

海岸带地质环境与 城市发展论文集

COLLECTIONS OF COASTAL GEO-ENVIRONMENT AND URBAN DEVELOPMENT

中国地质调查局 编

中国大地出版社

海岸带地质环境与 城市发展论文集

中国地质调查局 编

中国大地出版社
· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

海岸带地质环境与城市发展论文集 / 中国地质调查局
编. —北京: 中国大地出版社, 2005.8

ISBN 7-80097-784-6

I. 海... II. 中... III. 海岸带—地质环境—影响
—城市建设—中国—文集 IV. F299.2-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 089723 号

责任编辑: 程 新 谢大尉

出版发行: 中国大地出版社

社址邮编: 北京市海淀区学院路 31 号 100083

电 话: (010) 82329127 (发行部) 82329007 (编辑部)

传 真: (010) 82329024

印 刷: 北京纪元彩艺印刷有限公司

开 本: 889mm×1194mm ¹/₁₆

印 张: 30.25

字 数: 840 千字

版 次: 2005 年 8 月第 1 版

印 次: 2005 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 1~2000 册

书 号: ISBN 7-80097-784-6/P·59

定 价: 128.00 元

(凡购买中国大地出版社的图书, 如发现印装质量问题, 本社发行部负责调换)

《海岸带地质环境与城市发展论文集》

编委会

学术顾问：刘东生 院士

陈梦熊 院士

王思敬 院士

林学钰 院士

主 任：殷跃平

副主任：于海峰 武选民 王 宏

编 委（按姓氏笔画排序）：

马 震	王 强	王文清	王家兵
方 成	文冬光	石建省	田廷山
朱远峰	朱锦旗	孙晓明	毕伏科
李 壮	杜海燕	杨 澍	邴志波
吴 国	吴登定	张二勇	张开军
张作辰	陈凌云	赵建康	郭坤一
陶建华	韩子夜	韩再生	彭轩明
霍 兵	魏子新		

序

中国拥有 1.8 万 km 的大陆海岸线和 1.4 万 km 的岛屿海岸线。其中,大陆沿海 11 个省(区、市)的面积占全国总面积的 13.6%,但人口占全国的 41%,国民生产总值占全国的 60%,集中了 60% 以上的社会总财富,分布着 56 座沿海城市,超过 100 万人口的特大城市 15 座,城市人口占全国城市人口的 60.5%。

海岸带城市发展带动了我国改革开放的飞速进行。20 世纪 80 年代中期至 90 年代初,原地质矿产部组织完成了沿海 21 个开放城市环境地质调查和水资源保证程度论证,为这些城市的规划和可持续发展提供了急需的地质依据。

进入 21 世纪以来,根据中国的经济发展战略,城市化进程还将进一步加速。环渤海、长江三角洲、珠江三角洲地区社会经济将向纵深发展,沿海地区将成为海洋文明与陆地文明相融合的玉带。2004 年印度洋地震海啸对海岸带地区的城市建设和发展提出了新的挑战。作为陆地、海洋和人类工程活动相互强烈作用的聚集点,海岸带地区环境地质的研究已成为最为复杂、也是最为紧迫的地质工作。

自 1999 年“国土资源地质大调查”国家专项实施以来,中国地质调查局组织开展了环渤海地区、长江三角洲、珠江三角洲、北部湾、海南岛等沿海地区的环境地质调查评价。同时,与德国、荷兰、加拿大、意大利、美国、日本等国家以及 IAEA、CCOP 等国际组织开展了广泛的学术交流与科技合作,取得了一批受到学术界广泛关注、社会各界普遍欢迎的地质成果,促进了海岸带环境地质学的发展,也为海岸带经济发展作出了积极贡献。

为了对地质大调查开展 6 年来的海岸带地质工作进行总结和交流,并为国内外海岸带地质工作者提供一个学术研讨和交流的平台,中国地质调查局与天津市规划和国土资源局联合于 2004 年 10 月 16~18 日在天津市举办了“海岸带地质环境与城市发展研讨会”。来自全国各地的近 200 名代表参加了会议,并请来了刘东生、陈梦熊、王思敬、林学钰 4 位院士,以及来自美国、荷兰、埃及、日本的专家学者作大会学术报告。

通过这次会议,可以看出我国海岸带环境地质调查工作有以下特点:以地质为基础,第四纪地质、构造活动性等区域基础性地质研究工作得到了加强,取得了一批有特色的调查研究成果;海岸带环境地质调查开始体现多目标、多手段、多兵种的集成,提升了地质调查成果的技术水平;在调查研究海岸带及沿海城市环境地质问题历史变化过程和现状的同时,加大了对发展趋势的预测力度,为有效制定防范措施提供了依据;对海岸带及沿海城市环境地质问题,在深入研究形成机理的同时,已开始重视地质环境修复等方面的工作;在前人工作的基础上,更新了一批海岸带及沿海城市环境地质调查资料。现已基本完成了全国海岸带和沿海城市 1:25 万区域环境地质调查工作。

会后,中国地质调查局天津地质调查中心编辑出版会议论文集。该文集汇集了近年来国内专家学者和长期在野外一线从事海岸带地质调查工作的技术人员的学术论文近 60 篇,研究范围覆盖了整个中国海岸带。



