

我们是宇宙中唯一的人类吗？

让我们从一个限定条件开始说起。当一些研究者猜测不止存在一个宇宙时，今天的我们仍将自己的想象力限制在一个“信息泡泡”中：宇宙就像一个球体，其半径约等于138亿年前时间开始以来光所走过的距离。考虑到宇宙的膨胀，这个信息泡泡的半径约为460亿光年。其他理论上的宇宙，以及其他不一样的物理定律，都存在于我们的宇宙泡泡之外，超出了我们的审视能力。

在这里，不妨为我们的讨论再加一个限定条件：这里所说的生命，是指任何自我维持的化学反应网络，它能够从环境中代谢能量，并按照达尔文的自然选择规则进行繁殖。因此，宇宙中再没有比我们更先进的心智机器了；没有奇异的、孕育着恒星的智能星云，也没有居住在虫洞当中、被赋予某种集体自我意识的纳米机器人——“飞面大神”倒是更说得过去（见下文）。



整个宇宙所共享的基础

基于这些认识，现在我们可以真正开始讨论了。也许现代科学取得最引人注目的结果之一，就是让我们认识到，浩瀚的时空中适用着相同的物理学和化学定律。我们现在能够观测到数十亿光年之外的恒星和小行星，它们的历史也已经有数十亿年了。当我们观察并分析它们的性质时，会发现它们具有相同的化学元素（尽管比例不同），而且它们的演变遵循着与太阳相同的动态规律。无论何时何地，物理学和化学定律都是一样的。这使得我们可以将探索的视野扩展到整个宇宙。

我们还知道现代天文学的另一个惊人发现，那就是大多数恒星都拥有多颗行星，而这些行星往往拥有自己的诸多卫星。每一颗行星或卫星都自成一个世界，具有独特的物理性质和化学组成。行星有大有小，有岩石构成的，也有气态的；有的拥有很多卫星，有的只有一两个，或者没有。行星的旋转就像陀螺一样，具有或大或小的转轴倾角（地球的转轴倾角约为23.5度，天王星则是

惊人的97.7度）。行星的大气层有的厚，有的薄，其中含有的气体成分各不相同。这样的例子不胜枚举。

飞面大神

以整数估计，仅我们所在的银河系就拥有大约1万亿个世界，每一个世界都是独特的实体，拥有自己的历史。

如果我们把宇宙泡泡中数千亿的其他星系加进来，就可以计算出宇宙中大约有1万亿亿个世界，误差约为100倍（有人评论道，这个数值与阿伏伽德罗常数实在太接近，这是一个无量纲的数，约为每摩尔 6×10^{23} ，最初定义为1克原子氢所含的原子数，后来重新定义为12克碳-12所含的原子数）。

从这个角度，你可能会理所当然地认为，在这个世界多样性如此惊人的宇宙中，几乎一切都是可能的。乍一看似乎确实如此，但这种巨大的数量并不像表面上看上去的那么“自由”。物理学和化学定律的统一是极为强大的约束，限制了什么能存在，什么不能存在。

在科学中，我们不能真正排除

可能存在的东西，只要它满足我们所知道的物理定律。但我们可以通过物理学和化学定律来推断可能存在什么。举个例子，“飞面大神”的存在在科学上就很说得通。我们可以想象，数十亿年前，一种类似章鱼的生物在MumbaXX星球上冒险离开水体；数百万年后，这种生物的触手上长出了羽毛，开始飞行。或者，它们可能没有长出羽毛，而是发展出了某种利用热空气——来自消化道或它们所取食的热液口——的机制，能像气球一样飞行。

碳规则

那么，当我们在宇宙的众多世界中搜寻生命时，能期望找到什么呢？目前还没有人能回答这个问题，但我们可以制定一些基本的规则。

规则1：生命将以碳为基础。为什么？因为碳是一种很随和的原子，具有其他元素无法比拟的化学多样性。碳有4个未配对的外层电子，可以通过与其他化学元素共用这些电子而形成紧密的化学键。另一种潜在的替代元素是硅，但与碳相比，

