

现实世界中的可怕僵尸：宿主被感染后行为变诡异



据报道，一些真菌、病毒和细菌演化出了一种令人脊背发凉的传播方式：将宿主变成毫无自主意识的“僵尸”。

在小说、影视剧中，僵尸给我们的印象是行为凶猛、生吃人肉的半人半尸。这样的场景或许永远也不会成真，但是在自然界中，有许多动物和植物也会变成类似的“僵尸”。有时候现实会比想象更令人恐惧。

有些动物在受到微生物或寄生虫感染之后，行为会发生巨大改变，这可能会让一些人感到非常不适，但事实上，这可以说是一种十分“完善”的自然行为。我们甚至还可以找到4800万年前僵尸蚂蚁的化石证据，它们被感染后的形体在树叶上留下了明显的痕迹。

以下，就让我们来盘点一些比小说情节更加可怕的真实“僵尸”。

僵尸蚂蚁

几年前，马特·费舍尔(Matt Fisher)在法属圭亚那的茂密丛林中进行夜间科考巡查时，遇见了一个可怕的场景。“我们发现了被真菌感染的昆虫尸体，紧紧抱住植物高处，可怕的子实体从它们的头部穿出来，”他回忆道。

作为伦敦帝国学院的真菌流行病学专家，马特·费舍尔马上就明白了眼前发生了什么。这些都是“僵尸”蚂蚁，被寄生的真菌控制了身体和神经系统，使它们爬到植物高处并一动不动。在它们死亡的时候，真菌孢子会从树上抛洒下来，感染下面路过的蚂蚁，使真菌传播到更远的地方。

在小说和影视剧中，被僵尸咬过的人也会变成僵尸，而这些蚂蚁也会“致命一咬”，只不过是固定在植物上。有时候，这

也是它们的“最后一咬”，在紧紧咬住叶脉之后随即死去。

能引起这种行为的真菌属于蛇形虫草属(Ophiocordyceps)。根据真菌物种的不同，受到感染的蚂蚁会无意识地爬到适宜真菌生长的特定环境，再感染其他蚂蚁。

这其中最著名的或许要属偏侧蛇虫草菌(学名：Ophiocordyceps unilateralis)，它们能驱使宿主爬到树叶下方结束自己的生命。另一种学名为Ophiocordyceps australis的真菌在感染蚂蚁之后，则会使后者死在树林地面的落叶之中。

对于比自己复杂得多的生物体，这些真菌是如何产生影响的呢？要解答这个问题并不容易。大卫·休斯(David Hughes)、哈里·伊文斯(Harry Evans)及他们的同事对虫草属(cordyceps)真菌进行了数十年研究，希望找出这一问题的答案。他们发现，不同的蛇形虫草属真菌已经针对不同宿主蚂蚁的生活史周期，演化出不同的寄生策略。这是“一个令人惊叹的共同演化例证，”伊文斯说道。

在2016年的一篇文章中，伊文斯等人解释称，真菌很可能利用一系列的酶来改变宿主蚂蚁体内的反应过程。打个比方，这些酶可能改变了某些基因的表达，进而影响蚂蚁的行为。有研究已经发现，一旦“僵尸化”，蚂蚁的肌肉组织会逐渐分解。

宿主蚂蚁的神经系统也可能受到了直接操控，而对神经递质或类似多巴胺等“化学信使”的控制也会改变蚂蚁的行为。然而，科学家对这些相互作用并没有完全了解。唯一确定的是，更多的真菌-昆虫僵尸还在不断被发现。“我们接下去想解决的问题

是：同样的事情会不会发生在蜘蛛身上，”伊文斯说，“看起来答案将是：是的，确实会这样。”

如今这些真实的僵尸甚至还影响小说故事中的僵尸形象。随着虫草属真菌的知名度越来越高，它们已经启发了一些关于“不死者”的现代传说。在一些小说和视频游戏中，人类变成僵尸不再是因为感染僵尸病毒，而是被真菌寄生。

