



全民科学素质行动计划纲要书系

*The Starting Point of Life*  
—On the origin of life

# 生命的起始点

——谈生命起源

[美] 李杰信/简静香 著



科学普及出版社



全民科学素质行动计划纲要书系

# 生命的起始点

——谈生命起源

The Starting Point of Life

——On the origin of life

[美] 李杰信 著  
简静香

科学普及出版社

· 北京 ·



图书在版编目(CIP)数据

生命的起始点：谈生命起源 / 李杰信，简静香著. —北京：科学普及出版社，2008  
ISBN 978-7-110-06721-5

I. 生… II. ①李…②简… III. 生命起源—研究 IV. Q10

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 007680 号

自 2006 年 4 月起本社图书封面均贴有防伪标志，未贴防伪标志的为盗版图书。

著作权合同登记号 北京版权局图字：01-2007-4115

责任编辑：肖 叶 单 亭

封面设计：阳 光

责任校对：张林娜

责任印制：安利平

法律顾问：宋润君

科学普及出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码：100081

电话：010-62103206 传真：010-62183872

<http://www.kjpbooks.com.cn>

科学普及出版社发行部发行

北京金盾印刷厂印刷

\*

开本：720 毫米×1000 毫米 1/16 印张：10.5 字数：185 千字


2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-110-06721-5/Q·60

印数：1—5000 册 定价：36.00 元

---

(凡购买本社的图书，如有缺页、倒页、  
脱页者，本社发行部负责调换)



## 自序一 生死结

在20世纪里，人类破解了好几宗重大的科技案件。先取得了人类飞行秘籍，腾空而起，比大雁飞得更高更远；进而脱离地心引力，遨游苍宇，升格为宇宙公民；在20世纪90年代，人们借助哈勃望远镜的神眼，看到了时空尽头、创造宇宙时“上帝的手”；再深入细胞核心，取得基因密码，掌握了生命克隆技术……

人类更想知道的是一系列有关起源的问题。地球从哪里来？太阳系如何形成？宇宙怎样诞生？人类的起源？生命的起源？外层空间有生命吗？……回答这些问题，进展差强人意。地球和太阳系的归属，目前知识够用。在宇宙起源的问题上，很长一段时间，却是个大难题。那么久远的历史案件，没有现场证据，谁能说得准？很难想象，在20世纪60年代，我们竟然听到了宇宙诞生时的婴啼。婴啼再嘹亮，分贝数经过了120亿年递减，如今只留下纤细的空谷回音。幸运的是，分贝数虽低，竟然仍在听得见的范围内，真是亘古难得一闻的天籁！数据加上理论，确定了宇宙诞生于超强光热的“大爆炸”，解决了宇宙起源问题。虽然这曲大霹雳交响乐迟早会被人类听到，但是这次发现，对科学家而言，够得上是极好的运气。

但是人类对生命起源问题的苦苦追求，从亚里士多德算起，已有2000多年。再保守点估算，由达尔文1859年的《物种起源》开始按下秒表，至今也超过140多年。每代科学家工作得不能说不够努力，梦想在试管中，仅用原始无机材料，就能造出既能自我复制，又能不停演化的生命化学分子。百年追求，至今已完成了“人类基因组计划”，但在生命起源探索的道路上，尚无结论性的收获。这样看来，生命起源问题的难度非同小可。我们不能未卜先知，不知道人类还要努力多久，才能解决这个问题。但它到底有多大困难？把它和宇宙起源的问题比较一下，或许能粗略估计出它的份量。





## 作者简介

**李杰信** 华裔美国科学家，美国航太总署（NASA）太空任务科学家


李杰信出生在黑龙江省牡丹江市，毕业于中国台湾省大学物理系，后赴美国深造，获美国加州大学物理学博士。后来，他又在美国麻省理工学院著名的管理学院 Sloan School 进修，获得科技管理硕士学位。1978 年李博士进入美国加州理工学院 喷气推进实验室从事太空研究。1987 年调入华盛顿美国航太总署总部，以“特殊科技人员”身份，管理太空科学飞行实验任务至今。

