



北京清华长庚医院
Beijing Tsinghua Changgung Hospital

第二十三届全国核电子学与核探测技术学术年会
河南登封，2026.8.10

医工结合助力核医学设备创新发展

何作祥 刘亚强

清华大学

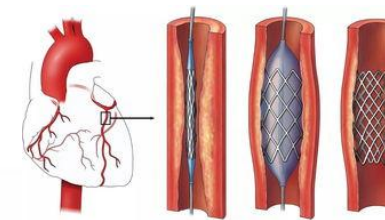


清华大学
Tsinghua University

医工结合是国家驱动创新发展的趋势

■ 医、工学科的交叉、融合是一种“学术生态”

- ✓ 医学对工科发展的牵引和驱动日渐凸显
- ✓ 工科对医学发展的支撑和重塑不可阻挡
 - 核磁等影像技术改变了整个医学检测
 - 介入微创技术重塑了心内科、心外科与神经科

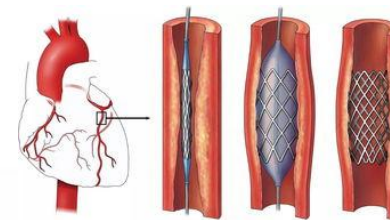


医工结合是国家驱动创新发展的趋势

■ 医、工学科的交叉、融合是一种“学术生态”

- ✓ 医工结合是相关学科发展的必然趋势，将全面促进科学发展
 - 达芬奇机器人对工科与医科的影响（新的学科方向）
 - 影像技术对整个科学技术领域的影响（新的学科领域）
 - 心理科学的研究越来越依赖技术：脑电、影像（学科重塑）

Multi-Cross-Inter-Integration Discipline
多、跨、交叉、融合-》新的学科方向、新学科



清华大学精准医学研究院



- ◆ 经清华大学2015~2016学年度第13次校务会议讨论通过，于2016.3.17正式揭牌成立
- ◆ 依托临床医学院，共建单位为：北京清华长庚医院和清华大学工程物理系，前者是其临床机构，后者是在医工交叉领域起示范作用的工科院系
- ◆ 经费来源于清华大学临床医学发展基金。



◆ 临床问题驱动，突破学科界限，交叉融合创新

- 临床医学院与相关院系合作，**设立交叉研究中心、实验室，双主任负责制**
- 实施精准医学科研计划，**设立医工交叉开放课题，双PI制**
- **不以SCI论文作为学术评价的唯一依据**，激励研究人员开展原创性、前沿性、跨学科研究，鼓励临床转化和医疗产品研发。

精准医学研究院



清华大学 临床医学院

School of Clinical Medicine, Tsinghua University

6个医工结合研究中心，15个医学交叉实验室

名称	首席专家 (院士)	共同主任 (医+工)	医科院系	工科院系
临床大数据中心	孙家广 尤政	徐沪济 吴及	临床医学院	电子工程系
数字医疗与医疗机器人中心	董家鸿	姜泊 郑钢铁	临床医学院	航天航空学院
人工心肺中心	雒建斌 董家鸿	许媛 张向军	临床医学院	机械工程系
智慧健康中心	张钹 陆建华	肖建中 杨斌	临床医学院	计算机系
医学转化影像中心	戴琼海	何作祥 王学武	临床医学院	工程物理系
可穿戴/可植入医疗设备中心	程京	张萍 冯雪	临床医学院	航天航空学院



孙家广
院士

尤政
院士



戴琼海
院士



邱勇
院士



程京
院士



雒建斌
院士



张钹
院士



陆建华
院士



吴澄
院士



精准医学研究院医学转化影像中心



戴琼海 院士
首席专家



何作祥
医学转化影像中心
主任



王学武
医学转化影像中心
主任



张丽
首席研究员



刘亚强
首席研究员



邱睿
责任研究员



郑卓肇
责任研究员



邢宇翔
责任研究员



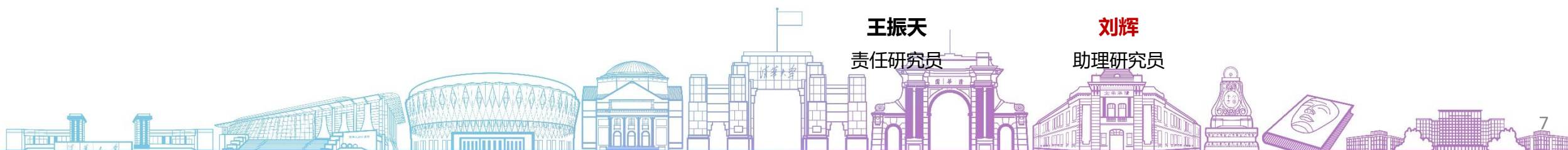
马天予
责任研究员



王振天
责任研究员



刘辉
助理研究员



十二五国家重点研发计划项目

“双探头单光子发射断层成像产品样机研制”

创新医疗器械特别审批申请审查通知单

(编号: 2015146)

北京永新医疗设备有限公司

你单位提出的创新医疗器械特别审批申请(受理号: 械特 2015-146)

产品名称: 可变角双探头单光子发射计算机断层成像设备

性能结构及组成: 设备由主机、病床、电气柜、准直器车和采集计算机组成。主机包括探头(含晶体、光电倍增管、准直器、数据采集电子学模块)、机架、探头运动控制机电模块、悬臂监控终端及手控盒等。

主要工作原理/作用机理: NET632 型可变角双探头单光子发射计算机断层成像设备采用由平板型 NaI (Tl) 晶体和 55 支光电倍增管组成的大面积闪烁探测器, 通过对人体注入的放射性示踪核素的测定, 经数据采集系统采集、处理信息, 再由图像处理系统分析处理, 给出被检人心脏、骨、甲状腺、肾、肺、脑等器官的图像和功能参数, 结果以彩色监视器显示, 用彩色打印机打印输出, 为医学诊断提供依据

经审查, 审查结论为:

同意按照《创新医疗器械特别审批程序》进行审批。

特此通知。

抄送: 北京市食品药品监督管理局(境内医疗器械)。

国家食品药品监督管理总局

医疗器械技术审评中心

2016 年 2 月 25 日

中华人民共和国医疗器械注册证

注册证编号: 国械注准2017330681

注册人名称	北京永新医疗设备有限公司
注册人住所	北京市通州区中关村科技园区通州园金桥科技产业基地环科中路17号17A
生产地址	北京市通州区中关村科技园区通州园金桥科技产业基地环科中路17号17A一层、二层及17B一层
代理人名称	/
代理人住所	/
产品名称	可变角双探头单光子发射计算机断层成像设备
型号、规格	NET632
结构及组成	本产品由主机、检查床、配电柜、准直器车、采集处理工作站、采集主控工作站组成。主机包括伽玛光子探头、准直器、机架、悬臂监控终端以及手控盒模块。
适用范围	供经过适当培训的医护人员用于协助损伤、肿瘤、疾病和器官功能的检测、定位、诊断、疾病分期和再分期, 从而进行疾病和病症的评估, 包括但不限于心血管病、神经障碍和癌症。
附件	产品技术要求
其他内容	/
备注	

审批部门: 国家食品药品监督管理总局

批准日期: 二〇一七年四月二十六日
有效期至: 二〇二二年四月二十六日



创新医疗器械

三类医疗器械注册证
(国产首台)

样机实物

临床SPECT研制



可变角双探头人体SPECT

用户：山西医科大学第一医院，内蒙古医科大学附属医院，北京大学第一医院，北京清华长庚医院，541总医院，玉林市卫生学校附属医院，郴州湘南附属医院，北京高博博仁医院，包头医学院第二附属医院，.....

十四五国家重点研发计划“诊疗装备与生物医用材料”专项 双探头可变角人体SPECT/CT一体机研发

研究目标：研制国产首台数字化、双探头可变角SPECT/CT一体机，整机取得医疗器械产品注册证，打破国外技术和市场垄断。

产品不仅填补了国内空白，而且各项性能指标达到国际先进水平



MA

200015344412

检 验 报 告

报告编号：2025-WT-0870-AF

委托方：成都永新医疗设备有限公司

生产单位：苏州永新智造医疗科技有限公司

样品名称：单光子发射及X射线计算机断层成像系统

型号：Insight NM/CT EX

检验类别：委托检验

北京中关村永新医疗科技有限公司

中华人民共和国医疗器械注册证

注册证编号：国械注准20233061628

注册人名称	北京永新医疗设备有限公司
注册人住所	北京市通州区中关村科技园通州金桥科技产业基地环科中路17号17A
生产地址	苏州高新区五台山路528号10号楼1楼（委托生产）
代理人名称	/
代理人住所	/
产品名称	单光子发射及X射线计算机断层成像系统
型号、规格	Insight NM/CT Pro、Insight NM/CT、Insight NM/CT Elite
结构及组成	由SPECT主机架（含两个SPECT探测器）、CT主机架（含X射线管组件、高压发生器、CT准直器、CT探测器、激光定位灯）、检查床、网电源箱、电源分配箱、PDU服务器、采集器/端工作站、SPECT采集服务器/工作站、CT采集服务器/工作站、影像处理工作站、患者定位系统、手托架、CT控制盒、SPECT准直器、准直器车、选配件和附件组成。详见产品技术要求。
适用范围	临床常用于肿瘤、心血管系统、泌尿系统、神经系统疾病的影像学检查及评估。SPECT部分可单独成像。
附件	产品技术要求
其他内容	/
备注	该产品受托生产企业名称为苏州永新智造医疗科技有限公司

审批部门：国家药品监督管理局
注册专用章

批准日期：二〇二三年十一月八日
生效日期：二〇二三年十一月八日
有效期至：二〇二八年十一月七日



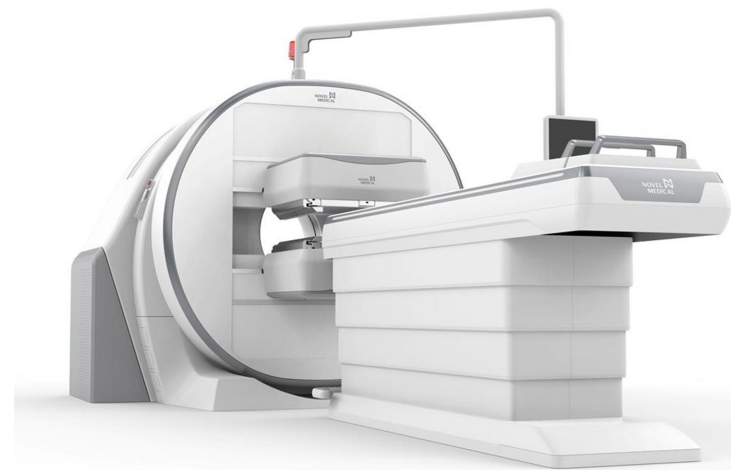
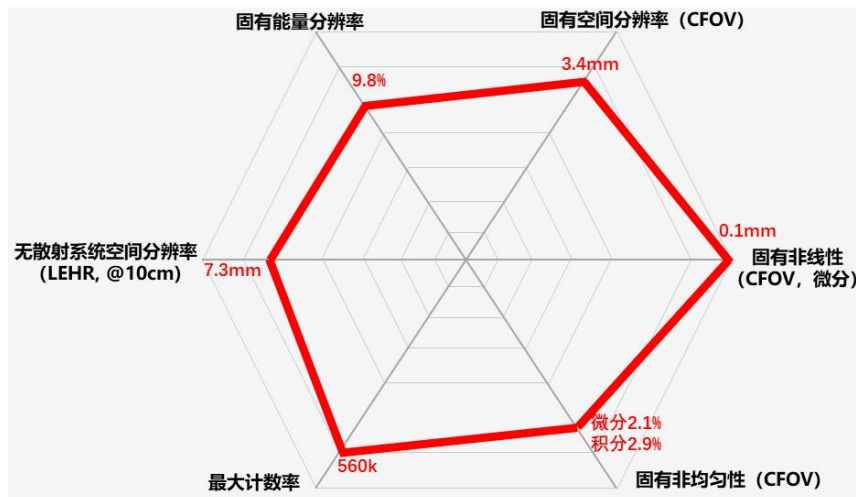
双探头可变角人体SPECT/CT一体机研发

