

弘扬生态文明 深化学科建设

王如松*, 胡 聃

(中国科学院生态环境研究中心城市与区域生态国家重点实验室, 北京 100085)

摘要:阐述了“生态”的“耦合关系、整合功能与和谐状态”三大内涵;提出了以气候变化、经济振荡和社会冲突为标志的全球生态安全问题,以资源耗竭、环境污染和生态胁迫为特征的区域生态服务问题,以及以贫穷落后、超常消费和野蛮开发为诱因的人群生态健康和社会生态福祉下降等世界三大生态焦点议题;探讨了生态文明的认知、体制、物态和心态内涵及其研究、发展和管理战略。提出了深化与创新基础生态学和应用生态学研究、献身生态学教育与科普工作、参与生态学决策与管理的对策和倡议。

关键词:生态;生态文明;生态科学

文章编号:1000-0933(2009)03-1055-13 中图分类号:Q143 文献标识码:A

Implementation ecological civilization and promoting development of ecological sciences

WANG Ru-Song*, HU Dan

State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Center for Eco-environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China
Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(3): 1055 ~ 1067.

Abstract: This paper discusses the interactive relationships of coupling, integrating and harmonizing in Ecology. We present three significant world-wide concerned ecological issues as global ecological security indicated by climate changes, economic fluctuations and social conflicts; regional ecological services degradation characterized by resources exploitation, environmental pollution and ecological stresses; losses of human ecological health and socio-ecological welfare caused by poverty, over-consumption and brutal exploitation. Furthermore, we explore the connotation of ecological civilization as cognitive, institutional, physical and mental dimensions, and discuss its research, development and strategic management. Finally, we present some strategic suggestions on developing ecological civilization as strengthening the research on fundamental and applied ecology, promoting the activities of ecological education and ecological knowledge popularization, and implementing public participation in ecological decision-making and management.

Key Words: ecological; ecological civilization; ecological science

1 生态: 机遇与挑战

1.1 生态的内涵探讨

“生态”一词是近年来国内外报刊媒体、政府文件乃至街谈巷议中出现频率最高的一个名词之一。可是对于什么是生态,人们却理解不一,说法各异。汉语里的生态是一个多义词,有关系、学问与和谐状态三种内涵。

首先,生态是包括人在内的生物与环境、生命个体与整体间的一种相互作用关系,在生物世界和人类社会

基金项目:中国科学院知识创新工程重要方向资助项目(KZCX2-YW-324, KZCX2-YW-422);国家自然科学基金资助项目(70433001, 70573106);国家科技支撑计划资助项目(2007BAC28B04);国家重点基础研究发展规划资助项目(2005CB724206)

收稿日期:2009-02-02; 修订日期:2009-02-28

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: wangrs@rcees.ac.cn

中无处不在,无时不有,每个人都要处理这些关系。民间泛谈的生态是生命生存、发展、繁衍、进化所依存的各种必要条件和主客体间相互作用的关系。

其次,生态是一种学问,是人们认识自然、改造环境的世界观和方法论或自然哲学;是包括人在内的生物与环境之间关系的一门系统科学;是人类塑造环境、模拟自然、巧夺天工的一门工程技术;还是人类怡神悦目、修身养性、品味自然、感悟天工的一门自然美学。

第三,生态还是描述人类生存、发展环境的和谐或理想状态的形容词,表示生命和环境关系间的一种整体、协同、循环、自生的良好文脉、肌理、组织和秩序。比如生态城市、生态旅游、生态卫生等,实际上是偏正词组“生态合理的城市”,“生态和谐旅游”,“生态良性循环的卫生”的简称,是约定俗成后经权威组织认可、被社会所公认的用语。

可见,生态既是名词又是形容词,作为一种中性词,有时又可当褒义词组的简约形式,必须通过上下文的分析才能区别。

“生态”二字中,“生”的中文由人和土构成,表示生命、生产、生活、生存,其动力学机制一是“竞争衍生”,只有开拓、竞争,物种才能生存、繁衍;二是“整合共生”,不同生物个体之间、种群之间必须求同存异、相生相扶、互利共赢、整合协调,系统才能进化;三是“循环再生”,包括物质的循环再生、信息的反馈更新、生命的新陈代谢,生命系统才能生生不息螺旋上升;四是“适应自生”,生物既要改造自己适应环境,又要改造环境适应自己,有强的抵御外部风险和受干扰后迅速恢复的能力,以及强的自组织、自调节、自力更生的系统活力,世代才可自强不息、持续发展。

“态”的中文繁体由自然的“能”加人文的“心”组成,表示状态、动态、过程、格局,其控制论机理一是“物态谐和”,输入输出要平衡、数量质量要协调;二是“事态祥和”,局部整体要兼顾、时-空-构-序要统筹;三是“心态平和”,哲学、科学、工学、美学天人一统,功利、道德、信仰、天地境界圆融;四是“世态亲和”,群体关系融洽、亲情友情诚挚,民心思进、世风淳朴。

生加态就是达尔文的物竞天择、老子的道法自然、人类生态的绿韵红脉、以及天人合一的心同文化。

1.2 世界三大生态焦点议题

2007 年北京世界生态高峰会,来自世界各大洲 70 多个国家和 20 多个国际和地区的与生态相关学术团体的 1400 余名代表忧心忡忡、踌躇满怀,呼吁世界各族民众和各国政府紧急行动起来,用人类的智慧和行动拯救自然、拯救人类、调养生态、绿化经济,发表了弘扬“生态”这一“认识世界、改善环境、美化生活的强力工具”的北京生态宣言。会上人们关注的焦点集中在以下三个尺度的生态问题上:以气候变化、经济振荡和社会冲突为标志的全球生态安全问题;以资源耗竭、环境污染和生态胁迫为特征的区域生态服务问题;以及以贫穷落后、超常消费和野蛮开发为诱因的人群生态健康和社会生态福祉问题。

1.2.1 全球环境变化和生态安全

人口拥挤和石油沸腾的地球正遭遇着剧烈的环境变化、经济动荡和社会冲突。急遽加速的城市化、工业化、全球化和信息化在显著改善人类福祉的同时,对区域和全球环境以及人类健康和生存的负面影响和证据已清楚地摆在人们面前。以气候变化、经济振荡和社会冲突为标志的全球生态安全问题正引起各国学术界、政界、产业界、媒体以及全社会的广泛关注。但是,无论对生态复杂性的科学机理和方法,还是对生态持续性的理论、技术、手段和方法的研究和应用都还远远跟不上时代的需求。

生态安全是对包括人在内的生物与环境关系稳定程度和生态系统可持续支撑能力的测度。生态安全具有时间上的累积性(历史的开发行为决定现时的安全状态,而现时的开发行为又影响着未来的生态安全)、空间上的耦合性(流域上下游之间、上下风向之间、城乡、水陆、山区和平原之间都是相互影响、交叉作用的,一个地区的生态安全与邻近地区戚戚相关)、数量上的临界性(超过一定的临界值,系统就会发生不可逆的结构变化和功能退化)、结构上的多维复合性(由社会、经济、自然等多方面的生态关系交织而成)、以及序理上的共轭性(社会与自然、风险与机会、生存与发展)。工业文明的一个显著特点是化石能源的无节制消费和

化工产品的大规模生产,全球生态安全不仅取决于温室气体的排放总量,更与地球水、土、气、生和地球生物化学循环间复合生态效应,以及不同时空尺度生态系统间的耦合关系密切相关。

