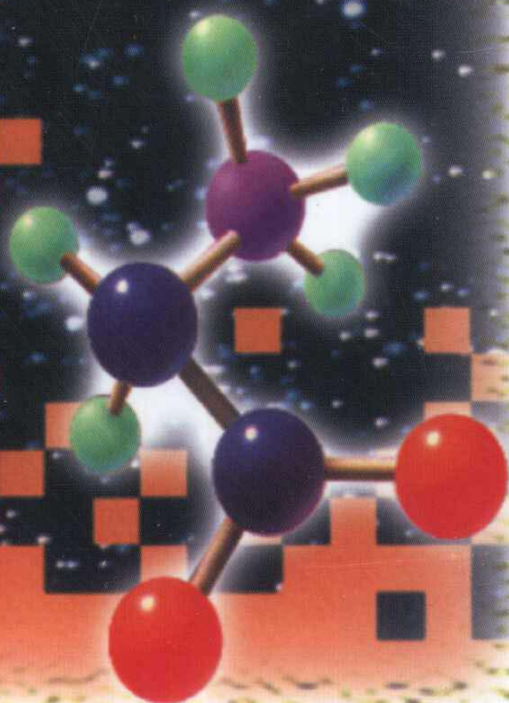
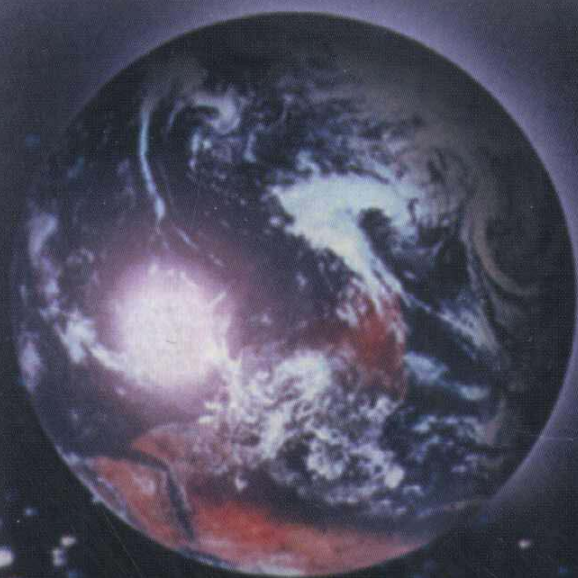




中国科学院研究生教学丛书



# 环境地理学导论

朱颜明 何岩 等 编著

科学出版社



464

X144-43

中国科学院研究生教学丛书

283

# 环境地理学导论

朱颜明 何岩 等 编著

科学出版社

2002

## 内 容 简 介

环境是人类赖以生存的所有因素和条件的综合体。环境与发展已成为当今国际普遍关注的重大问题。环境地理学是一门新兴的地理学与环境科学交叉的边缘科学,它是从人地关系的整体思路出发,研究地球各圈层的环境变化以及它们与人类活动之间的关系的。

本书是供研究生用的该学科的基础理论著作,内容丰富、全面系统。全书共分十章,分别介绍了地球环境演化与环境问题的产生;环境地理学的学科范畴、形成和发展;大气环境、水环境、岩石圈表生环境、土壤和生物环境的环境变化及其与人类活动的相互作用和影响;自然的和人为的地球化学异常引发的疾病的产生与防治;21世纪面临的重大环境问题;资源与环境可持续发展以及环境地理学的研究方法等问题。

本书主要可供中国科学院各研究所及有关高等学校环境科学、地理学、地球化学、土壤学、生态学以及相关学科的硕士、博士研究生作为教学参考书,也可供有关科研部门和高等学校的科研人员及管理干部参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

环境地理学导论/朱颜明,何岩等编著. —北京:科学出版社,2002

(中国科学院研究生教学丛书)

ISBN 7-03-010477-3

I. 环… II. ①朱…②何… III. 环境地理学-研究生-教材 IV. X144

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 040062 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

西保印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2002年8月第一版 开本:787×1092 1/16

2002年8月第一次印刷 印张:19 1/2

印数:1—3 000 字数:440 000

定价:29.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

# 前 言

自 1972 年联合国人类环境会议发表“人类环境宣言”以来,环境问题已成为全球性问题引起世界各国的普遍关注。在 46 亿年前诞生、拥有 150 万种生物的地球上,人类已经整整度过了 300 万年的漫长岁月,他们全力以赴地与那些不顺从的自然力作斗争,很少关心自身活动可能产生的最终后果。自从人类社会进入工业化以后,无节制的开发活动造成的环境污染和生态破坏,开始从全球规模的空间尺度上威胁着人类的生存和发展。如果没有充分的知识和不能采取明智的行动,将会给支持人类生存的地球环境造成巨大的无可挽回的损失。因此,保护地球环境,是生活在这个星球上的全人类的共同责任。