预期成果

- 成功开发自主知识产权的针对心脏成像的高空间分辨率、高探测效率成像系统。
- 成功研制自主知识产权的**国产首台数字化、双探头可变角SPECT/CT一体机**，整机取得医疗器械产品注册证，打破国外技术和市场垄断。

创新点

- 多针孔准直器高性能成像技术，分辨率和灵敏度双升
- 基于多模态、多种物理校正的SPECT绝对定量重建算法
- 基于高性能多针孔准直器的心肌灌注血流储备（MBF）算法



“国家重点研发计划”诊疗装备与生物医用材料专项（2022）



单光子发射及X射线计算机断层成像系统获批上市



发布时间：2023-11-08

- 国家药品监督管理局批准了北京永新医疗设备有限公司的“单光子发射及X射线计算机断层成像系统”创新产品注册申请。
- 该产品临床用于肿瘤、心血管系统、泌尿系统、神经系统疾病的影像学检查及评估，其SPECT部分还可单独成像。作为国产首台可变角、双探头、通用型SPECT/CT一体机，该产品不仅填补了国内空白，而且各项性能指标达到国际先进水平。

Insight 四维定量SPECT/CT入选 《中国2023年度重要医学进展》

- 《中国2023年度重要医学进展》是中国医学科学院聚焦我国学者主要在2023年度取得的重要成果而做的评选。
- 在众多成果数据中，最终有43项重要进展入选《中国2023年度重要医学进展》。

进展
41

单光子发射及X射线计算机断层成像系统获批

注册人名称：北京永新医疗设备有限公司。

主要呈现形式：产品：单光子发射及X射线计算机断层成像系统，
国械注准20233061628。



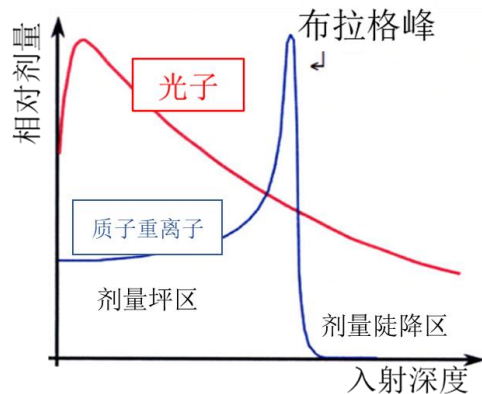
国产双探头单光子影像设备（SPECT）应用解决方案研究



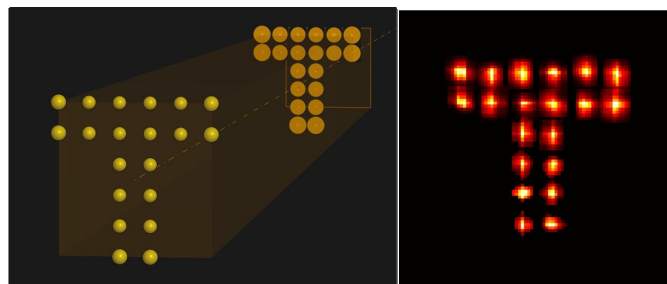
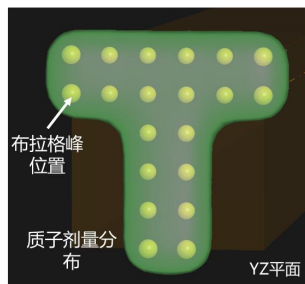
国家重点研发计划“诊疗装备与生物医用材料”重点专项

十三五国家重点研发计划“数字诊疗装备研发”专项 质子剂量在线监测研究

研究目标：研制瞬发伽马光子成像样机，实现质子治疗剂量在线监测。



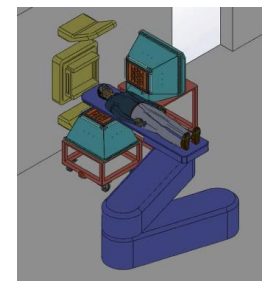
瞬发伽马光子成像样机



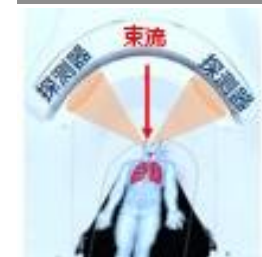
笔形束照射时瞬发伽马光子成像

- 完成从技术研发到样机验证的关键跨越
- 推进产品定型、场景应用和产业化落地

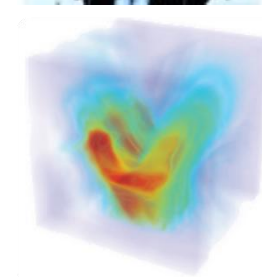
• **第一代产品：**
滑轨式和推车式设备
(26年完成型检)



• **第二代产品：**
机架集成式设备



• **第三代产品：**
监测剂量引导式设备



产业化规划

十一五国家高技术研究发展计划（863）“生物医学关键仪器”专项 动物MRI及PET、SPECT、CT成像设备

Inliview 动物PET/SPECT/CT

核素覆盖广 > PET、SPECT核素双引擎

多模态于一体设计，使科研覆盖能力更强

图像质量高 > 先进的图像探测技术

高分辨PET+全环SPECT+微米级CT，确保高分辨成像

性能稳定可靠 > 高性能的工业化设计

高密度SiPM+ASIC 芯片，大幅提升设备性能及稳定性

实验友好设计 > 丰富的实验辅助功能

高通量采集+便捷的实验辅助系统，让科研探索更高效

**国内动物PET/SPECT/CT市场
~50%**



一代

源于 863课题



InliView-3000 系列

国产首台可商用动物PET/SPECT/CT



InliView-5000 系列

多场景、高性能、高通量

Inliview 3000 系列 装机

- 北京大学
- 北京朝阳医院
- 武汉协和医院
- 山西医科大学第一医院
- 西南医科大学附属医院
- 北京大学第一医院
- 天津医科大学总医院
- 重庆大学附属肿瘤医院
- 常州市第一人民医院

- 河北医科大学第四医院
- 河北医科大学第一医院
- 吉林大学第二医院
- 遵义医科大学附属医院
- 淄博市市立医院
- 甘肃中医药大学
- 中国辐射防护研究院
- 北京先通国际医药科技股份有限公司

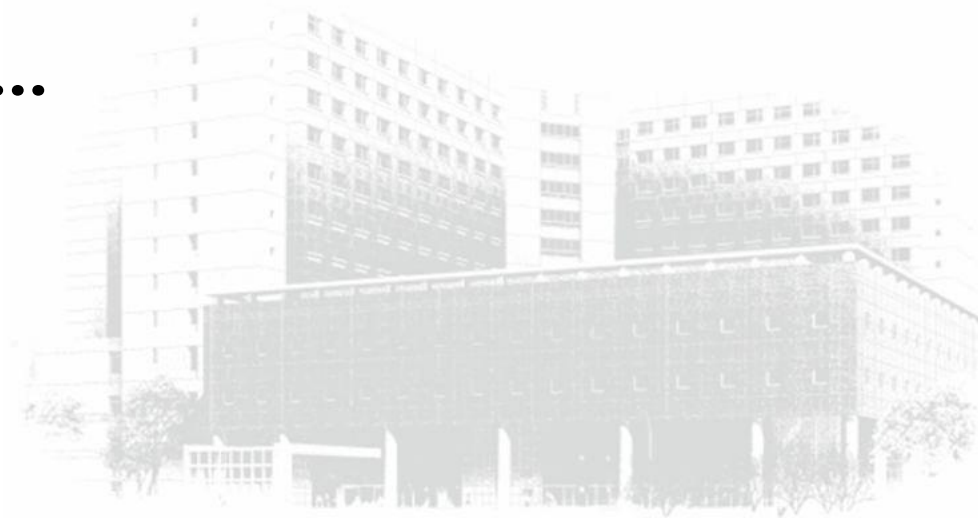
Inliview 5000 系列 装机

- 武汉协和医院
- 成都纽瑞特医疗科技股份有限公司
- 北京大学

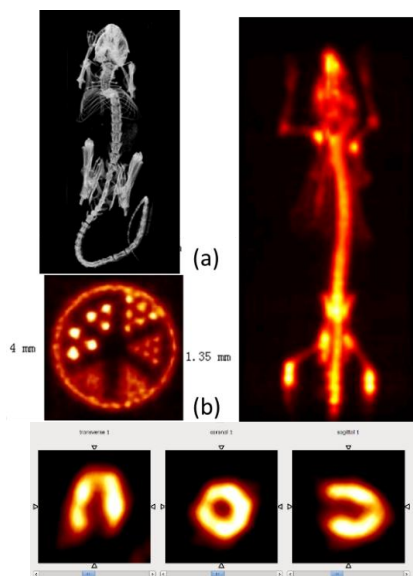
科研仪器：小动物PET/SPECT/CT



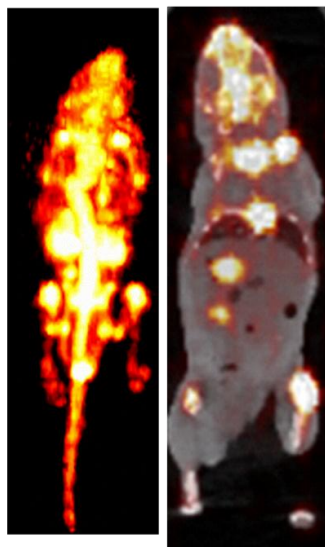
**应用单位：北京大学第一医院；
武汉协和医院；甘肃中医药大学；天津
医科大学总医院；河北医科大学第四医
院；西南医科大学附属医院；北京先通
国际医药；.....**



基于小动物PET/SPECT/CT研究论文



小鼠PET/CT



小鼠SPECT/CT

- Visualizing $\gamma \delta$ T cells by very late antigen-4-targeted positron emission. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2022 Oct;49(12):4156-4170.
- PET imaging of hepatocellular carcinoma by targeting tumor-associated endothelium using ^{68}Ga -PSMA-617. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2022 Oct;49(12):4000-4013.
- Multi-antitumor therapy and synchronous imaging monitoring based on exosome. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2022 Jul;49(8):2668-2681
-

