

文章编号: 1000-0240(2002)04-0344-17

可持续发展评估指标、方法及应用研究

张志强^{1, 2}, 程国栋², 徐中民²

(1. 中国科学院 资源环境科学信息中心, 甘肃 兰州 730000; 2. 中国科学院 寒区旱区环境与工程研究所
冻土工程国家重点实验室, 甘肃 兰州 730000)

摘 要: 可持续发展评估指标及方法研究是可持续发展定量评估研究的基础, 是实施可持续发展管理的依据, 是生态经济学与可持续发展研究的前沿领域和热点问题之一。在概括介绍可持续发展评估的工具——指标/指数的概念和功能、国际上代表性可持续发展研究机构指标选取的原则的基础上, 全面分析归纳了可持续发展指标(体系)的类型及其框架模式。详细介绍了联合国可持续发展委员会(UNCSD)、经济合作与发展组织(OECD)、世界保护同盟(IUCN)、世界银行等国际代表性机构的可持续发展系统性指标体系的最新研究进展, 并分析了这些系统性指标体系的优缺点。深入分析了国际上典型的社会发展类、经济发展类、生态环境类可持续发展指标(指数)的研究、开发与实际评估应用的情况。最后, 总结了当前可持续发展指标(体系)研究的特点与趋势。

关键词: 可持续发展; 评估; 指标体系; 指数; 指标框架模式; 社会指标; 经济指标; 生态环境指标
中图分类号: F062.2 **文献标识码:** A

自 1987 年世界环境与发展委员会(WCED)在其报告《我们共同的未来》^[1] 中正式提出可持续发展的概念以来, 可持续发展已经成为人类理想的发展模式和一种普遍的政策目标。实施可持续发展的主要问题在于如何使这种新的战略具有可操作性, 这样才能帮助决策者调整政策, 把当前的发展从不可持续的轨道调整到可持续的轨道上来。如何判断某种发展战略是否是可持续的, 方法之一是建立一套可持续发展的测量指标(指数)。例如, Meadows 呼吁设计这样一个指数, “该指数由一些简单的数据组成, 从而能够与 GDP、道-琼斯指数一样在晚间新闻中出现。我们需要这样的指数来告诉人们, 他们的环境是变好了还是变坏了。”^[2] 对决策者来说, 这些指标(指数)可以作为是否可持续的信号, 以避免不可持续的发展模式。

为服务于可持续发展的科学决策, 将可持续发展的理念变成现实的可操作的管理模式, 人类必须知道自己目前所处的状态以及实现可持续发展还有多远的路要走, 这就要求定量测度发展的可持续性

状态。因此, 定量测度发展的可持续性状态的可持续发展评估研究就成为可持续发展研究的重要内容之一。评价和监测可持续发展的状态和可持续发展的进程, 是当前生态经济学与可持续发展研究的热点与前沿领域^[3]。

由于传统的国民经济核算指标 GNP(及 GDP)在测算发展的可持续性方面存在明显缺陷, 为此, 一些国际组织及有关研究人员从 1980 年代开始就努力探寻能定量衡量一个国家或地区发展的可持续性指标。联合国开发计划署(UNDP)于 1990 年 5 月在其第一份《人类发展报告》中首次公布了人文发展指数(HDI); 1992 年联合国环境与发展大会后, 建立“可持续发展指标体系”被正式提上国际可持续发展研究的议事日程。联合国可持续发展委员会(UNCSD)也于 1995 年正式启动了“可持续发展指标工作计划(1995—2000)”^[4~9]。

随着可持续发展评估指标(体系)设计和应用研究的不断深入, 可持续发展定量评估的各种指标(体系)/指数不断提出, 有涵盖可持续发展所涉及

收稿日期: 2002-06-03; 修订日期: 2002-07-05

基金项目: 中国科学院知识创新工程重大项目(KZCX1-10-07); 中国科学院“西部之光”项目; 中国科学院“文献信息与期刊领域引进优秀人才计划”项目资助

作者简介: 张志强(1964—), 甘肃定西人, 研究员, 1989 年在中国地质大学研究生院获理学硕士学位, 在读博士生, 主要从事生态经济学与可持续发展方面的研究。E-mail: zhangzq@ns.lzb.ac.cn

