

# 卓越中心2017年度报告

秦中华 副研究员  
高能所 实验物理中心  
探测器一组  
2017.12.2

# 主要内容

1. 个人信息
2. 主要工作内容
3. 年度工作进展
4. 科研经费情况
5. 会议报告、发表文章情况
6. 组织学术会议情况
7. 其它工作
8. 下一年度工作计划

# 1.个人基本情况

- 出生年月、籍贯：1979.9，湖南；
- 学习经历
  - 1998.9 - 2002.7 北师大物理系，学士学位, 物理学专业
  - 2002.9 - 2007.7 高能物理研究所，博士学位，粒子物理及原子核物理专业
- 工作经历
  - 2007.9 - 2010.8 德国电子同步加速器中心 ( DESY), 博士后
  - 2010.11 : 高能所引进国外优秀人才(副研究员)
- 取得的荣誉及奖励
  - 2007年，中科院研究生院优秀毕业生及高能所所长优秀奖奖学金
  - 2010年，高能所引进国外优秀人才
  - 2014年，高能所优秀青年人才基金
  - 2015年，粒子物理前沿卓越创新中心优秀人才
  - 2016年，粒子物理前沿卓越创新中心优秀人才，核探测及核电子学国家重点实验室优秀人才

## 2. 主要工作内容

- BESIII漂移室新内室建造具体负责人；
- 担任江门中微子实验课题“光电倍增管测试与防护”系统负责人：  
负责 2万只 20” 光电倍增管生产之后在JUNO的测试、防护及系统集成工作，包括：
  1. PMT 测试；
  2. PMT 分压器；
  3. PMT 防水封装； 核心技术，保证PMT水下工作长期不漏水；
  4. PMT 防爆； 难度大，且国外曾经发生过重大事故；
  5. PMT系统集成及安装； 非常复杂，安装空间十分有限；

## ■ PMT测试与防护 ( PMT Instrumentation ) 主要人员组成及分工

- 现有5个L3子课题，高能所人员~13人，中大~5人，国外单位5人；
- 大部人都同时承担多项任务；

任务	人员	单位
总体	王为 (L2), Alexander Olshevskiy (L2), 秦中华(L2),	中山大学, Dubna, 高能所
<b>测试</b> (外观质量检测及性能测试)	王志民 (L3), 廖东豪, 杨安波, 于蒙利 (外聘), 秦中华 王为, 胡航, 郭竞渊, 王俊, 吉星罍; Bjoern Soenke (L3), Tobias Lachenmaier, Alexander Tietzsch Nikolay Anfimov(L3), Alexander Olshevskiy	高能所 中山大学 汉堡大学, 图宾根大学 杜布纳联合核子研究所
<b>防水封装</b>	徐美杭(L3), 谢万, 杨艺, 魏赛琦 (外聘), 侯少静, 秦中华	高能所
<b>防爆设计</b>	何苗(L3), 侯少静, 柯尊建, 秦中华	高能所
<b>高压分压器</b>	王志民(L3), 罗凤姣, 杨安波, 秦中华	高能所
(地磁防护)	王为(L3), 吉星罍	中山大学
<b>机械结构集成</b>	侯少静(L3), 荆小平, 秦中华	高能所
(现场安装)	谢宇广(L3), 侯少静, 秦中华	高能所

# 3. 年度工作进展

## • 漂移室新内室完成总验收 (秦中华 / 欧阳群)

### ■ 漂移室新内室通过科学院组织的工艺验收以及总验收 (同ETOF一起)

- 2016.6.22 通过工艺验收；
- 2016.12.29 通过总验收；

**验收意见：**“项目完成了谱仪端盖飞行时间探测器及主漂移室内室改造，...，北京谱仪主漂移室内室已经研制完成，实验室宇宙线测试结果显示：**空间分辨率129μm**和**单丝漏电流**都优于设计指标，可以满足漂移室内室**更换需求**。该项目全面完成了任务书批复的建设内容，各项技术指标满足任务书考核要求。验收专家组一致同意通过验收。”

#### 中国科学院重大科技基础设施维修改造项目“北京谱仪端盖飞行时间探测器及主漂移室内室改造” 专家验收意见

2016年12月29日，中国科学院条件保障与财务局在高能物理研究所组织召开了中国科学院重大科技基础设施维修改造项目“北京谱仪端盖飞行时间探测器及主漂移室内室改造”验收会（验收专家组成员名单见附表）。专家组听取了项目负责人做的验收总结报告，审阅了相关的测试报告。经过充分讨论，形成如下验收意见：

