

国家“~~图书~~工程”“十五”建设重点立项项目

全球环境变迁

夏建新 李天宏 主编
王 英 张淑萍

中央民族大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

全球环境变迁 夏建新等主编 援—北京：中央民族大学出版社，2000

陈星苑原书设计 陈星苑

I ④全… II ④夏… III ④全球环境 原变迁 原研究 IV ④环境

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 000000 号

全球环境变迁

主 编 夏建新 李天宏 王 英 张淑萍
责任编辑 杨 玉
封面设计 马钢工作室
出 版 者 中央民族大学出版社
北京市海淀区中关村南大街 ④④号 邮编：④④④④
电话：④④④④④④ (发行部) 传真：④④④④④④ (发行部)
④④④④④④ (总编室) ④④④④④④ (办公室)
发 行 者 全国各地新华书店
印 刷 者 北京宏伟双华印刷有限公司
开 本 ④④④④④④ (毫米) ④④④④ 印张：④④④④
字 数 ④④④④千字
印 数 ④④④④册
版 次 ④④④④年 ④④月第 ④④版 ④④④④年 ④④月第 ④④次印刷
书 号 陈星苑原书设计 陈星苑设计 陈星苑
定 价 ④④④④元

版权所有 翻印必究

内 容 提 要

人类的生存与环境密切相关，进入现代社会以来，由于科学技术的进步，改变环境的手段和能力大大加强，全球环境变迁的速度也大大加快，环境与发展已成为新世纪被广泛关注的主题。目前有关全球变化的教材虽有不少，但大都从某一特定专业的方向去探讨全球的变化，如从地质学角度编写的教材《全球变化》、从生物学角度编写的教材《全球生态变化及植物生理生态响应》等等，不适合本科生的环境知识普及教学。本书为大学本科的公选课教材，旨在扩展其知识面和全面提高学生的环境意识。

本书主要介绍全球大尺度的环境变迁过程，阐述了地球古环境的变迁历史，现代全球环境的变迁及其诱发因素，以及未来环境变迁的趋势和可持续发展的环境基础。其中详细介绍了当前全球关注的环境问题，如全球变暖及大气温室效应、厄尔尼诺现象、大气层臭氧空洞扩大、土地荒漠化趋势、淡水资源危机、生物多样性受到威胁以及持久性有机污染物等等。

作者简介

夏建新，博士，中央民族大学生命与环境科学学院副研究员，从事地表环境演化过程的研究和教学工作。先后承担了国家自然科学基金、“~~国家~~工程”重点攻关项目等 ~~多项~~ 多项科研课题，出版专著《水沙环境学》，发表论文 ~~逾~~ 余篇。

李天宏，博士，北京大学环境学院副教授，从事地表环境演化过程的研究和教学工作。

王英，博士，中央民族大学讲师，从事环境科学研究和教学工作。

张淑萍，博士，中央民族大学讲师，从事生物科学研究和教学工作。

前 言

地球表层环境是人类生存和发展的物质空间。进入现代社会以来，由于科学技术的进步，人类改变环境的手段和能力已有大幅度提高，全球环境变迁的速度也大大加快，环境与发展成为新世纪被广泛关注的主题。

环境变迁具有全球性，其主要原因是地球表层作为一个巨大的生态系统，环境因子随着该系统中的能量和物质流动影响全球的环境变化。如二氧化碳被排入大气后，将参与全球大气运动，成为影响地球表层热量收支平衡的重要因素。正是由于环境变迁的全球性，世界各国对环境问题都高度关注，为了应对这些问题，世界上很多国家制定了许多协定和公约，这些协定和公约将对我国社会经济发展产生重要的影响，因此，对于即将进入社会的大学生来说，有必要了解当今存在的全球环境问题以及变迁的趋势。目前有关全球变化的书籍已有很多，如张兰生先生编写的《全球变化》（主要从地质学角度编写），方精云教授编写的《全球生态学——气候变化与生态响应》（主要从生物学角度出发），余刚教授编写的《持久性有机污染物——新的全球性环境问题》等等，这些书大都从某一特定的专业方向入手，需要读者具备较深的基础知识，而专门针对本科生的环境知识普及教材还不多见。

