

# 粒子物理卓越创新中心 青年骨干成员考评报告

邓子艳

高能所，实验物理中心

2014年11月22日

# 个人简历

## ➤ 1997年—2001年

- 清华大学工程物理系 获学士学位

## ➤ 2001年—2006年

- 中科院高能所 获博士学位

## ➤ 2006年—2008年

- 中科院高能所 博士后

## ➤ 2008年—2009年

- 中科院高能所 助理研究员

## ➤ 2009年—至今

- 中科院高能所 副研究员

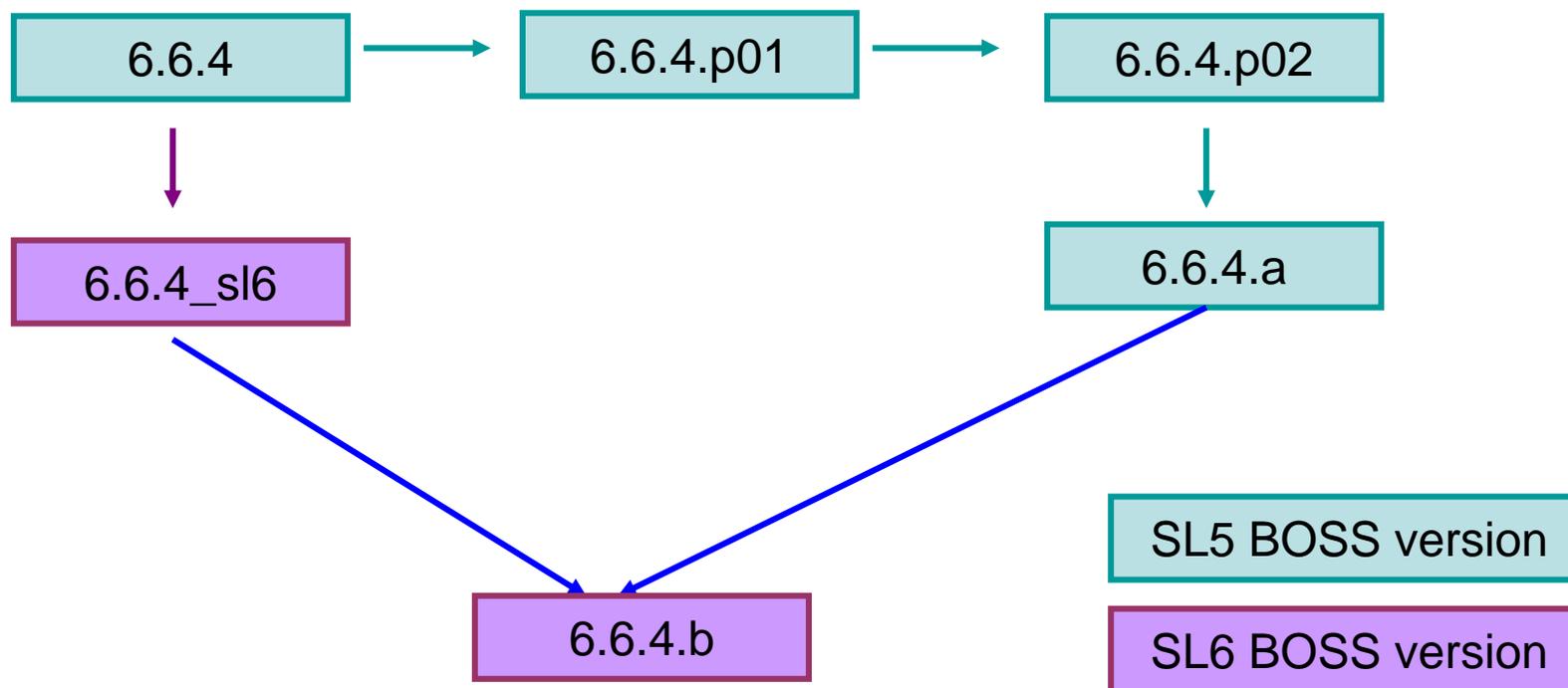
## 上一年的主要工作

- BESIII离线软件升级和发布
- BESIII分布式计算
- 江门中微子实验探测器模拟

## (1) BESIII离线软件

- 本人在**BESIII**实验中负责**BESIII**离线软件框架建设、软件质量控制、制定软件发布计划、协调软件测试工作
- 处理海量数据产生过程中遇到的软件问题，计算环境的改变带来的软件更新问题，以及探测器硬件升级带来的软件问题
- 对离线软件系统结构和运行机制的全面掌握，有助于离线软件系统的正常运行，为数据分析和物理分析服务

