

银河系中心黑洞模型失效和磁单极存在的天文观测证据

彭秋和

南京大学天文系, 南京 210093

E-mail: qhpeng@nju.edu.cn

2015-12-01 收稿, 2016-01-05 修回, 2016-01-05 接受, 2016-05-12 网络版发表

国家自然科学基金(10773005, 11273020)资助

摘要 首先, 从2013年在银心附近发现反常强的径向磁场出发, 指出如此强大的径向磁场必然阻挡银心外围吸积盘的等离子体物质进入银心内区, 因而从银心方向观测到的大量辐射(射电、红外、X-ray)不可能是由吸积物质产生的. 由此推断流行了近半个世纪的银河系中心黑洞模型是非物理的; 其次, 本文论证了利用迄今已知的最有效的发电机理论无法产生如此强大的径向磁场. 这两个矛盾表明: 必须寻找新的有效模型. 近年来的这一系列天文观测现象都正好同在15年前发表的文章《含磁单极超巨质量的活动星系核模型》中的5个重要预言(而且在定量上)基本相吻合. 这是目前唯一给出正确定量预言的模型. 特别是, 模型中预言的银心方向的径向磁场(这是排它性的预言)同2013年的测定在定量上相当好地符合. 因此银心附近发现的反常强的径向磁场这个观测事实可能具有两个重大意义: 银河系中心的黑洞模型是非物理的; 它可能是(粒子物理学预言的)磁单极存在的强烈天文观测证据.

关键词 银河系中心天体, 磁场, 黑洞模型, 磁单极

1 近年来天文观测新进展

2013年*Nature*的一篇文章^[1]报道了对紧密靠近银心区域新近发现的脉冲星(PSRJ1745-2900), 它是一颗周期为3.76 s的磁星、发现时它呈现明亮的X-ray闪耀. 多波段射电测量显示了脉冲星的反常大的Faraday旋转(RM, 在外磁场下, 射电辐射的偏振面的旋转). 它表明在中心“黑洞”附近存在着在动力学上重要的磁场. 经过详细的分析后, 该文主要的观测与分析的结果是: 在离银心距离为0.12 pc(秒差距)处, 探测到反常强的径向磁场, 下限为8 mG:

$$B \geq 8 \left[\frac{RM}{66960 \text{ m}^{-2}} \right] \left[\frac{n_e}{26 \text{ cm}^{-3}} \right]^{-1} \text{ mG}, \quad (1)$$

其中, n_e 是在 $r=0.12$ pc附近(根据X-ray的观测)测量到的电子数密度, 约为 26 cm^{-3} . 它同2003年Chandra

X-ray观测^[2]结果一致. 此外, 同银河系中心外围的radiatively inefficient accretion flows (RIAFs)模型下吸积盘在 $r=0.12$ pc处理论计算的电子数密度数值($20 \sim 100 \text{ cm}^{-3}$)^[3]大致吻合.

2013年的综述文章^[4]对来自银心方向各种辐射的最新天文观测研究进展进行了报道.

(1) 在银心($5 \sim 50 R_g$ (相应黑洞的引力半径)区域内探测到从射电波区连续辐射一直延伸到近红外的亚毫米波段. 对应的热成分连续辐射的峰值位于亚毫米波区的 10^{12} Hz 处. 随后因星际介质吸收而突然截断.

(2) Chandra空间X射线望远镜意外地探测到SgrA*(银心方向)是一个微弱的X-ray源, 而且探测到时标约为1小时的X-ray flare和近红外辐射(NIR)的flare. 表明这些辐射是从银心的 $10 R_g$ 区域内发射出来.

引用格式: 彭秋和. 银河系中心黑洞模型失效和磁单极存在的天文观测证据. 科学通报, 2016, 61: 2960–2966

Peng Q H. The observed evidence of both invalidating black hole model at the galactic center and magnetic monopole existence (in Chinese). Chin Sci Bull, 2016, 61: 2960–2966, doi: 10.1360/N972015-00884

2 银心附近反常强磁场发现的重大意义

从这些天文观测现象出发, 可以推断出两个矛盾与科学论断.

