

人类可持续发展指数的改进及国际比较

毕明丽¹, 谢高地², 姚翠友¹

(1. 首都经济贸易大学管理工程学院, 北京 100070; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要: 对人类发展指数进行绿色及公平修正是可持续发展的必然要求。基于 28 个国家 1990—2014 年的面板数据, 采用生态足迹改进人类可持续发展指数, 并对其分解探讨变迁原因, 在此基础上进行公平校正构建综合可持续发展指数。结果表明: 生物质盈余发达国家排名靠前, 影响其可持续发展的主要因素是高碳排放, 生物质赤字国家通过转移别国资产维持发展, 不平衡导致美国的综合可持续性下降; 发展中国家的收入与教育快速提升, 但生态消耗及不公平度持续上升, 抑制作用逐渐扩大, 阿联酋排名末位, 发展方式最不可持续; 最不发达国家的发展主要来自健康、教育及低生态消耗的贡献。分项维度间高度相关, 可持续发展需在社会、经济、生态、公平间进行更好的权衡。

关键词: 人类可持续发展指数; 生态足迹; 公平; 对数平均迪氏分解法

人类可持续发展是一个受到广泛关注的议题。1987 年世界环境与发展委员会在《我们共同的未来》报告^[1]中首次提出可持续发展, 并经过探索和实践逐渐形成共识, 它强调“自然、经济、社会”整体关系的协调, 不以牺牲生态环境为代价的质量要求与促进社会和谐的公平要求是其重要的理论内涵^[2]。2015 年联合国发展峰会通过的《2030 年可持续发展议程》提出了 17 项可持续发展目标, 其中至少有 10 项涉及可持续性和生态环境, 而多项直接或间接与公平有关。

人类发展指数 (Human Development Index, HDI) 由联合国开发计划署^[3] (United Nations Development Program, UNDP) 于 1990 年提出, 其将发展的目标定义为使人们过上长寿、健康、受到良好教育的生活, 但缺少生态环境与公平的考虑。此后, 国内外学者对该指数进行了多方修正, 其中在可持续方面的改进集中在绿色和公平维度。在绿色方面, 学者们分别引入碳排放^[4]、森林覆盖率^[5]、可更新能源使用率^[6]等指标进行改进, 其中影响较大的是由 Togtokh^[4] 在 *Nature* 杂志上提出并由 Bravo^[5] 扩展的人类可持续发展指数 (Human Sustainable Development Index, HSDI), 该指数将人均 CO₂ 排放量加入 HDI, 呼吁重视发达国家和石油资源国的发展道路对地球造成的伤害。李经纬等^[7] 应用 HSDI 分析发现中国处于中高可持续发展状态, 但区域间差异明显。李晓西等^[8] 将人类绿色发展指数的子项扩展至 12 个。Biggeri 等^[9] 在 HSDI 基础上增加了自由维度。在公平方面, Hicks^[10] 最早将基尼系数引入 HDI。Harttgen 等^[11] 基于家庭层面数据发现中低发展水平的国家更加不

收稿日期: 2019-02-16; 修订日期: 2019-05-06

基金项目: 国家重点研发计划项目 (2016YFC0503706); 北京社会科学基金项目 (17GLA084); 北京自然科学基金项目 (9192005)

作者简介: 毕明丽 (1984-), 女, 山西阳泉人, 博士研究生, 主要从事区域可持续发展研究。

E-mail: 15210498048@163.com

通讯作者: 姚翠友 (1972-), 女, 河北秦皇岛人, 博士, 教授, 主要从事生态与经济协同发展研究。

E-mail: 13681167301@163.com

平等。Liang等^[6]对HDI进行了绿色、公平修正,发现新兴发展中国家虽然取得很大成就,但在国际中的基本格局并未改变。

生态资源是经济与社会发展的物质基础,但人类活动对自然界的利用、破坏日益加剧,使生态系统乃至整个地球处于不安全状态^[12],自然资源的合理利用对可持续发展的意义更加突显,因此对HDI进行生态维度的调整是十分必要的。前人研究中虽然考虑了部分环境与资源变量,但碳排放、森林覆盖率等单一指标仅能反映生态系统的某方面并且缺乏相应的承载力对照,以碳排放为例,只有实现零排放才能实现环境可持续,并未考虑排放与环境容量之间的均衡关系,与人类发展的现实需求冲突。此外,以往研究多对指数进行综合分析,分项指标以定性描述为主。生态足迹将人类对生态资源的消耗量和废物吸收需要量换算成生态功能用地面积进行定量分析^[13],是衡量人类对生态系统占用的权威指标。因此,本文基于生态足迹构建人类—生态可持续发展指数(Human-Ecological Sustainable Development Index, HEDI),并采用对数平均迪氏分解法(Logarithmic Mean Divisia Index, LMDI)^[14]定量分析各维度对HEDI的贡献,最后引入基尼系数构建综合可持续发展指数(comprehensive Human-Ecological Sustainable Development Index, cHEDI),通过对28个样本国家25年相关指数的时空变迁分析,探讨不同类型国家的发展短板,以期为科学推进可持续发展进程提供参考。

1 研究方法与数据来源

1.1 HDI计算

HDI的计算公式^[15]为:

$$HDI = \sqrt[3]{LEI \times EI \times GI} \quad (1)$$

式中:LEI、EI分别为健康指标、教育指标,二者共同表征社会发展程度;GI为收入指标,表征经济发展程度,计算公式为:

$$LEI = \frac{LE - 20}{85 - 20} \quad (2)$$

$$EI = \frac{EYSI + MYSI}{2} \quad (3)$$

$$EYSI = \frac{EYS}{18} \quad (4)$$

$$MYSI = \frac{MYS}{15} \quad (5)$$

$$GI = \frac{\ln(GNI_{pc}) - \ln(100)}{\ln(75000) - \ln(100)} \quad (6)$$

式中:LE为出生时预期寿命(年);EYSI为预期受教育年限指数;EYS为预期受教育年限(年);MYSI为平均受教育年限指数;MYS为25岁及以上人口平均受教育年限(年);GNI_{pc}为购买力平价人均国民收入(2011年PPP\$)。

1.2 HEDI计算

在HDI的基础上引入生态足迹构建HEDI。生态足迹本质上分为三类,第一类为生物质足迹,由耕地、草地、渔业用地、林地足迹组成,体现生物质资源供求关系;第二类为建设用地足迹,用以满足居所需求;第三类为碳足迹,由碳吸收林地消化能源废物。根据计算模型,建设用地足迹始终供需平衡,其他两类足迹存在盈余(供大于求)或赤字(供不足需)。生物质赤字与碳赤字分别表征地球生物质资产与碳容纳的可持续程度,