李博士因工作出色而获得美国航太总署“杰出成就奖章”、“杰出服务奖章”、“银斯努匹奖”和第一届太平洋盆地国际太空年“松长纪念奖”等奖项。他管理的太空飞行实验项目，有 7 位诺贝尔奖获得者参与。在国际太空合作领域，他是一位颇具知名度及影响力的人物。他一共拥有 8 项美国专利、发表过 60 多篇科学及科技管理论文。李博士长期以来都非常关心中国的科普事业，1985 年，李博士在美国创立了美国促进中国科普协会并出任首任会长，致力于推动中国青少年的科普活动。经过 8 年的不懈努力，在 1992 年和 1994 年，他完成了两届“中国青少年航天飞机实验活动”，成功地让 5 位中国青少年航天爱好者设计的太空实验项目搭载美国的航天飞机飞上太空。

李博士还是一位热情的科普作家，已出版的著作有《追寻蓝色星球》、《我们是火星人？》、《别让地球再挨撞》和这本《生命的起始点——谈生命起源》。

**简静香** 中国台湾省阳明大学教授

简静香教授在中国台湾省台湾大学毕业后即决定从事生物化学及分子生物学方面的研究。简教授在美国取得化学科学硕士学位后，又经过 6 年才取得生物化学博士学位。简教授早年进行酵素工技的研发，近 10 年更致力于分子肿瘤学方面的研究。简教授实验室首先鉴定出抑制细胞生长基因，享誉学术界，该项研究具有临床方面的应用价值。简教授目前服务于中国台湾省阳明大学医学院及生化分子生物研究所，至今共发表 70 篇学术论文，获得两个科技专利及无数生物医学技术方面的奖励。如 2002 年获得国际 who's who 科学专业奖，2008 年获得医学生物技术论文奖等。简教授被聘为中国台湾省考试院命题委员、实验研究院计划审查委员，财团法人全球展望医学基金会执行长等荣誉职位，常年服务贡献于学术科技界。




宇宙起源，基本上是一个大爆炸案子。爆炸后，所有物质，根据物理定律，各就各位。换句话说，宇宙起源是一个高能量的大动作，难以遮掩。最重要的是它的过程迅速麻利，一次到位。120多亿年后，证据虽已变弱，但本质未改，人类掌握了电磁波科技后，从杂音中放大提取，即能侦测到宇宙“大爆炸”事件。

比较起来，生命起源所需能量低微，生命分子的出现也需要很长时间，左挑右试，不知道要经过多少次失败。以现代人类知识看来，当时地球大环境肯定适合各类化学分子，毫无目的地层出不穷，甚至达到欲罢不能的地步。偶尔，化学分子出现复制演化迹象，但不幸诞生太早，又被太阳系初期的陨石风暴扼杀。能复制演化的生命分子，并不需要在原始地球遍地开花，只需在很小一块地盘，抢滩登陆，成功一次就行。从这个观点出发，生命在地球的原始还原环境中，要不起源都难！登上生命滩头后，陨石风暴已过，地球大环境由还原性质，变成中性，最终成为现代的氧化大气。而抢滩成功的生命分子，虽受外界环境控制，但在达尔文进化论的尚方宝剑保护下，开始没心没肺地由简而繁地演化，达到适者生存的条件，连带也就淹没了原始证据。至今即使留下任何蛛丝马迹，也是作案第N现场。所以，生命起源的过程，由“策略管理”专家掌控，像下一盘棋，兵来将挡，水来土掩。本质上变化不停，盲目蹒跚。唯一做得麻利漂亮的是证据随到随掩，要最聪明的科学家，抽丝剥茧，追溯亿年，重建地球还原环境下生命起源第一现场，即使历经百年接力，也没有把握像追寻宇宙起源一步到位的线索一样，能竟全功破案。

