

中国水文地质工程地质勘察院

环境地质研究

(第三辑)

地震出版社

环境地质研究

第三辑

中国水文地质工程地质勘查院

地震出版社

1 9 9 5

内 容 提 要

本文集对环境地质学科的研究范畴、内容、研究方向等一系列问题作了进一步的论述。如环境地质学的理论与研究领域、经济发展与地球环境变化等。本文集内容侧重于地质灾害的评价与防治,如三峡链子崖防治工程方案的比选优化、新滩等地古滑坡稳定性分析以及固体废弃物的安全填埋,并针对具体的问题如包气带土壤中的迁移转化机理研究、城市水污染、水资源优化、铁路隧道开挖、粉煤灰渣修建子坝、煤矿地裂缝等分别进行了论述。

本书可供从事水文地质工程地质、环境科学、水利建设等专业的教学、科研、生产工程技术人员参考。

环 境 地 质 研 究

第三辑

中国水文地质工程地质勘察院

责任编辑:马 兰

特邀编辑:吴霞芬

责任校对:李 珏

地 震 出 版 社 出 版

北京民族学院南路9号

北京地质印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

全国各地新华书店经售

787×1092 1/16 12.625印张 307千字

1996年2月第一版 1996年2月第一次印刷

印数 0001—1000

ISBN 7-5028-1262-8/P·796

(1702) 定价:18.00元

前 言

《环境地质研究》一书,受到广大读者的欢迎与爱护,对促进环境地质学这一新学科的发展,起到了一定的推动作用。现在盼望已久的第三辑即将出版,本辑内容偏重地质灾害的评估与防治,如三峡链子崖防治工程方案的比选优化、新滩等地古滑坡稳定性分析,以及固体废弃物的安全填埋等,都是当前大家关心的重要环境地质问题。

在已出版各辑发表的论文中,都有一两篇有关探讨环境地质基本概念的文章,这对正确理解这一新学科的基本含义,完善环境地质学的基本理论,明确研究工作的努力方向,都是十分必要的。本辑发表的环境地质学的理论基础与研究领域,强调环境地质学的基本理论,除了地质科学的基础理论外,还必须与环境科学的基本理论溶合成为一体,形成新的理论基础。在研究方法上,要应用系统论的观点,从野外调查、机理研究、动态监测、趋势预测、灾害控制到防治管理,纳入到系统工程的轨道。论文详细分析了地质环境与自然环境系统、社会经济系统之间相互作用、相互影响的错综复杂的关系,其目的是要协调好人与自然、人与环境之间的关系,促进人口、资源、环境三者之间的协调发展,为社会经济的稳定、持续发展创造条件。

90年代到下世纪初,正是我国国民经济建设进入高速发展时期,但我国是一个12亿人口的大国,经济实力还比较薄弱,科学技术也比较落后,人口、资源与环境之间的矛盾,将不可避免地日趋激化。环境问题已成为制约国民经济发展,影响人民生活的重要因素。除了许多地区性环境问题以外,全球性环境变化,已成为当前众所关注的重大科学问题之一。例如由于温室效应导致全球气候变暖与海平面上升,直接或间接对沿海地区的人民生活,以及沿海城市、海港、码头等人工建筑,带来严重危害。全球性气候变化对大陆水资源的影响,特别是干旱地区的干旱化、荒漠化导致生态环境的严重恶化,日益引起人们的关注与忧虑。目前全球变化研究及人类未来生存环境预测,已是摆在我们面前的一个重大课题。我国在亚洲占有广阔的陆地与海域,对研究全球性变化,具有特殊的重要地位,应该对此作出应有的贡献。

综上所述,今后环境地质的研究,要以促进人口、资源、环境三者之间的协调发展为宗旨,加强全球性环境变化预测与防治对策的研究,特别是海平面上升对沿海地区地质环境的影响,干旱地区气候变化对水资源以及生态环境的影响等。大规模经济建设可能诱发的各种地质灾害,仍是当前重大研究课题之一,应把研究重点放在趋势预测与治理措施等方面。例如目前三峡地区关于链子崖崩塌及黄腊石滑坡等的工程处理,均已获得初步经验。根据环保部门资料,水污染仍是我国一个不可忽视的突出问题,除城市生活污水、工业废水造成的水污染外,农业污染以及酸雨的发展,均日益严重。因此对于地下水污染形成机理与运移规律的基本理论,需要继续深入研究,并把重点逐渐转向污染的趋势预测与控制管理;固体废弃物(包括核废料)的无害处理,也是防治污染不容忽视的一个重要方面。本文集内容虽较丰富,但问题比较分散,重点应进一步突出。今后每辑应尽可能集中一两个重大主题,使问题更加集中,在理论水平上有所进步,有所创新,有所提高。

