

地球科学新学科新概念 集成

主 编 刘全根 孙成权

副主编 张志强 李 明

地 震 出 版 社



了解地球科学前沿 促进地球科学发展

——《地球科学新学科新概念集成》代序

80年代以来，地球科学进入了一个迅速发展的时代。继板块构造学说问世之后，地球系统科学和全球变化研究从宏观上推动了地球科学的基础研究，环境与发展问题则从经济、社会角度给地球科学的应用基础研究提出了新的挑战。诸多高新技术的应用使地球科学研究的手段和方法日新月异，上天、入地、下海、探极又给地球科学的发展带来了新的机遇。一些国际大型合作研究计划的实施，也需要中国地学界作出自己的贡献。面对这样的形势，中国地学界必须了解地球科学前沿，瞄准国际先进水平，跟踪热点，促进地球科学发展，同时配合国家经济建设进一步解决好资源、能源、生态和环境问题。

为了介绍地球科学国际前沿的进展动态，反映我国已具有的国际先进与领先水平的研究领域，使我国地学研究人员全面了解近一二十年的地球科学新貌，《地球科学进展》编辑部组织国内地球科学界的许多专家分工撰写了《地球科学新学科新概念集成》一书。本书在编写过程中，曾征求过许多中国科学院院士及有关专家的意见，进行了认真的遴选和审定。所介绍的242个新学科新概念新技术，不仅是当代地球科学发展的缩影，也是当前我国有关部门确定学科发展战略、编制学科规划十分关注的问题。本书应时而出，既对专业科技人员有重要参考价值，也对科研管理部门很有帮助。

新学科新概念新技术的总结，也是一种知识的整理，对学术思想的交流、科研成果的推广有重要意义。宣传介绍新学科新概念新技术，将促使地球科学研究人员站在更高的起点上，关注与介入新领域，借鉴与应用新方法，更主动自觉地促进学科之间的融合渗透交叉。时值45周年国庆之际，我衷心祝贺此书出版，同时也祝愿我国的地球科学研究工作前程似锦，有更大的发展。

孙枢

1994年9月28日

《地球科学新学科新概念集成》

编 辑 委 员 会

主 编 刘全根 孙成权

副主编 张志强 李 明

委 员 (按姓名笔画排列)

王广运 文圣常 石特临 卢振恒

刘全根 孙成权 李 明 张立敏

张志强 张景镛 杨玉荣 欧阳自远

易善锋 莫 杰 章扬德 黄美元

黄鼎成 蒋宏耀 谢鸿森

前 言

地球是人类赖以生存的摇篮。任何一个民族的古老文化都凝集着丰富的地球科学知识。地球科学在人类与大自然的斗争中产生和发展起来,尽管它经历了漫长的发展过程,但是最近几十年来,由于科学技术的进步及人类面临的生存条件的挑战,使地球科学获得了前所未有的巨大成就,并在不断地改变着人们的地球观。近二三十年来,随着研究对象和范围向微观和宏观方面的扩大以及地球科学研究中各种现代探测技术手段的应用,我们已经能够进行小至微伽(10^{-8}m/s^2)级的重力测量和大至全球尺度的环境监测,其垂直尺度可深至地面以下 200km (利用矿物学、岩石学、地球化学探测手段的探测深度),上至离地面上百公里的地球外层。虽然我们还远没有使地球完全处在人类的认识视野之中,但地球科学中各主干学科的分支日益增多,新的学科生长点不断涌现出来,使人类认识地球和探测地球的能力大大提高了。

地球科学各分支学科在沿着各自的探索途径进行深入研究的过程中,逐渐地得到了一个共同的认识:地球上各种物质的分布具有同一性,各种自然现象和物质存在之间的联系具有普遍性,孕育人类智慧和人类赖以生存的地球环境具有唯一性(至少在目前还没有发现适合人类生存的其他星球)。因此,地球科学各分支学科科学家便开始从单个领域(如岩石圈、大气圈、水圈等)的研究发展到认识地球整体活动规律(如全球变化、地球系统科学等研究)的协同行动。地球科学家们在认识地球、保护地球的共同目标下走到了一起,从而使地球科学走上了全球化、统一化的发展道路。

在我国,地球科学的发展同样面临严峻的挑战。一方面受经济建设需求的推动和技术进步的拉动,我国地球科学界正在出现前所未有的良好的发展机遇。据我们在“中国地球科学家队伍现状研究与中国地球科学家数据库”工作中掌握的资料表明:改革开放十余年来,我国地球科学中获省部级以上成果奖的重大科技项目数年均增长率为 8.47%,科学家论著的年均增长率达 17.07%。我国地球科学的发展出现了一派生机。另一方面,在当前全球范围的环境状况日趋恶化的情景下,我国由于城乡工业化进程的加快和对各种自然资源的强度开发,使我国的资源、环境、生态系统遭到了更严重的破坏。据统计,全国水土流失面积已由 1949 年的 $116 \times 10^4 \text{km}^2$ 增加到现在的 $130 \times 10^4 \text{km}^2$,到 2000 年将扩大到 170×10^4 至 $180 \times 10^4 \text{km}^2$,因各种人为因素废弃的土地已累计达 2 亿多亩;1993 年全国城市废气排放量为 11×10^9 亿立方米,废水排放量为 355.6 亿吨,产生的固体废弃物有 6.2 亿吨,预计到 2000 年全国将有 70% 的淡水资源受污染而不能直接使用;森林积蓄量在减少,草原严重退化,约有 15%~20% 的植物物种处于濒危状态;各种自然灾害频繁,它的直接经济损失占当年 GNP 的 3%~5%。所有这些对我国经济和社会的持续稳定发展是一个严重的障碍,亟待地球科学家们为之付出毕生精力,在加强地球科学基础性研究的同时,寻求解决复杂的人类、自然与社会协调发展问题的对策。