2005 年 6 月 10 日

目 录

人与自然和谐发展——来自环境演化研究的启示	刘东生	(1)
海岸带城市地质环境特征与主要地质环境问题	陈梦熊	(8)
海岸带城市化的环境地质问题	王思敬 温庆博	(15)
中国海岸带地质环境与资源 (Geo-environment and Resources in Coastal Area of China)	林学钰 (Lin Xueyu)	(21)
中国海岸带主要环境地质问题	文冬光 吴登定 张二勇	(29)
中国海岸带的地质特征与综合治理	何起祥 刘守全 周永青等	(36)
环渤海地区地下水资源与环境地质问题	孙晓明 王卫东 徐建国等	(43)
环渤海地区及华北平原第四纪古环境变迁机制	王 强 刘立军 王卫东等	(67)
环渤海地区区域地壳稳定性分区与评价	田德培 王兰化 王丽璞	(77)
地下水资源开发模式和降落漏斗问题	赵天石 王卫东	(87)
下辽河平原新近系地下水开采的动态变化特征	王卫东 宋庆春	(92)
大连市滨海河谷型地下水库开发利用前景	王卫东	(98)
大连市海水入侵特征	李宝兰 巩建伟 宋庆春等	(107)
大连市海水入侵区地下水系统保护标准研究	荆艳东 李忠国 束龙仓等	(112)
港口城市空间结构形成与演变探讨		
——以辽宁省沿海港口城市为例	张小军 韩增林 薛东前	(120)
环渤海河北地区地下水环境演化研究	王欣宝 尚琳群 李玉龙	(128)
风暴潮和地面沉降灾害对河北省沿海地区的影响	邢忠信 张 熟 郗洪强	(137)
秦皇岛海平面变化与海岸侵蚀及其对城市影响	于道永 张立海 赵洪彦等	(144)
唐山市环境地质调查评价	王欣宝 王昕州 赵雄鹰	(154)
渤海湾西岸滨海平原晚第四纪以来的沉积间断	李凤林 王 宏 阎玉忠等	(163)
天津城市发展中的若干环境地质问题	王家兵	(170)
21 世纪初期天津市水资源供需分析及对策探讨	王兰化 张士金 王亚斌	(175)
地面沉降、海平面上升对天津市海岸带的影响	王兰化 张士金	(184)
天津市平原区深层淡水咸化及咸水下移问题的讨论	王兰化	(190)
大城市实施分质供水的必要性和可行性——以天津市为例	潘 桐	(198)
南水北调天津段水利工程对地下水运动影响评估	李志民 康金栓 陈 卫等	(204)
沧州市地面沉降研究及防治对策	邢忠信 李和学 张 熟等	(211)
环渤海山东地区地下水库建设条件分析	徐建国 卫政润 张 涛等	(219)
环渤海山东地区浅层地下水资源潜力分析及利用对策	徐建国 卫政润 张 涛等	(226)
黄河三角洲生态地质环境综合研究	颜世强 范继璋 石玉臣等	(232)
黄河三角洲及其浅层地下淡水(微咸水)形成演化规律研究	安永会 张福存 姚秀菊等	(238)
莱州湾南岸咸-卤水入侵的发展与趋势预测	徐建国 季顺乐 卫政润等	(245)
高密度电法在莱州湾东南岸海水入侵监测中的应用	赵书泉 徐军祥 李培远等	(255)

地质环境质量评价的二级模糊指数法

- 以山东省环渤海地区为例 徐建国 马震 张涛等 (262)
- 青岛地区镉的分布特征及环境效应 陈正新 李绍全 王保军等 (271)
- 青岛市天然放射性环境地质调查与评价 夏宁 邢锋 朱立 (277)
- 长江三角洲地区地下水资源与地质灾害 郭坤一 于军 方正等 (285)
- 苏锡常地区地裂缝灾害研究 宗开红 (295)
- 太湖流域某研究区浅层地下水有机污染特征 陈鸿汉 何江涛 刘菲等 (305)
- 太湖流域某区浅层地下水有机污染包气带防护性能初探 何江涛 陈鸿汉 刘菲等 (313)
- 浙江省滨海地区地下水资源开发诱发的环境地质问题 赵建康 (322)
- 杭州湾海岸带地质环境问题与环杭州湾产业带的发展 魏源 陈忠大 顾明光 (331)
- 杭嘉湖平原全新世古环境演化及其与人类活动的关系 顾明光 陈忠大 汪庆华等 (338)
- 冲绳海槽北部晚更新世以来孢粉组合及古环境演变 张文卿 (350)
- 海岸线变迁环境地质问题探讨——以福建南部沿海地区为例 林军 (355)
- 厦门员当海湾工程地质环境 陈追田 (362)
- 珠江三角洲经济区泛都市化趋势下的环境地质问题 支兵发 梁家海 梁向阳等 (367)
- 珠江三角洲软土对城市建设的影响 支兵发 梁家海 卢耀东 (382)
- 珠江三角洲海岸异常变迁及其生态地质环境效应 支兵发 (392)
- 填海区地下水系统内物理与化学过程之初步研究 (Preliminary Studies on Physical and Chemical Processes in the Subsurface System in the Land Reclaimed from the Sea) 焦赳赳 梁志文 陈扣平等 (Jiu.J. Jiao, Chiman Leung, Kouping Chen et al.) (399)
- 珠江口地区岸线变迁遥感动态调查 赵玉灵 杨金中 (408)
- 湛江市地面沉降的可持续性发展 李榴芬 马秀峰 (416)
- 北部湾地区地下水开发与海岸带保护——以北海市为例 欧业成 黄喜新 李炳义等 (421)
- 海岛地下淡水资源开发利用与海水入侵防治 李国敏 (428)
- 中国沿海海平面变化及其环境影响的初步分析 张立海 张业成 于道永等 (437)
- 海水入侵防治研究与实践进展 李福林 赵德三 陈学群等 (442)
- 中国沿海地面沉降与防治对策 李铁龙 易立新 金朝晖等 (449)
- 全球环境演变规律及对我国国土环境安全影响的预测 王善思 商连发 刘铁平等 (459)

