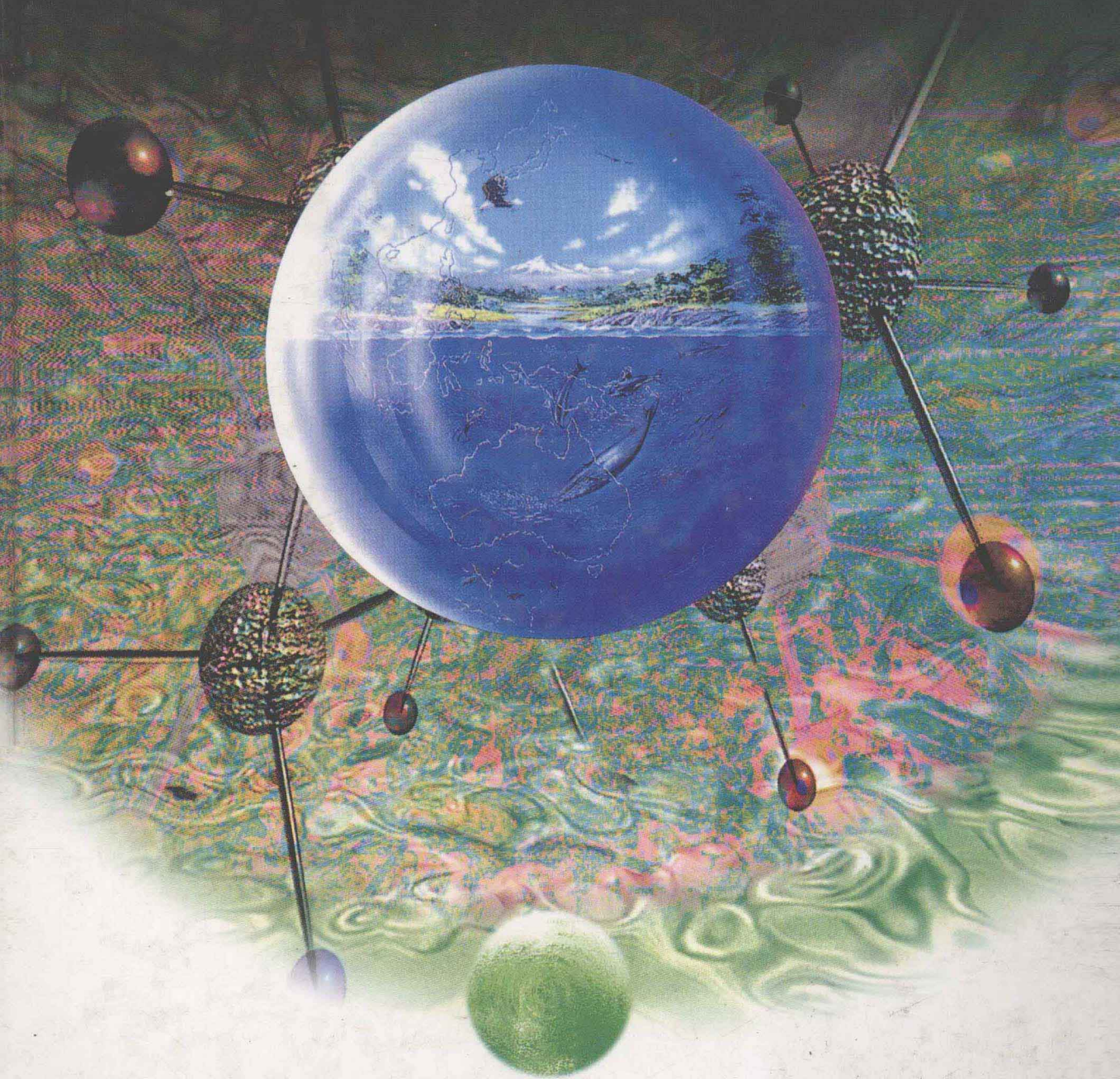


SHENGWU DIQIU HUAXUE



广东科技出版社

王将克 常 弘 廖金凤 郑 卓 邹和平 王建华 钟月明 编著

生物地球化学

生物地球化学

编著 王将克 常 弘 廖金凤 郑 卓
邹和平 王建华 钟月明



广东科技出版社
· 广 州 ·

图书在版编目(CIP)数据

生物地球化学 / 王将克等编著. —广州:
广东科技出版社, 1999. 5
ISBN 7-5359-1990-1

I. 生…

II. 王…

III. 生物—地球化学

IV. P593

出版发行: 广东科技出版社

(广州市环市东路水荫路 11 号 邮码: 510075)

E-mail: gdkjwb@ns.guangzhou.gb.com.cn

出版人: 黄达全

经 销: 广东省新华书店

排 版: 广东科电有限公司

印 刷: 深圳当纳利旭日印刷有限公司

(深圳市振兴路 418 栋中门二楼 邮码: 518030)

规 格: 787mm×1092mm 1/16 印张 41.75 字数 830 千

版 次: 1999 年 5 月第 1 版

1999 年 5 月第 1 次印刷

定 价: 120.00 元

如发现因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系调换。

Biogeochemistry

Wang Jiangke Chang Hong Liao Jinfeng Zheng Zhuo
Zou Heping Wang Jianhua Zhong Yueming

Guangdong Science & Technology Press
Guangzhou China

本书承广东优秀科技专著出版基金会推荐与资助出版



广东优秀科技专著出版基金会

广东优秀科技专著出版基金会

顾问：钱伟长

(以姓氏笔画为序)

王 元	卢良恕	伍 杰	刘 杲
许运天	许学强	许溶烈	李 辰
