



利文斯顿市的 LIGO 引力波探测器 图片来源: Michael Fyffe

物理学:“波”的未来

全球最大引力波天文台蓄势待发

在美国巴吞鲁日市东边的路易斯安那沼泽中,每日例行的搜寻引力波的研究直到下午才能正式开始。在早晨就开展研究是注定要失败的,因为附近充斥着州际公路嘈杂的车流、火车的呼啸声和伐木工人手中时断时续的锯木机伐木声。

路易斯安那州立大学物理学家 Ryan de Rosa 很清楚有一个漫长夜在等着他。Rosa 与其他 6 名科学家和工程师正在努力完成对探测器的升级工作,以便完全掌控位于研究设施中心位置的红外激光束。通过精确控制激光束的投射方向以及准确测量光束穿过的距离,激光干涉引力波天文台(LIGO)小组希望观测到引力波产生的与众不同的振幅。爱因斯坦曾于近 100 年前预测,时空中存在引力波,但是引力波产生的振幅非常微弱,到目前为止还没有研究者能直接探测到它。

另一组来自汉福德核设施的研究小组将于近日抵达 LIGO 的驻地。该小组使用与 LIGO 同样的研究设备,如果两个研究小组能够强强联合,联通后的设备将价值 6.2 亿美元,能够在明年开始收集资料。升级后的设备将是世界上对引力波最敏感的探测器,很有可能帮助 LIGO 成为第一个直接探测到引力波的研究小组。

围绕着引力波的探测,研究者之间的竞争十分激烈,因为直接探测到引力波将开启天文学研究领域的新时代。天文学家称,找出引力波的来源将给予他们新的研究方法,以探究黑洞碰撞、恒星湮灭及时空振动的秘密。引力波是打开动态宇宙研究的一扇窗。

无处不在却无影无形

理论上说,地球充斥着引力波,这些引力波可以来自任何打破宇宙时空稳定的事件,就如同地震时产生的地震波一样。一颗正在走向灭亡的恒星会不断发生爆炸成为超新星,在爆炸过程中会释放出大量引力波。并不非常均匀的高密度物体释放出的引力波则相对更加富有节奏,例如自旋速度极快的中子星。其他能够产生引力波的来源可能还包括黑洞和相互

环绕的中子星,它们会在运动过程中不断地彼此接近,最终爆发毁灭性的碰撞。

1992 年,在经过数十年的规划、修改及原型设计后,美国国家科学基金会(NSF)决定拨款 2.72 亿美元(2008 年的美元购买力为 4.2 亿美元)建造专门用于引力波探测的干涉仪,并将之命名为 LIGO。该计划需要两台一模一样的探测器,相互间隔数千公里,以便形成交叉探测阵列,增加准确性。其中一台布置在华盛顿,另一台就布置在路易斯安那州利文斯顿市。

LIGO 的问题在于,它究竟能够对引力波观测到什么程度。物理学家 Rainer Weiss 说:“当我们初次提出 LIGO 计划时,唯一的观测源就是超新星。我们认为可以通过观测超新星从而每年探测到 1 次,甚至 10 次引力波。”但是,升级后的电脑模拟给出了更加精确的答案,研究者每年有可能观测到的引力波数量波动远远低于原先的预期。即使有一颗超新星距离地球很近,但研究者仍然可能什么也探测不到。

另一个担忧则指向中子星,研究者担忧 LIGO 难以从状态极不稳定的中子星上直接观测到引力波。马里兰大学理论天体物理学家 Cole Miller 曾于去年主持 LIGO 的外部科学顾问小组,他说:“研究者曾经对一些引力波来源的探测感到乐观,但实际情况却不是那样。”

但无论怎样,随着时间的推移,引力波探测正在不断取得进展,LIGO 的科学家对通过观测中子星探测引力波一事越来越乐观。他们认识到,当这些恒星相互碰撞时,它们会释放出纯净的、易于被探测到的引力波信号,而 LIGO 对信号的敏感程度足以保证不会让这些信号从眼皮底下溜走。因为,即便在 LIGO 设备还未升级时,一样能够探测到距离地球 20 百万秒差距(6500 万光年)的两颗中子星相互碰撞的信号。