地理学研究的地理环境,是由自然环境、经济环境和社会环境相互重叠、相互联系构成的整体,它与环境科学领域所研究的“环境”有若干共同点,就研究客体而言,两者是统一的。因此,世界上许多具有开拓精神的地理学家,较早地从传统的地理学观念中解脱出来,着眼于在更广泛的领域中探索人与环境的关系,近 20 多年来又从理论、方法以及实践等方面使环境科学研究出现了崭新的局面,为环境科学的发展、为解决日趋突出的环境问题作出了巨大的贡献,并从而形成和产生了今天的环境地理学。由于环境地理学是一门正在形成与发展的学科,许多认识还有待于逐步探讨、深化和统一,而国内目前还没有一本专门讨论环境地理学的书籍。为了适应 21 世纪我国环境地理学高级人才培养的需要,我们在科研和研究生教学实践基础上编写了这本《环境地理学导论》教学参考书。

从系统科学的观点看,人类的生存环境是由大气圈、水圈、岩石圈和生物圈组成的地球环境系统。地球环境系统的四个子系统相互联系、相互制约并受到人类活动的强烈影响。大气子系统、水环境子系统和岩石土壤子系统是地球环境系统的基本组成部分。生物子系统是依靠前面三个子系统而存在的。同时,生物子系统又是地球环境系统中最活跃的子系统,环境系统的物质循环、能量转换、信息传递功能主要是靠生物子系统带动的。因此,本书在编写结构上,主要按照陆地系统(大气圈、水圈、岩石圈、土圈和生物圈)的过程进行阐述。虽然考虑的环境过程是自然地理学所关注的领域,但强调的却是人类活动对自然环境过程的影响及程度。

本书共分 10 章。第一章绪论,从环境、环境演化与环境问题的内涵入手,阐述环境地理学的形成与发展、研究内容与任务。第二、三、四、五、六章大气环境、水环境、土壤环境、生物环境和岩石圈及其表生环境,分别论述大气环境系统、水环境系统、岩石系统及土壤和生物系统的自然演化过程中和人类活动影响下环境变化的特点。第七章地理环境与人体健康,讨论地表原生地球化学异常引起的地方性疾病和人为环境污染引发的公害病的产生与防治。第八章全球环境问题,在世界环境问题发展回顾基础上,从环境地理学角度针对 21 世纪的重大环境问题进行评价和讨论。第九章可持续发展,在讨论可持续发展内涵基础上,提出资源、环境可持续发展战略的制定与管理。第十章环境地理学的研究方法,重点介绍常用的野外调查与观测、实验室分析测试、数据处理与计算机模拟、环境地理制图和地理信息系统等技术的应用。

本书是在中国科学院人事教育局的支持下,由中国科学院长春地理研究所组织本所和东北师范大学环境科学研究所的部分研究生导师共同编写完成的。各章的分工是:第一章,朱颜明;第二章,姜建祥;第三章,何岩、朱颜明;第四章,刘景双;第五章,张柏;第六章,邓伟;第七章,朱颜明;第八章,朱颜明;第九章,尚金城;第十章,尚金城。全书由朱颜明、何岩修改定稿。由于环境地理学是一门新兴的边缘学科,综合性强,研究内容广泛,加之编写者的学识水平所限,其中错误或不足之处在所难免,敬请读者批评指出,以便再版时更正。

本书编写过程中得到中国科学院地理科学与资源研究所章申院士、北京大学城市与环境科学系陈静生教授的指导。中国科学院长春地理研究所环境地理研究室张学林研究员参与编写提纲的讨论并提供了有关资料。科学出版社的领导和编辑为本书的出版付出辛勤的劳动。在此,一并表示诚挚的感谢!

书中我们还引用了大量的书、刊资料,在本书出版之际,我们向这些参考文献的作者们致以衷心的感谢!

