

聚焦中微子

(网络专题)

中国科学报社科学网 方 芳 张 笑 徐绍亮



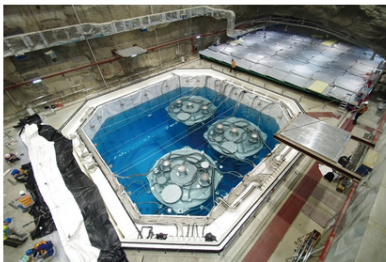
背景介绍

[查看详情>>](#)

2012年3月8日, 大亚湾反应堆中微子实验国际合作组在位于北京的中国科学院高能物理研究所宣布: **发现了中微子的第三种振荡模式**。此次发现加速了中微子物理理论研究的进展, 成为了中国物理学史上新的里程碑式发现, 可以说为中微子研究开启了新的时代。

在大亚湾中微子实验之前, 中国科学院高能物理研究所早已开始涉足中微子理论研究。高能物理研究所不仅在中微子实验领域成绩骄人, 在中微子理论研究领域也表现出众。大亚湾实验项目的启动和成功使得高能物理研究所的中微子研究更具资源优势。中国科学院理论物理研究所的中微子研究组也从1996年开始研究中微子振荡并建立相关的新物理理论模型。

科学网作为以网络社区为基础构建起面向全球华人科学家的网络新媒体, 利用网络平台优势, 2012年3月8日第一时间网络同步直播**中微子实验结果新闻发布会**; 并于3月14日在互联网上率先推出在线访谈**《聚焦大亚湾中微子实验》**, 邀请大亚湾反应堆中微子实验项目主要参与人、中国科学院高能物理研究所研究员, 科学网知名博主曹俊、那志忠两位老师同广大网友交流。在上述关于中微子实验相关新闻的科普传播基础上, 科学网于2012年10月24日汇集并编辑整理了中微子相关的新闻事件、科学网上大批优秀的中微子科普博文, 隆重推出专题**《聚焦中微子》**。



新闻发布

查看详情>>

大亚湾反应堆中微子实验项目组于2012年3月8日下午14:00在中国科学院高能物理研究所召开新闻发布会，16:00举行特别报告会，报告实验的最新结果。



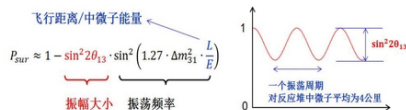
“大亚湾中微子实验”新闻发布会视频

邢志忠：三八妇女节与中微子情话



从去年的三八，到今年的三八，大亚湾实验组发表在PRL上的论文获得了435次引用，创下了中国高能物理学实验领域单篇论文的引用率和引用速度之最。这是一个神话。

曹俊：大亚湾中微子实验结果的简单解释

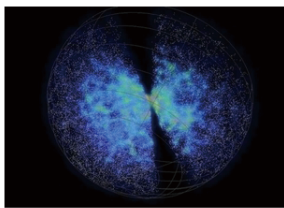


当我们设计这个实验的时候，由于前面两个实验都没有测到振荡，认为它肯定小于0.15。而且0.01是一个关口，当 $\sin^2 2\theta_{13} < 0.01$ 时，现有的技术无法测量中微子的CP破坏相角，需要开发新的实验技术。测量到0.01对中微子物理的发展方向具有指路标的作用。因此我们实验费了很大的劲，设计了很高的精度，准备用三年的时间将它测量到0.01。最希望它在0.03左右。没想到它这么大，仅用了56天的数据就测量到了5.2倍标准偏差（对应振荡不存在的概率是一千分之一，而且是确定性强的统计误差主导），颇有点高射炮打蚊子的感觉。



科学网在线访谈《聚焦大亚湾中微子实验》

曹俊：大亚湾中微子专题科普

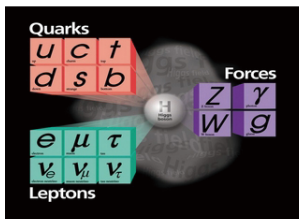


中微子共有三种，分别是电子中微子（ ν_e ）、缪中微子（ ν_μ ）、陶中微子（ ν_τ ）。它们与对应的三种带电轻子 e 、 μ 、 τ 以及六种夸克一起构成了物质世界的基本单元。描述三种中微子的振荡需要六个参数。太阳中微子与大气中微子实验测出了其中的四个。剩下两个未知参数，一个是混合角 θ_{13} ，一个是CP破坏相角，它们不仅是自然界最基本的参数，也与宇宙起源中的反物质消失之谜有关。当宇宙大爆炸发生时，根据粒子物理规律，正反物质应该成对产生，是一样多的。可是我们现在的宇宙中，并没有发现大量反物质存在的迹象。那么反物质哪里去了？

陈钊：什么是中微子振荡？

在粒子物理中，构成物质世界的基本粒子可分为夸克、电子和中微子。其中，夸克有6种，电子有3种，中微子也有3种。中微子是一种基本粒子，不带电，质量极小，几乎不与其他物质作用，在自然界广泛存在。太阳内部核反应产生大量中微子，每秒钟通过我们眼睛的中微子数以十亿计。中微子有三种，分别是电子中微子， μ 中微子和 τ 中微子，两两之间可以相互转换。可以简单的说，中微子振荡就是这种不同中微子之间的相互转换，即一个中微子在飞行中可以变成另一种中微子，再飞行一段距离后又变回原来的中微子了。这种振荡现象总共有3种，即 θ_{12} -2振荡， θ_{23} -3振荡， θ_{13} -3振荡。

