

地质学与社会

〔美〕D·R·科茨 著 刘波 江昀译



西北大学出版社

地 质 学 与 社 会

〔美〕D·R·科茨 著

刘 波 江 昀 译 李行健 校

西 北 大 学 出 版 社

内 容 提 要

本书是环境地质学系列丛书之一。它以通俗流畅的语言,通过大量案例分析,主要介绍了以下几方面的内容:环境科学简史与环境地质学的形成与发展;火山活动、地震、滑坡和洪水等地质灾害的形成机制,破坏作用和防治措施;海岸环境与土壤形态的破坏方式与保护措施;工程地质在各种建筑活动和环境保护中的重要作用;化学污染和水问题的产生,后果及其采取的对策;环境管理的原理、准则和方法;环境决策制定的法律形式。

本书适合于地质学、地理学、环境科学、水文与工程地质学、国土资源规划与管理方面的学生、教学科研人员、管理干部阅读。

Donald R. Coates

GEOLOGY AND SOCIETY

First published in 1985 by Chapman and Hall

地 质 学 与 社 会

[美] D. R. 科茨 著 刘 波 江 昀 译

•
西北大学出版社出版发行

(西安市太白路)

各地新华书店经销 西南冶金地质印刷厂印刷

•
787×1092毫米 1/16开本 印张13.125字数: 311千字

1992年4月第1版

1992年4月第1次印刷

印数: 1—2000册

ISBN 7-5604-0301-8/P·19

定价: 7.00元

译 者 的 话

地球是抚育生命的温床，生物的乐园，人类的故乡。在整个太阳系中，“只有一个地球”是拥有生物圈和人类社会的独一无二的星球。人类赖以生存和发展的地球，特别是地表自然界，不仅是全人类活动的场所，而且是人类智慧的摇篮和科学技术的发生地。因此，从古至今，人类文明和社会进步总是同人们对地球物质系统演变规律的认识深度和广度同步发展的，更同人类改造地表环境、抗御自然灾害、开发利用自然资源的程度和技能息息相关。人地关系是人类—自然—社会关系的聚焦效应，揭示人地关系的奥秘是解开人类—自然—社会相互关系本质和规律的一把钥匙。

在突飞猛进的现代科学技术体系中，作为基础自然科学之一的地球科学，具有重要的科学地位和社会功能。它不仅在解决当代科学面临的天、地、生、人“四大起源”等综合性基础理论问题上有其举足轻重的巨大作用；而且，在解决现今人类面临的人口、能源、资源、粮食、生态环境“五大危机”和应付“全球变化”、有效防治自然灾害等根本性社会难题上，进而，在促进我国实现“四化”、推动工农业生产发展、为经济建设和国防建设提供全方位服务等方面都大有作为。加强地球科学研究，并促其向纵深发展和横向扩张，同时相应建立地球社会观与地学社会观，加速构筑具有中国特色的地学社会学体系，更有其显而易见的紧迫性。

地质学是现代地球科学的主干学科之一，其中包涵了一系列分支学科和边缘学科。从古典地质学到近现代科学地质学产生和发展的全过程，都是同各时代社会演变历程同步深化的。探索地质学与社会相互关系，势必为深入研究人地关系、建立地球社会观与地学社会观奠定坚实的地质社会学基础。

随着现代科学技术的加速进步，新兴交叉科学日益成为当代和未来科技的骄子。近年来，国内外一系列介于自然科学、社会科学与哲学之间，以及自然科学领域诸学科之间的交叉科学似雨后春笋，茁壮成长，正以其旺盛的生命力享誉于国际科坛。我国著名科学家钱三强教授80年代初就已预言：“在本世纪末、下世纪初，将要出现一个交叉科学的新时代。”为了迎接这个即将来临的新时代，我们热心地向广大读者推荐这本《地质学与社会》专著，以期促进地学领域与其它自然科学、社会科学相互渗透结合的交叉科学研究的繁荣。本书作者D·R·科茨教授是北美最有权威的一位环境地质学家，被公认为知识渊博、富有实践经验的学者、博士研究生导师和环境咨询专家。他的专著《地质学与社会》，是近年来国内外在地质学与现代社会相互关系的综合研究中首见的一本颇具权威性的专著。内容丰富，见解精辟，观点新颖，资料翔实，论据可靠，语言生动，文图并茂，实用价值极大，且富于哲理启迪，是一本地球科学与社会科学交叉，兼具科学性、伦理性、实用性、可读性强、信息量大等鲜明特色的交叉科学论著。本书涉猎地质科学、环境科学、社会学、管理科学、法学等极为广泛的多学科领域知识，多视角，全方位地考察了地球—社会—人类的相互关系。该书特别从自然（内力、外力）地

