

中国建造超大玻璃球 求解“幽灵粒子”之谜

在一个12层楼高的玻璃球里注入透明液体,中国科学家打算造一个全世界最大的“水晶球”来捕捉宇宙中的“幽灵粒子”——中微子,从而找到通向物理新世界的大门。

他们将把一个直径达35.4米的有机玻璃球安装在广东省江门市西南部的打石山中。施工人员已经在700多米深的花岗岩下方挖出一个空洞,作为未来的实验大厅。

“我们一直在不停地抽排地下水。现在,水位已明显降低,相信很快就能排干净。”江门中微子实验发言人、中国科学院高能物理研究所所长王贻芳近期介绍项目进展时说。

江门中微子实验(JUNO)于2015年1月开工建设。若顺利,明年年中,施工人员将开始在地下实验厅中组装巨大的球形探测器。这是中国最复杂的高能物理实验装置,预计2022年建成。与当前最好的国际同类设备相比,它的规模要大20倍,精度提高近一倍。



为确保12层楼高大球的设计安全无误,科研人员先造出直径3米的小球,进行模拟实验。图为小球模型吊装。

“幽灵粒子”

中微子是组成自然界的一种基本粒子,在宇宙中广泛存在。大多数粒子物理和核物理过程都伴随着中微子的产生,例如太阳发光、超新星爆发、宇宙射线、核反应堆发电等。

中微子也是目前最神秘的粒子之一。它们不带电,质量极小,几乎不与其他物质发生相互作用。它们如幽灵一般穿透地球,来无影去无踪,每秒钟就有3亿亿个来自太阳的中微子穿过每个人的身体。

正因为中微子不会像光子、电子一样,与其他粒子相互作用,它们所携带的关于恒星、黑洞乃至整个宇宙的“核心秘密”,吸引着好奇的人类。

它们可以直接穿过剧烈“燃烧”的恒星内部而不被吞噬,成为人类了解恒星中心核反应过程的媒介;它们在宇宙诞生之初就已存在,且不像光子在宇宙大爆炸38万年之后

才结束和其他粒子相互作用开始传播,所以也是研究宇宙最早期历史的载体。

上世纪50年代,科学家首次观测到中微子的存在,后来又发现中微子其实有三种,分别是电子中微子、 μ 中微子、 τ 中微子,它们在飞行时可以“一人分饰三角”,在三种类别之间相互转化,这也被称作中微子振荡。

在这个领域,中国是后来者,但做出了重要贡献。2012年,大亚湾中微子实验室宣布发现新的中微子振荡模式,成为中微子研究的一个重要里程碑。

但是,中微子仍有太多未解之谜。江门中微子实验副发言人、中科院高能物理所研究员曹俊指出,中微子很难探测,很多实验研究进展有限,就是因为捕捉到的中微子信号太少,数据太少。

超级玻璃球

探测中微子,一种办法是通过液体闪烁体探测器来捕捉它们产生的信号。

科研人员在有机玻璃球里注入透明的特制液体——液体闪烁体(简称“液闪”),当中微子穿过球体时,会有一些的几率和液体里密布的氢核发生反应。每一次反应产生一个正电子和一个中子,正电子随即湮灭释放出一个快信号,中子则在反复碰撞后被其他氢核吸收并释放出一个慢信号。一前一后两次闪烁,就透露了中微子的行踪。

为了提高探测灵敏度,JUNO的选址经过精心测算。实验室建在地下,以屏蔽宇宙射线的干扰;距离阳江核电站和台山核电站都是53公里,

可以同时利用两者释放的海量中微子,并画出更精细的中微子能谱图。

但是,较长的距离也会造成中微子流的“稀释”,就好比放烟花,火花四散,越往外密度越低。JUNO比目前世界上最大的中微子液闪探测器——日本的KamLAND探测器还要大20倍,后者注入了1000吨液闪,而JUNO要容纳两万吨液闪,才能尽可能地“俘获”中微子。

