

## 致理书院暑期基础学科交叉实践课程项目申请表

姓名	毛俊捷	性别	男	院系	天文系	工作证号	2022990062
最高学位	博士		专业方向	高能天体物理		职称	副教授
联系电话	18506559973		邮箱	jmiao@tsinghua.edu.cn			
主要研究方向和成果	<p>长期从事 X 射线高分辨能谱的“观测-理论-仪器”全链条研究，尤其是活跃在高能天体物理和原子物理的交叉前沿，并积极投身我国相关设备的自主研发（拟搭载于中国空间站的银河系热重子探测计划 DIXE 和独立卫星宇宙热重子探寻项目 HUBS）。观测上，他的主要研究兴趣是通过 X 射线高分辨能谱天文观测研究恒星和黑洞反馈物理。</p>						
课程题目	X 射线天文观测与超大质量黑洞探索实践课程						
教学团队介绍 (请附上团队每位老师照片)							
课程对学生的先修要求	<p>至少满足以下两个条件：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 有较好的英文基础</li> <li>2. 能熟练运用 python 编程</li> </ol>						

<p>课程设计</p>	<p><u>容纳人数:</u> 8</p> <p><u>教学资源或设备:</u> 1999 年, 美航局 (NASA) 和欧空局 (ESA) 各自发射了旗舰型 X 射线空间天文台 Chandra 和 XMM-Newton。Chandra 是 NASA 著名的“四大天文台”之一 (与哈勃太空望远镜、斯皮策太空望远镜和康普顿伽马射线天文台并列)。XMM-Newton 则是 ESA“地平线 2000” (Horizon 2020) 计划中的第二个“基石” (Cornerstone) 级任务。距今已有超过 25 年的海量档案数据。学生可免费访问这些宝贵资源, 探索超大质量黑洞的秘密。</p> <p><u>课时安排:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 总学时: 32 学时</li> <li>● 讲座 (Lecture): 9 学时</li> <li>● 上手练习 (Hands-on): 17 学时</li> <li>● 讨论课 (Evaluation &amp; Discussion): 2 学时</li> <li>● 期末展示 (Final Presentation): 4 学时</li> </ul> <p><u>目标和特色:</u> 本课程旨在引导本科生接触高能天体物理前沿, 以欧洲空间局 (ESA) XMM-Newton 和美航局 (NASA) Chandra 卫星观测数据为窗口, 探索超大质量黑洞相关科学。课程目标不仅是传授 X 射线光谱分析基础知识, 更核心的是培养学生“像科学家一样思考”的能力。特色在于以项目为导向, 让学生从第一天起就围绕一个科学问题 (如黑洞外流、特征谱线) 展开工作, 完整经历科学写作、数据分析、编程实践、学术展示的全过程。通过朋辈评审和互动讨论, 培养批判性思维和科学交流能力, 为学生未来参与科研项目奠定坚实基础。</p>
-------------	---