1. 项目完成了谱仪端盖飞行时间探测器及主漂移室内室改造，改造后的北京谱仪端盖飞行时间探测器已经安装就位并稳定运行，工艺测试结果表明其时间分辨率70ps，优于设计指标，处于国际领先水平。北京谱仪主漂移室内室已经研制完成，实验室宇宙线测试结果显示：空间分辨率129μm和单丝漏电流都优于设计指标，可以满足漂移室内室更换需求。

2. 项目按任务书要求，完成了设备建设任务，合计109台，形成设备资产总额435.8万元。设备运行正常。做到了设备账实相符，管理规范。

3. 项目文件材料收集齐全，项目档案共分为40卷。项目档案分类合理，案卷质量符合规范，反映了项目建设的实际情况。  
4. 该项目经费总预算1,795.00万元，实际到位1,720.00万元，其中中国科学院高能物理研究所1,118.70万元、中国科学技术大学601.30万元。截止验收日，财务专家组确认项目支出1,552.48万元，项目结余167.52万元。该项目财务管理制度比较完整，经费支出基本符合国家有关财务管理规定，能够专款专用，单独核算。

该项目全面完成了任务书批复的建设内容，各项技术指标满足任务书考核要求。验收专家组一致同意通过验收。

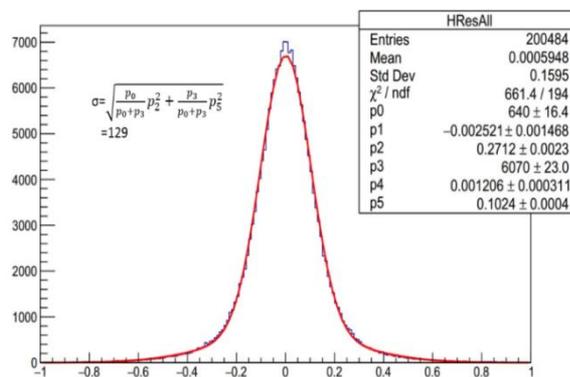
验收专家组组长：

张焜乔

2016年12月29日



漂移室新内室建成



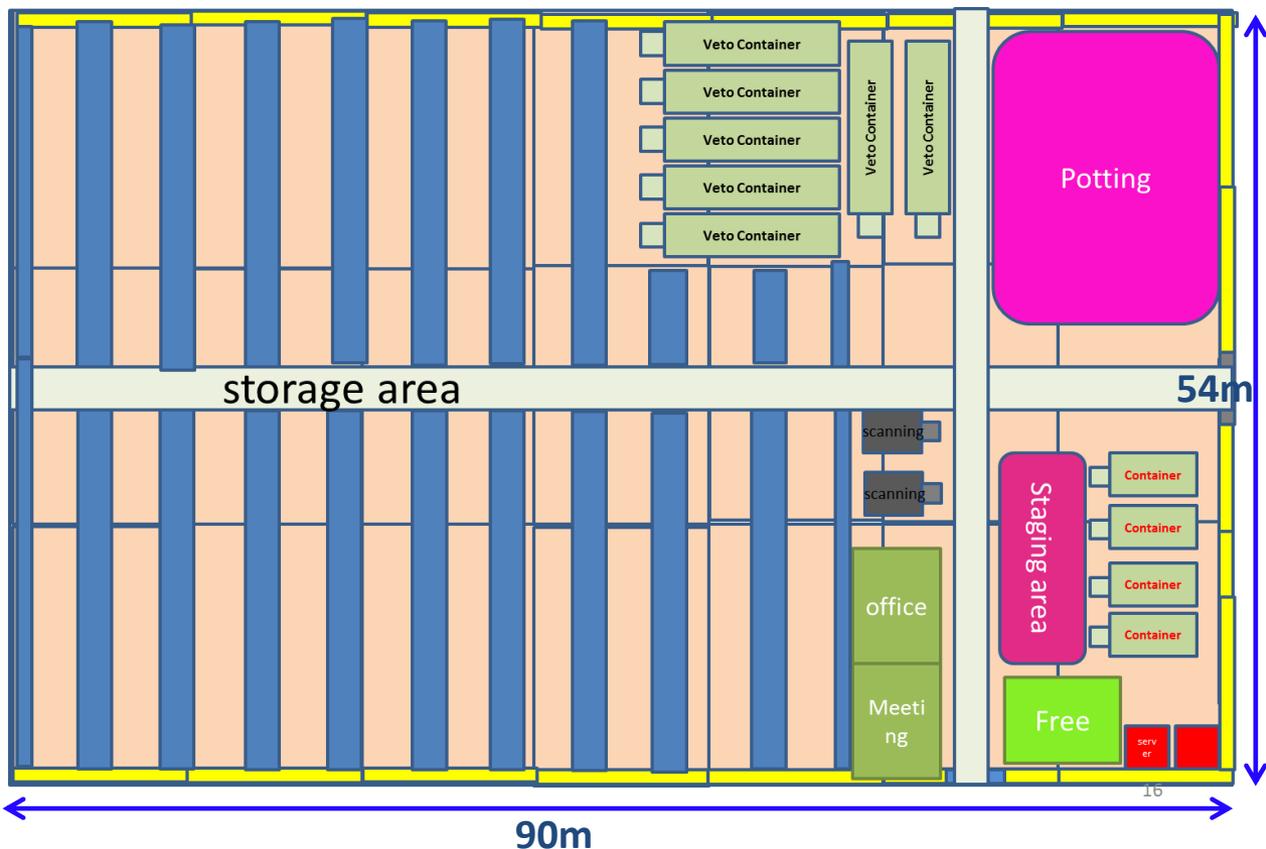
空间分辨率：129 μm



验收报告现场