CONTENTS

Harmonious Development between People and the Nature	
—An Inspiration from the Studies of the Environmental Evolution	Liu Tungsheng (1)
The City Geo-environmental Characteristics on Chinese Coastal Zone and the Major	
Geo-environment Problems	Chen Mengxiong (8)
The Geo-environmental Problem in the Process of Urbanization in	
Coastal Zone	Wang Sijing, Wen Qingbo (15)
Geo-environment and Resources in Coastal Area of China	Lin Xueyu (21)
The Main Geo-environment Problems in Chinese	
Coastal Zones	Wen Dongguang, Wu Dengding, Zhang Eryong (29)
The Coastal Zone of China: Its Geological Background and Integrated	
Management	He Qixiang, Liu Shouquan, Zhou Yongqing et al. (36)
Groundwater Resources and Geo-environmental Problems in Surrounding	
Bo Sea Gulf District	Sun Xiaoming, Wang Weidong, Xu jianguo et al. (43)
The Mechanism of Quaternary Palaeo-environmental Change in Circum-Bo Sea Region and	
North China Plain	Wang Qiang, Liu Lijun, Wang Weidong et al. (67)
Assessment on Regional Crustal Stability in Circum-Bo	
Sea Region	Tian Depei, Wang Lanhua, Wang Liying (77)
The Exploitation Patterns of Groundwater and Exhaustion Cone	
Problem	Zhao Tianshi, Wang Weidong (87)
Exploitation Change of Neogene Groundwater on the Lower Liaohe	
River Plain	Wang Weidong, Song Qingchun (92)
The Prospect of Development and Application of Groundwater Resources	
in River Valley of Coast Zone of Dalian City	Wang Weidong (98)
The Seawater Intrusion Characteristic	
in Dalian City	Li Baolan, Gong Jianwei, Song Qingchun et al. (107)
Research on the Standard and Its Determination Method of Groundwater System Protection in Sea-	
water Intrusion Region of Dalian City	Jing Yandong, Li Zhongguo, Shu Longcang et al. (112)
An Analysis on Law of the Forming and Evolving of Spatial Structure in Harbor Cities	
— with the Liaoning Province's Harbor Cities	
as Case Study	Zhang Xiaojun, Han Zenglin, Xue Dongqian (120)
Evolution of the Groundwater Environment in the Hebei Sector of the Circum-Bo Sea	
Region	Wang Xinbao, Shang Linqun, Li Yulong (128)
The Storm Tide and Land Subsidence Disasters to the Influence of the Foreland of Hebei	
Province	Xing Zhongxin, Zhang Shu, Gao Hongqiang (137)
The Changes in the Sea Surface of Qin Huangdao & Coastal Erosion and Its Effects	
on the City	Yu Daoyong, Zhang Lihai, Zhao Hongyan et al. (144)

Investigation and Evaluation of the Geo-environment in Tangshan

- City Wang Xinbao, Wang Xinzhou, Zhao Xiongying (154)
- The Significance of the Depositional Hiatuses on the Coastal Plain of West Bo Sea Bay since the
Late Quaternary Period Li Fenglin, Wang Hong, Yan Yuzhong et al. (163)
- Problems of Environmental Geology on the Urbanization in Tianjin City Wang Jiabing (170)
- Water Resources Supply and Demand Analysis and Counterplan Study Early in 21 Centuries of
Tianjin Wang Lanhua, Zhang Shijin, Wang Yabin (175)
- Influence of Land Subsidence and Sea Level Rise to the Coast of Tianjin
City Wang Lanhua, Zhang Shijin (184)
- A Discussion on the Deep Fresh Water Salinization in the Plain Region of
Tianjin Wang Lanhua (190)
- The Necessity and Feasibility of the Water Supply by Different Quality in Large Cities
——Taking Tianjin City as an Example Pan Tong (198)
- Estimation of the Influence on Groundwater Action of the Tianjin Main Route of Water
Transfer Project from South to North China Li Zhimin, Kang Jinshuan, Chen Wei et al. (204)
- Surface Subsidence and Its Countermeasures in
Cangzhou Xing Zhongxin, Li Hexue, Zhang Shu et al. (211)
- Construction Condition Analysis for Groundwater Reservoir in the Shandong Sector of
the Circum-Bo Sea Region Xu Jianguo, Wei Zhengrun, Zhang Tao et al. (219)
- The Groundwater Potential Analysis and Sustainable Utilization in the Shandong Sector of the
Circum-Bo Sea Region Xu Jianguo, Wei Zhengrun, Zhang Tao et al. (226)
- Study on Agricultural Eco-geological Environment in the Huanghe
Delta Yan Shiqiang, Fan Jizhang, Shi Yuchen et al. (232)
- Formation and Evolution of the Yellow River Delta Plain and Groundwater in the Yellow River
Delta An Yonghui, Zhang Fucun, Yao Xiujun et al. (238)
- The Development and Trend Forecast about Saline-Haline Water Intrusion in the South Shore
of the Laizhou Bay Xu Jianguo, Ji Shunle, Wei Zhengrun et al. (245)
- Application of High-density Resistance for Monitoring of Seawater Invasion in the Southeast
Bank of Laizhou Bay Zhao Shuquan, Xu Junxiang, Li Peiyuan et al. (255)
- The Two Distinction Fuzzy Index Method in Geo-environment Quality Assessment
——Taking the Area around the Bo Sea of Shandong Province
for Example Xu Jianguo, Ma Zhen, Zhang Tao et al. (262)
- The Distributive Characteristic & Environmental Effects of Cadmium in
Qingdao Chen Zhengxin, Li Shaoquan, Wang Baojun et al. (271)
- The Investigation and Evaluation for Environmental Geology of Natural Radioactivity
in Qingdao Xia Ning, Xing Feng, Zhu Li (277)
- The Groundwater Resources and Geological Calamity in Yangtze Delta
Area Guo Kunyi, Yu Jun, Fang Zheng et al. (285)
- Research on Ground Fissure Disaster in Suxichang Area Zong Kaihong (295)
- Organic contamination characteristics of shallow groundwater in a study area in Taihu
Lake Valley Chen Honghan, He Jiangtao, Liu Fei et al. (305)