生态安全的动力学机制有客观和主观两方面,瘠薄脆弱的生态环境、僧多粥少的自然资源、积重难返的历史问题,和粗放的经济增长方式是生态安全失衡的客观原因;还原论的思想方法和科学技术、条块分割的管理体制和考核指标、资本积累早期的暴富投机心理和社会主义初级阶段的文化是生态风险经久不下的人文土壤。随着我国经济的强势发展,人们对全球环境变化的贡献越来越大,如何从全球生态学的高度推进生态科学建设,寻找减缓和适应全球变化的生态保育、规划、建设和管理的方法和技术,是中国生态学面临的一个重大挑战。

1.2.2 区域经济发展与生态服务

前联合国秘书长安南 2002 ~ 2005 年在世界范围内组织了一个全球千年生态系统研究。该研究报告指出,传统生态学家只研究自然生态系统,而社会学家只研究人类福祉问题。这两者之间的关系表现为自然生态系统给人类提供生态服务,人类建设生态系统、胁迫生态系统,同时生态系统超过它的承载能力以后,往往以灾难的形式,对人类行为做出反馈和响应。协调自然生态系统与人类福祉之间的服务、胁迫、响应、建设关系已成为当今生态学研究的一个核心议题。人类福祉不仅需要物质文明的进步,更需要自然生态的服务,包括产品供给(为人类生产和生活提供水、能、气、土、矿产、生物质等代谢物质和能量)、生境涵养(活化土壤、稳定大气、保持水土、调节水文、孕育生境)、环境调节(局地气候调节、净化环境、减缓灾害、有害生物防治、生物多样性维持)、循环流通(养分循环、废弃物再生、传授花粉、基因遗传、污染物扩散)、载体服务(为经济建设、社会发展、科研教育、文化生活等提供承载、容纳、欣赏、休闲的物理空间、生态景观和美学环境)等功能^[1]。

我国城乡环境问题的一个重要原因是区域生态服务功能的退化。如灰霾不只是 SO_2 、 NO_x 、TSP、PM 的环境排放问题,而是水、土、气象、景观、多维界面和三维空间流场的多因素、多动力的复合生态迁移、富集、净化和扰动过程(upwelling);水华不只是点源污染问题,面源、体源、线源、内源都有,是水文、大气、土壤、生物交互作用的结果,不是点状的污水处理厂就可以解决问题的,而要社区、土地、区域协同处理,环境和生态工程并用,自然和人文协同作用;绿化不只是种树种草的问题,而是生态系统结构与功能过程以及景观、产业、行为整合的生态活力问题。如何在环境污染控治的同时,从正面诱导大自然的生态净化能力、改善区域生态系统服务功能,增强不同类型生态系统的活力,是改善中国环境质量的关键,也是中国生态学界应对全球环境变化的战略重点。

1.2.3 社会福祉与生态健康

2007 年 5 月 26 日于北京召开的第三届世界生态高峰会通过的北京生态宣言指出,生态是人们日常关注问题的核心,是解决人与自然系统关系问题、确保世上所有人拥有健康的生命,让子孙后代拥有良好生存环境的关键;没有对人与环境复杂多变生态关系的深刻理解,人们的决策就有可能出现严重失误,给未来留下诸如土地功能退化、动植物生境丧失以及全球气候继续恶化等众多生态风险^[2]。

生态健康是测度人的生产、生活环境及其赖以生存的生命支持系统的耦合关系、代谢过程和服务功能完好程度的系统状态指标,包括人体生理与心理环境的健康、人居代谢和栖息环境的健康、人群家庭和社会关系的健康、以及区域社会经济自然复合生态系统的健康。生态健康的反面是环境病、生态功能衰弱或生态关系的紧张。包括代谢过程的不健康,即物流能流的滞留、堵塞与耗竭;系统结构的不健康,即发育形态的破碎、板结与冗余;以及进化功能的不健康,即生态关系的和谐、活力与持续能力的低下^[3]。

我国既存在早期工业化国家的环境污染、资源耗竭的贫困病;又有后工业化国家的资源浪费、消费过度的富裕病。各类新老环境问题正威胁着城乡居民的身心健康和区域生态服务功能的正常发挥。现行医疗体系基本上是医药维护而不是健康保育;是消极防治而不是积极保健;环境整治是末端治理而不是过程调控。中国传统的人类生态思想和自我保健的系统调理方法并未得到很好的承继,国民的健康安全还没有得到有效的保障。以环境与健康的生态关系为突破口,研究生态健康的动力学机制和系统调控方法,保障居民的身心

健康和生活福祉,是国际科联环境问题科学委员会三大重点研究方向,也是中国生态学关注的重点领域。

2 生态文明:内涵与战略

“文明”一词,最早见于《易·乾·文言》中的“见龙再田,天下文明”。《尚书·舜典》称“经纬天地曰文,照临四方曰明”。文,通纹,为纹理、纹脉,是一种时间、空间的生态联系。明,喻日月,《易·系辞下》有“日月相推而明生焉”,指从暗向亮,愚昧向睿智的开化过程。《周易·彖传》指出:“刚柔交错,天文也,文明以上,人文也。观乎天文以察时变,观乎人文以化成天下”。英文中的 Civilization 一词是工业革命的产物,汉语译作“文明”,英文辞海中诠释为“人类社会的智力、文化和物质生活的发展和进步状态,以先进的人文和自然科学、广泛的文字记载、精巧的政治管理能力和社会组织形态为特征”。文明和文化在 18 世纪欧洲各国通常作为同义语使用,都是知识、信念、艺术、伦理、法律、习俗、风尚等的综合体。

生态文明是物质文明、精神文明与政治文明在自然与社会生态关系上的具体表现,涉及体制文明、认知文明、物态文明和心态文明(图 1)。具体表现在人与环境关系的管理体制、政策法规、价值观念、道德规范、生产方式及消费行为等方面的体制合理性、决策科学性、资源节约性、环境友好性、生活俭朴性、行为自觉性、公众参与性和系统和谐性,展现一种竞生、共生、再生、自生合一的生态风尚。

