

中国生态环境
地球化学图集

地质出版社

ISBN 7-116-02734-3



9 787116 027343 >

图书在版编目(CIP)数据

中国生态环境地球化学图集/李家熙、吴功建主编. - 北京:地质出版社,1999.2

ISBN 7-116-02734-3

I. 中… II. 李… III. 生态环境-环境地球化学-中国-图集 IV. X21-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 39741 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:谭惠静 汤汉章 叶丹

西安煤航地图印制公司印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092 8 开 印张:29.25

1999 年 2 月北京第一版·1999 年 2 月西安第一次印刷

印数:1—1200 册 定价:450.00 元

ISBN 7-116-02734-3

X·11

(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)

本图集中国国界线系按照中国地图出版社 1989 年出版的 1:4 000 000《中华人民共和国地形图》绘制

GS(1998)176 号

科学利用资源
加强环境建设

为《中国生态环境地球化学图集》题

邵宗华

加强环境意识防治结合
提高人类健康水平

吴阶平题



保 保
护 护
环 地
境 球

周
光
召

研
究
生
态
环
境

保
可
持
续
发
展

宋健

加强生态地球化学研究
提高人类健康水平

陈敏章

开展地球生命圈层

元素迁移规律研究，保

护环境增强人类健康

金路祥

加強環境地質研究，
促進我國經濟社會
的可持續發展。

洛爾祥

主编单位

中国地质科学院生物环境地球化学研究中心
中国地质科学院岩石圈研究中心

欧阳洸 饶克勤 赵举孝 龚子同 黄怀曾
傅子洁 曾太文 谭见安

主要参加单位

地质矿产部水文地质工程地质研究所
地质矿产部矿床地质研究所
地质矿产部航空物探遥感中心
卫生部卫生统计信息中心
中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所
全国肿瘤防治研究办公室
中国科学院南京土壤研究所
中国科学院地理研究所
长春科技大学(原长春地质学院)
北京市地质矿产局
山东省地质矿产厅
安徽省地质矿产局
浙江省地质矿产厅

医学地理组(按姓氏笔画)

组长:陈育德 谭见安
组员:王五一 朱文郁 孙海山 李连弟
李日邦 杨林生 陈孝曙 周有尚
饶克勤 鲁凤珠 葛可佑

农业土壤组(按姓氏笔画)

组长:龚子同
组员:张天祯 陈鸿昭 苗 喜 欧阳洸
黄 标 曾太文

地球化学与水文地球化学组(按姓氏笔画)

组长:孙鲁仁 任福弘 吴锡生 赵举孝
组员:王祖荫 安可士 李家熙 吴功建
陈 明 沈效群 柴社立 黄怀曾
焦淑琴 颜秉刚

项目指导委员会

陈敏章 宋瑞祥 邓 楠 陈洲其 张良弼
肖梓仁 唐兴信 毕孔彰 费开伟 赵剑平
董新莉 陈妙兰

资料组(按姓氏笔画)

组长:刘晓端
组员:朱 立 李 奇 张玲金 罗代洪
胡省英 葛晓立

学术委员会(按姓氏笔画)

卢良恕 李家熙 吴功建 陈孝曙 张宗祜
周有尚 郭 方 袁玄辉 谢学锦

制图设计:傅子洁

英文翻译:张中民 耿俊峰 张东健 倪哲明
Appleton D.

编辑委员会

主编:李家熙 吴功建
常务副主编:黄怀曾
副主编(按姓氏笔画):刘晓端 任福弘 孙鲁仁
陈育德 吴锡生 赵举孝 龚子同 谭见安
编委(按姓氏笔画):王五一 朱文郁 刘晓端
任福弘 孙海山 孙鲁仁 李日邦 李家熙
吴功建 吴锡生 陈育德 张天祯 苗 喜

