



LIFE AND
ENVIRONMENT

生命与环境

范太华 朱颖◎编著



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

生命与环境

范太华 朱颖◎编著



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

生命与环境/范太华,朱颖编著. —长沙:中南大学出版社,
2012.5

ISBN 978-7-5487-0515-4

I. 生... II. ①范...②朱... III. ①生命科学 - 普及读物
②环境保护 - 普及读物 IV. ①Q1-0②X-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 082297 号

生命与环境

范太华 朱 颖 编著

责任编辑 谭晓萍 秋 水

责任印制 文桂武

出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-88876770

传真:0731-88710482

印 装 长沙利君漾印刷厂

开 本 787×1092 1/16 印张 19.25 字数 480 千字 插页

版 次 2012 年 5 月第 1 版 2012 年 5 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5487-0515-4

定 价 34.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

前 言

我们都很忙。虽然经常抱怨很累，但忙碌已经成了习惯，一旦闲下来竟不知做什么为好，大有休息比工作还累的感觉。究其原因，是不理解生命，以为生命的质量就是看谁更硬扎，或者以为生命的目的就是看谁更强势，因此无法体会、更无法享受生命的柔性和弹性的那一面。

我们总觉得不顺心的事太多，往往很烦人，很纠结。尽管不断告诫自己要淡定、要放得下，而真的一旦“淡定”了，似乎更烦人、更纠结。究其原因，还是不理解生命，把功利、炫耀看得比生命还重，以过度占有为自豪与乐趣，因此无法发现、更无法欣赏生活中各种同样很美的浅色、冷色乃至无色。

所以，我们要谈谈生命——谈生命的由来，谈生命的构成，谈生命的机理，谈生命的消亡。我们从来没有像今天这样能从宇宙的宏观去审视生命，从分子的微观去研究生命，也从来没有像今天这样能从系统的角度去思考生命，从和谐的立场去关注生命。在今天谈生命，可谓天时、地利、人和。谈生命就不可能不谈环境，因为生命离不开环境。环境是生命的容器，没有环境，生命就没有了着落。

当前，生命科学、环境科学都以前所未有的势头在发展，新发现、新理论、新观点、新要求、新规定不断出现。例如国家于2008年出台了牙膏中二甘醇的测定标准，2010年出台了化妆品中糖皮质激素药物的测定、食品添加剂的使用、转基因食品的标识等新标准，2012年又将PM2.5纳入强制监测范畴。生命科学、环境科学与我们的关系越来越密切，在这方面，谁还OUT，谁就有可能受害。

关于生命科学的书并不少，或详或略，或专或俗，内容侧重也颇多不同。但有一个事实，就是都要求读者有一定的专门学科基础，如力学、无机化学、生物化学等。这无形中拒绝了只有文科基础的读者，核苷酸、嘌呤、腺三磷等名词会让他们犯困的情景不难想象。本书力图把这些容易“犯困”的读者聚拢过来，力图让他们在这本书中找到一些熟悉且喜爱的文字。即便实在避开核苷酸、嘌呤、腺三磷时，我们也尽量使它们有一点“文”的色彩，即便读者会困也尽量困得轻一些。好在本书中这样的地方还不算很多，主要在第2章和第5章中。如果实在困得厉害，就不妨跳过这几段，这对阅读后面的文字不会有太大影响。

本书的目的是告诉读者要珍爱生命、保护环境。这不是新话题，生物科学、生物信息学、环境科学是本书的主要内容。只是本书将面拓宽了一些，延伸了一些，例如作为大环境，增加了一些天文学知识；作为健康，增加了食品科学相关内容，并在衰老与死亡问题上多说了几句；作为生命系统信息处理，增加了与感觉、知觉、表象等感性认识有关的心理学叙述；作为现代环境理论，增加了环境伦理、环境道德、环境审美等较时尚的谈论。

