

·科学人物·

凡间天才——爱因斯坦

1955年4月18日凌晨,76岁的理论物理学家阿尔伯特·爱因斯坦在美国普林斯顿病逝,为其进行尸检的医生托马斯·哈维确认爱氏死于主动脉破裂。按照逝者遗嘱,尸体当天下午即被火化,其时只有几位最亲近的朋友在场,没有公开葬礼,没设墓地,骨灰被洒在秘密地点——爱因斯坦不希望自己的墓地日后成为众人朝拜之地。

不知能否算作幸事,爱因斯坦的身体没有被完全火化。哈维在解剖遗体时自作主张地取出爱氏的大脑,将其切片保存,并在多年后分送给一些医学研究机构和研究人员以供研究,看它与常人有何不同,研究结果时见发布,结论似是而非;2013年,美国费城马特博物馆也将馆藏的46块爱因斯坦的大脑切片放在显微镜载玻片上以供永久展览。这些故事听上去难免悚动,却也显示出人们对于爱因斯坦这颗天才大脑经久不衰的浓厚兴趣。

虽然没有墓地可以寄托人们对于爱因斯坦的崇拜和追忆,但从不需要被刻意想起,爱因斯坦的形象已像“科学大神”一样永驻于人们心中:一头纷乱的白发,静谧深邃的眼神既充满玄妙似乎又充满童真。在一些重大的物理学进展面前,比如科学家宣布探测到引力波这样的时刻,人们对于爱因斯坦的崇拜和热爱更是在心中翻滚升腾,一次次如狂潮般涌来。2016年2月11日,美国激光干涉引力波观测台(LIGO)实验团队宣布直接探测到了引力波的消息迅速搅动了科学界乃至更广泛社会的一池春水,作为广义相对论的最后一个预言,它再次验证了爱因斯坦在100年前所显示出的天才智慧。

广义相对论方程 写在纸上的引力波

今天造成轰动的引力波,源于100



爱因斯坦,1912年

年前爱因斯坦在广义相对论方程中发现的一组解。

1915年,36岁的爱因斯坦做出了他一生最重要的成就——广义相对论,为人类“建构”了一个全新的宇宙。

爱因斯坦之前,另一位“科学大神”牛顿认为,时间和空间分别具有绝对的存在性,宇宙的基础是万有引力定律,所有物体互相之间都有引力,引力强弱跟它们的质量大小成正比,跟物体之间的距离成反比。牛顿的宇宙观,用来解释普通万物堪称完美,但是科学家渐渐发现,在遇到强引力场时,万有引力并非完全正确。很多现象如光线通过强引力场时发生弯曲、星体过重后会产生黑洞等无法得到解释。

1905年,26岁的瑞士伯尔尼专利局技术员爱因斯坦首先提出狭义相对论,拓展和修正了牛顿的时空观,他主张时间与空间不再独立不依,而是构成了一个时空结构。很快,他认识到狭义相对论在两个意义上是不完备的:首先它规定任何物理相互作用的传播速度都不能超过光速,这与牛顿的引力理论相冲突,后者认为引力在远距离物体之间瞬时发生作用;其次,狭义相对论只适用于匀速运动,而不适用于加速运动。于是爱因斯坦又开始向自己毕生的代表作广义相对论进发。这次的努力是艰

苦的,直到1915年11月,36岁的爱因斯坦才利用黎曼几何完成了广义相对论。广义相对论不仅让四维的时空结构成了物体和事件的容器,也让其有了自己的动力学。由于有物质的存在,时间和空间会发生弯曲,而后者也会影响物质的运动,正所谓“物质决定时空如何弯曲,时空决定物质如何运动”。

广义相对论有3个著名的预言,分别是水星近日点的进动、引力红移和引力场使光线发生偏折。这3个预言都得到了验证。1916年,爱因斯坦在广义相对论的框架下又预言了引力波的存在:他发现自己提出的广义相对论方程有一组解,和电磁波的性质类似,以光速传播。他在论文中称之为引力波,它是时空受到扰动产生的能量传播形式,不过他也当即指出,引力波非常微弱,甚至可以忽略。

广义相对论方程中一组偶然发现的解,其存在与否先是被科学家们讨论了数十年,继而又被后来者寻找了数十年。其间,科学家通过对1974年发现的脉冲双星系统的长期观测,间接地探测到了引力波,这项工作获得了1993年的诺贝尔物理学奖;但引力波存在的直接证据一直没有找到。爱因斯坦可能不会想到,100年后,一个千余人的科学家团队终于宣布直接探测到了当初自己写在论文里的引力波,并且引发了一场全世界讨论引力波的大热潮;引力波也已被21世纪的科学家们视为研究宇宙的一扇极其重要的新窗口。

成就背后:从经验主义到唯理论主义

有观点说,如果1905年,爱因斯坦提出狭义相对论时还是一位经验主义者时,到1915年提出广义相对论时,他已经成为一位唯理论主义者了。这个观点可能不够全面,但也非常有力地反

映了支撑爱因斯坦走向成功的哲学。

哈佛大学教授丘成桐曾经在《几何与广义相对论》(发表于《科技导报》2015年第22期)一文中写道,在19世纪有两个重要的实验,第一个是Morley-Michelson的实验,这是一个划时代的重要实验,它证明以太不存在,并且在真空中,光速在任何参照系下都是不变的。这个实验和麦克斯韦方程组在罗伦兹变换下不变的性质一起成为1905年爱因斯坦建立狭义相对论的基础。此外,爱因斯坦自己也多次声称,他的相对论之路始于16岁时的一个思想实验,即以光速追赶一束光会怎么样,这导致了一个“悖论”,这在接下来的10年里一直困扰着他。

