

太阳系“老九”是个黑洞？ 猜测很大胆，验证却很难

本报记者 高博

不久前，国外两位天文学家提出大胆设想：太阳系中“时隐时现”的第九大行星，很可能

能是一个原初黑洞。

太阳系里有一黑洞，操控了遥远的天体？有专家表示，这是个有趣的假想，但以现在的观测能力很难证实或证伪。

空缺的王位，又有新的争夺者

十几年前，第九大行星是谁，教科书里还写得清清楚楚。1930年克莱德·汤博发现冥王星，将其与天王星、海王星等量齐观，起了“PLUTO”（普鲁托）这个气派的希腊名，太阳系九大行星变成一种常识性知识。

然而，科学家后来意识到，在太阳系外空间里，冥王星似乎“远不够看”。1992年开始陆续发现一些遥远的冰石结构天体，体量跟冥王星差不多。2005年更是发现了阋神星，比冥王星质量还多出27%！冥王星都能算第九大，阋神星不排个第十，说不过去。

天文学家当机立断，2006年8月举行的第

26届国际天文联合会通过决议：冥王星划为矮行星，从太阳系九大行星中除名。普鲁托悲惨退位，成了134340号小行星。

但第九大行星的王位，没那么容易取消。近5年来，一些新的发现让人猜测：太阳系中或许存在一颗真正的“P9”（第九大行星）。

9月24日，又有一个新人加入了王位争夺战——arXiv.org张贴了一份论文，英国杜伦大学的雅各布·舒尔茨（Jakub Scholtz）与美国伊利诺斯大学的詹姆斯·恩温（James Unwin）提出了一个大胆的设想：太阳系中的第九大行星，可能是一颗原初黑洞。

奇怪的轨道，指向隐藏的“P9”

2014年左右，天文学家在柯伊伯带（海王星轨道之外的黄道面附近区域）发现一些天体，轨道离太阳远的时候居然可达几百个天文单位（一个天文单位即太阳与地球间的距离）。一开始这被解释为海王星引力散射



曾经的“老九”冥王星，如今已经“沦落”为一颗矮行星。

效应。但很快，新第九大行星的猜想被提了出来。

导致冥王星降级的“罪魁祸首”，美国加州理工学院的迈克·布朗，在2016年和同事发现：柯伊伯带中6颗天体有奇怪的轨道，它们的近日点都指向一个方向。就像6块以不同速率转圈的钟表，但指针都向着一个方向。如果海王星是幕后操盘者，它们的指向早该弥散，不会这么集中。

而且6颗天体离太阳最近时，距离也超过了40个天文单位，海王星假说也不好解释。

迈克·布朗和同事计算出，“大伙儿指向偶然一致”的可能性为0.007%——还是相信一颗“尚未现身的大家伙”更为现实。

天文学家、南京大学教授周礼勇接受科技日报采访时说，最初很多人反对“P9”的存在。随着近几年不断的新发现，证实第九大行星存在的统计学显著性逐渐提高。

虽未观测到“P9”，但有人通过计算机模拟推测了它的参数：距离太阳200至800个天文单位，质量是地球的5—10倍，绕太阳一圈得3万年……

流浪的不一定是地球，还可能是黑洞

天文学家过去相信，在海王星外存在新行星的可能性非常小，因为这个区域的物质太稀薄，要长出一颗大行星，需要时间太漫长。但是，如果太阳系是从茫茫宇宙里“掠夺”了一颗现成的行星呢？这个可能性是值得考虑的。

“实际上宇宙中可能有非常多流浪的行星，就像电影里的‘流浪地球’一样。”研究太阳系外行星的天文学家、南京大学副教授谢基伟告诉科技日报记者，一种寻找系外行星的方法叫做微引力透镜法，就是通过捕捉影像的微弱变形——光线被沿途某颗天体的质量扭曲了，来寻找系外行星存在的线索。通过这种方法我们观测到不少“蛛丝马迹”，说明未知的黑暗里有许多无组织无纪律的“流浪汉”。

在怀疑有“P9”的区域，光学引力透镜实验（OGLE）观测到了引力异常。至少6个微引力透镜事件表明了该区域引力异常，暗示存在一个自由漂浮天体，其质量范围在5—15个地球质量之间。“P9”的猜想因此被鼓舞。

