

赵忠尧奖学金申请报告

报告人：杨玉真

博士后合作导师：娄辛丑 研究员



中国科学院高能物理研究所

Institute of High Energy Physics Chinese Academy of Sciences

目 录

- 1、个人简历
- 2、科研经历
- 3、科研成果与获得荣誉
- 4、工作计划

个人简历

➤ 2017.9-今

- 高能所实验物理中心博士后
- 合作导师：娄辛丑 研究员

➤ 2014. 9-2017.6

- 南京大学物理学院（高能所联合培养）
- 理学博士：《基于JUNO中MCP-PMT的微通道板组件研究与性能优化》
- 指导老师： 祁鸣教授 刘术林研究员

➤ 2011. 9-2014.6

- 广西大学粒子物理与原子核物理（高能所联合培养）
 - 理学硕士：《间隙加压型微通道板组件性能研究》
 - 指导老师： 顾运厅教授 刘术林研究员
-

科研经历

博士期间：JUNO→MCP-PMT→微通道板的研究

- 1、双MCP组件的单电子探测：P/V从2.6提高到3.7
- 2、ALD镀膜改善MCP组件性能：P/V从3.7提高到11
- 3、反向间隙电压在MCP-PMT上的初步测试结果
- 4、电荷谱测试系统搭建
- 5、处理与测试平台的研制

博士后期间：ATLAS→IHEP实验室搭建→卢瑟福实验室访问

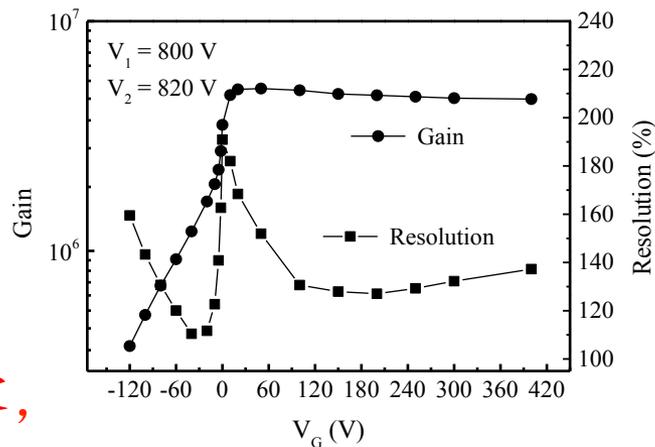
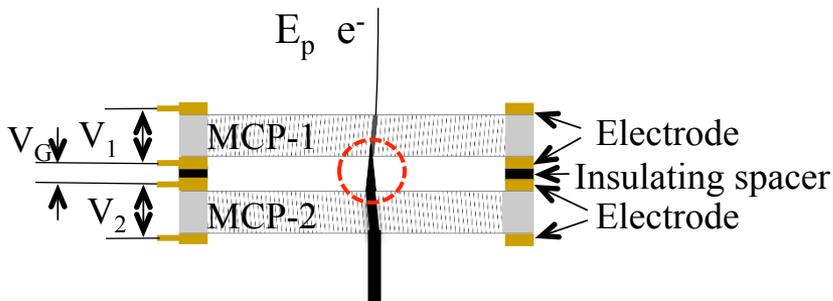
- 6、高能所Hybrid组装系统的搭建
 - 7、绑定、模块组装和封装
-

双MCP组件的单电子探测

➤ 背景:

