

# 绿色技术系统融合的指标体系及其测度

衡孝庆, 李昊远, 邹成效

**摘要:** 绿色技术应用于实践的关键环节是绿色技术的系统融合。通过对影响绿色技术系统融合的因素及其表征进行分析, 建立相关的指标体系, 并采用科学的方法进行实际测度, 才能够真实地了解绿色技术的发展状况, 以便于采取相应的对策和措施解决绿色技术实施中的障碍, 更好地帮助绿色技术发展。

**关键词:** 绿色技术; 融合; 指标体系; 测度

**作者简介:** 衡孝庆, 法学博士, 常州大学马克思主义学院教授; 李昊远, 常州大学怀德学院讲师, 中国社会科学院研究生院博士研究生; 邹成效, 常州大学艺术学院教授。

**基金项目:** 国家社科基金项目“绿色技术的融合性问题研究”(14BZX029); 全国教育科学“十二五”规划课题“产学研合作驱动区域生态创新的政策环境及其绩效研究”(BIA130092); 江苏高校哲学社会科学研究项目“科学发展观指导下的广义生态创新研究”(2013SJB710002)。

**中图分类号:** G301 **文献标识码:** A **Doi:** 10. 3969/j. issn. 2095-042X. 2017. 02. 006

## 一、绿色技术及其系统融合的研究现状

绿色技术是指对减少环境污染, 减少原材料、自然资源和能源使用的技术、工艺或产品的总称<sup>[1]</sup>。对绿色技术的研究涉及到哲学、自然科学技术、经济学、管理学、社会学、政策科学等众多领域, 主要内容包括绿色技术的前提、绿色技术的定义与本质、绿色技术的政策环境与社会环境等方面。绿色技术最早产生于对生产过程中的有毒有害废弃物的处理, 属于正常的生产过程之外的一个单独的技术元素。随着生态学的发展, 人们逐渐认识到现代化生产对生态环境的负面影响, 开始对生产过程进行绿色化处理, 逐步地追溯到生产的源头即产品的原料选择与加工、生产工艺设计等。在绿色技术研发和推广使用的过程中, 由于涉及到的生态因素是一个公共问题, 相对于技术本身的功用与效益原则而言, 具有外部性特征而难以获得各方面的支持。于是, 学界开始分析和研究如何让绿色技术与现有的技术系统融合, 与生产过程和生产环境融合, 与社会环境融合等<sup>[2]</sup>。

从绿色技术现实发展与理论研究的现状来看, 一方面, 随着人们对生态问题的认识逐步深化, 对生态危机的担忧日益加深, 绿色技术的研发投入在逐步增加, 绿色技术的应用范围在逐渐扩大, 社会对绿色技术的接受程度也在增加; 另一方面, 绿色技术的发展速度还不足以满足降低生态风险的需求。其中很重要的一个原因就是绿色技术的系统融合存在很大的障碍。尽管诸多学者已经对各个方面的阻力和相关的风险进行了理论分析、政策分析。如企业进行绿色技术创新的动力不足和能力缺失, 市场经济条件下经济利益与生态效益的矛盾, 环境资源产权的模糊性, 环

境治理资金投入不足,融资渠道缺乏,社会的环境意识和环境宣传和环境教育不足等等<sup>[3]</sup>。但是对于如何判断绿色技术系统融合的程度还缺乏系统的理论探究。通过对影响绿色技术系统融合的各项因素进行理论分析,并以此为基础构建评判绿色技术系统融合程度的指标体系,有助于更清晰地认识绿色技术的生存与发展环境,能够为绿色技术更快发展,更好地解决生态问题提供帮助。

## 二、绿色技术系统融合的影响因素及其表征

### (一) 自然因素

运用绿色技术的目的就是要解决自然生态问题。所谓的自然生态问题并不是自然生态本身出了问题。尽管在人类的话语体系中存在着自然与人为的划分,但是从人是自然的产物的角度来说,人的所谓非自然的活动即技术活动本身也是自然的一部分,因为人就是自然进化的结果。实质上生态问题是针对于人而言的:人类的生存需要一定的自然生态条件,即自然生态系统为人类及其社会的存在和发展设定了边界。比如气候条件,即人类只能在一定的温度范围之内生存,气候变化超出了这个温度范围,就会威胁人类及其社会的存在。其他的自然资源和自然条件如空气、水等也都是如此。因此,对于绿色技术而言,最为直接的效果就是体现在对人类生存的自然条件的影响之上。绿色技术的自然效果越好,其融合就越容易,融合度就越高。

