
工作报告

路浩奇

实验物理中心

副研

中微子二组

2024年度

提纲

- 岗位职责
- 本年度工作情况
 - 任务完成情况
 - 研究成果
 - 学术交流、学术发展规划
 - 争取项目与经费
 - 公共服务
- 职业素质
- 存在问题
- 下年工作计划

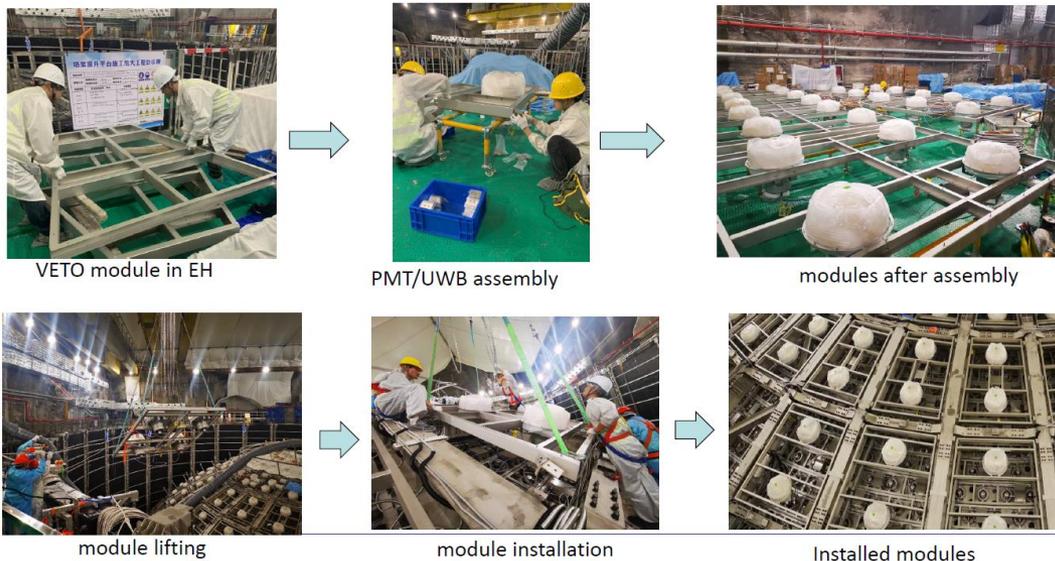
岗位职责

- 主要工作-江门中微子实验
- 负责工作
 - 江门实验水契伦科夫探测器负责人（Level 3），探测器的安装（今年主要精力投入探测器的安装上面）
 - 江门地磁屏蔽系统研制负责人
- 物理
 - 江门物理分析组（太阳中微子分析协调人）
 - 江门实验宇宙线muon伴生同位素相关研究
- 软件
 - 水契伦科夫探测器，探测器模拟软件维护和更新

硬件部分-探测器的安装

- 主要负责江门实验反符合水契仑科夫探测器现场安装和协调工作(路浩奇);
- 探测器是2022年12月开始veto模块的试装, 安装;