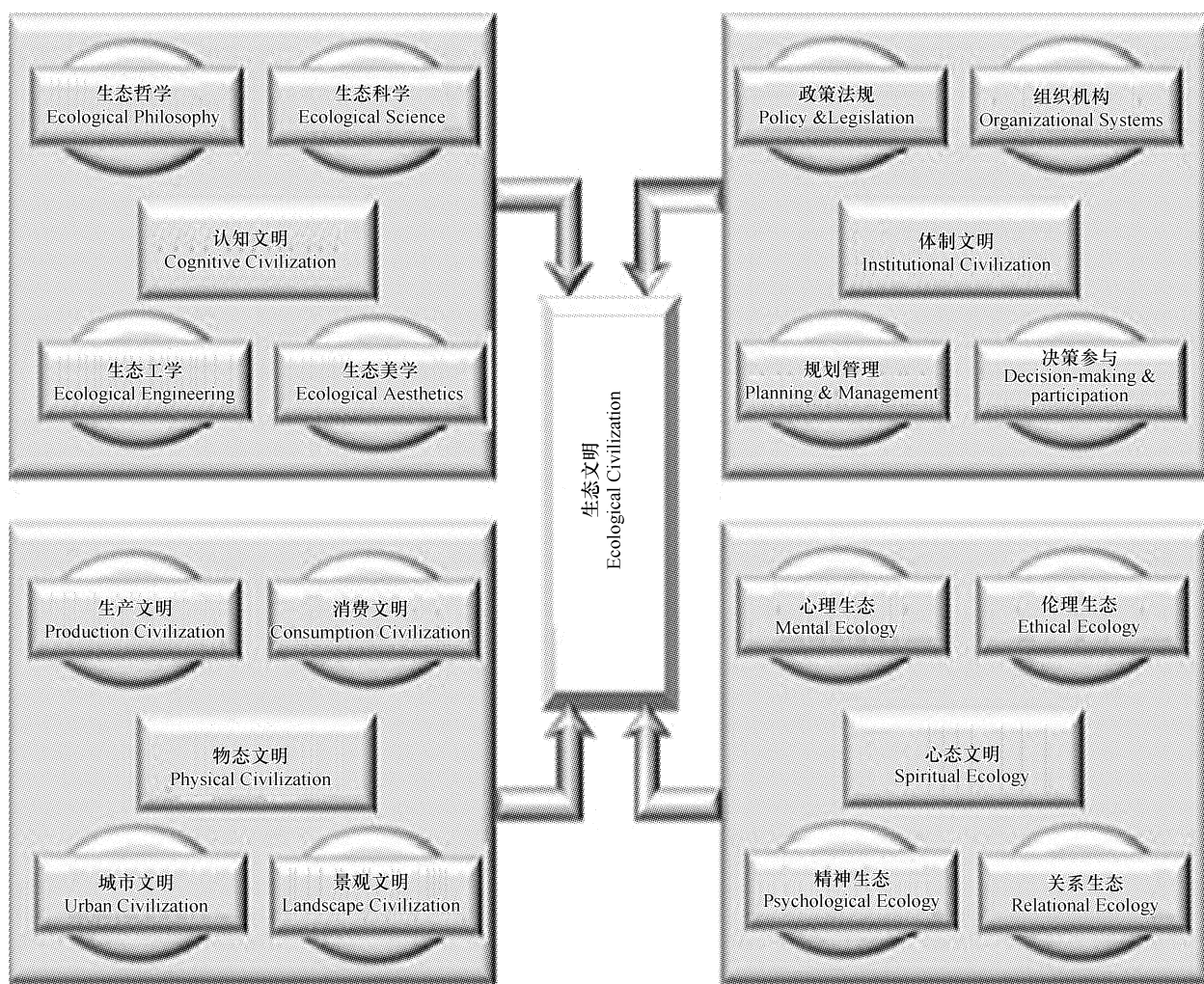


图 1 生态文明的科学内涵和研究框架

Fig. 1 The connotation and research framework of ecological civilization

狭义的生态文明是人们改造自然、顺应自然的明智行为、观念和意识,是和蒙昧、野蛮相对应的人类开化和进步的一种天人合一的生存和发展状态;广义的生态文明则指人类在改造自然、适应自然、保育自然、品味

自然的实践中所创造的人与自然和谐共生的物质生产和消费方式、社会组织和管理体制、价值观念和伦理道德、以及资源开发 and 环境影响方式的总和,包括对天人关系的认知(哲学、科学、教育、医疗、卫生)、对生产方式的组织(产品的纵向、横向和区域组织方式)、对人类行为的规范(道德、伦理、信仰、消费行为、价值观)、对社会关系的调控(制度、法规、机构、组织)、以及有关天人关系的物态和心态产品(建筑、景观、产品、文学、艺术、声象)等。

原始文明以采摘狩猎为特征,以发明用火和金属工具为标志,是一种自生式的社会形态;农业文明以种植养殖为特征,以发明灌溉和施肥育种为标志,是一种再生式的社会形态;工业文明以市场经济为特征,以大规模使用化石能源和机械化工产品为标志,是一种竞生式的社会形态;社会主义以社会公平为特征,是一种共生式的社会形态。从原始文明、农耕文明到工业文明,人类经历了畏惧自然、顺应自然到征服自然、驾驭自然的历史演变,还原论和人定胜天的思想占了主导地位,人越来越脱离自然但又不得不依赖自然。生态文化则要把工业文明拉回天人合一的可持续生态文脉中来,处理好局部与整体、眼前与长远,竞争与共生,开发与保育间的生态关系。生态文明以可持续发展为特征,是基于前述几类文明基础上的集竞生、共生、再生、自生功能为一体的高级社会形态。中国特色社会主义市场经济下的持续发展就是要建设一类以生态经济、信息技术及和谐社会为标志,基于前述几类文明的、集竞生、共生、再生、自生机制为一体的红绿交错而非一色纯绿的生态文明社会。

尽管近代对生态文明研究较多的是西方人,历史上生态文明主要是由四大文明古国创造、弘扬和延续下来的。我们的祖先早在 5000 多年前就已形成了一套鲜为人知的人类生态理论体系,包括道理(即自然规律,如天文、地理、物候、气象等)、事理(即对人类活动的合理规划管理,如政事、农事、军事、医事等)、义理(即社会关系的规范,如道德、伦理、法制、纲常等)和情理(即个体行为的准则,如信仰、心理、习俗、风尚等)。中国封建社会正是靠着对这些天时、地利、人和之间关系的正确认识,靠着物质循环再生、社会协调共生和修身养性自我调节的生态观,维持着其长久超稳定的社会整合结构,以世界 7% 的耕地和水资源养活了世界 21% 的人口,形成了独特的华夏农业生态文明。

历史上东西方的生态文明观在处理人与自然关系上的立场是截然不同的。《圣经》在描述人与自然关系时主张人主宰一切,上帝造人是让人来管理动物、植物、森林、山河的,自然隶属于人。西方绘画以人和神为中心(上帝其实是神化了的人),教堂高耸云天、威慑远近,城堡雄踞山巅,俯视山川河流、草木鸟兽,显示神和人的权威和力量。而中国画一般以山水自然为本,人融合于自然之中且在画面中不居主要地位;中国的庙宇更是“躲”在山谷、树丛中,从不张扬,与自然山水很好地融合。仁者乐山、智者乐水,对待人与自然主从关系的不同认知分别形成了中国 5000 年封闭循环、低效稳定、自力更生的传统农业文明和西方近 200 年来以巧取豪夺自然、高效高速高环境影响为特征的工业文明。

自工业革命以来,闭关自守的中国不仅科学上落后,传统生态文明也在衰败。过去一百年,中国经历了翻天覆地的变化,各种传统的、现代的、西方的、东方的文化交相作用,华夏自然生态及人文生态正在经历着剧烈的改变。在引进市场经济的竞争机制和工业革命的科学基础的同时也引进了人类中心主义的生态观,在扬弃封建文化糟粕的同时也在扬弃传统生态文明中天人合一的自生、共生和再生机制。

生态文明在国外属于人类生态学范畴。20 世纪 20 年代美国芝加哥学派将生态学原理引入人类社会管理,形成了人类生态学。他们提出把自然生态的一些原理应用到城市中,管理好城市社会,这是城市的生态文明。美国著名动物学家利奥波德 1948 年出版的《沙乡年鉴》中创造了一种新的伦理学——土地伦理学,把土地、水、植物和动物看作是一个完整的生态系统,反对“人类沙文主义”和以人为中心的伦理准则,即人只是大自然家庭中的普通一员,不应该使人作为自然的主宰。他把人类伦理演进的过程划分为三个阶段:第一阶段是处理有关个人与个人之间的关系,第二阶段是处理个人和社会之间的关系,第三阶段则是处理人与自然的关系。至今人们还没有处理关于人对土地、对动物以及对生长在土地上的植物的关系方面的伦理。人与自然的关系不仅有权利,更有义务,而且只有尽了义务奉献,才有资格索取。土地伦理学提出在农、牧、渔等农业活

