



身边的天文学

地球自转变快 我们要“加速”过新年了?

◎李鉴

今年年初,来自中国科学院国家授时中心、英国国家物理实验室时间频率组等机构的研究人员表示,从2020年的年中以来,地球的自转速率呈加快的趋势。我们知道,地球自转会逐渐变慢,怎么突然变快了?难道说地球也想让2020年快点过去,早些进入2021年?

潮汐使地球自转变慢

地球为什么会有自转?在太阳系形成之初,新生的太阳周围环绕着旋转的气体和尘埃盘。尘埃微粒最开始因摩擦起电而聚集成团,后来又在引力作用下,通过碰撞吸积而增大,这个碰撞的过程,使行星产生了自转。对珊瑚化石生长线的研究表明,在远古地质年代,地球自转速率比现在更快。3.2亿—4亿年前的泥盆纪,当时的1年差不多是400天;6500万年前,1年约为376天。并没有证据表明年长(和地球的公转周期相关)会发生大的变化,因此天数的减少表明在遥远的过去,地球自转得更快。此外,日长由寒武纪时的不足21小时,逐渐增加到了现在的24小时。

导致地球自转变慢的因素是潮汐,它是由于月亮、太阳对地球的引潮力造成的。月亮引发的潮汐要比太阳显著得多。古人很早就发现,第二天涨潮的时间比前一天平均要推迟大约50分钟,这正是每天月亮升起推迟的时间。东汉王充在《论衡》中曾指出:“涛之起也,随月盛衰,大小满损不齐。”

潮汐传播的方向为自东向西,与地球自转方向相反。它会引起海水和浅海海底摩擦,也引发地球内部固体物质的内摩擦。摩擦产生热量并散发出去,消耗了地球自转的动能,就像给地球踩了“刹车”一样,使得自转逐渐减慢。日长每过100年大约增长0.00164秒,而且这一趋势仍在继续。由于地月系统的角动量守恒,在地球自转变慢的同时,地月距离正以每年3.8厘米的速率递增。

什么使地球自转变快

除了极长时间尺度上的缓慢趋势以外,在19世纪20年代,人们发现地球自转还存在短期的不规则变化,快时快慢,一年当中日长的变化幅度可以达到2毫秒。这种变化的原因目前还没有定论,可能来自地幔与地核之间的角动量交换或海平面变化等因素,以及由太阳风力矩或地磁耦合等因素引起。

按照角动量守恒定律,地球的自转角动量基本上是不变的。所以如果地球的质量分布发生变化,就可能改变它的自转速率。以花样滑冰来类比:当冰面上张开手臂旋转着的运动员把手臂收缩回时,她的旋转速度会加快。地球也一样,当物质向更中心聚集时,自转就会变快。例如地震通常会使得大量物质沉降到地下更深处,2011年日本沿海发生9级地震,使日本本州岛向东移动了大约2.4米,并使得日长缩短了1.8微秒。

从2020年的年中开始,地球自转正在加快,一天的时长经常短于86400秒。2020年7月19日这天短了1.4602毫秒——这是有记录以来最短的一天。地球可能正在经历时间跨度为几年到几十年的不规则变化,这些变化或许是地表质量分布的变化引起的。以冰川和冰盖的融化为例,南极冰盖是地球上最大的单体冰块,含有约3000万立方千米的冰,重量大约3万万亿吨,海拔大约在2400米—2700米。当冰盖融化进入海洋时,地球的质量就进行了重新分配,物质相比于之前更靠近中心,地球自转就会变快一点。当然,这个影响是非常微弱的,不会改变自转长期变慢的趋势。

会不会引发闰秒

日常生活中,我们手机、手表等使用的时间,叫做“协调世界时”(UTC)。它的秒长来源于原子时,指位于海平面上的铯133原子基态的两个超精细能级间在零磁场中跃迁振荡9192631770个周期所持续的时间为1秒。原子时由原子钟产生,是目前为止最均匀的计时系统。现在的铯原子晶格钟,稳定度已达 10^{-18} 的量级,相当于160亿年不差一秒!

尽管以地球自转为基准的天文时间(也就是世界时)不如原子时均匀,但我们在导航定位、天文测量和深空探测等各个领域以及日常生活中,还是离不开天文时间。所以天文台在用原子钟保持原子时的同时,还在不断地通过天文观测确定世界时。当它们的时差预测值超过0.9秒时,就在国际原子时中插入1个闰秒,以使二者一致。这个时间系统就是协调世界时。可以这么理解,我们的钟表时间,在宏观上是天文时,在微观上是原子时。秒针以原子时的频率跳动,却必须时刻不离天文时左右。这样协调的意义在于,两种时间的差距始终不会超过1秒,可以使人们的作息与自然节律步调一致。

