

卓越创新中心青年骨干评审 年度工作报告

WWW.IHEP.CAS.CN



李玉峰

中科院高能物理所

2017-12-2@IHEP, Beijing

个人简介：李玉峰

2004年7月 中国科学技术大学 学士

2010年6月 中国科学技术大学/都灵大学联合培养博士

2008-2010年 都灵大学研究助理

2010-2012年 高能所理论室 博士后

2012年5月 进入高能所实验物理中心 现任副研究员

中微子实验和理论的交叉课题：包括中微子物理学、中微子天文学的唯象研究以及实验的物理分析

在中微子物理唯象学方面发表论文超过40篇（非合作组），第一作者/通讯作者28篇，引用率超过1200次。

研究工作小结(2017年度)

(1) 近期中微子物理热点问题的研究

(2) 江门中微子实验物理相关的研究

(3) 惰性中微子全局拟合、中微子物质效应

完成论文列表: 共7篇中微子唯象学文章, 若干JUNO-DocDB文档

(1) *Neutron density distribution from COHERENT data,*

arXiv:1710.02730 **submitted to Physical Review Letter (通讯作者)**

(2) *Reactor Fuel Fraction Information on the Antineutrino Anomaly,*

JHEP 1710 (2017) 143 (通讯作者)

(3) **Probing Direct and Indirect Unitarity Violation in Future Accelerator Neutrino Facilities,**

Phys. Lett. B 774 (2017) 217 (通讯作者)

文章列表(续-1)

(4) Looking into Analytical Approximations for Three-flavor Neutrino Oscillation Probabilities in Matter,

JHEP 1612 (2016) 109 (第一作者)

(5) Updated Global 3+1 Analysis of Short-BaseLine Neutrino Oscillations,

JHEP 1706 (2017) 135

(6) Mass hierarchy sensitivity of medium baseline reactor neutrino experiments with multiple detectors,

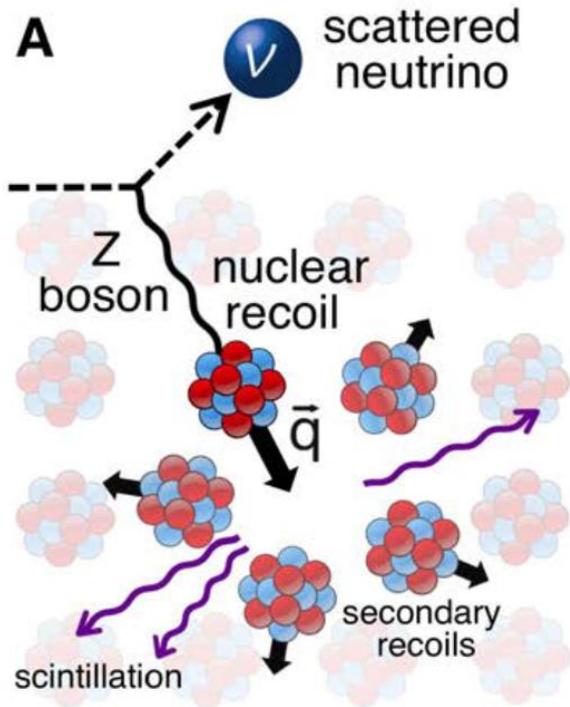
Nucl. Phys. B 918 (2017) 245

(7) A White Paper on keV Sterile Neutrino Dark Matter,

JCAP 1701 (2017) 025

JUNO-DocDB (2273, 2422, 2755, 3003; 2279; 2561, 2760; 2847; 2775; 2710)