本教材编写的特点有两个：一是揭示全球环境在不同时间尺度上的变化规律，分析自然条件下（史前时期）全球环境变化的过程和人为干扰下全球环境的变迁，帮助学生了解人为因素在现代全球环境问题中所起的作用，旨在丰富学生的知识

面，提高学生的环境意识；二是鉴于全球环境变迁的理论尚在探索阶段，对许多现象的解释往往各抒己见，本书重点介绍了已经发生的环境演变事实，同时给出多种理论解释，以便学生全面了解，主动思考。本书编写的具体思路是，第一章介绍地球表层环境形成的大背景以及地外天体对地球环境的影响；第二章讲述在长时间尺度上全球气候和环境的变迁；第三章阐述生命的起源和演化，包括人类的起源，特别强调生命起源的环境要素。前三章所介绍的是在人类作用很微弱的情况下地球自然环境本身的变迁过程，为分析人类对自然环境的干扰和破坏提供了参考依据。第四章介绍了人类发展过程中的环境变迁以及人类对环境变迁的作用，该章内容在全书中具有承上启下的意义。后面的六章中，分别介绍了由于人为干扰所引发的、令人关注的全球环境问题，如大气环境中污染物及其成分变化、全球变暖以及大气温室效应、生物多样化受到威胁、淡水资源危机、土地荒漠化趋势以及持久性有机污染物等等。全书知识结构尽可能做到合理、均衡和完整。

本书的编写者均为在教学第一线工作的青年教师，他们承担了普及环境知识的教学任务，类似的课程已经在中央民族大学作为跨专业选修课多次开设并获得多数学生的好评。本书的第一、二和四章由夏建新编写，第三章由张淑萍编写，第五至七章由王英编写，最后三章由李天宏编写。全书由夏建新统稿完成，尽管编写者对全球环境变迁所作的研究较少，但仍然希望书中所分析的全球环境变迁（自然背景下演变和人为背景下变化）思路 and 所提供的知识内容对阅读者有所裨益。本书可作为大学本科学生的环境知识普及教材，也可作为相关环境专业学生和教师的参考书目。

在本书编写过程中，得到了许多前辈、老师和同行的热情帮助，尤其是北京大学地球与空间科学学院的马蔼乃教授，在百忙

中为书稿提出了宝贵的修改意见；本书在出版的过程中，得到了中央民族大学学科建设和规划办公室的支持以及国家“~~图书~~工程”重点项目出版基金的资助，在此表示衷心的感谢。

由于经验不足和水平有限，书中难免有谬误之处，恳请读者批评指正。

编者

~~二〇一五年~~ 猿月

目 录

第一章 宇宙起源及地外天体对地球环境的影响·····	(页码)
第一节 宇宙中的地球·····	(页码)
第二节 地外天体对地球环境的影响 ·····	(页码)
第二章 地球气候变化与古环境变迁 ·····	(页码)
第一节 地球古气候变化 ·····	(页码)
第二节 地球古环境变迁与生物灭绝 ·····	(页码)
第三章 生命的起源与演化 ·····	(页码)
第一节 生命的起源 ·····	(页码)
第二节 生物的演化 ·····	(页码)
第三节 人类的起源 ·····	(页码)
第四章 人类作用与全球环境变迁 ·····	(页码)
第一节 人类历史与环境 ·····	(页码)
第二节 全球环境演变中的人为作用 ·····	(页码)
第三节 盖雅假说与新地球观 ·····	(页码)
第四节 全球环境马歇尔计划·····	(页码)
第五章 大气环境中的重要污染物·····	(页码)
第一节 大气污染物的来源·····	(页码)
第二节 大气污染物去除机制·····	(页码)
第三节 大气中主要污染物·····	(页码)
第四节 臭氧层空洞·····	(页码)
第六章 近现代气候变化·····	(页码)
第一节 近现代气候变化的主要表现及原因·····	(页码)
第二节 全球气候变化预测·····	(页码)