江门中微子实验、新型20英寸微通道板型光电倍增管 (MCP-PMT) 研制

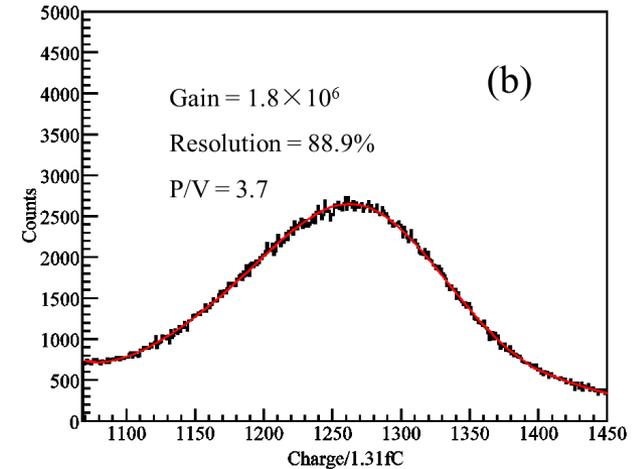
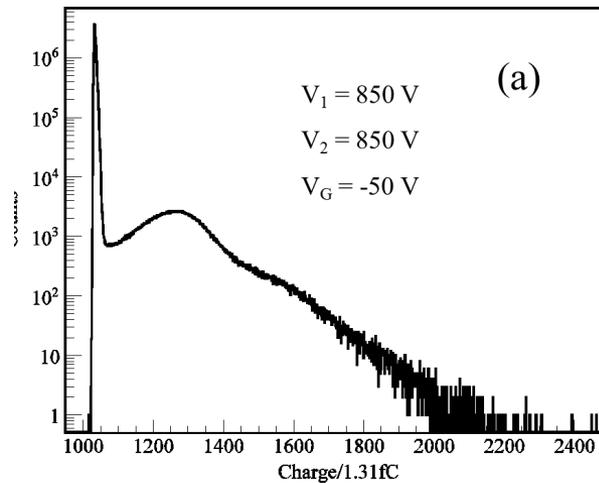
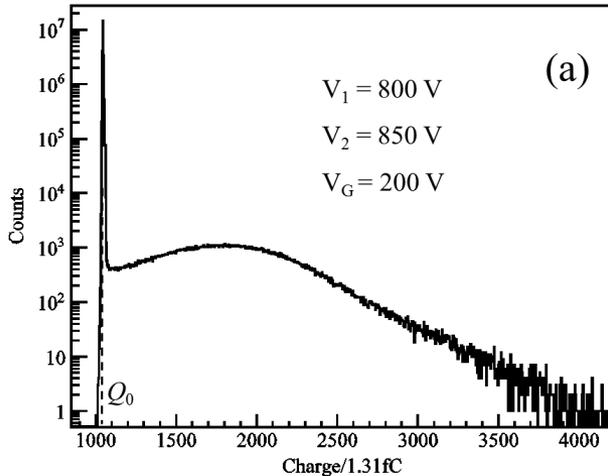
➤ 我的贡献:



增益和分辨率vs V_G

把研究和优化结果结果反馈给MCP-PMT厂家，
为其提供技术支持与设计依据。

双MCP组件的单电子探测



优化前P/V=2.6

反向间隙电压

优化后P/V=3.7

反向间隙电压工作模式被MCP-PMT厂家的批量生产所采用，明显改善了产品的探测性能，成为JUNO所用新型20英寸MCP-PMT达到最佳使用状态的备选方案。

该结果已发表：Yuzhen Yang, et al. *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A* 830 (2016) 438-443.

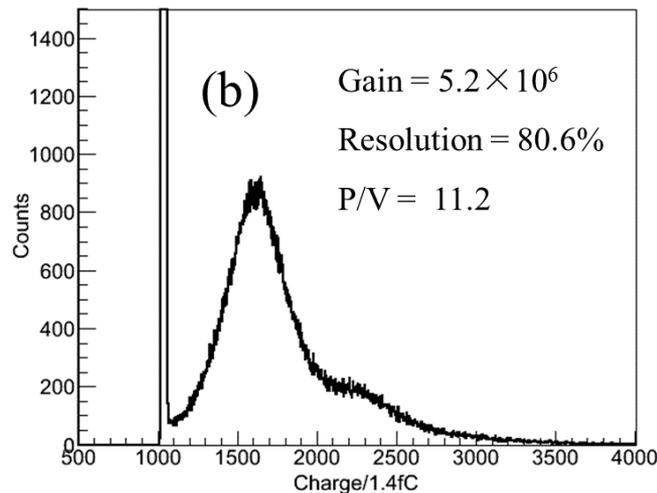
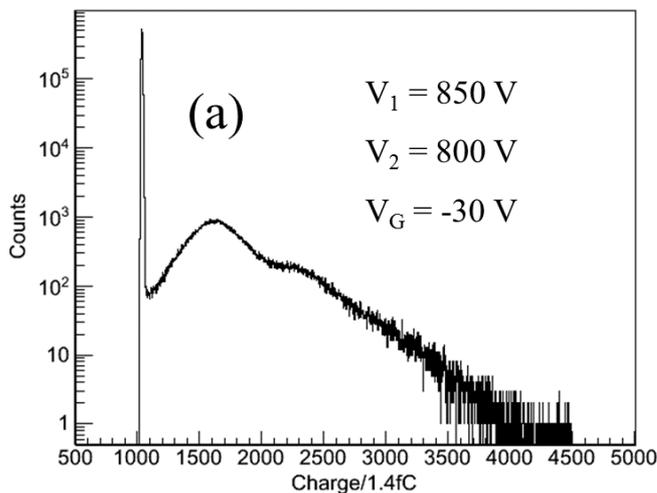
ALD镀膜改善MCP组件性能