### (二) 技术因素

根据技术进化论的原理,从原始技术、传统技术到现代技术,技术的历史谱系遵循着自我进化的基本原则。由于对效益或效率的追求,人类不断地增加对自然的利用范围和深度。按照技术自主论的观点,技术借助于人类之手开始了与自然的对抗。其结果是越来越严重地破坏着人类赖以生存的生态环境。出于对自身生存条件的担忧,人类开始反思技术本身。绿色技术的出现和快速的发展、传播,就是人类将自己的担忧进行技术化处理之后注入技术系统的结果。从这个意义上说,绿色技术也是外在于技术系统本身的,需要与原有的技术系统进行融合,获得技术共同体的认可。另外,现代技术已经不再是单一的技术单元,而是大技术,是多种技术的系统集成。因此,绿色技术的融合程度也与技术系统的匹配与兼容程度高度相关。

### (三) 经济金融因素

如果说原始技术、传统技术是关乎生存的技术或通俗地说是吃饭技术的话,现代技术则是追逐利润的技术或赚钱技术。现代社会中,技术是属于经济系统的组成部分。赚钱少或不能赚钱的技术是无法与现代社会经济系统融合的。从经济的角度看,技术的赚钱效应依附于企业和产业。根据熊彼特的经济周期理论,一个新的技术应用,并传播扩展到整个产业会导致一个新的经济周期启动。同样的道理,绿色技术必须能够与企业和产业融合,被应用于实际的生产过程。而最终的结果应该是绿色技术中包含的生态因素形成经济领域内的生态资本从而能够带来相应的利润。对于单个的企业而言,绿色技术的融合就是能够以较低或最低的成本产生较大或最大的利润;对于产业而言,绿色技术的融合还要涉及到投资、金融乃至人力资源等多方面因素的制约。

### (四) 社会制度因素

无论是技术还是企业甚至产业都必须放到整个社会网络中去考察。尽管著名的波特假说提出了双赢的观点,认为虽然绿色技术具有外部性特征,但是环境管制可以激励企业率先采用绿色技术以建立起先发优势。然而无视成本与利润,就无法从市场竞争的现实中获取真正的激励。绿色

技术的先发优势只能在绿色市场上才能够发挥作用。对环境绩效的改善未必就一定能够帮助到企业绩效,获取竞争实力。不同的技术系统、不同的企业、不同的产业与自然生态、自然资源的关联度并不一样甚至可能相差甚远。同样的道理,不同的区域、不同的地区、不同的国家面对的生态问题、资源问题种类和程度也不尽相同。绿色技术在不同的社会环境中面对的问题及其难易程度也不一样。因此相关的环境标准、环境规制、环境评价就成为影响绿色技术的重要因素。但是不管环境规制的制定、实施如何困难,甚至面临各种可能存在的风险,这都是培育生态资本、建构生态市场的必要条件,也是绿色技术系统融合的必要条件。

#### (五) 观念和文化因素

绿色技术概念的产生源自于生态科学给人类认知带来的新理念,这一理念同时贯穿于绿色设计、绿色生产到绿色消费,绿色技术的整个生命全过程。相应地,绿色技术的系统融合同样离不开观念与文化的支撑。从文化层面来看,生态科学的影响所及之处,产生了诸多的文化成果:生态哲学、生态伦理、生态美学、生态文学、生态艺术、生态神学等,并形成了生态理念、生态认知、生态思维和生态话语体系,成为建设生态文明的文化基础。生态文化通过生态宣传和生态教育加以传播和普及,将会逐渐地渗透到人们的日常生活,影响并改变人类的生活方式。这既支撑了绿色技术的产生和应用,同时也不断地深化绿色技术的生态性。这也是绿色技术与社会观念、文化融合的过程。

### 三、绿色技术系统融合的指标体系及其测度

#### (一) 指标选择的基本原则及其功能

要具备科学性和系统性以发挥描述功能。科学性意味着要能够准确地反映现实状况,比如基本概念内涵的界定及分解;系统性意味着指标覆盖的领域相对比较全面,因为融合的概念本身就包含有整体的相互吸引的含义。另外,科学性和系统性的要求也是为了确保相关数据的客观性、准确性,从而保证对现实状况描述的真实性。

要简洁完备从而具备实用功能。构成指标体系的指标,应该能够简化那些反映复杂现象的信息。绿色技术的系统融合涉及因素非常复杂,可供选择的指标可以有很多。因此必须从宏观入手,尽量抓住主导性因素来设置指标,选取具有足够代表性的综合指标,使指标重点突出,具有较强的综合性、包容性,以保证所建指标简明实用<sup>[4]</sup>。

