

类星体真是那么遥远吗

王 连 璧

(昌潍师专物理系 山东 261043)



1989 年在天文学家、著名类星射电源专家马尔坦·施米特设计的巡天普查中发现了一个新类星射电源,被定名为 PC1158-4635.据说它距离地球 140 亿光年,是目前发现的最遥远的天体.

早在 60 年代就发现了被称为类星体的天体.这些天体不像通常的星系那样大,而是很小.用最大的天文望远镜也分辨不出它们的大小.它们像“恒星”,但是光谱与恒星光谱又不一样,是一种非热辐射,在紫外及红外波段的辐射比一般恒星强,谱中具有较强的发射线,谱线的红移相当大.

在 1910 到 1920 年间就发现了河外星系谱线有红移.到 1929 年,哈勃(E.P.Hubble)测量了河外星系的距离之后,宣称河外星系谱线红移的大小与河外星系至地球的距离大致成正比,即所谓哈勃定律.

所谓天体谱线红移,即来自天体的某谱线的波长变长或频率变低.假定某一谱线在地球上发射并观测时其波长为 λ_0 , 频率为 f_0 , 它在天

成相应的模糊神经控制系统,即把模糊逻辑推理功能和神经网络的学习功能有机结合起来.美国 Motorola 公司把模糊技术用于电脑的微处理器中,开发出电子消费、无线电通信等产品,无论是智能化程度,还是产品竞争力均有明显的提高.日本几家著名的电器公司瞄准千家万户需求的家电产品市场.推出模糊技术全自动洗衣机,风靡各地、产品畅销.松下“爱妻牌”洗衣机能针对不同衣料、污浊情况在洗涤过程中自判断去污能力以调整最适宜的洗涤方式与最合理时间.这种全自动洗衣机,不仅节电省时,而且亦减少衣料损伤.

当前模糊逻辑着重应用于人工智能研究和开发方面,旨在实现脑力劳动自动化.而在非单

体上发射时地球上的观测者测到的波长变成了 $\lambda(\lambda > \lambda_0)$, 频率变为 $f(f < f_0)$.

$$Z = (\lambda - \lambda_0) / \lambda_0 \quad (1)$$

称为红移量,用来量度谱线红移的大小.因为光在真空中有

$$c = \lambda f,$$

其中 c 为光在真空中的传播速度.用频率表示红移量时有

$$Z = (f_0 - f) / f. \quad (2)$$

哈勃定律为

$$cZ = Hd, \quad (3)$$

其中 d 为天体至地球的距离, H 为哈勃常数.按照目前的测量值

$$(30 < H < 110) \text{公里/秒} \cdot \text{百万秒差距},$$

或者

$$(0.8 \times 10^{10} < H^{-1} < 3 \times 10^{10}) \text{年}.$$

从哈勃定律看,如果天体谱线红移量 Z 大,则该天体距离地球远.类星体的谱线红移量 Z 很大,观测到的最大值达到 3.53,因而认为这些 Z 很大的类星体距离地球很遥远.

调模糊推理方面并不理想.未来的理论工作将进一步把非单调推理与模糊推理有机结合起来,这是解决常识推理问题的有效途径之一.另一方面,数据中的知识发现也是一个崭新的研究领域,它把数据的应用从简单的检索推广到发现数据库中的知识.这不仅是解决人工智能研究中知识获取的“瓶颈”问题的一个有效途径,而且也为人研究决策(宏观决策和软科学决策)支持系统奠定基础.人们深信,21 世纪信息化社会对各种信息处理自动化系统会提出越来越苛刻的要求,模糊逻辑将同神经网络系统、人工智能控制融汇结合中不断地发展,为加速国民经济的持续发展,调整产品结构、提高国际市场的竞争力作出重要的贡献.

类星体真是那么遥远吗? 这要由天体谱线红移产生的原因以及哈勃定律对于类星体是否成立来确定。

最常见的一种红移理论认为, 已观察到的宇宙在膨胀. 每个星系都以一定的速度退离我们, 退离速度正比于星系离我们的距离. 这种系统性的膨胀造成了系统性的天体谱线红移, 可以叫做相对论多普勒红移. 下面讨论一下相对论多普勒红移.

