

# COVID-19 疫情背景下的医院人工智能快速布局和发展战略探讨

陈新华<sup>1</sup>, 蒋建文<sup>1</sup>, 周华<sup>1</sup>, 谢海洋<sup>1</sup>, 周琳<sup>1</sup>, 郭丹婧<sup>1</sup>,  
薛晨<sup>1</sup>, 朱威威<sup>1</sup>, 周建英<sup>1</sup>, 郑树森<sup>1,2</sup>

(1. 浙江大学医学院附属第一医院, 杭州 310003; 2. 树兰(杭州)医院, 杭州 310003)

**摘要:** 本文旨在开展新型冠状病毒肺炎(COVID-19)疫情背景下医院人工智能(AI)应用的宏观探讨,以期推动我国医院AI应用的顶层设计和快速布局,为健康中国建设提供新路径。COVID-19疫情发生以来,中国以举国之力实施疫情防控阻击战,同步以捐赠物资、派遣医疗队、分享医疗诊治经验和高科技手段等方式开展全球抗疫协作。在抗击COVID-19疫情的过程中,一线医疗工作展示了有关医疗AI应用丰富且宝贵的经验,体现了AI在抗疫前线发挥的突出作用,表明了我国医院AI建设需求的迫切性和战略性。研究提出,应进行宏观层面的综合布局,整体推动医院AI的快速建设以形成新的医疗生态,为我国未来医院建设找准发展方向、奠定关键基础。为此建议,在政府层面做好整体规划和顶层设计,进行干预关口前移以改变被动应对局面;科学进行资源统筹,加强硬件体系建设,完善数据和专业人员保障制度,为防范大规模呼吸道急性传染病构建必要条件。

**关键词:** 医院建设; 新型冠状病毒肺炎; 人工智能; 应用现状; 发展方向

**中图分类号:** R2      **文献标识码:** A

## Rapid Layout and Development Strategy of Hospital Artificial Intelligence During the COVID-19 Pandemic

Chen Xinhua<sup>1</sup>, Jiang Jianwen<sup>1</sup>, Zhou Hua<sup>1</sup>, Xie Haiyang<sup>1</sup>, Zhou Lin<sup>1</sup>, Guo Danjing<sup>1</sup>,  
Xue Chen<sup>1</sup>, Zhu Weiwei<sup>1</sup>, Zhou Jianying<sup>1</sup>, Zheng Shusen<sup>1,2</sup>

(1. The First Affiliated Hospital, College of Medicine, Zhejiang University, Hangzhou 310003, China;

2. Shulan (Hangzhou) Hospital, Hangzhou 310003, China)

**Abstract:** This study aims to explore the application of artificial intelligence (AI) in the context of coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic, with a view for promoting the top-level design and rapid layout of hospital-orientated AI application, in order to provide a new path for the Healthy China Initiative. Since the outbreak of the COVID-19 epidemic, China has conducted epidemic prevention and control using the strength of the whole country, and simultaneously developed global cooperation by donating medical supplies, sending medical teams, and sharing treatment experience and high technologies. In fighting against the epidemic, the front-line medical staff has obtained valuable experience in medical AI application. AI has played an outstanding role in the anti-epidemic frontline and

收稿日期: 2020-03-16; 修回日期: 2020-03-31

通讯作者: 郑树森, 浙江大学医学院附属第一医院教授、主任医师, 中国工程院院士, 研究方向为外科学;

E-mail: shusenzheng@zju.edu.cn

资助项目: 国家科技重大专项“艾滋病和病毒性肝炎等重大传染病防治”(2018ZX10301201); 中国工程院咨询项目“人工智能在医药健康领域应用发展战略研究”(2019-ZD-06); 浙江大学教育基金会项目(2020XGZX063)

本刊网址: www.engineering.org.cn/ch/journal/sscae

indicates the urgent and strategic demands for medical AI. After reviewing the medical AI application status and development direction, we suggest that China should make a comprehensive layout of AI application in hospitals nationwide and cultivate a prosperous medical AI ecology, thus to lay a key foundation for future hospital construction in China. To this end, the government should make an overall top-level design for medical AI application and shift forward interventions so as to change the passive situation. It also should scientifically coordinate resources, strengthen hardware construction, improve the databank, and improve the guarantee system for professional teams. Armed with medical AI, hospitals can fight against large-scale acute respiratory infectious diseases with better efficiency.