2.1 银心附近如此强大磁场的天文观测事实的直接物理后果: 现有流行的银河系中心黑洞模型失效

通常, 星系核的“黑洞模型”是依靠星系核外围的吸积盘物质流入黑洞邻近, 从释放出来的引力势能转化为动能, 而粒子间这种动能(通过相互碰撞)转化为热能再转化为向外的辐射能. 而黑洞本身是不会向外发出任何辐射的(除了理论上极其微弱的Hawking辐射). 但是, 根据磁流体动力学(MHD)中常用的“磁冻结”效应, 当径向磁场足够强大, 使得磁能密度大于等离子体吸积盘气体(及尘埃)的动能密度($B^2/8\pi > (\rho v^2)/2$ 或 $B > \sqrt{4\pi\rho v^2}$ 时, 等离子体气体流就会被磁场阻挡在外面.

需要说明, 2013年Eyink等人^[5]提出, 在急剧的湍流(turbulent Richardson advection)等离子体流场中, 急剧紊乱的湍流可能会使得较大尺度(远比等离子体的离子回旋半径大几千倍)的磁力线快速地向中心区聚集(称为Richardson内爆式的合并), 导致磁重联.

这种机制可以解释太阳耀斑爆发现象, 或太阳冕洞急剧向外物质抛射的剧烈活动现象. 但是, 文献[5]已经明确指出: 对于具有平缓速度场的层流等离子体, 或者低湍流情形, 上述随机磁通量凝结现象退化为通常的磁冻结条件.

在距离银心 $r=0.12$ pc处附近, 天文观测没有发现爆发现象和物质抛射的剧烈活动现象. 因此, 通常通用的前述磁流冻结条件是成立的.

设想在距离银心大约 $r=0.12$ pc处有一个围绕银心旋转的等离子体吸积盘. 位于银河系中心的超巨质量天体(“黑洞”)的质量为 $4.6 \times 10^6 m_{\text{sun}}$, 围绕它旋转的开普勒运动速度为 $v_{\text{rot}}/c = \sqrt{R_s/r} \approx 10^{-3}$, 因而

$$B_{\text{Alfven}} = \sqrt{4\pi\rho v^2} = \left(\frac{4\pi n c^2}{N_A} \right)^{1/3} \left(\frac{R_s}{r} \right)^{1/2} \approx 1.3 \left(\frac{n_e}{26 \text{ cm}^{-3}} \right)^{1/2} \text{ mG.} \quad (2)$$

由于前述的天文观测在 $r=0.12$ pc处发现的径向磁场的下限(见(1)式)为8 mG, 由此推论: 等离子体的吸积盘将被磁场阻挡在离银心相当远的距离(至少

$r > 0.15$ pc $\approx 4.6 \times 10^{17}$ cm)以外. 即等离子体吸积盘的气体(及尘埃)物质流将无法进入银心的内区(对于 $4.6 \times 10^6 m_{\odot}$ 的黑洞而言, 黑洞视界半径(Schwarzschild半径 R_s)约为 1.4×10^{12} cm ≈ 0.1 a.u.(天文单位), 等离子体吸积盘物质流被阻挡在 $3 \times 10^5 R_s$ 以外. 近年来人们探测到来自银心($5 \sim 10$) R_s 范围内从射电波段一直延伸到近红外的辐射和X-ray^[4]都不可能是银心外围的吸积盘物质产生的. 因此, 已经流行了半个世纪的传统的“银河系中心大质量黑洞模型”是非物理的、不真实的. 它无法解释上述来自银心方向各种辐射的最新天文观测现象. 也就是说, 银河系中心不可能是通常的黑洞. 这是对现代物理学和天体物理学的第一个严峻的挑战.

2.2 在距离银河系中心 $r=0.12$ pc处反常强磁场($B > 8$ mG)的源泉是什么

利用目前已知的常规物理学, 人们完全不知道如此强的磁场来自何方? 利用人们熟悉的产生磁场的最有效的机制(所谓“发电机理论”)都无法在银河系中心附近($r=0.12$ pc处)产生如此反常强大的磁场. 具体论述如下.

