

黑洞也能孕育行星 但在上面寻找生命有点难

吴岩 本报记者 刘志伟
通讯员 王潇潇

浩瀚宇宙中,黑洞犹如一只吞噬猛兽,没有任何物质能从它的巨大引力“魔爪”中逃脱,就连光也不例外。

距离决定黑洞行星能否“降生”

在黑洞附近发现行星并非一次偶然之举。

人类是宇宙中唯一的生命吗?为回答这个问题,科学家不断搜寻系外行星。2019年诺贝尔物理学奖三位获奖者中,就有两人是因为在系外行星研究方面取得突破性进展而获奖。

截至目前,我们已发现4000多个系外行星。

“系外行星是当前天文学最热点和最前沿的研究领域之一,科学家主要是在类似太阳这样的恒星周围寻找。”吴庆文说,寻找更多系外行星,有利于理解太阳系形成、地球演化史及生命起源等谜题。

近日,日本研究团队表示银河系中心黑洞周围也可能存在大量行星,这一新观点顿时引爆学术界。

吴庆文介绍,此前科学家利用阿塔卡玛大型毫米波/亚毫米波望远镜阵列(ALMA),观测到类似早期太阳系的形成过程。首先是气体和尘埃在自引力作用下坍缩形成恒星;随着时间推移,恒星周围的盘状气体、尘埃等会逐渐聚集形成更大团块,并进一步凝聚,逐渐形成行星。

日本天文学家提出,气体和尘埃并非年轻

另辟蹊径寻找类地行星

吴庆文说,宇宙存在数千亿个星系,每个星系又存在数千亿颗恒星,因此类地行星必然存在,黑洞行星或许也应该普遍存在。因距离遥远,人类对银河系中心超大质量黑洞周围的行星进行直接探测,还存在巨大困难。

或许另辟蹊径才能找到正确的答案。

此前,日本鹿儿岛大学天体物理学教授惠田敬一认为,现代天体物理学发展显现出一种倾向,即向不习惯的、出乎意料的、甚至仿佛是不可能的方向发展。

近日,有研究团队提出,超大质量黑洞周围存在类似围绕恒星运转的行星。这类行星是如何形成的?是否普遍存在?它们又是如何被发现的?这些行星上是否有生命存在?带着这些问题,科技日报记者专访了华中科技大学物理学院副院长吴庆文教授。

一般而言,对于常见的围绕恒星运转的行星系统,形成恒星后,尘埃和气体会在新生恒星周围原行星盘中冷却,尘埃会凝结聚集形成更大的颗粒,在碰撞和压缩中形成小行星,小行星之间相互碰撞形成更大尺寸的行星胚胎,最终经过不同的物理过程形成不同的行星,如类似木星的气体巨行星,或类似地球的岩石行星。

冰的形成以及更多气体和尘埃等的凝结,是形成行星的关键条件。吴庆文说,黑洞周围气体盘中,离黑洞越近气体温度越高,但在一定距离之外,温度足够低,能够让一些水变成冰。经计算,对于银河系中心这种400万倍太阳质量的超大质量黑洞来说,距离黑洞大约10光年,就足以让尘埃和水等气体凝结,并形成几倍到几十倍地球质量的行星,这类行星被称为黑洞行星。

生活在黑洞身边,黑洞行星多少有些“担惊受怕”。黑洞拥有强大的引力,在视界范围之内连光都难以逃脱,即便在稍远一点的地方,黑洞周围强大的潮汐力也可能将天体撕碎。这听起来非常恐怖,但随着距离进一步增大,黑洞引力将会迅速减小,在一定距离以外(约几光年),炙热气体的运动几乎不再受黑洞引力控制。所以,黑洞行星的形成条件已决定它不会被黑洞吞噬。

遥远的距离,正是黑洞行星形成壮大的温床。

“人类作为生活在行星上的智慧生物,一直对围绕其他恒星运转的行星有着浓厚兴趣。”吴庆文介绍,宇宙存在活动星系核、低光度星系核和X射线双星等不同的黑洞系统,根据惠田敬一团队的研究模型,生命周期较短、光度相对较低的活动星系核周围一般会出现黑洞行星。

