
BINGO：在群星之间聆听宇宙暗语

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/38113.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！

BINGO：在群星之间聆听宇宙暗语。



建成后的BINGO主体部分（概念图）。资料照片

宇宙浩瀚，星河璀璨。现代宇宙学理论认为，宇宙正在加速膨胀，而撑开其广硕“骨架”的巨大张力被称为暗能量。因此，探测暗能量，揭开其神秘面纱，将成为解密宇宙过去与未来的关键。

茂密的亚马孙雨林深处，一只巨大的眼睛正惺忪地睁开眼眸。这是由中国、巴西等国紧锣密鼓建设的“捕捉宇宙中重子声学振荡信号射电望远镜”（BINGO）。2025年9月，随着BINGO主体结构由中国顺利运抵巴西，设备正式进入组装调试阶段。作为观测宇宙中性氢气体的大型单口径射电天文望远镜，BINGO建成后将通过研究氢的谱线，分析宇宙的结构与演化，对国际空间研究具有重要作用和意义。

寻找读懂暗能量的“标准尺”

相较于138亿年的宇宙演化史，人类对暗能量的认知尚不足30年。

早在20世纪20年代，天文学家通过红移现象（光波在宇宙膨胀过程中被拉长的现象，红移越大，看到的就是越早期宇宙发出的光），首次发现了宇宙膨胀的秘密。但很长一段时间里，主流观点都认为引力将逐渐减缓，甚至把所有物质再拉回来。直到1998年，人们对a型超新星的观测发现宇宙的膨胀不仅没有减速，反而还在加速，这彻底颠覆了传统的宇宙学理论。

由此，科学家系统构建出新的宇宙学标准模型，其中一个重要突破就是引入暗能量概念。

“可以将暗能量想象成内置于空间中的排斥力。”扬州大学引力与宇宙学研究中心负责人王斌说。该中心承担BINGO项目的部分理论设计，还与中国电科网络通信研究院联合完成了核心设备的建造工作。

暗能量看不见、摸不着，人们只能通过它对宇宙整体膨胀产生的巨大力学效应间接证实其存在。其中，重子声学振荡（BAO）技术便是最重要的方法之一。

BAO是宇宙大尺度结构上的规则图案。宇宙诞生初期，重子与光子构成炽热的“等离子汤”，在引力和辐射压的拉扯中形成向外传播的密度波。直到宇宙冷却，这些波被瞬间“冻结”，在宇宙中留下的涟漪印记像一把凝固的“标准尺”。宇宙膨胀会引起BAO物理尺度等比例拉伸。通过测量BAO尺度变化就能推算出宇宙膨胀情况，进而探究暗能量的性质。

那么，如何在浩渺的宇宙时空中读准这把“标准尺”呢？

这就不得不提到一种宇宙中广泛分布的“示踪剂”——中性氢。

“氢元素是构成宇宙间各种物质最主要、最普遍的基础原料。”王斌介绍，氢原子在特定能级间跃迁时，会发射或吸收一个波长为21厘米的光子（射电波），这是属于中性氢的专属“身份证”，也是识别宇宙大尺度物质分布的关键证据。

利用射电望远镜接收不同红移下21厘米辐射强度，能勾勒出跨越大量宇宙年代的中性氢地图，进而了解不同时期BAO尺度变化情况。

利用中性氢信号观测宇宙

虽然中性氢信号是研究宇宙结构和演化的有力工具。但其跨越无数光年，到达地球时已严重衰减，再加上各种星系及人工信号干扰，其强度比背景噪音低4到5个量级。

“利用中性氢信号观测宇宙，就像在人声鼎沸的体育场里，听清一根针掉在地上，并且还要精确测量这根针的位置。”扬州大学引力与宇宙学研究中心教授吴健聘介绍，近年来得益于观测设备、分离算法等技术进步，21厘米宇宙学迎来了巨大进步，相关研究正处在集中爆发的前夜。

2021年，由中国、巴西、英国、法国等国联合开展的BINGO项目正式启动。项目计划由中巴共同出资，在巴西帕拉伊巴州建设一台直径40米的大视场射电望远镜，并观测宇宙中性氢信号。