科研仪器：大动物SPECT/CT仪器

- 研制全四维动态的大动物SPECT/CT



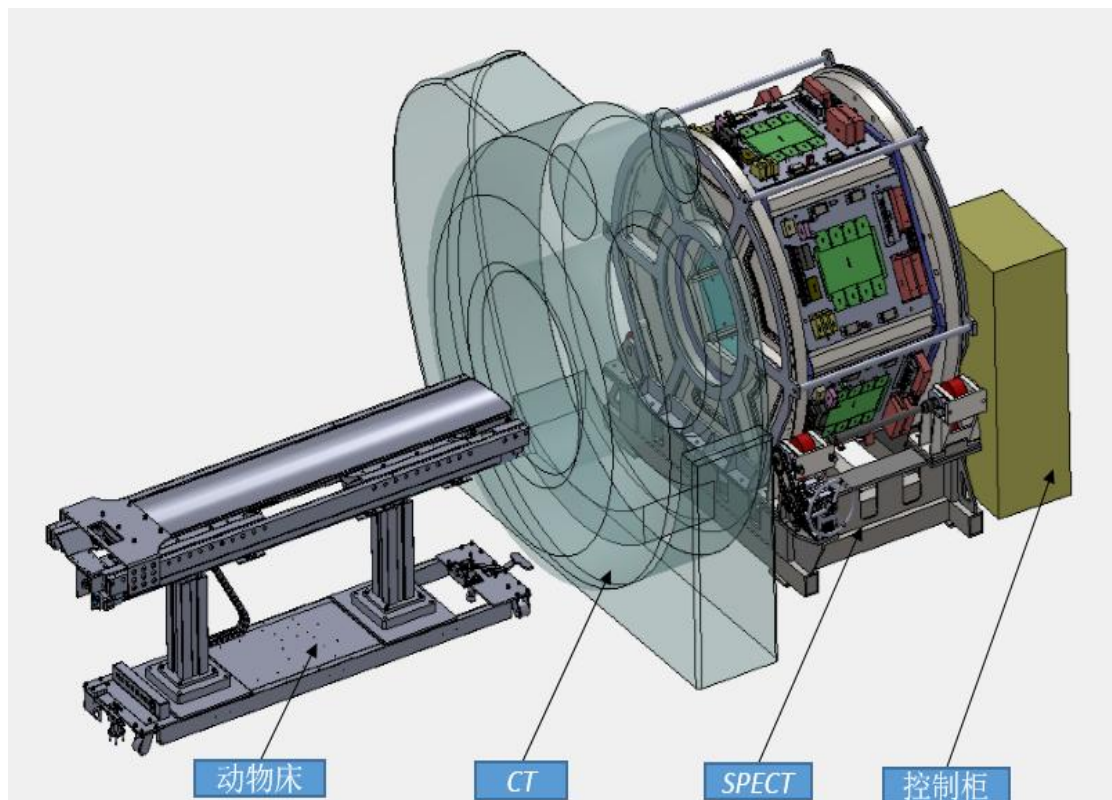
- 用于兔、小型猪、犬等大动物
- 用于长半衰期的SPECT显像

□大动物模型的解剖学、免疫学、生理学等与人类更相似，更适合心血管疾病、神经精神疾病的研究。

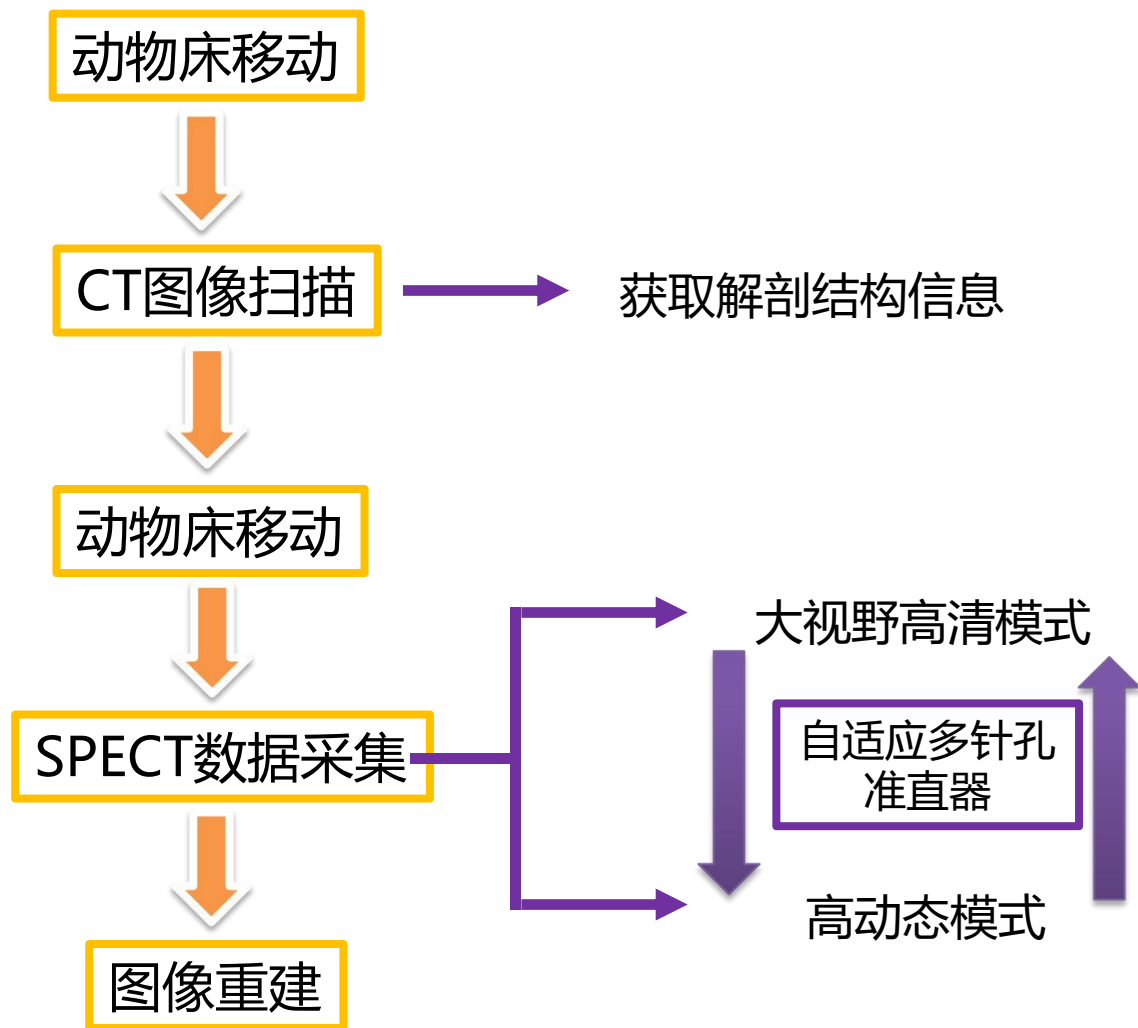


大动物SPECT/CT系统设计

大动物SPECT/CT系统设计



工作流程





大动物SPECT/CT

2025年3月，通过结题验收
评级：优秀



SPECT



CT

集成组装
→
对中调试



SPECT/CT

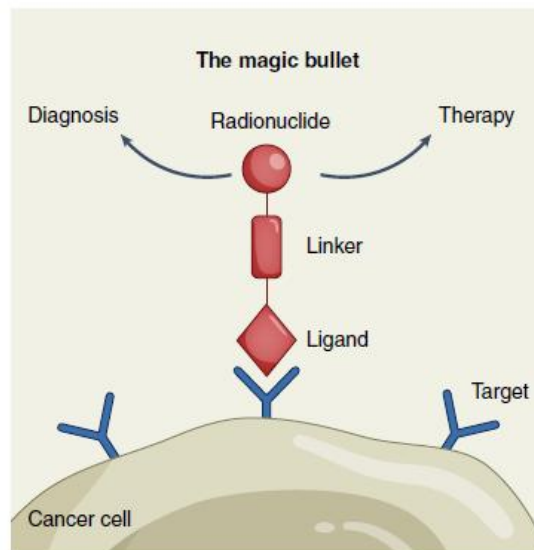
国家自然科学基金国家重大科研仪器研制项目

诊疗一体化

诊疗一体化 在精准肿瘤学应用前景广阔

核医学诊疗一体化时代到来

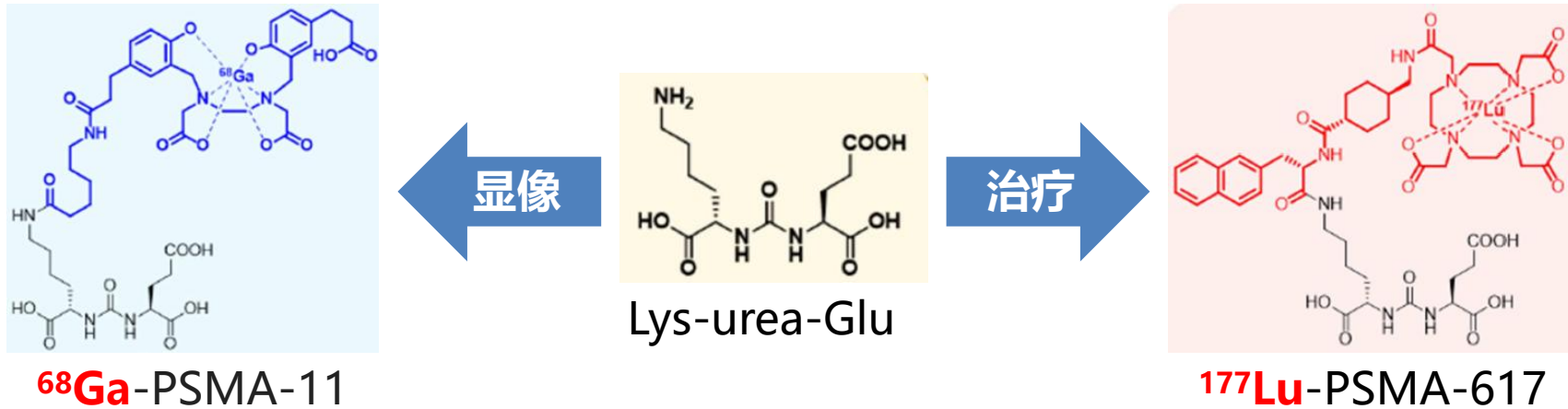
naturemedicine Explore content ▾ About the journal ▾ Publish with us ▾ Subscribe nature > nature medicine > news feature > article News Feature Published: 19 April 2022 Theranostics could be big business in precision oncology	THE LANCET Oncology Volume 22, Issue 11, November 2021, Pages 1497-1498 Comment Nuclear medicine theranostics comes of age
---	---



诊疗一体化诊断与治疗放射性药物

	诊断放射性药物	治疗放射性药物	临床诊断与诊疗病种
同一元素的 诊疗核素对	Na^{123}I 、 Na^{124}I	Na^{131}I	分化型甲状腺癌
	^{123}I -MIBG、 ^{124}I -MIBG	^{131}I -MIBG	嗜铬细胞瘤
不同元素的 诊疗核素对	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MDP、 ^{18}F -NaF	$^{89}\text{SrCl}_2$ 、 $^{223}\text{RaCl}_2$	恶性肿瘤骨转移
	^{68}Ga -DOTATATE	^{177}Lu -DOTATATE	神经内分泌肿瘤
	^{68}Ga -PSMA	^{177}Lu -PSMA	前列腺癌

诊疗一体化



H. Kwon, et al. Asian J. Org. Chem. (2019)

“ Making the decision for ^{177}Lu -PSMA RLT should not be based on a predefined cut-off for ^{68}Ga -PSMA uptake in pre-treatment PET/CT. ”

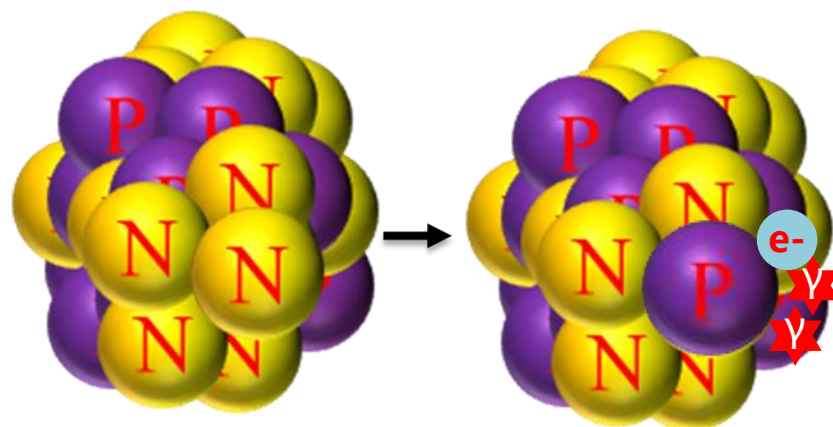
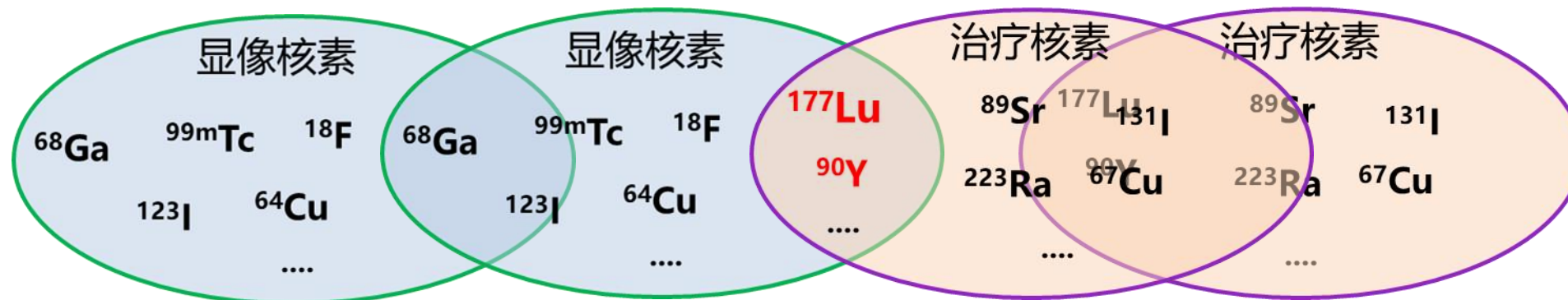
不应依据治疗前 ^{68}Ga -PSMA PET显像，决策 ^{177}Lu -PSMA治疗

