

第 30 届国际地质大会论文集



第 2、3 卷

地学与人类生存、 环境、自然灾害 全球变化

籍传茂 主编



地 质 出 版 社

第 30 届国际地质大会论文集

第 2、3 卷

**地学与人类生存、环境、
自然灾害 全球变化**

籍传茂 主编

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 简 介

第30届国际地质大会论文集第2卷和第3卷合刊本包括26篇论文,2篇论文摘要。为便于读者阅读,将这些论文(和摘要)分为7组:(1)21世纪地学展望;(2)地质环境和灾害区域性问题的研究;(3)矿产开发和应用对环境的影响;(4)城市地质研究;(5)地质灾害和环境监测预报新技术;(6)地质遗址;(7)全球变化。

本书可供从事环境地质、水文地质、工程地质、第四纪地质、地质灾害防治、地质遗址保护的专业人员和师生阅读。本书中关于地学展望和地质信息系统等论文内容尤其值得广大地学工作者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

地学与人类生存、环境、自然灾害 全球变化/籍传茂主编.-北京:地质出版社,1999.5

(第30届国际地质大会论文集;第2、3卷)

ISBN 7-116-02766-1

I. 地… II. 籍… III. 环境地质学-国际学术会议-文集 IV. X141-53

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第04304号

地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路29号)

责任编辑:刘淑春 周继荣

责任校对:田建茹

*

北京印刷学院实习工厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092 1/16 印张:15.375 字数:365000

1999年5月北京第一版·1999年5月北京第一次印刷

印数:1—500册 定价:38.00元

ISBN 7-116-02766-1
P·1990

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行处负责调换)

第 30 届国际地质大会论文集英文版共 26 卷,已由荷兰国际科学出版社(VSP)于 1997 年全部出版。中文版由第 30 届国际地质大会组织委员会编辑,地质出版社出版。

第 30 届国际地质大会论文集卷目

- 第 1 卷:地球的起源和历史
- 第 2 卷:地学与人类生存、环境、自然灾害
- 第 3 卷:全球变化
- 第 4 卷:岩石圈构造和深部作用
- 第 5 卷:现代岩石圈运动 地震地质
- 第 6 卷:全球构造带 超大陆的形成与裂解
- 第 7 卷:造山带 地质填图
- 第 8 卷:盆地分析 全球沉积地质学 沉积学
- 第 9 卷:21 世纪能源矿产和矿产资源 矿床地质 矿产经济学
- 第 10 卷:地学新技术方法
- 第 11 卷:地层学
- 第 12 卷:古生物学 地史学
- 第 13 卷:海洋地质学 古海洋学
- 第 14 卷:构造地质学 地质力学
- 第 15 卷:火成岩岩石学
- 第 16 卷:矿物学
- 第 17 卷:前寒武纪地质学和变质岩石学
- 第 18 卷:化石燃料地质——石油、天然气和煤
- 第 19 卷:地球化学
- 第 20 卷:地球物理
- 第 21 卷:第四纪地质
- 第 22 卷:水文地质
- 第 23 卷:工程地质
- 第 24 卷:环境地质
- 第 25 卷:数学地质和地质信息
- 第 26 卷:比较行星学 地质教育 地质学史

目 录

第一篇 21 世纪地学展望

未来 10 年为了可持续发展的地质科学 E. F. J. de Mulder, U. G. Cordani(1)

第二篇 地质环境和灾害区域性问题的研究

俄罗斯地质环境状况的研究与评价

..... G. S. Vartanyan, V. V. Kurennoy, L. A. Ostrovsky, A. I. Sheko, A. A. Shpak(13)

东亚自然灾害制图项目 Hirokazu Kato(21)

环境地学近期进展 晏同珍, 晏磊, 唐辉明, 方云(27)

中国地质-生态环境类型与质量及其 21 世纪演化预测研究

..... 卢耀如, 童国榜, 郭永海, 张凤娥, 杨丽娟(42)

洞庭湖地质环境系统分析

..... 张人权, 梁杏, 孙连发, 李振华, 张国樑, 皮建高, 王明甫, 段文忠(55)

人为物质流——一个地质因素 P. Neumann-Mahlkau(63)

浅层地下水氟的地球化学——以河北邢台山前平原为例 曾溅辉(68)

第三篇 矿产开发和应用对环境的影响

矿物资源评价在与基岩矿物浓度有关的潜在环境灾害区域筛选时的应用

..... S. H. B. Clark(82)

油田开发对环境的影响——地热研究

..... A. V. Khristoforov, N. N. Khristoforova(91)

电厂煤燃烧产物潜在污染的初步研究 曾荣树, 赵杰辉, 徐文东(97)

第四篇 城市地质研究

中国城市发展中的地质环境问题 王思敬(108)

中国城市地下水资源开发 王兆馨, 籍传茂(114)

香港地下空间开发潜力的地质工程初步评价

..... K. J. Roberts, H. H. Choy, R. R. Martin(123)

山区城市地质环境演化中包气带的二次污染机制

..... 王兰生, 刘丹, 杨立铮, 徐锡珍, 姜云(134)

天津地面沉降研究 曲焕林, 郭占荣(144)

地裂缝、地面沉降及其环境地质效应 王兰生, 徐进, 赵其华, 李天斌(151)

西安的城市地质——对地裂缝的分析

..... Momikura Yoshimasa, Sun Yao, Sato Eiichi(162)

第五篇 地质灾害和环境监测预报新技术

京津唐地质灾害预测防治计算机辅助决策系统(GHIDSS)的研制

..... 刘怡芬, 胡瑞林, 石建省, 张永波, 向缉熙, 李向全(169)

上海城市建设规划航空遥感信息系统 孙建中,程之牧,姜志祥,任竞(179)
地下市政信息系统(UMIS)

..... E. F. J. de Mulder, B. A. M. Baardman, A. M. Ten Kate(183)

