

1 化学与生命起源

按照物质运动的性质讲，化学是多变的，生命也是变化无穷，它们都表现了一个“活”字。人们在谈论生命现象时，往往把生命概括成“活的”而在讨论化学过程时，绝少说“活的”，仅仅只表述为“变化”，生命是活的，化学是变化的，它们只是一种不可言喻的人脑中的概念区别吗？它们的联系在哪里？变化的实质是什么？“活的”又是什么呢？

1.1 生命是什么

一只爬在岩石上的蜥蜴与岩石相比，从物质元素上讲，并没有什么不同，然而一个是有生命的，是“活的”，另一个却是冰冷的，无生命的，永远静寂的；要想给“活的”下一个简单的定义，真是件不

容易的事。

在宇宙间一切奇迹之中，最令人迷惑和令人不可思议的现象也许就是生命。常言道：透过现象看本质，纵观生命现象、生物种类、生物个体的表现等等，真可谓无奇不有。在分布的地域上讲，高达 18 000 米的地球大气对流层中，深至太平洋的玛丽亚纳海沟的 11 034 米洋底，在广袤的整个地球表面，到处都有生命的表现形式存在，这里所指的生命表现形式更确切地讲，是指生物的表现形式或称生物现象，它是生命

表现形式中一种最直观最明显最容易理解的现象之一。如在上述的大气对流层中漂浮有细菌、真菌和植物的孢子；玛丽亚纳海沟（东经 142°11.5′ 北纬 11°20.9′）底部漆黑一片，水压达 1 000 个大气压〔1〕以上。30 年前（1969 年）的 1 月 23 日，美国的“特里斯特号”深海探测器就在洋底发现了繁星点点似的，或有些像箭似的一掠而过的海洋生物。在“斐查兹”海沟底部，探测器实测外壁压力达到 150 000 吨，而周围海底鱼虾类生物却悠然自得的遨游其中。这是空中和洋底的，陆地上的呢？众所周知，通常都是 -70 的南极有企鹅，有地衣有藻类，海水里有鳞虾等等，北极有北极熊等等，地热喷泉边（85℃，有些甚至达 100 以上）也存在一些耐高温菌类



图 1.1 蜥蜴与岩石

〔1〕 1 个大气压约为 1.013×10^5 帕（下同）——编者注

生存，在珠穆朗玛峰 6 000 米处生长有高山雪莲花等。在形态大小上，美国加利福尼亚州的红杉树 *Sequoia Sempervivum* 高达 115 米，茎干基部直径达 11 米多，树下开个洞可并排开三辆汽车通过，其树龄达 3 000 多岁 树皮厚达 0.6 米(动物中皮最厚的是河马 皮厚可达 5 厘米)墨西哥沙漠中的“巨人柱”(仙人掌科)高达 18~20 米 直径 60 厘米 鲜重达 10 吨，在干旱的沙漠里，长出这么大的多浆植物，真是不可思议；印度尼西亚的爪哇岛上开有世上最大的花，名叫大王花 *Rafflesia Arnold*) 花直径达 1 米，一朵花 5 个瓣 重达 8 公斤 鲜红色 异常美丽 无叶无根 完全靠寄生在一种野葡萄藤似的植物 (*Issus Vines*) 根上，直至宿主植物被吮吸耗尽枯萎而死亡为止 这是大树、大草、大花。在动物方面 最大最重的是海洋中的蓝鲸 黑背白腹 体重达 200 吨 体长 30 米(相当陆地上最重的动物——非洲大象 35 只)，蓝鲸的一条舌头就可重 4.29 吨，一颗心脏重近 700 公斤；1977 年 2 月 11 日，北美海域网到一只长 1.06 米、重 20 公斤的龙虾 (*Homarus Americanus*)；现今所知最大的禽卵是鸵鸟蛋，其长有 20 厘米，直径约有 15 厘米，一般重均可达到 1.75 公斤 约是 25 只鸡蛋之质量。还有飞得快的，跳得高的，跑得快的 小得奇特的生物等等 花样翻新 形式各异 真是应有尽有，充满了整个地球海洋，陆地和天空。如陆上跑得最快的四条腿的动物非洲猎豹，奔跑速度可达 145 公里每小时，而空中飞得最快的印度尖尾雨燕，俯冲时的速度可达 352.5 公里每小时；翠绿蜂鸟是世上已知最小的鸟，两翅振动每秒可拍动达 50 次以上，发出嗡嗡声，似蜜蜂，所以称蜂鸟，其实其身体长约 5.8 厘米，翼展只有 2.84 厘米 体重仅 2 克；海洋翻车鱼 (*Mola Mola*) 一次产卵可达 3 亿粒 南美电鳗 (*Electrophorus Electricus*)，放电电压可达 400 伏、电流 1 安培，遇警最高电压可达 650 伏，一次放电足可击倒一头牛；植物的种子，最大的可能要数海椰子 (*Lodoicea Seychellarum*) 其一粒

