

# 前 言

目前，人类正处在一个新的转折点上。一个阴影正在这个转折点上徘徊。这就是近年来困扰着人们的全球环境问题和环境与发展的关系问题。虽然我们已能把人送上月球，航天飞机也可来回穿梭于地球和宇宙之间，但是人类对保护我们这个行星上的自然资源和生物多样性等问题的重要性似乎才刚刚有所认识。技术乐观主义者认为，未来的一切对每一个人都是美好的。而资源保护主义者和环境主义者却警告人们，地球上的生命维持系统正在被毁坏，并处于迅速退化之中。

人类正面临一系列相互关联的复杂问题，其中最重要的问题是人口剧增。从 1950 年到 1989 年，世界人口整整增长了 1 倍（1950 年为 25 亿，1989 年为 52 亿）。如果按这样的速度继续下去，那么到 2100 年世界人口将再增加 1 倍，达到 104 亿，甚至可能达到 140 亿。这将给已经不堪重负的地球生命维持系统以更大的压力。

另一个重要问题是人类对资源的消耗速度太快、方式不当，致使世界森林、草地和湿地以越来越快的速度逐年消失；沙漠面积以越来越快的速度逐年增加；表层土壤遭受严重侵蚀；河流泥沙淤积，地下水被过量开采，石油被大量用于交通、取暖、生产食物和产品，有可能在我们这一代或下一代被耗尽；工厂和家庭排出的废弃物越来越多地积累于土壤中，危害着土壤和水体；农药越来越严重

地污染地下水和食物。

再有，随着二氧化碳和其他微量温室气体被大量排入大气圈，有可能使低层大气圈逐渐变暖。地球气候的这种变化有可能使某些地区变旱、某些地区变湿，从而干扰食物的生产。升高的温度可能会使两极冰川融化、海平面上升，有可能淹没沿海低地的城市和农田。科学家们警告人们，上述趋势是不可逆转的，但如果全球人类在今后二三十年内协调一致地采取紧急行动，仍有可能减缓上述进程。

大气圈上层薄薄的臭氧层，保护着地表人类和生物免遭有害的太阳紫外线辐射。但是人类排放的大量氟氯烃化合物却进入上层大气，与臭氧反应后，致使臭氧的消耗速度大于其产生速度，形成臭氧洞，并逐渐扩大，使地球失去保护。

人类会破坏自己赖以生存的地球生命维持系统的原因是复杂的，其中包括了人们的无知和贪婪。人们忘记了人类的生存及人类已经拥有和将要拥有的一切都来自于太阳和地球。穷人们为维持生存，砍伐树木，开垦土地，使资源消耗的速度大于其再生速度；富有者着眼于短期经济利益，为维持自己奢侈的生活方式，大量地耗费地球资源。从保护地球的角度看，目前人们正在从事的几乎全都是“坏事”。但值得庆幸的“好事”是人们正在逐步认识到保护自然和以可持续性方式使用地球资源的重要性。

写作本书的主要目的有二：一是向读者较全面地介绍关于“人类—环境系统”、“人类与环境相互作用”及“环境与发展”的基本知识和理论，使不同岗位上的读者在从事自己的事业和处理自己的生活方式时运用有关知识和理论，保护自己周围的环境和保护地球上的生命维持系统；二是与同行学者们进行交流，以便共同努

力，促进中国与此相关的学科的发展。为此目的，我们在写作本书时尽量广泛查阅最新文献，反映各国学者和中国学者在此领域内的近期研究成果。

本书首先论述了现代地理学、人类生态学、环境科学和地球系统科学与“人类—环境系统”和“人类与环境相互作用”研究的关系，论述了这些学科的产生、发展以及它们在研究“人类—环境系统”方面各自的特点和交叉域（第一章）接着从生态学和地球系统科学角度论述了“人类—环境系统”的结构、功能和运行机制及状态、过程与控制因素等（第二章）

自然资源是“人类—环境系统”中人类赖以生存和人类社会赖以发展的物质基础。本书用较大篇幅对自然资源的基本特点，尤其是对自然资源可得性的度量问题，对“人类—环境系统”中资源的配置与人类需求的关系，以及对自然资源与社会发展的关系等进行了分析（第三、四、五章）

