

# 拟推荐 2025 年中华医学科技奖候选项目/候选人 公示内容

<b>推荐奖种</b>	医学科学技术奖（非基础医学类）
<b>项目名称</b>	PET 分子影像探针制备关键技术体系创新及脑疾病成像应用
<b>推荐单位/科学家</b>	浙江省医学会
<b>项目简介</b>	<p>医学影像是现代医学的重大革新。新一代医学影像“核医学分子影像”是重大疾病精准诊治的重要方法。作为核医学分子影像必备双轮（影像探针、影像设备）之一，我国核医学分子影像探针的制备在国际上处于严重滞后状态，是影响临床诊治的“卡脖子”难题。该项目在国家自然科学基金重大仪器项目和国家杰青等项目资助下，创建了我国具有自主知识产权的“PET 分子影像探针合成制备关键技术体系”，获得重要技术突破和理论创新。主要创新成果如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 创制 PET 分子影像探针合成制备专用核心部件和系统，将连续合成效率提升 10%（60%±5 至 70%±5）、制备时间缩短 55%（45min 降至 20min），推动国产化分子影像探针合成设备的跨越发展与临床检查效率的显著提升。建立具有自主知识产权的 18F 标记 PET 分子影像探针的自动化连续制备、多功能无固相萃取制备两大关键技术体系，实现连续多批次 18F-FDG 影像探针合成、一机当日制备多种不同影像探针的功能，形成我国该领域完整核心专利群。</li> <li>2. 建立基于高通量微流控技术的 PET 分子影像探针合成制备体系，将大体积反应器微型化，合成效率提升 45%，原料消耗降低 90-95%，为新型分子影像探针研发开辟了新途径，提出基于分子影像的“透明病理”新理论。突破传统方法局限，创制两代多功能、模块化 PET 分子影像探针微流控合成制备系统，实现 PET 分子影像探针个性化定制，支撑多项分子影像探针原创性研发，建立基于分子影像的无创、系统性、全尺度时空动态评价疾病新模式。</li> <li>3. 构建 PET 分子影像的脑疾病脑功能可视化评价新方法，被纳入欧洲核医学会指南，主持制定 4 部脑疾病 PET 影像临床诊断国际共识，显著提升我国核医学分子影像诊断水平和国际影响。建立多模态 PET 分子影像儿童癫痫诊断技术体系（准确率 92%，特异性 89%），发现儿童癫痫认知功能障碍分子影像标志物；创新神经退行性疾病多模态时空融合可视化分析技术，实现 AD 早期分型准确率达 87%、个体转化预测能力提升至 79%，PD 前驱期诊断准确率提高至 90%。</li> </ol> <p>项目获国家授权发明专利 20 项，形成该领域核心专利群；发表 SCI 论著 100 余篇，10 篇代表性论文中单篇最高他引 296 次。获教育部科技进步一等奖 2 项、全国发明展览会金奖、日内瓦国际发明展览会金奖等；系列设备取得国内外认证，累计销售系统设备 247 台、试剂盒 2 万套，在四川华西医院、复旦华山医院等 60 余家三甲医院和医药企业推广应用，每年诊断 20 余万例病患。</p> <p>项目完成人张宏当选日本工程院外籍院士，田梅任世界分子影像学会（WMIS）主席（亚洲唯一）；培养 110 名研究生；张宏获国家杰青和万人计划领军人才，田梅获国家杰青和长江学者特聘教授，钟燕获中国科协青年人才托举工程；团队入选科技部重点领域创新团队。项目成果实现我国 PET 分子影像探针合成制备系统从无到有的突破，从整体上提升我国 PET 分子影像临床实践水平，有效支撑重大疾病的精准诊治。</p>

## 代表性论文目录

序号	论文名称	刊名	年,卷(期)及页码	影响因子	全部作者(国内作者须填写中文姓名)	通讯作者(含共同,国内作者须填写中文姓名)	检索数据库	他引总次数	通讯作者单位是否含国外单位
1	Hollow	Nano	2019;19(	9.6	张凯、屠蒙姣、	蔡晓军、郑元	Web	296	否