编著者

2002 年 3 月

# 目 录

## 《中国科学院研究生教学丛书》序

### 前言

<b>第一章 绪论</b> .....	1
<b>第一节 环境、环境系统和环境问题</b> .....	1
一、环境的概念和分类 .....	1
二、环境系统 .....	3
三、人地关系与环境问题 .....	7
<b>第二节 环境地理学研究的对象、内容、任务及学科地位</b> .....	11
一、环境地理学研究的对象、内容和任务 .....	11
二、环境地理学的学科地位 .....	12
<b>第三节 环境地理学的形成和发展</b> .....	13
一、环境地理学的形成 .....	13
二、环境地理学的发展历史 .....	14
三、我国环境地理学研究进展 .....	15
<b>参考文献</b> .....	18
<b>第二章 大气环境</b> .....	20
<b>第一节 大气基本性质</b> .....	20
一、大气的组成 .....	20
二、大气的能量 .....	20
三、大气的水平运动 .....	22
<b>第二节 大气污染化学</b> .....	23
一、大气污染物 .....	23
二、烃 .....	25
三、光化学 .....	27
四、二氧化硫化学 .....	30
五、气溶胶化学 .....	31
<b>第三节 湍流和湍流扩散的基本理论</b> .....	32
一、大气湍流的基本概念 .....	32
二、湍流运动方程 .....	33
三、湍流扩散的基本理论 .....	34
<b>第四节 影响污染物在大气中散布的其他过程</b> .....	40

一、烟气抬升理论 .....	41
二、干沉积对污染物扩散的影响 .....	43
三、大气污染物的降水清洗过程 .....	44
第五节 几种典型下垫面上的大气扩散 .....	45
一、城市大气扩散 .....	45
二、山区大气扩散 .....	49
参考文献 .....	51
<b>第三章 水环境</b> .....	<b>53</b>
<b>第一节 水圈与水环境</b> .....	<b>53</b>
一、水圈的结构 .....	53
二、地球水环境的基本特点 .....	55
<b>第二节 地球水资源</b> .....	<b>56</b>
一、地球上水的分布 .....	56
二、全球水循环 .....	56
三、人类活动对水循环的影响 .....	59
四、水资源利用 .....	60
<b>第三节 天然水的基本特征</b> .....	<b>64</b>
一、天然水的物质组成 .....	64
二、天然水的理化性质 .....	66
三、天然水的化学分类 .....	69
四、影响天然水化学组成的自然环境因素 .....	71
<b>第四节 天然水物质组成的人为变化</b> .....	<b>73</b>
一、水体和水体污染 .....	73
二、水体污染物的来源和种类 .....	75
<b>第五节 水体的自净过程——污染物在水环境中的迁移转化</b> .....	<b>79</b>
一、水体的自净作用 .....	79
二、水体自净机制及其影响因素 .....	80
三、污染物在水环境中的迁移转化 .....	82
参考文献 .....	85
<b>第四章 土壤环境</b> .....	<b>86</b>
<b>第一节 土壤圈</b> .....	<b>86</b>
一、土壤形成的影响因素 .....	86
二、人类活动对土壤形成的干扰 .....	90
三、土壤分布 .....	92
<b>第二节 土壤理化性质</b> .....	<b>94</b>
一、土壤物理性质 .....	94
二、土壤化学性质 .....	97

第三节	土壤物质循环	100
一、	影响土壤物质循环的自然因素	101
二、	土壤物质循环的人为影响	105
三、	生物地球化学过程和模式	106
第四节	人类活动对土壤环境的影响	108
一、	土地利用对土壤环境的影响	108
二、	污染物对土壤环境的影响	109
三、	工程建设对土壤环境的影响	110
第五节	土壤环境保护	110
一、	土壤自净能力与土壤环境容量	110
二、	土壤环境中污染物的迁移转化	111
三、	土壤退化与土壤环境保护	114
	参考文献	117
<b>第五章</b>	<b>生物环境</b>	<b>118</b>
第一节	生物圈	118
一、	生物圈的形成	118
二、	生物圈的特点与范围	119
第二节	生物与环境	120
一、	生物与环境关系的基本原理	120
二、	生物群落的结构与演替	122
三、	生物的环境制约	124
第三节	生态系统	124
一、	生态系统的组成	125
二、	生态系统的结构	126
三、	生态系统的功能	127
四、	生态系统的类型	130
第四节	生态平衡	130
一、	生态平衡的含义	130
二、	生态平衡失调的因素	131
三、	维持生态平衡的途径	132
第五节	环境污染的生态效应	133
一、	污染物对群落结构与功能的影响	133
二、	大气污染对生态系统的影响	134
三、	水体污染对生态系统的影响	136
四、	土壤污染对生态系统的影响	136
第六节	生物监测	137
一、	环境质量的生物评价与监测	137



