



环境保护与 可持续发展

HUANJING BAOHU YU

KECHIXU FAZHAN

主编 钱易

中央广播电视大学出版社

环境保护与可持续发展

主编 钱 易

图书在版编目 (CIP) 数据

环境保护与可持续发展/钱易主编. —北京: 中央广播电视大学出版社, 2000. 1

ISBN 7-304-01858-5

I. 环… II. 钱… III. ①环境保护-电视大学-教材②可持续发展-电视大学-教材 IV. X22

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 02063 号

版权所有, 翻印必究。

环境保护与可持续发展

主编 钱 易

出版·发行: 中央广播电视大学出版社

电话: 发行部: 010-68519502 总编室: 010-68182524

网址: <http://www.crtvup.com.cn>

地址: 北京市海淀区西四环中路 45 号

邮编: 100039

经销: 新华书店北京发行所

印刷: 北京集惠印刷有限公司 印数: 14001~19000

版本: 1999 年 12 月第 1 版 2004 年 4 月第 5 次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 15.5 字数: 353 千字

书号: ISBN 7-304-01858-5/X·1

定价: 21.00 元

(如有缺页或倒装, 本社负责退换)

内 容 提 要

本书是在迎接 21 世纪的历史性时刻，为贯彻实施可持续发展战略而编写的。主要内容包括地球环境的基本特征、当今世界面临的严重环境问题、人类的环境伦理观、可持续发展的基本理论以及控制环境污染、实施可持续发展战略的各项重要措施——环境管理、环境法规与环境经济、清洁生产、环境污染防治技术和生态环境建设等。为方便读者自学，本书将教学内容和学习指导融为一体，将文字、录像和 VCD 三种媒体有机结合，整体结构富有新意。

本书是中央广播电视大学“环境保护与可持续发展”课程的教材，也可供其它成人及普通高等院校、行政管理及科学技术人员和教育工作者选用。

前 言

在迎接 21 世纪到来的历史性时刻，人们无不回顾着人类在过去的岁月中取得的辉煌成就。由于科学技术的不断飞速进步，世界经济迅猛发展，人类社会发生了翻天覆地的变化，许多先人的梦想已经或正在逐步变成现实。这是很令人欢欣鼓舞的。

但人类在 20 世纪中叶开始面临众多环境问题的挑战，由此带来了一场新的觉醒，那就是对环境问题的认识。残酷的现实告诉人们，经济水平的提高和物质享受的增加，在很大程度上是藉牺牲了环境与资源换取得来的。环境污染、生态破坏、资源短缺、酸雨蔓延、全球气候变暖、臭氧层出现空洞——正是由于人类在发展中对自然环境采取了不公允不友好的态度和做法。而环境与资源作为人类生存和发展的基础和保障，正通过上述种种问题对人类进行着报复。可以毫不夸张地说，人类正遭受着严重的环境问题的威胁和危害。这种威胁和危害关系到当今人类的健康、生存与发展，更关系到人类未来的前途。

经验教训促使人类严肃思考，终于警觉到：“解铃还得系铃人”。环境问题既是由于人类对环境的不正确态度所造成，也就只能依靠改变人类对环境的态度来解决。20 世纪的历史必然会记录下 60 年代以来的一系列重大事件，其中最突出的是联合国召开的两次大会：1972 年在瑞典斯德哥尔摩召开的人类环境会议和 1992 年在巴西里约热内卢召开的环境与发展大会。两次大会的主要成果是明确了保护环境必须成为全人类的一致行动，保护环境主要应改变发展的模式，将经济发展与保护环境协调起来，走可持续发展的道路。

环境科学技术在新形势下应运而生且不断发展进步。主要有为加深对生态环境本质认识的各项科学和技术，为防治环境问题的出现及危害的各项科学和技术，还有与保护环境所采取的政治、法律、经济、行政、教育等手段和有关的各项专门知识。高等学校内建立了环境保护专业、系科以至学院，环境科学研究所如雨后春笋般涌现……环境科学、技术与工程环境保护产业成了社会关注的热点。