经过本次升级后,LIGO 对引力波信号的敏感程度将稳步上升,最终将提高 10 倍。因此,升级后的 LIGO 的观测距离将不再局限在 200 百万秒差距,而是提升到 150 百万秒差距甚至 200 百万秒差距。这使得 LIGO 能够观测的宇宙范围增加了 1000 倍,并极大提升了直接探测到引力波的几率。

“吵闹的邻居”

噪音问题在利文斯顿市尤其突出,此外,探测器数公里外就是车来车往的州际公路和铁路线。调查显示,早在 1988 年研究者就警告过噪音对研究的负面影响,但问题其实并没有报告中显示的那般不可调和。路易斯安那州参议员、来自民主党的 Bennett Johnson 正在力促 NSF 为 LIGO 拨款,帮助项目平稳运行。对于引力波探测,利文斯顿市实际上有诸多优势:地震很少,有大量平原地形。此外,附近的路易斯安那州立大学已经成立了一个由引力波物理学家组成的研究团队,LIGO 随时可以获得物理学家的支持。LIGO 项目的规划者认为,以上这些优点足以弥补噪音带来的缺点。

对于噪音问题,特别需要指出的就是伐木作业。利文斯顿实验室高级研究员 Brian O'Reilly 认为,伐木作业对于 LIGO 项目来说是一种长期毒药。他时常会走到窗边,向着外围被伐木工人“清空”的场地愤怒地挥舞着手臂。O'Reilly 说:“我们不能对伐木公司说必须停止作业,以保证我们可以顺利地探测引力波。”不过,伐木作业并不会天天进行,且经过长期相处之后,LIGO 的工程师已经学会调整仪器的频率以规避噪音带来的影响。

升级后的 LIGO 将配备强力红外线激光,外加一套回收系统,提升探测器对光子的敏感性,并促使探测器更加高效地探测引力波。因为对于探测器来说,能够探测到的光子数量不是越多越好——光子数量越多,白噪音效应就越大,过高的噪音会毁掉探测到的信号。

LIGO 实验室执行主任 David Reitze 透露,如果 LIGO 项目一直运转良好,升级后的 LIGO 第一期项目将于 2015 年末正式开展。第二期项目将在 2016 年至 2017 年开展,届时很有可能取得突破性进展——首次直接探测到引力波。Weiss 特别指出,2016 年是爱因斯坦在论文中提出引力波概念 100 周年,如果在 2016 年探测到引力波将是一份最好的纪念礼物。第三期项目将于 2017 年至 2018 年开展,届时将

“围绕着引力波的探测,研究者之间的竞争十分激烈,因为直接探测到引力波将开启天文学研究领域的新纪元。”

十分准确地锁定引力波信号。

全球竞争

在利文斯顿市周围还有其他几个研究小组也在尝试探寻引力波,并且都有实力抢在 LIGO 之前发现引力波。引力波与光一样,混杂在多种频率的波长之中,在射电望远镜和 X 射线望远镜中呈现出多种现象,因此引力波的探测工作也应当通过多种波长来寻找。麻省理工学院物理学家、LIGO 负责人 David Shoemaker 说:“每一个研究团队都有与众不同的亮点。”

今年 3 月,引力波研究迎来了新高潮,位于南极点的研究者报告称,他们利用 BICEP2 望远镜探测到了宇宙大爆炸后最初几个月放射出来的原初引力波。原初引力波遍布整个宇宙,其波长远远超出 LIGO 能够探测的范围。BICEP2 小组最初报告称接收到了强烈的信号,但当论文于 6 月正式发表时,他们承认不能完全排除引力波信号来自宇宙尘埃的可能性。

在世界其他地区也布置有类似的探测设备,德国汉诺威就有一套名为 GEO600 的干涉仪,虽然比 LIGO 的干涉仪在敏感性上差了很多,但当引力波真的产生时,有一套干涉仪总比一套也没有强。5 月份的经历证明了这一点,当时美国宇航局(NASA)的斯威夫特太空望远镜报告称,在附近的仙女座星云内发现高能量喷发信号。虽然最终证明这是一次误报,但假设真的有恒星爆炸毁灭,LIGO 将会错过千载难逢的观测良机。路易斯安那州立大学物理学家兼 LIGO 科学合作发言人 Gabriela Gonzalez 说:“如果我们没能在信号消失之前打开干涉仪,那对我来说将是一场噩梦。”