首先, 标准的吸积盘理论中, 在讨论吸积盘外(极区)稀薄热冕等离子体向外喷射现象时, 人们往往采用一种磁旋转不稳定(MRI)^[6,7]作为电离的等离子体流中角动量转移机制. 这种磁旋转不稳定会使磁场增强. 一般情况下, 磁场可增强到使磁压达到热气体压强的1/10. 特殊场合下磁场可增强到磁压接近气体压强. 文献[8]的图4(a)中显示了在黑洞模型中心黑洞邻近在 $100 R_g$ (其中 $R_g = R_s/2$ 为引力半径)以内的磁力线分布(在垂直于主要吸积盘的方向稀薄热冕等离子体(极区)区域内磁场增强的分布情况).

人们在银河系核心区域内在距离银心 $r=0.12$ pc处附近发现的下限为8 mG的径向磁场不可能是由这种磁旋转不稳定机制产生的, 理由如下. (1) 在(1)式后面的叙述中已经说明, 该处的电子数密度是相应主要吸积盘上的物质密度, 而不是吸积盘外(极区)稀薄热冕等离子体. MRI磁场放大机制在该处的作用大为减弱. (2) 如果MRI磁场放大机制起作用, 在极端场合下磁场可增强到磁压接近气体压强. 由于 $r=0.12$ pc远离银河系中($> 10^5 R_g$), 吸积盘的温度在该处低于 10^2 K, 气体密度低于 100 cm^{-3} . 因此即使在最极端情况下, 磁压增强到接近气体压强, 相应的磁

场强度也低于1 μG .

对于发电机理论,迄今,人们研究得最多、研究得最详细的是有关太阳内部黑子区域的磁场(最强处估计可达 10^5 G)的产生机制.其中,比较系统与完善的发电机理论是于1953年由Parker提出来的“ α -湍流发电机”理论.由它可以定量地估计所产生的磁场同相应等离子体物质密度之间的关系.“ α -湍流发电机”理论的关键观念^[9~11]是:湍动的电磁流体内,脉动的流体速度和脉动的磁场将会诱发产生感生电动势,它的(湍动)平均的感应电动势不仅正比于磁场强度,而且其方向也平行于磁场方向:

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \alpha \mathbf{B}, \quad \alpha \equiv \alpha(\sigma t_c, \overline{\mathbf{v} \cdot \boldsymbol{\omega}}) = -\frac{\sigma t_c}{3c} \overline{\mathbf{v} \cdot \nabla \times \mathbf{v}} = -\frac{\sigma t_c}{3c} \overline{\mathbf{v} \cdot \boldsymbol{\omega}}, \quad (3)$$

其中, σ 是物质电导率, t_c 是湍流的特征时标, $\mathbf{v}$ 为湍流速度, $\boldsymbol{\omega} = \nabla \times \mathbf{v}$ 为湍流的涡旋强度.

二十世纪八九十年代的数值模拟表明,产生太阳表面磁场的磁流管强度应该有 10^5 G,如此强的磁流管应该产生在对流层的底部,而不是对流层里.传统的 α -湍流发电机不能在如此强的环向场的情况下工作.为了更好地解释太阳黑子周期性现象,人们不断地提出磁场产生的各种类似的 α -效应的发电机理论^[12~14].例如“转动的磁场不稳定性,可以放大磁场”.它是指由于在太阳内部(不同纬度间)较差自转与Coriolis力的作用产生的(磁)流体不稳定性而使得环向磁场转化为极(经)向场.一般都认为磁场放大的过程通过较差自转(通达Coriolis力的作用)来实现的.

实际上,同 α -湍流发电机先后一起问世的Babcock-Leighton(BL)机制,被认为是最能解释太阳磁活动周的机制^[15].它的机理和 α -湍流发电机一致,都是Coriolis力的作用产生经(极)向分量.但BL机制是Coriolis力作用于大尺度的磁流管,产生太阳表面观测到的活动区的倾斜角,因此环向磁流管浮现到太阳表面本身就已经具有一定经(极)向分量,活动区的进一步衰减产生活动周的经向分量.文献[12]指出,在旋转的恒星内纬向磁流管的非轴对称不稳定性提供一种发电机效应.这种不稳定性以传播的螺旋波形式出现.它们振幅的增长使得扰动的磁场和扰动的流场之间产生相移,导致产生一个方向同未扰场平行(反平行)的电场.同较差自转相耦合,这种效应就会产生一种 α - Ω 类型的发电机.与传统的 α -湍流发电机不同之处在于:传统的 α -湍流发电机不适

用于磁场相当强(超均分值:此时磁力线抗拒流体对流引起的扭曲).而这种新的 α - Ω 类型的发电机机制适用于强磁场情形.