鉴于上述原因,我们产生了编辑一部近一二十年来地球科学新学科、新概念集成的构思,以便为掌握地球科学发展动向、研究地球科学中新学科(或生长点)的产生规律、探讨现代技术在地球探测中的应用途径、展望这些新学科或探测手段的突破对解决地球科学所面临的诸多问题有多大贡献等提供一份较全面而系统的基础资料。在将近三年的时间里,我们首先对地球科学近一二十年来新发展起来并趋于成熟的学科作了初步调查和界

定，提出了一个按学科分类的新学科、新概念排列表。然后在地球科学各主干学科领域遴选了一些知识面较广、有成就的科学家组成了“集成”编委会，请他们对新学科条目进行补充和修改，并在本专业领域或本单位组织撰稿。为及时进行交流，对逐渐汇集的一些新学科内容介绍，曾陆续在《地球科学进展》上发表。同时对已初选确定的条目再一次分发给中国科学院地学部各院士及有关学者，请他们最后作了审定。这样，现在编入“集成”的新学科、新概念条目为 219 条。其中每个条目的内容皆大致包括：学科（概念）或技术应用产生的背景、理论方法基础、已取得的成就及今后发展前景等。还有 23 条是专门对目前国际上已开展的全球及区域范围大型研究计划的介绍。这些大型研究计划是集各学科研究的特长，发挥地球科学综合优势，以解决某些重大科学问题的典范，它充分显示了当今地球科学面向问题（事件），向综合研究方向发展的特点。

我们期望通过本“集成”的出版，能对我国地球科学的发展起到如下作用：

1. 从整体上增进人们对地球科学新发展的了解

地球科学向整体和系统化方向的发展，要求科学家们在关注和了解本专业领域科技发展的同时，把握地球科学整体发展动向，以此来确定自身发展与整体发展的关联，明确各个专业领域在推动地球科学整体发展中的地位和作用。这对组织有效的学科协同是十分必要的。本“集成”所汇集的新学科条目，涵盖了地球科学的各个分支领域。其中属于固体地球科学的条目有 99 条，属于流体地球科学的条目有 32 条，有关地球环境与资源方面的条目有 46 条，综合性横跨学科的条目有 10 条，各种探测和模拟技术的条目有 32 条。而且每个条目的撰写者大多是所在学科的带头人，他们把自己对该学科的最深刻的了解奉献给广大读者，使我们能集中了解到地球科学各个领域的新发展。“集成”把这些领域的新发展汇集于一册，就为从整体上全面了解地球科学的发展提供了可能。

2. 沟通学科间的联系，促进学科的交叉和渗透

N.维纳在《控制论》中指出：“如果一个不懂数学的生理学家和一个不懂生理学的数学家合作，那么，这个人不会用那个人所能接受的术语表达自己的问题，那个人也不能用这个人所懂得的任何形式来作出自己的回答。”这就说明在不同学科领域科学家的合作研究中，沟通相互之间的学术联系是多么的重要。在当前地球科学发展中联合和统一的趋势日益增长的情况下，迫切要求各分支学科的科学能熟悉和了解相关领域的专业知识和科学问题，理解并能借鉴对方的思维习惯和对问题的表达方式，以促进学科间的交叉渗透并在科学家们的合作研究中推进地球科学的发展。本“集成”为科学家们了解自己所熟悉的学科及相关学科领域的问题提供了一个良好的机会。事实上，地球科学中产生的这些新学科、新概念大部分是由学科间的交叉而形成的。其中有海—气、陆—气间的交叉和海—陆—气的相互作用以及地球科学中各学科与其他基础学科（物理学、化学、天文学、数学、力学、生物学）的交叉渗透等等。因此，本“集成”也为研究地球科学中的交叉学科发展规律提供了基本素材。

3. 寻找我国地球科学发展中的薄弱环节和新的生长点

地球科学在当代作为一种国际规模的学科，一些经济发达国家已经走在了我国的前面。他们较早地投入了较大的力量，在致力于解决地球科学发展的理论问题及地球上发生的资源、生态、环境及与其相关的人口与社会问题的研究中，取得了较快发展并积累了丰富的基础资料。我国地球科学的发展，从总体上来说相对要滞后一些，前沿领域的科技力