陈梦熊

1995年6月

目 录

环境地质学的理论基础与研究领域	陈梦熊(1)
经济发展与地球环境变化	赫英臣(7)
长江三峡链子崖的环境地质	王瑞久(20)
链子崖危岩体 T_8-T_{12} 缝段防治工程方案的比选优化	刘传正 张明霞等(37)
新滩滑坡广家崖危岩体崩落对下方古滑坡稳定性的影响	毛彦龙(45)
古滑坡稳定性评价	周平根 欧正东等(51)
尼尔基水利枢纽水库对坝后尼尔基镇浸没影响的研究	许宝玉(59)
电厂废渣——粉煤灰渣修建子坝探讨	张学洲 汤森鑫(65)
黄河下游悬河稳定性及其环境问题	罗国煜 储同庆等(74)
六价铬 $Cr(VI)$ 在包气带土壤中的迁移转化过程	陈静生 张国梁等(84)
85 座城市地下水污染现状与成因分析	郭金鹏(91)
深圳特区环境地质问题概述	张文华 张 镇(103)
济南市污水资源化对策研究	贾久明 杜世勇(109)
甘肃省水资源开采与预测	曹 磊(113)
宝顶山石窟渗水病害形成特征及环境综合治理措施	汪东云 张贻勋等(121)
固体废弃物填埋场中若干问题	蔡绪贻(131)
煤矿地裂缝研究	范立民(137)
铁路隧道开挖的环境地质问题	沈珍瑶 陈晓秋等(143)
试论水利水电工程施工期地质灾害	罗守成 成 长(147)
全新世及历史时期洞庭湖区的变迁及其影响因素	张人权 孙连发等(153)
洞庭湖区构造沉降系统分析	张人权 梁 杏等(165)
现代洞庭湖区泥沙淤积时空特征	段文忠 王明甫等(179)
洞庭湖近期演变趋势及治理对策探讨	梁 杏 张人权等(186)

Contents

The theoretical foundation and the scope of environ-geological sciences	<i>Chen Mengxiong</i> (1)
Economic development and global environmental change	<i>He Yingchen</i> (7)
Environmental geology of Lianzi cliff in Sanxia gorge of Changjiang river	<i>Wang Ruijiu</i> (20)
Optimum seeking of engineering processing programs for, T_8 — T_{12} fissures segment of Lianzi cliff dangerous rockmass	<i>Liu Chuanzheng Zhang Mingxia et al.</i> (37)
The influence of rockfall of Guangjia cliff dangerous rock body on stability of the downward old-landslide in Xintan lands lide	<i>Mao Yanlong</i> (45)
Stability analysis of Dongdajing acient landslide	<i>Zhou Pinggen Ou Zhengdong et al.</i> (51)
The waterlogged influence of Nierji Town at downstream of Nierji dam	<i>Xu Baoyu</i> (59)
Exploration on Sub-dam construction with coal-ash and slay from power plant	<i>Zhang Xuezhou Tang MiaoXing</i> (65)
The stability of suspended river on the lower reaches of the Yellow River and its environmental problems	<i>Luo Guoyu Chu Tongqing et al.</i> (74)
Research advance of transport and migration mechanisms of chromium(VI) in the soils of processes	<i>Chen Jingshen Zhang Guoliang et al.</i> (84)
Groundwater pollutions of 85 cities and analysis on their cause	<i>Guo Jinpeng</i> (91)
Environmental geology problem in Shenzhen Special Economic Zone	<i>Zhang Wenhua Zhang Zhen</i> (103)
Study on the strategic counter-measures with respect to Jinan wastewater reuse	<i>Jia Jiuming Du Shiyong</i> (109)
Exploration and forecast of water resource in Gansu Province	<i>Caolei</i> (113)
Characteristics of seepage disaster formation in Baodingshan grotto and measurements for complex treatment of its environment	<i>Wang Dongyun Zhang Zanzun et al.</i> (121)
On some hydrogeological problems in solid waste landfill engineering	<i>Cai Xuyi</i> (131)
Ground fissure in coal mining area	<i>Fan Limin</i> (137)
The enviromental geology problems of railway tunnel	<i>Shen Zhenyao Cheng Xiaoqiu et al.</i> (143)
Analysis of geologic hazards in a hydroelectric project during its construction period	<i>Luo Shoucheng Cheng Zhang</i> (147)
Changes of Dongting Lake area in holocene and historical period and its influence factors	<i>Zhang Regquan et al.</i> (153)

Systems analysis of tectonic subsidence in Dongting Lake area
..... *Zhang Renquan et al.* (165)

Time and space distribution characteristics of silt deposit in
modern Dongting Lake Area *Duan Wen Zhong et al.* (179)

Current evolution trends of Dongting Lake and its possible remedy
..... *Lian Xing Zhang Renquan et al.* (186)

环境地质学的理论基础与研究领域

陈 梦 熊

(地质矿产部科技高级咨询中心)

提 要

环境地质学是地质科学中的一个新分支学科,由于地质环境受自然环境系统与社会经济系统的双重控制,形成一个开放复杂的巨系统。现代科学的许多新理论,如系统工程理论、复杂系统理论,以及非线性动力学等理论的出现,促使环境地质科学需要建立相应的新的理论体系。本文探讨了这一理论体系的基本结构与研究范畴,并提出当前的主要任务与重点理论研究课题。

一、引 言

环境地质学,是地质科学中一门新兴的属于应用地质学范畴的一个分支学科。它是一门综合性很强,以研究人-地关系为主,介于地质科学与环境科学之间的一门边缘学科或综合性学科。根据国内外地质科学的发展趋势,与我国国民经济发展的需要,预计从90年代到下世纪初,将是环境地质学的一个重大发展时期。我国是一个拥有12亿人口的大国,经济状况和科学技术都相对比较落后,自改革开放以来,全国正处于高速度发展时期,但由于环境意识与管理意识薄弱,人类活动对地球表层系统的影响,及其可能引起的危害,已达到与自然变化相当的量级;在局部地区,甚至几倍于自然的变化。据不完全统计,由于各种地质灾害造成的经济损失,每年就达200亿元以上,其中大部分都与人类活动直接有关。如果包括对人体健康、生活环境与社会安宁等造成的影响,其危害就更无法估量。

