

论科学技术对循环经济发展的影响

严 炜 李 光

[摘 要] 科学技术是促进循环经济发展的重要因素。科学技术是循环经济发展的基础与手段,不仅优化循环经济的资源配置,而且是循环经济发展的加速器;科学技术通过产业结构调整助力循环经济,更使数字化循环经济成为可能;科学技术有助于培育社会的循环经济理念,使公众能有效地参与循环经济建设。循环经济可能诱发科学技术的负面效应,给人类、自然和社会带来不确定的风险性。

[关键词] 科学技术;循环经济;影响

[中图分类号] B028 [文献标识码] A [文章编号] 1671-881X(2008)03-0284-05

科学技术是促进循环经济发展的重要因素。循环经济打破传统的“大量生产、大量消费、大量废弃”增长模式,以资源的高效循环利用为核心,以“减量化、再利用、资源化”为原则,以人、科学技术与自然的可持续发展为宗旨,既是一种新的生态经济发展模式,也是一项涉及政治经济、自然生态、科学技术、法律伦理等诸多领域的系统工程。发展循环经济必须依靠科学技术,特别是要依赖围绕循环经济开发出来的高新技术,这是摆脱资源短缺、减缓能源危机、防治环境污染的有效途径;是优化产业结构、增进社会就业、保持经济健康发展的理性选择;是推动循环经济的科技实践、丰富科技创新理论内涵的重要契机;是完善我国科技体制、制定科技战略与政策、保障科技安全的迫切需要;是贯彻和落实科学发展观、实现可持续发展、全面建设和谐社会的本质要求;是提高国家以科技实力为基础的综合国力和国际竞争力、维护国家安全的有力手段。

一、科学技术是循环经济发展的基础与手段

循环经济的产生是科学技术与经济、自然发展的结果,科学是其基础,技术是其手段。科学提供循环经济物化的可能,发展循环经济,必须遵守科学规律,生态规律和经济规律,并涉及到系统论、信息论、控制论、自组织、突变论、混沌理论,生态能量转换效率、物质循环等理论。其科学基础是多学科性的:最直接的科学基础是产业生态学,许多生态规律已被循环经济的实践所遵从。循环经济的工程科学基础有热力学第一、二定律、耗散结构理论、爱因斯坦的质能关系、信息负熵等;其自然科学理论基础是地球系统科学。“除了技术科学的重要作用,自然科学、管理科学、社会科学也对循环经济产生重要影响。自然科学为循环经济的技术支撑提供源泉和坚实基础;管理科学为循环经济相关资源的配置、规划和管理提供有力保障;人文社会科学则有助于全社会形成节约资源、循环利用资源的科学消费观念,并有助于人与自然和谐关系的统筹。”^[1](第1页)社会科学唤醒人类的可持续发展、环境保护意识;航天科学的启发,使人类认识到地球是唯一的,废物循环利用才能减轻环境压力;经济学研究使人类明白废弃物资源化、减量化及再利用的处理不仅要循环还需经济,必须建立一系列研究宏观与微观的影响与反馈机制评价体系,来评价人与生物圈的某项活动对整个人类、社会及自然的影响。总之,科学反映客观事物的本质规律,是循环经济坚实的基础。

技术是科学的延伸,是循环经济物化的现实手段。循环经济的宗旨需要技术来贯彻,其减量化、再利用和再循环的原则需要技术来体现,其可持续发展的目标也需要技术来实现。它的实施和推行要依靠先进技术及其组合集成,还需要更高、更新的技术设施和设备。循环经济支撑技术主要包括替代技术、减量技术、再利用技术、再资源化技术、系统优化技术和共生链接技术6类,环境无害化技术和恢复技术是核心,其直接运用基础是各类资源的循环利用模式设计和利用