动中应善待自然、善待土地、善待牧场、善待海洋,使其能够持续利用^[4]。

美国著名海洋生态学家卡尔逊 1960 年出版的《寂静的春天》一书是近代生态文明的发展一个重要的里程碑。卡尔逊呼吁人类不要残酷地对待自然,要恢复理性,倡导一种生态的、合理的文明。这本书在国际社会引起从政府到民众对环境问题的关注。1972 年在瑞典斯德哥尔摩召开的联合国人类环境会议是生态文明的又一个里程碑。当时国际社会关注的问题是要环境还是要发展?结论是:人类只有一个地球,人类要善待地球、善待环境,保护环境应该是第一位的,回答了一个“或(or)”字。1992 年在巴西里约热内卢举行的联合国环境与发展大会上,国际社会关注的问题是环境和发展要平衡,强调了一个“和(and)”字。但实际上,环境和经济发展不可能绝对平衡。在 2002 年南非约翰内斯堡召开的里约十年环境高峰会又提出融环境保护于经济建设之中、构建基于生态系统的有机发展理念,突出了一个“合(in)”字,这种环境与经济的融合观才是新时期更高层次的生态文明观。

2.1 生态学与认知文明

人与自然关系的认知文明是人类在认识、感悟和品味自然,保护、改造和管理环境过程中从感性认识到理性认识、从必然王国到自由王国所积累的知识、技术、经验和系统方法在社会上的普及、宣传效果、观念意识的升华和风尚习俗的进步,包括生态哲学、生态科学、生态工学和生态美学。

生态是辩证的:和谐而不均衡,开拓而不耗竭,适应而不保守,循环而不回归。生态学是个体和整体,有和无,形和神,生和灭,分和整之间关系的学问。生态学的核心是处理生态系统中的复杂关系。这些关系无处不在,无时不有,但却是无形、无界、无量、无为的。人们常说的无为而治所包含的就是一种生态哲理。“无为而治”实际上不是无所作为,而是为所不为,做那些人家没有做的,看不到的东西,实际上是反过来的“有为而治”。生态文明的核心是建立在天人合一理念基础上的生态整合观,是有关人与自然、人与社会和人体内部关系的系统观。人“与天地合其德,与日月合其期,与四时合其序,与鬼神合其吉凶,先天而天弗违,后天而奉天时”。“载成天地之道,辅相天地之宜”和“范围天地之化而不过,曲成万物而不遗”,就是将天、地、人作为一个统一整体,人只要顺应自然,尊重规律,就可以物茂财丰、平安祥和。

生态科学是研究包括人在内的生物与其自然和社会环境间相互关系的系统科学,包括自然生态学和人类生态学,前者有动物、植物、微生物生态学,个体、种群、群落、生态系统和景观生态学,还有不同类型生态系统,如草原、湿地、森林、农田、海洋、流域生态系统的生态学等。后者包括心理生态学,伦理生态学,经济生态学,产业生态学,城市生态学与文化生态学等人和环境之间关系的学问。总的说来,自然生态研究的学科比较成熟和深入,而人类生态研究则比较薄弱。

生态学还是一门工程学,是一种设计工艺,一种生存艺术。研究怎样把自然生态的原理应用到人工生态系统的建设中。生态工程学是近年来异军突起的一门着眼于生态系统持续发展能力的整合工程技术。台湾地区叫生态工法,日本则叫生态工学。生态工程是模拟自然生态的整体、协同、循环、自生原理,并运用系统工程方法去分析、设计、规划和调控人工生态系统的结构要素、工艺流程、信息反馈关系及控制机构,疏通物质、能量、信息流通渠道,开拓未被有效利用的生态位,使人与自然双双受益的系统工程技术。不同于传统末端治理的工程技术和单一部门内污染物最小化的清洁生产技术,生态工程强调资源的综合利用、技术的系统组合、学科的边缘交叉和产业的纵横结合,是中国传统文化与西方现代技术有机结合的产物。

美学研究人与现实(自然、社会、艺术)的审美关系。生态学和美学的结合点在于人与自然关系的和谐,是对人类理性的必然性和功利性的挑战和超越。生态美学研究生物、环境与人类社会间相互关系的审美状态与自然潜在的审美性,其美的内涵包括了整体和谐美、协同进化美、循环反馈美、自生自然美。形态、格局、秩序、色彩、对称、均衡、节奏、韵律,多样统一,是生态审美的共同规律。用生态美学去格物、处世、待人,你会发现,大自然既是美的,也是理性的。自然以她特有的色彩、线条、形状、位置和声音,以她特有的有序、和谐与统一,在人们心中唤起了美的形象,美的愉悦,美的追求和美的感悟,使人怡神、悦目、清心、节欲,陶冶情操。生态美学在揭示自然美的实质和规律的同时,还向人们介绍如何创造一个适合于人类身心健康的环境,包括自

然环境的保护,城市生态的安全与健康,人居环境的美化,园林庭院的绿化与美化,人的衣着、服饰,环境中色彩的搭配、形与神的融合等。

2.2 生态管理与体制文明

基于生态管理的体制文明是对协调人口、资源、环境关系的管理制度、政策、法规、机构、组织的开拓、适应、反馈、整合能力与和谐程度的测度。传统工业文明的一个重要顽疾是社会的生产、生活与生态管理职能条块分割、环境经济脱节、生产消费分离、城市乡村分治、厂矿和周边环境脱节,废物制造和循环利用脱节,企业间横向耦合关系松散,部门之间缺乏沟通机制,内部组织的自调节机制薄弱,决策就事论事,管理基本上是救火,哪里有问题就扑向哪里,结果往往是按下葫芦浮起瓢。一些地区各职能部门、各分管领导之间都缺乏沟通协调机制。如水污染问题,水利、环保、规划、城建、城管、环卫、农业、工业、卫生,九龙治水,各显神通。体制的条块分割是我国太湖、淮河等流域水污染治理多年来投入不少,效果不大的一个重要原因。

工业革命以来,科学对于社会的物质文明确实起到了极大的推进作用,但是认知的支离破碎、科学的还原论主导,人与自然的分离和学科的封建割据却阻碍了生态文明的进步。汉语中,“科学”这个词的英文(science)翻译得非常确切,就是分科别类的学问。学科越分越细以后,彼此缺乏交叉融合,虽然在某些点上可能取得重大突破,但对于系统性、全局性、特别是人与自然交叉的复合生态问题却是力不从心。

人工生态系统的一个重要弊端是信息反馈渠道不通,反馈速度缓慢,正负反馈不匹配。如 20 世纪五、六十年代的大炼钢铁、歼灭麻雀、围湖造田、陡坡开荒运动,就是因为生态破坏的正反馈信息,没有生态文明的负反馈信息所制约,反馈路径又不畅,等到出现灾难性的后果再挽救已为时过晚。

