



# 江门中微子实验刻度系统研制进展

惠加琪 上海交通大学 代表JUNO刻度组 2022/8/11

### 概述

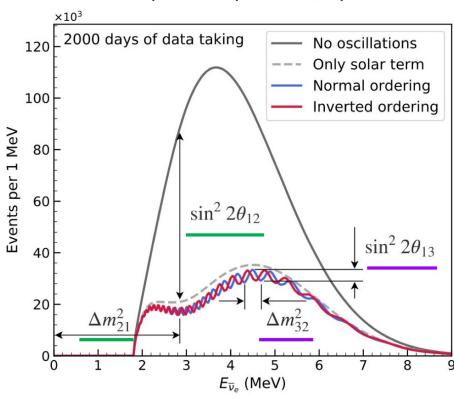
- 江门中微子实验简介
- 刻度系统
- 刻度策略
- 总结

### 江门中微子实验简介

- 江门中微子实验(Jiangmen Underground
  Neutrino Observatory, JUNO) 位于广东省江门市
- ~700米埋深(~1800 m.w.e)
- 距离阳江,台山核电站53千米
- 中微子物理与天体物理多目标实验

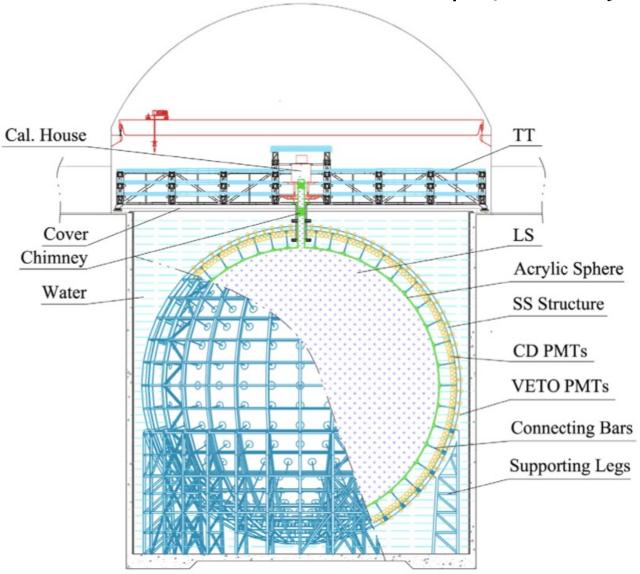


#### Expected spectrum, 6y



JUNO预期反应堆中微子能谱

# 江门中微子实验简介



- 有效能量分辨率好于3%
- 能标非线性好于1%
- 2万吨液体闪烁体
- ~ 17600 20英寸光电管
- ~ 25600 3英寸光电管
- 光阴极覆盖率~75%

#### **Automatic Calibration Unit (ACU)**



1维:自动实现刻度源和激光光源对探测器中轴线扫描 JINST 16 (2021) 08, T08008

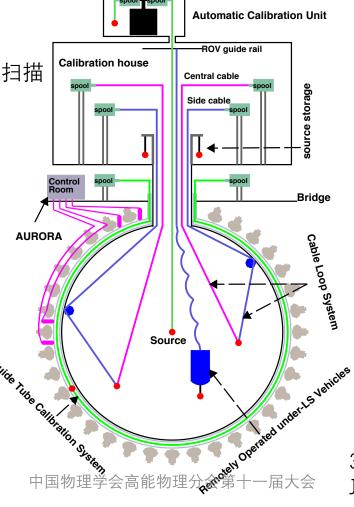
#### Cable Loop System (CLS)



