

DIQIU HUAXUE JIXIAN DE LILUN YU SHIJIAN

地球 化学基线的 理论与实践



滕彦国 倪师军 著



化学工业出版社

DIQIU HUAXUE JIXIAN DE LILUN YU SHIJIAN

地球 化学基线的 理论与实践



滕彦国 倪师军 著



化学工业出版社

北京

开展地球化学基线研究以确定化学元素自然分布的空间变化,是了解地表环境污染及恶化程度、预测和监测全球气候变化效应与环境变化的基础。本书介绍了地球化学基线的历史沿革及发展状况,阐明了地球化学基线的概念及影响因素,论述了地球化学基线的确定模型和方法以及区分自然的和人为的环境影响的地球化学判别指标,并给出了地球化学基线研究的两个实例。

本书适于环境科学等领域的科研人员、管理人员参考,也可供高等院校相关专业师生参阅。

图书在版编目(CIP)数据

地球化学基线的理论与实践/滕彦国,倪师军等.

北京:化学工业出版社,2006.12

ISBN 978-7-5025-9774-0

I. 地… II. ①滕…②倪… III. 地球化学勘探-
基线-研究 IV. P632

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 151145 号

责任编辑:刘兴春

文字编辑:汲永臻

责任校对:李林

装帧设计:史利平

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装:北京云浩印刷有限责任公司

720mm×1000mm 1/16 印张10 字数184千字 2007年1月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:29.80 元

版权所有 违者必究

欢迎加入化学工业出版社读者俱乐部

您可以在我们的网站 (www.cip.com.cn) 查询、购买到数千种化学、化工、机械、电气、材料、环境、生物、医药、安全、轻工等专业图书以及各类专业教材, 并可参与专业论坛讨论, 享受专业资讯服务, 享受购书优惠。欢迎您加入我们的读者俱乐部。

两种入会途径 (免费)

- ◇ 登录化学工业出版社网上书店 (www.cip.com.cn) 注册
- ◇ 填写以下会员申请表寄回 (或传真回) 化学工业出版社

四种会员级别

- ◇ 普通会员 ◇ 银卡会员 ◇ 金卡会员 ◇ VIP 会员

化学工业出版社读者俱乐部会员申请表

姓名:	性别:	学历:
邮编:	通讯地址:	
单位名称:		部门:
您从事的专业领域:		职务:
电话:	E-mail:	

◆ 您希望出版社给您寄送哪些专业图书信息? (可多选)

☐ 化学 ☐ 化工 ☐ 生物 ☐ 医药 ☐ 环境 ☐ 材料 ☐ 机械 ☐ 电气 ☐ 安全 ☐ 能源 ☐ 农业 ☐ 轻工 (食品/印刷/纺织/造纸) ☐ 建筑 ☐ 培训 ☐ 教材 ☐ 科普 ☐ 其他 ()

◆ 您希望多长时间给您寄一次书目信息?

☐ 每月 1 次 ☐ 每季度 1 次 ☐ 半年 1 次 ☐ 一年 1 次 ☐ 不用寄

◆ 您希望我们以哪种方式给您寄送书目? ☐ 邮寄纸介质书目 ☐ E-mail 电子书目

此表可复印, 请认真填写后发传真至 **010-64519686**, 或寄信至: 北京市东城区青年湖南街 13 号化学工业出版社发行部 读者俱乐部收 (邮编 100011)

联系方法:

热线电话: 010-64518888; 64518899 电子信箱: hy64518888@126.com

前 言

世界范围内公众对环境问题的关注正在升温,尤其在那些具有较长的矿业、工业、密集型农业、林业及城市建筑历史的地区,一系列的开发活动使这些地区遭受了严重的污染和土地破坏。对全球范围内地面环境地球化学系统性信息的迫切需求,是维持地球基本生命支撑系统的基础。开展标准化的基线地球化学填图以确定化学元素自然分布的空间变化,是了解地表环境污染及恶化程度、预测和监测全球气候变化效应与环境变化的基础。

地球化学背景中元素含量的自然变化常常被忽略或简化了,对自然变化程度认识不足导致设定一些不符合实际的水平或难以达到的标准,从而引起不必要的恐慌及不必要的法律和经济损失。地球化学基线所要研究的正是上述化学元素在地表环境中浓度的自然变化,因此,开展地球化学基线研究是一项非常紧迫的任务,并已成为重要的前沿领域。