僵尸寄生虫

当两个生物体发生直接相互作用并生活在一起时，这种现象被称为“共生”。寄生虫与宿主之间也属于共生关系。在昆虫世界中，这样的例子不胜枚举。

比如，刻绒茧蜂属(Glyptapanteles)的物种会将卵产在毛毛虫的体内。在这些卵孵化之后，幼虫会以宿主毛毛虫的体液为食，并最终从毛毛虫体表钻出来，在附近结成一个茧。不过，此时这些在寄生过程中受到严重损伤的毛毛虫依然活着，并且像“僵尸保镖”一样，通过甩动头部来赶走靠近的其他昆虫。研究这一现象的科学家发现，当僵尸毛毛虫在场的时候，靠近蜂茧的掠食者数量下降了一半，这对刻绒茧蜂来说毫无疑问是巨大的生存优势。

刻绒茧蜂属于拟寄生物(parasitoid)，即在幼虫期寄生在宿主体内，后期将宿主杀死，成虫营自由生活的生物。在寄生蜂中，有许多“拟寄生”关系的例子。

凯利·韦纳史密斯(Kelly Weinersmith)是美国莱斯大学的生态学家。2017年初，他对一种学名为Euderus set的寄生蜂进行了研究。这种寄生蜂会等待其他种类的蜂在植物表面造成虫瘿——植物体上由于昆虫产卵寄生而引起的异常发育组织。韦纳史密斯的同事斯科特·伊根(Scott Egan)在一次户外家庭散步时发现了非同寻常的虫瘿。这个虫瘿是由一种学名为Bassetia pallida的蜂所刺激形成的。

通常情况下，Bassetia pallida会把卵产在虫瘿内，孵化出来的幼虫长成之后，会挖开一个洞，从虫瘿里面飞出来。然而，当寄生蜂Euderus set介入之后，Bassetia pallida的命运就不那么美好了。Euderus set也会将卵产在虫瘿里。

“我们不知道其中的机制是

什么，但这种寄生蜂能让先来的蜂挖开一个出口，”韦纳史密斯说，“但这个洞口要比正常情况小一些，这些蜂(Bassetia pallida)不仅出不去，还会卡在洞口，最后死掉。”Euderus set幼虫会吃掉被卡住而死亡的Bassetia pallida，使自己发育长大。“当发育完成之后，他会从宿主的头部爬出来，”韦纳史密斯说道。

所以，寄生虫招来了寄生虫。第一种蜂，寄生在树上的Bassetia pallida，变成了某种自杀性的僵尸，并为寄生蜂Euderus set提供食物。韦纳史密斯称，这两种蜂类的寄生方式，前一种受制于后一种，可以说是非常罕见的“超操控”现象。

性僵尸

如果僵尸就是行为发生巨大变化，以利于寄生者生存的生物，那我们还可以在韩国找到另一个可怕例子。这个例子的主角是东北雨蛙(学名：Hyla japonica，又称日本雨蛙)。2016年3月，首尔大学的布鲁斯·瓦尔德曼(Bruce Waldman)和学生Deuknam An发表了一篇论文，展示了蛙壶菌(学名：Batrachochytrium dendrobatidis)对东北雨蛙令人瞠目结舌的行为操控能力。

蛙壶菌是许多蛙类的严重威胁，但是当东北雨蛙种群被这种真菌感染之后，它们似乎并不会突然就大规模死亡。瓦尔德曼等人分析了42只雄性东北雨蛙的求偶鸣叫，发现其中9只感染蛙壶菌的个体具有更快、更久的叫声——使它们在潜在交配对象眼中变得更有吸引力。

论文发表之后，瓦尔德曼和他的团队又对当地健康东北雨蛙的叫声进行了录音，然后把它们带回实验室研究。在这些个体感染蛙壶菌之后，研究者再次进行了录音。在另一个实验组中，东北雨蛙在感染蛙壶菌后又接受了治疗，它们的叫声变化也被记录下来。结果发现，蛙壶菌感染直接导致了两组东北雨蛙的叫声变化。

