# 极化3He中子自旋过滤装置用Magic Box研发项目简介（大学生科创计划项目）

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

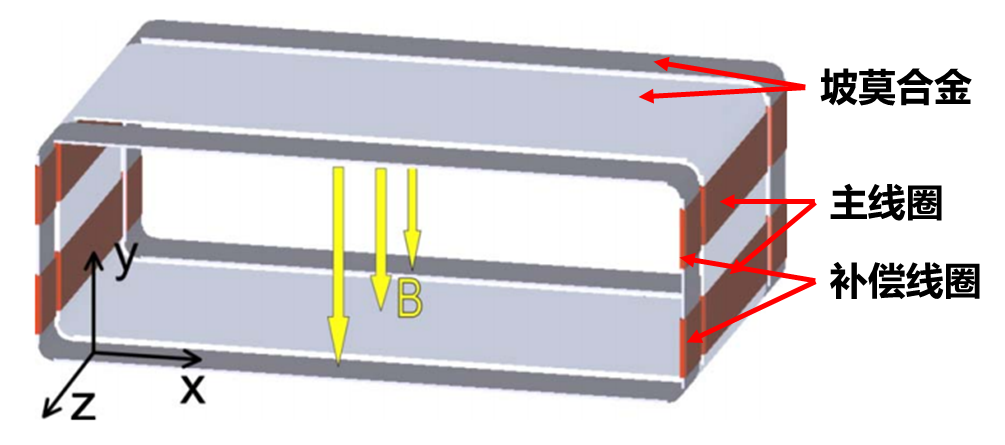
本课题组为中国科学院高能所东莞研究部-中子科学部-样品环境系统的极化3He方向，主要负责3He的极化及其相关应用，主要利用大功率激光器，泵浦极化封装在高密度玻璃气室内的3He气体，实现中子的自旋极化，进而支撑极化中子的相关应用。本课题组自主研发有多套离线3He极化泵浦装置和在线3He极化泵浦装置，且这两类装置的相关参数和性能，均已达到国际先进水平，并成功应用于中国散裂中子源的相关实验，取得了一定的成果。相关原理简介可参考：[Development of a Spin-Exchange Optical Pumping-Based Polarized 3He System at the China Spallation Neutron Source (CSNS) - IOPscience](https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0256-307X/38/9/092801/meta)及https://mp.weixin.qq.com/s/zpYBacr1fX91Kjh\_stCBQw.

1. **科创计划项目简介**
2. **项目简介**

本项目基于课题组已经搭建的离线3He极化泵浦装置和广角极化3He中子过滤装置，需要一套磁场设备用于转运极化氦三的设备，目的是实现极化3He从实验室到中子束流线上的转运，维持极化3He在转运过程中的极化。通过大量调研，选择了魔术盒Magic box作为转运的磁场设备，因此需要对Magic box进行研发。

1. **使用的实验方法、仪器设备、数据软件等**

本项目可使用COMSOL（优先），Ansys等物理仿真软件和LabVIEW/Python等控制软件，对磁场装置Magic box的磁场均匀性及屏蔽性能进行模拟和测量等。磁场装置主体如下图所示，即利用磁屏蔽材料-坡莫合金来屏蔽外部杂散场，并在其内部通过绕制的合适的线圈来产生磁场，磁场的空间需满足3He容器的放置。本项目，需要通过构型设计和参数模拟优化，找出Magic box的最优参数，其中包括线圈的匝数、通电电流大小、坡莫合金板之间的距离、坡莫合金的厚度等等。并在此参数上进行机械设计和完成加工，最终形成的磁场装置，需使用三维测磁装置进行测试，获得磁场装置的实际屏蔽效果以及磁场均匀性，分析实际测量数据和软件模拟数据的差异，最终实现本项目的应用目标。

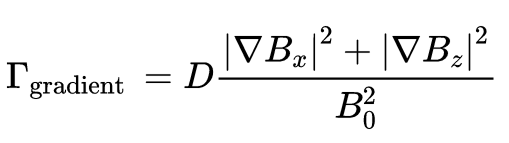


Magic box 示意图

1. **对学生专业知识背景等方面的要求**

希望学生具备物理学相关专业知识，尤其是电磁学等领域，并适当了解极化中子和3He等的相关性质。

1. **项目预期目标、成果和收获**

要求制作出一个适用的Magic box装置，中心区域磁场强度为10-20 G，如上图所示，主磁场方向为y方向，要求中心放置3He气室区域（10 cm×φ10 cm）以及广角3He空间区域内的标准化梯度达到10-4 /cm，标准化公式如下：

同时，要求磁场装置具备一定抵御外部杂散磁场的能力。

预期将形成一套实体的Magic box装置和至少一篇核心及以上的文章，并实现离线3He中子自旋过滤装置转运设备的升级。

1. **其他说明**

**其他需要说明的内容**

中子的性质：虽然中子是电中性粒子，但是中子具有微小但非零的磁矩。中子具有1/2的自旋，在一个外磁场B中，其自旋取向有两个可能的方向：平行或者反平行于外磁场方向。

3He的性质：3He原子仅有一个中子，其被极化后的自旋朝向，将主要沿着平行或反平行于外部磁场的某一方向，由于3He原子和中子极化方向相反时的反应截面，较其二者极化方向平行时大得多。因此，极化后的3He原子，可以将束流中与3He极化方向不同的中子反应吸收掉，剩下的中子束流的极化方向，将主要沿着3He的极化方向。通过控制中子透过的3He气团的极化方向，可实现中子自旋的调控和分析，该方法即为3He中子极化和分析法。其中，极化后的中子，可用于区分材料内部深层次结构的非相干散射、核散射与磁性散射等，是研究诸多磁性薄膜材料、新型磁存储材料、超导材料、新奇量子材料等的重要技术，也是目前已知唯一一种可无差别分离核散射和磁散射的技术。