

破解中微子未解之谜

——大亚湾中微子实验取得重大物理成果的背后

新华社 吴晶晶

在距离我国大亚湾核电站仅 360 米的地下，坚守着这样一群科学家，他们工作在地下 100 米的寂静岩洞里，却是奋斗在粒子物理研究的最前沿。

他们的研究对象是物质世界最基本的粒子之一——中微子；他们所要做的是揭开中微子最后一个未被破解的振荡模式，这是全世界高能物理学家都想解开的谜。

经过近 10 年的不懈努力，大亚湾中微子实验取得了重大成果——科学家首次发现中微子的第三种振荡模式，并精确测出了它的振荡几率。这被国际科学界认为是物理学上具有基础意义的一项重大成就。

挑战世界科学最前沿

中微子是物质世界最基本的粒子之一，对它的认识将揭开宇宙演变的诸多奥秘。最近 20 多年，世界上有 6 位研究中微子的科学家获得诺贝尔奖。

2003 年，为了测量最后一个未知的中微子混合参数，法国、日本、韩国等都竞相提出实验方案。由中科院高能物理研究所提出的大亚湾中微子实验是其中之一。



新华网
2011 年 4 月 29 日

“大亚湾实验有得天独厚的优势。”实验项目副经理、高能所研究员杨长根说，“这里邻近大亚湾核电基地反应堆，能获得足够多的中微子，附近的山还可以屏蔽绝大部分宇宙射线的干扰。”

精度高达1%的大亚湾实验方案从全世界8个实验方案中脱颖而出。美国能源部甚至放弃支持本国的两个实验方案，转而支持美国科学家加入大亚湾实验。

这项实验得到了科技部、中国科学院、国家自然科学基金委、广东省、深圳市和中国广东核电集团的支持，6家单位共同出资1.57亿元人民币，加上美国等其他国家和地区的出资，使其成为我国基础科学领域最大的国际合作项目。

大亚湾国际合作组由来自中国、美国、俄罗斯、捷克及香港、台湾地区的39个研究机构、200余名研究人员组成。其中中方研究人员来自中科院、清华大学、上海交通大学、山东大学、中国原子能研究院等多家单位。此外黄河勘测规划设计有限公司、中铁十五局、广东中泽重工有限公司等20余家企业参加了项目的设计建设、设备制造和科研攻关等。

“大亚湾实验开创了国家、地方政府、企业及国际合作共同支持基础研究的先例，是协同创新的重要成果。”高能所原所长陈和生院士说。

凭实力赢得尊重

大亚湾中微子实验由中国和美国共同领导，美方的参与人员来自伯克利国家实验室、布鲁克海文国家实验室、加州理工学院等16家世界一流的科研院所，阵容堪称豪华。

“高能物理的国际合作内部竞争非常激烈，没实力就变成光掏钱没有话语权。”项目副经理曹俊说，“中国团队凭实力赢得了尊重。”

项目经理、高能所所长王贻芳介绍，大亚湾实验“以我为主”体现在三个方面，一是实验方案全部采取了中科院高能所的设计方案；二是在项目建设中，牢牢地把关键技术掌握在自己手中；三是完整独立地掌握了实验数据全部分析过程，最终发表的文章中采用的也是高能所的研究结果。

项目建设过程中，中国科学家解决了多模块探测器设计、水屏蔽设计、反射板设计等大量技术难题，以出色的工作赢得了国际同行的认可和尊重。

掺钆液闪是中微子探测器的一项关键技术，每当捕捉到中微子时，它将会发出微弱的光。而让无机物钆与有机物烷基苯稳定混合在一起，并保持长期透明，是科学界的一大难题。法国的一项同类实验，就因为液闪只使用了100天就变得浑浊，被迫终止。

当时，项目组内中美等国提出了多个方案。在第三方评议中，由中科院高能所研制出的液闪配方性能更佳、稳定性更好，最终成为探测器的选择。

“我们的声音越来越被重视。”曹俊说，“当项目开始并取得良好进展后，我们收到粒子物理国际学术会议的大会报告邀请显著增加，甚至明显感到国际同行对我们的态度完全不一样了。”

挑战自我抢占先机

大亚湾团队中，有年轻的“90后”，年龄最大的项目总工艺师白景芝已年逾古稀。他们自喻为“一群勤劳的蚂蚁”，工作在没有阳光、阴暗潮湿的隧道，用智慧和劳动建造了一座美丽的科学宫殿。

大亚湾实验距离核反应堆仅360米，深入地下100米，要建5个十几米至二十多米高的地下实验厅、3100米长隧道，难度可想而知。隧道施工中，建设人员安全完成了在有特殊安全要求的核岛附近的3000多次爆破，全部满足国家相关要求。

为赶进度，每当一个实验厅挖好，实验组人员便进入同步展开设备安装，新挖好的岩洞内闷热潮湿，进去20分钟就浑身湿透。没有水喝，没有厕所，研究人员、工程技术人员仅凭简单的机械和人力，将5个40吨容积的超大罐子搬进了闪液大厅。每天回到驻地后，大家甚至累得只能躺着洗个凉水澡。

为了与国际同行“赛跑”，2011年9月，科研人员果断改变原来的实验方案，“变阵提速”，将实验分为两个阶段。在紧张的数据分析冲刺阶段，一个由“70后”带领的，由“80后”和“90后”组成的年轻团队日夜拼搏，完成了实验数据的获取、修正、分析等，终于赢得先机。