

# 地球系统科学现行研究的最佳切入点

## ——试论海岸带研究框架的创立

杨荫凯

(中国科学院地理研究所, 北京 100101)

**摘 要** 地球系统科学是可持续发展战略的科学基础, 中国地理学界对这一科学体系的研究受到研究对象庞杂性与研究方法操作困难性的双重制约。海岸带是地球表面陆地、海洋、大气系统的唯一结合部, 并因人类对其开发历史的久远而成为研究地球系统、人地关系系统的最佳窗口和切入点。笔者在综合论述了海岸带研究的理论与现实意义之后, 创建性地提出了海岸带研究的理论框架。

**关键词** 地球系统科学 可持续发展 海岸带 海岸带研究

## 1 地球系统科学的哲学思考与海岸带研究的引入

### 1.1 地球系统科学的概念界定

地球系统科学是将地球的大气圈、水圈、岩石圈、生物圈视作一个互相作用的大系统, 研究其中的物理、化学、生物过程, 借以了解现状和过去, 预见未来, 尤其是人类活动对自然环境可能产生的影响。它试图以一种更加宏观、系统、动态的观点全面审视自然界各圈层、各要素间相互联系、相互作用的方式与过程, 通过获取系统内部与外部的质、能、信息等所有指标体系交流与变化的量与向, 探索人类社会与自然界的协同发展规律, 籍此寻求人——地系统的最佳平衡及代内、代际发展的效率、效益与公平。

地球系统科学发轫于本世纪八十年代, 脱胎于气候系统研究。这一名词最早由美国国家航空与宇航管理局 (NASA) 的地球系统科学委员会提出, 其思想和主要理论随着人类面临的人口、资源、环境与发展矛盾的日益激化及可持续发展思想的不断普及而迅速向前发展。

1992 年《联合国 21 世纪议程》第 35 章“为可持续发展的科学”指出: “地球系统科学的研究是可持续发展战略的科学基础”; 我国著名地理学家黄秉维先生亦反复强调“地球系统科学是可持续发展战略的理论基础”。以此为标志, 地球系统科学的地位和作用因可持续发展的重要性得以明确, 在此意义上, 地球系统科学已不单纯只是学术思想, 而上升为一种理论、一种科学, 其一系列特定的研究对象、指导思想、研究方法 & 理论框架皆应已经确定或即将确定。

\* 文章构思过程中得到黄秉维先生、陈述彭先生的启发及导师张文尝先生的指点, 特此致谢!  
来稿日期: 1997-12

## 1.2 地球系统科学研究现状的哲学思考

### 1.2.1 科学理论体系的判定标准

依据马克思主义的科学观,一种学说上升为理论体系的高度有如下四个判定标准:

(1) 该学说有特定的研究对象并科学地揭示了研究对象的本质和运动规律。

(2) 该学说提出的一系列论断和观点有内在的逻辑联系,有一个一贯制的逻辑起点和终点,起点和终点间有一定的中介范畴。

(3) 该学说主要论断经得起时间考验,能指导人类实践。

(4) 理论风格具有独特性。

事实上,中国地理学界对地球系统科学概念与内涵的了解完全源于黄秉维院士自 1995 年夏季以来的多次提及与论述。黄先生对地球系统科学的引入与发展集成了国内外地理学研究的最新进展,旨在提示当今地理科学面临的全球变化与未来 21 世纪可持续发展的机遇和挑战,有如高屋建瓴,意义深远。在此意义上,黄秉维先生是中国地球系统科学的缔造者与积极倡导者。但研究时段的短暂,地理工作者对此理论体系及黄先生深迥思想的较肤浅认识在所难免,对照科学体系的判定标准,笔者认为,地球系统科学的研究存在如下两个难点,如果在近期内对其不能很好地予以解决或找到合适的研究切入点,中国地理学界对地球系统科学的研究必将流于俗套与肤浅,并有可能再一次坐失学科发展的良机。