Veto模块上半球的安装

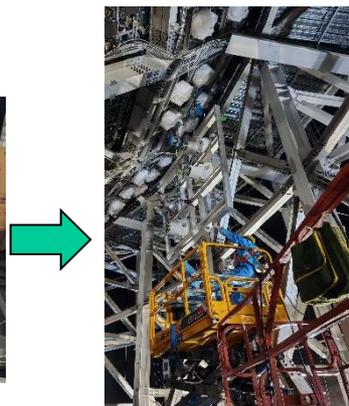


Veto模块下半球的安装

Module



Install PMTs

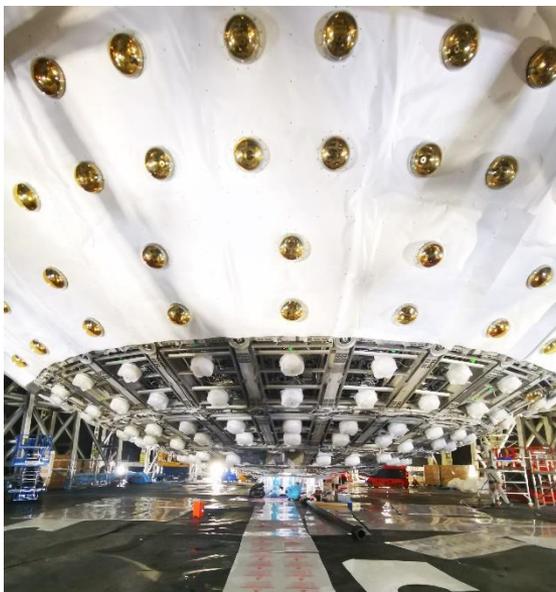
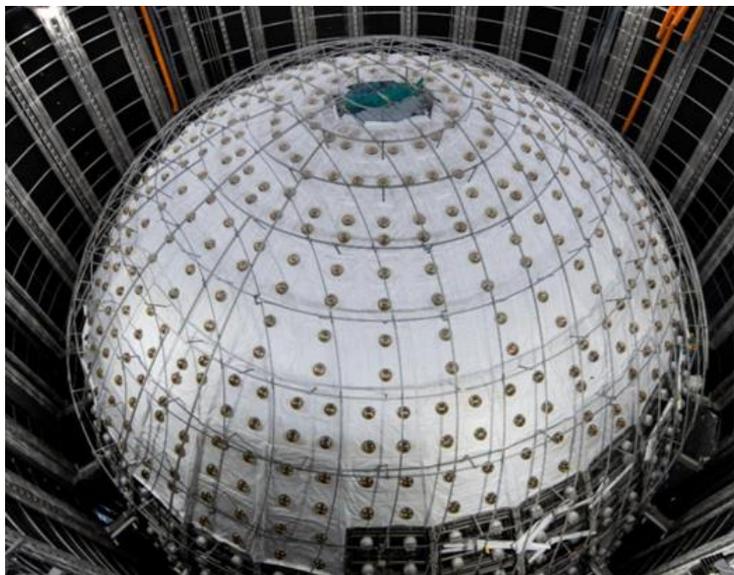


Fixed on the SS frame



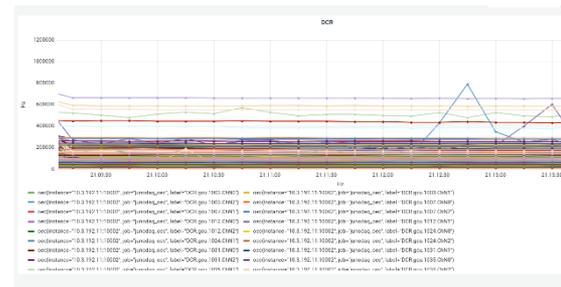
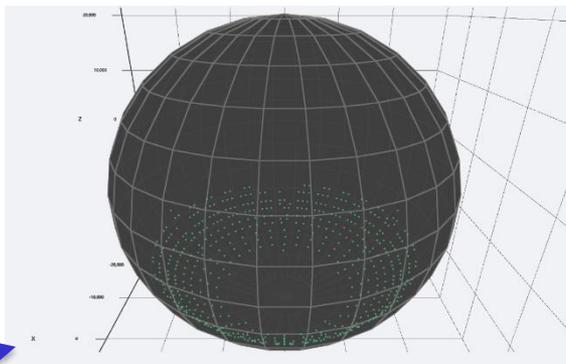
硬件部分-反符合探测器的安装

- 2023年11月底，安装 ~578 PMTs (~24%)（总2400 PMTs）；
- 2024年11月16日，完成 +11--11层安装 (2350/2400 PMT~98%).



- 2024年11月14日前所有安装的PMT（约2200支）都已经过避光测试，所有PMT通道都工作正常！
- 确保了安装的高质量，并且按照工程进度完成任务；

No.	Date	VETO PMT	VETO GCU
1	2022/12/9	0	0
2	2023/4/12 (pre-test)	5	2
3	2023/4/17	15	5
4	2023/9/5	465	155
5	2024/5/26	660	220
6	2024/8/10	162	54
7	2024/9/28	906	302
8	2024/11/17	546	182



硬件部分—安装困难和解决(III)