所以，这本书绝对不是为解决生命起源的问题而写。它的内容，面临生命起源这个既艰深又诡诈的题目，强调的是对生命起源问题的思维方式。思维方式不对，轻的极易被误导而进入歧途，终生劳碌，无功而退；重的如细菌专家巴斯德，在这方面研究进展，造成严重误伤，破坏力巨大，值得人类三思后警惕，不要再犯。

这本书由生命的寻根活动开始，从近代庞杂的人类生命，一直追溯





到35亿年前的蓝绿藻单细胞，生命长河不断，像交缠错结的麻绳，但绝不像孙悟空，从石头中蹦出来就成。

高科技生命太复杂。第二章以飞机起源为例，理出一些简单合理的头绪，说明探索生命起源的思维方式。


生命何时开始筹备？第三章由宇宙“大霹雳”开始，为生命起源定出了一个绝对时间表、生死两界的水火岭。

生命起源后的演化，由达尔文的“进化论”<sup>①</sup>掌控。达尔文没说过他也掌管生命起源前的地盘。其实他的演化理论的确是生死两界通吃。第四章标出深埋在“演化论”中有关生命起源的第一根大柱子，即万源归宗：我们已知的所有生命皆来自于同一源头。

第五章再进一步，把生命起源理论的第二支柱定位，即第一个有生命力的化学分子应是利用自然材料自然组合产生，不是在充满母爱呵护下的子宫里孕育出来的。第一个生命诞生时无父无母，是一个生命的孤儿。

生命起始点牵涉到生命原始能量的来源、原始生命化学分子组成的自然环境以及生命化学分子自我组装的机制。我很感激能邀请到中国台湾省阳明大学生化系简静香教授为第六章、第七章、第八章执笔。这三章技术性较强，可提供给大学一、二年级有兴趣的同学们作进一步参考。

第九章集中讨论第一条生命化学分子组成可能性的机遇问题，我以通俗的科普语言，说明了量子力学对生命起源的贡献。量子力学充满玄机，是“造物者”级的神器，21世纪探讨生命起源的先进工具。但是，什么是第一条能自我复制又能演化的化学分子呢？我们把宝押在单股的核糖核酸RNA分子上，那是42亿年前崛起的生命王朝。在其全盛时期，RNA大权独揽，是皇帝，但在35亿年前，终被脱氧核糖核酸DNA篡位。人类目前的科技能力尚无法只使用原始材料，就能在试管中制造出一条能自我复制的RNA分子。人类追寻生命起源的道路漫长，RNA是一个路标，向我们提示了一幅寻宝蓝图。



动笔伊始就即刻发现，生之前的世界，并不能理所当然地认为就是死的世界。死应是生的结束，而不是生的起始，未生焉能死？起死回生，标出死在生之后的逻辑顺序，先生后死，死后复生。但在写此书时，我并不斤斤计较文字上的习惯用法。我迷恋于第一个生命化学分子在跨过生命门坎那一霎那间所发出的炫惑光芒。我自由地用生死玄关、鬼门关、“地狱门”等字眼来纪念宇宙间最伟大的生日，自知罗曼蒂克有余，文字精确度不足。

近几年这个领域的进展，使这本书也能够比较有系统地讨论一个困扰已久的问题：生命起源需要造物者吗？如真有造物者的存在，生命起源问题就能像宇宙起源一样，被包装成“一次到位”事件，再理想不过。在这本书里，我们把对造物者的要求降到最低，追寻到的造物者就是宇宙间无所不在的物理和化学的定律。至于这些我们熟悉的定律，又是怎么能在宇宙间普遍地存在呢？是否经由另一位地位更崇高的造物者创造出来的呢？聪明的人类可能永远找不到答案，但这并不妨碍智慧的心灵对这个迷惑问题永恒的追求。