“不过，我们还是不能确定这些叫声差异是真菌操纵宿主的结果，”瓦尔德曼说道。换句话说，这种变化或许是真菌感染在东北雨蛙体内引起的其他化学反应导致的。对此马特·费舍尔表示，这些蛙类可能本质上变成了某种“性僵尸”，其感染后与配偶的互

动只是为了增加真菌传播的机会。“当然，这还不是一个被证实的假说，但数据相当有力，”费舍尔说道。

变异僵尸植物

或许自然界中最令人惊奇的僵尸例子不是行为变得诡异的动物，而是某些发生变异的植物。

英国约翰英纳斯研究中心(John Innes Centre)的Saskia Hogenhout及其同事发现，一类被称为“植原体”(phytoplasma)的细菌会将无助的植物转变为僵尸。他们在2014年发表了这一研究结果。

这类细菌的传播需要借助一些吸食植物汁液的昆虫，比如叶蝉。然而，为了吸引这些病原体运输工具，受感染的植物首先必须接受细菌的驱使。“这些寄生细菌似乎完全掌控了植物，”Hogenhout说道。

Hogenhout的团队发现，植原体会分泌一些改变植物内部分子过程的蛋白质。更确切地说，它们可以改变植物的转录因子——调控基因转录的蛋白质。只有在转录因子的作用下，植物才能长出叶、花、茎干等不同的部分。

植原体的蛋白质侵入植物体内之后，取代了植物本身的蛋白质，使其开始发生形态的改变。植物的花开始变成绿色，本质上变成了叶。这种转变使植物对某些昆虫更有吸引力，而这些昆虫可以将植原体带到新的宿主植物上。“很显然，这种寄生方式介入了非常基本的植物生理过程，改变了植物的身份，而这正是僵尸的真正含义，”Hogenhout说，“它们获得了一个不同的身份。”

僵尸植物是十分有趣的例子，因为植物本身最终并不会因感染植原体而死，而只是变成了传播细菌的有效工具。正如马里兰大学的生物学家乔恩·丁曼(Jon Dinman)所指出的，一些成功的“僵尸”式感染会让宿主一直活着。

通常情况下，只有当生物体的“毒力”——伤害其他生物的能力——受到约束时，疾病才最有可能进行传播。这也正是这些僵尸植物身上所发生的事情。幸运的是，人类并不会受到这些植原体的感染。不过，对许多昆虫和其他生物来说，情况就不是这样了。全世界的森林中存在着无数的僵尸宿主，它们的身体和思维已经完全被寄生者扭曲。

大脑或比原预想活跃10倍：为“似大脑计算机”提供帮助

据报道，科学家近日发现，大脑要比我们原来预想的活跃10倍。在这项对神经元树突的新研究中，科学家发现树突并不是以往认为的被动传递通道，而是在动物运动时具有活跃的电活动。由于树突在体积上比神经元中心大将近100倍，这一结果不仅意味着大脑具有的计算能力可能是原先预想的100倍，而且或许能为未来“似大脑计算机”的开发铺平道路。

在这项研究中，来自加州大学洛杉矶分校的研究者对神经元树突的结构和功能进行了分析。树突是从神经元细胞体发出的分支状结构。为了进行交流，神经元细胞体会产生短暂的电脉冲，此前的研究认为，树突的活跃正是受到这些电脉冲的刺激，它们也被动地将电流传递给其他细胞体。

然而，新研究发现情况并非如此。研究者发现，自由活动动物的大脑中，树突具有电活性，并且能产生比细胞体多10倍的电脉冲。“神经组织的90%以上由树突组成，”论文主要作者、加州大学洛杉矶分校的神经生理学家马扬克·梅塔(Mayank Mehta)说，“它们比细胞体更活跃，这从根本上改变了我

们对大脑计算信息方式的认知。另一方面，这可能为了解和治疗神经性失调，以及开发似大脑计算机提供帮助。”