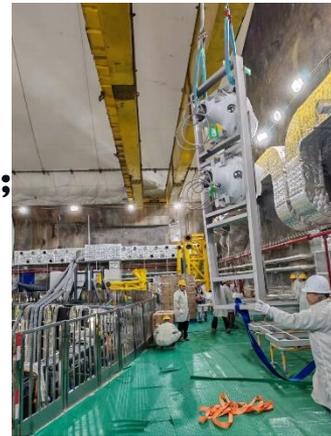
- 江门实验现场安装时间紧，任务重；
- 解决安装中的诸多问题；
- 上半球提出模块和电子学盒一起安装的方案，提升安装速度，并解决了顶部盒子难安装的问题；

下半球-3， -4， 层安装：

- 斜支撑窗口模块安装困难
 - 大窗口改变为2个小窗口；
 - 小窗口先装PMT，大窗口先装模块后装PMT；



s3, s4 (installation)



下半球-5— -11层vetoPMT/模块 的安装

- 初始安装方案
 - 脚手架方案：耗时，安装效率低
- 尝试解决的方案：
 - 升降车+卷扬机
 - 速度提升安装20模块/班，大大提升安装效率和按时完成任务；

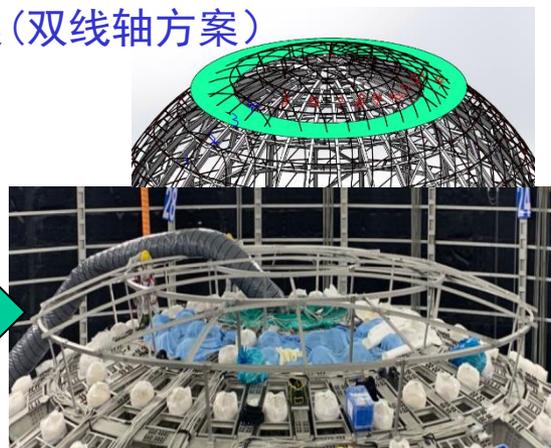
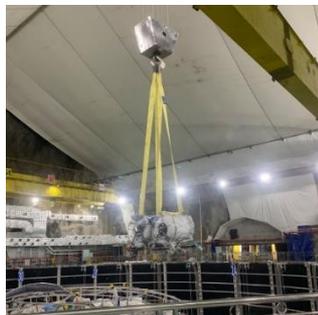
硬件部分-探测器的安装

地磁屏蔽线圈的安装 (路浩奇, 王瑞光)

- 经过尝试, 找到适合JUNO的线圈的安装方案(双线轴方案)



Cable winding in SAB clean room



- 状态: 线圈(23/32 coils) 安装完成;
- 机械结构安装正在进行中
- 电源控制和软件完成初步的测试;

球面上Tyvek膜的安装 (路浩奇, 王瑞光)

- 经过尝试摸索, 找到适合JUNO探测器上Tyvek膜的裁剪加工固定的方案和流程。
- 机器打孔和裁剪, 分片安装, 相邻窗口之间焊接;
- 完成+11-+4层, -3-9层的安装;



物理分析-Solar neutrino工作组

任江门合作组物理分析组（solar组）分析协调人；

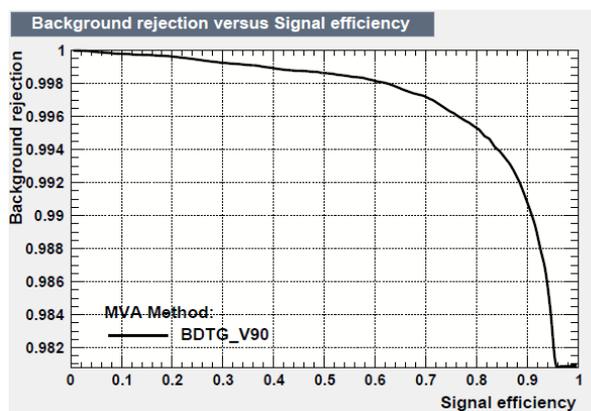
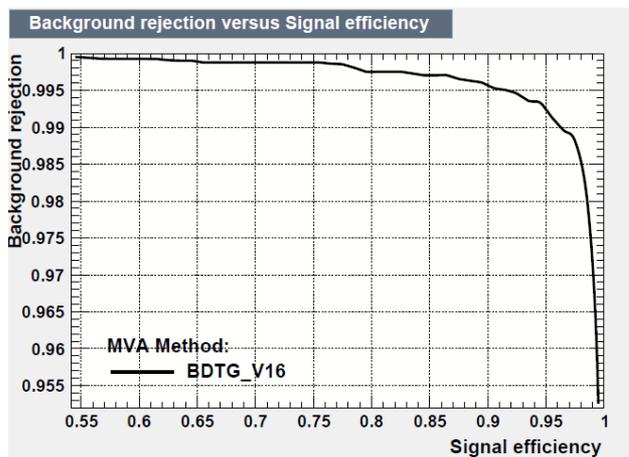
- 组织分析会，协调，双周会，集结力量推动太阳中微子物理相关的分析；
- 组分析主要内容和进展：
 - 太阳中微子方向重建，完成第一阶段研究的评审；
 - pp低能中微子研究，完成初步的分析流程；
 - 液闪罐装过程放射性本底的快速分析；
 - 机器学习对于宇宙线本底的研究（完成分析文章发表）
 - Solar组对于低能刻度源的需求
 - 模拟数据的产生