### 1.2.2 地球系统科学的研究难点

#### (1) 地球系统科学研究对象的庞杂性

地球系统科学以地球系统作为研究对象,地球系统是个开放的、复杂的巨系统,它分为陆地、海洋、大气三个系统,物质、能量、信息的广泛交流以及人类活动的广泛参与使三个子系统间相互联系、相互作用,外延的广泛叠合与交融使自然状态下某一子系统不可能以孤立的形式存在,即系统间存在着明显的界面模糊性和动态变化性。如此庞大、复杂的研究对象是以往任何一门学科、任何一种传统研究方法都无法予以解答的,这也是地球系统科学的独特性与先进性所在。其研究宗旨不止要解决某一子系统或某一区域的可持续发展,而要解决全球系统、整个人地关系系统最终发展的可持续。面对如此庞杂的研究客体,想通过对某一极端要素的研究获取整个系统的内在机制和规律无疑困难极大;强行割裂地球系统或提取系统内某一自然、人文要素加以研究的做法也必将陷入旧有的研究模式,即使冠以地球系统科学或可持续发展的名头也只是“新瓶装老酒”般的装饰而缺乏理论创新和实际意义。地理学者必须结合相关的专业学者和专业成果,打破传统的自然、人文二元学科结构,树立全新的思维方式,以系统的观点和研究步骤对整个地球系统进行研究。

#### (2) 地球系统科学研究方法的操作困难性

钱学森先生在创立“地球表层学与地理科学”时,提出对复杂、开放巨系统研究应用“从定性到定量的综合集成法”,即将专家群体、数据和各种信息与计算机技术结合起来,把各种学科理论和人的经验结合起来,发挥整体优势和综合优势。这里强调的是一种跨学科、跨学术领域的融会贯通,而非旧有的多学科的成果叠合。这种研究方法的指导思想带有地理学综合性的某些属性而又是一种更高层次的综合,它必须以研究者完备的知识储存、开放的科研体制、充足的科研资金为保障。然而事实表明,目前尚没有出众的研究者或研究机构有能力、有条件集成各方面专家或研究机构的成果并将其凝炼到对整个巨系统予以深层次、全面剖析的高度,因而目前,这种方法因缺乏可操作性更多地仅表现为一种思想。一

定程度上,这也是钱学森提出“地球表层学与地理科学”一段时间之后,没有引起更大反响与快速发展的主要原因。钱学森先生本人也承认:“开放的复杂巨系统目前还没有形成从微观到宏观的理论,没有从子系统相互作用出发,构筑出来的统计学理论”。对于地球系统科学的研究,地理界引入了钱老的“从定性到定量的综合集成法”,显而易见,由于此种方法的实际操作困难将给地球系统科学的进一步发展带来很大障碍,尽快找到一种切实可行的研究方法迫在眉睫。黄秉维先生在论及地球系统科学研究方法时反复强调的“在综合指导下进行分析,在分析基础上进行综合,应用 top down 和 bottom up 的方法”,发挥了地理学的特长,对研究工作的开展有一定的指导意义。

### 1.2.3 海岸带研究的引入

地球系统科学研究对象的复杂性以及研究方法、技术手段、资金支持等一系列现实问题,逼迫我们在对这一科学体系研究之初不得不将视角再一次放在“区域”这一古老命题,但这次不同的是我们不仅仅要解决某个区域开发与发展的问題,而是力图在寻求可持续发展道路过程中获取最大量关于地球系统内在运行机制与规律的信息,籍此掌握我们这个赖以生存星球的全部奥秘,洞悉维持人地关系系统的最佳平衡。在此理解层面上,这个选取的典型区域必须带有陆地、海洋、大气三个系统、三种因素共同作用的特征,必须是上述三个系统、三种因素与人类进行质、能、信息交换最频繁、最集中、最敏感的区域,它应当作为全球的人地关系系统、全球环境变化的一个最佳缩影。基于这种考虑,我们将海岸带的研究赋予了崭新的时代定义。

## 2 地球系统科学背景下,海岸带研究的现实意义

### 2.1 关于海岸带的最新定义

自然意义上,传统地貌学上的海岸带仅指位于低潮位和高潮位之间的潮间带。1995 年 IGBP 提出了海岸带新的含义,认为海岸带应由海岸、潮间带和 underwater 岸坡组成,其上限向陆是 200 m 等高线,向海是大陆架的边坡,差不多是-200 m 等深线。陈述彭先生认为,海岸带向陆还应包括古海岸即海相与陆相交互沉积所达到的范围,以及现代三角洲河流的潮汐顶托点;向海应包括海洋岛屿、人工岛屿,以及岸外辐射沙洲。