基于这两个指标构建 $HEDI$, 计算公式为:

$$HEDI = \sqrt[5]{LEI \times EI \times GI \times EEDI \times CDI} \quad (7)$$

式中: $EEDI$ 、 CDI 分别为生物质赤字指数、碳赤字指数, 计算公式如下:

$$EEDI = \frac{EED_{\max} - EED_i}{EED_{\max}} \quad (8)$$

$$CDI = \frac{CD_{\max} - CD_i}{CD_{\max}} \quad (9)$$

$$EED_i = \max(EEF_i - EBC_i, 0) \quad (10)$$

$$EEF_i = EF_{cropland} + EF_{grazingland} + EF_{fishinggrounds} + EF_{forestland} \quad (11)$$

$$EBC_i = BC_{cropland} + BC_{grazingland} + BC_{fishinggrounds} + BC_{forestland} \quad (12)$$

$$CD_i = \max\{EF_{carbon} - (BC_{forestland} - EF_{forestland}), 0\} \quad (13)$$

式中: EED_{\max} 、 CD_{\max} 分别为样本国家中人均生物质赤字 (全球 $hm^2/人$)、人均碳赤字 (全球 $hm^2/人$) 的最大值; EED_i 、 CD_i 分别为第 i 个国家的人均生物质赤字 (全球 $hm^2/人$)、人均碳赤字 (全球 $hm^2/人$); EEF_i 为第 i 个国家的人均生物质足迹 (全球 $hm^2/人$), 由耕地 ($EF_{cropland}$)、草地 ($EF_{grazingland}$)、渔业用地 ($EF_{fishinggrounds}$) 和林地 ($EF_{forestland}$) 四类足迹构成; EBC_i 则代表该国的人均生物质承载力 (全球 $hm^2/人$), 由耕地 ($BC_{cropland}$)、草地 ($BC_{grazing land}$)、渔业用地 ($BC_{fishinggrounds}$) 和林地 ($BC_{forestland}$) 承载力构成, 全球尚无专门用于碳吸收的林地, 碳排放主要由林地承载力扣除林地足迹后的剩余承载力承担, 由于 CO_2 随大气流动, 产生的后果由全人类共同承担, 式 (13) 中的 $BC_{forestland}$ 及 $EF_{forestland}$ 采用全球平均水平; EF_{carbon} 为本国碳足迹。

参照 HDI 的划分标准, 分别将 0~0.549、0.550~0.699、0.700~0.799、0.800~1.000 作为低、中、高、极高 $HEDI$ 的级别分类区间。

1.3 $HEDI$ 的因素分解

采用 LMDI 对 $HEDI$ 进行因素分解^[14], 从 t 年到 $t+1$ 年 $HEDI$ 的变化 ($\Delta HEDI$) 可分解为五部分加和, 各部分代表该分项对 $HEDI$ 变化的贡献值。

$$\Delta HEDI = HEDI_{t+1} - HEDI_t = \frac{1}{5} \Delta LEI + \frac{1}{5} \Delta EI + \frac{1}{5} \Delta GI + \frac{1}{5} \Delta EEDI + \frac{1}{5} \Delta CDI \quad (14)$$

$$\Delta LEI = \frac{HEDI_{t+1} - HEDI_t}{\ln(HEDI_{t+1}) - \ln(HEDI_t)} \times \ln\left(\frac{LEI_{t+1}}{LEI_t}\right) \quad (15)$$

$$\Delta EI = \frac{HEDI_{t+1} - HEDI_t}{\ln(HEDI_{t+1}) - \ln(HEDI_t)} \times \ln\left(\frac{EI_{t+1}}{EI_t}\right) \quad (16)$$

$$\Delta GI = \frac{HEDI_{t+1} - HEDI_t}{\ln(HEDI_{t+1}) - \ln(HEDI_t)} \times \ln\left(\frac{GI_{t+1}}{GI_t}\right) \quad (17)$$

$$\Delta EEDI = \frac{HEDI_{t+1} - HEDI_t}{\ln(HEDI_{t+1}) - \ln(HEDI_t)} \times \ln\left(\frac{EEDI_{t+1}}{EEDI_t}\right) \quad (18)$$

$$\Delta CDI = \frac{HEDI_{t+1} - HEDI_t}{\ln(HEDI_{t+1}) - \ln(HEDI_t)} \times \ln\left(\frac{CDI_{t+1}}{CDI_t}\right) \quad (19)$$

1.4 $cHEDI$ 计算

参考 Liang 等^[6] 的研究, 构建 $cHEDI$ 指数及计算方法:

$$cHEDI = c \times HEDI \quad (20)$$

$$c = \begin{cases} 1.0 & GC < 0.3 \\ 1.75 - 2.5 \times GC & 0.3 \leq GC \leq 0.7 \\ 0 & GC > 0.7 \end{cases} \quad (21)$$

式中： c 为公平度； GC 为基尼系数。

1.5 样本选择及数据来源

根据样本代表性及数据可得性，选择28个国家作为研究样本，见表1。

表1 样本国家及分类

Table 1 Sample countries and classification

(个)

发展程度	国家	数量
发达国家	美国、日本、德国、法国、英国、意大利、加拿大、澳大利亚、韩国	9
发展中国家	俄罗斯联邦、中国、阿根廷、巴西、印度、印度尼西亚、墨西哥、土耳其、菲律宾、马来西亚、越南、阿联酋、巴基斯坦	13
最不发达国家	肯尼亚、乌干达、孟加拉国、尼日尔、赞比亚、坦桑尼亚	6

*HDI*及分项指标数据来源于UNDP，生态足迹组分数数据来源于全球生态足迹网络的国家消费型足迹账户，基尼系数来源于世界银行的Branko基尼数据库及经济合作与发展组织的基尼数据库。Branko数据库包含9种不同的数据源，为尽量保持数据一致性，优先选用样本国家数据充足的库源，缺失数据由其他数据库补充，所有数据库中均缺失的数据采用插值法补充。阿联酋的基尼系数缺失，根据新闻报道数据^[6]进行分析。UNDP的连续数据最早年份为1990年，全球生态足迹网络数据的最新年份为2014年，因此本文选用1990—2014年的数据样本，其中俄罗斯联邦的生态数据最早可获取年份为1992年。