高原地区危险地质动力过程的监测

..... I. T. Aitmatov, I. A. Torgoyev, Yu. G. Alioshin(191)

区域泥石流预报的空间信息系统..... 李冬田,李纪人,朱文胜(195)

第六篇 地质遗址

中国的地质遗址及其保护..... 潘江,卢立伍,姬书安(202)

第七篇 全球变化

澳大利亚第四纪风成沉积..... 陈向阳(214)

中国中部黄土堆积粒度记录的谱分析

..... J. van Huissteden, G. Nugteren, J. Vandenberghe, 安芷生(229)

最近 1130 年北京附近的气候变化——中国石花洞中一个石笋年层的证据(摘要)

..... 刘东生,谭明,秦晓广,张德尔(239)

根据中国黄土-古土壤层序和日本沉积物推断晚新生代东亚季风循环的大变动

(摘要)..... 肖举乐,刘东生,安芷生(240)

第一篇 21 世纪地学展望

未来 10 年为了可持续发展的地质科学

E. F. J. de Mulder

(Netherlands Institute of Applied Geoscience TNO, National Geological Survey,
P. O. Box 157, NL-2000 AD HAARLEM, the Netherlands)

U. G. Cordani

(Instituto de Estudios Avancados, 05508900 SAO PAULO, Brazil)

摘 要 1992 年里约热内卢世界环发大会已经改变了世界。现在几乎所有国家都正式作出了有关环境的保证。已经建立了很多跨国和国家组织,或多或少都以“环境和可持续发展”的原则为中心。同时,很多实际预算投向了有关环境的研究。地质科学进入此领域相对较晚,但是地质调查和地质科学研究机构现在已经很好地发挥了作用。本文讨论了他们以“可持续发展”为主题所发挥的作用,对未来 10 年作出展望。其中包括:水、土壤、减少贫困、城市化、废物处理、能源、矿产、减灾和教育。列举几个实例:地质科学可以确定新的、深部的和遥远的淡水含水层,预报地下污染物的路径,并且提出保护地下水被进一步污染的有效措施。他们可以评价哪些肥沃土地可能被洪水或海岸侵蚀,造成遗弃和盐碱化,并应用演化模型来减缓或避免土壤的继续流失。他们可以协助减少贫困,对不稳定的城市向市政当局发出警报;可以找到存放有害废物的安全地点;可以协助最适宜的方式开发紧缺的能源资源;可以协助进行环境可持续且经济有效益的矿业;可以预测、减缓或者避免自然和人为的灾害;可以对把现行的教育系统改变得更加完整。尽管地球科学家不可能预防所有世界上的重要问题,他们先进的技术一定能够为解决很多的,特别是涉及到自然尺度的社会问题作出贡献。

关键词 地质科学 可持续发展 环境 社会-经济

1 地质科学和环境

地质科学家进入环境领域相对较晚,在这一领域,工程师、地理学家、生物学家、气象学家、海洋学家和一些其它学科的科学家长先于他们。这已经对地质科学家在某些主要的应用科学团体和研究项目的地位和需求方面产生了不利。地球科学只能在余下的和其它学科无可争辩地不可能覆盖的领域中加以选择。尽管起步较晚,很多地质科学家现在重点涉及了环境领域,他们在环境项目的贡献,无论是数量还是规模都在增长。本文对地球科学介入环境

领域作一介绍,并展望未来 10 年地球科学在这一领域的介入将如何发展。

随着 80 年代后期对环境认识需求的巨大增长,特别是在发达国家建立了一些环境咨询机构。很多地球科学家在这些机构找到了工作。到 90 年代初,在一些发达国家,国家、地区和地方政府放慢了一系列项目(例如:美国、加拿大和一些欧洲国家),大量环境方面的地质科学家失去了工作。在过去的 10 年,一些国家政府已经投入了相当充足的预算用于研究在地质隔离构造中安全存储高度放射性废料问题。跨政府实体,如欧洲共同体也作了类似的应用。推动了很多世界范围研究中心的应用地质科学发展,并且鼓励这些中心更加重视地球科学的环境方面。这些发展同样影响了各地质调查局^[1~3]。

大型国际组织,诸如欧洲联盟,对环境日益增长的关注在某些方面比一些国家在国家水平上所作的要晚。欧洲联盟于 1993 年发起了“欧洲环境机构”(哥本哈根)。欧洲联盟对环境事务的介入,反映在他们对有关环境研究持续 4 年的框架计划的预算上。就在联合国环境和发展大会(UNCED)期间(1992 年),联合国建立了一个财政机构来支持重要的环境研究和开发计划。1994 年这个全球环境基金(GEF)具有超过 20 亿美元的预算和 150 个成员国。其它地区性的组织,诸如:亚太经社会(ESCAP)监测了本地区其成员国的环境状态。这些“环境状态”报告每 5 年作出,并在部长级会议期间讨论其进展和限制条件。

到 80 年代末,国际地科联和各协会讨论了重点问题是否应放到环境方面。辩论的结果是在 1990 年的国际地质科学联合会(IUGS)产生了一个新的委员会,即“环境规划的地质科学”(COGEOENVIRONMENT)。这个委员会已经加强了与其它国际团体的联系,保证了尽可能限制交叉重复^[4]。IUGS 提出环境问题的另一个实例是发动了由国际科学联合会(ICSU)负责的“地球管理合作”^[5]。这些发展标志着很多地球科学工作者在科学概念和日常工作两方面为走向 20 世纪末一个根本性转变。

2 地质科学和可持续发展

对全球环境变化和为了给子孙后代保持地球一个健康环境的公共关心,一般表达为“可持续发展”。Goldemberg^[6]给出了特别是发展中国家在经济方面“发展”的有价值的信息。图 1 表示了能量被粗略用来表示“发展”的同时成为过度消费的明显标志,表明在很多工业化国家能源是如何被浪费的,清楚表示了存在着非可持续发展的趋势。

