新使命。

目前,我国健康服务的供给问题很突出。建设健康医疗大数据旨在推动供给侧改革。以体温数据为例,依靠信息技术实现体温连续监测,可为疾病诊断和流行病学调查提供重要依据。此外,为了破解医改难题,全球各国及世界卫生组织都不约而同地想到信息共享。美国计划2024年建成“学习型健康医疗系统(learning health system)”,实现临床协同、科卫协同、院内外融合的大健康、大卫生体系,并在健康服务方面,依靠信息技术群,突破医院围墙,推进医疗服务的扁平化。美国对医疗领域信息化产品的管理比对医药和器械的管理还严格,企业需要授权,产品需要认证,而医药和器械仅仅需要临床认证即可。美国将违规企业和产品列入禁入黑名单,对行业进行严格治理和规范。2008年美国只有9%的医院使用电子病历,经过7年的发展,2015年年底美国已经有高达96%的医院采用了严格标准化的电子病历,为系统医学和精准医学的发展构造

了临床基础资源库。而我国的电子病历经过多年的发展,依然呈现“多、小、散、乱、差”的现状,且短期内难以改变。“全息数字人”引领的健康科技发展将为人们提供有效的技术手段,包容过去,规范未来,实现行业的全面治理,并加强隐私保护和信息安全。

(2) 需要加强交叉跨界方向的人才培养

健康教育是促进“全息数字人”时代医疗事业和健康产业无缝融合的最佳途径,也是最优质的健康医疗服务技术平台,是落实中央关于“最好的医生是自己”指示的技术手段。到2050年,中国65岁以上的老年人口比例将达33.3%,远超美国(20%)。中国现有确诊慢性病病人2.6亿人,慢性病死亡人数占总死亡人数的85%。我国人口老龄化形式在全球最严峻,重病/大病/慢性病人基数大。人们的行为和生活方式是影响健康的主要因素,健康教育最大的难处在于改变人们已有的生活和行为习惯,要求行为干预,然而,当前缺少对行为干预效果进行有效评估的技术手段。“全息数字人”可为破解这个难题提供抓手,从而促进健康医疗意识和行为的深入人心。

当然,比健康教育更难的是跨界、跨学科的人才培养。未来需要大量具有创新精神的复合型人才。依托我国丰富的临床病例资源和健康人群资源,通过科学家们群策群力,对各方面的相关数据进行融合分析以及深度挖掘和利用,我国完全有可能在“全息数字人”引领的健康医疗大数据研究方面实现跨越式发展,为满足人民群众日益增长的健康医疗需求做出更大贡献。健康医疗大数据的应用发展有可能成为推动健康产业成为国民经济重要支柱产业的重要引擎,推动我国健康医疗大数据的研究水平向国际领跑的方向发展,以落实国家的战略部署。

(3) 要抓健康事业发展促进健康科技发展的新机遇

到2020年,全球互联网的数据量预计为35 ZB,而医学影像数据量将达到100 ZB。这些健康医学数据全部加载到互联网之后,对于当前基于硅基的存储能力、数据读写速度而言,是一个不可回避的技术挑战。关注疾病前的健康管理和疾病中的风险调控,将是新科技、新产品满足群众健康需求的有效手段。

5 “全息数字人”预期成果

“全息数字人”旨在以感知和智能技术推进健康科技发展,将高水平健康服务架构在信息网络之上,实现优质医疗资源和医学智慧在线共享,提供全天候在线模式的新型健康服务,引领万亿规模的健康新产业的发展。

中央明确指出:人民群众不但要求看得上病,看得好病,更希望不得病,少得病。为更好地从源头上消除影响健康的各种隐患,更好地提供全方位、全生命周期的健康服务,实现从治已病向治未病的转变,迫切需要发展以“全息数字人”为引领的健康科技,构建群众可获得的、具有实效的健康保健体系。现代人的健康内容涵盖范围广、需求层次多,具体包括躯体健康、心理健康、心灵健康、社会健康、智力健康、道德健康、环境健康等。越来越多的共识认为,仅仅关注发病后的治疗,总体效果差,健康危机只能越演越烈,形势在倒逼人们抓住战略机遇,突破现有医学理论框架和医疗救助传统手段。以“全息数字人”为健康科技愿景,推进医疗事业和健康产业的无缝融合和全面发展,面向新需求、新战略,打造跨界融合的新局面,力争在5~10年内达成以下“健康产出”的具体目标。

- 医疗领域：电子病历能够真正实现标准化，各家医疗机构能够实现互联、互通、互操作。
- 健康领域：健康档案实现电子化，真正地“活起来”，人们可随时、随地、随需管理和调控自己的健康状态。
- 健康教育：以群众喜闻乐见的艺术形式，取得深入人心的教育效果，帮助群众主动积极地克服生活方式上的惰性倾向。

以“全息数字人”为引领，以服务老百

姓为出发点，开展政策制定、平台建设、健康教育和科研攻关。未来的蓝图是支持发展以精准医学和系统医学为方向的智慧型医疗、面向全面健康和全民健康的智能化服务以及健康产业，打造健康经济。一切为了人民的健康，促进全社会生产力提升。