提供资料单位

河北省地质勘查局
山西省地质勘查局
内蒙古自治区地质勘查局
黑龙江省地质矿产厅
吉林省地质矿产厅

辽宁省地质矿产厅

江苏省地质矿产厅

江西省地质矿产厅

福建省地质矿产厅

广东省(含海南)地质矿产局

广西壮族自治区地质矿产厅

湖北省地质矿产厅

四川省(含重庆市)地质矿产厅

贵州省地质矿产厅

云南省地质矿产厅

西藏自治区地质矿产厅

陕西省地质矿产厅

甘肃省地质矿产厅

宁夏回族自治区地质矿产厅

青海省地质矿产厅

新疆维吾尔自治区地质矿产厅

国家 305 项目办公室

中国环境监测总站

中国行政区划图由汤汉章、傅子洁编制；中国人口图由傅子洁、汤汉章编制；中国地势图由范本贤、黄衍其编制；中国气候分区图、中国年平均气温图、中国年平均降水量图由刘晓端、张玲金、李奇编制；中国年总辐射量图由胡省英编制；中国第四纪地质图由闵隆瑞、尹占国编制；中国地质图由马丽芳、丁孝忠、剧远景编制；计算机制图由祁向雷、李书伟、叶丹完成。

Chief Compilatory Organizations

Center of Bio-Environmental Geochemistry,
Chinese Academy of Geological Sciences
Lithosphere Research Center, Chinese Academy
of Geological Sciences

Co-Compilatory Organizations

Institute of Hydrogeology and Engineering,
Ministry of Geology and Mineral Resources
Institute of Mineral Deposits, Ministry of Geo-
logy and Mineral Resources
Aero-geophysical Survey Remote Sensing Cen-
ter, Ministry of Geology and Mineral Resources
Center for Health Statistics Information, Minis-
try of Health
Institute of Nutrition and Food Hygiene, Chi-
nese Academy of Preventive Medicine
National Office of Cancer Preventive and Treat-
ment Research
Nanjing Institute of Soil, Chinese Academy of
Sciences
Institute of Geography, Chinese Academy of
Sciences
Changchun University of Science and Technol-
ogy
Beijing Bureau of Geology and Mineral Resources
Shandong Department of Geology and Mineral
Resources
Anhui Bureau of Geology and Mineral Resources
Zhejiang Department of Geology and Mineral
Resources

Members of Guiding Committee of the Project

Chen Minzhang Song Ruixiang Deng Nan
Chen Zhouqi Zhang Liangbi Xiao Ziren
Tang Xingxin Bi Kongzhang Fei Kaiwei
Zhao Jianping Dong Xinju Chen Miaolan

Members of Academic Committee(In order of strokes of the Chinese character)

Lu Liangshu Li Jiaxi Wu Gongjian

Chen Xiaoshu Zhang Zonghu Zhou Youshang
Guo Fang Yuan Xuanhui Xie Xuejin

Compilatory Committee

Chief Compilers: Li Jiaxi Wu Gongjian
Managing Associate Chief Compiler: Huang
Huaizeng

Associate Chief Compilers (In order of strokes of
the Chinese character): Liu Xiaoduan Ren Fuhong

Su Luren Chen Yude Wu Xisheng

Zhao Juxiao Gong Zitong Tan Jian'an

Compilers(In order of strokes of the Chinese
character): Wang Wuyi Zhu Wenyu

Liu Xiaoduan Ren Fuhong

Sun Haishan Sun Luren Li Ribang

Li Jiaxi Wu Gongjian Wu Xisheng

Chen Yude Zhang Tianzhen Miao Xi

Ouyang Tao Rao Keqin Zhao Juxiao

Gong Zitong Huang Huaizeng

Fu Zijie Zeng Taiwen Tan Jian'an

Medical Geographical Group (In order of strokes
of the Chinese character)

Heads: Chen Yude Tan Jian'an

Members: Wang Wuyi Zhu Wenyu Sun Haishan

Li Liandi Li Ribang Yang Linsheng

Chen Xiaoshu Zhou Youshang Rao Keqin

Lu Fengzhu Ge Keyou

Agricultural Soil Group(In order of strokes of
the Chinese character)

Head: Gong Zitong

Members:Zhang Tianzhen Chen Hongzhao Miao Xi

Ouyang Tao Huang Biao Zeng Taiwen

Geochemical and Hydrogeochemical Group(In
order of strokes of the Chinese character)

Heads: Sun Luren Ren Fuhong Wu Xisheng

Zhao Juxiao

Members: Wang Zuyin An Keshi Li Jiaxi

Wu Gongjian Chen Ming Shen Xiaogun

Chai Sheli Huang Huaizeng Jiao Shuqin

Yan Binggang

Material Group (In order of strokes of the Chi-

nese character)

Head: Liu Xiaoduan

Members: Zhu Li Li Qi Zhang Lingjin

 Luo Daihong Hu Shengying Ge Xiaoli

Map Designer: Fu Zijie

English Translators: Zhang Zhongmin

 Geng Junfeng Zhang Dongjian

 Ni Zheming Appleton D.

