

一、生命从哪里来？





在生命和生命活动闪耀着光芒、欣欣向荣的世界里，一切都是那么奇妙，可迄今为止，生命从何而来？它是如何起源的？它又是怎样进化的？这些仍然是还没有完全解开的谜。

（一）关于生命起源的两种理论

对于生命起源的问题，自古以来有本质上完全不同的两种理论。

1. 特殊创造论、自然发生论、泛孢子理论

特殊创造论是指在宇宙历史的某一特殊时刻，由上帝创造出生命。这种学说曾一度占统治地位，但不被科学家所接受。自然发生论认为生命可以从非生命物质中自然产生。例如蛙可以从泥中长出，蛆虫可以从腐肉中生出。这一理论是由于实验观察错误，经不起科学的批评。泛孢子理论提出生命的胚芽来自地外空间，然后生长发育。但是由于微生物附着于陨石，显然不可能活着到达地球，因为它们会被紫外线杀死或因空间真空而死亡。泛孢子理论最多只能说明生命存在于宇宙空间的某颗特殊的行星里，但仍未能解答宇宙中生命起源的问题。



2. 化学进化学说

1871年,达尔文首先设想生命是怎样起源的,他提出:“在一个存在着各种状态的氨和磷酸盐的温暖小池中,在光、热、电存在的条件下,某种蛋白质化合物形成了,并进行着更复杂的变化。”1924年,苏联的生物化学家奥巴林提出,生命是长期进化的结果。1928年,英国的霍尔丹提出:“当紫外线作用于水、二氧化碳和氨的混合物时,形成多种有机物,包括糖类。其中有些物质可以构成蛋白质,在原始海洋成为一个热的稀汤之前,它们早已聚集。”1947年,贝尔纳提出,在有机物丰富的原始海洋里,各种不同的活动过程可以把有机物结合起来,并描述了使小分子聚集产生生命大分子的方式和方法。上述学者的思想奠定了化学进化实验的基础。

(二) 探索生命起源的第一步

生命从哪里来?地球上第一个生命体是怎样诞生的?

自从上帝造人、造物的神话破灭后,在生命起源问题上有两大学派:一派认为生命是从外星球移植到地球上来的;另一派认为生命是地球自身的产物。

美国的尤里主张生命源自地球本身,他与学生米勒设计模拟了原始大气,研究在自然条件下能否产生与生命有

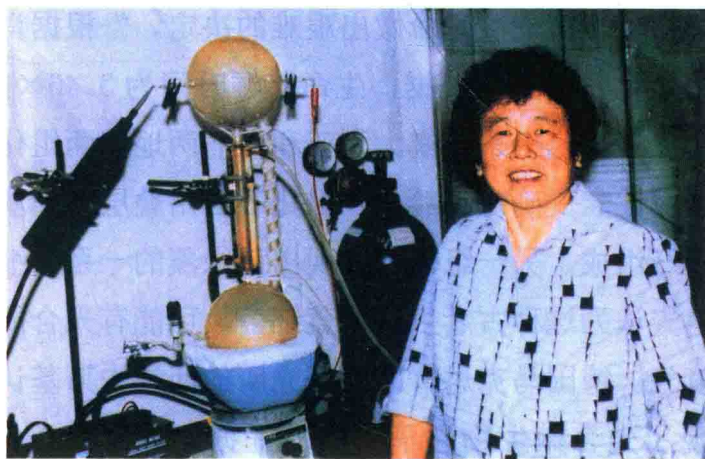


关的物质。米勒以甲烷、氨气、氢气和水蒸气组成强还原性气体，通过火花放电模拟雷电闪击，通过一个星期的放电，向气体提供能量 $6.27 \times 10^3 \text{ kJ} \sim 6.27 \times 10^4 \text{ kJ}$ 。在一次典型实验中，由 950mg 甲烷产生了约 200mg 的氨基酸，而氨基酸是构成生命蛋白质的成分。

