

自然资源开发利用研究的进展

徐玖平

(四川大学信息与决策研究所, 成都 610065)

[摘要] 在回顾人类开发利用自然资源历史演进的基础上, 陈述自然资源生态学、地理学、经济学和地质学是自然资源开发利用研究的四大新理论支柱。从科学的整体性与复杂性和自然资源开发利用的系统性与综合性的角度, 分别论述了研究尺度、部门利益、文化差异以及观点不同是自然资源开发利用跨学科综合研究的四大主要障碍, 确定研究问题、规定研究尺度、选择合适目标、构建研究队伍以及建立评价标准是组织好自然资源开发利用跨学科综合研究的五大关键步骤。阐明了利用持续化、管理科学化、方法数理化是自然资源开发利用的发展态势, 有效配置、恢复与重建、地质环境保护、生态脆弱区与一次性自然资源开发利用是当前自然资源开发利用研究的热点。

[关键词] 自然资源; 开发利用; 可持续发展; 管理科学; 社会经济生态复合系统; 系统演化

科学技术的进步(特别是技术进步)使大约400年前的欧洲通过对自然资源的开发利用突然中兴, 并带来了地中海文明。以技术进步来开发利用自然资源为根本特征的工业革命, 既造就了当时的地球文明, 又促使人类近代社会的发展。虽然不能说中世纪之后的工业革命缔造了现代辉煌的地球文明, 但是它对人类近代社会的发展与进化确实起关键作用。当人类的需求迫使生产规模以空前速度日益膨胀时, 在20世纪下半叶便出现了人类需求与自然资源供给的矛盾日趋尖锐的现象。然而, 发展(特别是第三世界国家)仍是人类的主题, 它不再是单纯经济指数的增长, 而更多是包含了科学技术、经济、社会、地质生态环境的结构演进和系统关系的优化。以自然资源的科学开发利用、合理分配和社会、经济、地质生态环境的持续发展为中心内容的现代人类文明建设, 在建立全球性社会、经济、地质生态新秩序呼唤声中日益高涨, 自然资源利用问题再度成为全球热点。正是基于这样的社会背景, 自然资源开发利用研究以其固有系统性、综合性、复杂性和整体性为特征, 在一系列新技

术、新方法的武装下, 以崭新的姿态展现在现代科学的舞台上, 自然资源开发利用研究由此再次进入一个高速发展时期。

1 人类与自然资源开发利用关系的历史演进

人类与自然资源关系的演进历程主要依据人类对自然资源的认识史和对自然资源的开发利用史两条基本线索, 其进程大致可分为如下三个时期。

1.1 以土地为核心资源的自然崇拜时期

远古文明产生于大河流域与绿洲地区, 原因是人类开发利用自然资源基本上属可更新资源, 其更新时间尺度用人类个体生存的时间尺度年来度量。当人类把农耕的种子有意识地撒向土地时, 土地便成了当时农业社会文明时代的核心资源, 迫于自然威力而生产出各种自然图腾, 形成对自然的崇拜。

在公元前14、15世纪, 铁器出现、灌溉普及、农业生产技术进步导致了当时“农业革命”, 其结果促使统治系统从有限的河岸和绿洲扩展到周围地域, 可以支配周围农村和商业道路的“区域国家”

[收稿日期] 2000-11-27; **修回日期** 2001-07-31

[基金项目] 国家社会科学规划基金资助项目(98CJY004)四川省科学技术委员会重点资助项目(99D020)

[作者简介] 徐玖平(1962-), 男, 重庆市人, 四川大学教授

开始形成,并进入了一个长期运转与逐渐发展阶段,同时,原来自然图腾也逐步汇入了宗教程式。其间,对自然资源需求的规模仅扩大到能维持当时人类的正常运行,对自然资源开发利用的深度与广度也非昔日可比。

在漫长的以土地资源为核心的自然崇拜时期,虽然金属工具和简单机械有了广泛应用,但耕地、草原、森林、水域等可更新资源仍是主要生产对象和生存基础。对自然资源的认识因地域的局限和对自然的神化而受到约束。

1.2 以开发地下矿产资源为核心的人本位与技术革命时期

中世纪末期人本主义思潮的泛起推动了当时科技进步,引发了源于欧洲大陆并迅速席卷全球的以技术崇拜为根本特征的工业革命。矿产资源的开发利用(如煤炭这种黑色矿物能源驱动的蒸汽机,使人类不仅需要,而且能够大规模开发地下矿产资源)不只是人类资源开发利用由地表深入到地下的空间延拓,而是标志着人类所开发利用资源的时间尺度第一次与人类个体生存的时间尺度出现了巨大的数量级差异,从而促进了人类生产力水平产生了巨大飞跃。可以充分肯定,工业化开始之后,不可更新的地下资源纷纷进入社会生产过程,成了工业文明时代的主要资源。

