

用引力波解开宇宙最深谜团

开启天文学研究新疆域

20世纪80年代中期,Bernard Schutz对天文学领域一个最古老的问题——如何测量从地球到宇宙其他物体的距离,提出了新的解决方案。对于几代人来说,研究人员均依靠一个物体的亮度作为测量其距离的粗略评估。但这种方法存在无尽的复杂性。例如,附近昏暗的恒星可能“伪装”成距离遥远的明亮恒星。

英国卡迪夫大学物理学家Schutz意识到引力波可以提供答案。如果探测器能够测量时空中相互作用的遥远天体产生的涟漪,那么科学家就能得到所需要的全部信息来计算信号的起始强度,以及那些涟漪到达地球所需的距离。因此,他预测,引力波是宇宙膨胀速度的明确标记。

他的想法很好但不切实际:当时没有人能探测到引力波。但去年8月,两颗中子星距今1.3亿年前的合并产生的回响被地球上的引力波探测器捕捉到了,Schutz终于有机会测试这一概念。幸运的是,这一事件发生在一个距离相对较近的星系,产生了比Schutz梦想的更清晰的首个测量结果。有了这个数据点,Schutz可以证明他的技术有望成为测量距离最可靠的方法之一。“很难相信。”Schutz说,“但它就在那里。”

更多类似的合并有助于让研究人员解决目前关于宇宙膨胀速度的争论。在若干设施的帮助下,如美国的激光干涉引力波天文台(LIGO)、意大利比萨斜塔附近室女座引力波天文台Virgo及日本一个类似的探测器,研究人员将很快开始探索更多的合并事件。他们将从太空干涉仪、仍在绘图板上的地面干涉仪,以及其他可能很快产生第一个引力波探测结果的方式中获得更多的洞察。

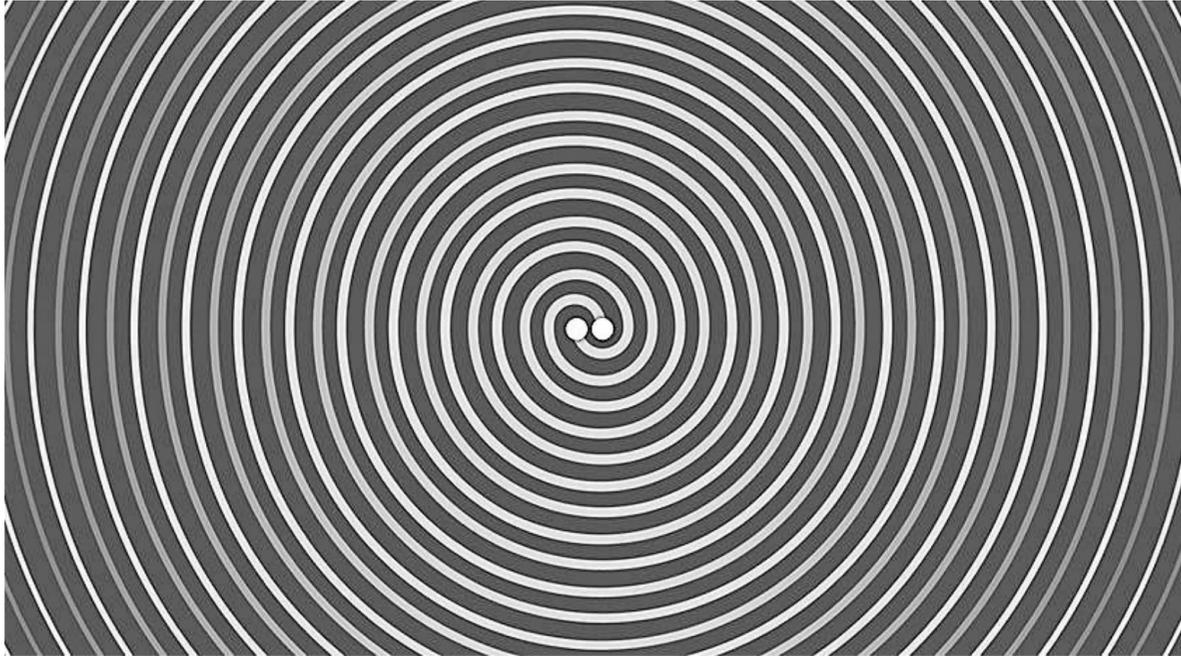
环绕旋转的线索

对于一个尚不足3年的研究领域来说,引力波天文学在以惊人的速度提供各种发现,这甚至超过了最乐观的预期。除了在去年8月发现的中子星合并,LIGO还记录了自2015年以来的5对黑洞合并为更大黑洞的事件。这些发现是迄今为止证明黑洞确实存在,且具有广义相对论所预测的性质的最直接证据。他们还首次揭示了对的黑洞在围绕彼此运行。