的社会、经济、环境和制度等四维问题的系统性指标体系;有主要侧重于一个方面可持续发展评估的指标/指数,如社会发展类指标,经济发展类指标,生态环境类指标等。把握国际上有代表性的可持续发展的系统性指标体系的最新研究进展,以及国际上典型的可持续发展的社会发展类、经济发展类、生态环境类指标(指数)的研究、开发与实际评估应用的进展情况,对促进我国开展相关领域的研究具有重要的理论和现实意义。

1 可持续发展评估的工具: 指标(体系)

可持续发展评估研究是生态经济学研究的前沿领域。1992年里约环境与发展大会认识到,指标在帮助国家作出有关可持续发展的决策方面发挥着重要作用。《21世纪议程》第40章中号召各国、国际组织、政府组织、非政府组织开发和应用可持续发展的指标,以便为各层次的决策提供坚实基础。可持续发展指标应当具有三个方面的功能:一是描述和反映某一时间(或时期内)各方面可持续发展的水平和状况;二是评价和监测某一时期内各方面可持续发展的趋势和速度;三是综合衡量各领域整体可持续发展的协调程度。可持续发展评估指标不仅可以给决策者一个了解和认识可持续发展进程的有效信息工具,而且可帮助决策者确定可持续发展问题的优先性顺序。

1.1 指标与指数

指标(indicators)是复杂事件和系统的信号或标志,它们是指示系统特征或事件发生的信息集。指标可以是变量或变量的函数,可以是定性的变量、排序的变量、定量的变量。指标用于指示、描述某种现象、环境、领域的状态,以提供其信息,具有超出参数值本身的意义。运用指标的目的在于简化关于复杂现象(如可持续发展)的信息,以使交流变得容易、便捷和定量化^[7]。

指数(index)是一类特殊的指标,是一组集成的或经过权重化处理的参数或指标,它能提供经过数据综合而获得的高度凝聚的信息。

指标能够从多方面为决策提供决定性的指导;指标能够将自然科学和社会科学的知识转变为便于决策过程使用的、可管理的信息单元;指标能够帮助衡量可持续发展状况并促进向可持续发展目标迈进;指标可以提供早期预警,及时发出警报以防止经济、社会和环境的损失。同时,指标也是交流主意、思想和价值观的重要工具^[8]。

尽管建立可持续发展测量指标(体系)的主意很诱人,但很显然,由于可持续发展的概念范围是如此之大,就必然产生了所建立的可持续发展指标(体系)的适宜性问题及数据的可获得性问题。指标的开发涉及到的问题还包括:指标的维数、测量的相关尺度、测量中的可能误差、测量数据的权重、测量方法的可靠性等。Anderson提出,一个好的可持续发展指标应具备7个条件^[9]:1)计算出指标的数据是可以获得的;2)指标是易于理解的;3)指标是可以测量的;4)指标计量的内容是重要的和有意义的;5)指标描述的事件状态与其获取的时间间隔是短暂的;6)指标所依据的数据可以进行不同区域的比较;7)可以进行国际比较。

1.2 指标选取的原则

1.2.1 联合国可持续发展委员会(UNCSD)可持续发展指标选择原则

联合国可持续发展委员会(UNCSD)的“可持续发展指标工作计划”(1995—2000)确定的可持续发展指标选择原则是,指标应当^[6,8]:1)在尺度和范围上是国家级的;2)与评价可持续发展进程的主要目标相关;3)可以理解的、清楚的、简单的、含义明确的;4)在国家政府可发展的能力范围内;5)概念上是合理的;6)数量上是有限的,但应保持开放并可根据未来的需要修改;7)全面反映《21世纪议程》和可持续发展的各个方面;8)具有国际一致的代表性;9)基于已知质量和恰当建档的现有数据,或者以合理成本可获得的(有效成本)数据,并且可以定期更新。

