

2026年度陕西省科学技术奖提名项目公示材料

一、项目名称

基于应用脑网络的脑深部功能区病变精准外科救治技术创新与应用

二、提名者及提名意见

提名者：陕西省卫生健康委员会

提名意见：

拟提名该项目为陕西省科学技术进步奖。

三、项目简介

脑深部功能区包括丘脑、基底节、脑干、岛叶、松果体区、脑室旁及语言、运动、视觉和精神相关皮层等，密集分布神经核团、深部血管和重要神经纤维束，彼此联系形成复杂脑网络，承担信息传递、整合与调控功能。该区域病变涵盖肿瘤性、血管性和功能性疾病，因位置深、结构复杂、功能联系广泛，诊断和手术治疗难度大，术后神经功能损伤风险较高。近年来，脑网络研究虽已由局部脑区定位发展至全脑协同分析，但现有研究多针对健康人群或结构相对正常的脑组织。脑深部功能区网络连接密集、调控复杂、功能代偿有限，且受病变性质、起病时间和个体差异影响明显，病灶相关脑网络的构建、损伤评估和功能风险判断仍较困难，已成为制约临床救治水平提升的关键因素。

目前亟待解决的问题主要包括：一是病灶相关脑网络认识不清楚，缺乏精准的构建和量化评价方法；二是病灶相关脑网络如何指导外科救治不明确，缺少精确的救治策略和手术技术方案；三是耦合疾病相关脑网络的外科装备缺乏，需要研发集成脑网络数据、动态监测、导航规划和智能操作于一体的软硬件系统。针对上述问题，项目团队长期开展协同攻关，构建病灶靶向性临床

应用脑网络，建立脑网络导向的疾病诊断、术前规划和精准手术技术，并研发相关智能医疗装备，形成涵盖理论、技术、装备和临床应用的系统性创新成果。

科技创新一：构建病灶靶向性临床应用脑网络量化评价与快速可视化体系

针对脑深部功能区病变中脑网络结构和功能变化不清、损伤程度难以量化、临床指导效率低等问题，项目团队融合CT、结构及功能MRI、血管成像、弥散张量成像、电生理和全身状态监测等多源信息，将病灶与皮层功能区、深部神经核团、关键纤维束及邻近血管进行一体化建模，构建病灶靶向性临床应用脑网络。

项目建立了涵盖丘脑、脑干、基底节等区域的应用脑网络功能模块，采用平均聚类系数（ACC）、平均最短路径长度（ASP）等拓扑指标，评价局部网络协同能力和全脑信息传递效率；利用纤维束拓扑形变算法，建立个体化纤维束病灶偏离指数，量化病灶引起的纤维束移位和变形，评估网络结构损伤及功能保存可能性。同时，研究衰老、炎症、氧合、代谢等全身因素对脑网络的影响，建立脑网络负荷评分体系。

在此基础上，研发应用脑网络快速可视化软件，自动完成多模态影像配准、病灶及关键神经结构分割、纤维束和血管重建，实现脑网络关键节点的快速提取和三维呈现，将传统数小时的处理过程缩短至约10分钟，为脑深部病变的风险评估、术前规划和临床救治提供技术支撑。相关成果形成了论文、发明专利和软件著作权等产出。

科技创新二：建立基于应用脑网络的脑深部功能区病变精准外科救治策略和手术技术

针对脑深部病变诊断依赖有创活检、手术方案主要依据解剖结构、功能保护难以预测等临床痛点，项目团队将应用脑网络贯穿“早期鉴别诊断—手术风险评估—最小损伤路径规划—最大安全范围切除”全过程，建立了覆盖胶质瘤、脑出血和海绵状血管瘤等多病种的精准外科救治策略。

在低级别胶质瘤与炎症性病变鉴别方面，利用病灶侧与对侧脑网络ACC、ASP及脑网络负荷变化，区分肿瘤造成的器质性网络损伤与炎症导致的可逆性功能负荷，辅助判断手术干预和有创活检时机，提高早期诊断准确性并减少不必要的侵入性检查。