量也较弱。因此,通过本“集成”了解国际上地球科学的发展趋向,可以比较集中地暴露我国地球科学发展中的薄弱环节,特别是与我国经济高速发展有关的地球科学问题更会突出地显露出来。这对我们更好地明确我国地球科学发展方向,选准新的学科生长点将会有明显的启迪作用。

4. 推动地球科学中各项探测新技术、新手段的应用

从地球科学的发展史可以看到,地球科学各个分支学科的每一次变革都与探测技术的更新发生着密切的关系。当今地球科学之所以有巨大的进步是与现代技术的发展及其在地球科学中的应用分不开的。今后要使地球科学有更大的发展,在解决人类面临的各种复杂问题中作出应有的贡献,也同样有赖于对发展着的各种新技术的吸收和应用。在本“集成”中,我们已经展示了许多新技术应用的成果。如遥感技术、地理信息系统及全球定位技术,为地球科学研究提供了全新的研究手段,促进了地球系统科学的诞生,并将导致地学研究范围、内容、性质和方法的巨大变化;目前多媒体技术的应用以及遥感、全球定位技术和地理信息系统的一体化已提到了日程,这些技术的应用和实现将使地面三维信息的获取和处理达到一个更高阶段,这对加深人类对地球的了解,促进地球科学的定量化发展具有深远意义。这就给了我们一个现实的启示:致力于地球科学中各种探测技术和手段的发展,是加速我们对地球内部及地球上发生的各种现象认识的必要途径。我们希望通过本“集成”能使读者了解到更多的可应用的技术和手段,从而达到在地球科学发展中推动新技术应用的目的。

本“集成”是中国科学院“八五”重点科研项目“地球科学发展规律、特征及其对策研究”的工作内容之一。在工作中,得到了中国科学院自然与社会协调发展局的经费资助和国家自然科学基金委员会地球科学部的指导和帮助。中国科学院院士施雅凤、陈述彭、苏纪兰、张宗祜、欧阳自远、陈国达、任美铎、沈其韩、丁一汇等对“集成”条目的审定给予了指导并审阅了有关条目。有关各方面的专家张知非、林海、朱志文、范元炳、郭廷彬、陈泮勤、陆亚洲、金玉川、宁津生、张国华等参加了有关条目的审阅。马振刚、杨益轩、陈国南、陈文新、徐钦琦、余静嘉、李凤棠、英录、曹颖、明世乾、李德美、吴蕴民、耿元生、周庆凡等同志参加了部分条目征稿的组织工作。有些条目附有参考文献,为便于统一和节省篇幅起见,参考文献一律从略。在此,我们对撰写各条目的学者和上述各单位和专家在本“集成”策划、撰稿、编辑、出版和组织工作中给予的关心和支持表示衷心的感谢。

本“集成”是国内首次较集中地对地球科学新学科、新概念的汇集,在条目的选择、内容的详简及编辑等方面都可能不足之处,欢迎广大读者提出批评指正。以后还会不断有地球科学的新学科、新概念出现,欢迎来稿,我们将陆续在《地球科学进展》上发表。

刘全根

1994年9月16日

目 录

综合(Comprehensiveness)

地球系统科学(Earth System Science)	陈泮勤(1)
全球变化研究(Global Change Study)	孙成权 张志强(3)
全球变化学(A Study of Global Change)	符淙斌(5)
盖雅假说(Gaia Hypothesis)	张 昀(7)
新地球观(the New Outlook on Earth)	张 昀(8)
地球物质科学(Earth Materials Science)	谢鸿森 侯 渭(9)
天地生各种现象的主周期序列(Main Periodic Sequences of Various Astronomical, Geological and Biological Phenomena) ...	徐道一(11)
地球表层学(Earth Surface Science)	孙成权(12)
持续发展(Sustainable Development)	孙成权(13)
灾害学(Catastrophology)	孙成权 施永辉(17)

大气科学(Atmospheric Science)

大气科学数值模拟研究(Numerical Modelling for Atmospheric Science)	李崇银(20)
大气实验室模拟研究(Simulated Studies of Atmospheric Laboratory) ...	龚乃虎(22)
大气辐射传输学(Radiative Transfer in Atmosphere)	石广玉(24)
大气雷电物理学(Physics of Lightning)	刘欣生(26)
强风暴物理学(Severe Storm Physics)	王昂生(29)
大气化学(Atmospheric Chemistry)	王明星(31)
大气温室效应(the Greenhouse Effects of Atmosphere)	王明星(33)
气溶胶科学(Aerosols Science)	温景嵩(36)
大气酸沉降(Acid Deposition of Atmosphere)	沈志来 黄美元(38)
污染气象学(Pollution Meteorology)	雷孝恩(41)
卫星气象学(Satellite Meteorology)	李玉兰(43)
边界层气象学(Boundary Layer Meteorology)	胡隐樵(45)
海气相互作用(Air-Sea Interaction)	陈烈庭(47)
南方涛动(Southern Oscillation)	陈烈庭(49)
热岛效应(Heat Island Effect)	胡隐樵(51)
人工影响天气(Weather Modification)	游来光(52)
云和降水化学(Chemistry of Cloud and Precipitation)	秦 瑜(54)
大气灾害学(Atmospheric Disaster)	王昂生(56)
生物气象学(Biometeorology)	李鸿洲(58)
古气候学(Paleoclimatology)	王治平(59)
辐射气象学(Radiation Climatology)	季国良(62)
天文气候学(Astroclimatology)	徐钦琦(63)