一般而言,对于常见的围绕恒星运转的行星系统,形成恒星后,尘埃和气体会在新生恒星周围原行星盘中冷却,尘埃会凝结聚集形成更大的颗粒,在碰撞和压缩中形成小行星,小行星之间相互碰撞形成更大尺寸的行星胚胎,最终经过不同的物理过程形成不同的行星,如类似木星的气体巨行星,或类似地球的岩石行星。

“夹缝”中寻找地外生命

“生命起源是一个重大的科学命题,黑洞行星上是否有可能存在生命形态值得研究。”吴庆文表示,生命很伟大,但也很脆弱,适宜、安全的环境对孕育生命起到至关重要的作用。

吴庆文指出,虽然星系中心超大质量黑洞周围可以形成行星,但这类行星和恒星周围行星有着较大的差异。

类似地球这种行星围绕类太阳恒星运转,可以获得阳光滋润,黑洞行星未必具有这个条件。虽然不排除黑洞周围可能形成类似太阳系的恒星和行星系统,然而黑洞行星与黑洞的距离比地球到太阳的距离大很多,对于形单影只的黑洞行星而言,不一定像地球一样拥有阳光。

银河系中心黑洞辐射主要是在X射线波段,而太阳辐射主要是在光学波段,意味着黑洞行星无法获得较好的日照。此外,超大质量黑洞周围存在很多高能活动现象,这些高能X射线辐射或紫外辐射会将行星表面的大气电离并吹走。火星表面大气极其稀薄,正是因为其大气几乎都被太阳风剥离。

吴庆文说,生命存在需要特定条件,比如适宜的温度、水等。行星形成后,根据中心恒星的光度和与行星的距离,我们可以估算行星的表面温度,判断其是否宜居。如果黑洞

近地小行星有3种类型

据统计,目前已经发现了140多万颗小行星,而这很可能只是所有小行星中的一小部分。约90%已知小行星的轨道位于小行星带。

“事实上,大家最关心的是那些运行时可能离地球轨道很近的小行星,也就是近地小行星。”王铮介绍,总的来说,近地小行星主要分为3类:阿莫尔型小行星、阿波罗型小行星和阿登型小行星。2011ES4号就是一颗阿波罗型小行星。

阿莫尔型小行星,以小行星1221的名字“阿莫尔”来命名。这些小行星的近地点均在地球轨道以外,介于1.017至1.3个天文单位(AU,约为1.496亿千米)之间,它们的远日点更远,总的来说不会威胁到地球。

阿波罗型小行星的命名来源于第1862号小行星阿波罗。1932年,小行星阿波罗被发现时,距离地球不到0.07AU。这群小行星,它们轨道的近地点都在地球轨道之内,而远日点都在地球轨道之外,轨道往往与地球轨道有交叉,也是最危险的一群小行星。

以第一颗被发现的小行星“阿登”来命名的阿登型小行星,它们的轨道始终在地球轨道

与恒星一样,黑洞也有类似的培育行星的“育婴室”。吴庆文说,超大质量黑洞一般位于星系中心,通过吸积物质向星系提供能量。吸积是一种致密中心天体通过引力作用捕获周围介质的高效过程,被吸积的物质由于带有初始角动量而围绕中心黑洞旋转形成吸积盘。除吸积盘外,黑洞周围还存在着巨大的尘埃环,在吸积盘外区和尘埃环中的物质与原行星盘存在一定相似性,以此为基础考虑黑洞周围是否存在行星,十分合理。

惠田敬一团队的模型计算结果显示,最可能形成的黑洞行星质量约是地球的几十到几百倍,甚至有可能达到行星质量上限。在默认两种行星平均内部密度相似的情况下,黑洞行星半径最大可达到地球半径的十倍。