质作用与人为地质作用相结合的角度,通过大量事例、数据和史料的具体分析,简略地考察了地表环境的历史和现状,提示了一系列地表环境事件和地质灾害爆发的原因,勾画了未来环境变化的趋势和轮廓。显然,作者的目的在于帮助人们了解人类与自然的相互作用(作用与反作用),阐明人类社会活动和人为干预如何改变着水陆生态系统,以及自然界怎样反作用于人类;探讨人类如何有效地开发利用自然资源、保护生态环境、防治地质灾害,进而寻求将自然系统的破坏和退化减少至最低限度的可行途径和方法。虽然作者在书中列举的事例、拟订的原则、对策措施和技术方法大多取材于美国,但是他所揭示的地球资源、环境和地质灾害问题的诸多方面也正是我国当前面临的、急待解决的重大问题。我们在解决这些重大问题的过程中,不可盲目地生搬硬套外国模式。而应密切结合我国国情、资源、环境特点和地质灾害态势,并从本书内找到某些借鉴和参考,力求创立具有中国特色的地学社会学理论、技术和方法体系。

我们的地球现状及其未来命运日益引起了全人类的关注,“地球意识”正在深入世界人心。近二三十年来,以地球为主角的一系列纪念活动在国际上蓬勃兴起,其中主要有:“世界气象日”(始于1960年3月23日)、“世界地球日”(始于1970年4月22日)、“世界环境日”(始于1973年6月5日)、“世界粮食日”(始于1979年10月16日),以及国际减轻自然灾害十年(1990—2000)活动——“国际减灾日”(每年10月9日)等等。继1971年至今由联合国教科文组织开展“人与生物圈计划”(MAB)之后,1984年9月国际科学联盟理事会第21届大会通过了在90年代执行的“国际地圈—生物圈计划”(IGBP)即“全球变化”研究计划。1987年12月11日,第42届联合国大会通过第169号决议,决定把1990~2000年定名为“国际减灾十年”(DNNR),1988年进一步提出了“减灾十年”计划要尽可能减少灾害损失30%的定量目标。鉴于1986年以来全球又重新进入了一个可能持续十年的新的灾害群发活跃期,特别是1988年全球地表的天灾人祸更不胜枚举,自然灾害与人为灾难在各地接踵而起(其中,地质灾害居“群灾之首”),实在令人触目惊心;据此,美国《时代》周刊把地球评成了1988年“世界风云人物”……这一切,都预示着当代与未来的地球科学的地位和社会功能必将不断升级,地学势必为维护人类生存环境、适应社会经济发展之急需而加速拓展其内涵、外延和纵横交叉研究领域。难怪有的学者进而预言:“下一个世纪将成为地学的世纪”,“地学将征服21世纪”!现代地学正在阔步地走向明天。

综观科技进步与社会发展的新形势,我们不能不说:《地质学与社会》这类地学外延式交叉科学论著的出版发行,在一定意义上为当今流行的“全球问题”、人地关系、减灾防灾等学术“热点”的综合探索树立了一块重要的里程碑,为即将到来的交叉科学和软科学研究新时代展示了地质学社会观的新视野,势必为我国地学家们和交叉科学研究者提供重要的借鉴和有益的启示。衷心祝愿我国的地球科学和交叉科学之花在科学百花园中芬芳吐艳,硕果满园。

《地质学与社会》一书可作为从事地质学、地理学、环境科学、国土规划与资源开发管理、以及自然科学与社会科学交叉研究等方面的科研、教学和生产的所有科技工作者、研究生、大学高年级学生的重要参考书。

本书除主译者外，王运生、孔繁津、罗庆文、林盛表、雷援朝、徐金台、侯水平、李绢、陈国勋、孙绵红、李幼宁同志分别参加了部分章节的译校工作。最后又由刘波副教授、江昀讲师、李行健教授对全书进行总译校定稿工作。由于译者水平有限，不当之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

译者

1991年5月

中文版序言

我十分荣幸地为我的中文版写序言。实际上，使我深受鼓舞的是将有许多中国读者有机会读《地质学与社会》一书。在这本书里，我试图向读者说明地质科学在人类活动中的重要作用。我曾经强调人与自然的相互关系，也就是形形色色的地球变化过程深深地影响着人类。而人工设施和人类活动也同样能极大地改变自然景观和破坏自然平衡，这些活动的某些变化可使环境产生不可逆转的退化过程。这样，根据土地使用行为的正确管理来减小这种破坏的趋势就显得非常重要。

