

从地面上拍摄的银河图像。

# 银河系为何在“踩刹车”

■李会超

星系的观察,认识到银河系是一个有涡旋结构的星系:从银河系中心,延伸出了4条螺旋线形状的旋臂,分别被命名为人马臂、英仙臂、猎户臂和天鹅臂。进入上世纪90年代后,通过引力透镜的分析方法,科学家认识到了这4条旋臂之外,银河系中心还存在一个旋转的棒状结构,使得银河系的中心呈现类似花生的短棒形态。像银河系这种既有旋臂、又有旋棒的星系,天文学家将其称为棒旋星系。

银河系的整体自转,是1887年由俄国天文学家斯特鲁维发现的。对于旋转运动的速度,我们既可用线速度,也可以用角速度来描述。线速度指单位时间内物体因为旋转走过的实际路程,而角速度则指单位时间内转过的角度。

比如,我们让2名运动员在圆形跑道上比赛跑步,如果2名运动员跑完一圈的时间一样多,那么两者围绕跑道中心旋转的角速度就相同。但因处于外圈的运动员所处的圆周半径更大、周长更长,跑过一圈后完成了更多路程,因此线速度更大。

随着天文学的发展,人们目前可通过射电观测、造父变星观测等方式,确定恒星绕银河系中心的旋转速度变化情况。对于距离银河系中心较近的恒星,环绕银河系旋转的角速度基本相同,而线速度自然与半径成正比,其旋转方式与旋转中的车轮类似。随着与银河系中心距离的增加,则出现了较差自转现象,旋转的线速度不再发生明显变化,而角速度则变得越来越小。

如果将处于较差自转范围内的恒星看作运动员,那么处在内圈的运动员跑完一圈的用时,要比外圈运动员用时少。

我们的太阳就处在银河系较差自转出现的区域,绕银河系中心旋转的速度高达210公里/秒。不过,由于运动的相对性,居住在地球上的人们对如此高的速度并没有什么感觉。

当牛顿提出物理学上具有划时代意义的力学三定律和万有引力定律时,启发他的是天文学家长期积累的天体运动资料。

在当时的观测资料中,一个天体围绕另一个天体旋转的向心力,可由另一个天体产生的万有引力提供。然而,当天文学家研究银河系的旋转情况时,发现银河系内部发光物质所提供的质量,不足以维持距离银河系中心的恒星应有的旋转速度。也就是说,如果只依靠我们已知的物质形态提供的引力,银河系外部早就“分崩离析”了。

由于牛顿的万有引力定律已经经过诸多现象验证,因此,天文学家们提出了暗物质的猜想。即在银河系中,存在着我们目前未知的一种物质存在形态——暗物质。这部分暗物质提供了足够引力,让银河系外部维持现在的自转速度。

在与银河系“踩刹车”相关的研究中,天文学家使用了欧空局发射的“盖亚”探测器的数据。这个探测器上装备了望远镜、光度计和光谱仪等天文探测常用的仪器。与其他科学目标设计的探测装置相比,“盖亚”探测器在结构和功能设计上,特别适用于精准测量天体的位置和运动。天文学家选取了一类被称为“赫拉克勒斯流”的恒星作为研究对象。从诞生起,这些恒星就沿着银河系旋臂自内向外迁移。

在恒星演化的过程中,原子数比氢、氦、碳更高的重元素,只能产生在比较苛刻的环境中。通过对“赫拉克勒斯流”中恒星的重元素相对含量进

行分析,天文学家发现,它们诞生的地方比现在的位置更接近银河系中心。而进一步的计算分析表明,这些恒星应该是由银河系旋臂旋转速度的变慢,才开始了从银河中心向外迁徙的过程。

那么,让银河系旋臂旋转速度变慢的原因是什么呢?据天文学家进一步研究分析表明,很有可能是银河系内最神秘部分——暗物质晕抢走了本来属于旋臂的角动量,在让自身旋转起来的同时,让我们可观察到的银河系“踩了刹车”。

按照目前的宇宙学和暗物质理论,暗物质并非集中在银河系中心,而是弥散在整个银河系中,形成了暗物质晕。暗物质晕的存在范围,甚至可以扩展到可见的银河系范围之外。虽然我们无法直接观测到暗物质晕的存在,但通过理论分析和超级计算机模拟,已可给出一定程度上自洽的暗物质晕结构和暗物质分布情况。通过对银河系旋臂旋转速度减慢程度的估算,在一定程度上可为探明暗物质晕中暗物质的总质量提供证据。

实际上,如果我们将视角投向银河系之外的宇宙,会发现暗物质让星系“踩刹车”的这种普遍存在于不同星系中。2017年,加那利群岛天文研究所的科研人员发表在《天体物理学杂志》上的一项科研工作,对上百个星系的旋臂旋转速度进行了测量,结果都表明:星系的旋臂旋转速度比我们之前通过理论计算得到的要慢。而对于这一现象,研究人员的解释同样是“暗物质拖慢了星系的旋转”。