种子可重 18 公斤，而有一种兰花的种子每克就有 1236 粒。人怀孕需要 10 个月才能一朝分娩，亚洲象 *Elephas Maximus* 怀孕需要 25 个月（760 天）才能产仔，而有一种生活在高山上的母蝶螈，怀孕期达 38 个月（3 年多）而细菌的繁殖速度一般仅 20 分钟左右时间便产生一代，然后呈几何级数增殖，一昼夜 72 代，从一个细菌增殖 72 次方，即千千万万亿。生物有多少种类呢？公元前 1 000 多年我国《诗经》上就记载了 100 多种植物、200 多种动物；1735 年瑞典植物学家林奈出版了名著《自然系统》，其中记载仅所知道的动物就已达 4 236 种。现今有些书统计动物有 85 万种，植物约有 40 万种加起来约 125 万种，也有些著作中记载约 200 万种甚至更多；其实这里还涉及物种的概念及认识问题。总之现今地球上存活的生物种类，数百万物种恐怕是有的，个体数量最大的是微生物，其次是动物，再次是植物。生物是多种多样的，不管在式样上、种类上，真可谓大千世界，无奇不有，但作为化学物质而言又有高度的一致性，如作为遗传信息传递的物质都是核酸，作为基本构成的物质都是蛋白质，作为有生物催化作用的酶，也都是由蛋白质构成的，用作能量转化的物质都是一磷酸腺苷（AMP）、二磷酸腺苷（ADP 和三磷酸腺苷（ATP）等等，在化学元素上都是含碳（C）、氮（N）、氧（O）、钙（Ca）、硫（S）、氢（H）、磷（P）等。在生理上都有生长发育过程，都能遗传繁殖，是动物都要吃、喝、拉、撒，会跑、会飞、会游、会动，是植物均需要自养，进行光合作用，也就是只要是生物都脱离不了新陈代谢，生长发育，遗传繁殖变异，都有完整有序的结构及维持机体内环境稳态，对外部刺激均能作出各式各样的应激反应和调节适应等等。

所谓新陈代谢，用一个简单的例子就可以说明白，例如动、植物都需要源源不断地从周围环境中摄取各种各样的养料和物质，经过自身体内的同化和异化作用，又不断地从体内向外排出各种

各样的废弃物。新物质在体内“新陈”。而体内旧物质向外“代谢”外排，这一过程可简称为物质代谢。而动、植物吸收进入体内的物质化学能量，经过自身体内作用，转换成其他能量放出，如肌肉运动的机械能，维持体温的热能，神经传导中的电能等，这又可称之为能量代谢。生命活动必须依靠新陈代谢过程，这一过程中离不开生物本身固有的内稳态条件，离不开酶的催化作用和离不开蛋白质。生命现象第二大特征是生命体都有遗传繁殖和变异。什么是遗传繁殖呢？那就是种瓜得瓜，种豆得豆，子女后代总是像其父母的一种现象称遗传；而一个生二个，二个生四个，愈生数量愈多或最少生一个，子代接承亲代称繁殖，这是生命体的特有本能；而子代后辈、儿女与亲代父母、上辈总有些表现不一样，即不完全相等相同，此即称为变异。新陈代谢和自我增殖、遗传变异是生命体区别于非生命体的两大最根本的特征，一切生命现象都是基于这两大特征基础之上而发生的，虽然生物体的应激性反应，对外刺激自我调节及反馈现象等，也都具有普遍性，但最根本的还是新陈代谢和自我繁殖、遗传变异。

1.2 生命的本质

从上述这些生命现象中，我们可以透过现象看本质，从而获得一些本质认识。从一开始我们就知道那只爬在岩石上的蜥蜴与岩石本身在化学元素上并没有什么不同，都是由碳（C）、氢（H）、氧（O）、氮（N）、硫（S）、钙（Ca）、磷（P）、铜（Cu）、铁（Fe）、氯（Cl）、镁

