

中国科学院院士、江门中微子实验首席科学家王贻芳： 揭开江门中微子实验背后的科学与人才密码



策划：谷江民 谢敏
统筹：王平强 王鼎强
撰文：张浩洋 陈敏锐
供图：李万兵

中微子，这一神秘而微小的粒子，吸引着全球科学家的目光。从大亚湾到江门，中国科学院院士、江门中微子实验首席科学家王贻芳带领团队在中微子研究的征程上不断探索前行。

江门中微子实验昨日(8月26日)正式运行取数，它承载着怎样的科学使命？实验建造过程中攻克了哪些核心难题？国际科学家们如何实现高效协作？面对诸多挑战与质疑，这位著名高能物理学家有着怎样的思考与展望？近日，记者与王贻芳院士展开深度对话，揭开江门中微子实验背后的科学与人才密码，探寻中国高能物理迈向国际领先之路的无限可能。

大科学装置是很好的人才培养基地

记者：江门中微子实验和大亚湾中微子实验分别承载着怎样的使命？

王贻芳：大亚湾中微子实验为江门中微子

实验奠定了基础，江门中微子实验在规模和探测器技术上相比大亚湾中微子实验有很大提升。大亚湾中微子实验主要测量中微子的第三种振荡模式，取得了重要成果，让我们对中微子有了新认识。而江门中微子实验的目标是测量中微子质量顺序，这是中微子研究的关键问题，对理解宇宙物质起源等具有重要意义。

记者：很多科学家在大亚湾中微子实验结束后选择加入江门中微子实验。您认为大科学装置对人才培养有何意义？

王贻芳：大科学装置是很好的人才培养基地。它涉及科学目标设定、技术设计、研制生产和获取数据做物理分析等，年轻人在这个过程中能得到完整的训练。过去20年，就有很多科技工作者通过参与大亚湾中微子实验和江门中微子实验，从学生成长为国际知名专家。

“江门中微子实验是我做过最困难的实验”

记者：您曾说江门中微子实验要测量中微子质量顺序，解决这一问题后才能让我国高能物理的技术、设备、人才走到世界前列。江门中微子实验建造过程中攻克了不少核心设备难题，您能具体介绍一下吗？

王贻芳：高能物理发展取决于课题和项目选择。江门中微子实验以测量中微子质量顺序为科学目标，在此引领下，在探测器、光电探测元器件、基建、光学、化学等方面都有新发展和突破。我们首次在国内完成新型20英寸光电倍增管研制，实现国产光电技术突破，相关企业在光电探测领域取得显著效益。在钢结构国家标准制定，有机玻璃制造工艺和技术，化学品提纯、生产和后处理等方面也有突破，液体闪烁体指标达到世界最好，电子学等方面也有进展。江门中微子实验是一个边建边产出的过程，我们与企业合作实现技术方案，在让参与企业的人员得到锻炼和提高的同时，还形成了数十件发明专利。

记者：江门中微子实验是国际合作项目，例如意大利科学家负责蒸汽剥离系统，测试系统由德国科学家制作。建设过程中各国科学家有

哪些分工，如何实现高效协作？

王贻芳：我们的管理体系呈金字塔结构，最终要有人来作出决定。科学家之间的合作则有一整套民主程序，大家都可以发表意见。在民主和集中上做到统一，就是要保证学术自由和发挥大家的想象力，在意见不一致时也能有决策者来拍板。

记者：江门中微子实验土建工程进行了7年，其间出现过地下水开挖进程缓慢、淹井、有机玻璃球裂缝需要反复修补等情况。请问这是您参与的遇到困难最多的实验吗？

王贻芳：江门中微子实验是我做过最困难的，也是在一定程度上感觉最无力的实验，涉及很多我们不强项应对的非科学问题。中国大科学装置管理体系是项目经理责任制，从经费、人员到科学目标设定、技术研发、进度管理等都集中在一个人身上。其实国内外管理方式各有优缺点，与具体项目、人物、经验和团队有关，很难说哪个才是最佳方案。

记者：有人说决策者最孤独，也承担着最大的压力，作为决策者的您认可这种说法吗？

王贻芳：孤独谈不上，最终的决定往往是经过集思广益后才得出的。当然，决策者不但要从各种意见中找出最佳选项，还要承担起作出最终判断的压力，因为有时候经过讨论得出的一致意见也并非一定正确。

