

第一部分

一种新的政策框架

第1章 导言

1.1 全球的大环境

著名的奥地利经济学家 Joseph A. Schumpeter 曾用“毁灭性的龙卷风”来描述资本主义制度的特点。如果这对于资本主义的某一发展阶段来说是正确的,那我们现在就在这个龙卷风的风眼当中,享受一种暂时的心理上的宁静。事实上,全球正在发生的变化是如此明显,如此复杂,以至于无论是我们个人还是整个社会,都难以判别现存的社会到底是一种什么样的结构。这种加速的、根本性的变化已在人类社会的方方面面逐渐体现出来,如全球经济一体化的变革;两极冷战政治格局的结束;信息技术革命的出现;服务经济的崛起;权利的再分配已从国家蔓延到地方、区域乃至全球性的政治利益团体以及一些跨国公司和资本市场;几乎所有的社会组织都要重新定义,从家庭,到教会,到大学,到私人公司,等等。这就给我们提出了一个目标:必须理解这些变化的本质。

在自然系统与人类社会系统的交互作用中,产生了许多“环境问题”。如何解决这些环境问题需要一系列的法规政策。这里先谈一点这方面的话题。事实上,自然的生态系统与人类社会系统一直是共同发展、相互联系的。例如,社会化的大都市也要经受自然的天气影响,也必须保证自然的水、能源和食物供给。由于人类的各種经济活动,即便是在偏远地区的生物群体,也会产生有毒金属离子和有机氯化物的生物积累效应。因此,我们要做的工作是如何从科学上理解这些现象的内在联系,以及这些环境效应对未来有多大的影响等。不仅要从社会、文化、政治、宗教等各个方面去认识其现象,还要开发一系列的科学方法去定量地理解其本质,打开人类历史的新篇章。

无疑,要圆满完成这些任务是不容易的。但我们可以归纳出一些通用的理论和方法,便于人们理解工业生态学。这些通用理论和方法在本书中将不断被重述,一些简单明了的解释也会有助于读者抓住重点。

1. 从人类历史来看,全球社会和经济目前正在由传统的单一体系向多元化方向发

展。而且,从技术角度看,这种多元化体系将会越来越复杂。伴随产生各种具有多边关系的、不同层次的社团、单位、系统、具有共同兴趣的组织、政治和社会团体等。以前人们一直认为,人类社会的这些活动主要是对自然界的物理、化学以及生物系统及其循环产生全球性的或区域性的影响。现在看来,人类的这些活动不仅是对外影响了自然界,对人类社会内部的各个方面也产生了很大影响,甚至可能会导致严重的社会和经济崩溃。用现有的理论来理解这些全球化的变化和复杂性显然是困难的。如果想对未来社会提出一些实际可行的指导意见,我们需要发展更强有力的模型和理论,制定更有效的法规和政策体系。无论我们的研究水平多高,速度多快,都不可能完美地解决人类社会活动产生的这些问题。因此,本书只是在理论上进行一些初步的探索。

2. 自工业革命以来,伴随人口的增加和消费水平的提高,这个地球越来越朝着工程化的方向发展。工程化的逻辑思维方式不仅决定了人类社会的结构,也对自然界的所有生物群体产生影响。一个明显的趋势是以前不同地区的人类生活模式现在正在全球范围内互相影响,互相渗透,逐渐走向全球同化。

从很多方面看,我们已经生活在这样一个工程化的世界里了,只是我们没有意识到而已。因为这个工程化的地球并不是按照人类的计划设计出来的,而是长期地通过一系列的技术项目发展到目前这个阶段的。这个地球现在已经拥有 57 亿人,在未来的 100 年中人口将达到 80 亿~100 亿。这么多人要按照发达国家的生活水准追求物质财富,使得这个地球不可避免地要朝工程化的方向发展。在这个意义上,无论是科学技术的乐观主义还是悲观主义都无法左右这个世界的发展,也不是简单地用“好”或“坏”就能评价的。