如何处理和协调好人与资源、人与环境的关系,合理开发资源和保护改善环境,已成为我国的一项重要任务。基于地质环境在人口、资源、环境之间的基础性和具内在媒介的特点,认为环境地质学具有统一人口、资源、环境之间矛盾的部分功能,并起到协调人类社会与地质环境之间的平衡作用。所以环境地质学研究的主要目的,是研究人类或人类社会与其所处地质环境之间相互影响与相互作用的关系,并通过研究它们之间的内在联系与基本规律,达到合理利用、改造地质环境的目的。其基本任务,是应用地质学与环境科学的基本原理和技术方法,研究岩石圈,特别是地球表面地质环境的变迁,对环境质量作出评价,预测环境变化趋势,提出防止和减轻地质灾害,保护和合理利用环境的措施。

我国地质环境复杂,有各种不同类型地区,如沿海三角洲平原、黄土高原、西北戈壁沙漠、西南岩溶高原、青藏高原,以及横断山脉的高山峡谷等,分别存在不同的环境地质问题,各具特色,在全球均具有典型意义。我国近20年来,在环境地质的调查研究方面,已完成大量重要成果,为今后工作奠定了良好基础,完全有条件和可能,创建具有中国特色的,并能进入国际前列的环境地质学。

二、环境地质学的基本理论

地质科学以研究岩石圈作为主要对象，环境地质学不仅要研究岩石圈，而且还要研究岩石圈与大气圈、水圈、生物圈的相互关系。在生物圈中，人具有主导地位。地质环境既受自然环境（主要包括气候环境、水环境与生态环境）的制约与影响又与人类活动密切相关。所以环境地质学，既要研究地质环境与自然环境的相互关系，还需研究地质环境与人类或人类社会，即与社会经济系统之间的相互影响与相互作用。由此可见，环境地质学包括自然科学与社会科学的许多领域，涉及的范围非常广泛，而且错综复杂，代表一个开放型的复杂巨系统，必须应用现代科学的新理论、新学科，如系统论、信息论、控制论，与相应产生的系统科学、环境科学、信息科学，以及现代应用数学等为基础，建立新的理论体系。

环境地质学作为地质科学中一门新学科，是地质科学与环境科学两者互相渗透重新组合而形成的一门新的边缘科学。地质科学中的地层学、岩石学、地质构造学、第四纪地质学、水文地质学及工程地质学等基本理论，仍然是环境地质学的基本理论；其中特别是水文地质学与工程地质学的基本理论，如地下水的渗流理论与水文地球化学理论，动力地质学、土质学、土力学，以及岩体力学等的基本理论，更占主导地位。但要解决环境问题，地质科学的基本理论，还必须与环境科学中的基本理论，特别是环境质量的基本理论与环境趋势变化预测、控制与管理，以及有关监测系统的基本理论，相互溶合起来，形成新的理论基础。这就涉及到环境科学中有关环境管理学、环境控制学、环境监测学、环境工程学，以及环境经济学等学科的基本理论，这也是目前建立环境地质学新理论体系中的一个薄弱环节。

由于环境地质学研究内容的高度复杂性，特别是许多有关因素的可变性与非确定性，所以既要应用复杂巨系统的理论进行系统分析，纳入系统工程的轨道，还要应用和引进国外正在发展中的非线性动力学以及耗散结构学等现代复杂理论，来创建新的理论体系。同时还需要配合诸如数值模拟、物理模拟等新方法，遥感、同位素等新技术，以及建立遥控监测系统、数据库系统、专家决策系统等手段，开展环境发展趋势的预测、预报。总之，环境地质科学是正在迅速发展中的一门新学科，需要在认真总结我国实际经验与吸取国外最新理论的基础上，创立具有我国特色的理论体系，逐渐形成一门完整的、系统的、独立的新学科。

三、地质环境与自然环境系统

对于人类来说，地质环境是自然环境系统中，影响人类生存与发展最重要的一个组成部分，因为它是人类生活与生产活动的主要场所。地质环境是由地壳组成的物质、地质结构和动力作用共同形成的一个复杂系统。主要包括地层、岩石、地质构造和地质资源等子系统。上述各子系统，是确定岩石或土层的物理力学性质，地基或坡面的稳定性，含水体的分布和储水性能，地震与火山活动，地壳升降运动，以及成矿作用等的基础条件；并主要反映在水文地质、工程地质环境与成矿环境等方面。地质资源除金属、非金属、石油天然气等矿产资源外，还包括水资源、矿水资源、地热资源、建材资源，以及旅游资源等，是属于自然资源的重要组成部分。

地质环境系统与自然环境系统，通过各种地质作用，即物质和能量的交换作用而互相影

响。所以地质环境随着时间的推移，持续不断地发生演进与变化，并在长期演化过程中，逐渐建立相对的平衡与稳定。例如由于气候环境不同，对岩石造成不同程度的风化作用，直接影响岩石物理力学性质的变化；气候环境同样直接影响不同地区的水文地球化学特征。气候的纬度分带性既控制了生态系统，特别是森林植被分布的分带性，同时也控制了成壤作用、岩溶作用，以及地下水的分带性。在地貌条件控制下，高山或高原地区又反映明显的垂直分带规律。气候的季节性或多年周期性变化，也直接或间接影响水文地质、工程地质条件的周期变化。地壳上升运动能使侵蚀作用加剧，导致山坡发生崩塌、滑坡或泥石流等地质现象；相反，地壳的沉降运动促进河流淤积作用加强；如我国许多位处沉降带的三角洲平原，每年高速度地向海域伸展。西北内陆盆地由于强烈相对的升降运动，边缘高山地区降水及冰雪资源丰富，形成强大的地表径流，在山前沉降带构成规模宏大的冲洪积平原，使地貌景观和水文地质工程地质条件，及其生态系统，都呈现明显的水平分带规律。受新构造运动控制的地震或火山活动，能使地貌或地质环境发生重大变化，给人类造成严重灾害。