李金培	李廷栋	肖纪美	吴良镛
汪家鼎	宋木文	宋叔和	陈元直
陈幼春	陈芳允	周 谊	钟南山
钱迎倩	韩汝琦	焦树德	

名誉会长：(以姓氏笔画为序)

马万祺	任仲夷	庄世平	刘皇发
何克勤	余国春	柯正平	梁广大
曾宪梓	黎子流		

评审委员会

主任：蒲蛰龙

委员：(以姓氏笔画为序)

邓铁涛	卢永根	卢明高	伍尚忠
刘振群	刘颂豪	李任先	李岳生
李宝健	张士勋	张展霞	陈兴业
赵元浩	高惠广	容柏生	黄达全
黄衍辉	彭文伟	傅家谟	谢先德
蒲蛰龙	蔡荣波	欧阳莲	

鸣 谢

广东优秀科技专著出版基金捐助者

中共广东省委、广东省人民政府
广州市人民政府
广东省科学技术委员会
广东省新闻出版局
中共深圳市宝安区委
广东省财政厅
中共珠海市委、珠海市人民政府
深圳市人民政府
广东省交通厅
广东省农业委员会
广东省建筑设计研究院
广东省东莞市人民政府
广东岭澳核电有限公司
广东省五金矿产进出口公司
新发塑料染料公司
广东省东莞市五金矿产公司
广东省广州市钢铁有限公司
广东省中国旅行社
广东省陶瓷公司
广东外语外贸大学企业管理系
广东省社会福利（集团）公司

澳门南方建筑置业有限公司
香港旅港南海商会有限公司
香港裕华国产百货有限公司
香港珠江船务有限公司
香港南洋商业银行
马万祺
曾宪梓
庄世平
刘皇发
余国春
陆明机
黄幼桐

广东优秀科技专著出版基金会

内容提要

生物地球化学是一门研究地球表层,尤其是生物圈中的生物有机体及其产物(或称生物有机化合物和生物元素)与其周围无机环境之间的地球化学作用、物质循环、能量转换和演化规律的学科。同时也是一门应用于地球科学、环境科学和生命科学各研究领域中的基础理论学科。本书除了论述国内外生物地球化学的研究情况、基本原理和研究方法外,还根据生物地球化学创立半个多世纪以来的发展趋势,将生物地球化学的研究作系统地论述,并提出分成4个研究方向:①生物无机地球化学;②生物有机地球化学;③微生物地球化学;④环境生物地球化学,包括原生环境生物地球化学和次生环境或人为生物地球化学,后者含人类活动引起的全球变化学和农业生物地球化学。

