

天文学的人文意义

——“天文学的现代进展及其对人类的意义学术研讨会”实录

本刊记者 李娜

天文学对于人类的影响深远而广泛,上至宇宙的斗转星移,下至生命个体的世界观,都与天文学息息相关。宇宙纵横,落于微处,天文学在人类文明史上是一部华彩乐章,壮丽、恢弘,动人心弦。

作为发端最早的自然科学之一,天文学在人类文明史上占据重要地位;400年前,伽利略发明了望远镜,人类对宇宙、自我的认知更是进入了新的纪元。在2009年国际天文年即将落幕前夕,中国科协科技与人文专门委员会与中国天文学会于11月2日在北京天文馆共同举办了“天文学的现代进展及其对人类的意义研讨会”,一线的天文工作者们在交流中碰撞出思想的火花,本文再现这些星星之火,期盼点亮更多读者心中的灯盏。

天文学的人文意义内涵丰富而深刻

张开逊(中国科协常委、中国科协科技与人文专门委员会主任):探究天文学的现代进展及其对人类的意义,是一个内涵丰富而深刻的话题,是对联合国国际天文年倡议“有价值学术会议”的回应。

天文学的研究对象距离人类最远,然而它产生的影响却距离人类最近。人类自身就是宇宙的产物,人类生存最重要的环境是天文环境。

天文学的研究对象是宇宙,人们追寻物质世界本源问题答案的时候,常常发现必须步入宇宙深处,对宇宙的理解可能是理解诸多自然科学问题的基础。

神话的出现是人类思想史上的一次飞跃,它标志着人类开始思索身外的世界,企盼理解事物运动变化的缘由。所有美丽的神话差不多都是天上的事,天文学与人类思想史紧密相连。

在中世纪欧洲,托勒密和亚里士多德的理论成为神学教义的一部分,近代科学革命的第一声号角,是在天文学领域吹响的。牛顿力学体系建立在天文学研究的基础之上,由于对诸多天文现象的成功预测,这种力学体系使人们信服。

几个世纪以来,牛顿力学已经成为人们应对日常自然事物普遍遵循的基本法则,成为诸多自然科学门类的共同基础。

今天,天文学研究正在迅速拓展人类的知识疆界,动摇

人们深信不疑的知识基础,将对人们在众多领域的探索与创造活动产生深远的影响,在更高的层次上冲击着学者的人文理念。

近代科学诞生后,人们开始用实验编织、围捕自然奥秘的大网,相继发现了很多重要的自然规律;然而,有两门学科人们无法通过实验直接研究它们,一门是医学,另一门是天文学。出于人类的天性,医学不能用人做实验;由于距离遥远,人们无法对天体做实验。探究这两个学科的学问需要更高的智慧。

面对浩瀚宇宙遥远的天体,人们只能凭借有限的观测数据推测在那里发生的事情,依靠假说对它们做出解释。天文学家具有广博的知识、丰富的想象力,他们善于运用哲学智慧开辟前进的道路。

天文学研究集中地体现人类理解宇宙的宏大抱负与执著的献身精神,人性中最珍贵的部分常常在天文学家的探索活动中充分地体现出来。

研究天,是为了帮助生活在地上的人们。然而地上的市场经济不太可能给天文学家以丰厚的回报。天文学家的快乐与兴趣所在,远远超出了红尘世界有限的利益。他们的情操与襟怀,是今天和未来人们景仰的榜样。他们的努力本身,就是对人类的启示。天文学家奉献给社会两份珍贵的财富,一份是理解宇宙的科学智慧,另一份是崇高的人文精神。

天文学研究能够帮助人们在宇宙演化的背景中了解人类的真实处境,在宇宙演化的时间尺度上审视人类的未来。天文学研究的成果,在更深的层次上影响人类的价值观,在更高的境界中启示人们选择未来。

天文观测验证重大理论并改变人类世界观

赵刚(中国科学院国家天文台研究员、中国天文学会理事长):天文学是人类认识宇宙的科学,是近代科学革命的摇篮,是推动人类进步的源泉之一。早在远古时期,随着人们对日月经天、斗转星移、昼夜更替、寒来暑往等自然现象观测和认识逐步深化,在中国、巴比伦、希腊、埃及,天文学就开始萌芽并发展起来。

