

教育部工程研究中心年度报告

(2019 年 1 月——2019 年 12 月)

工程中心名称： 电子病历与智能专家系统教育部工程研究中心

所属技术领域： 信息与电子工程、医药卫生

工程中心主任： 李兰娟

工程中心联系人/联系电话： 李劲松/0571-87951564

依托单位名称： 浙江大学



2020 年 04 月 21 日填报



编 制 说 明

- 一、报告由中心依托单位和主管部门审核并签章；
- 二、报告中主管部门指的是申报单位所属国务院有关部门相关司局或所在地方省级教育主管部门；
- 三、请按规范全称填写报告中的依托单位名称；
- 四、报告中正文须采用宋体小四号字填写，单倍行距；
- 五、凡不填写内容的栏目，请用“无”标示；
- 六、封面“所属技术领域”包括“机械与运载工程”“信息与电子工程”“化工、冶金与材料工程”“能源与矿业工程”“土木、水利与建筑工程”“环境与轻纺工程”“农业”“医药卫生”；
- 七、第八部分“年度与运行情况统计表”中所填写内容均为编制周期内情况；
- 八、报告提交一份 WORD 文档和一份有电子章或盖章后扫描的 PDF 文件至教育部科技司。

编制大纲

一、技术攻关与创新情况（结合总体定位和研究方向，概述中心本年度技术攻关进展情况和代表性成果，字数不超过 2000 字）

电子病历与智能专家系统教育部工程研究中心以建成国家重要的电子病历与智能专家系统研发基地，成为国际一流的医疗保健信息化研究和数字医疗关键技术开发的产、学、研、用一体化创新平台为目标。在 5 年的建设期内，中心构建了面向电子病历和智能专家系统两个核心系统的研发平台和云服务基础构架，并在此之上完成：

（1）电子病历基本功能和体系架构的标准化；（2）临床数据中心关键技术；（3）临床路径本体建模方法及电子化；（4）医学知识库与智能专家系统；（5）异构系统集成平台及临床数据交换技术等若干项关键技术和应用系统的研发。2018 年，受教育部科技司委托，依托单位浙江大学在杭州组织召开了电子病历与智能专家系统教育部工程研究中心建设项目验收会。验收专家组经质询、评议和讨论，认为项目承担单位完成了“电子病历与智能专家系统教育部工程研究中心”建设任务，一致同意通过验收。

2019 年度，中心结合既有的总体定位和研究方向，重点突破了面向多中心的临床数据智能利用分析，覆盖全医疗流程的电子病历知识图谱，多种环境适应的临床数据安全利用及隐私保护，面向重大活动医疗保障的信息、资源、决策融合，面向多学科的医学智能决策支持新模式等多个方面的关键技术，形成了一系列以电子病历数据融合为基础、以医学人工智能系统为核心的代表性成果。具体工作进展如下：

1.1 创建了一套面向多中心的无障碍临床数据利用技术体系，在不汇集患者原始数据情况下实现多机构、碎片化临床数据深度利用。针对因患者隐私保护和临床数据共享策略差异导致的面向大规模人群、跨地域、多中心的临床数据深度分析与应用难以开展的问题，项目组创新性地提出一套面向多中心的无障碍临床数据深度利用技术体系，主要包括多中心研究方案制定、数据共享策略、协作研究模式、伦理审查机制、成果分配方案与多中心临床评估 6 项技术内容，一站式解决多中心协同模式下的研究开展、伦理审查、成果分配与临床评估 4 大关键问题，并形成对应的标准化流程。

1.2 构建了一套覆盖全诊疗流程、涵盖 479 万医学概念和 3531 万概念关系的电子病历知识图谱。中心课题组突破电子病历知识图谱关键技术，研发了跨科室疾病隐含风险发现技术，并在浙大一院开展实际应用。该技术构建了包含 479 万医学概念实例、3531 万概念相互关系的大规模电子病历知识图谱。将跨科室临床知识应用到患者数据语义关联建模中，打破了科室间医学领域知识壁垒。针对临床诊疗流程复杂、多样的特征，建立了一套面向患者病情特征和医生使用习惯的个性化电子临床路径生成框架，通过语义技术挖掘电子病历知识图谱，在实现精准诊疗的同时，提升临床应用适应性。