人类活动是引起“人类—环境系统”变化的巨大营力。新兴的地球系统科学称日地作用、地核驱动和人类活动是影响“人类—环境系统”变化的三个驱动力。前两者是引起“人类—环境系统”变化的真正外部源作用力，而人类活动则是外化了的内部源作用力。人类活动引起的“人类—环境系统”的变化是当前一切环境问题的根源，故本书也以较多笔墨阐述了为什么人类活动对“人类—环境系统”有如此巨大的作用力，人类作用于“人类—环境系统”的方式和限制因素是什么；并以大量实际事例，论述了历史上人类活动不当作用于“人类—环境系统”所产生的环境后果和教训；论述了现代人类活动引起的各类环境问题，以告诫人们：如果社会经济系统垮了，支持它的自然系统仍将照样地继续运转；但如

果有一天自然系统垮了，社会经济就不得不完全停止其运动。即没有自然界，人类便不能生存；而没有人类，自然界却仍将继续存在下去。作为“人类—环境系统”的内部成员，人类必须控制自己的破坏性倾向（第六、七章）

第八章论述了当代“人类—环境系统”面临的最主要的问题——全球环境变化问题。这是当前各国科学家关心的热点问题，《世界资源报告（1987年）》一书指出，国家的繁荣和个人的幸福生活依赖于全球环境质量；人类未来的健康和幸福依赖于我们能否具有成功管理世界环境的能力。目前有许多大型国际合作计划对此问题进行研究。其中著名的有：国际人与生物圈计划、国际地圈生物圈计划与全球变化中的人类因素研究计划等。本书对这方面的近期研究进展，及国际社会和各代表性国家对此问题的对策作了稍详尽的介绍。

第九章和第十章分别对当前人们最关心的两大问题——“人类—环境系统”的调控和“人类—环境系统”的可持续发展问题进行了尝试性讨论。在这两章中，讨论了“人类—环境系统”的自调控机制、被动性调控和能动性调控问题；对经济手段、科学技术手段、政府干预和公众环境意识等在“人类—环境系统”调控中的应用等进行了阐述；对在可持续发展问题上两种对立观点的斗争，对经济学、生态学与可持续发展的关系，以及实现“人类—环境系统”可持续性的途径等问题进行了讨论。

“人类—环境系统”及“人类与环境相互作用”虽是一些古老的论题，但随着人口增长和社会生产力的发展，在这些古老的命题中不断注入了新的内涵。现代“人类—环境系统”是由自然、经济、社会组成的极为复杂的巨系统。这个系统产生问题的根源更多是社

会性的，而不是物质性的。对它进行研究，不仅要重视自然系统各组分间的相互作用和影响，同时要把研究重点放在与之有关的经济和政治方面。

由于“人类—环境系统”、“人类与环境相互作用”和“环境与发展”等问题涉及的学科面过广，特别是由于本书作者的知识、理论和实践的局限性，使本书在对许多问题进行阐述和讨论时必然会有不周、不妥和错误之处，敬请批评指正。

本书各章写作的分工是：前言、第一章、第二章、第七章、第八章由陈静生执笔；第三章、第五章、第六章由蔡运龙执笔；第四章由王学军执笔；第九章由陈静生、王学军共同执笔；第十章由蔡运龙、陈静生、王学军三人执笔。最后由陈静生统阅修改、合成和定稿。

本书在写作过程中，从选题到完稿一直得到北京大学城市与环境学系王恩涌教授、杨开忠教授及北京大学环境科学中心叶文虎教授等的热情鼓励和支持。他们对本书提出了许多宝贵意见，在此表示衷心感谢。

# 第一章 研究“人类—环境系统”的当代学科

## 一、永恒的主题与新的困难

“人类—环境系统”、“人类与环境关系”及“人类与环境相互作用”等历来是地理学、生态学、哲学和社会学等研究的主题。人们称这是一些古老而又永恒的论题、无可回避的论题。因为只要有 人类存在，人类就不可避免地要同其赖以生存的基点和舞台——自然环境发生复杂的相互作用。

