

“科技列车渝东南行”进校园

听院士讲肠道菌群里的科学

□ 科普时报记者 王飞

“大家都听过‘水土不服’这个说法，有谁知道这背后的原因吗？这其实与到了新地方后，肠道菌群的变化影响了消化系统功能有关。”

“俗话说‘不干不净，吃了没病’。就肠道菌群的功能而言，这种说法有一定的道理。因为肠道菌群也会影响人体免疫力。免疫力就像军队，你的肠道太干净，就相当于军队长期没有训练，免疫力就会下降。”

9月20日，2023年“科技列车渝东南行”活动走进重庆市石柱民族中学校。中国科学院院士、江南大学校长陈卫为该校

高一年级全体学生带来了一场线上科普讲座——肠道微生物与营养健康。

“肠道菌群还会影响人的精神健康。形容人伤心绝望时，会用到‘肝肠寸断’这样的成语，这是因为人的肠道有海量的神经元，能接受大脑发来的各种信息。”在讲完肠道菌群与健康的关系之后，陈卫又以调节肠道菌群的功能食品为重点，将高纤维食品、地中海饮食、益生菌等内容娓娓道来。

“您是用什么技术和手段来研究肠道菌群”“如何筛选肠道菌群”“益生菌产品都有哪些，该怎么选”……陈卫耐心细致地回答

了现场学生提出的问题。“面对中学生讲解肠道微生物，我要求自己不能讲太多的专业术语，内容要尽量贴近孩子们的生活，以肠道菌群与人体健康的关系为切入点，希望能激发孩子们的兴趣和好奇心，再通过回答他们提问的方式，来科普背后的知识以及我们最新的研究成果。”陈卫说。

此前，由“科学与中国”院士专家巡讲活动开展的“百名院士·千场科普”行动在京启动，号召两院院士每年至少参与一次面向社会公众的科普活动，把科学知识、科学方法、科学思想、科学精神传播到广袤的祖国大地上。对此，陈卫表示十分赞同，他认

为，院士这个群体参与科普，可以起到引领示范的作用，不仅有利于青少年成长，也有利于提升全民科学素质。

这场院士科普也让石柱民族中学校校长谭萍感到振奋：“感谢‘科技列车行’为我们带来了宝贵的专家资源。学校和孩子平时很难接触到院士，这次讲座让学生们大开眼界、获益匪浅。”活动结束后，她还特意叮嘱同学们要趁着这次难得的学习机会，在胸怀科学梦想的同时，也要脚踏实地好好学习。

谭萍对孩子说：“我希望你们中间能走出未来的科学家和院士！”

利用我国第一颗空间X射线天文“慧眼”卫星，科学家解开了一个关于黑洞的谜团，发现黑洞周围磁囚禁吸积盘形成过程的直接证据。

中国“慧眼”探秘黑洞

□ 尹倩倩



黑洞是宇宙中一种神秘天体，具有很强的引力，以至于能够吞噬一切物质，甚至连光也无法逃脱。然而，正是由于黑洞本身及其周围存在着种种不可思议的物理现象，让无数天文学家为之着迷。

最近，来自武汉大学、浙江大学、中国科学院上海天文台、中国科学院高能物理研究所、南京大学、中国科学技术大学，以及法国斯特拉斯堡天文台、波兰理论物理中心等国内外科研机构的天文学家，利用我国第一颗空间X射线天文卫星——“慧眼”硬X射线调制望远镜卫星（简称“慧眼”卫星），并联合地面上的射电望远镜和光学望远镜，对一个编号为MAXI J1820+070的黑洞X射线双星展开观测，解开了这个黑洞的谜团。这支由中国科学家领导的科研团队，发现了黑洞周围磁囚禁吸积盘形成过程的直接证据，并在国际顶尖期刊《科学》上发表了这项最新研究成果。

什么是黑洞

我们现在常说的黑洞的定义源自爱因斯坦的广义相对论。黑洞指的是一个时空区域，该区域的边界被称为视界。视界之内的物质和辐射无法从中逃离，而视界之外的物质和辐射虽然可以进入视界，但进入后却再也无法逃出来。

如果我们只学过牛顿的经典理论而不懂广义相对论，那么该怎样理解黑洞呢？我们可以设想这样一个场景：从某个天体上发射一枚火箭，当火箭的速度达到逃逸速度时，就能克服天体的引力飞向远方。以地球为例，我们可以根据公式算出逃逸速度是每秒11.2公里，也被称为第二宇宙速度。

