

星系哈勃红移的非多普勒效应解释

王海^①

(铜陵有色稀贵金属分公司 安徽省铜陵市金山西路 666 号 244021)

摘 要 分析了多普勒效应在解释星系哈勃红移现象时, 星系际光传播过程存在的能量不守恒和宇宙膨胀时空不平权两大问题; 提出了“时空物质属性”的 3 个基本假设; 最后阐述了星系哈勃红移的非多普勒效应解释。

关键词 多普勒效应; 星系; 哈勃红移; 时空物质密度系数; 物质守恒

中图分类号: O433 文献标识码: A 文章编号: 1004-8138(2011)01-0169-06

1 引言

星系哈勃红移的发现是宇宙学和天体物理学的重大成就之一。哈勃定理基于光学多普勒效应对星系哈勃红移的解释, 在观测上对膨胀宇宙模型给以强有力的支持。我们可以设想, 一个分布着物质的空间在均匀膨胀时, 其中任何一点将会看到周围的点都是离它而退行的, 并且距它愈远的点退行速度愈高。可是, 这种在三维空间里观察到的现象, 在四维时空里是否也是如此呢? 答案是否定的。因为用多普勒效应解释星系哈勃红移现象时, 会带来星系际光传播过程存在能量不守恒和宇宙膨胀时空不平权两大问题。

2 用多普勒效应解释星系哈勃红移现象及其存在的问题

2.1 星系哈勃红移的发现及其解释

1929 年, 哈勃研究了 24 个距离已知的河外星系, 测量这些星系的谱线之后, 他发现这些星系存在系统性红移现象, 而且红移量 $Z(Z = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0})$, λ_0 、 λ 分别为红移前和红移后的光波波长) 与星系到我们的距离 r 成正比^[1], 即:

$$Z = k \cdot r \quad (1)$$

式中: k ——比例常数。这种星系系统性红移现象后来被称为星系哈勃红移。

至于星系红移产生的原因, 哈勃很自然地认为是光波的多普勒效应产生的。这样, 被测星系相对于我们的视向退行速度 V 与红移量 Z 的关系为:

$$V = C \cdot Z \quad (2)$$

式中: C ——光速, 于是有:

$$V = H_0 \cdot r \quad (3)$$

式中: H_0 ——现在称为哈勃常数^[2]。(3) 式就是哈勃关系式, 也称哈勃定律。概括为: 被测星系相对于我们的视向退行速度与我们到被测星系的距离成正比。

① 联系人, 手机: (0) 13965226097; E-mail: tlw_angh@126.com

作者简介: 王海(1963—), 男, 安徽省桐城县人, 高级工程师, 学士, 主要从事设备管理工作。

收稿日期: 2010-04-15; 接受日期: 2010-05-26

星系哈勃红移的多普勒效应解释后来被人们普遍接受。这其中主要有 3 个原因:一是多普勒效应已成为人们广泛了解的一种物理学效应;二是在现有的物理学基础上,其他的解释都与天文观测相矛盾^[3,4];三是哈勃关系式可以被认为是宇宙膨胀的最直接证据之一,对宇宙演化论和大爆炸宇宙学具有十分重要的意义^[5,6]。

但是,事情并非总是如此。进一步的天文观测表明,哈勃关系式并不严格成立,哈勃常数 H_0 的值至今仍无明确的结论^[7,8]。尤其是十几年前哈勃望远镜发现的宇宙正在加速膨胀的现象,哈勃关系式无法给予解释。

现在,如果从光传播过程中遵守能量守恒和业已证明的宇宙有限起源论及宇宙时空平直性的宇宙观出发,来分析多普勒效应对星系哈勃红移的解释,则不难发现它存在的 2 大问题。

2.2 星系哈勃红移的多普勒效应解释破坏了光波在空间传播过程中的能量守恒

通常的多普勒效应中,光源光波在空间传播时总能量是守恒的。

如图 1 所示,设 S 为光源, S' 为观测者, S 相对于 S' 的运动速度为 V , α 为速度 V 与 $S S'$ 延长线间的夹角, r 为 S' 和 S 之间的距离。

