

我国科学家探测到纳赫兹引力波存在——

聆听更远的宇宙呢喃

□ 科普时报记者 史诗

透过一个又一个天文望远镜，我们知道，头顶的银河并不是宇宙的全部。于是，科学家们在时光的波心丢了一枚“石子”，那泛起的点点“涟漪”，就是引力波。它能帮助我们看见宇宙黑暗深处蕴藏的奥秘。

近日，由中国科学院国家天文台等单位科研人员组成的中国脉冲星测时阵列研究团队，利用“中国天眼”FAST，探测到纳赫兹引力波存在的关键性证据。相关研究成果北京时间6月29日在学术期刊《天文和天体物理研究》在线发表。

中国科学院院士、中国科学院国家天文台台长常进指出，利用纳赫兹引力波，科研人员可以研究宇宙的超大质量天体，像黑洞、超大质量黑洞，星系的形成、演化、合并，还有宇宙早期的结构等天体物理的重大科学问题。

探测纳赫兹引力波有多难

我们知道，宇宙中约95%是永恒的“黑暗”。利用引力波观测，我们能够捕捉到这些暗物质和暗能量的蛛丝马迹。

1916年，爱因斯坦基于广义相对论预言了引力波的存在。“由于引力波极其微弱，甚至爱因斯坦自己都不相信人类能够探测到它。”论文第一作者、国家天文台特别助理曹恒告诉科普时报记者，尽管引力波引起的可探测的效应相当微弱，但2015年9月14日，美国激光干涉仪引力波观测天文台(LIGO)还是宣布首次观测到引力波。

“引力波是物质加速运动产生的，我们可以通过引力波跟踪宇宙有质量物质的运动。”曹恒进一步解释说，时空是可以弯曲的，物体的质量会造成其周围时空的弯曲，质量越大，时空弯曲程度也越大。

茫茫宇宙，只要有物质的加速运动，就有引力辐射。曹恒说，引力波的频率范围很广，高至千赫兹，低至10—16赫兹，且不同频段引力波的探测手段不一样，因为引力波探测器总是只对某个频率范围内的引力波敏感，互相不能代替。

“高频引力波(百赫兹频段)的探测器



6月23日拍摄的“中国天眼”全景(无人机照片)。

新华社记者 欧东衢 摄

主要是通过地面的激光干涉仪来测量，如LIGO；低频引力波(毫赫兹频段)主要是通过空间的激光干涉仪，如欧洲LISA计划，我国太极、天琴等探测器来探测。”曹恒介绍。

更大质量的天体产生的引力波频率更低。宇宙中质量最大的天体——星系中心的超大质量双黑洞系统，绕转产生的引力波主要集中在纳赫兹频段。

“纳赫兹频段的引力波由于其周期在数年到数十年，波长长达数十光年，迄今为止，人们已知的唯一探测手段，是通过射电望远镜监测多颗脉冲星精度高的脉冲星，即脉冲星测时阵列。”曹恒说。

也就是说，对纳赫兹引力波的探测在物理尺度和时间尺度上都“大”，这不是件容易的事。

为什么要借助脉冲星

既然对频率低至纳赫兹的引力波进行探

测非常难，科学家就需要一个靠谱的“助手”，于是就盯上了脉冲星。

脉冲星是一类致密天体，因为其辐射束会周期性快速扫过地球，使地球人看到一个周期脉冲而得名。脉冲星的优点是它的自转很稳定，每隔固定的时间就发出一个脉冲信号。如果不受其他因素影响，我们在地球上就能稳定地收到这种信号。

曹恒补充道，探测纳赫兹引力波对脉冲星的距离没有要求，脉冲星的数量越多越好，以区分引力波和其他噪声。

2016年6月，中国科学院启动纳赫兹引力波预研究，联合北京大学，中国科学院新疆天文台、云南天文台、上海天文台，以及国家授时中心、广州大学等多家相关单位组建了我国脉冲星测时阵列研究团队(CPTA)。

FAST是目前全球最大且最灵敏的单口径射电望远镜，也是全球搜寻脉冲星效率最高的射电望远镜。截至目前，已发现740余颗新脉冲星。

(上接第1版)

阿斯巴甜致癌？代糖食品还能吃吗

亚硝胺类物质也是确定的致癌物。加工肉制品，如肉肠火腿、培根咸肉，多少都会含有亚硝胺类物质；海米、干贝、虾皮、鱼干之类干制水产品，天然含有微量亚硝胺类物质，但人们还会经常食用这些食物。

烧烤食物、油炸食品中苯并芘之类的多环芳烃物质，也是确定的致癌物。炭火烧烤不可避免地会产生致癌物，但人们仍然兴致勃勃地吃炭火烤串。

丙烯酰胺现在被纳入了2A类，即很可能致癌物。只要把含淀粉的食物烤到发黄，都会产生丙烯酰胺，但谁不爱吃表面烤黄的面包、烧饼、水煎包、锅贴、煎饺子、烤馍之类美食？薯条、薯片、黑糖、锅巴、油条、饼干、烤制咖啡豆等，也都含有丙烯酰胺。