李志信

①“进化”有越变越好的意思，是人类主观的愿望。“演化”是物种基因随自然环境变化而变化，以达到适者生存的目的。在漫长的生物发展的时间轴上，是好是坏，很难预测。恐龙朝食物链的榜首演化，在一亿六千多万年中，吞食万物，雄霸地球，似乎是“进化”佳例，但无法与一颗完全与地球变化环境毫无关联的小行星对抗，轰然一声，夺走了食物源，终归灭绝。反而体型小的生物对食物需求量不大，侥幸存活下来。所有生在地球上的物种，因染色体及基因的不稳定性，都只是随机变化，像醉汉一样，东倒西歪，步履蹒跚，进退不知。达尔文在1837年7月“B”手稿中的名言“*It is absurd to talk of one animal being higher than another*”（谈动物有高低之分是荒谬的），清晰地表示他的中性“演化”意念。大陆将达尔文的“*evolution*”译成有方向性的“进化”，有重新甄别的必要。但本书为避免混淆和误会，仍使用大陆标准译词“达尔文进化论”，而在内文中叙述一般概念时，只用“演化”，不用“进化”，是作者意愿，请读者见谅。





## 自序二 生的喜悦

尽管近年的生命科学研究已将人类的基因编码解开，目前大家正努力地检测各种基因及它所对应的蛋白质在细胞中扮演的角色，但是生命是如何开始的？仍是一个很难探讨的问题。由目前的基础科学研究，大家共同的认知是具有生命的单一细胞不是一瞬间由石头的细缝间冒出来的，探讨生命的发生与起始的科学研究仍是属于艰深的研究范围，它包括了必须采用物理、化学、天文、太空、生物的技术及知识，一个单薄的实验室是很难进行此方面的研究的。

美国航太总署已证实火星地表有大量的水掺和在土壤中，也在火星大气层中找到许多沼气，推测可能是土壤中微生物排放的，火星上生命形成的机制也许与地球上生命形成的机制很类似，所以有些科学家已开始想把火星“地球化”，模拟地球初期的情况，让低等微生物开始繁殖。本书也可让读者联想到若想模拟地球初期的情况，重造一个具生命的模块是非常不容易的，也许将来的科学家可以做到。

本书以基础化学知识为基础，贯穿以基础宇宙学，探讨地球初形成时生命分子是如何产生的，介绍一些模仿性质的实验，推测构成细胞的化学分子是如何在地球诞生时产生的。目的是给非生物医学，而具有理工背景或社会经济人文背景的学子，开启另一个思考的空间，内容还包括一些有趣的天文、古生物学方面的科普知识。当读完此书后，一定会觉得生命的产生是何等的不容易。一颗单纯而具有生命的细胞也要经过45亿年的演化，才可延续下去，人类应该更加珍惜生命，尊重别人的生存空间，了解生命的短暂，舍弃权谋与恶斗，共谋人类的福祉。

简静香



# Contents

## 目录

### 第一章 生命的长河

寻根 .....	2
隐身的基因 .....	3
生死交界 .....	4
一根麻绳 .....	7
附注 .....	8
延伸阅读 .....	9

### 第二章 高科技生命

数码式生命 .....	12
飞行器 .....	14
高科技生命组成要素 .....	19
从 DNA 到蛋白质 .....	24
启示 .....	30
附注 .....	31
延伸阅读 .....	32

### 第三章 混沌初开时

大霹雳 .....	35
重元素现形 .....	37
太阳系 .....	39
生命起源时的地球大气 .....	42
生命起源地点 .....	44
绝对时间表 .....	47
附注 .....	47
延伸阅读 .....	49