混沌气候学(the Chaotic Climatology)	王勤学 曹鸿兴(65)
树木年轮气候学(Dendroclimatology)	吴祥定 邵雪梅(69)

固体地球物理学(Solid-Earth Geophysics)

构造地球物理学(Tectonogeophysics)	刘代志(72)
地球流体力学(Geophysical Fluid Dynamics)	刘式适(74)
微重力学(Microgravity)	刘元龙(75)
环境磁学(Environmental Magnetism)	刘皇凤(77)
岩石磁学(Rock Magnetism)	魏青云(80)
考古磁学(Archaeomagnetism)	魏青云(82)
古地震学(Paleoseismology)	程绍平 杨桂枝(84)
地震综合预报(Comprehensive Earthquake Prediction)	张国民(86)
地震地磁学(Seismogeomagnetism)	曾小苹 林云芳(89)
天文地震学(Astrogeismology)	徐道一(91)
地震力学(Earthquake Mechanics)	傅淑芳(93)
物性勘探(Petrophysics Prospecting)	张立敏(96)
层析地震学(Tomographic Seismology)	傅淑芳(98)
地球物理反演(Geophysical Inversions)	杨文采(100)
油储地球物理(Reservoir Geophysics)	杨文采(103)
环境地球物理学(Environmental Geophysics)	张立敏(104)

空间物理学(Space Physics)

宇宙线物理学(Cosmic Ray Physics)	黄永年(107)
空间电动力学(Space Electrodynamics)	徐文耀(109)
中层顶区物理学(Physics of the Mesopause Region)	王英鉴(111)

大地测量学(Geodesy)

天文地球动力学(Astrogeodynamics)	郑大伟(114)
动力大地测量学(Dynamic Geodesy)	许厚泽 王广运(116)
卫星重力学(Satellite Gravimetry)	孟嘉春 蔡喜楣(118)
卫星测高学(Satellite Altimetry)	王广运(120)
VLBI 观测系统(Very Long Baseline Interferometry)	李延兴(122)
SLR 测距系统(Satellite Laser Ranging)	李延兴(123)
GPS 全球定位系统(Navigation Satellite Timing and Ranging / Global Positioning System)	李延兴(124)

地球化学(Geochemistry)

地球化学动力学(Kinetics in Geochemistry)	张哲儒(127)
地球化学反应的分子动力学(Molecular Dynamics of Geochemistry Reaction)	

.....	徐士进(129)
地球化学自组织(Geochemical Self-Organization).....	徐士进(131)
微量元素地球化学(Trace Element Geochemistry).....	赵振华(133)
有机地球化学(Organic Geochemistry).....	盛国英(135)
稳定同位素交换反应动力学(Kinetics of Stable Isotope Exchange Reaction)	
.....	储雪蕾(138)
同位素水文地球化学(Isotope Hydrogeochemistry).....	卫克勤(140)
热水溶液地球化学(Geochemistry of Hydrothermal Solutions).....	曾贻善(142)
深部地球化学(Geochemistry of Deep Earth).....	曹荣龙(144)
矿床地球化学(Ore Deposit Geochemistry).....	涂光炽 李朝阳(146)
储层地球化学(Reservoir Geochemistry).....	黄海平 卢松年(150)
构造地球化学(Tectonic Geochemistry).....	黄瑞华(151)
景观地球化学(Landscape Geochemistry).....	尹昭汉(153)
环境生物地球化学(Environmental Biogeochemistry).....	余国莹 孙铁珩 吴燕玉(155)
实验地球化学(Experimental Geochemistry).....	王玉荣(157)

地质学(Geology)

地球流变学(Geothermology).....	孙荀英(160)
构造流变学(Tectonic Rheology).....	李德威(162)
水-岩相互作用(Water-Rock Interaction).....	沈照理(165)
地质周期学(Geoperiodic Science).....	陈龙桂(167)
地学中的分数维学(Fractals in Geoscience).....	沈步明(170)
深部地质学(Deep Geology).....	耿元生(172)
变质地质学(Metamorphic Geology).....	卢良兆(174)
地震地质学(Seismic Geology).....	丁国瑜(176)
生物地质学(Biogeology).....	殷鸿福(178)
环境地质学(Environmental Geology).....	宋德人(180)
灾害地质学(Disaster Geology).....	宋德人(182)
成因矿物学(Genetic Mineralogy).....	鲁安怀(184)
找矿矿物学(Prospecting Mineralogy).....	洪文兴(186)
矿物化学(Mineralogical Chemistry).....	张 静(190)
改造成矿作用(Reworking Mineralization).....	王秀璋(191)
近矿晕矿物学(Mineralogy of Aureole of Nearby Mine).....	刘劲鸿(194)
构造矿物学(Tectonic Mineralogy).....	刘劲鸿(196)
结构光学矿物学(Structural Optical Mineralogy).....	易善锋(198)
磁性矿物学(Magnetic Mineralogy).....	魏青云(200)
量子矿物学(Quantum Mineralogy).....	李高山(202)
生物矿物学(Biomineralogy).....	戴永定(203)
海洋矿物学(Oceanic Mineralogy).....	卢效珍(205)