四、地质环境与社会经济系统

地质环境系统通过人类各种活动，与社会经济系统发生紧密联系，并互相制约与互相影响。每个人都不能离开社会而独立生活，人类创立的社会经济制度和上层建筑的环境条件，就是社会经济环境。所以人类的环境，可分为自然环境与社会环境两大类。人类通过科学技术，可以利用自然环境，同时也可破坏自然环境。例如人类由于工业生产，大量燃烧石油煤炭，使大气层中CO₂等气体浓度增高，形成全球性“温室效应”，影响气候环境。气候变暖又导致海平面上升，对沿海地区造成威胁。气温上升除上述人为因素外，可能同时存在自然因素，即气温的周期性变化。海平面上升除气候因素外，可能还同时存在地壳下沉的自然因素及与开采地下水造成地面下降的人为叠加因素等。由此可见，地质环境变化在天然因素与人为作用的交叉影响下，是多么错综复杂。

现代科学技术的进步，大大推动了生产力发展，提高了人民生活水平。合理运用现代科学技术，按科学办事，这样不仅能促进生产，保护环境，还可以起到改善环境的作用。相反，如果违反自然界的客观规律，就会破坏自然环境，使国民经济建设与人民生活，遭受严重损失。

社会经济环境系统或称人工系统，主要包括：

(1) 农业环境系统 人类应用现代科学技术，通过土地开垦、水利建设、施放农药化肥等人工措施，以发展农业生产。但往往由于乱垦，滥伐、滥牧或大水漫灌，损坏森林、植被、造成水土流失和土地沙漠化、盐渍化、沼泽化以及草场退化；或由于滥施农药化肥，造成土壤与水体严重污染，使自然环境和生态系统受到严重破坏。

(2) 工业环境系统 随着工业的迅速发展，对人类环境的影响也最大；如果缺乏合理规划与科学管理，就会发生诸如三废污染、地基变形、水源枯竭、矿坑塌陷、坑道突水，以及崩塌、滑坡等地质环境恶化问题。

(3) 城市环境系统 城市规划或城市建设，都必须首先考虑水文地质环境与工程地质环境，保证足够的水源，防止三废污染，保证地面建筑以及各类地下工程的稳定与安全。例如有些应按不同烈度设防。滨海城市要特别注意防止由于开采地下水造成的地面沉降与海水入

侵。

(4) 交通运输系统 包括铁路、公路、航道、航空、海港等设施, 必须根据环境地质条件, 合理选线与合理确定码头或机场场址, 保证路基、桥隧、机场、航道、码头等建筑物的安全与稳定, 防止边坡变形、路基或码头沉降、航道淤塞, 以及海浪、海潮冲刷等地质灾害。

由此可见, 随着人口的剧增与国民经济的高速发展, 以及科学技术的进步, 人类对各类自然资源以前所未有的规模进行开发, 既可使地质环境向良性循环发展, 也可使地质环境恶化, 造成各种地质灾害。所以环境地质学主要是研究地质环境系统与自然环境系统和社会环境系统相互之间的关系的一门科学(见图1)。因此地质环境系统也可称为人-地系统, 它既属

