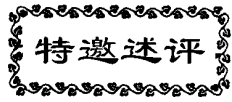


文章编号: 1000-8349(2010)01-001-09



从仰望星空到走向太空

——纪念伽利略用天文望远镜进行天文观测 400 年

路甬祥

(中国科学院 北京, 100084)

2009 年是伽利略 (Galileo Galilei, 1564—1642) 首次用望远镜观测天体 400 周年, 因此被联合国确定为国际天文年, 以纪念这位人类历史上第一个把望远镜对准茫茫太空的人。伽利略是近代科学的开创者之一, 是科学史上的伟人。他把理论与实验相结合, 形成了一套基于实验观察、数学分析、严谨实证的科学研究方法, 从此人类有了现代意义上的科学。伽利略等人所开创的近现代科学, 今天更加充满生机, 有力地推动着人类文明的进步与发展。

1 伽利略的发现及其意义

1609 年 7 月, 伽利略根据荷兰人发明望远镜的消息, 用风琴管作镜筒, 两端分别嵌入一片凸透镜和一片凹透镜, 制成了一架放大率为 3 倍的望远镜。同年底, 他又把望远镜的放大倍数提高到了 32 倍, 用来观察太空, 从而扩展了人类的视力, 发现了一系列以前从未发现的天体现象。

他利用望远镜发现月球表面高低不平, 有高山、深谷, 也在自转。他把月球上两条主要山脉分别以“阿尔卑斯”和“亚平宁”来命名, 绘制出世界上第一幅月面图。他断定月球自身并不发光, 只能反射太阳光。伽利略用简陋的望远镜发现了有 4 颗卫星在围绕木星旋转, 他还先后发现了土星光环、太阳黑子、太阳的自转、金星和水星的盈亏现象、月球的周日和周月天平动, 以及银河是由无数恒星组成等等。从而开辟了依靠观测和实验了解天象、解释天体运动的新时代。正如同哥伦布 (Cristoforo Colombo, 1451—1506) 发现了“新大陆”一样, 伽利略发现了“新宇宙”。这些真实的、可重复的观测结果, 形成了对哥白尼日心说极其有力的支持。1610 年 3 月, 伽利略把观察结果和对哥白尼 (Nicolaus Copernicus, 1473—1543) 学说的阐述写成《星际信使》^[1] 一书, 在威尼斯公开发表, 在当时的欧洲社会产生了很大影响。

由于伽利略所主张的学说和提供的依据, 从根本上对当时的宗教教义提出了挑战, 遭到了教会的不公正审判, 被判处终生监禁。但是, 真理的光辉终归要照亮大地。由于伽利略的历

史贡献，由于更多的科学依据和阐释，日心说终于取代了延续千年的地心说。更重要的是，伽利略向人们展示了具有说服力的认识自然的科学方法，即：依靠观察和实验来了解自然的真实景象，依靠理论和数学分析来解释所观察的现象。

伽利略是近代物理学的创始人。他首次把实验引进力学，并利用实验和数学相结合的方法，先后确定了自由落体运动规律、惯性定律、摆的等时性定律、合力定律，抛射体运动规律等重要的力学定律；他详细研究了重心、速度、加速度等物理现象，并给出了严格的数学表达式。其中加速度概念的提出，是力学史上具有里程碑意义的事件，因为从此能够定量描述力学中的动力学部分。荷兰科学家惠更斯 (Christiaan Huygens, 1629—1695) 在伽利略工作的基础上，推导出了单摆的周期公式和向心加速度的数学表达式；英国科学家牛顿 (Isaac Newton, 1643—1727) 在系统地总结了伽利略、开普勒 (Johannes Kepler, 1571—1630)、惠更斯等人的工作后，最终得出了万有引力定律和运动三定律。

伽利略留给后人的精神财富是极其宝贵的。伽利略所做的最重要的贡献在于，他把逻辑方法和科学实验紧密结合在一起，奠定了近代科学的方法论基础，这种新方法，使物理学告别了主观猜测、形而上学和粗略定性，成为论据扎实、推理严谨、可实证、可检验和可重复的科学，有力地推动了近现代科学的诞生与发展。正是在这个意义上，伽利略被称为科学实验方法的创始人和近代科学的奠基人。爱因斯坦 (Albert Einstein, 1879—1955) 曾这样评价：“伽利略的发现，以及他所用的科学推理方法，是人类思想史上最伟大的成就之一，而且标志着近代物理学的真正开端！”^[2]