# 计算环境的改变带来的软件升级 (SL5 到 SL6)



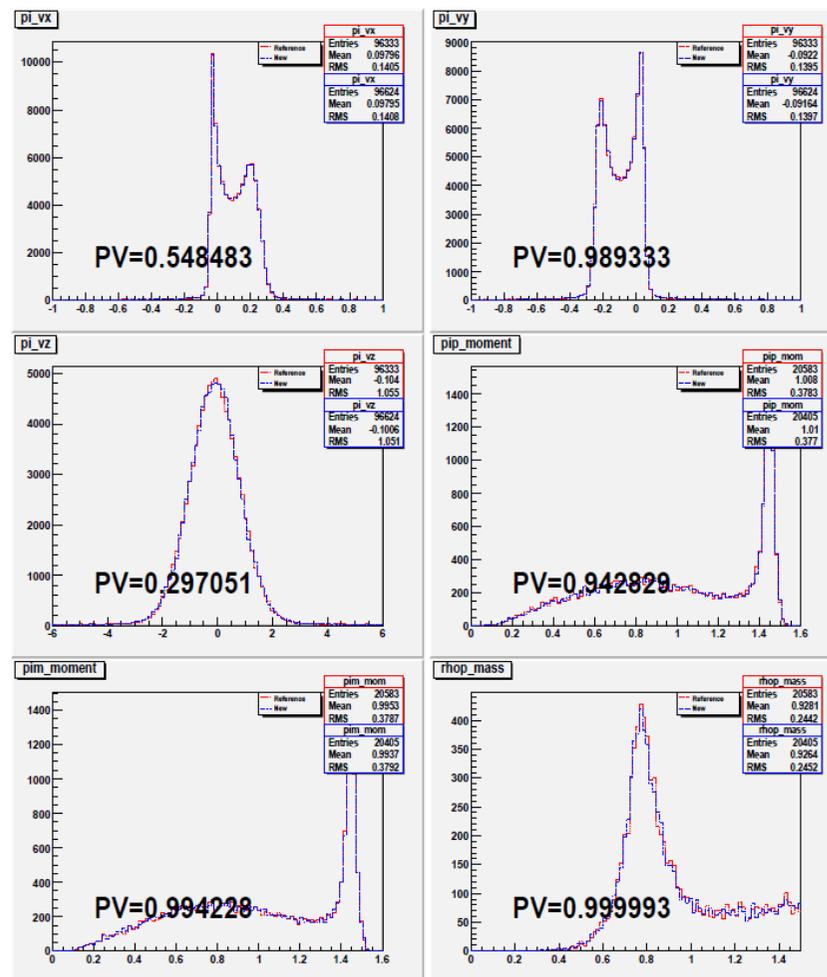
## ➤从SL5升级到SL6的必要性:

- 部分网格站点已经升级到SL6
  - 新买的机器装SL5系统有困难
  - 用户有用高版本外部库的需求
- BOSS软件自身的更新和操作系统升级工作同步进行，到一定阶段进行合并
- 解决旧版本BOSS软件在SL6节点的运行问题，保证更多的计算节点升级到SL6之后，旧版本软件仍然可以正常提交后台作业。

# 计算环境的改变带来的软件升级 (SL5 到 SL6)

操作系统、GCC、CMT、GAUDI、外部库全部进行升级

	old	new
OS	SL5.8	SL6.5
GCC	4.3.2	4.6.3 (default is 4.4.7)
CMT	v1r20p20081118	v1r25
LCG	57a	65a
GAUDI	V21r6	v23r9
ROOT	5.24	5.34