Manafi-Farid R, et al. Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging (2021)

核素诊疗一体化

同时具有成像与治疗属性的核素是最理想的诊疗一体核素，一次性将其引入体内可直观显示放射性核素分布、浓聚程度的同时并进行治疗，真正做到了诊疗一体化。

核医学诊疗一体化



^{177}Lu



^{177}Hf

+

e^-

+

γ

498 keV

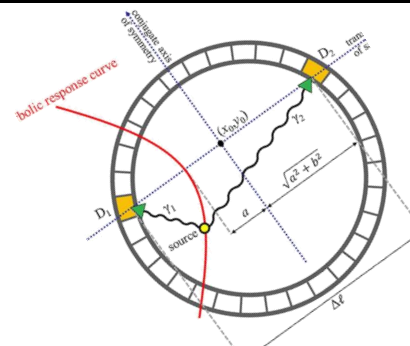
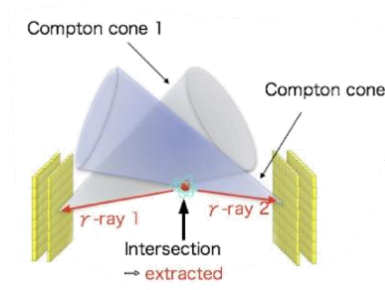
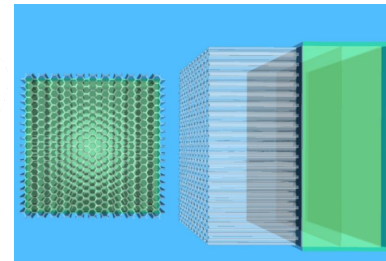
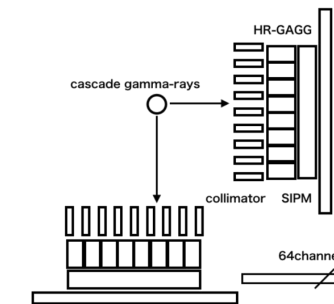
$\longrightarrow$ 治疗

208 keV

113 keV

} 单光子成像

级联 γ 光子成像

方案	飞行时间技术 TOF-PET	GAGG-SiPM 康普顿成像	平行孔准直器 双NaI探测器	平行孔准直器 GAGG-SiPM
系统结构				
研究现状	蒙特卡罗模拟	模块实验	蒙特卡罗模拟	模块实验
符合探测效率	2×10^{-3}	3.57×10^{-6}	6×10^{-8}	$\sim 10^{-8}$
空间分辨率	20 mm	28 mm	7.2 mm	4.1 mm
能量分辨率	12%-18%@511keV	12.4%@662keV	无	10.2%@245keV

- **TOF-PET和康普顿技术：空间分辨率差**
- **平行孔准直器符合技术：符合探测效率低**

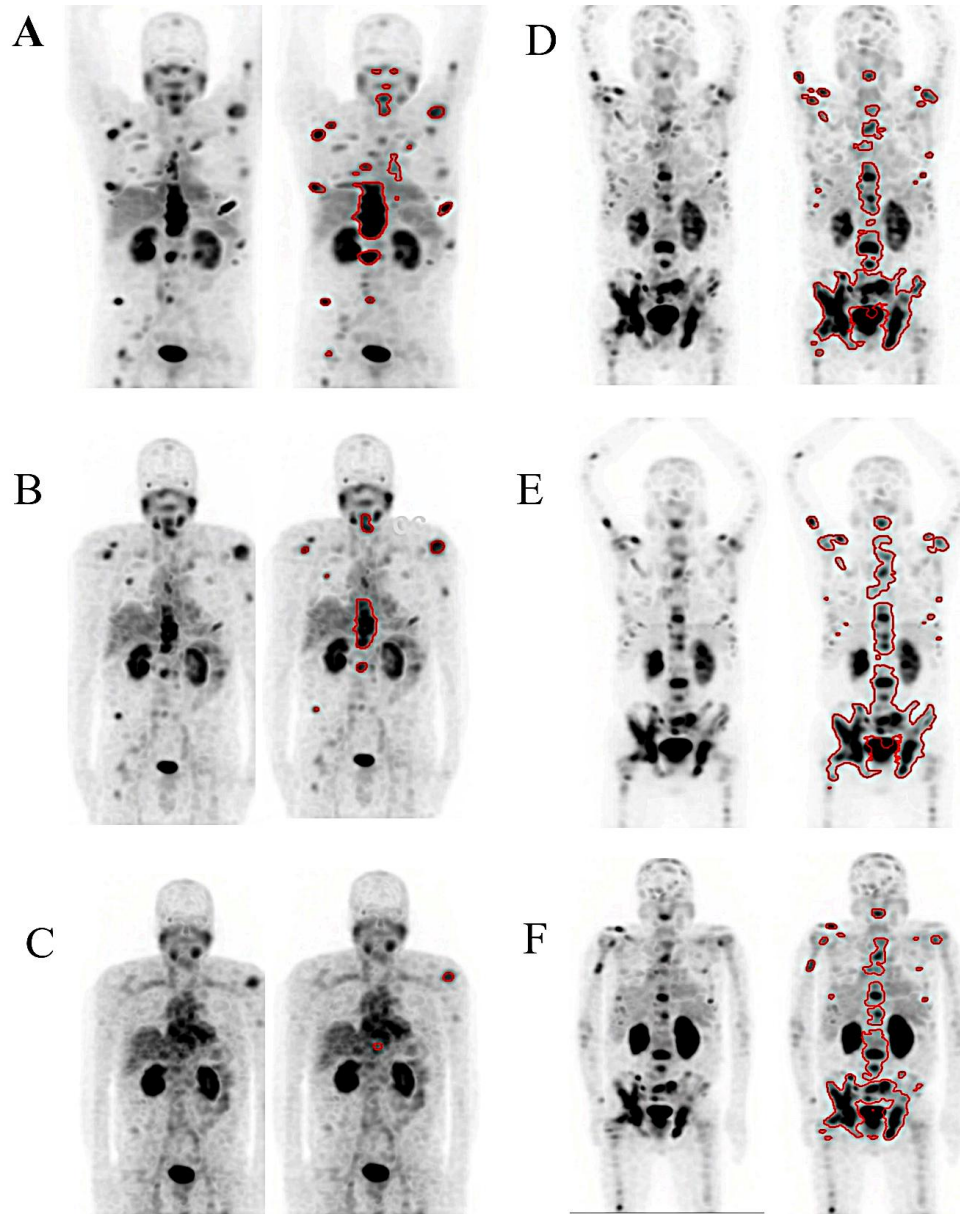
Chiang C.C., et al., Sci. Rep., 2020.

Uenomachi M., et al., Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. Sect. A., 2018.

Pahlka R.B., et al., Bimed. Phys. Eng. Express, 2018.

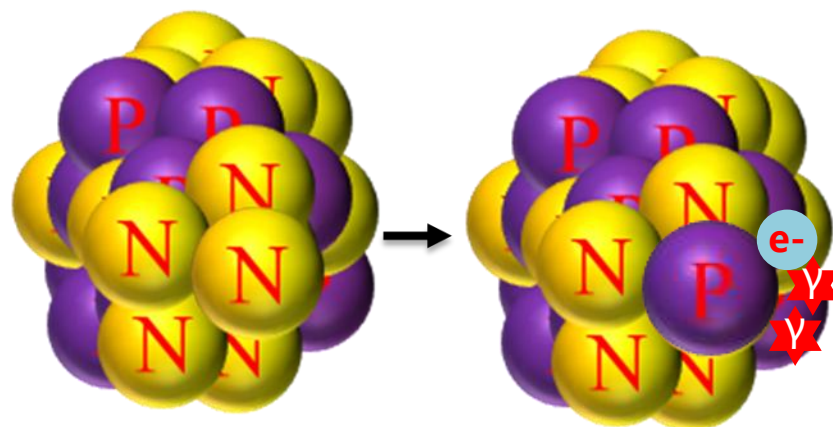
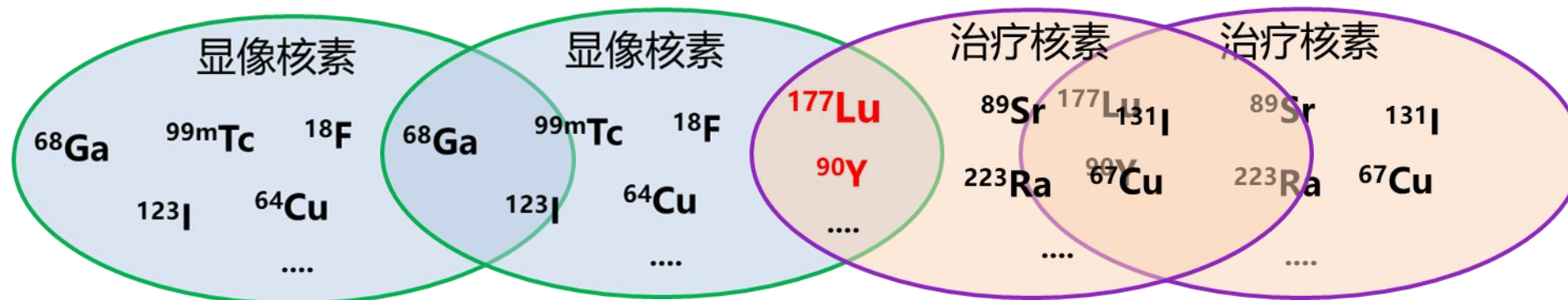
Shimazoe K., et al., J. Instrum., 2017.

Same-day post-therapy SPECT/CT and quantification for patients treated with ^{177}Lu -PSMA-617