人类赖以生存的自然环境已经经历了漫长的演变过程。人类社会出现以后，随着人口的增长和工农业生产的迅速发展，人已经不再仅仅是一种自然界的产物，而已经发展成为一种对环境起着深远影响的营力<sup>〔1〕</sup>。

近几十年来，科学技术的迅猛发展加速了人类文明的繁荣，同时亦增强了人类对自然环境的影响能力。人类活动对自然环境的干预作用越来越强烈，由此引起的资源匮乏、生态恶化与环境污染等问题举世瞩目。人类与环境的相互作用引起的全球性人口、资源、环境与发展 (Population, Resource, Environment and Development, PRED) 方面的诸多矛盾正成为人类生存和社会经济发展面临的最严重的挑战。为应付这种挑战，联合国于 1972 年在瑞典首都斯德哥尔摩召开了以“只有一个地球”为主题的第一次人类环境大会。1992 年在巴西首都里约热内卢召开了以“环境和发展”为主题的第二次人类环境大会。在第二次人类环境大会上提

出并讨论了全球可持续发展的战略和对策，制定和通过了反映这一战略和对策的全球行动纲领《21世纪议程》<sup>(2)</sup>。《21世纪议程》指出，应更好地理解人类活动与环境之间的相互关系，应把环境与发展问题作为一个整体来考虑，应加强与可持续发展有关各方面科学问题的研究等。这些事实充分表明，人类—环境系统的可持续发展问题已引起世界各国的广泛关注；有效地解决环境与发展问题已成为世界各国的共识和共同责任，是今后长时期内摆在各国科学家、政治家和高层决策者面前的重大主题。

中国人多、地广，自然条件十分复杂，人均资源相对贫乏，经济发展又很不平衡。人与环境之间的关系如何协调，怎样解决经济发展中不断出现的资源与生态环境问题，已引起中国高层决策者的高度重视。在联合国《21世纪议程》的基础上，中国制定出了相应的行动计划《中国21世纪议程》。同时在中国的《国家中长期科学技术发展纲领》中的农业科学技术、社会发展科学技术及基础科学研究与应用基础研究中，从不同角度把人口、资源、环境及自然灾害等问题列为重点发展的研究项目。这一情况说明，在中国，协调好环境与发展的关系更是一个十分紧迫的问题。

在本章中，我们准备对在经典地理学、哲学和社会科学中已较充分论证过的‘人地关系’和‘地理环境与社会发展的关系’等问题进行回顾叙述，因为这方面的各种观点和丰富资料已充实于大量正式出版的哲学、社会学和人文地理学著作中。近年来诞生了数门对“人类—环境系统”进行综合研究的新兴交叉学科，而且发展迅速。在本章中，拟对现代地理科学、环境科学、人类生态学和地球系统科学等在研究“人类—环境系统”和“人类与环境相互作用”方面各自的特点和共同点进行讨论。

## 二、现代地理科学与“人类—环境系统”研究

对人地关系的认识历来是地理学的研究核心，并始终贯彻在地理学的各个发展阶段。从 19 世纪兴起的近代地理学发展到第二次世界大战后的现代地理学，虽然其间中心研究课题随着时代的发展而有所变化，但地理学的基础理论研究始终离不开人类与地理环境的相互关系这一基本问题<sup>〔3〕</sup>。

近代地理学区域学派的创始人德国学者赫特纳（A. Hettner）认为，地理学是“探讨人类与自然环境相互作用的一门科学”<sup>〔4〕</sup>。美国地理学家哈特向（R. Hartshorne）认为，“地理学最关心的是人的世界与非人文世界之间的关系”<sup>〔5〕</sup>。另一位美国著名地理学家马什（G. P. Marsh）在其所著《人与自然 或人类活动改变的自然地理学》一书中指出，“摆在这门引人注目的学科的新的耕耘者面前最为重要的理论可能是这样一个问题，即外部的自然条件对人类的社会生活与社会进步的影响有多大多深的问题”<sup>〔6〕</sup>。再一位著名的美国地理学家巴罗斯（H. H. Borrows）主张，地理学的目的不仅在于考查环境本身的特征和客观存在的自然现象，而且在于研究人类对于自然环境的反应。他指出，“地理学的中心点正在从极端的自然方面稳步地转移到人文方面，直到越来越多的地理学者把他们的论题规定为完全论述人类与自然环境的相互作用和影响”<sup>〔7〕</sup>。