可见，本书不完全是简单通俗的科普读物，趣味性不是本书的主要追求。

本书的第1章、第2章、第5章、第7章和第8章由范太华执笔，第3章、第4章和第6章由朱颖执笔，全书由范太华统稿。编写过程中，得到许多人的关心与支持，在此一并致谢。

由于作者知识构成及水平之限，书中或有舛误，期待读者指正。

编者

2012年4月于岳麓山

目 录

第 1 章 生命存在的空间	(1)
1.1 宇宙的形成学说	(1)
1.1.1 古代的宇宙模型	(1)
1.1.2 中世纪的宇宙模型	(2)
1.1.3 近现代的宇宙模型	(2)
1.2 恒星与星系	(5)
1.2.1 恒星	(5)
1.2.2 星系	(9)
1.3 太阳系及其天体	(11)
1.3.1 太阳系	(11)
1.3.2 太阳	(12)
1.3.3 太阳系中的行星	(14)
1.3.4 太阳系中的天然卫星	(19)
1.4 地球	(20)
1.4.1 地球的运动、形貌与构造	(20)
1.4.2 地球的形成与发展	(25)
1.4.3 月球	(27)
1.5 天文灾害与地质灾害	(29)
1.5.1 天文灾害	(30)
1.5.2 地质灾害	(31)
第 2 章 生命的基础	(36)
2.1 生命科学的建立与发展	(36)
2.2 生命的特征	(37)
2.3 生物大分子*	(41)
2.3.1 生物大分子概念	(41)
2.3.2 糖类	(42)
2.3.3 脂类	(44)
2.3.4 蛋白质	(46)
2.3.5 核酸	(51)
2.4 细胞	(63)
2.4.1 细胞概述	(54)

2.4.2	真核细胞的结构	(55)
2.4.3	细胞分类	(57)
2.4.4	细胞功能的实现方式*	(58)
2.4.5	细胞生长与凋亡	(60)
2.5	能量*	(62)
2.5.1	热能和生物代谢	(63)
2.5.2	细胞呼吸	(64)
2.5.3	光合作用	(66)
2.6	繁殖与遗传	(68)
2.6.1	无性繁殖	(68)
2.6.2	有性生殖	(69)
2.6.3	染色体遗传学说	(71)
2.6.4	染色体遗传疾病	(77)
2.6.5	人类基因组计划	(79)
2.6.6	基因工程	(81)
第3章	生命的诞生与进化	(86)
3.1	生命的诞生	(86)
3.1.1	原始生物大分子的产生	(87)
3.1.2	生命秩序起源	(88)
3.1.3	细胞形成	(89)
3.2	生物进化	(90)
3.2.1	地球生物演化略史	(90)
3.2.2	单细胞生物的繁衍	(93)
3.2.3	多细胞生物的出现	(94)
3.2.4	显生宙的生物演进	(95)
3.2.5	生物大灭绝	(97)
3.3	生物多样性	(99)
3.3.1	物种及其分类	(99)
3.3.2	生物界类	(101)
3.4	生命形态及进化规律	(110)
3.4.1	植物的形态结构	(110)
3.4.2	动物的形态结构	(117)
3.4.3	生物进化的基本规律	(119)
3.5	人类起源与进化	(120)
3.5.1	人类起源研究	(121)
3.5.2	现代人类起源学说	(121)
3.5.3	人类的生物品格与社会品格	(122)
3.6	生命体形成的人工介入	(124)

3.7 对外星生命存在的探索	(127)
第4章 人体的结构与人类健康	(132)
4.1 人体的结构与功能	(132)
4.1.1 消化系统与泌尿系统	(133)
4.1.2 呼吸系统	(135)
4.1.3 循环系统	(135)
4.1.4 免疫系统	(136)
4.1.5 神经系统	(138)
4.1.6 内分泌系统	(139)
4.1.7 运动系统	(140)
4.1.8 生殖系统	(141)
4.2 人类健康	(141)
4.2.1 生命质量	(141)
4.2.2 微生物与人类健康	(142)
4.2.3 遗传与人类健康	(145)
4.2.4 食物与人类健康	(147)
4.2.5 食品安全与人类健康	(151)
4.2.6 生态环境与人类健康	(152)
4.3 重大疾病预防	(154)
4.3.1 主要致病因素和病原体	(154)
4.3.2 几种重大疾病简介及其预防	(157)
4.4 衰老与死亡	(162)
4.4.1 人体的衰老	(162)
4.4.2 人体的死亡	(163)
4.4.3 生命伦理问题	(165)
第5章 生物信息传递与处理	(167)
5.1 生物信息概述	(167)
5.2 化学信号	(169)
5.2.1 信号分子	(169)
5.2.2 激素	(169)
5.3 神经信号	(173)
5.3.1 反射弧	(173)
5.3.2 神经元	(174)
5.3.3 神经信息的传递	(176)
5.3.4 远离毒品	(178)
5.4 感官和外界信息输入	(179)
5.4.1 味觉	(179)