这种工程化的发展趋势并不是一种假设,而是急迫地需要我们拿出各种适用的技术、科学以及政策工具来规划和管理这个地球。如何在各个方面、各种程度上有效地控制这个复杂的、相互关联的、高度非线性的地球系统,目前对人类来说还只是一个理想化的目标。许多技术参数还没有精确定义,甚至参数的种类也还没有确定。但是,这种工程化的发展趋势为我们开拓了一个“地球系统工程”的新领域,其研究内容包括如何确定产品、技术、文化和社会之间的复杂关系和相互作用以及这些相互作用的本质等。尽管目前的研究还是初步的、分散的和经验性的,希望将来能对这些相互作用进行精确的、本质上的预测。

3. 西方科学研究的发展趋势是研究范围越来越窄,内容越来越深。在研究方法上,不仅以前那些线性化、短期化和因果化的简化处理方法仍然在用,而且又加上更系统化和复杂化的一些方法,使科学研究方法越来越完善。在科研方向上,许多研究机构,如学术团体、私人企业、政治机构等对其优势学科一般都给予重点支持,而对交叉学科支持不够,使某些学科的交叉研究在某种程度上受到限制。任何一个在大学的那些跨学科中心工作的人都能证明这点。更复杂的是经费分配方式和科研支持系统,如期刊、会议、奖励和荣誉等。这些都倾向于鼓励某一具体学科或具体领域的研究和发展,而不太愿意支持跨学科的研究。当然,这并不是说西方国家不知道跨学科研究的重要性,而是与东方国家相比

较,重视得不够。一些亚洲国家,如中国和日本,他们在世界观上更注重有机性和整体性。譬如对工业生态学的研究,他们更强调跨学科的重要性。因此,对工业生态学,如果我们采取东西方结合的方式进行研究,把两种伟大的文明传统,即东方的整体化和西方的简约化有机地结合起来,相信能够使这门学科达到一个很高的水平。

4. 由于区域政治结构,如政府部门设置、州界、国界的限制,以及民族习惯和心理因素的约束,许多政策通常只是在一个具体的地区短期内能够得到实施。就像大多数人不会过多思考几年以后的事情,或从地理区域上来说,更关心他们自己国家的事情那样。但是,工业生态学所研究的许多自然和社会系统,需要建立长期的、大范围的理论模型。这些模型不仅仅是几十年的,有时需要几个世纪;不仅需要跨越大陆的,甚至是全球的。因此,对工业生态学而言,关键问题是如何建立一个具有广泛适应性的政策系统,使之能够在长周期、大范围内进行应用。

5. 在这个现代化的社会里,所有的单位和机构时刻都在发生不同的变化,如国家、地区、企业、大学和研究机构、家庭以及区域性的社团等。而且这种变化往往使人不易察觉。因此,要建立一套有效的、能长期适用的政策框架和系统很难。通常只能在一定范围内弹性地应用这些政策系统理论。另外,文化和社会活动往往制造了环境的污染,但他们却拒绝承认环境恶化的这些现实。总之,解决这些实际存在的问题是政策发展面临的一个艰难挑战。

6. 可持续性,其具体表现形式是我们所熟悉的可持续发展,将在后面进行详细讨论。此处需要强调的是,有关可持续性的概念之所以还没有被广泛接受,一方面是因为有关知识的匮乏;另一方面是因为这个概念与社会的价值观有很密切的关系。其复杂性直接与人口数量、经济模式(包括消费模式、技术发展水平)、文化习惯以及支持的自然系统相关联。如果按照人口发展水平来评价的话,许多国家在某一阶段都是一种可持续发展的,特别是一些贫穷国家更是这样。因为按照马尔萨斯的理论,人口的增长可以通过死亡率来控制。因此,通过保持有限的人口增长速度来维持高度的生物多样性,是一种有效的可持续发展途径。就全球范围而言,我们还需要有意识地控制人口水平,从而能够长期地保持地球的可持续性。

