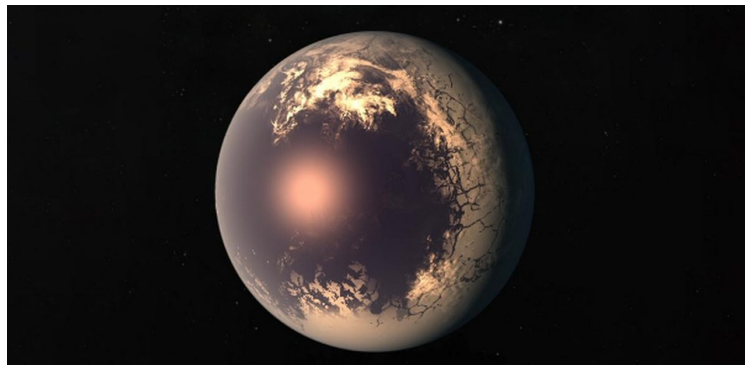


潮汐锁定星球的“中间地带”可能孕育生命形式



据国外媒体报道，潮汐锁定的星球非常特殊，一侧永远是白天，另一侧永远是夜晚。然而，科学家最新研究称，这样的星球可能具备孕育生命的条件。

浩瀚宇宙非常奇特，对于一些星球，会看到“太阳”永远不会升起或者落下，如果一颗行星绕轴旋转一次所需时间与绕主恒星公转一周的时间相同，那么站在该行星表面就会看到主恒星始终静止不动，这样的行星仅有一侧朝向主恒星，该情况叫做“潮汐锁定”。

潮汐锁定行星是“双面世界”，一侧总是白天，而另一侧是永恒的夜晚。两侧之间边界是永久微明的细环区域，这里的“太阳”可能持续升起，也可能持续不升起，但该地区光亮微明，比永恒的暗夜更亮一些。太阳系许多星球都处于潮汐锁定状态，其中包括：月球，其他太阳系中环绕主恒星运行的系外行星也可能是潮汐锁定。

多数潮汐锁定行星不适宜居住，一侧被主恒星烘烤，另一侧处于冰冻之中。天文学家对此类行星非常好奇，他们像科幻小说爱好者一样，一直思考此类行星是否可以孕育生命。目前，复杂的计算机模型和最新数据正在揭示这些潮汐锁定星球的大气层，这些研究将进一步证实——可能一些星球适宜生命存活。

英国牛津大学物理学家雷蒙

德·皮尔霍姆博特说：“潮汐锁定没有什么特别糟糕的，永恒白天的区域是非常好的栖息地，可以孕育许多生物。”

旋转变慢

最邻近的潮汐锁定星球只需观测月球即可，我们的月球与地球保持潮汐锁定状态，受地球引力干扰作用，数百万年的时间里月球旋转速度已变慢。就像月球引力对地球海洋的作用，产生海洋潮汐，恒星引力对环绕的岩石行星产生影响，形成岩石隆起区域。

当引力作用使一颗天体自转变慢或者加速时，它就会潮汐锁定母天体（图中一颗行星潮汐锁定在它的主恒星），在这种情况下，绕轨道运行的天体总是与它的母天体“锁定一侧”，我们的月球被地球引力潮汐锁定，科学家猜测许多环绕恒星运行的系外行星也可能被潮汐锁定。

如果一颗行星自转速度比它环绕恒星的速度快或者慢，那么行星隆起部分就会稍微偏离中心。随着时间的推移，恒星引力对偏离中心的隆起部分的拖曳作用将逐渐减缓或者加速行星自转，直到它们达到平衡：行星每环绕恒星旋转一次，恰好环绕轴心自转一次。

这种潮汐效应在距离它们轨道非常近的行星上最为明显，这就是为什么月球潮汐锁定在地球，而地球却没有潮汐锁定在太阳。

冥王星和冥卫一也是潮汐锁定星球，两颗星球一侧始终朝向彼此，它们轨道非常邻近，体积大小也非常接近，以至于潮汐力导致它们自转同步。

美国麻省理工学院行星科学家丹尼尔·科尔称，尽管天文学家掌握潮汐锁定星球的确切数量，但“基本预期”是，许多系外行星以该方式与它们的恒星彼此相连。

多数潮汐锁定星球都是“与众不同”的，一侧被高温烘烤，另一侧被冰冻。以大型岩石行星 55 Cancri e 为例，它每隔 18 小时环绕类太阳 G 型恒星运行一周。