	Prussian Blue Nanozymes Drive Neuroprotection against Ischemic Stroke via Attenuating Oxidative Stress, Counteracting Inflammation, and Suppressing Cell Apoptosis	Letters	5):2812-2823		高伟、蔡晓军、宋法寰、陈正、张倩、王菁、金晨涛、施京京、杨祥、朱元凯、顾伟忠、胡兵、郑元义、张宏、田梅	义、张宏、田梅	of Science 核心合集、中国引文数据库		
2	Clinical, Dopaminergic, and Metabolic Correlations in Parkinson Disease: A Dual-Tracer PET Study	Clinical nuclear medicine	2018;43(8):562-571	10.0	刘丰韬、葛璟洁、邬剑军、吴平、马一龙、左传涛、王坚	左传涛、王坚	Web of Science 核心合集、中国引文数据库	43	否
3	PET mapping of neurofunctional changes in a posttraumatic stress disorder model	Journal of Nuclear Medicine	2016;57(9):1474-1477	9.1	朱云奇、杜瑞莉、朱元凯、沈业华、张凯、陈尧、宋法寰、吴爽、张宏、田梅	田梅	Web of Science 核心合集、中国引文数据库	22	否
4	Individual brain metabolic connectome indicator based on Kullback-Leibler Divergence Similarity Estimation predicts progression from mild cognitive impairment to Alzheimer's dementia	European journal of nuclear medicine and molecular imaging	2020;47(12):2753-2764	8.6	王敏、蒋皆恢、严壮志、Ian Alberts、葛璟洁、张慧玮、左传涛、郁金泰、Axel Rominger、施匡宇、Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative	蒋皆恢、左传涛	Web of Science 核心合集、中国引文数据库	48	否
5	PET Imaging Reveals Brain Functional	European journal of	2014;41(7):1388-1397	8.6	田梅、陈巧珍、张莺、杜峰磊、侯海峰、晁芳	张宏	Web of Scie	90	否

	Changes in Internet Gaming Disorder	nuclear medicine and molecular imaging			芳、张宏		nce 核心合集、中国引文数据库		
6	18F-FDG PET and high-resolution MRI co-registration for pre-surgical evaluation of patients with conventional MRI-negative refractory extra-temporal lobe epilepsy	European journal of nuclear medicine and molecular imaging	2018;45(9):1567-1572	8.6	丁瑶、朱元凯、蒋飏、周永吉、金博、侯海峰、吴爽、朱君明、Zhong Irene Wang、Chong H Wong、丁美萍、张宏、王爽、田梅	田梅	Web of Science 核心合集、中国引文数据库	56	否
7	A Deep Learning Framework for 18F-FDG PET Imaging Diagnosis in Pediatric Patients with Temporal Lobe Epilepsy	European journal of nuclear medicine and molecular imaging	2021;48(8):2476-2485	8.6	张沁茗、廖懿、王夏婉、张腾、冯建华、邓佳宁、施可欣、陈琳、冯柳、马敏迪、薛乐、侯海峰、豆晓锋、于聪聪、任蕾、丁瑶、陈宇飞、吴爽、陈泽鑫、张宏、卓成、田梅	张宏、卓成、田梅	Web of Science 核心合集、中国引文数据库	43	否
8	A novel analytic approach for outcome prediction in diffuse large B-cell lymphoma by [18F]FDG PET/CT	European journal of nuclear medicine and molecular imaging	2022;49(4):1298-1310	8.6	张晓辉、陈琳、蒋韩、何雪心、冯柳、倪妙琪、马敏迪、王菁、张腾、吴爽、周瑞、金晨涛、张凯、钱文斌、陈泽鑫、卓成、张宏、田梅	张宏、田梅	Web of Science 核心合集、中国引文数据库	31	否
9	Clinical Utility of 18F-APN-1607 Tau PET Imaging in Patients with Progressive Supranuclear Palsy	Movement disorders	2021;36(10):2314-2323	7.4	李玲、刘丰韬、李明、鲁佳荧、孙一恣、梁小妞、鲍伟奇、陈奇思、李欣忆、周新月、管一暉、邬剑军、阎紫宸、Ming-Kuei Jang、罗剑锋、王坚、左传涛、the Progressiv	王坚，左传涛	Web of Science 核心合集、中国引文数据库	46	否

					e Supranucle ar Palsy Neuroimage Initiative (PSPNI)				
10	Visualization of Mitochondria During Embryogenesis in Zebrafish by Aggregation- Induced Emission Molecules	Molecular Imaging and Biology	2022;24( 6):1007- 1017	3.0	岑沛立、崔春 艺、钟燕、周 悠悠、王志明、 徐鹏飞、罗晓 芸、薛乐、程 震、危岩、和 庆钢、张宏、 田梅	张宏、田梅	Web of Scie nce 核心 合集、 中国 引文 数据 库	0	否