行星是孤立的,很难具备上述条件。此外,考虑到黑洞周围X射线爆发、黑洞潮汐瓦解、中心区域超新星爆发等高能事件,生命在这里生存十分困难。

通常在搜寻地外生命过程中,会考虑行星是否处在宜居带上,以及在恒星周围适宜距离内,水是否能以液态方式存在,这样才有孕育生命的可能。

需要指出的是,在黑洞行星中寻找生命的迹象,除满足液态水存在条件外,还必须考虑更多因素。如果在星系中心区域恒星等物质相对密集,黑洞行星很容易受到一些灾难性事件的影响,例如星系中心黑洞活动产生大量的高能射线,部分近距离的恒星被中心超大质量黑洞瓦解等,这些高能天文事件可能每几千年就会出现,这将给黑洞周围行星生命带来毁灭性打击。

吴庆文说,目前关于黑洞行星的一切均是初步探究与计算,或许在不久的将来,黑洞这一现代天文学“魔主”的神秘面纱终将被揭开。

“在黑洞附近探寻生命迹象的可能性难以预料,但如果我们永远不去探索,可能性就是零。”吴庆文表示,探索星际本应如此,尽管人类还无从得知黑洞行星上是否有可能存在生命。

以内,也就是说即便远日点的距离也小于1AU。

严密监视预防潜在威胁

什么样的小行星对地球具有潜在威胁?王铮介绍,当它与地球轨道之间的距离小于0.5AU,且它的直径不小于150米时,会被认为是具有潜在威胁的小行星。这些小行星可能会由于各种因素导致轨道改变,从而撞向地球。

如何预防来自小行星的侵袭?科学家一直在寻找对策。目前全球已建立近地小行星观测网,寻找并监视一些有潜在威胁的小行星,往往能提前数月甚至数年预判它何时会接近地球。

与此同时,一旦威胁真的来临,也有着主动出击的计划。比如,欧盟提出了防御小行星的“近地轨道防护盾”计划。该计划旨在通过导弹炸毁、引力牵引和主动碰撞等多种手段,防范近地小行星撞向地球。

“事实上,多个卫星和望远镜一直在密切监视着近地小行星的一举一动,如果有威胁较大的小行星出现,也可以通过发射导弹来进行主动防御。因此大可不必为小行星撞地球这样的小概率事件而感到担忧。”王铮说道。

天文词典

入秋后凉意袭来

你知道宇宙中最低温度是多少吗

李鉴

初入九月,部分地区已经开始逐渐变凉。地球上的温度变化万千,宇宙中不同天体的温度又如何?

就人们的直观感受而言,温度就是物体的冷热程度。从微观层面看,物质都是由分子或原子组成,这些分子永不停息地做着无规则运动。虽然我们看不见分子的运动,但用手触摸时能感受到物体的冷热,其实就是分子热运动剧烈程度的体现——分子平均热运动动能大的温度就高,反之温度就低。

日常生活中,人们发明了各式各样的温度计来测量温度。而对遥远的宇宙天体,我们怎么知道它的温度呢?

不同颜色代表不同温度

不同波长的光呈现出不同的颜色,蓝光的波长较短,红光的波长较长。早在战国时期,《考工记》就记载着“黄白之气竭,青白次之;青白之气竭,青气次之,然后可铸也”,即随着温度的升高,火焰会呈现出不同的颜色,到“炉火纯青”的时候温度最高。

恒星的发光机制和炉火不同,但颜色与温度之间也存在着相关性。温度越低的恒星,颜色越偏红,例如红矮星表面只有两三千摄氏度,比邻星就是如此;温度越高的恒星,颜色越偏蓝,例如蓝超巨星的表面可达数万摄氏度。

通过光谱测量,天文学家能够知道恒星在不同波长上辐射的光线强度,并且按波长画出辐射强度的分布曲线。一般来说,曲线的峰值波长(也就是辐射强度最大处的波长)决定了恒星的温度。例如,太阳辐射的波峰在555纳米,为黄色。不同温度的恒星具有不同的峰值波长和分布曲线,从热辐射规律就能推算出它的表面温度,我们称之为有效温度。天体中还存在非热辐射过程,例如星系团内热气体的热致辐射,它们的温度可以用其他方法获得。