**Keywords:** hospital construction; coronavirus disease 2019 (COVID-19); artificial intelligence (AI); application status; development direction

## 一、前言

传染病大范围快速传播的基本特征，对医疗应对的综合性和有效性提出极高要求。进入 21 世纪，全球已经遭遇 3 次冠状病毒疫情：2003 年的严重急性呼吸综合征（SARS）、2015 年的中东呼吸综合征（MERS）、2019 年的新型冠状病毒肺炎（COVID-19）。目前，COVID-19 疫情仍在全球多点暴发蔓延，正在对全球的政治、经济、社会等诸多方面产生严重而深远的影响，对于医疗应对能力欠佳的部分发展中国家更是构成了巨大挑战。

现有研究表明，我国“互联网+医疗健康”的国家战略在 COVID-19 疫情防控过程中发挥了重大作用，相关实效的取得离不开我国医院人工智能（AI）的超前布局和持续建设。我国医院 AI 的建设和应用历时 10 余年，分为 3 个主要阶段：①系统集成和数据交换阶段（2009—2014 年），基本消除了医疗“信息孤岛”现象；②闭环再造和“互联网+”建设阶段（2015—2018 年），基本完成了医疗数据中心建设；③大数据中心和 AI 应用场景发展阶段（2019 年—），探索和实践多类 AI 平台的落地应用，逐步改造和完善医院诊疗活动，着力解决医院管理决策、临床、医疗科研等场景中长期面临的痛点问题。

国内外 COVID-19 疫情防控的严峻形势，预示着医院 AI 应用可在健康中国建设方面发挥更为重要的作用。与此同时，COVID-19 疫情对医院能力建设构成了倒逼态势：AI 应用提升了医院用户的获得感和参与度，应用效果提高了医疗人员对 AI 产品的接受度；疫情防控促使医院信息化方向的专业人员学习医疗知识。在当前形势下，公众、政府、机构及相关行业对医院 AI 建设的认知度得到了显

著提升，因此实施战略层面规划、快速布局医院 AI 建设正当其时。以此为研究切入点，本文梳理我国医院 AI 应用的现状和进展，突出 COVID-19 疫情防控的经验总结，阐明伦理、效能、数据等医院 AI 应用的不足之处，提出我国医院 AI 建设的目标、架构及发展建议。

## 二、宏观需求

COVID-19 疫情出现后，中国抗击疫情的决心、速度和效率给世界各国留下了深刻印象。在人类命运共同体的使命驱动下，中国积极助力全球抗疫，不仅派遣医疗队和捐赠物资，还分享了医疗诊治经验，特别是抗疫的 AI 技术手段。

COVID-19 疫情暴发直接驱动 AI 技术和产品在医院的落地使用。例如，湖北武汉火神山医院和雷神山医院开启了“云监工”，隔离期间地方政府利用云平台进行复工复产观测等，提升了疫情防控与生产恢复的效率。浙江大学医学院附属第一医院和树兰（杭州）医院处在抗击 COVID-19 疫情的一线，综合采用了多种 AI 应用来抗击疫情，取得了良好的成效。尽管如此，仍需及时总结一线应用经验，结合实际需求分析面临的技术短板并凝练“卡脖子”问题，做好大规模实施医院 AI 建设前的整体规划和顶层设计；注重干预关口的前移，改变被动应对局面，为防范未来可能出现的大规模呼吸道急性传染病构建必要条件。

发展 AI 是加快建设制造强国的重要方向，而 COVID-19 疫情防控为各级医院指明了“AI+健康医疗”的建设战略方向。各级医院均肩负使命和愿景，应注重提炼和梳理医学 AI 应用的现实场景，构建新型的医学平台生态圈；针对疾病及其患者

“量身定制”诊疗服务方案，保障医患精准服务需求；直面并解决建设运营中的具体问题，努力将医院 AI 应用打造成健康中国的硬实力。

### 三、AI 在疫情防控中的应用现状

#### （一）AI 读片软件投入疫情防控一线应用

AI 影像读片技术能够快速定量评价患者的病情。在 COVID-19 疫情暴发期间，由于医务人员数量稀缺、进入隔离病房需要穿戴防护服而导致诸多不便，采用 AI 技术开展肺部医疗影像检查结果的快速评价，对于 COVID-19 临床诊断和病情进展判断具有重大价值。在疫情期间，定点医院每台 CT 机器的日均检查量一度超过 1000 例，大幅超出了医生的人工读片能力；采用了多个企业提供的 AI 读片软件之后，在其辅助下，医生在较短时间内完成了大批量的 COVID-19 患者的关键图像特征性病变形、范围、密度和定量分析，影像数据筛查与定量评价等工作。AI 读片软件所提供的量化数据，直接支持医生进行诊断和疗效评估，显著提高了 COVID-19 诊疗效率，这一观察与早期研究结论相符 [1,2]。