### 第四章 万源归宗

澄江生物群 .....	52
-------------	----



逻辑死角 .....	54
自然奇迹 .....	57
演化 .....	60
生命起源思维的架构 .....	66
附注 .....	69
延伸阅读 .....	70
<b>第五章 生命的孤儿</b>	
中西有别 .....	72
蛆的魅力 .....	73
生命寓于“气” .....	75
巴斯德把自然产生理论送上了断头台 .....	77
可疑的阴影 .....	80
败部复活 .....	83
附注 .....	86
延伸阅读 .....	86
<b>第六章 生命的原始化学分子</b>	
生命起源有关的化学分子 .....	88
含氮化合物的平衡 .....	91
延伸阅读 .....	96
<b>第七章 精致的化学选择</b>	
矿石上进行聚合物之合成 .....	98
精致的化学选择 .....	100
卟啉(porphyrin) .....	100
自然界选择了磷酸 .....	101
核酸的连接物质——磷酸酯 .....	101
水解的速率及负电的影响 .....	102
有可以替代磷酸酯的物质吗? .....	102
酶的水解 .....	103
原始地球环境 RNA 的合成 .....	104
附注 .....	105
延伸阅读 .....	107



## 第八章 自我组装

自我组装成雏形细胞 .....	110
蛋白质的结构 .....	111
蛋白质与蛋白质及蛋白质与DNA之间的作用 .....	112
蛋白质组(Proteome)的分析 .....	113
细胞膜的形成 .....	113
离子泵的演化 .....	114
线粒体与细胞的自然凋亡 .....	115
蛋白质功能与罗塞达石假设 .....	116
附注 .....	118
延伸阅读 .....	118

## 第九章 造物者级的神器

难比上青天 .....	123
三个尺度 .....	124
测不准原理 .....	125
双重性格 .....	128
量子世界现形 .....	129
生命分子的量子世界 .....	132
催化剂 .....	133
附注 .....	135
延伸阅读 .....	135

## 第十章 RNA 王朝

魔障重重 .....	139
诱导力 .....	140
RNA 分子现形 .....	144
RNA 年代 .....	146
RNA 真的是第一个生命化学分子吗? .....	148
附注 .....	149
延伸阅读 .....	149

中文索引 .....	150
------------	-----

英文索引 .....	154
------------	-----



# 第一章 生命的长河

**生**命毕竟在35亿或38亿年以前的地球上出现了。到目前为止，人类尚无法以科学来解释生命如何闯过了这道鬼门关，从死走到生的神奇过程。

### 寻根

我（李）的父亲葬在南港的山上，墓是双穴，兄弟姐妹们回中国台湾时，都会抽空去陪伴他老人家一下。山坡地势陡峭，每次台湾刮台风下暴雨时，总是拜托好友帮着留意一下。所幸墓地地基还算牢固，至今乃安然无恙。

祖父在20世纪60年代的中国大陆过世，下葬时在隆冬，地冻三尺，饥饿无力的子孙们只能暂时浅葬，待开春后再深挖。我1979年底回老家沈阳探亲时，二叔噙着泪水，欲语还休。往事扑朔迷离，祖父的墓已无处可寻。

我的太爷，也就是曾祖父，葬在辽宁省清源县的南大山。清源是个山城，在沈阳东边百余公里。1986年回去寻根，路过逃难时暂居的抚顺。抚顺产煤，整个城市笼罩在一片褐色的烟雾中。进城后，火辣辣的日头顿时萎缩成一轮软弱的红球，与我39年前的记忆大不相同。50千米外的清源却仍是山明水秀，四五岁时戏水的英额河亦然清澈。英额河是辽河的支流，小丰满发电厂的高压线铁架由此路过。我父亲的老朋友耿牧师还在世，但已不良于行，他记得太爷埋在高压线铁架后面，清源县政府请了四个壮丁，把他抬上了南大山。在萋萋数尺的山草下，摸到了鼓起的坟包。太爷的坟，躲在高压线铁架后面。

高祖的墓在锦州附近的北镇小赵屯，在台湾长居的三叔去找过，向导指着一片小学教室说，那就是李家历代的坟地。我们李家迁到沈阳前，在小赵屯住了五代。

我的寻根活动只能上溯到八代。八代之前，线索消失。父亲在20世纪80年代过世；祖父，60年代过世；太爷，40年代过世。所以，以20年左右为一代，我的家谱只能编到公元1800年左右。