硅的生物化学成分将受到严重限制，其形成的化学键的强度大约只有碳的一半。生命需要多能化才能茁壮成长。

规则2：生命需要液态水。当然，我们确实可以在永久冻土中找到冰冻的细菌，但它们并不是活的。本质上，生命就是一个复杂的生化反应网络，时刻将化合物移动到那个方向或那个方向，它需要一种溶剂，一种可以展开反应的介质。水由氧和氢组成，这是宇宙中最丰富的两种化学元素，具有明显的优势。此外，水还有一个非常独特的特性：固态的水（冰）比液态的水密度小，可以漂浮起来。

氨有时会被认为是另一种可能性，但它在室温下是气体，在常压下只有在零下28度以下时才会变成液体。一颗寒冷、大气厚重的行星可能拥有液态氨，但这对生命的要求就太高了。事实上，在这种条件下，任何生命形式的新陈代谢都会非常缓慢。水是一种神奇的物质，它是透明的，无色无味，并且会在冻结时膨胀（对于寒冷气候中以水为基础的生命而言，这是一个非常关键的属性，因为冰下可以有

液态水）。水也是我们身体的最主要成分。

宇宙中还有其他人类吗？

有了这两个约束条件，生命的本质就十分简单了，它将包括碳、水和其他一些物质（至少还有氮）。

不过，继续深究下去，情况就没那么简单了。每个可能包含生命的行星都有自己的历史。因此，那里的生命也将有自己的历史，而它们的历史取决于宿主行星的历史。行星的特性决定了生命的形态。反过来，生活在某个星球上的任何生命都会塑造这个星球的属性。在每个世界中，自然选择都是一种历史条件下的生存压力。随着行星条件的变化——很多时候是由于生命的存在导致的——生命会以独特的方式适应。在不同的世界里，生命将会以截然不同的样貌呈现。

因此，尽管生命具有共同的碳-水本质，但不同的行星上会产生不同的生命形式。生命形式越复杂，它在其他地方被复制的几率就越低，即使是近似的复制。

如果“飞面大神”真的存在，它也应该只存在于宇宙的某一个世界中。同样，我们也只能存在于地球这个世界中。我们是宇宙中唯一的人类。如果回顾一下地球的生命史，我们会发现，智慧生命很可能是极其罕见的。尽管在物种之间的生存斗争中，智力是一种显而易见的优势，但它不是演化的目的；演化没有目的。

在拥有智能之前，生命只是在快乐地复制着；有了智能，它们的复制过程或许会显得不那么快乐。简而言之，这就是人类的本质状态。

综上所述，可以认为，人类确实在化学上与宇宙的其他部分存在联系——我们与任何其他假设存在的外星生物有着相同的生命基础。同时，人类又是独一无二的，所有其他生物也是如此。生命是一种神奇的力量。从一个碳基密码和一个共同的基因祖先开始，它可以在这个世界，也可能在其他世界，创造出惊人的多样性奇迹。

留给宇宙膨胀的时间，只剩最后1亿年了？

宇宙自从诞生开始，已经膨胀了137亿年。从最开始的一个无穷小的奇点，膨胀到今天无比巨大的尺度。然而，有科学家预言，这场漫长的膨胀将在1亿年内完全结束，那时宇宙转而开始收缩。而造成这一点的，正是大名鼎鼎的暗能量……

按照标准宇宙学的结论，我们的宇宙已经存在了约137亿年，在这漫长的岁月中，宇宙由最开始的一个无穷小的奇点，逐渐膨胀到今天无比巨大的尺度。今天的宇宙仍在继续膨胀，甚至还是加速膨胀，这让物理学家不得不引入暗能量解释这种异常的加速。对于暗能量的性质，我们知之甚少。而最近发表于《美国科学院院刊》(PNAS)的一项研究显示，暗能量的一种可能状态可能会让宇宙在不久后停止膨胀，并慢慢开始收缩。而这个可能的时间结点离我们其实没有想象中的那么远——6500万年后宇宙的膨胀将不再加速，而1亿年后宇宙的膨胀将彻底停止，并开始缓慢收缩。

惊人的加速膨胀

爱因斯坦在1915年创立广义相对论，让宇宙学真正成为了一门

科学。爱因斯坦场方程蕴含了宇宙的起源和演化问题的答案。但方程中有一个问题让物理学家感到困惑，它在宇宙学模型下无法给出一个静态的解，所描述的宇宙总是处在膨胀或收缩之中。受限于当时的宇宙观，爱因斯坦坚信宇宙应该处于一种永恒不变的静态之中，于是修改了方程，添加上带有“宇宙学常数”的一项，得到了静态宇宙解。