由于地球科学家习惯于既和发展又和环境打交道,并且由于他们特别善于观察在现实空间和时间框架中的全球环境变化,地质学家特别适于为“可持续发展”作出贡献。为了达到可持续发展,需求和问题经常包括与地球有关的方面。因而,对参与了的地球科学家提出了确实的合理要求,要适当地依靠其他经过科学或非科学训练的专家^[7]。这些要求和课题包括:水、土壤、城市化、废物处理、能源、矿产和减灾。在地质科学方面,可持续发展的关键需求将在以下阐述。地球科学可以在社会-经济的发展方面发挥重要作用,诸如减缓贫困和教育(即消除无知)。

2.1 水

在一些近期出版的环境状况报告中,水成为制约可持续发展的主要因素。在未来 10 年中,能够利用的淡水资源将确定所有发展议程,不仅是在发展中国家,而且可能在地球上大范围的干旱地区造成政治不稳定,甚至国际冲突和区域战争。以最近的近东和平协议为例,

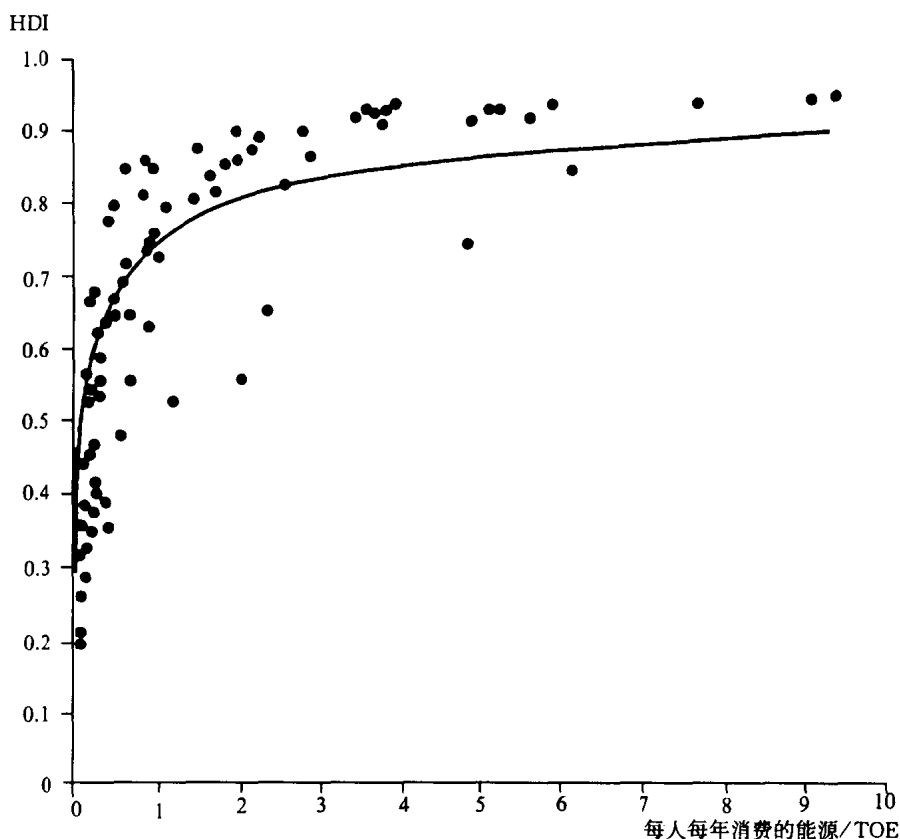


图1 80个国家能源利用[以每人每年 TOE(Ton of Oil Equivalent 的缩写,即石油当量吨)]
与人类发展标志(HDI)关系图

(据 Goldemberg, 1996 年, 以 UNDP 报告为基础编绘)

各个联合国实体现在都用 HDI 定量评价“发展”, 其基础为不同的指标, 诸如: GDP、教育程度、婴儿死亡率、预期寿命等。图 1 反映出, HDI 小于约 0.8 的大部分发展中国家所利用的能源低于 1TOE/(人·年), 这可以被认为是可以接收的生活质量的合理极限。能源利用超过 1TOE/(人·年)的国家并没有更好的 HDI, 其值仍或多或少地围绕着 0.8。北美国家在 HDI 值相近的情况下, 每人每年消耗的能源大约相当西欧国家的两倍

其中就包括了内容为区域水资源管理的主要章节。例如约旦人目前用水为 $300\text{m}^3/(\text{人} \cdot \text{年})$, 其大大低于水资源非常有限国家的一般用水 1000m^3 的限定, 并且这个数字到 2025 年预计要下降到 $121\text{m}^3/(\text{人} \cdot \text{年})$ 。饮用淡水的可利用量受到如下的严重约束: ①含水层的损耗。②地表水和地下水的污染。含水层的损耗问题的部分原因是由于含水层的管理不充分(超量开采, 补给不充分等), 但重要的事实是, 正在减少的地下淡水量将要供给地球上越来越多的人口。作为专业的勘察者, 地质科学家可以协助减缓含水层的损耗, 确定新的, 通常是埋藏在深部或是位置遥远的地下淡水资源。地质科学家还可以介入提高地下水的管理水平, 通过优化地下水水井的空间分布和延伸深度使管理优化。他们有能力确认和描绘含水层中的污染水流及其通过系统的潜在能力。最后, 他们的专长可以用于通过对原来为盐碱的含水层, 激发自然的和人工的补给, 创建淡水含水层。例如, 通过增加砂脊构建人工岛屿或扩大海岸带, 就可以用淡水补给这种含水层。

初看来,地质科学家在防止地下水和地表水资源污染的作用可能不够明显。但是,他们对地球结构、组成和沉积物/岩石特征的三维知识,使他们能够应用适当的数据输入到地下水流模型中,模拟地下水流线,并计算地层对特定的污染元素的容纳容量。地质预报正在成为水管理非常有前途的工具,而且可以引导出防止有价值的含水层受到(进一步)污染的对策。