物理分析-宇宙线引入本底的分析

宇宙线muon伴生同位素本底在各个中微子物理研究（反应堆，太阳，大气，弥散超新星中微子等等）都需要进行仔细研究的本底，本人对深入研究muon散裂核素本底，来压低本底提升灵敏度，服务江门实验多个物理研究。

1. 机器学习对于宇宙线本底压低的研究

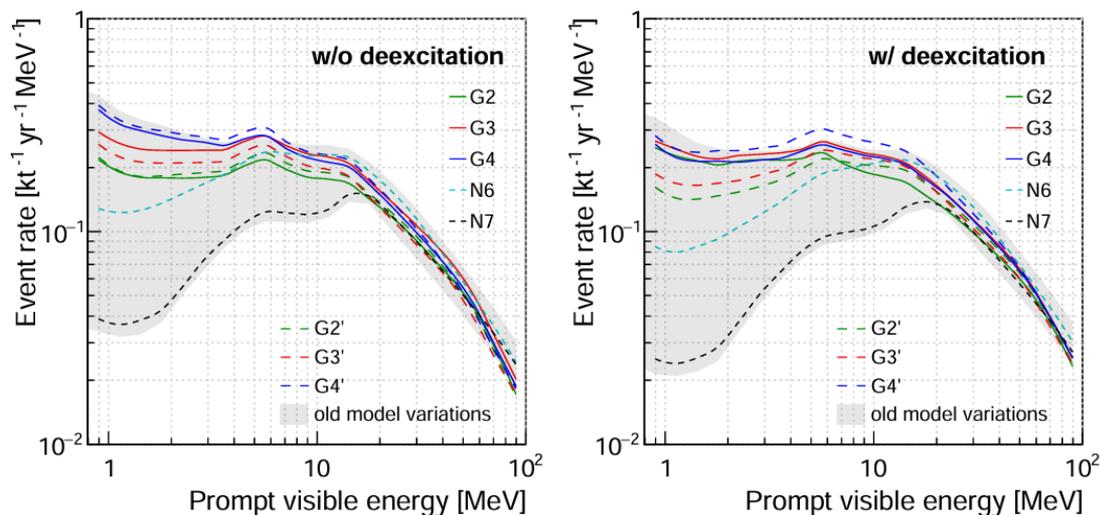
- 反应堆中微子中Li9/He8本底的研究
- B8太阳中微子中宇宙线本底的压低；
- 相比于传统方法，同样的本底情况下，对于关联事例提升1%信号效率；对于单事例信号提升18%的效率，更好的提升实验探测的灵敏度。
- 文章发表（通讯作者） [RDTM, Volume 8, pages 1448–1460, \(2024\),](#)



物理分析—大气中微子引入本底

2. 大气中微子在反应堆中微子能区引入的NC本底的研究（共同通讯作者，投稿中）

- 研究了事例率和能谱的研究。
- 原来江门实验没有考虑此类本底的贡献,有效的评估了大气中微子在反应堆能区引入的本底。
- The event rate of the IBD-like NC background with visible energy below 12 MeV is estimated as $(2.1 \pm 0.7) \text{ kt}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ <https://arxiv.org/abs/2404.07429>