让中国高能物理成为国际领导者

记者：美国、日本在进行中微子实验建设，欧洲则在筹建环正负电子对撞机，有人疑惑我们是否有必要重复建造这些设备。您对此怎么看？

王贻芳：大科学装置需要共享各种资源，包括技术、经费和人力等。三个国家的中微子实验其实都在开展国际化合作，有着各国人员参与。这三个实验的设备不一，也有着各自的特点，长处以及需要补充的地方。中国作为大国，一方面要跟别人合作参加他们的实验，另一方面要建立自己的实验让别人参加，这样才能成为和诣的共同体。过程中虽有竞争，但这种合作性竞争对大家都有促进作用。

记者：是什么吸引着您在高能物理领域钻

研40多年？江门中微子实验现已开始取数，对于您而言下一个挑战是什么？

王贻芳：下一个大挑战是让中国高能物理真正成为国际领导者。目前我们虽有一些有影响力的实验，但从整体规模和水准看，还未做到真正的国际领先。要在高能物理国际战场实现领先或成为主角，我们需要一个未来在国际范围内真正领先的加速器，而环形正负电子对撞机是目前全球高能物理学家公认的未来发展的最高优先级、最佳方案。中国若能建造这样一个装置，有望在这方面取得独特地位。目前我们处于关键技术的预研、实验方案的确定和科学目标的研究阶段，要做好各种准备，争取国家支持建设。

希望产出成果能成为年轻人的教材

记者：当您第一次看到江门中微子实验探测器亮起时，最想说些什么？

王贻芳：经过合作组六七百人以及工业界数千人的努力，我们用10年时间完成了装置建设。我们对它的科学产出抱有极大期待，相信能完成全部建设任务，达到所有设计指标，在短期一两年、长期差不多30年的时间里取得重大科学进展。

记者：有人说江门中微子实验可能是下一个产生诺贝尔奖的地方，您怎么看？

王贻芳：我们做科学研究不针对奖项，只关心科学产出，希望未来的产出成果能成为年轻人的教材。结果将会包含几个方面：一是针对中微子，希望把中微子振荡参数精度提高近10倍；二是寻找新物理，如质子衰变、不活跃的中微子等；三是通过研究太阳中微子，更好地理解太阳内部物理过程；四是寻找目前宇宙中应存在但还未被发现的超新星中微子，希望在未来30年能等到超新星爆发，有机会理解其过程；五是对探测器进行升级改造，开展不同中微子产生的无中微子双贝塔衰变实验，理解中微子是否为自身的反粒子，这对认识中微子性质非常重要，也有可能测出中微子绝对质量。



扫码看
相关视频

以“极致”的浪漫叩问宇宙起源 ——江门中微子实验点亮“超级眼睛”

□江门日报记者 张浩洋 陈敏锐

2025年8月26日，中国科学史必将记住这一历史性时刻——江门中微子实验正式运行取数，成为全球首个建成的下一代大型中微子实验装置。

从2013年立项到2025年建成，江门中微子实验创造了多项世界纪录：41.1米直径不锈钢网壳支撑结构、2万只20英寸光电倍增管阵列、液体闪烁体（以下简称“液闪”）光衰减长度突破20米……这些“极致”技术背后，是来自17个国家和地区、74个科研机构的700多名科学家与工业界数千人的协同创新，以“极致”浪漫叩问宇宙起源。

此刻，广东江门开平金鸡镇打石山下700米深处，4万多只光电倍增管如星河倾泻，为人类点亮了探寻宇宙本质的“超级眼睛”，打开了一扇通向物质本质与宇宙起源的天窗。

在地下700米逐梦

大亚湾中微子实验的发现，让我国中微子研究实现了“从无到有”，并一举走到了世界前列。接棒大亚湾中微子实验，更为先进、规模更大的江门中微子实验肩负起更大使命：精确测量中微子质量顺序，进而探索宇宙起源奥秘。

要揭开中微子质量顺序的神秘面纱，中心探测器的设计与建造是关键所在。从2013年立项到2015年，江门中微子实验项目副经理、中心探测器负责人衡月昆对探测器性能、成本、建造可能性、风险、寿命等诸多因素进行了综合考量，最终确定采用有机玻璃球装载液闪，用纯水做屏蔽液体，用钢网架结构支撑探测器结构。

中心探测器设计方案确定后，从2015年春天开始，在金鸡镇打石山，一群又一群的逐梦者走进了地下700米的山腹之中，他们要在这里建设世界上最先进的中微子探测器。

大科学装置工程的基建，从提出需求到设计再到施工环环相扣，任何偏差都可能导致无法满足实验需求。而江门中微子实验实验大厅为国内最大跨度的深埋地下洞室，洞室顶部起拱跨度达49.5米，属于世界级的超常规地下工程。