2.2 土壤

农业土壤正处于严重威胁之中。农业土壤的形成是一个以每年若干毫米速率进行的缓慢过程,取决于位置、区域岩石类型、气候和地貌。人类活动,诸如:砍伐森林、缺乏和完全没有土地利用管理技术(即摧毁和燃烧)、以及化肥和农药的不充分或过度使用,已经造成了广泛的土壤流失或土壤退化。在中国每年流失 50 亿 t 肥沃土壤,其中 20 亿 t 通过河流搬运并沉积在海洋或湖泊之中。这等于全世界总量的 $1/12$ ^[8]。能够类比的数字可应用于独联体(CIS)国家和拉丁美洲和非洲的很多地区。大部分流失的沉积物沉入了不断增加数量的筑坝水库。另一类土地的流失是沙漠化和盐碱化^[9]。根据 Norse^[10]等人,每年流失相当于 5 百万到 6 百万公顷,使土壤侵蚀成为限制可持续发展最不利的因素之一。一个全面可持续的农业只能在土壤侵蚀和退化不再超过土壤更新时才能够实现。以人类的时间尺度和目前的实践,土壤已成为不可更新的资源和可持续发展的基本约束。土壤的物理、化学、矿物学和生物特征是所有地球科学家感兴趣的,而涉及土壤形成和演化的表面过程更为地质科学家所注目。他们可以应用有关河流作用和海洋/海岸过程的知识在多学科的团组中为理解地区和区域问题作出贡献,预报并指明肥沃土地中面临危险的地区。应用侵蚀模型可以帮助规划和管理防止河流和海岸侵蚀的设施。无论以什么速率,这类问题都从流域范围考虑,而不去考虑现有管理范围和界限。

2.3 城市化

到 2000 年,地球上 50% 的人口将居住在占据全球土地面积很小比例的城市之中。“可持续发展的城市发展”因而成为在国际环境议程中高度优先的事情。集中的高层建筑物、地下构筑、陡峭的滑坡断裂、超量的地下水开采,在相对较小面积的土地上形成差别很大的压力,造成了不均衡和产生了重要的地质灾害。这些危险可以由地质科学家与工程师、水文学家、规划人员等组成工作团组进行预报和计算。这些在城市地区工作的地质学家(城市地质学者)的特殊任务可以包括:数据采集、存储、处理和解释,事实上是城市及其周边地区地下三维图像的发展。这个模型结合沉积物、岩石特征资料和水文情况将帮助地质学家编出地图,表示出规划和未规划开发的影响、自然和人为的灾害和存在于城市地下的资源。当经济数据增加到这些资料中时,可靠的、表示为价格、利润的分析即可准备好,以公正的数据为基础,利用或不利用政治上透明的决策支持系统,可以选择位置作出决策。这种信息系统是选择建设基础、城市扩展和废物处置最优位置基础(例如,de Mulder^[11])。某些大城市不能任意向远处扩大,而为了建设卫星城或者全新城市中心需要选择新的地点。很明显,对于城市的可持续发展,当选择潜在位置、发展城市范围和建设新城市时,不能忽视地质科学专家。一个这类新城市开发的例子是靠近上海市的浦东,上海地质矿产局就已参与了规划和实施^[12]。

2.4 废物处理

糟糕的废物管理常常严重阻碍了可持续发展。菲律宾马尼拉市高度超过 40m 的垃圾堆(冒烟山)已经成为这个城市中及其周边地区环境的巨大威胁^[13]。生活垃圾大部分储存在城

市中心或近郊的地面上或靠近地面。十分常见的是这类垃圾堆设计很糟糕,在堆放位置的底部缺乏充分的铺衬^[14],并且(或者)坐落在可渗漏的基础上使渗出物进入含水层。存储废弃物的研究一般限于预先选择位置的工程方面。天然的地质地层阻止污染物运移进入含水层的可行性仅仅偶而被给予考虑。

可持续的废物处理是建立在“多屏障”的原则上,要考虑不可渗透或弱渗透基础,诸如,厚粘土体、盐岩或页岩作为在渗滤进入生物圈之前的最后(天然的)屏障。这特别应用于剧毒的辐射废物,诸如:高放射性废物。毫无例外地,地质科学专长应用在场址评价研究之中,以及还经常用于对永久放射性废料处理的长期封闭后条件的模拟之中。通常非常严格的场址评估过程应用在这类废料上,常常对其它类别的废料不应用,甚至当涉及高危险性和永久化学废弃物时亦如此。放射性废物的处理场址一般根据军需、行政和政治原因来进行选择。一旦选择之后,地质学家被请来证明该场址是安全的。详尽的地质研究从地质观点来选择最佳的可行场址情况是很少的^[15]。

另一个阻碍放射性废物存储的因素是这类废物必须存储在本国或本省自己国土中的政策。这就是,即使不能保证在那里能够找到合适的场址,也要选择最接近的场址。这类危害性废物的巨大潜在环境作用本身长时期引起争论,对这个政策提出置疑,在本国领土上没有的情况下应谋求保险的场址。如果考虑两个世纪以来在一个大陆,如欧洲那样国家边界的显著变动的情况,目前在放射性废物处理的单独国家研究,其安全期分别为至少 1 万年(如美国)、10 万年(如德国、荷兰)或 100 万年(如瑞典),就缺乏很好的考虑和现实的时间、空间概念。正如发生在具有高度价值的自然资源那样,寻找存储非常有害物质的最优地点将变得更加国际化。最近由国际地科联在国际科学联盟的保护下开始的放射性废物在地球上永久存储的最佳可行地点的研究,因而只能受到欢迎。