2 结果分析

2.1 *HEDI*的排名及时空变迁

2.1.1 *HEDI*的排名

经生态维度调整后，发达国家的评分有所降低（图1），其中日本、韩国、意大利的*HDI*位列极高水平，*HEDI*下降至高水平，澳大利亚、德国、法国、加拿大、美国、英国的两个指数均为极高水平；阿联酋排名下降最多，处于末位，其余发展中国家评分有所提升，阿根廷、俄罗斯联邦、马来西亚、土耳其、墨西哥和巴西的*HEDI*处于极高水平，其余国家位于中高水平；最不发达国家的*HEDI*数值有所提升，但排名无明显变动，仍位于世界后列，*HEDI*排名靠前的国家仍集中在欧美发达地区。

2.1.2 *HEDI*的时空变迁

样本国家的*HEDI*均值从1990年的0.677增加到2014年的0.777，净增加15%。不同发展阶段的国家增速有所差异，发达国家综合评分较高但增幅相对较小，而最不发达国家由于基础评分较低，增速相对较快，发展中国家增速介于二者之间。

1990—2014年法国、澳大利亚、加拿大的*HEDI*处于极高水平且平稳提升（图2）。德国增长最快，由中等阶段跨越至极高水平，美国、英国由高等水平上升至极高水平，日本、意大利由中等水平上升至高等水平，韩国在高等水平区间波动。阿联酋的*HEDI*震荡明显，但期初和期末相差较小，其余发展中国家上升相对平稳。阿根廷、菲律宾和巴基斯坦分别位于极高水平、高等水平和中等水平区间且逐渐上升，俄罗斯联邦、墨西哥、巴西、马来西亚和土耳其由高等水平上升至极高水平，越南、中国、印度和印度尼西亚

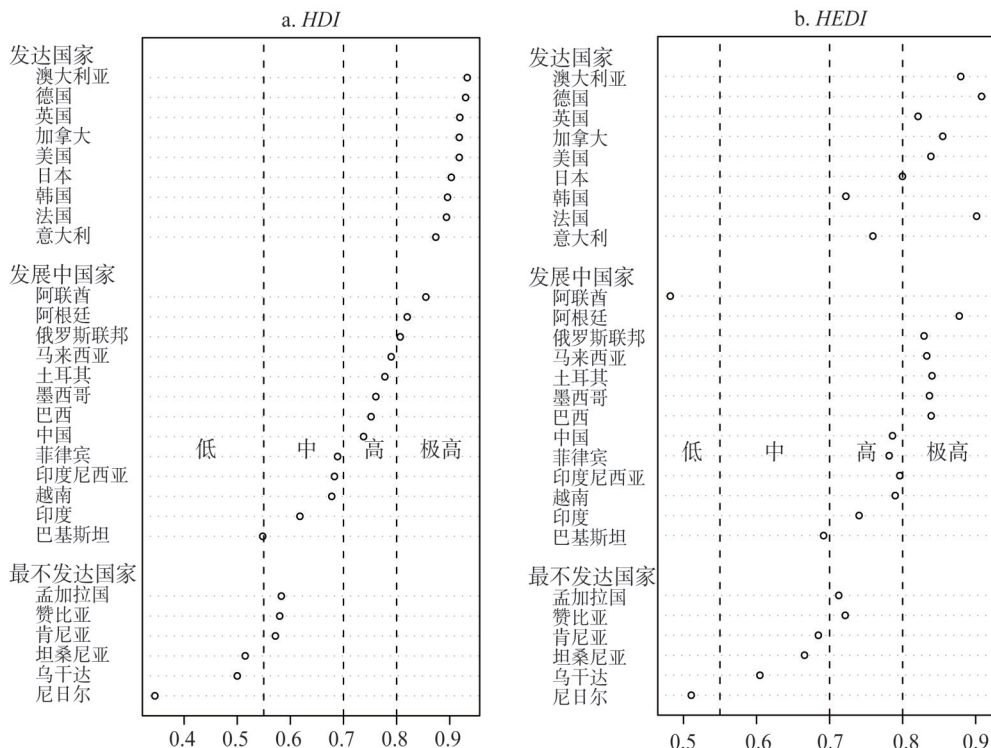


图1 2014年HDI、HEDI计算结果及排名

Fig. 1 The results and rankings of HDI and HEDI in 2014

由中等水平上升至高等水平。亚洲发展中国家HEDI明显低于其他地区发展中国家。最不发达国家HEDI均有所提升,坦桑尼亚、肯尼亚和乌干达在20世纪90年代明显下降,赞比亚期初增长不明显,之后增速加快。尼日尔虽增长明显,但始终处于低发展水平。

2.2 HEDI变动的因素贡献

代表性国家分项指标对HEDI变化的贡献值见图3。

2.2.1 发达国家HEDI变动的因素贡献

1990—2014年,发达国家的健康和教育的稳步提升,经济发达且相对平稳,生态分项成为HEDI变动的主导因素。澳大利亚、加拿大、美国和法国处于生物质盈余状态,HEDI走向受碳足迹影响较大(图3a),不可持续性主要体现在高能源消耗对全球气候的影响。英国、日本、韩国和意大利除了能源消耗方式不可持续外,生物质承载力亦难以满足自身需求,需要采用人造资本向其他国家换取自然资本以保障其发展(图3b)。日本由于生物质足迹降幅较大,HEDI取得了较快的增长。1990年是两德统一的起始年份,社会动荡,经济低迷,同时生态消耗较高,期初得分较低,之后东德基础设施建设得以恢复,经济和社会迅速发展,生物质承载力基本自给自足,碳足迹亦显著下降,HEDI增长较快。其余发达国家增长缓慢或增长过程中伴随明显回落。除韩国外的发达国家,人均生态消耗量在增长达到顶峰后下降,但仍普遍偏高,美国的生物质足迹是巴基斯坦的5倍,而碳足迹高达尼日尔的67倍,加拿大、澳大利亚的消耗量与美国相近。韩国是新兴经济体,生态消耗仍未到达顶峰,加之自身资源紧缺,生态赤字不断扩大,HEDI波动明显,期末值略低于期初值。