Data Provided by:

Hebei Bureau of Geology and Mineral Resources

Shanxi Bureau of Geology and Mineral Resources

Inner Mongolia Bureau of Geology and Mineral Resources

Heilongjiang Department of Geology and Mineral Resources

Jilin Department of Geology and Mineral Resources

Liaoning Department of Geology and Mineral Resources

Jiangsu Department of Geology and Mineral Resources

Jiangxi Department of Geology and Mineral Resources

Fujian Department of Geology and Mineral Resources

Guangdong(containing Hainan)Department of Geology and Mineral Resources

Guangxi Department of Geology and Mineral Resources

Hubei Department of Geology and Mineral Resources

Sichuan (containing Chongqing) Department of Geology and Resources

Guizhou Department of Geology and Mineral Resources

Yunnan Department of Geology and Mineral Resources

Tibet Department of Geology and Mineral Resources

Shaanxi Department of Geology and Mineral Resources

Gansu Department of Geology and Mineral Resources

Ningxia Department of Geology and Mineral Resources

Qinghai Department of Geology and Mineral Resources

Xinjiang Department of Geology and Mineral Resources

Office of State 305 Project

China National Environmental Monitoring Center

Administrative Map of China Compiled by Tang Hanzhang, Fu Zijie; Population Map of China Compiled by Fu Zijie, Tang Hanzhang; Topographical Map of China Compiled by Fan Benxian, Huang Yanqi; Climatic Regionalization Map of China, Annual Mean Temperature Map of China and Annual Mean Precipitation Map of China Compiled by Liu Xiaoduan, Zhang Lingjin and Li Qi; Annual Radiation Map of China Compiled by Hu Shengying; Quaternary Geological Map of China Compiled by Min Longrui, Yin Zhanguo; Geological Map of China Compiled by Ma Lifang, Ding Xiaozhong and Ju Yuanjing; Computer-aided Design by Qi Xianglei, Li Shuwei and Ye Dan.

序

我国近 20 年来经济迅速增长,城市扩展,乡镇企业纷纷涌现。受人类活动和自然因素的双重影响,整个环境系统演化速度加快,出现大气污染、水质恶化、物种锐减、土地荒漠化、海水入侵、生态失衡等困扰人类生存和发展的一系列难题。我国正面临着十分严峻的形势。

保护环境,防止生态环境继续恶化,使我国经济和社会发展与环境效应步入良性循环,以避免重蹈先发展后治理的覆辙是当务之急。为此,我们应该运用现代科学技术,对引发的环境和资源问题及其潜在的影响进行前瞻性研究。只有建立适合于我国的综合发展模式 and 与此相适应的经济体系,才能保障国民经济和社会的可持续发展。

生态环境研究已成为国际科学的前沿。解决重大环境问题须跨越学科的界线,将地学、农学、医学、生物学等学科融合在一起,通过各学科的相互交叉和渗透,才能了解生态环境复杂系统的真谛。现在全世界都十分重视环境与健康方面的研究。地球表层生命元素的不均衡分布,形成地球化学异常区,对部分人群造成不良影响,甚至引发一些与地球化学因素有关的地方病,如碘缺乏病、地方性氟中毒、砷中毒、硒缺乏的反应病、硒中毒等典型的地球化学病;心血管病、某些癌症等也被认为与环境地球化学因素有关。因此,我们必须研究区域地球化学与人类健康的关系,阐明人群健康与相关疾病的地理流行规律和地域分布特征,探索环境地球化学对生物体(人、动物和植物)的影响及其作用的机理,提出改善措施,以提高人们的健康水平,造福于人类。