5.4.2	嗅觉	(182)
5.4.3	视觉	(184)
5.4.4	听觉	(188)
5.4.5	触觉	(191)
5.5	人类感性认识过程的信息传递与处理	(194)
5.5.1	感性认识	(194)
5.5.2	感觉	(194)
5.5.3	知觉	(196)
5.5.4	表象	(198)
5.6	行为	(200)
5.6.1	行为	(200)
5.6.2	动物行为	(203)
5.6.3	人类行为特点	(209)
第6章	环境与生命	(211)
6.1	环境	(211)
6.2	个体生态与种群生态	(213)
6.2.1	环境与生态因子	(213)
6.2.2	温度、水、光对生命的影响	(214)
6.2.3	生物之间的相互关系	(219)
6.3	种群	(225)
6.3.1	种群的概念	(225)
6.3.2	种群的特征	(225)
6.3.3	种群数量动态	(228)
6.4	群落生态	(229)
6.4.1	群落的基本特征	(230)
6.4.2	群落的形态结构	(232)
6.4.3	群落的主要类型	(233)
6.4.4	群落演替	(235)
6.5	生态系统	(237)
6.5.1	生态系统组成	(237)
6.5.2	生态系统中的能量流动	(239)
6.5.3	生态系统中的物质循环	(239)
第7章	环境问题	(244)
7.1	环境问题概念	(244)
7.1.1	环境问题类别	(244)
7.1.2	产生环境问题的原因	(245)
7.2	环境污染	(247)

7.2.1	空气污染	(248)
7.2.2	水体污染	(249)
7.2.3	土壤污染	(251)
7.2.4	固体废物污染	(251)
7.2.5	物理性污染	(252)
7.2.6	环境污染治理、控制与预防	(253)
7.3	环境破坏	(254)
7.3.1	生态系统退化	(254)
7.3.2	自然资源短缺与耗竭	(258)
7.3.3	环境地质灾害	(261)
7.4	人口与环境	(263)
7.4.1	人口与人口过程	(263)
7.4.2	人口发展状况	(263)
7.4.3	人口增长对环境的影响	(269)
7.4.4	人口环境容量	(270)
第8章	环境文明与和谐	(273)
8.1	环境文明建设	(273)
8.1.1	人类的环境观	(273)
8.1.2	环境伦理观和环境道德	(275)
8.1.3	世界环境日	(277)
8.2	环境审美	(278)
8.2.1	审美情趣	(278)
8.2.2	自然景观审美	(280)
8.2.3	人文景观审美	(283)
8.3	世界遗产	(284)
8.4	可持续发展——人与环境的大和谐	(285)
8.4.1	可持续发展理论的建立	(285)
8.4.2	可持续发展理论的内涵	(286)
8.4.3	发展的终极目的	(286)
附录		(289)
附录一	部分名词中英文对照表	(289)
附录二	部分人名中英文对照表	(296)
参考文献		(299)

第1章 生命存在的空间

本章导读：宇宙究竟是什么？它有边界吗？有开始的那一天吗？这是本章首先要告诉你的。对这些问题有概念了，再谈别的问题就有共同的基础了。

我们生活所依赖的地球是一个空间天体，它和其他天体之间有什么关系？在这些关系中，哪些是无足轻重的？哪些是性命攸关的？为此，我们要知道这些天体的形成、演化、分布等等。在了解这些看似与我们无关的事物后，我们会知道，原来组成我们身体的各种成分是这样生成的，是这样组合的。

对于太阳系，我们应该比较熟悉了。不过有很多新的发现，改变了以前的观点。新的观点让我们重新认识地球，重新认识生命，重新认识环境。

针对近些年来地质灾害有频发、加剧的倾向，本章在最后介绍了天文灾害和地质灾害的有关知识。

在讨论到天体的体积、距离等天文级数量概念时，使用许多缩小比例的比喻，目的是便于读者体会。

1.1 宇宙的形成学说

当你还是孩童的时候，你一定曾对璀璨而神秘的宇宙星空充满了好奇。现在当你在夜晚沿着河堤散步时，你一定还有抬头仰望宇宙星空而忘了自己的时刻。

我们生活在宇宙中，生存在“宇宙赐予我们的环境中”（霍金）。若没有宇宙，一切都无从谈起。要谈生命，要谈环境，就必须从谈宇宙开始。唯有把生命和环境放到宇宙这个至大至远的范围中去审视，方能知道其意义与价值。另外，宇宙科学的成就对人类生活有直接而重大的影响，2005年美国《科学》杂志筛选出对人类有重大意义的125个科学问题，其中有30多个是关于宇宙科学的。

什么是宇宙？在汉语中，“宇”指的是空间，就是前后、左右、上下，是事物位置的度量；“宙”指的是时间，就是过去、现在、未来，是事件顺序的度量。而“宇宙”二字连在一起后，除了表示空间和时间外，还包括存在于空间和时间中的所有物质、能量和事件。简单地说，宇宙就是一切存在。生命存在于宇宙中，生命是宇宙的一个组成部分。