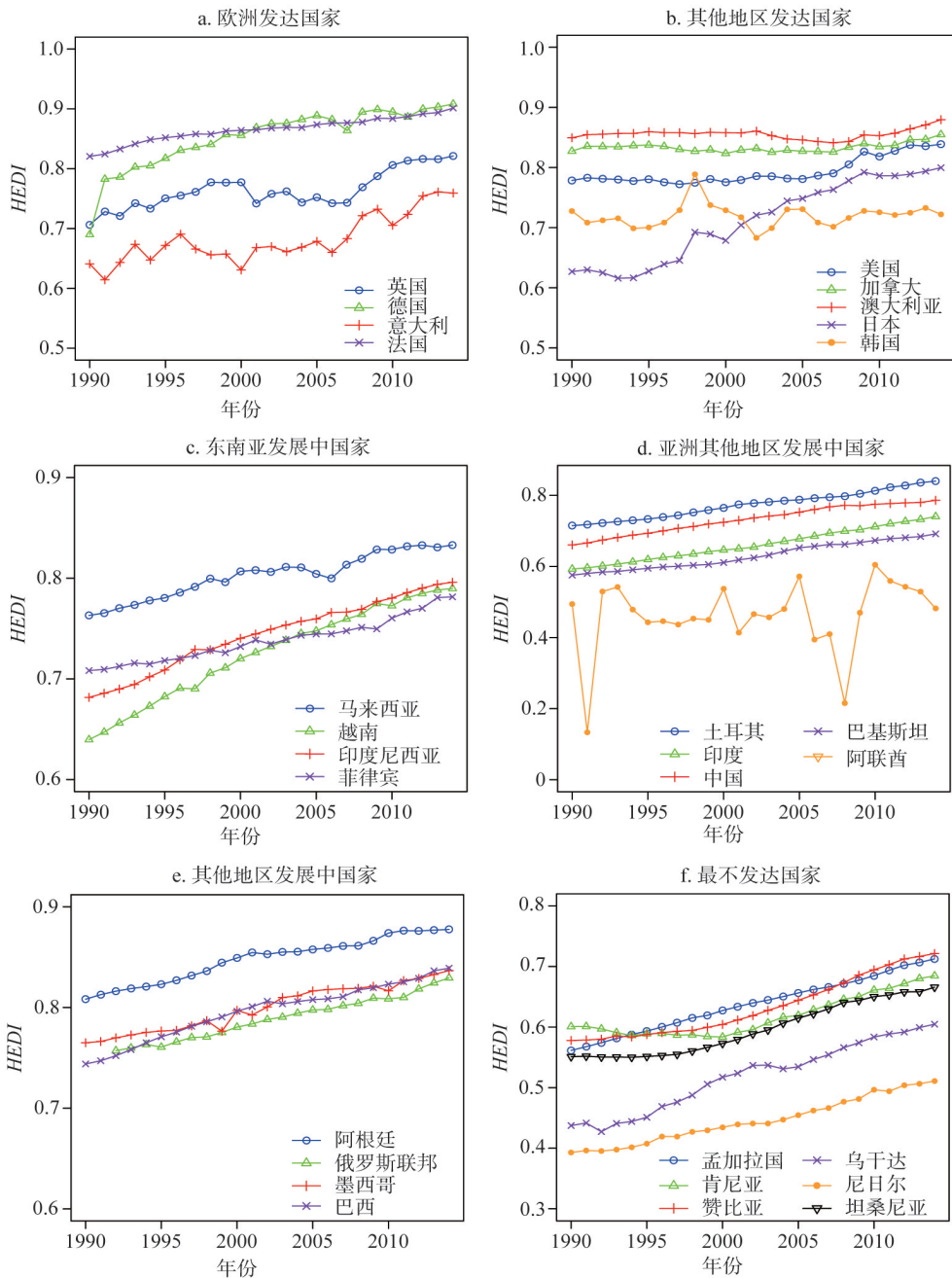


图2 HEDI的时空变迁

Fig. 2 The spatio-temporal variations of HEDI

2.2.2 发展中国家HEDI变动的因素贡献

石油生产使阿联酋成为全球最富裕的国家，收入的进一步提升对HEDI增长的贡献几乎为0，HEDI的变动很大程度上取决于生态消耗水平。2003年以前，HEDI走势主要取决于碳足迹的变动，虽然生态消耗在经历峰值后波动下降，但对自然环境的破坏致使

生物质承载力在1990—2014年间缩减80%，成为下降最快的国家；自1993年出现生物质赤字以来，缺口不断扩大，2003年以后成为HEDI变动的主导因素（图3c）。其余发展中国家健康、教育、收入基础较弱，整体发展较快。中国HEDI的提升主要受益于经济的快速增长，其次为教育的发展及健康的提升，生态分项抑制作用日益明显，1995年出现生物质赤字并逐步扩大，碳足迹在2000年后迅速增加，导致HEDI增速放缓；生态赤