技术,主要应用于资源、生产、销售、消费、环境等领域。现代科学技术为循环经济的发展提供了有效手段。科学技术的进步使人们采用的观测手段和精密仪器愈来愈先进,愈来愈发达,有助于人类弄清环境问题的相关成因、作用机制、危害程度、变化趋势与规律,以及防治措施和效果等一系列问题,从而获得越来越多的科学观测和技术分析证据,为人类认识、治理环境污染进行科学决策提供准确、可靠的依据。至于各种具体的技术则成为循环经济的重要支撑手段。在循环经济实践中,人们普遍利用生态技术来追求环境危害最小化;环境科学技术则被用于污染治理与生态平衡,生物技术、新材料和新能源技术等高新技术为修复、改变已遭破坏的生态环境起到关键性作用,遥感技术、地理信息系统(GIS)与全球定位系统(GPS)相结合的3S技术无疑是环境研究和环境保护的新手段。

二、科学技术优化循环经济的资源配置

循环经济是取代传统高能耗、高污染的一种新经济发展模式,以无害化、生态友好型方式提高资源和能源利用效率为目标。要实现这个目标,只能依靠科技进步、科技创新来获取更清洁、更有效的技术和工艺,尽量减少能源和自然资源的消耗。为缓解能源危机,以及资源过度开采而面临的枯竭危机,达到资源永续利用,各国政府陆续实施循环经济战略,不断加大宏观调控力度,并积极寻求国际合作。各国实践表明,要想真正缓解经济与资源、能源的矛盾,将环保理念渗透到经济过程中,除了要依靠科学管理之外,还要依靠科学进步和技术创新。只有采用能耗少、物耗小的环境友好型新技术,开发新的可替代资源与可再生能源,不断挖掘废弃物的回收利用技术,才能从资源开采、生产消耗、废弃物利用和社会消费等环节,合理地开采资源与利用能源,加快推进资源、能源的综合利用和循环利用,真正缓解经济发展与环境、资源、能源的矛盾。

技术进步意味资源替代和资源利用率的提高。循环经济的“减量化”不是单纯地减少对资源、能源的利用,其实质在于提高资源生产率和能源利用效率,意味着科技进步和经济社会的全面、协调、可持续发展^[2](第2版)。科学技术的发展和利用,既大大增加了可利用资源的种类和数量,又可实现资源替代,使许多不可再生资源有了新的替代品,还能提高资源的利用效率,增进循环使用,减少资源浪费,进一步满足人类的各种需要。更重要的是,科学技术可实现循环经济的物质资源虚拟化、减量化,目前主要是通过信息技术、生态技术、3S技术等来实现。信息技术可导致经济过程中无形资源对有形资源的替代;信息产品(如U盘)可取代汗牛充栋的纸上文件,网络使纸张使用量锐减,避免更多林木被砍伐,还能有效避免造纸产生的废水对环境的污染。3S技术通过信息高速公路实现了循环经济的实时信息数据传输与通讯,调查和监测环境及生态,指导环境评价和管理,为国家制定长远规划提供可靠决策依据。以清洁技术为代表的现代生态技术及其在经济中的应用,可促进资源有效循环。总之,科学技术能促进循环经济的物质资源减量化、能源效率化,保护和节约资源,使之真正实现多目标开发及综合管理的转变。

三、科学技术是循环经济发展的加速器

科学研究与技术创新是促进循环经济发展的首要决定因素。技术创新及其扩散的多重效应会推动经济增长的持续出现,科学则是技术这种动力的燃料。世界各国经济增长的现实表明,知识经济时代的一个典型特征是经济增长由资源消耗、资本投入型向技术进步、科技创新型转变。技术进步与创新及其在生产中的应用对经济增长的贡献,已超过任何其它经济要素。目前,发达国家科技进步对经济增长的贡献率达到60~80%。科技创新更是实现循环经济与自然、社会和谐发展的加速器,是科学技术知识与新科学、新技术为达到知识产出和价值增值最大化、在市场的催化作用下交互反应而形成的结晶;科技创新一旦导入到循环经济的活动中,可产生四重功效^[3](第402-410页):即原始创新的引擎效应、模仿创新的扩张效应、继起创新的持续效应、结构优化的集成效应,导致一系列科技新发明、新创造不断涌现,并被引入到新一轮的清洁生产中,转化为现实生产力,成为循环经济增长的原动力。同时,高科技含量和绿色环保特性使产品拥有强劲的市场竞争力,科技成果转化伴随着良好的经济效益。科技创新还促使产业从劳动密集型转向资本密集型、技术密集型、智力密集型转变,带来高科技产业群的迅速崛起,推动产业结构优化与升级;传统产业比重下降,并不断被新技术、新工艺改造,有前景的替代产业和新兴产业比重在不断攀升。如日本不断开发和创新环保技术,从而奠定了日本环保产业的国际地位与明显的经济效益。日本环保装置制造企业的生产规模从1966年的约340亿日元到1975年的6830亿日元,2000年更是达到16432亿日元。2000年,日本环境经济的产值和就业效应分别达到210000亿日元和57万人^[4](第53-141页)。科技创新保证了循环经济发展的高速度、持续性和高效益,为其发展带来新契机。