人类从披着兽皮、穴居石洞起，就没有停止过对宇宙的“捉摸”。受到科技水平和哲学思想的限制，人们对宇宙的形成、形状和大小先后有过多种观点。

1.1.1 古代的宇宙模型

在古代，人们对于宇宙的理解多基于大胆而离奇的揣测。例如中国关于天如穹盖、地如棋盘的“盖天说”，关于天如卵壳、地如蛋黄的“浑天说”，古希腊的毕达哥拉斯（公元前

572?—公元前497?)认为宇宙最外层是永远燃烧的大火的“天火说”，亚里士多德(公元前384—公元前322)认为宇宙是几十个同心球壳套就的“多层水晶球说”，等等。

多层水晶球说经古希腊的托勒密(约90—168)发展完善，成为天主教教会接纳为世界正统理论的“本轮理论”，即地心说的模型。地心说认为地球是宇宙的中心，包括太阳在内的所有星体都围绕着地球作旋转运动。

地心说的产生是很自然的，因为人们是站在地面上观察宇宙的。即便在今天，在那些没有受到过现代科技教育的偏远地方的人群中，依然有人认为地球是宇宙的中心，日月星辰都是围着大地转动的。

1.1.2 中世纪的宇宙模型

到了中世纪，波兰科学家哥白尼(1473—1543)根据观测提出了“日心说”，认为地球是围绕太阳旋转的，太阳是宇宙的中心。这个极其大胆的、连哥白尼自己都觉得“荒谬”的学说，无疑是宇宙观的一次革命性进步。在当时，这个学说的提出面临严峻的局面，不只在公众的接受中遇到了巨大障碍，还直接动摇了占统治地位的神学的根基。

意大利科学家布鲁诺(1548—1600)则进一步认为宇宙是无限的，太阳不是宇宙的中心，宇宙不存在任何中心。布鲁诺的学说极大地震撼了教廷的统治地位，1600年2月17日，布鲁诺被教廷处以火刑，烧死在罗马的百花广场上。今天，百花广场上竖立着布鲁诺的铜像，人们永远纪念这位为科学献身的勇士，这位真正的太阳之子。

1.1.3 近现代的宇宙模型

1. 经典宇宙模型

英国大科学家牛顿(1643—1727)用经典力学等方法建立了“经典宇宙模型”。这个模型中的宇宙有两个特点：第一，空间是无边无际的，时间是无始无终的；第二，空间和时间是相互独立的，绝对的。这个观点认为时间和空间都与物质无关，即便没有物质，时间和空间仍然是存在的，被称为“牛顿静态宇宙观”。由于这个模型不需要回答“宇宙外面有什么东西”“最早的宇宙是什么模样的”等根本无法回答的问题，同时人们根据这个理论还在1846年发现了海王星，所以被广泛接受，甚至非常乐观地认为宇宙的物质世界运动规律已经被完全掌握。

19世纪末，德国科学家普朗克(1858—1947)为研究物体辐射能量做了黑体热辐射实验，美国科学家迈克耳孙(1852—1931)和莫雷(1838—1923)为研究光谱线共同完成了光干涉实验。由于经典物理学无法解释这些实验的“怪异”结果，当时，这两个结果被称为“科学史上的两朵乌云”。后来，前者导致了量子力学的创立，后者则成为相对论的重要依据。经典物理学被动摇的同时，也动摇了经典宇宙模型。

2. 相对论宇宙模型

1917年，美籍德国犹太裔科学家爱因斯坦(1879—1955)根据广义相对论提出了“相对论宇宙模型”。这个模型中的宇宙是“有限无界”的、静止的，时间和空间与物质同时存在，没有物质便没有时空。

什么叫“有限无界”呢？就是大小一定，却没有边界。这对于常规理解来说，是一个很奇怪的、无法想象的概念，我们无论如何也想象不出一个有大小却没有边界的篮球会是什

么样子。为此，爱因斯坦做了一个“举例”：有一只扁平的、没有厚度的虫子在一个球面上爬行。因为虫子没有厚度的概念，它的智慧让它认为周围一切都和它一样，只有长和宽，它不知道什么是高、什么是球，更不知道自己是在球面上爬行。球面对于这只虫子来说，就是一个有限无界的、弯曲的二维宇宙，这个宇宙的大小就是球面的大小，但虫子永远找不到球面的“尽头”。事实上，球面是三维的，在我们看来，球面既有限又有界。那么，我们自己所处的宇宙又是怎样“有限无界”的呢？道理是一样的：只要把自己想象为是一只只有厚度的虫子在一个弯曲的三维的空间中行走就行了。我们以为周围一切都只有长宽高，却不可能形象地理解还有第四维。如果有可能到四维空间里去看，我们的宇宙就是一个既有限又有界的空间。但遗憾的是，目前我们不知道第四维究竟是什么，在爱因斯坦的宇宙模型中，这第四维只能通过数学而表征地存在。

