

基于熵值和变异系数组合赋权法的生态文明评价体系构建及实证分析^①

王立盟^② 孟 浩^③

(中国科学技术信息研究所 北京 100038)

摘 要 本文构建了包括绿色发展、环境治理和生态保护 3 方面的生态文明评价指标体系。基于美国、日本、英国、德国以及中国 1990 – 2015 年的数据,通过利用熵权法与变异系数组合赋权,从国际比较视角对生态文明建设水平进行了动态分析。研究表明,各国生态文明建设水平总体上呈现稳步上升态势,中国生态文明建设水平与发达国家还存在一定的差距。中国在绿色发展方面表现相对优异,而在环境治理和生态保护方面处于落后状态,导致我国整体生态文明水平较低。最后,从落实生态文明建设部署、完善生态文明体制机制、建立生态文明监管体系、加强国际合作等方面提出中国进一步提升生态文明建设的措施。

关键词 生态文明, 指标体系, 组合赋权法, 实证分析, 国际比较, 措施

0 引 言

生态文明是我国政府推进人与自然和谐共生,实现人类可持续发展的重大成果。党的十七大首次在全年实现小康社会奋斗目标的新要求中提出建设生态文明,十八大报告将生态文明建设纳入五位一体总布局,提出要大力推进生态文明建设,树立尊重自然、顺应自然和保护自然的生态文明理念。十八届三中全会明确要建立系统完整的生态文明制度体系,将生态文明建设提升到制度层面。十九大进一步强调要加快生态文明体制改革,并提出一系列可实施的计划目标。近年来,在各级政府不断推进生态文明理论、实践创新的基础上,我国生态文明建设取得了显著的成效,生态文明理念已成为全社会的共识。生态文明建设水平逐渐成为衡量国家或地区整体发展水平的重要内容,受到国内外的广泛关注。

我国政府管理部门从不同侧重点构建了生态文明建设的评价指标体系。国家林业局从生态安全、

生态经济、生态文化三方面确定了 2020 年的生态文明建设目标。环保部从生态空间、生态经济、生态环境、生态生活、生态制度、生态文化六方面制定了生态县和生态市的建设指标体系。国家发展改革委、国家统计局、环境保护部、中央组织部构建了包含资源利用、环境治理、环境质量、生态保护、增长质量、绿色生活、公众满意度七部分的绿色发展指标体系。

国际组织与学术界从不同角度提出了评价体系。联合国环境规划署^[1]2015 年构建了致力于解决社会、经济、环境三个维度的发展的包含 17 项的可持续发展目标。经济合作与发展组织(OECD)建立了包含环境及自然生产率、自然资源基础、环境质量、经济机遇及政策响应四方面的绿色增长指标体系^[2]。Hamilton 等^[3]提出真实发展指数 GPI, Kerk 等^[4]提出了可持续社会指数。OECD 在 1993 年首次提出“压力-状态-响应”(PSR)模型,联合国可持续发展委员会在此基础上于 1995 年提出了“驱动-状态-响应”(DSR)模型^[5],这些指标框架至今仍应用较为广泛。国内学者从不同层面构建了评价指标

① 国家重点研发计划(2016YFC0503407)资助项目。

② 女,1992 年生,硕士生;研究方向:竞争情报;E-mail: wanglm2016@istic.ac.cn

③ 通信作者,E-mail: mhchx@163.com

(收稿日期:2018-01-06)

体系。高珊等^[6]基于 PSR 模型从环境、行为、决策三个方面分析了我国 1953 - 2008 年生态建设成效。侯鹏等^[7]采用熵值法和协调度函数,分析了全球 60 个主要国家生态文明建设现状,考察了中国生态文明建设水平和生态文明协调度。彭一然^[8]对中国省域生态文明建设水平进行了动态分析。严耕等^[9]从生态活力、环境质量、社会发展和协调程度四个核心考察领域构建了省级生态文明评价体系。孔雷等^[10]利用德尔菲法和层次分析法对普洱市各县生态文明建设进行了评价。张静等^[11]利用层次分析法从人口发展、资源节约、环境保护、经济社会四个角度对昆山、大连、东莞 3 市进行了横向比较。成金华等^[12]从资源环境经济社会 (REES) 系统和 PSR 模型两个维度建立了矿区生态文明评价体系。张翼翔等^[13]基于能源问题差异构建了包含生态资源、生态环境、生态社会要素的评价体系。

生态文明评价研究已经取得了一定进展,在不同层面、不同行业领域都开展了相应的研究,指标设置基本涵盖了生态文明建设的全部内容,但同时发现,目前研究多以特定地区或产业评价为主。在全球化背景下,明确我国生态文明建设水平与发达国家之间的差距,对于我国生态文明建设整体水平的提升至关重要,目前已有学者^[7,14]从国际比较视角

展开了相应的研究,但相关研究较少,不利于客观全面评价我国当前生态文明发展状况。对此,本文通过构建生态文明建设评价指标体系,动态分析了 1990 年以来主要发达国家生态文明建设情况,从国际比较的视角把握我国生态文明建设状况以及存在的主要问题,为进一步推进生态文明建设提供决策支撑。