根据中国科学院国家授时中心寡思研究员的统计,从1958年1月1日以来,协调世界时相对于国际原子时慢了37秒。从1972年协调世界时诞生以来,一共实施了27次闰秒,而且都是“正闰秒”——增加1秒。也就是说,近50年间,地球自转速率一直在减慢。

这次地球自转变快会不会导致史上第一次“负闰秒”?还要看这个过程会不会持续。尽管从2020年年中开始,地球自转比此前略快了一些,而且变快的幅度和持续时间比以往都更大,但截至2020年12月6日,协调世界时仍然比原子时慢了大约200毫秒。而“负闰秒”要求它比原子时快将近900毫秒时才可实施,可见现在下结论言之过早。2021年1月7日,国际地球自转服务组织(IERS)发布第61期C公报,称在2021年6月底不会产生“闰秒”。未来究竟会不会发生负闰秒呢?我们拭目以待。

(作者系北京天文馆副研究员)

通过“宇宙计时器”寻找低频引力波

天文学家已发现疑似信号,但结果尚不能盖棺定论

◎本报记者 刘园园

1月11日,据国外媒体报道,北美纳赫兹引力波天文台(NANOGrav)宣称,其发现了一个可能来源于低频引力波的特征信号,如果被证实,这将是引力波天文学的又一大里程碑。

NANOGrav发现的信号来自遥远的脉冲星。

找到脉冲星信号时间差

“数据中出现的信号令人难以置信却又兴奋。”上述研究首席研究员约瑟夫·西蒙说。

2015年以来,科学家已利用激光干涉仪引力波天文台(LIGO)和欧洲室女座引力波天文台(Virgo)多次探测到引力波信号。疑似低频引力波信号的现身,为何依然令人如此激动?

“LIGO探测到的引力波,频率在几十赫兹到几百赫兹,属于高频引力波。而NANOGrav寻找的引力波信号,频率为纳赫兹,波长跨越几个光年的尺度,属于低频引力波。”张承民表示,从频率来看,两者相差十多个量级。

张承民介绍,探测纳赫兹引力波信号对于研究早期宇宙历史、验证大爆炸理论、获得超大质量黑洞碰撞并合信息、研究星系合并以及进一步研究宇宙各种引力波类型的性质等具有重要意义。引力波被称为时空的涟漪。天文学家不能通

被选中的星可谓百里挑一

据介绍,NANOGrav通过研究47颗旋转最稳定的毫秒脉冲星创建了脉冲星计时阵列。

为何是这47颗脉冲星?因为,并非所有的脉冲星都能用来探测这种低频引力波信号,只有旋转最稳定、被研究时间较长的脉冲星才能实现探测需求。这些脉冲星每毫秒转动百次,具有难以置信的稳定性,如此才能保证探测引力波所需的精度。

“目前,天文学家已发现3000多颗射电脉冲星。

恒星离奇“消失”或源于一场失败的爆发

天闻频道

◎李迪 本报记者 雍黎

最近几天,一个“过去半个世纪大约100多颗恒星离奇消失”的小视频走红网络平台。

视频内容大致为天文学家发现了一个离奇的现象:当他们将一个区域的最新星照与过去的照片对比时,发现该区域内的某颗恒星消失不见。为了加以证实,科学家找了大量20世纪50年代的天文影像资料进行对比研究,结果发现在这半个多世纪中,至少有100颗恒星离奇消失,且不再出现。

目前,针对这一现象存在多种解释。有些人由此联想到地外生命,称地外生命可能会吸收这些恒星的能量,然后化为己用,这时恒星在我们眼中就像消失了一样,可事实果真如此吗?

这是一种未知的天体物理现象

在宇宙中,恒星是最普遍的居民之一。“不过,恒星的寿命不是永恒的,伴随着星系的演化,恒星也会走向死亡,只是这个过程非常缓慢。”中国科普作家协会会员、中国科学技术大学地空学院太阳物理学博士张沛锦说,恒星正常的活动周期非

常长,拿太阳来说,它已经存在几十亿年,可能还会继续存在几十亿年,它会有像耀斑这样的小规模爆发,但是不会在人类能观测到的时间尺度上突然成倍变暗或变亮。

对于“过去半个世纪大约100多颗恒星离奇消失”的小视频内容是否属实,张沛锦表示,“消失”一词并不恰当,或许只是光学观测波段无法观测到它们。

实际上,在2016年,科学家就启动了相关研究项目,通过对比20世纪50年代恒星星表及数据,研究人员发现了大约100颗恒星“消失”。最近,该研究团队又在《天体物理学》杂志上发表了论文,对这一现象给出了不同的科学解释。

来自西班牙加那利群岛阿纳尼亚斯天体研究所的研究人员马丁·洛佩兹·科雷多伊拉在上述论文中表示:“这些恒星‘消失’事件,没有显示出任何有关外星人存在的直接迹象。我们相信这些现象是自然现象,更极端点说,是天体物理现象。”