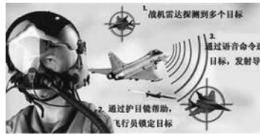
除了天文学界接受的比较普遍的暗物质理论外,对于星系旋转的重力来源也有其他的理论流派。而银河系“踩刹车”的现象,也许是任何一种理论假说都必须解释的现象。

## 科技云

科技连着你我他

■本期观察:李文亚 郭立宏 李佳宝

### “思想头盔”——不出声也能交流



随着科技不断发展,科幻电影中“用意念操控物体”的桥段正在成为现实。近年来,英国等一些国家已开始研发“思想头盔”。戴上它,士兵不需言语和手势就能通过大脑直接进行交流。

“思想头盔”研制的关键是开发出能精确辨别与语言有关的脑电波的软件,进而在头盔中植入传感器来提取相关脑电波。

目前,研究人员正尝试利用传感器和计算机来探测负责存储和处理思维的大脑区域,通过提取脑电波加以分析研究,最终实现不出声的交流。其目标是,开发出嵌入多种扫描技术的头盔,从而能精准特定脑电波,将其转化为词语,然后把这些词语无线传输给无线电扬声器或者士兵的耳机。

### “回旋镖”射击检测系统——听声就能辨方位



“回旋镖”射击检测系统,是国外一家公司为应对战场冷枪袭击而研制的预警系统。该系统通过对袭击者枪口发出的声音和冲击波进行探测,然后对接收到的信号进行记录、识别和数据处理,计算机将给出袭击者的具体方位。

这套系统的使用方式主要为车载式。在一根高高升起的电子桅杆上分布有7个小型高灵敏度麦克风。这些麦克风用于探测各个方向上来袭子弹的枪口爆炸声和发出的冲击波。一旦在以该系统为中心的500米范围内有枪械发射,系统就会计算出子弹的方向、速度和高度,并通过车内扬声器来提醒士兵。

为了应对复杂战场环境下其他噪声对其精度的影响,研究人员还专门引入了辨识软件,以防止因非枪械射击而造成的虚报警报。

### 可穿戴燃料电池——像个微型发电厂



信息化战争中,士兵除携带武器弹药外,还将配备头盔显示器、激光测距仪、卫星定位终端以及高性能作战计算机等。这些设备,每时每刻都需要充足的电量供应。然而,当各式装备的电量耗尽,士兵不得不返回“大本营”给设备充电。

为了解决这一问题,国外一家智能燃料电池公司研制出一款可穿戴燃料电池——M-25燃料电池。

该电池是一种结合了燃料电池系统和直接甲醇技术的可穿戴电源。设备比传统电池轻80%,却像个微型发电厂一样,持续提供72小时最低20瓦、最高200瓦的电能,比美军士兵现在携带使用的供电设备性能高出3倍。

在充电站数量稀少或者距离遥远的环境下,这些电池能保证导航和通信系统在持续数天的任务中正常工作。

## 科学家聊宇宙

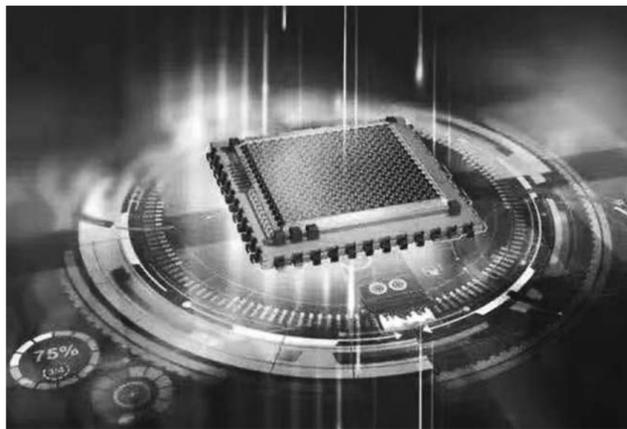
在宇宙中,旋转是天体运动最常见的形式。如我们生存的地球,在自转的同时,还绕着太阳公转。而太阳作为银河系恒星大家庭中的一员,也在“率领”着整个太阳系参与到银河系环绕中心的旋转中。

通过长期的观测分析和理论计算,人们已对银河系的结构和旋转情况有了一定认识。而近期由英国牛津大学、伦敦大学等科研机构的一项最新研究成果表明,从140亿年前银河系中的旋臂结构形成至今,其旋转速度下降了约1/4。研究人员推测,让银河系“踩刹车”的,很有可能是我们至今仍未完全探究清楚的暗物质。

长久以来,人们通过对银河系内恒

# 量子计算机可否取代经典计算机

■张媛达平张远



量子信息技术概念图。

计算机的升级换代,它也取代不了现有计算机。如果有人问:是不是用量子计算机打游戏稳赢?是不是用量子计算机看电影一点都不卡?那么很遗憾,量子计算机目前并不能做这些事,甚至计算简单问题时还不如经典计算机。那种认为量子计算机可以在任何问题上超越经典计算机的观点是有认识误区的。

