



赵忠尧：1902-1998

申请赵忠尧博士后答辩

答辩人：易晗

中国科学院高能物理研究所东莞分部

合作导师：唐靖宇

2018年3月27日



中国科学院高能物理研究所
Institute of High Energy Physics Chinese Academy of Sciences



中国散裂中子源
China Spallation Neutron Source

CONTENTS 目录

- 1 个人简历
- 2 研究生主要工作
- 3 未来研究计划



CONTENTS 目录

1 ✓ 个人简历

2 ✓ 研究生主要工作

3 ✓ 未来研究计划



中国科学院高能物理研究所
Institute of High Energy Physics Chinese Academy of Sciences



中国散裂中子源
China Spallation Neutron Source

个人简历

易晗，中国科学院高能物理研究所，东莞分部，博士后

教育经历：

- 2011年8月—2016年7月，清华大学，物理系，博士研究生，导师：肖志刚
- 2007年8月—2011年7月，清华大学，物理系，本科

工作经历：

- 2017年9月—至今，中国科学院高能物理研究所，东莞分部，博士后，合作导师：唐靖宇
- 2016年7月—2017年8月，中国工程物理研究院，流体物理研究所，助理研究员

参与科研项目：

- 国家重点研发计划，2016YFA04016，白光中子源实验技术研究，2016年6月—2021年5月，1750万，在研，参与带电粒子谱仪实验，负责中子能谱解谱算法研究
- HXMT“慧眼”卫星反符合屏蔽探测器光电管测试，编写了测试用DAQ程序并参与了热真空循环试验。
- 国家自然科学基金面上项目，11375094，快裂变颈部发射的同位旋效应与亚饱和密区对称能的约束，2014年1月—2017年12月，102万元，结题，参与探测器阵列搭建与束流实验。



CONTENTS 目录

- 1 个人简历
- 2 研究生主要工作
- 3 未来研究计划

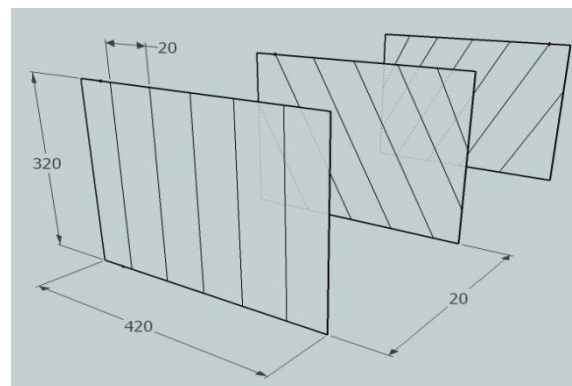
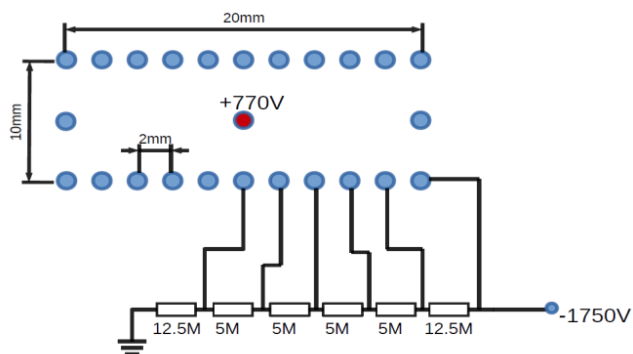
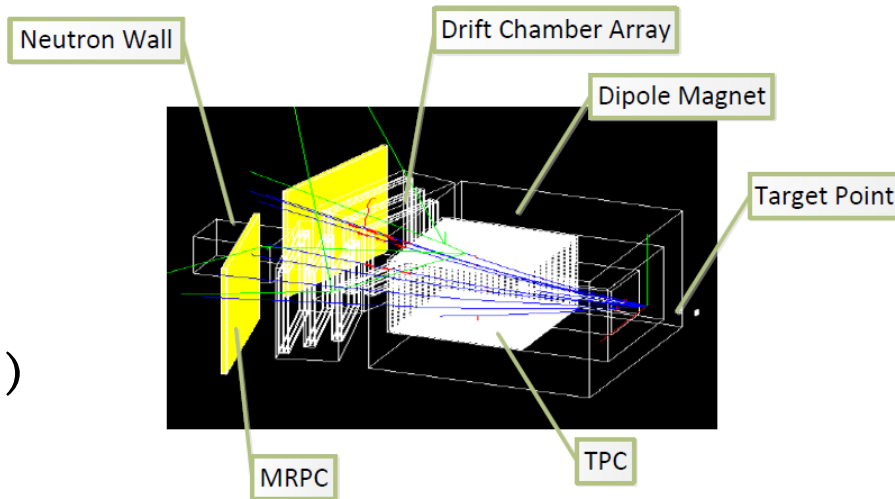