中微子物理热点问题：中微子与核子相干散射过程

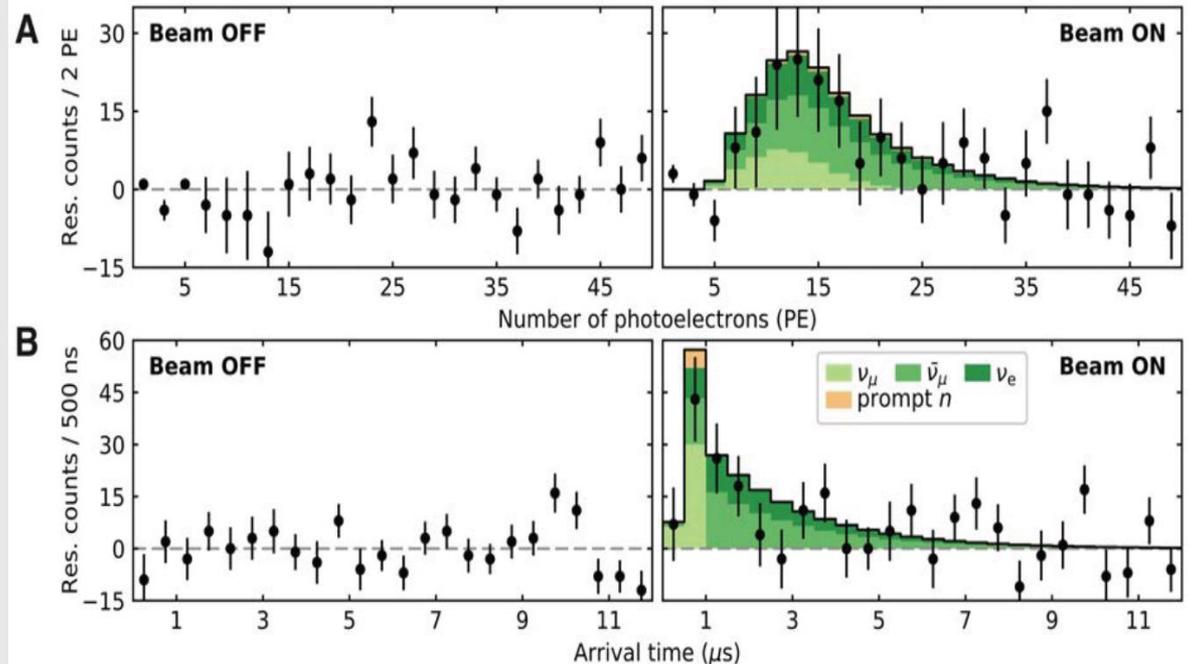


- a) 相干散射过程可以研究原子核结构
- b) 相干散射过程可以研究新物理效应

Freedman在1974年首次提出：Phys. Rev. D 9 (1974) 1389.