在脑出血救治方面，利用应用脑网络快速可视化技术，明确血肿与神经核团、纤维束及血管的空间关系，辅助确定手术方式、手术侧别、进针点和操作方向；同时建立基于CT的脑网络重建方法，为缺乏MRI条件的基层医院提供网络评估手段，缩短急诊手术准备时间。

在海绵状血管瘤和功能区胶质瘤治疗方面，综合自然解剖腔隙、病灶位置、血管分布及关键脑网络边的病灶偏离指数，比较不同手术入路的网络损伤风险，规划最小损伤路径；术中结合实时导航、电生理监测和唤醒手术，动态识别功能边界，实现病灶最大安全切除和重要神经功能保护。相关技术已在多家医院推广应用，形成临床论著、知识产权和规范化诊疗技术。

科技创新三：研发应用脑网络导向的神经外科手术机器人一体化装备

针对缺乏融合脑网络信息、动态监测、导航规划和智能执行的神经外科装备问题，项目团队将应用脑网络技术融入导航软件、机器人操控系统和脑网络负荷动态监测系统，构建三位一体的软件平台。系统支持多模态影像配准，可自动完成颅骨、脑实质、

病灶、血管及关键神经结构的分割和三维重建，并结合血管规避和风险评估，自动比较、优化手术路径。

机器人操控系统可将脑网络安全边界、低风险路径和术中调整要求转化为机械臂可识别、可计算和可执行的控制指令；动态监测系统对接医院信息系统、影像系统、检验系统及脑电、经颅多普勒等数据，持续计算脑网络指标和负荷评分，识别网络功能下降、代偿能力消耗及失代偿风险，并将预警信息反馈至导航和机器人模块，形成“动态监测—风险预警—路径规划—精准执行—术后复评”的闭环。

项目首创基于三维结构光的快速注册与增强现实导航技术，实现非接触式头颅扫描和术前影像自动配准，提升了定位效率和精度；研发全国产化、模块化、便携式脑网络手术机器人系统，增强了装备自主可控和基层适用能力。相关装备已在大型三甲医院及区域医疗中心应用，推动神经外科机器人由传统几何避障向脑网络功能保护升级。

四、客观评价

（一）国内外知名学者对本项目科技创新成果的引用和评述

1. 德国德累斯顿工业大学医学院神经病学专家 Björn Falkenburger 教授于 Nat Commun (2025 May 14;16(1):4470.) 引用并高度评价戴舒惠、李侠的研究成果，指出间歇性禁食调控脑内炎症反应，在神经保护领域具有极高的研究价值与应用潜力，为探索脑深部出血后脑网络保护提供了理论依据。
2. 长江学者、首都医科大学附属北京同仁医院侯胜平教授发表于 ACS Nano (2026 Apr 14;20(14):11055-11073.) 的论文引用并借鉴本团队关于间歇性禁食通过调控 HO-1 信号通路抑制小胶质细胞介导的炎症反应的研究思路。

3. 欧洲科学院院士、清华大学生物医学工程学院院长胡晔教授发表于 ACS Nano (2025 Aug 12;19(31):28021-28109.) 的论文引用罗鹏、蒋晓帆的研究成果并高度肯定了本团队原创的新型阳离子型近红外聚集诱导发光荧光探针活体示踪技术体系。
4. 美国国家科学院、医学院、艺术与科学院院士，麻省理工学院大脑与认知科学系讲席教授冯国平发表于 Nat Commun (2024 Jun 12;15(1):4531.)的论文引用并高度肯定张洪晨、戴舒惠、李侠关于突触后致密物质的研究结果，提示该研究为炎症、氧化损伤、钙代谢紊乱加重脑深部缺血损伤提供了新的交互机制。
5. 美国哥伦比亚大学衰老研究中心主任 Yousin Suh 教授发表于 Nature Aging (2025 Feb;5(2):275-290.) 的论文高度肯定并采用本团队“胶质瘤缺氧应答基因调控网络拓扑研究”所筛选的核心分子作为调控各类细胞衰老相关基因表达的关键靶点。
6. 美国内布拉斯加大学医学中心微生物学和免疫学系病理学讲席教授 Tammy Kielian，神经外科主任 William E. Thorell 教授发表于 Cell Rep Med (2024 Nov 19;5(11):101790.)的论文引用本团队“缺氧应答基因调控网络”的研究结果并指出，缺氧通路深度参与开颅手术感染微环境的病理重塑，有望成为有效干预术后感染的新兴靶标。