■ 漂移室径迹探测系统

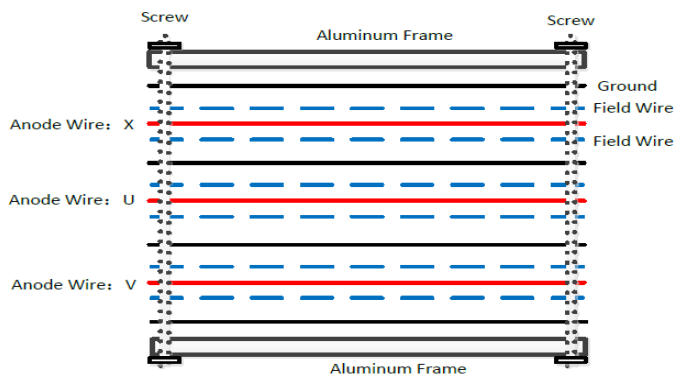
- 兰州重离子加速器冷却存储环（HIRFL-CSR）外靶实验谱仪
- 用于高温高密核物质状态方程研究

谱仪系统的子探测器：

- 1) 靶点硅探测器
- 2) 时间投影室（TPC）
- 3) 飞行时间探测器MRPC
- 4) 前向迹探测器（漂移室）
- 5) 强子量能器（中子墙）



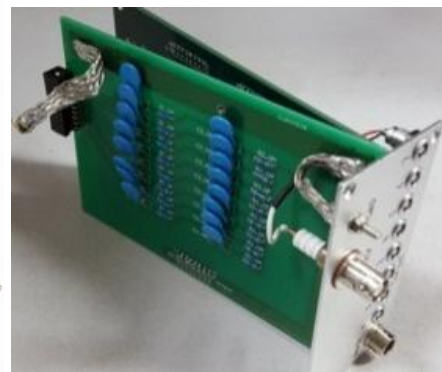
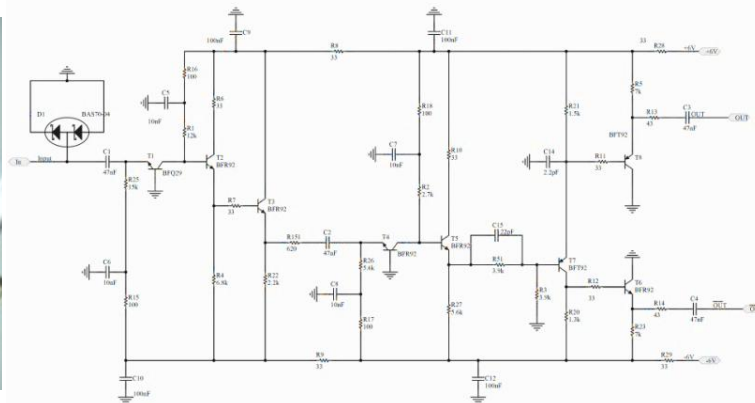
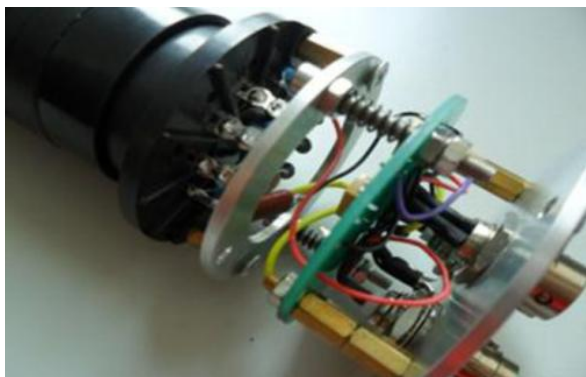
探测器研制



平面型漂移室
布丝角度: 0° 、 $\pm 30^\circ$
探测面积: $320\text{mm} \times 420\text{mm}$
阳极丝间距: 20mm
阳极面间距: 20mm
阳极丝: $20\mu\text{m}$ 镀金钨丝
阴极丝/场丝: $100\mu\text{m}$ 镀铍铜丝
工作气体: $\text{Ar}/\text{CO}_2=85/15$

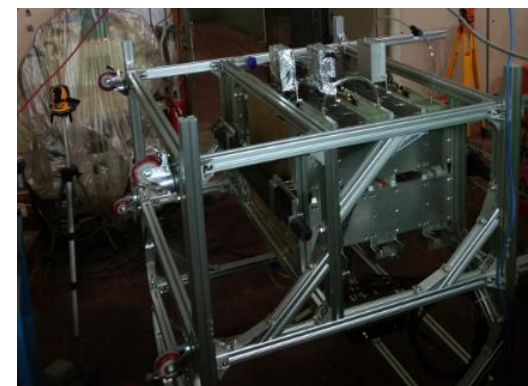
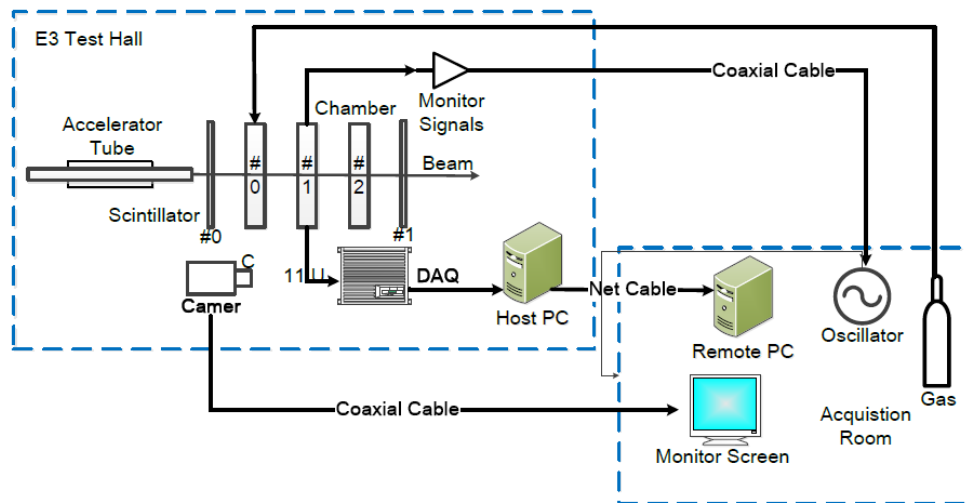
前置放大器