2001年,文献[13]对太阳提出一种由自转切变(tachocline)驱动的 α - Ω 流量转移的发电机机制.这种 α -效应来自自转切变层中纬度的较差自转的整体流体动力学不稳定性.

在复制许多大尺度太阳循环(cycle)的性质时,它等价于Babcock-Leighton类型的流量转移的发电机.两种发电机类型的成功依赖于包含一种子午环流,其大小类似于在太阳中看到的.在太阳中两种 α -效应(Babcock-Leighton-类型和自转切变的 α -效应)可能都存在,但是很难估计它们相对的大小.

延长模拟计算到全部球面壳层, Dikpati 和 Gilman^[13]证明,被自转切变驱动的 α -效应的磁流管转移的发电机机制选择对赤道反对称的纬向场,而Babcock-Leighton磁流管转移发电机选择的是对赤道对称的纬向场.因为太阳的纬向场目前是反对称的,因而文献[13]论证了,在太阳内部,被自转切变驱动的 α -效应比Babcock-Leighton α -效应更重要.

这些理论还在进一步研究与讨论中.它们(如文献[12])产生的(湍动)平均的感应电动势不仅正比于磁场强度,而且方向也平行于磁场方向.不过,不同理论中(3)式中的比例系数 α 的差别很大^[11].下面就从(3)式出发来讨论.统称为“ α -湍流发电机”,其中比例系数 α 可能有1~2个数量级的不确定.

根据(3)式,纬向磁场诱发而产生纬向电动势,而纬向电动势产生纬向电流,按照Faraday定律,纬向电流产生经向磁场;再根据(3)式,经向磁场诱发而产生经向电动势,而经向电动势产生经向电流,再按照Faraday定律,经向电流产生纬向磁场;这种循环过程导致磁场不断地增强放大.这就是MHD中“ α -湍流发电机”机制的原理.

按照“ α -湍流发电机”机制,它产生的磁场的能量密度=感应电流的能量密度=等离子体电荷密度 $\times$ 感应电动势,即

$$B^2/8\pi = yne\varepsilon = yne\alpha(\sigma t_c, \overline{\mathbf{v} \cdot \boldsymbol{\omega}})B,$$

其中, y 为电离度, n 为等离子体物质数密度.由此可得按照“ α -湍流发电机”机制产生的磁场为

$$B = 8\pi e\alpha(\sigma t_c, \overline{\mathbf{v} \cdot \boldsymbol{\omega}})yn. \quad (4)$$

对于太阳黑子的磁场,通常观测为几千高斯,估

计最大磁场可达 10^5 G. 太阳黑子磁场被认为产生于太阳对流层内, 通过“ α -湍流发电机”机制产生. 太阳对流层内相应的物质密度约为 8 g/cm^3 (http://www.aip.de/image_archive/images/howe_solar_rotation.jpg).

假定星际气体和气体云产生磁场的机制与太阳对流层内产生黑子磁场的机制都是类似的, 即都是“ α -湍流发电机”机制. 这样, 将(4)式同时应用于太阳和星际气体云(取二者的比值), 可以得出:

$$B = B_{\text{Sun,max}} \frac{n}{n_{\text{Sun}}} r(\sigma t_c, \mathbf{v}_{\text{turb}}) \\ = 10^{-19} \left(\frac{n}{5 \text{ cm}^{-3}} \right) r(\sigma t_c, \mathbf{v}_{\text{turb}}) \text{G}, \quad (5)$$

$$r(\sigma t_c, \mathbf{v}_{\text{turb}}) = \frac{y}{y_{\text{Sun}}} \frac{\alpha(\sigma t_c, \mathbf{v} \cdot \boldsymbol{\omega})}{\alpha(\sigma t_c, \mathbf{v} \cdot \boldsymbol{\omega})_{\text{Sun}}}. \quad (6)$$

上述待定因子 $r(\sigma t_c, \mathbf{v}_{\text{turb}})$ 可能有1~2个数量级的不确定性. 可以利用近年来人们对某些正在坍缩(将要形成恒星)的致密气体分子云的有关观测资料来估算它, 举例如下.