一般认为，现代地理学的研究有四大学派：区域学派，综合景观学派，生态—环境学派和数量区位学派。现代地理学的生态—环境学派从生态环境角度，研究人类与环境的相互作用、影响、变

化规律和调控。由于此学派的早期代表人物德国地理学家拉采尔 (F. Ratzel) 与美国地理学者森普尔 (E. C. Semple) 在有关论著中带有地理环境决定论的思想, 导致此学派在 20 年代和 30 年代在西方和前苏联, 50 年代在中国都受到激烈的批判。但自 60 年代以后 随着全球性的人口、资源、环境和发展问题的出现 该学派克服了过去只重视研究‘地’对‘人’的单向作用和影响 而开始全面地研究人类与环境的相互作用<sup>〔8〕</sup>。

当代地理学家、前国际地理学会主席怀斯 (Michael John Wise) 在 1980 年于东京召开的第 24 届国际地理大会的开幕词中指出, 地理学“由于一度忽略了人地关系的总体把握, 我们失去了应用其理论、知识和技能以服务于全球问题的机会”, 如何去协调自然环境与人类文化的关系已成为国际地理学界所面临的主要任务<sup>〔8〕</sup>。

40 多年来, 中国地理学家对地理学的对象、目标、任务和内容进行过多次讨论。目前, 中国越来越多的地理学者的共识是: 地理学以地球表层人类与环境之间的关系为研究对象, 兼顾自然特征和文化特征对人地关系的全面而精细的研究应成为现代地理学的任务和趋势。

中国地理学者陈传康和牛文元曾论述开展人地系统优化原理研究的必要性和迫切性, 指出: 人地系统优化原理研究“以人类活动和人类发展为中心, 研究自然条件、自然资源和自然演替的合理匹配、开发与调控、……从宏观和整体角度去综合认识区域本质的巨大系统”<sup>〔9〕</sup>; 国土整治、自然改造、经济开发、区域规划、发展战略、宏观控制等国民经济中的重大问题, 无一例外地都是‘自然—社会—经济’的巨大系统。其结构、功能、行为、效益是否合理 其发

展、演替、模拟、预报是否准确 关键在于对人地系统的综合识别与综合平衡<sup>〔9〕</sup>。

中国地理科学发展战略研究组（1996）建议，中国地理科学应集中主要力量，从不同的时空尺度，深入研究人地系统协同作用的形成过程、发展趋势与演变规律；深入地研究全球变化对中国区域环境承载能力的影响 正确评估极端环境（极地、沙漠、高山、冰冻圈）的正负效应；研究并量测中国土地及其对人口的承载力，特别是研究各种生态交错带（ecotone）的演变趋向及其恢复能力；研究并预测由人为污染所引起的环境质量的变化趋势与调控对策；研究并提出各种自然灾害的发生与演变过程及其相应的减灾措施。

### 三、环境科学与“人类—环境系统”研究

环境科学是近二三十年来发展最快尤其是普及最迅速的学科。在短短的二三十年时间里，环境科学的名词、术语从大学教科书和科技期刊进入了公众的日常词汇。它们每天都要出现在各类新闻媒体上。环境意识的有无和强弱已成为判断一国国民素质高低的一个重要标志。今天，一个国家和地区的社会发展政策的制定和实施，如果没有环境学者的参与，将是不可思议的。在科学发展史上，只有少数几门学科能在开创以后如此短的时间内获得如此之大的影响力。