要能够将静态和动态相结合,以发挥比较和监测预警功能。绿色技术的系统融合本身就是一个动态过程,单纯的静态分析无法了解融合指标的真实含义,必须通过在动态中进行纵向和横向的比较,才具有对测度数据进行理解的可能性。同时,要通过对指标的运动轨迹进行观察,寻找和发现融合过程中的阻碍因素和可能存在的问题。

要具备可操作性以发挥测度和评价功能。可操作性意味着指标应该含义清楚,不能含糊不清,容易获取而且可以进行定量的分析,否则这个指标体系就失去了意义。

#### (二) 指标体系的确定

指标体系的构建采取层次分析方法,根据评价对象所涉及的领域和要素、结构进行深入系统地剖析。首先要控制总的指标数量,指标太多过于繁复,难以把握重点,难分主次,指标太少则无法准确反映融合的真正状况。本论文采用三级指标评价体系,根据前面的因素分析并结合相关专家学者的研究,选取5个一级指标,12个二级指标,37个三级指标(见表1)。

表 1 绿色技术系统融合度评价的指标体系

一级指标	构成要素	具体指标
技术系统内部的融合 A	研发机构与团队的认可度	绿色技术研发投入占机构研发总支出比重 $A_1$
		绿色技术研发项目占机构研发项目比率 $A_2$
		绿色技术研发人员占机构研发人员比重 $A_3$
	技术系统的兼容性	绿色技术对生产条件的影响 $A_4$
		绿色技术对生产运行速度的影响 $A_5$
		绿色技术在技术系统中的地位 $A_6$
		绿色技术的技术评估 $A_7$
绿色技术与企业的融合 B	绿色技术与企业生产的匹配	绿色技术对生产率的影响 $B_1$
		绿色技术的机会成本 $B_2$
		绿色技术在产品中的价值比率 $B_3$
	绿色技术对企业经营的贡献	绿色技术的投入产出比率 $B_4$
		绿色技术的专利价值 $B_5$
		绿色技术对品牌的影响 $B_6$
绿色技术与产业的融合 C	金融支持	绿色创新经费中金融机构贷款比重 $C_1$
		绿色创新融资渠道的宽畅程度 $C_2$
		金融政策对绿色创新的支持力度 $C_3$
		金融机构类型的多样性 $C_4$
	产业政策的认同	绿色技术产业政策的完整性 $C_5$
		绿色技术产业政策的认同度 $C_6$
	产业的投入与政策支持	绿色 R&D 投入状况 $C_7$
		产业投入对绿色创新的支持力度 $C_8$
		产业政策对绿色创新的支持力度 $C_9$
	产业的人才支撑	对绿色技术人才的支持力度 $C_{10}$
		绿色技术人才引进的规模 $C_{11}$
绿色技术与社会的融合 D	社会支持程度	环境标准的完备程度 $D_1$
		环境政策法规的完备程度 $D_2$
		环境评价的水平 $D_3$
		生态资源市场化程度 $D_4$
		环境人才培养的比率 $D_5$
	社会接受程度	绿色技术的创新导向显著程度 $D_6$
		环境教育制度的完善程度 $D_7$
		环境保护宣传的投入占公益宣传的比率 $D_8$
绿色技术与自然生态的融合 E	污染控制	污染物达标排放率 $E_1$
		工业污染物处理、利用比率 $E_2$
		环境污染治理占 GDP 比重 $E_3$
	清洁生产	单位工业增加值能耗 $E_4$
		单位工业增加值废物排放量 $E_5$
		单位工业增加值污染物处理量 $E_6$

5 个一级指标分别是绿色技术在技术系统内部的融合状况、绿色技术与企业的融合、绿色技术与产业的融合、绿色技术与社会的融合、绿色技术与自然生态的融合，基本覆盖了自然生态系



统、社会生态系统和人文生态系统。

在二级指标当中,技术系统内部的融合主要由技术共同体的认可度和技术系统的兼容性构成;绿色技术与企业的融合主要从生产和经营两个方面来分析;绿色技术与产业的融合相对比较复杂,选取了金融、政策、资金投入和人力资源等方面来体现;绿色技术与社会的融合综合考虑了政治、经济、文化等各方面的因素,选取社会支持和社会接受两个方面的因素;绿色技术与自然的融合则从技术对自然生态的影响的角度出发,用污染的控制程度和生产的清洁度来表达。