(1) 2012 年人们观测到较为致密星云的迄今最强磁场是正在坍缩的W51 e2核心附近^[16], $B_{\text{max}} \approx 19 \text{ mG}$ (平均值约为 10 mG), 对应的星云密度为 $n = 2.7 \times 10^7 \text{ cm}^{-3}$, 由(5)式估算, $r(\sigma t_c, \mathbf{v}_{\text{turb}}) \sim 3.7 \times 10^{10}$.

(2) 2014年Qiu等人^[17]测定了大质量恒星形成区的 H_2 分子云G240.31+0.07的磁场, 约为 1 mG , 对应的物质数密度为 $n = 2.7 \times 10^5 \text{ cm}^{-3}$. 由(5)式估算, $r(\sigma t_c, \mathbf{v}_{\text{turb}}) \sim 1.85 \times 10^{11}$.

上述对两个星云的测量估算的 $r(\sigma t_c, \mathbf{v}_{\text{turb}})$ 相差5倍, 在上述不确定性范围之内. 利用这里估算的 $r(\sigma t_c, \mathbf{v}_{\text{turb}})$ 值, 对于距离银河系中心 0.12 pc 处的星际气体电子数密 $n_e \approx 26 \text{ cm}^{-3}$ (见(1)式)^[1], 由(5)式可知, 通过“ α -湍流发电机”机制能够产生的磁场 $B < 0.1 \text{ } \mu\text{G}$, 同2013年观测到的磁场下限 8 mG ^[11]相比较, 它至少要低 10^5 倍.

由此得出结论: 人们在距离银心 0.12 pc 处发现下限为 8 mG 的反常强的磁场是不可能通过“ α -湍流发电机”机制产生的. 迄今人们熟悉的通常物理学(电磁理论与磁流发电机理论)都远远不可能产生如此强大的径向磁场. 这个矛盾也明显地是对现代物理学的另一个严峻挑战.

这些天文观测与分析结果显示的两大物理学矛盾表明: 必须寻找新的在银河系中心即能够产生如

此强大的径向磁场, 又能够产生同最近几年在银心方向观测到的非常丰富的辐射的有效物理模型.

3 类星体与活动星系核的含磁单极的非黑洞模型

实际上, 在30年前, 我们就开始了关于“含磁单极的活动星系核模型”及其性质的研究^[18~27]. 1985年发表有关论文6篇^[18~23]. 2001年在*Astrophys Space Sci*上发表了一篇关于这个模型简要总结性文章^[24], 并提出有关的5个理论预言. 这5个理论预言都同近年来的天体物理观测相吻合. 模型主要思路如下.

我们接受粒子物理学在20世纪70年代提出的超重磁单极观念^[18~23], 特别是利用下述性质.

(1) 利用粒子物理学中的Rubakov-Callan效应(RC效应): 磁单极催化核子衰变为轻子(重子数不守恒)作为类星体、活动星系核的主要能源. 替代黑洞模型(周围的吸积流模型只是作为次要能源).

(2) 星系核心的超巨质量天体在其周围附近区域的引力效应类似于黑洞. 但是, 含有足够数量磁单极的超巨质量天体既无黑洞视界面、也无中心奇异性, 这是由于磁单极催化核子衰变反应的速率正比于物质密度的平方. 衰变出来的轻子与光子向外发射, 因此中心密度不可能趋向无穷大. 结合粒子物理学中的RC效应, 避免了经典广义相对论的黑洞理论呈现的中心奇异性问题. 使自然界物理理论变得完全自洽与和谐.

对于银河系中心超巨质量天体, 我们模型的主要预言如下^[26].

(1) 产生并发射大量正电子^[9], 产生率约为 $6 \times 10^{42} \text{ e}^+ \text{ s}^{-1}$. 在银心方向呈现非常强的正负电子湮灭谱线. 我们预言的正电子产生率在定量上与2003年高能天体物理的观测^[28](($3.4 \sim 6.30$) $\times 10^{42} \text{ e}^+ \text{ s}^{-1}$)相吻合. 即我们在1985年的预言被后来2003年的观测所证实. 除了我们的模型预言之外, 迄今没有任何其他理论解释.

(2) 同时发射能量高于 0.511 MeV 的高能辐射, 其积分总能量不仅远高于正、负电子湮灭谱线的总能量, 而且也远远高于中心天体的热光度. 这个预言也同观测结果相吻合^[25].