然而，环境科学技术虽然是保护环境所必不可少和迫切需要的，却远不是惟一有效的。为了保护环境，走可持续发展的道路，能起根本作用也是最迫切需要的，是全人类的觉醒和

一致行动。从高层的决策人物到普通的老百姓，无一例外地与环境问题密切相关，并对环境保护起重要的作用。尤其是年轻的一代，他们将是未来世界的主人，他们的意识、伦理、知识、信念都将极大程度地决定世界的未来。

这就是我们倡议在高等学校，包括广播电视大学开设“环境保护与可持续发展”公共课的出发点。本书正是为这门课而准备的。

这门课和这本书的主要内容包括：人类当今面临的主要环境问题及其危害；人类的环境伦理观；可持续发展的理论和实施；环境保护的主要途径和技术；以及旨在预防污染的清洁生产。这门课与这本书与其他大学课程所不同的特点是，它融合了社会科学和自然科学；它涉及了思想意识和科学知识；它既揭露了问题，又阐明了解决问题的对策与措施；它无意凌驾于其他课程之上，但它将会与其他课程发生密切的联系并产生一定的影响。

本书由中国工程院院士、全国人大环境与资源保护委员会委员、清华大学教授钱易主编。绪论和第三章由钱易教授编写，第一章和第四章由张忠祥教授编写，第二章由胡伟希教授编写，第五章由席德立教授编写，第六章和第七章由余刚教授编写。参加本书审稿的是：清华大学李国鼎教授（主审），北京师范大学姜象鲤教授，北京大学张远航教授和中央广播电视大学孙天正教授。中央广播电视大学王春风、董冬和薛建国三位老师对本书进行了教学工艺设计。

本书的编写得到了中央广播电视大学孙天正教授的悉心指导和中央电大领导、教务处及出版社的大力支持，在此一并表示衷心感谢。

由于可持续发展是一件全新的事业，编写这本书是一个全新的尝试，遗漏、错误难免，敬请读者和有关人士批评指正。

编 者

1999年10月

使用说明

本书是全国电大各专业公共课“环境保护与可持续发展”课程的教材，与之配套的辅助教学媒体还有录像教材和 VCD 光盘。

为了更好地适应开放性，便于读者自学，本教材针对学生在自学时最常遇到的困难和理工、文经类学生的不同特点，通过精心编排和页旁留白的版式等教学工艺的设计与加工，将教学内容和学习指导融为一体，文字、录像和 VCD 三种媒体有机结合，以便及时起到对学生的导学、助学作用。

1. 各章均由引言、学习目标、学习建议、教学内容（每节之后附有思考题）、本章小结和自我测试题等几部分组成。

(1) 每章的教学内容均由一小段精辟的叙述引出，起到承上启下的作用，使学生大致了解本章所要讲述的内容，进入学习情境。

(2) 学习目标分掌握、理解、了解三个层次要求，可使学生按不同层次的要求学习有关内容。掌握的内容属较高要求，要求学生在学完后，能准确、完整地理解有关概念，并能用这些概念正确地分析身边的环境问题；理解的内容属一般要求，要求学生能用基本概念、基本知识对一些环境问题进行简单解释；了解的内容属较低层次的要求。

(3) 学习建议是对学生学习本章教学内容学习方法上的指导。

(4) 每节后的思考题可帮助学生复习、整理该节的主要内容。

(5) 各章小结用精辟的文字将全章教学内容进行高度概括，可使学生对各章内容的整体框架有进一步地认识，并培养学生进行总结、归纳的能力。

(6) 自我测试题采用选择题、填空题和问答题等题型，用于学生的自我评价，以检查学生对各章内容的理解和对学习目标达到的程度。

2. 采用页旁留白的版式。在留白处对正文的有关内容或关键词进行解释、注释、提示或附加说明，提示重、难点，说明与其他媒体的配合等。并用不同的符号加以区别，以便学生检索，同时正文中与之对应的内容尽量用黑体表示。