在中国博士后科学基金“矿业活动扰动土地的环境质量地球化学评价原则和方法”、教育部重点科技项目“区域地球化学基线的确定模型和方法”、国土资源部专项科技项目第1子项目“区域地球化学基线及大型矿山和矿集区环境评价示范”、国家科技攻关项目“矿山生态环境监控预警技术开发与示范”的资助下,作者及其研究集体开展了地球化学基线的理论和实践研究,本书就是上述研究成果的系统总结。

全书共分6章,第1章~第4章为地球化学基线原理部分,第5章~第6章为地球化学基线的应用案例。其中,第1章介绍了地球化学基线的历史沿革及发展状况;第2章阐明了地球化学基线的概念及影响因素;第3章论述了地球化学基线的确定模型和方法;第4章综述了区分自然的和人为的环境影响的地球化学判别指标;第5章为攀枝花地区的地球化学基线研究;第6章为德兴地区的地球化学基线研究。

本书绝大部分由北京师范大学滕彦国撰写,成都理工大学倪师军和张成江参与撰写了第5章和第6章的部分内容,全书由滕彦国统稿。成都理工大学的徐争启参与了攀枝花地区水系沉积物的取样及分析测试及研究工作,雷丽和李玉昌参与了攀枝花地区土壤的取样工作,徐争启、陈翠华、施泽明参加了德兴地区的取样工作,北京师范大学宣昊、王长申参与了德兴地区的取样工作,刘晶、崔艳芳、杜加强参与了数据处理及分析工作,他们为本书的出版付出了大量劳动。此外,在开展地球化学基线及矿业地球化学研究过程中,得到北京师范大学林学钰

院士、王金生教授、丁爱中教授、成都理工大学庾先国教授、吴香尧教授、中国地质科学研究院李家熙研究员、张光弟研究员、焦鹏程研究员、王安建研究员等的帮助和指导，在此一并表示衷心的感谢！

地球化学基线问题的研究虽然已经取得了初步的成果，但仍有很多重要问题仍需要深入研究，同时，确定地球化学基线是一项复杂的工作，需要地质学、地球化学、沉积学、环境学、生物学等多学科专业人员的密切协作。本书仅是地球化学基线研究的一个导言，不当之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

著 者
2006 年 10 月

目 录

1 绪论	1
1.1 地球化学基线的由来	1
1.2 地球化学基线的发展状况	3
1.3 地球化学基线的研究目标	3
1.4 国内外开展的地球化学基线研究项目简介	4
1.4.1 全球地球化学基线项目	4
1.4.2 欧洲的基线地球化学填图	6
1.4.3 美国的地球化学基线研究	7
1.4.4 澳大利亚的地球化学基线研究	8
1.4.5 中国的地球化学基线研究	8
参考文献	9
2 地球化学基线的概念	12
2.1 地球化学基线的含义	12
2.2 地球化学背景的含义	12
2.3 地球化学基线与相关概念的区别	13
2.4 地球化学基线的影响因素	15
2.4.1 地质背景的影响	15
2.4.2 地理条件的影响	17
2.4.3 样品性质的影响	22
2.4.4 取样、制样及分析方法的影响	26
2.4.5 研究尺度的影响	27
2.4.6 基线模型的影响	28
参考文献	29
3 地球化学基线的确定方法	33
3.1 标准化方法	33
3.1.1 标准化方法的原理	33
3.1.2 标准化处理的目的	34
3.1.3 标准化因子(元素)	34
3.1.4 标准化处理的程序	36
3.1.5 应用实例	37
3.2 统计学方法	41

3.2.1	双对数相对累积频率分析	41
3.2.2	相对累积频率曲线	42
3.2.3	样品的正态值域分布范围	42
3.2.4	众数分析	43
3.2.5	4 倍标准偏差的偏离值检验	43
3.2.6	迭代 2 倍标准偏差技术	44
3.2.7	计算分布函数	44
3.2.8	盒须图法	45
3.2.9	平均值法	46
3.2.10	分析数据的对数处理及影响	46
3.3	地球化学对比方法	47
3.3.1	表层与深层样品对比	47
3.3.2	背景值与清洁水平	49
3.3.3	城区与远郊区的对比	50
3.4	矿区地球化学基线的确定方法	52
3.4.1	地质定年与地球化学示踪方法	52
3.4.2	地球化学实验及模拟方法	53
	参考文献	54
4	基于地球化学基线的人为环境影响的判别	60
4.1	污染程度	60
4.1.1	计算方法	60
4.1.2	主要应用领域	61
4.2	富集因子	61
4.2.1	基本原理	62
4.2.2	计算方法	62
4.2.3	影响因素	63
4.2.4	富集因子的改进	63
4.2.5	富集因子的缺陷	65
4.3	地质累积指数	66
4.3.1	计算方法	66
4.3.2	影响因素	67
4.4	污染负荷指数	68
4.5	潜在生态危害指数	69
4.5.1	计算方法	69
4.5.2	金属毒性系数的确定	70
4.5.3	影响因素	73