在近期发表的《流体力学年鉴》中，皮尔霍姆博特描述了潮汐锁定星球的大气层，他说：“它太热了，在‘白昼一侧’会形成永久岩浆海洋，岩石蒸汽将蒸发到大气层中，然后在靠近‘黑夜一侧’附近区域凝结，因此该星球的雨水是由一氧化硅等物质构成。”

空气和水

在上个世纪，天文学家错误地认为金星可能处于潮汐锁定状态，1903 年，一份研究报告指出，在两个永远仅有白昼和黑夜的独立区域之间，肯定存在一片广阔的玫瑰色朦胧地带，这里的气候条件可能非常适合智慧生物存在。

美国芝加哥大学地球物理学家多里安·阿博特说：“科幻小说曾出现过‘过渡带’宜居性的乐观看法，小说中描述潮汐锁定行星的光明面和黑暗面之间的区域足够温暖，可让水以液态形式存在，或许还能让生命存活下来。”

研究人员对以上理论提出了质疑，天文学家称之为“终结者”的过渡带对于需要阳光生存的生物体而言是非常贫瘠的，但如果保持适当的大气层，可能就不需要一个过渡带来支持生命。

大气层将热量输送到行星周围，为液态水（或许还有生命）的广泛传播创造了条件，阿博特称，液

态水或者地外生命不仅在“终结者”过渡带，它们将到处都是。

这里有一个宜居平衡点：大气层密度必须足够大，才能输送热量，但又不能密度大到让人窒息。相反，如果黑暗的一侧变得太冷，它可能会冻结空气，占据整个大气层。

2016 年，阿博特和科尔设计一项模拟实验表明，正确的宜居平衡点是可以实现的：一些潮汐锁定的系外行星可以保持“恰好合适”的大气层，这些大气层可以有效地将热量转移，甚至使黑暗一侧保持温暖。

科尔说：“这是很奇怪的，虽然这将是永久黑夜，但仍可能存在类似地球的生命宜居条件，以地球两极为例，那里虽然阳光稀少，但不乏生命存在，地球两极的气温不会极度寒冷，很大程度上是因为风或者洋流运动重新分配了热量。”

在地球上，海洋对于全球热量循环扮演着关键角色：水比空气更能储存热能，而且能更有效地将热能传递出去。因此，海洋和大气层对于潮汐锁定系外行星的昼夜两侧恒温效果发挥着重要作用。

哈佛大学研究系外行星大气层的研究员冯丁说：“海洋会蒸发，促使大气云层形成，而云层在调节行星环境方面也发挥着重要作用，当水蒸汽不断聚集形成云层，可作为一种反射毯，将入射的恒星辐射反射回来，有助于行星冷却。”

一些计算机模拟表明，云层可使温度保持在足够低的水平，促使系外行星形成海洋，否则这些星球表面会非常炽热高温，同时云层可以形成降雨。在行星的白昼一侧，在阳光最强烈的区域产生较强上升气流，会将温暖潮湿的空气向上移动，最终形成暴雨。

陆地和生命

降雨可以帮助调节潮汐锁定系外行星的温度，尤其是有陆地的星球，在地球上，雨水与裸露的岩石发生反应，以矿物的形式

捕获一些碳，并将其从大气层中带走，这有助于地球降温。皮尔霍姆博特说：“随着时间的推移，这种化学风化作用可使潮汐锁定行星的二氧化碳水平处于可控范围。”

他推测，其他大气气体也可使系外行星更适宜居住。例如：氮气可将水分困在大气较低位置，从而有助于防止水分流失。在大气层中，氮气暴露在较少的紫外线外，而紫外线会将水蒸汽分解为氧和氢，含氮大气层将有助于维持液态海洋，对全球温度调控具有关键作用。

科学家可以将这些变量输入计算机模拟系统，但许多系外行星大气研究都是推测性结论，潮汐锁定天体的研究也不例外。首先，能够证明所有这些变量真实性的数据很少。科尔说：“大多数系外行星的大气天文学一直局限于那些看起来不太像地球的行星，它们的体积更大，经常被密集大气层所覆盖，例如：海王星和天王星。”