表示此处属解释或提示的内容。



TV₂₋₁ 表示该符号所对应的正文内容可参看录像教材第二节的第一个标准本。



表示此处的内容可看 VCD 光盘。



此符号提示重、难点。

对配套媒体的说明

录像教材：辅媒体，模块化设计，共 26 个标准本。该教材通过翔实资料、实景拍摄、计算机技术等现代化手段讲述课程的重点和难点。

VCD 光盘：辅媒体，为学生提供必要的和更多一些的难于见到的与环境相关的实物和现象，加深对课程内容的理解。

课程组

1999 年 10 月

目 录

（此处为模糊文字，推测为“前言”或类似内容）

绪论	(1)
第一章 当代主要环境问题及其危害	(15)
第一节 全球气候变暖	(16)
第二节 臭氧层耗损与破坏	(19)
第三节 生物多样性减少	(23)
第四节 大气污染与酸雨蔓延	(27)
第五节 水资源短缺与水污染严重	(35)
第六节 资源衰竭	(42)
第七节 人口膨胀	(48)
第八节 噪声污染严重	(52)
第九节 固体废物和有毒有害化学品污染	(55)
第十节 土地荒漠化与沙漠化	(59)
第二章 人类的环境伦理观	(65)
第一节 环境伦理观的由来	(66)
第二节 环境伦理观的主要内容	(72)
第三节 环境伦理与人类行为方式	(79)
第三章 可持续发展的基本理论与实施	(88)
第一节 可持续发展战略的由来	(89)
第二节 可持续发展的基本理论	(94)
第三节 可持续发展战略的实施途径	(98)
第四章 环境管理、环境法规与环境经济	(117)
第一节 环境管理	(118)
第二节 环境法规	(122)
第三节 环境经济	(126)

第五章 清洁生产	(132)
第一节 清洁生产的原理和概念	(133)
第二节 实施清洁生产的主要途径	(144)
第三节 清洁产品	(156)
第四节 清洁能源	(167)
第六章 环境污染防治技术	(182)
第一节 水污染防治技术	(183)
第二节 大气污染防治技术	(192)
第三节 固体废物污染防治技术	(203)
第四节 噪声污染防治技术	(209)
第七章 生态工程与生态环境建设	(215)
第一节 生态工程的概念与类型	(216)
第二节 生态农业	(217)
第三节 生态城市	(222)
第四节 全国生态环境建设规划	(226)
结束语	(233)

绪 论

人类所生存的地球，是茫茫宇宙中惟一发现了智能生命的星球。长期以来，人类虽然依赖地球获得了生存所需要的一切基本生活资料，又常受到地球上自然力的威胁冲击，但人类对地球的了解是十分不够甚至可以说是完全不了解的。随着科学技术的进步，人类对地球的认识日益深化，更对地球采取了种种行动，以改善人类的生存条件，提高人类的生活水准。但人类的行动所产生的后果是双重性的，一方面人类的生活确实不可同日而语了，人类将之称为“征服自然的胜利”，另一方面却是人类发展带来的众多环境问题，环境污染，生态破坏，资源耗竭，气候变化，生物多样性减少，臭氧层出现空洞……使人类受到严峻的挑战。

在进入 21 世纪的重要时刻，人类终于发现正是不恰当的发展危害了地球，而人类正在受到地球自然力的报复。为了将人类与地球的关系由对抗转变为协调，为了确保人类这一美好的家园能永葆青春，人类正在作新的努力，并提出了可持续发展的新战略。

要了解环境问题的由来和危害，要认识可持续发展战略的实质和重要性，最重要的是要了解地球环境，认识人类活动与环境的关系。以下将分别就地球环境的基本特征；生态系统的概念、组成和特点；人类活动对环境与生态环境的影响作一简要叙述。

配合该部分内容的学习媒体有：录像教材 1 学时和 VCD 光盘。

学习目标

1. 了解地球环境的基本特征，包括地球上的各项环境要素、各圈层的组成、特性以及圈层之间的相互关系。



指大自然赋予的各种能力。

环境体系由于人类的活动或自然原因引起环境质量恶化及生态系统失调，给人类的生活和生产造成不利的影响或严重的灾难，阻碍人类的生存和经济的发展，这种人与环境之间的互相对立、互相冲突、互不相容的现象，称为环境问题。

2. 认识并理解生态环境的基本概念、生态系统的组成及其主要特点。
3. 掌握人类活动对地球环境和生态系统所产生的影响。

学习建议

本章是学习其他各章的基础，涉及的基本概念和基本知识较多。希望认真阅读全文，结合录像教材或 VCD 光盘加深对该章内容的认识和理解，并认真完成思考题。

一、地球环境的基本特征

地球环境丰富多样，适合生物的生存和繁衍。地球上的各种环境要素，例如空气、阳光、水、土壤、矿物、岩石和生物等，构成了不同的圈层，包括大气圈、水圈、土壤圈、生物圈和岩石圈。