国内自主研发的肺部计算机辅助诊断软件及疫情监测系统、新冠病毒肺炎增强版 AI 系统等已经应用于 COVID-19 疫情防控一线。肺部计算机辅助诊断软件及疫情监测系统利用 AI 算法对患者肺部感染程度进行评估，可快速形成初始诊断报告，这为医生制定精准诊疗方案提供极大便利；还可根据患者肺部异常程度进行优先级排序，引导开展智能分诊；AI 判读 1 张 CT 胸片仅需 2~3 min，比人工判读速度提高了 4~5 倍，为疫情期间超负荷工作的医生节省了宝贵精力和大量时间。新冠病毒肺炎增强版 AI 系统具有 COVID-19 相似征象的检测能力，可智能地将各种肺炎征象进行分类，提供实变和磨玻璃影的定量分析功能，用于辅助医生判断肺炎分期及轻重程度，给出可疑肺炎疾病的预警提示，在医生干预下自动生成 COVID-19 诊断的结构化图文报告。

#### （二）AI 算法构建流行病学调查模型

广泛采集患者及疑似患者的信息构成基础数据库，利用大数据技术方法开展流行病学信息分

析管理；精准调用相关人员的交通、支付、旅行等方面的数据信息并针对性挖掘数据特征，开展 COVID-19 疫情的传播过程模拟。国内多个研究团队基于采集的病毒特性、繁殖速度、病变发展、表现症状等信息数据，采用 AI 算法进行数据处理并构建模型（如疫情地图、疫情实时动态、疫情实时大数据报告等），对 COVID-19 疫情的传染概率、医院收治能力和范围等进行了科学预测，较好预判了本次疫情的传播速度和播散情况。分析预测确诊者、疑似者、密切接触者等重点人群的流动情况，为各层级联防联控工作提供了关键信息支持。

医学专家利用上述数据信息进行 COVID-19 疫情的流行病传播模式评估，合理估计流行病的传播规模，为各级政府的防治决策提供直接支持。①应用 AI 技术构建国内数字地图模型，在第一时间回溯了湖北武汉封城前夕离开的 500 万人口去向，为疫情防治工作标明了方向，为各地返乡、曾经到达湖北武汉的人员隔离观察管理工作提供了数据支撑。②应用 COVID-19 疫情的流行病学数据，与经典传染病学预测模型相结合，并参考 2003 年 SARS 历史数据，科研人员完成了 AI 模型训练研究，获得了疫情流行趋势预测结果并绘制了流行曲线；根据 AI 预测结果，在全国范围内及时阻断了春节返程人口流动，针对性部署了方舱医院建设工作以应对可能的 COVID-19 疫情二次暴发，为疫情的及时有效防控提供了科学依据。

#### （三）AI 算法辅助预测病毒宿主

找到自然宿主和中间宿主、确定传染途径，这是控制传染源、切断传播途径的核心问题。国内多个研究团队倚重 AI 算法和技术来构建数学模型，以此预测 2019 新型冠状病毒（2019-nCoV）的宿主。北京大学研究团队应用双路卷积神经网络（BiPathCNN）技术预测了 2019-nCoV 的宿主 [3]。中国科学院武汉病毒研究所通过比对 2019-nCoV 基因组序列，发现蝙蝠可能是 2019-nCoV 的宿主 [4]。华南农业大学研究团队提出 [5]，穿山甲可能是 2019-nCoV 的中间宿主之一。中国动物卫生与流行病学中心研究团队检测了 4800 余份近年来收集的猪、禽、犬、猫等动物样本，对于 2019-nCoV 均为阴性，据此可以初步排除 2019-nCoV 来源于家禽家

畜的可能性。这些病毒宿主的预测研究结果，直接为各级政府的疫情防控指出了方向，即实施紧急立法，禁止交易和滥食野生动物，控制 2019-nCoV 传染源以切断传播途径。

#### （四）AI 支持药物筛选和分子诊断靶点研究

深度学习技术有助于提升 2019-nCoV 蛋白质组学、序列关联性的研究效率，助力抗 2019-nCoV 的药物研发。依托 AI 技术支持的新型药物研发模式，科研人员能够高效建模多种已知靶点药物的三维结构及其和病毒作用位点之间的可能作用关系，从种类繁多的药物化合物数据库中自动筛选出可能有效的药物，使得 COVID-19 应急药物的快速开发成为可能。