2 人类对宇宙的探索需要各国不同领域科学家的紧密合作

认知宇宙一直是人类的梦想，人类一直试图对浩淼的宇宙做出合理的解释。中国古人提出过盖天说和浑天说，中国汉代学者张衡^[3] (78—139) 曾经提出“宇之表无极，宙之端无穷”的无限宇宙概念。古希腊哲学家柏拉图 (Plato, 约公元前 427—公元前 347) 认为宇宙中的物体呈现出最完美的圆形运动，宇宙由各个星层组成，存在着一个宇宙的中心。古希腊的天文学家托勒密 (Claudius Ptolemaeus, 约 90—168) 提出了地心说，认为地球是宇宙的中心。哥白尼提出了日心说。牛顿提出了机械的宇宙观，认为在第一推动力的作用下，宇宙按照机械运动的规律运行着。法国人拉普拉斯 (Pierre-Simon Laplace, 1749—1827) 和德国人康德 (Immanuel Kant, 1724—1804) 提出了星云学说，认为宇宙物质是由星云逐渐变化而形成的。近代科学认为，任何一种宇宙学说或者模型，都必须经过观测或实验的检验，才能成为被普遍接受的科学理论。

随着天文望远镜等观测和分析仪器的问世和改进，人类对宇宙的认识愈加清晰丰富。1781年前后，英国天文学家赫歇耳 (Friedrich Wilhelm Herschel, 1738—1822) 使用望远镜发现了天王星，这是人类第一次用望远镜发现的行星。天王星发现后，人们发现它总是有些偏离计算的轨道，于是有天文学家猜测，在天王星之外还存在一颗行星，它的引力干扰了天王星的运行。1846年，英国的亚当斯 (John Couch Adams, 1819—1892) 和法国的勒维列 (Urbain Le Verrier, 1811—1877) 独立对此进行了研究，计算出这颗新行星即将出现的时间和地点，德国天文学家

戈勒 (Johann Gottfried Galle, 1812—1910) 在天文观测中辨认出这颗新行星，与预计的轨道只差 1 度。海王星的发现说明了天文观测中理论指导的重要意义，在理论的指导下，不仅能够确定新天体发现的区域和时机，更重要的是，能够揭示出所观测现象的科学意义。科学的最终意义不仅在于发现自然，更在于合理地解释自然。

有了越来越先进的观测、分析等技术手段，有了越来越严谨的理论和数学工具，人类对于宇宙的研究不断深化和拓展。17 世纪陆续发现了一些朦胧的拓展天体，人们称它们为“星云”。仙女座星云是其中最亮的一个。但它是银河系内，还是银河系外的天体，一直有争论。1924 年，美国天文学家哈勃 (Edwin Powell Hubble, 1889—1953) 使用当时世界上最大的 2.4 m 口径望远镜，在仙女座星云里找到了造父变星，利用造父变星的光变周期和光度的对应关系，确定了该星云的距離，证明它确实是在银河系之外，而且也像银河系一样，是由几千亿颗恒星以及星云和星际物质组成的河外星系。迄今，已经发现了大约 10 亿个河外星系，天文学家估计河外星系的总数在千亿个以上。

1967 年，英国天文学家休伊什 (Antony Hewish, 1924—) 和贝尔 (Jocelyn Bell Burnell, 1943—) 偶然地发现了脉冲星。脉冲星发射的射电脉冲周期非常稳定。人们对此曾感到很困惑，甚至一度猜测这可能是宇宙中智慧生命发出的信号。而在此之前，物理学家发现中子星不久，1932 年朗道 (Lev Davidovich Landau, 1908—1968) 就提出可能有由中子组成的致密星。1934 年巴德 (Wilhelm Heinrich Walter Baade, 1893—1960) 和兹威基 (Fritz Zwicky, 1898—1974) 提出了中子星的概念。1939 年奥本海默 (Oppenheimer, 1904—1967) 等通过计算建立了中子星模型。由于事先已经有了关于中子星的理论，科学界很快地就确认了脉冲星是有极强磁场的快速自转的中子星。这又是一个理论指导科学发现的典型案例。

