

论现代科学技术革命对生态学发展的影响

李寒娥¹⁾ 李秉滔²⁾ 夏汉平³⁾

(1) 佛山科学技术学院, 佛山 528000; 2) 华南农业大学; 3) 华南植物研究所)

摘 要 研究生物与环境之间相互关系及其作用机理的生态学的发展与现代科学技术革命密切相关。现代科学技术革命促进了生态学的发展, 同时, 它所带来的负效应——环境问题也向生态学提出了严峻的挑战。在分析当前几种主要对策的基础上, 提出解决现代科学技术负效应的最佳途径是将生态学原理应用于科学技术实践。

关键词 生态学, 科学技术革命, 负效应

生态学是研究生物与环境之间相互关系及其作用关系机理的科学。其英文名“ecology”来自希腊文“oikis”和“logos”两词。前者意为“住所”、“家庭”, 后者意为“研究”或“学科”之意。美国现代生态学家McIntosh R P 认为生态学一词由“田园牧歌派”博物学家、诗人和哲学家Henry David Thoreau 创立, 后经丹麦植物学Henry Warming 应用于植物学, “生态学”开始被广泛接受。进入 21 世纪, 生态学发展到了研究生态系统的结构和功能的科学阶段^[1-4]。如今, 生态学已经发展成为一门具有几十个分支学科的、有自己独特的研究理论、研究方法和目标的较为成熟、系统、综合的科学。纵观生态学的发展过程, 可以看出, 它既是生命科学的前沿科学, 又是环境科学的理论基础^[1,5]。生态学发展与现代科学技术革命存在密切的联系。

现代科学技术是 20 世纪 40 年代兴起的世界新技术革命发展过程中逐渐形成的一个高新科学技术群, 以新材料技术、高能源技术和信息技术为 3 大支柱。现代科学技术革命的直接后果是: 一方面促进经济巨大增长, 另一方面又产生了前所未有的环境问题^[5]。所有这一切给以环境与生物相互关系为基础研究对象的古老生态学以强大冲击。本文根据现代科学技术革命的“正效应”与“负效应”, 提出生态学的研究方法受益于科学技术进步; 同时, 现代科学技术的负效应也不断地给生态学研究提出新的课题, 形成了新的生态学分支学科。本文对提高人们的生态环境意识、正确评价和使用现代科学技术, 具有一定的现实意义和理论意义。

1 现代科学技术革命促进了生态学的发展

自从 1768 年英国詹姆士·瓦特发明蒸汽机以来, 生产力得到迅速发展。正如马克思、恩格斯在《共产党宣言》所指出: “蒸汽和机器引起了工业生产的革命”, “资产阶级在它不到一百年的阶段统治中所创造的全部生产力还要多, 还要大。”^[6]工业革命证明“科学技

术是生产力。”而现在人类正处于信息社会，科学、技术和生产形成了科学—技术—生产的发展顺序，实践证明科学技术是第一生产力。现代科学技术更加深刻地改造社会，使生产力迅猛向前发展。同时，不断涌现出的现代科学技术革命新成就也使生态学的理论和方法得到了多次变革。

生态学的发展经历了一个漫长的时期，从科学技术对它的影响及研究范围的广度来看，可以认为生态学分为两个大的时期。一是描述性阶段，本世纪 60 年代以前，研究生生态学的人员绝大多数是生物学的专家^[7]，对生态学发展影响最大的主要是其它基础学科如物理、数学和化学的理论方法在生态学研究中的应用。食物链、生态位、生态系统、生态金字塔等重要的生态学概念亦在这一时期被提出。该时期的代表作有达尔文的《物种起源》，Verhust (1938) 发表的著名的“Logistic”方程等。研究场所主要在野外，研究方法以描述为特征^[1,7,8]。二是定量研究阶段。20 世纪 60 年代以来，现代科学技术革命的成就如电子计算机、遥感技术、自记仪器、系统分析技术、控制技术、通讯技术、数学模型、现代信息科学的“老三论”——信息论、系统论和控制论及“新三论”——协同论、突变论、耗散结构论等^[7,9,10]应用于生态学后，生态学开始由定性描述向定量研究转化，从此登上工程科学的殿堂。