此次舒尔茨和恩温的新论文猜测，该天体可能不是一颗流浪行星，而是一个流浪黑

洞。它被太阳系拉拢入群，搅乱了外围天体的轨道。

一般来说，天文学家观测到的黑洞，是恒星死亡坍塌后聚集而成的。而存在于理论想象中的原初黑洞，是另一回事。霍金对这个概念贡献很大：那是宇宙大爆炸后不久产生并遗留至今的“文物”。

大爆炸之前的宇宙被天文学家叫做原初宇宙。原初宇宙的爆炸是不均匀的，局部空间能量密度太大，“没崩开”就压缩成质量无限大的点以及围绕而成的黑洞。这种黑洞大小不一，小的可能只有粒子大，一般的原初黑洞跟太阳系常见的小行星质量类似。

这些黑洞随后漂流宇宙各处。一些通过霍金辐射消散，像冰块一样化掉了；一些则吸收物质壮大，存活至今。

舒尔茨和恩温指出，海王星外天体的异常轨道，以及一些引力事件，可以用质量为地球数倍的原初黑洞来解释；一个原初黑洞可能被太阳系捕获，成为第九行星；他们证明这种捕获的可能性是值得考虑的。

严谨的假设，仍有不少反对的声音

“这篇论文思路还是很严谨规范的，不是瞎猜想。”谢基伟说，“但作者也说这只是一种可能性。引入黑洞的概念，可能大家会觉得很有意思、很奇特。但下一步还无从着手。何况有没有第九大行星还是问题。”

舒尔茨和恩温表示，如果“P9”是一个原初黑洞，或许能通过外围的“晕”——黑洞外层正负电子湮灭发出的光，来确定它的存在。但一位行星学家告诉科技日报记者，由于黑洞很小，而且不确定在什么位置，这种观测是很难实现的。

“我个人不太喜欢原初黑洞这个想法。”一位从事行星研究的专家告诉科技日报记者，“感觉近乎神秘学——能解释一些现象，但是基本上永远看不到。”

“柯伊伯天体的发现者，大卫·朱伊特（David Jewitt）甚至压根儿就不相信‘第九行星’的存在。”这位专家表示，大卫·朱伊特在接受

电视采访时，直接说不认为“P9”存在。他认为，黑洞假说透露出科学家对取得“重大发现”的心态是急切的。但这个理论离可验证的阶段还远。

众说纷纭的一个重要原因，是以目前人类的技术水平，观测海王星外天体还很难。尽管人类已经观测到几千颗太阳系外行星了。

“不识庐山真面目，只缘身在此山中。”谢基伟说，“观测系外行星，基本上是通过观察恒星光谱的凌星效应或多普勒效应，间接推断行星的情况。而对太阳系内行星就可以直接观测。行星的亮度与它和太阳距离成反比。太远的天体，接收光线就弱，反射光线更弱。”

外围这样广阔，天体这样暗淡，上百天文单位之外，还是一片未知。

谢基伟说：“那些太阳系边缘的天体，很多是通过哈勃望远镜看到的；等韦伯望远镜工作以后，我们的观测水平会改善一点。”

看清引力波的“旋转”需要更灵敏的“眼睛”

天闻频道

本报记者 刘园园

2015年，科学家利用激光干涉仪首次直接探测到引力波。自那以后，已经有越来越多的引力波事件被探测到。

但是，人类对引力波的理解可能才刚刚开始。引力波所具备的很多特征都有待人们的挖掘。

近日，武汉大学物理科学与技术学院侯绍齐博士、范锡龙教授和朱宗宏教授在《物理评论D》上共同发表了一篇关于引力波的论文。他们研究认为，引力波的透镜效应会引起引力波偏振面的转动和法拉第旋转。而且，原则上这些效应可以被激光干涉仪探测到。