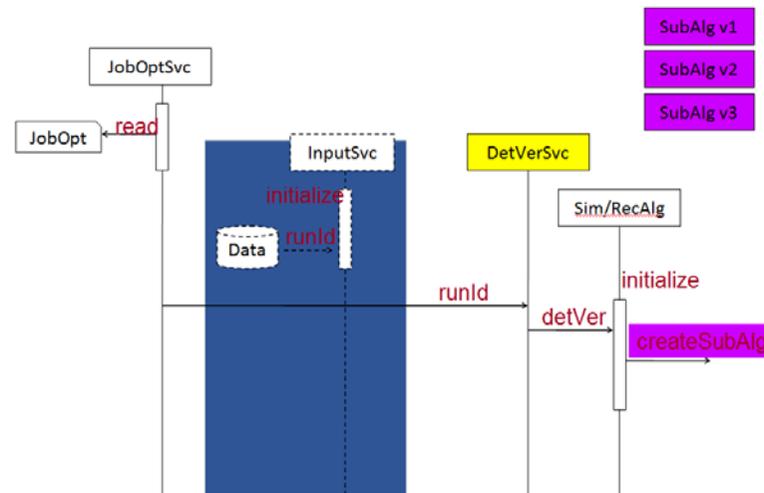
Results from SL5 and SL6 are consistent

## 为探测器升级做的软件准备

- 计划明年对**ETOF**进行升级，以及将来可能的**MDC**内室升级
- 引入探测器版本配置: **DetVerSvc**

runFrom	runTo	Detector Version
8093	38268	1
38268	XXXXX	2
XXXXX	XXXXX	3

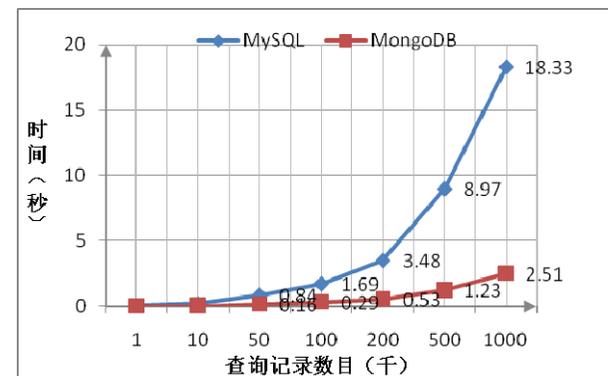
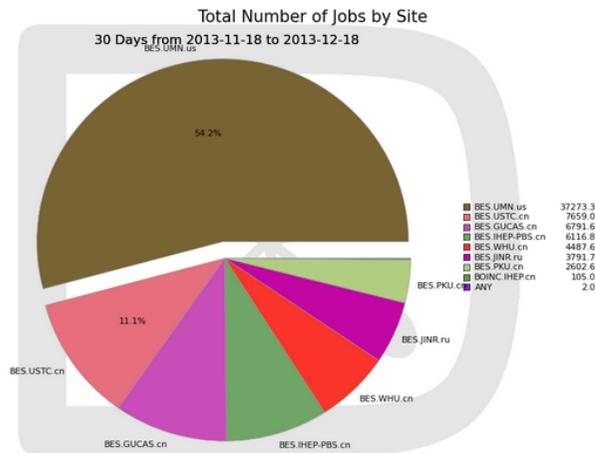
- 根据run号自动加载相应的几何文件，用户不用自己手动配置几何信息
- 全盘考虑探测器模拟、数字化、重建、外推、几何服务、数据I/O



## (2) BESIII分布式计算

### ➤ 本人参与BESIII分布式计算的多项研究工作

- BESIII分布式计算中的元数据管理系统的设计
- 分布式计算Prototype系统的测试工作
- NoSQL数据库研究，研究基于Mongodb的BESIII分布式计算记账系统的实现
- 基于Matplotlib实现由数据到图表的转换，提供网页接口，用户只需输入查询条件，即可在当前页面生成图表



### (3) 江门中微子实验探测器模拟

➤ 江门中微子实验目前正处在探测器设计的关键时期，本人作为模拟软件的负责人，主要负责通过探测器模拟来对探测器的各项设计提供指导性的参考意见

- 目前已经实现了四种中心探测器方案的模拟
- 排除了其中本底事例率较高的设计方案
- 对各种材料的洁净度、屏蔽层厚度等提出了具体要求
- 各项模拟结果将作为江门中微子实验黄皮书的重要参考数据
- 开展了能量精度研究以及muon快速模拟的研究

