

# 黑洞的霍金辐射不能限制质量 $10^{20}$ 克黑洞在银河系中的数密度

Lei Qian

National Astronomical Observatory of China  
Beijing, 100012, China

February 24, 2010

质量小于 $10^{15}$ 克的黑洞的霍金辐射主要在伽玛射线波段，通过对银河系伽玛射线背景的观测可以对这样的黑洞在银河系中的数密度给出很强的限制。质量大于 $10^{26}$ 克的黑洞的数密度可以通过微引力透镜观测给出限制。而质量大于 $10^{15}$ 克，小于 $10^{26}$ 克的黑洞的数密度很难得到限制。

这里我们考虑 $10^{20}$ 克黑洞的霍金辐射是否可以对其数密度给出限制。假设银河系中暗物质中的一部分是质量 $10^{20}$ 克的黑洞，这个比例是 $\eta$ ；假设望远镜的角分辨率是 $1''$ 。银河系的暗物质晕的质量大约是 $10^{11} M_{\odot}$ ，于是银河系中的 $10^{20}$ 克黑洞的数目是 $N = 2 \times 10^{24} \eta$ 。数密度可以估算为 $n = 2 \times 10^{24} \eta / D^3$ ，其中 $D$ 是暗物质晕的尺度。

质量为 $M$ 的黑洞的温度为

$$T = \frac{\hbar c^3}{8\pi G M k}. \quad (1)$$

望远镜接收到的黑洞的霍金辐射可以表示为

$$F_{\nu} = \Omega \int_0^{50\text{kpc}} B_{\nu} \pi \frac{R_{\text{Sch}}^2}{r^2} n r^2 dr, \quad (2)$$

其中 $\Omega$ 是望远镜观测的立体角， $B_{\nu}$ 是黑体辐射的强度， $R_{\text{Sch}}$ 是黑洞的史瓦西半径。最终的结果如图1所示。可以看到，假设银河系中暗物质全部都是 $10^{20}$ 克黑洞，计算得到的流量低于现有任何仪器的极限灵敏度。因此霍金辐射不能对质量 $10^{20}$ 克黑洞的数密度给出限制。

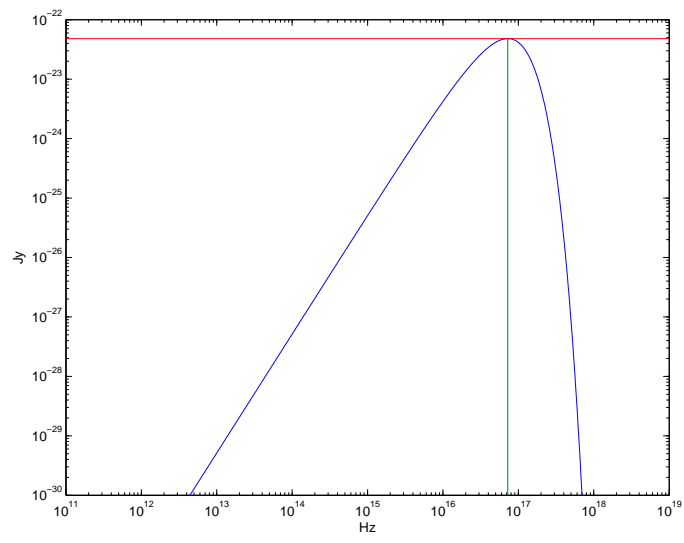


Figure 1: 假设银河系中的暗物质都是质量 $10^{20}$ 克黑洞 ( $\eta = 1$ ) 时可以接收到的霍金辐射。