通过核酸检测方式提取疑似病例血液中的核酸序列，与 2019-nCoV 比对即可基本确定有无病原体感染，这是确诊 COVID-19 的重要检测手段。疑似病例的病毒样本进行全基因组序列分析比对费时费力，而借助 AI 可快速完成初筛工作，大幅提高 COVID-19 检测效率。上述检测过程的大规模实施，算力和算法极为关键，因而被视为 COVID-19 疫情防控的关键支撑。自 2020 年 1 月起，国内多家创新研究机构免费开放了 LinearFold 线性算法，用于预测整序列、整基因组的核糖核酸（RNA）结构，实现了 RNA 结构预测的全面提速；提供的算力支持辅助完成了国内抗击 COVID-19 的药物筛选研究；面向全球公共科研机构的 COVID-19 研究需求，免费开放 AI 算力以促进全球研究的快速进展。

#### （五）AI 提高远程医疗操作和会诊能力

全国多个省市医院派出了援鄂医疗队，接管湖北武汉与 COVID-19 相关的医院或者病区，在疫情快速精准防控方面发挥了决定性作用。相隔千里的医院远程会诊团队充分利用移动通信网络进行便利的数据传输，结合 AI 技术开展远程视频会诊和远程指导交流；隔离病房、影像检查房间内配备摄像头、麦克风、听诊器等设备，结合网络信息传递与远程诊断，显著降低了医护人员因直接接触患者而感染的潜在风险。

隔离病房机器人、核酸检测用取咽拭子机器人等智能化设备已规模化地部署到一线医院，正在开

展临床应用测试。智能门诊预检能够对就医人群按照感染风险高低进行分类分诊，既避免院内交叉感染，又降低医院发热门诊负荷、节约医疗防护物资，在疫情暴发阶段起到了良好防护效果。智能手机安装的新型冠状病毒感染自测评估系统，用于智能化地分析测评人员感染风险、提供就医建议，这对缓解疫情蔓延时期的社会恐慌、引导居民理性就医起到重要作用。各地采用的智能疫情防控系统，自动将关键信息上报到社区终端，实现社区人群疫情动态监测，保障疫情防控的精准度和高效率。面向 COVID-19 康复人群的 AI 监测系统，提供了对康复隔离群体的全面精准监测服务。

#### （六）AI 助力多场景体温筛查

医院采用 AI 技术进行体温测量和人脸识别，快速、高效、批量地完成对就诊 COVID-19 患者的体温筛查和身份识别。防疫人员开展非接触式的体温检测和个人信息识别，及时发现发热及可疑患者，显著减少了医护人员人工投入，规避了接触感染风险。

AI 技术明显提高了多类场景，如医院、商店、机场、车站等的通行效率，支持防疫调查人员在线调查、通过卫生摸排明确患者及可疑患者的流动轨迹。国内机构研发的移动式双光快速测温智能识别系统，综合了红外热成像与人脸识别技术，可对通行人员进行快速准确的非接触式体温监测；每分钟监测人员数量超过 200 名，测温距离 5 m 以内可即时发现体温异常者，由此将 2019-nCoV 传播的潜在风险降至最低。利用人脸识别算法和热成像智能测温技术，还可实现对人员体温、口罩佩戴、人员身份等的自动识别与管理，实时完成信息统一呈现及自动存档。

#### （七）AI 结合区块链技术提升医疗信息管理水平

AI 和区块链技术相结合，在 COVID-19 疫情期间的应急医疗用品管理、药品溯源、应急医疗数据管理等方面发挥了一定作用，医院专业管理人员可据此对特殊时期的门诊及病房人员流动进行精准管理和动态监测。医工科利用无线射频识别、二维码识别等物联网技术，在 AI 技术的支持下构建智能仓库的自动化物资分发供应系统、智能化物流系统。相关创新技术的采用，有利于医疗物资精准发

放，便于接受公众监督，促进防疫措施与行动的公开、透明和高效。各定点医院初步实现了水、电、气、暖通、照明等各类设备的智能化远程管理，通过智能安防消防监控系统和人脸识别、指纹识别、声音识别等物联网技术，营造了更加安全的病房环境。

### 四、AI 在疫情防控应用中存在的问题

#### （一）AI 相关的法律伦理问题已经出现

通过法律法规和规范流程来提升医疗数据安全的能力和责任意识，既要充分发挥 AI 大数据平台对防控新发突发传染病疫情的关键支撑作用，又要依法保护个人隐私和数据安全。保护患者、相关接触者和疑似人员的个人信息不被泄露与侵害，这是相关法律伦理的关键核心问题。在 COVID-19 疫情期间，哪些个人信息可被管理部门收集和发布，如何把握发布信息的细节程度？目前政府管理部门依然缺乏规章制度和合理解释。在 AI 技术应用过程中，应限定医疗数据的使用范围，只能用于分析群体的大数据信息并且去隐私化，不允许用于个人信息的追踪 [6~9]。