美国COHERENT实验组2017年首次从实验观测到此过程：Science 357 (2017) 1123

利用美国散列中子源+ CsI(Na)探测器



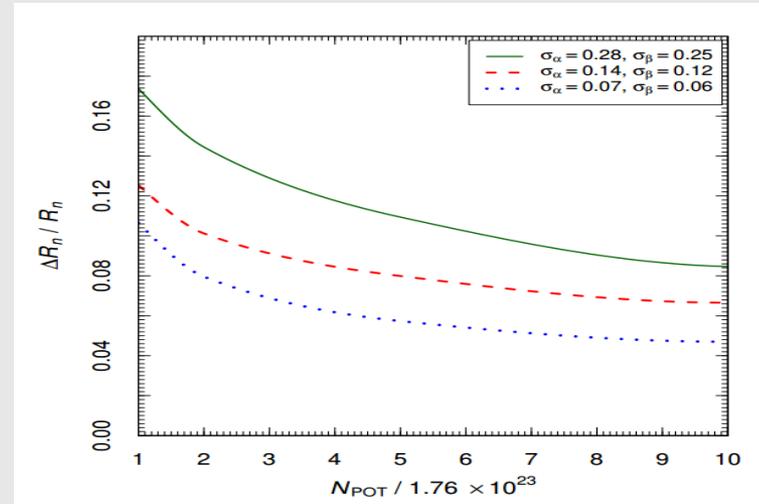
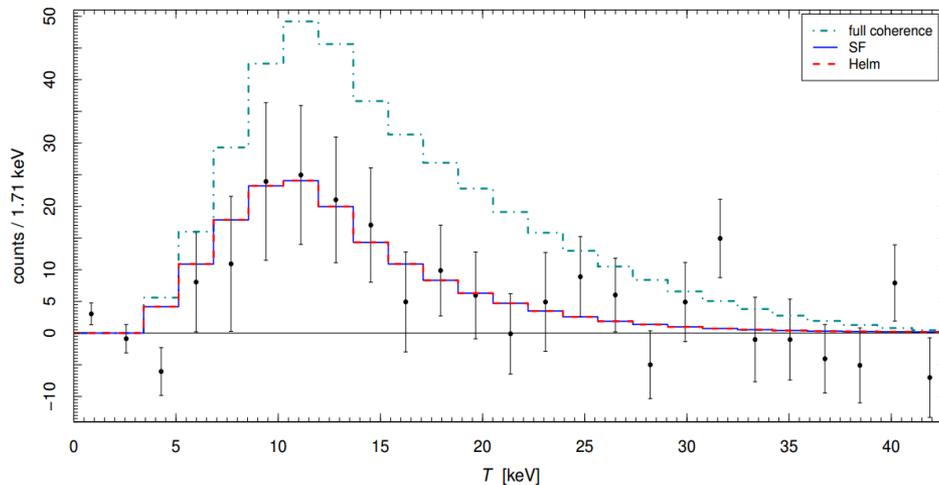
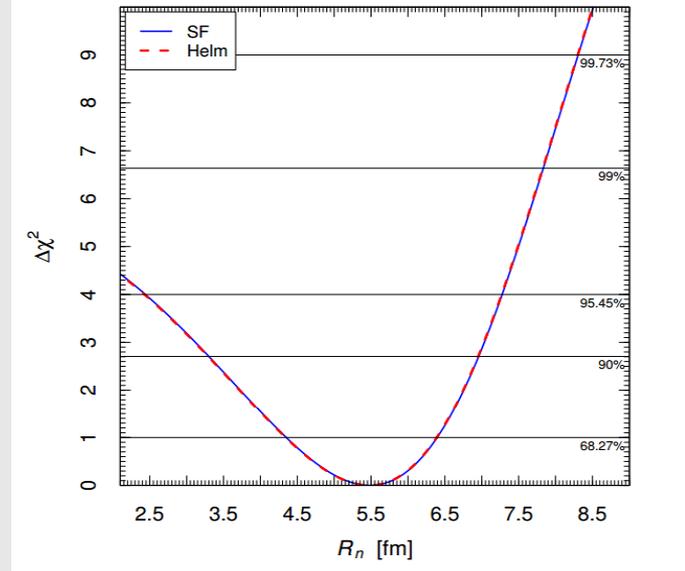
中微子物理热点问题：中微子与核子相干散射过程

Neutron density distribution from COHERENT data, *Submitted to PRL, very positive comments received.*

