

## 低剂量 CT 智能成像算法研究项目介绍

一、 导师与团队基本信息	
导师姓名	王哲
所在院所名称	中国科学院高能物理研究所
职称/职务	研究员
导师或课题组介绍网址:	<a href="https://rdcl.ihep.ac.cn/yjfx/jmjc/696669.shtml">https://rdcl.ihep.ac.cn/yjfx/jmjc/696669.shtml</a> <a href="https://people.ucas.ac.cn/~0038274">https://people.ucas.ac.cn/~0038274</a>
电子邮箱和联系电话	邮箱: <a href="mailto:wangzhe@ihep.ac.cn">wangzhe@ihep.ac.cn</a> ; 电话: 13811790775
一级学科	(请选择: 物理学、化学、核科学与技术、计算机科学与技术、电子信息、机械) 核科学与技术
二级学科	(请选择: 1、物理学: 理论物理、粒子物理与原子核物理、凝聚态物理、光学; 2、化学: 无机化学、生物无机化学; 3、核技术及应用; 4、计算机应用技术; 5、电子信息: 新一代电子信息技术、集成电路工程、计算机技术; 6、机械: 精密机械设计与制造、机械自动化、智能机械、精密光学仪器) 核技术及应用
主要研究方向	X 射线 CT 成像算法
日常协助指导人	博士后

<b>二、项目基本情况</b>	
<b>项目名称</b>	低剂量 CT 智能成像算法研究
<b>项目科学意义</b>	X 射线 CT 是医学诊断、工业探伤及安检领域的核心技术，其重建算法直接决定图像质量与辐射剂量。经典滤波反投影（FBP）算法通过斜坡滤波器消除星状伪影，但会严重放大噪声，尤其在低剂量扫描时导致图像退化。近年来，全变分（TV）迭代重建与深度学习后处理技术展现出在极低剂量下保持边缘、抑制噪声的潜力，成为高端 CT 设备的重要发展方向。本课题以滤波器为切入点，引导学生从 Ram-Lak 等经典窗函数出发，延伸至 TV 迭代与神经网络增强方法，系统探究分辨率与噪声的权衡。在国家大力推进高端医疗装备自主可控和“健康中国”战略的背景下，培养本科生理解并对比这些核心算法，对突破国产 CT 成像技术瓶颈具有明确的前沿价值。
<b>使用的实验方法、仪器设备、数据软件</b>	本课题主要采用计算机仿真实验方法。首先利用数字模体生成多角度投影数据，并通过添加泊松噪声模拟低剂量采集条件。学生将独立编写完整的 FBP 重建程序，实现 Ram-Lak、Hamming 等滤波器的替换与对比。之后实现 TV 迭代重建函数和基于轻量级残差网络的深度学习后处理模型，可用公开的低剂量 CT 数据集进行训练。最后采用均方根误差、均匀区域信噪比或结构相似度等指标进行定量分析。所有开发工作基于 Python 或 MATLAB 平台，在普通个人计算机上即可完成。若条件允许，可采用真实 CT 设备采集的投影图进行验证。
<b>本科生研究任务</b>	参与学生需完成以下研究任务：通过文献调研掌握 Radon 变换、中心切片定理及 FBP 算法的数学原理，重点理解斜坡滤波器的物理作用及加窗操作的频域解释；基于 FBP 重建代码实现至少两种滤波器的频域构造与替换；实现 TV 正则化迭代重建；实现基于深度学习模型的后处理模块；在低剂量条件下将传统滤波器的结果、TV 正则化结果和深度学习方法的结果进行定量比较；最终撰写科研报告，分析并讨论深度学习的泛化性局限。
	5 月为文献调研阶段，学生需阅读 CT 成像原理、FBP 算法及迭代算法相关教材与论文。6 月进入实验设计与代码编写阶段，在导师指导下搭建投影模拟和基本 FBP、迭代重建框架，同时设计量化评价指标的计算脚本。7 月来高能所开展为期两周的集中实践，第一周完成实验的数据采集、FBP 重建和 TV 迭代重建，第二周训练深度学习模型，之后进行结果分析与图表绘制，期间可与所内研究生讨论并优化实验参数。8 月进

	行总结，整理全部代码、实验数据与图表，撰写完整的科研报告。
<b>预期目标和成果形式</b>	通过本课题，学生将能够深入理解不同滤波器在噪声和分辨率方面的特点，同时亲身体验迭代重建与深度学习在低剂量 CT 中的增强效果。预期成果包括：一套注释清晰的 Python/MATLAB 重建代码库和用于低剂量优化的深度学习模型；一组高质量对比图表，展示各种方法重建的视觉效果及量化指标；一份科研报告。优秀成果将在本科毕设阶段有机会发表署名文章。如打算工作，则能积累进入 CT 相关领域的宝贵经验。
<b>实践地点</b>	北京玉泉路园区
<b>三、对学生的要求与保障措施</b>	
<b>拟接收人数</b>	1 人
<b>专业知识要求</b>	本课题适合对核物理、图像优化算法、CT 检测仪器等交叉学科方向感兴趣的同学，必须具备对待事情严格认真的态度。专业知识只需要具备基本的物理与计算机基础即可，入选后会在组内进行集中培训。寒暑假可以短期访问高能所进行实习，有机会参与 CT 设备的测试工作。
<b>工作时间要求</b>	寒暑假需全日制参与 2 周。
<b>课题组支持条件</b>	提供仿真模拟平台、实验仪器、来回路费报销等