在 COVID-19 疫情期间，官方收集和管理确诊人员个人信息、往来湖北武汉人员个人信息，结合不同维度的海量数据信息，如地图数据、航空数据、移动通信数据、电商消费数据等进行综合建模和分析，合理作出针对疫情的决策判断，有利于控制疫情传播，属于正常的管理行为。但如果相关信息的掌握者向他人转交或者私自公布上述信息，则构成侵犯公民个人隐私的后果。例如，湖北武汉的患者在乘车、就医、复工途中配合疫情调查填写个人信息所形成的表格，被放置到准公开的信息平台上广为传播，造成人员姓名、家庭住址、联系电话、身份证号、乘坐车次等信息的人为泄露。针对这类情况，国家立法机构应该尽快制定出台有关 AI 应用方面的法律法规，明确新发突发传染病疫情期间个人信息的采集、存储、传输、使用、销毁的具体操作规范，据此形成可供医院操作执行的配套指南。

#### （二）AI 技术用于疫情防控的效能有待提升

在 COVID-19 疫情期间，尽管国内批量生产了

智能消毒杀毒机器人、药品配送机器人、送餐机器人等智能技术产品以保障医院运行，但这些 AI 机器人大多数技术含量不足、服务质量有限，因此医护人员和患者对其接受程度不高。整体而言 AI 技术在医院应用方面仍处于初级阶段。

医疗行业对 AI 诊疗失误始终保持零容忍态度，AI 技术及其产品进入医院应用领域的门槛极高。尽管 AI 技术在 COVID-19 疫情防治过程中发挥了相当的作用，但整体上在医院中的有效利用率不高，仍处于“弱人工智能”阶段。相关技术研发企业后续应注重组建“医工信”结合的专业技术团队和数据挖掘研究队伍，持续开展跨学科能力建设，利用强大的知识储备和信息处理分析能力赋能 AI 诊疗。

#### （三）有关大数据的共享与互信亟待提高

促进疫情防控信息公开，实现跨地域、跨机构的相互信任和信息传递，这是打破医疗体系“信息孤岛”现象、提高疫情期间防控协作效率的根本途径。在 COVID-19 疫情期间，相关方面尽管有所改善，但相比实际需求仍有较大差距。

AI 应用的基础是高质量、高可靠的大数据，而区块链是分布式数据存储、点对点传输、共识机制、加密算法等信息技术的新型应用模式。应进一步加强区块链与 AI 的结合，为新发突发传染病疫情防控期间的数据共享和信息建设提供技术支持的同时，帮助医院获得来自不同部门、具有不同维度的海量数据信息并进行高效管理（如患者就诊数据、治疗数据、药品及耗材数据、医保消费数据等），通过综合建模和分析作出针对疫情的公共安全和医疗决策判断。

### 五、建设目标与整体架构

COVID-19 疫情暴发及其防控将驱动我国医疗 AI 技术的发展，当前重点在于应用 AI 技术以更加高效地应对疫情，而疫情之后将是大规模地开展医院 AI 建设。未来将我国医疗和公共卫生事业与 AI 技术进行紧密结合，对医疗及疾病控制的信息化、诊断、治疗、公共卫生管理等诸多方面进行变革，促进医疗业务与信息化的深度融合。我国医院 AI 建设的整体架构简要表述如下。

(1) 数据平台建设。加强医院信息化数据中心建设,用于储备海量信息数据库和诊疗知识库;与 AI 算法和深度学习融合,不断纳入和训练新增数据;针对临床应用任务场景,保持数据中心的互联互通,应用 AI 开展诊疗决策和诊治动作。

(2) 信息收集终端。应对智慧医疗需求,投资建设数量众多的信息采集硬件设备,如摄像头、智能语音助手、智能设备及传感器等;采集的数据既包括医护人员的行为数据和患者数据,也包括医疗过程及结果数据、医院物流数据以及能耗、空气质量、院感检测等空间环境信息。

(3) 医院第五代移动通信(5G)设施。保障医院网络数据高速、高效和低延时传输,形成数据驱动医疗的新模式;持续汇聚临床表型数据和科研组学数据,辅以个体行为数据,形成临床研究大数据;在数据中心开展 AI 学习和辅助决策,统筹和优化医院业务流程的行为动作。

(4) 软硬件设施协同。实施医院信息支持系统(HISS)的病理子系统、影像归档和通信系统(PACS)的互联互通以构成功能整体,连接病房、手术室、药房、检验科、影像科的各类硬件设施,保障医院日常工作的开展,如辅助疾病诊断、健康管理、医学影像、临床决策支持、便携设备、康复医疗和生物医学研究等。