引力波会旋转？这是怎么回事呢？

引力波就“在”你手上

“引力波和光有着诸多相似性。”论文第一作者侯绍齐介绍，在真空中，引力波和光都以每秒30万公里的速度传播，它们都没有质量，光波是带有时空周期性的电磁场，而引力波则

是时空周期性分布的引力场；光波是一种横波，引力波也是一种横波。

1915年，爱因斯坦提出了广义相对论，并预言光线在星体附近会发生偏折，即引力透镜效应。这一现象于1919年被其他科学家探测到，成为支持广义相对论的有力证据。

“由于引力波和光都是波，他们应该具有相似性，我们可以根据广义相对论推测，大质量天体附近的光线偏折现象，也会发生在引力波上。”范锡龙说。

此次研究预测，引力波在大质量星体附近不仅仅会发生传播方向的改变，随之而来的还有偏振面的转动和法拉第旋转效应。

为了让大家更好地理解引力波偏振面的转动和法拉第旋转，范锡龙教授想出一个简单的方法——用我们的手指来帮忙。

伸出你的右手，让右手的拇指、食指、中指这三个手指相互垂直。用中指的指向代表引力波的传播方向，那么拇指和食指所在平面就代表所谓的引力波偏振面，也就是引力波在这个平面内的振动。

然后，可以尝试改变中指的指向，同时依然保持三个手指的相互垂直关系。这时候你会发现，随着中指指向的改变，拇指和食指

所在的平面也跟着改变。如果引力波也发生类似的变化，就把它称之为引力波偏振面的转动。

法拉第旋转则是另一种效应。为了形象地理解法拉第旋转效应，三个手指依然可以派上用场。

这一次，你需要保持中指的指向，而改变拇指和食指的指向。在这种情况下，虽然拇指和食指的指向发生了变化，它们仍然在原来的平面内转动。类似的现象如果发生在引力波上，我们就把它叫作引力波法拉第旋转效应。

微小变化有待未来“捕捉”

“原则上，这两种效应都可以被激光干涉仪探测到。不过，并非现在。”侯绍齐说。

侯绍齐介绍，激光干涉仪对引力波的测量数据与引力波相对于干涉仪的传播方向有关，也跟是否发生法拉第旋转有关。当引力波经过大质量星体之后，其偏振面发生转动并伴有法拉第旋转效应。这些变化导致激光干涉仪得到的数据随之变化，从而可以利用干涉仪探测这两种效应是否发生。

但是，由于在引力波透镜效应中，引力波

的传播方向仅发生了非常微小的变化，所以其偏振面转动而引起的激光干涉仪的响应微乎其微，目前还无法测量得到。相比之下，法拉第旋转效应更加微弱，现有条件下也很难测量得到。

“当然，这并不意味着，以后也无法探测到。”范锡龙告诉科技日报记者，在今后10年到20年内，世界范围内会建立多个基于地面的引力波探测器，太空中可能也会出现多个空间引力波探测器。这些探测器的灵敏度更高，从而有可能在未来探测到引力波的偏振面转动和法拉第旋转效应。

那么，探测到引力波偏振面的转动和法拉第旋转效应，对于引力波研究而言又有何意义？

范锡龙回答说，对引力波偏振面可以发生转动的预测，主要基于爱因斯坦的广义相对论预言，因此探测到引力波偏振面的转动可以更加全面地检验广义相对论，是对引力波性质的全方位的认识。

另外，探测到引力波的法拉第旋转效应，可以使我们了解引力波物理的丰富性，加深对时空本质的理解，并预示引力波可能还有更多奇特的性质尚未发现。

身边的天文学

天上的星星长成一个样儿 其实是两种力“对决”的结果

李莹

可能我们很多人都好奇过，为什么天体大多都是球形？

这首先要从水滴说起。水滴为什么总是球形？这是因为水的表面就像一张紧绷的有弹性的薄膜，如果把一根针轻轻地平放到水面上，可以发现虽然它的密度比水大得多，但并不会沉下去，而是将水面压出一个小凹槽，浮在上面。水表面的这层“薄膜”产生的张力，稳稳地托住了钢针。液体的表面张力，总是使得水滴趋向于使其表面积最小的形态，也就是球形。