4.6 生物吸收系数·····	73
参考文献·····	74
5 攀枝花地区的地球化学基线研究 ·····	77
5.1 攀枝花地区概况·····	77
5.1.1 自然地理特征·····	77
5.1.2 资源概况·····	78
5.1.3 环境状况·····	79
5.2 土壤地球化学基线研究·····	81
5.2.1 样品的采集与分析·····	82
5.2.2 成土母质的特征·····	82
5.2.3 土壤地球化学基线值·····	87
5.2.4 土壤人为污染的评价·····	91
5.3 水系沉积物地球化学基线·····	107
5.3.1 样品采集与分析测试·····	107
5.3.2 水系沉积物的地球化学特征·····	109
5.3.3 水系沉积物的地球化学基线值·····	111
5.3.4 水系沉积物重金属污染评价·····	112
参考文献·····	118
6 德兴地区的地球化学基线研究 ·····	120
6.1 研究区概况·····	120
6.1.1 自然地理概况·····	120
6.1.2 环境状况·····	121
6.2 土壤地球化学基线·····	121
6.2.1 土壤环境概况·····	121
6.2.2 采样及分析·····	123
6.2.3 地球化学基线值·····	124
6.2.4 人为影响评价·····	126
6.2.5 土壤重金属的污染源分析·····	136
6.3 水系沉积物地球化学基线·····	138
6.3.1 样品采集及分析测试·····	138
6.3.2 地球化学基线值·····	138
6.3.3 环境质量变化的对比分析·····	139
参考文献·····	148
结束语 ·····	150

1 绪 论

1.1 地球化学基线的由来

随着经济的高速发展,生活水平的逐步改善,人类发展带来的环境问题引发了人们前所未有的关注,人们的思维方式、生活观念乃至行为模式都发生了质的变化。环境与生态意识成为后工业时代人类生存与发展的重要理念。各国政府为适应这种变革,纷纷尝试出台各种政策法规以解决日益凸显的环境问题。

地球化学基线研究与人类对环境问题的深刻认识具有密切关系(滕彦国等, 2001)。1972年在瑞典斯德哥尔摩召开的联合国人类环境大会对全球环境的现状与可持续发展表示了极大关注,尽管人们普遍承认确实需要有更全面更可靠的能够描述自然环境的数据,监测和预测全球环境未来趋势及后果,但仍倾向于把它置于比分析及模拟次要的地位。1992年联合国环境与发展大会为地球化学基线研究提供了新的契机,该次大会清楚地表达了综合本底数据的重要性。随着人们对农业及土地利用的极大关注,地球化学基线填图及环境地球化学监测也得到了重视(Darnley, 1997; Darnley & Plant, 1998)。

世界范围内公众对环境问题的关注正在升温,尤其在那些具有较长的矿业、工业、密集型农业、林业及城市建筑历史的地区,一系列的开发活动使这些地区遭受了严重的污染和土地破坏(Fordyce, et al., 1998)。对全球范围内地面环境地球化学系统性信息的迫切需求,是维持地球基本生命支撑系统的基础。开展标准化的基线地球化学填图以确定化学元素自然分布的空间变化,是了解地表环境污染及恶化程度、预测和监测全球气候变化效应与环境变化的基础(Darnley & Plant, 1998; Plant, et al., 2001)。

联合国自然资源委员会在其315议案的前言中提到:“目前全球环境监测计划中有一项巨大的空白,现有的计划中没有涉及陆地表面自然化学可变性或由自然和表生过程所引起的变化”。公众的关注促使一些国家立法机构及国际委员会开始设定环境中存在的化学物质的临界水平,低于该水平的物质被认为是安全的,处于触发或活动水平,高于该水平时就要采取补救措施。地球化学背景中元素含量的自然变化常常被忽略或简化,对自然变化程度认识不足导致设定一些不符合实际的水平或难以达到的标准,从而引起不必要的恐慌和不必要的法律和经济损失。地球化学基线所要研究的正是上述化学元素在地表环境中浓度的自然变