尽管可持续性不能影响个人的行为方式,但为社会的发展方向提供了多种选择。人们根据这种选择性提出了一个有趣而令人困惑的概念:“社会发展自由”。其实,在宗教、社会、文化、政治、经济以及其他条件的限制下,一个正在走向全球化的社会有多大的自由发展空间?除了企业、国家体制或者是个人有一定的自由选择外,真正的社会组织能有多少机会在社会发展方向上进行尝试?如果把社会发展自由作为评价人类活动是否可持续性的一种标准,由于其诸多的限制因素,这个概念在实践中将不会有任何意义。

当然,这并不是说“可持续性”,或者更确切地说“可持续发展”,这个概念一点价值也没有。实际上,“可持续性”这个词在本书里被通篇使用,并作为一个有用的、容易理解的概念来评价那些令人乐观的可持续发展的全球经济和社会体系。以上这些想法已经考虑

了很久,只是因为“可持续性”这个概念太复杂,一直没有进行系统的整理。

7. 对现有的经济运行方式进行改革,使之既能追求经济效益,也能追求环境效益。这种变革对不同的工业部门和技术系统而言,其结果会使一些部门受益,但另一些部门会受损。因此,应及时调整部门结构,以适应经济快速发展的需要。例如,农业技术已成为制药行业的一个关键加工技术。对国家政府部门和社会组织来说,了解各个领域的发展趋势有助于指导他们的研究活动、合理安排研究资源,甚至包括员工素质的培养。

随着科学的发展,电子和信息技术对各行各业的影响越来越大。特别是经济部门,信息的密度和速度往往起着决定性的作用。生物技术和生物材料和生态工程技术的发展,可改善生物系统的能源和材料效率。而农业技术的发展,使以前许多不能再利用的资源可以被重新利用。在经济运行过程中,由于材料的循环效率越来越高,使许多工业部门都经历了前所未有的变化。还有,能源价格是社会成本价格的一个重要组成部分,其变化不但影响运输部门,还影响钢铁、石油化工等传统材料部门。

8. 有时候,环境问题具有一种启示作用。例如,人类的许多经济和社会活动,已开始威胁“地球”、“生命”甚至物种的生存。目前看来,这些活动对人类的幸福、健康的负面影响都是肯定的,破坏了全球社会和经济体系的稳定性,最后可能导致地球的毁灭。尽管人类也在通过各种努力,包括制定法规和政策,来避免生物多样性的衰退和改善生存条件。但对环境已造成的许多破坏,不是短期内就能恢复的。本书拟对环境改善的政策和规划作一些探索性的讨论,包括如何评价环境政策的合理性,环境规划的目标和目的是否明确,各种环保活动对现在和将来的影响,等等。

最后补充说明一下,按照工业生态学的理论,在理想条件下,人类是可以通过一些合理的和可接受的途径,既追求经济效益,也追求环境效益,实现一种可持续的全球社会经济发展。目前还没有实际的数据来证明这个理论,这也不是本书的一个主要话题。相反,全球的海洋污染和气候变化现象表明,现存的自然生态系统已受到很大冲击,很难继续进行良性的自我循环。另外,日益全球化的经济活动对自然系统的影响越来越大,我们还不知道现有的文化和社会文明能够以多快的速度来迎接这些挑战。至少目前我们对潜在的巨大危机没有任何准备。当然,对人类社会的前景过于悲观失望是相当幼稚的,也是不可取的。惟有通过我们的努力,加深对环境问题的理解,建立一系列的法规政策。为了我们的孩子和全人类,也是我们人类的神圣使命,用行动去建设一个可持续发展的世界。

1.2 对工业生态学理论的需求

变革,尤其是根本性的变革,从来都不容易。它总是要消耗金钱,而最终是否能获得利润却无法事先估计。因此任何一个新的课题被提出的时候,其基本原则就是先要辨明其必要性。有鉴于此,我们必须从我们的课题对现行条件是否具有必要性入手来研究我们需要什么。

