

# 2021 年度国家自然科学基金数学天元基金-琶洲 实验室“数学与医疗健康交叉重点专项”

## 申请指南

为了推进数学理论、方法与技术在人工智能辅助诊疗中的应用研究，推动数学在医学领域中的创新发展和应用落地，国家自然科学基金数学天元基金和人工智能与数字经济广东省实验室（广州）（简称“琶洲实验室”）联合设立“数学与医疗健康交叉重点专项”（简称“交叉重点专项”）。

### 一、科学方向

本交叉重点专项围绕疾病辅助诊断与辅助导航、肿瘤消融、脑病诊疗三个典型方向，开展数学理论、方法与技术的创新攻关研究。

### 二、资助研究内容

本交叉重点专项拟资助以下研究内容：

#### 一：支持病理诊断自动化的数学理论、方法与系统

病理诊断是疾病确诊的金标准。以肿瘤疾病为典型，研究数字病理图像处理与判读的数学理论与方法，研发实现病理检测自动化的人工智能系统，支撑远程病理诊断；基于数字病理图像，利用机器学习方法，研究肿瘤微环境驱动肿瘤的发生、发展与转移的机制，构建肿瘤演化数学模型，探索肿瘤不同组织和细胞空间分布规律，实现肿瘤微环境量化，开展临床实践应用，推动精准医学的发展。

#### 二：医生诊疗快速辅助支持系统

为医生诊疗提供快速的相关病例参考信息，对于提高医疗质量、减轻医生负担具有重要意义。基于大规模医学图像、组学数据、文本病历等医疗大数据，研究快速查询、摘要形成、诊疗方案推荐等数学方法与技术，构建基于深度神经网络的医学图像重要区域分割和配准的实时快速算法，设计可解释导致疾病产生的关键区域的多模态融合的数学模型，开发医生实时个性化辅助诊断支持系统，并开展临床示范应用。

#### 三：机器人辅助导航穿刺活检的数学技术

针对活检定位、手术导航准确性难题，研究影像、光学等多模态引导的辅助导航与穿刺活检的数学方法；研究辅助导航与穿刺活检系统中的关键技术，包括

多模态图像配准、穿刺轨迹建模等；研发基于新方法的辅助导航与穿刺活检机器人，并开展临床示范应用。

#### **四：皮肤病智能辅助诊断的数学方法与系统**

面向顽固性皮肤病诊疗，以皮肤表面光学图像、皮肤 CT、超声等皮肤影像数据为基础，建立基于多模态影像数据的皮肤病智能分析数学模型；结合组织病理学检查、血液检查、尿常规检查等临床指标，以及媒体大数据挖掘的相关信息，研发基于多模态异构数据融合处理的皮肤病智能诊断算法；研发皮肤病自动诊断的智能辅助决策系统，并用于临床实践。

#### **五：恶性肿瘤预后预测中的数学方法与量化决策系统**

肿瘤的预后预测有助于医生做出临床决策。针对肺癌、肾透明细胞癌等恶性肿瘤，研究基于医学影像、组织病理图像和基因序列等多模态数据的预后预测数学方法；突破小样本、模态缺失、多任务学习等关键技术，揭示多模态数据之间潜在的关联，探究多模态数据与恶性肿瘤预后的内部关系和规律；融合多模态异构数据，设计具有高精度、高鲁棒性的智能量化预后预测与临床辅助决策系统。

#### **六：基于多模态影像融合的肿瘤精准消融方法与系统**

针对肿瘤消融的精准化需求，研究术前术中多模态影像中肿瘤及周边结构的快速精准分割方法，研究消融前后脏器及肿瘤形态变化的数学模型，研发肿瘤消融精准定位、术中规划和温控系统，并开展临床应用。

#### **七：基于脑细胞外间隙途径药物分布与转运数学建模的脑卒中治疗**

针对脑卒中后经血液途径进行药物神经保护治疗效率低下的医疗困境，建立经脑细胞外间隙新途径治疗脑卒中与脑保护的新理论与新方法；建立基于影像学的脑细胞外间隙物质转运途径可视化方法；构建基于机理和数据的神经保护药物在脑细胞外间隙内分布与转运的数学模型，运用反问题理论和算法进行参数辨识，提出优化脑细胞外间隙内物质转运定量分析方法，开发脑细胞外间隙内药代动力学指标测量技术，开展临床示范应用。