假定光源 S 向空间发射频率为 ν_0 的光子,观测者 S' 接收到的光子频率为 ν ,考虑非相对论情况,则由多普勒效应可知 ν 与 ν_0 存在如下关系:

$$\nu = \nu_0 \cdot (1 - \cos\alpha \cdot \frac{V}{C}) \quad (4)$$

为方便起见,只考虑二维情形。设光源 S 发射光子的总功率为 I_D ,观测者 S' 接收到的光子总功率为 I'_D 。根据光发射的量子理论,光子通过以光源 S 为中心,以 r 为半径的圆周时几率处处相等。于是圆周上光子数的线密度 i'_D 为:

$$i'_D = \frac{I_D}{2\pi r \cdot h\nu_0} \quad (5)$$

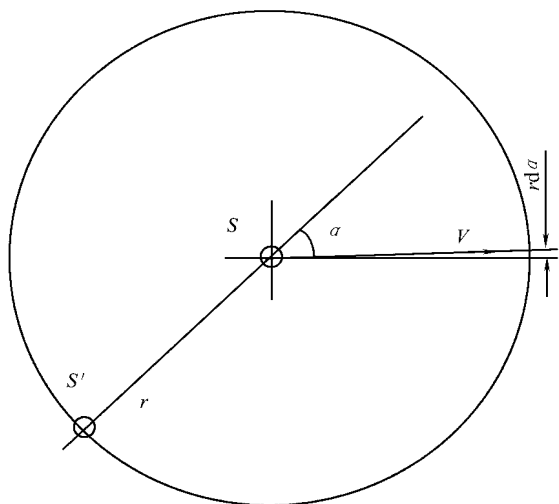


图 1 光源 S 相对于观测点 S' 的多普勒红移

则圆周上的微元 $dl = r d\alpha$ 中接收到的光子功率为:

$$i'_D \cdot h\nu dl = \frac{I_D}{2\pi} (1 - \cos\alpha \cdot \frac{V}{C}) d\alpha \quad (6)$$

将(6)式对圆周积分有:

$$i'_D = \oint i'_D \cdot h\nu dl = \frac{I_D}{2\pi r} \int_0^{2\pi} (1 - \cos\alpha \cdot \frac{V}{C}) d\alpha \quad (7)$$

于是有:

$$I'_D = I_D \quad (8)$$

可见,在通常的光波多普勒效应中,尽管各方向的光子频率发生了变化,但光源 S 传播到空间的光子总能量没有变化,总能量是守恒的。

现在考虑星系哈勃红移的多普勒效应。如图 1,这时光源 S 为星系, S' 为地球观测者, r 为地球观测者 S' 和星系 S 之间的距离, S 相对于 S' 的退行速度为 V , α 为速度 V 与 $S S'$ 延长线间的夹角。不同的是此时 α 始终取值为零。因为在以星系 S 为中心,以 r 为半径的圆周上,退行速度 V 的方向总是背离地球观测者 S' 。这时(4)式和(6)式分别变成:

$$v = v_0(1 - \frac{V}{C}) \tag{9}$$

和

$$i'_D \cdot h\nu dl = \frac{I_D}{2\pi}(1 - \frac{V}{C}) d\alpha \tag{10}$$

(10) 式对圆周积分得:

$$I'_D = I_D(1 - \frac{V}{C}) \tag{11}$$

上式表明星系 S 发射的光子, 其总能量在空间传播过程中减少了 V/C 。考虑相对论情形^[9]和三维空间, 也得出同样的结论。

可见, 用多普勒效应解释星系哈勃红移现象会导致光在空间传播过程中不遵守能量守恒定律, 而这种能量不守恒是与现有的物理学基础相矛盾的。

2.3 星系哈勃红移的多普勒效应解释与宇宙有限起源论和宇宙时空平直性相矛盾

宇宙有限起源论和宇宙时空平直性是现代宇宙学的重要成就, 已经被大量的天文观测所证实, 而哈勃红移的多普勒效应解释却与这些成就相矛盾。

下面以几何方法说明这种矛盾。

如果以时间为横坐标, 以星系到地球的距离(单位: 光年)为纵坐标, 以时空的起始点为坐标原点作图, 如图 2 所示。

设现在的宇宙年龄为 T_0 , 在 T 轴上对应为 A 点。因距离单位设为光年, 从 A 点向左上 45° 方向作直线, 交 R 轴于 B 点, 则我们现在观察到的星系, 其时空坐标全部位于 AB 线上; 又设 a, b 分别为我们观测到的 2 个星系, 观测距离分别是 $Aa = r$ 和 $Ab = r'$ 。对于时间微量 $d\tau$, AB 平移至 $A'B'$, 作射线 Oa, Ob 交 $A'B'$ 于 a', b' 点, 射线 Oa, Ob 相当于 a, b 2 个星系在宇宙演化过程中的路线。如果从 a 点作直线平行于 T 轴, 交 $A'B'$ 于 n 点, 显然有 $A'n = Aa = r$, $an = A'A' = d\tau$ 而 $\triangle OAa \sim \triangle ana'$, 所以有:

$$\frac{dr}{d\tau} = \frac{r}{T_0} \tag{12}$$

式中 $dr/d\tau$ 即为星系 a 相对于我们的退行速度 V , 于是有:

$$V = \frac{r}{T_0} \tag{13}$$

比较(3) 式和(13) 式, 有:

$$H_0 = \frac{1}{T_0} \tag{14}$$

哈勃常数 H_0 是宇宙年龄 T_0 的倒数。这正是多普勒效应对星系哈勃红移现象的解释。

在图 2 中, 一方面星系 a, b 相对于我们的距离增量 dr, dr' 随着距离的增加而增加(因为 $Aa/Ab = r/r' = dr/dr'$), 另一方面星系 a, b 的时间增量同我们的时间增量 $d\tau$ 一样, 并没有随着时间的增加而增加, 始终是均匀流逝的。可见, 本文用多普勒效应解释星系哈勃红移, 说明宇宙是三维空

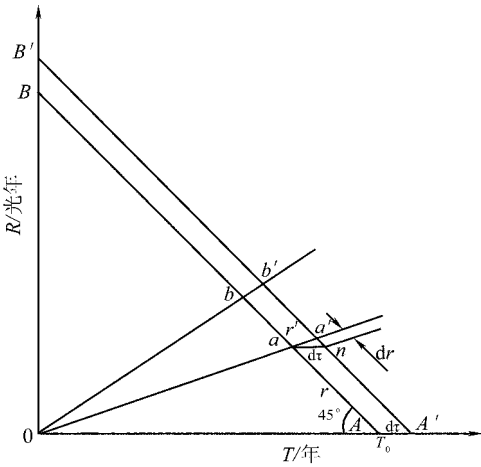


图 2 星系哈勃红移现象的多普勒效应解释

间的膨胀,而不是四维时空的膨胀,宇宙膨胀在时间和空间上是不平权的。宇宙三维空间从零膨胀而来,宇宙时间却是始终存在,是无限的。

这种时间和空间上的不平权,第一会得出宇宙不是有限起源的结论,因为时间没有起源;第二会导致宇宙时空在大范围上产生不平直,宇宙物质在空间中的分布将是极端不均匀的。

综合以上分析说明,用多普勒效应解释星系哈勃红移是不正确的,应该寻找更为深刻的原因。

3 星系哈勃红移的非多普勒效应解释

早在场论和粒子物理学研究中,已经认识到所谓时空(或真空)实际上是粒子场的基态^[10],具有物质的属性,而不仅仅是数学意义上的几何标架。

在讨论星系哈勃红移的物理学解释时,如果把“时空的物质属性”这一概念应用到实际研究中,那么这个问题解决起来可能要容易得多。

3.1 关于宇宙时空物质属性的 3 个基本假设

为了把“时空的物质属性”这一概念应用到讨论中,以便用数学方法描述星系哈勃红移问题,这里提出 3 个基本假设:

假设一:构成我们这个宇宙的时间和空间是物质性的,并且是宇宙中最主要的物质存在形式;

假设二:宇宙在膨胀(或演化)过程中,由时间和空间构成的物质,在总量上保持守恒(即广义上的物质不灭定律);