化, 因此, 开展地球化学基线研究是一项非常紧迫的任务 (Fordyce, et al., 1998)。

全球变化研究和全球地质对比计划研究为地球化学基线研究提供了重要的科学背景。1992 年联合国“环境与发展”会议的召开以及《21 世纪议程》的通过, 使得环境问题备受各国政府、科学界及广大公众的重视, 这在客观上为全球地球化学基线研究创造了条件 (Darnley, 1997)。从 20 世纪 70 年代开始酝酿, 80 年代初开始提出, 80 年代中后期陆续实施, 至 90 年代已形成一个前所未有的国际科学合作研究行动——全球变化研究计划 (张志强, 1997), 该计划中地质环境与地球化学环境变化研究是其重要的研究内容 (陈静生、尹玉君, 1991)。

1996 年国际地球科学联合会批准成立了一个新的全球地球化学基线工作组, 以鼓励和推动实施联合国教科文组织报告所提议并提交国际地质对比计划中 IGCP259 和 IGCP360 两个项目的成果。地球化学基线工作组负责协调和组织相关的科学活动, 并负责邀请、组织、协调建立全球地球化学基线数据库的工作 (Darnley, 1997; Darnley & Plant, 1998)。至此, 地球化学基线研究在各国受到了普遍重视, 并开展了一系列研究, 较有代表性的是欧洲的地球化学基线填图。

在区域地球化学基线调查和研究受到重视的同时, 工业活动区特别是矿区的地球化学基线研究也受到了人们的关注。评价矿区环境影响及生态和人体健康效应时, 需要对比工业开发前后环境质量和生态状况的变化, 因此确定工业开发前的环境状况, 建立当时的地球化学基线对于评价环境变化尤为重要 (Darnley, 1997; Darnley & Plant, 1998)。美国地质调查局所做的 2000~2010 年战略发展规划中, 从地质学的角度对环境变化给予了极大关注, 而其中地球化学基线及环境灾害评价是其中的重要内容之一 (Bohlen, et al., 1998)。

尽管目前的地球化学基线研究具有上述重要科学背景与重大社会意义, 但对地球化学基线的研究早在 20 世纪 70 年代就已开始。1974 年 Tidball 等就已经开始讨论广义的地球化学基线的定义 (Tidball, et al., 1974), 并在 1976 年使用区域地球化学基线研究了由于燃煤工业造成严重人为影响的怀俄明地区的自然背景 (Tidball & Ebens, 1976)。此后, 又有科学家开展了科罗拉多油页岩开采区附近地表物质的地球化学基线研究 (A Geochemical baseline study of surficial materials in the vicinity of oil shale tract C-a, Rio Blanco County, Colorado. Colorado School of Mine. Golden, CO, United States, 1977), 出现了利用地球化学基线数据开展环境保护研究 (Siegel, et al., 1978), 注重了对地表物质的地球化学基线描述 (Rice, et al., 1984) 以及根据地球化学基线状况研究水质过程 (Edmunds, et al., 1987), 并开展了湖泊沉积物的地球化学基线填图 (Rogers, et al., 1991)。

1.2 地球化学基线的发展状况

经过十余年的探索,尤其是全球地球化学基线填图研究的开展,目前对地球化学基线理论及实际应用已有了深刻认识,取得了重要进展,主要体现为(陈静生、尹玉君,1991; Selinus & Esbensen, 1995; Chukwuma, 1996; Covelli & Fontolan, 1997; De Vivo, et al., 1997; Salminen & Tarvainen, 1997; Boyle, et al., 1998; Church, et al., 1999; Miko, et al., 1999; Bargagli, et al., 1999; Salminen & Gregorauskiene, 2000; 滕彦国, 2001; Teng & Ni, 2001; Teng, et al., 2002; 滕彦国等, 2002; 滕彦国等, 2003; Edmunds, et al., 2003; Key, et al., 2004; Aiyesanmi, et al., 2004; Cicchella, et al., 2005): ①地球化学基线的定义不断明确; ②分别研究了不同对象及不同地质背景和地理景观区的地球化学基线; ③地球化学基线的识别及判别方法取得了一定的进展,如通过地质统计学的方法判别地球化学基线,采用标准化方法确定地球化学基线; ④地球化学基线的影响因素研究表明,样品的粒级、样品的类别及分析方法是影响地球化学基线的最主要的因素; ⑤通过基线地球化学填图和环境地球化学填图,区分人类活动对环境的扰动,并进行环境规划和评价; ⑥确定采矿前的地球化学基线值,对比矿业开发前后环境的变化。