# 模拟软件开发

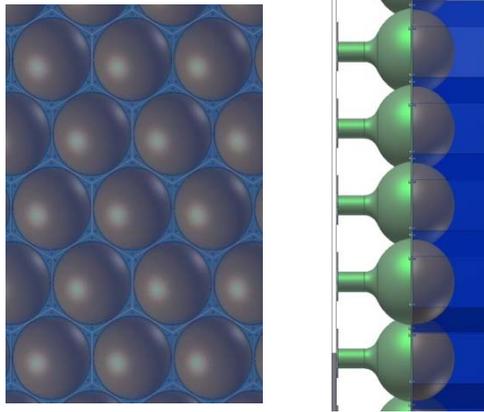
## ➤ 产生子

- 移植部分大亚湾的产生子: IBD, GenDecay
- 开发ParticleGun产生子
- 开发产生子接口程序: HepEvt, HepMC
- 支持多种产生方式: 固定点、指定材料内、指定体积内、指定表面等

## ➤ 探测器模拟

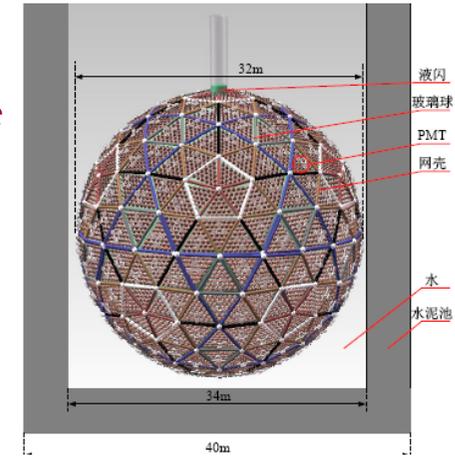
- 在探测器设计阶段, 探测器几何频繁变动, 多种设计方案共存, 多个方案之间有交叉, 同时还要兼顾小模型探测器的模拟, 为此设计了模块化的几何构造机制
- 保存几何信息到数据文件, 保证几何和数据匹配
- 提供接口便于用户根据需求自定义模拟输出量

# 中心探测器各方案示意图

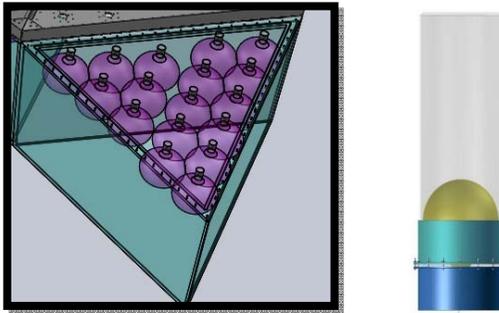


**DetSim0**  
*LS/steel tank*  
*acrylic block at the front of each PMT*

**DetSim1**  
*LS/spherical acrylic vessel/water/*  
*steel truss*

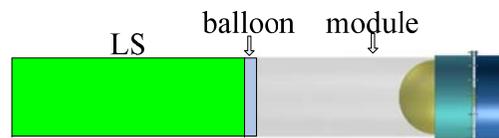


**DetSim2:**  
*LS/acrylic module/steel tank*



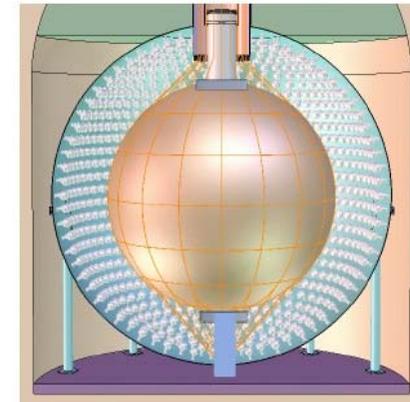
*Triangle module or single PMT module*  
*LAB inside modules,*  
*With LS in the gap between modules*