# • PMT 测试年度进展 (秦中华 / 王为 / 王志民)

- ◆ 建成了江门中微子实验PMT测试与封装工作站并启用。完成4500m<sup>2</sup> PMT 测试、封装、存储场地的准备，温度变化范围实现24-26℃，湿度40-60%；设置安全监控及报警，满足PMT工作环境要求。



PMT测试与封装工作站布局



装修完毕的工作站 7

# • PMT 测试年度进展进展 (王为 / 王志民 / 于蒙利 / 秦中华)

- ◆ 完成了约6000支管子的接收、存储 (MCP PMT : 3700支 ; Hamamatsu PMT : 2300支).



- ◆ 完成第1台36通道批量测试设备及单通道扫描测试设备的建造，并已运输到测试站进行PMT性能测试。



集装箱测试设备

扫描测试设备

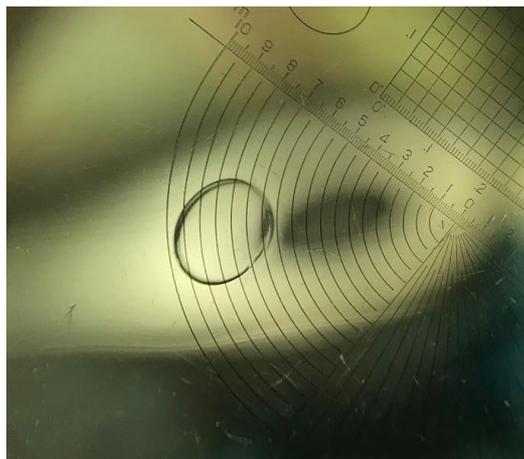
## • PMT 测试年度进展 ( 郭竞渊 / 王志民 / 秦中华 + 5工人 )

### ◆ 完成了2400多支管子的外观质量检测

- 1) 经过4个多月的谈判，与夜视和滨松确定了严格的外观质量检测的标准。涉及到裂纹、气泡、破气泡、划伤、异物、可阀、几何尺寸等多项内容；
- 2) 目前检测了1800多只MCP-PMT 以及600多支滨松PMT。滨松由于气泡问题约22% PMT不满足要求，MCP 约6%不满足要求，将返回厂家；
- 3) 另外严格的标准对提高两种管子后续生产质量起到了很大的作用；