本书约85万字,内容丰富、充实、覆盖面广;学科结构严密,系统性强;理论和实际相结合。它是一部在对地球表层生物形态学研究的基础上,进一步深入到生物物质成分研究的系统论著。它是我国地球科学研究领域中,首次出版的系统论著,具备继承和发展,搭框架和突出生长点等特点。

本书可供从事地球表层——生物圈中的生物有机体及其产物研究的地球科学、环境科学和生命科学研究领域中的科学工作者,从事医学、食品和“三高”农业研究的人员,从事科技管理的干部以及有关大专院校师生、研究生、博士生等的教学和科研的参考书。

Abstract

Biogeochemistry is a science to study the geogeochemical effects, biogeochemical cycles, energy transfers and evolution patterns among all kinds of organisms and their products (so called bio-organic compounds and biochemical elements) as well as the surrounding inorganic environments on the earth's surface, particularly the biosphere. Additionally Biogeochemistry is a fundamental theory applying to earth, environment and life sciences. This book expounds Chinese and overseas developments, fundamental principles and researching methods in the discipline. According to the scientific development tendency since the foundation of biogeochemistry in more than half a century, this book systematically describes the discipline in four branches: (1) Bio-inorganic geochemistry, (2) Organic biogeochemistry, (3) Microbic geochemistry and (4) Environmental biogeochemistry which includes biogeochemistry in the original and in the secondary (or man-made) environments. The man-made environmental biogeochemistry contains the global changes caused by human activities and the agricultural biogeochemistry.

This book covers a large domain of biogeochemistry with plentiful content, closely-knit scientific structure and system. It lays much stress on the relationship between its theory and its applications. It is a new work on the subject from biological morphology to biological composition, and it is also the first systematic work on biogeochemistry in China. Scientific inheritance development and build of framework are the distinguishing features of this book.

It is a useful book of reference for the scientists engaged in researches of earth, environment, life and medical sciences, and for those people in food and agricultural enterprises. It can also be used as a textbook for students and graduate students in universities and colleges.



经过多年的工作,《生物地球化学》一书终于完稿。为让读者了解本书的来龙去脉,我们借助前言回顾一下本书的写作过程。

1991年以来,由于基础研究形势急剧变化,为了适应新形势我们对原来的研究内容进行调整,即由原来的氨基酸生物地球化学的研究转向生物地球化学研究。迄今为止,我国还没有生物地球化学方面的系统论著问世。已出版的我国地球化学系列图书中,也缺乏生物地球化学方面的内容。鉴于上述原因,我们决定撰写本书。

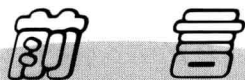
1992年起,我们广泛地搜集国内外有关生物地球化学方面的文献资料,开展了有关生物地球化学方面的研究工作,例如珠江三角洲典型点环境生物地球化学研究;关于生命起源研究的问题及主攻方向的研究等等,并发表许多有关论文。通过这些工作,更加扩大、充实和加深我们对本学科重要性的认识和理解。