废物管理是一个被认为在未来年份变得更为重要的课题。尽管预计在更为发达的世界每个人产生的废物会更少,在欠发达世界产生废物的增长在未来 10 年内很难避免。或许不用太久,跨国的公司将雇佣勘探和环境地质学家,尽其努力去寻找这类废物可以环境可持续和价值有效的方式存储的地点。地质学家可以结合废物问题,帮助开发确定污染土壤、确定地下污染流的新技术,对发展新的治理方法,例如:生物原地治理(bio-in-situ)作出贡献,利用岩石地层潜能的自然衰减来预报污染路径,在治理期间和其后监测地区的污染水平。

2.5 能源

不可更新的能源,诸如石油和天然气正在逐渐、但是无可挽回地枯竭。根据事实来看,对能源的需求与人口增长保持同步,预计到 2020 年每年需要能源 $630 \times 10^9 \text{ J}$ 。因而,很明显寻找和明智利用能源资源应在发展议程中占据显著的位置。这种关心没有反映在大部分国家的能源价格上,他们通过一个低税率的系统“补助”了能源供应。如果环境资源全部计入到石油和天然气,价格将可观地增加,例如美国就是如此。反过来看,这可以抑制过量和浪费地利用这些宝贵的资源。通过发现很多小型和大型的石油和天然气资源,地质学家已经在过去 10 年中为满足消费者和工业的能源需求增长作出了贡献。

地球上还存在着黑色和褐色煤炭的巨大资源。这些是在发展中国家举足轻重的矿业和应用的资源,造成了大量的 CO_2 散射。此外,还有自发的煤炭燃烧形成大量的 CO_2 喷射进入大气层。这类“煤火”经常发生在中国、印度和印度尼西亚,每年在中国要消耗 1 亿~2 亿 t 黑色煤炭。现在地质科学家介入了治理这些环境问题。技术已经变得可以更加合适的环境方

式从燃烧的煤层中产生天然甲烷气或控制地下煤炭燃烧^[16]。地质专业再次成为适应这种抽取方法的煤层勘探和开发的基础。

核能源的运行没有 CO₂ 喷射的产生,但是却产生剧毒和放射性废物,造成重大问题。尽管有前途的转换技术能够最终显著降低放射性废物的生存期,但还不能预见在不远的将来,在全球范围内核能源生产中出现重大突破^[17]。

在世界上广大地区,人们几乎完全依靠木材作为燃料,造成了森林砍伐,这显然对环境具有负作用:降低了 O₂ 的产生,减少了生物多样性,增加了土壤的流失和侵蚀,加快了沉积和滑坡。地质科学家可以预报这类问题,并协助规划者开发减少危害的解决途径。

能源的可持续利用可能集中在能源的保护方面,特别在工业化国家,大规模应用可更新的能源,诸如太阳能光电池和地热能,以及改进能源的传输系统,它们目前常常结构较差,可能造成巨大的损失。地质科学专长将被用于地热能资源的勘探。

2.6 矿产

多年以来,矿产资源一直是地质科学家感兴趣的主要目标。自从普遍价格下滑以来,在矿业部门从业的地质学家减少了。政府正在开始增加对采矿工业的环境作用的关心,并对采矿活动施加了若干环境约束。其结果,例如加拿大的铜矿公司转移到了智利^[7]。在矿产价格依然很低的地方,环境可持续的矿业是昂贵的。仅仅当矿石品位高的矿业才可能是经济的,而且其规模要很大。寻找这类矿床需要勘探中高深的专门技术和地质技能。同样应用与相对低廉的聚合和建筑材料。在人口密集的国家,如荷兰,挖取粘土和粗砂的复合坑洼变得更加普遍,地貌风景受到较少破坏^[18]。这些天在苏格兰和挪威等地发生着热烈的辩论,是关于在沿着人迹罕至的海岸绝壁“过度采石”的环境(风景)作用,每处每年生产超过 5 百万吨的聚集物^[19]。在未来 10 年发明新的材料将需要另外一些矿产^[1]。

为了评估采矿的地质化学和其尾矿的环境作用,同样需要地质科学家。他们可以开发足够的化学、物理和生物的对污染或不稳定的尾矿场内和场外补救方法。此外,地质学家在环境监测时,可以充当显著角色,因为他们熟悉采矿的地球化学。到最后,测量土壤地球化学的原始背景值是基础。因为这些紧密联系着岩石和土壤的自然地质条件,建立可靠的零水平状况基本是地质科学家的工作。

2.7 减灾

在联合国国际减灾 10 年(1990~1999)计划的框架之中的年度报告已经完成了世界自然灾害所造成的影响。这些报告表明,例如在 1990~1993 年期间,237737 人由于地震、洪水和滑坡等自然灾害造成了死亡或下落不明。在此期间由这类灾害造成的经济损失总计超过 2000 亿美元,其约为世界生产总值的 0.2%。另一个关于在中欧和东欧地质环境问题分布的详细清单^[9],显示了自然和人为灾害在这些国家的情况。

对自然和人为地质灾祸、灾害的后果评估和监测的结果,清楚表明了预测和防治手段的迫切需求。正如地质过程形成了计算这类灾害作用的基础,预报模型将不可避免地以地质专家意见为基础。而这种预报在过去主要是定性的,在过去的 10 年中,以数学—物理方法逼近的地球过程数目增加,导致了不断改进的数值模型的发展。这类模型现在可以模拟在不同条件(方案)下一定地质过程的未来影响。有兴趣的结果已经从河流侵蚀中得到^[20]。虽然可以报道某些有前途的进步^[21,22],系统的地震预报仍然被问题所困扰^[23]。

另一类灾害与温室气体散发增加所造成的全球变化有关。作为全球变化问题作用在整

个地球及其岩石圈、水圈、生物圈和大气圈,应该选择把地球作为一个系统来考虑的综合模拟。地质学家正在进行一些有关抗拒全球变化有害作用的研究。首先,很多第四纪地质学家现在研究地质历史时期的大气中,各种数量的这类气体在自然条件下对气候的影响。他们通过国际第四纪联合会(INQUA)参加到国际岩石圈—生物圈计划的 PAGES(过去全球变化)核心项目中。这些研究获得了考虑过去气候事件更为准确的时间的例证,并且更好地理解温室气体的自然增加和减少与以 20 万年和 2000 年为时间尺度的冰期和温暖期的关系。