(5) 互动关系建立。面向医疗活动、科研服务等具体的医疗服务功能需求,智能化地开展招募、预约、检查、治疗、康复、随访等医疗救治和用户服务工作,促进建立良好的医患互动关系。

## 六、对策建议

在 COVID-19 疫情期间, AI 技术和产品不仅助力众多医院的疾病诊治工作,而且在多座城市因疫情封闭而无法保持常规医疗服务的状态下,通过配套提供线上教育服务、线上医疗诊治服务等,为复产复工和社会生活正常化给予了重要支持。COVID-19 疫情防控的初步经验表明,医院信息化建设和互联网医院的建设宜更快推进,公众对医疗 AI 技术和产品的接受度也有显著提升;各级医院逐步接纳医疗 AI 产品和技术,有效拓宽医疗 AI 应用场景,从而加速医疗 AI 技术的实际应用进程。医疗 AI 所展现的“以智抗疫”效果,必将成为健

康中国建设的重要推动力,还可促进 AI 新经济模式的发展。

### (一) 布局以 AI 为特征的医疗综合应用新场景

对于医疗行业而言, AI 既有强大的技术驱动力,又有重要的应用牵引力。建议尽快设立医院 AI 创新试验区,出台监管和扶持政策,培育相关企业和应用市场。AI 与医疗场景的结合,需要在实践中推进与磨合以保障应用实效。建议实施医疗领域 AI 应用示范项目,打造一批 AI 特色医院和特色医疗示范科室;探索 AI 深度应用场景,形成医院 AI 应用的技术标准和使用规范。医院配备并更新基于 5G 的信息传输网络,适时建立远程操控手术、远程会诊与医疗、患者健康监护和实时随访等新业务模式。

针对新发突发传染病防控需求,建议将 AI 技术和产品纳入高致病性传染性疾病的诊疗流程,通过非接触方式为高传染风险患者提供诊断和医疗服务,切实降低医护人员的感染风险以及医院的运行成本。政府、公共卫生部门、医疗机构还需关注与医院运行密切相关的其他行业,适时布局 AI 技术在相关行业中的应用。例如,疫情防控过程面临着医疗用品阶段性短缺的情况,医疗物资的捐献、分配均应基于大数据平台来统筹管理,提升医疗物资供应的智能化水平,加强供应链的抗风险能力和综合保障能力。

### (二) 布局以 AI 为核心的医疗机器人应用新场景

建议依托 AI 技术,在部分医疗场景中加快开展无人化智能化应用。在传染病疫情严重、感染风险极高的环境中,优先采用医疗机器人承担全天候、重体力、重复性的劳动工作,减少医护人员的工作强度;采用医疗机器人从事最危险的隔离病房一线值班工作,减少医护人员与患者的接触风险。突破医疗机器人的可靠应用瓶颈,使其成为采集疫情信息、传达并实现诊疗操作的可靠工具;探索隔离病房遥控查房、基于 5G 技术的远程医疗、AI 院感预警等应用,建立降低病毒传染风险的新机制。

### (三) 加强医院大数据平台建设

COVID-19 疫情早期控制效果欠佳,体现了医疗管理部门和医院机构在疫情数字信息收集和整合

方面的能力缺失。患者信息收集主体分散，未能形成统一、完备的数据库，直接制约了疫情防控力度和效果。对于未来新发突发传染病的防控，时间就是生命，建议尽快建立疫情数据预警评估模型和数据驱动决策机制，在各级医院进行推广使用；强化国家新发突发传染病统一直报信息平台建设，对各级医院现有的信息化系统进行针对性的改造和升级，注重数据共享。支持 AI 技术企业研发应对新发突发传染病的集成解决方案系统，与医院信息化系统和大数据平台协同开展应用和优化。

### （四）加强医疗 AI 应用的伦理建设和标准体系建设

建议在 AI 技术的使用过程中，及时调整相关法律法规制度和伦理规定，严格限定 AI 技术及其数据的使用范围；确保 AI 技术企业将先进科技手段应用于类似 COVID-19 疫情这样的重大突发公共卫生事件中的同时，保持对大数据技术运用的审慎态度，注重保护个人信息。根据临床应用进展，及时更新新发突发传染病 AI 筛查和影像诊断标准，高效推进新发突发传染病 AI 医学影像诊断系统和控制体系建设；在发展过程中注重市场化原则，建立 AI 技术企业在医疗应用研发方向的投资回报机制。