全球地球化学基线以及区域地球化学基线研究中,所采用的尺度往往较大,而对中小尺度的区域地球化学基线研究仍处于探索阶段,尤其是所建立的大尺度的基线研究方法如何适用于小尺度,值得深入研究。

另外,由于矿山及工业区环境问题研究的不断深入,矿床的地球化学基线问题也受到了人们的重视,尤其是进行矿区环境地球化学调查时,地球化学基线研究成为重要的组成部分。矿业及工业开发前后环境质量的变化,使人们有必要研究工业及矿业开发之前的地球化学条件及生态环境状况,这样的研究也成为地球化学基线研究的重要内容,如美国威斯康星州北部的地球化学背景和基线研究;黄石地区岩石、水系沉积物、水的基线地球化学研究; Animas 河水源矿业开发前的地球化学条件和古生态学研究等 (Church, et al., 1999)。

1.3 地球化学基线的研究目标

从地球化学基线的定义可以看出,地球化学基线提供了对比及判别人类或者自然事件造成的环境扰动的标准,是人们对第一环境(自然环境)和第二环境(被扰动的自然环境)深刻认识的体现。地球化学基线研究探索的是环境的目前状态,并提供将来环境扰动的(不管是自然的还是人为的)对比标准或尺度。地

球化学基线研究的总体目标是建立区域地表物质中化学元素的自然变化的数据库(信息),并据此评价自然的和人为的环境影响,其中最重要的是评价人类开发前后化学物质浓度的变化及环境的演变(滕彦国,2001)。但不同国家、不同组织、不同地区进行的地球化学基线研究,其目标略有不同。

地球化学基线研究(IGCP360项目)的出发点是建立地球表层物质的地球化学基线数据库,为全球环境立法和制定全球环境标准提供基本参照,并以此监测全球环境变化。

英国的G-BASE项目(The Geochemical Survey of the Environment)的总体目标是通过系统的地球化学调查实现环境的可持续发展。

美国黄石地区岩石、水系沉积物及水的基线地球化学研究的目标主要有三个(Chaffee et al., 1997; Chaffee & Carlson, 1998; Chaffee & Miller, 1999):①评价黄石地区地壳结构和组成及其与黄石火山活动、古代及现代活动热液系统的关系;②评价过去采矿活动对该区的环境影响;③确定由人类活动引起的及自然地质作用引起的潜在有毒元素是否会进入宏观及微观食物链。

美国威斯康星州北部的地球化学背景和基线研究的目标体现为:确定不同地理景观区和不同地质物质中化学元素的背景和基线信息,并用该信息精确评价自然和人为地球化学变化如何影响环境、野生生物及人类健康。

威尔士高分辨率水系水文地球化学基线填图主要以环境 and 经济目标为主,通过确定区域水地球化学基线调查地形、地质及大气对环境状况的影响,并区分工业区、农业区、城市居住区以及军事发展过程中的环境影响(Simpson, et al., 1996)。

尽管不同国家、不同地区、不同的科学团体和组织开展地球化学基线研究的目标各有不同,但概括起来不外乎如下几种:①以科学探索为目标,如地球化学基线的确定方法、影响因素研究等;②以全球环境监测、预测为目标,如全球地球化学基线填图;③环境和经济目标并重,如通过基线填图进行矿产勘察评价、环境调查评价。

1.4 国内外开展的地球化学基线研究项目简介

1.4.1 全球地球化学基线项目

1988年,“全球地球化学填图”被增列为“国际地质对比计划”(IGCP)第259项目(IGCP 259:国际地球化学填图,项目负责人为加拿大地质调查局的Darnley),并在1988年10月“国际地圈-生物圈计划”(IGBP)斯德哥尔摩会议上被正式列为IBGP未来10年全球变化的基线研究项目(陈静生、尹玉君,1991)。1995年,该项目的第一个报告作为联合国教科文组织(UNESCO)的出版物出版,该报告详细评论了全球参考网络(Global Reference Net, GRN)以

