中国科学报
CHINA SCIENCE DAILY
中国科学院主管　中国科学报社出版　国内统一连续出版物号 CN 11－0084　代号 1－82
扫二维码 看科学报　扫二维码 看科学网
主办：中国科学院　中国工程院　国家自然科学基金委员会　中国科学技术协会
总第 8358 期　2023 年 10 月 9 日　星期一　今日 4 版
新浪微博 http://weibo.com/kexuebao　科学网 www.sciencenet.cn

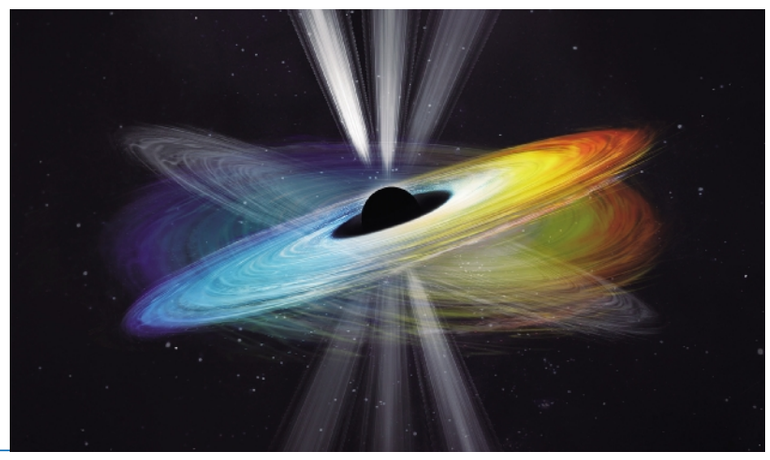
“大陀螺”异动证实黑洞在自旋

■本报记者 张双虎

6 年前，一个“令人疑惑”的天文现象激起崔玉竹的好奇心。

她用近一年时间核查观测数据和分析过程，此后又和全球 45 个机构的科研人员合作，通过分析多个甚长基线干涉测量（VLBI）网 2000 年至 2022 年的观测数据，发现 M87 星系中心黑洞喷流（以下简称 M87 喷流）呈现周期性摆动。其摆动周期约为 11 年，振幅约 10 度。

这项近日发表于《自然》的研究将 M87 喷流的动力学与该星系中心超大质量黑洞状态联系起来，为 M87 黑洞自旋的存在提供了观测证据，验证了爱因斯坦广义相对论的相关预测。该论文得到两位审稿人的高度评价并推荐发表，杂志编辑也期望该工作尽早上线，甚至非常罕见地亲自“出手”为论文摘要润色。



倾斜吸积盘模型示意图。受访者供图

从疑惑、好奇到开心

2017 年，博士研究生崔玉竹在分析东亚 VLBI 网数据时，发现 M87 喷流的指向和以往熟知的角度有些偏离。

“M87 喷流是非常有名的黑洞喷流，其喷射角度为 288 度是大家耳熟能详的。”该论文第一作者兼通讯作者、之江实验室博士后崔玉竹告诉《中国科学报》，“但当年的观测数据显示，其喷流指向和以往数据约有 5 度的偏离，这是比较明显的偏差。”

是观测望远镜问题、数据处理错误，还是另有“隐情”？

这让崔玉竹十分困惑。思索了一阵子，她又产生了好奇心。

“如果不是数据处理错误，其背后肯定存在某种结构变化，那就会涉及非常有意思的物理性质。”崔玉竹越想越兴奋，因为黑洞是检验爱因斯坦广义相对论最简单、最直接的天体，人们需要充分观测黑洞及周围的活动来了解其更多物理性质。发现黑洞导致周围环境或喷流出现某种结构变化，对进一步了解黑洞十分重要。

随即，崔玉竹检查了另外几台望远镜的观测数据，发现数据处理并无问题。此后近一年时间里，她又用其他国际望远镜观测阵的数据，验证了 2017 年发现的 M87 喷流指向偏转确实存在。

“接下来目标就明确了，我们就想看看这种偏离是周期性变化还是偶然现象，其中是否存在某些规律。”崔玉竹说。

“大陀螺”异动之谜

活跃星系中心的超大质量黑洞是宇宙中最具破坏性且最神秘的天体之一。它们引力巨大，通过吸积盘“吃进”大量物质，同时也将物质高速“吐出”。然而，超大质量黑洞、吸积盘和喷流之间的能量传输机制是怎样的？这是困扰物理学家和天文学家一个多世纪的难题。