公元1800年是清嘉庆五年，朝廷正忙着围剿白莲教，捕到教首刘之协，在北京磔死<sup>①</sup>；英国已发明出第二代高压蒸汽机，工业革命已呈起飞架势；已经开始失聪的贝多芬刚完成他的第一首交响曲；人类尚未掌握59年后达尔文（Charles Darwin, 1809-1882）的《物种起源》知识。

虽然我能寻得的根短得可怜，但我先祖的根却比200年长出许多。其实是长出了至少1750万倍，也就是35亿年。



## ● 隐身的基因

郑和下西洋的时候，我的先祖肯定已在中国的土地上生活。公元1054年宋仁宗至和元年“天关客星”超新星<sup>②</sup>大爆炸时，我的祖先也可能为我这个太空迷后代孙子而抬头多看了它几眼。屈原发出172个《天问》时，我希望他们说：问得好！。再往前推，他们说说不定参加了黄帝打蚩尤的战役。

在黄帝之前的数万年里，我的先祖很可能早已在黄土高原上求生。再往前的年代，他们的足迹可以从现代各类人种细胞质中线粒体DNA (mitochondrial genomes)的变化略窥端倪<sup>③</sup>：13万年前他们可能从现在非洲大陆的伊索比亚北移，一路逐水草而居，翻越中亚细亚的高原、沙漠，抵达了太平洋之滨。另一种猜测是他们的基因也可能早已隐身于周口店的山顶洞人，或更早的中华曙猿和世纪曙猿的血液里，暗示我的先祖或许一直是中国土生土长的龙的传人<sup>④</sup>。

不管是在非洲草原或是亚洲大陆，推演我先祖在10~20万年以前的事迹，就更模糊不清了。但肯定的是他们在进入洞穴和草原前，在别的地方住过。有的专家说，他们甚至可能在海水中生活了一段很长的时间，以含高蛋白质的海中生物为食，体型逐渐壮硕；在浪涛海风中互相高声呼叫示警，发展出语言，成了有意识的动物，登上陆地后，以智慧对抗其他猛兽。另一种说法是他们直接由树上爬下，站直身体，以双手使用工具，走进草原谋生。这两种说法的细节尽管不同，但在我先祖是从树上爬下来的这点看法上，并没有分歧。

所以，我的先祖约在700万年前住在树上，是黑猩猩(Chimpanzees)的近亲，体型特征与现代人类大不相同。长期在树上生活，他们一定得有敏锐的立体视觉，在跳跃时才能精确地掌握树枝间的距离，否则就会粉身碎骨。再往前推1000万年，他们的体型更像长臂猿(Gibbon)。

我的先祖在两千万年以前的演化过程，化石记录扑朔迷离，十几种以上灵长目的猿猴彼消此长，亲源关系模糊，但整体归纳，越古老的哺乳类体型越小。在6500万年前白垩纪末期，他们恐怕是昼伏夜出、以昆虫为生的小型哺乳动物。他们在夜空中看到那颗灿烂的小行星<sup>⑤</sup>，在碰撞地球后暗无天日的岁月里，他们可能因体型小，需要食物量不大，在恐龙全面灭绝后，得以侥幸存活。

哺乳类最早的化石记录始于三叠纪，距今约二亿五千万年。在此之前，未来人类的基因可能寄居在两栖类、鱼类和在寒武纪开始后爆发成长的有壳无脊索动物的体内。

五亿四千万年以前，我的先祖的基因存活在多细胞的软件动物内，10亿年前则寄生于有核单细胞内，在有自由氧气的大气中，进行新陈代谢、繁殖演化。再回溯到20亿年前，当时地球大气氧气稀薄但二氧化碳资源丰富，他们的基因最可能是寄居在无核单细胞内，以日光能、水和二氧化碳进行光合作用，过着与世无争素食者平静的日子。