(3) 聚集在银心的超巨质量天体区域内的磁单极将产生强大的径向磁场, 在天体表面(半径约为 50 a.u.)处磁场强度约为 $20 \sim 100 \text{ G}$ ^[26]. 由于径向磁场强

度随着距离平方成反比衰减,因此在 $r=0.12\text{ pc}\approx 3.7\times 10^{17}\text{ cm}$ 处, $B\approx 10\sim 50\text{ mG}$. 这个预言同2013年测量的磁场下限值(8 mG)在定量上相当吻合.

我们在2001年论文^[26]中明确地声明:这个预言是可以在不久的将来被天文观测检验的关键性预言. 这里强调的是:这个预言是排它性的. 即如果天文观测果真观测到如此强大的径向磁场,只有我们的模型才能够产生,其他任何模型都将被排斥与否定.

(4) 如果我们假设在离地球50 Mpc范围内所有活动星系核中心都是这类含有饱和磁单极的超巨质量天体,则它们可能是观测到的极端超高能(能量达到 $10^{18}\sim 10^{21}\text{ eV}$)宇宙线的源泉^[27].

(5) 我们预言了在银心的超巨质量天体表面温度约为120 K. 同它相应的热辐射能谱的峰值约为 10^{13} Hz ^[26](位于亚毫米波段),同近年来的天文观测结果(10^{12} Hz)^[2]相当接近. 必须强调:由于银心外围的等离子体的吸积盘被强大的磁场阻挡在相当远的距离以外,不可能到达 $(5\sim 50)R_g$ 的内部区域. “银河系中心大质量黑洞模型”是不真实的. “含磁单超巨质量天体模型”不仅是迄今唯一能够提供银心方向的模型,而且关于热辐射能谱的峰值位置,模型的预言同近年的天文观测是相当吻合的.

上述预言(1), (3)和预言(5)是3个完全独立的、排它性的关键预言. 这3个预言在定量上也同天文观测相一致,这绝不可能是偶然的巧合.

4 结论与讨论

(1) 银河系中心的黑洞模型是非物理的.

(2) 银河系中心附近发现反常强磁场的事实可能是(粒子物理学预言的)磁单极存在的强烈天文观测证据.

(3) “含磁单极活动星系核模型”有可能是(目前已经提出的唯一的)一种合理模型.

本文只是根据近年来的天文观测进展来论证银河系中心的黑洞模型是非物理的. 本文并未直接涉及其他的星系核(特别是活动星系核)和类星体的中心天体的“黑洞模型”问题.

这里只强调指出,虽然有关类星体与活动星系

核的天文观测资料非常丰富,但是,在这大量的观测资料中,只有关于来自银河系中心天体(被普遍认为是“黑洞”)引力性质与辐射性质的观测资料最为丰富而且最为可靠.

至于对于其他的活动星系核和类星体的中心天体(被普遍认为是“黑洞”)的问题,近年来也出现了某些不利于“黑洞模型”的文章,例如:文献[29~31]表明了对于类星体与活动星系核的中心天体“黑洞模型”的一些挑战,但是,我们还无法类似于银河系中心那样,明确地观测到反常强的径向磁场而排斥银心黑洞模型. 但是,2014年*Nature*的文章^[29]却直接涉及这个问题. 该文章对76个射电噪的活动星系进行了统计分析,结论推断出在这些活动星系中心处也存在很强的径向磁场,而且它阻止气体的下落. 这使得活动星系核“黑洞的标准吸积盘模型”基本假设可能失效.

最后,我们讨论有关类星体质量随红移增大而增加的问题.