目 录

第七章 生物多样性变化	(15)
第一节 生物多样性的概念	(15)
第二节 近现代全球生物多样性变化趋势	(15)
第三节 生物入侵	(15)
第四节 转基因生物的环境行为及生物安全	(15)
第八章 全球淡水资源变化	(15)
第一节 全球淡水资源分布	(15)
第二节 全球水文循环和水量平衡	(15)
第三节 水问题及其对策	(15)
第九章 全球土地荒漠变化	(15)
第一节 土地荒漠化表现形式及概况	(15)
第二节 土地荒漠化形成原因	(15)
第三节 土地荒漠化防治对策	(15)
第十章 持久性污染物	(15)
第一节 持久性污染物及其危害	(15)
第二节 持久性污染物的治理	(15)
附录 国际全球变化研究计划框架	(15)
参考文献	(15)

第一章 宇宙起源及地外天体 对地球环境的影响

宇宙是广漠空间和其中存在的各种天体以及弥漫物质的总称。“宇”的本意指“上下四方”，“宙”的本意为“古往今来”。宇宙是物质世界，它有着诞生和成长的过程，且处于不断的运动和发展之中。

第一节 宇宙中的地球

地球是太阳系中的一颗行星，对茫茫宇宙来说，是其中的“沧海一粟”。为了说明宇宙的范围，科学家们做了估算，~~1400~~万个地球的体积仅相当于太阳的体积，而与太阳相当的恒星，在银河系中有 ~~100000~~多亿颗。如果把宇宙看作是一个半径 ~~15000~~的大球，银河系则只有药片那么大，位于球心附近。

宇宙是如何起源的，将以何种形式运动和发展？对地球环境的变化有多大的作用？地球的明天会怎样？这些正是人类迫切关注的问题，因为地球是人类在宇宙中唯一的家园。

~~宇宙起源~~ 宇宙起源

千百年来，人类一直在探寻宇宙是什么时候、并且如何形成的。然而，宇宙起源问题无法直接用科学的方法重演，科学家们只能在观察、推理的基础上对宇宙的起源提出各种观点和假说。

在古代中国，解决宇宙形成问题的是哲学家，而不是科学

家。哲学的两大派别唯物主义和唯心主义存在着两种截然不同的观点，他们对宇宙形成的认识更像是用哲学的观点对世界的一种解释。一般来说唯物主义哲学家们具有朴素的辩证法思想，他们的解释虽然是科学的，但是仍然带有合理的成分。

同古代中国人一样，古希腊人的宇宙观也在一定程度上和哲学联系在一起。对古希腊的哲学家来说，他们中的一部分人还是早期的天文学家，在发端于古代巴比伦的星占学传入希腊之前，一种以探索自然为宗旨的、独立的天文学已经在希腊产生并且相当发达了。翻开史书，不难看到那些闪耀着精神和智慧之光的名字多是来自于古希腊，如柏拉图、亚里士多德、苏格拉底等等。

与古代宇宙观不同，近现代宇宙观是基于大量的科学观测和分析之后形成的，其中宇宙起源的大爆炸理论已被广泛接受。

19世纪末年代初期，德国医生奥伯斯（~~韵建~~）从一个简单的观察中提出宇宙不是处于恒定状态的假说。大家都知道星与星之间的夜空是完全黑暗无光的，奥伯斯首先想到，这说明宇宙中星球的数目是有限的，不能使宇宙的每个角落都发光。其次他假设，由于星球之间的万有引力，星球之间的距离会越来越小；或者由于什么尚不清楚的原因，万有引力会被抵消，使星球间的距离不断加大，即宇宙可能在膨胀。这种假说在当时并未引起科学界的注意。

