

宇宙年龄

——宇宙学中的一个热点问题

许 梅 ·

问题的提出

1986年8月下旬,国际天文学联合会第124次(观测宇宙学)讨论会在北京举行.这次会议上宣布的宇宙年龄的最好结果是140—200亿年.但近几年通过对几个河外星系中造父变星的观测却产生了所谓宇宙年龄危机的新问题:例如,对星系M100内20颗造父变星光变数据的测定得出哈勃常数 $H_0=80\pm 17$ 公里·秒⁻¹·兆秒差距⁻¹,对星系NGC4571中3颗造父变星的测量得出 $H_0=87\pm 7$ 公里·秒⁻¹·兆秒差距⁻¹,而对星系群狮子/中星系M96的造父变星的测量却得出 $H_0=69\pm 8$ 公里·秒⁻¹·兆秒差距⁻¹.按照宇宙创生热大爆炸模型(以下简称标准模型),如果物质是均匀膨胀的,而彼此间又没有引力等相互作用,则 H_0 的倒数就直接给出宇宙的年龄,所谓哈勃年龄.若取 $H_0=87$ 公里·秒⁻¹·兆秒差距⁻¹,则哈勃年龄

$$T_0 = \frac{1}{H_0} = \frac{3.26 \times 10^6 \times 9.46 \times 10^{12}}{87} \text{ 秒}$$

的果树和栽培它们的人.这个比喻对我来说尤其合适,因为我决不是属于收获果实的人,我只是一个植树的人,照料果树的人或者只是对这些有帮助的人.”勒纳德这儿指的比喻是瑞典科学院院士证书的扉页上有一个盾形图案,画面是一个园丁在种植幼树,上面题有格言:“为了我们的后代.”勒纳德因研究阴极射线而获诺贝尔奖.他发现了阴极射线可以穿过铝片继续在管外的空气中行进.他的发现是受到他老师赫兹的启发,在赫兹实验的基础上作了改进,成功地将阴极射线引出放电管外,使对阴极射线的研究工作有可能在比以前更简单、更方便

$$= \frac{3.26 \times 9.46 \times 10^{18}}{87 \times 365.23 \times 86400} \text{ 年}$$

$$\approx 115 \text{ 亿年}^{[注]}$$

若取 $H_0=69$ 公里·秒⁻¹·兆秒差距⁻¹,则 $T_0\approx 145$ 亿年.另一方面,天文学家一致认为球状星团是我们银河系中最古老的天体,因为星团中恒星的低金属(在天文学中,重于氮的元素称为金属元素)含量表明它们是属于从原星系凝聚出来的第一代恒星.利用球状星团的赫罗图可以推算出星团和银河系的年龄为130至180亿年,至少不能低于114亿年.因此,按照标准模型,就会得出宇宙年龄比宇宙中最古老天体年龄小的谬论.

“非标准”的答案

在一些科学家提出的非标准宇宙模型中,不存在宇宙年龄危机问题.现介绍其中的三种如下:

1. 对星系NGC4571中3颗造父变星的

[注] 1秒差距=3.26光年,1光年=9.46×10¹²公里,1回归年=365.23天,1天=86,400秒.

的实验条件下进行.使得勒纳德以及其他科学家进行了一系列有价值的实验研究.从这个意义上讲,勒纳德是一个植树的人,照料果树的人.而收获果实的是汤姆逊.是汤姆逊总结了20余年有关阴极射线的实验结果,用巧妙的实验方法测定了阴极射线的荷质比,最后确定了电子的存在.使20余年有关阴极射线的争论告一段落.电子的发现打开了原子的大门,开始了20世纪科学技术发展突飞猛进的新纪元.享受现代文明的人应该感谢现代物理的植树人之一、开创粒子物理实验的先驱、1906年诺贝尔物理学奖得主——J.J.汤姆逊教授.