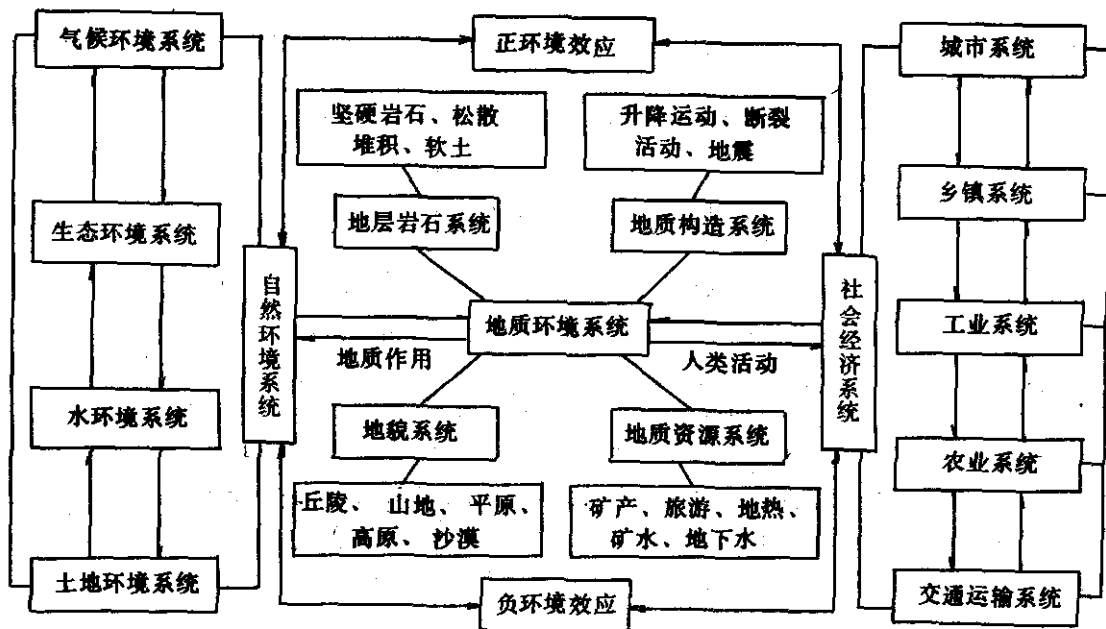


图1 地质环境系统结构框图

主要地质作用: 侵蚀作用、剥蚀作用、溶蚀作用、淤积作用、风化作用、重力作用、地球化学作用、地应力作用

由人类活动造成的地质灾害: (1) 主要由工程建设造成的: 滑坡、崩塌、泥石流、地基沉降、矿坑塌陷、坑道突水; (2) 主要由水资源开发造成的: 地面沉降、岩溶塌陷、地裂缝、海水入侵、水质恶化; (3) 主要由农牧业活动造成的: 沼泽化、盐渍化、沙漠化、草场退化、水土流失; (4) 主要由三废造成的: 大气、土壤与水体污染; (5) 主要由围垦等原因造成的: 洪涝灾害、河道港口淤积

于自然科学范畴, 又包括社会科学的内容, 同时又是环境科学的一个重要组成部分。综上所述, 环境地质学作为地质科学与环境科学之间的一门边缘学科, 专门研究在天然条件与人为活动影响下, 地质环境质量变化, 对人类生活和生产的相互影响与相互制约的关系, 并通过研究它们之间的内在联系与演变规律, 应用现代科学技术, 达到改造环境的目的, 进而控制和消除有害物质作用, 保护和合理利用地质环境, 使其有利于人类生存和有利发展生产。

五、环境地质科学研究的广阔领域

现代科学的发展趋向, 主要是向高度分化和高度综合两个趋势并进, 这也是现代科技发

展的重要特征之一。环境地质学就是一门高度综合性的科学。由于它的研究领域十分广阔,所以正向许多新的分支学科发展,形成一个环境地质科学体系。目前初具轮廓或正在发展中的分支学科,主要有:①环境水文地质学;②环境工程地质学;③环境地球化学;④灾害地质学;⑤地震工程地质学;⑥地震水文地质学;⑦城市环境地质学;⑧农业环境地质学;⑨矿山环境地质学;⑩历史环境地质学等。其中如环境水文地质学,已有两本作为教材用的专著出版,并在有关院校建立了专门课程。环境水文地质学的迅速发展又进一步分化,向更低一级的分支学科发展,如区域环境水文地质学、污染水文地质学、医学水文地质学等正在逐渐形成。许多重大环境地质问题,如区域稳定性评价、滑坡、泥石流、诱发地震、地面沉降、海水入侵、岩溶塌陷、固体废物处理等,都已在全球范围内逐渐形成新的专门学科。其中如地面沉降、海水入侵、岩溶塌陷等问题的研究,在我国已经取得很大进展,进入到国际先进行列。以上各分支学科,虽然研究的内容互相交叉,但都能自成系统,具有较高程度的独立性。

六、环境地质研究的任务

90年代正是我国国民经济建设高速发展时期,根据国民经济发展的需要,许多环境地质工作,迫切要求加快完成。例如重点经济区区域环境地质的调查研究;大中城市环境地质的调查研究;重大工程建设地质灾害的调查研究;干旱地区水资源开发与生态环境问题的调查研究,以及矿山环境地质问题的调查研究等。为配合上述调查研究工作,需要相应的开展基础性理论研究;生产实践是推进理论研究的主要动力,通过生产实践,又进一步发展理论。

我国在亚洲占有广阔的陆地及海域,对研究全球性变化,具有特殊重要地位。目前全球变化研究及人类未来生存环境预测,已成为全球关注的重大课题。例如由于温室效应与其他自然因素导致全球气候变暖与海平面上升,已成为全球性的一个重大环境问题。海平面上升将淹没沿海大片低地,并将对海岸地貌、三角洲发育、河道演变、河口淤积、海水入侵,以及海湾变迁等地质环境,产生不同程度的影响,并直接或间接对沿海城市海港、码头、机场、公路,以及工业基地的建设等带来危害。据预测今后50年,海平面将上升0.5~1m。如何开展相应的研究工作,以便及时制订相应对策,已是当务之急。

近年来,地矿部水文地质工程地质研究所正在开展中国北方晚更新世以来地质环境演化的研究,通过大量综合手段,对15万年来的气候演变,划分了两个干冷期与两个暖湿期;并通过黄土表层(1.8m)的研究,对近5000年来的气候变化,划分了6个低温期,发现冷热时期的交叠,与5000年的历史演变与朝代兴衰,存在密切联系。冷暖期的划分,主要根据黄土中氧化铁含量的变化,即含铁量与当地月平均气温和年均降雨量分别成正相关,为气候代用指标的定量换算,提供了新途径。地矿部岩溶地质研究所也开展了岩溶的形成与环境变化预测的研究,应用沉积学、地球化学、稳定同位素及 ^{14}C 等综合方法,对溶洞石笋进行详细测试,建立了3.5万年来气候变化高分辨率的岩溶剖面,揭示了冰期后气候变暖的过程。

基础性理论研究方面,还有许多重要课题需要进行。如有关地下水污染溶质运移理论的研究;环境水文地球化学区域规律的研究;全球性气候变化对水循环与生态平衡影响的研究;海平面上升预测及其对沿海地质环境的影响;地面变形与斜坡稳定性基本理论的研究;地质灾害防护工程与风险性评价研究;地质环境质量综合评价的基本理论与评价方法;数值模拟与优化理论的研究;固体废物地质处理的环境地质研究;信息管理系统、遥感信息系统、专