(Mg)、钾(K)、钠(Na)、锌(Zn)等元素所构成，可为什么一个是活的，有生命的，一个却是死寂无生命的。要给“生命”或“活的”下定义不容易。正如《中国大百科全书》(生物卷)的1342页所述：“给生命下一个科学定义却又是千百年来的一个困难问题，至今没有完全解决。”人们曾经用描绘的方法去尝试解释生命，就像先看到它还是一颗洋葱，然后一层层地剥掉洋葱皮，结果再看就什么也不是了，只剩下一些零星认识。站在唯物论的立场上，到目前为止我们可以获得一些比较客观的认识有：“生命是蛋白体的存在方式，这种存在方式本质上就在于这些蛋白体的化学组成部分的不断的自我更新。”(恩格斯,1871)。这是指凡是有生命出现的地方，总会发现有蛋白质，当然类病毒(Viroid)只有核酸而没有蛋白质(无外壳)，但在类病毒表现生命的活动中，少不了要与蛋白质打交道。现代科学已普遍认识到，蛋白质、核酸、以及磷脂类是生命的主要基本物质，哪里有生命，哪里就会存在这些物质。“生命是开放系统”(L. Von Bertalanffy, 1968)，“生命是一个耗散结构”(Prigogine, 1970), 1968年美籍奥地利生物学家冯·贝塔朗菲在他的《一般系统论》一书中说到自然界大到宇宙总星系、银河系、太阳系，小到一颗草，一只蚂蚁，一个细胞，一个分子、原子、基本粒子，都能成为一个系统，系统是普遍存在的。20世纪70年代，比利时的物理学家普里高津更进一步的把系统划分为三种类型，第一种是孤立系统，简言之，即这一系统与它周围环境不发生物质和能量的交换。第二种是封闭系统，即它跟外界只交换能量，而不交换物质，如我们生活的地球，相对而言只接收和反射太阳光和宇宙射线。第三种是开放系统，即它与外界交换物质，也交换能量，如一座城市，每时每刻都存在着物质、能量、信息、人员等等交换，生命体是开放系统，它无时无刻都在与它周围环境进行着物质、能量、信息的交换；而且生命是一个耗散结构。众所周知，牛顿第一定律是指物质不

灭；热力学第一定律是指能量守恒；热力学第二定律是指孤立系统会自行进化到最大熵，即最大无序相适应的平衡态。也即在有限的时空内，一切热运动的物质转变时，都存在不可逆性发展过程，自发的从有序状态走向无序状态；然而，生命似乎正向反，是从无序走向有序，从简单走向复杂，从低级走向高级，结构越来越复杂，能量转化越来越精细有效，信息量越来越增大，生命就是这样一种远离平衡态的有序结构，一种耗能可变动的结构，人们把这种结构称之为耗散结构。

到底什么叫“活的”？按现代物理学观点，即在整个生命过程中，贯穿着物质、能量和信息这三者的变化和协调统一，这三个量有组织，有秩序的变动，即是生命运动的基础，无生命的物质不是这样；生命与非生命的最根本区别还在于生命物质（如蛋白质、核酸）能不断的自我更新，能自组织及非线性发展，而不像无机世界矿物晶体的线性生长。

综上所述，我们可以得到一些肯定的认识，那就是：生命是物质的，物质是运动的，生命是一种高级形式的物质运动，是一个开放系统和耗散结构，生命物质可以不断的自我更新，不断的自组织和非线性发展，生命体是物质、能量和信息三者不断变化、协调的统一体。此外还有“活力论”、“特创论”、“机械论”、“还原论”等等观点，实际上在生命本质的认识中，还涉及另一个相关联的问题，即生命从何时、何地而来？是地球本身自发产生的，还是天外“胚种”传播而至的呢？

1.3 化学家看生命

生命来自哪里？就目前人们认识的水平而言，最基本的有两种观点：一是“定向生源论”（Directed Panspermia）即生命来自地球之外的宇宙空间，如因建立 DNA 双螺旋模型而获 1962 年诺贝尔生理学及医学奖的英国物理学家弗朗西斯·克里克（Francis Crick）以及莱斯利·奥格尔（Leslie Orgel）和 19 世纪后半叶的瑞典物理学家阿列纽斯（Arrhenius）就都曾持有该观点。另一种即普遍的和现今许多人都持有的观点：生命是地球本身自生的，如意大利物理学家，世界上第一个原子核反应堆的设计和制造者——恩里科·费米（Enrico Fermi），还有匈牙利科学家奥·西拉德（Leo Szilard）等，他们认为：原始生命来自地球海洋原始热汤，它们是由丰富的水及有机物质，在非常复杂的情况下互相发生作用，形成能够自我繁殖的组织，最后形成生命。

