

# 赵忠尧奖学金面试报告

报告人：程捷

2018/03/27

# 个人简历

姓名 程捷  
国籍 中国  
博士后单位 中国科学院高能物理研究所

## ► 重点研究工作：

- 宇宙线缪子相关产物的研究
- 大气中微子通量和在液体闪烁体中反应物理过程
- 大气中微子振荡，中微子质量顺序
- 中微子振荡的全局分析

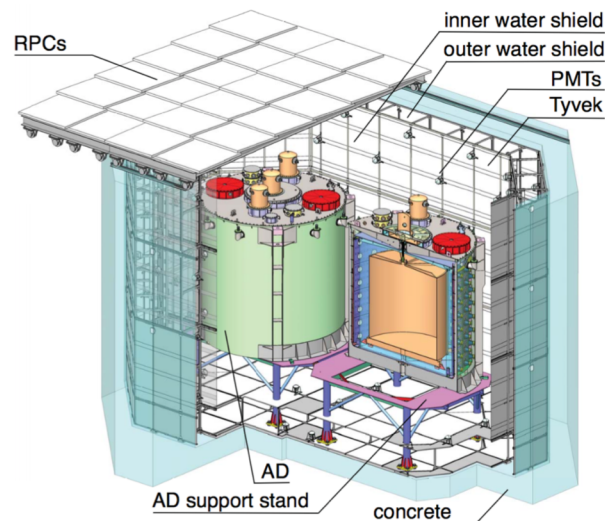
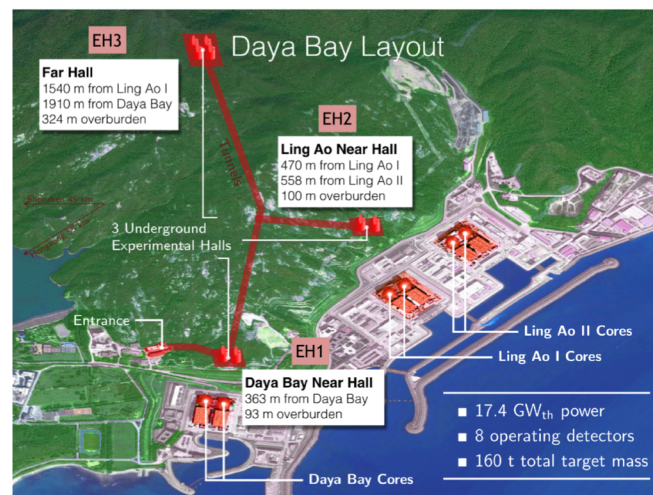
## ► 教育背景：

2013-2018 硕博连读 山东大学物理学院 导师：黄性涛教授  
在此期间参与 Daya Bay 和 JUNO 实验

2009-2013 本科 山东大学物理学院

# 在大亚湾中微子实验上的工作

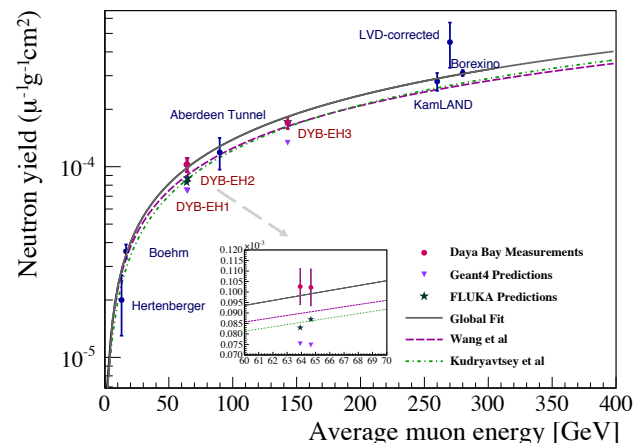
- **突出贡献的工作：**由宇宙线缪子产生的中子产额的研究
  - 文章已被PRD接受，已拿到最终清样
  - [arXiv:1711.00588](https://arxiv.org/abs/1711.00588) [hep-ex]
- **独立完成的工作：**中子产额实验测量值与模拟预测值的差异的研究（已基本完成，正在撰写论文）
- **参与并作出贡献的工作：**
  - nH rate 分析中 $^9\text{Li}/^8\text{He}$ 以及快中子本底的估计工作
  - Phys.Rev. D93 (2016) 072011**
  - nH shape 分析的早期工作，为山东大学nH shape 分析贡献前期基础分析
  - （这项工作已得到初步结果，正在合作组中审核）
- **服务性工作：**1年半数据检查