全球变化的另一方面涉及到加速的海平面上升对现今海岸带作用。在这方面,已经清楚,只有综合的模拟才能够产生涉及到受海潮威胁地区可信赖的预测。简单地把海平面以上 0.6m 等值线作为 21 世纪中期预测的海岸线已被证明是不正确的,因为控制海岸带沉积均衡的沉积和水力过程的综合作用,可以消除预想的海平面上升作用或在陆地加倍其作用^[24]。

全球变化不仅作用在海平面上,还对季风地区的气候产生影响。最近,第四纪地质研究在 INQUA/PAGES 框架工作中已经论证表明,在季风地区气候带显著的转化在最近的地质历史时期已经发生,并可能在最近的将来再次发生^[25]。地质学家已经在碳循环的研究中取得了有希望的成果,他们量化了地球系统资源中碳的消耗和产生的数量,作为天然 CO₂ 对大气层贡献的近似估计^[26]。

已经变得越来越清楚,以极大努力开发的全球气候的模型,如果没有提供地质数据并依靠其进行评价,将是无效的。经常出现的糟糕模拟结果迫使模拟者要求地质学家提供这类数据^[27]。

3 发展的社会-经济方面

除了上面所列举的对于可持续发展环境要求以外,一些重要的和一般的社会-经济事项也要求地质科学的加入以达到可持续发展。下面讨论其中两个事项。

3.1 减缓贫困

在其最近的报告中,UNDP(联合国发展计划)考虑减缓贫困是要实行达到可持续发展最重要的条件(UNDP,1995)。贫困是土地退化的驱动力量,因为它导致了非可持续的土地利用实践。进一步讲,“真正”的可持续发展只能在人类团结一致的伦理原则得到应用时才能实现。减缓贫困经常仅被看作是一个社会问题。但是,减轻贫困的一些方面应包括更多自身物质导向的训练,讨论如下。贫困可以由提供给穷人更多基本需求而得到缓解,如安全蔽身处、饮用水和良好食物。安全蔽身处意味着他们将能够防护自然和人为的灾祸,诸如洪水、海啸、火山喷发、地震、地面沉降、不稳定地基等。由于这些灾祸的大部分具有由地球作用控制的自然原因,地球科学家有能力预报、防止或减轻这类灾祸的毁坏作用。这个方面将更进一步综合讨论如下。同样应用于饮用水。地质学家在“水”方面的作用早已重视。“食物”与肥沃土壤的可利用程度紧密相关。穷人常常生活在边缘的土地上,那里土壤流失和土壤退化很普遍^[13]。“食物”还意味着鱼类。生活在海岸带的穷人以大量鱼类为食。小规模渔业经常受到海岸地带大规模开发的威胁。海岸地区的可持续发展只能通过综合的海岸带管理才能够实现^[28],其目标是达到包括穷人在内的所有纳税人都能接受的环境可持续和土地利用的平衡。

3.2 教育

人口增长和贫困紧密伴随着文盲^[6]。因而,与贫困和人口增长斗争的基本手段之一就是消灭文盲。所以教育是达到可持续发展的关键因素之一。在过去的10年中,已经设计了新的发展模式,要求具有所有可能的知识,并在所有目标之间相互合作。这种模式的一个实例是“综合的海岸带管理”,其中在海岸带所有的因素都介入了决策作出过程(见上段“减缓贫困”)。这个模型吸纳了所有类别的信息,包括地球科学信息,并且非常重视环境因素。对于这种处理方法的转变需要(再)教育,不仅仅是对年轻的操作人,而且对群众在管理水平上也是必要的。一个类似的处理是对于研究全球变化在水文、地质、生物和大气方面的作用的需要。这又对教育系统施加了巨大的压力,它应该能够从根本上从学科导向转变为综合科学学习^[29]。为了解决环境问题,地质科学应该完全与其它训练结合起来。如果我们改进教育系统并采用新的课程,未来的学生将变得从开始就熟悉以综合的方式解决问题。

这里再一次为地质学家提供了机遇。幸运的是今天一些地质教育机构已经开发了新的尝试,其在未来10年将使科学教育显著突出。在众多国家的大学中,越来越多的重视环境地质科学研究的学生数目的显著增加已经引人注目^[1]。在更高基础的水平上,地质学家可以对地方决策者提供自然和人为地质灾害的地质背景方面的教育,正如在哥伦比亚,Antioquia已经作的那样,最近任命的市长接受了特殊的课程^[30]。

4 未来的10年

上面阐述了地球科学家若干重要的作用(潜在的),都是实现可持续发展所必须的。现在产生了这样一个问题,现在的哪些倾向会至少持续到未来10年呢?而地球科学家在这些领域中在未来10年又将起到哪些作用呢?以前面章节中已经讨论过的为基础,下列负面倾向可以预见到:

- (1)人口的增长;
- (2)城市化增长;
- (3)饮用水、肥沃土壤和其它资源的损耗;
- (4)贫困的增长。

前两个倾向预计会主要在第三世界发生,而后两个会在这个星球的所有地方发生。

对于正面倾向,我们可以注意到如下方面:

- (1)对环境的了解和关注的增加;
- (2)“清洁”技术开发的生长;
- (3)政治独断的减少;
- (4)跨越边界通讯的改进。

简而言之这意味着:人类活动已经达到了这样一个规模,它能够影响到地球本身的稳定,危及着越来越多的人的生活。还表明,我们从全球角度考虑和联系的越多,对本地活动所具有的工具和实现可能就越好。