我们利用COHERENT数据，首次利用中微子过程给出了中子半径的大小：

$$R_n = 5.5 + 0.9 / -1.0 \text{ fm.}$$

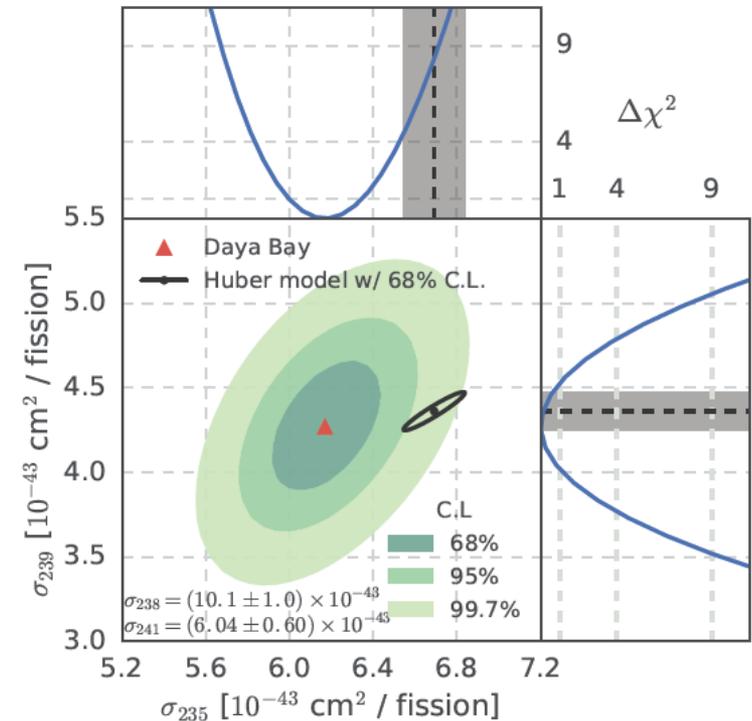
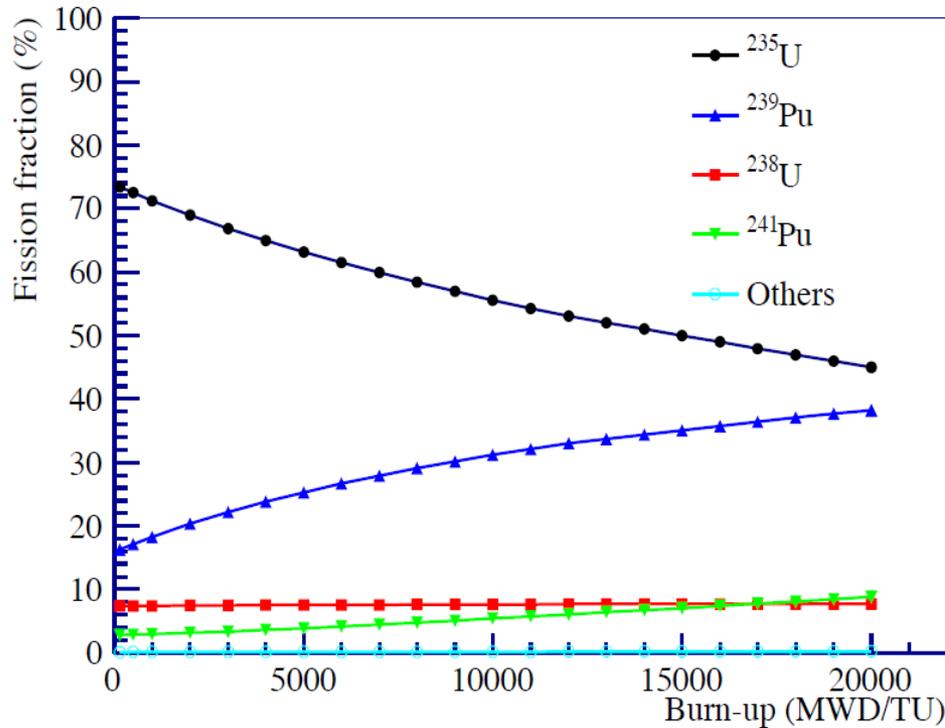
实验结果表明存在**2.3-sigma** 证据偏离完全相干散射。