### (三) 指标权重分析

因为指标体系的指标数较多,只能先采用专家咨询法进行基本赋权。然后根据相关指标涉及的领域与绿色技术交往与互动的密切程度,推断绿色技术进行融合的难易程度进行权重的简单加成。然后进一步采用因子分析法对具体的指标进行适应性分析,最后对赋权值进行最优化选择,确定最终的权重值。其中一些客观性较强的指标,如涉及比重、比率或直接成本的部分,也可以采用基于主成分的客观赋权法,通过主成分分析,将原始变量转化为新的线性组合。

### (四) 测度方法

在确定指标权重之后,将指标转换为影响因子,采用回归分析法进行定量分析,可以测度绿色技术的系统融合度。融合度状态介于 0~1 之间,越接近 1 则表示融合度越高。本指标体系既可以对某一项绿色技术进行综合的融合度测度,也可以对某个区域的绿色技术融合状况进行测度,还可以对绿色技术在某一个领域内的融合状态进行测度。区域绿色技术系统的融合度可以表述为: $R = \beta_A A + \beta_B B + \dots + \beta_E E + \omega$  (其中  $\beta$  为权重值,  $\omega$  为随机变量)。其中单个领域内部融合度可以表述为: $R(A) = \beta_1 A_1 + \beta_2 A_2 + \dots + \beta_7 A_7 + \omega$  (其中  $\beta$  为权重值,  $\omega$  为随机变量)。

## 四、结语

对绿色技术系统融合指标体系的研究和分析,有助于绿色技术的研究和发展。绿色技术所要面对和解决的不是单纯的技术问题,其效能取决于融合状况。不管是企业、社会、自然还是在技术系统内部,其所涉及到的影响因素和可能的干扰都是非常复杂的,必须通过详尽的调研和分析,才有可能创造出一个良好的绿色技术生态。而绿色技术生态的内外融合则构成了绿色技术系统生命成长所必须依托的理路。

对绿色技术政策环境、社会环境的研究表明,由于生态问题的公共性和外部性特征,绿色技术的研发、应用和传播都必须借助于外部力量来引导或推进。但是,不论是国际层次、国家层次还是区域层次的相关协议、政策、法律法规,都只是在绿色技术发展的早期能够发挥较好的作用无益。毕竟技术的演化具有自身的特点和规律,一味地依赖外部力量对绿色技术自身的成长发育无益,过度地依赖甚至会产生负面影响。通过建构绿色技术系统融合指标体系,对绿色技术系统融合程度进行测度和评价,可以较为准确地判断相关绿色技术的成熟度。如果该绿色技术已经较好地完成了融合过程,就意味着它可以进入正常的技术生命运行周期,可以相应地减少直至完全取消外部的干预。另外,通过对绿色技术系统融合程度的判断,也可以辨别该技术在实际运行中是否有“水土不服”的问题,如果有,那么问题出在哪个领域、什么层次,能否得到解决、如何去解决,等等。

【下转第 107 页】

construction of the Ming Dynasty. When Song Lian lived in Jinling, his style of writing transformed from Shanlin to Guange style gradually. This transformation reflected his political and cultural ideals of constructing the authentic literature in the Ming Dynasty. Altogether, Song Lian's Guange literature presented the characters of paying equal attention to literary and Dao, and expressed the emperor's hope to achieve the ideal of benevolent political concerns. Further more, Song Lian's Guange proses initiated the officialese style of the Ming Dynasty and laid the foundation for the evolution of proses in the Ming Dynasty.

**Key words:** Song Lian; political concerns; writings; Jinling

(收稿日期：2016-10-14；责任编辑：陈鸿)

\*\*\*\*\*  
【上接第 49 页】

参考文献：

- [1] 吴晓波, 杨发明. 绿色技术的创新与扩散 [J]. 科研管理, 1996, 17 (10): 38-41.
- [2] 聂洪光. 生态创新理论研究现状与前景展望 [J]. 哈尔滨工业大学学报 (社会科学版), 2012, 14 (3): 126-132.
- [3] 杨发庭. 绿色技术创新的制度研究——基于生态文明的视角 [D]. 北京: 中共中央党校, 2014.
- [4] 衡孝庆, 魏星梅. 科技创新平台政策环境评价研究 [J]. 中国高校科技, 2011 (6): 17-18.

## The Index System and Its Measurement of Green Technology System Fusion

Heng Xiaoqing, Li Haoyuan, Zou Chengxiao

**Abstract:** Green technology system fusion is the key link of green technology application. Through the analysis of influencing factors and its characterization of green technology system fusion, it sets up a relative index system and carries out practical measurement by scientific methods to truly understand the development of green technology so as to take corresponding countermeasures to solve problems of green technology practices and better promote green technology development.

**Key words:** green technology; fusion; index system; measurement

(收稿日期：2016-09-12；责任编辑：沈秀)