家系统的研究；以及复杂系统的研究等。

七、结 论

环境地质科学的研究，正在全球蓬勃兴起，全球变化研究及人类未来生存环境预测，已成为全球性关注的热门课题。其中心目的，是要求了解和掌握地球系统中各子系统之间互相作用的物理、化学和生物过程，了解和掌握受人类活动影响，在地球系统中产生的重大变化，提高人类预测全球环境变化的能力；以便预测今后几十年到几百年的全球变化趋势、程度及对人类未来生存的影响。

我国在亚洲占有广阔的陆地与海域，对研究全球性变化，具有特殊重要地位。为了深入开展我国环境地质科学的研究，必须加强基础性工作，例如有计划、有步骤地开展区域调查，编制各类图集，建立全国性监测系统与数据库系统等。根据国民经济建设需要，认真制订科研规划，在开展各项专题研究的同时，加强基础性理论研究，建立具有中国特色的环境地质科学理论体系。为此必须充实加强有关的研究机构与实验室，在地矿部系统，还应考虑在体制改革中，如何加强和提高环境地质工作在整个地矿工作中所占的地位，以适应当前形势发展的需要。

The Theoretical Foundation and the Scope of Environ-geological Sciences

Chen Mengxiong

Abstract

The environmental geology is a new branch of geological science showing an extremely complicated system known as the great open complexity system in concern with both of the natural environment system and the social-economical system. Because of the appearance of many new relevant theories in modern science, such as the open complexity system theory, the nonlinear dynamics theory and the system engineering theory, thus a new theoretic scheme of the environ-geological science is to be established appropriately. The scopes and the constructions of this theoretic system are discussed in this article, and the main tasks as well as the key themes are also presented on the theoretic researches of the environ-geological science.

经济发展与地球环境变化

赫 英 臣

(河北煤炭建筑工程学院)

提 要

当今世界全球环境的变化,由于人口增长,能源消费,经济发展引起的大气圈变暖,臭氧层破坏,世界海域和冰川区的危害,对经济系统和对生物种类的威胁将日趋严重。这种全球性的环境变化在1992年6月里约热内卢环境与发展国际大会上已得到各个国家的关注和认真研讨,并在国际间已促成为了保护下一个世纪的这个地球的环境保护战略和对策。

环境问题是极复杂的问题,只能借助牢固的科研成果和可靠的预报模型,这就是对全球科学家的挑战。真正能寻找出解决全球环境问题的答案,就要求全世界各个国家共同致力于环境问题的研究。

一、地球环境的现状与变化

地球的组成成分主要由几个圈组成:气团体(大气圈)、水域(水圈)、地表面(岩石圈)、被冰和雪覆盖的面积(冷冻圈),以及植物和动物世界(生物圈)。所谓地球的环境变化实质上是这几个圈的相互作用和相叠加产生的变化,这种变化在地球系的各处都会长期的产生影响。

(一) 地球的物质结构

地球的物质结构可分为二部分,即外部和内部结构。外部结构有地面、大气层、水面、极地冰川和大陆冰川,以及动植物世界;内部结构主要是指地壳、地幔和地核三部分。外部结构的每一组成成分对整体都要产生影响,而整体又对每一成分产生影响。通过几年到几十年的观察,可以发现每一局部系统都处于动力平衡状态和服从特定的定律。现今人们对这些平衡是相当敏感的,因为外部条件的变化可对这种平衡产生持久的干扰,例如引起食物链的不平衡则是世界人口增长的后果。

25年前有一地球物理学家证实,在大洋中脊有一山系,它的总长度大约为84700km。在海洋中脊山系有活动的岩浆囊,每年可形成2.5km²新的地壳物质,同时许多老岩系沿活化的大陆缘重又向地幔沉陷,火山活动和地震就是这种应力集中过程的现象。它影响着气候和环境,同时也能破坏当今和将来的生命空间。

猛烈的火山喷发会有大量的火山灰和气体进入平流层,并可在那里停留一年而扩散到全球,阻止太阳光照射到地面,使气温下降几度,这种效应可由美国的Mount st. Helens(1980)火山爆发观测资料所证实。

100多年前地球物理学家发现存在一种弱的地球磁场,它大概是在1500年前就出现了,是一种与强烈宇宙射线相关的反射磁场,由于射线条件的变异生物圈可能受危害。

地壳受小区域的制约总处于经常的变异。水、冰和空气可以带走一些物质（侵蚀），然后又把这些物质转运到低洼处（沉积），经百万年的压固成层最后形成沉积岩。从沉积旋律就可以看出早期的暖冷、干湿等的气候变化。地球最老形成的岩石年龄大约为 38 亿年。

水、空气、微生物和环境的影响，通过 10 万年来的变迁，最后使岩石变成了土，土则是植物、动物和人类最基本的生命基础。

（二）急剧变化着的大气层

大气层在 40~50 亿年内已受许多生物的、化学的和物理过程的改造。生命的产生以不同步骤出现，首先是由原始有机体在地球上给定新的方向，即首先是光合作用的产生，它成为一个“生命公式”的类型：阳光+二氧化碳+水=糖和作为“废物产物”的氧。通过近 25 亿年来植物以吸收地球大气圈的二氧化碳的方式使大气圈的成分改变，和现在存在的成分一样：氮占 78%；氧占 21%；其他气体占 1%，其中包括二氧化碳。