传统生态学一般将自然生态系统作为其研究对象以揭示自然状态下生物与环境之间的相互关系。但该法对用数学模型研究及野外观察调查的深入研究存在一定局限性，因此，生态学实验研究受到研究人员的青睐。Hairston 曾对英国生态学期刊 (*The Journal of Ecology*) 上发表的论文进行了统计分析，其结果表明：1959 年此杂志仅有 3.3% 的论文与实验研究有关；1979 年该比例上升到 16.7%，而到本世纪末的 1987 年则已达到 5.3%^[11]。这些实验研究成果的取得与现代科学技术提供的物质技术条件紧密相关。近些年来，稳定同位素技术、遥感技术和数学模型是当前全球生态学研究中的三大现代科学技术，其中稳定同位素技术自 90 年代以后被广泛应用于生态学的许多研究领域，它从新的角度探讨生物与环境的关系，从而进一步提高了人们对地球上发生的变化如大气成分的改变及其根源、环境质量的变化及其生物学效应、气候及元素的生物地球化学循环变化等多方面的认识^[12-16]。

2 现代科学技术革命的负效应——环境问题向生态学提出了严峻挑战

工业革命尤其是二次世界大战后，国家之间的竞争开始由军事转向科学技术，科学技术得到迅猛发展，人类利用自然、改造自然的能力不断增强，经济得到大发展，每年创造的财富超过 15 万亿美元^[17]。然而，科学技术犹如一把双刃剑，一面对着经济发展，一面却对着环境退化。科学技术为社会带来了巨大的经济财富，但同时也对环境造成了极大的破坏。对此，恩格斯早就谈到：“我们不要过分陶醉于我们对自然界的胜利。对于每一次这样的胜利，自然界都报复了我们。”^[18] 本世纪 30~60 年代，许多国家出现了环境问题，如在某些工业发达国家发生的震惊世界的伦敦烟雾事件、四日市事件等八大公害事件，便是现代科学技术革命推动工业发展的直接后果。1962 年，美国海洋生物学家 Rachel Carson 发表了《*Silent Spring*》^[19]。她以一位科学家良好的科学素养，从环境污染的角度揭示了化学杀虫剂普遍用于农业各部门后，各种生物包括人类在内的受害状况，称

“杀虫剂”为“杀生剂”。30多年后，“世界野生动物基金会”的哥尔根女士在她的《人类失去未来》一书中，向世人宣告当今人类一系列不孕症是环境中化学污染引起的。如果不采取有效措施，人类将失去未来^[20]。此外，20世纪中期以来，原子能技术、空间技术、新材料技术等迅猛发展和广泛应用，人们改造自然的能力及对自然资源大破坏的程度同时增强，造成了当今全球性的生态环境问题——温室效应、臭氧层变薄、酸雨沉降、生物多样性减少、水资源匮乏、可更新资源枯竭、土地沙漠化、盐碱化、酸化等严重的环境问题出现^[21, 22]，所有这一切均严重地威胁着人类社会与生物圈的生存和发展。科学技术进步与生存环境保护出现了尖锐矛盾，人们开始认真全面思考科学技术的作用。

有人认为科学技术革命是破坏环境的元凶。如Commoner认为，某些技术尤其是那些自二次世界大战以来被广泛采用的技术，都是环境退化的重要原因^[23]。全球性环境问题向生态学提出了严峻的挑战，需要国际社会联合行动起来寻求解决问题的最佳途径。