**Combined option:**  
*LS/balloon/acrylic module*  
*/steel tank*

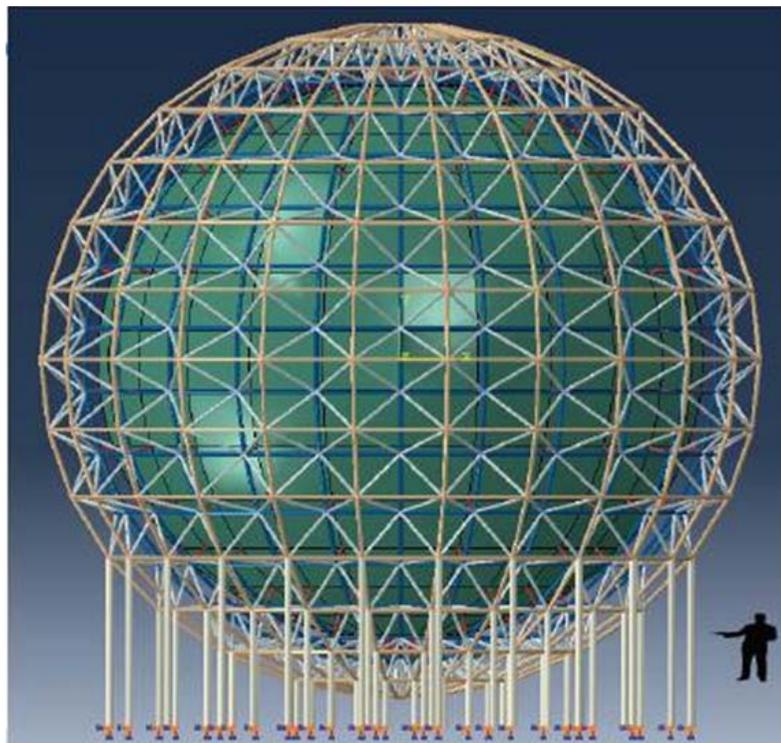


*Single PMT module + balloon*  
*With LAB inside and outside modules*

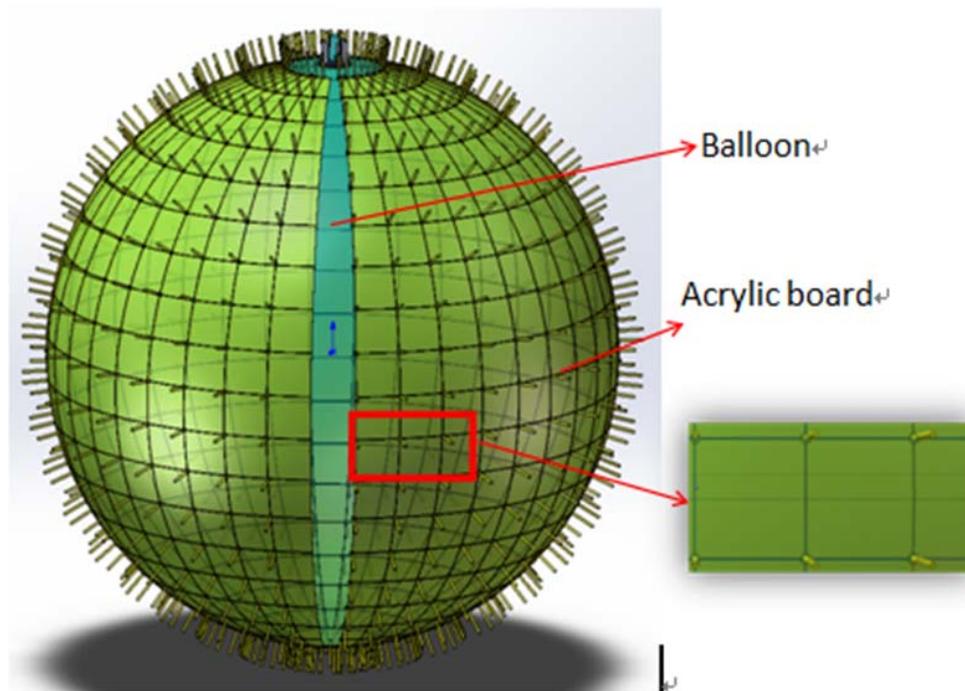
**DetSim3:**  
*LS/balloon/steel tank*  
*buffer: mineral oil or LAB*