Primary Study of Contamination Preventing Abilities of Vadose to Organic Contamination in Shallow Groundwater in Some Area of Tai lake Drainage Area	He Jiangtao, Chen Honghan, Liu Fei et al. (313)
Environmental Geological Problems in Coastal Areas in Zhenjiang Province Caused by the Development of Underground Water Resources	Zhao Jiankang (322)
Geo-environment Problem in Coastal Hangzhou Bay and the Industrial Development Zone in Circum-Hangzhou Bay	Wei Yuan, Chen Zhongda, Gu Mingguang (331)
Holocene Palaeoenvironmental Changes in the Hangjiahu Plain and Human Activities	Gu Mingguang, Chen Zhongda, Wang Qinghua et al. (338)
Polynological Assemblages and Palaeoenvironmental Changes in the East Sea of China Since the Late Pleistocene	Zhang Wenqing (350)
Discussion on the Evolution of Coast Line to the Geo-environment Change——Take the Coast Area of South Fujian Province for Instance	Lin Jun (355)
Engineering Geological Environment in Xiamen Yuandang Gulf	Chen Zhuitian (362)
Environ-geological Problems in the Pan-metropolitan Trend in Pearl River Delta Economic Zone, South China	Zhi Bingfa, Liang Jiahai, Liang Xiangyang et al. (367)
Impacts of Soft soils on Urban Construction in Pearl River Delta Economic Zone	Zhi Bingfa, Liang Jiahai, Lu Yaodong (382)
Anomalous Coastline Change and Its Eco-geo-environmental Impacts in Pearl River Delta	Zhi Bingfa (392)
Preliminary Studies on Physical and Chemical Processes in the Subsurface System in the Land Reclaimed from the Sea	Jiu.J. Jiao, Chiman Leung, Kouping Chen (399)
The Remote Sensing Dynamic Monitoring of the Shoreline in Pearl River Bay	Zhao Yuling, Yang Jinzhong (408)
Sustained Development of Ground Settlement of Zhanjiang Area	Li liufen, Ma Xiufeng (416)
Exploitation of Groundwater and Protection of the Coastal in Beibu Gulf: Taking Beihai City for Example	Ou Yecheng, Huang Xixin, Li Bingyi et al. (421)
Subsurface Freshwater Abstraction and Saltwater Intrusion Protection in an Island	Li Guomin (428)
Superficial Analysis of the Changes in the Sea Surface of China's Coastal Areas and Its Effects on Environment	Zhang Lihai, Zhang Yecheng, Yu Daoyong et al. (437)
Advance in Theory and Practice of Seawater Intrusion Prevention in China	Li Fulin, Zhao Desan, Chen Xuequn et al. (442)
On Effects of Land Subsidence upon Chinese Coastal Areas and the Control Countermeasures	Li Tielong, Yi Lixin, Jin Zhaohui et al. (449)
Evolution of the Whole Earth Environment and Forecast to the Effect of Chinese Territory Environment Safety	Wang Shansi, Shang Lianfa, Liu Tieping et al. (459)

人与自然和谐发展

——来自环境演化研究的启示

刘东生

(中国科学院地质与地球物理研究所, 北京 100029)

摘 要: 人与自然和谐发展的概念是在党的十六届三中全会上提出的, 对于我们地球科学工作者探索一个新的研究领域来说这既是一个难得的机会也是一个严峻的挑战, 我们深受鼓舞。人与自然和谐发展问题可以从环境及其未来发展等 4 个方面来研究: ①环境问题是全球经济和社会可持续发展的主要障碍。②环境问题研究本身就是环境演化的研究, 而环境演化在研究未来的时候, 更需要认识现在和过去。③环境问题导致人们把地球作为一个系统来研究。我们对地球系统的研究的认识比我们需要知道的要少得多。所以我们在地球科学里面把现在或者说最近这一个时代, 看作是环境问题的时代, 并将其作为一个单独的、有特殊含义和内容的地质时代来研究。这个新的地质时代就是“人类世”。④“人类世”是人与自然关系研究的新视角, 也是从地球环境科学和人文科学中寻求自然科学的走向和实践的新途径。

人与自然和谐发展问题可以从环境及其未来发展等 4 个方面来研究: ①环境问题是全球经济和社会可持续发展的主要障碍。②环境问题研究本身就是环境演化的研究, 而环境演化在研究未来的时候, 更需要认识现在和过去。③环境问题导致人们把地球作为一个系统来研究。我们对地球系统的研究的认识比我们需要知道的要少得多。所以我们在地球科学里面把现在或者说最近这一个时代, 看作是环境问题的时代; 并将其作为一个单独的、有特殊含义和内容的地质时代来研究。这个新的地质时代就是“人类世”。④“人类世”是人与自然关系研究的新视角, 也是从地球环境科学和人文科学中寻求自然科学的走向和实践的新途径。

1 环境问题是全球经济和社会可持续发展的主要障碍

近代环境问题自从 Rachel Carson 的《寂静的春天》这本书在 20 世纪 60 年代问世以来, 在世界上引发了一系列的政治、经济和社会问题的反思。人们认为这是人类对自己赖以生存的环境的一个新的觉醒的时代。虽然它是涉及人文科学的问题, 但它在促进环境和人文科学发展的同时也促进了自然科学的前进。几十年来, 环境科学的研究在空间范畴上, 历经从治理“三废”扩大到保护区域环境, 到今天的对全球变化的研究。在时间范畴上, 从对环境的现代物理、化学和生物过程的分析, 进而到试图对人类和这个星球的未来情景有所预见, 这大大提高了人们对环境演化及其机制认识的要求, 也就是对人作为环境演化的产物和“驱动力”的认识。