(二) 成果写入五部专家共识

该项目成果被写入《Chinese Expert Consensus on the Management of Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage-related Hydrocephalus》、《脑动静脉畸形介入治疗中国专家共识》、《颅内夹层动脉瘤的血管内治疗中国专家共识》、《“移动卒中单元”中国专家共识》、《急性大血管闭塞性缺血性卒中血管内治疗中国专家共识》等五部中国专家共识。

(三) 成果获奖情况

1. 张洪晨. 钙离子感受器 STIM1 调控铁稳态促进神经元铁死亡加重

脑出血后脑损伤. 联勤保障部队神经外科专科联盟 2025 学术年会涂通今优秀论文奖三等奖，2025 年；

2. 毛星刚. 融合脑网络的多模态三维可视化技术在脑胶质瘤手术个体化解剖的应用分析（2025-01-20 出版）. 北京转化医学学会期刊专委会高质量论文，2026 年。

五、应用情况

项目围绕脑深部功能区病变精准外科救治需求，依托多模态影像学检查、脑功能及生命指标动态监测，建立基于病灶的临床应用脑网络识别、风险评估和动态预警方法，形成脑网络导向的分层救治、手术路径规划、围术期管理与术后功能评估技术体系。项目团队通过专题培训、急诊流程优化、远程会诊、手术示教、病例讨论和围术期管理指导等方式，在陕西、山西、四川、青海等地十家医疗机构开展推广应用，覆盖脑深部出血、重型颅脑损伤伴深部血肿、脑干挫裂伤、丘脑及基底节区病变，以及脑肿瘤、海绵状血管瘤、癫痫等疾病。应用过程中，相关单位逐步实现由单纯依据局部解剖判断向脑网络综合评估和精准决策转变，有效提升了病灶识别、手术风险评估、入路规划及围术期管理水平。各应用单位普遍反映，项目技术能够缩短术前准备和手术决策时间，提高深部血肿清除率及病灶安全切除水平，降低迟发性神经功能恶化、永久性神经功能损害、严重并发症和二次手术风险，缩短住院时间，改善患者预后并减轻医疗负担，形成了良好的临床应用效果和社会效益。

主要应用单位情况表

序号	单位名称	应用的技术	应用对象及规模	应用起止时间	单位联系人/电话
1	四川大学 华西医院	脑网络重建、脑深部病变精准外科及协同诊疗技术	脑肿瘤、海绵状血管瘤、脑出血及癫痫等患者 150 余例	2023.08.01- 2026.07.31	徐建国 / 18980602049

2	青海省人民医院	多模态影像、脑功能监测、脑网络快速识别定位及精准显微外科技术	脑肿瘤、脑血管病和功能性疾病患者 60 余例	2021.08.01-2026.07.31	张强 / 18997157773
3	山西医科大学第一医院	多模态影像及脑功能监测、脑网络重建、脑深部病变规范化精准救治技术	脑肿瘤、脑血管病和功能性疾病患者 80 余例	2022.06.15-2026.06.15	郭庚 / 15203513733
4	陕西省人民医院	CT、MRI 脑网络快速识别定位、精准外科及机器人手术技术	脑肿瘤、脑血管病和功能性疾病患者 60 余例	2021.08.01-2026.07.31	缪星宇 / 13891908616
5	西安市人民医院	CT、MRI 脑网络快速识别、分层救治、精准外科及机器人手术技术	脑肿瘤、脑血管病和功能性疾病患者 60 余例	2023.07.20-2026.07.20	刘卫平 / 13892891800
6	安康市中心医院	多模态影像与生命指标监测、脑网络快速识别、临床路径设计及精准手术技术	丘脑、脑干及基底节区脑出血患者 120 余例	2022.07.20-2026.07.20	李东波 / 13891509609
7	延安大学附属医院	脑网络快速识别、急诊流程优化、精准微创手术及围术期管理技术	脑深部出血及重型颅脑外伤伴深部血肿患者 110 余例	2022.07.25-2026.07.25	白茫茫 / 13991789866
8	榆林市第一医院	脑网络识别、血肿及功能区关系评估、最低脑网络损伤路径规划和综合救治技术	丘脑、脑干、基底节区及脑室旁脑出血患者 90 余例	2022.07.20-2026.07.20	高建忠 / 13509123371
9	延安大学	多模态脑影像	重型颅脑外伤	2023.07.15-	宋波 /