外观质量检测



玻璃内存在气泡



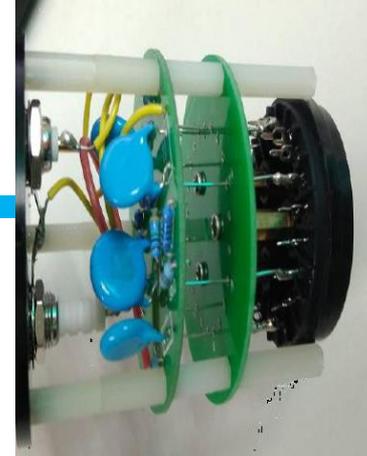
玻璃表面微裂纹

### ◆ 性能测试

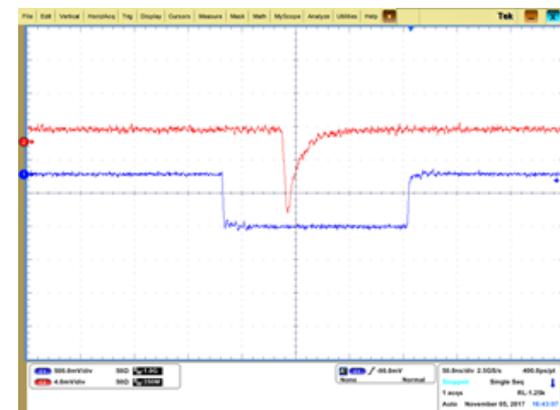
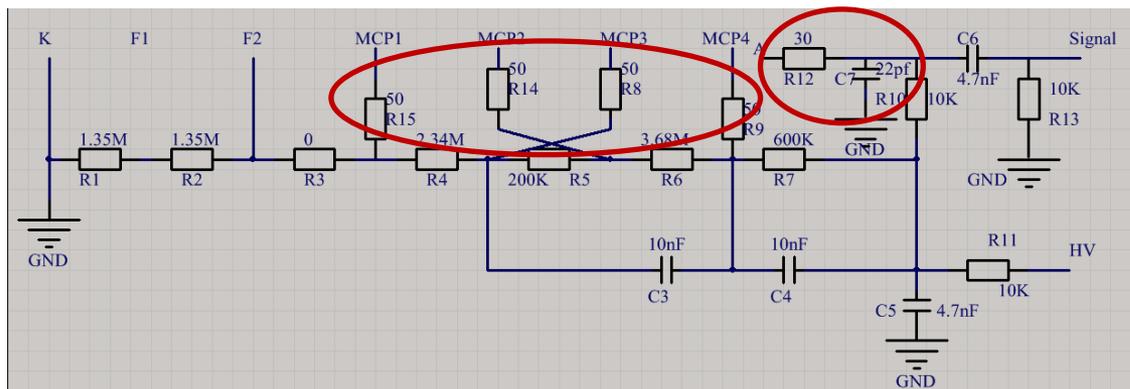
已有初步结果，正在与PMT生产厂家确定最后的测试方法和标准；

# • PMT高压分压器年度进展

( 王志民 / 罗凤姣 / 杨安波 / 刘术林 / 秦中华 / 夜视公司 )



- 1) 增加滤波电容、阻尼电阻对MCP PMT 输出信号波形进行了优化，消除反射和振铃；
- 2) 采用大电流作为PMT测试分压器，提高MCP PMT性能；
- 3) 完成了小批量100支分压器的制作，提供PMT批量测试使用；
- 4) 开展了多家元器件厂家的调研：日本村田, 美国威视, 成都宏明等；
- 5) 开展了可靠性的计算和实验，完成了元器件的加速老化实验；



MCP-PMT 分压器改进

MCP PMT 输出信号



小批量分压器制作



元器件老化实验

# • PMT防水封装年度进展

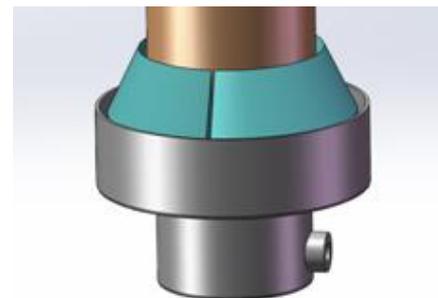
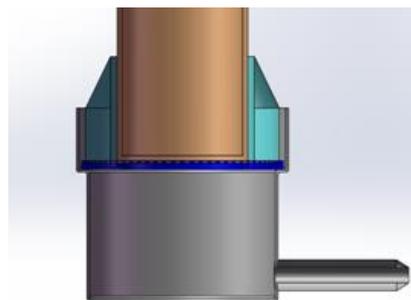
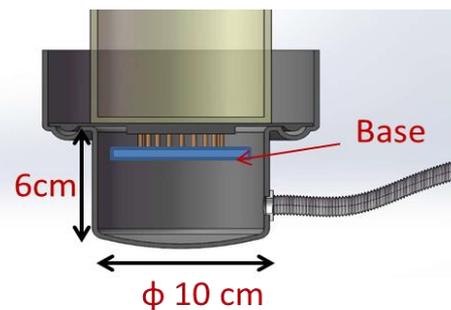
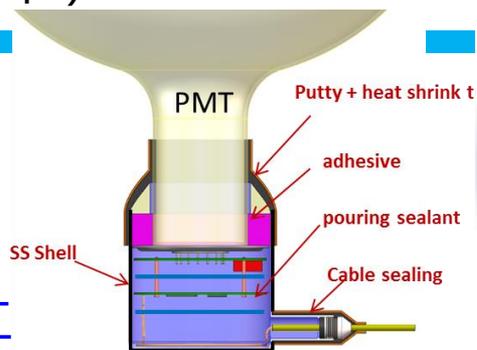
( 徐美杭 / 谢万 / 杨艺 / 魏赛琦 / 秦中华 )