及建立全球地球化学数据库的基本原则和价值 (Darnley, et al., 1995; David, et al., 1997)。

此后的 1993 年, IGCP 实施了第 360 项目 (IGCP 360: 全球地球化学基线)。1996 年国际地球科学联合会 (IUGS) 批准成立了一个新的全球地球化学基线工作组, 该工作组负责协调和组织相关的科学活动, 并负责邀请、组织、协调建立全球地球化学基线数据库的工作 (Darnley, 1997; Darnley & Plant, 1998)。该项目中设计的全球参考网络 (Global Reference Net, GRN) 被开发, 并根据随机统计学的原理制定了取样规则, 即在地球表面按 $160\text{km} \times 160\text{km}$ 的网格密度取样, 此外还制定了样品的分析方法和数据管理规范, 100 多个国家对此达成一致, 并积极参与了该项目 (IUGS, 2002)。作为全球地球化学基线项目实施的成果之一, 1994 年欧洲地质调查论坛 (Forum of European Geological Surveys, FOREGS) 诞生。

1998 年以来, 在国际地球科学联合会 (IUGS) 的全球地球化学基线工作组的组织和协调下, 全球地球化学基线工作取得的主要成就见表 1-1。

表 1-1 1998~2004 全球地球化学基线工作所取得的主要成就
(IUGS 全球地球化学基线工作组年报, 2004)

时间	成 就
1998 年	Salminen R 等出版了 FOREGS Geochemical Mapping Field Manual. Geological Survey of Finland Guide No. 47 全球地球化学基线网站建成, 由英国地质调查局管理, 网址为: www.bgs.ac.uk/IUGS 全球地球化学基线工作组与 FOREGS 共同在意大利那不勒斯召开了年会 欧洲 GRN 采样项目开始
1999 年	哥伦比亚开展的地球化学尝试性研究完成 海岸与岛屿地球科学项目委员会 (CCOP) 统一其成员国 (中国、日本、越南、印度尼西亚、柬埔寨、泰国、马来西亚、巴布亚新几内亚、菲律宾、韩国) 作为全球地球化学基线研究东南亚的区域合作伙伴
2000 年	2000 年巴西里约热内卢的第 31 届国际地质大会期间, 举行了与地球化学基线活动有关的会议 First draft of promotional papers to possible sponsors prepared and sponsorship campaign commenced IUGS 和 FOREGS 工作组的年度商务会议在希腊雅典举行 (11 月 14~17 日)
2001 年	FOREGS 国家的采样和大部分分析工作完成, 欧洲的地球化学数据及成图和数据解释工作开始 CCOP 成员国在中国北京召开的区域地球化学勘探会议期间, 与 IUGS 讨论了参与全球项目的有关问题
2002 年	IUGS 和 FOREGS 工作组的年度商务会议在捷克共和国 Svincice 举行 (4 月 22~25 日) 印度南部的采样和分析工作完成。哥伦比亚和巴西的尝试性研究完成
2003 年	IUGS 和 FOREGS 工作组的年度商务会议在爱尔兰的都柏林举行 (3 月 18~21 日) FOREGS 制作了海报, 并作为 IUGS 全球地球化学基线工作组的欧洲成果, 同时为促进项目的目标印制了 2 页的飞页 IUGS/FOREGS 全球地球化学基线工作组参加 2004 年 8 月 24~28 日在意大利佛罗伦萨召开的第 32 届国际地质大会
2004 年	提交了 FOREGS 的成果之一的欧洲地球化学图集 IUGS/IAGC/FOREGS 工作组参加了第 32 届国际地质大会, 并组织了专题

目前, GRN 取样和分析工作在全球很多国家开展, 至 2002 年, 中国以及俄罗斯的部分地区已经完成了样品采集工作, 澳大利亚正在开展全国范围的航空 γ 能谱测量工作, 其他国家如美国、哥伦比亚、巴西、南非、韩国、印度等国家也取得了重要进展。