四、科学技术通过产业结构调整助力循环经济

当前,国际经济结构调整和重组正在加速进行,产业结构变化是经济动态发展与科学技术进步相结合的结果。“是一

国资源禀赋与现实经济实力之间的联结机制和转换器。它通过自身转变来实现资源与能源的有效配置,以期从有限的资源与能源中获得最大的经济效益。”^[5](第 13-17 页)要发展循环经济,建立资源节约型社会,无论是高新技术产业还是传统产业,都需要按循环经济的原则加以优化组合,向可持续的循环型模式过渡。这一切需要依靠科学技术来加快产业结构调整,重视技术进步和科学管理,合理配置资源与能源,这是从源头上节能降耗、减轻环境污染、保护生态、促进循环经济发展的有效途径。

产业结构的合理离不开结构调整与优化升级,而产业结构的调整与优化升级则有赖于科技进步与创新,尤其是离不开高新技术产业的迅猛发展。首先,科学技术使劳动者对自然资源及能源在各产业部门中的开发与利用能力在广度和深度上加强。“技术进步具有波及效应,它降低产品成本,扩大市场,改变需求结构,一个部门技术进步的结果成为另一个部门技术进步的起点;并使资源消耗强度下降,可替代资源增加,改变需求结构,从而使产业结构发生变化。”^[9](第 64 页)对产业结构进行调整、升级,亦是对各类新技术、新工艺的分布重新优化组合,从整体上凸现技术进步对循环经济的贡献。其次,以高新技术产业增长、互联网推广及电子商务拓展为特征的科学技术,整合和重组原有产业及部门,在推动经济增长的同时,加速产业结构调整,促使大量与资源循环利用相关的新产业和部门诞生。许多发达国家利用高科技优势,采用不平衡发展战略,出台各种激励政策,以信息化带动工业化,建立科技创新型的循环产业,充分利用信息技术、生物技术、纳米技术以及航天航空技术来影响未来产业的发展方向,使产业结构调整符合循环经济的战略需求。再次,科学技术推动传统产业部门改造升级,使产业结构合理化,大幅度提高资源、能源的使用效率。不同产业的技术创新能力和技术进步对循环经济的影响是不一样的。要利用信息技术对高能耗、高物耗和高污染的传统支柱产业进行改造和提升,促进信息技术在能源、交通运输、冶金、机械和化工等行业的普及应用;推动钢铁、水泥、电解铝、煤炭行业的企业兼并重组,淘汰、关闭那些落后与粗放经营的企业,努力降低单位产品能耗、物耗,加大对环境污染的监控和治理,使之成为科技含量高、能耗小的循环型企业,利用高科技产业聚集和产业链条建设,促进节能技术产业化来为循环经济服务。

五、科学技术使数字化循环经济成为可能

所谓数字化循环经济,是适应数字化时代要求和可持续发展理念而创立的一种新模式。它是数字技术、数字贸易、电子商务和循环经济相结合的成果,是依靠数字化运行、能独立运营、自成体系的循环经济模式。服务体系化、平台系统化是它的基本要求,以网络技术和网格技术为基础,以信息与数据库建设为平台,通过数据信息共享,打破传统的封闭与垄断,搭建信息交流的桥梁,解决信用缺失问题。