爱因斯坦对狭义相对论的发现建立在十年的思想历程和个人体验之上。知名传记作家沃尔特·艾萨克森说,“我认为,最重要的当然是他对理论物理学有着深刻的理解和领会。此外,他构造思想实验的能力也助益甚多。再有就是他从休谟和马赫那里获得了一种针对无法观察到的事物的怀疑论,这种怀疑论也因其天生的质疑权威的反叛倾向而得到加强。”

不过,10年之后,较之经验的作用,爱因斯坦已经转而更加信任一种数学进路,他更加强调方程的简洁和优雅。

在向广义相对论进发的10年艰苦路途上,爱因斯坦在1908年得到一个重要启示,他的老师闵可夫斯基将狭义相对论几何化,找到一个以罗伦兹群为等距变换群的黎曼空间,恰巧可以解释狭义相对论的一切现象。由此也启示爱因斯坦要引入数学中的张量概念,随后他不断地找几何学家帮忙,尤其是在最后冲刺的关键阶段,得到老同学、数学家格罗斯曼的帮助,最终完成了广义相对论方程。

既然这种数学进路能够使广义相对论受益,那么“我们就有理由相信,自然乃是可能设想的最简单的数学观念的实现。”爱因斯坦此后坚持了这样一种深刻直觉,认为这是上帝创造宇宙的方式。“我确信我们可以借助纯数学构造来发现将它们彼此相连的概念和定

律。”这种思想后来也指导着爱因斯坦执着地探索统一场论多年。

从经验主义到唯理论主义的哲学思想变化,在爱因斯坦的终身代表作——广义相对论的提出中发挥了重要作用,不过也在爱因斯坦后期的工作中多少产生了一些阻碍,比如后期对量子力学长达30年的抵制,因为他一手促成的量子力学正在变成一门建立在不确定性和随机性之上的新力学,而爱因斯坦则是一位“对自然和谐充满敬畏的叛逆者”,他一心想把量子力学收入统一场论中,不过直到逝世也未能成功。

一位凡间的天才

爱因斯坦当然是位天才,他将想象与智慧有机结合,改变了我们对宇宙的理解,开创了一个新的时代,至今我们都仍然生活在这个时代中。从光子发射到宇宙膨胀,爱因斯坦的理论在现代科学中无处不在,今天的各项技术如激光、原子能、光纤、半导体、太空旅游等都要追溯到他的理论。不过长期以来,我们习惯于仰视他的成就与光环,忽略了他作为一位凡间天才的非常吸引人的真实一面。

爱因斯坦是一位充满好奇心、富有激情、具有不屈服和叛逆的天性又超然于世的人。他小时候就纳闷为什么指南针会指向北,并且充满热情地研究磁场;16岁时,他就思考假如追赶一束光会怎么样,而这成为相对论的发源;他喜欢拉小提琴,喜欢在人群中演奏音乐;他在大学期间就表现出叛逆的天性,甚至一度与老师水火不容;他不迷信甚至蔑视权威,思考不受外界影响,想象力的驱策能让他从传统观点的束缚中解放出来。

在科学世界,爱因斯坦不是上帝,他也曾经想否认引力波的存在,最终被证实是计算中出现了一个错误;他否认黑洞的存在;他一手促成量子革命,后来又长期抵制量子力学。他长期保持思考,有独立见解,所以常常进行自我的思维角力,这些现在看来对于一位“科学大神”来说并不完美,但却显得十分动人。

在私生活中,爱因斯坦也一样有着真实甚至有时充满琐碎的人生。早在大学时期,英俊的爱因斯坦疯狂地爱上了班里唯一的女同学米列娃,她身材矮小、相貌平平、有些跛足,但爱因斯坦因为她心智成熟,对科学充满热情而迷恋她。在父母的反对和前途未卜的压力之下,他尽力周旋,最终结婚。可惜这段婚姻没有陪伴爱因斯坦一生,在广义相对论提出前后,爱因斯坦还在与米列娃交涉分居事宜,最终以赠送可能会获得的诺贝尔奖金为筹码完成了离婚拉锯战。早在离婚前,爱因斯坦已经与长他3岁的表姐艾尔莎在一起,后者几年后成为他的第二任妻子,但最终也以离婚收场。与之交往过密的女性不止上述两人,“爱因斯坦似乎终生都无法摆脱与女性的暧昧关系”。但是,似乎没有人因为这些婚外情苛责他,一方面可能是因为人们对于一位天才般的男科学家的韵事更愿意看作花边,另一方面,虽然有冷漠的名声,但爱因斯坦还是一位低调的、和蔼的、对任何年龄和阶层的人都很友好、与同事相处融洽、很容易与人结下友谊的人。作为一位犹太人,他还厌恶军国主义和民族主义,尊重个性和自由,向往社会公平,心系人类命运,他对于政治和民主发表了很多看法。

值得玩味的是,在爱因斯坦的性格中,冷漠和热情交织成一种超然。他对一般的人都非常和蔼,对周围亲密的人却又有些漠然;他喜欢扮演孤独者,又喜欢和思想同伴一起交流。朋友说,“他的生活充满淡淡的愉快和冷冷的情感,他的温文友善完全不带感情,像是来自另一个星球。”或许正是这样的性格,可以使他既能拒斥科学传统,又可以回避亲密的感情。能让他很难被别人影响,在思考中度过一生,一心一意追求自己的理论。

致谢:本文部分内容参考了《爱因斯坦传》(湖南科学技术出版社出版,沃尔特·艾萨克森著,张卜天译)。

文/李娜

作者单位 科技日报社事业发展部。