宇宙大爆炸模型更是理论指导发现的经典案例。1915 年，爱因斯坦 (1879—1955) 提出了广义相对论，奠定了现代宇宙学的理论基础。根据广义相对论的推测，宇宙不是稳定态的，不是膨胀就是收缩。1922 年，苏联宇宙学家弗里德曼 (Aleksandr Friedmann, 1888—1925) 根据爱因斯坦的相对论，提出了宇宙大爆炸学说，经过后来许多科学家的深化和丰富，成为宇宙大爆炸模型，这种思想逐渐成为宇宙起源与演化的主流思想^[4]。根据宇宙大爆炸模型，在宇宙的最早期，即距今大约 137 亿年前或更早，今天所观测到的全部物质世界统统集中在一个很小的范围内，温度极高，密度极大。从大爆炸开始，宇宙历经了普朗克时期，强子时期，轻子时期 (5 秒)，在 100 秒左右发生了核合成，产生氦和氘，宇宙以辐射为主。大爆炸发生后约 38 万年，温度下降到 4000 K，中性氢开始形成，宇宙进入退耦时期，光子和物质分离，光子成为宇宙背景辐射，宇宙进入以物质为主的黑暗时期。一直到大约 2 亿年，第一批恒星和星系开始形成，宇宙逐渐被照亮，随后的几亿年间，第一批超新星和黑洞形成。大约 10 亿年，比星系更大尺度的星系团形成，星系之间发生合并等剧烈演化活动，恒星系统形成。经过了漫长的演化，形成了今天人们所看到形形色色的宇宙^[5]。

宇宙大爆炸理论陆续得到一些观测的证实。1929 年，哈勃发现星系距离人们越远，远离人们的速度越快，被称为哈勃定律，从而证实了当前的宇宙处于膨胀状态；哈勃定律与宇宙大爆炸模型的预言一致，已被 28 000 个星系的红移 (或退行速度) 与距离的关系的观测数据所证实。

20 世纪 60 年代, 美国贝尔实验室的彭齐亚斯 (Arno Allan Penzias, 1933—) 和威尔逊 (Robert Woodrow Wilson, 1936—) 探测到了 3 K 左右的宇宙微波背景辐射, 这与 1948 年俄裔美国科学家伽莫夫 (George Gamow, 1904—1968) 和比利时人勒梅特 (Georges Lemaitre, 1894—1966) 等改进的宇宙大爆炸模型非常地符合。即人们今天观测到的近乎各向同性的宇宙微波背景辐射, 是宇宙膨胀冷却到光子不再和宇宙物质发生相互作用时留下的退耦“遗迹”, 当时的宇宙温度约为 4000 K, 按照宇宙的膨胀速率, 到今天恰好为 3 K 左右。

1989 年美国发射的 COBE 卫星对微波背景辐射的精密测量进一步表明, 在 10^{-4} 精度内, 宇宙是均匀、各向同性的, 这样就进一步证实了宇宙大爆炸模型。宇宙大爆炸模型预言宇宙今天的年龄约为 137 亿年, 宇宙中的天体, 如恒星、星系等, 都是在宇宙形成以后逐渐形成的, 所以它们的年龄必须小于宇宙年龄, 这也符合目前的观测; 宇宙大爆炸模型预言了宇宙中轻元素氦的丰度约为 25%, 氢的丰度约为 75%。多年来人们对天体轻元素丰度的观测结果, 正好与宇宙大爆炸模型的预言相一致, 从而成为宇宙大爆炸模型的证据^[6]。宇宙大爆炸模型的提出和证实再一次表明, 宇宙学的研究需要各国不同领域科学家的紧密合作; 宇宙学的研究, 不仅需要理论上的创新, 而且也需要观测和分析手段的创新。