1.3 提出了一套多中心临床数据安全利用关键技术，面向临床业务和医学研究等多样化数据利用场景提供全方位数据安全及隐私保障。中心课题组突破同态加密运算

效率实用性关键技术，首次构建了全程密文表示下的多中心医学数据分析关键技术。针对多中心医学研究中数据共享的敏感信息泄露风险，项目组基于同态加密技术研制了4种常用的隐私保护下医学数据分析方法，实现敏感信息不泄露前提下的多中心临床数据协同分析。该系统使用强度为128位的加密方案，高于安全电子交易协议中所采用的RSA2048方案（强度为112位），在同等运算能力和数据量下运算速度提升至少5倍。

1.4 构建了基于5G通讯技术的大型社会活动医疗急救保障信息系统，融合多体系信息，提高医疗保障服务水平和效率。中心课题组基于大型社会活动医疗急救保障的需求和服务流程，围绕现场急救-上报指挥中心-专家远程会诊-救护车调度和转运-医院接收的过程，建立了现场急救移动终端、车载急救终端、专家远程会诊终端、医院终端和指挥调度中心5个信息终端，实现文本、患者生理指标、音频、图片、视频信息的即时互通和智能化调度决策。构建由指挥监控平台、现场救援平台、后送支援平台三大部分组成的系统，满足了大型社会活动医疗急救保障需求。

1.5 建立了数据驱动的多学科临床辅助决策新模式，发掘临床数据新特征，创建高准确、强泛化的决策支持工具。创建以患者为中心的数据驱动医患共决策方法，针对当前临床决策支持系统在防、诊、治、随访流程上相互隔离，诊断、用药方案完全取决于既定规则，患者复杂心理状态与实际需求、意愿被长期忽视等一系列问题，基于患者相似性分析等人工智能技术，为医护人员提供临床背景参考、电子病历书写、诊断路径设计、给药方案推荐、随访重点分析等决策支持服务，通过长程、高维数据有效提升各场景下决策支持的可信度与一致性。

上述技术进展和系统成果不但在院内的肝胆胰、肾脏病、肿瘤、急救、健康体检等多个科室开展了研究或示范应用，也支撑了职业健康中的听力检测等公卫研究。其中大型社会活动医疗急救保障信息系统还全程保障了2019年“第六届世界互联网大会”、“世界浙商大会”等重要社会活动，被中国新闻网、浙江新闻等媒体报道，也得到了浙江省卫生健康委员会保健局的肯定并出具了感谢证明，有力的扩大了中心的社会影响力。

相关成果发表论文10余篇，申请或授权专利10项，获得软著10余项，出版著作2部，获得浙江省科技进步二等奖1项，在中国生物医学工程大会、中华医院信息网络大会、数据驱动健康医学国际研讨会等领域会议上作多个主题报告。

二、成果转化与行业贡献

1. 总体情况（总体介绍当年工程技术成果转移转化情况及其对行业、区域发展的贡献度和影响力，不超过1000字）

2019年度，中心团队主导研发的多个平台及系统在医疗机构、科研机构、重大会议等单位或活动中进行了转化应用，产生了良好的社会效益，为行业发展和影响力提升做出了重要贡献。

在面向多中心的无障碍临床数据深度利用技术体系方面，中心团队在已成熟的关键理论与技术模块基础之上，积极推进一系列有特色的临床转化智能应用对其有效性及可靠性进行验证，同时逐步建立多中心协同研究规范化体系，2019年度已在浙江大

学医学院附属第一医院与浙江省肿瘤医院 2 家三级甲等医疗单位进行示范性应用推广,覆盖近 20 年、1100 万患者的跨机构数据。该体系的提出填补了国内在多中心临床数据协同分析与应用领域的空白,重点解决了在不共享患者原始数据条件下对多家机构的临床数据进行标准化表达、高效融合与分析等难题,其推广应用已经显现出对医学研究、决策管理与健康服务等发展的提升作用。

