# 科创项目简介：高颗粒度量能器

1. **导师及课题组介绍**
2. 导师介绍链接<https://people.ucas.edu.cn/~yongliu_hep>
3. 课题组介绍

本课题组研究粒子物理探测器前沿技术，聚焦于高颗粒度量能器，包括基于闪烁体-硅光电倍增器、以及硅传感器等技术方案。课题组主要参与未来高能正负电子对撞机上的量能器预研项目，以及高亮度大型强子对撞机(HL-LHC) CMS实验上的高颗粒度量能器升级(HGCAL)项目。

* 作为CEPC探测器核心团队之一，课题组参与CEPC量能器技术样机的研制和束流实验，以及全新量能器技术预研。
* 在LHC-CMS实验高粒度量能器升级(HGCAL)项目中，课题组主要参与硅模块和硅传感器的测试，为6英寸和8英寸的硅传感器发展了完整的测试系统。
* 课题组成员包括博士生导师1名，博士生3名，硕士生1名。

1. **科创计划项目简介**
2. 项目简介

科创计划项目主要包括以下三个选题：

* 全新晶体量能器样机的束流数据分析
  + 目前团队已完成首个晶体量能器样机的研制，在2023年期间已通过一系列的束流测试验证其性能。这个选题主要是利用样机的束流测试数据研究粒子簇射相关的性能，并以此为依据改进量能器设计、评估电子学系统性能。计划在2024年内在CERN开展进一步的束流测试，研究改进后的晶体量能器样机的性能、验证模拟和数字化模型。
* 高粒度量能器探测单元的性能研究
  + 高粒度量能器的时间性能是全新领域（即5维量能器技术）。这项研究主要是利用宇宙线和粒子束流研究闪烁体的时间特性和响应均匀性，并将其用于高颗粒度强子量能器技术中。
* 大面积硅传感器的性能研究
  + 团队已发展硅传感器测试平台，可以测试6英寸和8英寸晶圆的IV和CV测试。这项研究主要包括国产6英寸硅传感器以及HGCAL项目的8英寸硅传感器的性能研究。

1. 使用的实验方法、仪器设备、数据软件等

* 全新晶体量能器样机的束流数据分析
  + 实验数据分析工具为[ROOT](https://root.cern.ch/)，实验数据和模拟样本均为ROOT格式
  + 探测器模拟工具为[Geant4](https://geant4.web.cern.ch/)，目前已完成模拟开发，后续仅需调整模型参数
  + 高能所计算集群的操作系统为CentOS Linux
  + 编程语言C/C++/Python选择一种即可
* 高粒度量能器探测单元的性能研究
  + 利用宇宙线和粒子束流，研究闪烁体-SiPM的时间性能和响应均匀性
  + 主要仪器：示波器，SiPM读出ASIC芯片
  + 数据分析: 示波器SiPM波形数据，以及SiPM读出芯片的数字化数据
* 大面积硅传感器的性能研究
  + 实验地点：高能所硅探测器实验室（4号厅千级洁净间）
  + 实验仪器：探针台、探针卡、开关阵列、源表、皮安电流表和LCR表等。
  + 采集数据软件基于LabView，研究内容包括：(1)硅传感器的IV和CV特性、(2) 基于AI的表面缺陷/划痕的识别算法、(3) 时间特性研究。

1. 对学生专业知识背景等方面的要求

总体要求学生对实验物理、前沿探测器技术有较强的兴趣和一定的动手能力，参加过大学物理实验或近代物理实验等实践课程。

在科创计划期间，有意愿学习新的实验技术（例如仪器操作、数据分析、模拟软件），具体可以根据学生的研究兴趣和参与的研究项目，进行有针对性的调整。

1. 项目预期目标、成果和收获

项目的预期目标主要是为大学2-3年学生提供接触粒子物理前沿探测器技术的机会，通过参与先进量能器预研工作，对于高粒度量能器的技术有一定的接触和了解，为本科后续学习阶段以及研究生阶段奠定初步基础，并有机会参与相关研究论文的发表。

1. **其他说明**

量能器样机在2024-2025年期间计划开展一系列束流测试。团队以博士后和研究生为主，欢迎本科生参加，学习粒子物理及探测器的基础知识。

非常欢迎感兴趣的同学继续参加高能所大学生夏令营、本科毕业论文设计；课题组的联系邮箱：[liuyong@ihep.ac.cn](mailto:liuyong@ihep.ac.cn)