1 生态文明建设评价指标体系构建

生态文明建设是长期、持续以及动态变化的过程,生态文明评价体系的构建也必须与时俱进,党的十九大报告中明确提出,在新时代中国特色社会主义建设中,要加快生态文明体制改革,推进绿色发展、着力解决突出环境问题、加大生态系统保护力度以及改革生态环境监管体制。

本文通过对已有生态文明建设评价指标体系的整理与总结,依据生态文明在新时代的建设要求和实现路径,从绿色发展、环境治理以及生态保护方面共选取了 11 个具有代表性的指标,构建了生态文明建设的三级评价指标体系。在指标的选择上遵循了科学合理、代表性、可量化、易获取以及简明性等原则,具体的评价指标体系框架如表 1。

表 1 生态文明建设评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	单位	指标说明
生态文明建设综合指数	绿色发展 C1	人均 GDP 增长 C11	%	正指标
		单位 GDP 能耗 C12	千克石油当量/千美元	逆指标
		可再生能源消费量占比 C13	%	正指标
		服务业附加值占 GDP 比例 C14	%	正指标
		单位 GDP 二氧化碳排放 C15	kg/美元	逆指标
	环境治理 C2	人均二氧化碳排放 C21	人均公吨数	逆指标
		石油、天然气和煤炭能源的发电量占比 C22	%	逆指标
		环境政策强度指数 C23		正指标
	生态保护 C3	人均耕地面积 C31	人均公顷数	正指标
		森林覆盖率 C32	%	正指标
		自然资源损耗率 C33	%	逆指标

绿色发展是生态文明建设的必然要求,也是实现生态文明建设的重要路径,十九大报告中从制度、产业、社会等不同层面明确了推进绿色发展的路线图,反映的是经济发展与生态环境保护之间的平衡

关系,强调健全绿色低碳循环发展经济体系,推进节能减排,降低能耗,发展绿色产业等方面,因此选取了人均 GDP 增长、单位 GDP 能耗、可再生能源消费量占比、服务业附加值占 GDP 比例、单位 GDP 二氧

化碳排放共 5 个指标。环境问题是当今世界面临的一个严峻挑战,环境污染、气候变化等问题制约着人类的可持续发展,环境治理是当前全球治理的重要内容,也是今后一段时期生态文明建设的重要内容,强调在着力解决突出环境问题方面的成效。本文利用人均二氧化碳排放、石油、天然气和煤炭能源的发电量占比、环境政策强度指数来表征各国环境治理水平。生态保护指的是对自然环境和自然资源的合理开发与保护,生态保护的核心是实现“绿化”,典型的衡量指标是森林覆盖率,生态保护的措施有很多种,其中最典型的是设立自然保护区,本文利用人均耕地面积、森林覆盖率、自然资源损耗率三个指标来衡量各国生态保护水平。

2 评价方法及指标数据说明

2.1 评价方法

根据构建的生态文明建设评价指标体系,对美国、日本、德国、英国以及中国的生态文明建设水平进行评价分析。

首先对数据进行无量纲化处理,也称数据的标准化,以消除各指标数据单位差异以及正逆指标作用方向不一致对评价结果产生的影响。本文采用极值法进行数据的无量纲化处理,将原始数据转化为 0 到 1 的区间范围内,同时正指标和逆指标均转化为正指标,具体公式为:

正指标: $S_i = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$ (1)

逆指标: $S_i = \frac{X_{\max} - X_i}{X_{\max} - X_{\min}}$ (2)

X_i, S_i 分别为标准化前后的第 i 项指标值, $X_{\max}, X_{\min}$ 分别为所有指标值的最大、最小值。

其次是确定各指标权重。目前赋权方法主要包括主观、客观以及组合赋权法。主观赋权法主要包括德尔菲法、层次分析法、专家评分法等,主要依赖于专家经验或评价者对各指标的重视程度。客观赋权法包括主成分分析、熵值法、变异系数法等,是通过各指标包含的信息计算得到指标权重的方法,不受主观因素影响,但可能出现确定权重与指标实际重要程度不符的情况。为使赋权更加科学合理,同

时避免主观人为因素对评价结果造成的影响,本文采用基于熵值和变异系数的组合赋权法确定各指标权重。

熵是热力学中表征物质状态的参量之一,信息熵最早由申农提出,用来度量信息的不确定性,目前在多指标综合评价中已得到广泛的应用。熵值能反映指标的离散程度,一般认为,信息熵越小,指标值的离散程度越大,提供的信息量越大,则该指标对评价的影响越大,指标权重也越大。主要计算公式为:

第 j 项指标的熵值:

$E_j = -K \sum_{i=1}^n P_{ij} \ln P_{ij}, K = 1/\ln n$ (3)

信息的效用价值:

$D_j = 1 - E_j$ (4)

指标权重:

$W_j = \frac{D_j}{\sum_{j=1}^m D_j}$ (5)

P_{ij} 为第 i 个国家第 j 项指标值, E_j, W_j 分别第 j 项指标熵值,以及权重

变异系数法利用指标取值差异来确定指标权重,指标值差异越大,则代表该指标越难以实现,则该指标更能反映评价对象之间的差距,权重也越大。首先计算各指标特征值,公式为:

平均值:

$\bar{x}_l = \frac{\sum_{j=1}^n x_{lj}}{n}, j = 1, 2, \dots, n$ (6)

标准差:

$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_l)^2}{n - 1}}, i = 1, 2, \dots, m$ (7)

利用各指标特征值计算变异系数:

$v_i = \frac{\sigma_i}{\bar{x}_l}, i = 1, 2, \dots, m$ (8)

各指标权重为该指标变异系数与各指标变异系数和的比值:

$w_i = \frac{v_i}{\sum_{i=1}^m v_i}, i = 1, 2, \dots, m$ (9)

在此基础上,采用两者计算权重的均值作为各指标权重,最终各指标权重如表 2。

最后,利用逐级加权法计算生态文明综合指数。

表 2 各指标权重

一级指标	二级指标	三级指标	权重
生态文明建设综合指数	绿色发展 C1	人均 GDP 增长 C11	0.0701
		单位 GDP 能耗 C12	0.0523
		可再生能源消费量占比 C13	0.1423
		服务业附加值占 GDP 比例 C14	0.0776
		单位 GDP 二氧化碳排放 C15	0.0522
	环境治理 C2	人均二氧化碳排放 C21	0.0869
		石油、天然气和煤炭能源的发电量占比 C22	0.0750
		环境政策强度指数 C23	0.0881
	生态保护 C3	人均耕地面积 C31	0.1900
		森林覆盖率 C32	0.1135
		自然资源损耗率 C33	0.0517

2.2 指标数据来源

本文所采用的指标数据来自于世界银行(WB)和经济合作与发展组织(OECD)的在线数据库,为保证数据的完整性,选取了美国、日本、英国、德国以及中国 5 个国家 1990 – 2015 年共 26 年的数据,缺失数据采用了近几年数据的平均值,数据有效率为 97.9%,在一定程度上保证了评价结果的准确性。

3 实证分析结果

根据建立的生态文明评价指标体系以及评价方法,分别计算各国 1990-2015 年各子系统生态文明指数以及生态文明综合指数。

3.1 生态文明建设总体水平比较

为了解我国生态文明建设总体水平,利用 1990 – 2015 年的面板数据计算各国生态文明综合指数,具体得分如表 3,生态文明综合指数得分越高则代表生态文明建设水平越高,各国生态文明综合指数逐年变化趋势如图 1。

根据生态文明综合指数变化情况,1990 年以来各国生态文明综合指数整体呈现波动性增长趋势,生态文明建设水平保持稳定上升态势。美国、日本、德国生态文明建设水平一直处于领先地位,英国生态文明建设水平增速最快,美国 1990 – 2015 年生态文明综合指数平均值达到0.5239,德国为0.4910,我国为0.3937,说明我国生态文明建设总体水平还较低,与发达国家还有一定差距。这与美、日、德、英对生态环境保护的重视密不可分,例如,美国发展低碳

表 3 1990 – 2015 年各国生态文明指数

年份	中国	德国	日本	美国	英国
1990	0.3117	0.4162	0.4887	0.5085	0.3240
1991	0.3607	0.4278	0.4848	0.5109	0.3228
1992	0.3928	0.4225	0.4711	0.5134	0.3379
1993	0.3969	0.4194	0.4795	0.5067	0.3557
1994	0.4062	0.4358	0.4692	0.5161	0.3557
1995	0.3945	0.4344	0.4867	0.5213	0.3513
1996	0.3966	0.4321	0.4889	0.5191	0.3496
1997	0.4043	0.4474	0.4879	0.5136	0.3674
1998	0.4153	0.4492	0.4852	0.5153	0.3686
1999	0.4199	0.4583	0.4853	0.5191	0.3645
2000	0.4193	0.4652	0.4980	0.5065	0.3567
2001	0.4286	0.4620	0.4923	0.4960	0.3574
2002	0.4319	0.4734	0.4852	0.5062	0.3663
2003	0.4191	0.4716	0.4860	0.5087	0.3841
2004	0.3897	0.4895	0.5013	0.4982	0.3817
2005	0.3821	0.5040	0.4949	0.4958	0.3980
2006	0.3750	0.5192	0.4976	0.5214	0.3975
2007	0.3760	0.5160	0.4871	0.5220	0.3874
2008	0.3494	0.5091	0.4843	0.5220	0.3851
2009	0.3856	0.5099	0.4838	0.5426	0.4015
2010	0.3743	0.5414	0.5253	0.5502	0.4439
2011	0.3557	0.5542	0.5033	0.5463	0.4588
2012	0.3946	0.5331	0.5025	0.5736	0.4626
2013	0.4025	0.5384	0.4959	0.5598	0.4923
2014	0.4222	0.5564	0.4951	0.5617	0.5147
2015	0.4296	0.5531	0.5036	0.5648	0.5199

城市、日本建设低碳社会、德国大力发展新能源等。英国在 2005 年之前生态文明水平基本上低于其他

三个国家,从 2005 年开始生态文明指数不断上升,并在 2014 年反超日本,生态文明建设成效显著。近年来英国政府不断推进产业转型,优化能源结构,大力支持可再生能源发展,推动技术创新,发展智慧城