不可更新资源大规模开发利用的严重后果是使人类生产和生活方式的循环韵律与自然环境的韵律及影响隔离,循环的季节被淡忘。人类对自然资源认识上的偏差,自认为在无限的时空中人是万物的主宰,这种藐视自然的宏大气魄,积极进步的能动精神,的确是人类文明史中值得大书特书的,但它却是导致人类、资源、生态环境与发展等一系列“全球性问题”的重要根源。由于当时科学技术水平的限制,人类对资源的稀缺性、有限性、整体性和多宜性,以及人类活动对资源和生态环境的影响与最终对人类自己的危害,还没有真正认识。

1.3 以对自然资源开发利用有效配置为核心的现代可持续发展时期

20世纪初期以发达国家为代表的开发利用自然资源开拓的新边疆几乎已经到了极限,同时,由于人口的急剧增长,相对适合于人类生产和生活的土地日显窄小。尽管二战后文明进步神速,但好景不长,以70年代两次石油危机为契机,“资源有限论”在人们心中投下了一线阴影。无论是《增长的

极限》,还是《没有极限的增长》,都向人类昭示,在人类社会的一定时期内,因种种要素的制约,可供人类利用的资源总是有限的。如何有效地进行自然资源开发利用与有效配置以及世代代合理分配成为人类面临的基本难题。特别是近几年来,人们对人口、资源、生态环境与发展的日益觉醒,领悟到人类“只有一个地球”,面对的是一个“共同的未来”。决定增长效率指标已不再是度量发展的唯一标准,人类社会的结构与秩序,人类与自然资源关系的协调,现实与未来的历史逻辑已为政府和科学界所关注。人类对自然资源的开发利用已开始从自然的“掠夺式”转向“永续利用”与“持续发展”的战略抉择。人类与自然和谐相处,资源生态与环境的有效保护,以及社会经济持续、稳定、协调发展逐步成为当今人们的共识^[1,2]。

2 自然资源开发利用研究的新理论支柱

随着科学技术的进步与人类需求的不断增长,尤其是工业革命之后,生产力急剧提高给全球带来了资源需求的膨胀。为此,因需求的导向致使各学科把研究的注意力集中在自然资源开发利用上,并在其研究领域各自构建起新的学科态势。19世纪中叶以来,生态学以它独特的魅力与学科的优势,使自然资源开发利用的各学科与其母体学科逐渐分流,并与它一道在自然资源开发利用领域汇集,孕育了开发利用自然资源研究的四大新理论支柱^[3-7]。

2.1 自然资源生态学理论

19世纪下半叶生态学研究进展奠定了自然资源生态研究的理论基础。20世纪30年代以生态系统观所构建的自然资源开发利用的生态学理论,其整体、结构与功能等方面的新知识体系在自然资源开发利用研究领域得到了广泛应用。在自然资源生态理论研究中先后出版了Dyne的《生态系统的概念在自然资源管理中的应用》(1961年),Wall的《生态学和资源管理》(1968年),Simmons的《自然资源生态学》(1974年),Oroen的《自然资源保护——一种生态方法》(1980年),Ramade的《自然资源生态学》(1984年)。与此同时,先后在农业、畜牧、草地、森林等自然资源的应用研究促使其理论发展日见广泛。随着生态科学的发展,自然资源的整体性、系统性、有限性以及持续利用与

自然保护等观点日益为人类所接受，自然资源生态学研究日趋活跃，其理论与应用研究更趋成熟。

2.2 自然资源地理学理论

二战之后由于战略物资的需求与土地调查、城市和区域规划以及厂址选择等需要，对自然资源地理研究提出了一系列新的要求，由此逐步形成了一门独立学科——自然资源地理学。欧美各国从 40 年代就对自然资源地理展开系统研究。前苏联 60 年代初建立这一学科，并从自然资源地理扩展到社会经济资源和信息资源等领域的研究。自然资源地理学研究工作的开展，已对社会、经济和生态环境，以及工业、农业、交通运输乃至整个国民经济规划布局产生了日益显著的作用，1972 年第一颗地球资源卫星上天之后，航天遥感已成为资源调查的重要现代化手段。A. A. Mints 的《自然资源的经济评价——评价利用效益方面地理差异和科学方法论问题》（1972 年）系统阐述了矿产、森林、土地和水资源开发利用的原则，强调自然资源开发利用必须把地理观点与经济观点相结合。我国 50 年代后期开展了自然资源地理学的研究，1982 年之前的区域资源调查与综合考察工作多在其中之列。