### （五）加强医疗 AI “医工信” 合作和人才培养

鼓励从事医疗 AI 研究的科研机构、高等院校、企业与医院开展联合研究，通过“医工信”合作方式进行医疗 AI 产品的开发和应用；发挥各自优势，增强与上游和下游企业合作，实现 AI 临床影像精确定位、精准辅助疾病诊断、临床决策支持、医学成像、健康管理等创新功能。鼓励新兴科技企业开发医疗 AI 产品，支持这些企业在医院进行产品部署。高度重视医疗 AI 技术人才的跨学科培养，为医疗 AI 应用的发展奠定坚实、前瞻的人才基础。

### （六）建立医疗 AI 利益共享机制

建议卫生行政部门制定合理的规章制度和利益共享机制，高效率地将各类机构的医疗数据组织归类，形成国家医疗 AI 公共数据库。梳理和解决数据伦理、数据安全、数据归属、数据开放、数据标准、数据成本等痛点问题，探索并创建体现实效导向的制度流程，消除制约医疗 AI 行业发展的瓶颈环节。建议国家药品监督管理局开辟绿色审批通道，

支持医疗 AI 诊断算法或应用。医院、患者、制药企业、保险公司和政府相关机构通过多方合作模式，共同承担医疗 AI 产品服务的成本，由此解决付费争议、推动快速发展。

建立健全医院 AI 建设的利益共享机制，这是推动 AI 产品从医院探索应用阶段转入常态化应用阶段的重要方面。医院 AI 建设具有重大的社会和经济价值，建议政府鼓励和支持医疗机构在支付方式上有所创新、在服务场景上大胆延伸，突破既往按项目付费的传统结算方式给医院营收带来的局限。通过建立社会认可的利益分配机制，医院 AI 建设可以积累巨额医疗消费体量，妥善解决各关联方的投入回报问题，从而取得更大的经济社会综合效益。

### （七）开展医疗服务多模式互动示范

建议开展 AI 医疗服务机器人项目示范建设，建立和完善医疗 AI 服务的多模式互动能力。在人机协同的基础上，通过深度学习能力的逐步提升，医疗 AI 产品的研发和服务能力显著增强；远期实现无人化的 AI 机器人照护服务 [10~14]，以彻底解决医护人员短缺、照护不全面、人性化服务不足的现实问题。在发展过程中，注重应用 AI 技术来提高医疗服务质量，重点在医学成像、智能诊断识别、AI 辅助手术、长期健康监测等方面提升诊断效率和综合效能。

## 七、结语

《新一代人工智能发展规划》提出，到 2030 年，我国在 AI 理论、技术和整体应用水平方面达到世界领先水平 [15,16]。国内 AI 和大数据产业转型升级所形成的科技创新力量，正在为支持政府、医院和社会机构抗击 COVID-19 疫情提供关键的技术和能力。COVID-19 疫情防控的初步经验表明，呼吸道传染病隔离是医院 AI 应用的明确场景，具有突出需求和重要价值，可以将之视为我国 AI 应用加速发展的重点方向之一。可以预计，COVID-19 疫情过后，网络信息和 AI 在社会生活中的公众接纳程度将获得显著提高，所形成的技术优势也可向社会诸多领域延伸拓展。

COVID-19 疫情防控过程凸显了我国在 AI 技

术领域超前实施战略布局所建立的优势, 涉及了电子商务、物流、5G、大数据、社区防控等 [17,18]; 与此同时, 有关医院 AI 建设重要性的体会和认识也更为直接。在国家即将实施新型基础设施建设的背景下, 建议政府超前决策布局, 大力推进医疗机器人、智能药物疫苗筛选、无人病房、院感控制的自动物流、在线诊疗与远程医疗等方向的建设; 鼓励业界面向未来, 研发更多更实用的医疗 AI 技术和产品, 助力抗击可能的突发传染病疫情, 夯实健康中国建设的硬实力。