Song H, et al. Eur J Nucl Med & Mol Imaging (2024) 51:2784–2793

核医学诊疗一体化



^{177}Lu



^{177}Hf

+

e^-

+

γ

498 keV

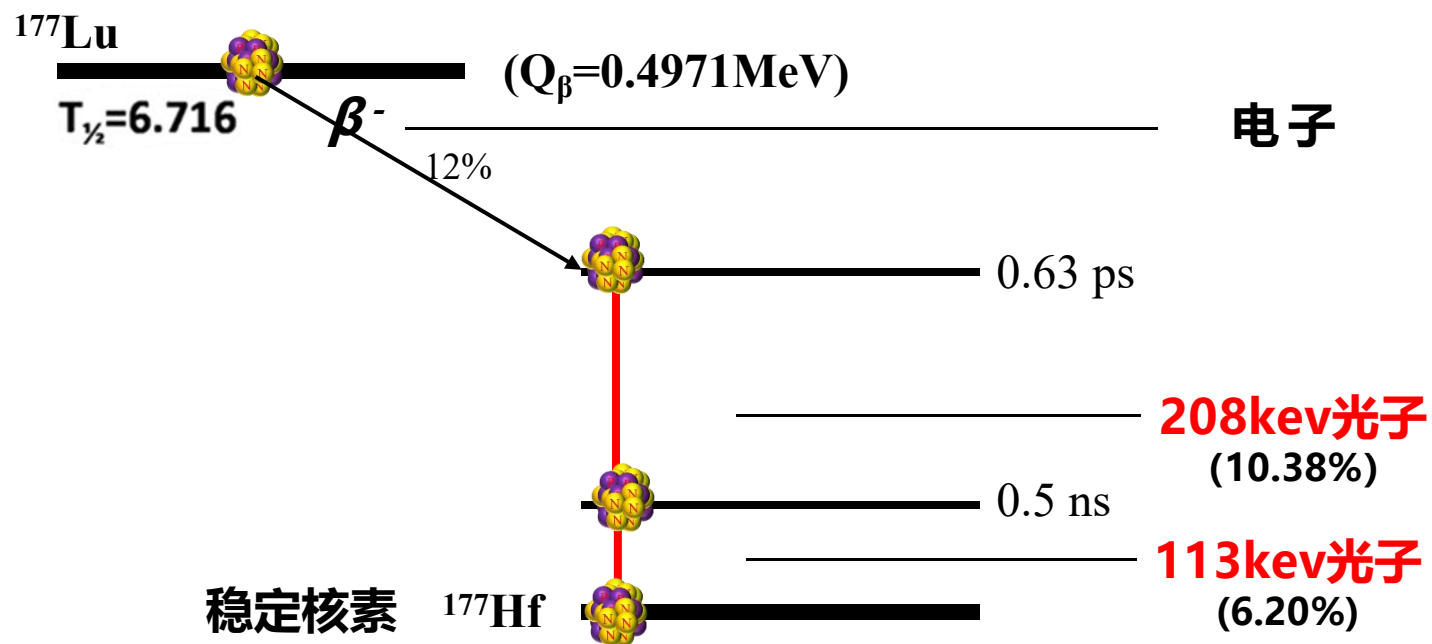
$\longrightarrow$ 治疗

208 keV

113 keV

} 级联 γ 光子
符合成像

级联 γ 光子符合成像



级联 γ 光子时间间隔小于10 ns的概率大于99.999%

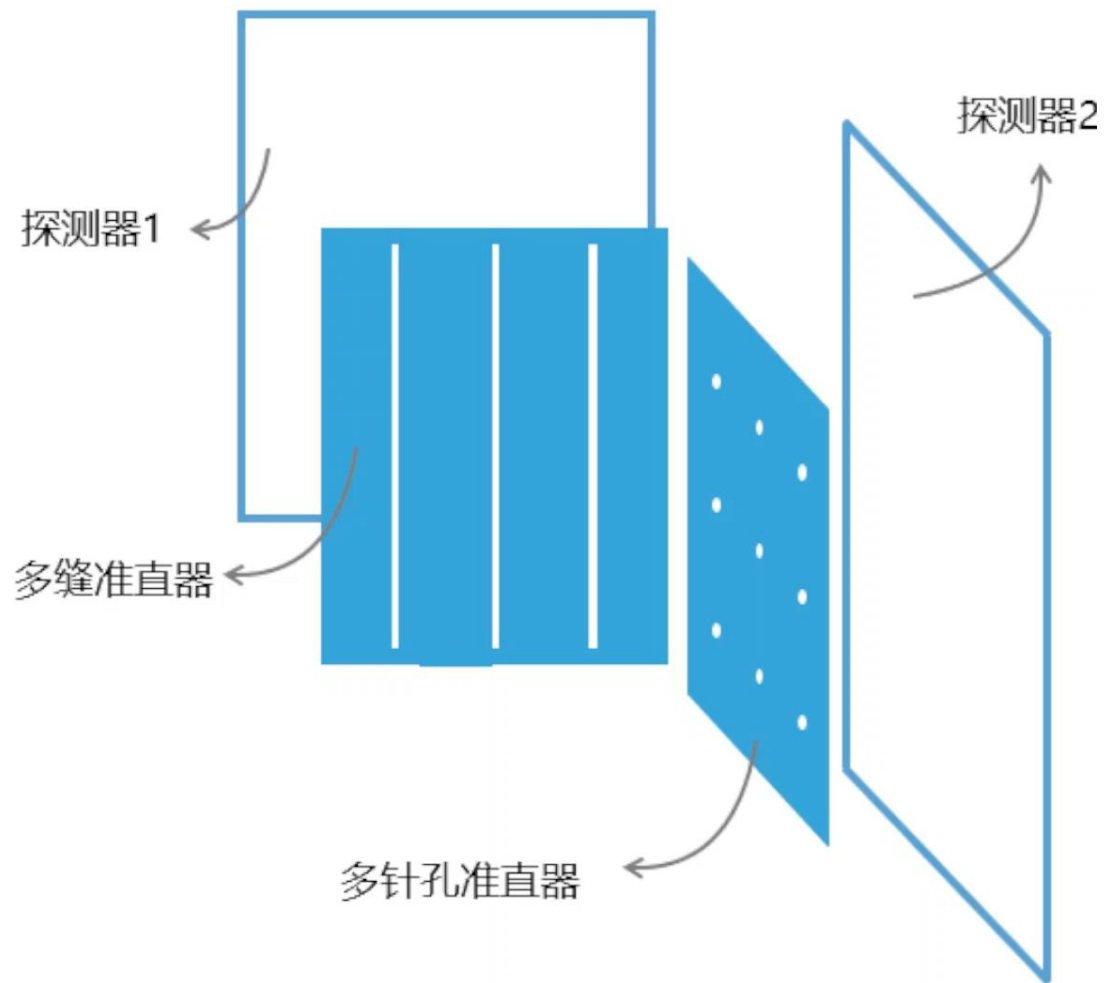
在10 ns内的位移小于3 μm



级联 γ 光子几乎产生于同一时间和位置

更丰富的信息可以用于成像

级联 γ 光子符合成像



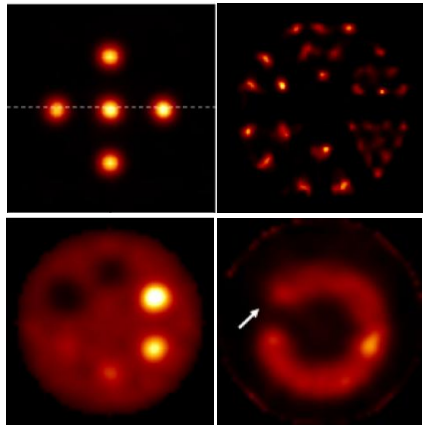
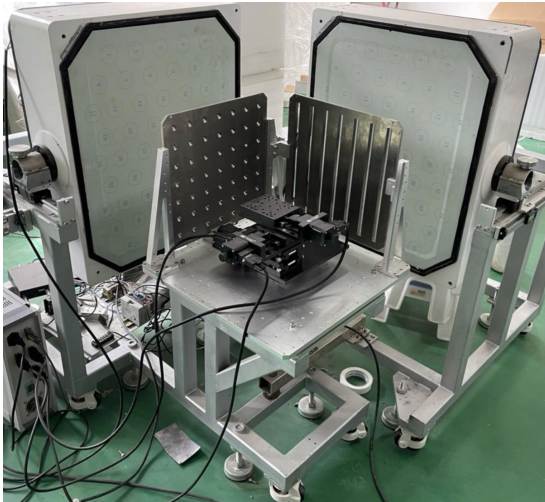
团队提出基于孔缝准直的 时空符合成像方法

- 孔准直器：高空间分辨率
- 缝准直器：高探测灵敏度
- 通过级联 γ 光子的反投影面与反投影线的交点，定位核素衰变位置，实现实时成像



北京清华长庚医院
Beijing Tsinghua Changgung Hospital

基于碘化钠(NaI)探测器的 级联 γ 光子成像原理验证



- 符合探测效率 3.5×10^{-6}
- 能量分辨率10%@140 keV
- 符合时间分辨率12.9 ns
- 重建分辨率7.0 mm

第三方评价

提高2个量级的探测效率（与传统的
双平行孔准直方案相比）

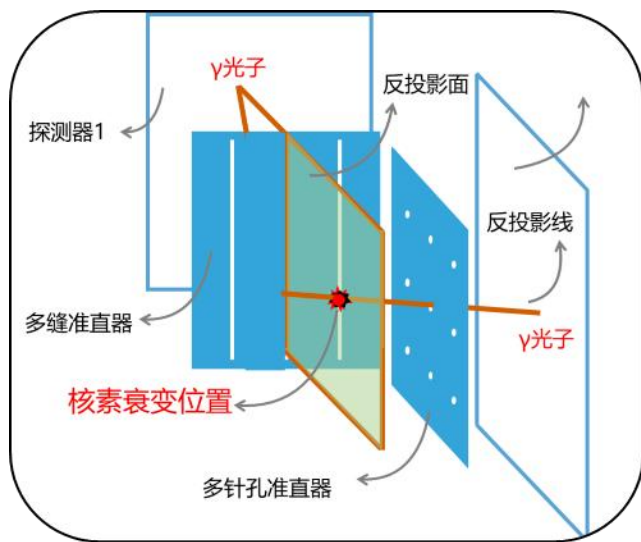
“the improvement of detection efficiency in two orders using both pin-hole collimator and slit collimator in coincidence imaging”

¹Department of Bioengineering, School of Engineering, The University of Tokyo
Shimazoe K, et al., Commun. Phys., 2022, 5(24): 1-8.

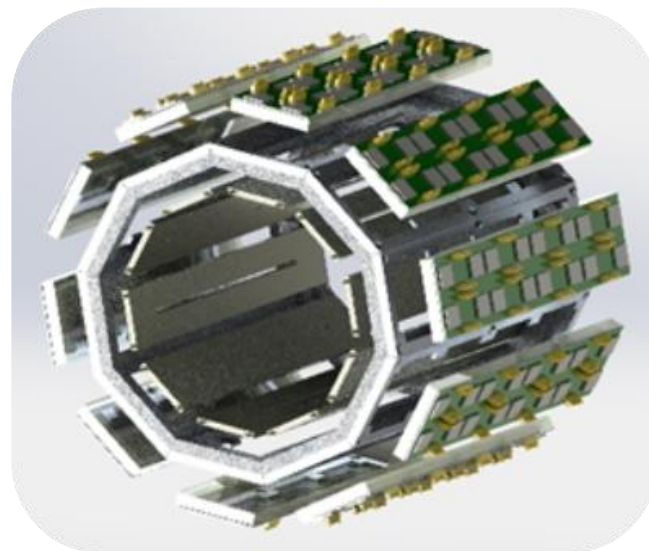
东京大学生物工程系

级联 γ 光子符合成像技术研究及样机研制

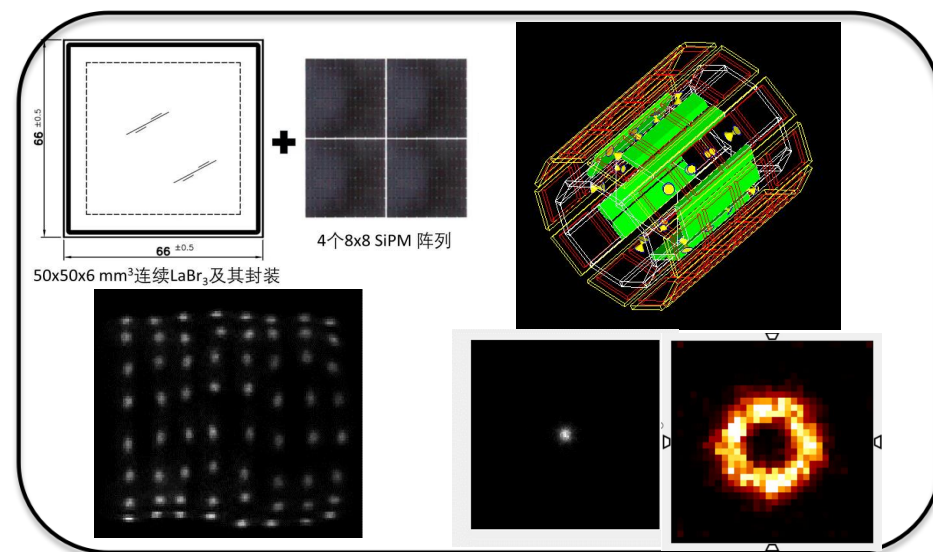
- 级联 γ 光子符合成像利用级联特性能够提高显像性能，实现治疗时显像。
- 采用基于孔缝准直的时空符合成像方法，在保持高分辨率的同时提高探测效率