然而后来的天文观测出乎所有人的意料。在1929年，天文学家爱德温·哈勃(Edwin Hubble)观测到河外星系的红移现象，这意味着这些星系正在远离我们。而爱因斯坦场方程预言的宇宙膨胀正好可以解释这种现象。如此一来，方程没有静态解反而不成问题了，添加宇宙学常数实属画蛇添足。爱因斯坦后来撤回了对场方程的修改，并承认引入宇宙学常数是他的最大的错误。

然而问题并没有就此结束。既然我们的宇宙正在膨胀，那么随着宇宙变大，宇宙中物质的密度变小，相应的能量密度也会变小。这时根据爱因斯坦场方程的预言，宇宙膨胀应当逐渐减速。然而天文学观测再次出乎所有人的意料，1998年天文学家根据Ia超新星的

观测数据计算宇宙膨胀速度，发现宇宙不是在减速膨胀，而是正在加速膨胀。

宇宙的膨胀速度不减反加，这个发现让物理学家困惑不已。为了给出解释，物理学家认为宇宙中还存在一类未知的东西，它的能量密度不会随着宇宙变大而减小，而是保持常数。于是当宇宙膨胀到原来的两倍大时，这种能量的总量也会翻倍。将这种未知能量纳入到宇宙学模型中来，其实就相当于抬起了被爱因斯坦抛弃的宇宙学常数，它让爱因斯坦场方程可以给出一个加速膨胀的解。

这种未知的能量就是如今大名鼎鼎的“暗能量”。据物理学家估计，暗能量应当占据今天宇宙全部内容的约70%，才能符合对宇宙加速膨胀的观测。然而这种神秘的能量到底是什么，如何在物理学上描述它，学界莫衷一是。而对暗能量的认知关系到我们对未来宇宙命运的预言，如果暗能量的能量密度并不是一个常数，而是会随时间变化，那么宇宙很可能在未来停止膨胀，并开始收缩。而这最短只需要1亿年的时间。

1亿年后的命运

1998年，保罗·斯坦哈特(Paul Steinhardt)等三位物理学家发表一篇论文，提出了暗能量是一种“精质”(quintessence)的假说。这样的暗能量不再像宇宙学常数描述的那样，能量密度固定不变，而是一种可以随时间变化的标量场。这个标量场表现出吸引还是排斥，取决于其动能与势能的比例。研究人员认为，这个标量场在宇宙诞生约35亿年后变得具有排斥性，但那时对宇宙膨胀起主导作用的还是物质的能量密度，因而膨胀速度逐渐减小。直到宇宙诞生约98亿年后，物质的能量密度随着宇宙变大而降低，暗能量才起了主导作用，使得宇宙加速膨胀。

但如果暗能量真是一个会随时间变化的标量场，它的成分变化有可能导致排斥性逐渐消失。最近发表在PNAS的一篇论文中，斯坦哈特和两位同事安娜·伊尧什(Anna Ijjas)以及科斯敏·安德烈(Cosmin Andrei)建立了一个包含“精质”暗能量的宇宙模型，他们调整了模型的参数，以符合已知的宇宙膨胀历史。之后，研究人员用这个模型模拟了未来这样的暗能量会发生什么变化。他们发现，暗能量的能量密度会随时间减小，最终

表现得类似普通物质。这个转变在6500万年内就能实现，导致那时宇宙的膨胀不再加速。而距今1亿年后，暗能量就会变得有吸引力，导致宇宙开始收缩。

尽管按照这个模型的预测，宇宙开始收缩的时间并不遥远，但研究人员表示，刚开始宇宙收缩的速度非常缓慢，可能需要再经过几十亿年，宇宙才能达到今天的一半大小。但另一方面，我们对宇宙膨胀的所有观测都来自数百万到数十亿光年的天体，它们能告诉我们的是宇宙过去的信息，而不是宇宙的现在或未来。所以，宇宙也有可能已经开始收缩了，而地球上的我们要在很久之后才能意识到这一点。

不过，我们目前还没有办法来确定暗能量是否确实是一种“精质”，或者宇宙的膨胀是否已经开始放缓。斯坦哈特等人的工作，只是建立在一种特殊的暗能量模型上。这种对暗能量的认识是否正确？或许要等未来的观测告诉我们答案。

论文链接：

<https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.80.1582>
<https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.2200539119>