随着网络技术和网格技术的快速扩展、数字化的广泛应用、信息技术产业的蓬勃兴起,遥感技术、全球定位系统、地理信息系统相结合的 3S 技术不断提供空间信息资源。这些科学技术的普及应用,有效地促进了数字化循环经济的发展:一是完善数字化循环经济所依赖的信用体系建设。发展数字化循环经济,首先要建立开放统一的数字化信用体系。而这离不开数字信息的使用、电脑化的业务处理与因特网集成操作等信息技术。二是极大地催化了循环经济建设所需的信息咨询和信息技术咨询市场的高速成长,使各种类型的循环经济信息咨询中介机构日益增多,规模不断扩大,得到长足发展。三是使高起点打造信息网络与数据库平台建设成为可能,使循环经济信息咨询服务平台不断完善,环境和资源监测的科学化、信息化和网络化已逐步形成,数据信息共享打破传统的封闭与垄断,提供资源共享,克服信息交换的非对称性,均衡企业间的资源、能源与信息,提高交易效率,有助于数字化循环经济顺利实施。四是完善电子商务、电子政务建设,加速数字化循环经济的发展。通过信息技术建立循环经济信息系统和技术咨询服务体系,企业可通过信息化及时拓展产业链、技术链、市场链,规避因信息不对称带来的决策风险和管理风险,降低交易成本,提高经营效率和技术创新能力,使企业走向设计研发信息化、经营管理网络化、生产过程智能化、制造装备数控化以及企业资源、能源节约化的良性循环道路。政府对循环经济进行有效管理,也需通过科学技术建立全社会的物流网络,以便政府能对物流进行了解、利用、监控和管理;同时,充当信息中介,利用法律、政策、经济、行政等手段一起引导循环经济发展,使宏观经济调控政策与循环经济发展具有一致性。把环境政策、法律、法规和标准都建立在先进科学技术基础上,才能降低决策失误、管理失效引起的风险,体现循环经济战略对管理科学化的要求。

科学技术尤其是信息技术、网络技术和网格技术,为信息透明、信息咨询服务业提供强有力的技术和物质保证,完善循环经济信息平台。而 3S 技术也是数字化循环经济的重要工具,在环境工程、生态系统、资源环境管理、区域环境开发、环境污染监测、环境灾害监测、环境状况调查等方面是不可缺少的信息工程,可提供各种重要信息的动态预测预报,为全面、综合、系统地研究循环经济提供强有力的科技支持。

六、科学技术培育社会的循环经济理念

科学技术更新人类的思维方法,每一次科学进步和技术革命都会不同程度地引起思想观念的变革。现代系统科学

(系统论、控制论、信息论及耗散结构论、协同论、突变论)等理论方法的日益成熟和发展,推动着人类思维方法不断更新;尤其是丰富和发展了人类的辩证思维方法,使人类面对研究对象时,能充分利用分析与综合相结合的方法,从以前的针对个体事物转向整体系统研究,实现了从静态研究发展到动态控制、从定性分析到定量分析的跃迁,面对复杂的大系统,人类认识的着眼点从精确转向模糊。在分析地球与人类、社会的关系问题时,人类不断运用现代系统科学所带来的观念及方法,从而激发了人类善待地球、注重环保、追求可持续发展的意识及行动,循环经济理念的萌芽随之诞生。正如马克思说:科学技术除了是一种实际的财富外,还有一种观念的财富。特别值得一提的是科学发展形成的科学精神、科学观念、科学思想能给公众和社会以潜移默化的渗透与影响。科学精神一旦渗透到公众心中,能促进劳动者思维方式、价值观念和生活方式的更新和进步,重建他们的价值体系,使人们对环境和环境质量的认识有很大的进展,增加了对复杂自然体系的了解,从而强化了人们发展循环经济的决心和行动。价值观念创新是循环经济发展的前提和条件,更是循环经济取得公众支持的基础。