构造成矿学(Tectonic Metallogeny)	黄瑞华(206)
成矿构造学(Metallogenic Tectonics)	陈国达 黄瑞华(209)
大地构造成矿学(Geotectonometallogeny)	陈国达 黄瑞华(211)
递进成矿理论(Theory of Progressive Metallogenesis)	陈国达(213)
地幔岩石学(Mantle Petrology)	刘若新 樊祺诚(214)
岩浆动力学(Magma Dynamics)	马昌前(217)
变质动力学(Metamorphic Dynamics)	翟明国(219)
岩石化学(Petrochemistry)	张 旗(220)
化石岩石学(Petrography of Fossils)	戴永定(222)
定量岩石学(Quantitative Petrology)	倪志耀(225)
实验岩石学(Experimental Petrology)	邓晋福(228)
构造成岩学(Tectonic Petrogeny)	黄瑞华(230)
岩石力学(Rock Mechanics)	傅冰骏(232)
岩体结构力学(Rock-mass Structure Mechanics)	孙广忠(235)
岩体工程地质力学(Engineering Geomechanics of Rock Mass)	李毓瑞(237)
理论古生物学(Theoretical Palaeontology)	戎嘉余 方宗杰(239)
化石生物学(Palaeobiology)	方宗杰 戎嘉余(241)
异时发育理论(Theory of Heterochrony)	张法奎(243)
间断平衡论(Punctuated Equilibria)	殷鸿福 童金南(246)
超微及微体古生物学(Calcareous Nannopaleontology and Micropaleontology)	
.....	徐钰林(247)
微体古生态学(Ecological Micropaleontology)	杨 群(249)
末元古系地层学(Terminal Proterozoic Stratigraphy)	孙卫国(251)
第四纪地层学(Quaternal Stratigraphy)	王伟铭(253)
事件地层学(Event Stratigraphy)	殷鸿福 童金南(255)
地震地层学(Seismic Stratigraphy)	肖义越(258)
层序地层学(Sequence Stratigraphy)	肖义越(259)
定量地层学(Quantitative Stratigraphy)	张启锐(263)
定量动力地层学(Quantitative Dynamic Stratigraphy)	周庆凡(264)
构造地层学(Tectonostratigraphy)	吴浩若(266)
分子地层学(Molecular Paleontology)	李任伟(267)
磁性地层学(Magnetic Stratigraphy)	刘 椿(269)
壳体大地构造学(Crustobody Geotectonics)	陈国达(271)
历史-因果论大地构造学(Historistic-Causationist Geotectonics)	毕 华(275)
地体构造学(Terrane Tectonics)	施央申 舒良树(277)
涌动构造假说(Hypothesis of Surge Tectonics)	朱起煌(279)
岩石大地构造学(Petrotectonics)	翟明国(280)
构造地貌学(Tectonic Geomorphology)	韩慕康(281)
磁性构造学(Magnetotectonics)	张志强(283)

磁性大地构造学(Magnetic Geotectonics)	魏青云(286)
显微构造地质学(Microstructural Geology)	刘瑞珂(288)
板块沉积学(Plate Sedimentology)	方国庆 张晓宝(290)
构造沉积学(Tectonic Stratigraphy)	柯保嘉(292)
湖泊沉积学(Lake Sedimentology)	王苏民(294)
事件沉积学(Event Sedimentology)	王清晨(296)
礁地质学(Reef Geology)	张 维(297)
煤成气地质学(Geology of Coal Generated Gas)	刘德汉(299)
裂变径迹热年代学(Fission Track Thermochronology)	朱起煌(301)
含油气系统(Petroleum System)	杨瑞召(303)
平衡剖面技术(Balanced Cross-Section Technique)	刘立群(304)
地质专家系统(Expert System of Geology)	刘承祚(305)
扫描质子探针(Scanning Proton Microprobe)	陈 武 魏元柏(306)
同步辐射 X 射线荧光微探针(Synchrotron Radiation X-ray Fluorescence Microprobe)	安庆骧(307)
纳米地质学(Nano-Geology)	张志强(310)
构造水文地质学(Tectonic Hydrogeology)	蔡祖煌(313)
环境水文地质学(Environmental Hydrogeology)	蔡祖煌(315)
地震水文地质学(Seismic Hydrogeology)	蔡祖煌 石慧馨(317)
农业水文地质学(Agricultural Hydrogeology)	李世忠 邓祥明(319)
环境工程地质学(Environmental Engineering Geology)	李毓瑞(321)
石油水文地质学(Petroleum Hydrogeology)	孙成权(322)
城市工程地质学(City Engineering Geology)	宋德人(325)
海洋工程地质学(Marine Engineering Geology)	孙玉科(327)
计算工程地质学(Computative Engineering Geology)	黄运飞 冯 静(329)
天文地质学(Astronomical Geology)	徐道一(331)
比较行星地质学(Comparative Planetary Geology)	欧阳自远(333)
凝聚岩石学(Condensation Petrology)	侯 渭(335)
天体化学(Cosmochemistry 或 Astrochemistry)	欧阳自远(336)
月球地质学(Lunar Geology)	欧阳自远(339)
月震学(Lunar Seismology)	朱仁益(341)