2.3 自然资源经济学理论

从一般经济学中游离出来成为一门独立的自然资源经济学，始于 20 世纪 20 年代美国 Ely 和 Morehouse 合著的《土地经济学原理》，随后 Wehrwern 于 1940 年又发表了《土地经济学》。在土地经济学建立和发展的同时，1930 年 Hotelling 就发表了《耗竭性资源经济学》，提出了资源保护和稀缺资源的分配问题。70 年代末，随生态保护主义思潮的泛起和资源的有限论的确立，自然资源经济学研究进入了一个辉煌时期。Banks 的《自然资源经济学》（1976 年）、Dasgupta 的《经济学理论与耗竭性资源》（1978 年）、Howe 的《自然资源经济学——问题、分析与政策》（1979 年）、Butlin 的《经济学和资源政策》和 Alan 的《资源经济学——从经济角度对自然资源和环境政策的探讨》（1981 年）、Daniel 的《自然资源经济学》（1986 年）、Peter 和 Sweder 的《自然资源与宏观经济学》（1986 年）等一系列著作问世和自然资源经济研究的日益广泛深入，与之相关的自然资源开发利用和环境经济方面的著作大量涌现。例如，1979 年 Smith 的《自然与环境资源经济学》、1985 年 Krutilla 的《自然环境经济学》和

1986 年 Harwick 的《自然资源利用经济学》等。在英、美等国，自然资源经济研究日渐成为研究社会经济体系功能的核心。

2.4 自然资源地质学理论

现代环境观认为：人类赖以生存的环境是由地球岩石圈表层地质环境、大气圈环境、水圈环境、生物圈环境所构成的复杂系统。该系统各环境体系是相互渗透、相互联系、相互交织、相互作用的有机整体，地质环境是水圈环境与生物圈环境的载体。随着世界经济的发展与人类社会的进步，人类开发利用自然资源活动的时空和规模不断增大，其活动已成为地球表层最活跃因素与力量之一，在某种程度上已超过了自然地质自身作用于地球的速度与强度，对当今全球的环境变化起着巨大的作用，严重影响了环境的质量。其结果导致了崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害的屡屡发生，且强度与频率日益增大。世界各国政府十分重视地质环境与地质灾害问题，决策者与科学家已充分认识到在地质环境、大气圈环境、水圈环境与生物圈环境中任一环境的变异，必将造成总体环境平衡状态的破坏，从而导致环境的变化，甚至环境的恶化，尤其是水圈环境与生物圈环境载体的地质环境的灾变，将威胁人类的生存与发展。因此，一门研究自然资源开发利用的自然资源地质学理论正在形成。

随着自然资源开发利用研究的四大支柱——自然资源生态学理论、自然资源地理学理论、自然资源经济学理论和自然资源地质学理论的日趋成熟，自然资源开发利用研究的理论与方法日臻完善，加上其社会价值和科学意义日益扩张，促使它们步入现代科学领域。

3 自然资源开发利用研究新方法手段

当前对复杂的自然资源开发利用问题的解决，有赖于跨学科的综合研究，这已经成为人们的共识。但是，认识到跨学科研究的重要性并不等于在实践中就能组织起跨学科的研究，一个项目中有几个不同专业的人参加，不等于就是多学科的、系统的综合研究。即使是组织起了多学科的合作研究，能否达到合作研究的更高层次的综合研究之目的，还需要整个研究过程的优化^[8-11]。

3.1 自然资源开发利用需要进行跨学科研究

3.1.1 整体性 跨学科研究首先是缘于科学本质

上的整体性。它反映的是客观世界的整体性,该整体是由不同层次物质世界有机组合而成。随着层次级别的上升,复杂性也增加。自然资源开发利用所对应的层次是“人类+自然环境”,处于地理学、地质学、生态学、经济学、社会学、环境学等众多学科研究的范围。因此,自然资源开发利用是一个学科最为密集层次,学科之间的研究对象、内容难免不产生一些交叉、重叠,这就要求对其进行跨学科研究。

3.1.2 复杂性 自然资源开发利用问题的各个因子之间相互作用的复杂性也迫切需要进行跨学科的研究。该问题主要是同自然系统、经济系统和社会系统相互作用而产生的,它具有多重性和多层次的特征。然而,对这三个系统的研究所形成的各门学科,往往使用自己的语言和方法,组成自己的体系,相互之间并不一定匹配。科学发现的结果通常与相关的社会经济因素如管理、市场、产权、习俗等并不相称。同时,所进行的社会、经济评价大都没有和技术研究相关联。对自然资源开发利用问题的社会科学研究,不同程度带有“家庭作坊”式的色彩,且主要集中于人与人的关系而不是人与地的系统关系。于是,寻求科学技术与社会经济因素相互作用的基本原理就是为了解决自然资源开发利用问题。由此可见,跨学科研究是对自然资源开发利用问题复杂性的一种新型反映。

3.2 自然资源开发利用跨学科综合研究的内涵

自然资源开发利用跨学科合作研究的方式概括起来有四种。第一种是单学科的合作研究;第二种是多学科的合作研究,但各学科之间缺乏合作或者缺乏协调的合作;第三种是交叉学科的合作研究,以一门学科为主,由这门学科来组织其它学科参加研究,因而有人将这种合作研究称为单向性的跨学科研究;第四种是跨学科合作研究,各学科的外延部分有重叠之处,因而存在着统一的基础,各学科在这种统一基础上进行更高层次的协调与合作,或者所参加的各个学科一开始在所有层次上进行充分的相互协调与合作,这些层次中不仅有科学的、技术的,而且还有规划的、管理的、决策的等。以下,讨论跨学科综合研究的内涵。