测量表明,对于退行速度较大的遥远星系要考虑到相对论性效应和时-空弯曲以及星系分布的不均匀性对所测星系红移值的影响,星系红移的量子化现象也不可忽视.这些问题使不少人认为哈勃常数不可能有定值,而随被测星系的距离和方向而有所不同,因此,哈勃年龄也不可能有定值.1993年,以葡萄牙科学家伯托拉米(Orfeu Bertolami)为首的小组提出:控制着引力强度的牛顿万有引力常数不是固定不变的,在星系和星系团尺度上的引力强度要大于太阳系内的引力强度,如果引力常数确实随空间尺度的增大而增强,则宇宙的膨胀速率将有赖于所观测空间的体积,从而得出哈勃常数是一个随空间尺度而变化的量的结论,故不可能从哈勃常数推导出宇宙年龄.

2. 美国麻省理工大学的宇宙学家哈里森(Edward Harrison)在1993年3月初发表了一个与热大爆炸学说极不相同的极慢膨胀的宇宙学说,其结论与若干重要观测事实都符合得很好,但在此模型中,标志着宇宙膨胀速率的哈勃常数只有 $10 \text{ 公里} \cdot \text{秒}^{-1} \cdot \text{兆秒差距}^{-1}$.这意味着现在宇宙的密度比停止宇宙膨胀所需的密度要大10倍.高密度促使在遥远空间大体积、高质量宇宙结构的形成,它们的引力吸引将星系和类星体从我们这里拉向各个方向,导致所观测到的遥远天体的大红移值,而使天文学家错误地以为哈勃常数为 $50\text{—}100 \text{ 公里} \cdot \text{秒}^{-1} \cdot \text{兆秒差距}^{-1}$.

哈里森宇宙的年龄为350亿年,这就解决了标准模型中的宇宙年龄危机.哈里森模型预测宇宙约在220亿年后停止膨胀,然后开始重行坍缩,于790亿年后达到大暴缩(Big Crunch).

3. 国际知名天文学家伯比奇(G. Burbidge)、霍伊尔(F. Hoyle)及纳里卡(J. V. Narlikar)在1993年6月发表了他们的准稳恒态宇宙学(Quasi-Steady State Cosmology,简称QSSC)学说.该宇宙模型与标准模型的主要区别在于宇宙不是在一次大爆炸声中诞生的,而是不时不歇地发生局部“小爆炸”,爆炸有大有小,两次爆炸的间隔从几百万

年到几十亿年不等,这些爆炸不断地改变着宇宙的结构.显然,在此模型中,宇宙的年龄不是140—200亿年而是几十万亿年,甚至是一个难以测定其开端的宇宙.

继续深入地探索

面对着在标准模型的框架内宇宙年龄小于最古老天体年龄的矛盾,标准宇宙模型的拥护者们并未气馁,他们认为热大爆炸理论虽有这样那样的问题,但对观测事实的符合程度仍优于其他学说.他们认为:本文开头所述的在115—145亿年之间的宇宙年龄只是从三个河外星系的有限个数的造父变星的观测数据得到的,不应就此轻率地否定标准模型.弗里德曼(Wendy L. Freedman)女士领导的小组准备用多种观测方法继续对众多星系进行观测研究,并尽量减少一些人为误差.第一步用哈勃空间望远镜测量天炉座星系团中的造父变星,因为该星系团中星系的分布较紧密,比室女星系团简单,与我们的距离也与室女团与我们的距离差不多但位于相反的方向.她们希望用几年的时间对宇宙年龄得出一个更加有说服力的结论.此外,超新星的亮度大约是造父变星的1000倍,更易观测,一旦明确了超新星爆发瞬间的标准亮度,天文学家就能更准确地判定超新星所在星系的距离,从而能更好地测定宇宙的年龄.

其次,加拿大理论物理学家沙博耶(Brian Chaboyer)在分析了测定球状星团年龄时的各种可能误差的来源后得出:球状星团的年龄最小为110亿年,最大可能达到210亿年.因此,对球状星团年龄的进一步精确测定大有文章可做.