但是使用最新勘测仪器，例如：美国宇航局凌日系外行星调查卫星（TESS）将显著增大已探测到系外行星的数量。当 2021 年美国宇航局詹姆斯·韦伯太空望远镜发射时，尽管可能因为新冠疫情而推迟发射，未来科学家对该太空望远镜充满期望，它将对系外行星进行更详细的观测，包括行星大气层组成数据。

这些数据将帮助天文学家完善他们的模型设计，更好地理解任何行星适宜居住的条件，包括那些遥远的、潮汐锁定行星。有可能发现数万亿颗系外行星，其中一些星球存在能孕育生命的浅海，温暖陆地可使许多爬行动物生长和活动，密度适中的大气层可使飞行生物在空中自由飞翔。在持续存在外星太阳的永恒阳光下，生命能够世代茁壮成长。

如果丧尸不想吃人脑，可以用什么食物代替呢？

据报道，我们都知道，传说中的“丧尸”喜欢以人脑为食。请想象一下，假如你是个丧尸，突然发现前方有个活生生的人类，你肯定会立刻产生一种冲过去、吃掉他的大脑的冲动。但就在此时，你忽然产生了一种类似羞愧感的感觉。你模模糊糊地想起，自己曾经好像也是个人类，也想起了自己当初被这群行尸走肉啃咬头骨时的感受。于是你陷入了左右为难的境地：一方面充满了对人脑的渴望，一方面又不肯为此杀人。于是你去找自己的“丧尸心理咨询师”聊了聊，解释了自己的情况。结果他忍不住笑了，透露说自己碰巧有这么个想法，想开展一项针对“有良知的丧尸”的试点项目。这些丧尸将不再食用人脑，而是外观和口感与人脑相似的食物，这样他们就不用杀生了。但问题是，什么食物可以很好地替代人类大脑呢？为此，我们联系了一些脑部研究专家，看看他们会怎样回答。

桑迪普·罗伯特·达塔
哈佛大学医学院神经生物学副教授

大脑主要由脂质构成，所以可以假定，丧尸真正渴望的其实是脂质。但为何只吃人类大脑，而不是其它动物的大脑呢？脂类组学分析显示，人脑中有一种名叫鞘磷脂的物质含量高得异乎寻常，因此可以进一步假定，丧尸渴望的其实是鞘磷脂。那么，从哪里可以获取这种物质呢？答案是鸡蛋。鸡蛋不仅富含鞘磷脂，还有一层白色的外层“皮质”，以及富含脂质的内核，就像人脑的构造一样。因此总的

来说，鸡蛋似乎是种很合理的替代品。

S·托马斯·卡迈克尔
加州大学洛杉矶分校大卫·格芬医学院主席与神经学教授

如果想用人类食物替代人脑，可能会比较困难，因为这种食物既要富含脂肪、又要富含蛋白质，还要有形似大脑的外观。我曾住在一家叫做“圣路易斯”的餐厅附近，他们家有一道名叫“大脑三明治”的菜肴，用牛脑制成。我曾见过他们煎牛脑时的样子。其它器官都很难代替真正大脑的质感。肾脏和肝脏太紧实、结构太清晰。我们吃的大部分食物也都是如此，不如大脑那么“肥”。

其它动物的脑也许可以替代人脑，不过一定要是高级动物的大脑，即大脑表面要有沟回，这是区分高级与低级哺乳动物的标志，也是人脑独特质感与外观的成因。因此，用来替代人脑的动物大脑也需要具备这些特征。狗、猫以及更高级的动物大脑都有沟回结构，但啮齿动物和兔子等动物就没有。

特蕾莎·德斯罗彻斯
布朗大学脑科学、精神病学与人类行为学助理教授

假设这名丧尸是个素食主义者，我能想到最接近人脑质地的食物就是豆腐了（还要是嫩豆腐，不能是老豆腐）。这一点总令人们感到吃惊，因为豆腐是那么柔软，用一根手指就能戳透。

我主要研究的是前额叶皮质，它位于大脑前部，负责复杂的计划与决策制定过程。这也是头部受到撞击时最容易受伤的脑区，因为

大脑非常柔软，会在头骨内部晃来荡去。我们的实验室经常在科普活动中做这样的演示：先让人们摸一摸豆腐是多么柔软，然后把豆腐放在容器中摇晃，看看豆腐会变成什么样子。但如果把豆腐放进水里再摇晃（模拟用于保护大脑的脑脊液），受损的程度就会轻很多。