目前，科学家广泛接受的理论认为，黑洞角动量是能量的来源。一种可能是，如果黑洞附近存在磁场且黑洞处于旋转状态，会如导体切割磁力线一样产生电场，从而加速黑洞周围的电离体，并使部分物质携带巨大能量喷射出去。其中，超大质量黑洞的自旋是该理论成立的关键，但黑洞自旋参数极难测量，甚至黑洞是否处于旋转状态至今尚无直接观测证据。

M87 星系是一个距离地球 5500 万光年的近邻星系，其中心有一个质量比太阳大 65 亿倍的黑洞。天文学家在 1918 年首次观测到 M87 喷流，这也是人类观测到的首个宇宙喷流，这些特征让 M87 星系成为研究黑洞与喷流之间关系的最佳目标。

经过大量分析，科学家认为改变黑洞喷流方向的力量，可能隐藏在吸积盘的动力学性质中——具有一定角动量的物质绕着黑洞运动并形成吸积盘，受黑洞引力作用，它们会不断靠近黑洞直至被“吃进”黑洞。黑洞的超强引力会对周围时空产生巨大影响，导致附近的物体沿着黑洞旋转方向被拖曳，即爱因斯坦广义相对论预测的“参考系拖曳效应”，进而引发吸积盘和喷流周期性的进动，即自旋体受外力作用，其自旋轴绕某一中心旋转的现象。

崔玉竹解释说，M87 黑洞的吸积盘和喷流大体上呈垂直状态。如果将其看作一个“大陀螺”，吸积盘就像陀螺体，而长达 5000 光年的喷流是其旋转轴。不同的是，陀螺运动的支点在其下方，而吸积盘的运动中心是黑洞。（下转第 3 版）

《科技伦理审查办法（试行）》正式公布

本报讯 10 月 8 日，由科技部、教育部、工业和信息化部等 10 部门联合印发的《科技伦理审查办法（试行）》（以下简称《审查办法》）正式公布。该《审查办法》旨在规范科学研究、技术开发等科技活动的科技伦理审查工作，强化科技伦理风险防控，促进负责任创新。

《审查办法》指出，科技伦理审查应坚持科学、独立、公正、透明原则，公开审查制度和审查程序，客观审慎评估科技活动伦理风险，依规开展审查。

《审查办法》明确开展以下科技活动应进行科技伦理审查：涉及以人为研究参与者的科技活动，包括以人为测试、调查、观察等研究活动的对象，以及利用人类生物样本、个人信息数据等的科技活动；涉及实验动物的科技活动；不直接涉及人或实验动物，但可能在生命健康、生态环境、公共秩序、可持续发展等方面带来伦理风险挑战的科技活动；依据法律、行政法规和国家有关规定需进行科技伦理审查的其他科技活动。

《审查办法》从审查主体、审查程序和监督管理等方面，提出了具体举措。具体而言，高等学校、科研机构、医疗卫生机构、企业等是本单位科技伦理审查管理的责任主体。从事生命科学、医学、人工智能等科技活动的单位，研究内容涉及科技伦理敏感领域的，应设立科技伦理（审查）委员会。

审查程序则包含了申请与受理、一般程序、简易程序、专家复核程序、应急程序。《审查办法》提到，科技伦理（审查）委员会应对审查批准的科技活动开展伦理跟踪审查，必要时可作出暂停或终止科技活动等决定。跟踪审查间隔一般不超过 12 个月。

《审查办法》还列出了需要开展伦理审查复核的科技活动清单，包括：对人类生命健康、价值理念、生态环境等具有重大影响的新物种合成研究；将人干细胞导入动物胚胎或胎儿并进一步在动物子宫中孕育成个体的相关研究；改变人类生殖细胞、受精卵和着床前胚胎细胞核遗传物质或遗传规律的基础研究；侵入式脑机接口用于神经、精神类疾病治疗的临床研究；对人类主观行为、心理情绪和生命健康等具有较强影响的人机融合系统的研发；具有舆论社会动员能力和社会意识引导能力的算法模型、应用程序及系统的研发等。

《审查办法》自今年 12 月 1 日起施行。

（柯讯）

研究预测全球温度越高梅雨越“暴力”