1. 地球各圈层的发育

地球在 46 亿年前形成的时候，是一个炙热的大火球，还没有圈层的分化。地球外面包围着原始大气，主要由氢气 (H_2)、甲烷 (CH_4)、氨 (NH_3) 和水蒸气等组成，是一个还原性的大气圈。大约 38 亿年以前，在某种机制的作用下，地球上出现了液态水，水的出现是地球发育史的第一个重大事件。水分的蒸发和降雨，降低了地表的温度，产生了河流、湖泊和海洋，为地球生命的出现创造了最基本的条件。

地球史上第二个重大事件是生命的出现。南非地层中发现的 30 亿年以前的细菌化石为地球生命的起源提供了确凿的证据，尽管对生命起源的机制也有种种不同看法，但一般都认为生命起源于海洋。因为当时还原性的大气圈还不能向地球提供必要的保护，使之免遭强大的太阳紫外线的袭击。

早期细菌通过发酵作用取得能量，并在生命过程中放出 CO_2 ，逐渐改变原始大气的组成。到大约 20 亿年前，出现了更为进化的细菌和蓝藻一类生物，开始了一种新的生命过程——光合作用，使大气圈中首次出现 O_2 。有两种地质学证据证明 O_2 的出现：20 亿年以前的叠层石未遭氧化，而此后的叠层石已被氧化，20 亿年前形成的许多有经济价值的富铁岩石是海洋中还原态铁被氧化后沉积的。

经过大约 4 亿年的积累，到距今 16 亿年以前，一个含氧的大气圈终于形成。性质极其活泼的 O_2 对大气圈进行了一场“氧革命”，它与 CH_4 作



地球环境的要素是指地球环境中对人类生存最重要的基本成分。

用生成 CO_2 和 H_2O ，与 NH_3 作用生成 N_2 和 H_2O ，在高空中 O_2 分子相互作用生成 O_3 。这些反应不仅进一步改变了大气圈的组成，而且 O_3 在高空的积累逐渐形成了保护地球的臭氧层，为更高等的海洋生物进化和生命登陆创造了条件。

此后，生命进化的过程加速，12 亿年前出现最早的真核细胞，5 亿年前出现海洋无脊椎动物，4.5 亿年以前，在温暖湿润的河口地带，一种叫做顶囊蕨的植物开始登陆，哺乳类动物出现在 2 亿年前。今天，大约有 500 万至 5 000 万种生物组成了五彩缤纷的生物界，构成了包括人类在内的生物圈。

生物的出现，将大气圈中大量的 CO_2 转移到岩石圈中，形成了大量的碳酸盐岩石，不仅改变了岩石圈的组成，而且生物与岩石风化物的相互作用，在地表上形成了土壤。可见，土壤圈的形成是与生物圈息息相关、互相促进的，第四纪多次出现的冰川作用，将大多数古土壤消灭殆尽，只有小部分残存在第四纪冰川影响不及的地方，成为研究环境变化的一种证据。

从地球各圈层发育的过程中，我们又一次看到生物的能动作用，可以毫不夸张地说，地球今天的面貌是生物创造的，爱护和保护生物圈，就是爱护和保护地球和人类的现在和未来。

2. 地球各圈层的特征及其相互关系

(1) 大气圈

大气圈是地球外面由各种气体和悬浮物组成的复杂流体系统，是在生命活动参与下长期发育而形成的。地表以上大气的浓度随着高度逐渐减少，因此大气圈的上限难以精确确定，一般把大气圈的厚度定为 1 000km。

目前世界普遍采用的大气圈分层方法是 1963 年世界气象组织 (WMO) 执行委员会正式通过的国际大地测量和地球物理联合会 (IUGG) 建议的分层系统，即根据大气温度垂直变化特征，将大气圈分为对流层、平流层、中间层、热成层和逸散层。其在大气圈的垂直分布和各层气压变化如图绪 1 所示。以下对各层分别作简要说明：