黑洞质量只能(由于吸积而)增长,黑洞的质量不能减少(Hawking辐射效率太低,可以忽略). 可是,天文观测发现:高红移的类星体中心天体质量普遍认为是 $10^8\sim 10^{10} m_{\text{sun}}$ ^[32],而低红移的类星体与活动星系核的中心天体质量普遍认为是 $10^6\sim 10^8 m_{\text{sun}}$ (近红移区域最大的活动星系核中心质量是M87,它的中心“黑洞”质量被估算为 $3\times 10^9 m_{\odot}$). 如何理解这个“类星体质量随红移增大而增加”的现象? 利用“含有磁单极星系核的非黑洞模型”^[18,25,26],容易解释:利用粒子物理学中的Rubakov-Callan效应(RC效应):磁单极催化核子衰变为轻子(重子数不守恒)作为类星体、活动星系核的主要能源. 这种超巨质量天体内部的核子连续不断地衰变为轻子,最后转化为辐射,使得中心天体的质量不断地减少. 这自然地解释“类星体与活动星系核的质量随着红移的减少低而降低”的趋势. 但是,国际上常见的两种解释.(1) 这个现象是一种观测选择效应:低质量的类星体(及活动星系核)光度较低. 距离太遥远的高红移处难以被观测到.(2) 宇宙早期(高红移处)星系空间数密度很大,很容易相互碰撞而并合,容易形成质量非常大的黑洞. 这个问题的解决有待以后进一步研究.

致谢 非常感谢王青德教授(美国)、韩金林教授(中国科学院国家天文台)以及南京大学的黄永丰教授和陈鹏飞教授提供了关键性的有关天文观测信息.

参考文献

- 1 Eatough R P, Falcke H, Karuppusamy R, et al. A strong magnetic field around the supermassive black hole at the centre of the Galaxy. *Nature*, 2013, 591: 391–393
- 2 Baganoff F K, Maeda Y, Morris M, et al. Chandra X-ray spectroscopic imaging of sagittarius A*. *Astrophys J*, 2003, 591: 891–915
- 3 Yuan F, Quataert E, Narayan R. Nonthermal electrons in radiatively inefficient accretion flow models of sagittarius A*. *Astrophys J*, 2003, 598: 301–312
- 4 Falcke H, Marko S B. Towards the event horizon-the supermassive black hole in the Galactic Center. 2013, arXiv:1311.1841v1
- 5 Eyink G, Vishniac E, Lalescu C, et al. Flux-freezing breakdown in high-conductivity magneto-hydrodynamic turbulence. *Nature*, 2013, 497: 4668
- 6 Balbus S A, Hawley J F. A powerful local shear instability in weakly magnetized disk. *Astrophys J*, 1991, 376: 214–233
- 7 Balbus S A, Hawley J F. Instability, turbulence, and enhanced transport in accretion disks. *Rev Mod Phys*, 1998, 70: 1–53
- 8 Yuan F, Narayan R. Hot accretion flows around black holes. *Annu Rev Astron Astrophys*, 2014, 52: 529–588
- 9 Priest E R. *Solar Magnetohydrodynamics*. Amsterdam: Kluwer Academic Publishers, 1984
- 10 Mestel L. *Stellar Magnetism*. Oxford: Oxford University Press, 1999
- 11 Charbonneau P. Dynamo models of the solar cycle. *Living Rev Solar Phys*, 2010, 7: 3–10
- 12 Ferriz-Mas A, Schmitt D, Schuessler M. A dynamo effect due to instability of magnetic flux tubes. *Astron Ast*, 1994, 289: 949–956
- 13 Dikpati M, Gilman P A. Flux-transport dynamos with α -effect from global instability of tachocline differential rotation: A solution for magnetic parity selection in the Sun. *Astrophys J*, 2001, 559: 428–442
- 14 Chatterjee P, Mitra D, Rheinhardt M, et al. Alpha effect due to buoyancy instability of a magnetic layer. *Astron Ast*, 2011, 534: 15–25
- 15 Cameron R, Schuessler M. The crucial role of surface magnetic fields for the solar Dynamo. *Science*, 2015, 347: 1333–1335
- 16 Koch P M, Tang Y W, Ho P T P. Magnetic field strength maps for molecular clouds: A new method based on a polarization-intensity gradient relation. *Astrophys J*, 2012, 747: 79–89
- 17 Qiu K P, Zhang Q Z, Menten K M, et al. Submillimeter array observations of magnetic fields in G240.31+0.07: An Hourglass in a massive cluster-forming core. *Astrophys J Lett*, 2014, L18: 794–797
- 18 Peng Q H, Wang Y. A new kind of supermassive (non-black hole) dense object. *Chin Sci Bull*, 1985, 30: 1586–1589
- 19 Peng Q H, Li Z Y, Wang D Y. Monopole content in celestial bodies (Quasar, Galactic Nuclei and Stars) and its effect. *Sci China Ser A*, 1985, 28: 970–977
- 20 Peng Q H, Wang D Y, Lie Z Y. A monopole model for the galactic nuclei. *Chin Sci Bull*, 1985, 30: 1056–1060
- 21 Wang D Y, Peng Q H, Lie Z Y. Annihilation line of from the galactic center and the galactic nucleus model with magnetic monopoles. *Chin Sci Bull*, 1985, 30: 210–213
- 22 Peng Q H. A relativistic rotating massive object with saturation of magnetic monopoles. In: *Proc. ESA Workshop: Cosmic X-ray Spectroscopy Mission*, Copenhagen, 1985. 127
- 23 Peng Q H. Forces exerting on a test particle outside a relativistic rotating massive object with saturation of magnetic monopoles and jet from the object. In: *Proceeding of ESA Workshop Cosmic X-Ray Spectroscopy Mission*, Denmark, 1985. 129
- 24 Peng Q H. The critical and saturation content of magnetic monopoles in rotating relativistic objects. *Astrophys Space Sci*, 1989, 154: 271–284
- 25 Peng Q H, Chou Z K. A model of quasars and AGNs with magnetic monopoles. *Astrophys Space Sci*, 1998, 257: 149–160
- 26 Peng Q H, Chou Z K. High-energy radiation from a model of quasars, active galactic nuclei, and the galactic center with magnetic monopoles. *Astrophys J*, 2001, 551: L23–L26
- 27 Peng Q H. The celestial origin of ultra high energy cosmic ray (a model of active galactic nuclei with magnetic monopoles) (in Chinese). *High Energy Phys Nucl Phys*, 2002, 26: 104–114 [彭秋和. 极端超高能宇宙线的天体起源(含磁单极的活动星系核模型). *高能物理与核物理*, 2002, 26: 104–114]
- 28 Knödseder J, Lonjou V, Jean P, et al. Early SPI/INTEGRAL constraints on the morphology of the 511 keV line emission in the 4th galactic quadrant. *Astron Astrophys*, 2003, 411: 457–460
- 29 Zamaninasab M, Clausen-Brown E, Savolainen T, et al. Dynamically important magnetic fields near accreting supermassive black holes. *Nature*, 2014, 510: 126
- 30 Jiang L, Fan X, Brandi W N, et al. Dust-free quasars in the early Universe. *Nature*, 2010, 464: 380–383
- 31 Sell P H, Tremonti R C A, Hickox R C, et al. Massive compact galaxies with high-velocity outflows morphological analysis and constraints on AGN activity. *MNRAS*, 2015, 451: 93–102
- 32 Wu X B, Wang P, Fan X, et al. An ultraluminous quasar with a twelve-billion-solar-mass black hole at redshift 6.30. *Nature*, 2015, 518: 512–515