- 增益
- 单电子峰分辨率
- 峰谷比

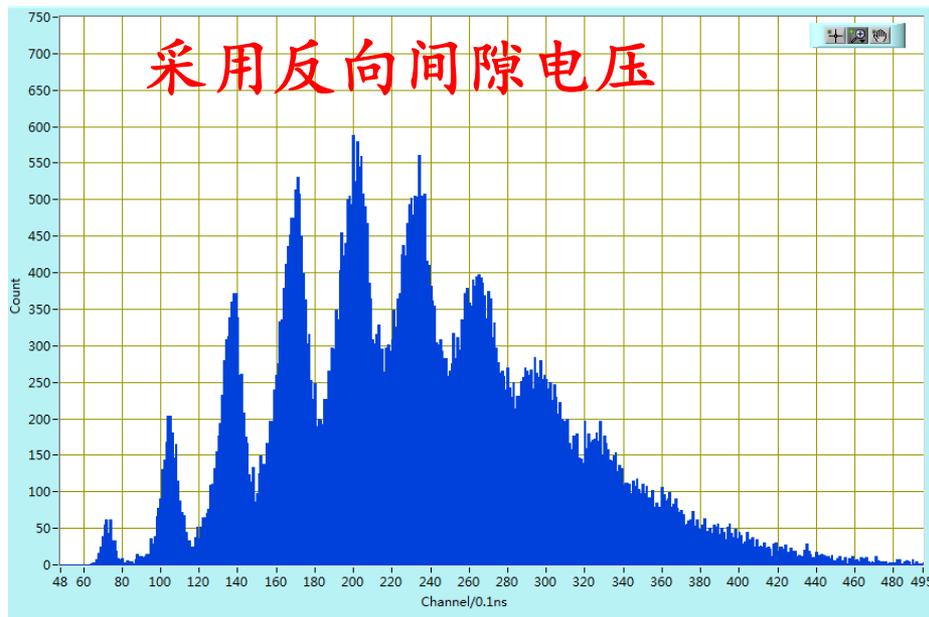
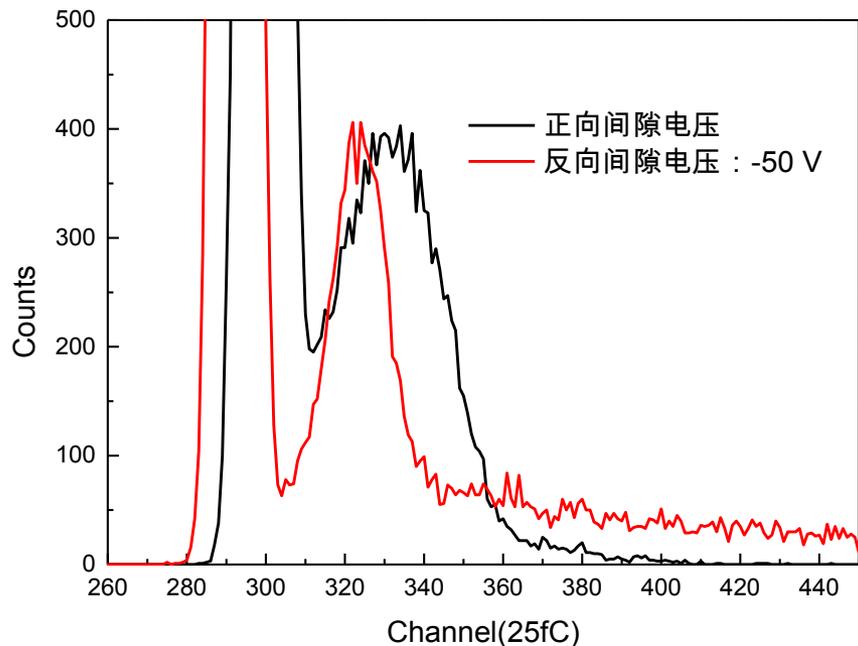
MCP组件的单电子探测性能
(需改善MCP的饱和程度)