从我童年的集邮开始，中国就深深地吸引着我。当时，我收集了几百张富有特色的中国邮票。在大学里读书时，我曾有选择地写了一篇关于长征的论文，由于我做了与此相关的大量工作和详细的资料说明，这篇论文得到了很高的分数。在撰写和编辑我的《环境地貌与景观保护》的三部曲时，我觉得确实有必要反映中国的一些环境情况。所以，我收集了由S·伊莱亚森撰写的《土壤侵蚀与黄河的特殊控制》这篇优秀文章（中美工程协会杂志，1936年，17卷22~28页）。

中国的一些学术团体与我的学术联系，是由广州的一位教师读了我的部分书籍开始的，后来，他直接来到美国学习我的专业。1987年，我受广东地震局的邀请，在广州、九江、南京、北京和西安等城市举办了研讨班和学术讲座，并在美丽的庐山作了一个星期的地质填图。中国有很多情景使我感到震惊，特别是他们充分利用每一寸土地，给我留下了深刻的印象。尤其在土地管理方面使我想起了美国阿米史和门诺尼特的农民。这里的人们知道他们的土地将会一代一代传下去，这样，每一代人都会无例外地关注农作物栽培技术，从而实践最大的土壤保护战略。

从写这本书的初稿到现在已经7年了，对地质、自然现象和社会之间的关系的短暂回顾表明，还要继续充分了解它们之间的相互影响。近来，自然资源的重要性又表现在石油争端的迭起。伊拉克为了得到额外的石油储量，悍然入侵科威特。1989年，雨果的飓风袭击了卡罗来纳海岸，使美国遭受了巨大的台风灾害，并且旧金山地区也发生了巨大的破坏性地震。在这些灾害事件中，每次损失大约为100亿美元。在过去几年中，许多国家蒙受的生命损失也是十分惊人的。例如，1990年伊朗有5万人在地震中丧生，1988年，美国有2.5万人死于地震。1985年，墨西哥城有7000人在地震中死亡。1985年，哥伦比亚有2.5万人死于滑坡灾害中。1986年，卡梅伦火山湖喷发的火山气体使1700人窒息。最近7年来，全世界约有1万人在洪水中殉难。不幸的是，在这些死亡人数中，中国也占有一份，1985、1986、1987和1989年，中国连续发生了几次特大洪灾，世界其它地区也有发生。从全球范围来看，世界依然面临着环境问题，热带森林毁坏、化石燃料的巨量燃烧等干扰因素引起的酸雨和大气变暖，已经产生了超越政治边界的冲击力。

本书旨在用地球科学的观点考察环境问题方面做一简略介绍。因此，它适用于地质学、地理学、环境研究方面的学生和土地使用计划管理人员阅读。虽然这本书是用大刀阔斧的西方风格写成的，但是我殷切希望它能对中国人民有所裨益。

D·R·科茨

1990年8月12日于纽约，纽瓦克瓦利

前 言

人类在地球表面上生活、工作和娱乐，这些活动正在以某种方式改变着地球的物质成分和演化过程。对人类来说，理解这种关系是有深远意义的。事实表明，自然过程和事件能对社会产生极大的反作用。农田和牧场被侵蚀破坏，地震、火山、洪水和滑坡这些惊人的灾害已经导致了生命和财产的惨重损失。本书将对环境事件的二重性勾划一个基本轮廓。因为地质学研究的精细、和谐性将有助于减轻自然界有害的一面，把人类文明的副作用减小到最低限度。这就是本书的寓意和主题所在。

这本书是已出版的系列丛书之一，并为“环境资源管理”丛书做准备。已经出版的书有两种是土壤方面的，其它几种是关于矿物资源和土地使用计划方面的。即将陆续出版的书还有：《地表水资源》、《地下水资源》、《环境污染》、《能源》、《海岸环境》、《干旱地区环境》等。

本书的第一章是引言，为全书勾划轮廓和确定基调；第二、三、四章论述了社会的资源基础——矿物、燃料和水。火山活动、地震、滑坡和洪水等地质灾害在第五、六、七、八章阐述。第九、十章讨论海岸和土壤形态特征的改变。第十一章的工程地质说明地质学的介入对设计和建筑活动是非常重要的。生物化学污染和水问题在十二章叙述。十三章说明了环境管理的准则，第十四章指出了环境决策制定的法律形式。

本书旨在从地球科学观角度对理解环境问题提供入门指南。因此，它将适合于地质学、地理学和环境科学的学生、土地使用管理者以及决定从事土地与水文工作的人们。我衷心地感谢琼·拉弗勒对本书所作的精心编辑。插图是环境科学书籍中的基本组成部分，本书的插图是从大量的人和资料中引用的，这是我非常感激不尽的。这里特别要感谢厄尔·奥尔森，约翰·沃尔夫，戴维·亚历山大以及所有为本书奉献资料的人。