气象学者把大气圈划分成四个温度分布层（见图 1）：即为对流层、平流层、中间层和同温层。大气层的变化主要产生在对流层和平流层。

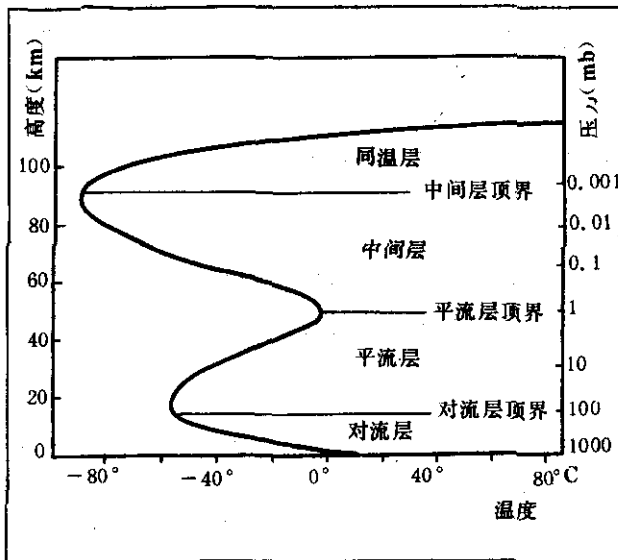


图 1 大气圈的分层结构，由典型的垂直温度过程曲线推导出
(1mb=10²Pa)

对流层高度大约在 12~15km 很薄，相当于地球半径的 0.05%，含有 90% 的大气圈气体。它控制着所有的天气产物，并发生陆地和海平面之间，热带和极地之间温度交换，其作用像加热源板一样由太阳光使地面加热和使空气变暖。

此外，太阳光线射向地球不是以一个一致的角度，而是赤道地区得到的光照要比两极多，因地球轴是以 23.5 的角倾斜。这种“黄赤交角”正是促成冬夏之分，春秋之分的原因。若是地球垂直的绕着太阳旋转，就不会有四季之分。

地球上所有的天气变化都出自同一原因：就是由赤道到极地的巨大能量梯度，以及要达到平衡的目的，这样就产生了垂直和水平运动的空气和水分。

风、降雨、云、高低压区则成了大气圈环流循环的“工具”（见图 2），它又可促成热能的循环分配。

位于天气活动的对流层之上的平流层含有的臭氧层占总大气圈的 90%，臭氧即是三个原子的氧分子。这种臭氧膜相当于“生物圈的太阳镜”因为它可滤去紫外线照射的危害部分。物理化学过程会保证生命最重要的平流层的臭氧分子一再形成和消亡。

臭氧解除自然因素外，即气象条件和火山粒子的作用外，工业的废气也起了很重要的作用因素。在过去的几十年中氟氯碳水化合物增长性的消耗在南极上空引起了“臭氧层洞”的形成，有规律地在南半球春季裂开。

(三) 有承受能力的海洋

水圈对地球的天气和气候的形成起到中心控制作用，特别是大洋的环流。大气环流也像受与大气圈热交换影响一样，也受风和降雨分配的影响，同时海底形态也控制着海洋的环流系统。在全球范围内和这种环流一样还存在着一个巨大的“传动带”，使热量、食物、沉积层和化学微量物质在世界海洋中永不停顿的更新分布。

海洋作为气候因素起着多种多样的作用：一方面它通过自身的热量分布的长期变化使气候波动；另一方面它通过自身的水分热载体来抑制大气圈的发展。海洋和大气圈的紧密联接在短时间内也会相互作用，近地表的空气温度和海洋表面的温度也会相互影响，同时表面风力也会对海洋的环流产生变化。

海洋对气候具有深远意义的是海洋成为地球碳循环的中心回转记录器，也是地球的最大碳盆地。海洋植物浮游生物“消耗”来自大气圈的溶解于海洋里的二氧化碳，在此期间海洋生态系统中多余的食物链还要交还给大气层，而死亡的生物体和它的钙壳部分的碳物质可沉积到海底。作为“碳泵”作用的海洋可持久的夺走大气圈的二氧化碳，尽管力争使表层水中的二氧化碳含量与大气圈的达到平衡，但大气圈中的二氧化碳浓度增高显然是海洋起的作用。

极地海洋还有生存方面的重要意义，因为它可为极地区的海洋居民提供氧气和食物。这个过程可由结冰促成，在结冰过程中可使海水含盐量富集，这样就可使重的表面海水下沉，深部暖水上升，形成交换作用，则使极地区含氧和食物的深水一再新的生成。因此，极地海洋可以起到世界海洋“肺”的功能。虽然海洋可以储集极丰富的水中养分，但人们只能使用其中很小部分，大约全球上97%的水分都被世界大洋占据，但因含盐而不能被食用。淡水只有3%，也不能充足的提供，因为淡水的大部分在冰川和极盖上被结成冰，另外还有一部分淡水存在土层内、湖和河流或者岩层的深部，另一部分存在大气圈中。淡水在地球上分布极不均匀，在干旱地区地下水是人们唯一全年的“水源”。

(四) 冷冻圈的环境效应

冰冻圈作为淡水水库具有极重要意义，南极的内陆冰川就占有全球总淡水量的80%，但这并不是总这样。例如，在最后一次大冰川期，北美和欧洲的大部地区，甚至德国北部的大部分地区都被冰覆盖，当冰被溶化后，世界范围内的海平面都在升高。所以这个冰壳的状态和稳定性与海平面标高存在着交换关系，后来又与大气圈建立联系而控制了温度的发展。