采用原子层沉积技术 (ALD) 给MCP通道内壁镀上氧化铝膜, 提高其的二次电子发射系数, 特别是第一次撞击的SEY

镀膜后的最佳输出电荷谱: P/V从之前的3.7提高到11.2, 且降低了MCP工作电压



产家反馈的采用反向间隙电压的MCP-PMT测试结果



反向间隙电压的峰谷比明显改善！ 采用反向间隙电压可测到多光电子谱！

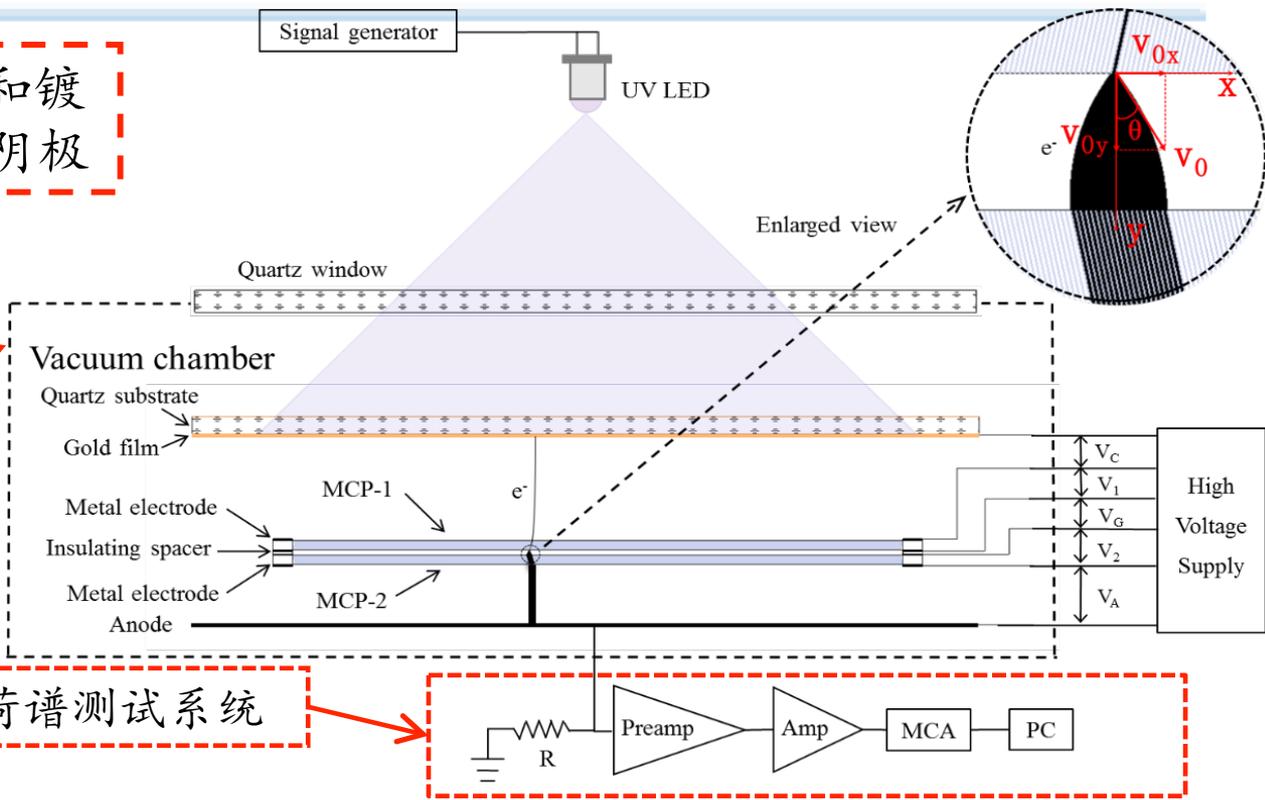
此外，产家采用反向间隙电压进行20英寸MCP-PMT的批量测试，其分辨率达到合同要求的比例有了大幅度的提高。

