上海天文台提出利用银河系失踪重子测量其总质量的新方法

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/12099.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

人类居住的银河系拥有许多意义深远的谜团。天文观测提供了有力的证据，表明银河系由暗物质主导，而普通物质（即重子）大约仅占银河系总质量的6%。这个比例低于大爆炸核合成理论所预言的宇宙重子比例（16%），而解决这个银河系失踪重子之谜的关键一步是精确测量银河系的总质量。

近日，中国科学院上海天文台由研究员郭福来带领的研究团队，提出一种测量银河系总质量的新方法。科研人员首次利用银河系周围星系周[1]
介质中的热气体温度测量了银河系总质量，相关研究成果发表在《天体物理学杂志快报》上。

以往人类对银河系质量的测量，主要基于观测到的银河系盘或晕中恒星、星团与卫星星系的旋转或随机速度。银河系质量越大，这些无碰撞天体在平衡状态下运动得越快。到目前为止，测得的银河系质量大约是太阳质量的一万亿倍。然而，不同的观测方法给出的银河系总质量误差仍然较大，可小到五千亿倍太阳质量以下，也可大到两万亿倍太阳质量以上。

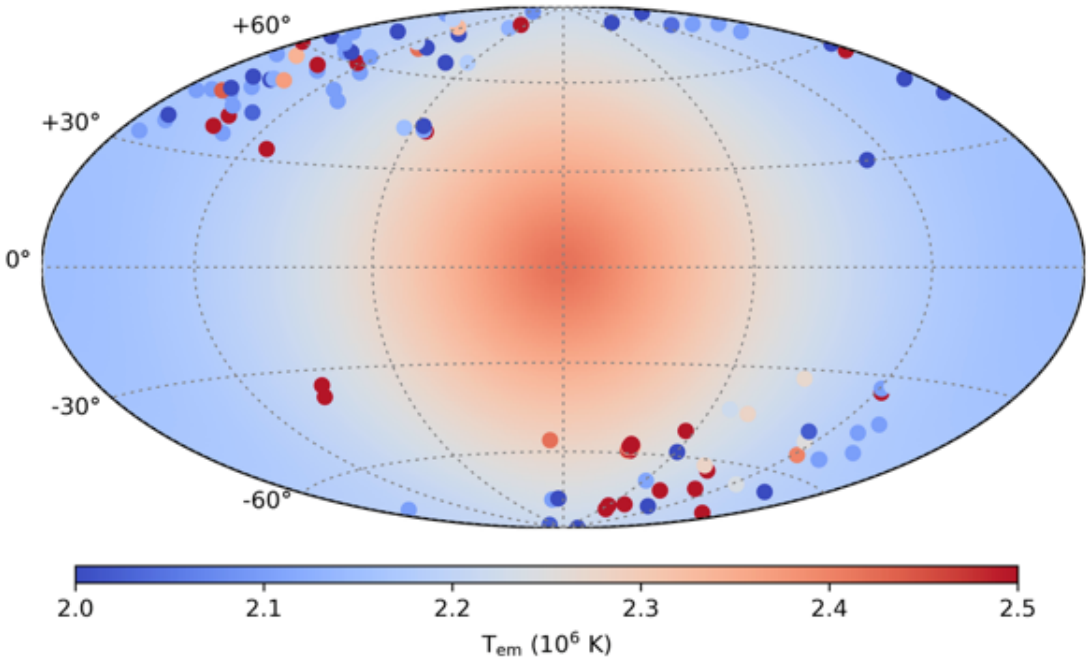
郭福来团队提出了全新的方法，使用银河系晕中的热气体作为测量银河系质量的探针。自20世纪50年代以来，天文学家发现较多不同的观测证据，表明银河系周围存在着大量弥散的百万度高温热气体，可能延伸到数十万光年之远。这个热气体晕的总质量尚不确定，但可能占银河系失踪重子的较大一部分。近年来，该团队详细研究了银河系热气体晕的空间温度与密度分布、观测特征，以及与银河系中各种能量爆发过程的相互作用。研究显示，银河系热气体晕趋于稳定状态后的温度分布受银河系总质量的影响最敏感，而热气体晕总质量及其所含重元素丰度对此几乎没有影响。银河系质量越高，热气体晕的温度就越高。银河系中的恒星几乎不相互碰撞，而热气体晕中的等离子体粒子之间会相互碰撞。使用该方法，意味着热气体温度取代了无碰撞天体的速度，成为新方法中测量银河系质量的关键物理量。利用X射线太空望远镜观测到的银河系热气体晕温度，该新方法测量到的银河系总质量为太阳质量的1.2-3.0万亿倍（如图）。

新方法测量的银河系质量在太阳质量的一万亿倍以上，这具有深远的重要意义。首先，它暗示着银河系的大型卫星星系，如大小麦哲伦星云和狮子座一号矮球状星系（Leo I dwarf spheroidal），都被银河系束缚着。如果银河系质量比一万亿倍太阳质量低，它们将不受银河系的引力束缚。其次，这意味着即使把热气体晕考虑进来，银河系仍缺失很大比例的重子。这些缺失的重子可能存在于银河系晕之外，或正处于尚未被探测到的冷气体状态。如果银河系质量比一万亿倍太阳质量低，那么银河系将没有失踪重子问题。第三，它暗示着宇宙学中所谓的“大而不能失败”问题（Too Big To Fail Problem）仍然严峻，可能挑战现代宇宙学标准模型中的冷暗物质理论。后者预言

，银河系的一些卫星星系应该比目前观测到的质量更大，且内区物质密度更高。如果银河系质量低于太阳质量的1万亿倍，标准模型的预言将与观测相符，“大而不能失败”问题也就消失。

“我们工作最重要的贡献也许是它提供了一种完全独立的方法来测量银河系总质量。与传统的运动学方法相结合，它可以对银河系质量做出更精确的测量，”郭福来总结道。

论文链接



在一个代表性的银河系热气体晕模型中，沿视线方向平均的热气体温度分布（GUO et. al. 2020）。图片中心代表朝向银河系中心的视线方向。XMM-牛顿X射线太空望远镜的观测发现，在远离银河系中心方向的视线上，热气体温度大约在两百二十万度上下（图中的点，Henley Shelton 2013），与模型预言一致。图片来自于GUO et al. (2020)。

[1]：“星系周介质”为“circumgalactic medium”的中文翻译，是一个比较新的专有名词，指星系盘之外、星系晕中维理半径以内的介质。

研究团队单位：上海天文台

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发