

银河系中的老寿“星”

——兼论对第一代恒星的探索

许梅

(中国科学院北京天文台 北京 100080)



天文学家们认为我们银河系内隐藏着年龄大于100亿岁的老年星。按照恒星演化理论,恒星越老,所含金属越少(在天文学中,“金属”一词泛指重于氢的元素),故目前识别老年恒星的惟一途径是审视它们的光谱;光谱中某种金属的特征谱线越暗淡说明该恒星所含此种金属的量越稀少,无此谱线说明该恒星不含此金属。但知易行难,欲从银河系2000亿颗恒星中挑选出老寿“星”不啻是大海捞针。迄今为止,较易做到的是观察数百万颗孤立单星的光谱,并从中筛选出金属特征谱线既少且暗淡的星。从20世纪70年代到90年代初期,美国密歇根州立大学的天文学家Timothy Beers和他的同事们以及德国汉堡大学和位于慕尼黑的欧洲南方天文台的一些天文学家们一共测量了400万颗恒星的光谱,从中选出了可信的贫金属星候选者,他们选择的是含钙量极少或无钙痕迹的星,因为低钙含量标志着铁的丰度也很低。对这些候选星再用较大口径的望远镜进一步详察,结果发现了一颗在银晕中距离我们36000光年的恒星HE0107-5240,其表面温度为5100K,稍低于太阳的表面温度但比太阳亮几百倍。

2001年11月,Beers等人用位于澳大利亚的英澳望远镜观测该星时发现其光谱显示其含钙量极稀少,表明HE0107-5240的金属丰度非常之低。但由于此望远镜的分辨本领不足以准确判断此星究竟拥有哪些重元素,他们向智利管理甚大望远镜(VLT)的部门申请用VLT观测该星的时间,经过连续6个小时的观测,获得了此星的高分辨率光谱,其结果使他们大吃一惊,该星含铁量不到太阳的20万分之一,低于已知大多数贫铁恒星含铁量的200分之一;其次,在其他贫铁老年星中发现的25~30种金属,在此星中只发现9种。俄克拉荷马大学的John Cowan说,“发现金属丰度如此之低的星使我们深受鼓舞,极有可能发现更多类似的天体,这将有利于研究在早期宇宙中一些元素的形成问题。”

目前,科学家们认为在恒星内有两种锻造重元素的核反应:一种是在成熟恒星核心的原子核缓慢

吸收恒星内中子的过程,吸收中子的原子核变得

不稳定,发生放射性衰变,将中子变为质子,产生较重的原子核,这样的核反应继续下去,产生越来越重的原子核,从较轻的元素到铁、镍、钴,直至铅和铋;另一种是当大质量恒星在其生命终结以超新星爆发的方式死亡时产生出更重的元素,如铀、钍和铯等——爆发过程中释放的大量中子被众多原子核吸收产生多种金属。因为在HE0107-5240中完全没有比铁、镍重的金属,故Beers等人认为该星实实在在是在这些核反应开始之前的一个时候诞生的,问题在于它是何时出现的。已发现的一些老年星确实含有重于铁的元素,理论工作者可构建在这些星的核心所发生的核反应计算机模型来跟踪它们的演化过程,从而得出这些星中铁最少者的年龄约为130亿岁。但当将此技术用于HE0107-5240时,他们发现还要加5亿岁,即此老寿“星”约135亿岁,可见锻造重元素的核合成反应直到宇宙年龄为2亿~7亿岁时尚未开始。

HE0107-5240的光谱显示其碳-铁含量之比是太阳两者含量之比的1万倍,在已知的所有恒星中,该星碳的相对丰度是最高的。如此高龄而又缺乏很多重元素的星其表面怎会出现大量碳的呢?犹如百岁老人却具有婴儿般柔嫩的皮肤。以日本东京大学Yuzuru Yoshii为首的小组认为这是由于在HE0107-5240生命的某个阶段穿越比它年轻的超新星所散发出的充斥重元素的浓密星际云时,从包裹着它的云层沾染了大量的碳。Beers认为这种解释有一定的道理,但难于验证。与此同时,日本北海道大学的Masayuki Fujimoto和他的同事们提出了另一种见解:碳原处于HE0107-5240的核心,因星体内对物流流的搅动将碳提升到了星的表面。例如,太阳外层的对流层厚约15万公里,仅及太阳半径的1/4。按照超低金属含量星的理论模型,在这类恒星演化的氢燃烧阶段,对物流流能直达星的核心,这样