地理学(Geography)

行星地理学(Planetary Geography)	彭公炳(344)
古生物地理学(Paleobiogeography)	陈 旭(346)
灾害地貌学(Disaster Morphology)	唐晓春(348)
滑坡学(Landslide Science)	陈自生(350)
化学地理学(Chemical Geography)	唐永奎(352)
地貌生态经济耦合理论(the Coupling Theory of Geomorphologic	

Eco-economy)	颜春起(354)
遥感信息学(Information Science of Remote Sensing)	李 涛(355)
综合遥感地理信息系统(Integrated Remote Sensing and Geographic Information Systems)	潘贤章(358)
区域发展学(Science of Regional Development)	姚士谋(359)
乡村地理学(Rural Geography)	唐振铎(362)
国土经济学(Territorial Economics)	吴楚材(364)
土地经济学(Land Economics)	陈国南(366)
资源经济学(Resource Economics)	楼惠新(368)
农业资源经济学(Agricultural Resource Economics)	楼惠新(369)
土地资源学(Land Resource Science)	陈百明(371)
气候资源学(Science of Climate Resource)	张谊光(373)
水资源学(Science of Water Resource)	李驾三(375)
森林资源学(Science of Forest Resource)	李 飞(377)
动物资源学(Animal Resource Science)	张荣祖(378)
旅游资源学(Tourist Resource Science)	宋力夫(380)
工业资源开发学(Discipline of Industrial Resource Exploitation) 郭文卿	李学军(381)
运输化(Transportization)	荣朝和(383)
湖泊水文学(Hydrology of Lakes)	杨锡臣(385)
灾害水文学(Catastrophic Hydrology)	冯利华(387)

土壤学(Pedology)

环境土壤学(Environmental Pedology)	陈怀满(390)
土壤生态学(Soil Ecology)	徐 琪 董元华(392)
土壤地球化学(Soil Geochemistry)	龚子同 史学正(393)
根圈化学(Rhizosphere Chemistry)	王建林 刘芷宇(395)
土壤电化学(Soil Electrochemistry)	季国亮(398)

生态学(Ecology)

人类生态学(Human Ecology)	王发曾(401)
资源生态学(Resource Ecology)	李 飞(403)
农业资源生态学(Ecology of Agricultural Resource)	李兰海 蒋世逵(404)
海洋生态学(Marine Ecology)	罗秉征(407)
污染生态学(Pollution Ecology)	宋玉芳 高拯民(409)
景观生态学(Landscape Ecology)	苏文贵(412)
生态场理论(Ecological Field Theory)	王根轩(414)

海洋科学(Oceanography)

浅海动力学(Shallow Sea Dynamics)	冯士筭(417)
物理海洋学数值模拟(Physical Oceanographic Numerical Modelling)	孙文心(419)
海洋内波动力学(Dynamics of Oceanic Internal Waves)	方欣华(420)
海洋小尺度过程(Oceanic Small-scale Processes)	方欣华(422)
水汽化学(Water Vapour Chemistry)	顾宏堪(423)
海洋沉积动力学(Marine Sediment Dynamics)	李振林(425)
埃尔尼诺(El Nino)	符淙斌(427)
生物海洋学(Biological Oceanography)	王 荣(428)
古海洋学(Paleoceanography)	汪品先(430)
海洋地质灾害(Marine Geological Hazards)	莫 杰(433)
海冰(Sea Ice)	张方俭(434)
风暴潮(Storm Tide)	刘凤树(436)
卫星海洋学(Satellite Oceanography)	张志强(437)
军事海洋学(Military Oceanography)	俞慕耕(440)

环境科学与其他(Environmental Science and others)

资源环境学(Resource Environmental Science)	沈 镭(443)
环境会计学(Environmental Accounting)	温琰茂 毛文锋(445)
地磁生物学(Geomagnetobiology)	曾治权 刘祖滨 仇艾夫 李宝代(446)
地质医学(Geological Medicine)	黄瑞华(448)

国际大型研究计划

世界气候研究计划(WCRP)	孙成权(451)
世界大洋环流实验(WOCE)	孙成权(452)
热带海洋和全球大气计划(TOGA)	孙成权(452)
全球能量与水循环实验(GEWEX)	孙成权(454)
国际地圈生物圈计划(IGBP)	孙成权(455)
国际全球大气化学计划(IGAC)	孙成权(456)
全球海洋通量联合研究计划(JGOFS)	孙成权(457)
过去的全球变化计划(PAGES)	孙成权(459)
全球变化与陆地生态系统(GCTE)	张志强(460)
水文循环的生物圈方面(BAHC)	张志强(461)
海岸带陆地—海洋相互作用(LOICZ)	张志强(463)
全球分析、解释与建模(GAIM)	张志强(464)
数据与信息系统(DIS)	张志强(466)
全球变化的分析、研究和培训系统(START)	孙成权(467)
全球环境变化的人类因素计划(HDP)	孙成权(470)