但是，由于诸多因素的影响，各学者对这门新学科的任务、目标和内容等尚缺乏统一的认识。为此，在这里有必要列出国内外著名学者的一些有关代表性认识。

美国地理学家 A. N. 斯特拉勒和 A. H. 斯特拉勒 (1973) 在其合著的《环境地学——自然系统与人类的相互作用》一书中指出, 作为一门新兴学科的环境科学, 其大部分内容并不是新的, 而是源于一系列传统学科: 生物学、化学、物理学和地球科学等。这门学科之所以“新”主要是“新”在它的观点上, “新”在它把地球上的各个系统看成是一个紧密联系和相互作用的整体, 尤其是“新”在它把人类看成是这个大系统的重要组成部分。该书指出, “人类与自然系统的相互作用”主要表现为人类与自然物理过程的相互作用和人类与生物过程的相互作用。前者属地球科学的内容, 后者属生态科学的内容。在这里, 地球科学和生态科学是相互支持的。该书作者还形象地指出, 环境科学类似于一块硬币, 有两面, 一是研究自然环境力 (如洪水、台风、地震和泥石流等) 对人类的影响; 二是研究人类活动 (如空气污染和水污染等) 对自然环境的影响。中国大百科全书环境科学卷对“环境地学”条目的阐述近似于这两位斯特拉勒对环境科学的阐述<sup>[10]</sup>。

卢玛 (Samuel N. Luoma) 的观点与上述类似。他在《环境科学导论》(1984) 一书中写道: “环境科学的内容和资料几乎均来源于生物学、物理学、化学和社会科学的有关内容, 但环境科学却不是上述学科的汇集与拼合。这门学科的独特性在于它应用整体观和系统论研究上述学科所研究的现象和过程间复杂的相互作用。具体地说, 环境科学不仅研究生态系统的结构和功能, 而且研究社会、经济和文化对生物圈的影响, 也研究物理、化学和生物过程对社会、经济和文化过程的影响”<sup>[11]</sup>。

普尔多姆 (P. Walton Purdom) 和安德逊 (Stanley H. Anderson) 合著的《环境科学》(1980) 一书对环境科学的性质、特点

和任务等进行了专门讨论。作者首先指出，任何学者对环境问题和环境科学的理解，不能不受到该学者的哲学观点、专业知识范围、兴趣及对环境和生活质量要求等多方面因素的影响。他们在写作该书时对环境科学所下的工作定义是：环境科学是应用多种学科的知识、理论和方法研究环境和管理环境的科学。环境科学的目标是：①保护人类免受环境因素的负影响；②保护环境（区域的和全球的）免受人类活动的负影响；③为保护人体健康和提高生活水准而不断地改善环境质量<sup>〔12〕</sup>。

泰勒·米勒(G. Tyler Miller, Jr. 所著《环境与生存》(Living in the Environment)一书是一本已再版6次、具广泛影响的环境科学概论性著作。本书虽未对环境科学的对象和任务等单列章节进行讨论，但从全书内容看，作者较系统地阐述了对人类生存和社会发展有重大影响的一系列重大挑战性问题：人口、资源、环境退化和污染等。作者在该书中提出了协调“人类与环境相互作用”和“人地关系”时应遵循的近60个原理、原则和定律<sup>〔13〕</sup>。

环境科学在中国的发展与在国际上的发展几乎是同步的。早在环境科学开始迅猛发展的20世纪70年代，中国不少学者尤其是地理学者和生态学者，就曾对新兴的环境科学的对象、任务和内容等进行过广泛的讨论。中国著名生态学家马世骏(1983)指出，“环境科学是研究近代社会经济发展过程中出现的环境质量变化的科学。它研究环境质量变化的起因、过程和后果，并找出解决环境问题的途径和技术措施”<sup>〔14〕</sup>。中国著名地理学家刘培桐(1982)指出，“环境科学是以‘人类—环境系统’为研究对象，研究‘人类—环境系统’的发生、发展、调节和控制，以及改造和利用的科学”<sup>〔15〕</sup>。