1.2.2 OECD 可持续发展指标选择原则

OECD可持续发展指标的选择遵循以下3条基本原则^[10-12]:

政策的相关性:1)指标要提供环境状况、环境压力或社会响应的代表性图景;2)简单、易于解释并能够揭示随时间的变化趋势;3)对环境和相关人类活动的变化敏感;4)提供国际比较的基础;5)或者是国家尺度的或者能够应用于具有国家重要性的区域环境问题;6)具有一个可与之相比较的阈值或参照值,据此使用者可以评估其数值所表达的重要意义。

分析的合理性:1)在理论上应当是用技术或科学术语严格定义;2)基于国际标准和国际共识的基础上;3)可以与经济模型、预测、信息系统相联系。

指标的可测量性:指标所需要的数据应当是:1)已经具备或者能够以合理的成本/效益比取得;

2)适当的建档并知道其质量; 3)可以依据可靠的程序定期更新.

1.2.3 国际可持续发展研究所(IISD)可持续发展指标体系选择原则——Bellagio 原则

加拿大国际可持续发展研究所(IISD)1996年在意大利 Bellagio 会议上提出了可持续发展评价的原则——Bellagio 原则(Bellagio principle)^[13~16]. Bellagio 原则共有 10 点原则, 包括指导前景与目标、整体的观点、关键的要素、适当的尺度、实际的焦点、公开性、有效的信息交流、广泛的参与、进行中的评价、制度能力等 10 个方面, 是关于可持续发展进程评价的指导原则, 其中涵盖了可持续发展评价的指标体系选择原则.

从可持续发展评估的内在要求及国际上可持续发展评估指标体系发展的实践来看, 可持续发展指标的选择应当考虑: 与可持续发展目标的密切相关性; 内涵和概念的准确性; 可测量性和数据的易获得性; 可理解性和简明性; 适当的时空尺度; 区域的可比性; 代表性和数量的有限性; 预测性和预警性; 测量方法的科学性; 与政策的相关性等.

2 可持续发展评估指标(体系)类型及其框架模式

2.1 可持续发展评估指标(体系)类型

由于可持续发展问题的宽泛性和复杂性, 迄今提出的可持续发展评估指标(体系)/指数类型多种多样. 从不同的研究角度出发, 可持续发展的指标体系、指标/指数可以有不同的分类. 指标分类的依据有: 指标的功能、指标的计量单位、指标的信息集成度、指标与时间的相关性、指标的空间尺度、指标的重要性、指标的学科属性、指标体系框架模式、指标对可持续发展的涵盖程度等(表 1). 例如, 依据指标的基本功能, 可以分为描述性指标和评价性指标; 按照指标的计量单位, 可以分为货币化指标和实物性指标; 按照指标的信息集成度, 可以分为单个指标、专题指标和集成化指标等.

2.2 指标体系框架模式

指标体系框架是指标体系组织的概念模式, 它有助于选择和管理指标所要测量的问题, 即使它没有抓住现实世界的本质, 它也提供了一种便于研究真实世界的机制. 不同的指标体系框架之间的区别在于它们鉴别可以测量的问题、以及选择并组织要测量的问题的方法和途径; 以及它们证明这种鉴别和选择程序的概念.

目前, 可持续发展指标体系框架模式可以归为 5 种, 它们是压力—响应模式(stress-response model)、基于经济的模式(economics-based model)、社会—经济—环境三分量模式或主题模式(three-component or theme model)、人类—生态系统福利模式(linked human-ecosystem well-being model)、多种资本模式(multiple capital model)等^[7].

2.2.1 压力—响应指标体系框架模式

压力—响应指标体系框架模式的典型例子是 OECD 的压力—状态—响应(PSR)指标框架模式. PSR 指标框架模式的结构是, 人类活动对环境施以“压力”, 影响到环境的质量和自然资源的数量(“状态”), 社会通过环境政策、一般经济政策和部门政策, 以及通过意识和行为的变化而对这些变化做出反映(“社会响应”)(图 1). PSR 框架模式是在构建环境指标时发展起来的, 对于环境类指标, 它能突出环境受到的压力和环境退化之间的因果联系, 从而通过政策手段(如减轻环境受到的压力的措施)来维持环境质量, 因而与可持续的环境目标密切相关. 但对社会和经济类指标, 压力指标和状态指标之间没有本质的联系.