此外，中式咸鱼在2012年被列入1类致癌物名单，亚洲传统泡菜被列入2B类名单。在2018年，加工肉制品和红酒也分别被列入1类和2A类致癌物名单。当时，各国肉类产业对此表示强烈不满，后来发现消费者还是照吃不误，并没有因此远离牛羊肉等红肉、肉肠火腿之类的加工肉制品。

甜味剂还能放心摄入吗

如果你以前吃含阿斯巴甜的食品和饮料，还是可以适量吃的，当然不要吃或喝得太多。

全球有90多个国家和地区都允许使用阿斯巴甜，包括美国、欧盟、澳大利亚、新西兰、英国、日本、韩国等，这足以说明它在合理范围内还是安全的，不必特别焦虑和担心。

目前，允许使用的甜味剂约20种，比如赤藓糖醇、甜菊素、安赛蜜等，可以替代的有很多，你也可以选择其他的无糖食品和饮料。

如果你希望无糖食品和饮料帮助减肥，那就不要抱有期待。减肥的关键是控制总能量的收支平衡，如果吃无糖食品、喝饮料，大口吃肉也不运动，想减肥也不太可能。

因此，倘若说甜味剂有安全问题，并不等于直接大量吃糖更安全，与其纠结哪种甜味剂更安全，不如少吃甜食、少喝甜饮料，断掉对甜味的过度迷恋。

如果你真是偶尔为之，或者确实一次数量很少，那么无论是喝代糖饮料，还是喝加真糖的饮料，都没有多大关系。

(第一作者系中国农业大学营养健康系教授，第二作者系中国互联网辟谣平台专家委员会成员)

覆水亦能收：从污水到再生水

□ 任晓晶



一栏目主持人：吴晶平
广东科学中心与科普时报社合办

可能很多人都曾想过这样的问题：家里使用后的冲厕水、洗澡水、洗菜水最终都去哪儿了？还是让我们一起来看看污水的“足迹”，去看看它是怎样“脱胎换骨，涅槃重生”的。

污水从我们家中排入下水管道，经过污水管网汇集后来到了污水处理厂。在这里，污水要经过三级处理才能变成清澈可用的水。

首先是一级处理。第一道“关卡”叫作格栅，它的作用是去除污水中体积大小不一的悬浮物或漂浮物，比如，纤维、毛发、果皮、蔬菜、木片、布条、塑料制品等，防止水泵堵塞。接着，污水通过潜污泵抽送到曝气沉砂池。在这里，细小的泥沙、泥渣等固体颗粒，就会依靠重力作用慢慢沉淀而被去除。最后，污水流入初沉池，进一步降低了悬浮物浓度，减少了后续处理单元的负荷。经过格栅、曝气沉砂池和初沉池这3道主要工序，大约能去除污水中20%的污染物。

此时，污水并不能达到排放标准，接着进行二级处理。这里有个高大的池子叫作生物池，池中像棉絮一样的活性污泥中，生长着多种细菌和微生物，它们是去除水中污染物的“主力军”。微生物的生长需要食物，而它们的食物就是水中的污染物。在食用过程中，微生物们茁壮成长，不断繁殖，同时将污染物



科研人员在污水处理厂开展膜浓缩技术中试研究。

何沛然 摄

分解为水和二氧化碳等无害物质。这些微生物中负有盛名的当属聚磷菌和反硝化菌，可以除磷和脱氮，在预防污水流入江河湖海而产生富营养化方面，承担着重要角色。

在这些操作结束后，有的微生物可能会随着水流进入下一个处理工序。因此，二次沉淀池就成了为它们举办“告别会”的最佳场所。经过泥水分离后，活性污泥中的一部分重新与污水混合，回到前面的生物池里继续努力工作；另一部分则直接进行污泥浓缩，去掉多余的水分并送往专门的池子进行处理。这些污泥经过处理后是很好的肥料。这时，二级处理流程正式结束，大约能去除污水中80%—90%的污染物。

最后是三级处理，也就是深度处理环节，包括生物滤池、脱色消毒等。在

这里，污染物被进一步去除，同时通过加氯、紫外、臭氧等手段，将顽固的有害病菌和病原体等杀灭，保证出水的安全性。

至此，污水正式转变为再生水：一部分可用于道路清洁、厕所冲洗、工业冷却、园林和农田灌溉等；而另一部分则流入城市水系，比如永定河、昆明湖。

北京市水务局的统计数据表示，2021年北京市再生水利用量约为12亿立方米，相当于86个西湖的水量。圆明园遗址公园从2007年11月开始就使用再生水用于河湖景观补水，年补水量近900万立方米。再生水已成为北京的“第二水源”。

