# 光学信号调频与原初引力波的探测——半波片的设计与制作

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/~liyq>

1. 课题组介绍（导师提供）

导师所在的微波背景辐射组是隶属于中科院高能物理研究所粒子天体物理中心的行政组之一，2020年成立，目前组员15人，通过领导阿里原初引力波实验，开展宇宙微波背景辐射（CMB）极化科学研究，探测原初引力波。微波组建立了超导探测器以及深低温超导电子学的研发平台，开展了TES探测器、低温超导电子学、波纹喇叭天线以及深低温微波光路系统等核心技术自主研发，并建立了相应的深低温测试平台。在科技部重点研发计划“引力波探测”专项的自主下，微波组先后承担了“高灵敏度原初引力波望远镜控制、标定、数据分析系统研制”、“原初引力波望远镜控制技术及总装测试平台研制”、“原初引力波望远镜焦平面探测器及天线核心技术研发”、“40GHz原初引力波望远镜接收机的研发”、“90/150GHz原初引力波望远镜焦平面探测器模块研发”等多项重点专项研究计划。

1. **科创计划项目简介**
2. 项目简介

本项目旨在为阿里原初引力波实验研发半波片原型。

在过去六十年中，宇宙微波背景辐射（CMB）的发现和研究为标准宇宙模型——ΛCDM模型——奠定了基础，即宇宙主要由暗能量Λ和冷暗物质组成，与此同时宇宙受到重子密度、暗物质密度、宇宙年龄等6个独立参数支配。时至今日，CMB温度和极化的各向异性仍然蕴含着更多有待探索的丰富信息，是研究宇宙演化和结构的重要线索。对CMB的大尺度B模式极化的观测可以探测宇宙早期的暴胀所产生的原初引力波——即宇宙是否在大爆炸后的10-30s内超光速膨胀>1060倍。

地面CMB望远镜的1/f噪声受大气中的水气辐射主导，水气辐射本身为非偏振光，但是会被接收机内部的一系列光学透镜极化，并最终影响测量到的极化叫功率谱在大尺度的灵敏度，这个区域正是约束远处引力波参数的区域。在接收机中或窗口前安装快速旋转的半波片可以将CMB的极化信号调制到高于粉噪的频率，与水气辐射的偏振信号分离，从而大大提高观测效率。

1. 使用的实验方法、仪器设备、数据软件等

学习半波片的设计方法，通过python/C++优化石英石或蓝宝石半波片镜组的设计，并且模拟出其透射率和偏振效率；组装半波片镜组及其防反射膜；使用制冷机和高温超导材料使半波片磁悬浮并且测试其旋转速度。

1. 对学生专业知识背景等方面的要求

具有一定水平的物理学或工程专业背景；具有一定动手能力；能够阅读英文文献；最好可以掌握python或C++语言，能够借助计算机辅助进行矩阵/张量运算；对光学仪器和制冷机有了解或兴趣的优先考虑。

1. 项目预期目标、成果和收获

设计一个直径5cm的半波片原型，通过此项目，学生可以理解宇宙学望远镜低温接收机系统的构成和运行方式，在数据分析模拟仿真以及动手能力等方面得到一定锻炼。

1. **其他说明**

无