### 知识产权证明目录

序号	类别	国别	授权号	授权时间	知识产权具体名称	全部发明人
1	中国发明专利	中国	ZL201810893037.X	2019-12-31	基于微流控技术的 PET 显像剂模块化集 成合成装置及其方法	张宏、田梅、潘建 章、方群、徐光明、 裘佳萍、雷鸣
2	中国发明专利	中国	ZL201610649392 . 3	2019-06-04	多次、快速合成 18F- FDG 的工艺及所采用 的阀门系统	周彤
3	中国发明专利	中国	ZL201810891317.7	2020-03-06	一种封闭注射泵促混 微流控反应装置及方 法	张宏、田梅、潘建 章、方群、徐光明
4	中国发明专利	中国	ZL201810892301.8	2019-12-31	用于合成反应中实现 干燥过程的微流控芯 片及其方法	潘建章、方群、徐 光明、张宏、田梅
5	中国发明专利	中国	ZL201810893026.1	2020-04-17	一种基于热驱动的微 流控反应装置及方法	潘建章、方群、张 宏、田梅、徐光明
6	中国发明专利	中国	ZL201810550699.7	2019-11-05	一种 Click 标记合成 PET 显像剂的微反应 器及其制备和反应方 法	雷鸣、张宏、潘建 章、徐光明
7	中国发明专利	中国	ZL201510434051.X	2018-07-03	一种连续两次合成氟- 18 放射性药物的工艺 及模块	周彤
8	中国发明专利	中国	ZL202010988379.7	2022-05-20	临床型单管氟-18 多 功能模块设备及放射 性药物合成工艺	周彤
9	中国发明专利	中国	ZL201610946000.X	2018-12-04	阿兹海默症 tau 蛋白 诊疗一体靶向药物前 体的合成方法	和庆钢、任荣、张 凯、张宏、田梅
10	中国发明专利	中国	ZL202110637657.9	2023-10-31	一种基于 CT 结构图像 自动化分析多巴胺转 运体 PET 图像的系统	田梅、罗巍、张宏、 王昊天、廖懿

完成人情况表					
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
张宏	1	浙江大学	浙江大学	教授	院长
对本项目的贡献	负责项目顶层设计、组织实施和推广应用，对创新点 1-3 做出重大贡献。创新提出“微流控放射合成”新理念，主持研发基于高通量微流控 PET 分子影像探针模块化集成合成系统，参与国产化 PET 分子影像探针合成制备关键技术体系构建，并在此基础上进行 PET 分子影像探针制备工艺优化与原创性研发（附件 2-1, 2-3, 2-6, 2-9）。创新代谢+受体多模态 PET 分子影像脑功能可视化评价方法，为癫痫、缺血性脑损伤等疾病无创诊断与疗效评价提供重要技术支撑（附件 1-1, 1-5）。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
田梅	2	浙江大学	复旦大学	教授	执行院长
对本项目的贡献	该项目主要完成人之一，对创新 2、3 做出重要贡献。参与 PET 分子影像探针微流控模块化集成合成系统研发工作，创新基于多模态医学影像的中枢神经系统疾病精准诊断与脑功能可视化技术，揭示多种精神疾病的神经环路与机理机制，牵头制定 4 部 PET 分子影像脑疾病精准诊断国际共识，创新提出基于分子影像的“透明病理”新理论（附件 1-1, 1-3, 1-6, 1-7, 2-1, 2-10）。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
左传涛	3	复旦大学附属华山医院	复旦大学附属华山医院	主任医师,教授	副主任
对本项目的贡献	该项目主要完成人之一，对创新点 3 做出重要贡献。率先在国际上开展基于新型 tau 蛋白靶向 PET 分子影像探针 18F-APN-1607 的临床研究，突破传统影像分析技术局限性，建立 PERSI-WM 参照法，显著降低由参照脑区和部分体积效应产生的影响；联合放射组学与深度学习技术，建立个体代谢链接分析方法，提高 AD 早期诊断水平与轻度认知障碍患者 AD 进展的准确性（附件 1-2, 1-4, 1-9）。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
王坚	4	复旦大学附属华山医院	复旦大学附属华山医院	主任医师,教授	科主任
对本项目的贡献	该项目主要完成人，对创新点 3 做出重要贡献。重点围绕帕金森（PD）谱系疾病，开展精准诊断与分型临床研究，首次发现我国 PD 患者早期脑代谢网络模式（附件 1-2, 1-9），创新有效预判前驱期患者 PD 转化风险的关键技术，提高 PD 疾病的早期诊断与干预能力，撰写 PD PET 诊断专家共识 3 部（附件 7-19）。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
钟燕	5	浙江大学医学院附属第二医院	浙江大学医学院附属第二医院	副研究员,医师	无
对本项目的贡献	该项目重要完成人之一，对创新点 3 做出实质贡献。负责衰老相关的病理生理可视化评估技术的构建与基础研究，撰写 Aβ 靶向阿尔茨海默病 PET 诊断国际共识，建立 AD 诊疗一体化纳米药物递送系统，为临床神经退行性疾病的诊治提供重要影像学支撑（附件 1-10, 7-18, 7-19）。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
金晨涛	6	浙江大学医学院附属第二医院	浙江大学医学院附属第二医院	主治医师	无
对本项目的贡献	该项目重要完成人之一，对创新点 2、3 做出实质贡献。参与微流控 PET 分子影像探针合成工艺的优化与系统性能测试；作为“透明病理”新理论提出者之一，参与构建 PET 分子影像技术在缺血性脑损伤、癫痫等神经精神疾病诊断中的应用体系（附件 1-1, 1-8），参与撰写 3 部 PET 分子影像脑疾病诊断国际共识（附件 7-18, 7-19）。				

姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
王菁	7	浙江大学医学院附属第二医院	浙江大学医学院附属第二医院	实验师	办公室副主任
对本项目的贡献	该项目重要完成人之一，对创新点 2、3 做出实质贡献。参与 PET 分子影像探针微流控模块化集成合成系统的调试与检测、各个模块研发与整体搭建工作，操作合成系统及 micro PET 进行临床前实验研究，推动 PET 分子影像脑功能可视化评价技术创新（附件 1-1, 1-8）。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
张晓辉	8	浙江大学医学院附属第二医院	浙江大学医学院附属第二医院	研究员,主治医师	无
对本项目的贡献	该项目重要完成人之一，对创新点 2 做出实质贡献。是“透明病理”新理论提出者之一，负责肿瘤方向新型 PET 探针研发与临床前实验研究，参与构建了基于 18F-FDG 的淋巴瘤诊断及预后预测模型构建（附件 1-8），推动基于 PET 分子影像的疾病精准诊疗技术发展，参与撰写基于 PET 的阿尔茨海默病精准诊断国际共识（附件 7-18）。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
周瑞	9	浙江大学医学院附属第二医院	浙江大学医学院附属第二医院	医师	无
对本项目的贡献	该项目重要完成人之一，对创新点 2、3 做出实质贡献。作为“透明病理”新理论提出者之一，长期从事基于新型 PET 分子影像探针（18F-TPE-TEG、18F-Bz-CP 等）的阿尔茨海默病、肿瘤等重要疾病诊断分期的临床前研究，参与构建 PET 影像诊断模型及诊疗一体化系统（附件 1-8），撰写 PET 分子影像诊断国际共识 4 部（附件 7-17, 7-18, 7-19）。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
潘建章	10	浙江大学	浙江大学	副研究员	无
对本项目的贡献	该项目重要参与者，对创新点 2 做出实质贡献。主要负责 PET 分子影像探针模块化集成合成系统核心微部件结构设计及整体规划，突破微小尺度下试剂干燥、混合等关键难题，构建石英材质一体成型零死体积微部件加工技术，优化合成工艺，创新 Click 标记合成的微反应器及方法（附件 2-4, 2-5, 2-6）。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
周彤	11	派特（北京）科技有限公司	派特（北京）科技有限公司	其他	总经理
对本项目的贡献	该项目重要参与者，对创新点 1 做出实质贡献。主要负责连续快速高通量 PET 分子影像探针合成关键技术的产业化落地，开发性能国际领先的模块系统及配套试剂盒（附件 2-2, 2-7, 2-8），并推动先关产品的推广应用，打造国产 PET 分子影像探针合成仪品牌。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
和庆钢	12	浙江大学	浙江大学	研究员,副教授	无
对本项目的贡献	该项目重要参与者，对创新点 2 做出实质贡献。主要从事放射性探针合成工艺创新，将放射性合成条件与微流控技术相融合，实现高通量低损耗 PET 分子影像探针的制备，并参与新型 PET 分子影像探针研发工作，构建可用于 AD 诊疗一体化的 PET 分子影像探针前体分子化合物，推动个体化精准诊断的发展（附件 1-10, 2-9）。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务