二、监测生物及指标的选择 .....	138
三、生物监测的基本方法 .....	140
第七节 环境污染治理的生物技术与生态工程修复 .....	141
一、环境污染治理的生物技术 .....	141
二、生态工程修复 .....	143
参考文献 .....	144
<b>第六章 岩石圈及其表生环境</b> .....	<b>146</b>
<b>第一节 岩石圈及其组成</b> .....	<b>146</b>
一、岩石类型及其化学组成 .....	147
二、表生带后生过程的特点 .....	151
<b>第二节 风化壳及元素表生迁移</b> .....	<b>153</b>
一、风化壳的地带性特征 .....	153
二、表生带元素迁移与富集 .....	157
三、影响表生带元素迁移的因素 .....	161
<b>第三节 人类活动对表生带的影响</b> .....	<b>163</b>
一、人类活动——表生环境变化的强大地球化学营力 .....	163
二、人类活动影响的主要领域 .....	164
三、人类活动影响的途径和规模 .....	165
<b>第四节 矿产资源开发对表生环境的影响</b> .....	<b>167</b>
一、采矿对地表形态的影响 .....	168
二、采矿对土壤环境的影响 .....	168
三、采矿对水环境的影响 .....	168
四、采矿对生物群落的影响 .....	169
五、采矿对景观美学的影响 .....	169
参考文献 .....	169
<b>第七章 地理环境与人体健康</b> .....	<b>171</b>
<b>第一节 人与环境的关系</b> .....	<b>171</b>
一、人体中的元素 .....	172
二、地理环境与健康 .....	172
三、化学元素与人体健康 .....	174
<b>第二节 原生环境引起的地方性疾病</b> .....	<b>179</b>
一、环境异常 .....	179
二、地方性疾病的地理流行特点 .....	179
三、自然疫源性疾病 .....	181
四、生物地球化学性疾病 .....	182
<b>第三节 人类地球化学活动的健康效应</b> .....	<b>184</b>
一、环境污染的健康危害 .....	185

二、物理污染的健康影响 .....	187
三、化学污染的健康危害 .....	189
四、生物性污染的健康影响 .....	193
第四节 地理环境的改造与优化 .....	194
一、生态风险评价 .....	195
二、人类生存环境的优化 .....	197
参考文献 .....	198
<b>第八章 全球环境问题 .....</b>	<b>199</b>
第一节 世界环境问题回顾 .....	199
一、发达国家环境质量趋向改善 .....	199
二、发展中国家环境质量继续恶化 .....	200
三、我国环境保护的成就及存在问题 .....	201
第二节 21 世纪的主要环境问题 .....	204
一、全球气候变暖 .....	204
二、臭氧层耗损 .....	208
三、酸雨 .....	211
四、生物多样性减少 .....	213
五、森林生态功能降低 .....	216
六、淡水资源危机 .....	218
七、耕地资源的损失和破坏 .....	223
第三节 环境地理学在全球环境问题研究中的作用 .....	228
一、全球环境问题研究的特点 .....	228
二、环境地理学研究的作用 .....	228
参考文献 .....	229
<b>第九章 资源、环境与可持续发展 .....</b>	<b>231</b>
第一节 可持续发展的内涵 .....	231
一、可持续发展的由来 .....	231
二、可持续发展的内涵 .....	232
三、中国可持续发展及实施对策 .....	235
第二节 资源、环境与可持续发展 .....	240
一、资源开发利用与可持续发展 .....	240
二、环境保护与可持续发展 .....	243
第三节 区域可持续发展战略的制定与管理 .....	245
一、区域可持续发展战略的模式系统 .....	245
二、区域可持续发展战略的制定 .....	247
三、区域可持续发展战略的管理 .....	250
参考文献 .....	254

<b>第十章 环境地理学研究方法</b> .....	255
<b>第一节 地理环境野外调查与观测</b> .....	255
一、地形图与遥感资料的应用.....	255
二、环境背景野外调查.....	258
三、地理环境摄影与素描.....	260
<b>第二节 环境监测</b> .....	261
一、环境监测的特点与原则.....	261
二、环境要素野外监测.....	262
<b>第三节 监测的质量保证和分析方法</b> .....	270
一、监测的质量保证.....	270
二、环境分析方法.....	273
<b>第四节 环境信息数据处理与计算机模拟</b> .....	277
一、环境信息数据类型.....	277
二、环境信息数据的简缩、转换及标准化.....	278
三、环境信息计算机模拟.....	280
<b>第五节 环境地理制图</b> .....	284
一、环境地理图的编制与表示方法.....	284
二、环境地理背景图.....	287
三、环境地理现状与质量评价图.....	289
四、环境地理规划图.....	290
<b>第六节 环境地理信息系统</b> .....	291
一、环境地理信息系统的内涵与特点.....	291
二、环境地理信息系统的设计.....	293
三、环境地理信息系统的应用.....	294
<b>参考文献</b> .....	297