D·R·科茨

于纽约，纽瓦克瓦利

目 录

译者的话

中文版序言

前 言

第一章 引言..... 1

- 1.1 环境与地球科学..... 1
- 1.2 环境与历史..... 2
 - 二十世纪..... 3
 - 环境伦理观..... 4
- 1.3 环境工作方针..... 5
- 1.4 环境十年..... 7
- 1.5 现状..... 8
- 1.6 未来..... 9
- 1.7 结语..... 10

第二章 矿物资源..... 11

- 2.1 矿产资源的分类..... 14
 - 矿床的成因..... 14
 - 矿物特征..... 14
 - 储量与资源..... 14
- 2.2 矿床的产出与分布..... 15
- 2.3 勘探与发现..... 17
- 2.4 采矿与开发..... 18
- 2.5 供给与需求..... 18
- 2.6 非金属矿..... 19
 - 建筑与建材资源..... 21
 - 矿物肥料..... 21
 - 其它用途..... 21
- 2.7 采矿造成的影响..... 22
 - 灾害史..... 23
- 2.8 采矿政策与规划..... 24
 - 政策建议..... 25
- 2.9 地面复垦..... 26
- 2.10 结 语..... 26

第三章 能 源..... 28

- 3.1 概况..... 28
- 3.2 石油..... 29
 - 石油地质学..... 30
 - 石油生产方法..... 31
 - 石油消耗..... 31
 - 环境影响..... 31
- 3.3 天然气..... 32
- 3.4 煤..... 33
 - 煤地质学..... 33
 - 开采方法..... 34
 - 地理和资源..... 35
 - 环境影响..... 35
- 3.5 合成燃料..... 36
 - 油页岩..... 36
 - 焦油砂..... 37
- 3.6 其它地质能源..... 37
 - 铀..... 37
 - 地热..... 38
 - 水电..... 39
- 3.7 能源政策..... 40
- 3.8 结语..... 41

第四章 水资源..... 42

- 4.1 水现象..... 43
 - 地表水..... 43
 - 地下水..... 44
- 4.2 水的使用..... 46
 - 水的使用方式..... 46
- 4.3 水问题..... 48
 - 地下水开采..... 48
 - 土壤盐碱化..... 50
 - 湿地..... 51
 - 水的输送..... 52
 - 水污染..... 52

4.4 水管理	52
水的扩增	52
节约用水措施	53
非结构性保护	53
4.5 水管理案例研究	54
南佛罗里达	54
科罗拉多流域	55
4.6 结语	55

第五章 火山活动 57

5.1 火山的分布	57
火山漫谈	58
火山成因	59
5.2 火山过程和分类	61
火山喷出物及其影响	61
5.3 火山灾难	62
圣海伦斯火山	63
墨西哥埃尔齐利科特火山	66
5.4 火山预报	66
地震活动	66
山坡变形	67
其它变化和征兆	67
历史记载	67
5.5 减轻火山灾害	67
5.6 火山的益处	69
5.7 结语	70

第六章 地震 71

6.1 地震术语	71
6.2 地震的分布	74
6.3 地震成因	75
6.4 地震的影响	76
6.5 破坏情况	76
6.6 地震灾害	77
6.7 地震预报与预防	79
6.8 结语	81

第七章 滑坡 83

7.1 滑坡的影响	83
7.2 滑坡与其相关过程	84

垂直支撑力的丧失	84
7.3 滑坡的分类	84
7.4 自然原因	85
暴雨	86
地震	86
7.5 滑坡发生的人为因素	87
山坡平衡失调	87
植被变化	88
孔隙水的变化	88
7.6 滑坡的破坏作用	88
7.7 土地管理	89
滑坡鉴别	89
立法管理	89
治理控制	90
7.8 雪崩	91
7.9 政府的滑坡防治规划	92
7.10 结语	93

第八章 洪水 94

8.1 河流系统	94
8.2 为什么会发生洪水	96
造成洪水的环境因素	97
8.3 洪水造成的后果	97
洪水的破坏与灾害史	98
科罗拉多河	100
8.4 洪灾的管理	101
建筑措施	101
国土整治措施	103
立法措施	103
8.5 地质资料	104
8.6 结语	105

第九章 海滨环境 106

9.1 海上景观	106
9.2 海岸营力	106
9.3 历史背景	110
9.4 海岸线的现状	110
9.5 障壁岛屿	111
9.6 人类的干预	112
9.7 海岸工程	112

