# 功能薄膜材料的生长模式和量子相变的人工调制研究

1. **导师及课题组介绍**
2. 导师介绍链接：<https://people.ucas.ac.cn/~wanghh>
3. 课题组介绍：低维结构实验室属于中国科学院高能物理研究所多学科研究中心，主要从事薄膜、多层膜器件和表面纳米结构的制备-结构-性能的关系研究，拥有两套新的脉冲激光沉积（PLD）设备、一套掠角热蒸发镀膜设备、一套霍尔效应测量系统、一个24核工作站和一个16核服务器，为国家运行两个开放实验室­—北京同步辐射装置1W1A漫散射光束线站（BSRF-1W1A-DXRS）和北京高能光源低维结构探针光束线站（HEPS-B9-LoDiSP），开展薄膜、表面纳米晶体的结构及其动态变化的研究，分析晶体薄膜和多层膜的结构、物相组成、结晶质量、外延关系、膜层厚度、表界面粗糙度、晶体缺陷、材料疲劳的结构变化、钙钛矿氧化物的氧八面体旋转（OOR）等。本课题组明年将在2025年春天建成和使用HEPS-LoDiSP，使用世界上为数不多的相干光源，开展相干X射线方法的发展和在凝聚态物理（钙钛矿型费米液体和强关联体系的相变、界面高温超导的界面效应调制）中的应用研究。真诚欢迎有兴趣、有激情的青年学子前来我们实验室参加科创计划研究。
4. **科创计划项目简介**

1、项目简介：

参加科创计划的学生来参与本组的科研项目，从下述工作中选择自己感兴趣的研究环节，与研究生一起，动手参与实验或者进行数据分析。

使用脉冲激光沉积（PLD）镀膜设备生长功能氧化物薄膜材料，采用反射式高能电子衍射（RHEED）实时监测薄膜的结晶质量和生长速率，研究我们原创性提出的人为改变薄膜的本性生长模式的倏逝波调制效应（EWME，参见论文*Phys. Rev. B* 104 (11), 115429 (2021). URL: <https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevB.104.115429>; DOI: 10.1103/PhysRevB.104.115429;），并用EWME获得表面原子级平整的薄膜；采用同步辐射X射线散射和衍射测量超薄膜的结构，包括用X射线衍射测量薄膜的晶相和外延关系，采用晶体截断棒（CTR）分析测量薄膜的晶格驰豫、薄膜厚度和各原子层的占位率，采用X射线反射（XRR）测量薄膜的厚度，采用PPMS测量薄膜的电输运性质随温度和厚度的变化关系，采用电声子散射机理、电子-电子散射机理、Mott变程跳跃模型、量子限域效应（QCE）、Kondo效应模型等拟合实验数据，分析金属绝缘体转变（MIT）机理，应用厚度、电场、化学掺杂、界面极化和氧八面体旋转（OOR）调节薄膜的超导电性；应用电流控制Ca2RuO4薄膜的相变，采用X射线光子关联谱（XPCS）研究相变过程的路径及其动力学，在此过程中发展GI-XPCS方法。

2、使用的实验方法、仪器设备、数据软件等

脉冲激光沉积（PLD）镀膜设备2套，RHEED；6+3圆Huber衍射仪2台（分别在BSRF-1W1A-漫散射实验站和HEPS-B9-LoDiSP实验站；变温霍尔效应测量系统，PPMS系统（物理所合作组的和纳米中心的）、24核工作站、20核服务器；使用SPEC、GenX等软件。

1. 对学生专业知识背景等方面的要求

* 量子力学基础、固体物理学、Matlab或Python或Mathematics 语言，或者有电动力学理论计算能力。

4、项目预期目标、成果和收获

* 熟悉薄膜生长的基本理论和影响薄膜结晶质量和表面形貌的因素，掌握根据RHEED、XRD或AFM实验结果分别调整相应工艺参数的判断能力；
* 初步学会使用XRD测量和分析XRD结果；
* 如果熟悉电动力学，能计算激光透过薄膜-衬底界面在表面产生倏逝波的波场，可以发表一篇论文。
* 可以了解X射线相干方法中的XPCS，也对第四代同步辐射光源的应用有大致的了解。

1. **其他说明**

* 招收大四学生，计划来本组读研究生者优先
* 也可以招收有研究经验的、计划出国的大三、大四学生，