研究人员现在希望找出这些配对是如何产生的。当大质量恒星耗尽其内核中的燃料坍缩时,会发生超新星爆发,留下质量相当于几个太阳甚至是几十个太阳的黑洞,每一对黑洞中的单个黑洞就会形成。

有两种主要理论解释类似的黑洞是如何相互环绕的:它们开始时可能是在彼此的轨道上运行的巨大恒星,但在每个恒星变为超新星爆发之后仍然环绕在一起。或者,黑洞可能是独立形成的,但后来由于与其他天体之间频繁的相互引力作用而被驱赶到一起——这种情况可能发生在密集恒星团的中心。

无论如何,这些天体的能量逐渐以引力波的形式分散,这一过程将这对天体拉近一个更紧密、更快速的螺旋中,最终将合并为一个质量更大的黑洞。伯明翰大学LIGO理论学家Ilya Mandel说,如果LIGO和Virgo看到这样的一对融合,通常黑洞开始相互环绕的轨道距离小于于日地距离的1/4。Mandel说:“如果从两个距离更远的黑洞开始,它们将会花费比宇宙年龄更长的时间合并。”



图片来源:《自然》

迄今为止发现的5个黑洞合并还不足以确定哪种形成场景占主导地位。但在对去年8月前三次探测进行的分析中,包括Mandel和伯明翰大学理论天体物理学家、LIGO成员Will Farr在内的一个团队认为,只要再多观察10次,就能提供支持一种或另一种情况的有力证据。

进一步的观察还可以提供关于黑洞形成和恒星演化的一些基本问题的见解。最终,黑洞探测将勾勒出宇宙的地图,就像目前的星系研究所做的那样,麻省理工学院物理学家、LIGO首席设计师Rainer Weiss说。一旦这些数字堆积起来,“我们就可以开始通过黑洞了解整个宇宙,”他说,“天体物理学的每个领域都能从中获得一些发现。”

期待更多细节

为了提高观察结果,LIGO和Virgo都计划提高其敏感度,这不会揭示更多的事件,还会揭示关于每一次合并的更多细节。在全球范围内建立更多的观测站也至关重要。在日本地下深处正在建造的一个探测器KAGRA或将在2019年末开始收集数据。它的位置,尤其是它对入射波的取向,将补充LIGO和Virgo的观测,让研究人员能够确定引力波的偏振,从而编码关于轨道平面方向和螺旋运动天体的旋转信息。印度计划在明年10年内建造另一个天文台,该设施的一部分是由LIGO的备用零件制造的。

观测中子星的合并可能会产生更大的发现。到目前为止,研究人员仅宣布了一个类似发现,即GW170817。几乎可以肯定,这个在去年8月观测到的信号是天文学历史上研究最多的事

件。它一次性地解决了许多长期存在的奥秘,包括宇宙中金和其他重元素的起源,以及 γ -射线爆发的一些原因。

进一步的观察还可以让科学家探索这些物体的内部。例如,中子星被认为是非常致密的天体,可能不会坍缩为黑洞,但它的密度究竟有多大却不清楚。确定中子星的半径可以让物理学家对一些理论进行评估,因为他们预测了不同的“状态方程式”,即连接压力、温度和物质密度的公式。这样的方程决定了物质可在多大程度上被压缩,由此了解一定质量的中子星的宽窄如何,以及类似恒星会有多大。

未来的探测将提供更多的细节。LIGO理论物理学家、宾夕法尼亚大学帕克分校的B. S. Sathyaprakas说,爱因斯坦望远镜——欧洲一个团队所梦想的下一代天文台,将会让物理学家远远超过上限。“我们希望能够将中子星的半径精确到百米级水平。”他说。这样的精确度令人震惊,因为这些天体距离地球数百万光年。

“塞壬”的诱人呼唤

GW170817来自对引力波和光的观测,与此类似的信号可以对宇宙产生巨大的影响。Schutz在1985年计算出,来自螺旋天体的波频或音高,以及音高增加的速率,可以揭示关于天体总质量的信息。这决定了它们的引力波在源头的强度。通过测量到达地球的波的强度(通过干涉仪采集到的信号的振幅),人们可以估计出引力波从源头开始传播的距离。

在其他条件相同的情况下,例如,一个距离为两倍的源头,将会产生一半的信号强度。这类

信号被称为标准警报声,这是对测量宇宙学距离的一种常用方法的认可:被称为标准烛光的恒星有着众所周知的亮度,这使得研究人员可以计算出它们与地球的距离。

在英语中,“警报声”与有着诱惑歌声的女妖“塞壬”为同一个词,如今,标准警报声对科学家的诱惑正像塞壬的歌声一样。通过将GW170817距离地球的距离与该天域星系远离地球的速度进行耦合,Schutz和同事们对哈勃常数(宇宙当前膨胀速率)进行了全新的、完全独立的评估。伊利诺伊州芝加哥大学天文学家Wendy Freedman说,由LIGO、Virgo和其他70个天文台团队在去年10月16日公布的一批论文中的结果,“开辟了宇宙学和天体物理学的一个新时代”。