20世纪 20年代，美国天文学家观察到了红移现象（~~砸~~）。他们发现距离地球很远的星球或星系照射到地球上的星光比地球附近的星光弱而且较偏红色，即偏向可见光中的长波光谱。这种现象类似于声学上的一种特殊现象，即多普勒转移（~~阅~~）。因此天文学家们把红移现象解释为远处射出红光的星球正在以高速度远离着地球。

爱因斯坦于 1915 年发表了著名的广义相对论，一些科学家发现相对论的公式中包含有宇宙不恒定的结论。但爱因斯坦不同

意此见解，他当时以为自己的计算有误差，于是在方程式中又加进一个常数，以抵消宇宙有不断膨胀或收缩的可能性。然而，1929年，美国天文学家哈勃（~~哈勃~~）用当时最大的天文学望远镜惊奇地发现，在银河系外还有千千万万个天河系，而且这些天河系正在明显地、迅速向外扩张。在事实面前，爱因斯坦承认他在相对论公式中所加的宇宙常数是他一生中最大的失误。由于理论和观察都提供了充分的证据，此后科学界不再怀疑宇宙确实是在膨胀了。

基于宇宙在不断膨胀的事实，早在19世纪90年代，旅美俄裔物理学家伽莫夫（~~伽莫夫~~）等科学家就预测说，如果宇宙是由大爆炸产生的，那么原始火球一定会留下某种痕迹，则可以在太空中找到某些余留的背景微波辐射。伽莫夫认为，当宇宙膨胀时，这种辐射波也会跟着膨胀，宇宙的温度也将不断下降。他们计算的结果，目前这种辐射所代表的温度是在2.7K左右。由于当时一般实验室没有足够精密的仪器来侦测这种微波，他们的预测并未引起应有的重视。

1945年，美国电讯公司的贝尔（~~贝尔~~）研究所的两位科学家彭兹雅（~~彭兹雅~~）和威尔逊（~~威尔逊~~）用一种敏感的天线装置测量银河系的电波时，记录到很多杂音。本来他们一直以为是天线有毛病。但天线经过彻底检查、确保无误后，这些杂音仍然存在，而且从各个方向测量的结果完全一样。这种杂音的强度所代表的温度正是2.7K左右。

与此同时，以狄克（~~狄克~~）为首的美国普林斯顿大学的物理学家们也在寻找太空微波。他们理论计算的结果是，如果宇宙是由大爆炸而来，其遗留的爆炸微波所代表的温度应是2.7K左右。有趣的是，这两个研究小组并不相通，而且他们都不知道伽莫夫等人在1948年所作的计算。一个偶然的机，让他们得知了彼此的研究情况，并认为彭兹雅和威尔逊接收到的

杂音正是大爆炸后余留至今的微波辐射！当他们的研究结果在天文物理学报上发表之后，引起科学界的强烈震动。这一震惊世界的发现，使彭兹雅等人获得了 1978 年的诺贝尔奖。

根据大爆炸理论，宇宙中最先形成的元素是原子量小于 4 的元素，主要是氢和氦。氢和氦在宇宙中比例的理论推算与现今在宇宙中测定的是吻合的。近几十年来，物理学家用核子加速器研究不同核子、粒子高速碰撞的结果，用以推测宇宙形成过程中不同核子的比例，其推测结果也与今天实际观测的比例一致。