市,取得显著进展,智能电网等核心技术已处于世界领先地位,不断向低碳社会转变,为其他国家生态文明建设提供了借鉴。

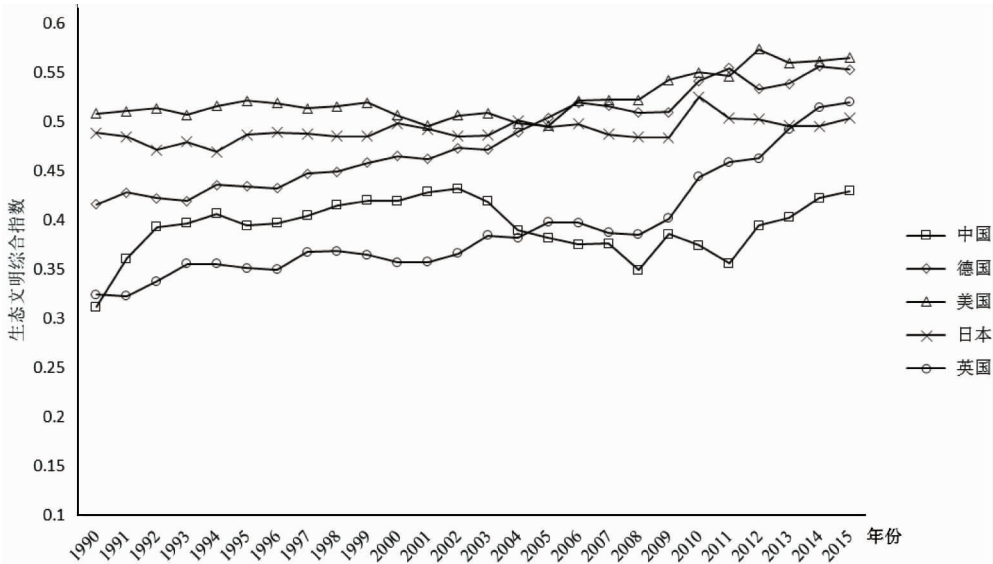


图 1 1990 - 2015 年各国生态文明综合指数变化趋势

1990 - 2015 年间,我国生态文明建设综合指数增加0.1179,有所提升,但具有一定的阶段性波动。1990 - 2002 年生态文明指数不断上升,该阶段人们已经意识到正确处理人口、资源与环境关系的重要性,环境保护法律体系已基本建成,1995 年发布了《全国生态示范区建设规划纲要》,1999 年发布《全国生态环境建设规划》,实施退耕还林工程,进行了一系列生态保护实践,生态文明建设水平不断提升。2003 - 2011 生态文明指数呈现波动性下降趋势,该阶段我国生产力水平显著提高,城镇化和工业化进程加速,经济持续快速发展伴随着能源资源消费量极大的增长和环境污染日趋严重,经济增长与环境保护、资源利用之间的矛盾突显,能源利用率低、能源结构不合理等问题不断影响经济社会的可持续发展。2012 年党的十八大将生态文明建设提升到国家战略层面,明确建立系统完整的生态文明制度体系,全面推进生态文明建设,并着力解决经济、环境、资源利用方面的问题,从根本上提升生态环境质量,以生态文明建设示范区推进生态文明建设,并将生态文明纳入政府考核体系,2012 年以来我国生态文

明建设水平虽仍与发达国家有一定差距,但建设水平明显呈现增长态势。

3.2 生态文明建设各子系统比较

绿色发展子系统包括人均 GDP 增长、单位 GDP 能耗、可再生能源消费量占比、服务业附加值占 GDP 比例、单位 GDP 二氧化碳排放,各国绿色发展子系统指数变化趋势如图 2。指标平均得分如表 4。人均 GDP 增长、可再生能源消费量占比是拉动我国绿色发展指数的重要因素,1990 - 2008 年绿色发展指数明显高于其他国家,受金融危机以来全球贸易增速放缓的影响,我国经济增速持续下滑,2015 年放缓至 6.3%,绿色发展指数明显有所下降,表明经济增速水平是影响我国绿色发展指数变化的重要因素。在单位 GDP 能耗、服务业附加值占 GDP 比例、单位 GDP 二氧化碳排放指标表现方面,我国与其他国家还存在明显的差距,其中服务业附加值占 GDP 比例在 1990 - 2015 年间得分增长 0.378,我国产业结构调整取得一定成效,但与发达国家仍存在很大差距,美国服务业附加值占 GDP 比例指标平均得分是我国的 5.6 倍,我国服务业发展明显滞后。我国

可再生能源消费量占比高于其他国家,但呈下降趋势,表明我国能源结构未见改善,煤炭在能源利用结构中占据主导地位的形势没有发生改变,经济社会发展对化石能源依赖不降反升的局面亟待改变^[14]。近年来我国大力支持可再生能源发展,进行电力市场改革,推进全国碳排放交易市场建设,太阳能、风能技术水平不断提升,技术成本不断下降,节能减排

效果显著。但从指标得分来看,与发达国家相比仍存在能源利用效率偏低、碳排放水平偏高、产业结构有待进一步优化等问题。加快经济增长方式转变,优化产业结构,提升能源利用效率,鼓励技术创新,进一步提高可再生能源技术水平,降低成本是我国绿色发展的重要方向。