#### 参考文献

- [1] 曹艳林, 王将军, 陈璞, 等. 人工智能对医疗服务的机遇与挑战 [J]. 中国医院, 2018, 22(6): 25-28.  
Cao Y L, Wang J J, Chen P, et al. Opportunities and challenges of artificial intelligence in medical care [J]. Chinese Hospitals, 2018, 22(6): 25-28.
- [2] 于观贞, 刘西洋, 张彦春, 等. 人工智能在临床医学中的应用与思考 [J]. 第二军医大学学报, 2018, 39(4): 358-365.  
Yu G Z, Liu X Y, Zhang Y C, et al. Artificial intelligence in clinical medicine: Application and thinking [J]. Academic Journal of Second Military Medical University, 2018, 39(4): 358-365.
- [3] Guo Q, Wang C H, Wang P H, et al. Host and infectivity prediction of 2019 novel coronavirus using deep learning algorithm [EB/OL]. (2020-01-22) [2020-03-15]. <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.01.21.914044v1.full.pdf>.
- [4] Zhou P, Yang X L, Wang X G, et al. Discovery of a novel coronavirus associated with the recent pneumonia outbreak in humans and its potential bat origin [EB/OL]. (2020-01-23) [2020-03-15]. <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.01.22.914952v2>.
- [5] Lam T T, Shum M H, Zhu H C, et al. Identification of 2019-nCoV related coronaviruses in Malayan pangolins in southern China [EB/OL]. (2020-02-13) [2020-03-15]. <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.02.13.945485v1.full.pdf>.
- [6] 李兴臣. 人工智能医疗服务的法律责任 [J]. 医学与法学, 2018, 10(4): 8-12.  
Li X C. Legal liability of artificial intelligence medical service [J]. Medicine & Jurisprudence, 2018, 10(4): 14-18.
- [7] 马治国, 徐济宽. 人工智能发展的潜在风险及法律防控监管 [J]. 北京工业大学学报(社会科学版), 2018, 18(6): 65-71.  
Ma Z G, Xu J K. Legal precaution and supervision about the potential risks in artificial intelligence development [J]. Journal of Beijing University of Technology (Social Sciences Edition), 2018, 18(6): 65-71.
- [8] 蒋洁. 人工智能应用的风险评估与应对策略 [J]. 图书与情报, 2017 (6): 117-123.  
Jiang J. Risk assessments and countermeasures of AI applications [J]. Library and Information, 2017 (6): 117-123.
- [9] 董雪. 人工智能在信息安全风险评估中的应用研究 [J]. 信息系统工程, 2019 (3): 78.  
Dong X. Research on application of artificial intelligence in information security risk assessment [J]. China CIO News, 2019 (3): 78.
- [10] 于鹤, 赵稳兴. 计算机辅助诊断技术在病理学中的应用进展 [J]. 诊断病理学杂志, 2018, 25(3): 223-226.  
Yu H, Zhao W X. Application progress of computer-aided diagnosis technology in pathology [J]. Chinese Journal of Diagnostic Pathology, 2018, 25(3): 223-226.
- [11] 于观贞, 魏培莲, 陈颖, 等. 人工智能在肿瘤病理诊断和评估中的应用与思考 [J]. 第二军医大学学报, 2017, 38(11): 6-11.  
Yu G Z, Wei P L, Chen Y, et al. Artificial intelligence in pathological diagnosis and assessment of human solid tumor: Application and thinking [J]. Academic Journal of Second Military Medical University, 2017, 38(11): 6-11.
- [12] 闫雯, 李楠楠, 张益肇, 等. 人工智能时代的病理组学 [J]. 临床与实验病理学杂志, 2018, 34(6): 661-664.  
Yan W, Li N N, Zhang Y Z, et al. Pathology in the age of artificial intelligence [J]. Chinese Journal of Clinical and Experimental Pathology, 2018, 34(6): 661-664.
- [13] 周瑞泉, 纪洪辰, 刘荣. 智能医学影像识别研究现状与展望 [J]. 第二军医大学学报, 2018, 39(8): 917-922.  
Zhou R Q, Ji H C, Liu R. Intelligent medical image recognition: Progress and prospect [J]. Academic Journal of Second Military Medical University, 2018, 39(8): 917-922.
- [14] 祁瑞娟, 吕伟通. 人工智能辅助诊断技术在医疗领域的作用与挑战 [J]. 中国医疗器械信息, 2018, 24(16): 27-28.  
Qi R J, Lv W T. The role and challenges of artificial intelligence-assisted diagnostics in the medical field [J]. China Medical Device Information, 2018, 24(16): 27-28.
- [15] 程京, 邢婉丽. 医疗器械与新型穿戴式医疗设备的发展战略研究 [J]. 中国工程科学, 2017, 19(2): 68-71.  
Cheng J, Xing W L. Research on the development strategy of medical devices and new wearable devices [J]. Strategic Study of CAE, 2017, 19(2): 68-71.
- [16] Zhou J, Li P G, Zhou Y H, et al. Toward new-generation intelligent manufacturing [J]. Engineering, 2018, 4(1): 11-20.
- [17] Turan M, Almalioglu Y, Konukoglu E, et al. A deep learning based 6 degree-of-freedom localization method for endoscopic capsule robots [EB/OL]. (2017-05-15) [2020-02-15]. <https://arxiv.org/abs/1705.05435v1>.
- [18] Wu G, Kim M, Wang Q, et al. Scalable high performance image registration framework by unsupervised deep feature representations learning [J]. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 2016, 63(7): 1505-1516.