

# 江门中微子实验



中国科学院高能物理研究所

INSTITUTE OF HIGH ENERGY PHYSICS, CAS

## 神奇的中微子

粒子物理的研究结果表明，构成物质世界最基本的粒子有12种，包括6种夸克（上、下、奇异、粲、底、顶），3种带电轻子（电子、缪子和陶子）和3种中微子（电子中微子、缪中微子、陶中微子）。中微子占其中的1/4，在最微观的粒子物理规律和最宏观的宇宙起源与演化中都起着重大作用。

	I	II	III
夸克	上 u	粲 c	顶 t
	下 d	奇异 s	底 b
轻子	$\nu_e$ 电子中微子	$\nu_\mu$ 缪中微子	$\nu_\tau$ 陶中微子
	e 电子	$\mu$ 缪子	$\tau$ 陶子



中微子存在于自然界的每个角落，如太阳发光（核聚变）、天然放射性（贝塔衰变）、超新星爆发、宇宙射线穿过地球大气层等，都会产生中微子。宇宙中充斥着大量的中微子，大约为每立方厘米300个。人工设备如粒子加速器、核电站的反应堆也能够产生中微子。

中微子是宇宙中自由的旅行者，它们以接近光的速度旅行。中微子不带电，质量非常轻，几乎不与物质反应。每100亿个穿过地球的中微子，大约仅有一个能被地球拦下发生反应。每一秒钟有5亿亿个来自宇宙的中微子和300万个来自太阳的中微子穿过我们的身体，我们却感觉不到它们的存在。

### 天然中微子源



太阳      地球      宇宙大爆炸      超新星      大气

### 人工中微子源



反应堆      加速器

## 辉煌的昨天——大亚湾实验发现新的中微子振荡

中微子有大量的谜团尚未解开。对中微子的研究是粒子物理的前沿课题，也是粒子物理、天体物理、宇宙学、地球科学的交叉与热点课题。过去的20年中，有三次诺贝尔物理学奖颁发给了中微子实验的领导者。

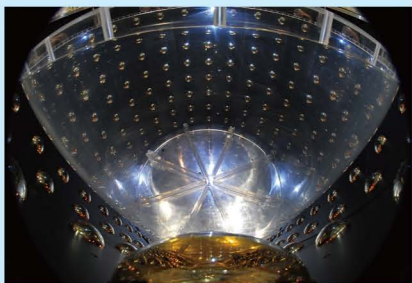
大亚湾中微子实验通过研究反应堆产生的中微子，在2012年发现了一种新的中微子振荡模式，被国际学术界评价为“开启了未来中微子物理发展的大门”，入选美国《科学》杂志年度全球十大科学突破。



安装在巨型水池中的中微子探测器



大亚湾中微子实验成果被两院院士评为“2012年中国十大科技进展新闻”之一



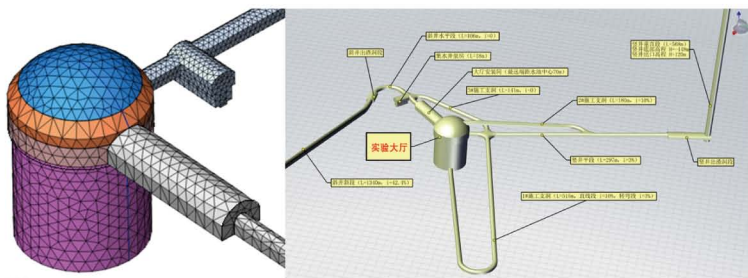
中微子探测器的内部

## 灿烂的未来——江门中微子实验

正在规划中的江门中微子实验，将借助阳江与台山两座核电站，进一步研究反应堆中微子的性质，力求取得更大的科学成果，实现中国中微子物理从起步到跨越的转变，为将来达到全面的国际领先奠定基础。