护岸墙、护岸堤及堤岸	112
防波堤	113
栈桥和折流坝	113
海滩补给和旁道补沙	114
沙丘	114
越野车辆	115
9.8 海岸法	115
9.9 结语	117

第十章 土壤破坏 118

10.1 什么是土壤	118
10.2 历史背景	119
10.3 土壤破坏	119
10.4 农田侵蚀	120
10.5 滥伐森林	121
10.6 盐碱化	123
10.7 土壤流失的其他原因	123
过度放牧	124
都市化	124
路外行车	125
10.8 沙漠化	126
10.9 土壤保持	127
土壤承载力控制法	127
生物控制法	127
结构工程控制法	128
10.10 全球势态	129
10.11 结语	129

第十一章 工程地质 131

11.1 运输系统	132
公路	132
渡槽、运河、管道	132
11.2 水坝	133
历史教训	135
11.3 沟渠化	136
案例史	137
方案选择和设计	137
11.4 环境工程	138
土壤膨胀问题	138
永久冻土带	139

湿地 140

11.5 其它案例史	141
11.6 结语	143

第十二章 环境污染 144

12.1 地质学的作用	144
12.2 空气污染	145
人类健康	145
酸雨	146
气象和气候的影响	148
12.3 固体废物的处理	148
12.4 危险废物	151
二恶英	153
案例史	154
12.5 核废物	155
处理方法的选择	156
12.6 废水处理	156
12.7 废物再循环利用	157
12.8 结语	158

第十三章 环境管理 160

13.1 环境管理的模式	160
问题的确定	160
冲突、约束与优先	161
目标	162
13.2 地质学家的作用	163
13.3 城市区域	164
敞开空间	164
地下空间	165
13.4 自然资源	165
矿物和化石燃料资源	165
水资源	166
国土资源	167
联邦土地	168
阿迪朗达克州立公园	168
13.5 地质灾害	169
13.6 环境管理的价值	169
1980—1983年环境管理中断	171
13.7 其他国家的政策	171
13.8 结语	172

第十四章 环境保护法174

14.1 一般法律.....	174
损害.....	174
公众托管.....	175
14.2 专门环境保护法.....	175
14.3 与地质学家有关的法律.....	177
14.4 采矿法.....	177
14.5 水法.....	178
地表水法.....	178
地下水法.....	179
其它与水有关的法律.....	179

14.6 海洋法.....	180
海岸法.....	180
14.7 土地使用法.....	181
水与土壤.....	182
牧场与林地.....	182
公园与荒地.....	182
14.8 自然形态的法定权利.....	183
14.9 国家征用权.....	183
14.10 公害与天灾.....	183
诉讼.....	184
14.11 结语.....	185

附录A 换算表	187
附录B 火山灾害	188
附录C 世界主要地震灾害	189
附录D 滑坡灾害	192
附录E 世界主要的地面沉降地区	193
附录F 海岸地区灾害—热带风暴和海啸	194

第一章 引言

4000多年前,美索不达米亚“肥沃的月牙”土地上,曾经是繁荣昌盛的城市和发达的农业区,现在却成了一片荒原。一度是古木参天的黎巴嫩雪松森林,现已荡然无存,剩下的只是裸露的基岩。北非的古城废墟以及曾经是生长大量谷物的郊区农田,已退化为今天的撒哈拉沙漠。由于陆地流水携带着泥沙入海,不断形成了广阔的三角洲,促使像土耳其的塔尔苏斯这些古代港口城市,现已远离海岸许多公里。这一切和其它无数的事例说明,环境恶化是社会无力控制自身环境时所发生的。

在地球表面上,人类的生活、工作、娱乐等活动,总是以各种方式改变着环境的面貌及其进程。而且,人类的物质文明又来源于地质环境——水、土壤、矿物和能源。然而,当这些物质被开采、利用、贮藏,或者被处理,再加上其它变化,都有可能导致水陆生态系统的变化和破坏,甚至恶化。

虽然人类正在改变着自然环境,但地球的发展过程同样对人类起着巨大的反作用。例如,1980年美国圣海伦斯火山的毁灭性破坏,1982年旧金山地区的泥石流和洪水灾害。实际上,当人们在考虑用登月和征服其它空间所展现出的高超技能,将把人类带入一个特殊的空间位置时,由火山活动、地震、滑坡、洪水和飓风造成的灾害又会使他们变得麻木不仁,几乎每天,新闻媒介都在记述着影响人类和环境的新的地质事件。例如,1979年9月13日的宾厄姆顿晚报在第一版的通栏标题下,报道了这样四条新闻:“飓风袭击了4个洲”,“地震使城镇沉入海底”“埃特纳火山喷发,9人丧生”,“酸雨预报愈来愈糟”。