“杳无人烟的亚马孙雨林拥有全球极佳的电磁环境。”项目首席科学家之一、巴西圣保罗大学教授埃尔西·阿卜杜拉介绍，茂密的雨林和周围山脉形成了天然屏障，还能够阻挡和吸收来自远方的无线电噪音，为BINGO提供了良好的观测环境。

中方由上海交通大学、扬州大学、中国科学技术大学、中国科学院上海天文台、中国电科网络通信研究院等多家单位组成交叉学科团队，深度参与BINGO项目设计与研究。

“BINGO项目中国团队侧重于通过测量和分析功率谱信号中的重子声学振荡信息，优化宇宙学距离的计算方法并精确确定宇宙膨胀率，揭示暗能量和暗物质属性、检验修改引力并测量中微子

质量。”王斌说，在前期设计阶段，中国团队承担了BINGO理论模板、强前景干扰扣除算法以及望远镜基础设备设计与建造等核心任务。

全球近百名科研人员持续攻关

2025年6月9日，BINGO主体结构由中国启运，漂洋过海奔赴巴西。

“为建造这个大型天文设备，全球近百名科学家和工程师已连续开展了4年合作攻关。”来自巴西的拉丽莎教授加盟扬州大学引力与宇宙学研究中心超三年，她与中方团队通力合作，完成了前景扣除等关键环节的设计和优化。其中，拉丽莎参与开发的一种GNILC信号分离算法，能够有效去除前景和噪声，降低银河系等辐射源干扰。

“这样的信号波动非常微弱，类似于从震耳欲聋的交响乐中提取出0.6分贝声响。”吴健聘说。

针对暗能量探测，科研团队对光学系统、设备结构和干涉系统等进行了系统重构。最终，BINGO工作频率设计为980兆赫到1260兆赫，将从空间和时间维度同时测绘宇宙三维地图，专注观测分析宇宙年龄9亿年至今的BAO尺度变化，深入探究暗能量的物理本质。

钢结构“漂洋过海”运抵大洋彼岸后，需要由巴西方面进行组装。据了解，BINGO主副反射体均由4000余根钢管和近千个螺栓球组成。该仪器还能适应雨林的湿热环境。

为了完成精密制造的极限挑战，中国电科网络通信研究院高级工程师张子乾带领团队连续开展了60天集体攻关，尝试了37种方案，将数万张图纸优化成百余张，最终实现了力学、数学与美学的完美融合。

“中国制造给冷硬的钢铁带来了更多惊喜。”启运仪式上，巴西国家空间研究院院长卡洛斯·莫拉称赞。

如今，巴西帕拉伊巴州乌鲁布山脉上的BINGO主体设备静静矗立，基地建设已进入攻坚阶段。这只环视宇宙的大眼睛预计将于今年启用，数据中心建设在万里之外的扬州大学，首批数据将面向全球150余所科研机构开放共享。

拓宽BINGO应用范围

快速射电暴是一种来自宇宙深处、持续时间极短但能量巨大的射电波爆发，是近年来天文学的前沿研究领域之一。

2025年9月，BINGO团队在国际天文学权威期刊《天体物理学杂志通讯》发表了一篇文章，利用BINGO模型数据分析了快速射电暴对宇宙学模型的约束。

“这项研究让我们对BINGO项目信心倍增。”团队成员桑语说，成果有力证明了BINGO能够有效兼容快速射电暴观测，进一步拓宽了BINGO的应用范围。

事实上，这只是BINGO小试牛刀。BINGO专注于暗能量研究，视场大、巡天速度快，能够与其他射电望远镜形成有效互补。国际上主流的射电望远镜前景扣除算法主要侧重于300兆赫以内的低频波段，BINGO则侧重关注中高频波段信号，这意味着其是全球为数不多的专注于探测晚期

宇宙的射电望远镜。

得益于BINGO灵敏的探测能力，未来还将给其加装一台相应波段的射电发射器，让BINGO能够在1000公里轨道识别直径小于0.5米的陨石或太空垃圾。

据了解，BINGO团队先后与FAST、“天籁”等项目签订战略合作协议。未来将推进数据共享、科研合作与人才培养，进一步提升中国的宇宙学研究地位。

（原标题：在群星之间聆听宇宙暗语（科技瞭望））

作者：张运 虞璐 来源：人民日报海外版

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