由于大爆炸理论能合理解释宇宙的膨胀，又有与理论推算相符的直接证据（遗留微波辐射），尽管在细节上还有不少问题，目前已成为广泛被接受的关于宇宙起源的热门理论。

恒星起源与演化

宇宙空间中存在大量的星系，天文学家们在研究了各种类型的恒星后，提出了一些恒星起源的假说，其中有代表性的两种观点分别为星云说和超密说。

星云说认为，在星际空间普遍存在着极其稀薄的物质，主要由气体和尘埃构成。它们的温度约 $10^4 \sim 10^5$ K，密度约 $10^{-21} \sim 10^{-24}$ g/cm³，相当于 1 cm³ 中有 $10^6 \sim 10^9$ 个氢原子。星际物质在空间的分布并不是均匀的，通常是成块地出现，形成弥漫的星云。星云里 90% 质量的物质是氢，处于电中性或电离态，其余约 10% 是氦以及极少数比氦更重的元素。在星云的某些区域还存在气态化合物分子，如氢分子、一氧化碳分子等。如果星云里包含的物质足够多，那么它在动力学上就是不稳定的。在外界扰动的影响下，星云会向内收缩并分裂成较小的团块，经过多次的分裂和收缩，逐渐在团块中心形成了致密的核。当核区的温度升高到氢核聚变反应可以进行时，一颗新恒星就诞生了。利用近代望远镜，天文学家在星云的照片上，发现其中有些气体—尘埃物质团正在

分裂成许多云雾状的凝块，这些凝块的质量很小，亮度暗弱，形成时间只有几万年，因此这被认为是恒星的胚胎。由这些恒星物质团产生出数十个数百个成群的新生恒星。

超密说认为，恒星和星云物质都是由超密物质转化而来的。宇宙大爆炸过程中抛射出许多超高密度的物质块，每个块形成一个星系。当超密物质发生爆炸，一些物质形成恒星，另一些微小的物质就扩散到星际空间形成星云。但目前人们比较倾向于星云说。

星云物质在演化过程中，由于自身的引力而收缩，同时内部温度升高，质量小的云团形成单个恒星，质量大的云团可以形成恒星集团。恒星最初由星云经过凝聚、加热过程而形成，演化过程如图 1-1 所示。

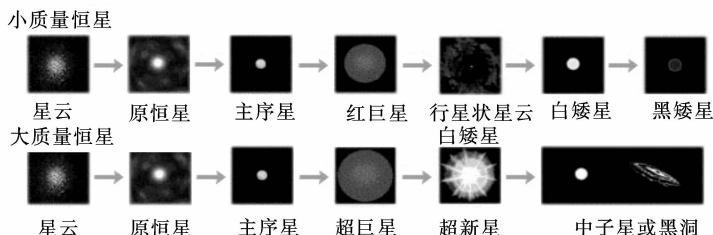


图 1-1 恒星演化历程

恒星的后期演化十分剧烈复杂。其最后演化的途径，与恒星的质量及恒星的氢核演变有关。一般认为，质量大的恒星演化到后期要发生塌缩或大爆发，成为超新星，抛出大量物质，中心留下一个中子星或黑洞，而中小质量的恒星则比较平稳地抛出物质，形成行星状星云，中央残核留有一颗致密天体——白矮星。这就是恒星最后的归宿。金牛座里著名的蟹状星云就是公元 1054 年超新星爆发的遗迹（图 1-2 金牛座蟹状星云）。超新星爆发的时间虽短不及 1 分钟，瞬时温度却高达万亿度，其影响更是巨

大。超新星爆发对于星际物质的化学成分有关键影响，这些物质又是建造下一代恒星的原材料。超新星爆发时，爆发与坍塌同时进行，坍塌作用使核心处的物质压缩得更为密实。理论分析证明，电子简并态不足以抗住大坍塌和大爆炸的异常高压，处在这么巨大压力下的物质，电子都被挤压到与质子结合成为中子简并态，密度达到 10^{14} 克/厘米³。由这种物质构成的天体叫做中子星。一颗与太阳质量相同的中子星半径只有大约 10 公里。从理论上推算，中子星也有质量上限，最大不能超过大约 3 倍太阳质量。如果在超新星爆发后核心剩余物质还超过大约 3 倍太阳质量，中子简并态也抗不住所受的压力，只能继续坍缩下去。最后这团物质收缩到很小的时候，在它附近的引力就大到足以使运动最快的光子也无法摆脱它的束缚。因为光速是现知所有物质运动速度的极限，连光子都无法摆脱的天体必然能束缚住任何物质，所以这个