在环境中由于大量使用化石燃料等原因所引起的温室效应, 导致地面温度不断上升。最近政府间气候变化研究小组 3000 多位科学家完成的报告预测, 21 世纪的温度将上升 $1.4^{\circ}\text{C} \sim 5.8^{\circ}\text{C}$, 在 20 世纪已经上升了 0.6°C 。

在夏威夷观测台得到的结果表明, 1955~2000 年, 大气中 CO_2 含量在持续升高。大量使用化石燃料是导致这个结果的重要原因之一。现在中国的能源生产总量为 16 亿 t 标准煤, 占全球的 11%, 是世界第三大生产国, 同时能源的消耗为 16.8 亿 t 标准煤, 为世界第二大消费国。面对这样全球性的不良环境问题, 人们不禁感叹, 当人们沉浸于征服自然的胜利的时候, 盲目改造

自然的恶果会悄然袭来。从化石燃料导致的地球表面温度升高和它带来的对环境的不良影响我们就可以看出人类和自然界不和谐的后果。

水资源缺乏是一个全球性的严峻问题。我们知道生产 1 t 小麦要 1000 t 水, 生产 1 t 玉米要 1200 t 水, 而生产 1 t 稻米则要 2000 t 水。我国西北 5 省(区)加上内蒙古是一个干旱半干旱地区, 人均水的占有量仅是 1781 t, 与全国的平均人均占有量 2200 t 相比还差得很多, 水资源不足对农业生产造成的影响是很严重的, 再加上因温室效应造成的温度上升和自然灾害, 对人的生活和生活的影响就更大了。这就进一步导致了土地的不合理利用, 造成荒漠化现象扩大, 现在我国有 267.4 万 km² 已经荒漠化, 占国土面积的 27.9%, 在西部地区所占比例还要大。对于荒漠化的治理, 过去 3 年国家共投资了 110 亿元, 取得了一定的效果, 但问题仍然很严重。

温度的升高引起海水面上升造成的影响也将威胁着我们。据估计, 如果气温上升 1℃, 海水面要升高 10 cm。现在占全球 3/4 的大城市以及占 40% 的人口都集中在离海岸不过 60 km 的地区, 如果海水面上升, 当然会对这些城市和人口有很大的影响。据说, 最近有些小的岛国, 如靠近澳大利亚和新西兰的图瓦卢, 它的全部国土都位于海平面上仅 4.5 m, 由于海水面上升有的地方已经被淹没, 如果海水面再往上升, 可能这个国家就不存在了。

至于说生态环境的破坏, 一般人们认为很难计算生态失衡的经济价值的大小。印度一位学者提出, 一棵 50 年的大树所产生的氧气、吸收的有毒气体、防止大气污染、增加土壤肥力、涵养水源以及为鸟类和兽类提供繁殖场所等这 6 项作用加起来, 可以得出它的生态效益是 19.6 万美元。如果属实, 在我国神农架保护区, 50 年以上的树有 50 万株, 按这样来算, 神农架这个地区就森林资源本身来说, 生态效益可以大于 100 亿美元, 赶上 2003 年整个上海市的 GDP 总值。可是现在这个地区仍然还是比较贫困的地区, 对于这样的地区, 我们更应该注意加强保护, 避免因经济开发而破坏森林生态环境。

如此说来, 我们需要一个新的科学的发展观来指导人类的生活。中国共产党第十六次代表大会第三次全会提出的“可持续发展, 就是要促进人与自然的和谐, 实现经济发展和人口、资源、环境相协调”, 这样一个新的科学发展观, 也就是人与自然和谐的发展观。

2 环境演化, 研究未来需要认识现在和过去

无论是从哲学家的观点, 认为环境是在世界中存在的意义上的环境; 还是从科学, 尤其是地质科学的观点, 认为环境是宇宙中的行星地球上人类生活的环境, 都需要认识环境问题的过去、现在和未来, 所以环境问题本身的研究就是环境演化的研究。研究现在和未来的环境问题, 需要从过去的历史中寻找经验, 最近 40 年来地球科学在深海、极地和大陆等方面的研究中有 3 项突破, 为探索这一问题提供了重要的科学依据。环境地质学是把地球的过去看作是它未来的不可分割的一部分, 并以此作为指导来进行研究的。

从 20 世纪 60 年代以来认识地球近代气候环境演化的第一项突破是深海打钻的成功, 在几千米水深以下的海底取上来完整的钻孔样品, 研究的结果发现这些深海沉积完整的记录了近期地球气候环境变化的历史。

中国海区, 1999 年第一次进行深海科学钻探是深海钻探计划 (ODP) 第 184 航次, 这个项目的首席科学家是上海同济大学海洋与地球科学学院的汪品先院士和美国布朗大学的 Warren Prell 教授。这一航次的研究取得了丰硕的成果, 不仅揭示了 2000 多万年以来在近中国的南方海底沉积所反映的海洋、大气、生物等环境历史及其演化规律的时间变化, 而且也显示了空间上热带海洋对东亚大陆的气候的影响。

全球各大洋深海沉积的研究结果表明, 250 万年以来, 地球经历了许多次的冰期和间冰期气候变化的旋回, 而人类的文明就是在寒冷的冰期和温暖的间冰期这一环境中所诞生的最重要的事

件之一。

在气候环境研究上取得的第二重大突破,是冰层钻探取得了南北极地冰芯里面 70 多万年以来大气的样本,它是研究古大气变化的直接证据。除了地球两极以外,中国科学家在被称为第三极的青藏高原的希夏邦马峰达索普冰川海拔 7000 m 的地方进行钻探,研究了几十万年来青藏高原环境变化的历史。