	咸阳医院	与生命指标动态监测、病灶适应性脑网络识别、分层救治及精准外科技术	伴深部血肿、脑干挫裂伤、丘脑及基底节出血患者 50 余例	2026.07.15	13891497312
10	铜川市人民医院	脑出血和脑外伤动态监测、脑网络失稳预警、分层救治及精准外科技术	重型颅脑外伤伴深部血肿、脑干挫裂伤、丘脑及基底节出血患者 40 余例	2022.06.20-2026.06.20	谢军 / 18992956600

六、主要知识产权和标准规范等目录

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家(地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	论文	Intermittent fasting reduces neuroinflammation in intracerebral hemorrhage through the Sirt3/Nrf2/HO-1 pathway	中国	19(1): 122.	2022 年 05 月 27 日	J Neuroinflammation	中国人民解放军第四军医大学	戴舒惠、魏嘉良、张洪晨、罗鹏、杨悦凡、蒋晓帆、费舟、梁文斌、蒋建利、李侠
2	论文	Observing Extracellular Vesicles Originating from Endothelial Cells in Vivo Demonstrates Improved	中国	17(16): 16174-16191.	2023 年 08 月 03 日	ACS Nano	中国人民解放军第四军医大学	高翔宇、高贺麒、岳康异、曹秀丽、杨二万、张卓媛、黄毓韬、李新、丁丹、罗鹏、蒋晓帆

		Astrocyte Function Following Ischemic Stroke via Aggregation-Induced Emission Luminescence						
3	论文	Shank3 ameliorates neuronal injury after cerebral ischemia/reperfusion via inhibiting oxidative stress and inflammation	中国	69:102983.	2024 年 02 月	Redox Biol	中国人民解放军第四军医大学	张洪晨、冯元、司艳芳、鲁传豪、王娟、王世全、李亮、谢文宇、岳哲明、雍佳、戴舒惠、张磊、李侠
4	发明专利	香豆素类化合物、制备方法及其制备治疗脑卒中药物的应用	中国	ZL201910540845.2	2020 年 11 月 24 日	4110191	中国人民解放军空军军医大学	李侠、王钧、李明凯、张文彤、马波、樊朝阳
5	发明专利	以 PresoCT 结构域为作用靶点的多肽及其在制备神经保护药物中的用途	中国	ZL 202410769195.X	2025 年 02 月 25 日	7752769	中国人民解放军空军军医大学	罗鹏、张卓媛、李新、刘丹、戴舒惠、田志成、李田晶、曹紫萱、高翔宇、张敏
6	发明专利	一种脑肿瘤的标签化三维多	中国	ZL 202211506311	2023 年 07 月 25 日	6174204	中国人民解放军空军	毛星刚、蒋晓帆、杨秋子、