无论是外来的还是自生的，都涉及起源、发生的时间问题，时间问题牵涉两方面，一是生命所发生的时间问题，另是宇宙、地球起源和发生的时间问题；为了不至于混淆，我们还是暂时搁置生命起源的问题，而首先简单回顾一下生命所在地，地球的形成时间及宇宙由来和太阳系的一般情况。

1.4 生命的摇篮

宇宙从何而来？最流行的学说之一是“宇宙大爆炸”理论，什么是宇宙大爆炸呢？就是说宇宙最初是一个温度极高、密度极大的火球，大约在 100 多亿年前，原始火球发生了大爆炸，爆炸时的温度高达 1000 亿℃；由于大爆炸，当时的宇宙空间布满了大量的光子、电子、正电子、质子和中子，但没有原子（原子是由质子、中子、电子结合后而构成），也无原子核（原子核是由质子和中子结合而成），后来随着温度逐渐下降，宇宙中的电子和质子这两种宇宙中数量最多的物质结合，就形成了氢原子，而电子和质子、中子结合就形成了氦原子，它们弥散在宇宙空间，加上一些固体尘埃，形成无数的即我们常称之为的“气云”，而在气云密集处又形成“气团”，有些气团就是后来形成恒星的胚胎。由于这些气团内部所含的物质比周围的气云多，所以就会产生物质间较强的吸引力，它会进一步吸引、吸收周围物质，这样一来，气团的质量就会越来越大，当气团质量增大到一定程度时，气团就会在自身引力场的作用下开始收缩，其旋转的速度加快，外围的物质拖成旋涡状尾流部分，而内部物质密度逐渐增大，温度也逐渐增高，最初的恒星称之为原始星（Protostar）于是就逐渐形成了，它不发出可见光，原始星进一步发展，收缩时产生的势能转化为热能，热能使内部核心温度上升到数百亿度以上，于是恒星就产生了，这时的恒星就会发生氢的热核反应形成氦，热核反应产生出巨大能量，使此间的恒星发出耀眼的光芒，如太阳即是如此恒星热核反应可以持

续 100 多亿年之久，之后其燃料耗尽，热核反应停止，核心部分就会猛烈的塌陷，恒星内部的原子核破裂，电子游离出来，原子变成了带电离子；由于后期恒星内部热核反应形成的元素基本上都是较重的元素，所以电子数大大多于离子数，这些电子会产生一种斥力，抵挡住恒星的引力，故能阻止恒星的进一步塌缩，其结果就形成了晚期的恒星——体积小、光度小、而密度极大的白矮星。质量较大的星体在耗尽核能之后，不断收缩，星体核心部分的电子倾向于同中子结合而形成密度更大的中子星。质量更大的星体在不断塌缩之后，最后将使星体变成“黑洞”。所谓黑洞就是一种暗天体，它不是实在的星球，而是一个几乎空空如也的天区，是一种引力极强，连光都逃脱不出去的地方在黑洞中心，物质密度极大，举个形象的比喻，就如同把地球变成一粒黄豆，其密度的大小就可想而知了。

根据多种学说和推测，普遍地认为我们银河系的太阳恒星形成至今已约 50 亿年了，而我们生活的地球也已存在约 46 亿年了。根据科学推算，若气云内部仅形成一颗恒星，那么其旋转的速度将会太高，而把外围的旋转物质摔开，被摔开的物质将会仍然围绕中心的原始星旋转，但不会被吸引过去，它们之间会互相碰撞、吸引而聚合起来，由小变大，较大的团块因质量较大，依赖重力作用进一步吸纳更多的小团块和气云物质，最终形成一些按原来轨道绕行的行星；行星还可以进一步吸引其附近的较小物体，变成它的卫星，因此只要气团只是产生单星的话，几乎一定会同时产生一个行星系，若产生的是双星或聚星，就不一定会附带产生行星了。太阳是一个单星系，因此与地球产生的时间几乎同时；太阳及太阳系其他行星和地球都是同一气云，是同样一些物质形成的，初生的地球，固体物质聚集成内核，外周则是大量的氢氦等气体，这些气体笼罩着地球，我们称此为地球的第一代大气。由于当时地球质量