设某一天体以速度 v 退离地球. 某辐射源在地球上发射并测量的频率为 f_0 . 当辐射源在天体上时, 根据相对论, 地球上的观测者认为其发射频率为 $f_0 \sqrt{1 - (v/c)^2}$. 若地球上 t 时刻天体距地球的距离为 s , 天体上开始发射第一个波; 则天体上发射第 $f_0 \sqrt{1 - (v/c)^2}$ 个波结束时的地球时刻为 $t + 1$, 该时刻天体距离地球 $s + v$. 很明显, 地球上开始收到第一个波的时刻为 $t + s/c$, 而第 $f_0 \sqrt{1 - (v/c)^2}$ 个波到达地球结束的时刻为 $t + 1 + (s + v)/c$, 即地球上的观测者在时间

$$\left(t + 1 + \frac{s + v}{c} \right) - \left(t + \frac{s}{c} \right) = 1 + \frac{v}{c}$$

内接收到 $f_0 \sqrt{1 - (v/c)^2}$ 个波, 测得的频率为

$$f = f_0 \sqrt{\frac{c - v}{c + v}}$$

红移量

$$Z = \frac{f_0 - f}{f} = \sqrt{\frac{c + v}{c - v}} - 1. \quad (4)$$

若 $v \ll c$, 则

$$Z \approx v/c.$$

即天体退离地球的速度远小于光速时红移量 Z 与天体退离速度成正比, 因而也与天体到地球的距离成正比例. 哈勃定律是成立的.

对于 $Z = 3.53$ 的类星体, 利用公式(3), 取 H 为中间值, $H = 75$ 公里/秒·百万秒差距, 或 $H^{-1} = 1.9 \times 10^{10}$ 年可以算出, 该类星体距地球的距离

$$d \approx 6.7 \times 10^{10} \text{ 光年.}$$

这个距离实在是太遥远了! 因为按照大爆炸理论, 宇宙创生于 1.5×10^{10} 年前的一次大爆炸. 即使该类星体就在大爆炸时形成并以光速运动, 也不能如此遥远.

将 $Z = 3.53$ 代入公式(4), 可以算出该类星体退离地球的速度 $v \approx 0.9c$. 对于这样大的 v , Z 与 v 不是正比例关系, 哈勃定律可能根本不成立, 当然也不排除大爆炸理论有其不完善之处. 红移的产生也可能还有其他原因.

根据相对论理论, 引力可以使光谱线产生红移, 即引力红移. 任何有质量的实体周围都产生引力场. 引力场中的任何有质量的实体又都具有负的引力势能.

按照爱因斯坦的理论, 能量与质量之间满足: $E = mc^2$. 因而具有能量 $h\nu$ 的光子的质量 $m = h\nu/c^2$, 在引力场中也具有负的引力势能.

设某天体质量为 $M_{\text{天}}$, 则距该天体中心 $R_{\text{天}}$ 处的光子具有引力势能

$$P_{\text{天}} = - \frac{GM_{\text{天}} h\nu/c^2}{R_{\text{天}}},$$

这些光子逃逸天体到达地球表面时, 在地球引力场中的引力势能

$$P_{\text{地}} = - \frac{GM_{\text{地}} h\nu'/c^2}{R_{\text{地}}}.$$

引力势能的变化

$$\begin{aligned} \Delta P &= P_{\text{地}} - P_{\text{天}} \\ &= \frac{Gh}{c^2} \left(\frac{M_{\text{天}}}{R_{\text{天}}} \nu - \frac{M_{\text{地}}}{R_{\text{地}}} \nu' \right). \end{aligned}$$

使光子频率由 ν 变为 ν' . 若 $\nu' < \nu$ 则发生的是红移. 红移量

$$\begin{aligned} Z_{\text{引}} &= \frac{\nu - \nu'}{\nu'} \\ &= \left(\frac{M_{\text{天}}}{R_{\text{天}}} - \frac{M_{\text{地}}}{R_{\text{地}}} \right) \left/ \left(\frac{c^2}{G} - \frac{M_{\text{天}}}{R_{\text{天}}} \right) \right. \end{aligned}$$

根据已有数据, $c^2/G = 1.307 \times 10^{27} \text{ kgm}^{-1}$, $M_{\text{地}}/R_{\text{地}} = 0.938 \times 10^{18} \text{ kgm}^{-1}$. 所以 $Z_{\text{引}}$ 由 $M_{\text{天}}/R_{\text{天}}$ 确定.