# 第一章 绪论

## 第一节 环境、环境系统和环境问题

### 一、环境的概念和分类

#### 1. 环境的概念

“环境”是一个泛指的名词,内容和含义极为丰富。从哲学角度,环境是一个抽象的、相对的概念,是相对于主体而言的客体。人类对环境概念的建立是从18世纪开始的。首先是生物进化论者布丰(Buffon, 1707~1788)、拉马克(Lamarck, 1744~1829)、S. 伊来尔(Hilaire, 1772~1844)等人把生物种的变异与周围环境的变化系统起来,而建立了周围环境的概念。接着由哲学家孔德(Comte, 1798~1857)把周围环境概括为“环境”一词,它代表生物四周的一切环境情况。以后,地理学家莱克鲁斯(E. Reclus, 1830~1905)等引用环境一词确立了地理环境的概念,并把它理解为围绕人类的自然现象的总体。19世纪后半叶,以斯宾塞(Spencer, 1820~1903)为代表的社会学家把环境概念引入社会学。从此,“环境”这一名词就广泛地在这些领域中应用起来(董汉飞, 1984)。

目前,虽然许多学科的内容都涉及环境,但真正把环境作为实体加以研究的主要只有生物学中的生态学、地球科学中的地理学和新近发展起来的环境科学。由于环境是一个相对于主体而言的客体,上述学科主体界定的差异,其环境的含义就各不相同。生态学领域主要研究生物与环境的关系,其环境是以动物、植物和微生物为主体的生态环境,环境科学领域主要研究人类与环境的关系,其环境是以人类为主体的人类环境,地理学主要研究人类社会与环境的关系,其环境是以人类社会为主体的地理环境。在环境地理学的研究中,通常把环境理解为人类赖以生存和发展的所有因素(物质和能量)和条件(地质地貌、大气、水、土壤、生物)的综合。此外,在世界各国的一些环境保护法规中,还常常把环境中应当保护的要素或对象界定为环境。如我国环境保护法明确指出,本法所称环境是指:“大气、水、土地、矿藏、森林、草原、野生动物、野生植物、名胜古迹、风景游览区、温泉、疗养区、自然保护区、生活居住区等。”这是一种工作定义,目的在于明确法律适用对象和范围,保证法律准确实施。

#### 2. 环境的分类

环境是由许多环境因素共同构成的复杂的体系,目前尚未形成统一的分类方法。通常按环境的主体、环境的范围或空间结构、环境的要素或介质类别和环境的性质或功能进行分类。

### 1) 按环境的空间结构分类

以人类为主体,按围绕人类周围环境的空间规模划分,可将环境分为居室环境、聚落环境、区域环境、地球环境和宇宙环境。

(1) 居室环境 居室环境是相对封闭和狭小的人造环境。

(2) 聚落环境 聚落环境是人类聚居场所的环境,它是人类对自然环境进行人工改造形成的。按聚落环境的性质和功能,又可分为城市环境和村落环境。

(3) 区域环境 区域环境是指具有相似环境背景、独特结构和特征的空间地域范围。按功能,区域环境可分为自然区域环境、社会区域环境、旅游区域环境、农业区域环境等。按性质和范围,可分为陆地环境、海洋环境和流域环境等。

(4) 地球环境 又称全球环境。地球环境是指具有整体意义和全球性特点的环境条件,地球环境的结构具有圈层性,包括大气圈、水圈、土壤-岩石圈、生物圈等自然圈层和人类活动形成的社会圈。它们之间相互依赖、相互作用、相互渗透,共同构成人类生存的地球表层环境。

(5) 宇宙环境 又称星际环境,是人类环境最外层的大气层外环境。宇宙环境包括地球在太阳系中的位置和运动、宇宙空间的性质和状态。

### 2) 按环境的介质类别分类

人类的生存和活动空间,由四类基本环境介质组成,它们分别是大气环境、水环境、岩石-土壤环境和社会环境。

(1) 大气环境 大气环境是指围绕地球的大气层,其主要由氮和氧组成(约占总体积的98%);其次是二氧化碳和一些惰性气体。低层大气中含有水汽和其他杂质。

(2) 水环境 水环境是指地球表层的液体状态存在的水体,又称地表水圈;通常可分为陆地水和海洋水。陆地水又分为地表水和地下水。

(3) 岩石-土壤环境 岩石-土壤环境是地球表层的固体介质环境。暴露在地面的表层岩石经过长期的外力作用,逐渐变成颗粒细小的疏松层,即风化壳和土壤。它们是人类生存和发展的最重要物质来源。

(4) 社会环境 社会环境是人类社会发展过程中建立和形成的一类特殊环境介质。它包括客观存在的物质环境因素,也包括无形的精神文化环境因素。前者包括人工建筑设施、人类生产和生活的支撑系统等,后者包括人类知识体系、社会规范体系等。