3.2.1 系统性 综合研究是针对问题的分析而言的。它基于自然资源系统是以各个亚系统相互联系、相互作用组成的有机整体为前提,因此,对问题的分析要考虑要素数量的多少。综合研究可分为

两种,一是整体的研究,即着眼于自然资源系统的整体特征,考虑所有的亚系统和它们之间的相互作用。这似乎是非常动人的,其实因现行技术和能力、管理、协调等方面的困难,此种方法极难驾驭和实现。二是只着眼于所选择的一些主要亚系统和它们之间的相互作用,即狭义的综合研究。它是一种更集中、更灵活、也可能是更有效的方法。由此可见,多学科的合作研究与综合研究之间并不能划等号。合作研究的目的是为了达到更有效的综合,但组织不好,不仅达不到这个目的,而且效果可能更糟。

3.2.2 综合性 跨学科研究意味着以存在某种共同概念框架或系统框架为整个研究的基础。要求有意识地寻求一些统一的概念,以增进相互之间的理解,加强各科学之间的融合贯通。在跨学科的综合研究中,各参加学科是一个松散的集体,它既尊重学科之间的界限,使每个参加者在解决问题的过程中都起着不可替代的作用;同时,它又不受这种学科界限的束缚,各参加者自始至终都处于不断协调、合作和交融之中。显然,跨学科研究是一种理想的合作研究方式,唯有此,才有可能达到真正的综合。

综观我国的情况,国家对自然资源开发利用问题十分重视,有关的重大项目也为数不少,几乎没有一个重大项目不要求协作攻关。参加学科之多,人员之众,时间之长恐怕举世无双,但真正地达到跨学科综合程度的不多。很多项目虽然也提交了一整套资源开发利用研究的系列成果,但大多数都停留在多学科的考察式的研究水平上,所起到的作用与所投入的人力是不相称的。

3.3 自然资源开发利用跨学科综合研究的障碍

跨学科研究虽然有很多长处,但也极易失败。国际上60年代后期至70年代,跨学科研究曾兴旺一时,但后来趋于衰落,资助机构和科学家的信心都减弱了。80年代后期至90年代,跨学科研究仍很少成功,阻碍自然资源开发利用跨学科综合研究的障碍值得进一步探究。

3.3.1 研究尺度 各学科之间研究尺度的不同是自然资源开发利用跨学科研究的第一个障碍。各学科之间研究尺度的不同必将影响了它们之间的交流。例如地质学家往往关心整个地球尺度上万、几百万至几十亿年的变化;气象学家则以日、旬为时间单位,社会学家主要关心发生在从家庭至国家尺

度上最多几十年的变化。结果，地质学家、气象学家、社会学家、人类学家、政治学家等对“大尺度”的“长期”变化上都有不同的理解。

3.3.2 部门利益 研究者和研究实体之间保守主义的壁垒是自然资源开发利用跨学科研究的第二个障碍。前者涉及到个人的心理、行为、修养、品质等，对新事物的害怕和对自己职业与报酬的考虑，往往会夸大和维护学科之间的差别。后者则涉及到研究资助的来源、权力结构、组织管理等。本位主义使部分研究实体不顾一切地争课题、上项目，这只能促进低水平的重复而不是跨学科的综合。

3.3.3 文化差异 自然科学和人文科学“两种文化”的认识差异是自然资源开发利用跨学科研究的第三个障碍。这种认识的差异表现在研究方法、指导思想、表达方式等各个方面。如自然科学往往采取实证主义的指导思想，用确凿的证据来建立理论、验证理论，解释和预测事物之间和关系。然而，人文科学常常采取人本主义的指导思想，根据充分的论据，来研究人与地的系统关系，这些论据包括人们的经历、行为、记忆、感情和观点等。人文科学不太强调假设的检验和理论的发展。

3.3.4 观点不同 自然科学和社会科学的观点不同是自然资源开发利用跨学科研究的第四个障碍。自然科学是“硬”的，社会科学是“软”的。研究项目往往由自然科学家设计并确定预算，社会科学家只提供资料，所得极少。学科之间处于不平等的地位，就会产生学术上的“霸权主义”。

3.4 自然资源开发利用跨学科综合研究的组织

跨学科研究的失败并不是跨学科研究本身的问题，而是参加者缺乏良好的组织。如积极倡导跨学科研究的人与生物圈（MAB）计划，其内部组织复杂，这大大阻止了不同研究领域的人们之间的交流，致使 MAB 在跨学科项目中对自然科学和社会科学的综合并不成功。学术质量不高、无关人员太多、开支太大、时间太长等都是不成功的多学科合作研究的特点。但是，只要做好预备工作，拟定好步骤和方案，这些缺点能够克服，从而使多学科研究跨入综合研究的高度。