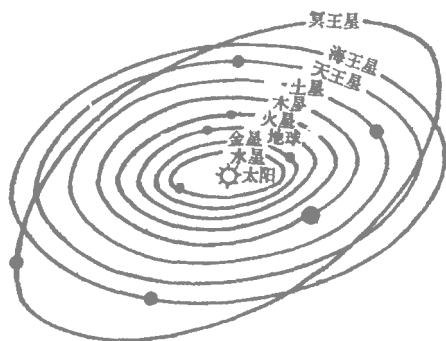


图 1.2 太阳和九大行星

还不够大，缺乏足够的引力将大气吸住，又有强烈的太阳风（太阳因高温膨胀而不断向外抛出的粒子流），所以氢、氦等为主的第一代大气很容易被吹散逃逸到宇宙中去。后来由于地球表面的温度逐渐降低下来，而内部温度却仍然很高，火山活动频繁，使得地球内部深处的物质分解产生大量的气体，冲出地表释放出来，构成了地球第二代大气，其主要成分包括甲烷（ CH_4 ）、氨（ NH_3 ）、氢气（ H_2 ）、氰化氢（ HCN ）、硫化氢（ H_2S ）、一氧化碳（ CO ）、二氧化碳（ CO_2 ）及大量的水蒸气（ H_2O ）等，即我们常称之为原始大气；原始大气最突出的特点就是还没有游离氧（ O_2 ），原始大气是一种还原性的大气。在地表降温的过程中，水蒸气凝结成雨，降落到地表，形成了地表液态水，在地壳表面温度降至 100 以下时，液态水就不再转变成蒸汽，而凝集在一些地表低凹处，逐渐积累汇集形成湖泊、河流，最后汇集到地表最低区域形成海洋。

水起到了物质运输工具的作用，它把分散在地表各处的许多可溶于水的物质带到海洋，甚至它把沿岸沿途一些不溶性物质也机械冲刷搬运至海洋，原始海洋和现代海洋成分不同，它所含的盐

量也很少，只是经过数十亿年的长期积累，才达到现有的含量；现代海水含盐量为 35 克/公斤，5 亿年之前海水的含盐量为 25 克/公斤，原始海洋几乎是淡水。水为生命的形成无疑准备了原材料，原始海洋无疑成为了能产生新有机化合物的总汇场所。海水不仅成为一种能生成新的复杂化合物和新生命的原始汤，而且海水能阻止强烈的紫外线对原始生命的破坏、杀伤作用，为生命的存在和发展既提供了物质条件又提供了稳定的生存环境。从上述我们大至了解到宇宙、太阳系和地球的由来及产生的时间概念，那么生命又是产生在哪里产生在何时呢？就目前人类的发现而言，生命仅仅只出现在地球上，那么生命是何时又是怎样在地球上产生的呢？

1.5 生命的脚印

尽管有 UFO 飞碟传说和星际起源假设，但是千真万确、实实在在的生命形式就目前所知，只是仅仅出现和存在于地球上，它们是从什么时候产生的呢？最直接的客观证据，当然应该是以生物化石为准，就目前人类所发现最早和众所公认确定无疑的生物化石有 1970 至 1980 年间在澳大利亚西部“北极”(North Pole)地区软泥潮坪上发现的 35 亿年前的生物丝状体化石和 20 世纪 60 年代报导的非洲南部的德兰士瓦所发现的约为 30 亿年前的原始细菌化石，还有德兰士瓦 22 亿年前的叠层石中的菌藻类化石发现等等。尽管在这些报导中，诸如“后来生物侵入”、“物种鉴定确切性”、“年代的久远影响”、“化石保存的局限”等等因素不能完全排除，但我们还是

可以粗略的了解到，原始细胞结构的生命体在地球上存在大约已有35亿年左右的历史了；如果地球形成于46亿年前 那么当地球形成后约10亿年就产生了有细胞结构的生物——细菌和蓝藻。