那志忠：基本粒子的神秘“味道”



作为物质最基本组分的夸克和轻子在粒子物理学中被赋予了“味道”（flavor）的含义。这一形象的概念是由美国物理学家默里·盖尔曼（Murray Gell-Mann）和德国物理学家哈罗德·弗里奇（Harald Fritzsch）在1971年突发奇想而引入物理学的。当时他们二人正在美国加州一家名叫巴斯肯·罗宾斯（Baskin-Robbins）的冰淇淋店闲谈，发现冰淇淋不仅色彩斑斓而且有巧克力、草莓等不同的口味。于是他们决定用“味道”来区分不同的夸克和轻子，质量小的粒子叫做“轻味”（light flavor），质量大的粒子叫做“重味”（heavy flavor）。如今味物理学已经成为基本粒子物理学的主要分支之一，它所关注的基本问题包括夸克和轻子的质量起源、不同粒子之间的相互转化以及物质与反物质的不对称性。

最新进展

查看详情>>

曹俊：大亚湾中微子实验公布新结果

$$\sin^2 2\theta_{13} = 0.090 \pm 0.009$$
$$|\Delta m^2_{ee}| = (2.59 \pm 0.20) \times 10^{-3} \text{ eV}^2.$$

2013年8月22日，在北京中国科学院高能物理研究所举办的“第十五届国际中微子工厂研讨会”上，大亚湾中微子实验国际合作组报告了新的实验结果，首次公布了对中微子质量平方差的测量。

邢志忠：神的弟弟恋



2014年7月28日至30日，数百名科学家从世界各地来到盛夏中的北京，聚集在中国科学院高能物理研究所，宣布成立江门地下中微子实验（JUNO）的国际合作组。合作组由来自中国、捷克、法国、芬兰、德国、意大利、俄罗斯和美国的200多位科学家组成，参与的研究机构和大学超过50个。

邢志忠：传奇——中微子帮我加塞儿

CPCHEP 6, NP1, 2012, 94(1): 281-287 Chinese Physics C Vol. 36, No. 4, Apr., 2012

Implications of the Daya Bay observation of θ_{13} on the leptonic flavor mixing structure and CP violation^{*}

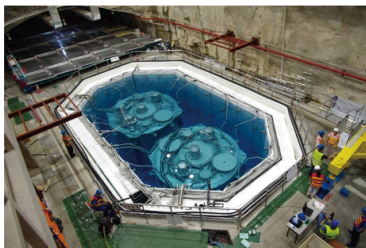
XING Zhi-Zhong(邢志忠)[†]

Institute of High Energy Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

Abstract: The Daya Bay collaboration has recently reported its first $\bar{\nu}_\mu \rightarrow \nu_\mu$ oscillation result which points to $\theta_{13} \approx 8.8^\circ \pm 0.8^\circ$ (best-fit $\pm 1\sigma$ range) or $\theta_{13} \neq 0^\circ$ at the 5.2 σ level. The fact that this smallest nonzero mixing angle is not strongly suppressed motivates us to look into the underlying structure of leptonic flavor mixing and CP violation. Two phenomenological strategies are outlined: (1) the leptonic flavor mixing matrix U consists of a constant leading term U_0 and a small perturbation term ΔU ; and (2) the mixing angles of U are associated with the leptonic mass ratios. Some typical patterns of U_0 are reconstructed by constraining their respective perturbations with current experimental data. We illustrate a few possible ways to minimally correct U_0 in order to fit the observed values of flavor mixing angles. We point out that the structure of U may exhibit an approximate $\mu\tau$ permutation symmetry in modulus, and estimate the geometrical description of CP violation in terms of the leptonic unitarity triangles. The salient features of nine distinct parameterizations of U are enumerated, and its Wolfenstein-like expansion is presented by taking U_0 to be the democratic mixing pattern.

这个传奇的后果就是，我的文章借着大亚湾中微子实验取得重要成果的东风，成功地加塞儿到CPC期刊2012年第四期（即四月号）正式发表。从投稿到正式刊印，只用了四、五天。如今这篇文章的卷号和页码都已经出现在高能物理数据库中，国际同行可以正式引用CPC期刊而不是文章的预印本了。我期望它能给CPC和我本人带来好运。

曹俊：大亚湾反应堆中微子实验站全面建成并运行



2012年10月19日，大亚湾反应堆中微子实验站的全部8个中微子探测器正式运行取数，标志着实验站的全面建成。此后，实验站将持续运行3-5年，把中微子混合角 $\sin^2 2\theta_{13}$ 的测量精度提高4倍，并开展反应堆中微子能谱测量等相关研究。精确测量是科学发现和突破的基础。

作品链接 : <http://news.sciencenet.cn/news/sub26.aspx?id=1036>