在上述工作的基础上,我们提出撰写本书的基本思想,即继承和发展,搭框架和突出生长点。所谓继承,即充分吸收生物地球化学创始人 В. И. 维尔纳德茨基的《地球化学》(1934)、《生物地球化学概论》(1940)两论著中提出的关于生物地球化学的研究对象、基本内容和基本原理,并在本书第二章中作简要论述。所谓发展,即自从《生物地球化学概论》问世的半个多世纪以来,生物地球化学在国内外的的发展状况,并将最新成果收录在本书中。所谓搭框架,就是建立生物地球化学科学分类体系;并选择一些具有代表性的加以论述。至于体系中的更详细内容,留待后来人去充实、补充和修正。所谓突出生长点,即根据生物地球化学学科在国内外的的发展动向和趋势,我们认为当前本学科的生长点是微生物地球化学和人为生物地球化学(含人类活动引起的全球变化学和农业生物地球化学),尤其是后者,即利用人体必需的和有益的微量元素优化大农业品种,提高其微营养素含量水平,为人体健康服务,这已成为当今世界农业生产、医学临床和食品业存在的亟待解决的问题,也是21世纪人类食物革命的目标——以食疗取代药疗主攻方向。总之,继承和发展、搭框架和突出生长点是我们写好本书的主要构想,并自始至终贯彻在全书中。

本书是集体劳动的结晶,写作系根据王将克的构思,并由王将克、钟月明等草拟编写提纲,经反复讨论、再分工执笔,有些章节还征求过同行专家意见,经多次修改,完成第一稿。全部书稿由王将克负责指导编写,最后汇总整理,修改定稿。

本书各章编写分工如下:

第一章 王将克;第二章 王将克、常弘;第三章 常弘、王将克;第四章 王建

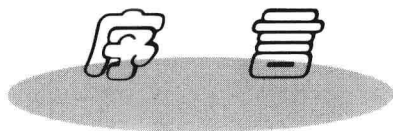


华、钟月明、常弘、王将克；第五章 王将克、常弘、钟月明；第六章 廖金凤、王建华；第七章 常弘、王将克；第八章 王将克、常弘；第九章 郑卓；第十章 常弘、王将克；第十一章 邹和平、王将克；第十二章 邹和平；第十三章 邹和平；第十四章 邹和平；第十五章 常弘、王将克；第十六章 常弘；第十七章 常弘、王将克；第十八章 王将克、廖金凤、邹和平；第十九章 廖金凤、王将克、常弘；第二十章 廖金凤；第二十一章 王建华、钟月明 廖金凤；第二十二章 廖金凤；第二十三章 郑卓；第二十四章 郑卓、王将克；第二十五章 王将克、常弘、廖金凤。

由于本书属自选题目，要利用业余时间进行。在当时情况下，要完成这项时间持续长达5年的繁重任务，其困难可想而知。但我们齐心协力，排除各种困难，坚持工作，实属难能可贵。

本书在写作过程中，承蒙中国科学院南京土壤研究所陈鸿昭，中国科学院广州分院地理研究所陈朝辉，中山大学曾水泉、陈家平、王金英和杨荣勇等专家、教授对本书初稿和有关部分提出了许多宝贵意见。中国科学院广州分院地球化学研究所文启忠、贾蓉芬、耿安松诸研究员对全部书稿作了评审，并提出了许多具体的修改意见。中国科学院院士杨遵仪、刘东生分别为本书撰写序言。广东省老教授协会夏书章、赵元浩、林鸿荣诸教授对本书的出版给予大力支持。中山大学黄焕秋老校长，陈国能、陈烈等教授对我们的工作给予多方支持；张国萍、金建华和夏怡等同志在帮助搜集文献资料和整理中文参考文献方面做了许多工作。还得到汕头超声电子集团公司董事长林盛川、广州中信(集团)公司总经理柯维源、深圳经济特区信息中心主任林勋准诸先生的大力支持和鼎力赞助，在此一并致谢。

编 者
1998年12月



继《氨基酸生物地球化学》一书问世之后,《生物地球化学》即将出版,这是我国科技界的一件大喜事。

王将克教授等编著的《生物地球化学》一书的构思、指导思想和编写内容都考虑得比较周密,编排合理。该书的特点和意义表现在下列几方面:

1. 广泛地搜集国内外有关生物地球化学方面的文献资料,尤其是前苏联关于生物地球化学的基础理论研究和近期欧美有关这方面的应用研究的文献资料,并将这些资料合理地融合起来。因此,它是一本内容非常丰富的理论和应用相结合的论著。