美国、意大利、法国、德国、芬兰、瑞士、捷克、奥地利、俄罗斯、日本、中国香港、中国台湾等12个国家和地区的33个科研机构表示将参加实验的合作。

## 中国最大的地下实验室

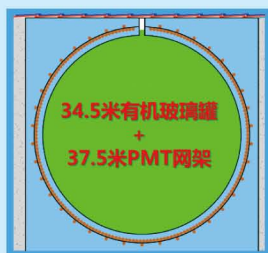


实验室将建在地下700米深处，是国内跨度和土石方量最大的地下洞室。中微子探测器就安装在地下实验室里，有十几层楼高。隧道和地下实验室预计2017年建成，中微子探测器等实验装置的安装预计2019年完成。



## 世界先进的中微子探测器

江门中微子探测器将是世界上能量精度最高、最大的液体闪烁体探测器。当捕捉到来自反应堆的中微子时，液体闪烁体会发出非常微弱的闪光。光电倍增管可以看到最微弱的闪光，并把它转为电信号，形成科学家们研究的数据。



中微子探测器的概念设计



小型液闪模型



新型光电倍增管

## 得天独厚，让科学家青睐的开平



实验需要探测核电站反应堆释放出来的中微子，所以要在反应堆附近，但是又不能太近。根据科学计算，最有利的位置是把探测器放在距离反应堆53公里的地方，开平的打石山正好符合这个要求。

把探测器放置在地下，是为了防止受到来自太空的各种干扰射线。厚厚的山体岩石可以挡住这些干扰，让探测器安静地捕捉中微子信号。

中微子是构造我们这个物质世界的“砖块”之一，也是我们认识宏观和微观世界的探针。

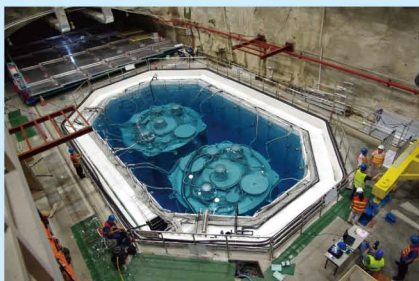
我们预期未来的中微子物理研究会告诉我们更多的宇宙奥秘，比如中微子到底有多轻？三种中微子哪种最轻？中微子和反中微子是同一种粒子吗？宇宙大爆炸时产生的反物质到哪里去了？高能宇宙线是从哪里来的？一些高亮度的星体是如何发光及其能量是从哪里来的？

江门中微子实验的科学家们正在研究这些问题。

## 环保安全，国际一流的科学实验

中微子极难探测，因此必须用极大的探测器，在极干净的环境中才能看到。

- 实验装置没有放射性，自然环境中的放射性反而会干扰中微子探测器，因此所有的实验装置和材料，都必须比日常环境更干净。
- 实验本身不会产生废液、废气，不会对环境有污染。
- 实验在地下进行，没有噪音污染，不会对地表水造成任何影响。
- 探测器安装在水池中，探测宇宙线要使用最纯的纯净水，不会污染地下水。
- 实验主体在地下深处，地面只有少量的配套设备，对地表基本没有任何影响。
- 实验开工建设必须要经过国家环保部门等多个部门的审批。



水池中的纯净水在灯光下是深蓝色的  
江门实验的原理与设备与大亚湾实验类似



大亚湾实验的科研人员在地下实验室里工作

## 科技开平，知识经济时代的新名片

国际大型粒子物理实验落户开平，将有助于开平实施“科教兴市”战略，推动社会科技进步，提高国际影响力。实验的建设把世界科技领域的注意力吸引到开平，将有很多国内外科学家到实验现场开展研究工作，将有更多的人知道开平，来到开平，兴旺开平的旅游业，一定程度上可以带动当地的就业和经济发展。

实验建成后，可以建设成为当地重要的科普教育基地，激励一代代的孩子热爱科学，为国家培养更多的科研人才，提高当地人民的科技素质。