IUGS 战略发展委员会将 2005~2007 年确定为国际行星地球年, 主题为面向社会的地球化学, 其中全球地球化学基线项目仍是其组成部分之一 (International Union of Geological Sciences Strategic Planning Committee, 2000. International Earth Sciences in the 21st Century. Science and Organisational Strategy for the International Union of Geological Sciences. Trondheim, Norway, International Union of Geological Sciences)。2005~2009 年, 全球地球化学基线研究项目的主要工作计划为: ①进一步修订 FOREGS 的地球化学填图野外工作手册, 扩展到覆盖所有的景观类型, 与此相似, FOREGS 还将发布适用于欧洲样品的分析手册和质量监控规范; ②将出版欧洲地球化学图集, 并进行详细的解释, 以此更好地为决策者提供依据, 并很好地向普通公众宣传, 达到教育的目的; ③继续努力, 争取参加 GRN 项目的国家更多。

1.4.2 欧洲的基线地球化学填图

虽然作为全球地球化学基线研究的重要成果之一——欧洲地质调查论坛 (Forum of European Geological Surveys, FOREGS), 1994 年已宣告成立, 但其前身可以追溯到 1971 年诞生的西欧地质调查指导组 (West European Geological Surveys, WEGS), 后来由于 20 世纪 90 年代初中欧及东欧的政治剧变, WEGS 于 1994 年开始向中欧及东欧国家开放, 并重新命名为 FOREGS。FOREGS 是非正式 (非官方) 的工作计划群体, 为不同国家提供地质调查指导, 并且已成为不同国家地质调查工作的非官方交流平台。目前, FOREGS 的成员有: 阿尔巴尼亚、亚美尼亚、奥地利、阿塞拜疆、比利时、波黑、保加利亚、克罗地亚、塞浦路斯、捷克、丹麦、爱沙尼亚、芬兰、法国、格鲁吉亚、德国、希腊、匈牙利、冰岛、爱尔兰、意大利、拉脱维亚、立陶宛、卢森堡、马耳他、马其顿、摩尔多瓦、荷兰、挪威、波兰、葡萄牙、罗马尼亚、俄罗斯、斯洛伐克、斯洛文尼亚、瑞典、瑞士、土耳其、乌克兰、英国。

FOREGS 成立了地球化学、海洋地质、自然灾害、非金属矿及工业石材、遥感五个工作组或联络组。地球化学工作组成立于 1996 年 FOREGS 布达佩斯会议, 它的主要目标是收集、保存和分析所采集的样品, 建立标准化的国际地球化学数据库, 可视化所分析的元素浓度, 编制欧洲地球化学图集。FOREGS 已成功地组织了 1996 年的“地球化学基线填图”国际会议, 会议论文集在 Journal of Geochemical Exploration 出版 (1997 年第 60 卷第 1 期), 该专辑包含斯洛伐克 1:1000000 地球化学图集、波兰的地球化学及放射性填图、匈牙利的低密度

地球化学填图、立陶宛的地球化学填图、意大利萨丁尼亚的地球化学填图以及中国的地球化学填图。

2001~2005年,荷兰实施了《荷兰土壤的地球化学特征和基线调查:自然背景与人为扩散的痕迹》,并于2000年在《Netherlands Journal of Geosciences》79卷第4期出版了“荷兰的地球化学填图”专辑。

在科学技术部的支持下,2001年克罗地亚完成了两个地区的地球化学基线填图的项目,一个地区是达尔马提亚南部的碳酸岩(喀斯特)地区,另一个地区是克罗地亚西北部的非碳酸岩地区。研究中所采集的是表层土壤的样品,分析了Al、As、Ba、Ca、Co、Cr、Cu、Fe、La、K、Na、Ni、Mg、Mn、P、Pb、Sc、Sr、Ti、Th、V、Y、Zn和Hg共24个元素(Miko, et al., 2001)。俄罗斯实施的主要是小比例尺尺度的多目标地球化学填图或生态地球化学填图(Koval, et al., 1995; Burenkov, et al., 1999),实施的典型案例是科拉半岛的生态地球化学填图项目。