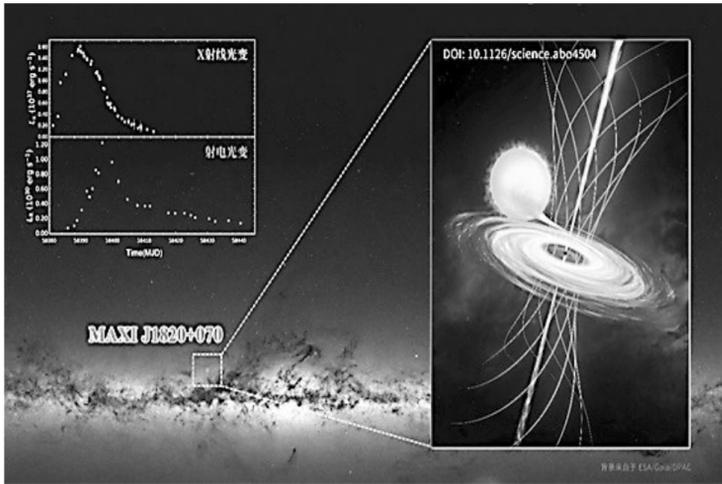
如果逃逸速度比光速还大，那么当太阳坍缩到半径小于3000米时，其发出的光都无法从这个半径以内的区域逃逸出来，这就形成了黑洞，3000米的半径就可以被视为黑洞的半径。

根据2020年诺贝尔物理学奖获得者彭罗斯、曼哈顿计划领导者奥本海默等人的论文描述，质量足够大的恒星在耗尽其热核能后将会在自身引力作用下坍缩，最终形成黑洞。这是天文学家研究最多的黑洞之一，即作为恒星遗骸的恒星级黑洞。黑洞X射线双星MAXI J1820+070中的黑洞就属于这一类。

小球碰撞背后的大道理

(上接第1版)

1686年，莱布尼茨掀起了一段著名的科学史公案——“活力之争”。在笛卡尔的体系中，一种神秘力量赋予了物体运动，意味着运动就是“力”。而莱布尼茨指出运动应该是物体自己的性质，是物体位置的变化，和“力”是不同的东西。他通过对落体运动的分析，认为运动中守恒的不是“运动的量”而是“力”，并且提出这个“力”的度量是物质的多少与速度平方的乘积。因为这种力能够在现实中产生对应的效果，如最终总能转化为将一个重物抬高或降低一定的高度，莱布尼茨把这种“力”又叫做“活力”。



图片左下小方框内的圆点为黑洞X射线双星MAXI J1820+070在银河系中的大致位置。图片右侧放大图为一颗恒星围绕黑洞旋转，恒星气体被黑洞吸引形成吸积盘，吸积盘中心区域形成了磁囚禁吸积盘和两侧的喷流。图片左上方展示了观测到的吸积流内区的X射线和喷流射电辐射随时间变化，射电峰值有约8天的延迟，此时形成了磁囚禁盘。

还有一类黑洞，天文学家也很关心，那就是星系级超大质量黑洞。比如，科学家在银河系中心就发现了质量高达数百万倍太阳质量的黑洞。该成果获得了2020年诺贝尔物理学奖。

此外，我们或许还记得，事件视界望远镜拍摄到了人类首张黑洞照片，就是M87星系中心的超大质量黑洞。

什么是黑洞X射线双星

天鹅座X-1是人类首个确认的黑洞，也是人类发现的第一个黑洞X射线双星。1974年，霍金和2017年诺贝尔物理学奖获得者基普·索恩就天鹅座X-1是否真的是一个黑洞打过赌，但答案直到近30年后才被揭晓。那么，什么是黑洞X射线双星呢？既然黑洞本身不发光，我们又如何观测、确认并研究它呢？

X射线双星是由一个致密天体和一颗作为伴星的恒星相互绕转组成的双星系统。如果致密天体是黑洞，我们称之为黑洞X射线双星。通过观测伴星及其围绕黑洞的运动，天文学家可以测定黑洞的质量。例如，天鹅座X-1中黑洞的质量经这种方式测得约15

倍太阳质量（最新结果为21倍太阳质量），远超中子星的质量上限，即奥本海默极限，约为3倍太阳质量，因此确认为黑洞。

在X射线双星中，恒星的气体被黑洞的引力捕获，形成一个围绕黑洞旋转的盘状物，即吸积盘。这个过程被称为吸积。这些落向黑洞的气体则被称为吸积流。虽然黑洞本身不发光，但当气体从吸积盘坠入黑洞时，由于吸积流物质之间的黏滞作用，引力能释放出来，部分转化为X射线。此外，在吸积盘转动轴的方向上，黑洞还会发射相对论性的高速物质流，即喷流，这也会产生X射线。我们可以观测这些X射线，并从中提取黑洞的相关信息进行研究。