本报讯（记者胡珉琦）梅雨是东亚地区夏季特有的天气现象。长江中下游地区的梅雨一般以 6 月中旬至 7 月上旬持续的阴雨天气为主要特征，对农业、经济和人们的生活有着广泛影响。南京信息工程大学王会军院士团队对梅雨如何响应气候变化展开研究，近日相关成果发表于《国家科学评论》。

在全球变暖背景下，异常的梅雨天气近年来引发了严重的气象灾害。那么，梅雨对全球变暖到底有怎样的响应，原因是什么？未来随着全球变暖加剧，梅雨又会如何变化？

该研究发现，过去 60 年里，长江中下游流域梅雨期间的无雨日数、降水事件强度、极端降水事件的频次和强度都呈增加趋势，其中降水事件强度增加趋势最为明显。这表明，随着全球变暖，梅雨期间的天气变得更加不稳定和极端。梅雨期间无雨日数的增加趋势与地表相对湿度的减少有关。梅雨期间降水事件强度、极端降水事件频次和强度的增加趋势与热力和动力因素的共同作用有关。

研究人员还预估了梅雨在全球增暖 2℃情景下可能的变化情况。结果表明，长江中下游流域梅雨期间的无雨日数、降水事件强度、极端降水事件的频次和强度都将增加，其中降水事件强度增加最为明显，将给未来的气候风险管理工作带来严峻挑战。

不过，该研究也提到，由于目前模式对梅雨变化的模拟能力普遍较差，预估结果存在较大的不确定性。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1093/nsr/nwad246

2023 年诺贝尔自然科学奖揭晓

本报讯 10 月 2 日至 4 日，2023 年诺贝尔自然科学奖相继揭晓。

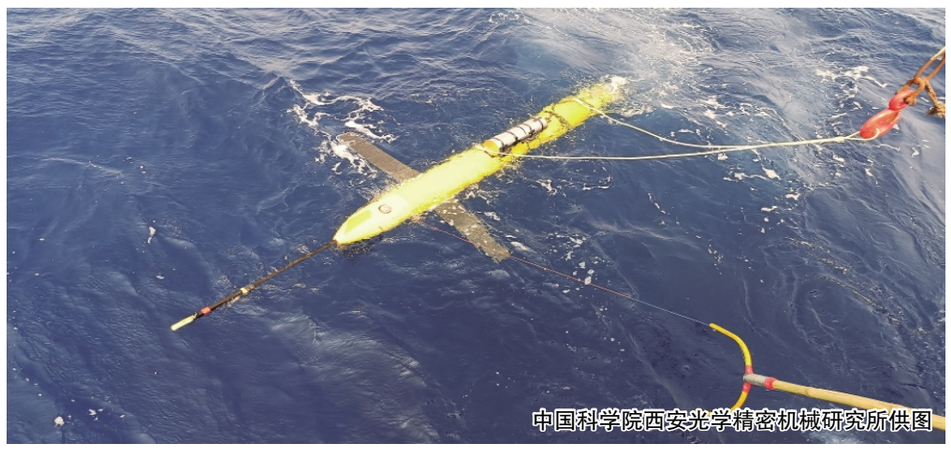
10 月 2 日，2023 年诺贝尔生理学或医学奖授予卡塔琳·考里科（Katalin Karikó）和德鲁·韦斯曼（Drew Weissman），以表彰他们在信使核糖核酸（mRNA）研究上的突破性发现，这些发现助力疫苗开发达到前所未有的速度。

10 月 3 日，2023 年诺贝尔物理学奖授予皮埃尔·阿戈斯蒂尼（Pierre Agostini）、费伦茨·克劳斯（Ferenc Krausz）和安妮·吕利耶（Anne L’Huillier），以表彰他们将产生阿秒光脉冲的实验方法用于研究物质的电子动力学。

10 月 4 日，2023 年诺贝尔化学奖授予蒙吉·巴文迪（Moungi G. Bawendi）、路易斯·布鲁斯（Louis E. Brus）和阿列克谢·叶基莫夫（Alexei I. Ekimov），以表彰他们在发现和合成量子点方面所作出的贡献。

2023 年诺贝尔奖单项奖金为 1100 万瑞典克朗（约合人民币 732.8 万元）。（柯讯）

（相关报道详见第 2 版）



中国科学院西安光学精密机械研究所供图

近日，由中国科学院西安光学精密机械研究所研究员吴国俊牵头，青岛海洋科技中心、国家海洋技术中心、厦门大学、自然资源部第二海洋研究所等多家机构研究人员联合承担的国家重点研发计划项目取得重要进展。