### ● 生死交界

我先祖的痕迹在35亿年前完全消失。35亿这个年份在地球生命起源史上是一个关卡。在35亿年之内，我的先祖在寻根的路上从人类变回猿猴，再从猿猴变成更小的哺乳类，再往回历经两栖类、鱼类和有壳无脊索等动物后，终于回归成有核单细胞。最后再返璞归真，隐身归于最低微的原始无核单细胞类。在寻根的路上，我的先祖虽然一再显示出身的卑微，但总归算寄生于一个有生命的个体，好歹还是“活”的。现在可好，他们竟然不见了！

合理的推测是地球在35亿年前没有生命；但也有可能是初生的细胞壁材料脆弱，在化石中留不下痕迹；更有可能是稀少的化石被活跃的板块运动吞噬，消失于地心。虽然1997年后找到一些在38亿年前有生物活动迹象的化学化石，但属于间接证据范畴，专家尚无共识，认为地球生命伊始于38亿年前。但即使从35亿往前再推3亿年，我们还是终于走回到这扇生与死的门槛前。

我的先祖从一个拥有 $7 \times 10^5$ 万亿个细胞的生物体（人从受精卵起分裂46次成形，所以体内约有 $2^{46} = 70 \times 10^{12}$ 个细胞），在35亿年内回溯缩成一颗以光合作用为生的原始绿色细胞，剧烈的变化令人心悸（图1-1）。但这些变化还是服从于生命演化的规律。生命长河不断，神奇有余，尚能以人类的知识解释，和35亿年前这道玄关比较，是生与死的对比、有与无的奇迹。要了解这扇玄机深藏的地狱门，恐怕是对人类智慧最大的挑战。

但35亿，或放宽些，38亿年前的地球的确是一个令人震撼的世界。假如



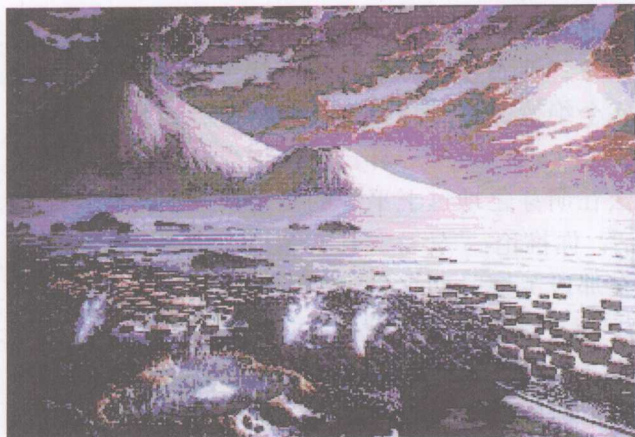


图 1-1 35 亿年前原始地球示意图。大气无氧，火山活动剧烈，地热丰富，海洋成形，蓝绿藻广布。



图 1-2 38 亿年前原始地球示意图。大气无氧，天空呈粉褐色，臭氧层不存在，太阳生猛的紫外线长驱直入，海洋已形成，陆地幅员不大，火山到处爆发……偶尔，陨石像洲际弹道导弹，划过长空，着陆后犹如千万吨 TNT 核弹爆炸……

你能带上现在最先进的科学仪器，乘上时光隧道的列车，到那个远古的伊甸园去观光探险一番，你能看到些什么呢？你首先注意到的是大气无氧，天空呈粉褐色<sup>①</sup>，臭氧层不存在，太阳生猛的紫外线长驱直入，对地表进行消毒工作。你看到海洋已形成，陆地幅员不大，火山到处爆发，岩浆漫流，地表炽热，硫黄浓汤遍地，甲烷气体广布，二氧化碳充沛。偶尔，陨石像洲际弹道导弹，划过长空，着陆后犹如千万吨 TNT 核弹爆炸，见图 1-2。你弯身从地面取得一颗米粒大小的样品，放进高倍电子显微镜下观察，竟然看不到任何