作为对哈勃常数的直接和独立的测量,标准警报声有助于解决宇宙学家之间的分歧。而通过使用太空干涉仪,如激光干涉太空天线(LISA)——由欧空局计划在本世纪30年代发射的3个探测器项目等,标准警报声可能会成为更强大的工具。在地面上,物理学家也在开始一些“崭新的冒险”,Weiss说。一个美国团队设想了一个拥有40公里探测臂(是LIGO的10倍)的“宇宙探索者”,这将会对更遥远地方发出的信号具有敏感性,或许可以探测到整个可观测宇宙中的信号。

今年晚些时候,随着LIGO和Virgo的重新开放,Weiss愿望清单上的下一个重大发现来自坍缩恒星发出的信号,这也可能是天文学家观测到的一种超新星。他对其他可能的发现寄予厚望。“如果我们没有看到希望的东西,那我将会很失望。”Weiss说。(冯维维译)

科学线人

全球科技政策新闻与解析

美黑人男医生或越来越少



在所有种族和性别中,黑人男性在医疗训练项目中的接受度最低。
图片来源:Pete Marovich/Bloomberg via Getty

尽管美国的多元化举措试图增加少数族裔在科学和医学领域的代表性,但从事此类职业的黑人男性比例已达到历史低点。1986年,57%的非洲裔美国医学院毕业生为男性,但到2015年,这一比例已降至35%,尽管黑人毕业生的总数有所增加。

考虑到种族主义和歧视的程度,“黑人男性很难取得进步”,法明顿康涅狄格大学外科学家Cato Laurencin说。Laurencin主持了去年11月由美国国家科学院、工程院和医学院以及科布研究所(华盛顿特区一个旨在提供消除医疗差异和种族歧视策略的非营利组织)召开的关于该问题的研讨会。

5月18日发布的一份报告分析了导致科学和医学领域黑人男性人数日益减少的因素,并分析了目前的模式和促进黑人男性参与的策略。

尽管与30年前相比,今天有更多非洲裔美国学生进入医学院学习,但这一增长是由于黑人女性接受培训成为医生的人数在增加。在同一时期,非洲裔美国医学学生中男性的比例下降了20%以上。来自美国医学院协会的数据显示,2015年,有41%的黑人男性申请者被医学院录取,这是所有性别和种族中比率最低的。“这场危机不仅在影响黑人,而且在影响美国在科学和医学上的能力。”Laurencin说。

医疗行业的种族多样性有助于解决健康不平等问题。许多研究表明,当他们的医生有相似的背景时,来自少数族裔群体的人会得到更好的照顾。

得克萨斯大学奥斯汀分校教育研究员、法律学者Liliana Garces说:“种族多样性不仅会带来更多的医生,也会让更多训练有素的医生进入到有色人种社区。”她补充说,增加医学院校种族多样性的一个有潜力的策略是减少入学过程中对标准化考试的重视,它最终“不会抓住学生的潜能,只会在学生中助长更多的种族不平等”。(冯维维译)

两巨型望远镜联合寻求资助



在为巨型麦哲伦望远镜的7个直径8米的镜面旋转镀膜之前,一名技术人员在准备玻璃块。
图片来源:Giant Magellan Telescope

由美国领头的两个巨型望远镜项目相互竞争了近20年,5月21日,两者宣布已达成战略合作协议。在智利建造的25米望远镜巨型麦哲伦望远镜(GMT),和支持者希望在夏威夷莫纳克火山顶建造的30米望远镜(TMT),均未完全获得它们所必需的合作伙伴和资金。现在,两者将共同致力于获取美国国家科学基金会的资助,该基金会可帮助这些项目追赶第三个巨型望远镜项目——将于2024年开始运行的39米的欧洲巨型望远镜(ELT)。这是一项结束一场冲突的具有历史意义的和平协议,该冲突导致资助方产生分歧,并让两个项目被拖延。

英国伦敦大学学院天文学家、TMT项目原负责人Richard Ellis说:“原来的分歧让美国天文学倒退了10年。”加州帕萨迪纳市GMT副理事长补充道:“让我们渡过难关吧。现在是时候遵循一个愿望让这两个项目走到一起了。”