土地利用与全球土地覆盖变化的联系(RLUGLCC 或 LUCC)	张志强(471)
国际岩石圈计划(ILP)	张志强(473)
国际地质对比计划(IGCP)	张志强(475)
日地能量计划(STEP)	李 明(476)
人与生物圈计划(MAB)	孙玉华(478)
国际减灾十年(IDNHR)	孙成权(480)
深海钻探计划(DSDP) / 大洋钻探计划(ODP)	莫 杰(482)
21 世纪议程(Agenda 21)	孙成权(484)

附 录

汉语拼音条目索引	(487)
作者索引 (按姓名笔划顺序排列)	(491)

地 球 系 统 科 学

陈 洋 勤

(中国科学院自然与社会协调发展局 北京 100864)

地球系统科学是 80 年代初期诞生的一门新兴科学, 具有在更高层次上进行综合和交叉学科研究的特点。它的出现标志着地学、生物学发展的新的深度和广度, 是当前和今后几十年内自然科学领域内最活跃的一个前沿科学领域。

1. 地球系统科学产生的背景

当前人类面临着一系列重大而紧迫的全球性环境变化问题的挑战, 如“温室效应”和全球增暖, 臭氧和“臭氧洞”, 森林锐减和物种灭绝, 水土流失和土地沙漠化, 水资源短缺等。而且越来越多的证据表明, 人类活动对全球环境的冲击强度在不断地增强和扩大。从科学的角度看, 这些紧迫的全球性环境问题实质上是由大气、水圈 (含冰雪圈)、岩石圈和生物圈组成的地球系统中各部分的相互作用, 人与地球系统的相互作用的结果, 最终将影响到地球的可居住性问题。认识并预测重大的全球变化是科学家面临的严峻挑战。

另一方面, 各个学科长时间的科学积累为认识全球变化奠定了必要的理论基础。近年来空间技术 (卫星、遥感) 的高速发展, 使我们能够从空间俯瞰地球的全貌, 为观察地球、监测全球变化的信息提供了必不可少的手段; 大规模、高速度巨型电子计算机的出现为快速准确地收集、处理和传递信息, 诊断并预测可能发生的重大全球变化奠定了物质基础, 从而导致了地球系统科学的产生。

目前已有一大批从事地球系统科学研究的科学家, 其代表人物有 G.Garland, 他首先提出了物理过程与生物过程相互作用的观点。与此同时, 在美国地球系统科学委员会主席 Bretherton 博士的领导下, 集中了一大批国际知名科学家, 详细评述了地学、生物学的现状及存在问题, 他们在《地球系统科学》一书中正式提出了地球系统科学的概念。此后, 在 J.Roederer 和 J.H.Malene 的领导下, 发起了对全球变化的讨论, 出版了全球变化文集。我国著名气象学家叶笃正教授提出了将气候变化作为全球变化研究的中心问题的观点。他的报告“气候变化——全球及多学科研究”已被收入上述文集中。1987 年国际科学联合会理事会 (ICSU) 正式任命了一个国际地圈生物圈计划 (IGBP) 特别委员会, 开始在地球系统科学的指导下制定全球变化研究计划, 大大推动了地球系统科学的发展。

2. 地球系统科学的理论基础和研究对象

地球系统科学强调整体的概念, 将地球的大气、水圈 (含冰雪圈)、岩石圈和生物圈看成是具有有机联系的“地球系统”; 把太阳和地心作为两个主要的自然驱动器, 人类活动作为第三促动因素。发生在地球系统中的重大全球变化是在上述三个力的作用下, 通过物理、化学和生物学过程相互作用的结果。它用尺度的概念分析各种时空尺度的全球变化问题, 指出在研究某一特定时间尺度的全球变化问题时, 必须考虑其他时间尺度的过程对特定时间尺度过程的影响。

3. 地球系统科学的目标、研究对象和研究内容

地球系统科学的主要目标是通过对行星尺度的变化（全球变化）的描述来认识地球系统的运行机制、变化（演化）原因和规律。

全球变化是发生在一个相当宽的时间尺度范围内的自然现象，它受各种时间尺度过程的趋势或改变，这些时间尺度包括：①几千万年至几十亿年；②几千年至几十万年；③几十年至几百年；④几天至几年；⑤几秒至几小时。

前两个时间尺度的全球变化过程已在传统的地学领域中进行了广泛的研究，后两个时间尺度的变化属于大气科学、海洋科学和生物学的范畴。因此，几十年至几百年时间尺度的全球变化就成了地球系统科学的主要研究对象。