于 1983 年出版的中国大百科全书环境科学卷在上述广泛讨论的基础上对环境科学的性质作了较全面的概括。该卷的开篇文写道：“环境科学在宏观上研究人类同环境之间的相互作用、相互促进、相互制约的对立统一关系，揭示社会经济发展和环境保护协调发展的基本规律；在微观上研究环境中的物质，尤其是人类排放的污染物的分子、原子等微小粒子在环境中和在生物有机体内迁移、转化和积蓄的过程及其运动规律，探讨它们对生命的影响及作用机理等”<sup>[16]</sup>；并指出环境科学的主要任务是：探索全球范围内环境演化的规律。……在人类改造自然的过程中，使环境向有利于人类的方向发展。②揭示人类活动同自然生态之间的关系。……使人类生产和消费系统中物质和能量向环境的输入同输出之间保持相对平衡。这个平衡包含两方面的内容：一是排入环境的废弃物不能超过环境的自净能力，以免造成环境污染，从而损坏环境质量；二是从环境中获取可更新资源不能超过它的再生增殖能力，以保障永恒利用。……社会经济发展规划中必须列入环境保护的内容，有关社会经济决策必须考虑生态学的要求，以求得人类和环境的协调发展。③探索环境变化对人类生存的影响。……研究区域环境污染综合防治的技术措施和管理措施。……运用多种工程技术措施和管理手段，从区域环境的整体出发，调节并控制人类与环境之间的相互关系，……寻找解决环境问题的最优方案。

#### 四、人类生态学与“人类—环境系统”研究

早期的生态学形成于 19 世纪 60 年代，是研究生物与其生存

环境之间关系的一门学科，是生物学的一个分支。但到了 20 世纪后叶，生态学有了重大发展和认识上的飞跃。新的生态学建立在生命科学和地球科学的基础之上，引进了物理科学，特别是系统科学的新概念。

人类生态学一词出现于 20 世纪 20 年代。早期的人类生态学有两个差异很大的概念。一个为人文地理学家所定义，认为人类生态学中的人类是指文明社会以前的人类，并认为，人类生态学研究无文化时期原始人群与自然环境的关系，而研究有文化人群与自然环境关系的学科称为文化生态学<sup>[17]</sup>。另一个为社会学家所定义，1921 年美国芝加哥大学城市社会学家派克（R. E. Park, 1864~1944）等在《社会学导论》一书中提出了人类生态学（Human Ecology）一词，指出人类生态学研究人类与环境之间的关系，是社会学的一个分支。1925 年派克、伯吉斯（E. W. Burgess）和麦肯奇（R. D. McKenzie）三人合编的《城市》一书认为，城市的空间环境影响城市的居民生活。由于空间布局不合理，有可能导致环境问题的产生；而要解决这些问题，就应该从解决城市环境入手，即社会问题可以通过调整人类和环境的关系来解决。1926 年派克和伯吉斯又合编了《城市社区》文集。该书指出，“社”是指人群，“区”是指地区、空间、环境<sup>[18]</sup>。再有，1922 年美国加州大学地理学家巴罗斯（H. H. Barrows）认为，“地理学就是人类生态学”<sup>[7]</sup>。

在今天，由于人类社会在“人类—环境系统”中的重要地位和人类活动对地球环境的深刻作用，20 世纪 70 年代以来人类生态学重新兴起，成为介于自然科学与社会科学之间的边缘学科，研究人口、资源和环境三者之间的关系。由于人口与资源的关系在一

定意义上是需求与供应的关系，属经济平衡范畴，所以人类生态学又被某些学者称之为生态经济学。

1971年，联合国教科文组织制定了国际人与生物圈研究计划。该计划指出“生态学是‘研究人与自然界生物圈相互关系的科学’，而不仅仅是研究生物与环境的科学。”

中国著名生态学家马世骏(1989)曾阐述他个人对人类生态学学科性质的认识，指出，人类生态学应该发展成为一门以生态学原理为基础，与多种社会科学和自然科学相汇合，以人类—环境生态系统为对象，以优化人类行为决策为中枢，以协调人口、社会、经济、资源、环境相互关系为目标的现代科学。……人类生态学的根本任务是：考察人类的生存方式和环境对人类生存的作用；研究人类群体之间、人类活动与环境之间相互作用、相互依赖和相互制约的机理；解决和预防严重威胁人类生存与环境质量的生态问题，以推动人类—环境系统和谐而健康地发展。当前研究的重点应是：人类生态学的理论和方法，人类发展与环境，生态农业，城市生态系统 人口生态问题 经济生态问题 资源生态问题 环境生态问题 和人类生态决策等<sup>[19]</sup>。