3 解决现代科学技术革命负效应的方法

人们面对层出不穷的环境问题，已逐渐认识到科学技术的负效应的实质。尽管现代科学技术在推动社会发展的进程中，已不可避免地带来了环境污染和生态破坏，但科学技术本身不是造成环境问题的祸首。农业技术是为了提高产量、满足日益增长的人口粮食需要而产生的。农业生产上使用的农药、化肥、杀虫剂等都是为了围绕这一增产目的而生产的。只是人们在使用农业技术的时候，没有考虑到技术的不完整性或缺乏对其负面影响的认识和研究，盲目使用科学技术，一味追求经济效益必会带来环境灾难。如过量使用农药和化肥是造成土壤地力退化、环境污染的重要原因之一。据估计，化学氮肥的使用将使下世纪的大气中 NO_x -N增加， O_3 减少8%，紫外线强度增加15%^[19, 27]。为了将科学技术的负效应降到最低限度，关键要靠人们环境、生态意识的提高，国际社会保护全球环境的联合行动，科学的理论指导及采用先进技术手段来达到。

当代环境问题的全球性使人们更加清楚地认识到，自然界没有绝对的隔离生态系统。地球这个开放的生态系统，其能量和物质流动不受国界限制。随着人们对科学技术发展引起的全球性的环境问题的认识程度的提高，从本世纪60年代开始，各种保护地球的国际组织相继成立，制定了一系列全球性的研究项目，如1964年UNESCO组织的BP；1971年联合国教科文组织成立的MAB。前者注重研究各类生态系统结构、功能和生物生产力，为自然资源管理和环境保护提供科学依据。1986年国际科联理事会提出了一个规模更加庞大的IGBP计划，它以整个地球系统及其生命支持系统为研究对象，研究发生在该系统内并受人类活动影响的物理、化学、生物的相互作用过程的国际合作计划，旨在提高全球环境及生命过程重大的预测能力^[25]。上述组织的实施运作对解决科学技术的负效应问题及协调其与经济发展的关系起到了极其重要的宏观调控作用。

生态学在处理科学技术的负效应问题上，起着理论指导作用。顺应时代要求产生的技术生态学，是专门研究负效应的产生、作用机理和控制途径的科学，它属于生态学的又一重要分支学科，是环境保护研究的新领域。其研究内容大致包括以下几个方面：研究技术负效应对生态环境的危害机理和破坏途径；研究防止技术滥用和技术使用不当发生的意外事故；研究减轻或控制负效应的方法与手段；研究科技负效应的监督和立法；建

立评价、鉴定科学成果的新规范^[24]。另外,科学技术引起的全球工业化的膨胀、农业现代化的发展及城市化进程的加快和与之而来的全球环境问题,其变化之快使未来环境具有不可测性,为加强对未来环境变化的准确预测,如全球变暖、降水的增加可能导致海洋平面的上升、农作物的迁移、生物多样性的变化等情况,提高人们对未来可能的环境质量变化采取应对措施的能力。90年代初提出的信息生态学,充分利用现代遥感技术和现代计算机技术及大量的生态学信息对未来的环境状况进行准确的定量分析和解释^[26]。此外,恢复生态学、生态工程、城市生态学等生态学理论为降低技术负效应均起到了不可低估的作用。

现代科学技术在解决当前环境问题方面则更是起着至关重要的作用。尤其是处理当前的复杂多变的环境问题,需要更多更好的新型技术。目前,国际国内广泛利用物理、化学、生物等多种科学技术进行固体、水、大气污染的治理。国际上建立了许多环境公司在世界范围内进行环境工程承包,如处理水污染的英国的JR CROMPTON公司,芬兰的WISA PAK公司等。日本产业环境管理从1962年开始便致力于利用多学科知识解决环境污染问题。JEMAI(日本产业环境管理协会)适应于民间的委托人对污染控制区域的每一个或者全部的环节,如空气污染、水污染、噪声振动污染、讨厌的气味控制、废料管理等的要求。所有这些技术都是在环境受到污染后花巨资进行治理的。它总是滞后于应用生产上的技术的推广应用时间。也不能从根本上消除技术污染源,而且对经济不发达的国家,昂贵的治理费用更是难以获得。

目前,普遍认为最为经济实惠的方法是将污染消除在技术应用于生产的整个过程中,于是,绿色技术便应运而生。其总目标是使技术为人类服务但不造成环境污染,达到该目标的手段必须依赖于生态伦理观的建立及绿色设计、生态工艺及有机农业技术评估的推广^[21]。当今推广应用的无氟冰箱、德国的生态电视乃是这种绿色技术应用的典范。可见,实现产业技术生态化或发展绿色技术将是今后各企业生产的努力方向。