3.4.1 确定研究问题 确定研究问题是为了选择研究的设计方案，这种设计既包括方法论，又包括研究项目的时间表和不同学科参加以及它们之间的相互作用。问题的确定需要社会、政府、科学等各方面的努力，但最后要由科学家和决策者共同表达

出来。在自然资源开发利用研究中，决策者作用决不能低估。事实上，很多国家和地区的自然资源开发利用问题早已被科学家所认识。但是，这些问题被大众所重视，最终能形成重大的跨学科的项目，还必须得到决策者的支持。

3.4.2 规定研究尺度 自然资源开发利用问题涉及到不同的时空观念和时空尺度。自然的时间尺度可以包括生物圈的不同时间框架。自然的空間是由一系列复杂的景观所构成，包括人类居住地和由不同类型的生态系统所构成的镶嵌结构。生物的时间尺度可为动物生活的日变化节律和森林更新的周期；社会的时间尺度可以从部落的狩猎者和采集者日复一日的生存斗争，变化到下一轮政治选举或任期的数年间隔；林务员的时间尺度是半个世纪的工作周期，而遗传保护主义者的时间尺度则是上千年。不同的人对空间结构有不同的理解，一个农场主、一个牧民和一个林务员可以对某一块土地的最佳利用都各自有不同的看法。对自然资源开发利用问题的跨学科研究必须考虑不同参加者之间的时空概念的差异，选择一个合理的时空尺度就为考虑他们之间的相互作用提供了语言，为不同参加者之间的交流畅通铺平了道路。

3.4.3 选择合适目标 科学家需要将社会需求转化为可操作的科学术语是一件极不容易的事情，但又是所有尺度上跨学科研究项目的设计中必须面对的问题。社会需要常常不能被准确地表达出来。而且还可能存在着许多互相矛盾的社会需求，反映在自然资源开发利用问题中常常体现出各种利益的冲突。这种冲突既有部门的，又有地方的，因此，科学家必须在不同利益冲突中，选择合适的目标，这就需要不断接触，彼此熟悉对方的观点和目标。使跨学科研究计划得以实现的另一个先决条件是适应性。参加者在确定了他们的目标之后，必须不断跟踪目标的变化。动态目标的思想作为控制论理论和运用的关键，是决定规划者、管理者与科学家之间关系的主要因素。研究和管理活动中的可控性能生产新思想、新机遇，实现新技术、采用新方法或拟订新步骤；反馈能保证研究者对情况的重新理解以及在变化中重新确定和重新设计。在一些重大跨学科项目中引入这样的反馈是十分必要的。

3.4.4 构建研究队伍 准确地确定问题和要达到的目标，为研究设计中合理地选择参加研究的学科或研究者奠定了基础。跨学科研究集体中的学科和

人员数目应尽可能地少,但又要尽可能有效地解决问题。各个方面的参加人员都围绕着所确定的问题,为达到既定的目标而交流、协调,他们之间的关系是互相补充的伙伴而不是互相竞争的对手,更不是“主人”与“奴仆”的关系。只有这样才可以克服项目研究中的“霸权主义”。经验表明,跨学科研究的成功与否在一定程度上与所需要参加人员和相互作用与协调学科数量成反比。在对自然资源开发利用问题的跨学科研究中,科学家、决策者与规划者、当地的民众都能做出自己的贡献。研究人员带来了关于自然—社会过程的知识,并帮助将需要回答的重点问题分门别类和确定研究次序。决策者和规划者有助于维持相关的研究,也有助于通过学术机构制定研究途径,增加研究成果影响决策过程的机会。当地民众能提供其他人不能替代的观点和知识,也能够在地方法层次上为后来的抉择提供手段和将研究结果运用于实地。这三组人员应参加到从问题的形成、设计、研究执行到结果运用整个研究过程中,决策者和规划者并不是简单地作为“顾客”,当地民众也不是作为“研究的对象”,而他们是作为跨学科研究集体的一个组成部分。没有哪个参加者想支配其他人,每一个人都必须努力理解他人的观点。只有这样,所有参加者才能做出自己独特的贡献,从而避免各部分的参加者在相互隔离的状况下独自工作所产生的缺点,跨学科研究才能得以有效地进行。

3.4.5 建立评价标准 对复杂的自然资源开发利用问题的跨学科研究,有必要将复杂的问题划分成比较简单的部分而加以逐步解决。但如果处理不好,这种划分也会带来一系列问题和困难,因为这种划分将使一些有机联系的东西分离开来,如培训与研究、基础研究与应用研究、社会科学研究与自然科学研究等。克服这种分隔的方法就是在跨学科研究的组织中努力形成包括基础和与应用研究、演示和培训、推广和教育的行动方案。同时建立研究工作规则、制定评价和评审的标准。制定这些标准和让这些标准一开始就被参加者所熟知也是跨学科研究能否成功的一个先决条件。要寻求一个统一的标准体系是不现实的,但必须注意如下几方面:科学价值;应用前景和应用效果;研究成果从小尺度上扩大到更大尺度上的潜力;合作的内容、培训与推广体系;成果的综合效应。当然,并非每一个项目都能包括上述的所有方面,但一个重大的跨学科研