物理学对医学的重要性

陈百万 仲为武 杨雪玲

(山东万杰高等医学专科学校影像系 淄博 255213)

1999年3月在美国亚特兰大召开的第23届国际纯粹物理和应用物理联合会代表大会通过的决议之一:《物理学对社会的重要性》指出,物理学在培养“生物医学科学工作者的教育中,是一个重要的组成部分”,“物理学提供了应用于医学的新设备和新技术的发展所需的基本知识,如计算机断层术(CT)、核磁共振成像、正电子发射断层术、超声波成像和激光手术等,改善了我们的生活质量。”

物理学和医学关系密切,渊源流长。在英语中

有许多有关物理学和医学及生理学的词汇都是同根词,如 *physic* (医药、给吃药)、*physics* (物理学)、*physique* (体格)、*physician* (医生、内科医生)、*physiology* (生理学)等。可见在古代欧洲,物理学与医学的关系就非同一般。而在我国古代很早就懂得运用物理疗法治疗疾病,如常用的物理降温法(如冷敷、白酒擦浴)、热疗、针灸、按摩等。

物理学在医疗实践和医学发展中一直起着非常重要的作用。许多物理学上的新发现、新发明都直

的气流便能将恒星内部的碳和其他元素,如氧和氮等,输运到星的表面。看来,这一说法较为可信,因为 HE0107-5240 表面的氮是太阳的 200 倍,但预言中的氧可能因为地球大气的氧吸收来自老寿“星”之氧发出的光难于观测到,科学家们拟用由氢和氧组成的羟基的谱线(该谱线在恒星光谱中易于与金属的谱线相区别)间接测定氧。天文学家们计划用 VLT 来进行这项观测。

但 Beers 对两组日本科学家的解释都持保留态度。他认为:① HE0107-5240 的碳是以前尚未发现的宇宙创生后第一代恒星内部核反应的产物,这种核反应与上文所述不同,尚待进一步探讨。第一代恒星爆发后,将碳和其他一些较轻的元素抛撒在空中,提供了构成 HE0107-5240 的原材料;② 由于 HE0107-5240 是老寿“星”,Beers 估计其质量只有太阳的 80%,因为恒星的质量越小,其核心的燃料燃烧得越慢,其寿命也越长;③ 从 HE0107-5240 的光谱鉴别出该星有和没有重元素的种类可推知上一代恒星的质量——钨、钍和铀等极重的元素是超新星爆发的产物,如果上一代恒星的质量如理论工作者所预言的那样较大,则在其爆发后所遗留下来的黑洞之引力场较强,在这些重金属元素进入星际介质以前便被黑洞吸收了,因而在 HE0107-5240 的光谱中没有反映这些金属的谱线;但若上一代恒星的质量不是很大,其引力较弱,这些重元素得以逃逸。但天文学家做出的任何结论,必须符合 HE0107-5240 没有比铁重的元素这一观测事实。④ 观测到

的 HE0107-5240 中元素的丰度还能告诉人们上一代星的旋转速度。恒星内的核合成反应对于恒星的密度和温度是极其敏感的,而这两者又有赖于对星内气体向里吸引和热压力将气体外推的平衡。在一个旋转的星体,离心力将气体外抛,改变了平衡状态。天文学家们预期旋转星体内不同的核反应会改变在其表面所观测到的元素。

对于第一代恒星,除上文所述者外,Beers 还有下列考虑:① 威尔金森微波各向异性探测仪(WMAP)的探测结果显示第一代恒星诞生在宇宙创生大爆炸发生后的 2 亿年,比许多科学家原先认为的 5 亿年要早很多(《科学》2003 年第 2 期第 62 页);② 近年来,天文学家在宇宙中发现质量为太阳数百倍的黑洞,这类黑洞很可能是第一代恒星在其生命终结爆发为超新星后遗留下来的残骸。它们的特性能告知我们有关第一代恒星的一些特点;③ 在对第一代恒星的性质做任何可靠的结论以前,需要观测到更多类似于 HE0107-5240 的星,这就要到几千万颗星中去寻觅,但由于金属吸收蓝光,因此,贫金属星要比一般的星显得更蓝。这一判据有助于天文学家在搜索古老恒星时节省精力和时间;④ 2000 年正式启动的斯隆数字巡天(Sloan Digital Sky Survey)工作已记录到了几百万颗天体,其中大部分是蓝色遥远的类星体,10% 是极贫金属恒星,天文学家们已从这些恒星的光谱发现含铁量为太阳的百分之一到千分之一的星,有可能发现含铁量低于太阳含铁量万分之一到十万分之一的星。