3 人类探索太空的动力源自认知和驾驭客观世界的科学精神

探索太空是人类自古以来的梦想, 中国在春秋战国时期就有嫦娥奔月的传说。明代有一个叫“万户”的飞天实践家, 被誉为第一个利用火箭动力实现航天之梦的先驱。但是他失败了, 原因是既无科学理论指导, 也无技术条件保障。100 多年前, 俄国科学家齐奥尔科夫斯基 (Tsiolkovsky, Konstantin Eduardovich, 1857—1935) 发表了《用火箭推进飞行器探索宇宙》的科学论文, 第一次系统地阐述了宇宙航行的基本理论和方法。他说: “地球是人类的摇篮, 但人不能永远生活在摇篮里。他们不断地向外探寻着生存的空间: 起初是小心翼翼地穿出大气层, 然后就是征服整个太阳系。”虽然在当时的科技条件下他的梦想无法成真, 但却为火箭技术和星际航行奠定了基本理论。他的名言一直激励着人类为挣脱大地的束缚进入和探索太空进行着不懈的努力。

随着人类技术水平的不断提高, 1957 年, 前苏联发射了人类第一颗人造卫星 Sputnik 1 号, 拉开了现代航天事业的序幕。到了 20 世纪末, 已有 20 多个国家和组织进入了“太空俱乐部”, 合计进行了数千次的太空发射, 把 5 000 多个各类卫星、太空探测器、宇宙飞船、航天飞机送上太空。至今在人们头顶上仍有 1 000 多颗卫星。气象卫星、通讯卫星、电视卫星、遥感卫星、GPS 等, 为人们提供着各类服务。

1961 年 4 月, 苏联宇航员加加林 (Yury Alekseyevich Gagarin, 1934—1968) 乘坐“东方 1 号”飞船升空, 在最大高度为 301 千米的轨道上绕地球飞行一周, 完成了世界上首次载人宇宙飞行。1969 年 7 月, 美国“阿波罗 11 号”飞船承载着全人类的梦想飞抵月球, 宇航员阿姆斯特朗 (Neil Armstrong, 1930—) 成为登陆月球第一人。这些都是人类航天事业中的里程碑式事件。

随着航空科技的发展, 人类已由在太空中的短暂停留, 发展到可以在太空中长期生活, 现

在已有人在太空站生活了一年。迄今，全世界已发射了 9 个空间站。前苏联是首先发射载人空间站的国家，其礼炮 1 号空间站在 1971 年 4 月发射成功，美国在 1973 年 5 月 14 日成功发射了天空实验室的空间站。前苏联于 1986 年 2 月发射了大型的和平号空间站，这个空间站全长 13.13 m，最大直径 4.2 m，重 21 t。国际空间站于 1993 年完成设计，开始实施。该空间站以美国、俄罗斯为首，共 16 个国家参与研制。其设计寿命为 10~15 年，建成后总质量将达 438 t，长 108 m。太空站的出现，为人类持续研究太空环境、利用微重力环境研究物理、生物、化学等问题，深化对物质及其运动规律的认识，研究人类在太空生存时的生理和心理变化，创造了条件。

中国于 1970 年 4 月发射了第一颗人造卫星“东方红”一号。2003 年 10 月杨利伟乘坐“神舟”五号飞船成功实现了中国第一次载人太空飞行，2008 年 9 月中国“神舟”七号宇航员翟志刚成功地进行了第一次太空行走，2007 年 10 月 24 日，我国“嫦娥”一号探月卫星成功发射升空，并在随后的一年里圆满地完成了月球探测任务。中国作为一个太空科技的后发国家，走的是一条低投入、高效益、自主发展的道路。坚信在不久的将来，中国航天科技一定会有更大的飞跃，将为国家富强、民族振兴做出更大的贡献。

人类在探索太空的历程中，也经历了艰辛，甚至牺牲。以美国为例，到目前为止，美国共牺牲 17 名宇航员。1967 年 1 月 27 日阿波罗 1 号失事，牺牲 3 名宇航员，1986 年 1 月 28 日挑战者号失事，牺牲 7 名宇航员，2003 年 2 月 1 日哥伦比亚号失事，牺牲 7 名宇航员。尽管在走向太空的征程中历经失败，但人类已经取得了辉煌的成就，而且还会收获新的战果。人类探索太空的原动力，就来自人类渴望认知和驾驭客观世界的科学精神，伽利略所秉承和坚持的也正是这种精神。这种科学精神值得有志献身科学的每一个人用毕生的精力去坚持，并一代又一代地发扬光大。