究项目至少应包括其中的大部分。

4 自然资源开发利用研究的发展趋势

自然资源的恶性耗费与利益分配不公,其深层次的原因则在于自然资源本身固有的稀缺性与有限性。自然资源开发利用研究以其固有的综合性和整体性特点,在一系列新技术与新方法,其开发利用研究的重点转向了它的有限性与稀缺性,持续利用与社会经济的持续协调发展成为主要命题。现代自然资源开发利用以资源生态、资源经济、资源立法与管理成为主要对象展开了充分的研究。当今自然资源开发利用研究的理论与实践表明其利用持续化、管理科学化和方法数理化是其开发利用研究的三大趋向。

4.1 利用持续化

70年代以来,自然资源开发利用研究从静态分析走向动态分析,区域发展模式与自然资源供求关系持续化研究日益活跃。从《增长的极限》开始,1974年以美国的戈德史密斯为首编著了《生存的战略》。1977年美国国务院环境质量委员会发表了《公元2000年的地球》,充分阐明了世界经济的发展对地球上的人口、自然资源和环境会带来什么影响。掀起“2000年研究”高潮。80年代西蒙出版了《最后的资源》,FAO发表了《发展国家土地的潜在人口支持能力》研究报告。1987年联合国环境与发展委员会发表了《人类共同的未来》,指出“持续发展”是21世纪是世界各国的共同发展战略,是人类求得生存与发展的唯一途径。我国的自然资源开发利用持续化研究最有影响的则是80年代初期的《公元2000年的中国》系列研究和80年代后期的《生存与发展》、《中国土地资源生产能力及人口承载力研究》,以及一系列区域发展战略研究。人类开发利用自然资源的范围日益扩大,被开发利用的自然资源数量成倍增长,同此相伴而生的自然资源、环境与生态问题益发突出,迫使人们不得不从整体上、从相互关系上、从长远利益上来考虑自然资源的持续利用与持续发展问题。自然资源开发利用研究是其固有的综合性与整体性特点在时间尺度上的充分体现,它涉及人口、资源、环境、生态、社会、经济与发展之间的相互关系,各种限制性自然资源对人类生存与国民经济发展的承载能力及保证程度,以及自然资源保护与自然资源动用时序。随着人与自然关系的日益紧张,

自然资源的中长期供求平衡、区域自然资源开发利用持续化和经济发展模式研究将愈来愈成为自然资源开发利用研究的一大发展趋势^[12,13]。

4.2 管理科学化

自然资源的有效性与其稀缺性激励人们不断耗费自然资源与探索自然资源高效利用的新途径。在自然资源占有量极不丰富的历史时期，人对自然资源的开发利用在种类与品位上具有较大的灵活选择性，当这种优势递减到一定程度时，自然资源作为不同群体、不同利用方式的唯一受体，不同利用带来的效益与结果远不一样，这种自然资源对于人类的反向选择性应是当今自然资源管理科学化的深层依据。大量与自然资源管理相关的自然资源生态学、自然资源经济学著作的问世，为自然资源管理科学化研究提供了广泛的理论基础与方法。自然资源管理的基层可以说是自然保护过程，包括建立保护区，进行自然区划等。其中间层应是经济管理过程，基于生态经济原则，考虑自然资源开发利用过程对社会经济系统以及各部门之间的影响，诸如经济区划、区域发展规划等。自然资源管理的最高层应是社会需求管理，即对自然资源开发利用和生产活动的最终目的——消费设计和导向。资源立法与国民经济发展计划，生育人口政策也属于这方面的内容。自然资源需求管理的基础在于对自然资源承载力及环境容量的透彻了解，对社会生产、消费环节及其对自然资源环境系统影响的充分认识，对社会经济发展以及人类需求目标的合理预测。在英、美等国，以自然资源管理为核心的自然资源生态和自然资源经济研究正日益成为自然资源科学研究的热点。自然资源管理科学化应该就是现代自然资源开发利用研究的一个根本性趋向^[14,15]。

4.3 方法数理化

数理方法和计算机技术的广泛应用，促使自然资源开发利用研究从定性转向半定量、定量，模式化和定量化。自然资源开发利用研究数理化最初是描述性统计、统计推理分析和建立经验模式，1945年 Neumann 构造自然资源经济系统的“经济增长模型”，70年代以后，运筹学的一些分支如规划论、排队论、图论和对策论等逐步引入并应用，特别是在耗散结构论、自组织理论、协同学和突变论的影响下，多元动态分析开始兴起，计算机的投入使自然资源信息系统、自然资源数据库普遍建立，诸如世界资源数据中心等一大批资源数据库和资源