高山冰川具有区域性水库的意义，特别是对于阿尔卑斯山区的农业更具特殊意义。水力发电站也可由它来蓄积水力，同时它又可称之为是气候变化的敏感指示器。

(五) 海洋和大陆的生命

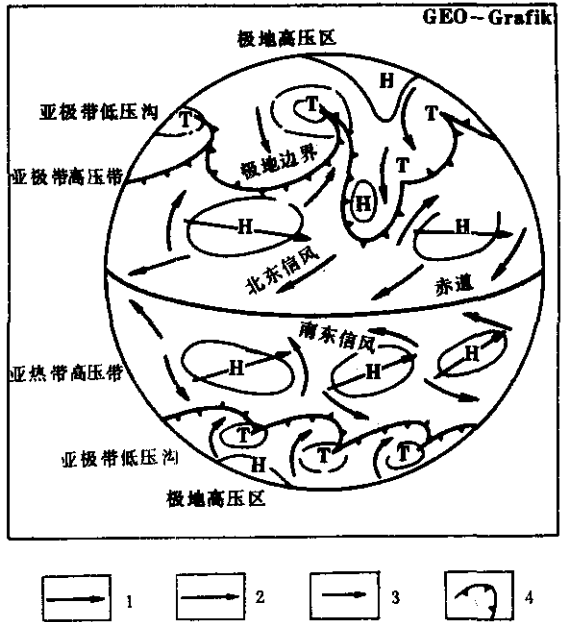


图2 大气圈环流简化图

1—暖风；2—冷风；3—风向；4—气候边界

人们在30~40亿年的岩石中发现了生长在水中微生物的残骸。作为单细胞的藻类微生物从此开始在海洋里生存,通过光合作用从大气圈吸收二氧化碳和放出氧气,对于生命的进化提供了决定性的冲量。在30亿年前就发现对生命致死的毒药,这就是所有的变化都取决氧分子。

只有能适应物质交换能力的生物种类,并能学会呼吸,则会有超生命的机会,首先这种生命应存在于海洋。因为太阳光中对生命敌对部分的紫外线(UV)不能滤出而直接照射到地面,致使陆地保持无菌状态,这是对生命一种致命的危险。所以生命体敢于从水中迁出,设法弄到氧气是前提条件;氧气上升到平流层,在紫外线的作用下使它裂变,转变成臭氧,这种气体可以滤出紫外线中对生命敌对的部分(UV-B),在它的保护伞下生命最后征服了陆地。

由此可以证明生物特别有适应能力:至今植物与动物已移民到除内陆地壳的南极洲和格陵兰岛以外的地球的每个角落。它们已经历一再剧烈的气候变化的全部地球历史,在这期间为世界海洋中存在各种门类动、植物的繁衍提供无可估量的生活空间,在海洋中出现了鲸,地球上出现了大量的哺乳动物。

生物圈是地球碳循环的一部分。植物即是二氧化碳的消费者,又是生产者。一方面它从大气圈吸入二氧化碳,同时“呼出”1/2,另外的1/2碳物质存在生物体内,当枯死的植物在细菌的作用下又分解出二氧化碳,这时的碳物质又可回到大气层,从此大气圈和生物圈之间始终保持着均匀的碳平衡。而当今时代这种碳平衡受到热带雨林烧荒的严重破坏。

生命与无生命世界由两种并联过程相结合:能量流和营养物质交换。整体的发动机是太阳,光合作用是运输通道。由二氧化碳、水和像氮和硫等元素变成蛋白、脂肪和力量,即为生命的基石。

光合作用驱动的有机物是生态系统的生产者。它生产有机物质供消费者;细菌、菌类、动物和人类消费。一种复杂的食物链保证了从生产者到消费者的有机物质的过渡。生物的死亡就是由显微有机物被分解成无机物成分,可作为生产者的食物供给,这就是一个完好的再循环利用过程。

当今世界人类多方面来干预这种自然规律循环。农业要人为的延长生长阶段,通过施肥、施农药能长效的使自然生命空间改变,这种平衡还要受到其他环境污染所破坏,其后果会造成一些种类灭绝,甚至会使沙哈拉大沙漠植物界全面消失。地表形态性质的变化,而导致光照和湿度的变化,最后也要对整个区域气候产生影响。

(六) 自然界的变化

一般情况下,自然界灾害只在几分钟、几小时或几天内发生,而对地球系则会长期起作用。例如历史上一个大陨石撞击其影响由7000万年前直至白垩纪结束。人们相信它的撞击是特别猛烈的,巨大的灰尘体可投掷到平流层,致使有很少的阳光透过而使宇宙变冷,最后使许多植物和动物种类灭绝。

年轻的气候从来未稳定过,多次的波动,使生命条件经常处于激烈的变化。近百万年以来最显著的波动在海洋底气候档案中已有记叙。它报告了大约每10万年一次的热冷交换的非规律性循环。变冷时,北美、欧洲和西伯利亚大部分结冰。变暖时,南极海洋冰川继续向北扩展,而海平面比现在高出100m。

暖期和冰期交换会引起什么?其回答是导致了地球在宇宙的位置等其他方面的非规律性变化。地球在41万年当中位置摆动在22.5°和24.5°之间。地球倾斜越大季节性变化越强烈。决定性周期10万年出现一次地球轨道变化和冰期循环之间的关系在50年前已被塞尔维亚的