人文意义上,海岸带是一个辐射的概念,是一个扩散的概念,即靠得最近的是一个最基本的单元,遥远的应扩展到省、市、自治区甚至周边国家;另一方面海岸线的最主要根据地是海港,岸外的根据地是海岛,海岛以外能扩散到领海,领海以外是经济管辖区,再外是开放大洋。

从海岸带概念及其内涵的发展过程,可以看出人类对海岸带的定义范围不断扩大,人类对海岸带的认识不断加深。海岸带在反映海、陆、大气系统相互作用的直接性和敏感性日益为人类关注。

### 2.2 海岸带是陆地系统、大气系统、海洋系统相互作用的结合带

地球表层海陆的不连续性,使海岸带成为地球系统中,陆地、大气、海洋系统的唯一结合部(见图 1),是地球上海、陆、气系统物质、能量、信息交换最频繁、最集中的区域,由于自身范围的相对狭窄,使其在接受地-气-海耦合力作用下,表现出极度的反应灵敏性,而这种敏感特性恰恰成为研究地球系统科学的最佳透视窗口和切入点。通过对海岸带系统

的深入研究有可能获取关于地球系统内部运行机制的最多信息量，并最大程度地克服了对某一单一系统研究时所产生的宽泛与片面。

2.3 海岸带是生态环境脆弱带

对外力、内力的过度敏感，必然导致海岸带生态环境承受力相对脆弱的特征。长期以来，困扰人类的全球气候变化、海平面上升、火山、地震、台风、风暴潮、海冰、赤潮、海水倒灌等一系列自然现象和自然灾害主要是针对海岸带展开的。对生态环境脆弱带 (ecotone) 进行研究同样是获取有关地球系统信息的有效途径，60 年代国际生物圈 (IBP)，70 年代“人与生物圈”计划 (IGBP)，都明确地把脆弱带的问题提到了研究日程。1988 年国际科联环境问题委员会 (SCOPE) 第七次大会上，全体会员通过决议，呼吁国际生态界开展对生态环境脆弱带的研究，并认为把生态系统的界面理论以及非稳定的脆弱特征结合起来，作为辨认全球变化的基本指标。在这种意义上，海岸带为人类摸清全球变化规律、地球系统内部运行机制提供了一个绝好的研究空间。

2.4 海岸带是人类自然、社会、经济资源密集带

海岸带是地球上自然资源最为富集的地区，其丰富的矿产、油气、生物、风能、波浪能、潮汐能、港址、土地等资源潜能及其在交通、水土、能源、信息、空间方面存在的优越性及可塑性自古以来就为人类提供了社会、经济发展的坚实基础，人类很早就开始了“兴渔盐之利，行舟楫之便”的赖海式生活，海岸带是反映人地交互作用力最明显、历史最漫长的典型区域，通过对它的研究，可以获取有关人地关系系统的大量信息。目前全世界 60% 左右的人口和三分之一人口 100 万以上的大城市均分布在海岸带的范围内，海岸带支撑着整个人类社会的经济大厦。随着全球人口剧增，陆地生存空间、陆地资源、环境的不断耗竭与恶化，人类已进入了开发海洋的蓝色文明时代，海岸带作为开发海洋的重要基地，已不单纯出于经济的考虑，而涉及到社会、政治、军事等一系列问题。

3 地球系统科学背景下，海岸带系统研究的理论框架

3.1 海岸带研究的指导思想

研究者应澄清对海岸带深入研究的全新意义，遵循地球系统科学与可持续发展的学术思想，采取相应配套的科研组织方式和研究方法。借鉴系统动力学、统筹学、协同学的经典思想组织一支融自然科学、社会科学、系统科学为一炉的专家组或科研机构群，通过学术思想的长期交流与借鉴，真正实现多学科到跨学科的转变，这是进行海岸带乃至地球系统科学深入研究的前提和关键；重视科技的发展与进步，运用最先进的计算机、遥感、地理信息系统、全球定位系统、全信息理论等科学技术手段和研究方法，从宏观、微观、动态、区域与系统的不同角度和层面获取海岸带的全部信息；通过人类对海岸带的开发过程的研究，特别是通过海岸带对人类各种探索性实践活动产生的表象反映，总结归纳出人为