# 宇宙线缪子产生中子产额的研究

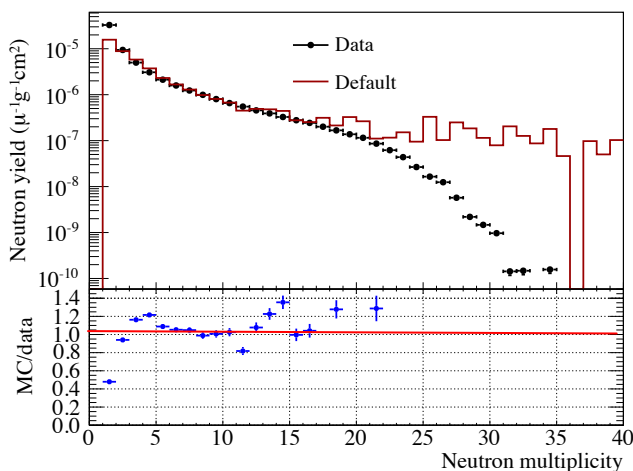
- 我的分析结果经过合作组的严格审查，已发表，是大亚湾第一篇关于中子产额的文章在文章中，贡献了7张图（总共9张图）和几乎所有的表格
- 缪子产生的中子**：对于地下实验非常重要的本底来源
- 这项工作的意义**：
  - 得到三个不同地下深度的精确的中子产额的测量值，为当前世界上最精确的测量值之一
  - 与预测模拟值的比较，揭示了模拟预测存在不足
  - 综合其它实验测量值，给出了中子产额与缪子能量的准确的依赖关系，为JUNO的中子本底的预测提供重要的借鉴意义

	EH1	EH2	EH3
$E_{avg}^{\mu}$ (GeV)	$63.9 \pm 3.8$	$64.7 \pm 3.9$	$143.0 \pm 8.6$
Measured Values ( $\times 10^{-5} \mu^{-1} g^{-1} cm^2$ )			
$Y_n$	$10.26 \pm 0.86$	$10.22 \pm 0.87$	$17.03 \pm 1.22$
MC Predictions ( $\times 10^{-5} \mu^{-1} g^{-1} cm^2$ )			
$Y_n$ (GEANT4)	$7.53 \pm 0.01$	$7.47 \pm 0.05$	$13.35 \pm 0.03$
$Y_n$ (FLUKA)	$8.34 \pm 0.02$	$8.70 \pm 0.03$	$17.15 \pm 0.04$