1.1 环境与地球科学

环境包括人类周围的所有物质组分,其中有影响自然背景特征的气候和气象、水、土壤、岩石、矿物、地形和生物等。人类的文化环境就是从水和陆地环境中建立起来的。起初,这些原始的自然环境浑浑噩噩。后来,人们不得不改变这些景观,这如同在城市环境中建立理想的市容一样。

地球科学包括了以研究地球的形成、发展过程及其物质组成为主要目的的相互联系的学科群。如同医学研究一样,有一些研究人体各部分及内在作用的专门学科。地球科学同样也有许多专门领域,而且每一领域都有所侧重。地球科学家的工作就是从被测定的矿物或地质事件的放射性数据,进行物质的元素粒子的全光谱分析,从而确定山脉、陆地和洋盆的运动。每一分支学科总是利用它自己的专业技术和仪器设备,去揭示地球的奥秘。但是,它们在解释这些奥秘进行的一般探索与更好地理解有关地球的陆地、水体以及岩石的物理、化学行为,甚至到一个完整的水陆生态系统方面,都是完全一致的。

在环境领域内，地球科学的一些分支学科比其它学科更多地注重对环境问题的研究。经济和资源地质学家在研究人们所需求的矿物和化石燃料资源。工程地质学家评价材料的物理特性，并测定这些材料在工程结构中的内外受力情况。地貌学家分析地表与近地表的地形特征，以及改变景观的各种作用如河流、地下水、海洋、风力、冰川作用和重力运动的过程。水文地质学家对水资源的所有领域都感兴趣。地球物理学家为地震研究提供专门的资料。火山学家研究火山活动。地球化学家在从事污染调查和正在崛起中的医学地质研究工作。

环境地质与人类的历史一样古老。地质资源是用来维持或提高人们的生活水平和生活方式的。例如，上古之初，人们用燧石割肉或者作为武器，用矿物颜料涂身和涂抹他们的洞穴。因此，在人类历史的每一个转折时期，环境地质都站在最前沿。农业革命依赖于土壤的正确划分和合理使用，并常常按照工程地质的某些特性引用水资源。工业革命需要大量的煤和铁矿资源，在这些原材料中融汇了人类的许多技能，并由此制造了许多新产品。石油革命依赖于大量的石油供给，石油通过内燃机的有效作用所产生的动力和能量是人类前所未有的。

显然，环境地质所研究的内容要比查明新的矿物和化石燃料资源要广泛得多，同样也要比对地形和水文特征的作用过程及其资源价值进行简单的罗列要复杂得多。这一新的研究领域必须把人类作为改变环境的一个因素联系起来进行研究。因为人类的活动可使地球的物质和形态发生根本变化。作为一个环境地球科学家，应该着重于研究人与自然的相互关系。当然，在这种情况下，环境地质常常会碰到一些与其专业知识范围不相符的问题，这就需要通过环境事务方面的政策、计划、管理来解决。这种复杂情况需要通过有关服务部门作出预测，并据此制定相应的实施方案，使人为的变化在地球系统中的影响减小到最低限度。从这种意义上说，环境地质是一门伦理学科。用伊恩·麦克哈格的一句名言来说，它是真正的“自然设计师”。

1.2 环境与历史

追溯历史，人们曾对自然表现出双重的矛盾心理。这种双重心理在古希腊和古罗马时代是非常普遍的。一方面古希腊人已认识到人与自然的统一性；另一方面却又崇拜某些自然现象，认为它们是主宰整个世界的上帝。宙斯管制山峰，阿耳特弥斯（传说中的月亮和狩猎女神）守护野生世界。甚至某些自然景观，如树林和其它一些地形也作为祭祀上帝的贡品而受到保护。但是，这些祭品只占景观的极小部分，并经常划为禁区。更多的情况是人们忙于毁坏地球景观。少数上古学者当时已经认识到这种行为对人是有害的，柏拉图就是其中之一，他在《辩诉篇》中生动地描写了由于毁坏森林、水土流失、泉水枯竭等在短暂的两代人间隔中所引起的变化。

正当一些罗马诗人在赞赏自然美之时，另一些罗马人却把自然景观当作征服的对象。例如，一世纪的罗马作家科伦梅勒就曾宣告“没有比大自然那样更使人愉快的东西了”。不过，他有时也要抨击罗马的农民如何毁坏他们的农田。实际上，正如西姆霍维