2维:自动实现刻度源对探测器内一个平面扫描 NIMA 988 (2021) 164867

### 刻度系统

#### 刻度系统子系统



#### **Guide Tube Calibration System (GTCS)**



2维:自动实现刻度源对探测器外部边缘扫描 JINST 14 (2019) 09, T09005

#### Remotely Operated Vehicle (ROV)



3维:自动实现刻度源对探测器内任意位置扫描 JINST 13 (2018) 12, T12001 5

#### 定位系统(超声波 定位 & CCD定位)

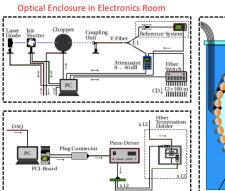


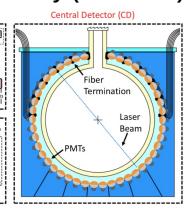




超声波定位为CLS和ROV提供定位 CCD定位为CLS提供定位

### A Unit for Researching Online the LSc tRAnsparency (AURORA)

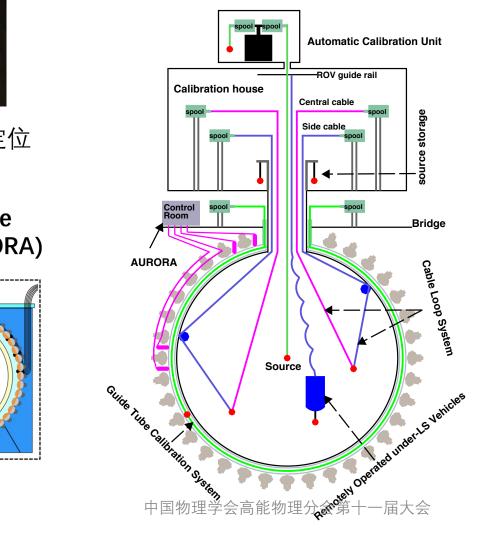




在线监测液体闪烁的透明度

### 刻度系统

### 刻度系统辅助系统



刻度室



为ACU, CLS, ROV提供安装平台和与中心探测器的接口

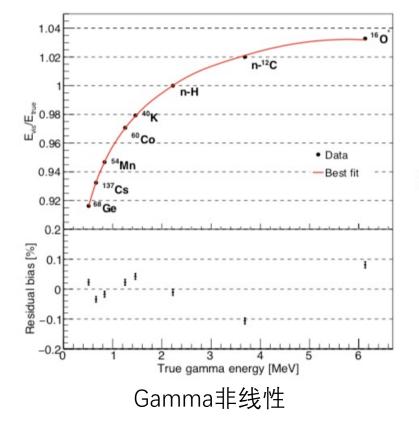
#### 自动化换源机构

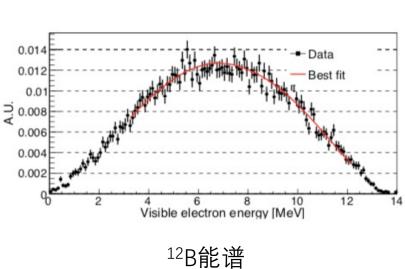


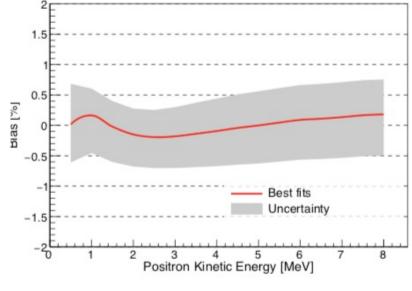
为CLS自动化更 换刻度源

能量非线性:物理非线性 (quenching效应,切伦科夫光) + 非物理非线性 (仪器非线性)