4 仪器的改进与科学的进步

技术手段的改进，往往能够促进新知识的产生，进而促进科学的进步。天文学与物理学、化学等其他绝大多数自然科学一样，是建立在观测和实验基础上的科学。天文学研究的进步既需要理论的创新与发展，也需要观测分析仪器的创新。每一次天文观测方法和设备的革命性改进，都无一例外地引发了天文学研究的跨越发展。望远镜集光能力，空间、时间分辨率等性能的提高，往往引发天文科学前沿领域的突破性进展。从可见光学波段到射电波段，再发展到紫外、红外、X 射线及 γ 射线，全电磁波段天文观测向人们开启了全新的宇宙观测窗口和视角。仅以 20 世纪 60 年代为例，利用第二次世界大战中雷达技术的进展，射电天文学脱颖而出，直接导致了类星体、脉冲星、星际分子和宇宙微波背景辐射四大里程碑式天文发现，也由此获得了五项诺贝尔物理学奖。

随着空间技术的飞速发展，利用新一代空间望远镜、天文卫星等探测手段，获得了大量新的观测数据，丰富了人们对宇宙的认识。最突出的例子就是哈勃太空望远镜(Hubble Space Telescope, HST)，该望远镜于 1990 年升空，主镜直径 2.4 米。哈勃太空望远镜工作 19 年来，对深空中的 2.6 万个天体拍摄了 50 万张以上的照片，根据对哈勃太空望远镜的

观测结果的研究,产生了超过7000多篇科学论文,哈勃太空望远镜已成为产出最高的天文学设备之一^[7]。哈勃太空望远镜帮助科学家测定了宇宙年龄,证实了多数星系中央都存在黑洞,发现了年轻恒星周围孕育行星的尘埃盘,确认宇宙正加速膨胀,还提供了宇宙中存在暗能量的证据。

再比如2000年开始的斯隆数字巡天计划(Sloan Digital Sky Survey,简称SDSS),观测了25%的天空,获取了超过一百万个天体的多色测光资料 and 光谱数据;我国自主研制的LAMOST望远镜,采用实时主动变形反射施密特改正板和4000根光纤同时精确定位技术,以前所未有的4米通光口径同时具备5度观测视场,计划将人类对天体的光谱巡天数据再增加一个数量级,达到千万级;在世界上已有的天文观测设备中,LAMOST成为了集中并大规模应用荣获2009年诺贝尔物理学奖的两项应用成果:光纤通讯和电荷耦合探测器件CCD的最为典型的天文望远镜(4000根光纤+32个4000×4000 CCD探测器),这进一步说明了天文学和技术应用之间的辩证关系,即天文学既依赖又推动技术的发展;2003年开始公布数据的威尔金森微波各向异性探测器(Wilkinson Microwave Anisotropy Probe,WMAP),力图找出宇宙微波背景辐射的温度之间的微小差异,以帮助验证有关宇宙起源与演化的各种理论。这些技术手段的发明和改进,以前所未有的精度把人们带入到“精确宇宙学”时代,有助于不断深化人类对宇宙的认识。