科学家普遍认为,恒星短期内消失现象是一种未知的天文自然现象,目前只能从科学角度进行多种猜测性说明。

对于恒星“消失”的种种猜测

上述论文中提到,研究团队对此现象给出了4

种科学解释:天体偶尔发出短期剧烈增亮事件在早期巡天中被记录,近期巡天观测时它处于平静期,所以研究人员观测不到该天体;观测对象本身正在快速变暗的天体;恒星突然消失的原因来自于仪器本身,如目镜上存在缺陷点等;天体在快速移动以至于再次观测时不能在其原有的位置被观测到。

当然还有另一种猜测,就是失败的超新星。超新星爆发是宇宙中最明亮的爆炸,它是某些恒星在演化过程中接近末期时发生的一种剧烈爆炸,也是一颗恒星即将死亡的标志。

在超新星爆发过程中,恒星内部会开始塌缩,当到达某一界限,恒星就会喷射出其大部分物质(从氢到铁的各种元素)。根据超新星“生前”的质量,爆发会直接导致两种不同的结果:一种是形成中子星,

需要更多大型望远镜的加入

这个信号是否真的来源于低频引力波?张承民认为:“目前的研究结果还处于初步阶段,暂时不能盖棺定论。”

“这项研究实际上是分析了40多颗毫秒脉冲星的观测数据,是数据处理的结果。计时数据处理方法,毫秒脉冲星的选择对研究结果会产生巨大的影响。要证实确实是低频引力波信号,还需要进一步验证。”张承民说。

他告诉记者,低频引力波的探测需要高精度测量,而且需要长时间的数据积累和数据分析。加入观测的大型望远镜数量越多,望远镜灵敏度越高,数据的质量就越高,可靠的数据积累就越多,进而误差就越小,数据的可靠性也就越高。

张承民介绍,除了北美,目前澳大利亚、欧洲都有望远镜对毫秒脉冲星进行监测。通过全球

要的信号特征。

“脉冲星的运动互相之间本来并没有相关性,但引力波穿过银河系会使它们的运动出现一种相关性或规律性。这项研究是希望把各种噪声排除,把这种规律运动的信息寻找出来,从而找出低频引力波信号。”张承民说。

得到确切结论还需几年

NANOGrav声称,新发现的信号特征已排除一些引力波以外的来源,比如来自太阳系物质的干扰或者数据集中的某些错误等。

为了验证这一疑似低频引力波信号,研究人员必须在不同脉冲星数据之间找到一种独一无二的相关性——两颗脉冲星数据的关联程度和它们相对地球的天空方位有关。但由于信号太弱,目前还没有发现这种相关性的显著证据,增强信号则需要NANOGrav扩展它的数据集,包括数量更多、研究时间更长的脉冲星,这就需要增加望远镜阵列的灵敏度。此外,通过将NANOGrav的数

据与其他脉冲星计时阵列实验的数据汇集在一起,开展国际脉冲星计时阵列(IPTA)合作计划可能会有助于揭示这种特殊的相关性。

目前,NANOGrav正在开发新的技术,以确保检测到的信号并非来自其他来源。他们正在建立一种计算机模型,帮助检测信号是否是由引力波以外的效应引起,以避免错误判断。

“用脉冲星计时阵列探测引力波需要耐心。我们正在分析十几年的数据,但得到确切的结论可能还需要几年的时间。”NANOGrav现任主席斯科特·兰森说。

其他射电望远镜的加入,为研究团队提供更多优质数据,未来是有可能对这项发现进行进一步验证的。

不过也有个不好的消息,在整个研究过程中,NANOGrav利用了美国绿岸射电望远镜和阿雷西博望远镜的观测数据。而305米口径的阿雷西博望远镜最近却垮塌了。

NANOGrav表示,研究团队将寻求其他数据来源,并加强与国际同行的合作。但失去阿雷西博望远镜,还是会对NANOGrav在未来描述这种背景噪声并探测引力波信号造成影响。

“阿雷西博望远镜的精度比较高,它的垮塌使新的数据积累受到影响,加大了验证的难度。未来,研究团队需要联合其他望远镜进行观测,对这项发现进行进一步检验。”张承民说。

而另一种则是塌缩成连光都无法逃逸的黑洞。

那么,失败的超新星指的是什么?张沛锦指出,失败的超新星可以理解为一颗天体可能是极为罕见的、未成形的超新星——在没有爆炸并发生出闪耀的光芒之前,就形成了黑洞。

上述研究团队也在相关论文中指出:“不能排除一些质量较小(因此数量较多)的恒星没有爆炸的可能性,这可能是由于某种其他机制,进而导致‘消失的恒星’比率这么高。”