在基于知识图谱的跨科室疾病隐含风险发现研究方面,中心团队在浙大一院开展了实际应用。针对非肾病科医生对慢性肾病临床知识和相关检查结果不敏感,该技术针对 2017-2018 年间在浙大一院非肾病科就诊的患者进行了实际排查,帮助非肾病科医生及时发现患者慢性肾病隐含风险,提醒医生调整检查治疗方案并及时安排转诊;该技术共发现了 65069 例慢性肾病高风险患者,准确率达 95.2%,为慢性肾病早期发现提供了人工智能新思路、新方法。在有效提升慢性肾病的知晓率、治疗率,提高临床医疗服务水平和质量方面,起到了重要作用。相关系统还在深圳区域医疗慢病管理过程中开展示范应用,在多家社区医疗机构对糖尿病、高血压、卒中二级预防等多种慢性疾病开展患者院外管理及疾病跟踪随访,累计服务患者 36,162 人,提供的慢病管理建议和随访评估结果准确性达到 99.93%,有效提升了慢性疾病院后管理质量和水平,为诊疗流程全覆盖服务提供了关键技术支持。

在基于 5G 通讯技术的大型社会活动医疗急救保障信息系统方面,中心团队全程保障了 2019 年“第六届世界互联网大会”、“世界浙商大会”等重要社会活动,被中国新闻网、浙江新闻等媒体报道,也得到了浙江省卫生健康委员会保健局的肯定并出具了感谢证明,有力的扩大了中心的社会影响力。

作为中国生物医学工程学会数字医疗与医疗信息化分会的主任单位,中心团队还参与了生物医学工程学会的“学科方向预测及技术路线图”项目,医学人工智能名词审定等工作,为学科及行业领域的发展积极贡献智慧。

2. 工程化案例(当年新增典型案例,主要内容包括:技术成果名称、关键技术及水平;技术成果工程化、产业化、技术转移/转化模式和过程;成果转化的经济效益以及对行业技术发展和竞争能力提升作用)

技术成果名称:多中心智能医学信息技术平台

关键技术及水平:

经浙江省科技信息研究院科技查新,多中心智能医学信息技术平台采用自主的专利及技术:1)构建面向多中心医疗大数据的知识图谱;2)研究基于 OMOP 的中文临床数据标准化和自适应 ETL;3)研究基于同态加密的生物医学数据隐私保护理论与方法;4)协同模式下数据分析理论与高性能处理;上述研究内容,除查新委托项目的自身报道外,在所检的国内外文献范围内未见到其他报道。

相关技术成果已在浙大一院、省肿瘤医院、中国人民解放军第六医学中心等省内外多家医院推广应用,累计转化 1100 万患者全流程诊疗数据,发现 6 万余例非肾病专科就诊慢性肾脏病风险患者,保障 1000 余例远程会诊患者信息安全,获得了用户

单位的一致好评，社会效益显著。

工程化、产业化、技术转移/转化模式和过程：

相关技术已在浙江大学医学院附属第一医院与浙江省肿瘤医院2家三级甲等医疗单位进行示范性应用推广，覆盖近20年、1100万患者的跨机构数据。

针对2017-2018年间在浙大一院非肾病科就诊的患者进行了实际排查，共发现65069例慢性肾病高风险患者，准确率达95.2%。

在深圳区域医疗慢病管理过程中累计服务患者36,162人，提供的慢病管理建议和随访评估结果准确性达到99.93%。

全程保障2019年“第六届世界互联网大会”、“世界浙商大会”，被中国新闻网、浙江新闻等媒体报道，获得浙江省卫生健康委员会保健局感谢证明。

经济效益/社会效益及竞争能力提升：

技术成果平台累计清洗、转化1100万患者，总计3TB的全流程真实诊疗数据，提供了数据驱动临床科研服务，已在胰腺癌化疗敏感性、肾病早期筛查、体检数据挖掘，肺癌、结直肠癌等临床研究中提供重要支撑。

团队研发的一系列关键技术还在国内外多家医疗机构、社区卫生中心、产业公司等开展了推广应用，有助于形成新的医疗卫生产业链和经济增长点，为浙江省数字经济“一号工程”建设提供有效助力，并全面支撑区域医疗中心的建设。

3. 行业服务情况（本年度与企业的合作技术开发、提供技术咨询，为企业开展技术培训，以及参加行业协会、联盟活动情况）

2019年度，中心与多家企业开展联合项目申请、横向委托开发、项目实施合作等工作，并参加了中国生物医学工程学会、观察性健康医疗数据科学与信息学联盟（OHDSI中国）、之江实验室天枢人工智能开源开放平台等协会、联盟活动。具体如下表：

