

## 超临界吸积黑洞的宽波段能谱研究项目介绍

一、 导师与团队基本信息	
导师姓名	徐妍珺
所在院所名称	中国科学院高能物理研究所
职称/职务	副研究员
导师或课题组介绍网址:	<a href="https://people.ucas.ac.cn/~yanjunxu">https://people.ucas.ac.cn/~yanjunxu</a>
电子邮箱和联系电话	xuyj@ihep.ac.cn
一级学科	物理学
二级学科	粒子物理与原子核物理
主要研究方向	高能天体物理、黑洞吸积物理
日常协助指导人	导师本人、以及组内博士后

二、 项目基本情况	
项目名称	超临界吸积黑洞的宽波段能谱研究
项目科学意义	受引力作用主导的黑洞附近的气体吸积过程为可见宇宙提供了一种根本的能量来源。星系中心普遍存在的超大质量黑洞的吸积效率直接影响着黑洞和星系的演化，并在宏观时空尺度上对宇宙间物质与

	<p>能量的交互具有深远意义。通过电磁波段的观测方法对于黑洞的物理研究的可靠性质上依托于对黑洞周围高密度气体内发生的动力学以及辐射转移等具体过程的充分理解。上世纪 60 年代，黑洞吸积的基本理论框架伴随着现代天体物理学的黄金时代建立，为后续黑洞研究提供了理论基础。但是，近年来积累的高质量观测数据显示经典薄盘和厚盘模型在解释超爱丁顿吸积源存在不足的多方面证据，因此进行针对性的理论修正效应研究并结合观测检验相关修正效应的实际重要性具有必要性。</p>
<b>使用的实验方法、仪器设备、数据软件</b>	<p>实验方法：天文观测数据处理以及理论模型拟合 数据软件：HEASoft, Astropy 等</p>
<b>本科生研究任务</b>	<p>文献搜集与综述、观测数据整合、 代码撰写与数据分析、物理模型阐释</p>
<b>大致时间安排</b>	<p>5 月进行文献调研，6 月参与数据整理和代码编写，7 月来高能所开展为期 2-3 周的实践，8 月进行总结报告等</p>
<b>预期目标和成果形式</b>	<p>完成 1-2 个超临界吸积黑洞的宽波段能谱数据拟合和科学分析</p>
<b>实践地点</b>	<p>北京玉泉路园区</p>
<b>三、 对学生的要求与保障措施</b>	
<b>拟接收人数</b>	<p>1-2 人</p>
<b>专业知识要求</b>	<p>基本天体物理知识和 Python 编程基础</p>
<b>工作时间要求</b>	<p>学期中每周不少于 2 小时，寒暑假需全日制参与 2-3 周</p>

课题组支持条件	可提供移动工作站供数据处理使用
---------	-----------------

## 超临界吸积黑洞的宽波段能谱研究项目简介

### 1、项目科学意义

受引力作用主导的黑洞附近的气体吸积过程为可见宇宙提供了一种根本的能量来源。星系中心普遍存在的超大质量黑洞的吸积效率直接影响着黑洞和星系的演化，并在宏观时空尺度上对宇宙间物质与能量的交互具有深远意义。通过电磁波段的观测方法对于黑洞的物理研究的可靠性质上依托于对黑洞周围高密度气体内发生的动力学以及辐射转移等具体过程的充分理解。上世纪 60 年代，黑洞吸积的基本理论框架伴随着现代天体物理学的黄金时代建立，为后续黑洞研究提供了理论基础。但是，近年来积累的高质量观测数据显示经典薄盘和厚盘模型在解释超爱丁顿吸积源存在不足的多方面证据，因此进行针对性的理论修正效应研究并结合观测检验相关修正效应的实际重要性具有必要性。

### 2、使用的实验方法、仪器设备、数据软件等

活动星系核（AGN）的光谱能量分布（SED）涵盖了从射电到伽马射线的广阔波段范围，是揭示 AGN 物理本质的关键观测工具。AGN 的 SED 通常包含多个辐射组分：来自吸积盘的光学/紫外辐射、来自冕区的 X 射线辐射、以及可能存在的喷流射电辐射等。通过对 SED 进行建模拟合，可以定量约束 AGN 的核心物理参数，包括黑洞质量、吸积率、黑洞自旋、倾角等。在拟合方法上，HEASoft 软件包中的 XSPEC 光谱拟合工具提供了 QSOSED 等专用物理模型，该模型基于自洽的吸积盘与冕区辐射机制，能够从光学/紫外到硬 X 射线波段对 AGN 进行整体建模。同时，Astropy 作为天文学领域的标准 Python 库，提供了完善的数据处理、单位转换和可视化功能，可用于测光数据的预处理、格式转换以及拟合结果的图形化展示。临近的明亮超爱丁顿吸积的大质量黑洞大多属于窄线塞夫特星系，在窄线塞夫特星系中极限光变现象较常见，在光变期间进行多频次的宽波段能谱研究，更好地分离黑洞辐射成分，并检验超爱丁顿吸积的理论模型。

### 3、对学生专业知识背景等方面的要求

本课题适合对于高能天体物理、超大质量黑洞感兴趣的同学，并具备处理数据认真仔细的态度。专业知识需要基本天体物理知识和 Python 编程基础，以及熟悉 Linux 系统的基本操作，可以在入选后的学期中在指导老师的线上指导线下进行系统学习。寒暑假可以短期访问高能所进行实习，参观望远镜控制室以及实验设备，并参与组内的问题讨论并展示研究结果。

### 4、项目预期目标、成果和收获

建立标准化的数据处理流程，完成对至少一个 AGN 的多波段 SED 拟合，获得其黑洞质量、吸积率等关键物理参数，并产出高质量的研究报告。通过本项目，学生将深入掌握黑洞吸积物理的前沿研究方法，提升 Python 编程、天文数

---

据处理和科学可视化等实践能力。成绩突出的同学将在本科毕设阶段有机会发表署名文章，获得导师推荐信申请国内国外的研究生项目。