地质学家不可能预防和缓解未来10年及其后世界上的所有问题。但是,他们娴熟的深入地下、地表和空间探查的技术和改进的地质过程知识,使地质学家可以开发非常详尽的地球地下条件的三维图像,包括岩石和土壤的特征。与过去不同,这些数据以数量的形式出现,

并且几乎可以直接用于输入先进的地质模拟模型,它可以依照预先设定的方案,引证运行逼近未来地下的状况。这种逼近对环境作用的评价十分必要,并将成为决策支持系统(DDS)整体的一部分,它或许将成为10年内决策过程的常规工具。可更新资源和不可更新资源的环境耗费和经济价值通过自然资源计算,将在这类决策支持系统(DDS)中进行评价。可以预料,大多数国家将把环境发展状况报告作为常规的基础,其中包括地质环境状况。地质环境和地球系统的状况将采用环境地质指示器和其它世界范围监测系统的方法进行监测。改进的信息技术将保证这些信息资源一旦产生就立即在世界范围传输。这使得工作在多种训练队伍中的地球科学家把与地质有关的信息直接输入到作出决策的过程中成为可能。

在未来10年中有哪些任务和工作机会将出现在地球科学家面前呢?如果关注重点放在不可更新的金属和能源资源上,我们将可能面对勘探大型深埋的高质量资源,无论它们产出何处,甚至是难于接近的地区,如亚马逊流域、大洋底和永久冻结地区。这就高度要求专业地质学家熟悉广泛的非常尖端的勘探技术。如果石油和矿产的价格仍旧低迷,而且环境约束仍然居高,矿产开发就将变得效益更低。这将限制地质学家在这一领域的就业机会。进一步发展的新材料的消费远远少于常规的矿产资源,这一领域会对就业机会具有附加的相反作用。某些权威预计,在今后5年内(现今)工业化国家对原有材料的消耗量将减少高达90%^[31]。另一方面,其它大量的文献指出,现在需求较少的矿产将随着由新的冶金处理开发的新材料的合成,而产生需求。这将对地球科学家的职业市场产生正面影响。对于生物地球化学家的机遇预测是在实验室或矿山采用微生物处理生产金属。

人口密度的增长将造成对在城市中及其外围淡水需求的剧烈增长。地下水勘查将雇佣大量的地质学家。不可更新资源和难于更新资源的进一步消耗,例如肥沃土壤,毋庸置疑将成为地球科学家在未来10年的另一个课题。这要求工程师和环境地质学家掌握土壤学和防止土地滑塌,地球化学家和矿物学家掌握减缓土地退化(盐碱化、沙漠化等的后果),以及在恶劣的基础质量上整治土地塌陷和采矿残渣。治理被污染的土地将成为未来10年的一个突出课题。新的治理技术建立在对污染过程更好的理解,同时,地下的生物地球化学特性和过程(例如自然衰减)也将为地质学家在未来10年或更长提供工作。

环境地质和工程地质作为学科是很明显地涉及到灾害预测、灾害防治和减缓灾害。所有这些都将是未来10年及以后的主要课题。此外,进一步发展的预报工具,先进的和环境可持续发展的地质工程工作将在自然和人为灾害方面满足城市人口的需求。增长的人口密度提高了地质灾害的危险程度。这预示着企业、单位和个人面对高度潜在的损失,将变得提高对确保制止这类危险的关注。从这一观点,保险公司可能希望拥有可信赖的有效的地质信息。

城市土地将被更加集中地利用,构筑更多的地下基础设施、地下工厂和存储仓库。在海岸带将改造更多的土地、控制城市中的水管理和城市防洪,21世纪初期将有80%的人居住在那里。求实的、定位正确的地球科学家将介入到这些发展之中。

5 结 论

所列举的对环境可持续发展的各项需求,显示出地质学家将在今后10年及其未来发挥显著的重要作用。

(1)地质学家可以为缓解预期的淡水资源短缺作出贡献:寻找新的地下水资源,优化地

下水开采,通过土地整治和自然回灌创建新含水层,探测含水层中的污染水流,预报含水层中污染的流动轨迹。

(2)地质学家可以通过发展测量对肥沃土地变化的预测作出贡献,用来防止作为侵蚀和土壤污染结果的土壤流失。

(3)地质学家可以对防止失去控制的城市化造成的负面影响作出贡献:为城市居民寻找新的资源(淡水、肥沃土壤、建筑材料、能源、矿产等),预报自然和人为灾害并告诫城市主管当局有关不稳定和(或)有风险的地区,协助优化选择城市扩展的地区和土地的利用,开发城市地质信息系统和决策支持系统用以协助城市规划者和开发者。

(4)地质学家可以对选择废物堆放的合适地点作出贡献,无论是地下、地中和地上。辨明其延伸要比最好的编织物长得多的合适的、天然的地质障碍物,预报潜在的污染类型,在开发地质整治策略中,应用地质方法确认地下存储的自然衰减容量。

(5)地质学家可以为解决世界的能源问题作出贡献。寻找新的能源,发展非传统能源的生产方法,例如对地下的煤层,再生产过程中减少能源的浪费,存储、传输,或与“煤炭燃烧”斗争。此外,他们可以为缓解能源生产中产生的负面影响作出贡献,预报能源的非可持续利用所产生的环境作用,评价可以安全在地下存储放射性废物或 CO_2 的可能位置。

(6)地质学家可以通过寻找新的矿产资源持续地为经济作出贡献。此外,他们可以对减缓采矿和矿业过程所产生的负面影响作出贡献,预报这类活动的环境作用,把这方面的信息应用于工厂和采石场的环境可持续设置,开发和应用合适的生物整治方法。

(7)地质学家可以为减灾作出贡献,预报地质灾害和人为灾害及其对社会的作用,编制灾害分带地图,警告当局全球变化的影响,如从地质上确认海平面上升和干旱。他们还可以开发缓解方法和提前警告系统。