对流层位于大气圈的最下层，平均厚度为 12km，是大气圈中最活跃的一层，存在强烈的垂直对流作用和水平运动。对流层中水汽和尘埃含量较高，雷电、雨雪、云雾、霜、雹等天气现象与过程都发生在这一层，对人类影响也最大。通常所指的大气污染就是对此层而言，尤其是在 1~2km 高度范围内，因地形、生物等影响，空气运动更是复杂多变，对流层的另一重要性质是大气温度随高度增加而下降，其平均递减率为 $6.5^\circ\text{C}/\text{km}$ 。

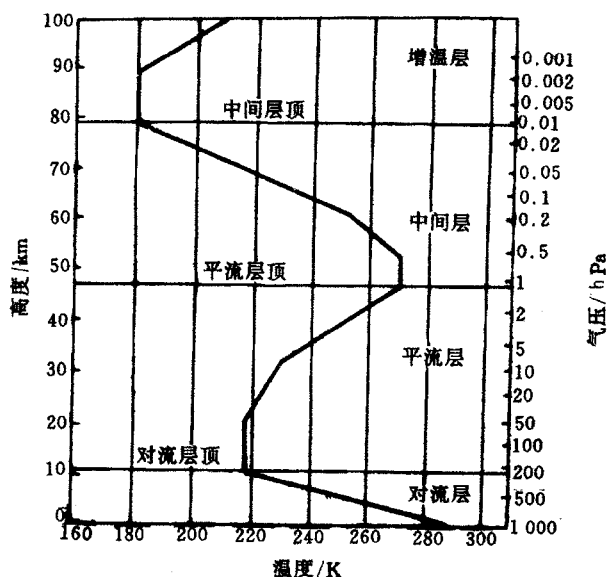


第四纪是最新的地质时期的名称，即距今约 250 万年以来的时期。

大气圈的定义。



TV₁₋₁



图绪 1 大气圈垂直温度剖面 and 分层

资料来源：汤懋苍，理论气候学概论，1989

平流层位于对流层顶至大约 50km 的高度，也叫同温层。其下部有一明显的稳定层，温度基本上不随高度而变化，近似等温状态，此层以上，温度又随高度增加而上升，这主要是由于地表辐射影响的减少和氧及臭氧对太阳辐射吸收加热，使大气温度上升。这种温度结构抑制了大气的垂直运动，而以水平运动为主，由于水汽和尘埃含量极少，对流层中没有云雨等天气现象。在大约 50km 的高度上气温达到最高值，这就是平流层顶。

中间层位于平流层顶到大约 80km 的高度，温度随高度增加而下降，到中间层顶达到最低值，是大气圈中最冷的一层。该层中又有大气的垂直对流运动，虽然水汽浓度极低，但由于对流运动的发展，在某些条件下能出现夜光云，在约 60km 高度，大气分子开始电离。

热成层位于中间层顶以上，又称增温层或电离层。温度随高度增加急剧上升。该层空气分子在各种射线作用下大都发生电离，成为原子、离子和自由电子。

逸散层位于热成层之上，也称外大气层，是大气圈的最外层，大约延伸至 800km 的高度。这里大气极其稀薄，地心引力微弱，大气质点之间鲜有碰撞，有些运动速度较快的质点完全摆脱地球引力而逸入宇宙空间。

组成地球大气的多种成分可分为稳定组分和不稳定组分，前者包括氮、氢、氩、氦、氖、甲烷、氢、氙等。这些气体之间的比例，从地表到

90km 的高度范围内都是稳定的。大气的不稳定组分包括二氧化碳、二氧化硫、臭氧和水汽等，此外，大气中还含有一些固态和液态杂质，主要是火山、地震、岩石风化、森林火灾和人为活动产生的烟尘、硫化物和氮氧化物等。

地球各圈层，尤其是生物圈各组分，与大气圈保持着十分密切的物质和能量的交换，使大气各组分之间保持着极其精巧的平衡，这种平衡一旦遭到破坏，就会对整个生物圈造成灾难性的生态后果，人类赖以生存的环境亦会遭到破坏。