2. 迄今为止,我国还缺少生物地球化学的系统论著,本书的出版填补了我国这一科学领域的空白。

3. 通过作者们多年的研究,使生物地球化学这门学科在我国开展研究的重要性和在各学科中的位置极大地提高了。该书提出的研究对象——地球表层各圈层生物物质成分,实际上是21世纪国际地学研究面临的重大课题——资源和环境研究的重要组成部分。可见,该书根据科学分类学的基本原理和生物地球化学关于生物物质的光学活性的原理,提出把生物地球化学从传统的地球化学学科中划分出来,并建立生物地球化学的新学科体系是非常重要的,是值得考虑的问题。

4. 作者通过研究并结合前人的工作,提出生物地球化学是研究地球表层各圈层的生物有机体及其产物的学科,也就是研究生物有机化合物、生物元素(含微量元素)的学科。显然,生物地球化学作为一门基础理论学科,其覆盖面广阔,研究内容丰富,其基本原理已应用到生命科学、地球科学和环境科学等领域中。它既促进其自身的发展,又充实上述学科的内涵。

5. 本书根据半个多世纪以来生物地球化学的发展状况,将生物地球化学的研究内容分成四个部分,即生物无机地球化学、生物有机地球化学、微生物地球化学、环境生物地球化学含人类活动地球化学,并强调后者为生物地球化学学科的生长点。

人类活动地球化学又分两个重要研究方向:一是当前国际社会关注的热门课题——人类活动引起的全球变化,另一是该书中多次提及的农业生物地球化学,后者是近期在本书提出的一个极其重要的研究方向,值得重视和认真研究。

1995年初,王将克同志撰写了一份研究计划——关于生物地球化学及其在我国开展研究的总体设想,送来征求意见。该计划分两部分:一、介绍国内外生物地球化学的研究内容和研究概况;二、提出在我国开展生物地球化学研究的设想。他认为有必要出版



生物地球化学系统论著,这一意见已经实现,然后成立一个有别于生物学工程的“生物地球化学工程”实验室(待发展后成为研究中心)。还认为当前的实验研究首先必须结合开展“三高”农业的应用研究(或生物地球化学在“三高”农业中的应用),即根据生物地球化学食物链循环和生物地球化学区的基本原理,开展优化食物(如优化家禽、家畜和蔬果等)的研究,达到提高食物营养价值和人类健康水平的目的。这个设想,我认为很好,也得到中国科学院院士刘东生、叶连俊和王鸿楨诸先生的支持和赞扬。后来,听说王将克同志等已将上述设想向广东省政府提出书面建议。

事实上广东在发展“三高”农业方面,目前已名列全国前茅,十分可喜可贺,但如能更好地组织力量,加强“三高”农业的各项研究工作,尤其是在提高质量方面下功夫,将会发展得更快。像在中山大学这样的最高学府,具备比较成熟的各方面条件,建立一个“三高”农业研究点,一定会更充分发挥基础理论研究和“三高”农业生产相结合的作用。

在此顺便谈谈个人的一点感想。任何一项科学研究,尤其是重大的研究项目,其成功与否,取决于学术带头人的作用。我和王将克同志的工作联系已达30多年,对他的情况比较了解,他是一位意志坚定、事业心强、勤奋好学、办事认真和以身作则的教师,他曾是主持过多项重大研究的科研骨干。例如,70年代他曾主持广东三水盆地和邻近盆地早第三纪鱼化石的研究(《中国古生物志》,1981);80年代在中山大学建立地质体氨基酸研究实验室,培养氨基酸生物地球化学研究生,出版《氨基酸地质年代学》(1986)、《氨基酸生物地球化学》(1991)等著作;1991年5月向全国同行发起成立全国氨基酸生物地球化学专业委员会和召开第一届全国氨基酸生物地球化学学术讨论会;90年代主持生物地球化学研究,发表了重要学术论文《关于生命起源研究的问题及其主攻方向的探讨》(1995)、《生物地球化学及其研究方向》(1994)以及现在已完成的《生物地球化学》一书。所有这些研究成果和论著曾先后得到了中国科学院院士杨钟健、涂光炽、刘东生、郝诒纯、吴汝康、蒲蜚龙、叶良俊、王鸿楨和贾兰坡等诸先生的支持和赞扬。