1961 年，西班牙生物化学家奥罗，把氰化氢和甲醛加入到原始大气中，实验结果除氨基酸外，还得到了腺嘌呤、核糖和脱氧核糖，得到了构成生命核酸的成分。

核糖核酸（RNA）和脱氧核糖核酸（DNA）都是磷酸酯类，结构中的磷是从哪里来的呢？1982 年，我根据近代行星化学的研究，探测到三氢化磷（ PH_3 ）存在于木星和土星的大气层中，在模拟原始大气中引入了 PH_3 ，进行了甲烷、氮、三氢化磷、氨、水蒸气的火花放电，并与不含三氢化磷的上述体系气相放电做了对照。实验结果用气相色谱鉴定出含 PH_3 体系放电后产生 19 种氨基酸，而无 PH_3 体系在相同放电条件下，只产生 6 种氨基酸。这个实验发现了 PH_3 在气相放电反应中的催化作用，被美、日杂志引用作为生命起源的第一步，是火花放电产生氨基酸的一个重要进展。

美国加州大学海洋生物学家巴达提出一个论点：亿万年前地球上的第一线生机孕育在厚冰层之下。巴达说，数



■ 图1 1982年，我国化学家王文清模拟原始大气引入三氯化磷，鉴定出19种氨基酸

十亿年前混沌初开，地球表面覆盖着冰层，但地球核心是炽热的，辐射出的热量是今天的5倍，因此远古海洋底部仍是液态水，冰下海水是原始生命的温床。冰层起屏蔽保护作用，使海水中有有机分子不断积累，变得愈来愈浓。当小天体撞在地球上时，产生的热量使厚冰层融化成一个大洞，使水中的有机分子与大气接触，形成更复杂的分子，不久冰层又冻结，这些新分子又被封存。冰层每次解冻都使“浓汤”里的氨基酸、碱基更丰富，直至生命诞生。

（三）生命起源于何时？

约翰·霍根说：“科学家们正在对地球上何时、何处



以及怎样出现第一次生命做出艰难的决定。”根据肖夫测定细菌微化石得到的证据，生命起源时间为 3.46×10^9 年前。这一证据包括来自澳大利亚和南非两地的两组化石，通过放射性衰变确定年龄。一组化石是由叠层石的块状绿褐色岩石组成，另一组化石表现出蓝绿藻的一系列细胞印迹。肖夫认为这种古老生物像蓝细菌，可能有光合能力并吐出氧气。德国马克思普朗克研究所的西道夫斯基认为，他发现了光合微生物更早存在的证据，时间为 3.8×10^9 年前。他的地质证据是格陵兰伊苏亚的部分熔融沉积岩。1996年7月，在法国奥尔良大学召开的第11届国际生命起源大会上，默雪斯测定西南格陵兰的亚开里亚岩石得出生命起源时间为 3.87×10^9 年前。牛津大学的磨巴斯测定西格陵兰的伊苏亚岩石得出生命起源的时间为 3.77×10^9 年前。他们将生命起源于地球的年代推前了约 4×10^8 年。肖夫认为他们测定的 $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ 值的准确度有待验证。

若生命确是起源于 3.8×10^9 年前，则地球诞生于 4.5×10^9 年前。在此期间彗星、行星以及直径大于几千千米的陨石挤满于早期的太阳系，将与地球发生重撞击。迪马拉斯说：“生命起源于撞击结束的很短时期，并且它是在撞击后存活下来的。”

二、生命起源于地球还是宇宙？





地球上的生命产生以前，宇宙间是否出现过生命？地球上总质量的 98% 是由碳、氢、氧、氮、磷和硫 6 种元素组成的，而这些元素是伴随宇宙演化产生的。有一个观点认为宇宙起始于 150 ± 30 亿年前的一次突发性事件——大爆炸，宇宙始于一个比质子还小的、密度和温度极高的小火球。

（一）生命起源于宇宙

1907 年，阿累尼乌斯提出，微生物从空间飘到地上，播下地球上生命的种子。1971 年 9 月，克里克在地外文明通信会议上说，地球上的生命可能起源于宇宙高级文明，是用无人飞船送到地球上的微生物。有两个事实支持这个理论：一是遗传密码的一致性，表明生命进化中曾在某个阶段越过了一个小种群的环节；另一个是宇宙年龄可能是地球年龄的两倍多，所以生命有足够长时间，第二次从简单的起点进化到高度复杂的文明。克里克用定向生源说表示，某种高级生命有意识地用某种方法把微生物发送到地球上来。