豆晓锋	13	浙江大学医学院附属第二医院	浙江大学医学院附属第二医院	主治医师	无
对本项目的贡献	该项目重要参与人，对创新点3做出实质贡献。主要从事基于多模态分子影像的癫痫、阿尔茨海默病、帕金森病临床研究工作，参与构建基于不同影像特征的癫痫诊断逻辑回归模型（附件1-7），撰写相关国内外专家共识3部（附件7-18, 7-19），推动相关特异性PET影像技术的临床诊断规范化。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
于聪聪	14	浙江大学医学院附属第二医院	浙江大学医学院附属第二医院	主治医师	无
对本项目的贡献	该项目重要参与人，对创新点3做出实质贡献。主要从事基于PET分子影像的癫痫、帕金森病临床研究，负责PET图像采集与归一化处理，筛选提取并分析影像学特征，建立MEI阴性癫痫诊断与预测模型，参与PET图像致病灶检测系统研发（附件1-7），参与撰写基于多巴胺能PET影像的帕金森临床诊断国际共识1部、国内共识1部（附件7-19）。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
薛乐	15	浙江大学	复旦大学附属华山医院	其他	无
对本项目的贡献	该项目重要参与人，对创新点3做出实质贡献。主要从事基于深度学习的中枢神经系统疾病影像分割、病灶定位及数据分析工作，参与建立超低剂量PET图像重建系统及方法、PET图像致病灶检测系统等（附件1-8, 1-10），通过对PET分子影像进行AI赋能，提升微小病灶/早期阶段的诊断精准性。				
<b>完成单位情况表</b>					
单位名称	浙江大学			排名	1
对本项目的贡献	浙江大学高度重视和支持分子影像专业的发展，先后建立浙江大学PET中心、浙江大学核医学与分子影像研究所、浙江大学核医学创新研究中心，并作为浙江省医学分子影像重点实验室依托单位，提供必要的人力资源和科研配套支持。通过多学科交叉、医工融合，聚焦我国核医学分子影像探针的合成制备在国际上处于严重滞后的“卡脖子”难题，提出高通量微流控放射性合成策略，创制我国具有自主知识产权的国产化PET分子探针合成制备关键技术体系及领先仪器设备，取得重要技术突破；开展新型特异性PET分子影像探针的研发工作，推动个性化影像诊断服务转化落地，为PET分子影像诊断临床应用推广与诊断水平提升提供了重要装备和技术支撑。				
单位名称	复旦大学附属华山医院			排名	2
对本项目的贡献	复旦大学附属华山医院是国家老年疾病临床医学研究中心建设单位之一，核医学/PET中心是国家卫生部核准国内首批引进PET设备的单位，神经内科是教育部国家重点学科、卫生部临床重点专科，拥有国内顶尖的临床科研团队与研究经验积累。复旦大学附属华山医院团队内成员通过长期跨学科紧密合作，资源共享，围绕帕金森病、阿尔茨海默病等神经退行性疾病开展多中心临床研究，创新多种影像组学方法与人工智能分析架构，每年举办国家继续教育学习班向全国20余个省市推广相关技术成果，培养青年人才，促进该项目转化应用。				
单位名称	浙江大学医学院附属第二医院			排名	3
对本项目的贡献	浙江大学医学院附属第二医院核医学是浙江省医学重点学科，牵头组建了浙江省医学分子影像重点实验室，拥有完善的临床诊疗资源和科学研究平台，为该项目的顺利开展提供丰富的临床资源与配套经费。浙江大学医学院附属第二医院基于PET分子影像探针合成制备关键技术体系，率先建立应用示范点，并围绕癫痫、神经退行性疾病等开展临床前研究和临床转化应用，牵头制定4部脑疾病PET分子影像精准诊断国际共识，推				

	动神经精神疾病可视化研究进展，实现重大疾病的早筛早诊早干预，提升我国核医学分子影像领域国际学术影响力。		
单位名称	派特（北京）科技有限公司	排名	4
对本项目的贡献	派特（北京）科技有限公司是该项目重要合作单位，与浙江大学建立长期合作基础，主要负责研究成果的产业化与推广。作为我国最早从事专业化研发、生产正电子药物合成模块的高新技术企业，通过了 ISO 9001 认证，相继取得了北京市高新技术企业证书、北京市新技术新产品服务证书，已搭建完备的研发平台，积累充足的科研经验，实现系列设备及产品的产业化生产与推广应用，服务对象已遍布国内 20 个省、4 个自治区和所有直辖市，与 60 余家国内大型三甲医院和医药企业建立长期合作关系，市场占有率超 50%。		