中微子物理热点问题：反应堆中微子反常的现状

2017年，另一个受关注的实验结果是大亚湾实验关于反应堆核素演化的文章：
Daya Bay, PRL 118 (2017) 251801

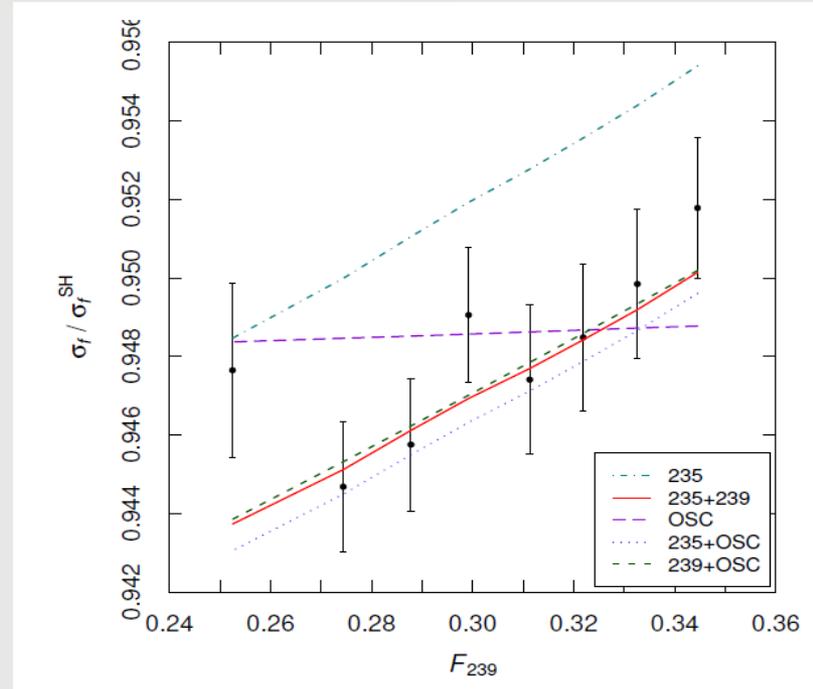
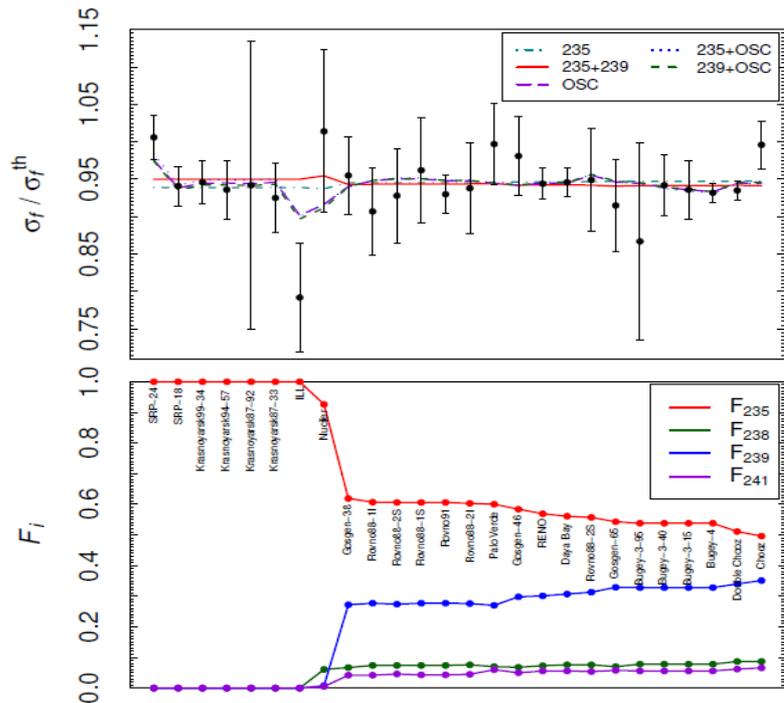
大亚湾结果暗示：反应堆中微子通量的反常可能来自U235核素的计算错误



中微子物理热点问题：反应堆中微子反常的现状

Reactor Fuel Fraction Information on the Antineutrino Anomaly
 JHEP 1710 (2017) 143