### 3) 按环境的性质分类

从环境因素的本质属性出发,可将环境划分为物理环境、化学环境、生物环境和心理环境四类。

(1) 物理环境 物理环境是指人类生存和发展过程中产生直接影响的物理因素的组合,如光照、温度、重力、磁场、放射性、地面形态等。

(2) 化学环境 化学环境是指对人类生活和生产活动产生影响的各种化学因素和条件的组合。化学因素包括化学物质的性质和组成成分,化学条件包括酸碱度(pH)条件、氧化还原(Eh)条件等。

(3) 生物环境 生物环境是指影响人类生命活动,并为人类提供生存资源的所有生物因素的组合;通常包括植物、动物和微生物三类。

(4) 心理环境 心理环境是指对人的心理活动和心理状态可能产生影响的外部因素的组合。相对于物理、化学、生物客观环境而言,心理环境是一种主观的环境,它是属于感知的。如自然景观、居住条件、文化娱乐、宗教信仰、人际关系等。

## 二、环境系统

地球表面各种环境因素及其相互关系的总和,称为环境系统。环境系统由大气圈、水圈、土壤-岩石圈和生物圈组成,它们是一个不可分割的整体。环境系统又是一个开放系统,物质交换和能量流动不断地进行着,从而实现太阳能的转换、大气的运行、水分的循环和有机质与无机质的转化,成为一个动态平衡的体系。

### 1. 环境要素

构成人类环境整体的各个独立的、性质不同的而又服从整体演化规律的基本物质组分称为环境要素,也称环境基质。

#### 1) 环境要素的组成

环境要素分为自然环境要素和社会环境要素,通常多指自然环境要素。环境要素包括大气、水、土壤、岩石、生物和阳光等。

环境要素是组成环境的结构单元,环境的结构单元又组成环境整体,即环境系统。如由水组成水体,全部水体称为水圈;由大气组成大气层,全部大气层总称为大气圈;由土壤构成农田、草地,由岩石构成岩体,全部土壤、岩石构成的固体壳层称为土壤-岩石圈;由生物体组成生物群落,全部生物群落的集合称为生物圈。

#### 2) 环境要素的特点

环境要素具有一些十分重要的特点:

(1) 最小限制律 它是1840年由德国化学家J. V. 李比希首先提出的,20世纪初为英国科学家布莱克曼所发展而臻于完善。整个环境的质量,不能由环境诸要素的平均状况去决定,而是受环境诸要素中那个与最优状态差距最大的要素所控制。这就是说,环境质量的高低,取决于诸要素中处于“最低状态”那个要素,不能用其余的处于优良状态的环境要素去代替、去弥补。因此,在改造自然和改进环境质量时,必须对环境诸要素的优劣状态进行数值分类,循着由差到优的顺序,依次改造每个要素,使之均衡地达到最佳状态。

(2) 等值性 任何一个环境要素,对于环境质量的限制,只有当它们处于最差状态时,才具有等值性。这就是说,各个环境要素,无论它们本身在规模上或数量上是如何的不相同,但只要是一个独立的要素,那么对于环境质量的限制作用并无质的差异。这种等值性同最小限制律有密切的联系,不过前者强调要素间作用的比较,后者则是从制约环境质量的主导要素上着眼的。

(3) 环境的整体性大于环境诸要素的个体和 一个环境的性质,不等于组成该环境



各个要素性质之和,而是比这种“和”丰富得多,复杂得多。环境诸要素互相联系、互相作用所产生的集体效应,是个体效应基础上质的飞跃。研究环境要素不但要研究单要素的作用,还要探讨整个环境的作用机制,综合分析和归纳整体效应的表现。

(4) 环境诸要素虽然在地球演化史上出现有先后,但它们具有互相联系、互相依赖的特点。环境诸要素间的联系和依赖,主要通过以下途径:首先从演化意义上看,某些要素孕育着其他要素。在地球发展史上,岩石圈的形成成为大气的出现提供了条件,而岩石圈和大气圈的存在又为水的产生提供了条件;上述三者的存在,则又为生物的发生与发展提供了条件,每一个新要素的产生都能给环境整体带来巨大的影响。其次,环境诸要素的互相联系、相互作用和互相制约,是通过能量流在各个要素之间的传递,或通过能量形式在各个要素之间的转换来实现的。例如,地表面所接受的太阳辐射能,它可以转换成增加气温的显热;这种能量形式转换影响到整个环境要素间的相互的制约关系。第三,通过物质流在各个环境要素间的流通,即通过各个要素对于物质的贮存、释放、运转等环节的调控,使全部环境要素联系在一起。表示生物界取食关系的食物链就是明显的例子,从食物链可以清楚地看到环境诸要素间互相联系、互相依赖的关系。