- 光电管前放: 电流转电压信号、信号成形电路;
- 漂移室前放: 快速电压放大电路;



探测器系统测试

- 实验室宇宙线测试；
- 高能所实验束装置E3束流线测试（质子、 π^+ 束流）；

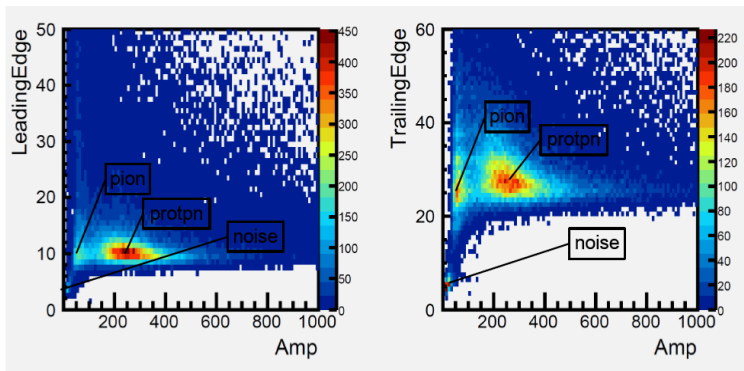
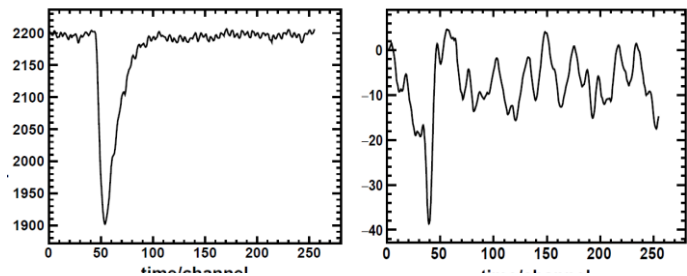


数字信号处理

- 使用多种数字信号处理算法，处理原始波形，提取波形信息。

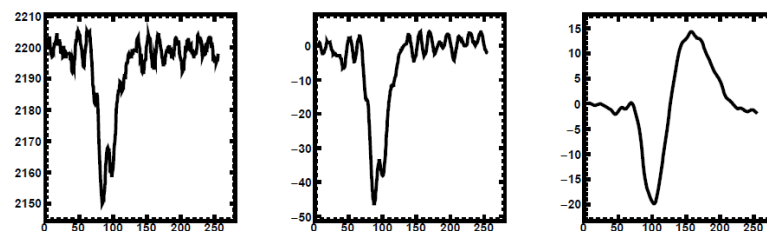
1、脉冲信号甄别噪声与信号

通过脉冲幅度与前后沿宽度关联甄别信号与噪声



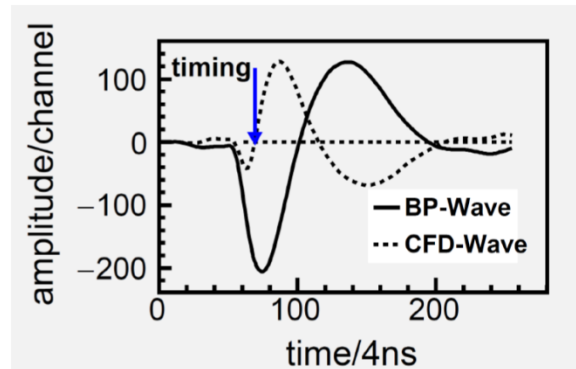
2、带通滤波处理原始波形

通过模拟带通滤波器传递函数数字化进行带通滤波



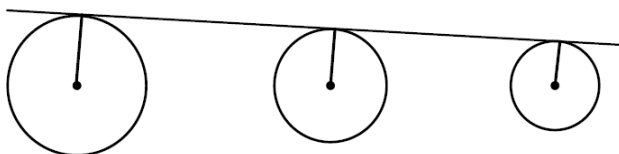
3、恒比定时得到时间信息

采用数字恒比定时方法确定信号时间

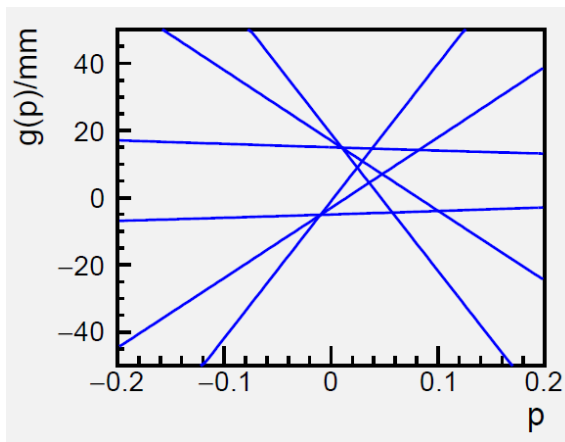
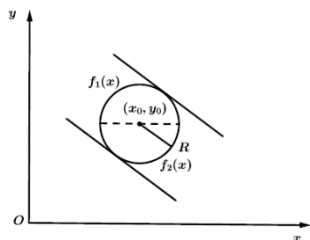