我们联合大亚湾核素数据和其它反应堆实验的数据分析了反应堆中微子反常的现状



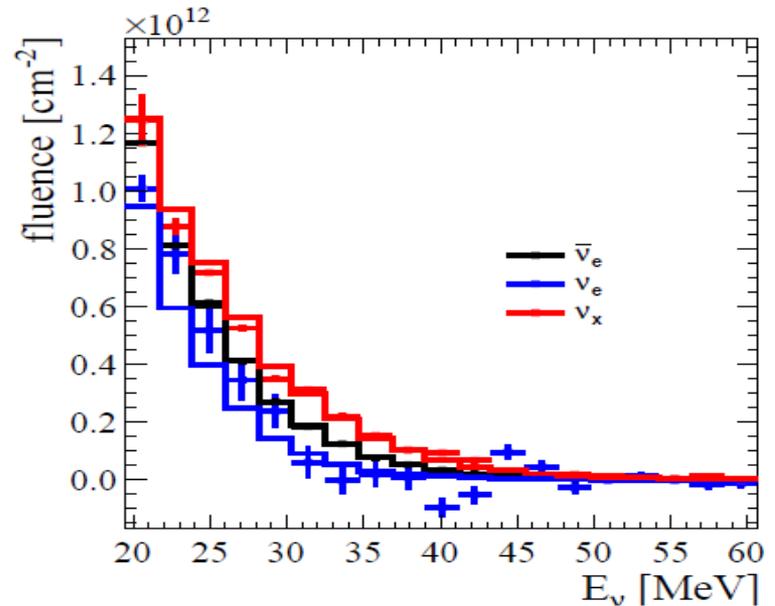
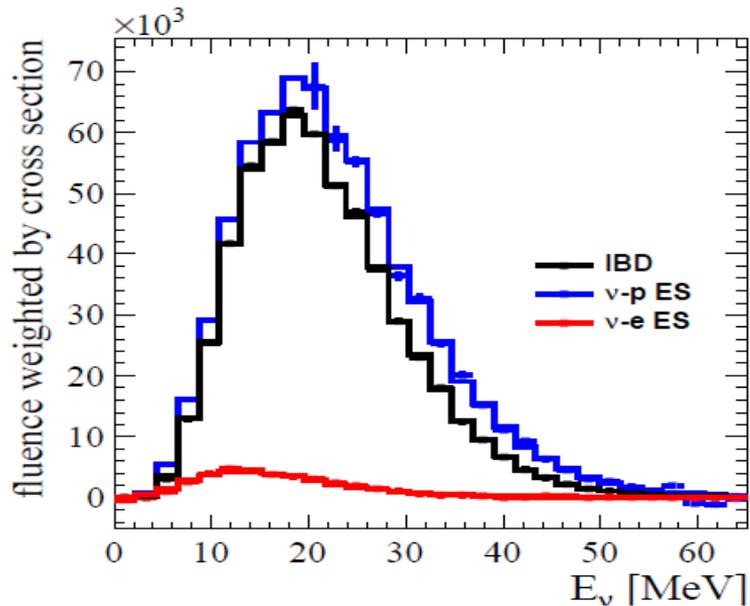
	235	235+239	OSC	235+OSC	239+OSC
χ_{\min}^2	25.3	24.8	23.0	20.2	17.5
NDF	32	31	31	30	30
GoF	79%	78%	85%	91%	100%

主要结论：大亚湾核素数据倾向于U235的压低，其它反应堆结果倾向整体的压低，因此需要更精确的新反应堆中微子数据。

JUNO相关的物理研究：总结

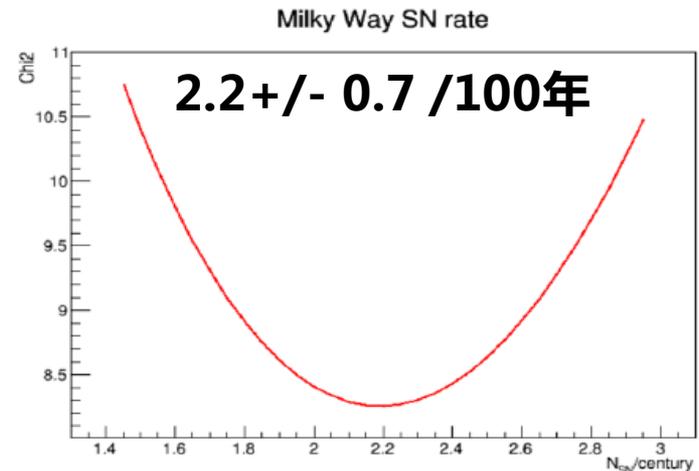
- a) 利用能谱反解的方法重建超新星三种味道中微子的能谱 DocDB-3003
- b) 利用超新星中微子分辨中微子质量顺序 DocDB-2279
- c) 弥散超新星背景中微子(DSNB)的预测及其产生子 DocDB-2561, 2760
- d) DSNB最重要的大气中微子中性流本底计算
- e) 银河系超新星爆发率的研究 DocDB-2847
- f) 利用C13带电流过程探测太阳中微子的可行性研究 DocDB-2775
- g) 地球中微子的探测能力 DocDB-2710
- h) GasTPC探测器测量中微子磁矩