原理



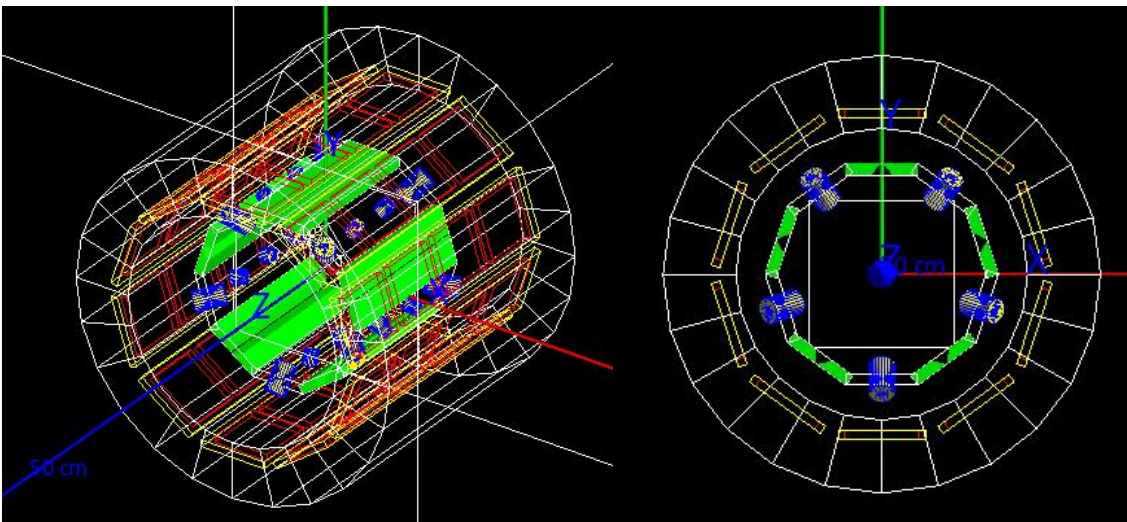
样机设计



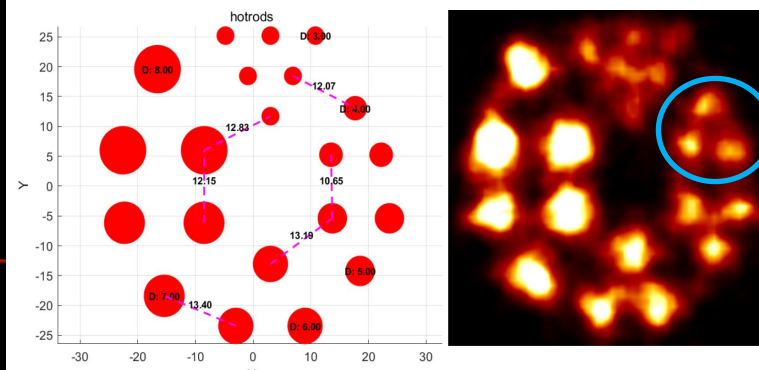
探测器和系统模拟

“国家重点研发计划”诊疗装备与生物医用材料专项（2022）

符合探测灵敏度

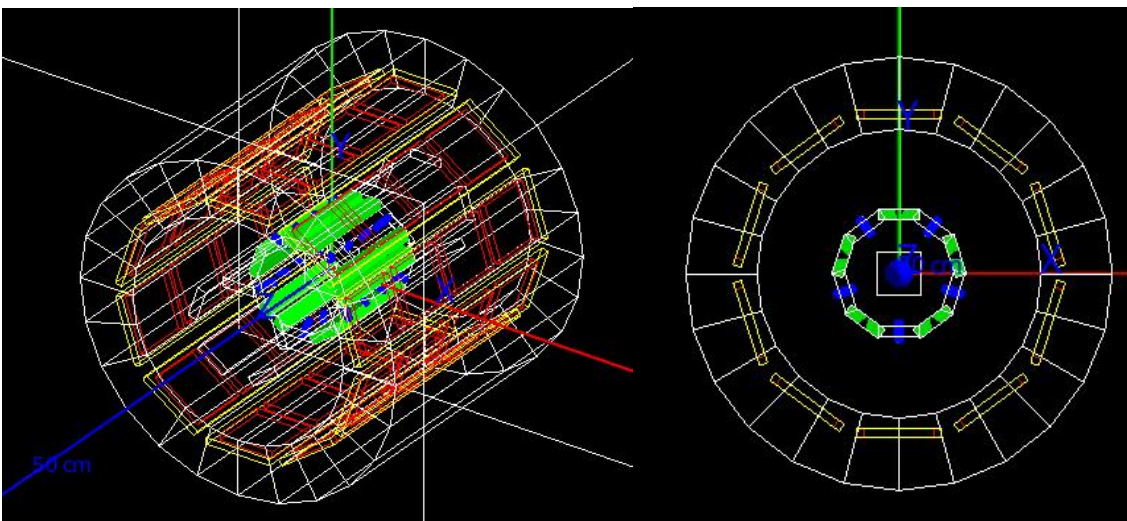


大视野成像系统

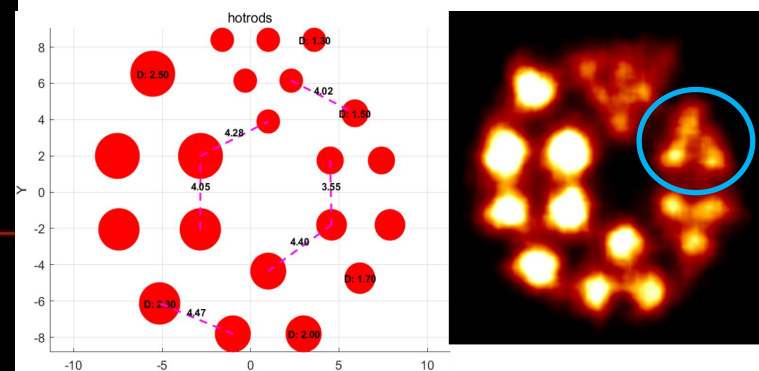


清晰分辨4mm热圆柱

符合探测灵敏度 1.88×10^{-5}



小视野成像系统

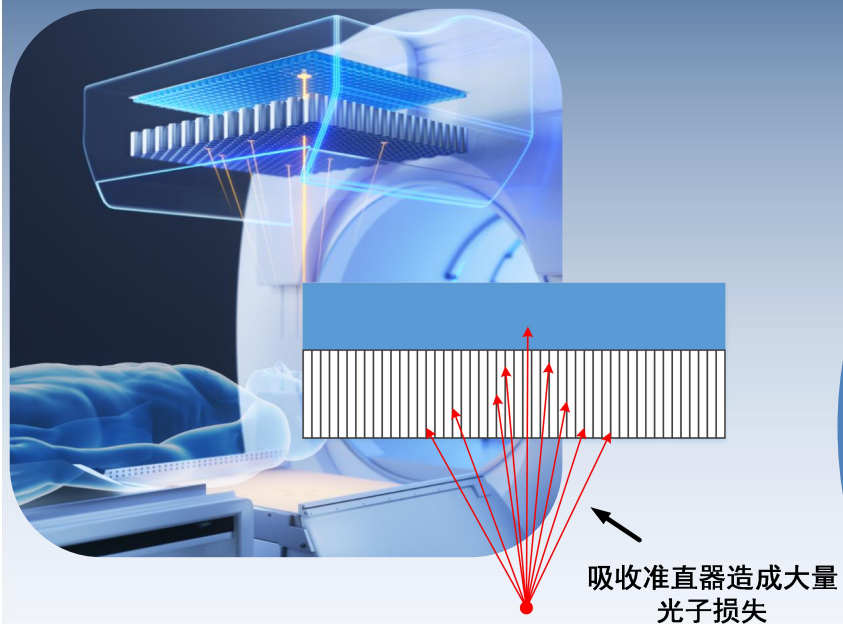


清晰分辨1.5mm热圆柱

符合探测灵敏度 6.12×10^{-5}

原始创新：自准直成像技术

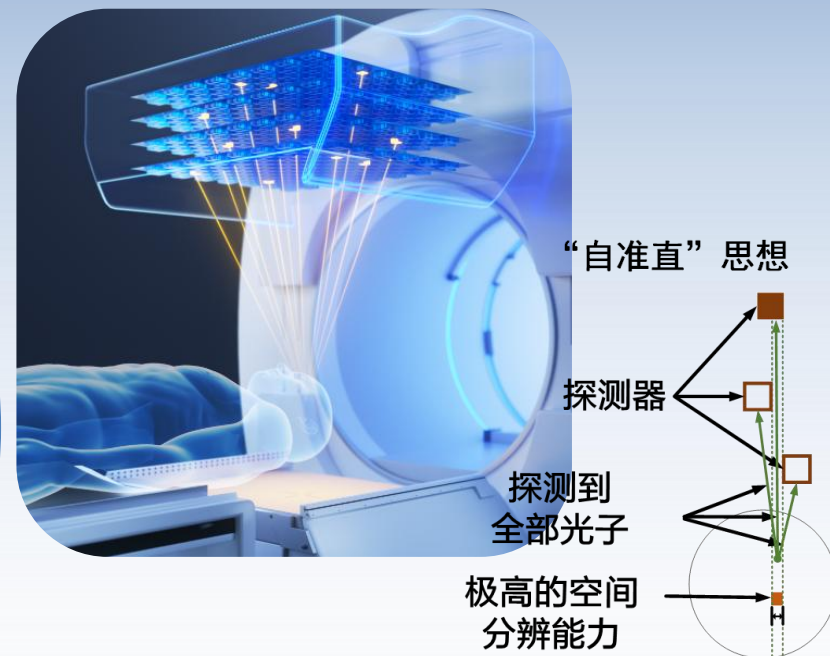
机械准直技术



- SPECT一直沿用机械准直器
- 以吸收损失 $>99.9\%$ 的光子为代价
换取极少量光子的准直定向效果
- 准直器设计不能兼顾分辨率和探测效率
- SPECT性能的核心瓶颈因素

瓶颈突破

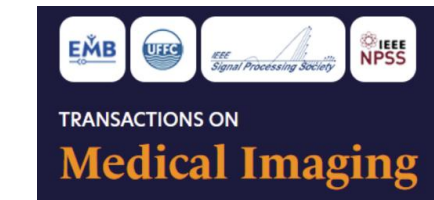
自准直技术



- **自准直 — “用探测器做准直器”**
- 构建三维稀疏探测器阵列
- 不以损失光子为代价获得高分辨准直效果
- **分辨率和探测效率同时大幅度提升**

国际同行评价

IEEE TMI 期刊论文 (DOI 10.1109/TMI.2021.3073288)



2102 IEEE TRANSACTIONS ON MEDICAL IMAGING, VOL. 41, NO. 8, AUGUST 2021

Self-Collimating SPECT With Multi-Layer Interspaced Mosaic Detectors

Tianyu Ma[✉], Member, IEEE, Qingyang Wei[✉], Senior Member, IEEE, Zhenlei Lyu,
Debin Zhang, Hongyong Zhang[✉], Rui Wang, Jiahong Dong, Yanyang Liu,
Ruiao Yao[✉], Senior Member, IEEE, and Zuo-Xiang He

Abstract—Conventional single photon emission computed tomography (SPECT) relies on mechanical collimation whose resolution and sensitivity are interdependent, the best performance a SPECT system can attain is only a compromise of these two equally desired properties. To simultaneously achieve high resolution and sensitivity, we propose to use sensitive detectors constructed in a multi-layer interspaced mosaic architecture (MATROCE) to accomplish part of the collimation needed. We name this new approach self-collimation. We evaluate three self-collimating SPECT systems and report their imaging performance: 1) A simulated human brain SPECT achieves 3.8% sensitivity, it clearly resolves 0.5-mm and 1.0-mm hot-cold patterns at noise-free and realistic count-levels, respectively; 2) A simulated mouse SPECT achieves 1.25% sensitivity, it clearly resolves 50- μ m and 100- μ m hot-cold patterns at noise-free and realistic count-levels, respectively; 3) A SPECT prototype achieves 5.14% sensitivity and clearly separates 0.3-mm-diameter point sources of which the center-to-center neighbor distance is also 0.3 mm. Simulated contrast phantom studies show excellent resolution and signal-to-noise performance. The unprecedented system performance demonstrated by these 3 SPECT scenarios is a clear manifestation of the superiority of the self-collimating approach over conventional mechanical collimation. It represents a potential paradigm shift in SPECT technology development.

Index Terms—High resolution and sensitivity, SPECT, system design.

I. INTRODUCTION

SINGLE photon emission computed tomography (SPECT) is a well-established in vivo molecular imaging technology that is capable of detecting biological signals at sub-molecular level [1], [2]. However, from its inception [3], SPECT technology suffers fundamental limitations caused by mechanical collimation, the very component that enables gamma cameras and SPECT imaging [4], [5].