3. 大亚湾宇宙线本底的分析

- 主要是指导一个学生研究宇宙线引入中子过程的研究。

软件和模拟

- 软件和模拟部分
 - 江门veto探测器
 - 负责Water Cherenkov 探测器的模拟软件部分；
- 主要完成部分：
 - 水契仑科夫探测器PMT identifier建立（Chengxin Wu(中大), HaoqiLu）；

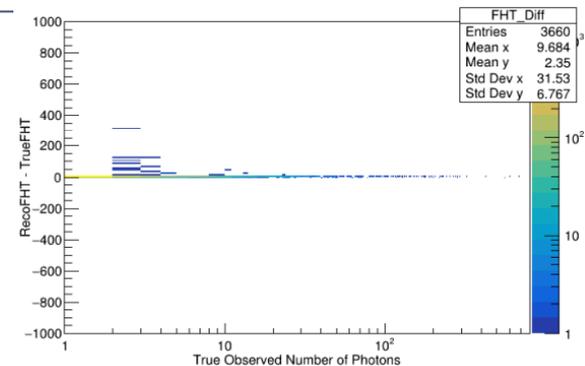
□Sub-Detector: WP (2)

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
Sub-Detector (0~15)				N/S	Layer No. (0~15)				Window No. (0~31)				Position No.		

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
(0~15)		PMT Type (0~3)													

– PMT calibraion算法的更新（Yankai Liu(XJTU)）

- 高低gain增益下刻度的更加准确；



- 软件更新跟随最新的分析需求。

研究成果

文章:

- A novel discrimination method for neutrinos and cosmogenic isotopes in liquid scintillator-based detectors, Xin Zhang, Haoqi Lu, Changgen Yang, Zeyuan Yu & Yaoguang Wang, RDTM, Volume 8, pages 1448–1460, (2024), 通讯作者
- A novel design for 100 meter-scale water attenuation length measurement and monitoring, Li Wang, Jilei Xu, Shuxiang Lu, Haoqi Lu, ..., 2024 JINST 19 P05051;
- Pulse shape discrimination technique for diffuse supernova neutrino background search with JUNO, Jie Cheng, Xiao-Jie Luo, Gao-Song Li, Yu-Feng Li, Ze-Peng Li, Hao-Qi Lu, Liang-Jian Wen, Michael Wurm, Yi-Yu Zhang, Eur. Phys. J. C (2024) 84:482
- 2篇准备投稿中;

基金&&经费:

- 在研:
 - 先导: 参与骨干(负责水契伦科夫探测器的研制), 江门反符合探测器的研制, 6300万;
 - 江门中微子研究(400万), 参与;
 - 科技部: 主持, 政府间国际科技创新合作重点专项——中泰江门中微子地磁屏蔽系统研究(100万), 2024年3月结题, 答辩通过。
- 申请
 - 面上基金一个, 未中;

学术交流和学术发展

- 邀请报告： Neutrino2024 poster, Water Cherenkov detector of JUNO, June,2024;
- 多次在江门会议上报告
- **学生培养：**
 - 参与辅导学生1人；

公共服务

- 江门veto会议组织
- 核电子学审稿2篇；
- RDTM审稿1篇；
- 多次参加JUNO相关的招标、评审、评标
 - 多次安装评审

职业素质

- **科研能力**
 - 今年主要精力放在硬件的安装部分；
 - 工作包括了硬件，物理分析，软件和模拟，各个部分自己都很好的完成了工作；
- **学术组织能力**
 - 任太阳物理分析组协调人；
- **工作主动性**
 - 主要工作water Cherenkov veto探测器的研制工作；
 - 主动涉猎并参与相关veto相关的工作，探测器的设计；安装，模拟，软件，宇宙线本底相关的物理分析；
- **创造性**
 - 探测器安装上考虑如果有效的解决问题；
 - 参与宇宙线本底分析，提出新的想法来有效的压低本底，解决一些相关的难题；
- **合作精神**
 - 参与太阳，反应堆，大气中微子本底研究合作；

存在问题&&下年度工作计划

- 存在问题

- 今年江门安装任务重，绝大部分的精力都投入到探测器的安装上，其他方面可能投入的少一些；

- 下年工作计划

- 硬件部分

- 主要集中在探测器的罐装调试和运行；

- 物理软件

- 继续推动solar组的分析；
- 继续维护更新veto探测器模拟；
- 继续参本底相关的各种物理研究。

谢谢！