## 中心探测器新方案的模拟



有机玻璃罐方案



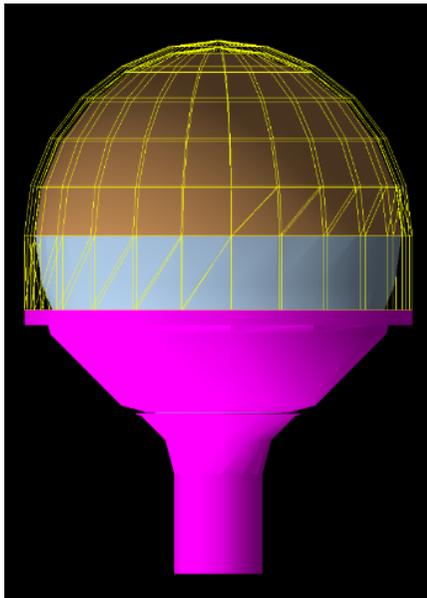
液袋方案

### ➤ 2014年3月份中心探测器方案评审会

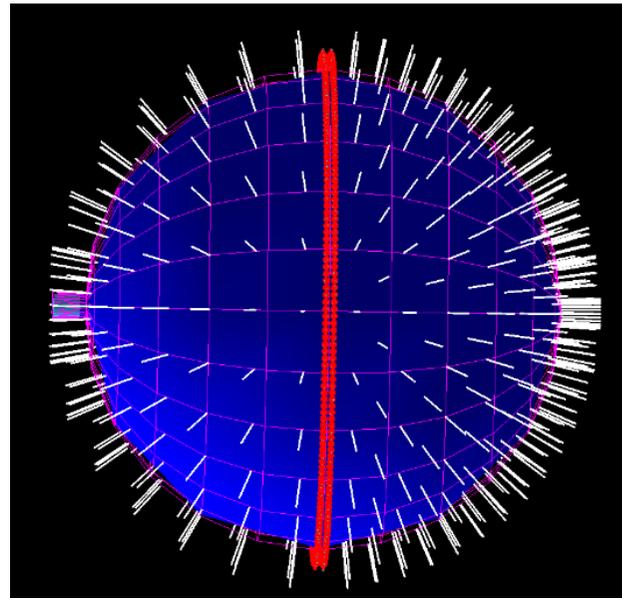
- 排除了本底事例率高的模块方案
- 首选方案：有机玻璃罐方案
- 备用方案：液袋方案

# 中心探测器新方案的模拟

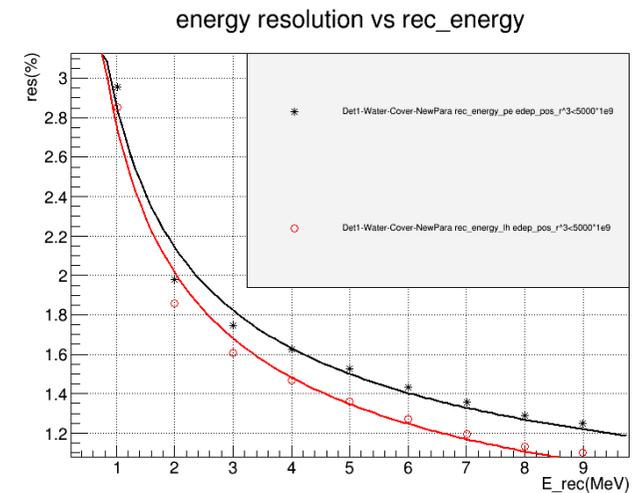
- 天然放射性本底事例率的模拟
- PMT防爆罩的影响，不锈钢支撑杆的影响
- 能量精度研究



PMT防爆罩



不锈钢支撑杆



能量精度研究 13/19

# Radioactivity of Detector Materials

Liquid Scintillator	U238	Th232	K40	Pb210 (Rn222)	Kr85	Ar39	Co60
No Distillation	$10^{-15}$	$10^{-15}$	$10^{-16}$	$1.4 \cdot 10^{-22}$	50 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$	50 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$	--
After Distillation	$10^{-17}$	$10^{-17}$	$10^{-18}$	$10^{-24}$	1 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$		--

	U238	Th232	K40	Pb210 (Rn222)	Kr85	Co60	Reference experiment
PMT Glass	22 ppb	20 ppb	3.54 ppb	~	~	~	Schott glass
Acrylic	10 ppt	10 ppt	10 ppt	~	~	~	SNO
Film	2 ppt	4 ppt	1 ppt	~	~	~	Borexino
Dust	30 Bq/Kg (2.4 ppm)	40 Bq/Kg (10 ppm)	600 Bq/Kg (2.3 ppm)	~	~	~	DYB Borexino
Steel	0.0012 Bq/Kg (0.096 ppb)	0.008 Bq/Kg (1.975 ppb)	0.0134 Bq/Kg (0.049 ppb)	~	~	0.002 Bq/Kg	DYB
Copper	1.23 mBq/Kg	0.405 mBq/Kg	0.0377 mBq/Kg				CEDX

