# 基于高斯过程方法研究黑洞X射线双星的准周期振荡现象项目简介

1. **导师及课题组介绍**
2. 导师介绍链接（**请将网址链接更新到导师自己的页面**）：<https://people.ucas.edu.cn/~ltao>
3. 课题组介绍（导师提供）

本课题组主要开展高能天体物理和空间天文探测研究。研究内容为多波段（从光学到X射线）、多尺度（从中子星、恒星级质量黑洞到超大质量黑洞）的吸积物理。

本课题组还提出了针对大量变源进行同时追踪观测的下一代空间探测计划——“全变源追踪猎人星座”计划（CATCH）；CATCH的首颗试验卫星将于2024年6月下旬发射升空，开启探秘动态宇宙的征程。

1. **科创计划项目简介**
2. 项目简介

黑洞X射线双星（BH-XRB）是由黑洞和恒星相互绕转组成的致密双星系统；其中，黑洞会从恒星吸积物质，并释放出X射线辐射。如果观测X射线辐射随时间的变化，会发现一些黑洞双星的辐射强度出现类似周期性的高低变化，而且这种变化的周期并不十分精准，所以此类现象被称为准周期振荡。准周期振荡现象与黑洞的吸积物理过程密切相关。目前，国际上一般认为准周期振荡现象源于吸积物质落入黑洞过程中产生的某种不稳定性，或者靠近黑洞的时空拖曳效应导致的物质进动。此外，QPO与黑洞X射线双星爆发的不同状态（能态）密切联系，是理解黑洞物理的重要探针。

对于没有相关知识背景的同学来说，准周期振荡现象似乎较难理解，但如果我们提到阻尼振动，大家应该不会陌生。事实上，阻尼振动就是一种准周期性的振荡现象。

本项目要用到的高斯过程是一种基于高斯概率分布的随机过程，它的主要成分——协方差函数或核函数，描述了随机变量之间的相关性，周期性就是一种特殊的相关性。因此，通过构建具有准周期振荡特性的核函数，可以对黑洞双星的QPO现象进行描述。随机驱动的阻尼简谐振子（SHO）模型本身即振荡方程，因此是高斯过程中一种常用的描述QPO现象的核函数。此外，高斯过程是直接在时域里分析数据，相比传统的频域分析方法有一定的优势和特色。基于高斯过程，对时变数据进行建模，提取特征参量，可以使我们更好地理解相关的物理过程。

1. 使用的实验方法、仪器设备、数据软件等

Python

1. 对学生专业知识背景等方面的要求

物理学、天文学背景

1. 项目预期目标、成果和收获

基于高斯过程方法，本课题组指导的大三学生已完成相关工作一篇（见https://arxiv.org/abs/2404.12976），已投稿至国际天文期刊《The Astrophysical Journal》，审稿人高度评价了该项工作，认为经较小的修改后即可发表。

本项目利用高斯过程方法研究黑洞X射线双星，通过数据分析和理论解释，为黑洞X射线双星的准周期振荡现象提供新的物理解释，相关成果有望提交至国际天文期刊，经同行评议后发表。

1. **其他说明**

（备注：请填写其他需要说明的内容，若没有请写“无”。）