(8)地质学家甚至可以对缓解贫困和更好的公共健康作出贡献。确定地下淡水资源,为穷人创造更多未受污染的可用淡水,考虑穷人的需求,促进完善的海岸带管理和土地管理,减缓可能发生在高产耕地中的土地的破坏,为穷人减轻地质灾害,保证住房的安全。

(9)地质学家可以对改善教育作出贡献。在基础水平和规划者和政治家水平上支持环境教育,如通过在自然和人为灾害的地质背景方面教育地方决策者。随着对地质科学可以在环境规划和管理发挥基础作用理解的提高,必将有助于全民的地质教育水平。

综上所述,在未来的 10 年中,地质学家们能够,而且很可能会为人类基础性问题的解决作出更大的贡献。但是,地球科学工作者的工作目标和市场将从传统的勘查领域转移到服务领域。与以传统地质训练为背景的地质勘查小队不同,一种新型的地质学家出现了:顾客导向的地质办事人员,具有广阔的多方面的包括非地质科目和信息技术在内的训练背景,他们不仅仅关注从地质角度去解决问题,而是要努力从整体的角度去开发完整的解决方案,其中地质学家必将发挥关键的作用。

致谢 谨此向 W. S. Fyfe 和 R. Brett 对本文的建议和关注表示衷心的感谢。

(韩再生译,籍传茂校)

参 考 文 献

- [1] Babcock E A. Geoscience in a changing society. Episodes, 1994, 17(4): 101~105.
- [2] Cook P J. The role of the geological surveys in the 21st century. Episodes. 1994, 17(4): 106~110.
- [3] Cook P J. Science in a market economy. Tech. Rep. WQ/96/1. British Geological Survey. 1996.
- [4] de Mulder E F J. Geoscience for Environmental Planning and Management: An international Perspective. Proc. 7th Int. Congr. Int. Ass. Engineer. Geol., Balkema, Rotterdam. 1994. 2337~2341.
- [5] Fyfe W S, Caldwell W G E. Earth Sciences and global development-an IUGS Perspective. Episodes, 1996, 19(1~2): 21~23.
- [6] Goldemberg J. Energy, Environment & Development. Earthscan Publications, London. 1996.
- [7] Cordiani U G. As Ciências da Terra e a Mundialização das Sociedades Estudos Avançados, 1995, 25: 13~27.
- [8] Li Lierong. Geoscience for the environment in China. In: Newsletter COGEOENVIRONMENT. 1, Haarlem, the Netherlands. 1992, 8~10.
- [9] Mattig U, de Mulder E F J. Geo-environmental problems in Central and Eastern Europe. Proc. 7th Int. Congr. Int. Assoc. Eng. Geology, Lisbon. Balkema, Rotterdam; 1994. 4687~4691.
- [10] Norse D, James C, Skinner B J, Zhao Q. Agriculture, Land-Use and Degradation. In: An Agenda of Science for Environment and Development into the 21st Century. ICSU, University Press, Cambridge. 1992.
- [11] de Mulder E F J. Introduction. In: McCall, de Mulder & Marker, Urban Geosciences. Balkema, Rotterdam. 1996.
- [12] Shen Xinguo. Environmental and Geological Information-an Important Basis for the Planning of the Pudong Development Area, Shanghai China. ESCAP Atlas of Urban Geology, 1995, 8: 20~22. ESCAP, Bangkok, ST/ESCAP/1715.
- [13] ESCAP. State of the Environment in Asia and the Pacific. ST/ESCAP/917. Bangkok. 1990.
- [14] Han Daesuk. Case history: Landfills for urban waste disposal in and near the city of Seoul. Mineral Recovery, recycling, waste prevention and confinement for sustainable development in Asia and the Pacific Region. Resource Assessment, Development and Management, ESCAP, Bangkok, ST/ESCAP/1554. 1995, 1: 132~138.
- [15] Wildenborg A F B, Cloetingh S A P L, de Mulder E F J, van Dijke J J, van Gijssel K, Veldkamp A. Toward a predictive barrier model for Zechstein rock salt in the Netherlands. Proc. Geoprospective Colloquium, Paris, 1994. 409~425.
- [16] van Tongeren P C H, Wolf K H A A, Bruining H J, Schreurs H C E, van J B. Tongeren Enhanced Coal Gas Production through the Combined Application of Coalbed Methane and Underground Gasification Production Techniques. Indonesian-Netherlands Seminar on Clean Coal Technology. Unpublished report by the Geological Survey of the Netherlands, Heerlen, the Netherlands. 1996.
- [17] Kassler P. Energy for development. Shell International Petroleum Company. 1994.
- [18] de Jong B, de Mulder E F J. Construction Materials in the Netherlands: Resources and Policy. Proc. Bellinglise workshop on industrial minerals and sustainable development, BGS, Technical Report WF/94/12: 85~87, Keyworth, UK. 1994.
- [19] Crofts R. Superquarries and sustainable development. Mineral Resources and sustainable development; a workshop. Techn. Rep., British Geological Survey. 1994. 29~34.
- [20] Veldkamp A, van den Berg M W. Three-dimensional modelling of Quaternary fluvial dynamics in a climo-tectonic dependent system. A case study of the Maas record (Maastricht, the Netherlands) Global and Planetary Change, 1993, 8: 203~218.
- [21] Vartanyan G S. The HGD Monitoring System for Land-use Planning (Earthquake Prediction). ESCAP Atlas of Urban Geology, ESCAP, Bangkok, ST/ESCAP/1715. 1995, 8: 108~111.
- [22] Vartanyan G S, Bredehoeft J D, Roeloffs E. Hydrogeological Methods for Study of Tectonic Stresses; the experimental works in the Parkfield field (USA) and in Caucasus (USSR). J. Sovetskaya Geologia, 9. 1991.
- [23] Lighthill J. A critical review of VAN. Science International. ICSU Newsletter 60, p. 16, December 1995.