人与自然关系的体制文明建设目标就是要从根本上转变“先污染后治理、先规模后效益、先建设后规划、先经济后生态”的发展阶段论思想,推进从基于资源承载力无限、环境容纳能力无限的链式生产到从摇篮到坟墓再到摇篮、生产-消费-还原一条龙、信息反馈灵敏的循环经济转型,完善生态规划、建设和管理的政策法规,建立基于科学发展观的绩效考核制度,逐步实现从体制条块分割的纵向管理走向合纵联横的生态系统管理,保障生态资产(水、土、气、生、矿)、生态服务、生态网络和生态安全的科学管理。

体制文明建设的根本任务就是要为贯彻落实党的十七大报告提出的“统筹城乡发展、区域发展、经济社会发展、人与自然和谐发展、国内发展和对外开放,统筹中央和地方关系、个人利益和集体利益、局部利益和整体利益、当前利益和长远利益”等九个统筹提供科学方法。以城乡统筹为例,解决三农问题的关键就是要完善生态文明体制。农民有两种贡献,一是提供食物、纤维及工业原料等生物质产品,二是为区域和城市提供水源涵养、土壤熟化、保持水土、接纳污染、净化环境、调节气候、减缓灾害、保护生物多样性等多种生态服务功能,为城市、工业和野生生物提供适宜的生产和栖息环境。但社会只以很低的价格来交换农产品,而对其环境容纳和生态服务的能力认为是无需补偿的。结果导致城乡剪刀差的扩大和农田、农业、农民、农村的贫困,贫困的结果又导致农业生态资源的耗竭。生态补偿机制的不健全和城乡二元化管理体制的不合理是城乡统筹问题的症结。

再以区域统筹为例,我国的体制文明还有待进一步完善。我国城市规划法已实施 18 年,新的城乡规划法也已颁布实施。但城乡规划法规范的只是各级行政区域的城镇体系规划和城市总体规划,控制的是建设用地和农用地,而对跨行政区域的生态服务用地、自然保护地、流域生态缓冲地却缺乏区域层面上的法规管控。各省、市、县行政负责人完全可以在自己管辖的政域范围内规划社会经济活动而无上位区域规划法所约束,完善区域生态规划的相关法规势在必行。

1987 年起,笔者先后在江苏大丰、扬州和海南等县、市、省开展了以生态安全、生态经济和生态社区为骨架的生态政区建设、规划和管理的试点研究,生态文明建设是其重要的抓手。通过 20 年来的跟踪研究,发现了体制性的障碍,能力性的瓶颈和知识性的贫乏,使生态文明建设遭遇了很多矛盾:一是面向循环经济与社会生态整合要求与现实条块分割的传统管理体制间的矛盾;二是生态规划缺乏法律基础支撑;三是政绩考核缺乏可持续性,生态激励机制不健全;四是政府主要官员调动频繁,政策缺乏连续性;五是生态资源缺乏

统筹管理;六是生态基础设施投入过低,建设不足;七是信息反馈和生态补偿机制匮乏;八是生态建设人才奇缺,培训机制不健全;九是科技投入、科普教育,技术孵化、催化和集成化的能力不足。体制文明已成为中国生态文明建设的關鍵^[5]。

2.3 循环经济与物态文明

物态文明是人类改造自然、适应环境的物质生产、生活方式及消费行为,以及有关自然和人文生态关系的物质产品的发展态势,包括生产文明和消费文明。

我国传统的农业文明是环境友好、生态持续的,其认识论基础是顺天承运,生态学基础是循环再生和自力更生,但这种持续是在低技术、低效益、低规模、低影响基础上的持续;以大规模的化石能源消耗、化工产品生产以及自然生态系统退化为特征的工业文明推行的是一类掠夺式、耗竭型、高经济效益、高环境影响的生产方式,其认识论基础是还原论,追求的是局部的、眼前的经济效益,生产力虽高、可持续能力却很低。

产业生态文明在吸取传统农业生态文明再生和自生机制以及工业文明高效活力的基础上推进资源耗竭、环境破坏型工业文明向资源节约、环境友好型的生态转型,发展以竞生、共生、再生和自生机制为特征的生态经济,推进传统生产方式从产品导向向功能导向、资源掠夺型向循环共生型、厂区经济向园区经济、部门经济向网络经济、自然经济向知识经济、刚性生产向柔性生产、职业谋生走向生态乐生的循环经济转型^[6]。循环经济是人类模仿自然生态系统的整体、协同、循环、自生功能去规划、组织和管理的人工生产、消费、流通、还原和调控系统组织起来的具有高效的资源代谢过程和完整的系统耦合结构的网络型、进化型复合生态经济。资源合理利用和物质循环再生的 3R 原则(减量化、再利用、再循环)是循环经济的重要原则但不是全部原则。从传统循环经济的废弃物循环走向现代生态经济的信息反馈,需要从观念更新(rethinking)、体制革新(reform)和技术创新(renovation)的大 3R 原则入手,调整系统结构与功能。这里的循环不是简单的周而复始或闭路循环,而是一种螺旋式的有机进化和系统发育过程,包括物质的循环利用和再生(将时空错置的废弃物资源重新纳入代谢循环中);能源的清洁利用和永续更新;信息的灵敏反馈和知识创新;人力的培育、繁衍和继往开来;资金的高效融通和增值;空间格局和过程的整合而非破碎,融通而非板结,平衡而非滞竭;过去、现在、未来的时间连贯性、代际公平性和过程平稳性;以及自组织、自适应、自调节的协同进化功能(进化而非优化,柔化而非刚化,人化而非物化)。

消费文明旨在弘扬一种勤俭节约、低环境影响、有益健康的适度消费模式,倡导从以金钱为中心的富裕生活向以健康为中心的和谐生活、从以数量多多的占有型消费到以功效优化为特征的适宜型消费、从以外显为中心的摩登消费到以内需为中心的科学消费过渡,涉及每个人的居息、代谢、行游、交往活动以及水、气、土、生物、废弃物等环境影响方式。美国式高物耗、高能耗、高环境影响的消费和生活方式与中国的资源环境承载能力和人文生态传统格格不入的。

2.4 和谐社会与心态文明

和谐社会的生态内涵有四层,一是人和自然环境的和谐,包括水、土、气、生、矿等自然生态因子、生态过程和生态服务功能的自然生态和谐;二是人与其社会生产、流通、消费、还原和调控等物质生产环境的经济生态和谐;三是人与人之间竞争、合作、集群、分异关系的社会生态和谐;四是人类社会的技术、体制、文化在时、空、量、构、序管理层面的系统生态和谐。

和谐社会的核心是人,要处理人和天、地、事、物之间的关系。天是指气候、可更新能源等外部环境;地是指土地、土壤和景观;事是指人类的生、活、流、通、服、务及决策管理活动的运筹;物指水、土、气、生、矿等物质的开发、利用和循环。要协调、整合好自然和社会、有形和无形、物态和生态间的系统关系。

心态文明是人对待和处理其自然生态和人文生态关系的精神境界,包括五类:一是温饱境界,这是人的动物本性和生存本能;二是功利境界,是市场竞争和社会发展的经济动力;三是道德境界,能妥善处理人与自然、人与人间的伦理关系,惩恶行善、扶弱育生,是人的社会性;四是信仰境界,有明确的超越物质需求的人生奋斗目标和精神追求;五是天地境界,有能超越自我、超越环境,融时间与空间、有限与无限于一体的生态整合观。