人们发现，地球上的生命都是以碳为骨架组成的。碳原子具有异乎寻常的灵活性，它能成为生命体中像核糖核



酸（RNA）和脱氧核糖核酸（DNA）那样的螺旋分子的基础。碳的存在不仅依赖于宇宙年龄的大小，而且还依赖于决定原子核能级的自然常数间的巧合。

当恒星中的核反应将具有两个中子和两个质子的氦与另一氦结合成铍时，只要再加一个氦就可形成碳。

氦核 + 氦核 = 铍核

铍核 + 氦核 = 碳核

碳核 + 氦核 = 氧核

但是要在宇宙中产生足够多的碳，上面的核反应显得太慢。1952 年霍伊尔就预言，碳核必有一个能级，位置略高于氦核和铍核的能量和，造成了特别迅速的反应，因为恒星中相结合的两种粒子能量造成了共振态。后来核物理学家发现，这个能级正好处于他预言的位置。

碳产生后，还会和另一氦核生成氧，但这个反应不是共振的，氧的能级比碳加氦刚好低一点。自然常数就差这么一点，使得碳刚好留存下来，成为形成生命的元素基础。

（二）宇宙中的有机物

20 世纪 70 年代以来星际多炔分子的研究，导致 C_{60} 分子的发现。1985 年，克罗托利用激光照射使石墨气化，制得了含 60 个碳原子的稳定化合物。 C_{60} 的研究为当代化



学开拓了一个新领域，也为星际聚链烃、环烃提供了确定数据。宇宙物质中复杂有机分子和构成生命基础分子的搜索，是地球外生命探索的一个重要目标。火星上有机物是否存在，决定着火星上是否存在过生命。土卫六是研究地外生命的重要目标之一，类木行星大气有机物的观测，是研究太阳系起源、演化以及了解这些行星的重要途径。

古生物地质学提供的证据表明，地壳刚形成时，生命就出现了，生命似乎出现得太快，给地球上的化学进化留下的时间太短。之前发现宇宙星际物质中存在大量的生物单分子化合物。有观点认为，前生物的化学物质来源于宇宙空间；地球上的生命起源不是从水、二氧化碳、氨等无机分子开始的，而是来自宇宙空间的生物分子。

有人认为含有生物分子的星际尘埃颗粒，是在地球形成的凝聚阶段后期，由彗星带到地球上的。地球形成早期，曾遭受彗星大规模的撞击，彗星尾部把大量的有机分子撒到地球上。据认为，在地球形成的前 50 亿年内，有几十亿吨的星际尘埃参与了地球的凝聚，并从宇宙空间带来了大量的有机物。从地球大气圈上层收集到的宇宙空间颗粒分析结果表明，由于大气圈的制动作用，细小的颗粒没有剧烈升温，其所携带的有机物没被破坏。

三、生命是否存在于地球的近邻？





（一）八大行星的物理化学特征

八个行星虽然同起源于太阳星云并同属太阳系，但它们在物质组成、结构、表面状态、热历史、大气圈等一系列物理、化学特征上差异很大。造成这种差异的最主要的因素有两个：一是它们与太阳之间的距离；二是它们的体积与质量。

（1）水星：体积和质量最小的行星。水星表面类似月球，布满了无数的圆形坑。其岩石圈厚达 500 km ~ 700 km。在它形成 20 亿年后几乎没有大的构造岩浆活动，