许多现行的环境污染防治政策和法规特别要求环境污染的治理不能严重地影响经济活动。因此,从根本上改革现行的这些不合理的政策越来越具有必要性。实际上,许多政策法规往往只关注那些已出现的环境污染现象,而不是从战略上来为消费者、生产者以及社会本身考虑。这些空洞的政策对个人、团体乃至社会的主体行为影响甚微。许多人都认为,环境问题不能够仅当作一个静态的污染现象来处理。真正的战略性的政策法规应该是把环境污染和那些制造污染的主体——包括生产者、消费者以及整个社会——作为一体来考虑,从源头遏制污染的产生。评价环境政策法规有效性的一个重要指标,是看所制定的政策法规和实际执行效果之间的差距。在科技、国防、经济和贸易等领域,所制定许多政策法规在实践中执行的效果非常好。惟有环境政策,制定和实施之间总是有差距,几乎每个国家和国际组织都是如此。

对环境问题的关注,从时间和空间角度看,往往是局部地集中于某一个单一的污染现象。例如杀虫剂 DDT、多氯化联苯化合物(PCBs)以及重金属离子,等等。针对这些特定的污染现象,所采取的措施往往是进行单一的治理。基本属于一种补救措施。这些补救措施对于一些已经存在的局部环境问题,如空气污染、水污染以及固体垃圾污染,收效常常是显著的。因为这些污染治理相对地易于操作,风险较少。尤其在美国,大量采用这种“末端控制”的污染物排放控制技术,限制那些对环境不利的排放。除了这些单一的治理技术外,一些环境防治目标宽一点的治理规划,目前也只是着眼于调整现存的生产技术,使产品的整个制造过程不但追求经济效益,也开始注意环境效益。但对那些影响范围更广,有可能明显产生全球环境压力的问题,目前还注意得不够。例如,汽车制造业的污染治理是必要的,但这一行业中的宏观环境问题还没有开始提到日程上来。

通常,各个地方和各个部门都是把发展经济的任务放在首位。相对地,环境保护的任务被置于一种辅助的地位。而且在大多数发达国家,由于一直执行有关的环保法规和政策,他们已经拥有了较干净的空气、水源和较少的环境污染。因此,在这种情形下,我们需要重新考虑,现有的环保法规和政策是否与社会发展同步,特别是能否适应信息社会发展的需求等。其实,答案是肯定的,我们急需制定一些新的、适用范围更广的环境政策和法规,用于解决一些新的环境污染现象或长期积累的环境问题。

表 1.1 是传统的环境政策和工业生态学倡导的环境政策的比较。可以看到,正在发展的工业生态学原理反映了在全球范围内将环境、技术和经济结合起来的必要性,最佳地体现了制定环境政策的最终目的。传统环境政策的不足之处在于,其目标仅集中在如何降低局部地区的污染程度,所有的环保补救措施和行为都只是瞄准特定的污染源或单一的人类风险事故。很少注意到局部的环境事故对全地球、全人类的风险,以及由此产生的不可持续的经济行为。并且,这种单一的环境治理措施在一些局部地区还有越来越普遍的趋势。工业生态学却恰恰相反,是以建立一个全球可持续的社会经济系统为最终目标。尽管工业生态学不能替代那些传统的环境污染控制和补救措施,它真正关心的是整个社会经济的生产和消费模式。

表 1.1 传统环境政策和工业生态学环境政策的比较

行为方式	目 标	实施范围	环境和经济的关系	涉及学科	对系统的认识
污染补救和控制措施	降低局部的和短期的 人类的危险：清洁空 气和水源	单一的污 染 源、过程或污 染物	局部/单一	污染控制专业	简单
工业生态学	全球的可持续性,包括 缓解全球的气候变化, 栖息地和生物多样性 的丧失,水源、土壤和 空气资源的退化	原材料、产品、 服务和整个生 命周期的操作	战略性的、综 合的	将物理、生物、 社会、法律、经 济、技术、工程 等学科进行高 度综合	复杂

由传统的局部治理到关注整个社会经济的可持续性,这种观念的转变是非常重要的。从两点可以体现,第一,降低局部地区的环境风险明显对这个地区的居民有利。但对促进这个地区的可持续性则远远不够。第二,目前许多环境问题正威胁着全球的可持续性,如生物多样性的减少,全球气候变化,臭氧层损耗,全球水资源、石油资源的日益贫乏,空气质量的退化,等等。这些不是简单的环境补救措施和局部的环境计划就能够解决的。减轻这些宏观的环境危害需要在科技、经济和人文行为上采取根本的变革措施,而不是仅仅把经费用于环境治理和补救。