- 1) 物理非线性刻度:
- 不同能量gamma放射源
- 宇生本底





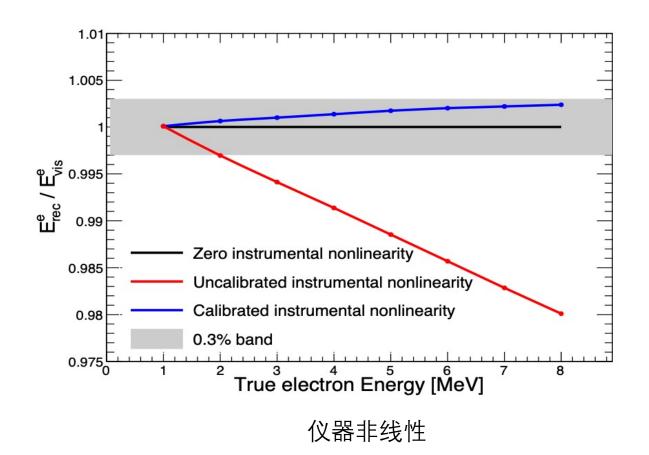


非线性修正后正电子重建能量 残余偏差

中国物理学会高能物理分会第十一届大会

JHEP 03 (2021) 004

- 2) 仪器非线性刻度:
- 联合可调强度激光光源+20英寸大光电管+3英寸小光电管(dual calorimetry)

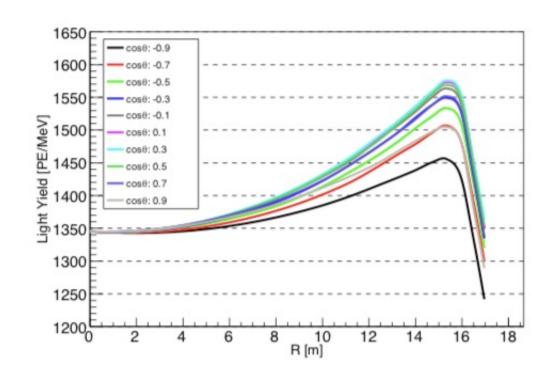


### 能量分辨率:

$$\frac{\sigma_{E_{\text{vis}}^{\text{prompt}}}}{E_{\text{vis}}^{\text{prompt}}} = \sqrt{\left(\frac{a}{\sqrt{E_{\text{vis}}^{\text{prompt}}}}\right)^2 + b^2 + \left(\frac{c}{E_{\text{vis}}^{\text{prompt}}}\right)^2}$$

- a 统计相关项
- b 常数项, 与非均匀性相关
- c 本底噪声贡献

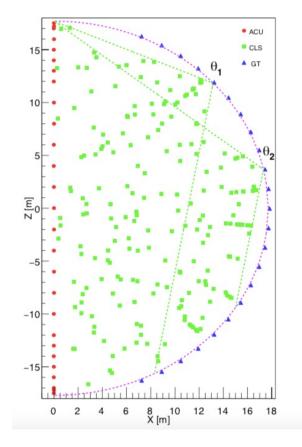
通过刻度非均匀性可以提升能量分辨率



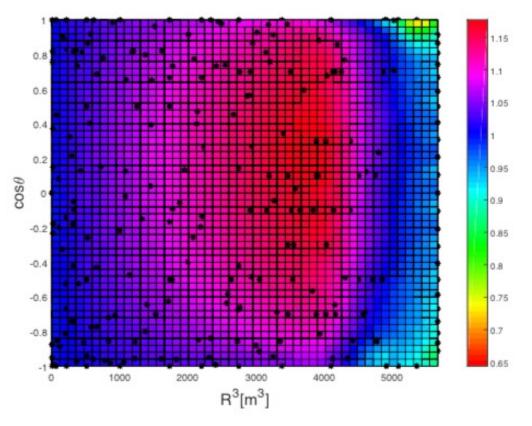
探测器非均匀性

### 非均匀性刻度:

• 在探测器内不同位置放置中子源



ACU+CLS+GTCS刻度点



探测器非均匀性修正谱

中国物理学会高能物理分会第十一届大会

11.155 00 (000

修正前后b项变化:

~ 10% -> 好于1%

### 总结

- 刻度系统子系统和辅助系统研制/测试工作正在进行
- 部分刻度子系统已完成研制工作, 在现场等待安装
- 刻度策略可以保证能量非线性好于1%,有效能量分辨率好于3%

# 谢谢!