

物理、宇宙学、广义相对论等引力波天文学研究。

5. 空间和地下激光干涉仪引力波探测器

为了降低噪声，提高探测灵敏度，将探测频率向低频方向扩展，可以把激光干涉仪引力波探测器建在太空或地下，这就是正在筹建中的 eLISA 和 KAGRA。空间引力波探测器的优点有以下几点：

- (1) 没有地面震动噪声的干扰
- (2) 周围环境的热稳定性好
- (3) 工作在高真空环境中
- (4) 没有以地球为基地的引力波探测器所遇到的地域球面效应，干涉仪的臂可以做得很长。

低噪声环境和大的臂长使空间引力波探测器在非常低的频率和非常大的位移状态下探测引力波应变信号。

例如，若空间激光干涉仪引力波探测器的臂长为 10^9 m，对无量纲振幅为 10^{-21} 的引力波信号来说，位移量可达 10^{-12} m。而对臂长为 4 km 的陆基引力波探测器 LIGO 来说，相应的位移量仅为 10^{-19} m，相差 7 个数量级，空间干涉仪极大地增加了探测到引力波的可能性。

KAGRA 是一台正在筹建中的大型地下激光干涉仪引力波探测器，臂长为 3 km，位于日本的神冈，建在 300 多米深的地下，激光功率为 150 W，测试质量所用的材料为蓝宝石且工作在低温环境中。由于建在地下，大大减小了牛顿引力梯度噪声，地面震动噪声也能有效地压低。低温条件，可使测试质量的热噪声降低约一个数量级。通过这些措施，KAGRA 的灵敏度得到大幅度提高，甚至能与高级 LIGO 相比拟。

八、结束语

引力波是爱因斯坦“广义相对论”最重要的预言，引力波探测是当代物理学重要的前沿领域之一。20 世纪 60 年代中期以来，引力波探测取得了长足的进步。特别是激光干涉仪引力波探测器的出现，给引力波探测带来突破性进展。多年以来，很多国家如美国、德国、英国、法国、意大利、日本、澳大利亚、印度等都投入大量的人力物力进行研发，在世界范围内迅速掀起了引力波探测的新高潮。到了 21 世纪初，几台大型的激光干涉仪引力波探测器相继建成并投入运转，探测灵敏度在短短几年之内也提高了近 4 个数量级，达到 10^{-22} ，显示了广阔的发展前景。当前，以大量新技术、新工艺、新材料为支撑的第二代激光干涉仪引力波探测器正在紧张的建造，灵敏度直指 10^{-23} 。而灵敏度为 10^{-24} 的第三代激光干涉仪引力波探测器（如爱因斯坦引力波望远镜）也开始筹划。笔者认为，在不久的将来，比如说，第二代探测器建成并运行 1 到 2 年之内，人类将看到引力波探测的第一道曙光，而以第三代引力波探测器为基础的引力波天文台的建立，必将迎来一门崭新的交叉科学——引力波天文学蓬勃发展的新时代。

作者简介

王运永，北京师范大学天文系教授。朱宗宏，北京师范大学教授，教育部长江学者特聘教授。R. 迪萨沃 (R. Desalvo)，美籍意大利物理学家，圣尼奥大学教授。



科苑快讯

机器读梦

听起来似乎是科幻小说，但是日本京都市国立信息与通信技术科学研究所 (National Institute of Science of Information and Communications Technology) 的神谷之康 (Yukiyasu Kamitani) 和同事确实做到了读懂梦境。一些志愿者睡眠时的大脑活动受到功能核磁共振设备的监控，当脑电信号提示研究者志愿者“看到”什么东西时将被叫醒。通过询问志愿者的梦境，研究者将

其与大脑活动之间建立对应关系，这样就能预报出人类的 20 大类梦境。精确度约为 60%，这当然远超碰运气才能到达的概率。

不过，对于研究者看到的是志愿者的梦境还是他们的入睡前幻觉，目前仍存在争论。但是，这毕竟是在通过脑活动模式读取人类思维的研究方面前进了一步。

(高凌云编译自 2013 年 5 月 22 日《欧洲核子中心快报》)