天文学的发展离不开其他学科,同样,天文学的发展也促进了其他学科的进步。太阳系的行星运动是理想的牛顿力学实验室,而中子星、黑洞乃至整个宇宙则是检验爱因斯坦引力理论的实验室。天文学提供了检验各种极端物理条件,如微重力、极高(低)温、极高(低)压、极强(弱)引力、极高(低)密度、极强(低)磁场等的物理理论的“宇宙实验室”。宇宙在演化中形成了地球上几乎所有的化学元素,并由这些元素产生出各种无机分子和有机分子。因此生命物质的起源很可能并不是地球独有的,在宇宙其他天体中也可能存在着氨基酸等生命物质,从这个意义上说,宇宙也应是生命起源与演化的实验室。现代天体物理学中提出的暗物质、暗能量、反物质等问题,将对物理学的基础产生重大的影响。在“元素周期表”上位居第二位的元素氦,是首先在对太阳光谱的观察中发现的。最早测定光速的方法之一,正是利用了木星卫星的掩食现象。人类曾经长期探索太阳巨大能量的来源问题,19世纪末,发现了元素的放射性,英国科学家卢瑟福(Ernest Rutherford, 1871—1937)提出,能量足够大的氢核碰撞后可能发生聚变反应,这可能是太阳能的来源。依靠核聚变理论和实验,人类发明了氢弹。50多年来,许多国家又在研究以可控核聚变作为新型能源。广义相对论发表后的一段时间里,一直得不到实验的验证。1919年,英国天文学家爱丁顿(Arthur Stanley Eddington, 1882—1944)在日全食期间观测到了太阳附近恒星位置的偏移,测得的偏移量与广义相对论的计算结果符合得很好,广义相对论第一次得到了观测证据的支持。加上后来的金星雷达回波延迟,行星近日点的进动,太阳光谱和白矮星光谱引力红移等现象的发现,广义相对论得到了进一步验证。

天文仪器的创新,有时候也能同时促进其他学科的发展。望远镜是观测宇宙的工具,其每一个历史发展阶段,都是最先进的精密光学机械电子技术的集成。望远镜的研发改进,不断

向高新技术及制造技术提出挑战，从而带动了高新技术创新。很多基于望远镜的科技创新成果，可以广泛应用于国民经济和国防建设。例如，因天文学需求而发展起来的自适应光学技术、激光导星、大规模波前探测器和校正器等技术，可应用于深空自由空间光通讯、激光光束和光学成像整形与控制等；天文学红外探测器技术的发展，将有利于夜视导航与预警，卫星气象预报，资源、灾害遥感，医学成像诊断等领域取得突破性进展。

5 宇宙探索 —— 永无止境的科学前沿

伽利略凭借简单的望远镜，发现了原先未知的太阳系中的一些现象；人类依靠不断改进的观测设备，进一步认识了太阳系、银河系以外的宇宙；今天，人类的研究触角已伸向宇宙诞生之初，伸向宇宙的边缘。然而，宇宙探索是永无止境的科学前沿，人们已知的宇宙现象，比起人们未知的宇宙奥秘，如同沧海一粟，人类对宇宙的认知，就像刚刚学会爬行的婴儿一样，还有遥远的路程。

尽管宇宙暴胀大爆炸模型取得了很大的成功，但是人们对于暴胀的机制和大爆炸的具体过程尚不清楚，还没有解决宇宙的视界、奇性、宇宙学常数等重要问题，还完全不理解主导宇宙大尺度结构的形成和演化的暗物质和暗能量，还没有完全认识宇宙中正反物质的不对称性的根源，也没有全面揭示宇宙中黑洞的形成和增长以及星系的形成和演化的规律。特别是暗物质、暗能量和黑洞问题，被认为是宇宙研究中最具挑战性的课题，有待于进一步的深入探索。

暗物质是宇宙中无法直接观测到的物质，但它却能干扰星体发出的光波或引力，所以科学家可以认识到暗物质的存在。暗物质是宇宙的重要组成部分。暗物质的总质量是普通物质的 6.3 倍，而人们可以看到的物质只占宇宙总物质的 10% 不到，暗物质可能主导了宇宙结构的形成。科学家曾对暗物质的特性提出了多种假设，但暗物质的本质现在还是个谜^[8]。

暗能量是一种不可见的、能推动宇宙运动的能量，暗能量的存在直到 1998 年才被天文学家初步证实。暗能量是近年宇宙学研究的另一个具有里程碑式的重大成果。有科学家推测，宇宙中所有的恒星和行星的运动基本都是由暗能量来推动的。支持暗能量的主要证据有两个。一是对遥远的超新星所进行的大量观测表明，宇宙在加速膨胀。按照爱因斯坦引力场方程，能够从加速膨胀的现象推论出宇宙中存在着压强为负的“暗能量”。另一个证据来自于近年对微波背景辐射的研究精确地测量出的宇宙中物质总密度。值得注意的是，观测得出的物质能量总量，超过了普通物质和暗物质的质量之和，所以必须有某种成分，例如暗能量，来填补那个差值。