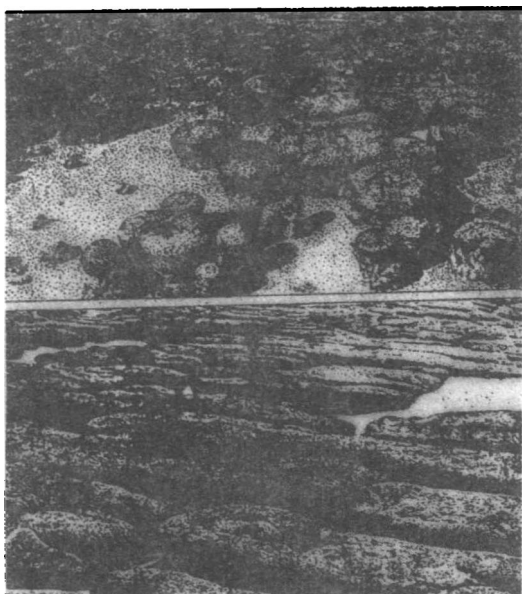


图 1.3 澳大利亚鲨鱼湾的叠层石（据 Hoffman, 1976）

上述提到叠层石（Stromatolites），什么是叠层石呢？所谓的叠层石主要是由蓝绿藻和细菌的生物作用及地质沉积作用相互影响而形成的一种生物沉积结构 即由生物的生命活动（生长、代谢）所引起的周期性矿物沉淀，是沉积物的缚获和胶结作用，形成了碳酸盐或磷酸盐等结构；它是地球上最古老的生物化石之一，最老的叠层石发现于西澳大利亚皮尔巴拉地区（Pilbara）距今 35.2 亿年 叠层石在晚元古代最为繁盛（距今 20 亿年至 7 亿年前）现今在一些

海湾和湖河中仍有少量现代叠层石存在，叠层石内部暗层是由菌藻的复杂组合所构成。

我们知道，生命体实质就是大气圈、水圈和地表岩石圈运动及物质作用的结果，我们又知道地球形成初期的第一代大气的化学成分主要是氢和氦，由于氢、氦这些轻元素很容易逃逸至太空，所以地球在形成的早期阶段还未完全具备生命所需的物质元素；当随着地球上火山爆发，内部物质不断冲出地壳、散落大气圈、水圈和地表层，以及宇宙外部恒星传入的元素积累，地球的第二代大气，即我们常说的“原始大气”产生了，原始大气是还原性的大气，所以在地球形成的初期阶段，如果存在生命体，那也一定是还原型的 无需氧的原始生物体。细菌、蓝藻属原核生物 其中许多种类是厌氧的，地球大气圈能出现游离氧，那还是蓝藻等生命体所创造的奇迹。根据地质学上红色页岩 红层 的出现（它标志着还原型大气向氧化型大气的过渡），证实了地球约在 20多亿年前，大气由还原型的变成了氧化型的，大气中出现了游离氧分子，并且在大气和平流层，构筑了臭氧层，它有效的阻遏了太阳和宇宙辐射，更好地保护了生命，扩大了生命生存空间，使得生命得以从海洋中扩展到陆地上。

综上所述，现在我们又知道了细胞生命体在地球上出现的大概时间，那么细胞生命有机体又是怎样、从何处发展而来的呢？

1.6 生命向我们走来

我们知道构成生物体的基本单位是细胞 高等动、植物体是多

细胞构成的最简单的生物体可以是单细胞的 如衣藻、小球藻、细菌；由于结构形态上的显著差异和系统进化中的不同，细胞可分真核细胞和原核细胞，真核细胞与原核细胞最明显的区别是真核细胞具明显的细胞核、核膜 细胞器分化显著 如叶绿体、线粒体、高尔基体等；原核细胞有核质但无细胞核形态，细胞器分化不明显，仅有一些如类囊体、色素体的原始分化等。在系统进化上，原核细胞属原始类群，细菌、蓝藻属原核细胞生物，事实上生命演化到具有细胞的形态构造，是带有革命性质的飞跃的里程碑事件，早在有细胞的形态建立之前，已经存在生命的化学进化过程。