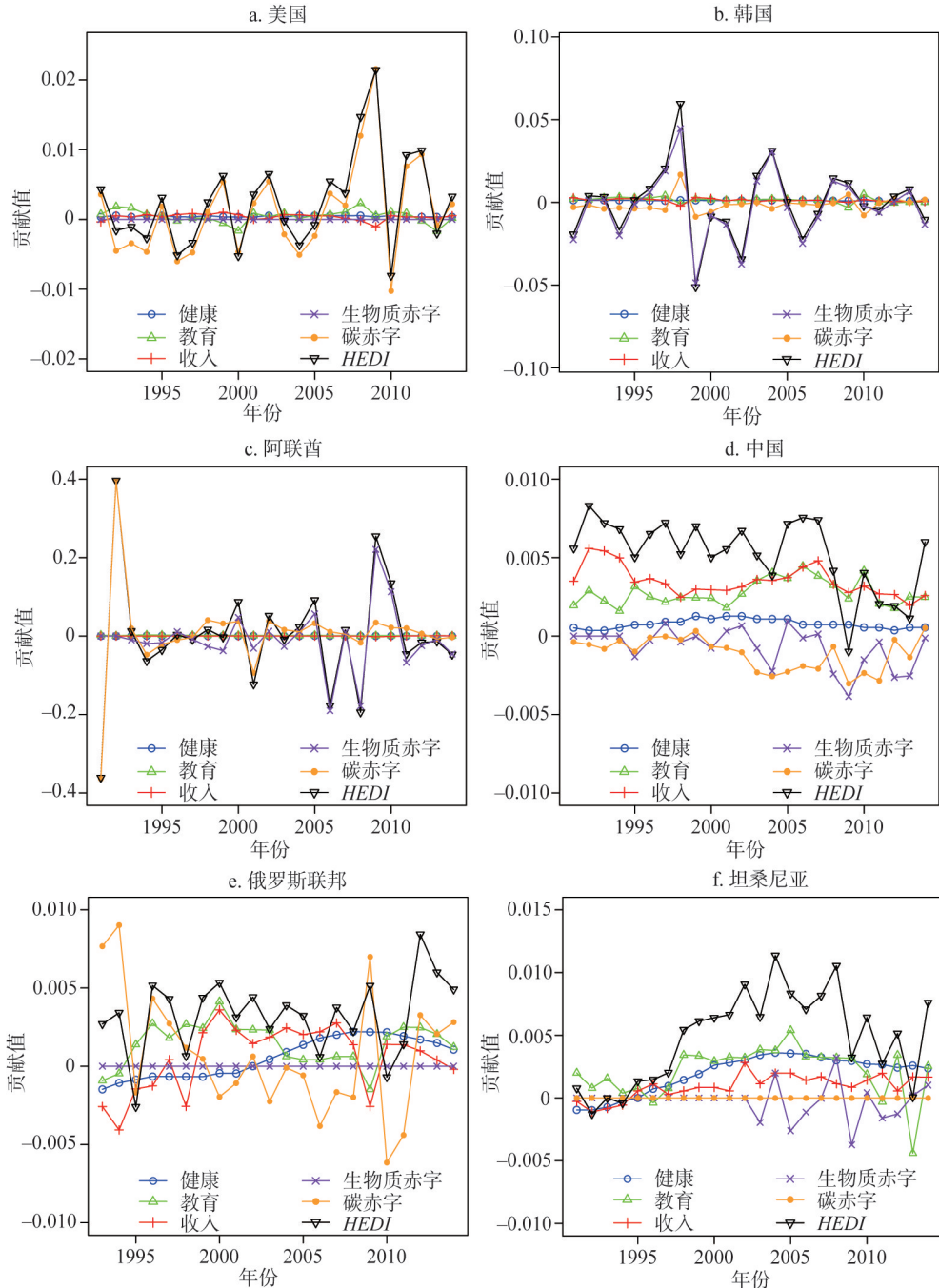


图3 因素对HEDI变化的贡献值

Fig. 3 The contribution of sub-indexes to HEDI changes

字增速在2009年达到峰值后放缓,碳足迹于2014年下降,源于中国政府对生态文明建设的重视和减排承诺的落实(图3d)。生物质盈余国家包括俄罗斯联邦、阿根廷、巴西、印度尼西亚、墨西哥、土耳其、马来西亚和越南。20世纪90年代初,俄罗斯联邦经济、社会发展受挫,生态消耗较高,*HEDI*起始基数低,初期增长主要来源于教育,收入与预期寿命分别于1999年、2002年步入增长,但碳足迹与欧美发达国家相当,影响了*HEDI*的进一步提升(图3e)。印度、菲律宾和巴基斯坦的碳足迹控制在全球承载力之内,*HEDI*变化主要取决于经济、社会因素与生物质赤字之间的博弈。印度尼西亚不存在生态赤字,*HEDI*增长仅取决于经济与社会发展。

2.2.3 最不发达国家*HEDI*变动的因素贡献

预期寿命及教育年限是最不发达国家*HEDI*变化的主要因素,撒哈拉以南非洲国家在20世纪90年代受到贫困、疾病特别是高艾兹病感染率的影响,预期寿命保持较低水平甚至下降(图3f),乌干达、赞比亚和坦桑尼亚持续下降至1995年才止跌回升,而肯尼亚则持续下降至2001年,赞比亚、坦桑尼亚、肯尼亚、乌干达和孟加拉国于21世纪初经济增速加快,进一步拉动了*HEDI*的增长,尼日尔则没有明显改观。最不发达国家的碳赤字均为0,对全球气候变化影响较小。赞比亚生物质资源可以满足自身消耗,乌干达与坦桑尼亚于2003年开始出现生物质赤字,其余国家的生物质承载力均供不足需。发展水平越低的国家,生物质足迹相对越高。

2.3 *cHEDI*的排名及时空变迁

2.3.1 *cHEDI*的排名

经公平修正后,中等*HEDI*的发达国家(韩国、日本和意大利)与部分发展程度相对较低的国家(巴基斯坦、孟加拉国)排名有所提升(图4)。这些国家的共同特点是基尼系数介于0.2~0.4之间。排名下降的国家以发展中国家为主,其中巴西和墨西哥的基尼系数高达0.5~0.6,降幅最大。美国则是唯一排名明显下降的发达国家,赞比亚等非洲国家贫富差距较大,排名也有所降低。阿联酋的基尼系数高达0.814,其*cHEDI*已降为0。

2.3.2 *cHEDI*的时空变迁

时间序列上,*cHEDI*均波动变化,大多数国家在波动中上升。期末明显低于期初值的国家有美国、印度尼西亚和中国,尤以中国降幅最大。中国在20世纪90年代基尼系数介于0.3~0.4但不断增高,至2000年超过国际警戒值0.4并增速加快,2008年接近0.5后有所下降,*cHEDI*止跌回升。

3 结论与讨论

3.1 结论

本文基于生态足迹与基尼系数构建了*HEDI*及*cHEDI*,以28个国家为研究对象,分析了其人类可持续发展指数的时空变迁及原因,结论如下:

(1) 1990—2014年,样本国家的*HEDI*整体增加。发达国家增速较慢,但仍排名靠前;最不发达国家增速较快,但未明显改变其落后的排名;发展中国家增速介于二者之间,阿联酋的*HEDI*位列世界末位。