中国古代天文学已经相当发达,中国在公元前13世纪甚至更早就建立了天文台,中国有着世界历时最长、保存最完

整的天象记录,有不断革新的天文历法,有卓有见识的宇宙观,还有融合高水平机械技术的天文仪器。所有这些应当说是世界天文发展史乃至整个人类文明史的宝贵财富。

从天文的发展我们可以看到,天文观测不仅验证了一些重大理论,而且通过对地球及其在宇宙中心地位的认识过程逐渐深刻地改变了整个人类的宇宙观。

首先,天文观测精确地检验了牛顿力学以及爱因斯坦的相对论。

1845年,勒威耶在巴黎天文台台长建议下进行了天王星运动的反常问题研究。他利用有关天王星的18次观测资料,运用牛顿的万有引力定律,计算出对天王星起摄动作用的未知行星的轨道和质量,并且预测了它的位置。他将计算结果呈送给法国科学院,同时还写信给当时拥有较大望远镜的几个天文学家请求帮助观测。勒威耶的工作在法国同行中受到了冷遇,但却引起了德国天文学家加勒的注意。1846年9月18日,在收到勒威耶信的当晚,加勒就开始观测搜寻,仅用半个小时就在偏离勒威耶预言的位置52'处观测到了这颗当时星图上没有的星,也就是后来大名鼎鼎的海王星。海王星的发现把牛顿力学推向了巅峰,后来勒威耶发现了水星近日点的异常进动,并预言“水内行星”的存在。虽然勒威耶穷其一生也没有找到这颗星,但他发现的这一天文现象后来被阿尔伯特·爱因斯坦广义相对论成功地加以解释。

广义相对论的验证主要也是通过天文观测给出的,“天文验证”之一是用广义相对论成功地解释了水星近日点的进动问题,计算的进动值在扣除了其他行星的影响后与观测值十分吻合。“天文验证”之二是利用日全食验证了引力场光线弯曲的量是符合广义相对论的。“天文验证”之三是在一颗白矮星(天狼星B)上观测到了谱线的引力红移。20世纪70年代,通过对脉冲双星转动周期衰减的测量,间接证实了广义相对论证实的引力波。应当说,广义相对论天文观测目前还在进行中。

其次,天文学改变了人类的宇宙观。

天文学的观测首先推翻了托勒密地心说的统治地位。哥白尼通过30年的天象观测,逐渐对长期以来居于宗教统治地位的托勒密地心说产生了怀疑,他在天体运行论中详细讨论了太阳、地球、月亮和各个行星的运动,认为太阳是不动的,是宇宙中心,而地球只是一个围绕太阳转动的普通行星。

公元1609年,伽利略首次将望远镜用于天文观测,并以此发现了一些可以支持日心说的新的天文现象后,日心说才开始引起人们的关注。这些天文现象主要是木卫体系的发现直接说明了地球并不是唯一中心,金星盈亏的发现暴露了托勒密体系的错误。然而,哥白尼的日心说所得到的数据和支持托勒密体系的数据都不能与当时第谷的观测相吻合,所以当时日心说仍不具备优势。直到开普勒用椭圆轨道取代了圆形轨道,修正了日心说之后,日心说在与地心说的长期斗争中才取得了真正的胜利。人们终于认识到地球不是宇宙的中心,德国诗人歌德曾经赞美哥白尼“撼动人类认识之深,自古无一

种创见、无一种发明,可与之相比。”毫不夸张地说,哥白尼的日心说揭开了近代科学的序幕。

然而,太阳真的位于宇宙的中心吗?这是人们一直非常关心的问题。18世纪以来,许多著名的天文学家都认为太阳在银河系的中心,因而太阳也被认为是宇宙的中心。美国天文学家沙普利通过观测发现,球状星团并不均匀地分布在天空,而是比较集中在南天,尤其是人马座一带。他大胆提出,这是由于太阳并不在宇宙中心,而是远离中心的缘故。沙普利的见解令人惊讶,而且意义重大。