遗憾的是，豆腐无法模拟人脑鬼斧天工的折叠技术、能够在如此紧凑的空间中容纳那么多脑细胞。将一团纸揉成一团倒是能很好地展现大脑的这种特征，但纸可比豆腐好吃多了（至少对人类来说是如此，不知道丧尸会怎么想）。

安查·巴拉诺娃
乔治梅森大学系统生物学教授

我建议让丧尸们直接吃肉。首先，许多人身上的肉都“供过于求”了；其次，肉的质感和大脑很像；并且肉中富含胆固醇，在我看来，这正是丧尸们想要的。此外，脂肪组织中富含多种生长激素。如果有某种设备能将人类身上的肉直接转化到丧尸肚子里，人们甚至可能感激不已呢，因为这样就不用做吸脂手术了。

理查德·威廉姆斯
迪肯大学医学生物技术高级讲师

最好的办法是用干细胞培育出“小型大脑”，即所谓的“类大脑”。它们与真正的大脑十分相似，但又并非完全相同。你可以在模拟中枢神经组织的人造 3D 环境中培育它们，让它们发育出有组织的神经网络。类大脑已经在药物和疾病研究中得到了运用，不过给有道德感的丧尸做零食也不错。

塔蒂安娜·塞古拉
杜克大学神经学与生物医学工程教授

如果我是个素食主义的丧尸，我会尽量用大脑的主要成分来制作大脑的替代品，包括碳水化合物、蛋白质和细胞。大脑中的碳水化合物主要为透明质酸（许多美容产品中都用了透明质酸，并且可以大批量采购）。虽然透明质酸本身只是一种十分粘稠的液体、无法形成固体，但可以与其它能够形成固体的物质相结合。例如，海藻中有一种名叫海藻酸盐的碳水化合物，与钙结合时可以形成凝胶状物质。因此，如果把透明质酸、海藻酸盐和钙混合在一起，便可得到一种与大脑力学结构相似的物质。至于蛋白质，鸡蛋、豆类和藜麦都是很好的选择。而要想实现类似人脑的质地，可以边搅拌混合物、边向其中加入钙，使混合物结块。此外，如果可以用其它动物的大脑代替人脑的话，我会选择猪脑。因为猪脑的大小和人脑很接近，并且在生理学和生物化学方面都与人类有许多相似之处，曾被用在器官移植手术中。这个选项实现起来最简单了。

詹妮弗·布里尔梅尔
乔治梅森大学心理学与神经科学副教授

我每次吃花菜的时候，都会想到小脑。小脑位于大脑后方，体积很小，但包含了整个脑部 80% 的神经元！小脑中的大部分神经元（或者说灰质）都分布在其外表面上，紧密堆叠在名叫“小脑叶片”的折叠结构中。这些神经元通过神经纤维（即白质）彼此相连。如果将小脑切成两半，就能看到由白质构

成的、美丽的树状网络，看上去真的很像花菜！

萨拉·拉斯金
三一学院心理学与神经科学教授

大脑其实非常柔软，而且黏糊糊的。好在它一般都漂浮在脑脊液中，这层液体为脆弱的大脑提供了缓冲，防止它在坚硬的头骨上撞来撞去。但由于大脑过于柔软，即使头部没有遭受撞击，也很容易受伤。如果加速度过大、大脑撞上了头骨，大脑就会出现损伤，个别细胞也可能受到拉扯，脱离与其它细胞的连接。例如，遭遇车祸时就可能出现这种情况。快速摇晃婴儿导致的“婴儿摇晃综合征”也会使大脑遭受这种损伤。

我能想到最接近人脑质地的物质是明胶，但我建议丧尸们将明胶与牛奶混合后食用，因为颜色不透明，更像真正的大脑，还能为丧尸们提供更多蛋白质。如果丧尸可以去商店、或者网上购物的话，甚至可以研发商业化生产的明胶模具。

嫩豆腐也是个不错的选择，还能满足素食主义丧尸的要求。豆腐富含蛋白质，不过很难做成类似大脑的形状。遗憾的是，大多数丧尸似乎都不具备这种精雕细琢的能力，所以只能将就了。

从另一个角度来看，假如丧尸们找不到完美的大脑替代品，他们说不定会成为专攻治疗性手术的神经外科医生，如颞叶切除术等。该手术需要切除一小部分大脑颞叶，从而缓解患者的癫痫症状。这样既能解除病人的病痛之苦，又能满足丧尸的口腹之欲，可谓双赢之策。