对材料洁净度的假设，要同时考虑到工程上的可行性和物理上的要求

# 单事例率模拟结果

Cut 0.7MeV && R (m)	LS (Hz)	PMT (Schott) (Hz)	Acrylic (Hz) (10ppt)	Strut (steel) (Hz)	Fastener (copper) (Hz)	SUM (Hz)
<17.7	2.39	<b>2.43</b>	69.23	0.89	<b>0.82</b>	<b>75.75</b>
<17.6	2.35	<b>1.91</b>	41.27	0.66	<b>0.55</b>	<b>46.74</b>
<17.5	2.31	<b>1.03</b>	21.82	0.28	<b>0.32</b>	<b>25.75</b>
<17.4	2.27	<b>0.75</b>	12.23	0.22	<b>0.19</b>	<b>15.66</b>
<17.3	2.24	<b>0.39</b>	6.47	0.13	<b>0.12</b>	<b>9.33</b>
<17.2	2.20	<b>0.33</b>	3.61	0.083	<b>0.087</b>	<b>6.31</b>
<17.1	2.16	<b>0.23</b>	1.96	0.060	<b>0.060</b>	<b>4.47</b>
<17.0	2.12	<b>0.15</b>	0.97	0.009	<b>0.031</b>	<b>3.28</b>

Fiducial Volume (R<17.2m) 内的单事例率

Materials	Detector components	Water (Rn: 0.2Bq/m <sup>3</sup> )	Rock (320cm water + 50cm LS)	SUM
Single Rate(Hz)	~6.3	~1.3	~0.03	~ 7.6

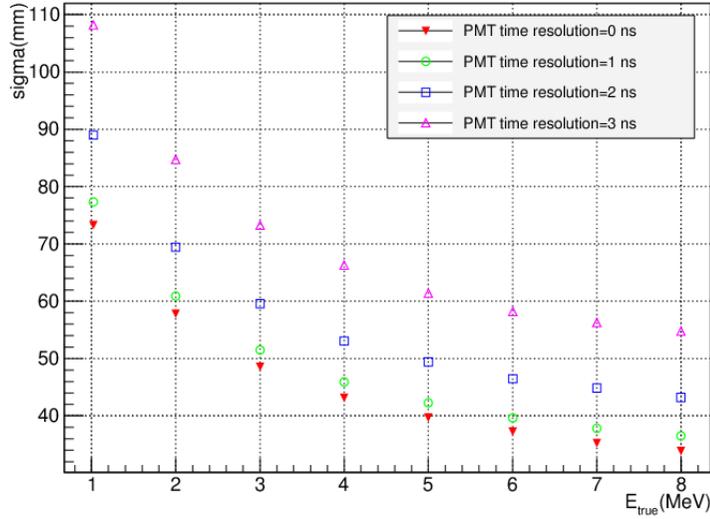
## Assumptions

- acrylic option of CD
- LS ratio-purity w/o distillation

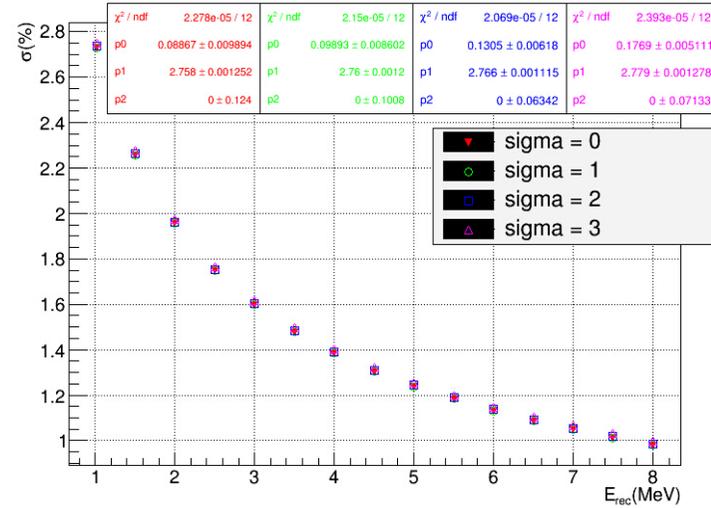
PMT position = 19.5 m  
 Buffer thickness F=1.426 m  
 LS radius =17.7 m