恒星中心的温度要比表面高得多,是宇宙中最热的地方之一。我们地球内部的温度大约为6200开尔文(以下简称开),比太阳表面温度(5800开)略高一点,但是太阳内部的温度高达1500万开。质量最大、燃烧最快的恒星,核心温度可达2亿开以上。可与之相比的,是星系团中在各个星系之间弥漫的热气体。它们往往具有几千万至上亿开的高温,产生如此高温的原因可能是被星系中心超大质量黑洞的喷流和星系风等加热。

除此之外,当天体爆发和碰撞时,也可以达到更高的瞬时温度。例如大质量恒星死亡时爆发成为超新星,中心和膨胀壳层的温度可达到数百亿开。中子星碰撞的瞬间,外层温度更可高达几千亿开!宇宙中最重的元素,例如金、银、铂等,就是在这些极高温度过程中产生的。

人类创造的最高温度,是2012年欧洲的大型强子对撞机撞出的5万亿开超高温。虽然只有一瞬间,但已经非常惊人了。今年4月,我国的“人造太阳”——“东方超环”首次实现1亿摄氏度运行近10秒。

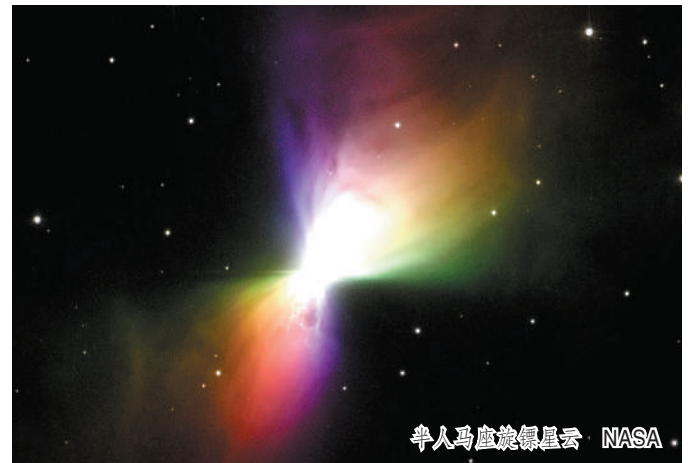
地球5000光年外温度接近绝对零度

宇宙中的温度最高能达到多少呢?按照现有理论,宇宙中的最高温度被称为普朗克温度:超过 10^{32} 开,即1亿亿亿开。它是最重的微观粒子以光速运动时所表现出来的温度,是正常物理过程不可能达到的温度上限,或许只存在于宇宙大爆炸的那一瞬间。

理论上最低的温度是绝对零度,也就是0开尔文,即零下273.15摄氏度。当分子的热运动不断减弱时,物体温度就会不断降低,分子完全静止不动时,温度就达到了最低,被称为绝对零度。不过根据量子力学的不确定性原理,分子的运动不可能完全静止下来,所以绝对零度实际上是不可能实现的。在实验室里,物理学家通过激光冷却和磁冷却手段,可以将稀薄的原子气体冷却到绝对零度以上约十亿分之一开。2018年国际空间站上的冷原子实验室甚至将冷原子降温到了百亿分之一开!此时原子移动非常缓慢,可以用来研究超冷原子的特异量子特性。

宇宙中已知的最低温地区,是距离我们5000光年的半人马座旋臂星云(Boomerang nebula)中心附近,那里的温度仅为1开左右。这可能是因为它存在一颗伴星,使得它外层物质的抛射速度达到了正常值的10倍,将温度降至极低。当然这一低温只是暂时的,它最终将升至和宇宙微波背景辐射等温。