		模态脑结构融合重建方法		.6			军医大学	薛小燕、姬昂、罗鹏、孙季冬
7	发明专利	基于机器学习的脑损伤 CT 影像优化分类方法	中国	ZL 2024 1 0533310 .3	2024 年 07 月 09 日	7173406	中国人民解放军空军军医大学	田志成、罗鹏、蒋晓帆、岳康异、汪玲
8	发明专利	一种可变径脑部造瘘神经内镜工作通道	中国	ZL2018 1 1140697 .7	2023 年 08 月 25 日	6270386	中国人民解放军第四军医大学	胡世颀
9	发明专利	一种手术导航系统	中国	ZL 2020 1 1615122 .3	2023 年 03 月 14 日	5769861	华科精准(北京)医疗设备有限公司	刘文博、李赞、刘鹏亮
10	发明专利	一种新型配准辅助装置	中国	ZL 2020 1 1506857 .2	2023 年 09 月 26 日	6353473	华科精准(北京)医疗设备有限公司	刘文博、楚晨龙、刘鹏亮

七、主要完成人情况

姓名	排名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目贡献
李 侠	1	科室主任	教授	中国人民解放军空军军医大学	中国人民解放军空军军医大学	对本项目三项创新点中的六项关键技术均有创造性贡献。
罗 鹏	2	无	副教授	中国人民解放军空军军医大学	中国人民解放军空军军医大学	对本项目创新点一、二、三中的部分关键技术作出了重要贡献。
毛星刚	3	无	副教授	中国人民解放军空军军医大学	中国人民解放军空军军医大学	对本项目创新点一、二、三中的部分关键技术作出了重要贡献。

刘文博	4	首席技术官	正高级工程师	华科精准（北京）医疗科技有限公司	华科精准（北京）医疗科技有限公司	对本项目创新点三中的部分关键技术作出了重要贡献。
闫志强	5	无	副主任医师	中国人民解放军空军军医大学	中国人民解放军空军军医大学	对本项目创新点二、三中的部分关键技术作出了重要贡献。
戴舒惠	6	副院长	副主任医师	中国人民解放军空军军医大学	中国人民解放军空军军医大学	对本项目创新点一、二中的部分关键技术作出了重要贡献。
费 舟	7	无	教授	中国人民解放军空军军医大学	中国人民解放军空军军医大学	对本项目创新点一、三中的部分关键技术作出了重要贡献。
蒋晓帆	8	无	教授	中国人民解放军空军军医大学	中国人民解放军空军军医大学	对本项目创新点一、二中的部分关键技术作出了重要贡献。
张洪晨	9	无	医师	中国人民解放军空军军医大学	中国人民解放军空军军医大学	对本项目创新点一、三中的部分关键技术作出了重要贡献。
鲁传豪	10	无	主治医师	中国人民解放军空军军医大学	中国人民解放军空军军医大学	对本项目创新点二、三中的部分关键技术作出了重要贡献。
胡世颀	11	无	副教授	中国人民解放军空军军医大学	中国人民解放军空军军医大学	对本项目创新点一、三中的部分关键技术作出了重要贡献。
李 赞	12	产品经理	无	华科精准（北京）医疗科技有限公司	华科精准（北京）医疗科技有限公司	对本项目创新点三中的部分关键技术作出了重要贡献。
孙季冬	13	无	主治医师	中国人民解放军空军军医大学	中国人民解放军空军军医大学	对本项目创新点一、二中的部分关键技术作出了重要贡献。
岳康异	14	无	讲师	中国人民解放军空军军医大学	中国人民解放军空军军医大学	对本项目创新点一、三中的部分关键技术作出了重要贡献。

田志成	15	无	讲师	中国人民解放军空军军医大学	中国人民解放军空军军医大学	对本项目创新点一、三中的部分关键技术作出了重要贡献。
-----	----	---	----	---------------	---------------	----------------------------