1924年,哈勃利用威尔逊天文台2.54米望远镜分析了一批照图变星的亮度以后断定,这些造父变星和它们所在的星云离我们远达几十万光年,它们一定是位于银河系之外的。这个发现让人们不得不改变对宇宙的看法,即银河系在宇宙中也是很普通的星系。1925年,哈勃根据河外的星系的最新观测,又得出第二个重要结论,即星系看起来都远离我们,而且距离越远,远离的速度越高,这一结论意义深远。一直以来,天文学家都认为宇宙是静止的,现在发现宇宙是膨胀的,人类也意识到宇宙是没有中心的,从而彻底地改变了人类的宇宙观。

另一方面,天文观测也逐渐推翻了地球是宇宙生命中心之说。人类在抛弃地球是宇宙中心地位的过程中,也提出了地球是否是宇宙中唯一的生命家园,即地球是宇宙生命中心的假说。事实上,每个人都在根据自己的认识来寻找上述问题的答案。对于这些问题的回答和思考贯穿于整个人类的发展史当中。新的科学发现使得我们更为接近揭开系外生命的一些基本问题,同时也有一些新的问题产生。

随着新千年的到来,人类希望凭借自己掌握的和所拥有的先进的科学技术能力来回答这些最古老和深奥的问题。虽然这类问题我们还没有确切的答案,但是我们至少已经知道太阳系外行星存在的理论已为近年最新的天文观测所证实。20世纪90年代以来,通过大口径光学望远镜观测,人类又取得了发现具有类似太阳系的恒星系统等许多突破性的进展。到目前为止,天文学家确定了将近400颗有行星系统的恒星候选体。观测还表明,在这些具有行星环绕恒星系统中,很多都具有多行星存在,也就是和太阳系非常接近。特别是最近几年,最新的天文观测发现了太阳系外行星存在有生命所必需的一氧化碳、二氧化碳、甲烷以及水等大气谱线,天文学家甚至已经能够通过大望远镜和先进的技术直接观测到围绕恒星旋转的行星。目前通过太阳系外行星的观测,天文学正朝着推翻生命中心说的方向发展,也有越来越多的天文观测表明地球并不是宇宙中唯一存在生命的摇篮。

我们有理由相信,这种人类与生俱来的好奇心和求知欲,将是继续驱动人们进行太阳系外行星以及生命搜寻的原动力,这种在理性指导下的科学实践活动体现了现代的探索精神,必将为人类认识自然、改造自然带来无穷的益处。新的天文观测和发现,必将继续深刻地改变整个人类的宇宙观,不断加深人类对宇宙的认识。

古代天文亦探寻人类终极问题

孙小淳(中国科学院自然科学史研究所研究员):从本质上来说,天文学是历史性的科学,因为现代观测到的东西不知是多少年以前形成的,从这个意义上来说,好像永远从历史的经验才能获得对未来的理解。

说到底,我们用一点古人杞人忧天的精神考虑未来还是应该的,人无远虑必有近忧,如果人类对宇宙中的位置和自身的未来不太了解的话,就会影响到文化的各个方面,比如说安全感、道德观、价值观。有人说世人考虑的最重要的事情,一个是天上的事情,一个是道德问题。黑格尔说,一个民族如果只关心脚下的事情,那这个民族就没有希望了;一个民族要有希望,总是有一些人来考虑天上的事情。因此,天文学对未来的思考对我们来说非常重要。

从历史上看,天文学是人类赖以生存的必要工具。人类的生存首先要确定时间、季节和方位,正是有了时间,人类才能够觉得自己是一种存在。由于有了历法,人类可以做一些与一般动物不一样的协同、群体活动,比如组织一些大型活动,这使得人在环境生存当中具有特别强大的力量。

天文学再上升一个层次——人文,人文包括哲学、历史、宗教、文化、艺术等。从古代文明、世界其他文明来说,对于天和人关系的密切性,古人的认识比现在很多一般老百姓要深刻得多。顾炎武说,“三代以上,人人皆知天文”。中国古代把天文问题看成是非常崇高的事情,司马迁说要探究“天人之变”,天人关系的探讨处于中国古代学问里最崇高的境界。