The observed evidence of both invalidating black hole model at the galactic center and magnetic monopole existence

PENG QiuHe

Department of Astronomy, Nanjing University, Nanjing 210093, China

According to an abnormally strong radial magnetic field near the GC detected in 2013, we first demonstrate that the radiations observed from the region neighbor of the Galactic Center (GC) are hardly emitted by the gas of accretion disk which is prevented from approaching to the GC by the abnormally strong radial magnetic field. These radiations cannot be produced by the black hole at the center. Secondly, we demonstrate that the abnormally strong radial magnetic field near the GC discovered in 2013 is hardly produced by the α -turbulence dynamo mechanism which is the known most effective dynamo mechanism up to now. The dilemmas of both the black hole model at the GC and the discovery that very strong radial magnetic field in the neighbor of the GC are naturally solved in our model of supermassive object with magnetic monopoles (SMOM) proposed by Peng and Chou at 2001, in which five predictions had been proposed. Three of these predictions are quantitatively confirmed by later astronomical observations. Thus, we believe that the discovery of abnormally strong radial magnetic field near the GC is probably just the astronomical observational evidence for magnetic monopole existence which is predicted in particle physics. The conclusions of the paper are: (1) It could be an astronomical observational evidence of the existence of magnetic monopoles which it predicated in particle physics; (2) The black hole model of the GC is invalid; (3) The radiations emitted from the region near the GC may be naturally explained by our model and then our model containing magnetic monopoles could be a reasonable one.

object at the galactic center, magnetic field, black hole model, magnetic monopoles

doi: 10.1360/N972015-00884