八、主要完成单位及创新推广贡献

完成单位	排名	创新推广贡献
中国人民解放军空军军医大学	1	作为项目第一完成单位，承担了项目总体组织实施和全部科技创新任务。依托神经外科临床、神经影像、电生理及医学研究平台，围绕脑深部功能区病变精准诊疗的临床需求，提出并完善病灶靶向性临床应用脑网络理论，融合多模态影像、电生理及全身状态信息，建立病灶、功能区、神经核团、纤维束和血管的一体化建模、量化评价与快速可视化方法，为脑网络损伤评估和临床决策提供技术基础。组织开展脑网络导向的早期鉴别诊断、风险评估、手术路径规划和功能保护研究，将脑网络评价贯穿脑深部肿瘤、出血及血管性病变的诊疗全过程，形成精准外科救治策略和手术技术，并通过临床病例验证持续优化技术流程和评价体系。同时，提出神经外科机器人面向临床应用的功能需求和安全规范，参与脑网络导航、动态监测、风险预警及机器人执行系统的设计验证，推动科研成果向医疗装备转化。负责临床研究组织、病例应用、疗效评价、技术规范完善及推广示范，形成论文、专利、软件著作权和医疗器械注册等系列成果。相关技术已在大型三甲医院及区域医疗中心推广应用，为脑深部功能区疾病的精准诊疗和国产智能神经外科装备的临床应用提供了重要支撑。
华科精准（北京）医疗科技有限公司	2	作为项目主要完成单位之一，主要承担科技创新三 中神经外科手术机器人一体化装备的工程研发、系统集成和成果转化。公司将应用脑网络模型与影像导航、机器人操控、动态监测及增强现实技术相融合，完成多模态影像配准、关键结构重建、风险识别、路径规划和机器人控制等功能模块的开发，推动手术机器人由传统几何定位向脑网络功能保护转变。重点攻克快速注册、精准定位、路径优化、动态避障、模块化集成及核心部件国产化等关键技术，形成适用于不同医疗场景的神经外科机器人及配套软件平台，完成相关知识产权、医疗器械注册和产品应用转化。通过与临床单位协同开展验证和推广，推动装备在大型医院、区域医疗中心及基层医疗机

		构应用。
--	--	------

九、完成人合作关系说明

该项目全体完成人围绕脑深部功能区病变“网络损伤难评估、干预时机难判断、手术路径难规划、功能保护难实现及智能装备不足”等临床难题，充分发挥神经外科、神经影像、临床监测、医学工程和智能装备等专业优势，围绕病灶靶向性临床应用脑网络构建与评价、脑网络导向精准外科救治及神经外科手术机器人研发开展协同攻关，形成了从理论研究、技术研发、临床验证到装备转化和推广应用的完整合作体系。

作为项目第一完成人，李侠教授负责项目总体设计、技术路线制定、研究任务分工、组织协调和质量控制，统筹应用脑网络构建与量化评价、精准外科救治技术及智能装备研发等工作，组织多学科会商、关键技术集成、临床应用验证和成果总结，推动各研究方向相互衔接、协同实施。

在病灶靶向性临床应用脑网络构建与量化评价方面，李侠教授与蒋晓帆教授、毛星刚副教授、孙季冬共同开展病灶相关功能网络识别、关键节点解析、病灶分割及个体化网络重建，研究脑深部病变对皮层功能区、深部核团和关键纤维束的影响，构建应用脑网络基础模型；与罗鹏副教授、戴舒惠副主任医师、费舟教授、蒋晓帆教授、张洪晨医师、胡世颀副教授、岳康异讲师、田志成讲师共同开展多模态影像、电生理及全身状态信息的采集、整合与分析，参与网络连接、信息传递效率、病灶偏离程度及脑网络负荷等指标的建立、验证和临床应用，推动脑网络由定性描述向个体化量化评价转变。

在脑网络导向的精准外科救治技术方面，李侠教授与罗鹏副教授、毛星刚副教授、闫志强副主任医师、戴舒惠副主任医师、蒋晓帆教授

共同开展脑深部病变的风险评估、早期鉴别诊断、干预时机判断及术前决策研究，推动应用脑网络指标与临床影像、病情评估相结合；与罗鹏副教授、毛星刚副教授、闫志强副主任医师、蒋晓帆教授、鲁传豪主治医师、孙季冬共同开展脑网络安全边界划分、手术入路设计、最小网络损伤路径规划、术中功能保护及临床效果评价，促进应用脑网络在低级别胶质瘤鉴别、脑出血急诊救治、脑干海绵状血管瘤手术和功能区胶质瘤切除中的转化应用。

