

新科技 新概念

大爆炸(Big Bang) 和暗能量(dark energy)

李 竞

(中国科学院国家天文台 北京 100012)

20 世纪 20 年代之前,科学家运用经典力学考察宇宙的大尺度结构,得出的结论是:我们的宇宙无论在时间上,还是在空间上,都是无限的,永恒的,无始无终的。这个无限时空的宇宙观广为世人赞赏和认同。

1912~1926 期间,美国天文学家斯里弗(Slipher)观测到 46 个星系的光谱,发现谱线的位置普遍地红向位移。若假设谱线位移是星系空间运动的反映,则星系的退行速度超过恒星的平均空间运动速度 1 个量级、2 个量级,甚至更大,即达到每秒几百公里、几千公里,甚至上万公里。天文学家将星系的红向位移现象,简称“红移”(redshift)。

1929 年,美国天文学家哈勃(Hubble)根据前人的“红移”观测资料以及他本人估算的星系距离数值,发现星系退行速度和星系距离呈线性正比关系,即退行速度越大,星系的距离越远。

V (退行速度) $\sim r$ (距离)

若加上一个比例常数,则有

$$V = Hr$$

后世将星系的“速度—距离关系”称为“哈勃定律”,将比例常数 H 称为“哈勃常数”。

哈勃和他的同事以及他的接班人在随后的几十年间,持续地测定更为遥远的星系的“红移”,并确认直到以十亿光年计的空间领域内,退行速度和距离的关系仍保持线性。描述星系的退行速度和距离成正比关系的

“哈勃定律”说明什么呢。只要承认谱线位移反映的是空间运动,则星系的“红移”就表明我们周围的星系正在四向退行,远离我们而去,也就是星系所在的空间整体膨胀,换言之,我们的宇宙在膨胀。

话分两头。1917 年,爱因斯坦首先运用他创建的广义相对论考察宇宙的结构和特征。他意识到,当面临以亿光年计的空间领域、以亿年计的时间跨度、以及接近光速的运动速度时,已超出了牛顿力学的适用范围。探究的结果是得到一个与静态的、永恒的宇宙不同的、不稳定的时空结构模型。1922 年,俄国数学家弗里德曼(Friedman)独立地利用相对论探求宇宙模型,得出一个动态的宇宙。1927 年,比利时天文学家勒梅特(Lemaitre)也同样地求索,得到的模型是一个正在膨胀的宇宙。

20 世纪 30 年代初,英国天文学家爱丁顿(Eddington)通过著书立说以及科普演讲,不遗余力地介绍、讲解和宣传哈勃的星系红移关系的重大发现,还有勒梅特的相对论宇宙模型理论研究。从那时起,新的天文术语“膨胀宇宙”(expanding universe)和“宇宙膨胀”(expansion of the universe)流传于科技界,并逐渐为世人所认知。

1946 年,旅美俄国天体物理学家伽莫夫(Gamov)提出宇宙起源的热大爆炸学说,合理地说明星系红移和宇宙膨胀的起因,并成功地解释氢和氦的原始宇宙丰度之谜。1948

李竞研究员是天文学名词审定委员会委员。

年,他的学生阿尔法(Alpher)和赫尔曼(Herman)根据伽莫夫学说,进而预期热大爆炸的今日余烬之温度为3K(绝对温标)。伽莫夫理论问世后,受到反对者的批评,尤以英国天文学家霍伊尔为甚。他以讽刺的语态将伽莫夫学说,说成“Big Bang”,不料这一原本带有贬义的“Big Bang”后来竟成为伽莫夫宇宙起源理论的正式名称,流传至今。

由于“大爆炸”宇宙模型的余烬预言一时半时无法验证,在随后的20年间,仅作为一个有争议的学说,与其他存世的宇宙学模型并存于世。1965年,美国科学家彭齐亚斯(Penzias)和威尔逊(Wilson)不期而遇地发现来自宇宙的、各向同性的、热温度3K的微波背景辐射,证实了“大爆炸”理论的预期。从此,能较好地描述观测到的大尺度时空结构和特征的“大爆炸”宇宙模型脱颖而出,成为当代首选的宇宙起源学说,并得到科学界的推崇和认可,而其他已问世的诸多宇宙学模型几乎全部退出现代宇宙学阵地,仅遗存于历史文献之中。

“大爆炸”宇宙起源说表述了“膨胀宇宙”和“宇宙膨胀”,但并未确切预期宇宙的终结命运。是一直膨胀下去,还是终有一日不再继续膨胀并又开始收缩。这是天文学家关切的未解之谜。然而,我们的宇宙既有起源又有演化的宇宙观的建立确系天文学对人类文明的重大贡献。

“大爆炸”宇宙学指出,有一个重要参数与是否持续膨胀有关,它就是“宇宙物质临界密度” ρ_c 。若“宇宙物质平均密度” ρ_0 大于 ρ_c ,宇宙物质的引力终将终止膨胀,反而开始收缩,星系相互趋近;若“宇宙物质平均密度” ρ_0 小于 ρ_c ,宇宙物质的引力不足以抵消膨胀,星系持续四散。天文学家认识和了解宇宙是通过在观测到的恒星、星系、星际物质以及其他电磁波段的天体和辐射源。按照天体和辐射源的质量总和,估算出的宇宙物质平均密度 $\rho_0 \sim 10^{-33} \text{ g/cm}^3$,而“大爆炸”宇宙模型要求的“宇宙物质”临界密度 $\rho_c \sim 10^{-31} \text{ g/cm}^3$,二