汽车工业的环保提供了一个很好的例子。近年来,每辆车的污染情况,按每英里的尾气排放量来看,已经大大降低。从 1968 年开始对汽车尾气进行控制以来,到 1992 年,单位车辆的污染物,包括一氧化碳和碳氢化合物的平均排放量降低了 96%。对氮氧化物排放的控制,是 1972 年开始的。到 1992 年,新车的污染物排放降低了 76%。这些环境效益都是在技术水平得到改善的前提下获得的,其中还包括资源利用效率,即每加仑汽油所跑英里数和每单位发动机体积所产生的马力数和加速能力,都有非常显著的提高。

汽车污染物排放量的减少是一个典型的被动的污染治理案例。与其他很多污染治理项目相比,这个项目算是比较成功的。其目标、意义、技术水平等在项目实施前已很明确,特别是要求这种治理是为了汽车的使用,而不是用于汽车的生产。可是,这种被动的污染治理显然不能根除汽车的环境污染,所开发的治理技术对文化发展的贡献也不会太大。从交通工具来看,这个案例也证明了更好的技术对环境有利这个看法并不一定成立。事实上,在发达国家,城市中的汽车越来越多,每辆车的年驾驶时间也越来越长。另外,美国和欧洲国家的消费者越来越倾向于选择运动型交通工具,它们的燃油效率远低于中小型的私人轿车,结果是汽车尾气的总排放量年年在增加。同时,这些治理技术对改善汽车产业的基础建设也毫无贡献。大量的原材料如沥青、骨料、混凝土、钢铁等被用于建设道路、桥梁、停车场和其他基础交通设施,对周围的生态系统产生越来越大的压力。随着汽车消费量的增加,伴随的还有石油工业给环境带来的冲击。石油是汽车燃料的源泉,而且也提

供各种基建材料,例如沥青。更致命的是,汽车的使用正在使人口在地域上的分布和行为方式发生变化。结果是产生了大量的个人交通运输的需求,像美国这样的国家几乎是生活在汽车轮子上的。这些影响在发展技术时都是事先没有估计到的。

就像这个例子所印证的,被动的污染治理措施针对某一特定的污染排放物,可能是有效的。但其不足之处是不可避免地造成深度的环境治理无系统化。如果考虑的系统越大越复杂,这样的计划就越发显得没有用处。此外,补救措施的失败虽然有可能增大地区的风险,但是却很少会威胁到全球的环境。这里有些例外,如控制 CFCs 能够非常显著地减少对全球臭氧层的威胁。

相对而言,工业生态学提供的环保方案要全面一些。例如,如果我们的目标是建立一个可持续发展的社会,那么将汽车和支持它的基础建设当作一个复杂的技术系统就是非常必要的。不过,正因为工业生态学的方案是基于全球化的,一旦失败了则会不可避免地导致全球环境水平的下降。

针对汽车而言,被动的污染治理是一种合适的措施,因这些补救措施是基于一个已存在的系统,即汽车的使用需要进行环境治理。另外一个例子是局部区域的化学品泄漏,对其采取具体的环境治理是一个不错的方法,可明显控制那些特定的地区性危害。这些特定的环境治理方案在达到既定目标的时候,不会在其他领域带来无法预期的影响。当然,这种措施对于非常简单的系统是有效的,系统越加复杂,其有效性也会越小。

我们有理由认为,任何一个系统被引入之后各种问题都可能随之而来。例如,明确知道了铅和铍两种材料的毒性不同后,有些人要求电子制造业用铍基焊料替代铅基焊料。但实际上铍的毒性,尤其是铍对于人类以外的其他生物的毒性,并没有被很好地估计。铍通常是铅冶炼的副产品。如果铍的需求大量增加,实际可能会导致铅冶炼产品的大量增加。另外,在电子产品回收、粉碎并进行二次熔炼的过程中,铍会对铜造成污染。结果是铜无法在后续的电子产品中得到应用。因此,这样一个看似简单且毋庸置疑的有益替换,即用毒性小的材料替换毒性大的材料,在用相关的系统理论来衡量的时候,却是问题重重。