五类境界相辅相成,才是一个物态、事态、心态和谐的文明人。

心态文明是当前我国社会可持续发展的一个软肋。改革开放以来,我们引进了市场经济的竞争机制,但是传统农业文明的自生和共生机制有所削弱。西方有宗教在平衡市场机制条件下的社会心态,中国人本质上是不信宗教的。但我们却有两千多年儒释道诸子百家文化荟萃的中华文化,维持社会的稳定持续,人的家庭观念,社会共生能力很强。新形势下如何恢复弘扬中华民族天人合一心态文化的精华是中国现代化面临的严峻挑战。

当前我国社会的主导文化,一方面是马克思列宁主义、毛泽东思想、邓小平理论传承的社会主义文化,一方面是儒、释、道合一的中华传统文化,此外市场经济、民主政治、生态社会及宗教信仰混合的西方现代文化对我国社会也有一定的影响。但是也不能忽视还有半封建半殖民地的腐朽残余文化和资本积累早期的血腥掠夺自然、掠夺人的掠夺文化在一些地方死灰复燃;另外,一些地方的口号主义、形式主义文化也不乏其例。这几类文化虽然只是支流,但却有一定的市场和影响,严重制约着科学发展观的落实。八荣八耻、共产党员先进性以及学习实践科学发展观的教育就是要解决这后几类境界问题。

生态文明建设是一项长期、艰巨的历史任务和走向可持续发展的渐进过程,是一场技术、体制、文化领域的社会变革,需要全社会自上而下和自下而上的通力协作、潜心学习、锐意奉献和持续推进。坚信,有 5000 多年生态文明优良传统的中华民族,既能创造连续 30 年年均 9.67% 经济增长的奇迹,也一定能在今后 30 年重振生态文明雄风,实现中国社会主义生态经济的持续、协调发展。

3 生态科学:深化与创新

3.1 知识创新:深化生态学基础与应用研究

过去 140 年,现代生态学在从微观到宏观的不同层次、不同分支学科中都取得了长足的进展,生态学的多学科交叉及其与社会发展紧密相关的学科特点使其成为一门当代最有潜力也最具挑战的新兴学科。从基因到生物圈的地球生命系统各层次错综复杂的时空耦合关系及其人为干扰胁迫机理和复合生态效应已成为生态学及其相关学科乃至全社会关注、研究和管理的核心内容。生态学被认为是应付全球变化挑战、改善天人关系、惠荫人类福祉、推进地球可持续发展的重要理论、方法及规划、建设与管理的系统工具。

交叉、融合、适应、进化是现代生态学的显著特征。15 世纪欧洲大陆的文艺复兴运动使自然科学获得新生,一场科学革命冲破了中世纪封建势力和经院哲学的层层罗网,物理学的突飞猛进为工业革命的辉煌奠定了理论基础。18 世纪的博物学、19 世纪的进化论以及 20 世纪的人类生态学与生物控制论奠定了生态科学发展的理论基础。20 世纪末国际生态学研究的焦点集中在全球变化、生物多样性和可持续发展等议题上。当前,生态科学研究正从传统生物生态学向可持续发展生态学,从经验生态学向管理决策生态学,从自然生态学向社会生态学,从恢复生态学向工程生态学扩展。国际科联的发展战略提出未来十年的任务就是要建立一门可持续发展的科学,其真核就是生态学。

生态关系涉及复杂的生态因子、生态格局、生态功能、动力学过程和控制论机理,其时间的累积性、空间的交互性、尺度的多层性、行动主体的能动性、以及科学方法的不成熟性决定了生态研究的复杂性。还原论的认知方法,因果链的处事手段,条块分割的管理体制,行政的短期和局地行为,使得这些生态关系“斩不断、理还乱”,对生态学工作者是一个严峻的挑战。

如果说,传统生态学研究的是生物与环境间的二元关系,现代生态学研究的则是多维生态空间的系统结构、功能、动力学机制和控制论方法,是如何搭起从认识复杂性(哲学)、简化复杂性(科学)、调控复杂性(工程)、欣赏复杂性(美学)到规划可持续性(软件)、建设可持续性(硬件)、管理可持续性(心件)和宣传可持续性(媒体)的科学桥梁。

当前基础生态学研究的潜势领域有:复杂性与可持续性的动力学机理和控制论方法;不同空间尺度局部与整体的协同关系;不同发展速度的近期和远期耦合关系;不同生物组分的生、克、乘、补关系;不同范畴物质、能量、信息的多属性、多目标的系统辨识方法,以及整合与分析、适应与开拓、循环反馈与线性增长、协同进化

与突变退化关系的系统研究。生态胁迫与生态响应;生态服务与生态建设;生态健康与生活福祉;生物入侵与生物多样性保护;生态信息学与生态信息网络;各类海洋、山地、草原、森林、流域生态系统、自然保护区以及各类水文、能源、气候、土壤等生态因子的开发、保育、涵养和建设的系统方法;长期自然及人文生态系统的定位观测研究等。

当前应用生态研究的热点领域有:生态修复与景观生态设计;生态评价的指标体系、生态规划的系统方法、生态工程的设计技术和生态管理的综合方法;生态旅游、生态卫生、生态建筑和生态产业的策划、规划、催化和孵化技术;各类农、林、牧、渔、矿业生态系统的生态保育和建设方法;以及循环经济与产业生态、和谐社会与文化生态、生态政区(ecopolis)与区域生态建设的典型示范技术等。

E. P. Odum 认为生态学不止是一门生物科学,也不光是一门自然科学,还是科学联系社会的桥梁,是天地生灵和人类福祉的纽带,是社会科学和自然科学融合的桥梁,也是决策管理和科学技术联姻的一种方法^[7]。英文的生态科学“Ecological Sciences”是一个复数,表明生态学从事的是多学科交叉的系统研究。中国生态学会创始人马世骏院士认为生态学是“研究有机体的生死过程,物的生灭过程,事的兴衰过程与环境关系的系统科学”。德国前国际生态学会主席 W. A. Haber 提出生态学是“研究自然界中自组织原理的科学”。前国际人类生态学会主席 G. L. Young 则认为“生态学是个体和整体关系的学问”。

与传统分门别类、纵深发展的自然科学不同,生态学方法是一门综合运用各类生物科学、环境科学、地学、物理、化学、数学方法的交叉科学,与各相关学科有着千丝万缕的联系。但作为一门独立学科,不是某一学科的内容冠以一个生态的前缀就变成生态科学了。生态学方法借鉴于各类环境调查、生物试验、对比观察、统计分析、数理模型、空间技术、长期监测和生化实验方法,但作为一门严格的学问,生态学研究又有着自己特有的研究对象和方法。物理环境和生物有机体本身不是生态学研究的主要对象,生态学研究的对象是有生物网络、有生命活力、有空间格局、有生态过程(代谢、繁衍、进化)的多维关系空间。就像作为研究数与形抽象关系的数学从物理学中脱颖而出,又推动了物理学的突飞猛进一样,20 世纪后半叶的环境运动催生了自然科学和社会科学交叉的可持续发展科学,而作为其基础之一的从生物学、地学和环境科学的实体抽象出来的研究生物、环境、社会和文化间的时、空、量、构、序耦合关系的生态学将在新世纪大放异彩,形成一门超越传统生物科学的科学整合工具而又推动人和自然永续发展的基础科学。