假设三:宇宙在时空膨胀过程中,时间和空间的膨胀是平权的。即宇宙膨胀是四维时空的膨胀。

根据假设一,为了表达时空的物质意义,在四维时空的坐标中各引入一个无量纲的物质密度系数 ϵ ,这样四维时空的线元平方^[11] ds^2 成为

$$ds^2 = \epsilon^2 g_{ij} dx^i dx^j \quad (15)$$

式中: g_{ij} ——洛伦兹度规; ϵ ——宇宙宏观时空的函数,与局部坐标 x^i, x^j 没有关系。

下面求出物质密度系数 ϵ 与宇宙宏观时空的函数关系。设由宇宙宏观时空构成的物质总量为 E (注:不同于通常的质量概念),在宇宙年龄为 T 、宇宙空间几何总体积为 V 时,由假设二和(15)式,有恒等式为:

$$E \equiv \eta \iiint (|g_{11}||g_{22}||g_{33}||g_{44}| \cdot \epsilon^8)^{\frac{1}{2}} dx^1 dx^2 dx^3 dx^4 \quad (16)$$

式中: η ——常数, ϵ 与坐标 x^1, x^2, x^3, x^4 无关。因为天文观测的宇宙时空是平直的,所以

$$|g_i| = 1, i = 1, 2, 3, 4 \quad (17)$$

代入(16)式得:

$$E \equiv \eta \epsilon^4 V T \quad (18)$$

又由假设三,可设:

$$V = \theta \cdot T^3 \quad (19)$$

式中: θ ——比例常数,代入(18)式可得

$$\epsilon = \left(\frac{E}{\eta \theta}\right)^{\frac{1}{4}} \cdot \frac{1}{T} \quad (20)$$

上式表明物质密度系数 ϵ 与宇宙年龄 T 成反比。

3.2 星系哈勃红移的解释

利用(20)式可以很好地解释星系哈勃红移现象。

在地球所处的时空位置,设宇宙的年龄为 T_0 ,物质密度系数取 ϵ_0 ,则

$$\epsilon_0 = \left(\frac{E}{\hbar\theta}\right)^{\frac{1}{4}} \cdot \frac{1}{T_0} \quad (21)$$

在距离我们 r 光年处的星系, 我们观察其所处的宇宙年龄为:

$$T = T_0 - r \quad (22)$$

相应的物质密度系数 ϵ 有:

$$\epsilon = \left(\frac{E}{\hbar\theta}\right)^{\frac{1}{4}} \cdot \frac{1}{T_0 - r} \quad (23)$$

联系(21)、(23)式可得:

$$\epsilon = \frac{T_0}{T_0 - r} \cdot \epsilon_0 \quad (24)$$

为简化和习惯起见, 可令 $\epsilon_0 = 1$, 上式为:

$$\epsilon = \frac{T_0}{T_0 - r} \quad (25)$$

或者

$$\epsilon = \frac{1}{1 - r/T_0} \quad (26)$$

设距离我们 r 光年处的星系发射波长为 λ_0 、周期为 τ_0 的光子, 到达地球时观测到的光子波长为 λ 、周期为 τ 。根据前面的假设, 光子一个波包的时空量在传播过程中保持不变, 于是存在如下关系为:

$$(\epsilon\lambda)(\epsilon\tau) = (\epsilon\lambda_0)(\epsilon\tau_0) \quad (27)$$

因为 $\tau = \lambda/C$, $\epsilon_0 = 1$, 所以有:

$$\lambda = \epsilon\lambda_0 \quad (28)$$

将(26)式代入上式, 得:

$$\lambda = \frac{\lambda_0}{1 - r/T_0} \quad (29)$$

根据红移量 $Z = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0}$ 的定义, 有:

$$Z = \frac{r/T_0}{1 - r/T_0} \quad (30)$$

当 $r < T_0$ 时, 有:

$$Z = \frac{r}{T_0} \quad (31)$$

上式表明, 星系光源的红移量与星系离开我们的距离成正比, 很好地解释了星系哈勃红移现象。

当星系距离 r 不是远小于 T_0 时, 将(30)式按级数展开为:

$$Z = \frac{r}{T_0} \left[1 + \frac{r}{T_0} + \left(\frac{r}{T_0}\right)^2 + L \right] \quad (32)$$