BX方案

1F3方案

◆ 由于读出电子学方案改变，同时进行了两种封装（potting）方案的研究：

- 1) 开展了两种方案的potting设计；
- 2) 优化potting结构，提升了耐水压能力和工艺可操作性；
- 3) 确定了密封胶的种类和性能参数要求；
- 4) 确定了电缆密封方式；
- 5) 对两种方案做出了多个模型进行长期测试；



BX方案



1F3方案

# • PMT 防水封装年度进展 (徐美杭 / 谢万 / 杨艺 / 魏赛琦 / 秦中华)

## ◆ Potting模型通过了各种测试:

- 1) 冷热冲击测试 : 5-50°C, >10次循环 ;
- 2) 长期加水压测试 : 0.7MPa , > 3 个月 ;
- 3) 加气压测试 : 0.5MPa , >4个月
- 4) 加温加压水煮老化测试 :  
80°C , >1 个月

◆ 目前正在确定最后的结构设计以及密封胶选型, 准备评审和招标 ;



冷热冲击测试



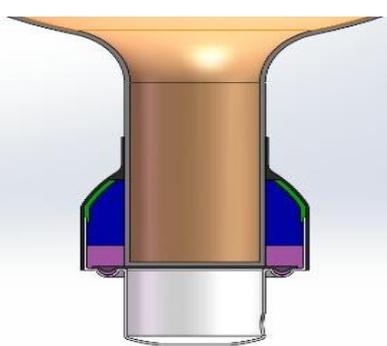
长期加压



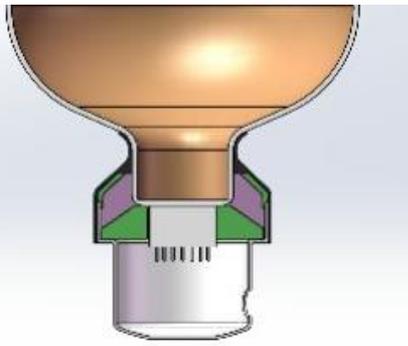
加气压测试



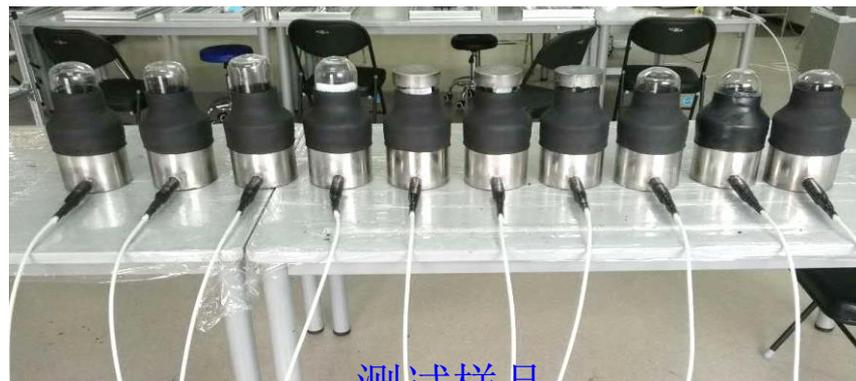
水煮老化



MCP PMT



滨松 PMT



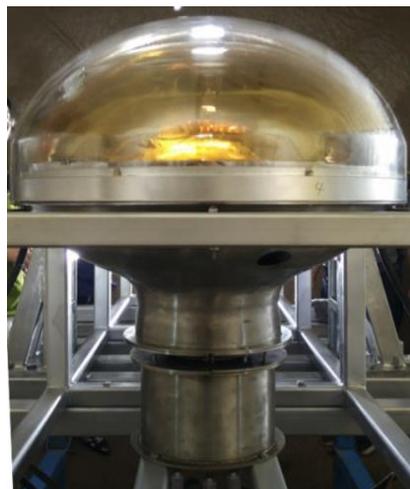
测试样品

# • PMT防爆年度进展 (何苗 / 侯少静 / 秦中华)

- 完成批量30套有机玻璃及不锈钢保护罩模型的设计、加工；
- 完成多次PMT殉爆实验：确定保护罩可以阻止链式反应的产生；
- 调研了PET, PC, PMMA等多种材料，兼顾力学强度和透光性，确定了采用有机玻璃 (PMMA)作为前端保护罩；