以前对南极冰芯的研究,重建了 42 万年以来的气候和大气成分演变的历史,并且提供了自从工业革命以来,大气里面二氧化碳(CO_2)和甲烷(CH_4)急剧增高的证据。空气被包含在雪里面,当雪被压实变成冰的时候,空气就被保存在冰里面形成气泡,而钻探取出来的连续的,从现在到几十万年以前的冰芯,里面的气泡也就是几十万年以来当时大气的成分。根据从冰芯中大气成分中 CO_2 和 CH_4 等温室气体的含量在工业革命前后比较有急剧升高的现象,诺贝尔奖获得者 Paul Crutzen 和 Stoermer 教授提出人类从 1746 年开始进入一个新的地质时代,即“人类世”(Anthropocene)。南极的冰芯中所揭示的自工业革命以来, CH_4 和 CO 的急剧升高,超过了地质历史上 42 万年以来自然界所经历的 4 次冰期和间冰期的丰度,说明 42 万年以来这是受到了人类活动增强,特别是工业发达的影响。正因为这一现象说明人已经成为一个不可忽视的地质营力作用的重要意义。从 1996 年到 2003 年这 8 年的时间,科学家们又在南极做了很多的工作,取得了新的、年代更久的冰芯样品,并在研究上取得了新的进展。

这一结果被认为是 2003 年世界十大科学成就之一。从 2004 年发表的结果来看,南极研究的新结果从时间上把以前 42 万年的编年记录向前推到了距现在 74 万年以前,使人们更加相信人作为一项地质营力,其影响可能有时会超过自然界本身的力量,并具有破坏性。这就是为什么要人与自然和谐发展和为什么要强调“人类世”研究的意义。

同时还进行了多项指标对比研究,包括与太阳辐射的变化、同位素氘的变化、海洋氧同位素变化以及粉尘变化的对比。

所谓粉尘,就是黄土,在现代和古代的干旱半干旱地区,如我国的华北和西北地区,每年干旱季节经常会有沙尘暴,由高空沙尘暴所带来的粉尘,我们就叫做黄土。

地球上两个最大的粉尘传输系统,一个是从非洲撒哈拉沙漠到美洲和欧洲的传送;另一个是从中亚的戈壁沙漠到中国的西北、华北,然后到日本,再飘过太平洋到达北美,甚至向北跨过极地到欧洲,在阿尔卑斯山上还接到过从中国吹去的粉尘。黄土是由风力搬运的粉尘沉积于地表上所形成的,和大洋中的深海沉积一样,黄土堆积随时代逐步加厚和随气候环境变化,因而保存了很多环境的信息。对于这个信息库的解译是认识环境演化的第三项突破。

中国黄土高原是世界上黄土分布面积最大和沉积最为连续的地区之一,其年代是由 2.7 Ma 到现在。最近在离甘肃天水不远的秦安,郭正堂发现有距现在 2200 万年前的黄土和古土壤层。这个发现使人们看到了,在亚洲的东部,可能在很早以前就发生了干旱和湿润的交替现象。这种对自然环境变化的地质历史的研究改变了人们对今天的干旱化的认识和对沙漠化的发生和治理的理念。

根据黄土的磁化率、粒度等作为古气候代用指标的测定,可以看到其干旱和湿润的变化规律是和深海的同位素各时期,各阶段可以对比的,这反映了古气候变化的全球性。

所以,深海沉积、冰芯和黄土,虽然各具特色,但又共同具有一致性,这是地质记录所证明的。70 多万年以来,它们的气候波动是可以对比的,是一致的。但是黄土层的另一自己的属性是它比深海沉积和极地冰芯更接近于我们人类的起源和人类的文明以及人类的生活,因为我们不可能从几 km 水深下边的深海沉积中去发现人类的遗迹,也很难从极地的冰芯中获取大量人类活动的迹象,但是黄土却可以给我们提供丰富的环境演化和人类活动的信息。这是研究人与环境演化,也就是人与自然和谐发展,以及人类应如何与自然和谐发展的一个很有价值的范式。因为随

着人类社会和自然界演化的不断进步,人类活动有的时候会是建设性的改进自然环境与自然和谐,有的时候破坏人与自然之间的和谐。

这种人类应该与自然和谐发展的理念,可以从2万多年末次盛冰期以来中国北方沙漠的分布和历史来看,在东北地区,发现盛冰期的时候因气候严酷有利于沙漠活动,所以沙漠分布较广。但到了距今8000~3000年的时候,气候温暖湿润被称为全新世适宜期。这一时期适于土壤的形成并固定了以前冰期时期形成的沙漠,使这些沙漠成为被埋藏的沙层。但是由于人类的到来,人类活动破坏了这些土壤层,造成土壤层之下的古风成砂重新活化,又形成荒漠景观,这就是现代荒漠化的历史背景和形成的过程。据此我们不仅可以了解荒漠化的地质背景,而且也认识到这是人类的活动破坏了其与自然的和谐,这为荒漠化的治理提供了科学的依据。

3 地球系统,我们知道的比我们需要知道的要少得多

对过去历史的研究使我们能够全方位、多角度、多元化地了解过去地球系统的演化。然而地球系统非常复杂,我们对它的认识还远远不够。当今社会广为关注的大气中 CO_2 温室效应问题,虽然人们已经从冰芯中了解到过去70多万年来 CO_2 、 CH_4 等温室气体的变化规律,但是对 CO_2 和全球变暖之间的关系还不十分清楚。

在短时间尺度上, CO_2 浓度变化和全球温度变化是一致的,1000年来在各不同地点的大气 CO_2 的浓度曲线和近1000年来在各不同的方面所获得的北半球的温度变化记录,可以比较好地进行一些比较。随着 CO_2 浓度进一步的增加,从2000年一直到2100年,不同的模式预测的结果则差异甚大。并且我们还可以从这些研究中看到,有很多更为复杂的情况,这是人们对地球系统的知识的不完整性和难以预测性。