如果大气圈氧浓度下降，则不仅生活在低海拔的人会经受高山反应之苦，而且氧化反应受到抑制，燃料燃烧产生的一氧化碳等有毒气体就积累在大气圈。相反，如果大气氧浓度增高，譬如从现有的 21% 增高至 25%，则雷电就能把嫩枝和草地点燃造成连绵不断的火灾，使全球植被遭到破坏。但目前还没有观测到大气氧浓度的这种戏剧性变化。然而，作为大气微量组分的一些气体浓度已经发生实质性变化则是不争的事实，其中最引人注目的是 CO_2 和 O_3 等气体浓度的变化，一定浓度 CO_2 的存在对地表温度的调节至为重要，因为 CO_2 和某些气体具有能让太阳辐射中的短波辐射通过而滞留地表长波辐射，从而使地表增温的效应，即所谓**温室效应**，此类气体称为**温室气体**。若无这些温室气体的存在，有关计算推断地球的年平均温度应为 -18°C ，而不是现在的 $13\sim 15^\circ\text{C}$ ，就是说，天然的温室效应使全球温度上升了 $31\sim 33^\circ\text{C}$ 。



温室效应及温室气体的概念。人类活动造成的温室气体及温室效应详见第一章。

(2) 水圈

生命是从水中起源的，生物的生存离不开水。人体中 65% 的重量是水，成年人身体中平均含水 $40\sim 50\text{kg}$ ，每天要消耗和补充 3.5kg 水，人体失水 12% 以上就会导致死亡，全球生物体内所含的水分约占淡水总量的 0.0003%。

海洋和陆地上的液态水和固态水构成一个大体连续的圈层覆盖在地球表面，称为**水圈**。它包括江河湖海中一切淡水和咸水、土壤水、浅层和深层地下水以及南北两极冰帽和各大陆高山冰川中的冰，还包括大气圈中的水蒸气和水滴，这是全球水循环中的一个重要环节。



水圈的概念。

地球上海洋面积占总面积的 71%，全世界的总水量约有 $1.4\times 10^9\text{km}^3$ 之多，它的存在形式多种多样，有海洋水、冰川水、湖泊水、沼泽水、江河水、土壤水、大气水和生物水等。水在地球的分布很不均匀，水质也很不相同，地球上 97.3% 的水是含盐的海洋水，人类难以直接利用。其余 2.3% 的陆地水中，又有 68.7% 是以冰川和冰帽的形式存在于南北极和高

山地区，亦难以被人类直接利用。

按海陆之间的水量平衡计算，每年流经陆地进入海洋的总水量约为 $4 \times 10^4 \text{ km}^3$ 。但是，其中的 70%，即 $2.8 \times 10^4 \text{ km}^3$ 为洪水径流，一般在一天至数天内宣泄入海，非人力可以挽留。另有 $5\,000 \text{ km}^3$ 流经无人区，如热带丛林和寒带冻原，无人问津，可供人类利用的稳定径流量只有 $7\,000 \text{ km}^3$ 。为了截取洪水径流，人们修筑了许多大小水库，迄今全世界水库的总库容达到了 $2\,000 \text{ km}^3$ ，约占全球总径流量的 16.7%，使人类可利用的淡水量达到 $9\,000 \text{ km}^3$ 。

水圈与大气圈、土壤圈以至岩石圈都有密切的关系，受气候和地理条件的影响，地球上不同国家水资源和人口的分布都极不均匀，北非和中东许多国家，如埃及和沙特阿拉伯等国，降水量少，蒸发量大，因此径流量很小。人均和单位面积土地的淡水占有量都极少，相反，冰岛、厄瓜多尔、印度尼西亚等国，其单位面积土地的淡水占有量比贫水国高出 1 000 倍以上。

(3) 土壤圈

土壤是地球陆地上能供植物生长与繁殖的疏松表层，地球表面除了江河湖海等水体和两极冰盖与高山冰川覆盖的地区以外，几乎都有土壤存在，即使在岩石或流沙覆盖的地方，也可能有原始土壤和风沙土的发育。因此，各种土壤在地球表面形成一个断续分布的圈层，覆盖于岩石圈之上，其厚度由几厘米至几米不等。在炎热湿润的热带亚热带地区，有些土壤的厚度可能达几十米，这就是土壤圈存在的范围。