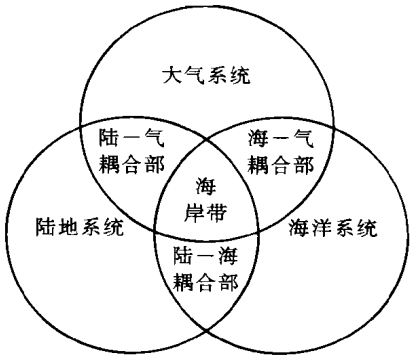


图 1 地球系统结构示意图及海岸带的相应区位示意  
Fig. 1 The diagrammatic sketch of the earth system and the location of seacoast area

因素参与下，陆地、海洋、大气系统的动态作用机制及人与整个自然界的协同规律。

3.2 海岸带研究的主要方法与技术路线

汲取钱学森先生“从定性到定量的综合集成法”和黄秉维先生“在综合指导下进行分析，在分析基础上进行综合”的思想精华，采取自上而下，自下而上，区域、系统各要素划分与叠合的研究方法，对海岸带进行全面、系统地研究，具体研究工作的技术路线设想见图 2。

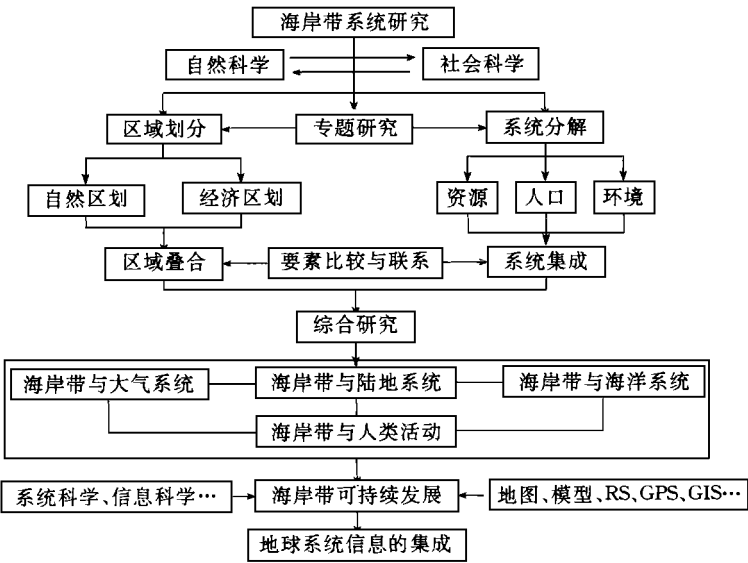


图 2 海岸带系统研究的技术路线

Fig. 2 The technology route chart of the study on seacoast area system

3.3 海岸带研究的重点内容概述

3.3.1 海岸带自然科学研究

(1) 海岸带资源调查与可持续利用问题

海岸带丰富的资源，为人类提供了广阔的发展空间，海岸带资源的可持续利用关系到人类未来能源、矿产、空间、蛋白质的永续供给问题。抓紧时间，搞好海岸带常规资源与新型资源的普查与潜力分析，提出目前海岸带资源利用中失当行为的具体表现及其严重后果，建立资源的系统观、价值观、法制观及资源可持续利用相应措施。

(2) 海岸带自然区划问题

自然区划可以简化进一步的综合，并有利于掌握自然要素的组合形式，通过自然区域的动态变化了解自然要素在内、外力作用下局部或整体的变动规律，获取地球系统在海岸带区域的作用机制。依据人类对海岸带认识程度的不断加深，制定动态的自然区划指标和区划体系。

3.3.2 海岸带社会科学研究

(1) 海岸带经济区划问题

海陆经济一体化是全球经济持续发展的必然趋势，海岸带的经济区划亦是大势所趋，可以仿照陆域经济区划的原则与层次体系，将海岸带划分出相应的适合不同目的的经济区，通过对不同经济区的综合比较和联系研究，总结出人类不同作用方式下海岸带产生的相应经

