

# 遥远星系周围暗物质分布的测量

(中国原子能科学研究院 周书华 编译自 Gabriela Marques, Kevin Huffenberger. *Physics*, August 1, 2022)

研究星系的特性对于揭示宇宙中未知的质量和能量的主要形式——暗物质和暗能量——的性质，至关重要。暗物质存在于星系周围的“晕”中，通过在广泛的宇宙时间范围内考察星系，可以获得这种不可见物质演化的信息。但是观察遥远的星系——高红移的星系——对天文学家是一个挑战，因为这些天体是非常暗淡的。幸运的是，有另一种方法可以探测这种星系周围的暗物质：通过引力透镜效应，暗物质在宇宙微波背景(CMB)温度波动的图形中留下的印记。日本名古屋大学的 Hironao Miyatake 及其同事使用这种透镜的测量值，结合红移大约为4的遥远星系分布的信息，绘制了遥远星系周围的暗物质分布。他们首次报道了使用高红移星系进行的宇宙学分析。

对普朗克卫星观测的CMB的波动研究，使得宇宙特性被以极高的精度进行约束。CMB光大约在135亿年以前开始传播，宇宙已膨胀，

星系已形成并组合成越来越大的结构。在过去的几十亿年中，暗能量导致了膨胀加速。描述早期宇宙物理的宇宙模型，考虑到CMB测量设置的约束，预言了物质如何随时间演化。因此，天文学家可以观察宇宙后期的大尺度结构，了解数据对模型支持的程度。一般通过测量前景星系对背景星系的引力透镜效应，或考虑星系—星系结团来研究大尺度结构。

基于大尺度结构数据的研究表明，物质并没有如普朗克卫星的CMB数据所给出的那样聚集在一起。聚集程度用参数 $\sigma_8$ 量化，大致是密度波动的幅度。目前尚不清楚由这两种数据导出的不同的 $\sigma_8$ 值是否反映着未知的系统效应或物理机制。但是确定宇宙历史不同时期的物质分布可能提供一个线索。此外，将不同的观察量结合起来，在探测宇宙结构的生长方面极其有效。来自CMB光的引力透镜信号尤其适于研究在红移高于1的宇宙大

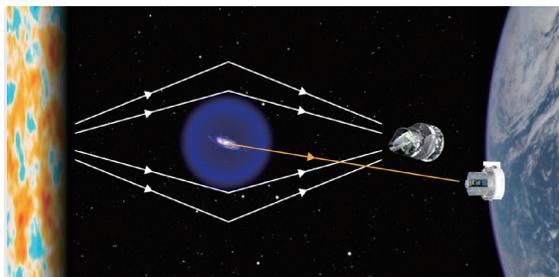
尺度结构，那里透镜效应最强而且很难发现背景星系。

Miyatake 等使用普朗克卫星数据研究了高红移星系在CMB透镜图上留下的印记。该团队发现了大约150万个被称为莱曼断裂星系(LBG)的高红移星系产生的清晰的透镜信

号。研究人员将这种透镜信号与暗物质在星系周围分布的模型进行了比较(该模型取决于暗物质晕的平均质量等参数)。他们对平均晕质量设置了限制，这个限制与LBG周围暗物质的典型丰度一致。

研究人员还将CMB透镜和LBG位置互关联的信号与这些星体的星系—星系聚集相结合。这种组合通过参数 $\sigma_8$ 限制了物质在宇宙中扩散以及聚集的程度。该团队得到的 $\sigma_8$ 值略小于仅由普朗克数据得到的值，这是首个在红移约等于4处使用LBG对这一参数的约束。此外，研究人员还演示了使用这种分析检验不同的暗能量模型和确定发光物质与暗物质对LBG的总质量贡献的可能性。

Miyatake 和同事们的工作提供了一个非常重要的信息：探索当宇宙只有10亿年或更年轻时的结构生长是有可能的。这一信息很及时，因为天文学家正在转向下一代的CMB和大尺度结构的探查。高分辨CMB实验，包括智利的西蒙斯天文台和CMB-S4在智利和南极的实验将很快进行高频次的观测。从而以前所未有的精度重建CMB透镜图。与此同时，在智利的Vera C. Rubin天文台和Nancy Grace Roman空间望远镜的星系探查将提供出色的LBG测量结果。与Miyatake及其同事的研究方向相同的研究将使天文学家可以探索宇宙在一个仍然不为人知的时代的生长。它将可能对宇宙的神秘暗区施加强大的约束。



遥远的星系及其周围的暗物质晕(蓝色)可以通过引力透镜使宇宙微波背景光线弯曲(白色箭头)。Miyatake及其同事使用普朗克卫星对这种透镜的测量，和在地面上的Subaru望远镜对遥远星系的光学波段光(橙色箭头)的测量确定围绕这些星系的暗物质分布

# SR830 数字锁相放大器

... 业界的标准



SR830 ... \$5775 (国际标价)

- 1 mHz 至 100 kHz 频率范围
- 100 dB 动态储备
- 5 ppm 稳定性
- 自动增益, 相位和动态储备
- 谐波检测 (2F, 3F, ... nF)
- 10  $\mu$ s 至 30 ks 时间常数  
(6, 12, 18, 24 dB/倍频程衰减率)
- GPIB 及 RS-232 界面

SR830是世界上使用极其广泛的锁相放大器。它具有令人印象深刻的模拟规格,许多有用的功能,并且价格合理。以超过100 dB的动态储备和0.01度的相位分辨率,SR830可以处理相当苛刻的同步检测应用。它具有便捷的自动测量功能,包括多个时间常数的选择以及内置正弦源。

您需要锁相放大器提供的一切!



Stanford Research Systems

[www.thinkSRS.com/products/lockin.html](http://www.thinkSRS.com/products/lockin.html) · Tel: 408-744-9040

先锋科技股份有限公司  
电话: 86-10-6263-4840  
传真: 86-10-8261-8238  
Email: sales@teo.com.cn

欧陆科技有限公司  
电话: 86-10-6800-8213/16/17  
传真: 86-10-6800-8212  
Email: euro-tech.bj@euro-tech.com

北京东方科泰科技发展有限公司  
电话: 86-10-5129-4988  
传真: 86-10-5824-6090  
Email: sales@bost-ltd.com