## 五、地球系统科学与“人类—环境系统”研究

地球系统科学是20世纪80年代初才出现的一个学科名词，于1983年首先由美国学者提出<sup>[20]</sup>。国际环境与发展研究所和世界资源研究所在他们联合编纂的反映世界环境和自然资源最新信息的巨型年度丛书《世界资源报告》(1987)一书中写道：“我们正在目睹一门内容广泛的新学科的诞生。这门学科能够大大加深有几

十亿人居住的我们这个行星结构和代谢功能的认识。这个学科集地质学、海洋学、生态学、气象学、化学和其他学科传统训练之大成。它有各种各样的名称：地球系统科学，全球变化学，或生物地球化学等<sup>[21]</sup>。中国学者林海 1988 和李喜先 1991 筹对这门新学科诞生的背景、学科特点、内容和方法等曾进行过介绍<sup>[22,23]</sup>。

这门新学科的兴起有 3 个基本原因：

### 1. 科学发展的必然

过去 30 多年对大陆、海洋、大气、生物圈和冰覆盖的研究表明，地球各部分之间存在着极为复杂的相互作用。它显著地影响着地球过去和未来的演变。这些新认识要求科学家采用系统方法，把地球作为一个整体系统，不仅继续深入研究地球系统的各个组成部分，更为重要的是研究地球系统各部分之间的相互作用、影响和后果。

### 2. 巨大的实际效益

当代科学技术发展的事实表明，基础研究成果转化为技术并应用于人类需求的周期日益缩短。科学上的每一个重大突破都给人类带来巨大的经济效益和社会效益。当代大气科学最大的实际效益是日益精确的全球天气预报。20 世纪 60 年代由于高速电子计算机问世，使得大气过程的数值模拟成为现实。与此同时，1960 年第一颗实验卫星的发射成功，从空间对地球表面和大气进行全球观测方面取得了崭新的发展。1966 年第一批极轨气象卫星投入使用，1974 年一系列地球静止环境卫星投入使用。这些空间飞行器能够连续地获得全球温度、云覆盖和其他大气变量，以补充原有的地面和高空观测。目前的区域天气预报几乎完全是依靠这些资料来作的数值预报。陆地和海洋的研究也给人类带来很多实际

利益。研究地壳运动和板块构造可以发现潜在的火山爆发和地震活动区，并作出预报。特别是通过研究特定地球化学过程，我们已经知道地球上石油、天然气和金属矿床的分布情况。从卫星观测到的海洋颜色中可以识别浮游生物的密集区和捕捉时间，这样就可以开发渔业资源。所有这些都说明对地球本身的科学问题作全面系统的深入研究，有助于进一步开发地球的丰富宝藏。

### 3. 人类的新需求——全球环境变化研究

这一命题与本书内容和宗旨密切相关。由于地球是人类赖以生存和发展的物质源泉和环境，因而人类总是把自己的命运与地球的演化和太阳对地球的影响紧密地联系在一起。长期以来，一般认为，地球演变的主要因素源于自然变化，如日地间距离变化、大气和海洋湍流、大陆板块漂移、造山运动、火山爆发、冰川伸缩以及河流变动等过程。但是，在近几个世纪的时间里，人类的社会经济和技术活动却对全球变化产生了明显的影响。人类自身已不仅是地球系统的一部分，并且直接成为了全球变化的影响因素。在这种情况下，若人类违背客观规律，危害了自然界，那么，自然界也会以种种方式报复人类。因此人类必须审慎从事，必须服从自然规律，才可能支配自然界。全人类对自己赖以生存的地球的未来负有新的责任。而这些只有基于理智的行动，科学地研究地球系统的整体行为，积累完整的知识，才能合理地支配和管理地球。

地球系统科学在内容上虽然仍以传统地球科学为基础，但其重点被放在对地球各部分之间的相互作用和相互关系的认识上，以便把地球各部分的组合作为一个统一的动力学系统加以研究。地球系统科学方法的基点是把地球看成是一个时空尺度极宽的各种相互作用过程的联合体，而不是各个部分的简单集合，特别重视了解