相对论宇宙模型解释了许多宏观的天文现象，例如光线在引力作用下会发生弯曲等。但是，在后来的天文观测中发现宇宙并不静止，这就使得这个模型面临修正。

3. 当代的宇宙模型

(1) 大爆炸宇宙模型

1927年，比利时天文学家勒梅特(1894—1966)用数学方法获得一个膨胀宇宙的模型。1929年，美国天文学家哈勃(1889—1953)观察到所有星系都在相互远离退行，证实了宇宙正在膨胀。把膨胀运动倒过来就是收缩，就像把拍摄炸弹爆炸的电影倒着放，就能看到弹片退回来变回炸弹一样，相互远离的星系倒着向同一个点集中，这个点就是宇宙的最初。沿着这个反演的思路，俄国科学家伽莫夫(1904—1968)在1948年提出了“热大爆炸宇宙模型”。

在这个模型的描述中，宇宙最初开始于有极端高温、无限大质量、体积却接近于零的原始物质，称为“奇点”。在宇宙时标的起点 $t=0$ 那个时刻、由于无法知道的原因，发生了无与伦比的伟大事件：这个奇点突然爆炸。刹那间，一个不可思议的浩瀚的宇宙形成了，而且迅速膨胀。大爆炸后14秒左右的时候，创造所有宇宙物质的任务已经全部完成。这个时刻的物质只有中子和质子，它们是组成原子核的核子。中子继续衰变，成为质子和电子。3分46秒后，中子不再衰变，此时宇宙物质是氢原子核和氦原子核，它们的质量比是74:26。接下来的70万年，出现了稳定的氢原子和氦原子。今天宇宙物质主要是氢和氦，分别占75%和23%，这是在大爆炸初期就定了的。宇宙膨胀导致温度下降，氢和氦不断聚变形成各种化学元素的原子，在引力作用下它们慢慢聚合，成为宇宙中的各类天体，直到今天。

我们很自然地会认为，最初时候的奇点是飘浮在空间中的，或者认为奇点周围应该是极其坚硬的物质，其实都是错的。那么，奇点周围究竟是什么呢？回答是：奇点没有周围，因为那时候没有宇宙。还有人会问：“在宇宙起点之前，奇点为何不爆炸？”这样的问题是没有意义的，因为宇宙起点之前没有时间，所以对于宇宙起点只有“之后”而没有“之前”。

由于奇点概念无异于天方夜谭而难以接受，加上当时无法测到伽莫夫理论中涉及的极其微弱的、却是大爆炸必然产生的“微波背景辐射”等原因，大爆炸宇宙模型在最初提出的时候遭受冷落，就连“大爆炸模型”这个名字都是含有讥讽色彩的。

不难发现，各种宇宙理论中都至少有一个难以突破的“盲点”，而这个“盲点”偏偏又是支撑这个理论的最承力的柱子。相对论宇宙模型中的第四维、大爆炸宇宙模型中的奇点，

都是这样。

(2) 标准宇宙模型

1964年,美国无线电工程师彭齐亚斯(1933—)和威尔逊(1936—)在一次实验的准备工作中偶然测到了宇宙微波背景辐射。再加上天文学观测手段和核物理学的发展,大爆炸模型被重新审视并焕发出夺目的光彩。经过必要的充实和提高,成为当今的“标准宇宙模型”。

标准宇宙模型告诉我们:137亿年前,一个大爆炸形成了温度为几十万亿摄氏度的极炽热的最初宇宙。1秒钟后,宇宙的温度降到100亿摄氏度,35分钟后,降到只有3亿摄氏度。这些温度降到哪里去了呢?转换成物质了。最初的宇宙只有能量(即光子)而没有物质。温度逐渐下降,空间不断扩张,光子相互碰撞产生物质粒子,初始原子状态的物质逐渐形成。这是一个质能转换的过程,广义相对论说明了能量转换为质量、或者反过来转换的规律。30万年后,宇宙的温度只剩下 3000°C ,主要物质成分为气态物质,到这时候,引力就登场主演了。气态物质在自引力作用下逐渐凝聚,形成密度较高的气体云块,就是后来的恒星系统的雏形。5亿年后,第一代恒星闪耀着光芒诞生于广宇。这些恒星由于内部原子核聚变而超爆为新的、更重的原子,新的原子再次聚合形成第二代恒星。如此反复,第三代、第四代以及更多代的恒星依次形成,有些恒星周围还出现了行星、卫星。就这样,演化到我们今天看到的宇宙,并且继续演化下去。