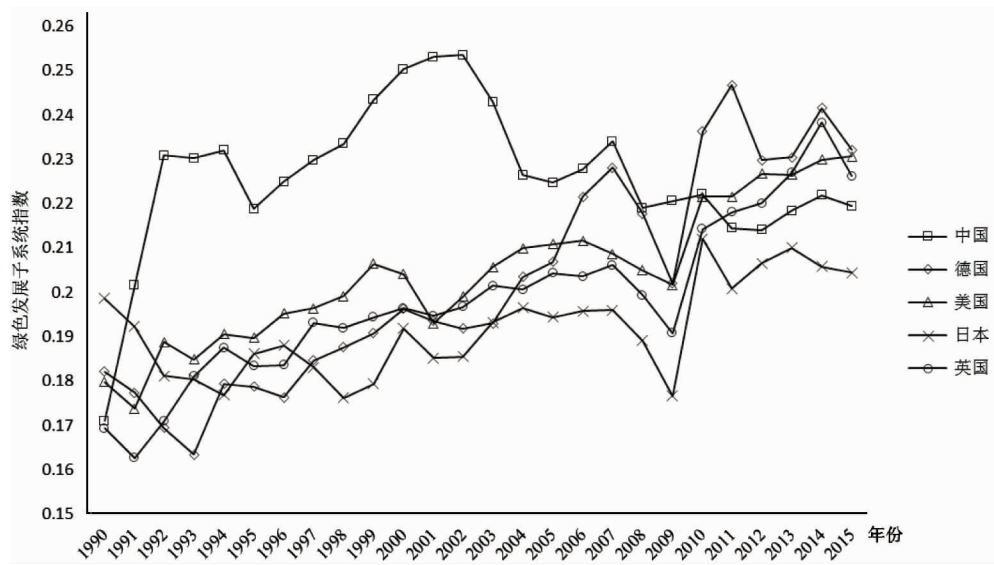


图 2 各国绿色发展子系统生态文明指数变化趋势

表 4 1990 - 2015 年绿色发展子系统各国各指标得分平均值

主要指标	中国	德国	日本	美国	英国
人均 GDP 增长	0.7509	0.3629	0.3392	0.3590	0.3609
单位 GDP 能耗	0.5399	0.9096	0.9055	0.7746	0.9169
可再生能源消费量占比	0.7263	0.1660	0.1073	0.1599	0.0458
服务业附加值占 GDP 比例	0.1670	0.7500	0.7421	0.9373	0.9114
单位 GDP 二氧化碳排放	0.5525	0.9083	0.9136	0.8243	0.9138

环境治理子系统包括人均二氧化碳排放,石油、天然气和煤炭能源的发电量占比,环境政策强度指数三个指标,各国环境治理子系统生态文明指数变化如图 3,各指标得分平均值如表 5。随着各国环境治理力度的不断加大,环境治理水平整体呈现增长态势。德国环境治理水平处于领先地位,并呈现稳步上升的态势,这与德国高度重视绿色生态产业发展、不断推进向低碳清洁的能源利用结构转型有一定关系,近年来德国政府不断加大在环保技术领域研发力度,建立环保创新基金,提升绿色经济发展水

平。英国是世界上典型的“先污染,后治理”国家之一,1952 年伦敦雾霾事件使得严重的空气污染问题引起英国政府和民众对环境治理的高度重视,20 世纪 90 年代以来英国不断完善环境立法机制,加强监管,实施“国家空气质量战略”,2003 年提出“低碳经济”理念以来,制定了一系列促进低碳发展的战略计划^[15],大力推行绿色城市建设,全面降低能耗和二氧化碳排放,环境治理取得了显著成效。德国和英国在环境政策制定实施方面均表现较为突出。日本的环境治理子系统指数维持在 0.12 ~ 0.15 之间,

处于较为领先地位,人均二氧化碳排放量先增后减,在 2011 年之后又有所增长,导致环境治理子系统呈现波动性变化,同时日本近年来实施了大量的科技计划推动可再生能源发展,非化石能源发电量占比不断提升。进入 21 世纪,为寻找新的经济增长点,美国转向了新能源为核心的新战略产业发展,利用科技带动产业技术提升,促进能源利用效率提升,可以发现 2006 年以来美国环境治理指数快速上升。根据指标平均得分,我国人均二氧化碳排放量远低

于美国,这也是我国环境治理子系统指数优于美国的重要拉动因素,表明我国社会经济发展还存在较大空间。化石燃料仍是我国主要发电来源,化石燃料燃烧是造成大气污染的主要原因,给我国环境治理造成了一定压力。近年来我国积极参与全球环境治理,开展大气、水、土壤污染整治行动,制定重污染行业污染物排放控制标准,空气质量明显改善,环境政策强度有所提升,但仍与发达国家存在很大差距。