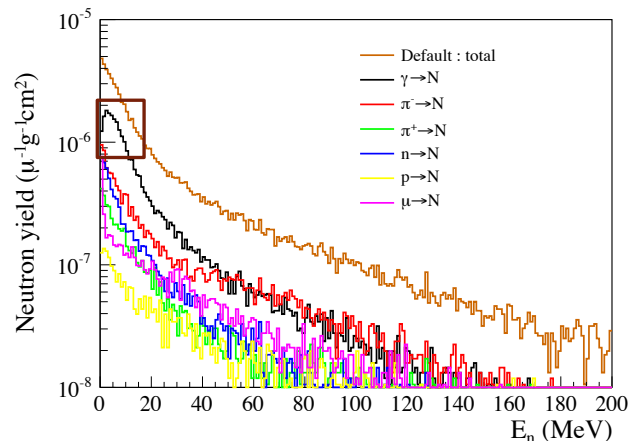


# 中子产额的实验与模拟的差异的研究

- **动机**：中子产额的模拟预测和实验测量有较大的差异，有必要探究差异的原因
- **独立完成的工作** 此项工作已在Daya Bay合作组会做过汇报  
<http://dayabay.ihep.ac.cn/cgi-bin/DocDB/ShowDocument?docid=11510>
- **这项工作的意义**：
  - 较少的文献使用中子产额的实验测量值对于Geant4在液体闪烁体探测器中产生中子的物理过程进行较为合理性的探讨
  - 促进Geant4模拟中强子物理模型的改善和更新，为将来其它实验提供更为准确的模拟结果
  - 对于将来JUNO实验，提供更为准确的与缪子相关的Geant4模拟



发现中子多重数=1时，数据和MC的中子产额的差异最大



发现造成中子多重数=1的差异的原因：在GEANT4，当中子初始动能<10MeV, gamma spallation ( $\gamma \rightarrow N$ ) 过程并没有很好描述，产生中子数比实际小。

# nH rate/shape分析相关工作

## 参与完成的工作：

- nH rate分析：完成 $^9\text{Li}/^8\text{He}$ 以及快中子本底的相关研究

此项工作已发表，**Phys.Rev. D93 (2016) 072011**

文章以清华的结果为主，山大负责cross-check

我的相应的工作已在合作组内部做过报告：<http://dayabay.ihep.ac.cn/cgi-bin/DocDB/ShowDocument?docid=10405>

**technote**：<http://dayabay.ihep.ac.cn/cgi-bin/DocDB/ShowDocument?docid=10405>

- nH shape 分析：完成山大nH shape分析的前期工作，包括

- 能量非均匀性的研究（在合作组组会上汇报过相应工作：<http://dayabay.ihep.ac.cn/cgi-bin/DocDB/ShowDocument?docid=10405>）

- 使用模拟来研究探测器中的能量响应（在合作组组会上汇报过相应工作：<http://dayabay.ihep.ac.cn/cgi-bin/DocDB/ShowDocument?docid=10406>）

此项工作已得到初步结果，正在合作组内部进行审核

# 在江门中微子实验上的工作

## 独立完成的工作：

- 快中子本底的模拟预测

结果已被合作组中DSNB的研究采用

- 在合作组内首次系统计算了低能大气中微子在探测器内的中性流和带电流过程，预测了对DSNB探测的本底贡献

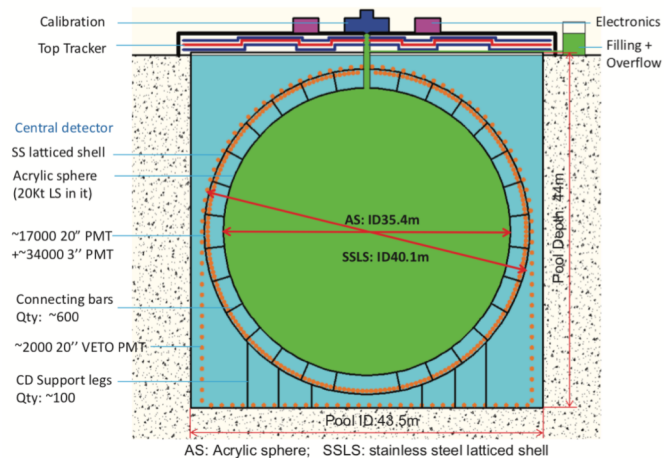
拟将结果撰写文章发表

## 主要贡献的工作：

- DSNB的灵敏度的研究

主要负责本底部分

已得到初步结果，正在准备一篇合作组文章



# 快中子本底的模拟预测

- **动机**：快中子本底是JUNO多个实验目标的重要本底之一
- **独立完成缪子的模拟工作，预测快中子本底的事例率**
- **意义**：
  - 统计量足够大，统计误差较小，结果较为准确
  - 为JUNO不同物理课题的研究，提供在相应能量区间中快中子本底的模拟预测值