跨部门合作进行的“区域地球化学在农业和生命科学上的应用研究”为此作出了艰苦的努力。《中国生态环境地球化学图集》是该项研究的具体体现。它虽然取得了若干可喜的成果,但生态环境研究任务极其繁重,需长期奋斗,勇于探索,以便把生态环境研究推向更深层次,服务于我国经济建设,并增进人们的健康。

陈敏章

Preface

China has made rapid economic progress in the past twenty years, accompanied by the expansion of urban areas and the emergence of town and township enterprises in large numbers. The influences of both human activities and natural factors are accelerating the evolution of the whole environmental system. In consequence, a series of grave problems have arisen which puzzle the survival and development of human beings, such as the air pollution, the deterioration of water quality, the drastic decrease of species, the desertification of land, the sea-water encroachment and the ecological imbalance. China is now faced with a very severe situation.

In order to protect environment, prevent the ecological environment from further deteriorating, enable the economic and social development and the environmental effects to enter a benign cycle, and avoid recommitting the same mistake of "belated effort" (i.e. the environmental being harnessed too late), we must establish an integrated developmental model suitable for China and an economic system consistent with such a model. Therefore, we ought to apply modern science and technology to a look-ahead study on the environment and resource problems and their potential influences and propose a practical scheme before making the decisions on economic development. Only in this way can the environmental protection be raised to a higher level and the sustained economic and social development of China be guaranteed.

The research on ecological environment is now a subject in the forefront of international sciences. To tackle important environmental problems we must stride across various disciplines and blend such branches of learning as geosciences, agronomy, medical science and biology. Only in this way can we understand the true meaning of the complex ecological environment. At present, people of the whole world have attached great importance to the study of environment and human health. The uneven distribution of vital elements at the surface of the earth has led to the formation of geochemical anomalous areas and induced some endemic diseases related to geochemical factors, such as iodine-deficient disease, local fluorine-poisoning, arsenic poisoning and selenium-deficient diseases as well as selenium-poisoning disease, which are typical biogeochemical illnesses; moreover, cardiovascular diseases and some kinds of cancer are considered to be related to environmental geochemical factors. Therefore, we should study the relationship between regional geochemistry and human health, make clear the geographical regularity and regional distribution of epidemic diseases that threaten human health, probe into the influence of environmental geochemical factors upon living beings (human beings, animals and plants) as well as the mechanism of their actions, and suggest measures for environmental improvement so as to raise the general level of human health and bring benefit to mankind.

Painstaking efforts have been devoted to the Application of Regional Geochemistry to Agriculture and Life Science, a joint research project that strides across several administration departments. *Atlas of the Ecological Environmental Geochemistry of China* embodies the fruits of the project and some gratifying achievements made in this field. Nevertheless, as the study of ecological environment is an extremely arduous task, we must do our utmost over a very long period of time in spite of any difficulties with a view to deepening the research of ecological environment, serving the economic development of China and improving the people health.

Chen Minzhang

前 言

大规模工农业生产与城市扩展,以及自然界本身的演变带来的环境污染和生态破坏,激发暴露的和潜在隐伏的环境恶化事件,已使人们充分认识到:现今的社会、经济发展模式和生活方式使人类赖以生存的大气-水-生物-土壤系统正受到极大的威胁;环境影响已波及整个世界,地球一隅人为的和自然的环境变化,有时还会影响另一隅甚至全人类的正常生活。因此,相互依存、相互制约的人类生存环境,已成为当今国际社会普遍关注的问题。

区域地球化学在认识环境总体特征和相互依存关系中占有特殊重要地位。我们以与人类生存密切相关的生态地球化学系统为主体,通过对养分与生命元素在岩石、水、土壤、食物直至人体中的含量、分布特征及其迁移规律的研究,总结和概括出全国的环境地球化学背景,明确影响生态地球化学系统的主要因素和相关因素,揭示环境的现实状况;以便对地球化学环境作出客观评价,建立合理区划,优化农业结构,提高资源配置效率,改善人们生活质量,也利于对环境地球化学灾害采取有效的防范措施和治理对策,以达到为国民经济宏观决策服务的目的,最终保证我国社会、经济、环境相互协调的可持续发展。本着这一宗旨,在国家科委的支持下,我们于90年代初开展了国家科委科技攻关项目“区域地球化学在农业和生命科学上的应用研究”,历时5年,完成了立项时制定的目标,于1996年8月通过评审验收。本图集和《区域地球化学与农业和人体健康文集》汇集并浓缩了这一项目的研究成果。