升级后的 LIGO 将有充足的资金一直保持运营直到 2018 年 10 月。有科学家透露,即便届时 LIGO 没有完成预定目标,对它来说,从 NSF 拿到下一个 5 年的运营资金几乎没有任何问题。若能通过升级降低高频率下的噪音,那么 LIGO 对引力波的敏感性还能进一步提高。目前,LIGO 未来的命运牢牢地掌握在 Rosa 及其同事手里。(段歆涛)

科学线人

全球科技政策新闻与解析

政事

新能源设施将在美国留下大量碳足迹



根据一项新的评估,美国新能源发展可能会占用约两倍于缅因州的土地面积。专家在北美洲保护生物学代表会上表示,建设新煤矿、油气井以及太阳能与风能农场预计需要 17.5 万~25 万平方公里的土地资源,这样的“能源扩张”会让野生动物栖息地保护变得更费力。

“逐个定位这些能源基础设施将会是一件极具挑战的事情。”耶鲁大学景观生态学家 Anne Trainor 表示,她正在与明尼苏达州的另一位研究人员 Josephine Fargione 进行相关评估。“但这对于我们了解不同模式下所需要的空间大小以及权衡不同能源资源的比例都非常重要。”

研究者为此对 4 种模式进行了探索:一种是照常模式,在能源发展趋势上没有太大变化;一种是油气资源增加,燃料发挥更大作用;一种是有限的碳消耗,包括政府对化石能源温室气体排放的管控;一种则是未来可再生资源,包括太阳能、风能以及生物质能源产量的增加。他们随后评估了到 2040 年每种能源,包括公路、输送管线等在可能需要的土地面积。

据估算,最大的新能源足迹与未来可再生能源的增加息息相关。部分原因是太阳能与风电场都需要大面积的土地,不过,Trainor 表示,一旦安装后,这些可再生能源提供电能无疑将不再需要消耗新的土地面积,不像煤矿或是油气井。

最小的足迹与油气利用增加相关,需要大约 17.5 万平方公里的土地面积,因为化石能源储存相对集中,可以提供大量能源,但是这些能源往往持续时间有限,一旦开采完毕,矿工与钻井工们又得挪地。有限的碳消耗模式需要占用 20 万平方公里的土地,而照常模式则要占用 19 万平方公里。

研究者还在继续推敲这些数字,但即便是这些初步的研究结果也会对决策者有所裨益,米苏拉市蒙大拿大学生态学家 Brady Allred 说:“把这些不同的能源类型放在统一的框架下考量,有助于比较它们的碳足迹以及衡量未来的发展。”(鲁捷)

人事

马航 MH17 遇难科学家 曾将艾滋病治疗带给穷人



Joep Lange 图片来源:Merlijn Doornik

“为什么我们经常讨论药物分配问题。实际上在非洲,没有一个地方没有冰啤酒或冰可乐。”Joep Lange 在 21 世纪初举行的国际艾滋病(AIDS)大会上提到。

这位荷兰阿姆斯特丹大学临床病毒学家不幸于 7 月 17 日马来西亚航空公司 MH17 悲剧中遇难,他与其他数位代表正前往澳大利亚墨尔本参加第 20 届国际艾滋病大会。自上世纪 90 年代初以来,Lange 就开始致力于将艾滋病病毒(HIV)药物带到世界最贫困国家。2002 年至 2004 年间,他曾担任国际艾滋病协会主席,负责组织 HIV 研究界最大最重要的年度会议。

1996 年,Lange 与同事在泰国联合创建了临床试验网络,以检测为中低收入国家 HIV 感染者提供抗逆转录病毒药物的可行性。HIV 荷兰澳大利亚泰国联合调查(HIV-NAT)已经完成了 68 项研究。Lange 致力于 HIV 药物抗药性研究——抗逆转录病毒药物在预防母婴传播和管理 HIV/AIDS 其他问题方面的作用。他的研究帮助确立了利用多重抗逆转录病毒药物治疗患者,这种疗法目前仍是标准疗法。他还是《抗逆转录病毒治疗》期刊的联合创始人。