## 2. 环境结构

环境结构是指环境要素的配置关系。

总体环境(包括自然环境和社会环境)的各个独立组成部分在空间上的配置,是描述总体环境的有序性和基本格局的宏观概念。环境的内部结构和相互作用,直接制约着环境的物质交换和能量流动的功能。人类赖以生存的环境,包括自然环境和社会环境两大部分,其各自具有不同的结构和特点。

### 1) 自然环境结构

从全球的自然环境看,可分为大气、陆地和海洋三大部分。聚集在地球周围的大气层,总质量约为  $5 \times 10^{15}$  t,约占地球总质量的百万分之一。大气的密度、温度、化学组成等都随着距地表的高度而变化。按大气温度随着距地表高度的分布可分为对流层、平流层、中间层、热层等。对流层与人类的关系极为密切,地球上的天气变化多发生在对流层内。陆地是地球表面未被海水浸没的部分,总面积约为 14 900 万  $\text{km}^2$ ,占地球表面积的 29.2% 左右。全球有六块大陆,按面积大小依次为欧亚大陆、非洲大陆、北美大陆、南美大陆、南极大陆和澳大利亚大陆。总面积约为 13 910 万  $\text{km}^2$ 。全球岛屿面积约为 970 多万  $\text{km}^2$ 。陆地环境的次级结构为:山地、丘陵、高原、平原、盆地;河流、湖泊、沼泽和冰川;还有森林、草原和荒漠。海洋是地球上广大连续水体的总称,面积有 36 100 万  $\text{km}^2$ ,占地球表面积的 70.8% 左右。海洋的次级结构为海岸(包括潮间带、海滨、海滩)、海峡、海湾,在海洋底部有大陆架、大陆坡、海台、海盆、海沟、海槽、礁石(岩礁和珊瑚礁)等。

### 2) 社会环境结构

社会环境结构,可分为城市、工矿区、村落、道路、桥梁、农田、牧场、林场、港口、旅游胜地及其他人工构筑物。

### 3) 环境结构的特点

就地球环境而言,环境结构的配置及其相互关系具有圈层性、地带性、节律性、等级性、稳定性和变异性的特点(中国大百科全书·环境科学,1983)。

(1) 圈层性 在垂直方向上,整个地球环境的结构具有同心圆状的圈层性。在地壳表面分布着土壤-岩石圈、水圈、生物圈、大气圈。在这种格局的支配下,地球上的环境系统,与这种圈层性相适应。地球表面是土壤-岩石圈、水圈、大气圈和生物圈的交会之处。这个无机界和有机界交互作用最集中的区域,为人类的生存和发展提供了最适宜的环境。另外,地球表面各处的重力作用相差无几,所获得的能量以及向外释放的能量处于同一数量级,因此使地球表面处于能量流动和物质循环被耦合在一处的特殊位置上。这对于植物的引种和传播,动物的活动和迁徙,环境系统的稳定和发展,均产生积极的作用。

(2) 地带性 在水平方向上,从赤道到两极,整个地球表面具有过渡状的分带性。太阳辐射能量到达地球表面,由于球面各处的位置、曲率和方向的不同,造成能量密度在地表分布的差异,因而产生了与纬线相平行的地带性结构格局。这种地带性分布的界线是模糊的、过渡状的。陆地和海洋,对于太阳辐射能量的吸收、反射、发射、贮存、转化等的方式和速率都有很大差异,这就引起地带性的畸变和扭曲。从赤道到两极的气候带依次为:赤道带(跨两个半球)、热带、亚热带、温带、亚寒带和寒带。其相应的土壤和植被带为:砖红壤赤道雨林带、红壤热带雨林带、棕色森林土亚热带常绿阔叶林带、灰化棕色森林土暖温带落叶阔叶林带、棕色灰化土温带针叶林和落叶林混交林带、寒温带明亮针叶林带。高山-深谷地区的地带性表现为随高度递变的规律性,这是因为温度随高度升高而迅速降低,降水和湿度在一定条件下则随高度升高而增加。在不同纬度中,垂直带有不同的表现形式,如在极地,冰雪带可降到海平面;在赤道带内的高山,则可自山麓赤道雨林带直到山巅的冰雪带,分为若干个垂直带。

(3) 节律性 在时间上,任何环境结构都具有谐波状的节律性。由于地球形状和运动的固有性质,在随着时间变化的过程中都具有明显的周期节律性,这是环境结构叠加上时间因素的四维空间的表现。如地表上无论何处都有昼夜交替现象,这种往复过程的影响,使白天生物量增加,夜晚减少;白天近地面空气中二氧化碳含量减少,夜晚增加。太阳辐射能、空气温度、水分蒸发、土壤呼吸强度、生物活动、风化强度、成土作用的日变化等,都受这种节律性的控制。在较大的时间尺度上,有一年四季的交替变化。对于更长时段而言,如太阳黑子活动周期、冰期间冰期的反复、海平面的升降变化、地球自转速度的快慢交替等,都隐含着环境结构的节律性。