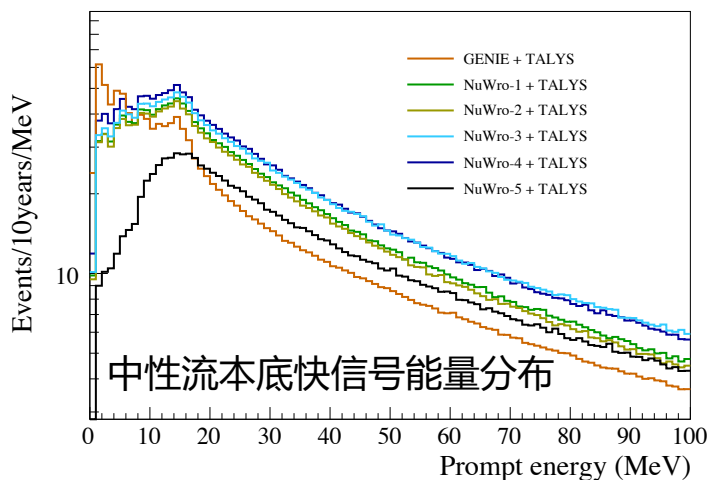
	Reactor neutrino [0.7,12]MeV (/year/18.3kton)	DSNB [11,30]MeV (/year/18.3kton)
Without FV cut	16.1	24.6
With FV cut	2.2	3.4

- 其工作已在JUNO合作组会上汇报过：[http://juno.ihep.ac.cn/cgi-bin/Dev\\_DocDB/ShowDocument?docid=2274](http://juno.ihep.ac.cn/cgi-bin/Dev_DocDB/ShowDocument?docid=2274)
- 结果已被合作组DSNB的研究采用：[http://juno.ihep.ac.cn/cgi-bin/Dev\\_DocDB/ShowDocument?docid=2735](http://juno.ihep.ac.cn/cgi-bin/Dev_DocDB/ShowDocument?docid=2735) and [http://juno.ihep.ac.cn/cgi-bin/Dev\\_DocDB/ShowDocument?docid=3213](http://juno.ihep.ac.cn/cgi-bin/Dev_DocDB/ShowDocument?docid=3213)



# 大气中微子相关的本底预测

- 动机**：大气中微子在探测器中产生的反应是DSNB、核子衰变等重要的本底来源。大气中微子中性流反应是DSNB探测中最大的本底事例，它的正确预测决定了在江门实验中是否具有DSNB探测的能力
- 独立完成大气中微子相关的本底预测，包括中性流和带电流的反应**
- 意义**：
  - 合作组内首次系统的完成大气中微子相关的中性流和带电流的本底的预测
  - 研究表明中性流本底事例率是信号的20倍
  - 研究也给出对于核子衰变等物理课题相应的本底预测