3.2 观念更新:献身生态学教育与科普宣传

随着人类开发自然规模和强度的不断加大,生态概念正在迅速社会化、普及化。为此,很多生态学工作者愤愤不平,埋怨生态学的庸俗化和泛科学化。这要一分为二地看。一方面,社会上大多数人讲的实际上是生态关系而不是生态学。人人注重生态关系,处处宣传生态文明,这本身是一件好事,是社会在一定程度上的生态觉醒。有助于提高全民族的生态意识、普及生态知识、推进生态保护、加速生态建设。各个相关学科讲生态,正是生态思维、生态方法和生态艺术渗透到相关学科的表现,说明生态学研究对象的交叉性、广泛性以及生态关系研究的必要性、紧迫性,同时生态概念在社会上的误用也说明生态学理论和方法研究和宣传还跟不上社会发展的需求,社会经济的发展已给生态学工作者提出了挑战。C. C. Adams 早在 1912 年就指出:如果你偶尔发现一位生物学家介入了哲学或政治领域,或插手于人类教育,你用不着为此着急。因为归根结底那是他领域的一部分,只不过曾经被故意放弃而已。诚如 Odum 所言,生态学是科学和社会的桥梁,自然生态学家可以从桥的一头走向社会,而社会工作者也可以从桥的另一头走向科学,殊途同归,关键在于我们的引导。

另一方面,确实有一些人只是在赶时髦、跟潮流,做表面文章,甚至打着生态的招牌谋取私利或破坏生态。如一些地方的生态旅游实际上是破坏生态、亵渎生态的旅游,一些生态居住小区建设是违背生态规律、浪费物质能量的豪宅建设,一些生态示范政绩是违背生态经济原则高物耗高能耗堆出来的政绩。这里有道德问题,但大多数还是认识问题,全社会缺乏正确的生态知识教育、生态行为引导和生态科学方法。一些人认为种树就是生态、地绿就是生态、污水处理厂就是生态、垃圾焚烧炉就是生态。这更说明了社会急需从认知、体制、技

术和行为诸方面去普及生态知识、宣传生态科学、强化生态伦理和诱导生态文明。生态教育与科普已成为生态学工作者义不容辞的任务。社会需要从科学层次认识生态,系统层次管理生态,工程层次建设生态,社会层次宣传生态和美学层次品味生态。生态学工作者也可以通过科普接近社会、接近决策者、企业家和普通群众,了解社会的生态需求,反过来能推动生态科学的学科建设和人才培养。

一个由 M. Palmer 等 20 名著名生态学家组成的美国生态学会生态远景委员会 2004 年完成的一个战略研究报告(www.esa.org/ecovisions)指出,长期以来,生态学家一直热衷于对原生生态系统的研究,新世纪的生态学研究将把重点转移到生态系统和人类的共存关系及可持续能力建设上,强调从生态系统角度发展生态服务科学,从人类活动角度发展生态设计科学;我们未来的环境由人类为主体的、人类有意或无意管理的生态系统所组成;一个可持续发展的未来将包括维持性、恢复性和创建性的综合生态系统;生态学注定会成为制定可持续发展规划与决策过程中的重要组成部分;为了更好地开展生态学研究 and 有效地利用生态学知识,科学家,政府,企业界和公众必须在区域以至全球范围内结成前所未有的合作关系;未来的发展要求生态学家不仅仅是一流的研究人员,而且是决策制定过程中生态信息的提供者。该报告的简介以“拥挤地球的生态学”为名刊登在《科学》杂志 2004 年 5 月 28 第 304 卷 1251~1252 页上^[8]。《生态学与环境科学前沿》杂志 2005 年 2 月出版“生态可持续发展未来之展望”专辑,专门介绍了该报告总纲的详细内容和相关领域的行动方略。

该报告指出,过去一个优秀的科学家只想做两件事:一是从事一流的科学研究工作,二是把研究结果发表在一流的学术期刊上与同行共享。美国生态学会的报告却指出,生态学家还必须从事第三种活动:向公众,尤其是纳税人、决策者和企业家宣传生态学的重要性和生态建设的方法。生态学家在普及生态学知识时一方面要积极主动、深入浅出,另一方面还要听取公众意见、回答公众问题并提出可行的解决方案。目前生态学家还不能或不愿回答许多这些“下里巴人”的问题,因为这些问题不是“阳春白雪”,还没有引起科学界足够的重视,对这些问题的研究也很难在著名杂志上发表。

作为世界上会员最多、实力最强的美国生态学会发表的这一报告是划时代的。它标明世界生态学在继续深化现有研究领域的同时,正从传统生物生态学向人类可持续发展生态学、经院生态学向管理决策生态学、自然生态学向社会生态学、恢复生态学向工程生态学的拓展和升华。报告中建议的促进生态科学与决策管理的联姻、推进以生态学为基础的科学决策;深化面向可持续发展的多尺度、前瞻性、创新性、信息化的生态学研究;营建跨领域、跨学科、前瞻性和国际性的生态文化交融氛围等三大战略和相应的行动计划,对快速经济发展中的我国城乡环境保护、生态建设和生态科学发展有着重要的参考价值。报告中提出的生态服务、生态设计、生态信息和生态文化研究已成为生态学前沿的几朵奇葩,也是当前中国生态学研究的热点^①。

生态不仅需要呵护,更需要建设。生态建设不单是要从负面去控制、约束人的行为,按法规条例去呵护环境、保育自然、防治生态破坏;还要从正面去诱导人的良知,激励人的能力,按生态规律去孕育生态活力,设计、创建和管理人工生境。生态建设是指对各类生态关系的调控、规划、管理、修复与重建,简称生态建设。英文可译为 ecological development。如何处理人与自然关系,国际上有生态掠夺、生态建设和生态回归三大派:生态掠夺不可持续,生态回归过于保守^[3],而面向循环经济与和谐社会的生态建设才是发展中国家环境保护的正确途径。生态建设有三类,一类是生态保护,如封山、休渔、禁牧、风水林和自然保护区等。传统生态学强调的是对自然生态系统的保护,不主张改变或破坏自然生态系统的原有功能,特别是“绿色和平组织”,强调世界上任何一种生物都有它生活的权利,保护其生存权利是每个地球公民的责任,在人类疯狂掠夺自然的今天,这种保护有一定的积极意义;第二是生态修复,破坏了怎么去修复,恢复其原有地生态功能,包括矿山恢复,景观恢复、植被恢复、水体修复、湿地恢复、污染土壤的修复等。第三是生态创建,通过人工措施去设计和建设人工生态系统,为人类提供更好的生态服务,比如桑基鱼塘、稻田养鱼、沼气及庭院生态工程、屋顶和立面绿化、坝地、人工湿地等。如我们与前国际生态学会主席宫胁昭在马鞍山开展的矿山植被快速恢复的合作研

① 中华海外生态学者协会. 生态学未来之展望. 北京:中国生态学会,2005.