径迹查找与拟合

1、勒让德变化进行径迹查找

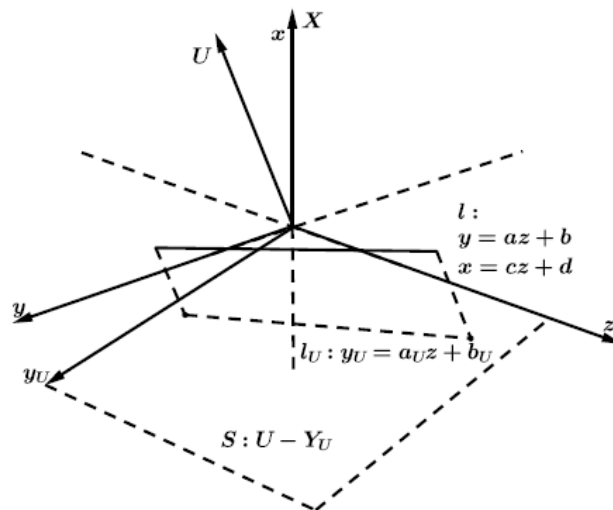


对三个圆同时做勒让德变换，在勒让德空间中找到公共点，完成二维径迹的查找工作。



2、径迹进行三维投影拟合参数

采用最小二乘法，解析计算径迹方程参数。



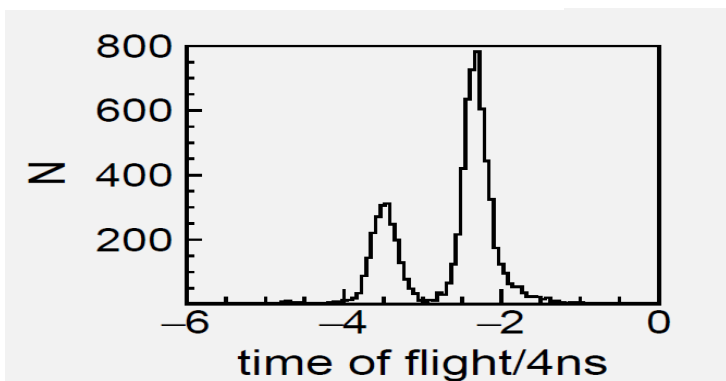
$$\chi^2 = \sum_i \left(r_i - \frac{k_i z_i + b_i - y_i}{\sqrt{1 + k_i^2}} \right)^2$$