科学技术在工业化进程中对生态与人类的副作用越来越明显,在世界范围出现的程度不一的酸雨、毒雾、水源破坏、森林死亡、动物灭种、人类疾病等现象应有尽有;原子弹的成功爆炸严重刺激了人类,使之不得不反思科学技术的应用后果及其带来的生存威胁。20世纪70年代石油价格飞涨,许多国家和地区的能源严重短缺、供求不平衡,建立在高能耗技术基础之上的经济增长遭遇了能源匮乏、资源枯竭的制约,导致整个社会的价值观发生重大变化,对新技术开发持保留、怀疑甚至是反对态度。每项重大技术突破都不约而同地出现反技术的态度;反技术态度由最初的关注个人失业更多地转向对社会资源、能源、生态环境及整个人类可持续发展的关注;人们开始纷纷要求科学技术生态化转向,以避免科学技术的滥用或误用可能带来的能源与资源的枯竭,超过地球生态承受能力的极限,进一步唤醒公众的资源忧患意识、能源节约意识、环境保护意识。科学技术通过不断创新的技术手段(如电视、网络等)不断向人们传播循环经济的理论知识和相应的思维方式,培育社会的循环经济理念,提高公众节约意识,使绿色消费观念、节约型消费模式受到公众重视。可以说,循环经济理念从20世纪90年代开始得到世界各国的广泛认同和重视,并几乎都把发展循环经济、建立循环型社会作为实现环境与经济协调发展的重要途径,纳入国家重点发展战略并付诸行动,通过科学研究和技术创新,使循环经济越过理论层面得以快速实施,迅速转化为各个领域卓有成效的实践,科学技术功不可没。

七、科学技术有助于公众有效参与循环经济建设

科学技术拓宽人们的认识视野,突破公众认识局限,既为循环经济发展扫清思想障碍,也为其发展提供具体的技术认识手段。没有环境化学,人类就不可能开展环境监测和水质检验,没有分析化学,就不能进行新物质鉴定,新物质的结构和性能无法了解;工农业生产中的矿产资源开发、工业原料的评价、工艺流程的控制、产品质量监测、厂矿三废的处理和利用等都无法检测和分析;人们就不能很好地认识环境污染中的有害物质浓度及危害。近代生态学理论的问世,使人们逐渐掌握了污染物在环境中的迁移转化规律,弄清污染物的迁移、转化、积累、富集对环境危害的范围、途径和程度,从而使社会有针对性地建设循环经济。

科学技术培育科技主体的自觉参与意识。科学进步不断培育科学精神,提高劳动者素质,增强循环经济意识;特别是培养科技主体的求真、务实、怀疑、创新等科学精神。这些精神内化为行为规范,约束和指导循环经济中从事科学研究和技术开发的科技主体行为,防止科学共同体中出现为利益而背叛科学良心、依附于政治或经济权贵而滥用科学技术的现象。同时,各国深入实施的经济战略和一系列重大高科技工程,引导和鼓励广大科技人员应当从社会、伦理和法律的层面规范科学行为,考虑资源、能源的永续性和代际公平,在生产生活中自觉走循环经济道路,激发他们的爱国、奉献和奋斗精神,增强全民族凝聚力,使循环经济宗旨在他律和自律的共同作用下落到实处。

科学技术是公众参与循环经济建设的重要载体。公众参与循环经济建设主要体现在立法领域、行政决策和政府管理领域,以及基层治理和个人消费方面;这些参与往往借助于科技手段表现出来。以网络为例,现在全世界有数以亿计的网民,且呈不断增长趋势,电子政务、电子商务的发展正如火如荼,政府和公众网上互动功能进一步加强,这都为公众共同参与循环经济管理提供新的推动力,网络成为公众参与政府决策与管理、监督政府和企业行为的新途径,促进政府相关循环经济决策的科学化与民主化。而公众通过科学技术增强了对循环经济的关注和重视,从而激励企业履行社会责任、树立绿色企业形象。对污染严重、信誉不良企业在网络和其它各媒体上曝光,可遏制其污染环境、破坏生态的行为,还可使社区居民、新闻媒体、民间组织等广大公众对所有企业全面监督,造成执法压力、伦理压力和市场压力。公众购买和消费符合环境保护标准的产品,用“消费者说不”的方式拒绝非绿色产品进入流通市场,在市场上就能形成一个庞大的环保消费趋势,同时配合可持续性的绿色消费模式和绿色采购制度,能引导企业研究绿色技术,生产绿色产品,使企业在公众的环境监督、社会环境道德和国家法律的压力下,自愿和积极地推行清洁生产 and 循环经济,促成企业实施绿色管