需要说明的是，X射线跟我们所看到的可见光或手机接收到的无线电波没有本质的区别，都是电磁波，只是X射线的能量较高，可以高达几百到几十万电子伏特，波长较短，约为0.01—10纳米。X射线几乎无法穿透地球的大气层，因此需要通过卫星等航天器进入太空开展观测。

“慧眼”卫星是中国自主研发的第一颗X射线天文卫星，也是一个中等规模的空间天文台，搭载了三组用于观测不同能量X射

线的望远镜，可以观测能量范围宽达1—250keV（千电子伏特）的X射线，在测量黑洞X射线双星的时变（天体发出的光随时间变化的信息）和能谱（天体发出的光随能量变化的信息）方面具有独特的优势。

对于黑洞X射线双星来说，不同能量的X射线，以及能量更低的可见光和射电波来自不同的区域。在越靠近黑洞的地方，气体的温度越高，发射的X射线的能量也就越高。“慧眼”卫星可以观测能量很高的X射线，这就意味着它能探测离黑洞很近的区域。此外，“慧眼”卫星可以在很宽的能量范围内获取高精度的X射线时变数据，从而描绘黑洞周围区域的动态变化全景。

天地联测破解黑洞磁囚禁吸积盘之谜

黑洞X射线双星通常处于“宁静”状态，但偶尔会发生X射线爆发，这是我们研究它的好时机。2018年，离地球约1万光年的黑洞X射线双星MAXI J1820+070发生了爆发，并在相当长的一段时间内成为天空中明亮的X射线天体之一。“慧眼”卫星抓住了这个机会，联合地面上的光学和射电望远镜，揭开了一个未解之谜。

在黑洞X射线双星中，黑洞周围存在着“看不见”的磁场。当吸积过程发生时，流向黑洞的气体会拖拽磁场一同向内，导致吸积流内区的磁场逐渐增强。同时，增强的磁场也会逐渐增强对吸积流产生的向外磁力，最终能够与黑洞施加的向内引力相抗衡，从而将吸积的气体禁锢住，避免其快速落入黑洞。这就好像给吸积过程按下了减速键，形成了磁囚禁盘。

尽管磁囚禁盘的理论已经非常成熟，但一直没有有效的观测证据，其形成过程更是一个未解之谜。中国科学家领导的科研团队，研究了“慧眼”卫星提供的来自吸积流内区的高温气体（热吸积流）的硬X射线观测数据，以及光学望远镜看到的来自吸积流外区的光学辐射和射电望远镜观测到的来自喷流的射电辐射。经过对比后发现，光学和射电辐射分别滞后于硬X射线约17天和8天。

这项研究利用X射线、射电和光学等多个电磁波段的观测数据，描绘了黑洞附近吸积流、磁场和喷流的演化全景，第一次揭示了吸积流中磁场输运，以及磁囚禁盘形成的完整过程。这是迄今为止磁囚禁盘存在的最直接的观测证据，对于研究其他量级的黑洞的相应过程有着巨大的推动作用。

（作者系中国科学院高能物理研究所副研究员）

杭州第19届亚运会9月23日开幕，“智能”是其办赛理念之一。5G、大数据、人工智能等技术的融合创新应用，将为这场体育盛会带来不一样的新体验。由“新技术、新设计、新设备、新材料”融合成的黑科技，不仅为运动赛事的有序进行保驾护航，而且体现了运动之美、建筑之美以及科技之美。

杭州亚运会：科技感「拉满」

□ 莫尊理 尹智宇

“大莲花”每年可减少能耗30%以上

为实现绿色低碳目标，俗称“大莲花”的杭州奥体中心主场馆和游泳馆上方共设置了201个导光管，将室外自然光引入场馆内，每年可减少能源消耗约30%以上。这套导光系统还可自动调节最佳照明亮度和能源消耗量，充分展示了节能环保的理念。

杭州奥体中心网球场被市民亲切地称为“小莲花”。场馆顶棚运用“开闭合旋转原理”，经计算机控制同步张开、闭合。由8片钢结构花瓣组成的顶棚，每片“大花瓣”重160吨，“小莲花”动态旋转启闭的过程，是钢结构悬挑端开闭屋盖技术的内在支撑。绽放在钱塘江畔的“小莲花”彰显了亚运“智能”的理念。

全球首款无介质全息AI机器人“上岗”

全球首款无介质全息AI（人工智能）机器人，提前亮相杭州亚运会场馆。这款AI机器人能够与观众进行实时语音、手势等多维交互，融合了无介质全息技术、大语言模型等科技领域的技术。无介质全息技术是一种全新的信息呈现方式，它通过空气中的微小粒子来承载信息，从而实现全息图像的呈现。这意味着观众可以在没有屏幕或其他硬件设备的情况下看到清晰生动的全息图像。