(2) 发达国家的*HEDI*受生态维度影响较大,其中高碳排放是生态盈余国家不可持续的主要原因,生态赤字国家面临生物质生产空间不足及高碳排放的双重问题;发展中

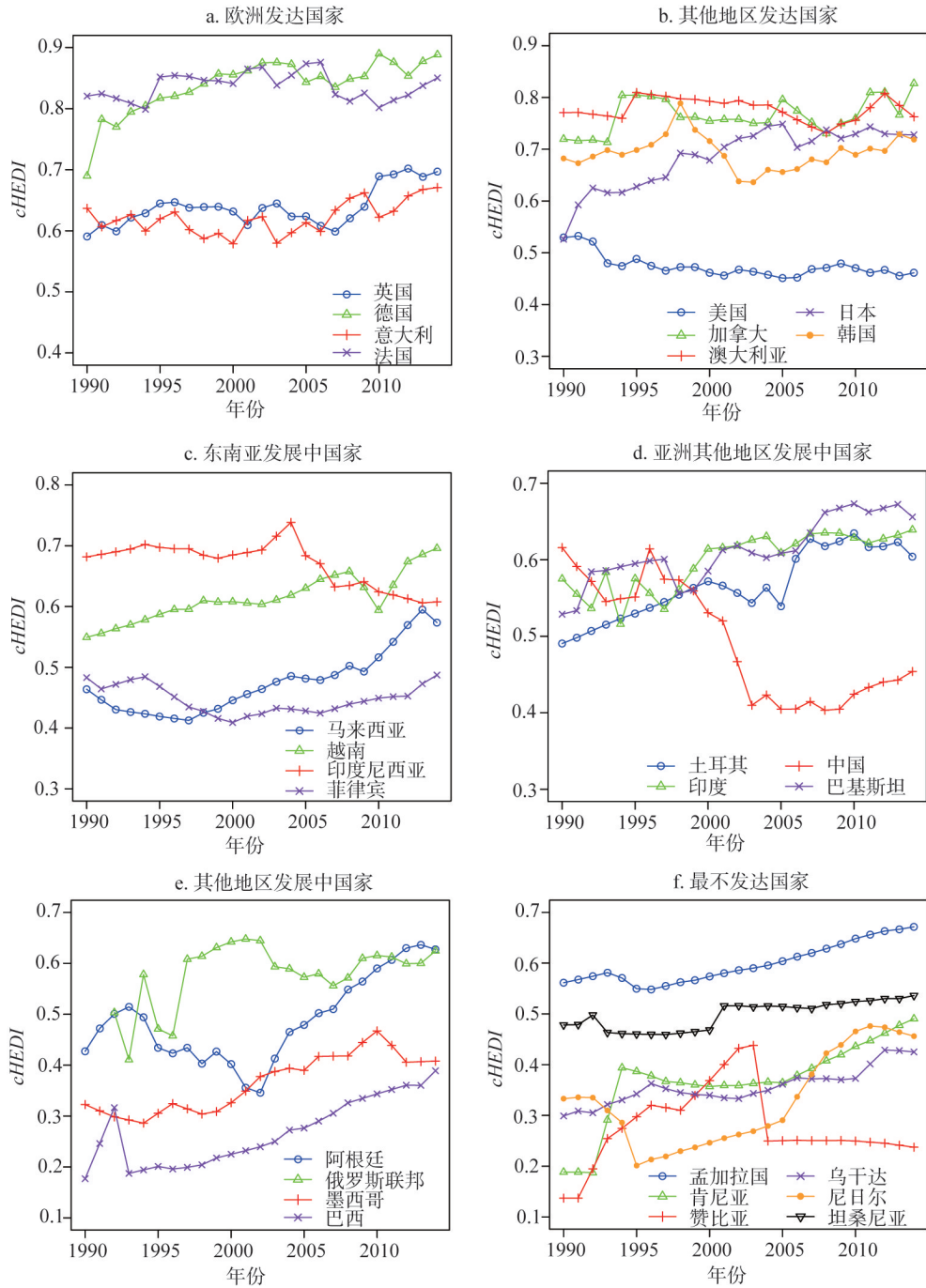


图4 *cHEDI*的时空变迁

Fig. 4 The spatio-temporal variations of *cHEDI*

国家经济和社会发展的拉升作用整体大于生态维度的抑制作用，但生态维度逐渐成为影响HEDI增长的主要因素；最不发达国家的HEDI增长受健康、教育的影响较大，但贫瘠的自然资产及缺乏有效配置限制了其进一步发展。

(3) 不同发展阶段的国家生态消耗差异化变动。发达国家和石油生产国的生态消耗

在达到峰值后下降,但仍保持较高水平,发展中国家仍在持续增长,最不发达国家具有较低的碳排放,但生物质消耗量随着发展水平的提升而降低。

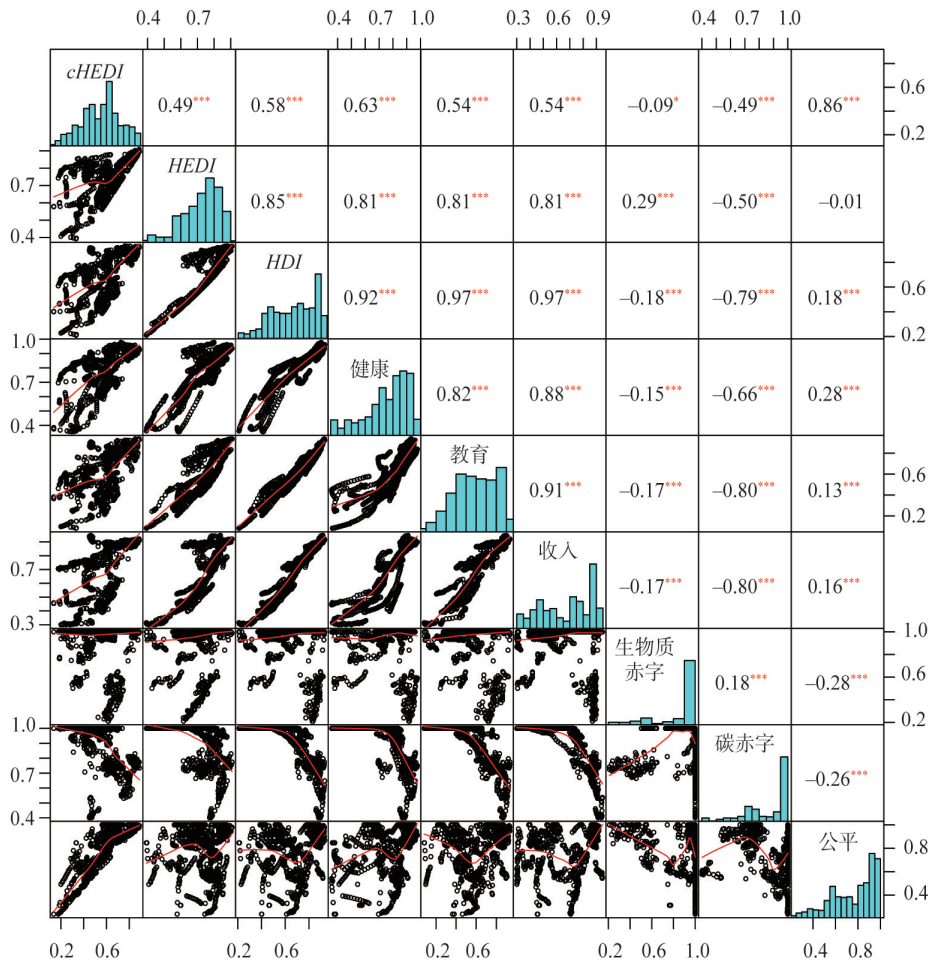
(4) 公平修正对不同发展阶段的国家影响不同。发展中国家及美国的不平衡程度高于其他国家;大多数国家的 *cHEDI* 在波动中上升,美国、印度尼西亚和中国在研究期末明显低于期初。