图 10-10 金牛座蟹状星云（超新星爆发）

天体不可能向外界发出任何信息，而且外界对它探测所用的任何媒介包括光子在内，一贴近它就不可避免地把它吸进去。它本身不发光并吞下包括辐射在内的一切物质，就像一个漆黑的无底洞，所以这种特殊的天体就被称为黑洞。黑洞有很多奇特的性质，对黑洞的研究在当代天文学及物理学中有重大的意义。

太阳系组成

太阳系形成至少有 46 亿年，这一点已被世人公认，然而太阳系的成因尚在探讨之中。太阳系由何而来？当今已有五十多种不同的学说或假设，就其实质而言，大致可归结为两大阵营——灾变说和星云说。灾变说认为太阳系大体是在一次突然巨大的剧变中产生的，太阳先于行星和卫星而形成；星云说则主张整个太阳系包括太阳都是由同一块星云物质凝聚而成的。从最近半个世纪的发展看来，星云说取得了很大的进展，占据了主导地位。

太阳系（~~太阳系~~）是由太阳、8 颗大行星、150 颗卫星以及无数的小行星、彗星及陨星组成的。太阳是太阳系的中心，其他行星沿着自己的轨道绕太阳运转，太阳还不断发出光和热，温暖着太阳系中的每一个成员，促使它们不停地发展和演变。

1.1 太阳

在庞大的太阳系家族中，太阳的质量占太阳系总质量的 99.86%，九大行星以及数以万计的小行星所占比例微乎其微。太阳的活动来源于其核心部分。太阳的核心温度高达 1500 万摄氏度，压力超过地球的 2500 亿倍。在这里发生着核聚变。聚变导致四个质子或氢原子产生一个阿尔法粒子或氦原子核。阿尔法粒子的质量比四个质子小 0.7%，剩余的质量转化成了能量并被释放至太阳的表面，并通过对流过程散发出光和热。太阳核心的能量需要通过几百万年才能到达它的表面。每秒钟有 300 万吨的氢被转化成氦。在这过程中，约有 4000 万吨的净能量被释放，因此使太

阳能够发光。

太阳的大气层，根据高度和性质的不同分为三个圈层，它们分别是“光球”、“色球”和“日冕”。人类肉眼所见的是太阳大气的最底层——“光球”。在光球之上的是“色球”。色球内的物质比光球稀薄得多，发出的光通常只有在日全食时月球把太阳的光球遮住才能被大家看到，但天文学家可以用一种称为“色球仪”的特殊望远镜看到它。色球之上的那部分称为“日冕”。其厚度约为好几个太阳半径。日冕里的物质更加稀薄，而其中相对较稠密的部分，也可在日全食的时候看到。然而，“日冕”还不是太阳大气的最外层，在它的外表面还有“太阳风层”。太阳的外大气层经常喷发一种带电粒子流，称为“太阳风”，它主要由电子和各种离子组成。太阳风在离开太阳以后，吹遍整个太阳系，最后消失在恒星际空间。

太阳是距离人类居住的地球最近的一颗恒星，是地球外部能量的主要来源。太阳的活动对地球环境和气候产生了很大的影响。例如，我国水利部门在进行汛期预报时，多年来都将太阳活动因子作为诸多预报中必不可少的因素，并且获得了成功（张元东，1994）。

（四）行星

行星由太阳起往外的顺序是：水星（Mercury）、金星（Venus）、地球（Earth）、火星（Mars）、木星（Jupiter）、土星（Saturn）、天王星（Uranus）、海王星（Neptune）和冥王星（Pluto）。离太阳较近的水星、金星、地球及火星称为类地行星（Terrestrial Planets）。宇宙飞船对它们都进行了探测，还曾在火星与金星上着陆，获得了重要成果。它们的共同特征是密度大（约3.5-5.5 g/cm³），体积小，自转慢，卫星少，内部成分主要为硅酸盐（Silicates），具有固体外壳。离太阳较远的木星、土星、天王星、海王星及冥王星称为类木行星（Jovian Planets）。宇宙飞船也都对