(下转第 28 页)

顺次扭转的螺旋结构,而且其螺距随温度变化而发生显著变化,人们利用此现象制造出微温传感器.其原理为:探测器使液晶盒与被测物表面接触,偏振光被反射镜反射,经过液晶层、偏振片、光导纤维而返回.被测物体的表面温度若有变化,液晶分子排列的螺距即发生变化,偏振光的旋转角度也随之发生变化,因而返回光的强度也会发生变化.

2.压力传感器:胆甾型液晶当受到除温度、电场、磁场等以外的外部压力作用时,也能使其螺距发生变化,从而改变反射光的色相,制成压力传感器.有人尝试把此压力传感器安装在电话、电梯、信号铃等按钮的受压面上,以确认按钮是否接通.

3.超声波测量:若用超声波作用于液晶分子呈某种排列的液晶盒,可改变液晶分子的排列.利用该原理,可把超声波图象变换成可见图象.方法是:把超声波发生源和液晶盒安装在水中,并在二者之间放置试验片,则超声波被试验片挡住.在液晶盒面上将呈现对试验片进行投影的超声波象.因液晶盒上接受到超声波的那部分液晶分子排列会发生变化,于是获得了可见的超声波图象.

4.光通信用光路转换开关:在光导纤维通信系统中设置使液晶分子按某种方式排列的液晶盒,若对液晶盒施加电场,即可改变液晶分子的排列组织,进行光路转换.

5.光调制器:液晶分子呈均匀排列的向列型液晶或胆甾型液晶,都是光学单轴性物质,若对这些液晶施加电场或磁场,则液晶分子的取向组织将发生变化,引起光轴旋转;而若对液晶盒部分地施加电场或磁场,则液晶分子的取向组织将会变得不均匀,产生部分折射梯度.利用液晶的这种性质,可以制造光调制器.

另外,在空间调制器,焦距可变透镜,汽车上电显装置等也期望有所突破.科学工作者通过对液晶本身的折射率、抗磁化率、红外和紫外吸收的二向色性,以及核磁共振,X射线等方

面的研究,确定了液晶的有序度等.但从化学观点出发,与研究液晶本身特性相媲美的内容是:把液晶作为溶剂,期望这方面有新的突破发展.

液晶学已成为一门新兴科学技术,广泛应用于当代各个工业部门.而且由于物质的液晶态结构普遍存在于生物体中,液晶结构及变化与生命现象之间的关系,也正在引起人们的重视.现在许多国家都先后建立了液晶科学的专门研究机构,制定了具体的研究规划和措施,对液晶领域进行全面研究.在显示技术方面,液晶显示技术预计在21世纪可能会赶上甚至超过普通的阴极射线管显示技术.到那时,现在使用的笨重的大彩电很可能被壁挂式大屏幕液晶彩电所代替.液晶学科未来的发展在显示技术方面会有更大的进步.更重要的突破也许将会发生在液晶与生命系统的联系方面,全球的科学家正拭目以待.

(上接第19页)

对于太阳, $M_{\text{天}}/R_{\text{天}}=2.8 \times 10^{21} \text{kgm}^{-1}$. $Z_{\text{引}} \approx 2 \times 10^{-6}$, 是一个微不足道的数值.但是,当辐射源距离质量特别大的天体比较近时, $M_{\text{天}}/R_{\text{天}}$ 可能与 c^2/G 相近,地球上测量到的引力红移量将会是相当大的.设辐射源在一质量为100倍太阳质量的天体周围,距该天体中心 2×10^5 米,则 $M_{\text{天}}/R_{\text{天}} \approx 1 \times 10^{27} \text{kgm}^{-1}$, 而 $Z_{\text{引}} \approx 3.33$.若前面讨论的 $Z=3.53$ 的类星体是这样的一个天体,则其红移量中的3.33是引力红移,相对论多普勒红移量只有0.2.可以算出它距离地球约 4×10^9 光年,退离地球的速度约为 $0.18c$.都是一些不令人惊奇的数字了.

看来,关于类星体是否真是那么遥远的问题,与类星体的真实情况紧密相联系,仍然是一个还无法明确回答的问题,还需要天文及天体物理学家进一步观测、研究和探讨.