(4) 等级性 在有机界的组成中,依照食物摄取关系,在生物群落的结构中具有阶梯状的等级性。地球表面的绿色植物利用环境中的光、热、水、气、土、矿物元素等无机成分,通过复杂的光合作用过程,形成碳水化合物;这种有机物质的生产者被高一级的消费者草食动物所取食;而草食动物又被更高一级的消费者肉食动物所取食;动植物死亡后,又为数量众多的各类微生物分解成为无机成分,形成了一条严格有序的食物链结构。这种结构制约并调节生物的数量和品种,影响生物的进化以及环境结构的形态和组成方式。这种在非同一水平上进行的物质能量的统一传递过程,使环境结构表现出等级性的特点。

(5) 稳定性和变异性 环境结构具有相对的稳定性、永久的变异性以及有限的调节

能力。任何一个地区的环境结构,都处于不断的变化之中。在人类出现以前,只要环境中某一个要素发生变化,整个环境结构就会相应地发生变化,并在一定限度内自行调节,在新条件下达到平衡。人类出现以后,尤其是在现代生产活动日益发展、人口压力急剧增长的情况下,对于环境结构的变动,无论在深度上、广度上,还是在速度上、强度上,都是空前的。从环境结构本身来看,虽然具有自发的趋稳性,但是环境结构总是处于变化之中。

### 3. 环境演化

地球年龄约为 46 亿年。地球的初始状态已被随后的地质变迁所改变。根据地球一些惰性气体含量与其宇宙丰度之比,有理由认为地球形成时的气体大部分已经逃逸掉了。初始的地球,不会有今日的大气圈。

最初的地球经历着原子演化过程。地壳内部大量放射性元素进行裂变和衰变。这个过程所释放能量的积聚和迸发,陨星对地表的频繁撞击,以及可能由于月球被地球捕获而引起的潮汐摩擦力等,都会导致地壳火山的强烈活动,使得被禁锢在地壳内部的挥发性物质不断喷发出来,形成一个主要成分由水、一氧化碳、二氧化碳和氮等组成的还原大气圈。水汽冷凝后在低处汇聚成为海洋。

早期地表环境没有氧气,更没有臭氧层,这就使得高能紫外线能够无阻碍地直射地面。一系列模拟实验证实,在高能紫外线辐射下还原大气圈的气体成分可以合成简单的有机化合物,成为生命发生的最基本材料。这些非生物合成的有机小分子在原始海洋汇聚起来,经历了漫长的过程逐渐形成生命前体,最后演化为原始生命。

已发现的最古老的生物化石是原始菌藻类,最早的生命是异养的,又是厌氧的。它们以原始海洋中有机分子为养料,依靠无氧的发酵方式获得能量。原始海洋供应的养料有限,因而一些能合成无机养分为有机质的自养生物,例如能在光合作用下把水和二氧化碳合成有机质的蓝绿藻出现了。绿色植物在光合作用中释放出游离氧,逐渐改变了大气的成分。大气氧的形成,是地球环境演化史上一次最重大的变化。

游离氧的出现,促进了生命的进化,这就是真核细胞的出现,即在生物进化史上出现了有性繁殖和多细胞的生物。

大气氧的出现,改变了地球化学过程和岩石圈的成分。在光合作用未发生前,地球表面是缺氧环境,化学元素以还原状态存在。随着游离氧的释放,这些元素从还原态转变为氧化态。例如,原来在地表水和海水中大量存在的还原态铁(低价铁),被氧化为氧化态的高价铁;硫化物被氧化为硫酸盐。这些氧化物的出现反映在前寒武纪的古老岩石上。最古老沉积岩中的带状铁质夹层、稍晚的陆相红层以及前寒武纪晚期出现的巨厚硫酸钙沉积,都证明大气氧浓度的不断提高。

与铁、硫被氧化的同时,大量还原性碳转化为二氧化碳,增加了海水中  $\text{HCO}_3^-$  和  $\text{CO}_3^{2-}$  的浓度,产生碳酸盐沉积,形成前寒武纪晚期的石灰岩和白云岩。到了寒武纪,含钙外壳的后生动物在海水中大量出现,生物开始直接参与地质大循环。此后,海洋中的碳酸钙沉积,几乎都是含钙有机体的产物。

随着大气氧浓度的增加,在大气层中形成臭氧层。臭氧层的形成对生命的保护有极重大的意义,因为它能遮断危害生命的高能紫外辐射。最初生命只能在紫外线照射不到的水下 5~10m 深处发育,随着臭氧层的保护能力的不断提高,生命发展到水体表层,进