JUNO相关的物理研究：举例1-2



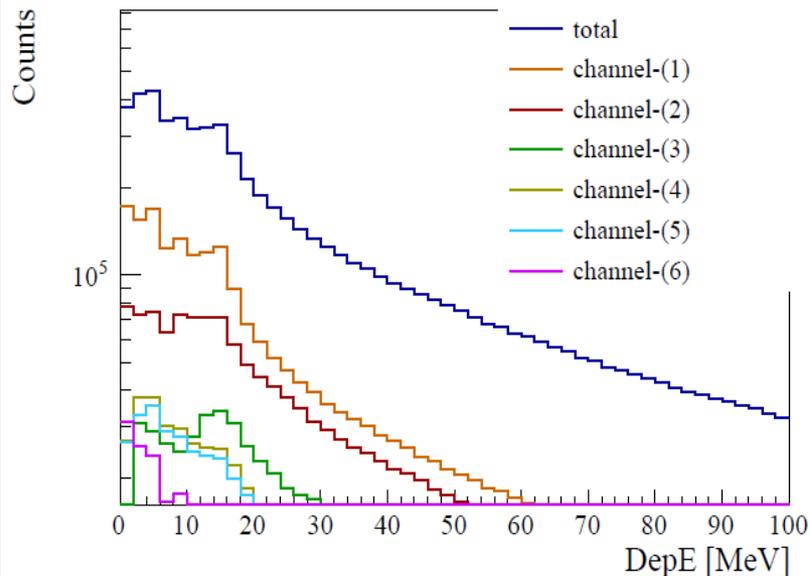
JUNO是唯一可以探测非电子类中微子能谱 (ν -p), 也是唯一可以同时重建三种味道中微子能谱的实验

Supernova neutrino detection
SN statistics in external galaxies
Historical galactic SN
Gamma rays detection



JUNO相关的物理研究：举例3-4

GENIE + TALYS



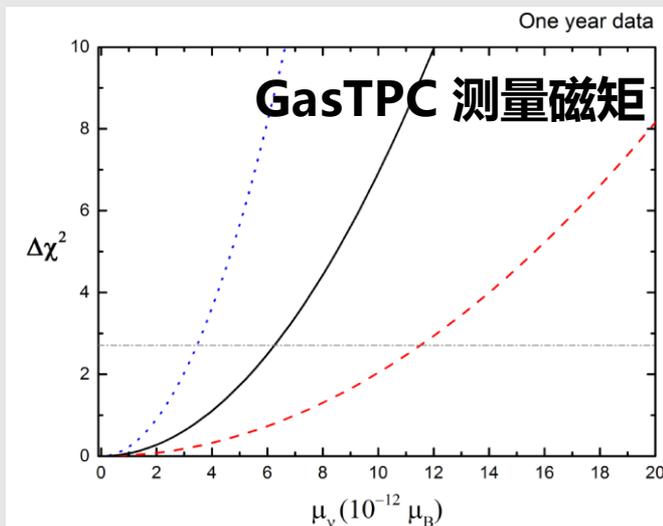
在弥散超新星背景中微子探测中，大气中微子的中性流事例是最大的本底：
信号: 3-5/年，ATM NC: ~50/年

严重依赖核物理的原子核退激发过程

需要精确计算和理解此本底

进一步压低本底的方法: 波形分辨PSD

Channel-ID	Reaction	Contribution(%)
(1)	$\nu_x + {}^{12}\text{C} \rightarrow \nu_x + n + {}^{11}\text{C}$	33.7
(2)	$\nu_x + {}^{12}\text{C} \rightarrow \nu_x + n + p + {}^{10}\text{B}$	22.9
(3)	$\nu_x + {}^{12}\text{C} \rightarrow \nu_x + n + 2p + {}^9\text{Be}$	11.3
(4)	$\nu_x + {}^{12}\text{C} \rightarrow \nu_x + n + p + d + {}^8\text{Be}$	8.3
(5)	$\nu_x + {}^{12}\text{C} \rightarrow \nu_x + n + p + \alpha + {}^6\text{Li}$	7.8
(6)	$\nu_x + {}^{12}\text{C} \rightarrow \nu_x + 2n + {}^{10}\text{C}$	4.0



惰性中微子全局拟合

更新了短基线振荡数据全局拟合→

Updated Global 3+1 Analysis of Short-BaseLine Neutrino Oscillations,

JHEP 1706 (2017) 135 (citation = 29)