参 考 文 献

- 1 苏智先,王仁卿. 生态学概论. 济南: 山东大学出版社, 1989
- 2 Robert P. McInosh. The background of ecology: theories and condert. London: Cambridge University, 1985
- 3 Ricklefs R E. Ecology. 2nd ed. New York & Condord: Chriron Press, 1979
- 4 Odum E P. Fundamentals of ecology. 3rd ed. Philadelphia, London: Saunders, 1971
- 5 扬忠华. 现代科学技术新成就. 上海: 上海人民出版社, 1985
- 6 扬纪柯. 面临新挑战的科学技术. 合肥: 安徽科学出版社, 1985
- 7 李博. 普通生态学. 呼和浩特: 内蒙古大学出版社, 1993
- 8 达尔文. 物种起源. 北京: 科学出版社, 1972
- 9 吴三复. 现代科学技术概论. 北京: 原子能出版社, 1992
- 10 李博. 现代生态学讲座. 北京: 科学出版社, 1995
- 11 Hariston N G. Ecological experiments. London: Cambridge University Press, 1989
- 12 Ehlerinter J R, Farqular G D. Stable isotopes and plant carton~ water relations. Academic

- Press, Sandiego, 1993
- 13 Sirocko F, et al Century-scale events in monsoonal climate over the past 24 000 years *Nature*, 1993, 364: 322~ 324
 - 14 Feng X H, Epstein Climate implication of AN 800-year hydrogen isotope time series from bristlecome pine tress *Science*, 1994, 265: 1079~ 1081
 - 15 Laith K, Michener R H. Stable isotopes in ecology and environmental science Oxford: Black Scientific Publications, 1994
 - 16 Jackson R B, et al CO₂ alters water use, carbon gain, and yield for the dominant species in a natural grassland *Ecologia*, 98: 257~ 262
 - 17 何强, 井文涌, 王翊亭 环境学导论 北京: 清华大学出版社, 1994
 - 18 马克思, 恩格斯 马克思恩格斯选集 中共中央马克思、恩格斯著作编译局译 北京: 人民出版社, 1995 517
 - 19 Rachel Garson *Silent spring* Boston: HlughtonM iffilm Company, 1964
 - 20 上海译报, 1996, 4: 1
 - 21 刘佛翔, 张欣 推行绿色技术保证清洁生产: 环境保护, 1996 (7): 35~ 36
 - 22 不破敬一郎 (日本). 地球环境手册 全浩等译 北京: 中国环境科学出版社, 1995 8
 - 23 Commoner L B. The environment cost of ecologic growth *Chen Br*, 8: 52~ 65
 - 24 陈清硕, 王平 技术生态学——当代环境保护的新领域 环境保护, 1996 (10): 28~ 30
 - 25 马世骏 现代生态学透视 北京: 科学出版社, 1991
 - 26 高琼 信息生态学前景展望 见: 中外科技政策管理, 1995 (7): 89~ 94
 - 27 Odum H T. 系统生态学 蒋有绪等译 北京: 科学出版社, 1993

Prelim ilary Comment on Modern Scientific and Technological Revolution and the Development of Ecology

Li Han'e¹⁾ Li Bingtao²⁾ Xia Hanping³⁾

(1) Foshan University, Foshan 528000; 2) South China Agricultural University;
3) South China Institute of Botany)

Abstract The development of ecology that studies relationship and functional mechanisms between organisms and environments has close relationship with modern science and technology revolution. On the one hand, modern science and technology promote the development of ecology. On the other hand, the negative effects brought about by scientific and technological revolution give the severe challenge to ecology. It is the most effective methods to solve the environmental problems by adopting ecological theory to new scientific and technological practices on the basis of analyzing a few of main environmental policy.

Keywords ecology, scientific and technological revolution, negative effect