革命导师恩格斯曾说过：“生命的起源必然是通过化学的途径实现的”为了探索 35 亿年前生命演化形式，人们自然又习惯首先想到去寻找昔日的直接证据——客观中的化石 幸运的是 人们也确实找到了一些可以说明问题的“化学化石”。所谓的化学化石，按近代化学分析，首先是在一些沉积岩中发现生物遗体已消失，但组成生物的一些生物化学物质却仍留存在岩层中，如多种氨基酸、烃、核苷酸、嘌呤和蛋白质等，留存有这些生物化学物质的岩石就被称之为化学化石。如在非洲东南部的史瓦济兰（Swaziland），人们从 30 亿年前的古老岩石中，分析测试到含有正链烷烃及异戊间二烯碳氢化合物等，并认为这些碳氢化合物是生命的物质基础，特别是一些生命的标记分子（如植烯和姥鲛烷）的发现。也有人从前寒武纪地层中分析发现多种具有生物光学活性的卟啉分子和氨基酸分子，不用说，在比较现代的地层中会包含有许多有机物，如核酸、核酸的碱基、多肽、氨基酸、脂肪酸、卟啉及各种饱和烃类等，而随着年代愈古老，有机物的含量会愈少，不仅如此，这些有机物还会发生分解反应、消旋化，以及发生位移和外界侵入黏染等问题，所以在认识化学化石方面，需要特别小心谨慎。

通过前面所述，我们已经知道，地球形成约 46 亿年前 如果 35

亿年前的南非藻菌细胞结构化石可以确信的话，那么此前的约 10 亿年间，就是生物化学进化的时间段；然而地壳表层并不是一成不变的，现今人类能在地球表层找到最古老的沉积岩，只有 38 亿年，这实际是在宣布，生命化学进化的重要阶段，化学化石大部分已不复存在，对此，人们只好从地球以外天体去寻求间接证据，这在后面我们还要专门讨论，这里只言明，地球上的化学化石证据及生命演化的解释是十分有限的。

1.7 生命早期的化学演化过程

寻求客观的直接证据和实物是重要的，而根据实际发现，归纳各种认识、知识，作出逻辑正确的推测和判断，也正是人类最伟大的智慧行为之一；达尔文的生物进化论，不仅成功地解释了生物从简单到复杂，从原始到进化，从低级到高级的演化程序，这一生命认识上的方法论，也为我们正确判断未知方面提供了有力帮助。地球上的生命体到底是如何从无到有，从简单、原始到复杂、高级化的呢？

● 生命的物质基础

地球外表可分为岩石圈、水圈、气圈和生物圈，生物圈是横跨

于岩石圈和气圈之间，包括分布于水中的生物而言的，简言之，生物圈是这三圈之间最为活跃，既密切联系又广泛发生作用的一圈。生物体是由水分、矿物质及有机物构成的，有机物主要是指含碳化合物类，其中以碳、氧、氮、氢、硫、钙、磷、钠、钾、氯、镁为主，这些元素占生物体的 95% 以上，碳(C)、氢(H)、氧(O)、氮(N)、硫(S)、磷(P)是组成蛋白质、核酸、糖、脂肪等生物有机物质的重要成分，这些有机物质形成生物体的结构部分，并是维持机能运转，提供能量保障的根本基础；而钠(Na)、钾(K)、钙(Ca)、镁(Mg)、硼(B)等元素主要参与物质转换；锰(Mn)、铁(Fe)、铜(Cu)、锌(Zn)等元素主要参与氧化还原，构成酶活性基团，促进机体的生化反应等。作为元素，生物体中的元素与宇宙和地球岩石中的元素并无何不同，而如何使它们活了起来，具有了生命属性，这颇费功夫解释，且未必能解释得合理和正确无误，它受限于人类认识水平和科学发展。

目前，关于生命的化学进化过程，大体可以划分 4 个阶段，即：

①由无机小分子物质生成有机小分子物质；②由有机小分子、单分子物质形成生物大分子物质；③由生物大分子组成生物多分子体系；④由多分子体系演进而为原始生命体。

生命化学进化中，无机物是怎样转变为有机物的呢？众所周知，无机物的概念印象是指一些矿物类物质，而有机物主要是指由碳所构成的化合物，多与生命活动有关。19 世纪初前期，无机物和有机物之间还是一条不可逾越的界线，而从 1828 年德国化学家武勒(Friedrich Wöhler)从无机物氰酸铵制成尿素以来，随后人工合成有机物质的大发展，人类才彻底摒弃了无机物和有机物之间的绝对鸿沟概念，武勒当时兴奋地对他的朋友说：“我应当向您说，我能够作出尿素而不需要肾脏。”人类科学文明的发展，消除了无机物和有机物之间的绝对界线，而在自然界中又是如何演化发展的呢？