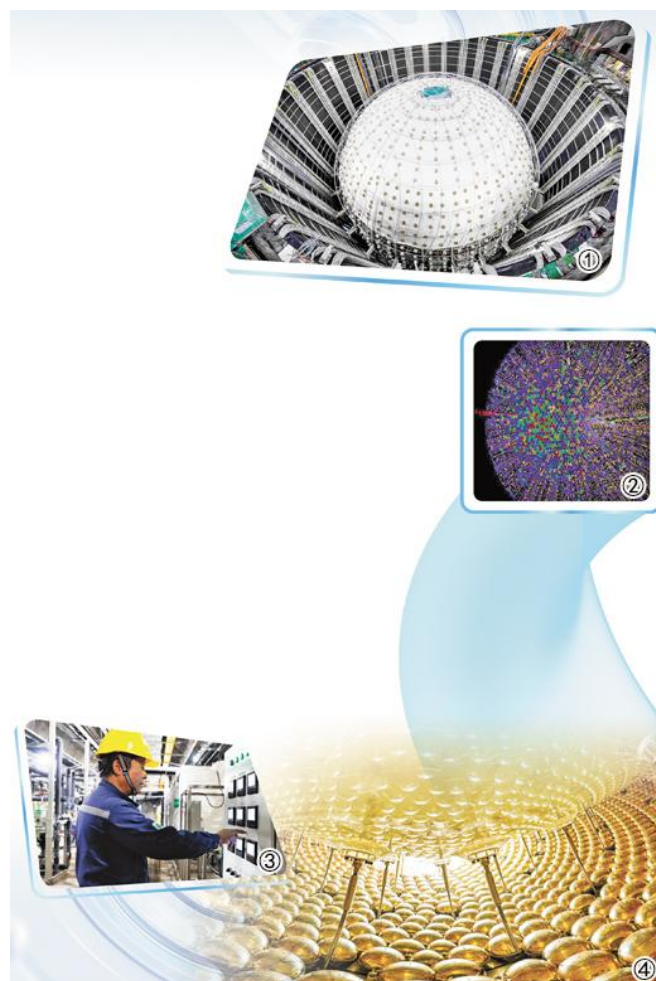

王贻芳谈JUNO：捕捉“幽灵粒子”的中国突破

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/37082.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

王贻芳谈JUNO：捕捉“幽灵粒子”的中国突破。



- 图 : 江门中微子实验探测器。刘悦湘摄（新华社发）
- 图 : 江门中微子实验探测到的一个反应堆中微子事例示意图。JUNO合作组供图（新华社发）
- 图 : 工作人员在纯水间监测超纯水处理情况。新华社记者金立旺摄
- 图 : 江门中微子实验探测器内部。刘悦湘摄（新华社发）

网友：我关注到中国科学院高能物理研究所刚发布的一则消息：江门中微子实验装置正式建设成功，同时发布首个物理成果。中微子到底是什么？探索中微子很重要吗？

编辑：江门中微子实验（JUNO）是我国新一代中微子实验装置，是探索“幽灵粒子”——中微子的关键设施，有助于解释宇宙演化的奥秘。本期“院士讲科普”，我们邀请中国科学院院士、江门中微子实验项目经理王贻芳，为我们揭示这项大国重器背后的科学密码。

11月19日，中国科学院高能物理研究所副所长、江门中微子实验合作组物理分析负责人温良剑报告了江门中微子实验的首个物理成果。通过对59天有效数据的分析，江门中微子实验合作组测量了被称为“太阳中微子振荡参数”的混合角 θ_{12} 及其相关的质量参数，比此前实验的最高精度提

高了1.5到1.8倍。

据介绍，这两个振荡参数最初是通过太阳中微子所测定，但也可以通过反应堆中微子精确测定。此前这两种方法对质量平方差的测量结果有大约1.5倍标准偏差的不一致，被称为“太阳中微子偏差”，暗示着可能有超出人们认知的新物理。此次江门中微子实验通过反应堆中微子证实了这个偏差。

“幽灵粒子”：藏着宇宙起源的关键答案

对大多数人来说，中微子很陌生，但在构成物质世界的12种基本粒子中，中微子就占了1/4，在宇宙中广泛存在。由于中微子几乎不跟任何物质发生作用，不容易被捕捉到，因此成为迄今为止人类了解最少的一种基本粒子，也被称为“幽灵粒子”。

可就是这样“低调”的粒子，可能隐藏着解开宇宙终极谜题的钥匙。按照大爆炸理论，宇宙诞生时物质和反物质应当等量存在，但在过去近百年时间里，人类一直没有发现宇宙中有大量反物质存在的迹象。有些科学家甚至认为，反物质已经消失了。反物质到底去哪儿了？这是宇宙起源和演化研究中的一个重大谜团。