究,就是利用城市本地乔灌木种快速营造多样性次生植被开展人工生态系统建设的成功案例。浙江金华屋顶人工绿地生态工程建设,广西南宁农村生态卫生系统建设,四川雅安等一些地方将自然恢复与生态经济建设紧密结合的成功的退耕还林等都是主动型生态建设的成功案例,在这一方面中国是有几千年传统的。中国生态学工作者有责任、有义务也有能力在全国广泛宣传国内外生态建设的经验和教训,扶持各地自下而上的生态建设示范推广工作,推动生态文明运动的健康发展。

3.3 文化革新:参与生态学决策与管理咨询

生态学研究不仅要潜心理论、认识机理,更要锐意实践、改造环境、推动社会的进步;生态学研究成果不仅要学术文章,更要实践效果,要把生态文章写到地上、融到心里,变成决策、规划、管理人员自己的工作语言。生态建设和生态科普的社会效果是衡量生态学研究业绩的重要内容。

未来的生态学将是一门充满新思想,新理论,新方法,新技术的创新性、前瞻性和面向可持续发展的新科学。面对新的挑战,生态学家需要改变其传统单挑独斗和经院研究的思维方式,建立一种生态研究的新型文化氛围。要强化自身的科学合作能力、系统整合能力、社会亲和能力和组织协调能力,建立多元化的合作伙伴关系和多样性的学科支撑体系。任何一位生态学家都不可能精通所有领域并熟悉全部方法与技术,生态学家只能携手合作,去共同理解、揭示和解决世界面临的环境问题。生态学家需要将自己视为市场环境中的企业家,不断地寻求战略合作伙伴和做出快速反应。生态学科要从事的是包容性而非排他性的研究,要不断地吸取外部学科的营养,营建生态学自己的文化氛围去达到不断创新的目的。这些生态学知识的深度与广度,以及与其他学科交叉融合的盖度,将使生态学家在影响地球可持续性的多层次决策中起到关键的作用^[8]。

美国生态学会对未来生态学的展望认为^[8]:生态学研究已为了解自然以及人类对自然的影响做出了巨大贡献;生态学的研究重点应放在自然与人类共存和可持续发展的方法上;生态服务和生态设计是未来生态研究的热点领域;生态学的一个发展方向是将自然生态学拓展到人类生态学以及其它交叉学科。生态学工作者肩负着在生态学研究、环境政策和决策管理之间进行沟通的重大使命,为了完成这个使命,生态学家必须不同范围以不同形式寻找非传统的合作伙伴;要制定一个加快研究项目开发、便于开展大规模试验、数据收集以及把研究与解决方案结合起来的初步计划;建立一种旨在加强科学家、管理者和决策人员之间交流互动的机制和平台;向公众宣传对生态系统服务和人类福祉关系的了解。

生态学是横向耦合的科学,它的系统方法需要整体论和还原论的结合,而不是排斥还原论。现代科学的基础还是还原论,没有还原论科学不能进步,社会不能进步,但是还原论必须和整体论相辅相成,硬技术必须和软方法结合,定性和定量结合,分析和综合结合,主观和客观结合,网状和链状的关系结合。生态学和系统科学是最有资格和潜力进入决策管理领域的两个学科。管理一词原意是人与自然关系的调理:竹加官等于管,要靠人去约束、控制;王加田加土等于理,要靠王法、体制去疏导、规范和调谐自然和经济行为。生态管理的“生态”有三层含义:一是作为管理工具的生态学理念、方法、技术,包括生态动力学、生态控制论和生态系统学;二是作为管理主体的人与其环境(物理、化学、生物、经济、社会、文化)间的共轭生态关系(生产、流通、消费、还原、进化);三是作为管理客体的各类生态因子(水、土、气、生、矿)和生态系统(如森林、草原、湿地、海洋、农田、海洋)的功能状态。生态管理科学就是要运用系统工程的手段和人类生态学原理去探讨这类复合生态系统的动力学机制和控制论方法,协调人与自然、经济与环境、局部与整体间在时间、空间、数量、结构、序理上复杂的系统耦合关系,促进物质、能量、信息的高效利用,技术和自然的充分融合,人的创造力和生产力得到最大限度的发挥,生态系统功能和居民身心健康得到最大限度的保护,经济、自然和文化得以持续、健康的发展。

认识、简化和转化复杂性的最终目的是要调控、保育和营建人类生存环境的可持续性。环境问题的解决需要通过技术、体制、行为三层次上的生态整合,将复杂的生态关系简化和转化为社会-经济-自然协调的可持续发展能力。生态学是其中强有力的催化剂。

变复杂性为可持续性,需要认识论领域一场天人生态关系的深刻变革:包括待人接物的哲学视野、资源代

谢的生产方式、影响环境的消费行为的转型,以及以财富为中心的经济发展新观向财富、健康、文明协调发展的生态发展观的更新。为推进线性思维、物理思维、还原论向系统思维、生态思维和整体论的观念更新,社会需要一种全新的生态哲学。

变复杂性为可持续性,需要生态学研究与管理体制的革新:需要一座沟通人与自然、科学与社会的桥梁;需要一条联系生存和发展、穷国和富国、东方与西方以及传统文化和现代技术的科学纽带;需要一种融汇生物科学、环境科学、工程科学和自然科学各分支学科、以及自然科学和社会科学的共同语言;需要一类能化繁杂为简单、理论为行动,规划、管理人员与研究的教学工作者共生的多元文化,生态学工作者当仁不让是承担这一历史使命的中坚力量。

变复杂性为可持续性,需要生态学研究、生态保育和生态建设方法和技术的创新:需要从测量到测序、寻优到寻适、整形到整神的方法论转型;需要辨识、模拟和调控好时间、空间、数量、结构、序理间复杂的生态动力学机制,运用生态控制论方法,处理好个体和整体、眼前和长远、局地和区域间复杂的生态耦合关系。了解、参与、协助决策管理部门的科学管理,培养具有高水平生态知识和生态意识的决策管理人员,是生态学工作者义不容辞的社会职责和科学本分。

欲穷千里目、更上一层楼,新世纪的生态学既要深化原有学科的深度研究,又要走出经院、走出自然、影响经济、影响社会,要充分发挥其交叉学科的桥梁、纽带、宣传队、播种机作用,为我们拥挤、脆弱地球家园的持续发展、为达到联合国千年发展目标以及 60 多亿地球村村民的健康文明保驾护航。

References:

- [1] Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Washington D C: Island Press, 2005.
- [2] Wang R S. World ecology summit conference and global summit ecology. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2007, 22(4):330—333.
- [3] Wang R S. The scientific connote of eco-heath and its system approach. Science & Technology Review, 2005, 23(3):4—7.
- [4] Aldo L, Charles W S, Robert F. A sand county almanac. Oxford:Oxford University Press, 1949.
- [5] Li F, Wang R S. Ecocity-Sustainable development pattern: Da feng 30years. Chinese Population, Resources and Environment, 2006, S:841—846.
- [6] Wang R S, Zhou T, Chen L, Liu J R, Wang Z. Fundamentals of Industrial ecology. Beijing: Xinhua Express, 2006. 468.
- [7] Odum E P. Basic Ecology. Saunders College Publishing, 1983.
- [8] Palmer M, *et al.* Ecology for a crowded planet. Science, 2004, 304:1251—1252.

参考文献:

- [2] 王如松. 世界生态高峰会与全球高峰生态学. 中国科学院院刊, 2007, 22(4):330~333.
- [3] 王如松. 生态健康的科学内涵和系统调理方法. 科技导报, 2005, 23(3):4~7.
- [5] 李锋, 王如松. 大丰生态市可持续发展模式: 上下 30 年. 中国人口·资源与环境, 2006(专刊):841~846.
- [6] 王如松, 周涛, 陈亮, 刘晶茹, 王震. 产业生态学基础. 北京: 新华出版社, 2006. 468.