Mechanical collimation yields an inherent inverse interdependency between a SPECT system's resolution and sensitivity. Usually constructed with a heavy metal such as lead or tungsten, a mechanical collimator confines the photon sensitive region through physical apertures that only allow photons within a selective angular range to pass through and absorb the rest. The sizes of the apertures determine both the selectiveness of the region, i.e. resolution, as well as the acceptance quantity from the region, i.e. sensitivity. A boost of resolution means a more constrained angular range therefore leading to a loss of sensitivity, and vice versa. This inverse interdependency defines the overall poor performance of the conventional SPECT systems.

The inherent limitation of mechanical collimation has severely hindered the progression of SPECT technology for many years. Although many different geometries of mechanical collimation have been investigated, as shown in Table I, the best performance of human body SPECT systems that use parallel hole collimators have a resolution inferior to 10 mm and sensitivity lower than 0.1%. For imaging human brain and heart, pinhole SPECT systems reports resolution of about 3 ~ 5 mm, also with a sensitivity of less than 0.1%. State-of-the-art small animal SPECT systems use multi-pinhole collimation to aim multiple small pinholes at a small field-of-view (FOV) to simultaneously gain efficiency from the sheer number of holes and improve resolution through magnification [6]. However, the interdependency between resolution and sensitivity remains on each pinhole and the small FOV makes it challenging to extend the approach to human imaging.

The resolution-sensitivity interdependency constrains performance for other variations of mechanical collimation including slit-slit collimator [7]–[9], which can be viewed as

期刊编委：“极具创新性
(significant novelty)”

✓ “整条研究路线的奠基
性工作”
(foundation of an
entire line of research)

✓ “做出了原创贡献”
(propose an original
contribution)

SNMMI 2022年会官方网站**热点新闻**
“**革命性技术**缩短心脏扫描时间，
获取高质量SPECT图像”。



[Donate](#) | [Join/Renew](#) | [Store](#) | [View Cart](#) | [Log In](#)

Revolutionary Technology Shortens Cardiac Scan Time, Provides High- Quality SPECT Images

June 14, 2022

Reston, VA — A cardiac SPECT imaging system performs scans 10 to 100 times faster than current SPECT systems, according to new research presented at the Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging 2022 Annual Meeting. The advantages of self-collimation SPECT include dramatically shortened scan time, better image quality, increased patient throughput, and reduced radiation exposure to patients.

国际同行评价

IEEE TMI 期刊论文 (DOI 10.1109/TMI.2021.3073288)



期刊编委：“极具创新性(significant novelty)”

✓ “整条研究路线的奠基性工作”(foundation of an entire line of research)

✓ “做出了原创贡献”(propose an original contribution)

Abstract—Conventional single photon emission computed tomography (SPECT) relies on mechanical collimation whose resolution and sensitivity are interdependent, the best performance a SPECT system can attain is only a compromise of these two equally desired properties. To simultaneously achieve high resolution and sensitivity, we propose a self-collimating SPECT system and report their imaging performance. 1) A simulated human brain SPECT achieves 3.85% sensitivity, it clearly resolves 0.5-cm and 1.5-cm hot-rod patterns at noise-free and realistic count levels, respectively. 2) A simulated mouse SPECT achieves 1.25% sensitivity, it clearly resolves 50- μ m and 100- μ m hot-rod patterns at noise-free and realistic count levels, respectively. 3) A SPECT prototype achieves 0.14% sensitivity and clearly separates 0.2-cm-diameter point sources of which the center-to-center neighbor distance is also 0.3 mm. Simulated contrast phantom studies show excellent resolution and signal-to-noise performance. The proposed system performance is superior to conventional SPECT scanners in a clear manifestation of the superiority of the self-collimating approach over conventional mechanical collimation. It represents a potential paradigm shift in SPECT technology development.

Index Terms—High resolution and sensitivity, SPECT, system design.

1. INTRODUCTION

SINGLE photon emission computed tomography (SPECT) is a well-established in vivo molecular imaging technology that is capable of detecting biological signals at sub-molecular level [1], [2]. However, from its inception [3], SPECT technology suffers fundamental limitations caused by mechanical collimation, the very component that enables gamma cameras and SPECT imaging [4], [5].

Mechanical collimation yields an inherent inverse interdependency between a SPECT system's resolution and sensitivity. Usually constructed with a heavy metal such as lead or tungsten, a mechanical collimator confines the photon sensitive region through physical apertures that only allow photons within a selective angular range to pass through and absorb the rest. The sizes of the apertures determine both the selectiveness of the region, i.e., resolution, as well as the acceptance quantity from the region, i.e., sensitivity. A boost of resolution means a more constrained angular range therefore leading to a loss of sensitivity, and vice versa. This inverse interdependency defines the overall poor performance of the conventional SPECT systems.

The inherent limitation of mechanical collimation has severely hindered the progression of SPECT technology for many years. Although different geometries of mechanical collimation have been investigated, as shown in Table I, the best performance of human body SPECT systems that use parallel hole collimators have a resolution inferior to 10 mm and sensitivity lower than 0.1%. For imaging human brain and heart, pinhole SPECT systems reports resolution of about 3 ~ 5 mm, also with a sensitivity of less than 0.1%. State-of-the-art small animal SPECT systems use multi-pinhole collimation to aim multiple small pinholes at a small field-of-view (FOV) to simultaneously gain efficiency from the shorter number of holes and improve resolution through magnification [6]. However, the interdependency between resolution and sensitivity remains for each pinhole and the small FOV makes it challenging to extend the approach to human imaging.

The resolution-sensitivity interdependency constraint poses for other variations of mechanical collimators including slab-slat collimator [7]–[9], which can be viewed as

SNMMI 2022年会官方网站热点新闻 “革命性技术缩短心脏扫描时间， 获取高质量SPECT图像”。



Donate | Join/Renew | Store | View Cart | Log In

Revolutionary Technology Shortens Cardiac Scan Time, Provides High- Quality SPECT Images

June 14, 2022

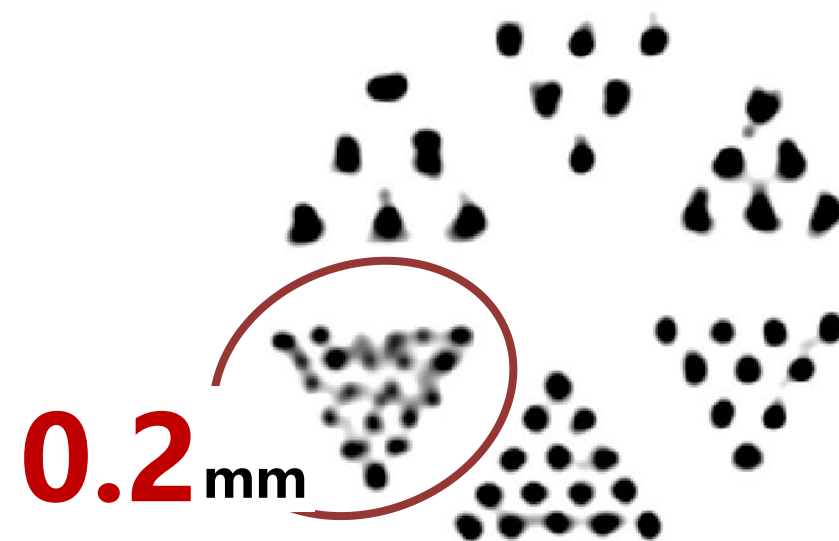
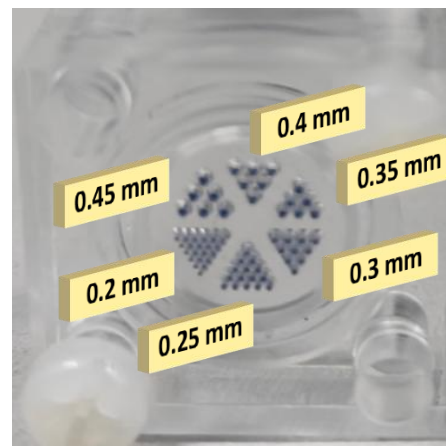
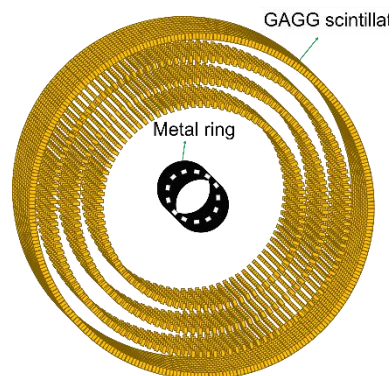
Reston, VA — A cardiac SPECT imaging system performs scans 10 to 100 times faster than current SPECT systems, according to new research presented at the Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging 2022 Annual Meeting. The advantages of self-collimation SPECT include dramatically shortened scan time, better image quality, increased patient throughput, and reduced radiation exposure to patients.

2024 日内瓦国际发明展 杰出创新奖（全球共55项） 和金奖

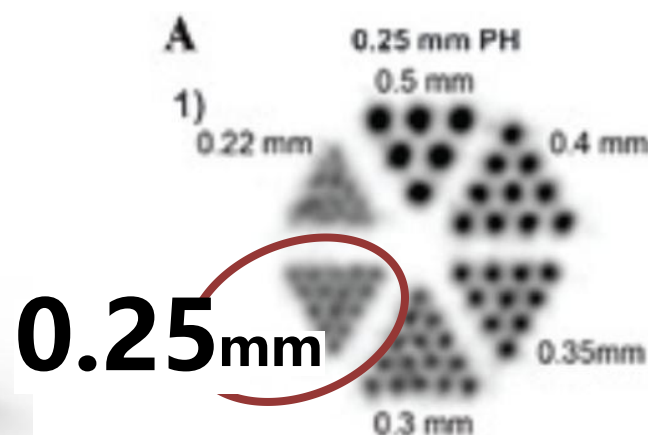


超高空间分辨率小动物自准直SPECT系统

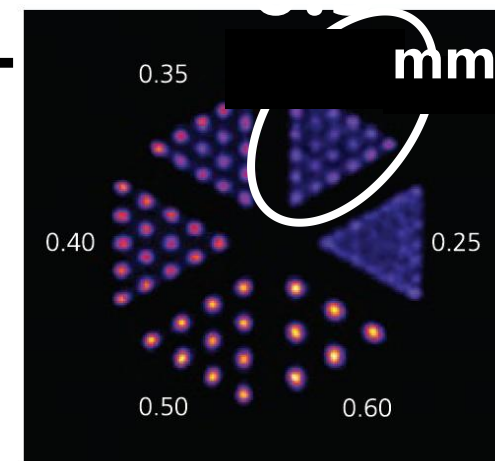
小动物自准直SPECT



Milabs公司
USPECT



Mediso公司
nanoScan SPECT



空间分辨率性能已超过目前世界最好的商业产品

自准直SPECT技术的学术同行评价

IEEE NSS/MIC 2023/2024年会
以自准直SPECT作为**新应用、新思想**
(emerging applications, new concepts)
的范例

2023 IEEE NSS MIC RTSD

NOVEMBER 4 - 11, 2023
VANCOUVER CANADA

Home | Abstract | Registration | Program | Travel | Industry / Sponsors | Events | Information | Contact

MIC is an opportunity for students, post-doctoral fellows, and junior and senior researchers from around the world to come together to share their new ideas and results of innovations and scientific endeavors.

The scientific program of the MIC consists of oral and poster sessions, plenary sessions, and a student award session. Regular sessions will be complemented by Short Courses and specialized workshops covering timely topics in medical imaging and therapy.