经过多年研究，科学家们发现，中微子振荡的电荷共轭—宇称对称性破坏（CP破坏）特性，可能有助于解释为何宇宙中物质远多于反物质。而要测量CP破坏的大小，需要先知道中微子质量排序。“中微子的质量是自然界的基本参数，影响宇宙的演化进程。知道了质量排序，可以为确定中微子质量和其他研究铺路。”王贻芳说。

王贻芳介绍，当前对中微子的探索重点在3个方向：中微子的质量从何而来、3种中微子的质量排序问题、中微子是不是自身的反粒子（“马约拉纳粒子”属性）。“了解中微子非常重要，对它的认识和研究将有助于揭开宇宙演变的诸多奥秘。”王贻芳说。

从大亚湾到江门：中国中微子研究的“精度长征”

“江门中微子实验能够在短时间内完成如此高精度的测量，表明JUNO探测器的性能完全符合设计预期。”王贻芳表示。

江门中微子实验的成功，并非一蹴而就，而是建立在我国多年积累的基础上。回溯我国中微子研究的历程，大亚湾中微子实验是绕不开的关键节点。

2003年，当时还是中国科学院高能物理研究所一名普通研究员的王贻芳注意到一个重要趋势：国际科学界都在尝试通过反应堆中微子测量混合参数 θ_{13} ，而这一参数正是解开后续中微子谜题的必经之路。当时，多个外国团队已着手筹备相关实验。

“中国绝不能错失这次机会，应该积极参与其中。”同年，王贻芳提出实验方案，利用我国大亚湾核反应堆群产生的大量中微子，来寻找中微子的第三种振荡，并和同事们设计出了实验装置。此后，经过多方奔走呼吁，2006年，大亚湾中微子实验项目获准立项，成为当时我国基础科学领域最大的国际合作项目。

2012年，大亚湾中微子实验迎来重大突破——仅用55天时间，科研团队就发现了一种新的中微子振荡模式，并精确测量了混合参数 θ_{13} 。“这个结果远超预期，直接证明后续深入研究的可行性

。”王贻芳回忆道。

此后，大亚湾中微子实验始终保持着 13测量的世界最高精度，还培养出温良剑等一批中微子研究人才。到2020年圆满退役时，实验装置不仅完成了所有科学目标，精度也达到了设计极限。

而大亚湾中微子实验的成果，为江门中微子实验铺就了关键基石。值得一提的是，大亚湾中微子实验装置退役后，部分器件被江门中微子实验继续使用，成为科研传承的生动注脚——“没有大亚湾中微子实验的突破，就没有今天的江门中微子实验。”王贻芳说。

江门中微子实验：探索“宇宙密码”的超级利器

作为新一代中微子实验装置，江门中微子实验从设计到建设，都承载着攻克中微子核心谜题的使命。其主要目标就是确定中微子的质量排序——在王贻芳看来，这是解开后续系列谜题的“钥匙”：“只有先明确质量排序，才能进一步测量CP破坏；如果排序是‘反序’，确认中微子是否为‘马约拉纳粒子’的进程还会大大加快。”

此次发布的首个物理成果，已展现出江门中微子实验的强大实力。“这只是开始，装置的潜力还远未完全释放。”王贻芳说。

从技术层面看，江门中微子实验的先进性堪称世界一流。实验装置建在广东省江门市打石山地下700米处，核心是一个直径35.4米的有机玻璃球，内部装有2万吨液体闪烁体——规模比国际同类设备大20倍，分辨率则高1倍。王贻芳介绍，装置的研发攻克了三大技术难题：用钢网架支撑有机玻璃球，克服了液体闪烁体与水密度差带来的巨大浮力；液体闪烁体纯度比大亚湾实验高数百倍，光衰减长度超过20米；自主研发的光电倍增管探测效率国际领先，能精准捕捉中微子反应时的微弱闪光。

江门中微子实验装置的设计寿命长达30年。在王贻芳看来，未来它的探索范围将不断拓展，除了攻克质量排序问题，还能深入研究太阳中微子、地球中微子；如果银河系内发生超新星爆发，装置能第一时间捕捉到中微子信号，助力揭开恒星演化的奥秘。

江门中微子实验非常国际化，这一重大国际合作项目有700多名研究人员，来自17个国家和地区、75个科研机构。谈及未来，王贻芳充满信心：“基础研究的突破需要时间，未来几十年，以江门中微子实验的超高精度，它会持续产出重大成果，并培养新一代物理学家。”

（原标题：捕捉“幽灵粒子”的中国突破（院士讲科普））

作者：吴月辉 肖遥 来源：人民日报

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发