其实,上述研究工作都是在比较艰难的条件下进行的。如果他们没决心坚持下去,就很难取得像现在的成果。本书的完成过程也是如此。我们知道,生物地球化学是一门覆盖面很广的基础理论学科,本书是一个庞大的写作任务,要完成它并不是件轻易的事。首先遇到的问题是《生物地球化学》为国内第一部专著,难度大;学科涉及范围广,工作量大;不但需要搜集、阅读和消化大量的文献资料,而且还需把自己的研究工作紧密



结合起来,使生物地球化学形成学科体系。这意味着作者需要做大量的研究工作。其次,要完成上述几项研究和持续多年的《生物地球化学》一书的写作任务,极需经费。据了解,近几年来,他们的科研经费奇缺,多次出书费用的申请都落空了。然而,他们仍能够坚持下来,尤其难能可贵的是在完成教学的同时进行写作的;作者们齐心协力,克服种种困难,排除诸多干扰,终于完成原定任务。他们不断奉献的精神,令人钦佩,值得学习。

我作为粤人和中山大学地球科学系兼职教授,深为广东科技事业的迅速发展而高兴,为中山大学能够培养出像王将克教授等这样一批大有作为的、能为国家多出重大成果的科学工作者和学术带头人而深感欣慰。像王将克这样组织的研究集体应多加保护和支持,为他们创造更多工作条件,让他们继续发挥积极作用,做出更加出色的贡献。

最后,衷心祝愿本书的出版将进一步推动我国生物地球化学事业的蓬勃发展。

北京中国地质大学教授
中国科学院院士



生物地球化学的研究,早在本世纪20年代就开始了,前苏联В. И. 维尔纳德茨基(1863~1945)是该学科的创始人,他也是地球化学的奠基人之一,对地球化学的研究做出了巨大的贡献。维尔纳德茨基通过多年的地球化学研究,指出生物作用是自然界中各种地球化学作用中的一种巨大的地质营力。因此,在他生命的最后20年,几乎全部精力都投入到生物地球化学研究之中。1927年在莫斯科苏联科学院成立生物地球化学实验室,专门从事生物地球化学研究。他认为地球表面上化学元素的迁移力没有生物就不能广泛地进行。他和他的学生А. П. 维诺格拉多夫等,通过对生物化学成分的研究,阐明化学元素在地壳内迁移分布、分散与聚集的历史过程中生物所起的作用。他先后出版了《Биосфера》(1926)、《Очерки- геохимии》(1934)和《Биогеохимические очерки》(1940)等论著,对生物地球化学的研究对象、基本内容和基本原理作了概述。根据生物地球化学的基本原理——生物物质的光学活性的理论,建立了石油有机说;根据生物地球化学区的原理,开展生物地球化学地方病、生物成矿和找矿等的研究,以及开展微量元素在农业上应用的研究。50年代初期召开了全苏微量元素在农业生产上的应用学术讨论会,从而为微量元素在生命科学上的应用奠定了基础。时至今日,维尔纳德茨基的学术思想一直影响着现代生物地球化学的发展,为当今生物地球化学的研究指明了方向。