#### **八：基于脑机接口技术的婴幼儿脑疾病诊疗数学方法与系统**

面向婴幼儿脑疾病典型异常特征的超早期识别、病程演化、康复训练及评估等，研究运动行为、脑肌电、影像等多源数据间的数学关系，揭示婴幼儿脑发育异常的神经机制，研发婴幼儿脑疾病的脑机交互和虚拟现实诊疗技术，建立婴幼儿脑发育障碍的智能监测模型和辅助诊疗系统，并开展临床验证应用。

#### **九：心梗后心脑血管事件的早期预警及诊疗的数学建模与方法**

针对心梗后心脑血管不良事件的预测预警及优化治疗关键问题，建立医学数据采集标准并构建相应的临床疾病队列和多模态大数据；构建预测预警的数学模

型，给出相关指标体系与参数临界估计；利用人工智能技术，设计有效的智能算法并识别出关键的促发危险因素、特异性关键通路和分子调控机制等，提出优化的治疗方案并开发相应软件与决策系统，实现推广应用。

#### **十：神经退行性疾病的多模态数据智能学习方法与早期识别**

面向典型神经退行性疾病（如阿尔茨海默病、帕金森病等）的早期识别，研究基于多模态的神经数据融合技术与智能学习方法；基于疾病的神经活动改变与模式动物神经元活动在体记录，建立揭示疾病内在机理与演化的多维度神经机制数学模型；建立模型与数据混合驱动的早期识别与调控智能分析算法；构建可灵活拓展的患者信息全景可视化工具，建立基于大数据的认知训练云平台，并开展临床示范应用。

### **三、资助方式**

以重点项目群方式资助，项目资助周期不超过四年。项目执行期前两年由数学天元基金资助（侧重于理论与方法，每项 200 万元），后两年由琶洲实验室资助（侧重于技术与应用落地，每项不低于 200 万元）；项目资助采取淘汰机制，执行两年后进行中期评估，评估优秀的项目可获连续资助。项目研究团队须由包含数学与医学或信息等不同领域的学者组成，采取双负责人制（其中，排名第一的负责人为项目总体负责人）。2021 年拟资助不超过 10 项。申请书中的研究期限应填写为：2022 年 1 月 1 日至 2023 年 12 月 31 日。

### **四、申请要求及注意事项**

#### **（一）申请条件**

本交叉重点专项项目申请人应当具备以下条件：

- 1、具有承担基础研究课题的经历；
- 2、具有高级专业技术职务（职称）。

在站博士后研究人员、正在攻读研究生学位以及无工作单位或者所在单位不是依托单位的人员不得作为申请人进行申请。

#### **（二）限项申请规定**

1、本交叉重点专项项目不计入高级专业技术职务（职称）人员申请和承担总数 2 项的范围；

2、本交叉重点专项项目申请人和参与者只能申请或参与申请上述十个研究内容之一的项目；

3、申请人同年只能申请 1 项本交叉重点专项项目。

### （三）申请注意事项

1、本交叉重点专项项目采用无纸化申请，请申请人于 2021 年 8 月 24 日后登录科学基金网络信息系统 <https://isisn.nsfc.gov.cn/> 撰写申请书。项目合作研究单位数量不得超过 2 个。

2、申请人在填报申请书前，应当认真阅读本项目指南和《2021 年度国家自然科学基金项目指南》中申请须知的相关内容，不符合项目指南相关要求的申请项目将不予受理。

3、申请书研究内容应和本指南资助研究内容一致，项目名称要求选择上述十个研究项目之一，否则将不予受理。申请书资助项目类别选择“数学天元基金项目”，亚类说明选择“数学天元基金”，附注说明填写“数学与医疗健康交叉重点专项”。所有项目申请代码 1 均应选择数学学科申请代码。以上选择不准确或未选择的项目申请将不予受理。

4、数学天元基金项目无间接费用，申请经费为直接费用。申请人应根据《国家自然科学基金资助项目资金管理办法》的有关规定，以及《国家自然科学基金项目资金预算表编制说明》的具体要求，按照“目标相关性、政策相符性、经济合理性”的基本原则，认真编制《国家自然科学基金项目资金预算表》。

5、申请人完成申请书撰写后，在线提交电子申请书及附件材料，无需提交纸质材料。申请材料中所需的附件材料（有关证明材料、审批文件和其他特别要求提交的纸质材料原件），全部以电子扫描件上传。