这一合作伙伴计划近日被GMT委员会批准,而TMT委员会在今年4月也已批准,它让两个项目制订了一项联合计划——允许任何机构的天文学家使用两个望远镜;而根据先前的计划,观察时间只对提供资金的国家或机构的研究人员开放。两个项目正在讨论把每个望远镜至少25%的使用时间让给非合作伙伴,并通过一个竞争过程,由美国国家光学红外天文中心管理。国家光学红外天文中心为一个联盟组织,将在2019财年的某个时刻取代位于亚利桑那州图森的美国国家光学天文台(NOAO)。

望远镜支持者希望公共访问计划有助于说服政府至少支付这两项设施总成本的25%,该成本已达10亿美元。“有许多达到10亿美元级的科学项目。”NOAO主任David Silva说,“我们希望的投资额度与此类似。”(晋楠译)

DNA:警察手中的双刃剑

德国新法律引争议

位于慕尼黑的德国巴伐利亚州议会于5月15日通过了一项存在争议的法律,新法律将让该州警察拥有使用法医DNA分析的权力。这是德国第一项允许当局用DNA帮助确定未知嫌疑人的特征如眼睛颜色的法律。

新DNA法律是一项更广泛法律的一部分,该法律已经引起对广泛的监督权力的批评,它赋予国家警察权力,调查他们认为是“迫在眉睫的危险者”——这些人不一定犯罪,但可能计划这样做。

此次举动在一定程度上是由2016年末弗莱堡的一名医科学生被强奸和谋杀引发的。来自阿富汗的一名寻求庇护者被判犯有谋杀罪,并被判处终身监禁。但一些权威人士指责称,如果当时能利用追踪DNA预测嫌疑人的长相,就可以更快地缩小搜索范围。现有联邦和州法律允许调查人员将DNA仅用于寻找犯罪现场证据和潜在在罪犯之间的精确匹配,无论是在已知罪犯还是在犯罪嫌疑人的数据库中。

2017年,联邦当局提议允许调查人员进行更广泛的DNA分析,但在批评人士呼吁对该技术的利弊展开更广泛的道德辩论后,该项提议陷入了僵局。一位批评人士,来自弗莱堡大学的技术研究教授Veronika Lipphardt指出,弗莱堡谋杀案中的关键证据是DNA分析无法提供的:一缕有着常见染色模式的头发,根部呈深色,末端为浅色。警方用犯罪现场附近有电车上使用的监控录像找到了一名具有相同染色模式的嫌疑人。

在巴伐利亚,执政的基督教社会联盟决定进一步扩大DNA的调查用途。具体来说,新法



约3万人近日在德国慕尼黑街头示威,抗议一项法律赋予警察新的权力。
图片来源:Michael Dalder/REUTERS

律将允许执法人员分析追踪DNA样本的基因标记,帮助确定头发颜色、眼睛颜色、肤色、年龄和“生物地理祖先”。

一些分析人士担心,扩大DNA使用可能会产生问题。例如,Lipphardt等人警告说,虽然法

医DNA分析背后的科学是可靠的,但它仍然存在巨大的不确定性,很容易被警察和公众误解。“支持者认为这是最安全、最可靠、最客观的技术。但他们夸大了数字确定性。”她说,“这就给人留下了这个人是什么种族或者他来自哪里

的明确印象,但这是不真实的。”

柏林自由大学法学教授Carsten Momsen表示:“以负责任的方式使用它,需要进行大量的警力培训。”他担心该技术会导致对少数族裔群体的不准确分析和定位。

荷兰鹿特丹伊拉斯谟大学医学中心遗传学家Manfred Kayser致力于开发新法律所允许的若干种技术,他表示这些技术已经在法国、荷兰和英国成功应用。“必须有教育和培训。”他说,“要有能力处理概率问题。”但他表示,警方正在不断衡量不同类型的证据,并评估其可信度。“如果蓝眼睛的概率是95%,那么就可以据此计算。”他说,而如果一个概率较低(这在绿色、棕色或黑色等眼睛颜色中非常常见),那么调查人员至少会意识到这种不确定性。相反,他指出,“即便有目击者的证词,你也不知道那是还对还是错。”

该法律在其他方面也遭到强烈反对。据估计,目前有3万人在慕尼黑抗议该措施,这是近年来该市规模最大的示威活动之一。该州领导人表示,新监督力量是必要的,可以阻止潜在的大规模枪击、恐怖袭击和跟踪者的暴力行为。然而,反对党和其他组织则表示,新法律在允许警方拦截邮件、侵入电子通讯,甚至使用无人机追踪他们认为可疑的人等方面做得太过了。在此之前,官方在采取这些措施之前必须证明一个人构成了“具体威胁”。

该法律的反对者表示,他们将在法庭上挑战新的措施。观察人士称,如果该法律能够禁得住那些挑战,其他州和联邦政府也有可能采用类似的措施。(晋楠译)