# 能量精度研究

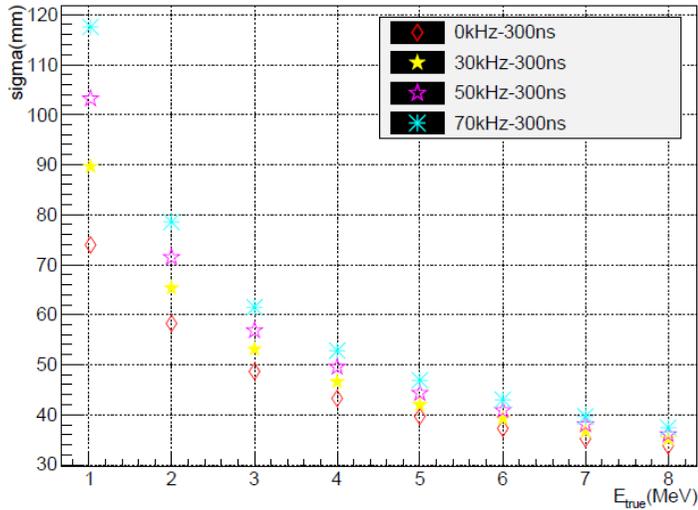
PMT TTS对顶点分辨的影响



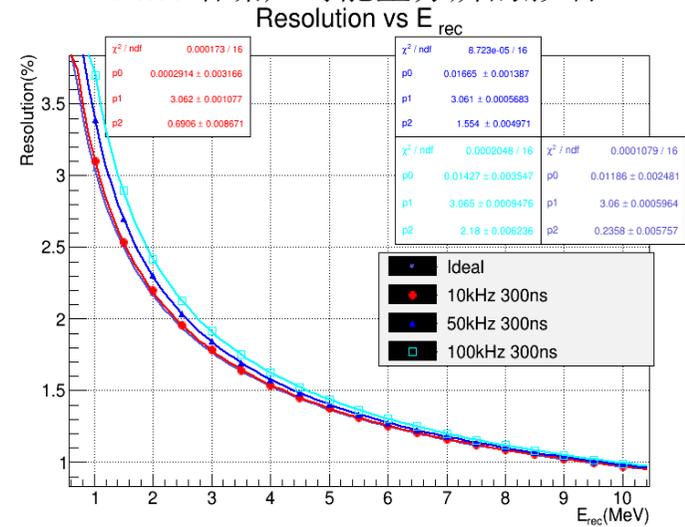
顶点分辨对能量分辨的影响



PMT暗噪声对顶点分辨的影响



PMT暗噪声对能量分辨的影响



# Muon快速模拟方法研究

- JUNO中心探测器液闪体积大，高能muon事例穿过液闪的光学过程模拟速度非常慢，>100分钟/event
- 快速模拟方法的研究
  - (1)Scale光产额
  - (2)GPU方法
    - Geant4 + Chroma
    - Chroma: Ultra-fast Photon Monte Carlo
    - 所有几何改成三角形，建立Geant4和Chroma之间的通讯
  - (3)Voxel方法
    - 通过把中心探测器分成若干个小的voxel
    - 先预存每个voxel内的光学光子数和 PMT nPE之间的因果关系
    - 快速模拟时直接读取文件，不做光学模拟

# 其他工作

## ➤ 国内外学术活动

- BESIII合作组/workshop会议报告
- 江门中微子实验中心探测器评审会报告
- 江门中微子实验合作组会议报告
- 全国高能物理大会会议报告
- 主持每周一次的江门离线软件会议
  - 参加单位有南开，山大，南大，北大，科大，川大，中山大学等
- 组织JUNO software and simulation workshop

## ➤ 发表论文

- 基于MongoDB的BESIII分布式计算记账系统的研究与实现
  - 张刚，孙涌，邓子艳等，《计算机应用软件》
- Monte Carlo tuning for the BESIII time-of-flight system
  - ZHANG Xiao-Jie, SUN Sheng-Sen, DENG Zi-Yan et al. CPC 2014 Vol. 38 No.6 (2014)

## ➤ 争取经费情况

- 国家自然科学基金青年基金 课题负责人
  - 高效访问和快速处理BESIII海量数据的软件技术研究
- 国家自然科学基金联合基金重点项目
  - BESIII实验数据分析和处理方法及软件研究
- BESIII 973 二期
- 中国科学院战略性先导科技专项” 江门中微子实验”， 离线软件和计算环境

## ➤ 下年度工作计划

- BESIII离线软件升级和发布工作
- 江门中微子实验的探测器模拟

谢谢大家！