2000 年,Lange 在阿姆斯特丹帮助启动了非营利组织——PharmaAccess 基金会,为撒哈拉以南非洲地区提供抗逆转录病毒药物。这里饱受 HIV 的困扰,并且大部分患者仍未得到治疗。“我有幸与 Joep 共事超过 20 年。”HIV-NAT 联合创始人、澳大利亚新南威尔士大学 AIDS 研究专家 David Cooper 说,“他对 HIV 研究和治疗的贡献无法估量。”PharmaAccess 总经理 Onno Schellekens 也表示:“这是一个巨大损失。我们极为悲痛。Joep 对 AIDS 治疗和世界健康的贡献是开创性的。”

“他非常无私。他相信我们会带来巨大的科学进步,并且人们能从中获益。”英国伦敦大学学院病毒学家 Robin Weiss 说。(张章)

“我们想与更多人打交道”

巴西原始部落走出丛林



2010 年,一个原始部落的居民在看飞机飞过。 图片来源:GLEISON MIRANDA

庞大的亚马逊雨林保存了世界上最密集的原始部落,FUNAI 指出,其中至少 70% 位于巴西亚马逊地区。很多部落与外界接触极少,在 19 世纪末 20 世纪初的巴西橡胶热时期尤为如此,当时的割胶工人时常驱赶和奴役土著居民。在那之后,一些部落迁移到亚马逊更偏远的地区,并中断了与外界的所有联系。

目前尚不清楚这个位于恩维拉河上游地区的部落为何选择结束长期的隐居生活。FUNAI 野外考察团队正在鉴定该部落的语言,而无暇顾及它的历史,他们目前正在寻求语言学家的帮助。

不过,政府官员认为该部落有很大可能是

从 300 公里外的秘鲁(其中包括穆鲁纳瓦自然保护区和上普鲁斯国家公园)迁移而来。尽管该地区受到书面形式的保护,但非法伐木工人仍在这里修建了公路和大本营,以便砍伐珍贵的桃花心木。伐木工作虽然是有选择的,但重型机械可能会吓跑野味——它们是部落居民的重要食物来源。

另外,里士满大学地理学家 David Salisbury 和亚马逊上游保护区执行理事 Chris Fagan 也表示,可卡因交易也在蚕食保护区。毒品交易者在这里设置基地生产古柯膏,而且全副武装的毒贩现在使用部落传统迁移路径将毒品运到亚马逊河支流,随后送往巴西。“近年来,在普

在一份简明扼要的 1 页纸声明里,巴西印第安事务部(FUNAI)透露,一个位于亚马逊地区的与世隔绝的部落刚刚迈出了重大和潜在的悲剧性一步。这个部落位于茂密的热带雨林深处,沿着阿克里州恩维拉河上游分布,6 月 29 日,该部落欣然接受了巴西政府科学家的光临,并与外部世界进行了和平接触。

这次“会面”并非完全令人意外。自 1996 年起,巴西便首次开始与隔绝部落进行正式接触。今年 7 月初,处于恐慌中的部落居民至少向巴西政府发送了两次无线电信息,提到一群由 35 个陌生人组成的暴徒袭击了他们的庄稼,并试图偷走砍刀和其他工具。察觉到潜在的麻烦,FUNAI 派出了一个专家小组,其中包括医务工作者和人类学家 José Carlos Meirelles (阿克里州政府土著事务顾问)。

美国亚利桑那州立大学人类学家 Kim Hill 指出,FUNAI 的快速反应可圈可点,他曾对亚马逊雨林部落进行了广泛的实地考察。自 1987 年以来,该机构采取了无接触政策,除非部落生存受到了威胁。Hill 指出,这正是该部落面临的情况。“两个当地部落间存在严重的暴力威胁,介入调停可能会消除危险。”他说。

但 Hill 和其他人仍深刻担忧着这些部落的未来,因为它将面临外来者带来的新疾病和资源消耗问题。秘鲁学者 Beatriz Huertas Castillo 在 2004 年的一份报告中提到,伐木工人将流感、百日咳和其他疾病带到了秘鲁亚马逊地区新与外界接触的纳瓦人部落中,1983 年~1985 年,60% 的纳瓦人死于这些外来灾难。