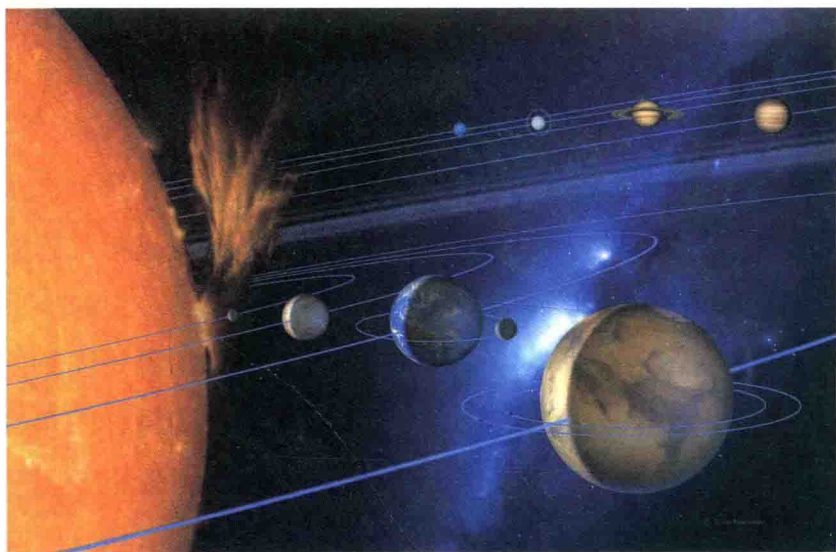


图 2 太阳系里的重要行星



其表面很早就固结，没有大气圈，表面温度极高，达 $327^{\circ}\text{C} \sim 427^{\circ}\text{C}$ ，不可能有生命存在。

(2) 金星：金星的体积、质量、密度及重力场与地球最相近，岩石圈厚约 100km，构造岩浆活动与地球相似。它具有浓密的酸性大气圈，主要由 CO_2 (97%) 和 N_2 (2%) 组成，含少量的水蒸气 ($<1\%$) 及氧 ($<0.1\%$)，大气压达 10100kPa。由于大气 CO_2 的温室效应，其表面温度高达 $377^{\circ}\text{C} \sim 427^{\circ}\text{C}$ ，生命存在的可能性很小。

(3) 火星：体积和质量比地球小若干倍。火星表面除圆形坑外还有火山地形，地表有风蚀的痕迹，有大的构造断层、峡谷和“河”（可能是熔岩流），有“极冠”，“极冠”随季节而伸缩，“极冠”的温度为 -123°C ，是固体 CO_2 （干冰）组成的。火星上可能有一定数量的水，地表还有冰川剥蚀和沉积的现象。其大气圈稀薄，大约 0.505kPa 至 0.707kPa，含 CO_2 (95%)、He (3%)、Ar (1%~2%) 及其他成分 (O_2 、 N_2 、O 等)，是酸性大气圈，表面温度为 $-70^{\circ}\text{C} \sim 22^{\circ}\text{C}$ ，有生命存在的可能。

(4) 木星：体积和质量最大的恒星。木星呈流体状，无固结的表面。其表面有平行条纹和所谓“红斑”，横纹是由于在快速自转的情况下造成的气体物质的流动，“红斑”则是由湍流造成的。木星的大气有还原性，其主要成



分是 H_2 和 He，大气压为 $1.01\text{kPa} \sim 50\text{kPa}$ ，表面温度低，大约为 -143°C 。木星的物质组成类似于太阳系的原始成分，可以说是太阳系的“活化石”，除了氢、氦以外，还有甲烷、氨和简单的碳与氮的化合物以及水等。不可能存在生命。

(5) 土星：土星的物质组成类似木星，无壳、幔结构。大气圈由 H_2 、He、 NH_3 及少量 CH_4 组成，气压为 1.01kPa 至 50kPa ，表面温度低，大约为 -148°C ，不可能存在生命。

(6) 天王星、海王星：它们是远离太阳的主要由气体物质构成的、冷的、死的行星，表面温度为 $-223^\circ\text{C} \sim -203^\circ\text{C}$ ，不可能存在生命。

太阳系的八大行星，可以分成两圈，位于内圈的由里向外为水星、金星、地球和火星，它们的体积较小，比重较大，主要由非挥发性耐熔物质组成，称为类地行星。位于外圈的依次是木星、土星、天王星、海王星。它们的体积较大，比重较小，温度较低，主要由氢、氦、氖等气体及冻结的水、氨、甲烷包裹的尘埃颗粒组成。

(二) 火星最可能有生命

火星 (Mars) 的英文意思为罗马战神。火星表面为暗红色，在夜空中是居月球和金星之后第三颗最亮的星体。其直径约 6747km ，约为地球直径的 $1/2$ ，月球直径的 2 倍，