有机玻璃保护罩 不锈钢保护罩



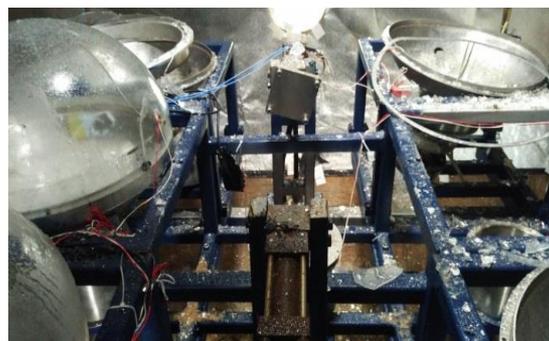
保护罩安装



2-PMT 殉爆实验



3-PMT 殉爆实验



7-PMT 殉爆实验



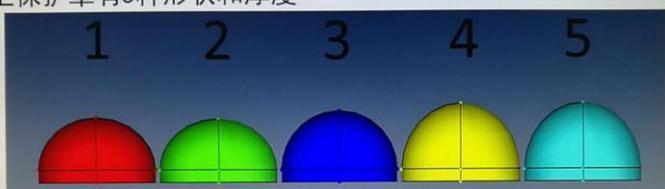
实验现场

# • PMT防爆年度进展 (何苗 / 侯少静 / 秦中华)

## ■ 确定保护罩最后设计：

前端保护罩：有机玻璃，椭球形，9mm – 11mm 渐变厚度，200mm内部弧高；保证3倍安全系数；  
 后端保护罩：不锈钢，椭球形，2mm；

• 上保护罩有5种形状和厚度



模型编号	直边段高度 (内—外) /mm	顶部厚度 /mm	内部弧高 /mm
1	50-50	9	200
2	45-50	9	200
3	45-50	11	200
4	45-50	11	230
5	45-50	11	256

模型编号	临界屈曲 阶跃载荷 (MPa)	上保护罩-0.5MPa				
		第一主应力 (MPa)	第三主应力 (MPa)	最大主应力 (MPa)	最大V-M 应力 (MPa)	最大位移 (mm)
V2-1	1.6~1.7	35.6	-25.6	35.6	54.5	3.78
V2-2	1.6~1.7	34.6	-25.9	34.6	50.6	3.05
V2-3	2.1~2.2	32.7	-22.6	32.7	46.6	3.64
V2-4	2.5~2.6	29.9	-19.7	29.9	42.5	2.39
V2-5	2.4~2.5	27.9	-18.1	27.9	45.5	2.44

## ■ 完成了多家注塑厂家的调研，为招标作准备；



惠州，1500吨注塑机



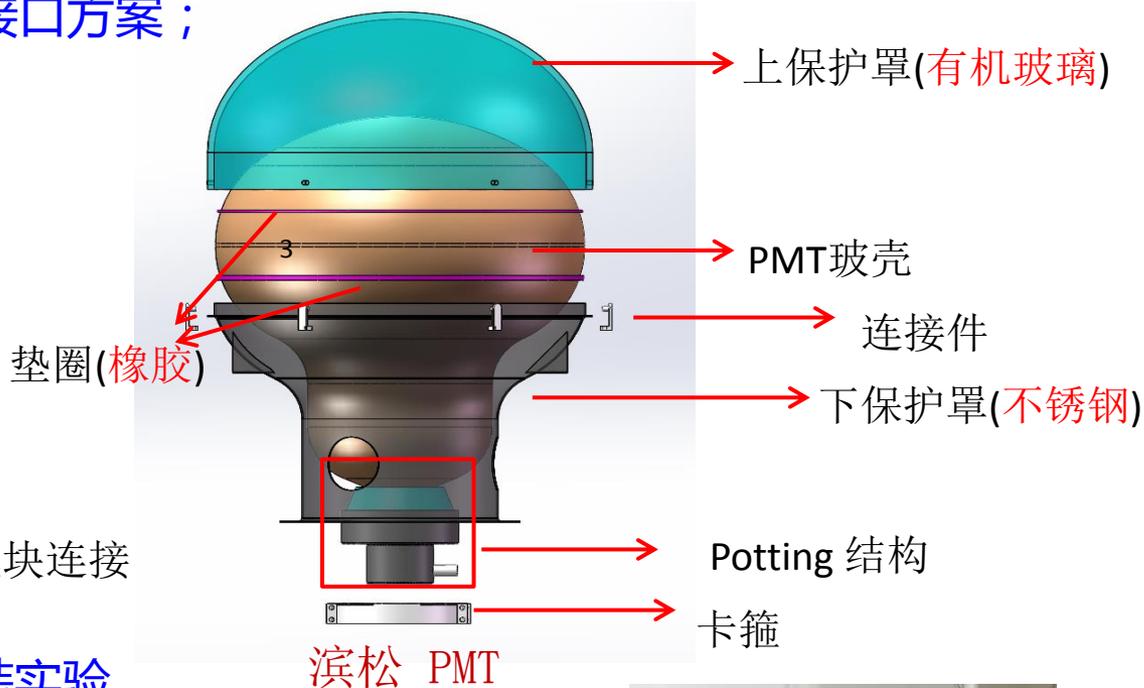
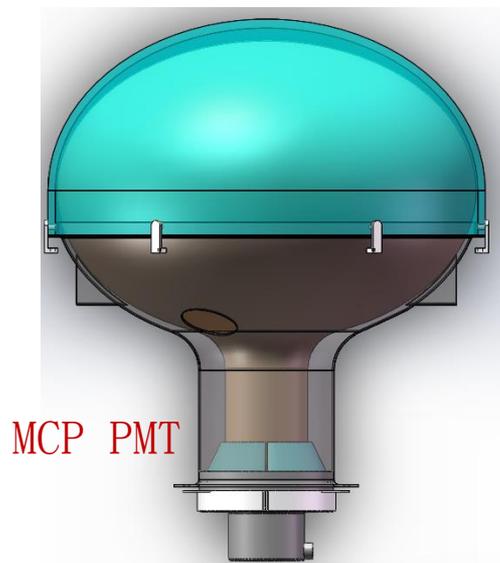
东莞，2100吨注塑机