$$\chi^2 = (R - \lambda - Aq)^T (R - \lambda - Aq)$$

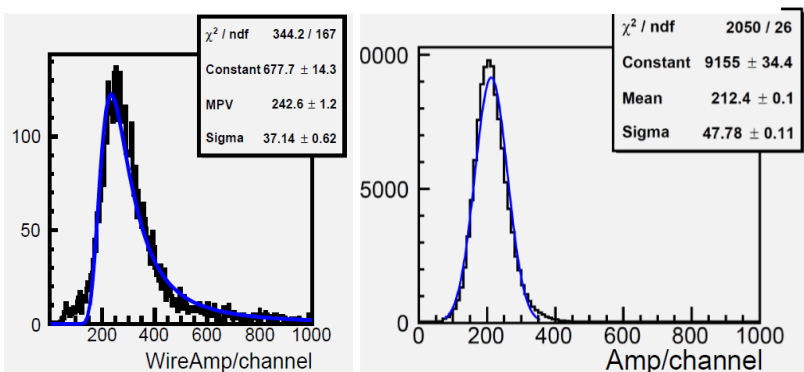
$$q = (A^T A)^{-1} A^T (R - \lambda)$$

数据分析结果

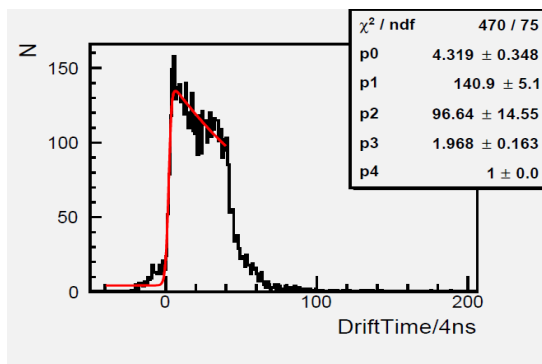
1、塑闪探测器的TOF分布



2、通过截断平均得到近高斯分布，得漂移室能量分辨为22.5%。



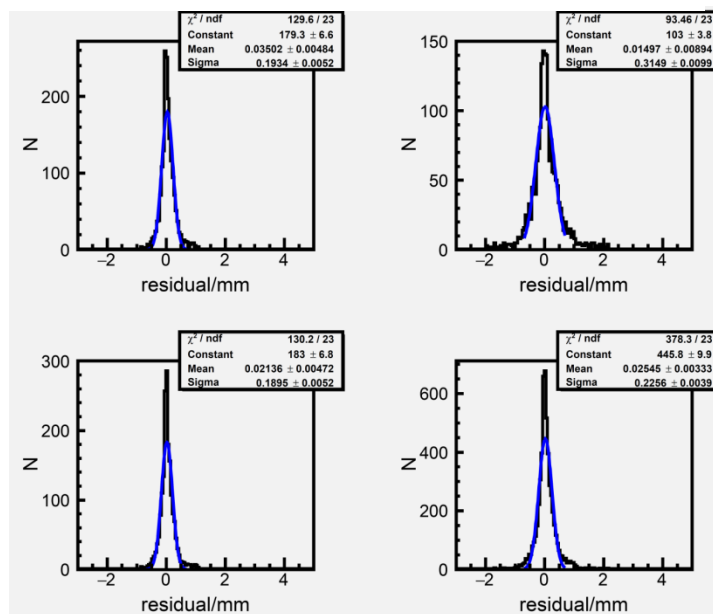
3、漂移单元的电子漂移时间分布



拟合漂移时间零点:

$$N = B + A \frac{e^{-t/\tau_1}}{1 + e^{(t-T_0)/\tau_2}}$$

4、做径迹重建与拟合得到位置分辨，二维分辨226μm



■ 发表论文

- [1] **YI Han**, LV Li-Ming, ZHANG Zhao, CHENG Wen-Jing, JI Wei, HUANG Yan, ZHANG Yan, LI Hong-Jie, CUI Yin-Ping, LIN Ming, WANG Yi-Jie, DUAN Li-Min, HU Rong-Jiang, XIAO Zhi-Gang. A Flash-ADC data acquisition system developed for a drift chamber array and a digital filter algorithm for signal processing. Chinese Physics C, accepted
- [2] **YI Han**, ZHANG Zhao, XIAO Zhi-Gang, CHENG Wen-Jing, LV Li-Ming, YAN Wei-Hua, WANG Ren-Sheng, LI Hong-Jie, HUANG Yan, ZHANG Yan, DUAN Li-Min, HU Rong-Jiang, LU Chen-Gui, YANG He-Run, MA Peng. Prototype studies on the forward MWDC tracking array of the external target experiment at HIRFL-CSR. Chinese Physics C Vol. 38, No. 12 (2014) 126002
- [4] Li Ou, Zhigang Xiao, **Han Yi**, Ning Wang, Min Liu and Junlong Tian. Dynamic isovector reorientation of deuteron as a probe to nuclear symmetry energy. Physical Review Letters, 115, 212501 (2015)]
- [3] HUANG Yan, **YI Han**, XIAO Zhi-Gang, ZHANG Zhao, CHENG Wen-Jing, L üLi-Ming, YAN Wei-Hua, WANG Ren-Sheng, LI Hong-Jie, ZHANG Yan, DUAN Li-Min, HU Rong-Jiang, LU Chen-Gui, YANG He-Run, MA Peng, Gao Hai-Yan. Non-uniformity effects of the inter-foil distance on GEM detector performance. Chinese Physics C 40, 046001 (2016)

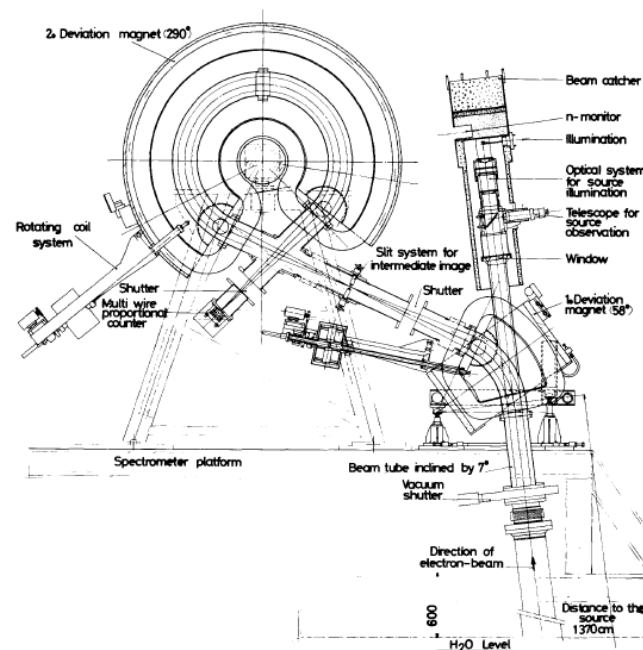
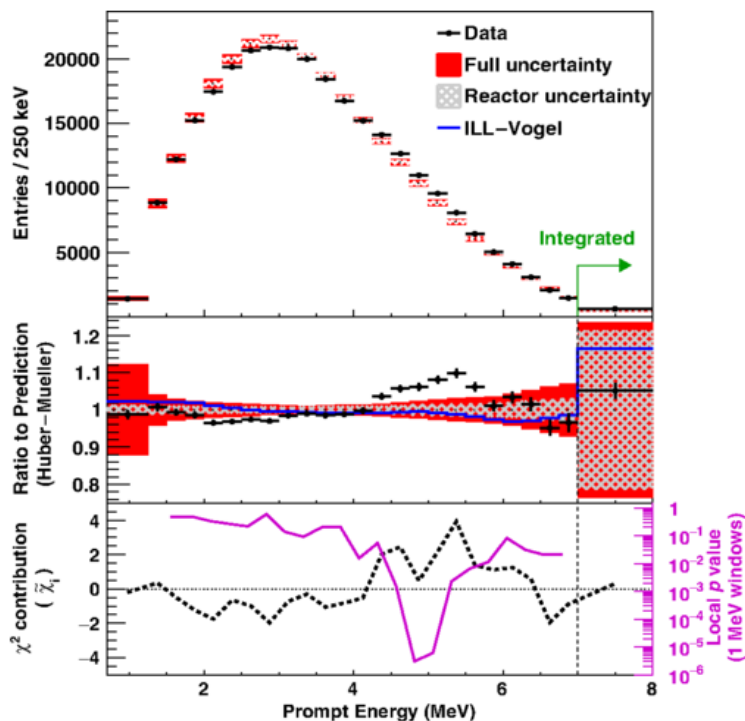
CONTENTS 目录