包含所有的短基线+长基线+大气中微子+太阳中微子数据，国际上仅有的两个惰性中微子全局拟合的研究组之一。

a) 2012和2013年两篇文章的单篇

引用率分别为**146次**和**160次**

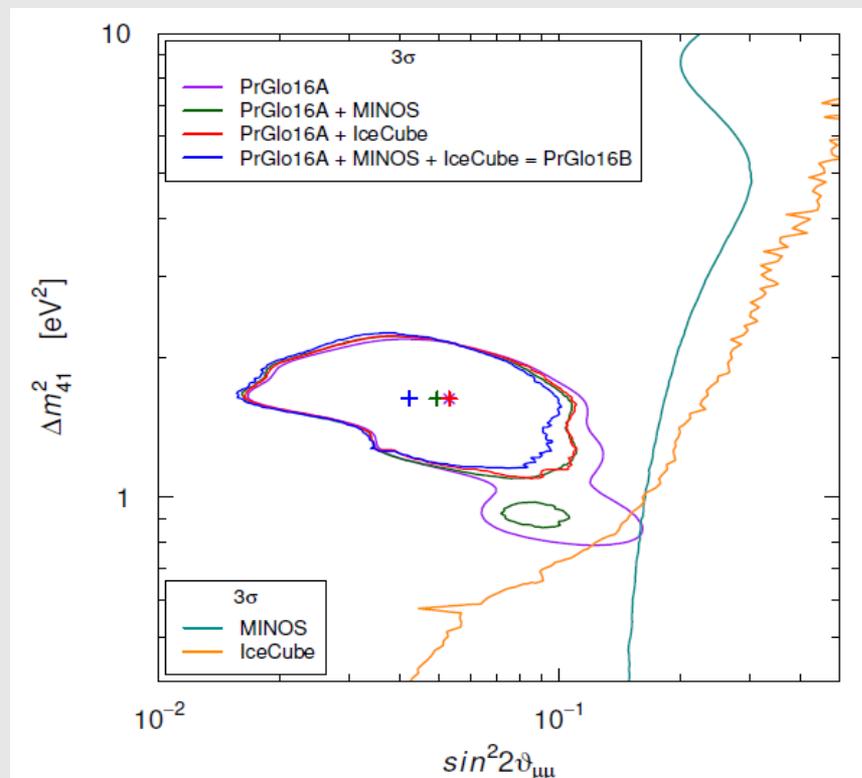
b) 被未来短基线中微子实验选用作
为立项的主要依据

c) 被粒子数据组PDG2014/2016

开辟全新的章节引用和介绍

d) 2017年的新动态: IceCube,

MINOS, Daya Bay 排除了 $< 1 \text{ eV}^2$



国际学术会议报告

(1) 做超新星中微子方面的特邀报告:

Workshop on Supernova at Hyper-Kamiokande

12-13 February 2017
Asia/Tokyo timezone

Overview

Scientific Programme

30 years from SN1987A and the future



Supernova Neutrino Observations
What can we learn? What should we do?

9-13 October 2017
Mainz Institute for Theoretical Physics, Johannes Gutenberg University
Europe/Berlin timezone

(2) 做惰性中微子方面的特邀报告:

Pioneer Symposium at the Korean Physical Society meeting, Oct. 25-27, 2017
18th Lomonosov Conference on Elementary Particle Physics, Aug. 24-30, 2017

(3) 组织地球中微子国际研讨会

Continental margin in South China: Multidisciplinary frontiers in neutrino geoscience

21-23 July 2017
Asia/Shanghai timezone

Search

Overview

Scientific Programme

Committees

Workshop Goals:

to bring together those interested in understanding the 4D geological evolution of South China, including the adjacent South China Sea.

其他方面

基金：

主持两项国家自然科学基金，参与一项国际自然科学基金重点基金，参与“江门中微子实验”先导专项A

指导学生：

指导一名硕士生(张易于，2015-2018)，已转博，担任研究生副导师
指导多名联合培养学生

担任 Applied Antineutrino Physics 国际会议 IAC 成员

担任 国科大 《中微子物理》研究生专业课 主讲

国科大 《力学》本科基础课 助教

谢谢!