生物地球化学作为一门独立的学科,已创立了70多年,其基本原理已渗透到地球科学、环境科学和生命科学诸学科的研究领域中,成为一门研究地球各圈层中生物有机体及其产物、生命元素和微量元素的基础学科。国外的研究正向纵深发展,其研究内容更加丰富和充实,不但在俄罗斯等国,而且在澳大利亚和欧美等国也获得很大发展,并出版了许多论著。我国从50年代初便开始生物地球化学找矿研究,曾邀请前苏联学者前来讲学,并开始了生物地球化学和地方病等方面的工作,侯德封早在50年代便提出了化学地质的观点,为我国开展了这一领域的研究打下基础。近二三十年来,我国在生物地球化学地方病和生物成矿、探矿方面做出了很大的成绩。但是,迄今为止,还未见有系统的生物地球化学论著问世。从学科的发展趋势看来,生物地球化学的研究将越来越重要,如开展各地质时期的生物地球化学研究——生物地球化学循环、古环境和生物成矿综合研究、微生物成矿专题研究、人为生物地球化学研究——人类活动引起的全球变化以及“三高”(高产、高质、高效)农业生物地球化学研究等,都将成为21世纪人们关注的地学研究的重要方面。



王将克等同志通过多年的苦心研究，终于完成这部覆盖面很广的基础理论学科《生物地球化学》系统论著的编写工作。本书的出版十分必要，十分及时，它是我国这一研究领域中的第一部系统论著。本书是在许多先行的优秀的系统论著和教科书的基础上并结合自身的研究工作，对生物地球化学学科的研究对象、范围、内容、基本原理和研究方向作了细致的论述和充实，成为我国当前开展生物地球化学研究的一本具有指导性的新的重要的教科书。因为一门学科在一个国家的成熟和建立与否有许多标志，而其中之一就是看是否有一本好的教科书的出现。本书和其它专著的出现也标志着我国生物地球化学工作的成熟。

本书的重要和创新之处表现在：该书作者们对一些问题作了大胆的尝试，他们根据科学分类学的基本原理（即自然界中矛盾的普遍性和特殊性）和生物物质的光学活性的原理，提出了将地球化学学科分为无机地球化学和生物地球化学两大部分。无机地球化学即传统的地球化学，是以地壳无机物质成分或化学元素为研究对象的学科，生物地球化学则是以地球各圈层的生物有机体及其产物为研究对象的学科；该书中提出建立生物地球化学学科的分类体系；在建立生物地球化学学科分类体系的基础上，该书首次提出生物地球化学学科的另一个新的发展方向——农业生物地球化学，充分发挥生物地球化学在社会经济发展中的作用，为生物地球化学开辟了新的研究内容，如运用本学科的基本原理，指导食品（家禽、家畜、水果和蔬菜等）优化，提高食品营养质量。充分体现生物地球化学在“三高”农业发展中的广泛应用前景；微生物在自然界中，在生物地球化学研究中起着举足轻重的作用。该书用很大篇幅论述微生物地球化学，尤其是微生物地球化学在地球科学、环境科学和生命科学诸领域中的应用和发展前景，也突出生物地球化学学科的生长点。

该书作者王将克同志于70年代曾主持广东三水盆地及近邻盆地早第三纪鱼化石研究（中国古生物志，1981），80年代在中山大学建立我国氨基酸生物地球化学实验室，先后出版了《氨基酸地质年代学》（1986）和《氨基酸生物地球化学》（1991）等论著。他在这个广泛而坚实的基础上开展生物地球化学研究，并获得了一些重要成果，如珠江三角洲地区（典型点）的环境生物地球化学研究，生物地球化学及其研究方向和关于生命起源研究的问题及其主攻方向的探讨等，所有这些工作也为《生物地球化学》一书的写作打下基础。正像该书作者所介绍的那样，从全书内容看来始终贯彻这样一个指导思想，即继承和发展、搭框架和突出学科生长点。因此，该书基本上反映了当前国内外生物地球化学研究的



进展,尤其具有特色的是他们所提出的生物地球化学学科分类体系和“三高”农业生物地球化学研究方向,很值得从事或关心本学科及其相关学科的同志们一读。

最后,衷心祝愿本书的出版将进一步推动我国生物地球化学事业的发展,为我国国民经济的发展作出更大的贡献。特此为序,为作者贺。

中国科学院地质研究所研究员
中国科学院院士