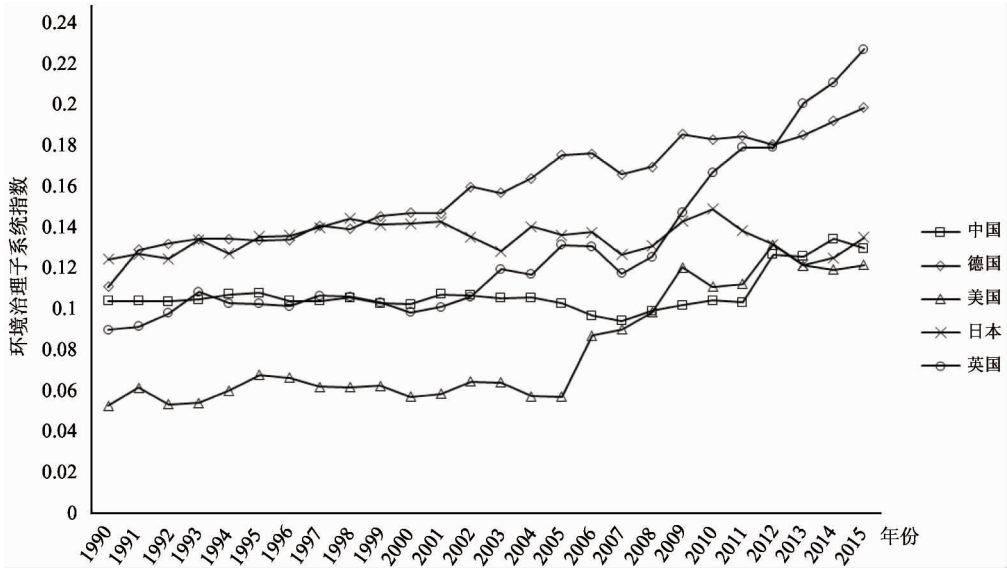


图 3 各国环境治理子系统生态文明指数变化趋势

表 5 1990 - 2015 年环境治理子系统各国各指标得分平均值

主要指标	中国	德国	日本	美国	英国
环境政策强度指数	0.1792	0.6095	0.4357	0.3911	0.4494
人均二氧化碳排放	0.8813	0.5640	0.5974	0.0816	0.6391
石油、天然气和煤炭能源的发电量占比	0.1911	0.7213	0.5769	0.5014	0.4463

生态保护子系统包括人均耕地面积、森林覆盖率、自然资源损耗率三个指标。各国生态保护子系统生态文明指数变化趋势如图 4,各指标得分平均值如表 6。美国是世界上耕地面积最多的国家,在生态保护方面处于领先地位,远高于其他国家,但随着美国经济的增速发展,人口规模不断扩大,从 1990 年的 2.5 亿人口增长到 2017 年的 3.2 亿人口,增速远高于日本、德国和英国,城市人口从 75.8% 上升到 83.4%,城市化水平的不断提高,使得人均耕地

面积不断减少,导致近年来美国生态保护子系统指数呈下降趋势,但由于对生态保护的重视,下降幅度不断放缓。日本、德国和英国近年来生态保护子系统指数保持稳定,日本在森林覆盖率和自然资源损耗率指标上表现较为优异,表明其在发展过程中十分重视对生态资源的保护,但人均耕地面积较少,因此其生态保护子系统指数低于美国。德国和英国是较早开始城市化建设的国家,城镇化程度提升使得人均耕地面积均有所下降,尤其英国人均占有耕地

资源较少,森林覆盖率有所上升,但变化幅度较小。我国耕地面积较大,但人均耕地资源占有量较少,近年来我国人口数量快速增长,不合理开发使用土地资源、城市化建设用地等使得人均耕地面积不断下降,同时经济增长导致大量的自然资源被破坏,自然损耗率较高,给我国生态保护造成了很大的压力。

1990-2015 年间我国森林覆盖率有所上升,但森林总量仍严重不足,森林覆盖率远低于发达国家,缺林少绿、生态脆弱问题突出。地区资源禀赋的巨大差异和发展水平不一致使得我国自然资源损耗率变化波动性很大,导致整体生态保护指数呈现波动性趋势。