序号	事项	单位/联盟	说明
1	“国家重点研发计划”联合研究	浙江泰林生物科技股份有限公司	与企业联合研发国家项目
2	“国家重点研发计划”联合研究	神州数码医疗科技股份有限公司	与企业联合研发国家项目
3	横向项目	深圳市臻络科技有限公司	为企业提供数据分析、系统开发服务
4	2019 中国生物医学工程大会分会组织	中国生物医学工程学会	组织医疗大数据、人工智能和智能外科分会场
5	参与之江实验室天枢人工智能开源开放平台	之江实验室	天枢平台开放生态大使

三、学科发展与人才培养

1. 支撑学科发展情况(本年度中心对学科建设的支撑作用以及推动学科交叉与新兴学科建设的情况,不超过1000字)

2019年度,中心相关成果发表论文10余篇,申请或授权专利10项,获得软著10余项;出版《生物医学信息学》、《中国医养结合专家共识(2019)》2部著作;获得浙江省科技进步二等奖1项,申报“多中心临床数据深度利用共性技术研发及应用”浙江省科技进步一等奖1项;在中国生物医学工程大会、中华医院信息网络大会、数据驱动健康医学国际研讨会等领域会议上作多个主题报告,扩大了学科的业界地位和行业影响力。

中心研发的大型社会活动医疗急救保障信息系统全程保障了2019年“第六届世界互联网大会”、“世界浙商大会”等重要社会活动,被中国新闻网、浙江新闻等媒体报道,也得到了浙江省卫生健康委员会保健局的肯定并出具了感谢证明,有力的扩大了中心的社会影响力。

2. 人才培养情况(本年度中心人才培养总体情况、研究生代表性成果、与国内外科科研机构 and 行业企业开展联合培养情况,不超过1000字)

2019年度,中心培养博士研究生2人,硕士研究生4人,本科生20余人,博士后进站1人,出站3人。其中与之江实验室、中国航天员科研训练中心、浙江工业大学、浙江大学附属邵逸夫医院都有联合培养,促进了跨方向的学术交流和产业联合。

3. 研究队伍建设情况(本年度中心人才引进情况,40岁以下中青年教师培养、成长情况,不超过1000字)

2019年度,中心人才成长情况良好,升任正教授2人,副研究员1人,上榜《麻省理工科技评论》2019年“35岁以下科技创新35人”(Innovators Under 35 China)1人。

四、开放与运行管理

1. 主管部门、依托单位支持情况(主管部门和依托单位本年度为中心提供建设和运行经费、科研场所和仪器设备等条件保障情况,在学科建设、人才引进、研究生招生名额等方面给予优先支持的情况,不超过1000字)

2019年度,中心累计投入经费100余万元,经费构成主要为双一流建设、自主学科建设、队伍建设、医院自有资金等;投入德国西门子3T磁共振成像系统(Prisma)1套、高性能服务器16台、大规模存储设备2台,保障了中心研究工作的开展。在研

究生招生名额等方面，给予了优惠政策，包括“医工信”交叉培养模式，给予了医学院和信息学院联合招收研究生的名额，从招生、开题、评估、毕业等一系列机制上保障了交叉课题的研究人员投入和产出指标考核。

2. 仪器设备开放共享情况（本年度中心 30 万以上大型仪器设备的使用、开放共享情况，研制新设备和升级改造旧设备等方面的情况）

中心拥有 1 台 30 万以上大型仪器：德国西门子 3T 磁共振成像系统（Prisma）。2019 年度，该设备开展了“功能磁共振原理及操作实践”、“磁共振参观培训”、“多尺度脑成像培训”、“现代医学成像课本科生磁共振上机实验”、“暑期课程实验”、“磁共振主试安全培训”、“3T 磁共振主试安全培训”等培训，合计培训近 100 人次。

3. 学风建设情况（本年度中心加强学风建设的举措和成果，含讲座等情况）

中心成员在学风建设等方面开展了一系列活动：多次开展学术沙龙交流活动，进行跨方向研究的交叉研讨，开放共享不同领域成果，促进学科间合作；中心部分成员作为本科生班主任，召开优良学风建设主题班会，为本科生介绍专业方向，规划发展途径；中心成员带领本科生进行大学生科研训练计划（SRTP），帮助学生尽快进入科研发展轨道，增强专业能力训练，促进人才培养。

4. 技术委员会工作情况（本年度召开技术委员会情况）

2019 年召开中心技术委员会 1 次，会上由中心常务副主任李劲松教授介绍了多中心智能医学平台的研发建设情况。委员会全体成员讨论了中心后续科研规划、产业落地、人才培养、学科发展等议题，并建议继续扩大多中心智能医学平台的推广建设，以此为基础申请国家项目、推动产业进步，为医学科研及临床治疗提供助力。