标准宇宙模型简单、自然,理论基础先进,基本上能解释观察到的各种天文现象,所以得到普遍接受。但是标准宇宙模型只能描述宇宙时标0.0001秒以后的演化进程。

(3) 暴胀模型

万分之一秒之前的宇宙是什么样的呢?对于标准宇宙模型来说,是一个完全说不清的问题。当代科学家根据一些蛛丝马迹,将宇宙推测至 10^{-36} 秒。我们不必为自己没法理解这段时间有多短而内疚,在这个问题上,顶级的天文学家和我们也差不多。根据暴胀模型, 10^{-36} 秒的时候,宇宙的尺度范围是3.8 cm。现在使用的乒乓球的直径是4 cm。在 10^{-36} 秒到 10^{-4} 秒这不到“眨眼过程千分之三”的时间里,宇宙完成了相当于后来需要100亿年的演化。这个模型被称为宇宙极早期的“暴胀模型”。暴胀模型的最大意义在于进一步完善了标准宇宙模型。

那么 10^{-36} 秒之前的宇宙又是什么样的呢?依然是奇点,令所有科学家茫然乃至畏惧的奇点。这个无法绕得开的奇点,时间=0,体积=0,温度= ∞ ,密度= ∞ ,它的外部什么都没有,因为它没有外部。这叫人如何能接受!

英国的当代著名科学家霍金(1942—)证明了,在经典物理学和广义相对论的框架里,大爆炸奇点的出现是不可避免的。奇点是广义相对论的必然推论。你只要接受大爆炸理论,就必须同时接受奇点,而不论你愿不愿意,能不能理解。

同样,如果有人问:“宇宙既然是有限的,那么如果把头伸到宇宙外面去,会看到什么?”这种问题会被大爆炸模型支持者认为是很“无知”的,因为宇宙有限固然不错,但是它只有内部而没有外部。从一开始就是如此,直到它终了的那一天。

(4) 其他宇宙模型

除了标准宇宙模型外,当代还有多种宇宙模型。例如认为有多个宇宙同时存在的“平行宇宙模型”,认为宇宙处于一直不停地反复收缩和膨胀的“振荡性宇宙模型”,认为宇宙

产生于11维薄膜碰撞的“M理论宇宙模型”，建立在26维基础上的“超弦理论宇宙模型”，等等。这些模型虽然都会在这方面或那方面出现一些自相矛盾或无法理解的问题，但都包含了一些有价值的思想。可以预言，一个新的、更接近宇宙演化历史的模型会提出来，这个新模型要么进一步接近解决奇点疑难，要么抛弃奇点。

从古到今的种种宇宙模型都是人们根据观测而推理或推算出来的。在宇宙起源问题上，人类只有理解，而没有答案。这是因为没有人可以“近距离”观测宇宙的最初。

人类文明史有5000年，这在137亿年（最近有些研究者称，经最新的宇宙观测多次证实，宇宙的年龄已经超过200亿年）的宇宙寿命面前只是一瞬间。如果将137亿年的长度压缩为1 km的距离，那么，5000年的长度就只有0.36 mm，还没有5张A4复印纸厚。在恒久旷远的宇宙面前，即便发明了最先进的计算机和望远镜，人类的知识和智慧仍然非常狭隘和局限。但这不会影响我们探索宇宙的热情，反而会激起更强烈的研究欲望，这是人与其他动物的不同之处。

要说明的是，宇宙问题不仅仅是自然科学研究的最宏观对象，它在哲学、神学领域里一样是个终极问题。因此，在天文学里，常常称被研究的宇宙为“可观测的宇宙”，以区别于哲学上的心物宇宙和神学里的神迹宇宙。

1.2 恒星与星系

1.2.1 恒星

我国古代将天上的星星按东方青龙、南方朱雀、西方白虎、北方玄武（玄武是一种传说中的龟形动物）各七组分出二十八宿，广泛用在天象、地舆、风水、择吉等场合。点点繁星又是骚人墨客抒发胸臆、寄托情思的载体。“人生不相见，动如参与商”，“昨夜星辰昨夜风，画楼西畔桂堂东”，“七八个星天外，两三点雨山前”等，都是千古传唱的佳句。近些年来，以黄道十二星座论定一个人的性格天赋及运势凶吉的游戏颇为一些人津津乐道。这一切，都涉及一种天体——恒星。