除此以外，作为杭州亚运会官方合作伙伴，中国电信浙江公司采用分区基站覆盖的方式，首创性推出三载波聚合、时空认知技术，极高效率地调配有限的网络资源，将普适性的标准5G网络，转变为灵活适配和精准保障的服务型网络。同时推出增强现实（AR）智慧运营系统、无人机搭载4G或5G基站，为亚运场馆提供保障。

不用换水的游泳馆

不用换水的游泳馆你敢相信吗？亚运会的游泳馆，表面上看是不用换水的，实际每时每刻都在补充新水。每天，泳池中的水会经过游泳池池壁的出水口，通过毛发收集器、循环水泵加压，进入硅藻土过滤器，进行新一轮的循环处理，再通过回水管道重新进入泳池，就像人的血液在不断地流动、处理、更新，以保证水质清澈。整个过程中，系统还会根据检测用精密计量泵自动添加酸碱液和次氯酸钠溶液，在为水处理消毒提供有力保证的同时，助力场馆节能提效。

体验制作亚运风丝绸

在亚运会推出的生活体验馆中，人们还能体验独一无二的亚运风丝绸制作，核心技术就是数字化绿色印染一体机。它集人工智能色彩管理、无水印花等多项纺织黑科技于一体，可精密计算出每一块面料微小分子所需的染料量，上染率接近100%，从而免去上浆和水洗工艺，让体验者能够很快拿到自己定制的亚运丝绸。

“江南忆，最忆是杭州。”这场科技赋能的体育盛会，通过赛事，不仅生动地讲好智能亚运故事，也向世界展示了科技大国的风采。

（第一作者系西北师范大学教授、博士生导师，第二作者系西北师范大学研究生）

□ 李耕拓

“抓住”后进行研究，不仅能摸清它的“脾气”，而且能更有效地预防和减少雷电的危害，乃至利用雷电。于是，科学家们开始探索人工引雷等一套人工控制雷电的方法。

人工引雷就是在雷电环境下利用一定的装置和设施，在人为指定的位置触发闪电，就像被人“抓住”一样，使本来随机发生的自然雷电在时间和空间可控的状态下进行。引雷火箭是人工引雷的主要工具。

那么，科技人员冒着生命危险“抓住”雷电后能干什么呢？能干的事情很多，除了提高我国雷电灾害防御能力，通过影响天气

防雷电减灾，还可以利用它来育种，特别是利用雷电的能量。

数据显示，一道雷电能抵得过一个小型核电站。一次闪电的功率可达100亿千瓦，是我国葛洲坝水电站发电功率的几千倍。地球每天会有800万次雷电，因此每年全世界的雷电约放出250亿度的能量。而且雷电能源是自然界的馈赠，不会产生任何污染，如果能通过人工引雷将“抓住”的雷电储存起来加以利用，以减缓能源危机，将产生不可估量的价值。

不过，有人认为一次雷电所释放的能量并没有我们想象的那么大，倘若花费巨大的人力物力只得到雷电少量的能量，可谓得不



9月15日，受强雷雨云团影响，广州中南部出现大到暴雨，局部大暴雨。

暴雨过程中时常夹杂雷电。作为一种奇特的放电现象，雷电因灾害风险高而令人敬畏。雷击使建筑物受损乃至坍塌、林草起火、人畜伤亡。雷电还能损毁各种电器设备，干扰和中断电信系统正常运行。在我国，雷电灾害是危害程度仅次于暴雨洪涝、气象地质灾害的第三大气象灾害。

其实，雷电不只是对人类有害，也是一种宝贵资源：雷电合成了大量的天然肥料，为植物施肥，还能加强农作物的新陈代谢，促进农业发展；雷电净化了空气，给植物的生长提供了良好的光照条件，有利于人类健康。雷电还对人类社会产生了巨大的影响：雷电产生的火启发了远古人类认识和利用火，开始习惯了吃熟食，大大提高了体力和智力，延长了寿命，促进了文明的发展；雷电使人类发现了电的作用，利用电能创造了现代文明。

尽管人们早已洞悉雷电的本质，但对雷电发生过程中的很多奥秘仍一知半解，甚至一无所知。因此，人们如果能将雷电

偿失。由于雷电出现的时间和地点存在很大随机性，收集雷电能量的机会并不多，人工引下来的雷电能量还难以储存和应用。由于瞬间放电的电流、电压都很大，雷电的瞬时功率非常强，目前还没有合适的能量储存器能经得起雷击的考验。就算能得到雷电的巨大能量，这些电能也无法进行大容量的储存。

尽管现在利用雷电还有诸多难题，现实中也并没有利用雷电的紧迫性，但这些并不是我们完全放弃研究利用雷电的理由。我们相信，利用雷电的能源终究会有柳暗花明的那一天。

（作者系湖南省科普作家协会会员）