(作者系北京市科学技术研究院2023年科普讲解大赛二等奖获得者、北科科普宣讲团成员、北京市科学技术研究院资源环境研究所研究员)

大模型应用助推人工智能产业高速发展

□ 科普时报记者 陈杰

派单、交互式智能政务办事等。

作为国内首个政务服务领域大模型应用探索，北京市政务服务大模型在助力政务服务实践方面具有极强的示范带动作用，在推动大模型赋能千行百业、加快推进大模型商业化落地应用等方面极具吸引力。

北京市政务服务管理局副局长朱琴表示，这些需求的落地将极大地提高政务服务效率，实现便民利民，让民众享受到人工智能技术带来的便利。“北京市政务服务管理局将在场景推进、数据供给、模型训练、算力保障等方面积极推进，在国家监管政策和全市大模型创新发展大框架下，与各方密切合作、共同成长，推动大模型技术在政务服务领域落地应用，并尽快取得突破。”

除了政务及办公场景外，面向个人端的可控大模型数字产品备受关注。天眼查

携手华为云发布了业界首个基于“可信数据+可信算法”的可信商业助理“天眼妹”，就成功入选“北京市通用人工智能大模型行业应用典型案例”。天眼查相关负责人告诉记者，“天眼妹”充分利用了华为云先进的智能大模型技术，通过大模型对于用户意图的理解，结合天眼查海量商业公开数据，为用户提供准确的商业信息，并以拟人化的交互形式、友好的界面面向用户。“产品目前已完成内部测试，预计7月底对用户开放试用。”

人工智能大模型的突破，离不开高质量数据的不断发展，提升高质量数据要素供给能力，成为推动通用人工智能大模型领域创新的关键。为此，由北京市经信局联合市科委中关村管委会、市发改委共同启动的“北京市通用人工智能产业创新伙伴计划”，将提供可开放用于大模型训练及调优的高质量数据资源，列为合作伙伴

6月26日—27日，在世界互联网大会数字文明尼山对话成果展上，用于量子通信的“济南一号”量子微纳卫星吸引了人们的眼光。近些年来，以“济南一号”为代表的量子卫星层出不穷，为什么不采用光纤等传统手段进行量子通信？发展量子通信为何要上天？

要想弄清这些问题，首先需要了解何为量子通信。中科院量子信息与量子科技创新研究院教授级高级工程师廖胜凯介绍说，量子通信是利用量子叠加态或纠缠效应进行信息传递的新型通信方式，主要分为量子密钥分发和量子隐形传态两种。

量子密钥分发指通过量子态的传输，在遥远两地的用户共享安全的密钥，并利用该密钥对信息进行一次一密的严格加密，是目前人类唯一已知的不可窃听、不可破译的原理上无条件、安全的通信方式。

量子隐形传态则指利用量子纠缠，将粒子的未知量子态精确传送到遥远地点，而不传递粒子本身，是构建分布式量子信息处理网络和量子计算机的基本要素。

为何利用光纤等传统手段难以真正实现量子通信？损耗问题是关键。“量子具有不可克隆原理，因此单光子量子信息不能像经典通信那样被放大，一旦传输距离较大，损耗问题就会变得极其严重。”廖胜凯指出，根据数据测算，通过1200公里的光纤，即使有每秒百亿发射率的单光子源和完美的探测器，也需要数百万年才能传输一个比特的密钥，这显然是完全不现实的。

1200公里的光纤或许尚可制造，但每秒百亿发射率的单光子源，以及完美的探测器都不是目前技术等现实条件所能企及的，更何况人们也不可能等待数百万年来传输信息，于是科学家们被迫寻找其他解决问题的方法。

既然地面走不通，上天就成为一个个可能的选择。“利用外太空近乎真空、光信号损耗非常小的特点，通过卫星的辅助可以大大扩展量子通信的距离。”廖胜凯表示，“由于卫星具有方便覆盖整个地球的独特优势，使用卫星进行量子通信是全球尺度上实现超远距离实用化量子通信最有希望的途径之一。量子卫星的一个重要作用是作为中继扩展量子通信的距离，从而实现远距离通信。”

廖胜凯介绍说，量子卫星可以按照轨道的高度划分为低轨卫星(2000公里以下)、中轨卫星(2000—20000公里)和高轨卫星(20000公里以上)，也可以按照重量划分为小卫星(100千克—500千克)、微卫星(10千克—100千克)、纳卫星(1千克—10千克)、皮卫星(0.1千克—1千克)、飞卫星(10克—100克)。

量子微纳卫星其真正是量子卫星的一种。在量子通信发展过程中，上天的量子卫星起到了重要而难以替代的作用。“通过许多量子卫星实现卫星组网，才能真正起到对于广域量子通信的支撑性作用。”廖胜凯表示。



轻松扫码 科普一下

发展量子通信为何要上天

□ 科普时报记者 李诏宇