有很多文章都提到,太空中每立方厘米最多只有几个粒子,基本上就是真



半人马座旋臂星云 NASA

空,在这里温度这一概念也就失去了意义。那么假如我们把一个理想的温度计放入太空,读数会是多少呢?没人做过这个实验,所以还没有确切答案。不过我们可以根据已知的事实和规律做个推断。

在恒星之间广袤的星际空间里,遍布着稀薄的星际气体和尘埃。它们的数密度极低,像地球体积这么大的范围内,所有的星际介质拢在一起还不如一个粒子大。所以几乎不会有星际介质微粒和温度计发生碰撞并传递能量,温度计永远也测不出这些粒子的温度。但是温度计自身也是由大量微观粒子组成的,也会辐射电磁波并损失热量。它的温度会慢慢降低,直到最后和宇宙微波背景辐射达到平衡,定格在2.73开。宇宙微波背景,是宇宙大爆炸早期诞生的高能光子,随着宇宙的膨胀和冷却,这些光子现在已经被拉长到了微波波段(波长在0.3—75厘米之间),成为遍布整个宇宙的“背景辐射”。和测量恒星的表面温度类似,人们测出了背景辐射的光谱分布曲线,求得它的温度为2.73开。

宇宙微波背景辐射无处不在,在远离恒星等热源的宇宙空间中,它的温度可以视作空间本身的温度。空间中的其他粒子,例如星系团内的热气体等,可以具有极高的运动速度,以温度衡量其能量的话,可以高达上亿开。可见同一片空间中,极低温与极高温是同时共存的,可谓名副其实的“冰火两重天”。当然我们需要从微观粒子能量的角度来看待这里所谓的温度,也不会像触摸宏观物体一样感受到它们的冷和热。如果把一个小铁块放到这样的空间中,它并不会被融化乃至气化。实际上基本没有粒子会撞上铁块,它只会缓慢地通过热辐射降温至2.73开,那些稀薄的高温气体对它毫无影响。(作者系北京天文馆研究员)

天闻频道

本报记者 唐婷

“高楼般大小”“与地球擦身而过”……近日,又一颗小行星因掠地刷屏。

美国国家航空航天局(NASA)此前发布消息称,2011ES4号小行星于北京时间9月2日飞过地球,其直径为22米至49米,最快速度可以达到0.816公里每秒,离地球最近时与地球之间的距离为12万公里左右,不到地球与月球距离的三分之一。

“看到小行星靠近地球的消息,媒体和大众往往很激动,而科学家一般显得比较‘淡定’。从相关信息来看,2011ES4号小行星很可能只是和地球擦身而过,另外它的个头非常小,即使落到地球上,也会在大气层中被燃烧掉,几乎不会造成什么影响。”中国科学院国家空间科学中心助理研究员王铮博士在接受科技日报记者采访时表示。

小行星个头差异大

小行星撞地球,不仅出现在科幻电影里,也曾发生在真实世界里。地球上一些巨

大的陨石坑,就是它们当年造访地球时留下的印记。

据推测,约6500万年前,一颗直径在10—30公里的小行星以每秒20—40公里的速度一头扎进了地球的“怀抱”。这次异常猛烈的撞击,导致地球长时间灰尘蔽日,生物史上的一个时代就此结束。

和直径在10—30公里的小行星相比,直径为22—49米的2011ES4号小行星的确是个“小不点”。有人可能会好奇,都是小行星,为何体积差异这么大?

王铮解释说,最早的类星体是先形成较小的核,然后通过吸积聚集周围物质逐渐变大。在这个过程中,行星粒子不断碰撞聚合,形成大小不一的行星个体。其中,有些行星的尺寸不断加大,把所在轨道的绝大多数天体吸附在自己身上,比如太阳系八大行星;但也有些天体因为所处区域的温度等因素,没能成长到足以聚集和清空轨道附近的所有天体,遗留下大量的小天体,形成小行星群,它们在偶然的引力扰动下离开轨道去往其他区域;还有一些天体在互相碰撞中产生新的碎片,这些碎片也大小不一,自然个头也就不尽相同。