人类可持续发展指数各维度间密切相关。经济全球化使得资源短缺、环境退化成为影响人类可持续发展的世界级问题,而不平衡是限制可持续发展的另一重要因素。发达国家在应对国际生态危机合作的参与、发展中国家的消耗峰值选择、最不发达国家对全球化的响应,以及国际间和国家内部发展成果的共享对于全球可持续发展意义重大。

3.2 讨论

3.2.1 指标之间的相关性

经济、社会、生态和公平之间密切相关,是紧密联系的命运共同体(图5)。人类活动造成的资源枯竭和环境退化必然会反过来影响人类的福祉,可持续发展必须在各维度



注: *表示 $P < 0.05$, ***表示 $P < 0.001$ 。

图5 HEDI、*cHEDI*及分项指标之间的相关性

Fig. 5 Binary correlations between *HEDI* and *cHEDI*, and between all sub-indices with corresponding scatterplots

间进行权衡。收入的进一步增加对发达国家和石油生产国福祉提高的空间有限,其不可持续性主要体现为对生态资产的过度占用。教育、健康和收入的提升对发展中国家和最不发达国家的 *HEDI* 均有显著促进作用。贫瘠的生态资产及较低的利用效率是限制最不发达国家生存和发展的重要原因。

3.2.2 生态维度的可持续性

碳排放与收入高度相关。发达国家及石油生产国伴随着高碳排放,降低了可持续评分,与 *Togtokh*^[4]、*Bravo*^[5] 的研究结论类似。除此之外,新兴发展中国家的碳足迹亦超过全球平均承载力,能源消耗方式同样不可持续,发展中国家的碳足迹增长迅速,可持续压力增大。高碳排放国家的不可持续后果对本国的影响较小,而全球变暖的“公地悲剧”则由全人类共同承担,各国需联合起来形成共识,制定并实施减排计划。考虑到历史消耗累计量,发达国家和石油生产国应承担更多的责任,而发展中国家和最不发达国家应保留一部分合理的“生态空间”供其发展。2015年签署的《巴黎气候协定》是可持续发展进程的重要举措。美国一直以来都是碳排放大国,退出协定对全球的可持续发展影响重大。

生物质盈余国家集中在欧洲及美洲,但这些国家同时保持着高消耗。资源浪费在全球普遍存在^[17],中国的膳食足迹已超出理性范围且本国资源不可承载^[18]。全球化降低了区域尺度对生态资产的控制能力,使一个国家可以实现超过本国承载力后发展的可能性。具有经济条件的生物质赤字国家通过国际贸易转嫁别国生态资产满足自身需求,最不发达国家缺少用以换取自然资本的人造资本,以致在温饱线挣扎。资源短缺日益成为全球化问题,生态盈余国家的生态承载力持续下降,发展中国家及最不发达国家逐渐由生物质盈余转为赤字,当全球范围内供不足需时,人类将面临基本的生存困境。

成熟发达国家的生态消耗经历高峰后回落,与技术提升、消费量接近饱和和资源消耗向发展中国家转移等有关;发展中国家的消耗量尚处于增长阶段;最不发达国家的生物质足迹随着发展程度提高而降低,与资源短缺、缺乏有效配置及利用效率较低有关。经济全球化促进了生产要素的空间转移,导致对发展中国家生态资产的过度消耗^[19]。人口要素的流动是生态消耗空间转移的另一原因,旅游等活动将大量生态足迹转移向人口流入地^[20]。对于中国等发展中国家,经济发展与生态资产保护之间的矛盾日益尖锐,急需在战略层面进行自然资源的全局规划^[21]。最不发达国家积极参与“一带一路”等国际合作建设,促进要素流动,优化资源配置,可以提高其可持续发展水平。

3.2.3 公平维度的可持续性

公平是对发展更高的要求,共享发展成果是提升人类福祉的重要举措。发达国家(除美国外)及部分发展落后的国家公平度较高,而发展中国家则较低。发达国家通过税收政策、福利分配等提升了发展的公平性,而相对落后国家的高公平度则隐含了缺乏发展动力的可能性。有研究认为,中国^[22]和印度^[23]的基尼系数较公布数据更高,不平等已经成为影响发展中国家发展的社会问题。公平对不同发展水平国家的影响与 *Harttgen* 等^[11] 的研究结果类似。*Liang* 等^[6] 对 *HDI* 进行绿色和公平加权后,数值降低,但时间序列上均在增长,与本文结果不完全一致。该文将经济、社会指标增至8个,绿色指标包含3个,其中部分指标意义相近或高度相关,如GDP与消费水平、清洁能源使用率与碳排放等;其次,修正后的指标值在1990年介于0~0.4之间,基数较低且范围较窄,以上两点是与本文出现差异的主要原因。

参考文献(References):