理和市场绿色营销,履行社会责任。同时,公众参与循环经济的大型科研项目和工程项目决策可降低风险。公众关注这些项目,不仅可提高工程技术的安全系数,还能对这类工程可能造成的地质、生态、局部小气候以及物种灭绝等生态安全问题提出发展禁区,使民声民意纳入各级政府的决策参考,有助于循环经济的各项决策更加科学合理,避免各级政府错误决策引起财政与资源的严重浪费。总之,科学技术导致各类信息不断透明公开,拓宽个人视野和选择范围,使公众及时获得相关信息资源,广泛参与到循环经济的发展中来。

科学技术可以有效地促进循环经济的发展,但仅靠科学技术是远远不够的。人类对科学的认识能力是有限而非无限,对真理的接近亦是相对而非绝对的,科学技术应用于自然、为循环经济服务也是有限度的。“这种限度表现在:人类的资源消耗总量并不随科技的进步而减少;科技进步并不能使有限资源无限化;科技进步不能满足高消费对资源的消耗;只要人口以指数形式增长,科技进步不能满足人类对资源的需求;科技应用会产生新的环境问题,科技应用对环境的影响呈现延迟效应;环境科技应用的成本正在逐渐增加;科技应用于环境保护时要受到其他因素,如政治、经济等因素的限制等。”^[1](第 11 页)科学技术是双刃剑,加之人类不能有效地预测出每一项新技术发展过程中可能出现的危机,科学技术的不确定性和非对称性使其在循环经济的建设中有可能被误用或被滥用,呈现负面效应并产生无法预见的社会后果,甚至超过了对其实行控制的社会手段的发展。这不是危言耸听,要引起大家的重视。当然,科学技术要与时俱进,必然要为循环经济发展其所需求的各种新技术。这些新技术具有创新性和探索性,同时也可能具有危及环境或人类的显见或隐含问题。因此,人类在发展循环经济的实践活动中应理性地使用科学技术,充分发挥其独特作用,抑制其不利效应,使科学技术成为推进循环经济发展的重要力量。

[参 考 文 献]

- [1] 李 光:《以科技进步促进循环经济发展》,载《科技进步与对策》2004 年第 11 期。
- [2] 季昆森:《循环经济大有可为》,载《经济日报》2004 年 5 月 31 日。
- [3] 傅家骥:《技术创新学》,北京:清华大学出版社 1999 年版。
- [4] 魏全平、童适平:《日本的循环经济》,上海:上海人民出版社 2006 年版。
- [5] 罗肇鸿:《高科技与产业结构升级》,上海:上海远东出版社 1998 年版。
- [6] 肖显静:《后现代生态科技观》,北京:科学出版社 2003 年版。

(责任编辑 严 真)

Influence of Science and Technology to Circular Economy

Yan Wei¹, Li Guang²

(1. School of Philosophy, Wuhan University, Wuhan 430072 Hubei, China;

2. Academy of Development, Wuhan University)

Abstract Science and technology (S &T) are important elements to promote the development of circular economy. Science is the basis of the development of circular economy, and technology is its means. S &T can perfect resources that circular economy is needed, accelerate the progress of circular economy, help the development of circular economy by industrial structure adjustment, realizing digital circular economy, cultivate social ideal of circular economy, help public to participate the instruction of circular economy effectively. The circular economy may invoke the negative functions of S &T, and venture or injury which is uncertain may be brought to human, society and ecology.

Key words: circular economy; science and technology; influence