中国科学院高能物理研究所（以下简称“高能所”）研究员、开平中微子研究中心主任李小明曾在大亚湾中微子实验参与电子学研究。2012年9月，他与中国科学院院士、江门中微子实验首席科学家王贻芳一起去踏勘选址，并从2013年起作为基建负责人长驻开平。历时7年的土建工程中，粒子物理专业出身的李小明学习了地质、水文、测控、消防等多个专业领域的知识，与施工方保持顺畅沟通，共同破解了多个施工难题。

回顾实验建设过程中遇到的种种问题，王贻芳坦言：“江门中微子实验是我做过最困难的，也是在一定程度上感觉最无力的实验。”

“世界之最”诞生的背后

早在



中外科学家在江门中微子实验建设过程中通力合作。刘悦湘 摄

便将国内从北到南的有机玻璃厂家都梳理了一遍，彼时，国内没有任何厂家能够胜任。

8年后，当江门中微子实验开始预研时，国内厂家的加工水平已经普遍上了一个台阶。不过，江门中微子实验的有机玻璃球比当时国际上最大的SNO实验有机玻璃球体积要大20倍。在汤臣科技董事长汤月生眼中，这个打造世界第一大有机玻璃球的想法，多少有些天马行空。

当初听说高能所要找厂家造一个直径35.4米的有机玻璃球用来装液体，汤月生压根就不信——在当时的认知中这是不可能实现的。但细细分析起来，科学家的“取闹”却有理有据：有机玻璃球作为中微子探测器的重要组成部分，里面将灌装2万吨的液闪，周身布满光电倍增管，整体再泡在直径43米、装满液体的圆柱形水池里。当中微子到达探测器后，激发有机玻璃球内的液闪发出闪亮闪光，光穿过有机玻璃球被光电倍增管捕捉，转变成的电信号将被记录下来用于分析研究……

有机玻璃球的特殊作用，注定了在有机玻璃性能上有着不平凡的要求——不能添加抗紫外成分，透光度要好，材料要低底且越纯净越好，不能有放射性，更不能出现形变、开裂……为此，汤臣科技开辟生产专线，与高能所通力合作，改进生产工艺和材料成分，其间突破了整圈缝合、透光率、局部退火、低底等多项技术壁垒，攻克了项目进程中的一系列难题。

光电倍增管是江门中微子实验最核心的探测器件。2008年，高能所提出江门中微子实验的构想时，所需的2万只高性能20英寸光电倍增管成为关键，然而相关技术被日本垄断，价格高昂。因此，光电倍增管自主研发提上日程。

2009年，王贻芳等提出了新型的微通道板光电倍增管方案，经过11年的探索和联合攻关，研制出具有自主知识产权的国际最高光子探测效率的光电倍增管，打破国际垄断，并获多个专利授权。2020年，15000只20英寸光电倍增管交货，较从国外购买节省三分之二经

费，并在一定程度上挽救了濒临绝境的国内光电倍增管行业。

这些“世界之最”诞生的背后，是江门中微子实验合作组持之以恒的精心规划、测试与坚持。自项目实施以来，合作组集智攻关，研制了高强度、高精度、高透光率光电倍增管水下防爆系统；研发高洁净度、高密封、高效率的液闪纯化系统，获得了目前国际上衰减长度最长的液闪；采用水下电子学的创新设计，以民用器件实现了航天可靠性；完成直径41.1米的不锈钢网架等关键部件的设计、研制及批量生产……

“我们与企业合作实现技术方案，在让参与企业的人员得到锻炼和提高的同时，还形成了数十件发明专利。”王贻芳说。

追求“极致”的人们

爬上不锈钢网架，选取最好的角度按下快门，用镜头记录江门中微子实验的建设进展，这是刘悦湘的工作日常。

刘悦湘是江门中微子实验的兼职摄影师，10年间，他用超15万次的快门，不仅记录下项目的变迁，更展现出建设工人和科研工作者的努力和意志。

在日常拍摄工作过程中，刘悦湘总是在一些犄角旮旯里碰到高能所高级工程师、江门中微子实验总工程师马晓妍。个子不高的她整天戴着一顶白色安全帽，帽子上多道蓝色小划痕，是她每天攀爬网架磕碰时留下的痕迹。