- [1] WCED. Our Common Future. Oxford: Oxford University Press, 1987: 400.
- [2] 牛文元. 可持续发展理论内涵的三元素. 中国科学院院刊, 2014, 29(4): 410-415. [NIU W Y. Three basic elements of sustainable development. Bulletin of the Chinese Academy of Sciences, 2014, 29(4): 410-415.]
- [3] UNDP. Human Development Report 1990. New York: Oxford University Press, 1990: 17.
- [4] TOGTOKH C. Time to stop celebrating the polluters. Nature, 2011, 479(7373): 269.
- [5] BRAVO G. The human sustainable development index: New calculations and a first critical analysis. Ecological Indicators, 2014, 37: 145-150.
- [6] LIANG M, NIU S W, LI Z, et al. International comparison of human development index corrected by greenness and fairness indicators and policy implications for China. Social Indicators Research, 2019, 142: 1-24.
- [7] 李经纬, 刘志锋, 何春阳, 等. 基于人类可持续发展指数的中国 1990—2010 年人类—环境系统可持续性评价. 自然资源学报, 2015, 30(7): 1118-1128. [LI J W, LIU Z F, HE C Y, et al. Assessing the human-environment system sustainability in China from 1990 to 2010 based on human sustainable development index. Journal of Natural Resources, 2015, 30(7): 1118-1128.]
- [8] 李晓西, 刘一萌, 宋涛. 人类绿色发展指数的测算. 中国社会科学, 2014, (6): 69-95, 207-208. [LI X X, LIU Y M, SONG T. Calculation of the green development index. Social Sciences in China, 2014, (6): 69-95, 207-208.]
- [9] BIGGERI M, MAURO V. Towards a more "sustainable" human development index: Integrating the environment and freedom. Ecological Indicators, 2018, 91: 220-231.
- [10] HICKS D A. The inequality-adjusted human development index: A constructive proposal. World Development, 1997, 25(8): 1283-1298.
- [11] HARTTGEN K, KLASSEN S. A household-based human development index. World Development, 2012, 40(5): 878-899.
- [12] ROCKSTRÖM J, STEFFEN W, NOONE K, et al. A safe operating space for humanity. Nature, 2009, 461(7263): 472-475.
- [13] REES W E. Ecological footprints and appropriated carrying capacity: What urban economics leaves out. Environment and Urbanization, 1992, 4(2): 121-130.
- [14] ANG B W. Decomposition analysis for policy making in energy: Which is the preferred method?. Energy Policy, 2004, 32(9): 1131-1139.
- [15] UNDP. Human development indices and indicators: 2018 statistical update. http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2018_technical_notes.pdf, 2018-12-12.
- [16] 瑞士信贷研究所. 《2018 年全球财富报告》: 科威特是贫富差距第三大的海合会国家. <http://www.mofcom.gov.cn/article/i/jyj/k/201811/20181102804982.shtml>, 2018-11-11. [Credit Suisse's Research Institute. 《Global Wealth Report 2018》: Kuwait is the third largest GCC country in the gap between the rich and the poor. <http://www.mofcom.gov.cn/article/i/jyj/k/201811/20181102804982.shtml>, 2018-11-11.]
- [17] 张盼盼, 白军飞, 刘晓洁, 等. 消费端食物浪费: 影响与行动. 自然资源学报, 2019, 34(2): 437-450. [ZHANG P P, BAI J F, LIU X J, et al. Food waste at the consumer segment: Impact and action. Journal of Natural Resources, 2019, 34(2): 437-450.]
- [18] 林永钦, 齐维孩, 祝琴. 基于生态足迹的中国可持续食物消费模式. 自然资源学报, 2019, 34(2): 338-347. [LIN Y Q, QI W H, ZHU Q. Chinese sustainable food consumption pattern based on ecological footprint model. Journal of Natural Resources, 2019, 34(2): 338-347.]
- [19] 聂莹, 刘清杰, 孙素芬. 经济全球化能够有效抑制“一带一路”沿线国家的生态足迹吗?: 来自动态门槛面板模型的经验证据. 自然资源学报, 2019, 34(2): 301-311. [NIE Y, LIU Q J, SUN S F. Does economic globalization effectively inhibit the ecological footprint of countries along "The Belt and Road"? Empirical evidence from the dynamic threshold panel model. Journal of Natural Resources, 2019, 34(2): 301-311.]
- [20] 王淑新, 何红, 李双, 等. 中国旅游足迹家族研究进展. 自然资源学报, 2019, 34(2): 424-436. [WANG S X, HE H, LI S, et al. Research progress of tourism footprint family in China. Journal of Natural Resources, 2019, 34(2): 424-436.]
- [21] 沈镭, 张红丽, 钟帅, 等. 新时代下中国自然资源安全的战略思考. 自然资源学报, 2018, 33(5): 721-734. [SHEN L, ZHANG H L, ZHONG S, et al. Strategic Thinking on the security of natural resources of China in the New Era. Journal of Natural Resources, 2018, 33(5): 721-734.]
- [22] XIE Y, ZHOU X. Income inequality in today's China. PNAS, 2014, 111(19): 6928-6933.
- [23] SMEEDING T, LATNER J P. POVCALNET, WDI and "All the Ginis": A critical review. Journal of Economic Inequality, 2015, 13(4): 603-628.

Improvement of human sustainable development index and international comparison

BI Ming-li¹, XIE Gao-di², YAO Cui-you¹

(1. College of Management Engineering, Capital University of Economics and Business, Beijing 100070, China;

2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: It is an inevitable requirement to modify human development index (HDI) with greenness and fairness indicators. Using ecological footprint, this paper tried to construct the human-ecological sustainable development index (HEDI) based on panel data of 28 countries from 1990 to 2014, and analyzed the contribution of sub- indicators to *HEDI* with the Logarithmic Mean Divisia Index (LMDI) decomposition approach. Fairness was adjusted to construct a comprehensive human- ecological sustainable development index (*cHEDI*) that could fully reflect the degree of economy, society, ecology and equal development comprehensively. We analyzed the spatial and temporal changes of *HEDI* and *cHEDI* with the index in 28 countries around the world. The results show that developed countries with high biomass surplus are highly sustainable, ranking higher than other countries. One of the main factors affecting sustainable development is high carbon emissions in these countries. Besides the high carbon emissions, the shortage of biomass resources is another unsustainable reason in the developed countries with biomass deficit, which maintain development by transferring assets from other countries. Unfairness leads to a decline in comprehensive sustainability in the United States. From 1990 to 2014, income and education in developing countries increased rapidly, but ecological consumption and Gini coefficient continued to rise, and the inhibitory effect gradually expanded to increase the unsustainability of development. The sustainability index of the United States and developing countries is greatly affected by the Gini coefficient. The United Arab Emirates ranked last in the world, with the least sustainable development mode. Although its income ranked first in the world, biomass and energy consumption was very high, and the Gini coefficient far exceeded that of other countries. The development of the least developed countries mainly came from contribution of health, education and low ecological consumption. Barren natural assets limited their further development. Different countries have different shortcomings in human sustainable development. The sub- divisions were highly correlated, hence to achieve the high level of human sustainable development requires better balance between society, economy, greenness, and fairness.

Keywords: human sustainable development index; ecological footprint; fairness; LMDI