

暗物质研究新进展

袁钧涛 编译

(南京大学天文系)

“暗物质”在现代天文学中指的是占有宇宙中绝大部分质量的、却不以我们可测的形式发光的物质形态。

研究暗物质是现代宇宙学一个重要课题。暗物质的存在可以解释星系的一些反常动力学特征,及引力透镜等许多现象;暗物质的数量多少可以决定宇宙的膨胀可否一直进行下去,还可以从临界密度的角度检验暴胀宇宙论;而对暗物质的具体物质形态进行研究,则更是一个涉及多个学科领域的很有吸引力的研究领域。

关于暗物质的具体形态目前存在许多理论:从质量不为零的中微子直到神秘的西格斯粒子。不过在哈勃望远镜最新结果公布之前的几十年中,天文学家一直相信占有宇宙质量90%的暗物质是红矮星——一种质量小、发光暗淡而泛红的星体。

现在让我们来看一看哈勃太空望远镜寻找暗物质的最新消息。

一、观测结果

在美国航天航空局哈勃空间望远镜独立工作的两个小组排除了暗物质是由红矮星构成的可能性。直到前不久,这种暗弱的小星还被认为是暗物质的理想候选者。无论暗物质是什么构成的,它的万有引力将决定宇宙是会永远膨胀下去或是有一天转变为塌缩?

普林斯顿高级研究院的 Bahcall 是一个小组的负责人,他说:“我们的结果增加了丢失的物质的神秘性。它们排除了关于暗物质的流行的但是保守的解释。”

这个小组的结果表明,原先被认为数量很多的红矮星,实际上在银河系里是稀少的,我们可以推论其在宇宙中也是稀少的。

另一个由欧洲空间局的 Paresce 领导的小组证实:红矮星的生产是少见的,这种又小又暗的星体的产生是需要一定的条件的。

这两组观测包括对星的精确计数与对亮度的标定。结果推翻了数十年来认为这种小星在宇宙中数量很大的猜想及有关的理论与观测。

二、回顾地基观测

在我们周围的星际空间中,红矮星的数目大致是其余所有星的数目之和。我们很自然地想到,在整个银河系中,红矮星的数量极多。这使许多天文学家相信,更多的远方的红矮星只是由于其暗弱处于仪器极限之下而未为我们发现,我们所见仅“冰山之一角”。

在恒星演化理论中,只有太阳质量8%的星体仍能通过核反应而发光。

在过去20年中,理论家们认为最小的星很可能也是最多的——这似乎提供了一个暗物质的解释。这种理论似乎也被以前的,在地面上对红矮星的观测所证实。

但是由于天体的微光会被地球大气所扰动,这使得红矮星与很远很远处暗弱而模糊的星系不可分辨开来。这使地面观测存在了不确定的因素。这使得我们可能将遥远暗弱的星系也当作附近的红矮星加以统计了。

三、Bahcall 小组观测

哈勃空间望远镜所能探测的最暗星是我们在地面的极限星等的1%。在这个水平上,星与星系变得易于分辨了。哈勃望远镜极高的分辨率亦可发现星系的细节结构,这与无细节的恒星是不同的,也使两者容易分辨开。在望远镜做其他工作的同时,用广角行星照相机在天空中随机取一块区域统计观测到的暗星。Bahcall 发现银河系中的红矮星是相当少的。

哈勃望远镜的观测证明:红矮星在银晕中所占的质量不会超过6%,在银盘中所占不超过15%。(“晕”是包围在星系旋臂外的球状巨大区域,地球就在银晕中。)

四、Paresce 小组观测

Paresce 对这个课题的兴趣是在他拍摄了球状星团 NGC6397 中心的图像之后产生的。

他发现星团中心其实没有什么星,他可以一直看到星团后面的背景星系.计算机模拟表明球状星团中心应该有许多暗星,但事实并非如此.

哈勃望远镜的高灵敏度及高分辨率使得 Paresce 小组可以仔细研究球状星团的组成.令他们十分惊奇的是发现大量存在的是 $1/5$ 太阳质量的星,而比这小的星则极少.Paresce 说:“极小的星就是不存在.”

恒星产生于星际气体与尘埃的引力塌缩.当温度上升到可以点燃热核反应时,塌缩停止,恒星开始发出光与热.

Paresce 强调说:“自然界肯定存在一个质量下限,低于此的物质将不能稳定形成恒星.”

Paresce 同时考虑另一种可能性:小星与星团内大星作用过程中,或星团穿过银盘的过程中,被抛出了球状星团之外.这个过程应普遍存在于 150 个银河系球状星团中,这样应在银晕中找到不少小星.但 Bahcall 的结果否定了这一点.

五、寻找暗物质

哈勃望远镜的发现是对关于“暗物质”的一系列神秘问题的最新贡献.

最近几年中,天文学家找到一些不直接的证据表明暗物质的一个可能候选者: MACHO (晕中的致密天体).以前的观测研究了几个不可见的天体,其恰好位于我们与一个河外天体之间,它将对河外天体发来的光产生引力透镜

效应.

哈勃的新发现表明红矮星并不足以解释 MACHO 产生的引力透镜效应. Bahcall 警告说,他的结果并没有排除其他较红矮星更小的星充当暗物质的可能性——例如褐矮星(这种星不足以点燃氢核反应,不产生可见光.)

从银盘中恒星的运动作的引力分析,我们可以得到更多证据认为暗物质存于银晕之中.这种观点最近被普林斯顿的 Penny 作的地面观测更加证实:他发现我们附近的旋状星系周围有一片微光,这就被认为是包含暗物质的晕;这光可能是暗物质本身或星系中恒星受暗物质作用而形成的.

暗物质的存在还可以解释星系在星系团中的运动,星系团中高温气体的性质等等.

宇宙的最终命运也决定于暗物质的多少.天文学家计算了宇宙中观测到的物质总量——行星、恒星、星系——它们不足以产生足够的引力使由大爆炸产生的宇宙膨胀有一天停下来.同时,如果包括暗物质的宇宙物质总量形成平均密度小于临界密度,宇宙将永远膨胀下去;反之,如果存在足够量的神秘暗物质,引力将使宇宙有一天变为塌缩.

Bahcall 强调说:“暗物质仍是物理学与天文学的基本问题之一.我们的结果仅使关于暗物质到底是什么的问题更加尖锐了.”

生日礼物

编辑老师:

《现代物理知识》自创刊以来,我一直是其忠实读者.其中许多内容我女儿也读过.在女儿 21 岁生日时,我把 95 年合订本及邮购 96 年全年杂志作为生日礼物送给她.烦请贵编辑部帮我直接邮寄.书款(共 31.00 元)随此信一并寄出.寄书地址姓名:

“510275, 广州、中山大学生命科学院 95 硕研李瑞雪收”.

合订本在 95 年 12 月 11 日前一、二天寄到即可.

仅在此表示深深的谢意,并祝贵刊越办越好!

佳木斯工学院物理教研室 刘晓非

1995.10.30