参加本项研究的有国土资源部(原地质矿产部)、卫生部、中国科学院三大部门下属的15个单位。这是一项跨学科、跨部门的联合研究,涉及的领域较广。研究内容包括:我国不同地质、地球化学背景与生态地球化学系统中生物与人体营养元素的分布特征;北京、山东、安徽及云南腾冲、浙江杭州—嘉兴—湖州等地区的区域地球化学特征对农业和健康的影响;中国浅层地下水区域水文地球化学特征;浅层地下水微量元素迁移集散规律及其健康效应;中国土壤地球化学类型、分布、演化及区域分布特点;中国土壤中元素有效含量的空间分异;中国名优特农产品的土壤地球化学环境;我国亚热带、漠境地区土壤地球化学特征及其在农业生产上的意义;土壤溶液与果林养分的有效性;全国主要地方病地理分布及其与生命元素的关系;全国居民膳食的元素摄入量及其对人体健康的影响;我国人发中的元素含量与主要恶性肿瘤死亡率关系等。

为进行上述研究,我们开展了我国居民膳食中元素和全国恶性肿瘤的抽样调查,典型地区氡浓度实际测量,华北平原高氟地下水形成的水文地球化学条件与赋存形式的实验分析,不同生态环境下硒的转化与迁移实验,土壤微量元素与柑橘生长的栽培实验等。与此同时,我们还收集、分析、整理了全国除上海、天津、台湾、香港和澳门以外的29个省、自治区、直辖市的1:200 000和1:500 000区域化探扫面数据、中国浅层地下水微量元素组分、土壤元素有效含量、头发微量元素含量等资料。

在新开辟的调查研究工作和原有资料综合分析的基础上编制成的《中国生态环境地球化学图集》自成一个完整体系。它反映出,营养元素通过水载体,从岩石到土壤经农作物到人体的整个迁移、转化历程。本图集由107幅小比例尺图组成,主要图类有元素地球化学图(以水系沉积物为主,含部分土壤)、水文地球化学图、土壤地球化学图、人体生命元素地球化学图、主要癌症图等。有些图件是第一次公诸于世,有些是在增添了新资料的基础上重新编制的。图集提供了较完整的生物环境地球化学素材,资料翔实,信息丰富,可成为宏观规划的依据,还能以更深邃的内在信息揭示出蕴含在其中的潜在环境问题。

本图集的编制以生物环境地球化学循环理论为指导,实现了地学、农学、医学三大门类及各自有关学科的综合研究,把土壤、水、岩石、农作物直至人体健康作为一个研究系列,将岩石圈、水圈、土壤圈、生物圈研究系列中的主要环节连接起来。因此,本图集无论从研究的广度上还是研究的深度上都朝前迈进一步。不过,我们也清楚地认识到,生态地球化学研究是一项复杂的系统工程,不仅要探讨元素在不同环境介质中的分布特征和迁移循环规律,而且还涉及元素在不同介质内相互作用的物理、化学、生物学过程,以及不同背景下生物个体和群体间的环境效应。只有将研究向纵深推进,才能从不同时间和空间尺度上,深入了解生物群落和环境之间的相互作用,彼此间的物质和能量交换及其所产生的效应。与此同时,还应对应地球化学环境实施监控,了解人类活动的持续影响,进而对环境的变化进行预测,采取针对性的有效防治和调节措施。

本研究成果是参加本项目的全体同仁辛勤劳动的结晶;地质出版社也为图集的出版付出了艰辛的劳动。在项目设置和进行过程中,自始至终得到了国家科学技术部(原国家科委)、国土资源部(原地质矿产部)、卫生部、中国科学院和中国地质科学院有关领导和专家的指导和关注,还得到有关部、院科技管理部门及有关省、自治区、直辖市业务部门的大力支持,在此一并致以诚挚的谢意。