奇所认为的那样，罗马帝国的衰落应当归咎于他们放任土壤侵蚀和农田肥力的丧失。

由此看来，人类早期文明的衰落和湮没，是由于无能力解决环境问题所致。在美索不达米亚的苏美尔文明时期，人们需要从底格里斯河和幼发拉底河引水灌溉。但当时灌溉渠已逐渐被沉积物淤塞，土壤变得盐碱化，以致土壤丧失了生产能力。据巴尔巴拉钟记载，公元前2000年埃及的黑暗时代之所以发生，是由于埃及完全依赖尼罗河洪水灌溉农田，但是在雨量少的年份，就会出现灾荒，与饥饿相伴的是民众骚乱，从而引起王朝的覆没。后来，农田又被撒哈拉沙漠不断推进的风沙所覆盖而遭到毁坏。

在1900年以前的若干世纪内，全世界的作家和科学家，他们面对人类对环境所产生的消极作用，沉浸在一种奇怪的沉默中。第一本记录人类恣意破坏自然的历史书籍是《人与自然》，作者是G·P·马什，著于1864年。上古之初，世界上的文明都是由各个地方，用各种方式开垦土地、引用水源产生的，但现在都已衰落了。书中这样写道：

“作为人类，有史以来就竭力改造地球的固体表面，破坏地表的自然布局 and 比例关系，或许还会使栖息于陆地乃至水中的有机体丧失其本质属性……迄今为止，人类通过破坏森林或其它活动造成的土壤干裂，已经加速了土壤侵蚀和水土流失作用，并促使海洋固体物质的沉积。其结果，海湾变浅，海岸线向前推进，海域面积相应缩小。”

其他的早期作家描写的是19世纪资源掠夺的情况，其中有吉尔伯特撰写的开采金矿对内华达山脉西部山坡的破坏，这里是用淘金的方法开采金，所以堆积了大量的沉积物，这样就会使下游的洪水暴涨，农田毁坏，并使旧金山湾产生淤积。在美国东部，格伦（1911年）详细描述了阿巴拉契亚山脉南部地区，由于农业、伐木业，采矿和工业的共同作用所引起的土壤退化。

20世纪

这个世纪，人类对自然的掠夺已达到了登峰造极的地步。这些史无前例的变化，既包含了新问题的不同方面，又包括了同时代中被强化的旧冲突。曾给人类带来祸害的环境灾难，如土壤侵蚀、洪水、淤积、砍伐森林、盐化作用等，现在仍然困扰着我们。然而，更糟的是，不仅这些问题波及面广，而且在1900年前尚不存在的一系列新问题又出现了。在这些新出现的环境问题中，最突出的，也是最令人忧虑的问题是地面沉降、荒山和危险材料。加速这些变化的部分原因应归咎于人口的暴胀，但是，造成这种可悲的结果，其它社会因素也是负有责任的。

20世纪在机械化、工业化、社会动员方面，同样也经历了一场巨大变化，一大批新的发明、仪器、机器和资源开发特别加重了环境的负荷，汽车的产生需要密集的公路网，但在另一方面，这些公路网又大规模地损害了自然景观。液体燃料已成为一种必需的能源。例如柴油、汽油和天然气。而它们又导致了新的机器和交通工具的增多。这些新能源也使深井钻探成为可能，而深水井又为牧放、住宅区、灌溉开辟了新水源。新的机器一般被用来露天开采煤矿、铜矿、铁矿和其它矿产和燃料资源，但是，这又经常使地面遭受巨大破坏，虽然新能源能为原来相对落后的地区带来活力，但同样又会出现许多新问题，而且涉及的范围较大。这些问题包括海岸含水层的盐碱化，河流的溶深取

直, 陆地、水体、空气遭受污染。

城市革命仍然是20世纪的另一项巨大变化。城市人口拥挤, 产生了许多令人头痛的事。城市变得如此之大, 当地的水资源已供不应求, 这不得不从另外很远的地方引水。空调和其它舒适生活用品的发明, 使人们有可能像在不毛之地的沙漠生活一样。对于这样的城市, 最需要的是在远离城市的地区建立庞大的贮水系统。例如, 在加利福尼亚, 他们的贮水系统就建立在远离大城市1000公里的地方。总之, 城市极大地改变着自然景观和河流的动态, 并且侵占了大片农田。城市废品不但使其毗连的地区进一步退化, 而且也影响着气候。

由上所述, 城市化现象已使城市居民与农村居民间的社会、政治、经济联系产生了大的分裂, 他们的需求与他们对环境的观念是不同的。这种冲突会使政府对环境事务方面的管理变得更加令人头疼。

环境伦理观

环境事务本身就孕育着冲突, 这是由环境的实际结构决定的。人们只是单纯地想从环境中索取不同的东西, 这种观点被称作商业伦理观或自然界的功利一开发论。那些拥护这种观点的人认为, 自然是为了人的利益而存在的, 所以应该由人类随意挥霍和支配。他们把迫使自然最终提供的利益当作是从自然中得到的最大收获。这与《伊索寓言》中所说的蚱蜢是非常相像的, 因为蚱蜢从不为明天贮存食物。