搭建电荷谱测试系统

采用紫外LED和镀金石英作为光阴极

基于MCP及其组件的处理与测试平台

输出电荷谱测试系统



电荷灵敏前置放大器: Amptek A250
 主放大器: Amptek A275
 多道分析器: Amptek MCA8000D
 数据获取软件: DppMCA

测试系统	每道对应电荷量
MCA8000D工作在0~1V量程	0.138 fC
MCA8000D工作在0~10 V量程	1.47 fC

优点: 精度高, 可用于测试低增益MCP探测器, 便于携带

MCP及其组件的处理与测试平台

参与研制一套超高真空的微通道板（MCP）处理及测试设备，分为五个真空腔室，用于MCP的视场检验、烘烤和电子清刷除气处理、直流增益和电荷谱测试等，是首台集MCP组件的处理及测试于一体的设备。

我的贡献：

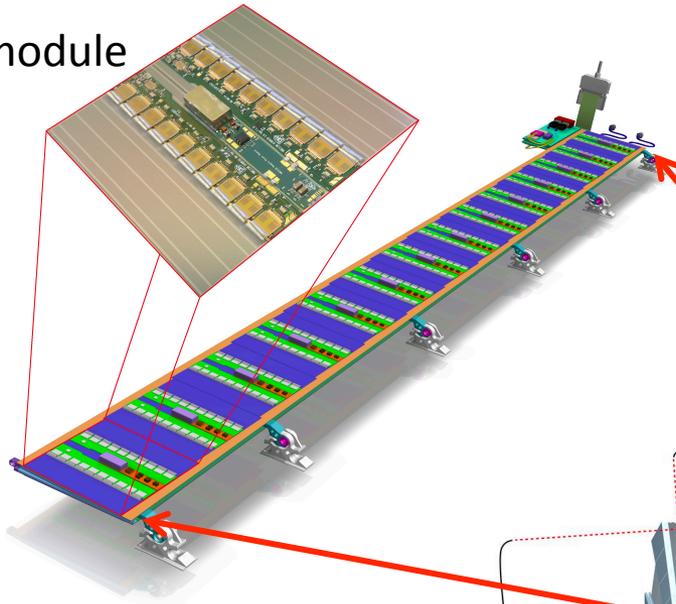
- 1) 负责设备部分机械结构的完善和设计，调研、购买相关仪器；
- 2) 调试烘烤温度控制系统（PID参数）；
- 3) 搭建电荷谱测试系统(包括多道分析测试系统和波形获取系统)；
- 4) 小电流测试系统（精度可达5pA）
- 5) 电子清刷自动控制系统；
- 6) 研制大尺寸均匀的面电子源；
- 7) 使用和维护真空机组，管理实验室运行。



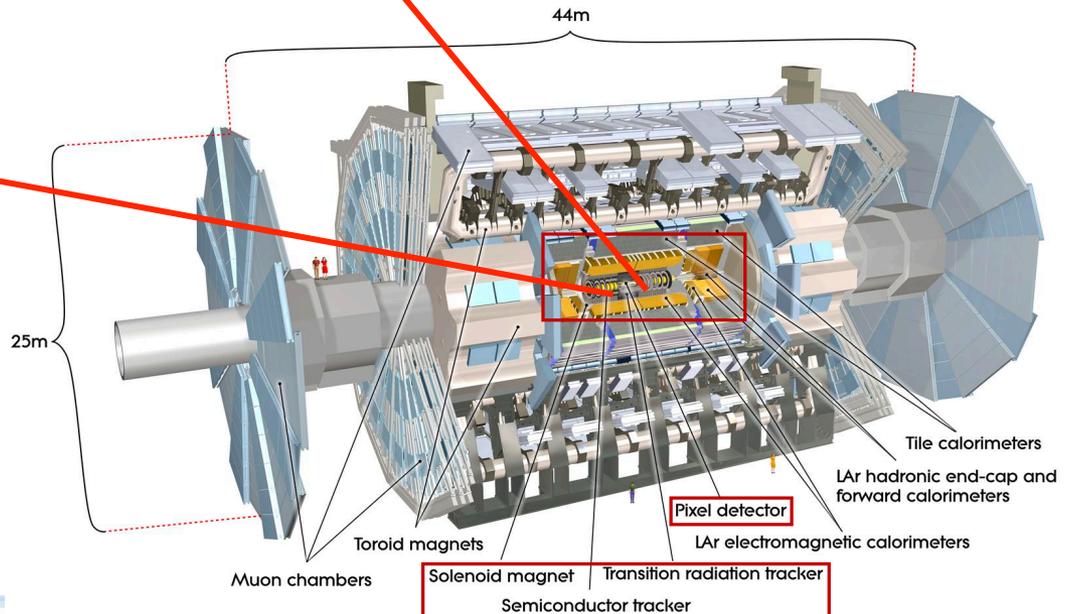
长*宽*高 = 4.2 m * 1.2 m * 1.5 m

参与ATLAS ITk (Inner Tracker)