信息系统的建立及应用，为自然资源开发利用研究的数量化提供了更为有利的条件，促使其日益模式化和定量化，也使其理论分析更加广泛和深入。70年代出现的“美国经济模型”、“世界能源模型”和“UN投入产出模型”等模型。1971年 Forrester 发表了包括人口、资源、环境、农业和经济发展的一个“世界动力学”模型，并用来预测 2030~2050 年的世界资源和经济状况。80年 Slessor 创立了用于资源承载力研究的 ECCO (Enhancement of Carrying Capacity Options) 模型，该模型提出了考虑人口、资源、环境与发展相互关系的综合方法，通过建立系统动力学模型，可以用来模拟各种发展策略下人口增长与资源承载力之间的动态变化。只有把自然资源系统模型化，才有可能比较准确地了解各因素之间的相互联系和相互制约机制，既可进行定性分析，又可同时进行定量化开发利用。现代自然资源开发利用研究由定性转向定量、半定量，日益模式化和定量化，必将促进自然资源开发利用的发展和完善，从而摆脱定性描述的滞后状态^[16~18]。

5 当前自然资源开发利用研究的热点问题

实现可持续发展的目标首先是自然资源合理开发利用，生态环境得到有效保护和改善；其次是技术体系适宜，经济保持适度发展并逐步加强知识经济发展的基础与比重；第三是社会系统健康、稳定，人的素质、人们生活水平得到改善。自然资源合理开发利用是当今人类社会最为关心和迫切需要解决问题之一。由于社会经济活动强度不断加大，许多生态环境状况的恶化。世界范围内的土地退化、水土流失面积仍在扩大，这已成为世界各国在 21 世纪内可持续发展的障碍因素之一。研究我国自然资源开发利用问题，不仅对我国的可持续发展具有重要意义，而且对世界的可持续发展同样具有积极意义。

5.1 资源有效配置

一般来讲自然资源应包括土、水、大气、森林、草原、海洋以及各种矿产资源。其开发利用研究最本质的问题是要坚持可持续开发利用。就抽象的角度看自然资源是指在一定时间空间条件下，能够产生经济价值以提高人类当前和未来福利的自然因素的总和。而可持续发展最为关心的是自然资源

的有效配置问题,其有效配置就是自然资源在各个领域中被各种组织占有和使用的优化。虽然自然资源开发利用配置的优化因其资源自身的有限性、社会经济系统变化的复杂性以及经济体制的不适应性,而不能完全实现其配置的最优化。但是,最优配置必定是人类对自然资源开发利用所追求的理想目标。以下是自然资源开发利用有效配置当务之急的研究工作^[19]。

(1) 加强社会主义市场的培育与完善的研究;

(2) 开展建立适合各地区实际情况的自然资源开发利用有效配置模式研究;

(3) 加快微观经济组织的改造研究。

5.2 生态恢复重建

自然资源开发利用不合理造成了环境污染、森林破坏、水土流失和荒漠化等一系列世界性生态环境问题,严重威胁着人类的生存和经济的可持续发展。生态环境的破坏导致了生态环境系统越来越受到国际社会和我国政府的高度重视和广泛关注。生态环境恢复与重建最本质的目的是恢复或重建该系统必要功能并达到自维持状态。但因自然条件的复杂性以及人类社会对自然资源开发利用价值取向的影响,生态环境恢复与重建并不一定完全实现。因此,如下几方面研究工作越来越受到重视^[20]。

(1) 生态环境恢复与重建的基础理论研究;

(2) 生态环境恢复与重建的生态工程与技术研究;

(3) 矿山、森林等具体生态环境恢复与重建的研究。

5.3 地质环境保护

地质环境相对生态环境而言具有不可恢复性,它的形成要经历数百万年甚至数亿年漫长的地球演化过程,其相对平衡体系的建立是由地球内动力和外动力在长期的历史演变过程中相互作用结果所形成的。地质环境的平衡与生态环境的平衡相比较为稳定,它的平衡体系的破坏一般是由地震、强烈的降雨过程以及大规模人类工程活动所造成的。地质环境平衡体系一旦被破坏,在向新的平衡体系过渡的过程中如果采取“突变”的方式,造成如象崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害,其恢复十分困难。因此,协调人与地系统关系,规范人类活动行为,加强地质环境保护是非常重要的工作。

(1) 地质环境与地质灾害信息系统的研究;

(2) 地质环境危险性分析评价系统与防灾减灾

决策支持系统的研究;

(3) 典型地区地质灾害监测工程的试验研究。

5.4 脆弱区的研究

脆弱生态区的可持续发展是一个综合性的目标。要想解决脆弱生态区自然资源合理开发利用问题,首先必须找出是什么压力干扰了脆弱生态系统,致使它们发生逆转;其次要分析是哪些主导因素在外界的强烈干扰下,无法保持自身的稳定,从而引起整个系统的功能与结构退化;再者要分析这些主导因素与整个系统目前处于什么样的状态;然后分析系统内部或外部对目前压力或状态的响应,以及可能采取的响应,解决好如下问题是生态脆弱区实现可持续发展关键^[21]。

