



聆听宇宙的脉搏 世界最强流深地加速器首发成果

本报记者 陈瑜

“如果各位前往锦屏深地实验室，就能体验到这离天体演化密码最近的奇妙之旅。穿过地下2400米深处十几公里长的隧道，在运行着的仪器旁，伴随着原子核信号放大后发出的微微闪光，可以去聆听宇宙跳动的脉搏。”已经在核天体物理领域探索了30多年的锦屏深地核天体物理实验项目首席科学家、中国原子能科学研究院（以下简称原子能院）研究员柳卫平，谈起锦屏深地实验项目，依然两眼放光，激情不减当年，“当我凌晨一点值守在实验现场，第一次感觉发现之门离自己如此之近。”

12月18日，我国首个深地核天体物理实验项目JUNA——锦屏深地核天体物理实验发布首批实验成果。

首批发布的4个核天体物理关键反应实验研究，测量灵敏度和统计精度均高于国际同类装置水平，达到国际核天体物理直接测量的最大曝光量、最宽能量范围和最高灵敏度，至此，我国成为世界上第三个具备开展深地核天体物理研究的国家。

聚焦核天体物理“圣杯”反应

1983年诺贝尔物理学奖获得者威廉·福勒曾表示：人体中绝大部分元素是碳（C）和氧（O），在化学和生物的层面上，已经基本理解了它们。可在核天体物理层面上，并不理解C和O是怎么产生的。该反应被誉为核天体物理界的“圣杯”，也被称为生命起源的种子，对恒星演化、大质量恒星最终归宿、宇宙元素丰度甚至生命起源非常重要。

“圣杯”反应也被世界核天体物理学家视为心中的珠穆朗玛峰。

但要摘得“圣杯”困难重重。直接测量“圣杯”反应获取的数据误差最小，但该反应极其微弱，能够屏蔽宇宙射线的实验场所成为核天体物理学家们摘取“圣杯”的必要条件。

打造倾听宇宙声音最合适的环境

2008年世界最大埋深锦屏水电站17.5公里长的交通隧道正式贯通，这一消息立刻吸引了柳卫平的注意。最大埋深的隧道之所以具有这么大的吸引力，是因为隧道上方2400米厚的岩层好像一块厚厚的幕布，遮住了宇宙线的光芒，恒星中的核过程在地下重新泛起点点微光。

2015年，中国首个深地核天体物理实验项目获得国家自然科学基金重大项目支持。

在中国锦屏地下实验室、清华大学、雅砻江流域水电开发有限公司的支持下，原子能院牵头集合中科院近代物理研究所、北京师范大学等单位，在雅砻江公司锦屏水电站旁这个世界上最深、最安静的实验环境中，建立了一个研究核天体物理的

第01版：今日要闻

▶ 下一版

- ▶ “婴儿宇宙”新理论助力捕捉原初引力波
- ▶ 聆听宇宙的脉搏
- ▶ 世界最强流深地加速器首发成果
- ▶ 多方参与 协同共治 推动科技向善
- ▶ 2021瞬间之美
- ▶ 向善而行是科技发展的伦理守则
- ▶ 青少年文化科技作品展走进故宫
- ▶ 钟南山：亚洲最大胸肺呼吸中心即将启用
- ▶ 图片新闻
- ▶ 沂蒙精神激励 他们啃下科研“硬骨头”



聆听宇宙的脉搏 世界最强流深地加速器首发成果

本报记者 陈瑜

实验平台。

然而仅仅依靠深地对宇宙线的屏蔽是远远不够的。

“申请项目之时，团队虽然在加速器、探测器、大功率靶、离子源方面具备一定的能力和经验，但都局限在地面，且深地经验几乎为零。”锦屏深地核天体物理实验项目副总指挥、原子能院核物理研究所所长郭冰说，锦屏实验设备需要重新研制。

柳卫平对科研的热情，吸引了大量科研人员加入。

中科院近代物理研究所成功研制出紧凑永磁结构的先进ECR离子源，束流强度可以达到10毫安，这是LUNA（意大利深地核天体实验平台）的10倍；与此同时，原子能院成功研制的短间隙加速管，实现强流束高效率传输，并且束流能量的稳定性好于万分之五；原子能院与北京师范大学合作成功研制BGO探测器阵列，探测效率达到70%，分辨率达到国际同类装置最优水平；原子能院研制的大功率靶，靶上功率达到4kw/cm²（千瓦/平方厘米），完全满足强流束实验要求。

毛坯房里“抢”出的创新

2020年初，锦屏二期实验室具备了基本的运行条件，项目团队获准在2020年9月底至2021年3月初到锦屏地下实验室开展实验研究。

此刻的锦屏地下实验室，就是一间空间巨大的毛坯房。

能否利用这个宝贵的窗口期开展实验？团队意见分歧很大。否定的声音认为不可能，因为时间太短，加速器等设备都是精密仪器，安装调试都是用年来计算。短短5个月时间，别说做实验，实现设备出束就是巨大的挑战。