研究者表示，树突其实是一种杂合体，能同时进行模拟计算和数字计算。这意味着它们与纯粹的数字计算机有着根本性的不同，而是类似于模拟量子计算机。“神经科学中一个基础的观点是，神经元其实是数字设备，它们产生或不产生电脉冲，”马扬克·梅塔解释道，“这些结果显示，树突并没有完全像一台数字设备。树突确实会产生数字化、全或无的电脉冲，但它们也会出现较大的，不是全或无的模拟波动。这一结果与神经科学家60年来相信的观点有着巨大分歧。”

树突在体积上比神经元中心大100倍，这意味着它们能产生非常大量的电脉冲，也暗示大脑拥有的计算能力比科学家原先认为的强100倍。尽管其他研究者已经发现树突能产生电脉冲，但他们并不确定这一过程是否会在自然行为中，以及发生的频率如何。

为了找到这些问题的答案，研究者对大鼠神经元树突的活动进行了长达4天的测量。这些大鼠可

以在一个巨大的迷宫内自由活动。研究者观察了大鼠后顶叶皮层的活动情况，该区域在动作的组织中发挥着关键作用。结果显示，该区域树突的电活性远高于细胞体。

在大鼠睡眠期间，树突产生的电脉冲约为细胞体的5倍；而在大鼠探索迷宫的过程中，这一数字上升到了10倍。“此前许多模型都假设学习行为发生在两个神经元的细胞体同时活跃的时候，”论文第一作者、加州大学洛杉矶分校博士后研究人员贾森·摩尔(Jason Moore)说，“我们的发现显示，学习可能发生在输入神经元与树突同时活跃的时候——而且树突的不同部位可能在不同的时刻活动，这意味着学习行为在单个神经元内部发生时可能具有更多的灵活性。”

由于技术上存在的困难，对大脑功能的研究更多地是关注细胞体。研究人员表示，这项研究将改变我们对大脑工作方式的认知：大脑的所有决定并不仅仅来自神经元细胞体。“我们的结果显示，树突做出决定的情况要比细胞体频繁得多，而且这种计算并不仅仅是数字化的，也可以是模拟的，”马扬克·梅塔说道。

据报道，目前分布在日本的美洲大蠊(蟑螂的一种)只要有3只以上的雌性，就可在不与雄性交配的情况下进行单性生殖。由此能够推测，可以进行单性繁殖的其它蟑螂可能也具有相同习性。

蟑螂因何能迅速繁殖 无需雄性可进行单性繁殖

目前在驱除蟑螂方面，有一种方法是利用雌性蟑螂荷尔蒙吸引雄性蟑螂，之后将其杀死。该团队的研究结果则表明，要想彻底驱除美洲大蠊，则需要对雌雄两性均进行彻底清除。

该团队准备了雌雄各1只、仅1只雌性、仅2—5只雌性等11种模式各14组美洲大蠊在容器中进行培养，直至其形成含有多个卵的卵鞘，期间对这些美洲大蠊进行了两次观测。

结果显示，当有3只以上雌性美洲大蠊时，其卵鞘的形成平均需要10天左右，比只有1只雌性的情况要快3天，第二次卵鞘形成则比其快了9天，且单性繁殖的后代也

全部是雌蟑螂。当有15只雌性美洲大蠊进行繁殖时，其所繁育的只有雌性的团体可维持3年以上。这表明，和其它雌性接触以及感受其它雌性发出的化学物质，对于促进雌性蟑螂卵鞘的形成非常重要。

单性繁殖在其他一些雌雄交尾的有性生殖动物中也比较常见，例如鱼类、两栖类和爬行类动物当中都有这种现象。从两性繁殖切换到单性繁殖，被认为是一些动物种群在特殊环境下繁殖壮大的“秘密武器”。研究小组认为，从生理学上重新审视蟑螂的繁殖模式非常重要。这一研究成果已发表在英国《动物学通讯》杂志网络版上。