土壤圈的概念。

土壤圈同样会受其他圈层的影响，气候干燥与湿润对土壤的性质有着决定性的影响，土壤中与土壤表面的生物群落及其新陈代谢活动都会造成土壤性质的变化。

人类赖以生存的大部分食物，是依仗土壤培育的。耕地面积的短缺和质量的降低，正在威胁着人类的生存。

(4) 岩石圈

岩石圈是人类生存环境中最下面的一个圈层，又是地球内部各圈层的最外层（参见图绪 2）。众所周知，地球内部也分成几个圈层，从地心向外，分别是固态内核、液态外核、地幔和地壳，本书将岩石圈看作地壳的同义语，包括地球最外层的岩石风化壳和土壤，平均厚度为 33~35km。

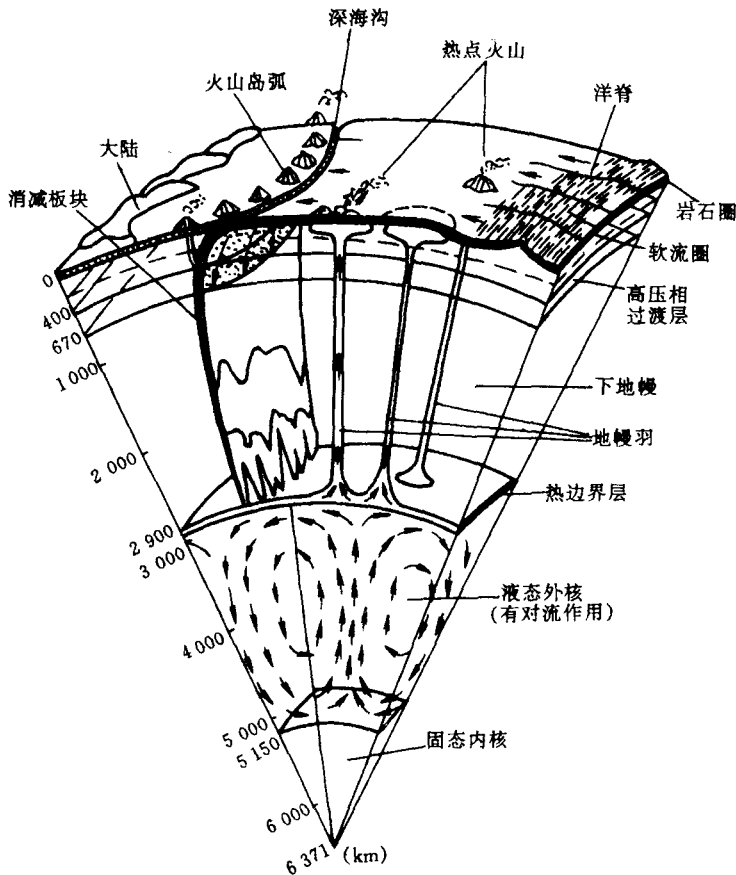


岩石圈的概念。

岩石圈质量仅占地球的 0.2%，厚度仅及地球半径的 0.5%，形象地说，就像一只苹果的外皮那样薄薄的一层。然而正是这个薄层内包含了大陆与海盆，也是大陆与海洋沉积物、海洋盐类、大气圈气体、地球上一切自由水的源泉。同时，它还是人类所需各种化石燃料和矿物原料的储藏所。

现代科学技术已能毫无困难地把人送上 10km 的高空，把少数人发射

到月球上作短暂的停留，数以百计的人造卫星在轨道上作环球飞行，少数航天器甚至飞向火星和更遥远的星系。然而人类向地球内部的进军却困难得多，迄今只有少数钻孔能达到 10km 的深度，可谓“上天有路、入地无门”。但是人类的种种活动毕竟给岩石圈带来一定影响，在某些地方这种影响还相当强烈，甚至造成严重后果。



图绪 2 地球内部各圈层

资料来源: Stroach, 1991

应该注意的是，岩石圈又是其上面各圈层的基础，并且与各圈层相互作用，进行着物质与能量的交流，对岩石圈的任何干预，也必将对其他圈层发生影响。

(5) 生物圈

生物圈的概念是 1875 年奥地利地质学家休斯 (Eduard Suess) 首次引进自然科学的，但直至 20 世纪 20 年代前苏联地球化学家维尔纳茨基