地球系统科学的主要研究内容涉及物理气候系统的重要过程；生物地球化学系统的重要过程；两个系统的相互影响和反馈机制；人类活动对上述两个系统的影响和反馈；外部作用力——太阳和地心趋动器的趋动机制及其变化对地球系统的影响；几十年至几百年时间尺度的重大全球变化的预测等等。当前的主要研究重点和科学问题有：

- 地球系统的状态变量、控制变量、各种尺度的耦合问题及地球系统的可预测性；
- 地圈、生物圈概念模型，数学模式及模拟等；
- 地圈、生物圈相互作用的理论及耦合机制；
- 过去的重大全球变化的证据，地质-生物记录中全球变化信息的提取理论、技术、方法及记录的重建；
- 全球变化的监测理论、方法、技术和仪器的研制和发展；
- 重要温室气体的大气化学及其在大气中的自然和人为扰动机制；
- 碳和其他重要的生命元素的生物地球化学循环及其在陆—气、陆—海、海—气界面的交换机理和通量测量；
- 海洋真光层（euphotic zone）中初级生产力与物理环境的相互作用；
- 植被和生物圈对水循环和微量气体的控制和调节作用；
- 生态系统的结构、代谢功能和土地覆盖动力学；
- 气候变化对生态系统的影响和反馈机理；
- 全球变化对人类社会经济活动的影响；
- 地球的可居住性及重大全球变化的预测等。

4. 研究方法和技术路线

地球系统科学的研究方法是对全球变化进行观测、分析、建模和预测。首先，它针对描述全球变化的状态变量和控制变量进行长期、持续的同步观测，获取全球变化研究所必需的资料。第二，进行资料的分析、解释，寻找全球变化的控制因子和基本规律。第三，建立概念模式和数值预报模式，进行数值模拟。第四，对模式进行检验，考察模式的预测能力，最后对全球变化进行预测。四个步骤形成一种循环往复的过程。

地球系统科学的技术路线是：

(1)在现有的观测基础上改进空间观测，组织国际空间年（TSY）计划，发放一系列新一代空间探测器，以保证获取有足够精度的全球变化研究所需的资料；建立地面观测站网，并与空间观测结合，形成对地球的立体观测网络。

(2)组织一系列重大的现场和实验室实验，开展过程研究。

(3)建立全球变化研究的数据信息系统,为地球系统科学研究提供服务。

(4)加速新一代高速度、大容量计算机的研制(比现有计算机的能力和速度提高2~3个数量级)和计算机联网,为模式发展提供技术保证。

(5)发展子系统模式,逐步建立地球系统的动力学模式。当前特别重要的是改进大气环流和大气化学模式;改进海洋环流模式,发展生态系统模式。

(6)重建古环境,特别是古气候记录,以便进一步考察模式对古环境变化中重大全球变化事件的重复能力;判断模式的可用性,从而达到对未来环境变化进行预测的目的。

5. 应用目标和发展前景

地球系统科学从为人类寻求实际利益出发,其近期应用目标是识别人类活动的严重后果,预测未来几十年至几百年的重大全球变化,为国家一级的资源管理服务。

地球系统科学是一门涉猎面广泛的新兴学科,它的发展将推动地学、生物学、环境科学、空间科学以及技术科学与基础科学的相互渗透和向纵深发展。可以预料,今后20年是地球系统科学发展的“黄金”年代,必将诞生新的理论和生长点,涌现一批优秀的、善于从事交叉学科和综合研究的高级研究人才。

全球变化研究

孙成权 张志强

(中国科学院兰州文献情报中心 730000)

全球变化研究是本世纪80年代以来国际科学界所组织的意义深远、规模最大的一项合作研究活动计划(参见图1),涉及地球科学、宏观生物学、天体科学、遥感技术等众多的自然科学和社会科学等学科领域,它在学科间的综合交叉研究中以其具有的跨世纪影响,代表了当今世界科学的发展趋势。其主要特点是:

(1)规模空前宏大、跨学科、跨部门的合作研究与国际化、统一化、网络化的组织形式引人瞩目。目前,国际科学联合会理事会(ICSU)、世界气象组织(WMO)、联合国教科文组织(UNESCO)与环境规划署(UNEP)、联合国大学(UNU)、国际社会科学联合会理事会(ISSC)、国际高级研究机构联合会(IFIAS)、政府间海洋学委员会(IOC)等机构都已直接或间接参与了全球变化研究计划与相关计划的制定、组织与指导。除了若干已建立的国际合作研究项目外,还有40余个国家成立了本国的全球变化研究国家委员会,根据国际全球变化研究计划,并针对各国环境问题的实际制定了或正在制定各国的全球变化研究计划,全球变化的研究工作正在全球范围内普遍展开。

(2)全球变化研究将不仅使人类在认识地球方面更加深刻,而且使人类进入了“维护地球”阶段。全球变化研究的目标与成果,对于自然与社会协调发展、人类社会的持续稳定发展以及探讨“环境与发展”问题、制订“21世纪议程”等方面都将发挥决定性的影响。

(3)把地球作为一个整体进行研究。作为地学哲学的热门话题,地球系统科学、地球