“探测器越大,捕捉到的信号就越多,数据量就越大,就越能看到别人所看不到的。”曹俊说。

根据设计方案,JUNO将由265块有机玻璃板现场组装而成,并被钢架固定在一个

装有约4万吨纯净水的大池中。

这么大的玻璃球,给工程建设带来了挑战。江门中微子实验项目组先后请来几个知名力学团队帮忙设计,并搭建了专门实验室,测试有机玻璃

的力学性能和老化情况,还造了一个直径3米的小球来验证计算和测试是否准确。

“经过实验证明无误后,我们才把这套算法用来设计大的探测器。我们要确保它能运行30年。”曹俊说。

“捕获”微光

仅仅把探测器造很大,还不够。中微子引发的闪烁非常微弱,肉眼无法看到。科研人员还要调配出极其透明的液闪,并在玻璃球外安装数万个光电倍增管,才能让微光“显形”。

液闪主体为烷基苯,是洗衣粉的原材料。“我们在南京找到了符合条件的厂家,生产出特制的液体,直接导入罐装车,运往南方的实验室。”曹俊说。

在注入玻璃球前,为了清除运输过程带来的污染,科研人员还要把液体又“洗”又“蒸”:用三氧化二铝过滤,吸附杂质;蒸馏,去除光学干扰和天然放射性;往液体里加两种发光物质,再用超纯水洗一遍;最后,进行蒸汽剥离和水萃取。

“这可以说是世界上最透明的液体,多么微弱的光都可以透过。”曹俊说。

穿过液闪的光子,随即会被密布在球外的2万个20英寸光电倍增管和2万5千个3英寸光电倍增管“捕获”。这些光电倍增管就像一只只凸起的眼睛,可以看到任何信号微澜。

20英寸光电倍增管制造难度很大,其中15000个由国内研发生产。“最初,JUNO打算全部从国外采购,但当时只

有日本一家公司生产,光这一项就要花费整个项目40%的经费,而且信号收集效率也达不到要求。于是,我们决定自主研发。”JUNO光电器件性能标定实验室的朱瑶回忆说。

从2009年成立至今,朱瑶所在的实验室奋斗了10年,钻研出一套和国外产品完全不同的技术方案。

“光子进入光电倍增管,会被转化成电子,经过微通道板多次倍增后,一个电子可以变成一千万个电子,信号就被放大了。我们研发的微通道板,是将一根根直径约6微米、细如发丝的玻璃管挤压在一起,然后切片,不仅倍增效果好,收集效率高,还使生产成本降低了一半。”朱瑶说。

未来,这些被放大的光电信号或许可以帮助科学家解开一个重要的谜题——中微子的质量顺序,即三种中微子哪个最重。

“中微子的质量顺序是自然界的基本参数之一,影响宇宙的演化进程。知道了质量顺序,可以为其他研究铺路。”曹俊说,“理论家一直试图建立统辖宇宙万物的大统一理论,质量顺序是检验这些理论是否正确的关键。”/新华社



黑龙江公布一批考古新成果

黑龙江省文物考古研究所25日公布了一批近些年的考古文物新发现,包含石刮削器、骨镞、铁箭簇、陶制方砖等。

此次公布的321件考古新发现,来自于呼中北山洞遗址、小南山遗址、洪河遗址、亮子油库遗址、阿城金上京遗址、九间遗址等六处遗址。所涉遗存年代跨度较长,涵盖旧石器时代晚期、新石器时代、青铜时代、早期铁器时代、渤海国时期、辽金时期、元明清时期等各个时段。

据黑龙江省文物考古研究所所长赵永军介绍,这批考古成果主要来自于2013年以来黑龙江省的多项主动性课题考古,有助于了解黑龙江文明的编年和黑龙江流域文明的发展,对于认识和解读黑龙江文明化进程和历史发展脉络,有着学术价值。

黑龙江省位于我国东北端,区域历史久远,形成并保留了完整的文化链条,呈现出特有的区域文化面貌。/新华社

可抗16级台风的多功能自升式风电安装船交付



12月26日,上海振华重工为中交三航局打造的1200吨自升式风电安装船“三航风和”号交付,将服务于我国沿海海上风电场。

“三航风和”号是上海振华重工自主研发的集大型设备吊装、风电基础打桩、设备安装、运输于一体的新型风电安装船。

该船型长90米,型宽40.8米,型深7.2米,桩腿总长90米,作业水深50米,吊高130米。其2400平方米的甲板,可变载约3200吨,可容纳3套6兆瓦级风机或2套8兆瓦级风机。

该船配备上海振华重工自主研发的打桩精度最高的液压驱动式抱桩器,艏艉分别配备2台1000千瓦和2台1800千瓦电力推进全回转舵桨,具备DP-1动力定位功能,可满足国际航区调遣与作业要求。在5米浪高及16级台风的恶劣海况下,可实现高精度安装作业。

海上风电场风机大型化发展使海上施工难度增大,高效、多功能的风电安装船因此“诞生”。“三航风和”号交付后将服务于我国沿海海上风电场,助力我国的海上风电清洁能源设施建设。