从哲学的角度来讲，暗物质和暗能量的存在对人们的观念是一次极大的冲击和突破。当年哥白尼仅仅将宇宙的中心从地球搬到太阳，就引起了全世界的轩然大波，人们不得不重新审视自身在宇宙中所扮演的角色。天文学上的发现不断地突破人们刚刚确定的关于宇宙中心知识体系，直到爱因斯坦提出广义相对论后，人们才发现宇宙根本没有所谓的中心。暗物质和暗能量同样是以前人类无法想象的事情，但它们就存在于整个宇宙中，并在宇宙的构成和作

用等方面居于主导地位。

反物质是由反原子构成的物质。反质子、反中子和反电子如果像质子、中子、电子那样结合起来就形成了反原子。反物质正是一般物质的对立面，而一般物质构成宇宙的主要部分。物质与反物质的结合，会如同粒子与反粒子结合一般，导致两者湮灭，并因而释放出高能光子(如伽玛射线)。根据爱因斯坦著名的质能关系式—— $E = mc^2$ ，如果质量湮灭，就会产生能量。正反物质湮灭时质量几乎损失殆尽，产生的能量比重核裂变和轻核聚变产生的少许质量差异大得多，会将 100% 质量转化成能量，而利用聚变反应的氢弹则大约只有 7% 的质能转换率。

人类走向太空的征程同样也只是刚刚起步。自从 1961 年 2 月 12 日前苏联发射“金星”号探测器奔赴金星以来到现在，各种宇宙探测器已先后对月球、水星、金星、火星、木星、土星、天王星、海王星、冥王星，哈雷彗星以及许多小行星和卫星进行了近距离或实地考察，获得了丰硕的成果，而且不断有新的发现。借助太空探测器，人们看到金星终日蒙上的一层密雾浓云及温暖世界，破解了火星上的所谓人工运河和生命存在之谜，观察到土星的奇异光环和卫星家族、以及木星及其极光景观等，使人类对于太阳系的认识更加清晰。现在，美国于 1977 年 8 月发射的“旅行者 2 号”太空探测器已经飞离太阳系，正在走向其他星系。人类虽然已经在近地轨道、远地轨道乃至月球留下了足迹，但尚未到达其他行星，还有漫长的太空征程等待人类去探索。

宇宙的魅力，宇宙探索的挑战性，宇宙蕴含的丰富科学问题，无疑为青年人展示自己的潜力，为人类提升创造力，提供了无与伦比的舞台。有志者应像伽利略那样，无畏艰险，执着追求，不断探索，不断开拓新的科学领域，深化人类对宇宙的认识。人们纪念伽利略，不仅是为了纪念他对科学的巨大贡献，更要学习、继承和发扬伽利略的勇于创新、善于创新和为科学真理而献身的精神，为提高我国的自主创新能力，建设创新型国家，不断做出创新贡献。

参考文献:

- [1] 彼得·西斯. 星际信使, 舒杭丽译. 南昌: 21 世纪出版社, 2009
- [2] 爱因斯坦, 英费尔德. 《物理学的进化》, 周肇威译. 长沙: 湖南教育出版社, 1999
- [3] 张 衡. 《灵宪》
- [4] Peacock J. *Cosmological Physics*. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 0521422701, 1999
- [5] 何香涛. 观测宇宙学. 北京: 北京师范大学出版社, 2007
- [6] 陆 琰. 解开宇宙之谜的十个里程碑. 中国国家天文, 2009, 2: 10
- [7] Pappalardo J. The Future of 5 Telescopes in Space, *Popular Mechanism*, 2009
- [8] 陆 琰. 解开宇宙之谜的十个里程碑. 中国国家天文, 2009, 3: 14

**From Earth to Space: in Celebrating the 400th Anniversary
of the Use of Telescope by Galileo to Study the Universe**

LU Yong-xiang

(The Chinese Academy of Sciences, Beijing 100084, China)

作者简介:

路甬祥，中国科学院院士、中国工程院院士，中国科学院院长。