济表象, 为人类更好地利用自然提供参照系, 并进一步上升到对人地关系理论的探讨。

### (2) 海岸带经济结构、产业结构现状与变化问题

随着海岸带经济的快速发展, 产业部门逐步完善, 海岸带经济结构的系统研究是深层次探讨人类对海岸带经济作用方式与深度的重要手段。通过海岸带经济结构的变动方式, 可以预测海陆经济一体化后的经济发展趋向, 得出人地相互作用的完整轨迹, 以便采取最佳的方式进一步开发海岸带乃至整个海洋。

### 3.3.3 海岸带环境科学研究

#### (1) 海岸带环境污染问题

由于人类对海岸带资源利用方式的不合理, 全球海岸带环境污染问题十分严重。必须加强海岸带环境质量评价、环境污染治理方面的研究。从资源利用方式、海岸带产业结构、海洋环境意识薄弱等深层次方面找寻环境污染的原因, 并提出污染治理的社会、经济、生态等全方位措施。

#### (2) 海岸带自然灾害问题

海岸带是自然灾害密集带, 给该区域的人类生存和物质生产带来极大威胁, 海岸带自然灾害的发生机理、运动规律、影响范围、损失预测等方面的研究工作亟待加强。自然灾害是陆地、海洋、大气系统强烈作用的极端事相, 对上述问题的研究不仅是人类生产、生活的需要, 也是获取大量地球系统内部作用机制研究的有效途径。

#### (3) 海岸带自然保护区设置问题

自然保护区的设置问题目前已受到全球的广泛关注, 其最初只基于海岸带资源、环境保护的考虑, 在地球系统科学的研究背景下, 对这一问题的研究也相应上升到探索海岸带区域人地关系协调发展示范区研究的高度, 通过保护区内相对自然状态下的生态变化趋向, 可以从另一个方面获取人对自然界的影晌机制, 从而为合理利用自然提供依据。

### 3.3.4 海岸带的管理科学研究

海岸带开发力度的加强, 宏观调控乏力, 资源破坏, 环境恶化的问题不断显现, 加强海岸带的综合管理研究势在必行。《1 世纪议程》第 17 章的建议部分指出: 沿海国家应承诺在它们管辖的沿海地区和海洋环境内实行综合管理和可持续发展。海岸带综合管理涉及面广、难度大、任务重, 其基本的目标有两个: 促进海岸带资源的可持续利用和维护海岸带生态系统的完整。因而必须侧重于各岸段与海域的自然属性, 本着尊重自然规律, 发挥优势的原则, 科学地划分区域的主导功能和顺序。同时要作好海洋资源管理与生态环境保护的立法, 建立海洋资源开发协调机构和开展海洋意识教育的全方位组织与实施工作。

## 参 考 文 献

- 1 黄秉维. 论地球系统科学与可持续发展战略科学基础(1). 地理学报, 1996, 51(4).
- 2 陈述彭, 曾杉. 地球系统科学与地球信息系统. 地理研究, 1996, 15(2).
- 3 杨勤业, 郑度. 关于陆地系统科学的若干认识. 地理研究, 1996, 15(4).
- 4 陈述彭, 李国胜, 邵宇宾. 海岸带与海陆交互作用.
- 5 可持续性海岸带管理的研究和能力培养专刊. AMBIO——人类环境杂志, 1995, 24 7~8.

THE BEST BREAKTHROUGH OF THE PRESENT  
STUDY ON THE EARTH SYSTEM SCIENCE  
——A TRIAL DISCUSSION ON THE THEORY  
FRAME BUILDING OF COASTAL ZONES

Yang Yinkai

(*Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101*)

Abstract

The earth system science is the theoretical basis of sustainable development strategy, but at present, the speed of the study is very slow because the object of the science and the scientific method are very complex. The coastal zone is the only link between the Land System, Marine System and Atmosphere System, and the history of human being opening up the coastal zone is very long, so the author holds that the coastal zone is the most typical region to study the earth science. In the article, the momentous current significance of study on coastal zones and the theory frame are given.

**Key words** Earth system science, Sustainable development, Coastal zone

作者简介

杨荫凯，男，1970 年生，中国科学院地理研究所在读博士生。目前主要从事交通运输、区域经济及产业布局等方面的学习与研究工作，发表了“大连市口岸经济可持续发展对策研究”等论文 6 篇。