项目自主研制的多类海洋生物化学原位传感器搭载国产“海燕”水下滑翔机在南海西沙海槽盆地区域顺利完成海试，实现了高时空分辨率的海洋环境长期原位观测，连续获取最大深度达 1000 米的生化参量深海剖面 17 个。这是我国首次通过水下滑翔机搭载自研传感器的方式获取深海生物化学剖面数据。图为海试现场。　**本报见习记者严涛报道**

世卫组织推荐第二款疟疾疫苗

寰球眼

本报讯 疟疾是一种由疟原虫引起的虫媒传染病。每年，全球有 50 多万名儿童因之死亡，且大多数集中于撒哈拉以南非洲地区。

近日，世界卫生组织（WHO）建议广泛使用第二款疟疾疫苗——R21/Matrix-M。

事实上，早在两年前，WHO 就提出了广泛使用全球首款疟疾疫苗 RTS,S 的建议，但该疫苗供应短缺，预计到 2025 年也只有约 1800 万剂，供不应求。

WHO 免疫战略咨询专家组（SAGE）主席 Hanna Nohynek 表示，使用第二款疫苗有望填补巨大的疫苗供需缺口，挽救更多人的生命。

R21/Matrix-M 疫苗由英国牛津大学研发、印度血清研究所生产，全程需接种 3 剂，已在布基纳法索、加纳和尼日利亚等地启动试点。

在前不久召开的会议上，SAGE 审议了涉及 4800 名儿童的 R21/Matrix-M 疫苗 3 期临床试验的最新数据。相关数据令人鼓舞，已在《柳叶刀》主办的预印本平台公布。

WHO 疟疾政策咨询小组（MPAG）主席 Dyann Wirth 表示，尽管没有临床试验直接比较过 RTS,S 与 R21/Matrix-M 这两款疫苗的保护效力，但“有迹象表明它们非常相似”。在天气变化增加疟疾传播风险的地区，雨季来临前让儿童接种这两款疫苗并结合抗疟药物，保护效力可达 75%。

不过，R21/Matrix-M 疫苗仍需完成 WHO 的资格预认证审评，该审评不仅着眼于安全性和有效性，还关注生产实践和质量控制等方面。

一旦该疫苗通过预认证，联合国儿童基金会和全球疫苗免疫联盟等组织将组织购买该疫苗，并在低收入国家分发。

WHO 专家预测，R21/Matrix-M 疫苗有望于 2024 年下半年广泛使用。目前，至少有 28 个非洲国家计划引进 WHO 推荐的两款疟疾疫苗中的一款，将其纳入国家免疫项目。（徐锐）

诺奖是对坚持长期主义的回报

李侠

10 月 4 日，随着诺贝尔化学奖的公布，今年诺奖的三大自然科学奖全部揭晓，共有 8 名科学家获奖。其中，美国科学家有 5 人，物理学奖、化学奖以及生理学或医学奖都有美国科学家的身影，美国仍是当今世界诺奖获得者的主要来源地。在祝贺这些科学家获得诺奖的同时，有必要深入追问一下，诺奖成果的产生需要什么样的理念与环境？我们到底缺啥？

今年获诺奖的成果有一个共同点，即几乎都是上世纪 80 年代在基础研究领域萌芽的，经过多年发展终于成熟并被学术界承认。笔者曾与友人戏言，40 年的种子终于开花了，这是基础研究的胜利，更是长期主义的回报。

获奖者中颇具戏剧性的人物当数诺贝尔生理学或医学奖获得者卡塔琳·考里科。自 1982 年博士毕业以来，她一直专注于研究信使核糖核酸（mRNA），甚至为此遭受被学校解聘、降薪以及无法晋升职称等挫折。好在皇天不负有心人，2020 年全球新冠疫情大流行，基于其理论开发的新冠疫苗横空出世，极大缓解了疫情对于全球造成的危害。由此，她的高光时刻终于在 40 年的寂寥后姗姗来迟。笔者查阅相关资料发现，2020 年以来她获得了无数荣誉，如今更是科学界舞台中央最耀眼的明星。从这个意义上说，她是幸运的，因为世界上还有很多做出了伟大成果但到死都没有被承认的人。