1. 恒星的状态

恒星通常指由炽热气体组成的、能自己发光的球状或类球状天体。人们再熟悉不过的太阳就是一颗恒星。可以说，所有的恒星或者都是太阳、或者曾经是太阳、或者将成为太阳，不过大小有所不同。只是因为它们离我们太远，所以感觉不到它们散发出的热量。有的恒星巨大无比，例如御夫座 ϵ ，它的直径是太阳的2500倍。2500倍不是一个小数字，将乒乓球的直径扩大2500倍就足有100 m。太阳和御夫座 ϵ 的大小比例就是：前者若是乒乓球，后者就是一个百米直径的巨球。2500倍的直径形成156亿倍的体积，如果把御夫座 ϵ 放到太阳的位置上，那么，将有6颗行星带着轨道被它吞进肚中。有的恒星则很小，例如天狼伴星，它的直径只有太阳的1/135，仅仅是地球的80%。

恒星体积差别悬殊，但质量的差别却不太大。质量就是物质的多少，在地球上可以通过重量来反映。例如1 kg的铁和1 kg的水，它们所含物质的量都是1 kg，也就是说，两者的质量是相同的。物质分布在一个空间体积中，同样的质量可以占据大小不同的空间，这样就有了密度的概念。密度指单位体积中物质的多少，相同的质量在大体积中密度小，在

小体积中密度大。显然，铁的密度比水的密度大。回到恒星的话题上来，恒星的质量相差不大但体积相差巨大，说明它们的密度有极大差别。虽然御夫座 ϵ 个头惊人，但它的质量只是太阳的 17 倍左右，其密度相当于把一火柴盒空气散播到一间面积为 20 m^2 的真空房间里，结果仍然不比真空强多少。而天狼伴星上一块网球体积大小的物体，质量竟有 55 万吨，足以把当今世界上最大的航空母舰压沉 6 艘。

除了体积，恒星的亮度也有很大差别。天穹上，有的恒星明亮夺目，精神饱满，有的恒星则晦如毫芒，若隐若现，还有大量恒星是我们用肉眼无法看得到的。实际上，显得比较暗的恒星的真实亮度未必就不如那些比较亮的恒星，观察距离远了，视觉中的亮度就下降，这是生活常识。如此便有了恒星的“视亮度”和“真亮度”的区别。顾名思义，视亮度就是肉眼视觉感受到的亮度，真亮度就是恒星真实的亮度。恒星亮度用“星等”表示，用视亮度描述的星等称为“视星等”，用真亮度描述的星等称为“绝对星等”，星等可以是负数。星等数的数值越小表示该恒星越亮。例如夜空中最亮的天狼星的视星等为 -1.46 ，绝对星等为 1.41 ；不太醒目的北极星的视星等为 2.12 ，绝对星等为 -3.64 ；而万丈光芒的太阳的视星等为 -26.74 ，绝对星等为 4.83 。由此可见，北极星实际上比太阳亮 2440 倍。

星等也反映了恒星的温度，真亮度越亮的星温度就越高。星等还反映了恒星的体积，真亮度越亮的星体积就越大。

人类肉眼能看到的最暗的是 6.5 等星，全天空亮于 6.5 等的恒星有 6974 颗。如果有兴趣借助星座图找到自己的运势星座，或者叫得出几颗最亮的星星的名字，再看看牛郎的扁担和织女的梭子（如图 1-1），肯定会是一件非常快活的事情。

2. 恒星的演化

(1) 星胚和主序星

根据大爆炸学说，婴儿时期的宇宙体积不大，密度极高。在这种条件下，宇宙中的原始物质应该是均匀分布的，其间的引力也是处处均匀的。打个不太妥帖但是容易理解的比方，就是硬往一个像橘子那么大的球罐（这个球罐是放在没有重力作用的“地方”的）里塞进了 50 kg 乃至 500 kg 面粉，那么，罐里任何一个面粉颗粒的状态都应相同，都是一模一样的被压得不成样子的颗粒。不过，这个代表着宇宙的罐子在迅速变大。按理说，在这个变大过程中，代表原始物质的所有面粉同步地以相同的速率减低压力、增加距离，理应是整整齐齐的，如果其中有两个面粉颗粒之间的距离与众不同，那是极其极其偶然而不可思议的事情。但是，不知什么原因扰动，这个偶然事件还是不幸发生了，可见，宇宙从一开始就不是十全十美的。物质之间距离的差异——即便微乎其微——让引力与时间迅速抓住了机会，一下子，原本井井有条的阵列整个乱了套，说起来是重新整队，结果是相互乱撞，情况一派糟糕。乱撞中，有些颗粒吸到了一起成为较大的颗粒，然后又继续去吸引散乱中散兵游勇般的小颗粒。宇宙罐子不停地加速膨大，大颗粒继续不停地扩军合并，终于形成了气态的星云。