- 1/ 个人简历
- 2/ 研究生主要工作
- 3/ 未来研究计划



反应堆中微子能谱理论与实验不一致

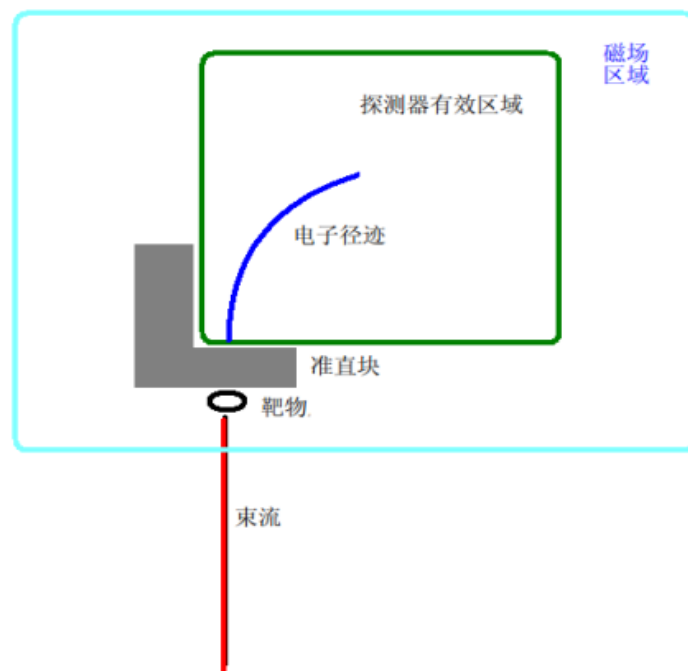
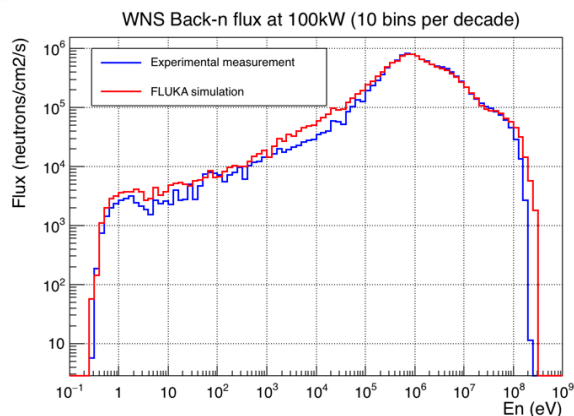
- 三个重要的反应堆中微子实验，Daya Bay、Double Chooz和RENO，测量得到的正电子能谱同预期能谱在4~6MeV范围内有4.4倍 σ 的偏差。
- 深入研究实验与理论的差异来源有重要意义。



BILL实验使用电子磁谱仪对电子能谱进行直接测量，得到 $^{235}\text{U}/^{239}\text{Pu}/^{241}\text{Pu}$ 的裂变产物能谱。