在应用脑网络与神经外科手术机器人融合转化方面，李侠教授与毛星刚副教授、刘文博正高级工程师、闫志强副主任医师、李赞共同推进应用脑网络数字模型与影像导航、机器人控制、路径规划及安全执行平台的融合。临床团队负责提出神经外科应用需求，明确关键网络节点、功能保护要求和手术安全边界，并开展临床验证；工程技术团队负责网络边界表达、风险计算、路径优化、机器人控制及系统质量控制。各方协同推动手术机器人由传统几何定位和单纯避障，向基于脑网络功能保护的风险识别、路径规划和精准执行转变。

项目实施过程中，全体完成人按照“统一设计、专业分工、交叉协作、成果共享”的机制开展工作。李侠教授定期组织病例讨论、技术会商和阶段总结，各完成人共享临床病例、影像资料、监测数据、评价模型及装备平台，联合完成技术验证、流程优化、临床评价和成果推广。李侠、罗鹏、毛星刚、刘文博、闫志强、戴舒惠、费舟、蒋晓帆、张洪晨、鲁传豪、胡世颀、李赞、孙季冬、岳康异、田志成在各自承担的创新任务中相互配合、优势互补，共同完成了应用脑网络构建、精准手术技术研发及智能装备转化。通过长期稳定合作，团队形成了以临床问题为牵引、应用脑网络为基础、精准外科为核心、智能装备为支撑的协同创新关系，为项目成果形成、临床应用和推广转化奠定了基础。

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者/项目排名	合作起始时间	合作完成时间	合作成果	证明材料
1	论文合著	李侠 1 罗鹏 2 戴舒惠 6 费舟 7 蒋晓帆 8 张洪晨 9	2018 年 06 月	2021 年 12 月	Intermittent fasting reduces neuroinflammation in intracerebral hemorrhage through the Sirt3/Nrf2/HO-1 pathway	主要知识产权 4 其他附件 2.1
2	论文合著	罗鹏 2 蒋晓帆 8 岳康异 14	2020 年 06 月	2023 年 05 月	Observing Extracellular Vesicles Originating from Endothelial Cells in Vivo Demonstrates Improved Astrocyte Function Following Ischemic Stroke via Aggregation-Induced Emission Luminogens	主要知识产权 5 其他附件 2.2
3	论文合著	李侠 1 戴舒惠 6 张洪晨 9 鲁传豪 10	2021 年 06 月	2023 年 12 月	Shank3 ameliorates neuronal injury after cerebral ischemia/reperfusion via	主要知识产权 1 必备附件 1.1

					inhibiting oxidative stress and inflammation	
4	共 同 知 识 产 权	罗鹏 2 田志成 15	2023 年 06 月	2024 年 12 月	以 PresoCT 结 构域为作用 靶点的多肽 及其在制备 神经保护药 物中的用途	主要知识产权 7 其他附件 2.4
5	共 同 知 识 产 权	罗鹏 2 毛星刚 3 蒋晓帆 8 孙季冬 13	2018 年 06 月	2023 年 05 月	一种脑肿瘤 的标签化三 维多模态脑 结构融合重 建方法	主要知识产权 2 必备附件 1.2
6	共同 知识 产权	罗鹏 2 蒋晓帆 8 岳康异 14 田志成 15	2022 年 05 月	2024 年 05 月	基于机器学 习的脑损伤 CT 影像优化 分类方法	主要知识产权 8 其他附件 2.5
7	共同 知识 产权	刘文博 4 李赞 12	2019 年 12 月	2023 年 02 月	一种手术导 航系统	主要知识产权 3 必备附件 1.3
8	共同 获奖	李侠 1 费舟 7 蒋晓帆 8 胡世颀 11	2011 年 01 月	2014 年 01 月	中华医学科 技奖一等奖	其他附件 2.26
9	产业 合作	毛星刚 3 刘文博 4 闫志强 5 李赞 12	2023 年 08 月	2024 年 07 月	神经外科多 模态影像分 析与手术路 径智能规划 技术研发	其他附件 1.10