对过去时期的研究表明,即使在温暖时期,还可能出现气候变冷的事件,这是古气候变化中的突变性。在亚热带雷州半岛的最南边灯楼角海边的珊瑚礁剖面中发现珊瑚死亡事件。珊瑚呈柱状排列死亡后,形成一个平整的水平剥蚀面,环境好了又在此剥蚀面上有同样珊瑚继续生长,形成柱状排列遇到恶劣的环境又死亡,然后又继续生长。生长,死亡,生长,死亡,一层一层地这样叠置排列。

根据余克服的研究,这些珊瑚的死亡与冬季海水表层温度变化有关,当冬季的海水表层温度比现在低三四摄氏度,也就是温度低到 10.7°C 以下的时候,珊瑚就会大量死亡。如果将这些珊瑚的年龄进行确定,我们发现,最老的是7475年,而最新的是7075年,在400年中,有9次这样的珊瑚遇到寒冷死亡的事件。这一在全新世适宜期(8000~3000年)温暖时期的急剧变冷事件,研究者称之为“雷州事件”。全新世是指1万年以来的地质时期,一般被公认为是一个温暖时期,但是在这样一个温暖时期,在亚热带的雷州半岛的海边上还发现了9次造成珊瑚死亡的寒冷的事件。

气候急剧变化的事件不仅发生在海边,而且也发生在内陆。新疆塔克拉玛干沙漠东边著名的罗布泊,在1900年当斯文赫定到达那里的时候还有相当大面积的水,所以他把罗布泊叫做一个游移的湖。在1950年中国科学院的科学家们到罗布泊进行综合考察的时候,也还有水,还需要乘船进去,到1960年,水可以说已经很少。从1961年美国卫星拍摄的图像看罗布泊的中心地区有一个耳朵状的古湖遗迹,那是湖的中心部分,当时在这个地区似乎还有一些水。从2004年的卫星照片看,大耳朵这个地区完全变成了干涸的盐壳。这个湖的干枯是发生在20世纪60年代。在2004年10月16日英国著名的《泰晤士地图集》特别宣称,已经把罗布泊从新版地图上去掉了。他们认为罗布泊已经不是一个湖,而是一个干涸的盐壳。

在斯文赫定1900年到达罗布泊的时候,还可以看到很大的鱼,但是现在已经没有了。无独

有偶,在非洲第四大湖——乍得湖,从20世纪60年代到现在的40年中,湖体已经缩小了95%。过去这个湖也像罗布泊一样有很大的鱼,但是现在乍得湖只有一部分还有点水,变成一片沼泽,湖体基本上也消失了,同时它也在泰晤士地图上消失了。这是地球上著名的大湖干涸的过程,它们都是在干旱气候条件发生的事件,至于为什么干旱我们还所知甚少。

海洋和陆地环境变化的复杂性对人类的胁迫性不仅表现在海洋和陆地,而且还表现在冰盖地区。从卫星图像中的比较研究发现和1979年北极冰盖的覆盖相比,2003年冰已经消失得很多。北极的冰的消失会对人类带来很大威胁。因为北极的冰融化使大量的淡水流入到大洋,导致海水盐度的变化,致使海流变化从而导致气候的变化。这可能会对大洋里面所谓“温盐效应”的传送带产生影响,导致气候突变。如电影《后天》里所出现的那种冰雪风暴气候骤变的天气。这种灾难性的气候会不会出现呢?英国一个刊物说,地球上将有一个新的冰期到来,而这个新的冰期是2004年5月28日,这一天是什么日子呢?就是《后天》这个电影的首映式。这虽然是一个幽默的说法,但无论是干旱也罢,冰的融化也罢,海面的上升也罢,对于这些突变的环境问题的忧虑,都已集中的表现在《后天》这个电影上。

过去200多万年中实际上有很长一段时间地球是在冰期里面。现在的人类就是出现在最后的一次冰期里面,就是12万年前左右出现了现在的智人(Homo Sapiens),智人出现以后,经过了一个很广泛的,而且非常严厉的冰期,那个时候,地球表面有30%面积为上千米厚的冰所覆盖。现在,我们是处在一个间冰期的阶段,对于人类自然环境的未来是走向一个冰期呢,还是向温暖的间冰期继续发展呢?如果由于人类活动会影响冰期和间冰期的自然规律和周期,我们现在这个已经处于间冰期的地球,很可能将继续延长进入一个所谓“超间冰期”的时代,也可能象《后天》那个电影所描述的进入冰期时代,所以也有人称,未来的地球是一个“未知的世界”。对于它的未来,作为地质营力的人类负有重大的责任。

地球环境是一个非常复杂的系统,各圈层之间的相互作用在时间和空间维度上都是无比精细的,事实告诉我们,人类活动已经成为一种重要的地质营力。这就迫使我们从一个新的视角来考察今天的属于自己的地球系统,也就是本文作者强调研究“人类世”的用意。

4 “人类世”——人与自然关系研究的新视角

“人类世”这一个名词和概念的提出,是希望我们国家有更多的年轻人能够对它进行研究,特别是从科学与人文的视角,更加深入地研究“人类世”。“人类世”是地质学上的名词,我们做250万年以来到10万年这段时期叫做更新世,10万年以来是更新世的晚期,到了1万年,我们叫做全新世。Paul Crutzen 提出来的“人类世”,就是从1万年里边,分出来一个新的地质时期,即从1784年开始到现在和未来约1万年。我们需要研究“人类世”,是因为我们国家的土地、历史以及人民更有条件为科学地研究“人类世”作出更大的贡献,解决我们的环境问题。