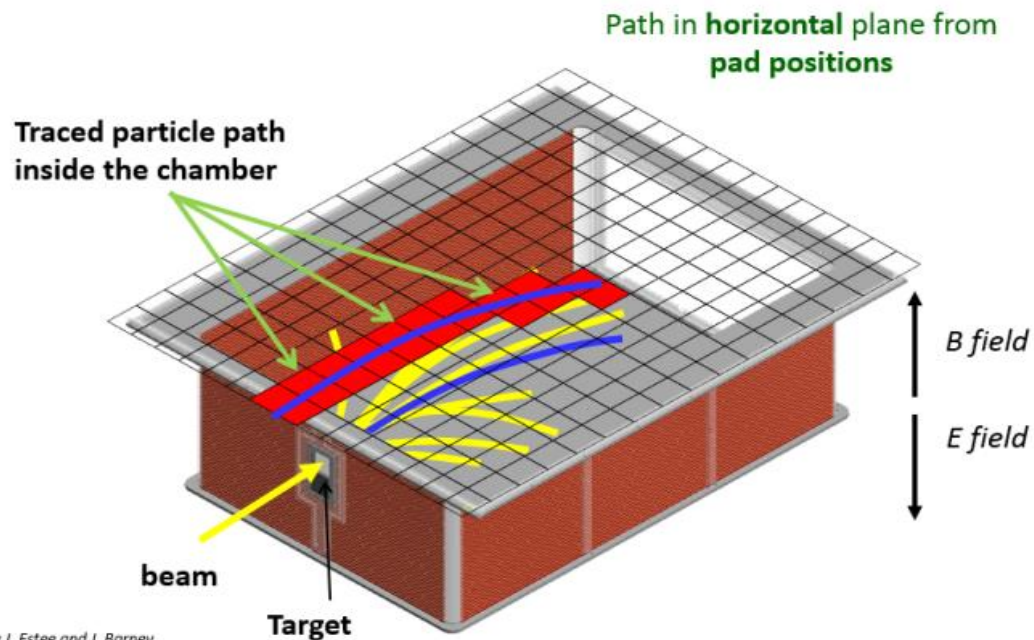
在CSNS反角白光中子源开展反电子中微子能谱测量

- Back_n反角白光中子源能谱覆盖热中子到百MeV能区，可对多种裂变材料进行测量。



研制一台磁场扫描型TPC，在利用白光中子源束流进行裂变产物电子能谱测量，转化得到反电子中微子能谱。

磁场扫描型TPC



项目主要研究内容

● 探测器研制:

- 1、探测器部分
- 2、磁场部分
- 3、靶样品制备研究

● 物理分析:

- 1、中子束流能谱与流强分析
- 2、裂变产生电子能谱分析
- 3、电子能谱反解中微子能谱分析。

有效面积: $100 \times 100 \text{mm}^2$

读出pad: $\sim 2 \text{mm}$ 六边形

外形尺寸: $350 \text{mm} \times 350 \text{mm} \times 150 \text{mm}$

工作气体: $\text{Ar}/\text{CO}_2=90/10$

工作气压: $0.1 \sim 0.5 \text{atm}$

磁场强度: $50 \text{G} \sim 0.2 \text{T}$

均匀磁场区域: $500 \text{mm} \times 500 \text{mm} \times 250 \text{mm}$

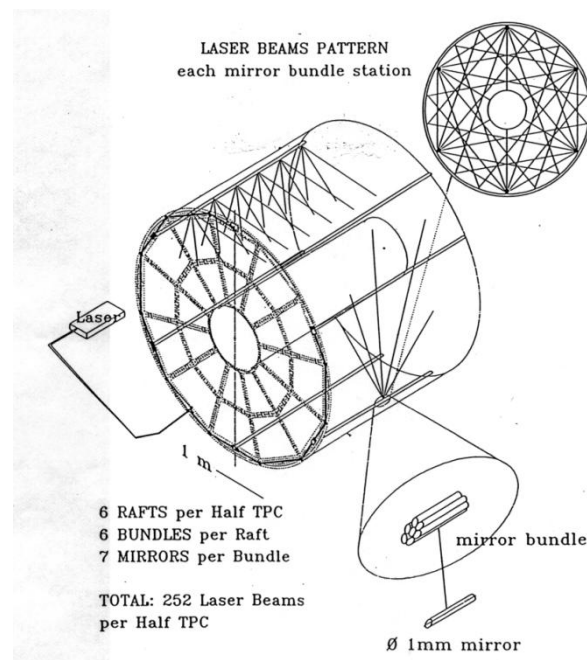
扫描磁场步长: 50G

电子能谱测量范围: $50 \text{keV} \sim 10 \text{MeV}$

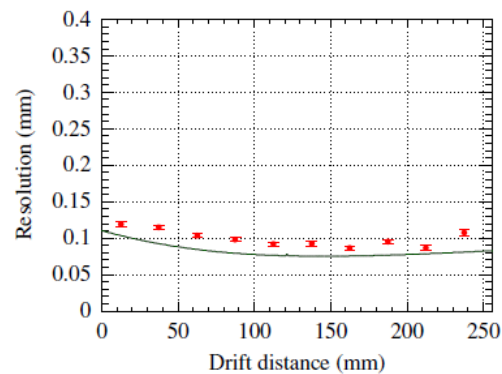
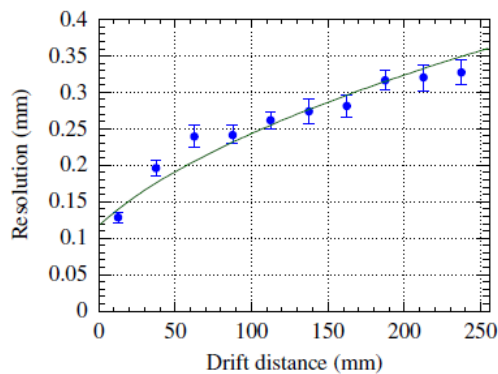
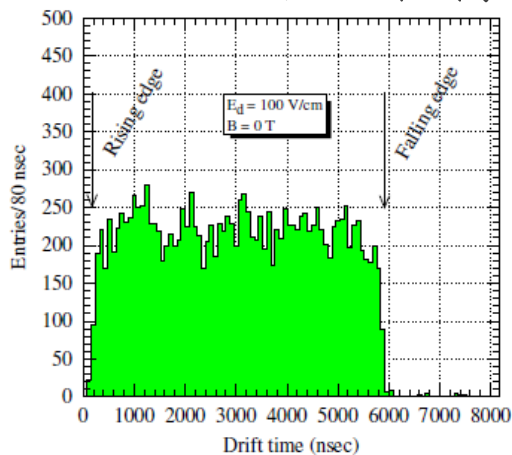
主要工作内容：TPC测试