在笔者看来，科学家个人要获得诺奖需要具备 3 个条件：首先，成果要绝对过硬；其次，要有人推荐或者机缘绝佳；最后，寿命要足够长。其中，最重要的是做出具有原创性的成果。

那么，产生诺奖级的成果需要什么样的环境条件呢？笔者认为同样需要 3 个条件：首先是耐心；其次是宽容；最后是资助。这 3 个条件中，前两个是科研生态环境的基础性表征，后者则是真金白银的投入。相对而言，耐心与宽容氛围的建设比资金投入要艰难得多，毕竟资金通过政策安排可在短期内有很大改观，但耐心与宽容的科研氛围的形成则需要非常漫长和苛刻的条件。中国古人所谓“仓廪实而知礼节，衣食足而知荣辱”，由此可见，耐心与宽容是非常高级的文化格调。美国的科研生态环境被公认是非常友好的，素以耐心、宽容以及对基础研究投入慷慨而著称，但即便如此，考里科仍然面临申请不到基金、被解聘、无法晋升职称等艰难处境。

既然基础研究如此重要，那么我们该如何发展基础研究呢？

由于我们国家基础研究投入长期不足，导致基础研究领域的知识产出总量严重不足。笔者曾用官方数据分析过，中国基础研究投入与国内生产总值（GDP）增长呈现明显的弱正相关性，而发达国家这一数据是明显的强负相关。众所周知，基础研究成果离市场化应用还很遥远，无法带来直接收益，这部分投入只会造成经济的挤出效应。弱正相关性只能说明我国的基础研究成果供给太少，任何知识都能带来正向收益。

笔者曾分析过中美两国 2000 年至 2020 年 21 年间研究与试验发展（R&D）的投入结构。美国基础研究投入平均占 R&D 的 17.2%，而中国这一数据仅为 5.2%。美国在基础研究上的投入强度是中国的 3 倍多，美国 R&D 总量约是中国的 1 倍，而中国全时当量科研人员数量约是美国的 1.5 倍，由此可以清晰地知道，中国的基础研究境况很严峻——人多钱少；加之现有的科研生态环境不利于基础研究的发展，导致中国基础研究孱弱。

当下，中国在政策层面推进基础研究遇到的最大思想阻力，就是技术与科学哪个更能推动中国经济发展。从科技史的视角来看，技术在短期内可以推动经济发展，从长期来看，科学更能推进经济发展，这种模式在第一次工业革命与第二次工业革命中都有很好的体现，前者依托技术，后者依托科学。而 20 世纪中期以来兴起的第三次技术革命以及当下正在发生的第四次工业革命则完全是采用一种新模式——科技一体化，科学甚至显得更重要一些，近年来那些撬动社会变革的新技术都是源于基础研究的成果。即便按照传统模式来决策，短期内技术更能推动经济发展，理应技术优先，但这种模式在中国也是低效甚至是无效的。笔者曾撰文指出，由于基础研究的孱弱，中国的应用研究（过渡型技术）基本上处于无效的空转状态，值得应用转化的上游知识供给严重不足，导致大多数应用研究处于低水平重复状态。

笔者曾用工业生产流程来解释这个现象——基础知识相当于生产过程中的原材料，技术相当于原材料的加工方，当原材料供给有限而高度同质化的加工方越来越多时，工业产品会质次价高，更为严重的是造成加工方的恶性竞争以及内卷；相反，如果原材料供应丰富，就可以极大拓宽技术范围，并减少无效内卷状态，而且在这种情况下更容易实现重大技术突破。从这个意义上说，只有知识更新加快，技术迭代才会随之出现，否则缺少前端的变革，技术迭代就是一个虚幻的概念。

诺奖是一面每年照一回的科学透镜，让我们看到自身的不足与短板。这面透镜照多了，一些共性问题自然就会呈现出来。

今年这面透镜让我们再次锚定了 3 件事：首先，政策层面对于基础研究要坚持长期主义，加大投入力度，不能游移不定；其次，继续推进破“四唯”“五唯”，建立科研的多元评价体系，营造一个适合基础研究的生态环境；最后，塑造科学建制的耐心与宽容精神。在功利主义时代，体制的耐心与宽容才是最重要的，否则一味要求个体保持耐心与宽容，既是不公平的，也是无效的。知识丰腴之处，创新才取之不竭，反之，创新就会沦为无源之水、无本之木。

（作者系上海交通大学科学史与科学文化研究院教授）

科观中国