在实践中我们经常会碰到,当用生命周期方法来评估一项技术或一种材料对环境的影响时,结果往往是极其出人意外的。一个典型例子是一次性纸杯和塑料杯的使用,到底对环境有多大影响,一度是人们争议的焦点。荷兰政府对其作了一个生命周期评价。结果令人惊讶,在大多数场合下,两种材料,纸杯和塑料杯对环境的影响都比陶瓷杯要小。显然,这是一个非常违背直觉的结果。另一个生命周期评价结果表明,从环境保护的观点来看,扔掉穿过一次之后的弹性尼龙上衣再买一件新的,可能比漂洗之后继续穿更加合理,因为洗衣和干燥过程需要能量和材料输入。

这个观点并不是说,传统的补救措施,即使正确地理解和应用,也是无效的。在很多情况下,工业生态学不能被正确地理解和表述主要是因为其理论将科学、技术与环境综合起来,包含了许多复杂的系统及其交互作用。简单系统和复杂系统的某些区别将在第 9

章进行讨论。这里只需要认识到,实现可持续发展的目标需要多种政策,这有别于过去传统行为所依赖的一些理论和方法的政策。

现在就认为工业生态学的理论已经完善了,或其政策体系已被理解了是不适当的。实际上,完整的理论基础和积累的数据都还很有限。25年来,人们对环境治理做了大量的工作,但距离建立一个可持续发展的世界其实还很遥远。但我们相信,经历一定的时间,我们能够找到一种途径,使我们既能发展经济,也能保持良好的生态环境。

因为这个任务的艰巨性,以及工业生态学的理论基础仍然没有被广泛了解。本书的第一部分将从描述工业生态学的理论框架开始,引出全书的主要内容。在第二部分中,将讨论工业生态学的主要政策体系和理论模型。虽然给出了工业生态学的各种特性,但仅从原理上理解这一新模型,仍然有困难。有鉴于此,第三部分包含了4个案例分析,用来阐述工业生态学应用的重要性。第一个例子介绍如何开展生态设计,这是一个定性的、可操作的实用方法,用来体现工业生态学的复杂系统理论。第二个例子从理论上讨论可持续经济与企业的关系,因为这些企业创造了主要的财富。第三个案例将讨论荷兰政府建立的一种政策体系。这个体系经过了很多专家用最挑剔的眼光进行的评价,表明了完整的国家工业生态政策体系具有何等的生命力。第四个案例将研究如何把国家安全和环境政策体系结合为一种新的“环境安全”模式。这些案例的论述既是相关的,又是一种具体的、可操作的,说明以前那些被认为高不可及的理论对社会发展具有重要的战略意义。

参考文献

- Allenby, B. R., and D. J. Richards. eds. *The Greening of Industrial Ecosystems*. Washington, DC, National Academy Press: 1994.
- Graedel, T. E., and B. R. Allenby. *Industrial Ecology*. Upper Saddle River, NJ. Prentice-Hall: 1995.
- Graedel, T. E., and B. R. Allenby. *Industrial Ecology and the Automobile*. Upper Saddle River, NJ. Prentice-Hall: 1997.
- MacKenzie, J. J. *The Key to the Car*. Washington, DC, World Resources Institute: 1994.
- Van Eijk, J., J. W. Nieuwenhuis, C. W. Post, and J. H. de Zeeuw. *Reusable Versus Disposable: A Comparison of the Environmental Impact of Polystyrene, Paper/Cardboard and Porcelain Crockery*. Deventer, The Netherlands, Ministry of Housing, Physical Planning and Environment: 1992.

习 题

1.1 对你所消费的物品(包括食品)作为期一周的监控。

(a) 作为一名消费者,你怎样综合考虑环境因素来决定你的消费方式?

(b) 在决定消费时,你有足够的信息以便知道怎样把环境因素考虑在内吗? 你还需