第三,人们已探测到许多红移值 Z 大于4的类星体,最远的一个是 $Z=4.897$ 的PC1247+3406,但大多数类星体的红移值集中在 $Z=2$ 至3之间.按照标准宇宙模型,这些类星体是在大爆炸后20至30亿年间诞生的.美国卡内基·梅隆研究所辛格(Anupam Singh)的理论研究不但能说明上述观测事实,而且预见到只要宇宙常数 Λ (该常数代表真空中的总能量及存在于星系之间的斥力)不为零,宇宙的

物理学中的宇与宙

王凤全

(北京石油化工学院自动化系 北京 102600)



一、物理与宇宙

宇宙,爱因斯坦称时空。二千多年前,中国《淮南子》称:四方上下曰宇,古往今来曰宙。在

全球人类面前的问题很多,生存问题,衣食问题,电话、计算机、汽车家庭普及的问题,用高科技提高产品的数量、质量问题等。其中最大的问题莫过于我们所在的宇宙本身的问题,古今中外,多少科学家、有志之士,终其一生,未尽其解,伽利略、牛顿、爱因斯坦等等。还有中国人,战国时期,屈原,面对浩瀚无际的苍穹,发出《天问》:“遂古之初谁传道之?”,“日月安属列星安陈?”。

人类的知识、智慧经过近万年的历程,到今天分成很多学科,数学、物理、化学、生物学、哲学、文学、医学、自动化技术、计算机技术等。其中应列首位的是物理学,很多学科以物理为基础。高等数学的基础主体微积分,就是牛顿(英国)、莱布尼兹(德国)在研究空间天体的运动时各自创立。和研究宇宙关系密切的有,引力物

实际年龄要比我们观测到的老得多,从而在标准模型的框架内阐释了宇宙年龄小于最古老天体年龄的矛盾。

诚然,至今我们还远未弄清楚宇宙起源的细节,但已获得的所有观测资料都指向一个“热”的开端。1989年11月18日美国宇航局发射上天的“宇宙背景探测器”搜集到的数据无可辩驳地表明宇宙曾经是较热和较小的,结合氢同位素的相对丰度和河外星系光谱线的红移,要找到比宇宙创生热大爆炸模型更好地说明这些现象的学说是较难的。就拿前面所介绍的三种非标准宇宙模型来说,伯托拉米的万有引力常数变化论和

物理学,热学,光学,粒子物理学,核物理学,相对论,宇宙线物理学等。

二、宇宙的演化

对遥远处宇宙的研究目前只能通过观测,借助于星系发出的光线或射电,在地面,在地球空间轨道上(哈勃天文望远镜)进行。宇宙不是静态的,是演变着的。明天的太阳不同于今天,亦如今天的太阳不同于昨天,能量减少。宇宙本身及其演化方向、过程与人的愿望无关,人择原理如同上帝不科学、不唯物。一亿多年前,地球尚无人类,只有恐龙,然而宇宙演化至今,经历过那个时刻。那时能说,今天看到的宇宙之所以是这样的,是因为如果它不这样,我们就看不到它(人择原理)?

西方人讲上帝创生宇宙,东方古人则信仰佛道,可是宇宙就是宇宙,与神佛无关。热力学第二定律在以太阳为中心,一光年(近10万公里)的范围内不会不正确,其他恒星也同样,乃至星系亦然,宇宙趋于均匀、稳定。四百多年前,日心学说的创立者哥白尼,被当时认为离经叛道,其《天体运行论》列为禁书。布鲁诺,曾在许多著名大学从教,因捍卫哥白尼的日心说,

哈里森模型是很难用目前通用的观测方法来验证的,QSSC模型虽与1948年霍伊尔等人提出的稳恒态宇宙模型不同,是一个有演化的宇宙模型,且能说明观测到的氢、氦、氮、锂等轻元素的丰度以及宇宙微波背景辐射,但由于该学说是用遍布于整个宇宙的针状微粒来说明此背景辐射的,而针状微粒对射电波来说将使宇宙不透明,这与观测事实不符。

与任何理论一样,大爆炸宇宙学也要经受新观测事实的考验并不断改进和充实其内涵,但目前还不能因为年龄矛盾一个问题就全盘否定标准模型。