重量为地球的 38%。火星上没有磁场。火星环绕地球一周需用 687 个地球日，而自转一周需用 24 小时 37 分钟。火星上的大气主要为二氧化碳，并伴有少量的氮气和氩气。

火星的表面平均温度为 -42.6°C ，在近日点时，赤道中午温度为 -21.3°C ，极地夜间温度为 -102.6°C 。火星有两个“月亮”，各为数千米宽，一个名叫“福波斯”（Phobos），另一个名为“迪莫斯”（Deimos）。一个世纪前，吉奥万尼·辛亚派瑞利和坡西维尔·罗维尔曾看到火星上有“运河”。20 世纪 70 年代的“海盗号”飞船发现，火星上的“运河”是古代河床的痕迹。

“火星探路者”号的登陆地点在阿雷斯·瓦利思（Ares Vallis），在古代洪水水道口处，1976 年第一艘太空船“海盗 1 号”的登陆点在其东南 840km 处。阿雷斯·瓦利思有各种不同的岩石，这些岩石是被古时发生的洪水从高地冲刷而来的。科学家认为，洪水发生在数百万年前，其水量相当于大湖地区所有的水在两周内全部倾泻到阿雷斯·瓦利思地区。

在八大行星中，火星上最可能存在生命，其证据如下：

（1）火星上存在过水？

美国“火星探路者”号飞船发回的照片表明，在该飞船着陆的火星阿瑞斯平原几十亿年前曾发生过大洪水。从



这些照片上可以清楚地看到因受强大的洪流冲击而堆积起来的鹅卵石和岩石上留下的清晰的水痕。洪水到底是什么时候发生的还有待进一步分析，据参与“火星探路者”号研究项目的科学家迈克尔·马林估计，洪水发生的时间可能在 30 亿年前至 10 亿年前。

美国“海盗 1 号”飞船 1976 年曾在火星上着陆，科学家从那时起就知道火星上曾经发生过特大洪水。但是，“火星探路者”号发回的照片是当时有关火星上曾经发生过洪水的最有力的证据。

马林说，洪水淹没的地区相当于地中海的面积，其宽度有数百千米，洪水流量高达 $10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ 。岩石上的水痕是由洪流中的盐类和泥沙所造成的。

“火星探路者”号的新发现的重要意义在于，如果火星上曾经存在过液态的水，这就意味着火星上可能有生命。但火星表面的温度很低，白天最高温度为 -12°C ，夜晚降到 -76°C 。为此，参与该项目研究的另一位科学家马修·格罗姆贝克指出，“火星探路者”号的发现向人们提出了这样一个问题：远古时期的火星是否更温暖、更湿润？有些科学家还说，单有洪流存在不能说明火星上有过生命，关键是要在火星上找到静止的水曾经存在的证据。

科学家认为，火星上是否存在过生命是一个大问题，



只研究火星地表是回答不了这个问题的，必须通过收集火星岩石标本，并在地球上的实验室进行分析才行。

（2）火星可能存在壳体和铁质核心？

美国航空航天局喷气推进器实验室在 1997 年 10 月 8 日宣布，“火星探路者”号探测器传回地球的数据表明，火星极有可能像地球具有地壳和地核一样，也存在壳体和铁质核心。

火星诞生至今已有 40 亿年的历史了，一些天文学家曾将其视作类似于月球，是一个毫无生气的巨大石球。然而在火星上执行探测任务的“探路者”则通过分析比较火星绕轴自转时的无线电信号，得出了与此相反的观点：火星可能存在壳体。这意味着火星内部一定拥有足够强的可使原始物质得以加热熔融的热源，并给予火星气候曾温暖、湿润，适于生物演化的学说以强有力的支持。

在太阳系中，具有熔融状态星核的行星并不多见，现仅探明地球、水星和木卫三存在此种类型的核心，而该核内熔融金属的运动往往使星体产生强大的磁场。喷气推进器实验室的威廉·福克纳表示，虽然目前科学家尚无法确定火星的铁质核心是固态物质还是像地球那样为液态熔融的铁，但从掌握的情况来看，该铁核体积较小，半径介于 1300km 和 2000km 之间。