

非重子暗物质问题至今仍是谜,但是,我们已经看到要解开这个谜,需要粒子物理和天体物理的协作,同时也会给粒子物理和天体物理带来突破性进展。

二、粒子物理与恒星物理

恒星天体物理同粒子物理有着复杂而密切的联系。例如,中微子在恒星和超新星中大量产生,这些中微子可借用粒子物理和核物理中的技术乃至设备来检测。这两个学科间的关系是协同的,它们的结合不仅为粒子物理学研究中微子提供了机会,而且也为天体物理学家提供了基本信息,下面简介中微子天文学的发展情况。

日本、美国、欧洲等几个天文观测站成功地收到来自超新星 1987A 的中微子,这件事可以看成河外中微子天文学诞生的标志。

从中微子天文学中,我们可以获得许多光学望远镜不能得到的知识。例如,虽然用光学方法能看到超新星爆发,但不能探知超新星内部的引力坍缩,也就不能获得恒星演化这一特殊时期其内部的信息。用中微子天文学则可进行这项研究。因为中微子是弱作用粒子,它有较强的穿透本领,哪怕是星体核心产生的中微子,也有可能不经碰撞地穿透到星体之外。这种中微子携带着丰富的有关星体核心的信息。

利用接收到的来自超新星 1987A 的中微子,就可以推知其核心引力坍缩后的温度。其方法和光学天体物理相同。因此,根据中微子的平均能量(4MeV),我们可解出相应温度,即大约 100 亿度以上。这完全符合关于引力坍缩的理论推断。这是中微子天文学的第一项成就。

事实上,在此之前中微子天文学已颇有名气。这就是太阳中微子短缺疑难。太阳中心的核反应也会放出大量电子中微子。对此,在地球上也是可以测量的,特别因为太阳的光度等有很准确的测量值,所以根据太阳物理对太阳中微子的预言也是很准确的。太阳的光度为 3.86×10^{33} 尔格/秒,中微子强度应为 1.8×10^{38} 个/秒(理论预言值),落在地球上的流强应为 6.6×10^{10} 个/秒· cm^2 。美国布鲁克海文实验室进行了太阳中微子探测,探测的结果只是理论值的 25%,这是一个严重的矛盾。

目前,解释这个矛盾最成功的模型是中微子振荡模型,即不同种类的中微子之间可能发生转变。太阳核心所产生的电子中微子在通过太阳物质飞出

太阳时,有相当部分已转变成 μ 中微子,以至发生电子中微子短缺。需要指出,中微子振荡模型目前还只是一种理论猜测,缺乏确切的实验证据。当然进一步的观测检验正在着手进行中。

由此可见,太阳中微子的短缺,不仅推动着粒子物理学理论的发展,而且也将推动其实验技术的进步,现在物理学知识不仅可以从地球上的实验室获得,同样也可从宇宙、天体这个有效的独特实验室获得。一个总的趋势是天文观测和物理实验之间的相互渗透越来越多。研究中微子时,天文观测站与物理实验室已合二为一了。

三、高能天体物理与粒子物理

高能天体物理与粒子物理有着直接的联系。一方面,粒子物理拓宽了天体物理中的中微子源和更高能量的宇宙线的观察范围,并为天体中的加速机制的研究提供了线索。另一方面,在宇宙线中发现的极高能量(10^{20} eV 以上)的粒子也能为我们提供在这一能量上的粒子间相互作用的信息,因为人造加速器要达到这么高的能量是不可想象的。事实上在高能加速器问世之前,宇宙线作为唯一的高能粒子源导致了許多基本粒子的发现。现在,超高能宇宙 γ 射线的研究已成为天体物理学家和粒子物理学家共同感兴趣的领域。

综上所述,宇宙学、高能天体物理的研究离不开粒子物理学,而粒子物理学又在对宇宙学及高能天体物理的研究中获得制约和启示。虽然已取得的成就尚不太多,但我们相信,在揭开宇宙之谜的过程中,粒子物理和天体物理之间的这种协同关系一定会发挥更大的作用。

科苑快讯

南非开始建造大型望远镜

2000 年 9 月初,位于南非开普敦东北约 400 千米萨瑟兰镇的南非大型望远镜(SALT)开始建造。SALT 是南半球最大的望远镜,定于 2004 年底完工,其设计与美国德州戴维斯堡霍比-埃伯利望远镜相似。SALT 可观测南半球近 70% 的天空,能从南半球对诸如银河系的中心及其相邻的两个星系和麦哲伦星云等许多重要天体进行观测。SALT 的建造与头十年的运行经费约为 3000 万美元,其中的 38% 来自南非政府,其余部分来自国外。

(卞吉 秦宝 编)