英国开展的地球化学基线项目与欧洲的地球化学填图有所不同。英国开展的地球化学基线项目主要是G-BASE项目,G-BASE项目是“环境的地球化学基线调查”(The Geochemical Baseline Survey of the Environment)项目的简称,是英国全国范围的系统高分辨率的地球化学填图项目,20世纪70年代始于苏格兰北部的高原地区,此后这项工作不断向南推进,并有望在2012年完成全国的工作,而在实际工作中,英国地质调查局已把这一目标进行了修订,即在2020年完成水系沉积物的调查工作,并完成城市地区的土壤调查工作。在考虑了自然环境研究会(NERC)利益的情况下,数据主要由英国地质调查局掌握。G-BASE项目的总体目标是支持英国环境的可持续发展。具体目标有:①系统规划矿产资源发展战略;②判别及优选土壤的调查、发展及修复;③确定并提出影响生物多样性和居民可持续发展的地球化学因子;④促进人们对环境与潜在的健康影响之间的流行病学联系的理解。G-BASE项目主要采集水系沉积物、土壤和水系水的样品,采样密度为1~2km²,每个样品分析38种元素。所取得的地球化学数据通过数据库进行管理,完成的地球化学图可以在英国地质调查局网站上查询。

1.4.3 美国的地球化学基线研究

除了参加IUGS组织的全球地球化学基线项目外,美国地质调查局(USGS)制定的2000~2010年地球科学战略发展规划中,地球化学基线的研究内容也被列入其中。目前,美国已开展了很多与地球化学基线研究有关的项目,如黄石公园地区、威斯康星地区、阿尼摩斯河流域等。目前,关于美国地质调查局有关地球化学基线方面的公开报告已经有很多份。

此外,美国还实施了国家地球化学调查项目(National Geochemical Survey,

NGS)。NGS 项目的目标是每 289km² 至少分析一个水系沉积物样品, 而其他地方需要其他固体介质样品时也要分析, NGS 的数据来源比较广泛, 包括 USGS 已经存在的地球化学数据 (USGS, 2004)。当前, NGS 所包含的数据覆盖了美国 71% 的陆地面积, 所取得的样品囊括了全国的 50 个州。

1.4.4 澳大利亚的地球化学基线研究

2003 年澳大利亚联邦政府发布了《面向澳大利亚地球科学的基线地球化学数据的潜在应用集成》的研究报告 (ISSN: 1039-0073)。报告主要针对基线地球化学数据的环境应用和矿产资源勘探进行了详细讨论, 并指出基线地球化学调查的重要性 (Lech et al., 2002): ①有助于确定环境的自然状况; ②提供解决环境问题的最优处置策略; ③提高人们对直接的灾害的理解; ④有助于发现成矿远景区或靶区; ⑤与流行病学研究一道提供疾病的空间分布信息; ⑥增加澳大利亚对全球地球化学基线填图项目的贡献。根据基线地球化学调查的成果, 建立了两个主要数据库: 一是 OZCHEM 数据库, 主要包括全岩、土壤及水系沉积物样品的分析数据库; 二是 MINLOC 数据库, 主要是澳大利亚的矿产的数据库。在基线地球化学调查工作中, 新南威尔士和维多利亚走在了澳大利亚其他地区的前面。

1.4.5 中国的地球化学基线研究

为适应我国环境研究的需要, 20 世纪 70 年代以来, 地矿、环保和农业部门、中国科学院及有关大专院校先后在此领域做了大量研究工作。“七五”期间我国开展的“全国土壤背景值研究”项目, 与国际地球化学基线填图在目标、内容和性质上极为相似。经过五年的工作, 我国土壤背景值项目作为我国地球化学基线值研究的一项阶段性任务已达到了预期目标 (陈静生、尹玉君, 1991)。为配合全球地球化学基线研究, 我国于 1992 年启动了“中国环境地球化学监控网络和全国动态地球化学填图”项目 (成杭新等, 1998)。

中国也组织参加了国际地质对比计划 259 项目“国际地球化学填图”、国际地质对比计划 360 项目“全球地球化学基线”, 负责人为谢学锦。总体上看, 中国对 IGCP259/360 项目做出了突出贡献, 表现为 (Damley, 1995): ①中国降低检出限至地壳丰度以下的作法起了示范作用, 这一思想已被 IGC 259 项目所接受, 并认为这是产生高质量地球化学图的重要条件; ②中国的标准样及数据质量监控系统已被 IGC 259、IGC 360 项目采纳, 认为这是取得全球可对比数据的有力措施。泛滥平原沉积物已被许多国家认为是本国极低密度采样的最佳采样介质。

为推动全球地球化学填图的发展, 中国正开始新一轮全国性地球化学填图, 以显示地球化学填图在解决资源与环境重大问题上日益扩大的作用。这些计划正由各省以各种方式进行, 如多目标地球化学填图, 农业地球化学填图, 生态地球