所有的技术手段都在为人类工作，由人类主控。“全息数字人”、人工智能与大数据等颠覆性技术不断涌现，为医疗领域创新提供了机遇。但机遇来临的同时，

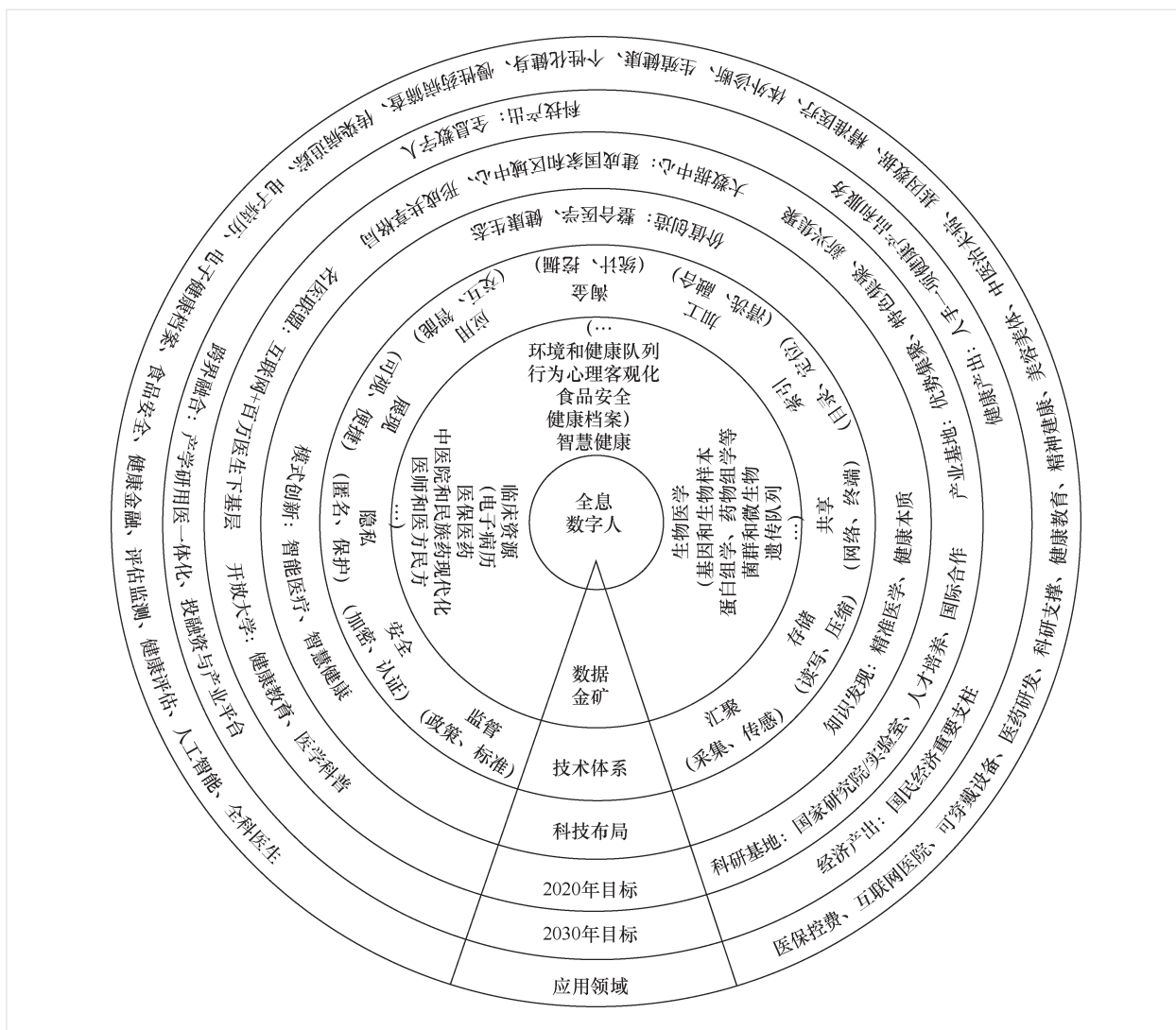


图2 “全息数字人”引领的健康医疗大数据产业发展的阶段目标与应用方向

人们也面临着诸多的挑战。只有以积极的姿态、全心的投入迎接这股势不可挡的科技浪潮，在实践中把科技发展新成

果及时转化为人类应对“既健康又长寿”挑战的工具和手段，才能使科技更好地服务于人类、造福于人类。

作者简介



金小桃 (1957-)，男，博士，原国家卫生和计划生育委员会副主任、党组成员，现任中国卫生信息与健康医疗大数据学会会长、北京大学健康医疗大数据国家研究院院长。主要研究方向为健康医疗大数据、健康产业、数字健康新经济。



王光宇 (1990-)，女，清华大学智能技术与系统国家重点实验室博士后，2017年获得北京大学基础医学方向博士学位，主要研究方向为人工智能与生物信息学、健康医疗大数据等。



黄安鹏 (1974-)，男，北京大学健康医疗大数据国家研究院院长助理，中国卫生信息与健康医疗大数据学会副秘书长，健康医疗大数据国家试点项目责任专家，国家健康保障重大工程专家组专家，“主动健康与人口老龄化科技应对”国家重点专项责任专家，IEEE高级会员，发表IEEE期刊与会议论文70余篇，获得美国已授权发明专利12项，中国已授权发明专利74项，获得医疗器械许可证2项。主要研究方向为健康医疗大数据与人工智能、移动医疗、信息网络、通信系统。

收稿日期: 2018-11-06