- 常用方法：激光刻度、宇宙线刻度
- 刻度空间场的非均匀性与径迹拟合的线性
- 刻度不同区域的探测器效率的能量增益
- 刻度电子随漂移距离的空间扩散
- 刻度空间分辨随漂移距离的变化

STAR-TPC激光刻度系统

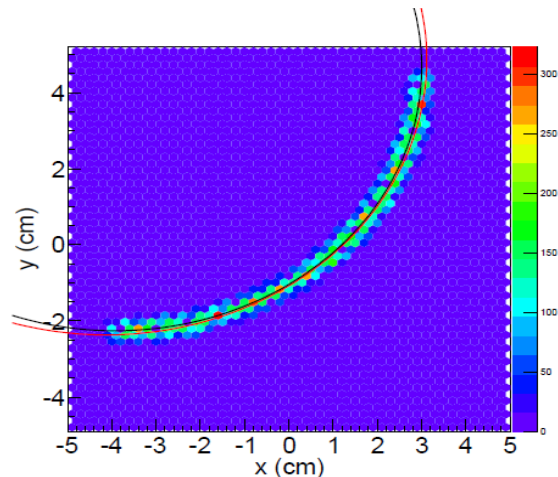


LCTPC的测试结果（宇宙线测试）

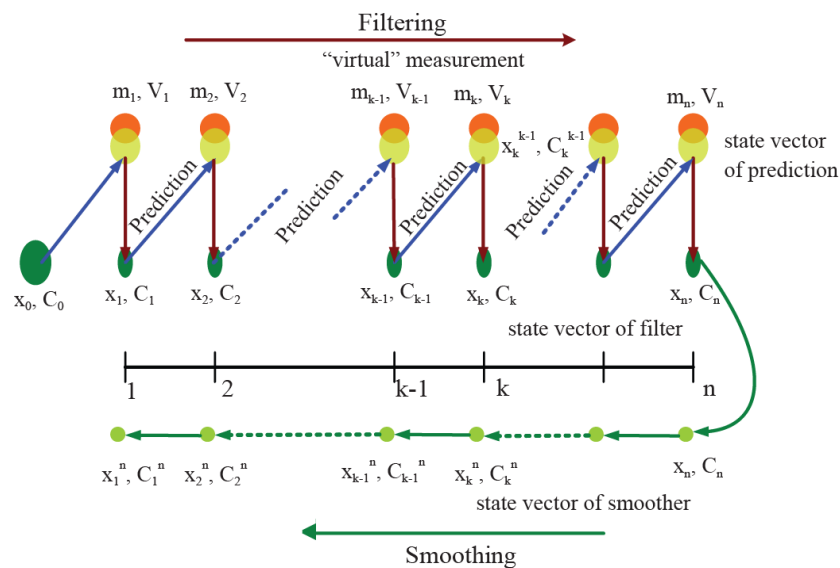
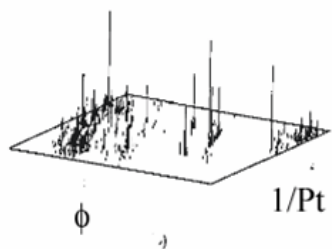
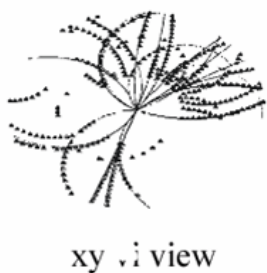


主要工作：径迹查找重建

- 常用方法：霍夫变换、勒让德变换、卡尔曼滤波等等；
- 霍夫变换与直方图方法进行快速径迹重建
- 卡尔曼滤波拟合径迹参数
- 需要考虑的修正因素：电子能损、多重散射、电子扩散、磁场电场非均匀性等等；
- 重建电子的动量误差评估；



Hough transformation in BES-III



■ 其他工作

- Back-n在线条件支持;
- 与共用设施的对接;
- TOF方法测量中子能量;
- 束流实验的准备工作等。

■ 预期研究成果

- 完成TPC测试与刻度装置搭建;
- 完成径迹重建与拟合算法研究并编写相关程序;
- 完成原型样机的测试;
- 发表1~2篇探测器测试研究学术论文。



谢谢!

答辩人：易晗

中国科学院高能物理研究所东莞分部

2018年3月27日