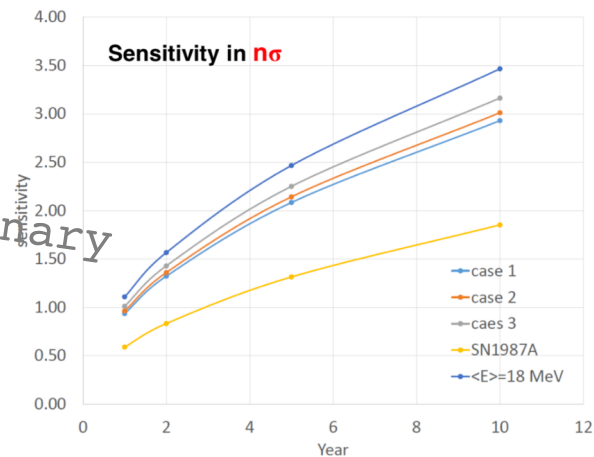
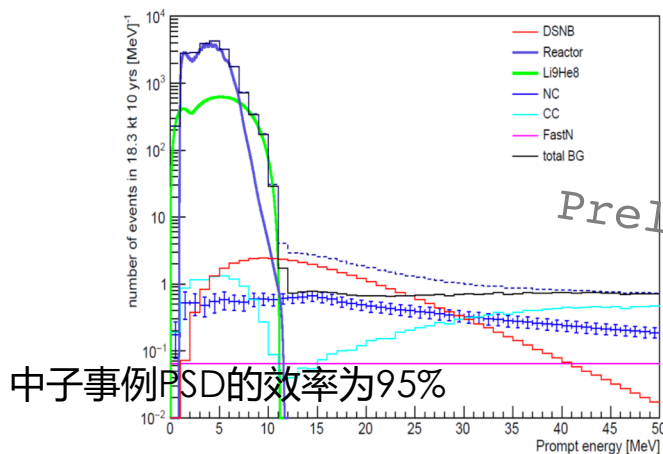


Backgrounds	Rate ( $\text{y}^{-1} \text{ kton}^{-1}$ )
NC (DSNB)	$3.3 \pm 1.4$
CC (DSNB)	0.02

- 该项工作已在JUNO合作组会汇报过  
[http://juno.ihep.ac.cn/cgi-bin/Dev\\_DocDB/ShowDocument?docid=3210](http://juno.ihep.ac.cn/cgi-bin/Dev_DocDB/ShowDocument?docid=3210)
- 文章正在撰写，争取尽快发表

# DSNB灵敏度研究

- **DSNB**：包括来自所有之前爆发的超新星以及失败的超新星，其携带宇宙恒星形成率、平均核坍缩中的中微子谱以及超新星的失败率
- **我贡献了其中所有本底的预测工作，其中大气中微子相关的中性流本底是其最大的本底**
- **意义：**
  - 使用平均能量14MeV的数值模拟的模型得到DSNB信号，能够在江门中微子实验中10年的统计量下，其DSNB的灵敏度能够到达 $3\sigma$



该项工作已在JUNO合作组汇报过，  
[http://juno.ihep.ac.cn/cgi-bin/Dev\\_DocDB/ShowDocument?docid=3213](http://juno.ihep.ac.cn/cgi-bin/Dev_DocDB/ShowDocument?docid=3213)

正在准备一篇相关的合作组文章

# 合作组会议和国际会议

## ► 2014年-至今:

### ► 2014年加入Daya Bay 合作组

- 参加5次Daya Bay合作组会议，并给会议报告
- 参加3次Daya Bay workshop, 并给会议报告

### ► 2016年加入JUNO 合作组

- 参加3次JUNO合作组会议，并给会议报告

## ► 国际会议：

- EPS Conference on High Energy Physics ( 2017. 7 意大利威尼斯, Poster )
- Lepton Photon 2017 ( 2017. 8 广州中山大学, Poster )

# 博士后工作计划

## ► 江门中微子实验中大气中微子通量的精确计算（50%）

- 大气中微子相关本底研究工作的深入
- 掌握大气中微子产生机制和计算方法, 利用最新宇宙线测量数据和中微子截面数据, 提高模型预测精度
- 与东京大学Honda教授合作, 深入研究大气中微子通量 ( Honda是世界上少数会计算大气中微子通量物理学家之一, 为超级神岗实验 ( SuperKamiokande ) 计算大气中微子通量 )

## ► 大气和加速器中微子振荡的全局拟合（50%）

- 大气和加速器中微子实验数据的全局分析技术
- 掌握大气和加速器中微子实验的分析方法, 探讨不同实验之间的误差关联和误差抵消问题
- 提高振荡参数测量精度和质量顺序测量灵敏度

谢谢！