江门中微子实验中心探测器置于液体中，内部的液闪与外部的纯水密度不同，整个运行过程中结构要承受将近3000吨的浮力，这让马晓妍不得不追求“极致”。“我们不仅要考虑整个结构的受力稳定性、安全性，还要考虑运行30年的长久性。整个设计不能忽视任何细节，例如有机玻璃球和外面不锈钢网壳连接的节点，该结构包含590根支撑杆，仅连接节点的设计，我们就做了100多次实验。”马晓妍说。

同样追求极致的还有高能所青年研究员、

江门中微子实验本底控制负责人赵洁。

中微子很难被捕获，环境和材料等各方面都会产生假信号干扰探测器。本底控制就是要尽最大努力把这些干扰信号降到最低，这是捕获中微子的前置条件。

本底控制周期非常长。在探测器设计环节，本底控制相关工作已经开始。2022年，赵洁来到施工现场，带领团队首先把实验大厅隔离起来，装上风淋室，随后进行了一次大扫除，再在地面铺上塑料垫膜。“通过厅内的循环过滤系统，我们全力把实验大厅环境维持在实验要求的水平。”赵洁说。

如果说江门中微子实验是一幅画，那么液闪就是这幅画的画纸。因此，研发一个高洁净度、高密封、高效率的液闪纯化系统，以此得到发光效率更高、光稳定性更好的液闪，是捕捉中微子的核心难题之一。

20世纪中后期以来，大科学装置大量涌现，广泛的国际合作成为大型高能物理实验的重要特点，逐渐呈现“全球化”趋势。意大利液闪专家Marco Beretta于2023年来到江门中微子实验现场，成为江门中微子实验液闪的负责人之一。

“为了进一步提高液闪的透明度并降低放射性本底水平，我们在现场建立自己专门设计的大型纯化设施，将2万吨液闪‘洗’一遍，‘蒸’一遍，‘洗’一遍，再‘吹’一遍，获得的液闪光传输衰减长度大于20米，达到了世界最高水平。”Marco Beretta说。

为探索星辰大海筑基

在江门中微子实验办公楼白墙上，“下一个挑战：中微子质量顺序”字样引人注目，这代表了江门中微子合作组长时期以来的目标与决心。

江门中微子实验试运行期间首批获取的数据显示，其探测器关键性能指标全面达到或超越设计预期。

“我们对江门中微子实验的科学产出抱有极大期待。”王贻芳说，“只有基础科学领先国际，才有科技的真正领先和国家的富强。希望江门中微子实验未来的产出成果能成为年轻人学习的教材。”

在王贻芳看来，大科学装置是很好的人才培养基地。马晓妍、李小明、赵洁……这些当年参与大亚湾中微子实验的年轻人，现在都成长为江门中微子实验的骨干。

在建设期间，很多人曾问马晓妍和她的同事们究竟在地下700米干什么？当4万多只光电倍增管全部点亮，地下700米深处闪过“熠熠星光”时，马晓妍心里有了答案——

在21世纪的某个时刻，曾有一群仰望星空的人，在岭南的花岗岩深处，为人类造了一双“眼睛”，用它来捕捉宇宙中每一缕太阳风的吹拂、每一场超新星的跃动。借助它，不仅可以让人类在物理学上的最前沿再迈前一步，也为我们未来探索星辰大海打下坚实的基础。他们在做的，就是这么一件浪漫的事。



扫码看
相关视频

全市中小学法治副校长工作座谈会 召开 营造全社会关心支持 青少年健康成长良好氛围

江门日报讯（记者/婁丹 通讯员/江政法宣）8月26日，市委政法委、市教育局组织召开全市中小学法治副校长工作座谈会，系统部署全市青少年法治教育工作。市委常委、政法委书记林小龙出席会议并讲话。

会上，市中小学法治副校长工作联席会议办公室通报了有关工作情况，优秀法治副校长和中小学校长代表作了交流发言，市公安局介绍了公安机关推进法治副校长工作经验做法。

近年来，我市扎实推进法治副校长工作，建立市县中小学法治副校长工作联席会议制度，搭建交流平台，建立法治副校长人才库，出台了职责清单和考评制度，构建了学校全覆盖、部门齐参与的良好格局。