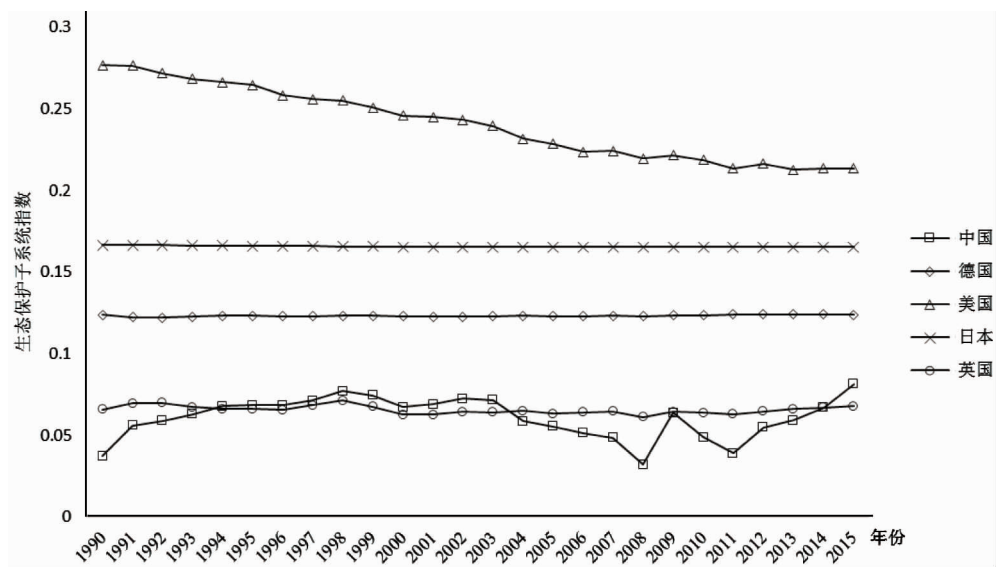


图 4 各国生态保护子系统生态文明指数变化趋势

表 6 1990 - 2015 年生态保护子系统各国各指标得分平均值

主要指标	中国	德国	日本	美国	英国
人均耕地面积	0.0810	0.1575	0.0030	0.7903	0.0955
森林覆盖率	0.1425	0.3701	0.9983	0.3835	0.0141
自然资源损耗率	0.5671	0.9904	0.9992	0.9030	0.8873

4 结论与建议

本文在 1990 - 2015 年美国、日本、德国、英国以及中国的生态文明评价指标体系数据的基础上,利用基于熵值和变异系数的组合赋权法确定了各指标的权重,对各国生态文明建设水平进行了动态分析,得出主要结论如下:我国生态文明建设已经取得了一定成效,但与主要发达国家相比还存在一定差距,环境治理、生态保护方面均表现较差。一是绿色发展成效与不足并存。由于经济增速和可再生能源消费占比的持续增高,我国在绿色发展方面表现相对优异,但经济增速放缓以及对化石能源依赖性不降

反增的态势都将制约我国绿色发展水平的提升。我国在节能减排、产业结构调整方面有所进步,但与发达国家差距较大,有待进一步提升,经济增长与环境保护之间的矛盾仍突出,产业结构不合理、能源利用率低等问题较为严重。二是环境治理机遇与挑战同在。我国人均二氧化碳排放量远低于美国,说明我国社会经济还有较大的发展空间,同时也是拉动环境治理指数的重要因素。化石能源仍是我国发电主要来源,是造成我国大气污染的主要来源。在环境政策实施方面与主要发达国家还存在较大的差距。三是生态保护亟待加强。我国在人均耕地面积、森林覆盖率、自然资源损耗率三方面表现均较差,生态保护仍面临很大压力。

综上所述,为贯彻落实党的十九大精神,更好地加快我国生态文明建设,基于上述研究结果提出如下建议。

首先,加快落实我国生态文明建设的决策部署,重点解决经济发展与环境保护之间的矛盾。目前,我国社会经济处于转型升级的关键时期,消耗资源、扩大生产规模、破坏环境的传统发展模式已经走到尽头,要从根本上实现经济社会的可持续发展,必须转变经济发展方式^[16,17],调整产业结构^[18],坚持绿色发展。经济发展的同时会导致生态的不可持续性,要实现经济稳定增长必须降低生态足迹和碳排放量^[17],要不断加大环境治理力度,依靠科技发展、创新驱动等手段,加快攻克节能减排关键技术,推动相关核心技术成果转移转化,鼓励能源、生态环保等领域产学研深度融合,降低能耗。合理开发利用化石能源,推进太阳能、风能、氢能等清洁能源技术创新,提升能源利用效率,改善能源利用结构。支持高技术、现代物流业等第三产业发展,推动探索生态文明建设的新思路、新模式、新途径,有效化解经济发展与环境保护之间的困境。

第二,不断完善生态文明体制机制,加快推进生态文明建设。加强绿色、低碳能源发展的顶层设计,认真落实《能源生产和消费革命战略(2016—2030)》、“十三五”国家科技创新规划、能源发展“十三五”规划等,不断健全资源高效利用机制,建立健全用能权、用水权、碳排放权初始分配制度;创新有偿使用、预算管理、投融资机制,培育和发展交易市场,逐步形成长效的人均耕地面积和森林覆盖率水平的市场化保护机制。在开发利用过程中严守生态保护红线,实行耕地保护制度,完善生态补偿制度,加强自然资源保护和森林资源培育力度,建立约束地方和企业行为的制度,保护修复自然生态系统^[19]。引导社会资金投资生态建设,建立多元化生态投入保障机制^[20],建立健全生态风险防控机制与体系,提升突发生态环境事件应对能力,保障国家生态安全。

第三,建立健全生态文明建设监督体系。公众是生态文明构建的最直接社会行动者,公众关注度、参与度和认同感形成推进生态文明制度变革的根本

驱动力^[21],生态文明建设是持续推进的进程,需要全社会的共同参与,提高生态文明建设意识,积极转变绿色生活方式。社会监督是生态文明建设的有力保障,英国在雾霾治理方面取得的成效很大程度取决于英国公众对环境改善状况的监督 and 参与。德国在生态治理过程中充分发挥了公众、媒体、企业等多元主体参与监督作用。客观、准确、科学的数据支撑能有效推进生态文明建设决策部署、过程监管和绩效考核,应尽快搭建生态文明建设的社会监督平台,建成覆盖全、范围广的生态环境监测网络^[22],以调动全民参与生态文明建设的积极性。