者相差2个量级。 ρ_0 远小于 ρ_c 的确认,意味着宇宙内已知的天体和物质的质量具有的引力不足以制止宇宙膨胀。

20世纪30年代,根据星系群和星系团的研究,发现在星系际有即使用望远镜也一无所见的物质,但其引力效应却显示出确实存在。更令人惊异的是,根据星系群中的一个成员星系的质量,推求出的星系群总质量,仅及根据引力效应计算出的星系群范围内的看不见物质质量的十分之几、百分之几。真是大大地出乎意料。遂将这类无法观测到的宇宙物质称为“暗物质”(dark matter)。暗物质究竟是些甚么物质?在21世纪初的今日,按照它们的表现形式,多认为至少有暗天体和粒子两大类:前者有行星、行星际气体和尘埃、白矮星、中子星、黑洞、星际物质、矮星系、星系际气体等等;后者有中微子、光微子、引力子、引力微子、轴子等等。然而,所有上述可能有的宇宙物质的引力之和,再加上能观测到的天体的引力之和,它们的平均密度 ρ_0 还是小于 ρ_c ,仍然刹不住宇宙膨胀的脚步。

进入21世纪的前夜,有两项科学探索为揭示宇宙的命运提供了新线索。其一是1998年在南极上空放飞的气球运载“背景辐射各向同性探测器‘飞镖’”。另一是遥远的,亦即宇宙早期的超新星巡天。“飞镖”号近一年的高空探测,有两项重要成果:检测出宇宙背景辐射的十万分之一的起伏,这是对极早期宇宙曾经历加速膨胀的“暴涨阶段”的有力支持;此外,探测资料还表明宇宙结构具有平直的几何特征。距离极遥远的超新星观测的结果更令人惊异。理论天体物理指出,Ia型超新星是某种相当匀称的标准光源。巡天资料显示,距离80亿光年和更远的Ia型超新星的亮度观测值比预期值暗,即退行的距离更远,表明宇宙膨胀在加速。进一步研究揭示,我们的宇宙从极早期起就有一种与引力性质相反的某种斥力出现,天文学家为其取名叫“暗能量”(dark energy)。并确认,宇宙中“暗能量”的质量远超过已知天体和已知暗物质

的质量总和。这是世纪之交的重大天文学进展。

人们不禁要问,如果起加速作用的“暗能量”真的存在,为何过去自从观测宇宙学诞生以来的70多年间,不曾察觉?答案只有一个:“暗能量”和“宇宙膨胀”一样,都是大尺度时空结构的行为和特征。就拿“宇宙膨胀”来说,现在公认的、表示膨胀速率的“哈勃常数”值是每百万光年每秒22~24公里。“宇宙膨胀”无处不在,但只有在以百万光年计的星系际空间才显现,而在太阳系内、在银河系内的星际空间,甚至在几十万光年的范围内,“宇宙膨胀”都微小到忽略不计。与此类似,“暗

能量”是在天文学家的探测能力深入到上百亿光年的空间,逼近宇宙诞生初期才察觉到的。“暗能量”的存在和确认,意味着我们的宇宙正在加速膨胀。这就是今日的宇宙观。

进入21世纪,又有一个空间天文台——“微波各向异性探测器”(MAP)在飞行。它检测背景辐射起伏的精度达到一百万分之一。2003年初公布的各种宇宙物质质量的比例分布探测结果是:

发光天体	4 %
暗物质	23 %
暗能量	73 %

介绍一个生物化学新词:膜筏

卢义钦

(中南大学湘雅医学院生化教研室 长沙 410078)

细胞膜是否也含有与脂质体(liposome)相似的脂类结构域(domain),是许多实验室一直感兴趣的话题。以脂双层为特点的生物膜结构,很像一片“沼泽地”,某些部位的组成较结实,而其他区域则显示一定的流动性。近年来在细胞膜上有一种以鞘脂(sphingolipids)和胆固醇(Ch)为基础的微结构域(microdomain)引起人们注意,鞘脂含有很长的多呈饱和的脂酰基链,这些链的排列高度有序,在其紧密填充之间又有大量Ch存在,形成了质地较致密的富集Ch的小斑块结构,而其周围膜介质的流动性较强,因此该结构域处于经常浮动状态,类似江中拖运的木筏,称为筏脂组合,简称为筏(rafts)。又由于真核生物的细胞膜常含有筏式微结构域,故命名为膜筏(membrane rafts)。构成膜筏的脂质,包括鞘脂(鞘糖脂和鞘磷脂)与Ch,统称

为筏脂(raft lipids)。

一、膜筏的化学组成^[1]

在真核生物的质膜结构中,存有两种不同的微结构域,两者常并存不悖:(1)富集胆固醇与饱和脂类(如鞘脂)而不溶于去利通(triton)X-100的微结构域,即膜筏。鞘脂含有紧密填充的长链饱和脂酸,致使其熔解温度(T_m)升高。鞘脂分子与它们之间交错排列的Ch组合成一个移动平台,从而带来更多的侧向运动。这一时相称为液序相(liquid-ordered phase;Lo)。膜筏的大小和范围决定于筏脂的浓度。(2)富集不饱和磷脂而溶于去利通X-100的微结构域。其不饱和脂酰链的排列呈松散填充的无序状态。因此测得的T_m值较鞘脂为低,并常以流动液晶相(fluid liquid crystalline phase)存在,简称为L

卢义钦教授是生物化学与分子生物学名词审定委员会委员。