会议强调，要提高政治站位，深化思想认识，持续建立健全法治副校长履职机制，推动形成法治副校长工作丰富实践和生动局面。要聚焦立德树人、全面履职、效果提升，全力提升法治教育质效，支持依法治校，创新法治教育形式，推出更具吸引力、感染力的法治精品课程和法治教育项目。要强化法治副校长的聘任与管理工，定期总结推广优秀法治副校长好的经验做法，选树先进典型，加大履职保障和表彰奖励力度，加强业务能力提升培训，着力推动法治副校长工作规范化长效化，积极营造全社会关心支持青少年健康成长的良好氛围。

质量工作专家能力培训班 与企业卓越质量管理培训班办 为建设质量强市 提供坚实保障

江门日报讯（记者/陈敏锐 通讯员/曾文静）为深入贯彻落实《质量强国建设纲要》《广东省质量强省建设纲要》，提高质量工作专家评审能力和水平，鼓励企业和组织追求卓越质量，锻造一批高素质质量人才队伍，近日，市市场监管局举办质量工作专家能力培训班与企业卓越质量管理培训班，40名来自高校、事业单位、制造业等领域的质量工作专家以及36名制造业、服务业、工程建设业相关部门负责人、质量管理人员参加培训。

质量工作专家在我市质量政策法规研究、质量战略规划咨询、质量品牌建设、质量项目评审等工作中发挥着重要作用。本期质量工作专家能力培训班以政府质量奖评审为主题，邀请政府质量奖评审领域资深专家解读《江门市政府质量奖评审管理办法》，为参训专家系统、全面地介绍领导类、质量类、创新类、品牌类、效益类、公益类等5个类目评价要点，并辅以生动的案例进行讲解，帮助参训专家更好地掌握政府质量奖的评审要点，为今后我市在国家、省政府质量奖申报企业辅导培育以及江门市政府质量评审中提供智力支撑。

广东省政府质量奖每2年评选一次，旨在表彰在质量管理模式创新、质量理念推广及科学方法应用方面成效突出的组织与个人。本期企业卓越质量管理培训班聚焦第九届广东省政府质量奖申报，以“要点讲解+案例讲解”“评价现场情景模拟+学员自评+导师点评”的方式，为参训人员系统生动地介绍省政府质量奖申报条件、评审标准以及如何撰写政府质量奖申报材料，具有很强的针对性和实用性。

据介绍，市市场监管局将持续加强对我市质量工作专家库的管理，充分发挥各领域质量专家在质量发展理论研究、质量相关项目评审和质量分析诊断等方面的重要作用，同时加大我市企业在质量管理能力提升方面的培训，鼓励企业和组织争创各级政府质量奖等标杆，为建设质量强市提供坚实保障。

2025年江门市志愿服务 项目大赛开启申报通道 截止时间为9月15日

江门日报讯（记者/蔡昭璐）目前，由市委社会工作部、团市委、市“百千万工程”指挥办等多部门联合举办的“奋进新征程 志愿建新功”2025年江门市志愿服务项目大赛申报通道已开启，截止时间为9月15日。获评项目将由主办单位提供资金支持。

本次大赛面向全市各级志愿服务队伍，旨在按指定类别数量评选培育一批处于初创期或已具有较好运作模式和一定社会成效、未获往年项目大赛评选的志愿服务项目。参赛队伍须为已在江门市志愿服务综合信息管理平台完成团队注册登记的志愿服务队伍，且申报项目应在江门市行政区划范围内实施。

项目申报领域包括助力“百千万工程”志愿服务、“五助”志愿服务、新时代文明实践志愿服务、中小学校志愿服务、退役军人志愿服务、银龄志愿服务、护河巡河与节水护水志愿服务、传承优秀传统文化志愿服务、垃圾分类志愿服务、侨侨志愿服务、生态环境宣传教育志愿服务、税收志愿服务、禁毒志愿服务、消防安全宣传教育培训志愿服务、湾区融合志愿服务等15个方面。

参赛队伍要在9月15日前登录江门志愿者官网，点击“资料中心”进入“志愿公告”并下载填写电子版项目申报表，另附盖章扫描件，以电子邮件方式将申报材料发送至邮箱jm12355@126.com。项目评审采取分类型别方式进行，将邀请志愿服务领域专家、主办单位、主流媒体代表等组成评审委员会，采取审阅材料、路演答辩相结合的方式，对参评项目进行初评和复审。

对于获评项目，主办方将给予支持，包括颁发奖牌、优先推荐参评省级以上志愿服务项目比赛或评选、组织媒体对项目进行宣传推广、给予资金支持并邀请相关领域专家对项目进行持续的评估督导等。