最后,借鉴美国、德国、日本等发达国家发展经验,加强国际合作,提升国际合作水平。作为世界上最大的发展中国家,我国履行国际减排义务、推动国内经济发展与节能减排的矛盾日益突出,必须以创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念为指导,建立减缓与适应并重机制,主动控制碳排放,落实减排承诺,增强适应气候变化能力,深度参与全球气候治理。借鉴发达国家在环境治理、生态保护、绿色发展等方面的发展经验,结合我国当前发展现状,探索有效提升我国生态文明建设的创新发展路径。

参考文献

- [1] UNEP. Sustainable Development Goals[R]. New York: United Nations, 2015
- [2] OECD. Green Growth Indicators 2017[R]. Paris: OECD Publishing, 2017. 6-15
- [3] Hamilton C, Saddler H. The genuine progress indicator [J]. *A New Index of Changes in Well*, 1997, 30 (1): 13-28
- [4] Kerk G, Manuel A R. A Comprehensive index for a sustainable society: the SSI — the sustainable society index [J]. *Ecological Economics*, 2008, 66 (2): 228-242
- [5] Farsari Y, Prastacos P. Sustainable development indicators: an overview [J]. *Foundation for the Research and Technology Hellas*, 2002, 24: 197-208
- [6] 高珊, 黄贤金. 基于 PSR 框架的 1953—2008 年中国生态建设成效评价 [J]. *自然资源学报*, 2010 (2): 341-350
- [7] 侯鹏, 席海燕. 基于 PSR 模型的中国生态文明建设国际比较 [J]. *世界林业研究*, 2015 (5): 61-67

- [8] 彭一然. 中国生态文明建设评价指标体系构建与发展策略研究:[博士学位论文][D]. 北京:对外经济贸易大学国际经济研究院, 2016. 77-99
- [9] 严耕. 生态文明绿皮书[M]. 北京:社会科学文献出版社, 2011. 1
- [10] 孔雷, 刘文国, 张良, 等. 县域生态文明建设评价指标体系的构建研究—以普洱市为例[J]. 林业经济, 2016 (3): 30-33
- [11] 张静, 夏海勇. 生态文明指标体系的构建与评价方法[J]. 统计与决策, 2009 (21): 60-63
- [12] 成金华, 陈军, 易杏花. 矿区生态文明评价指标体系研究[J]. 中国人口. 资源与环境, 2013(2): 1-10
- [13] 张意翔, 成金华, 王菁. 基于能源问题区域差异的生态文明评价指标体系研究[J]. 中国地质大学学报(社会科学版), 2014 (3): 78-85, 140
- [14] 刘思明, 侯鹏. 生态文明建设国际比较研究:2008-2012[J]. 经济问题探索, 2016, 404(3): 46-54
- [15] 孟浩. 英国低碳能源发展最新进展及启示[J]. 全球科技经济瞭望, 2015, 30(10): 5-11
- [16] Geels F W, Mcmeekin A, Mylan J, et al. A critical appraisal of sustainable consumption and production research: the reformist, revolutionary and reconfiguration positions[J]. *Global Environmental Change*, 2015, 34: 1-12
- [17] Fritz M, Koch M. Economic development and prosperity patterns around the world: structural challenges for a global steady-state economy [J]. *Global Environmental Change*, 2016, 38: 41-48
- [18] Aldashev G, Limardi M, Verdier T. Watchdogs of the invisible hand: NGO monitoring and industry equilibrium [J]. *Journal of Development Economics*, 2015, 116: 28-42
- [19] 王新程. 推进生态文明制度建设的战略思考[J]. 环境保护, 2014, 42(6): 37-41
- [20] 谷树忠, 胡咏君, 周洪. 生态文明建设的科学内涵与基本路径[J]. 资源科学, 2013, 35(1): 4-15
- [21] 卓越, 赵蕾. 加强公民生态文明意识建设的思考[J]. 马克思主义与现实, 2007 (3): 106-111
- [22] 陈佳, 吴明红, 严耕. 中国生态文明建设发展评价研究[J]. 中国行政管理, 2016 (11): 81-87

Design and empirical research on the ecological civilization construction evaluation system based on entropy method and coefficient of variation

Wang Limeng, Meng Hao

(Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038)

Abstract

The ecological civilization index system, which includes green development, environmental governance and ecological protection, is constructed in this study. Dynamic analysis of the eco-civilization construction level is performed by using entropy method and coefficient of variation combination of empowerment based on the data during 1990 to 2015 in the United States, Japan, the United Kingdom, Germany and China . Overall, a steady upward trend of the ecological civilization construction is showed, but China's eco-civilization index has a large gap compared to developed countries. The green development index of China has been relative well while the environmental governance index and ecological protection index lag behind. Several measures, which include implementing ecological civilization construction and deployment, improving the institutional mechanism of ecological civilization, establishing an ecological civilization supervision system and strengthening international cooperation, are proposed in the process of eco-civilization construction of China in this work.

Key words: ecological civilization, index system, combination weighting method, empirical research, international comparison, measures