(1) 生态脆弱区社会经济生态复合系统演化的动力学规律研究;

(2) 生态脆弱区自然资源开发利用与生态环境质量演化的相关分析研究;

(3) 不同类型生态脆弱区自然资源开发利用的模式研究。

参考文献

- [1] 李宝恒译. 增长的极限[M]. 成都:四川人民出版社, 1994. 1~9
- [2] 朱利安·林肯·西蒙著. 黄江南,朱嘉明编译. 没有极限的增长[M]. 成都:四川人民出版社,1995. 1~5
- [3] Faber M, Niemes H, Stephan G, et al. Entropy, environment and resources [M]. London: Springer-Verlag, 1995. 171~195
- [4] Herman E Daly. Ecological economics and the ecology of economics [M]. Northampton: Edward Elgar, USA, 1999. 169~185
- [5] Malte Faber. Reiner manstetten jobn proops. economics concepts and methods [M]. Cheltenham: Edward Elgar, UK, 1996. 263~278
- [6] Charles Perrings. Economics of ecological resources [M]. Cheltenham: Edward Elgar, UK, 1997. 45~61
- [7] Witold Kwasnicki. Knowledge, Innovation and economy [M]. Northampton: Edward Elgar, UK, 1996. 162~194
- [8] ReVelle C. Design and operation of civil and environmental engineering systems [M]. New York: John Wiley & Sons, 1997. 45~54
- [9] Jenkins L. Selecting scenarios for environmental disaster planning [J]. European journal of operational research, 2000. 121(3): 275~286
- [10] Horst Siebert. Economics of the environment—theory

- and policy [M]. London: Springer-Verlag, 1995. 9~21
- [11] Stephen J Turnovsky. Economic growth in open economies [J]. *Journal of economic dynamics and control*, 1999, 23: 671~673
- [12] Jeroen C J M van den Bergh. Ecological economics and sustainable development [M]. Cheltenham: Edward Elgar UK, 1996. 3~11
- [13] Giles Atkinson, Richard Dubourg, Kirk Hamilton, et al. Measuring sustainable development——macroeconomics and environment [M]. Northampton: Edward Elgar, UK, 1997. 1~20
- [14] Charles ReVelle. Research challenges in environmental management [J]. *European journal of operational research*, 2000, 121(3): 218~231
- [15] Richard L Church, Alan T Murray, Michael A Figueroa, et al. Barber. Support system development for forest ecosystem management [J]. *European journal of operational research*, 2000, 121(3): 247~258
- [16] S Mahendrarajah A J, Jakeman M Mcaleer. Modeling change in integrated economic and environmental systems [M]. New York: John Wiley & Sons, 1999. 19~42
- [17] Arvid Aulin. The impact of science on economic growth and its cycles [M]. Berlin: Springer-Verlag, 1998. 7~11
- [18] Turnovsky. Stephen J. On the role of government in a stochastically growing open economy [J]. *Journal of economic dynamics and control*, 1999, 23: 873~908
- [19] 徐玖平. 长江上游拟退化经济生态系统开发性恢复与重建的可持续发展研究[J]. *世界科技研究与发展*, 2000, 22(5): 78~84
- [20] 徐玖平. 四川省攀西地区农业资源最优配置与综合开发的生态合理化方向 [J]. *世界科技研究与发展*, 2000, 22(2): 43~49
- [21] Eicher T S. Training, adverse selection and appropriate technology: Development and growth in a small open economy [J]. *Journal of economic dynamics and control*, 1999, 23: 727~746

Advances in the Research on Exploitation and Utilization of Natural Resources

Xu Jiuping

(*Institute of Info and Decision-Making, Sichuan University, Chengdu 610065, China*)

[Abstract] Based on the review of the evolution of human's exploiting and utilizing natural resources this paper declares that natural resources ecology, geography, geology and economy are four theoretical props for the exploitation and utilization research of natural resources. In the light of the problems of methods and media of exploitation and utilization research of natural resources, the paper expounds the necessity and connotation of trans-discipline synthetic research from the view of the scientific integration and complexity and the systematicness and comprehensiveness for the exploitation and utilization of natural resources. Meanwhile, the paper puts forward that research yardstick, department benefit, culture discrepancy and viewpoint difference are four mains obstructions for the trans-discipline synthetic research of exploitation and utilization of natural resources. Then the paper clarifies that defining research problem, stipulating research yardstick, selecting suitable target, organizing research group and establishing evaluation criterion are five key steps for the outstanding trans-discipline synthetic research of exploitation and utilization of natural resources. Finally, the paper points out that effective allocation for the exploitation and utilization of natural resources, reconstruction and developing renewal of ecology and environment systems, protection of geological environment, and exploitation and utilization of natural resources for the fragile regions of ecology and environment are the current hotspots of exploitation and utilization research of natural resources.

[Key words] natural resources; utilization and exploitation; sustainable development; management science; social economic ecological comprehensive systems; systems evolution