古人强调天人感应,其中也包括一些对宇宙终极问题的追寻。比如,中国古代日常的观测中,人们发现拨动一根音弦,其他的音弦会振动,所谓“同声相应,同气相求”,这种自然界的共鸣现象非常多。古人由此认为,某个季节就是宇宙中的气到了那个节点,并由此设计了相关的试验:冬至时刻,古人在屋里把律管排好,放上匣灰,等着气的到来,一旦到了冬至时刻,律管共振,灰就会飞起来。《后汉书》中就记录了这种“候气”实验。这样一个看起来好像是迷信的东西,恰恰包含着天文学家要确定冬至时刻最重要的方式。郭守敬研究出了“授时历”这样先进的历法,但他不做太守令之后,却花了将近18年时间做候气的研究,因为这是他的宇宙学里首要解决的观点问题。

虽然古代的问题在我们看来不那么科学,但是却给我们传递出对真理、对终极问题、对关系到人类未来命运问题的思考,这是天文学家应该考虑的。

天文学或孕育下一次科学革命

刘骁为(北京大学天文系教授):科学史上有两次科学革命,一次是哥白尼提出日心说,另一次是达尔文提出生物进化论。科学革命不但是对某一个具体学科的革命,更重要的是可对人类世界观产生重大影响。近两年我一直在想,将来是不是还会有一场新的科学革命?如果有的话,天文学在新一轮的科学革命中会起到非常重要的作用,其中就包括太阳

系外星的研究。

天文学中一个很重要的问题是太阳系的起源,这个问题已提出多年,但回答起来一直非常困难。因为天文学研究的方法比较特别,天体的演化时间极长,要想研究太阳系怎样起源、演化及其最终命运,人类在有限的几百年里很难去跟踪。所以,天文学一般采取的是大样本的研究方法,20世纪90年代太阳系外行星系统的发现,首次基本解决了这个问题,所谓太阳系外研究孤本的问题。

太阳系外星体的研究将来会引发一些巨大的问题。第一,太阳系起源的问题。第二,其他的行星世界的存在,包括像类地行星,能够支撑生命蓝色星球的行星;现在天文学家找到了400个左右的行星系统,质量最低的大概是5个地球质量左右。现在新的一些项目,也会发现类地行星,不单是类地而且质量也跟地球差不多,更重要的还有一个可居住带的问题。第三,现在天文学发展非常迅速,国外天文学很多非常重要的大项目几乎都会提到这个领域——下一代的空间望远镜,这是天文学将来非常重要的研究方向。这些问题同样可以引出来一些巨大的问题,对整个学科形成巨大冲击。比如生命的起源问题:地球运行了40多亿年,在早期剧烈的彗星冲击下生命就出现了;那么,地球上的生命是自生的,还是引进的?是来自星际空间的,还是在哪个层次上发展出来的?

另外一个问题,宇宙中还有没有智慧生命存在?如果有,也会引起很多问题。如果人类在宇宙中不是孤独的,那么其他智慧生命存在的社会制度是什么?世界观、伦理观、道德观是什么?

系外行星的研究是一个科学问题,用真正的科学研究手段去研究,所引出的问题都非常之巨大。天文学的现代进展及其对人类的意义,对它的回答不只涉及到天文学,还有交叉学科、化学、物理、生物、生命科学等。在未来的世纪里,这个问题发展下去会使天文学研究对人类社会的发展有着非常大的冲击,会对整个人类的世界观、人生观、价值观,以及对自然的看法产生非常大的影响。这个层面上看,我觉得,这或许就是未来的科学革命。

(责任编辑 苏青)

《科技导报》“书评”栏目征稿

“书评”栏目由《中华读书报》“书评周刊”主编王洪波先生主持,发表图书评论文章,被评论的图书以高级科普、学术专著及科学文化图书为主,兼顾科学精神、科学方法、科技哲学、科学人文、科学家传记、经典科学著作、科学通俗读物、科学道德等内容的图书。欢迎投稿,择优刊登。每篇书评以200字左右为宜,需配书影,并含书名、作者、出版单位、出版年份、定价等信息。栏目责任编辑:陈广仁;投稿邮箱:chenguangren@cast.org.cn。