1 Barrel module



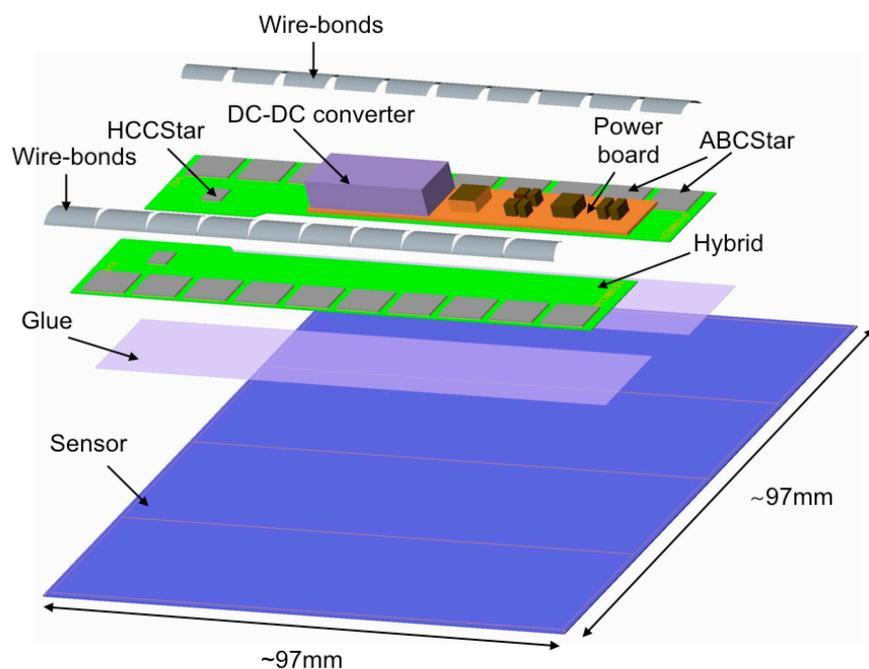
14 Si Strip modules in 1 side of Barrel



➤ 背景：
高能所参与的Inner Tracker是ATLAS升级项目，需要完成10%（1000个）硅微条模块生产。

高能所Hybrid组装系统的搭建

硅微条模块示意图

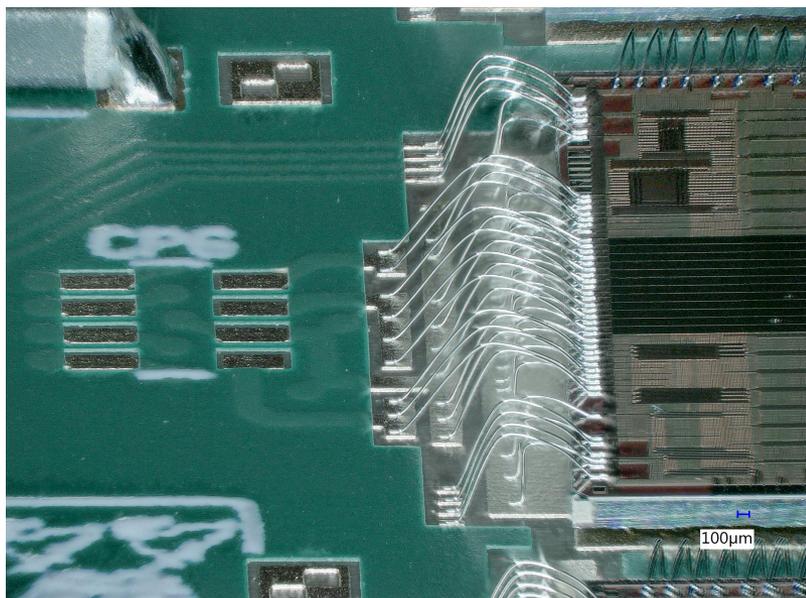


我的贡献:

- 搭建点胶实验系统，在高能所实验室制作出**第一个Hybrid**
- 作为IHEP的ATLAS ITk成员和英国的卢瑟福实验室合作，包括：hybrid生产和模块组装的流程控制（现在已经在卢瑟福实验）

绑定、模块组装和封装

Module上的绑定线



- 设计了2*2的工作台，用于提高模块的生产速度——是整个ATLAS合作组的第一次设计
- 负责wire bonding，以及生产的质量控制——在10cm*10cm的模块上打4千多条线，需要高精度、高质量；
- 已经在和牛津大学合作研究绑定线的封装工艺

其他科研经历

I. 新型微通道板探测器关键技术研究

- 对双MCP组件进行除气处理（烘烤和电子清刷），为20吋MCP-PMT研制的MCP组件设计提供有价值的参考。
- 在传统MCP镀上二次电子发射层，使其在低偏压下获得高增益和分辨率，并首次测得单片大长径比MCP的单电子谱。

II. 新型二次电子发射薄膜及其在电子倍增器中的应用研究

- 负责调研，协助导师申请课题，并参与方案讨论、招标、安装和调试。
- 负责对MCP进行除气处理和性能测试，为其研制提供设计方案参考。

III. 质谱仪器用高性能微通道板探测器的研发及产业化

- 负责搭建波形采集系统，用于测试电荷谱以及飞行时间性能。
-

发表文章

已发表：

1. Single electron counting using a dual MCP assembly, **Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A**, 830 (2016): 438-443. (第一作者)
2. MCP Performance Improvement Using Alumina Thin Film, **Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A**, 868 (2017): 43-47. (第一作者)
3. Band alignment of atomic layer deposited MgO/Zn_{0.8}Al_{0.2}O heterointerface determined by charge corrected X-ray photoelectron spectroscopy, **Applied Surface Science**, 371 (2016): 118-128. (第三作者)
4. Band offset measurements in atomic layer deposited nano-oxide Al₂O₃/Zn_{0.8}Al_{0.2}O hetero structure studied by X-ray photoelectron spectroscopy, **Nanoscale Research Letters**, 12(2017):363. (合作作者)
5. Evaluation of new large area PMT with high quantum efficiency, **Chinese Physics C**, 40 (2016): 54-59. (合作文章)
6. Development of the large area MCP-PMT, 7th AOMATT, Proc. **SPIE 9284**(2014). (合作文章)
7. Electron source uniformly distributed in the plane for MCP electron scrubbing and testing, The 13th Pisa Meeting on Advanced Detectors, 2015, at Italy. (**Poster**, 主要贡献人)
8. The pulse height distribution of the chevron micro-channel plate, The 38th International Conference on High Energy Physics, 2016, at Chicago, USA. (**Poster**, 主要贡献人)

会议报告及奖励

会议报告：

- ◆ 2012-2016多次参与组织20吋微通道板型光电倍增管（MCP-PMT）的合作组会，并做报告（北京、南京、西安）
- ◆ 2016.5参与组织第一届二次电子测试技术研讨会（太原）
- ◆ 2017.2参加The 9th Jiangmen Underground Neutrino Observatory (JUNO) Collaboration Meeting, 并作报告（珠海）
- ◆ 2017.12参加The 3th China LHC Physics Workshop (南京)

在校荣誉：

- ◆在博士研究生期间获得南京大学光华奖学金，并被评定为优秀研究生
- ◆在本科期间获优秀毕业生、2次一等奖学金(Top3%)、3次校三好学生、校优秀班干部、优秀团员

专业获奖：

- ◆全国大学生数学建模竞赛（获福建赛区本科组二等奖）
- ◆集美大学PCB制作大赛（获校一等奖）
- ◆科研立项（作品“家居有害气体检测报警装置的研制”获校二等奖）

其他：获得专利代理人资格证书

工作计划

- 1、作为ATLAS ITk高能所成员生产1000个硅微条模块，包括hybrid生产和模块组装(英国的卢瑟福实验室合作)
- 2、在 高能所建立硅探测器的生产与测试实验室；
- 3、主要负责wire bonding，以及生产的质量控制；
- 4、封装研究（与牛津大学合作）；
- 5、承担硅探测器的其他研究工作，为CEPC预研等。

谢谢大家！