第二种行为模式是保护伦理观。它与商业伦理观完全相反。它的基本信念是: 自然与人所赋予的权力是一样的, 应尽可能减小人类对自然的骚扰, 而且世世代代都要保护自然。这种与商业伦理观同时并存的相反论点是通过尚未开发和未过渡使用的荒野地区作为例证来证明的。

保护伦理观所持的立场是“中庸”的。自然资源保护论者不是抛弃自然, 而是在试图利用自然的同时去适应自然, 对于自然资源的利用, 只有精心筹划, 才能确保自然界在尽可能长的时间内, 持续地向人们提供资源。而且, 采取多种方法对自然界进行设计, 将会使人们在相当长的时间内, 从自然界中得到最大的利益。

在20世纪内, 美国发起了三次自然保护运动。第一次保护运动从20世纪初开始, 只延续了几年, 由于第一次世界大战而被迫停止。这次运动的焦点, 主要地集中在矿物和木材资源的保护上。第二次保护运动始于30年代, 这次运动主要推动土壤保护、控制水泛滥的方法以及资源问题的研究, 也因二次世界大战爆发而告结束。第三次保护运动, 即目前的环境保护运动, 开始于60年代中期。这次运动具有完全不同的侧重点。虽然它的范围非常广泛, 几乎覆盖了环境退化的所有领域。但是, 它的主要作用是使环境污染的民族意识和立法首次得到了重大发展, 并且发现了环境污染的祸根主要是令人忧患的水源和空气污染(图1.1)。这次运动发展得如此迅猛, 直到70年代后, 被人们称作“环境十年”。这一新的保护环境的运动通过许多国际环境组织和机构波及到世界各个地方。联合国为这些组织建立了专门的资料交换所。随着“环境主义”的不断高涨, 一些私人兴趣团体也建立起来, 这些团体在环境问题的所有方面都表现出极大的热情, 尽管

“山岳协会”历史悠久，但是许多新来者却加入了诸如“地球的朋友”、“野生协会”、“国家防御委员会和自然保护基金委员会”等组织。他们在政府立法方面，每当遇到一些与环境保护规则完全相悖的棘手问题时，他们的成员就会立即组成强有力的咨询团体，疏通议员，打通关节。

1.3 环境工作方针

地球是有限的。有位博物学家曾这样说：“没有多余的午餐”。人类一般不会去思考资源的有限性，总认为空间和资源是用之不竭，随意可得。实际上很多资源都在迅速耗尽，生存空间显得愈来愈珍贵。全世界每年将增加 7 千万张嘴吃饭的嘴巴来占据这个有限的生存空间。人与资源的冲突不仅将会影响人口的素质，而且还会引起国际间的紧张与骚乱。实际上，上述问题的三个方面——人口、粮食和资源反映了社会科学与自然科学的交叉。这些问题的解决要求把合作与管理合二为一。

环境系统是非常复杂的。当处理某一环境问题时，就会与其它相关的事情联系起来，环境系统包含了一个具有复合反馈回路和连锁反应的大系统。例如，建造一座水坝，如果不考虑其它因素的相互作用，而孤立地建造一座水坝是不可行的，这样水坝就会在河流上游形成大量淤积，下游加速侵蚀，破坏了生态环境，甚至还会诱发地震。用牛顿的话来说，“每一种作用力都会有一种反作用力”。当人们决定要改变自然系统时，地球科学家必须学会怎样预测环境所产生的反作用的类型和强度。而且在自然临界值达到一个即将突破的状态时，能对此作出一个基本估算，这一点是特别重要的。例如，滑坡潜伏期的安全因素的确定或者洪水爆发前确定河水的流量等。

环境工作的政治现实，应迫使环境管理部门作出妥协以适应其要求。环境事件一般不是绝对真实的，只是一个大概情况。因为社会各部门都不愿意接受这种现实，所以希望任何政策得到百分之百的赞同，一般来说都是不现实的。实际上，抵触几乎是这种“游戏”的代名词。例如，有赞成和反对核材料的热心者，也有赞成和反对煤炭生产的，还有赞成和反对开发航运的。甚至科学家也是一样，不是站在破坏环境的一边，就是站在保护环境的一边。冲突与权衡是一条规律，这在许多环境政策方面都不例外（图1.2）。

环境管理的探索是永无止境的。若需在人与自然之间建立一种牢固的工作联系，就



图1.1 现代文明同样会形成一种挥霍的论
观理念，创造出一些无用的废品。