MIC Topics

- New radiation detector technologies for medical imaging
- Simulation and modeling of medical imaging systems
- Total-body, whole-body, and multi-modality clinical emission systems
- High resolution imaging systems (organ-dedicated, small animal systems)
- X-ray imaging systems (CT, spectral CT, photo-counting CT)
- Tomographic reconstruction techniques
- Quantitative imaging (data corrections, parametric/kinetic modeling)
- Signal and image processing, image assessment, standardization
- Radionuclide therapy (image processing, theranostics, dosimetry)
- Imaging in particle therapy and image-guided interventions
- **Emerging applications, new concepts (e.g., self-collimation in SPECT)**

Authors are invited to submit papers describing their original, unpublished work on one of the topics below:

Emerging applications, new concepts
(e.g., self-collimation in SPECT)

包揽两项IEEE MIC2023最佳口头论文奖
手持自准直伽马相机 自准直小动物SPECT

CERTIFICATE

2023 IEEE Medical Imaging Conference
Vancouver, Canada

First Place
Christopher J. Thompson
Best Student Paper Award

Yifan Hu
Tsinghua University,
Department of Engineering Physics,
Institute for Precision Medicine,
Beijing, China

For the Paper M-06-01:
Preliminary Performance Evaluation of a
Hand-Held Magic-Cube Spectral Intraoperative
Gamma Camera

Vesna Sogor
General Chair

IEEE
NPSS
Nuclear & Particle Society

2023 IEEE
NSS MIC RTSD

CERTIFICATE

2023 IEEE Medical Imaging Conference
Vancouver, Canada

Third Place
Christopher J. Thompson
Best Student Paper Award

Debin Zhang
Tsinghua University,
Department of Engineering Physics,
Institute for Precision Medicine,
Beijing, China

For the Paper M-13-01:
Development and Performance Evaluation of an
Ultra-High-Resolution Self-Collimation SPECT
System for Small Animal Imaging

Vesna Sogor
General Chair

IEEE
NPSS
Nuclear & Particle Society

2023 IEEE
NSS MIC RTSD

2024 日内瓦国际发明展
杰出创新奖 (全球共55项)
和金奖

DIPLÔME

**inventions
Geneva**

SALON INTERNAT DES INVENT GENÈVE

Après examen, le Jury International

de remettre à: Tonya Ma, Zhenlei Lyu, Yifan Hu,
Pan Junwen, Jiao, Yi Zhang, Ting
National Center of Technology Inn

pour l'invention: Gamma-caméra médicale portable
technologie de l'autocollimation

MEDAILLE D'OR
GOLD MEDAL
GOLDEN MEDAL

Le Président du Jury David Tall

**inventions
Geneva**

Outstanding Innovation Award

جائزة الابتكار

Delivered To
An intraoperative handheld medical
gamma camera based on self-
collimating technology

By
TSINGHUA UNIVERSITY
China

For Excellent Effort in Creating Invention at
The 49th International Exhibition of Inventions GENEVA

17-21 April, 2024

Dr. Mohamed A. Al Ghobadi
Saudi Delegation to Geneva

April 19, 2024

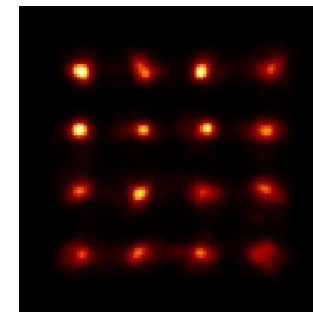
术中手持伽马相机综合性能显著超过市场同类产品



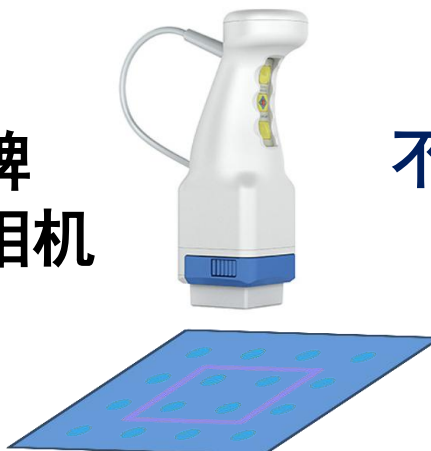
术中手持
自准直
伽马相机



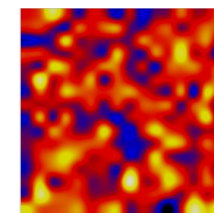
视野10 cm x 10 cm
清晰分辨 4 x 4 点源阵列



进口品牌
手持伽马相机



视野 4 cm x 4 cm
不能分辨 2 x 2 点源阵列

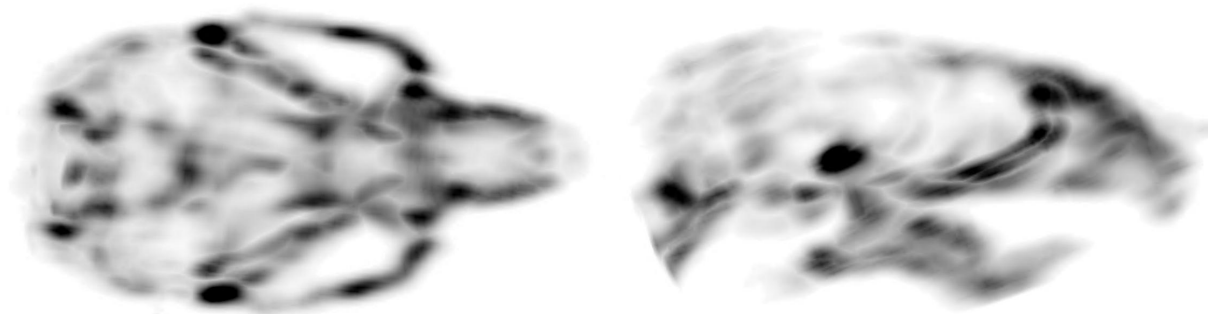


(在10 cm距离处, 相同条件测试)

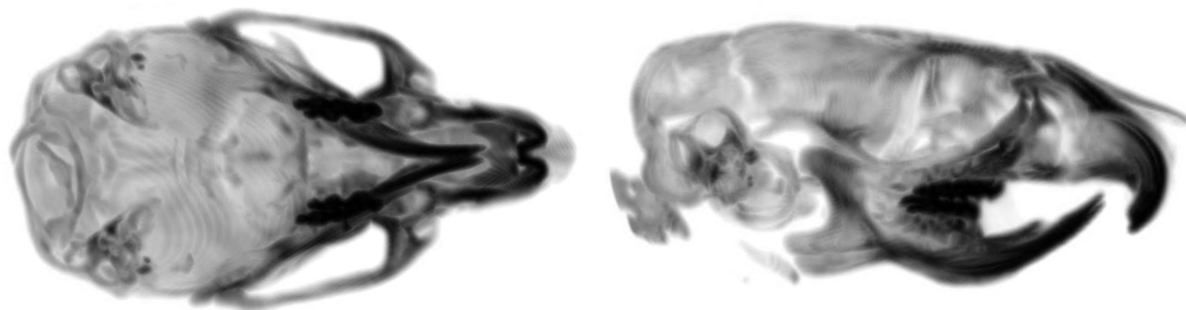
小动物自准直SPECT分辨率逐步接近micro CT水平

- 小鼠头部 ^{99m}Tc -MDP SPECT图像 Vs 小鼠MicroCT图像

自准直SPECT



MicroCT



Zhang D, et al. *IEEE Trans Med Imaging*. 2026 May;45(5):2403-2413.

国家政策推动我国核医学迅速发展

2021年6月24日，八部委联合发布，提出建立我国自主稳定的医用同位素供应体系，为核医学研究**提供核素源头保障**

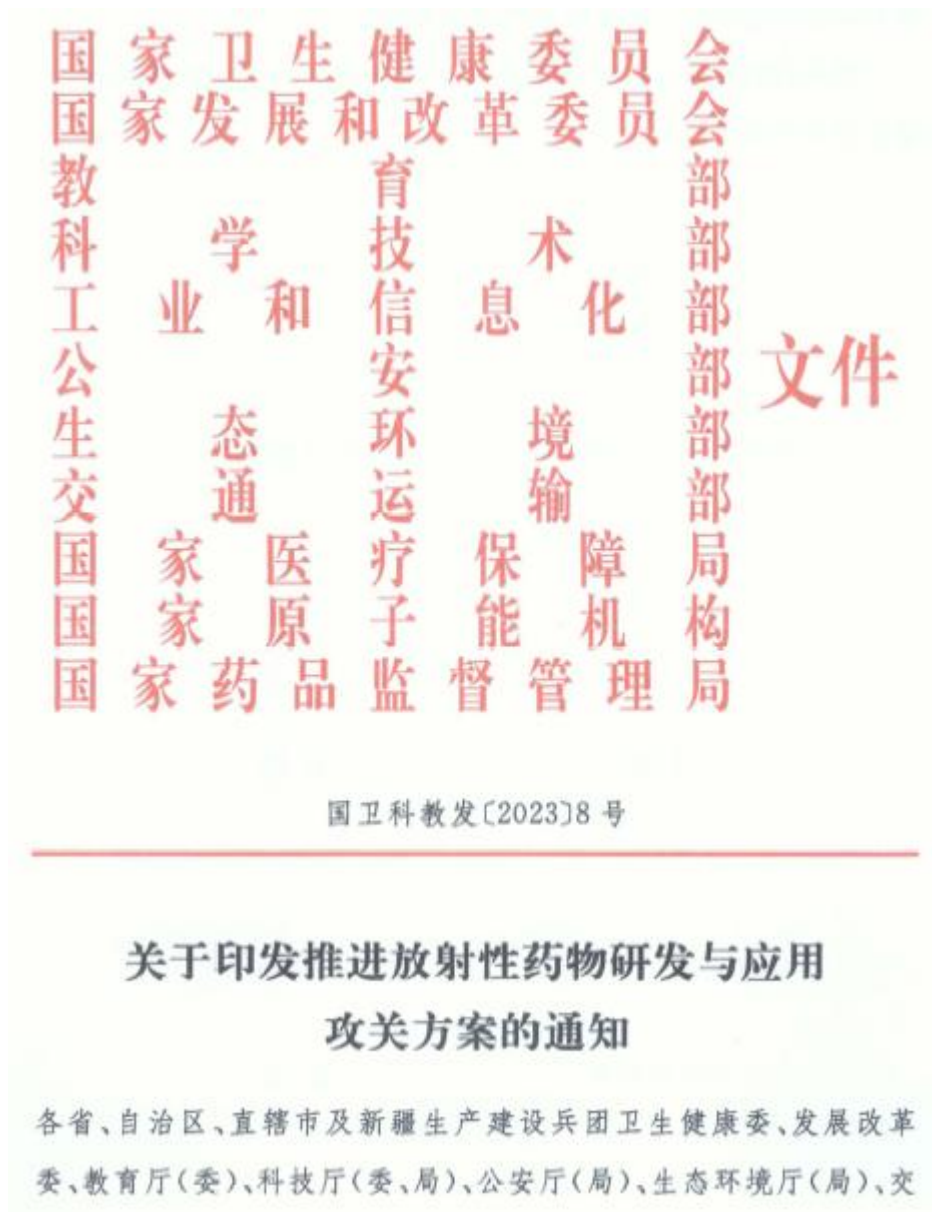


2023年，CDE发布《放射性体内治疗药物临床评价技术指导原则》，为核药临床研发**提供可参考的技术标准**



国家政策推动我国核医学迅速发展

2023年3月27日，国家卫生健康委员会联合十一部委，发布推进放射性药物研发与应用攻关方案。（公开形式：不予公开）



《核技术应用产业高质量发展三年行动方案（2024—2026年）》



网站无障碍

Q

EN



首页

信息发布 ▾

业务办理 ▾

资源服务 ▾

科学普及 ▾

您当前的位置 > 首页 > 业务办理 > 通知公告 > 正文

国家原子能机构等十二部门关于印发《核技术应用产业高质量发展三年行动方案（2024—2026年）》的通知

发布日期：2024-10-31

【字体 大 中 小】

分享：



围绕核技术在**医学诊疗**、农业育种、食品加工、材料改性、安检安保等重点方向或领域的应用，突破一批关键技术，建设一批创新平台，培育一批专精特新企业，**力争核技术应用产业年直接经济产值达4000亿元**，为传统产业转型升级注入强劲动能。

第四届核医学与分子影像学术会议暨 中国核学会医学物理分会学术年会，成都



第四届核医学与分子影像学术会议暨 中国核学会医学物理分会学术年会，成都



结束语

**医工结合，持续推进核
医学设备创新发展，满足
人民日益增长的健康需求。**