河北固安，2800吨注塑机

# • PMT总体结构设计进展 (侯少静/荆小平/秦中华)

- 确定了PMT各部分结构连接方案；
- 确定了保护罩与PMT模块接口方案；



- 开展了PMT和保护罩试安装实验



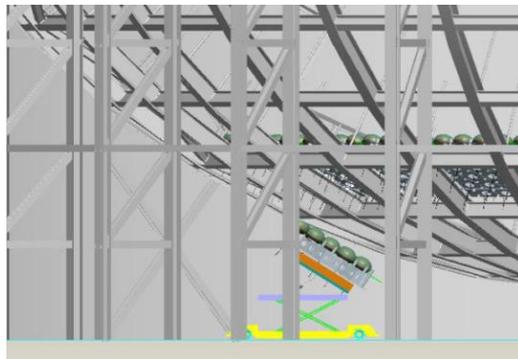
# • PMT安装进展

( 张家文 / 荆小平 / 谢宇广 / 秦中华 )

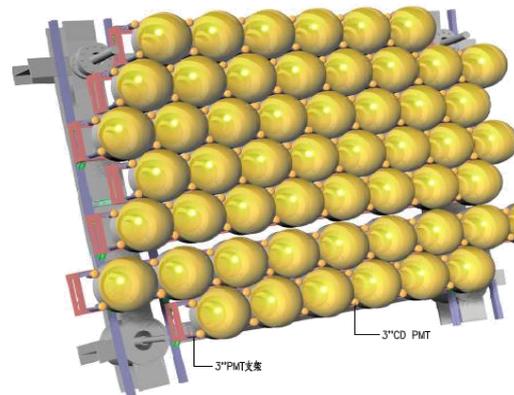
- 负责PMT安装前期方案设计：并行安装、单独安装、浮动平台安装等；
- 负责PMT安装前期厂家调研及组织讨论；



安装方案1



安装方案2



安装方案3

## ■ PMT安装完成招标

通过2017年9月18日完成的公开招标，中标单位为深圳市大地幕墙科技有限公司与江苏东阁不锈钢制品有限公司联合体。

PMT安装工作已经由课题1-总体组负责。



# • 个人主要贡献

## ■ 技术方面

- 提出JUNO PMT 防爆要求，技术方案及实施路线；
- 确定PMT内爆及殉爆实验具体实验方法, 包括PMT引爆方式及冲击波测量方式；
- 提出并确定PMT保护罩为有机玻璃+不锈钢方案；
- 提出JUNO PMT 封装（ potting ）技术方案，实施路线，测试方法及标准；
- 提出PMT安装技术要求，保证PMT覆盖率大于>75%；
- 确定PMT外观质量检测具体技术标准；
- 亲自参与各项工作，确定技术细节；