其次,量子计算机是用来解决经典计算机再怎么升级也解决不了的问题,而不是用更优的方法去解决经典计算机已经能解决的问题。比如走迷宫,每个人遇到一个两岔路口就再喊来一个小伙伴分头走,这个迷宫不用太大,只要所有人在遇到第33个路口还没有找到出口的话,人数就变成了85亿8900万!全地球的人都不够。经典计算所遇到的大困难其实就是指数级增长,也叫作计算复杂性,我们面临的问题虽然是线性增加,解决问题所需要的计算能力却是指数级“大爆炸”。

计算复杂性有个神奇的特点就是非常稳定,就算你优化算法把计算量缩小1000倍,不可解的问题依旧不可解。所以从古代的算盘到近代的机械式计算机,再到现代的晶体管计算机,这些进步只是让每一步算得更快,可该算多少步还是要算多少步,永远不可能像量子计算那样是并行计算的方式。利用万亿次经典计算机分解300位的大数需要15万年,而利用量子计算机只需1秒钟。

第三,要实现通用型量子计算机的量产还有非常漫长的道路。“悬铃木”、“九章”号等量子计算机都只能在一个问题上完胜经典计算机。比如“悬铃木”完成的是“量子随机线路采样”这个问题,200秒钟完成的任务,超级计算机

“Summit”需要一万年;“九章”号完成的是“高斯玻色取样”问题,速度比目前最快的超级计算机“富岳”号快一百万亿倍。

虽然只是“单项冠军”,这些量子计算机的意义却是非凡的。国际学术界把量子计算大概分成三个阶段:第一阶段就是造出一台量子计算机,证明在计算某个具体问题上量子计算机可以超越目前最快的超级计算机,“九章”号和“悬铃木”等完成了这个使命,成为展示量子计算优越性的里程碑。第二阶段是希望实现能够操纵数百个量子比特的计算机,也叫量子模拟器或者专用量子计算机,解决若干经典计算机无法胜任的具有重大实用价值的问题。第三阶段是希望可集成的量子比特数目达到百万量级,最终实现可编程的通用量子计算机。

可以说,在相当长一段时间里,经典计算机并不会被取代,而是与量子计算机同在,解决各自擅长的问题,或者量子计算机与超级计算机合体,加速计算一些特别的问题。

最早的飞机只能飞几秒钟,最早的火车还没有马车快。回顾计算机历史,从图灵用于破译敌军密码的“Bombe”,到用于原子弹研制的“ENIAC”。经典计算机最初也只是用于解决一些特定的重大问题。这些几十吨重的计算机,经过半个多世纪的发展,才变成了今天的模样。所以,对于量子计算机这种完全不同的物理原理诞生下的新型计算方式,我们更应带着科学态度和信心去认知它。

我们的目标是造出有大规模容错能力的通用量子计算机。毕竟,量子时代的“未来已来”,超强的量子计算值得期待。

## 清华园迎来人工智能“女生”

■于童 吴上

### 新看点

新生入学在即,清华大学的一名“女生”发出了一条短视频。视频中,“女生”肩背双肩包,身着T恤衫、牛仔褲穿梭于人来人往的校园里,时而漫步在礼堂前,时而在草坪上安静地读书,最后步入计算机系实验室……

这名“女生”叫华智冰。人们很难想到,和其他同学相比,“她”只是一个人工智能体。

华智冰的问世,是中国首个超大规模智能模型应用的成果,其声音、面容均通过人工智能模型生成。作为中国规模最大的预训练模型,该智能模型包含1.75万个参数,携带2250万GB的数据,可在几个CPU上进行预训练,曾在9个竞赛评测任务中达到国际第一。

按照规划,华智冰将在实验室内不断“深造”,最终成长为具有丰富知识、与人类有良好交互能力的人工智能体。

华智冰说,自己从诞生起,就对文学和艺术“感兴趣”。科学家还给了

“她”清秀的面容和一副好嗓音,教会了“她”吟诗作曲。目前,华智冰还会作画、编程、制作网页等。

华智冰在自我介绍中,还调侃自己的老师曾一度“纠结”是否培养“她”其他能力,但“因为成本太高,需要的图形处理器比他教过的学生还要多”,只好作罢。

研究人员表示,华智冰的诞生,意味着中国超大规模预训练模型研发水平已跨入一个全新阶段。当前,人工智能正由感知智能时代向认知智能时代迈进。华智冰就像一个大模型,是数据与知识双轮驱动的人工智能,其学习能力主要在于从数据中抽取知识,机器可以处理数据,从而实现可持续学习。

作为刚入清华园的“学妹”,华智冰当下目标是学会创作一首歌曲,送给同学们。

未来,逐渐“长大”的华智冰情商商会日渐提高。“她”可在语言生成的过程中作合适的情感表达,甚至可在陪伴、聊天等场景中,带有丰富情感说出自己的见解。

人们有理由相信,华智冰的问世仅是我国在人工智能领域突破的开始。



视频中“华智冰”的形象。

## 科普笔记

“悬铃木”、“九章”号、“祖冲之”号等量子计算机先后问世,人们在欢欣鼓舞的同时,也不禁在问:是不是将来每个人都拥有一台量子计算机?经典计算机会被彻底取代么?

今天,我们就来科普一下。首先,量子计算机并不是经典计