五、下一年度工作计划（技术研发、成果转化、人才培养、团队建设和制度优化的总体计划，不超过 1500 字）

（1）技术创新：以依托学科和临床基地为基础，继续开展以电子病历为核心的多中心体系架构的标准化研究、临床数据中心关键技术研发、临床路径建模方法研究及电子化模板开发、医学知识库及智能专家系统研发、异构系统集成平台及临床数据交换技术研发等关键技术和应用系统的研发，同时进行医学人工智能及医学知识图谱的研究，为中国数字化医疗技术的发展提供新的增长点。

（2）成果转化：以中心的新技术和新产品等科技成果为主体，通过产学研用一体化以及国内外合作的方式，建立覆盖 5 家及以上医疗及科研机构，可灵活对接美国、日本等国家的多中心生物医学数据协同研究平台。研发成果惠及农村、边远地区等医疗资源薄弱地区，推动科技成果的工程转化。

（3）人才培养与聚集：依托工程研究中心的人才、技术和设备的优势，通过学科

联合招生，从源头进行培养，为相关单位（如合作医院、企业）进行人员培训，培养行业需要的不同层次的研究人员、高级技术人员和经营管理人员。同时聚集相关领域的高素质人才，为我国数字医疗工程的发展提供人才支撑。

六、问题与建议（工程中心建设运行、管理和发展的问題与建议，可向依托单位、主管单位和教育部提出整体性建议）

无。

七、审核意见（工程中心负责人、依托单位、主管单位审核并签章）

电子病历与智能专家系统教育部工程研究中心建设符合《教育部工程研究中心建设与管理暂行办法》，以浙江大学和浙江大学医学院附属第一医院为联合建设主体，具有医工信、产学研用等交叉特色。中心近5年投入经费3600余万元，用房近6000平米，2019年度新获得浙江省科技进步二等奖1项。研发的一系列产品通过浙一医院、省肿瘤医院的实际部署和“世界互联网大会”、“世界浙商大会”等重大社会活动的落地应用，取得了良好的科研成果和社会经济效益。



李天娟

八、年度运行情况统计表

研究方向	研究方向 1	重大新发传染病预警、预测及应对	学术带头人		李兰娟
	研究方向 2	多中心生物医学大数据人工智能研究	学术带头人		李劲松
	研究方向 3		学术带头人		
	研究方向 4		学术带头人		
工程中心面积	6000m ²		当年新增面积		m ²
固定人员	98 人		流动人员		10 人
获奖情况	国家级科技奖励	一等奖	项	二等奖	项
	省、部级科技奖励	一等奖	项	二等奖	1 项
当年项目到账总经费	812.88 万元	纵向经费	802.88 万元	横向经费	10 万元
当年知识产权与成果转化	专利等知识产权持有情况	有效专利	7 项	其他知识产权	47 项
	参与标准与规范制定情况	国际/国家标准	项	行业/地方标准	项
	以转让方式转化科技成果	合同项数	项	其中专利转让	项
		合同金额	万元	其中专利转让	万元
		当年到账金额	万元	其中专利转让	万元
	以许可方式转化科技成果	合同项数	项	其中专利许可	项
		合同金额	万元	其中专利许可	万元
		当年到账金额	万元	其中专利许可	万元
	以作价投资方式转化科技成果	合同项数	项	其中专利作价	项
		作价金额	万元	其中专利作价	万元
	产学研合作情况	技术开发、咨询、服务项目合同数	1 项	技术开发、咨询、服务项目合同金额	60 万元

当年服务情况		技术咨询		10 次		培训服务		100 人次	
学科发 展与人 才培养	依托学科 (据实增删)	学科 1	生物医学工程	学科 2	临床医学	学科 3			
	研究生 培养	在读博士	17 人		在读硕士		16 人		
		当年毕业博 士	2 人		当年毕业硕士		4 人		
	学科建设 (当年情况)	承担本科 课程	180 学时	承担研究生 课程	120 学时	大专院校 教材	2 部		
研究队 伍建设	科技人才	教授	23 人	副教授	23 人	讲师	4 人		
	访问学者	国内		人	国外	人			
	博士后	本年度进站博士后		1 人	本年度出站博士后		3 人		