早在20世纪20年代俄罗斯地球化学家V.L.Vernadsky就提出人类应单独成为一个地质时代。到了40年代,在中国工作过20多年的法国地质古生物学家Teilhard. De Chardin,把会思考的人类的思维作为地球的一个圈层,和岩石圈、水圈、生物圈一样,这一个圈层叫做“智慧圈”,他提出来一个会思考的地球观。在2000年,因研究臭氧层而获得诺贝尔奖的Paul Crutzen提出了“人类世”——“Anthropocene”。

“人类世”这个概念的提出,将可能是地质学上又一次飞跃。板块构造学说的提出是地质学的一次革命,而为解决人类环境问题所提出的“人类世”,将可能是地质学的又一次的革命。

Paul Crutzen关于“人类世”的概念是,“人类世”是从18世纪晚期开始的,其特征是南极冰层捕获的大气中, CO_2 和 CH_4 的急剧增高。这恰与1784年瓦特发明蒸汽机的时间相当,所以

他认为“人类世”的开始应该是 1784 年。他提出现在大气中, CO_2 等温室气体所产生的影响比较长远, 像 CH_4 这类气体可能要几千年才能够消耗尽, 像 CO_2 也要几百年。所以他说“人类世”不仅是从 1784 年起到现在, 而且可能还要延续到今后很多年。说“人类世”始于 1784 年是因其随着蒸汽机的发明带来的工业革命以来, 人类活动的速度加快了, 生产力的发展, 经济的发展, 科学技术的发展, 使自然界里就产生了很多的变化。各种变化不仅规模扩大而且速度加快, 其结果是一方面是发展了, 同时, 一些不容乐观的变化也在加剧侵袭着人类赖以生存的地球系统, 像 CO_2 、 N_2O 、 CH_4 的增多, 以及环境温度的升高、洪水、干旱、灾害、资源和生态系统的破坏等等。从 1784 年, 特别是从 1900 年以后, 人类的活动带来的正面和负面效应都有很大的、飞速的发展。

现在已经有更多的科学家开始注意到“人类世”这个问题。2004 年 8 月份在欧洲召开的一次科学论坛上,《国际地圈与生物圈计划》的首席科学家 Will Steffen 说到,“人类世”是一个特殊的纪元, 和其他的地质时代不一样, 以前其他的地质时代是慢慢变的, 变的速率比较小, 幅度也比较小。而现在我们应该考虑到环境正在极速地、大幅度地变化, 也应该考虑到它将来的发展以及环境变化的一些不稳定性, 或者说是突变性。

在讨论“人类世”是不是 1784 年开始这个问题的时候, 有很多科学家也提出自己的看法。William Ruddiman 教授在 2003 年认为,“人类世”应该开始于几千年以前, 是在农业出现及随之而来的农业实践中的技术革新的结果。他认为在这个时候, 不仅仅是 CO_2 的升高, CH_4 的升高也特别快。这两个温室气体同时的升高, 可以说是“人类世”的开始。从中国来看, 作者认为这个时代是随着人类生产力的发展和生产力的第一次飞跃——农业革命而开始的, 可能早到 1.4 万年左右, 或者说是 1 万年。这样的一个时代的发生, 和 Ruddiman 所说的大致一样。

我们可以考虑把“人类世”作为最新的地质时期, 它的特点就是人与自然的相互作用的加剧, 需要和谐的发展涉及可持续发展的各个方面, 如气候的变化, 水资源的缺乏, 荒漠的变化, 海平面的变化, 生态系统的变化, 生物种群的变化等等。研究“人类世”不仅需要多种自然科学的交叉融合, 甚至要求自然科学和社会科学的通力合作。

加强地球系统研究, 实现人与自然的和谐发展, 它的交汇点就是地球科学面向社会。2004 年 8 月在意大利佛罗伦萨召开了由 117 个会员国组成的国际地球科学联合会的地质大会。在这次大会上, 科学家们提出了一个“行星地球计划”(planet earth), 它的主旨就是地球科学需要面向社会。现在这个计划预备在联合国的支持下把 2005~2007 年作为全球实行这个计划的宣传和实践时期, 同时也作为国际行星地球年, 也就是地球科学面向社会年。这项计划被认为是当前所有的科学计划中, 最有雄心、最有远见的国际科学计划。

行星地球计划将致力于人与自然和谐发展的、可持续发展的、新的地质学, 也就是“人类世”的地质学。主要致力于以下这 8 个方面: ①地下水的可持续利用; ②地质灾害的减灾和预报; ③地球与健康的, 医学地质, 建立一个更安全的环境; ④建立气候档案库, 把所有气候变化记录下来; ⑤资源研究, 加强可持续发展的可持续能力, 及可持续研究的能力; ⑥城市的研究, 深入到地下和更为安全的城市; ⑦地球深部的研究, 包括地核、地壳部分; ⑧海洋的研究。我们希望前面开始时候说的那些影响发展的那些环境问题得以解决, 这将是我们的中国科学家对于中国, 也是对于人类作出的应有的贡献。

我们希望在我们的下一代会实现行星地球计划以及人类与自然的和谐发展。当然, 我们更希望在我们这个时代能够迎来人与自然的和谐发展。

Harmonious Development between People and the Nature

——An Inspiration from the Studies of the Environmental Evolution

Liu Tungsheng

(*Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029*)

Abstract: The concept of the harmonious development has been raised on the Conference of the Third Central Committee of the Sixteenth of the Chinese Communist Party. We are deeply inspired, as it is both a rare opportunity and a hard challenge for our earth scientific workers to explore new research fields. The contents of discussion include: ① The Problem of environmental deterioration, the main obstruction for the global economy and social sustainable development in the Twenty First Century. ② Studying the past and the present is for the future. ③ The complexity of the earth systems——What we knew is much less than what we want to know. Human activity has already become a very important geological agent, which play a significant role in the context of movement of the global systems. This requires us to understand the earth from brand new points of view. ④ Anthropocene——A new viewing angle to studying the relationship between people and the nature.