课程方案	<p><u>总体设计:</u></p> <p>课程采用 Project-Based Learning (PBL) 模式, 将 32 学时有机整合为一个围绕“X 射线空间天文台观测超大质量黑洞”的完整探究项目。课程结构分为三个阶段:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 知识构建 (讲座+上手): 通过精简讲座快速建立宇宙中的黑洞、X 射线天文观测、能谱拟合的基本概念, 同时穿插上机练习, 让学生掌握 XMM-Newton Science Archive (简称 XSA)、Transmission Grating Catalog and Archive (简称 tgcata) 观测数据库检索、VizieR 天文综合数据库查询及能谱分析方法。</li> <li>2. 项目攻关 (上手+讨论): 学生选定课题, 在教师指导下进行数据分析, 并通过一次中期朋辈评审, 对项目摘要进行互评打磨。</li> <li>3. 成果展示 (期末展示): 学生以口头报告和书面报告两种形式展示研究发现, 完成科学交流的闭环。其中口头报告展示环节包括依据多维评价表的朋辈反馈,</li> </ol> <p><u>课程实施步骤: (包括但不限于课程的大纲, 教学安排, 实验平台介绍, 同时可以包括课程环节介绍, 如任务设计, 教学不同环节等)</u></p> <p><u>教学任务设计:</u></p> <p>核心任务是让学生以个人形式完成一个微型科研项目。任务链条如下:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 选题与摘要撰写: 学生阅读相关文献, 提出一个可用 XMM-Newton、Chandra 高分辨能谱观测数据探究的科学问题, 并撰写项目摘要, 明确科学背景、目标、方法和预期结果。</li> <li>● 数据获取与分析: 学生从 VizieR 和 XSA、tgcata 交叉匹配筛选合适的目标源, 从 XSA、tgcata 获取科学数据, 运用 python 为主的编程能力对关键谱线进行建模分析。</li> <li>● 成果展示与交流: 将研究结果整理成书面短文 (2 页 A4 纸) + 口头报告, 清晰阐述科学发现, 并对他人的工作进行建设性评价。</li> </ul> <p><u>教学安排:</u></p> <p>2026 年 6 月 29 日 13:30 - 15:05 Lecture Observational windows of the Universe</p> <p>2026 年 6 月 29 日 15:20 - 16:55 Hands-on Scientific writing guide (incl. astrobites, Sense)</p> <p>2026 年 7 月 1 日 13:30 - 15:05 Lecture The many faces of black holes</p> <p>2026 年 7 月 1 日 15:20 - 16:55 Hands-on Hands-on exercise of VizieR</p> <p>2026 年 7 月 3 日 13:30 - 15:05 Lecture Brief overview of the X-ray Universe</p> <p>2026 年 7 月 3 日 15:20 - 16:55 Hands-on Hands-on exercise of XSA, tgcata</p> <p>2026 年 7 月 6 日 13:30 - 15:05 Lecture Spectral fitting principles</p> <p>2026 年 7 月 6 日 15:20 - 16:55 Discussion Project peer-review</p> <p>2026 年 7 月 8 日 13:30 - 15:05 Hands-on Introduction to spectral</p>
------	--

	<p>analysis tools</p> <p>2026 年 7 月 8 日 15:20 - 16:55 Hands-on Hands-on spectral analysis (part I)</p> <p>2026 年 7 月 10 日 13:30 - 15:05 Hands-on Hands-on spectral analysis (part II)</p> <p>2026 年 7 月 10 日 15:20 - 16:55 Hands-on Hands-on spectral analysis (part III)</p> <p>2026 年 7 月 13 日 13:30 - 14:15 Lecture Scientific presentation guide</p> <p>2026 年 7 月 13 日 14:20 - 16:55 Hands-on Hands-on spectral analysis (part IV)</p> <p>2026 年 7 月 15 日 13:30 - 15:05 Evaluation Project presentation &amp; peer review (part I)</p> <p>2026 年 7 月 15 日 15:20 - 16:55 Evaluation Project presentation &amp; peer review (part II)</p> <p><u>教学不同环节</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 讲座环节：打破传统灌输模式，采用“引导式”教学。随堂设置“思考与讨论”时间，引导学生将理论知识与自己的项目选题关联，为后续上手练习铺垫。</li> <li>● 上手练习环节：是课程的核心“练兵场”。练习内容与讲座进度和项目需求紧密挂钩，如预览 XMM-Newton、Chandra 观测数据紧随“天文数据库”讲座之后，分析 XMM-Newton、Chandra 高分辨能谱紧随“谱拟合原理”讲座之后。</li> <li>● 讨论课环节：形式为“朋辈评审工作坊”。学生摘要初稿互评，同学们依据项目摘要的四个要素进行提问和讨论，帮助其澄清思路、聚焦问题。</li> <li>● 期末展示环节：模拟小型学术会议。学生做口头报告，台下的“听众”（包括教师和其他学生）使用多维评价表（如：科学问题清晰度、方法合理性、结果可信度、展示效果）进行书面反馈，但不打分，旨在提供具体、可操作的改进建议。</li> </ul> <p><u>考核内容：</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 项目简报：小论文形式（限 2 页 A4 纸），包含研究背景、研究目的、分析方法、结果和讨论，重点考察全链条的逻辑、数据分析的实操能力。</li> <li>● 口头汇报：综合考察科学展示、回答问题和学术交流能力。</li> </ul>
--	--

以往课程中的学生感言或课堂照片	无（首次开课）
其他说明	无