可见红移量 Z 要增加 $\frac{r}{T_0}$ 的二次项, 甚至三次项等等, 这使得非常遥远的星体(类星体)并不严格地遵守哈勃关系式, 且造成宇宙正在加速膨胀的表象。

4 结论

通过上面的讨论, 可以得出以下几点结论:

- (1) 不能用多普勒效应解释星系哈勃红移现象;
- (2) 在讨论宇宙演化时,应该坚持“时空的物质属性”观念;
- (3) 本文提出的“时空物质属性”三个基本假设是解释星系哈勃红移现象的基础,其意义值得进一步探讨。

参考文献

- [1] Hubble E P. Spiral Nebula as a Stellar System[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 1929, **15**(1): 168—173.
- [2] 郭万稳,何香涛. 宇宙的距离尺度和哈勃常数[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 1988, **24**(3): 60.
- [3] 何香涛. 哈勃定律和哈勃常数测定的进展[J]. 大学物理, 1994, **13**(1): 4—9.
- [4] 马雪峰. 马氏定律与哈勃定律的辨析[J]. 光谱实验室, 2002, **19**(3): 320—324.
- [5] 向守平. 大爆炸宇宙学模型的基本参数——宇宙年龄 t_0 和哈勃常数 H_0 [J]. 天文学进展, 1996, **14**(3): 219—226.
- [6] Freedman W L, Madore B F, Mould J R *et al.* Distance to the Virgo Cluster Galaxy M100 from Hubble Space Telescope Observations of Cepheids[J]. *Nature*, 1994, (371): 757—762.
- [7] 俞允强. 宇宙年龄问题上的疑难[J]. 物理, 1998, **27**(5): 259—263.
- [8] 邓祖淦. 宇宙年龄的问题[J]. 物理, 1996, **25**(9): 528—534.
- [9] 柏格曼 P G. 相对论引论[M]. 周奇, 郝莘译. 北京: 人民教育出版社, 1962. 47.
- [10] 李政道. 场论与粒子物理学(上册)[M]. 北京: 科学出版社, 1980. 225—226.
- [11] 韦伯 J. 广义相对论与引力波[M]. 陈凤至, 张大卫译. 北京: 科学出版社, 1979. 29.

Non-Doppler Effect Interpretation of Galaxies Hubble Redshift

WANG Hai

(Tongling Nonferrous Rare Metals Company, Tongling, Anhui 244021, P. R. China)

Abstract The Doppler effect interpretation of galaxies Hubble redshift was analyzed, which showed two major issues: the energy was not conserved in intergalactic propagation of light; and the space-time was inequality right in expansion of the universe. The three basic assumptions on “space-time material properties” were proposed. Finally, non-Doppler effect interpretation of galaxies Hubble redshift was discussed.

Key words Doppler Effect; Galaxies; Hubble Redshift; Space-Time Material Density Coefficient; Material Conservation

这真是令人啼笑皆非——重大发明创造被视为“旧货” 欢迎作者将被退稿佳作, 再投本刊

在 20 世纪的科技成就中, 激光可算是重大发明创造之一。第一台激光器是 1960 年由美国物理学家梅曼(见《邮票上的科学家——佼佼者之路》中之 M4)研制出来的。然而《物理评论快报》却拒绝刊登梅曼的论文, 理由是: 这是微波激射物理学方面的文章, 对快速出版物不再有价值。这真是令人啼笑皆非!

接着, 梅曼将论文寄到了英国《自然》杂志, 这篇 300 字的简短文章立即被接受。发表后引起全世界轰动。后来, 梅曼被列入了美国发明家名人堂。

为了吸取历史教训, 本刊收到的论文, 即使其观点与审稿人有尖锐的意见冲突, 只要是言之有理, 也给予发表。因为“仁者见之谓之仁, 智者见之谓之智”(《周易·系辞上》), 不同人从不同角度看问题, 难免不同。我们欢迎作者将被退稿佳作, 再投本刊。

繁荣学术交流事业, 需要“宽容”精神!

光谱实验室编辑部