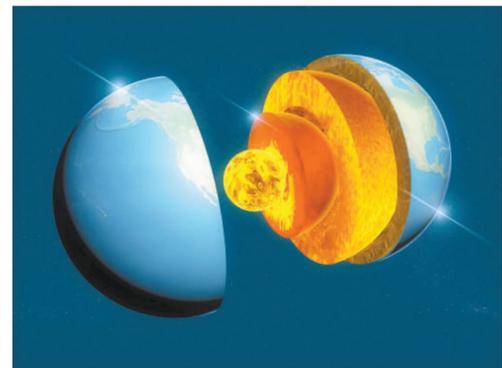
球形对应着液滴表面势能最小的状态，而势能最小时，系统最稳定。这被称为“最小势能原理”：对任何一个系统，如果它的势能没有达到“最小”，它总要设法变化到其相对最小的势能位置。

电磁力使固体保持“身材”

那为什么像岩石、铁块这样的固体，就算放到失重环境下也不会成为球形呢？这涉及到宏观世界里起主要作用的两种力：电磁力和引力。正是它们塑造了物体的形状。

在宏观尺度中，主要作用力是电磁力。我们熟知的摩擦力、磁铁吸附铁片的力、桌子支撑书本的力都是电磁力。和液体相比，固体里分子的间距很小，分子间的电磁力很大（且引力与斥力平衡），所以固体能保持一定的形状和一定的体积，不易变形。

而物体受到的重力，则是来自于地球的引力。在宏观和微观层面，电磁力要比引力强得多，我们以一个边长为10厘米的正方体石块（密度取为2.5克/立方厘米，总质量为2.5千克）为例，来对电磁力和引力做个比较。



石块内部的分子通过电磁力形成化学键，从而得以聚集在一起形成固定的形状。同时，石块里的每个分子都会对其他分子产生引力。但这颗石头分子聚合产生的引力要小于电磁力，所以石块自身的引力是不可能破坏化学键而使它发生明显变形或破裂的，此时电磁力对石块的形状起了决定性作用。

如果把石块的大小增加到边长为10千米，它的总质量将达到 10^{16} 千克的量级。这时，随着石头质量的增加，它的每个分子的平均自引力势能也将增加，由于分子之间的电磁力仍然保持不变，所以现在石块的自引力势能与化学键结合能之间的差别就大为缩小了，但还差7个数量级，形状依然是个立方体，不会受到任何影响。但此时的石头已经达到了岩石的抗张极限，大概会被地球引力撕裂，散成碎块，这也是为什么地球上的山峰高度都没有超过10千米的原因。

引力让大质量天体成为球形

如果继续增加石块的质量，让它成为如今的地球，将会发生什么情况？

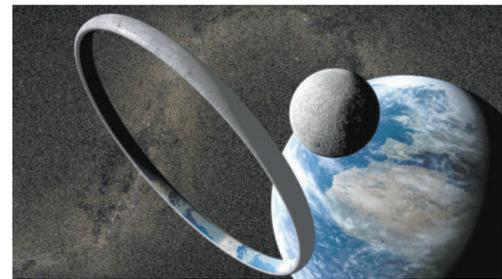
这时引力与化学键电磁力角力的结果将会反转。引力将战胜化学键电磁力成为主宰，这块岩石从里到外，会在自身引力的作用下被压碎，不可避免地会发生变形。那么它会变成什么形状呢？

根据“最小势能原理”，它会变成一个球。这时它的核心可能会因为高温高压而电离、熔融（地球就有一个固态内核和液态外核），产生更强大的能与引力抗衡的电磁力，但不再是此前的化学键电磁力。在这个尺度，引力所起的作用和液滴的表面张力有点类似，坚硬的岩石在它面前也变得如面团般柔软，引力会把它塑造成为引力势能最小的形状——球形。

虽然地球这样的行星都相当接近球形，但也并不是完美的球。这是因为球体的自转产生的惯性离心力，在赤道附近最大，两极最小（等于零）。导致的结果就是两极要比赤道更平，星体成为一个扁球状。这在自转较快的气态巨星木星、土星上表现得相当明显。

也有天文学家提出，如果天体的自转足够快，最终的形状可能并不是扁球，而是一个环，也就是像甜甜圈那样的形状。因为自转很快时，环形的能量可能要比扁球更低，因此也更稳定。不过，目前还没有真的观测到这样的天体，这仍然是理论推测。

（作者系北京天文馆研究员）



（本版图片除标注外来源于网络）