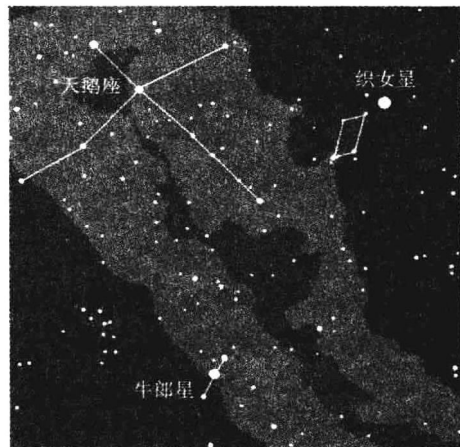


图 1-1 织女星和牛郎星

星云在引力作用下塌缩、碎裂，碎块再塌缩、再碎裂，速度越来越快，直到每个碎块的质量达到一定大小时(0.05至150倍太阳质量)，便只有塌缩而不再碎裂，成为恒星的前期天体，称为“星胚”。星胚继续发育，所谓发育，就是物质在引力作用下聚拢。大爆炸后经过大约5亿年，第一代恒星宝宝发育成熟。这是一次多胞胎大诞生，恒星宝宝不是几十个，也不是几亿个，而是千万亿个。很有意思的是，地球动物宝宝长大是个子越长越大，而恒星宝宝的长大是个子越长越小。

所谓星胚发育成熟，是指它内部实现了引力和热压力的平衡。这个平衡是依靠氢和氦的热核反应来维持的，4个氢聚变为1个氦所产生的热压力平衡星体内部的引力，使星体得以处于稳定状态。稳定状态的恒星又称为“主序星”。主序星是恒星一生中历时最长、活力最充沛、表现最稳定、形貌最辉煌的阶段，也就是童年、青年、中年和知天命的初始老年合在一起的整个阶段。

在形成几百万年到几千亿年之后，恒星中的氢会消耗殆尽，离开主序，进入不稳定的老年阶段而面临死亡。质量越小的恒星其主序阶段越长，也就是寿命越长。质量为太阳质量0.2倍的恒星的主序阶段可长达1万亿年，而质量为太阳质量15倍的恒星的主序阶段仅有1000万年，是前者的十万分之一。一颗恒星将如何死亡，取决于它是小质量恒星还是大质量恒星。恒星的主序阶段长度和死亡形式当它还是星胚的时候就已经决定。所谓小质量恒星，指的是质量小于太阳质量2.3倍的恒星。小质量恒星将先后演化为红巨星、白矮星，而大质量恒星将演化为超新星。

(2) 红巨星和白矮星

小质量恒星内部的氢燃烧完后，变成一个低温的氢壳氦核球。由于没有了热反应，引力再次称雄，它令氦核渣塌缩。塌缩中，内部温度再次升高，使得氢壳猛烈膨胀，恒星的直径能扩大近千倍。氢壳边膨胀边降温，温度很低的时候就呈现出红色。这就是红巨星——老年的恒星。

红巨星中心处的温度不断升高，终于点着了氦渣。于是，当初的核反应历史重演，不过这次参与反应的主要不是氢核，而是氦核。氦核有2个质子，质量数是氢的质量数的4倍。又经过数百万年，氦核的聚变反应也结束，留下一堆碳原子核和氧原子核。接下来的又是引力登场，碳核和氧核强力塌缩，不过，由于总量不足，它们已经不会再发生热核聚变了。红巨星将要寿终正寝了。

红巨星的内核越缩越密，最后演化成为一种低光度、高密度、高温度的天体，在不起眼的某个地方发出些苍白的弱光，我们叫它白矮星。前面提到过的天狼伴星就是白矮星。红巨星的包括氢壳在内的外围部分则扩散为行星状星云，隐约像一袭美丽的丝巾，轻轻地披在已耗尽毕生精力的恒星残骸——白矮星周围。这块丝巾慢慢飘开，5万年后完全散去。白矮星也将日益冷却，直到最后的一丝毫光也熄灭，成为太空中的暗物质。

(3) 超新星

恒星的一生是压力与引力抗争的一生。虽然最终的胜利者是引力，但大质量恒星的抗争过程要比小质量恒星来得悲壮与伟大。

大质量恒星也要经历氢核聚变、氦核聚变，也有类似于红巨星的过程。但是它形成的巨星的体积比小质量恒星形成的大得多，称为“红超巨星”。与红巨星不同的是，红超巨星的核心有足够的高温将碳合成为镁、硅、铁等更重的元素。这些元素沿着恒星的核心，自