在充分听取团队意见后，柳卫平坚持：“这件事必须要做，值得冒险。”在他心中，科学发现从来只有第一，没有第二。

为在极短的时间内完成设备安装与调试，留出充足的时间用于科研实验，项目成员不得不与时间赛跑，多次往返北京与四川西昌之间。北京到西昌大凉山，相距2000多公里，除了3个多小时的航程，还有近3个小时的盘山路。项目团队将设备从北京拆装到西昌锦屏地下实验室。

“不容许有任何闪失，任何一个备品备件都会影响计划进度，哪怕一颗螺丝钉，再加上新冠肺炎疫情的影响，任务艰巨可想而知。”郭冰说。

功夫不负有心人，通过百天大会战，在提前于计划节点5天的日子，他们完成了设备的安装与调试。

2020年12月26日，JUNA强流加速器装置在锦屏实验室A1实验厅出束打靶，屏幕上的一道刺破黑色的亮光，被认为是扣响“圣杯”的第一缕光。

随后成功开展的4个核天体物理关键反应的直接测量，取得了令人瞩目的创新

第01版：今日要闻

▶ 下一版

- “婴儿宇宙”新理论助力捕捉原初引力波
- 聆听宇宙的脉搏
- 世界最强流深地加速器首发成果
- 多方参与 协同共治 推动科技向善
- 2021瞬间之美
- 向善而行是科技发展的伦理守则
- 青少年文化科技作品展走进故宫
- 钟南山：亚洲最大胸肺呼吸中心即将启用
- 图片新闻
- 沂蒙精神激励 他们啃下科研“硬骨头”



聆听宇宙的脉搏 世界最强流深地加速器首发成果

本报记者 陈瑜

柳卫平对科研的热情，吸引了大量科研人员加入。

中科院近代物理研究所成功研制出紧凑永磁结构的先进ECR离子源，束流强度可以达到10毫安，这是LUNA（意大利深地核天体实验平台）的10倍；与此同时，原子能院成功研制的短间隙加速管，实现强流束高效率传输，并且束流能量的稳定性好于万分之五；原子能院与北京师范大学合作成功研制BGO探测器阵列，探测效率达到70%，分辨率达到国际同类装置最优水平；原子能院研制的大功率靶，靶上功率达到4kw/cm²（千瓦/平方厘米），完全满足强流束实验要求。

毛坯房里“抢”出的创新

2020年初，锦屏二期实验室具备了基本的运行条件，项目团队获准在2020年9月底至2021年3月初到锦屏地下实验室开展实验研究。

此刻的锦屏地下实验室，就是一间空间巨大的毛坯房。

能否利用这个宝贵的窗口期开展实验？团队意见分歧很大。否定的声音认为不可能，因为时间太短，加速器等设备都是精密仪器，安装调试都是用年来计算。短短5个月时间，别说做实验，实现设备出来就是巨大的挑战。

在充分听取团队意见后，柳卫平坚持：“这件事必须要做，值得冒险。”在他心中，科学发现从来只有第一，没有第二。

为在极短的时间内完成设备安装与调试，留出充足的时间用于科研实验，项目成员不得不与时间赛跑，多次往返北京与四川西昌之间。北京到西昌大凉山，相距2000多公里，除了3个多小时的航程，还有近3个小时的盘山路。项目团队将设备从北京拆装到西昌锦屏地下实验室。

“不容许有任何闪失，任何一个备品备件都会影响计划进度，哪怕一颗螺丝钉，再加上新冠肺炎疫情的影响，任务艰巨可想而知。”郭冰说。

功夫不负有心人，通过百天大会战，在提前于计划节点5天的日子，他们完成了设备的安装与调试。

2020年12月26日，JUNA强流加速器装置在锦屏实验室A1实验厅出束打靶，屏幕上的一道刺破黑色的亮光，被认为是扣响“圣杯”的第一缕光。

随后成功开展的4个核天体物理关键反应的直接测量，取得了令人瞩目的创新成果。

对JUNA项目团队来说，首批实验取得的创新性成果，表明团队研制的世界最强流深地核天体物理加速器成为该领域具有显著国际影响力的实验平台，中国第一次走向国际核天体物理的舞台中央，并向着“圣杯”反应迈出了坚实的一步。

第01版：今日要闻

▶ 下一版

- ▶ “婴儿宇宙”新理论助力捕捉原初引力波
- ▶ 聆听宇宙的脉搏
- ▶ 世界最强流深地加速器首发成果
- ▶ 多方参与 协同共治 推动科技向善
- ▶ 2021瞬间之美
- ▶ 向善而行是科技发展的伦理守则
- ▶ 青少年文化科技作品展走进故宫
- ▶ 钟南山：亚洲最大胸肺呼吸中心即将启用
- ▶ 图片新闻
- ▶ 沂蒙精神激励 他们啃下科研“硬骨头”