## ■ 组织、协调方面

1. 无现有行政组可依托，在JUNO工程指挥部协调下，逐渐组织队伍开展PMT instrumentation工作，建立实验室；
2. 协调PMT测试与防护组各项工作开展，组织例会及讨论会；

## 4. 科研经费争取情况

课题名称	课题类别	课题总经费	课题申请人	本人角色（需明确负责或是参与）	起止时间
江门中微子实验 PMT测试与防护	中科院先导 专项下属课 题	~ 5020万	秦中华	负责	2015-2020
高性能光电倍增管 研制	研发项目	24万	刘术林	参与	2017-2020
北京谱仪主漂移室 内室改造	中科院大装置 维修改造项目	360万	欧阳群	参与 (具体负责新内室 设计、建造及测试)	2013-2016
BESIII主漂移室内室 改进的MAPS探测技 术研究	基金委大装置 联合资助基金	280万	欧阳群	参与 (具体负责的前期 的方案设计, 探测 器模型子课题)	2013 - 2016
BESIII漂移室内室改 进MAPS性能研究	高能所引进国 外优秀人才启 动经费	10万	秦中华	负责	2012

# 5. 年度会议报告、文章发表情况

## ■ 参加国际、国内会议报告情况：

- 1 ) Lepton Photon 2017, poster, “Status of the JUNO detector”
- 2) NNN2017(下一代核子及中微子探测器), 分会报告, “Recent progress in detector R&D for JUNO ”
- 3 ) TIPP2017, 分会报告, “ the 20” PMT system for the JUNO experiment”
- 4 ) JUNO 合作组会第9, 10次会议: 大会报告;
- 5 ) JUNO 进展会、月会: 若干次报告;
- 6 ) JUNO PMT Instrumentation组的各种研讨会: 若干次报告;

## ■ 发表文章情况

- [1] Dong-hao Liao, Zhong-hua Qin etc. “Study of the TTS for 20-inch dynode PMT”, Chinese Physics C, Vol. 41, No.7 (2017) 076001, 通讯作者;
- [2] TIPP 2017 proceeding, 会议文章;

# 6. 组织学术会议情况

个人组织的工作会议：

■ 组织每周课题组例会：

■ 组织多次研讨会：

- **防爆设计研讨会**（2次）：参会人员~30人，11家单位，18位外所外专家；
- **防水封装研讨会**（2次）：参会人员~20人，12家单位，14位所外专家；
- **PMT 安装研讨会**（~3次）：参会人员15人，3-4家单位，7~8位所外专家；
- 与PMT生产厂家的技术沟通会；
- 其他合作单位和厂家的沟通会；

■ 组织了第9、10次JUNO 合作组会PMT 分会，以及PMT与电子学的联合会议



PMT防爆研讨会



PMT 防水封装研讨会

江门中微子实验光电倍增管  
防水密封研讨会

会  
议  
安  
排

主办方：中科院高能所  
会议时间：7月15日

(三) 参会单位（按单位名称长短排列）

高能所  
四川大学  
中山大学  
北京化工大学  
浙江工业大学  
沈阳橡胶研究设计院  
天津市橡胶工业研究所  
航天材料与工艺研究所  
中山泛亚电业有限公司  
成都同明新材料有限公司  
广州合成材料研究院有限公司  
北京瑞德佑业经贸有限责任公司

# 7. 其它工作情况

## ■ JUNO 其它工作

- JUNO 工程指挥部成员，每周参加工程指挥部例会；
- JUNO 合作组Technical Board (TB) 成员；
- JUNO 电子学方案 Task force 成员，研讨电子学方案，最终确定为1F3方案；
- JUNO “中心探测器主体结构工程设计” 评标委员会成员；

## ■ 学生培养

- 完成硕士研究生培养2名；
  - 谢永骥，论文题目 “ BESIII漂移室新内室的建造及宇宙线测试” ， 获高能所所长奖学金；
  - 廖东豪（联合培养生），论文题目 “PMT测试系统及性能测试研究”
- 正在作为副导师指导博士生一名， 杨安波，

## ■ 公共事务

- 参加研究生考核，中级及实验师人员年度考核；
- 参加文章审稿；

# 8. 下一年度工作计划

全部精力投入JUNO工作：

- 继续开展PMT外观质量检测和PMT性能测试；
- 完成分压器的最终设计，开始批量生产；
- 确定PMT防水封装方案最终设计，准备现场potting生产线，招募和培训potting操作人员并开始potting；
- 完成防爆设计最终方案，准备保护罩生产招标和开始批量生产；

**谢 谢 ！**