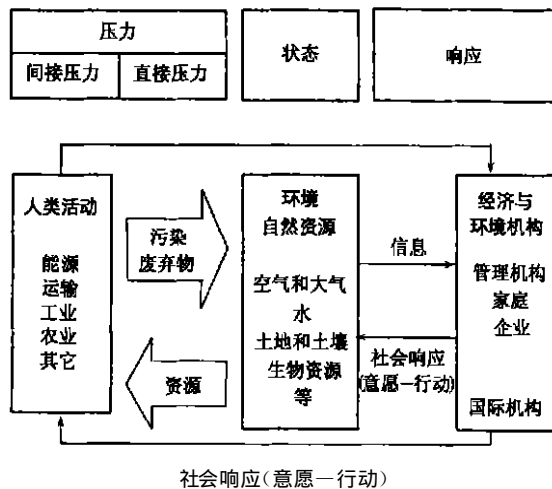


图 1 OECD 压力—状态—响应(PSR)模型^[11]
Fig. 1 OECD's pressure-state-response model^[11]

依据 PSR 框架模式使用的目的不同, 它可以很容易被调整以反映更多的细节或针对专门的特征. PSR 框架模式的调整版本的例子如 UNCSO 的驱动力—状态—响应(DFSR)框架模式、OECD 部门指标体系使用的指标体系框架模式、欧洲环境局(EEA)使用的驱动力—压力—状态—影响—响应(DPSIR)框架模式^[10].

表 1 可持续发展指标(体系)/指数类型

Table 1 Categories of indicators / indices for sustainable development

分类依据	指标(指数)类型		指标(指数)实例
指标功能	描述性/行为指标		温室气体排放量; 人口增长率; 失业率; 关键物种丰富度
	评价性指标		可持续经济福利指数(ISEW); 真实进步指数(GPI)
计量单位	生物物理(实物)指标		生态足迹指数; 能值(emergy)指标; 自然资本指数(NCI)
	货币化指标		绿色 GDP; 可持续性收入(SI); 真实进步指数(GPI)
信息集成度	单个指标		UNCSD 指标体系中的指标; OECD 环境指标体系中的指标
	专题性指标		气候变化; 臭氧层损耗; 环境酸化; 环境富营养化
时间相关性	集成化指标(指数)		城市发展指数(CDI); 人文发展指数(HDI); 生态足迹指数
	存量指标		国家财富
空间尺度	流量指标		真实储蓄率
	国际指标		人文发展指数(HDI); 生态足迹指数; 环境可持续性指数(ESI)
重要程度	国家指标		美国、英国、瑞典、加拿大、德国等国家可持续发展指标体系
	省/州指标		Oregon Benchmark 指标体系; Minnesota Milestones 指标体系
指标体系	区域/城市/地方指标		Fraser 盆地指标体系; 可持续的 Seattle 指标体系
	一般指标		OECD 一般环境指标
框架模式	核心(core)指标		UNCSD 核心指标体系(58); OECD 核心环境指标体系(40~50)
	关键(key)指标		OECD 关键环境指标(10~13)
学科属性/ 主题领域	OECD	压力指标	温室气体(GHG)排放指数
	压力 响应 模式	PSR 框架 UNCS D	状态指标 响应指标 驱动力指标
可持续发展 涵盖范围	DFSR	状态指标	温室气体(GHG)大气浓度; 全球平均温度 能源效率(能源密度; 经济与财政措施) 失业率; 人口增长率; 温室气体排放量; 森林采伐强度; 人均 GDP 收入不公平 GINI 系数; 5 岁以下儿童死亡率; 关键生态系统面积
	框架模式	响应指标	保护面积占总面积百分比; 研究与开发支出占 GDP 百分比 真实进步指数(GPI); 综合环境经济核算体系(SEEA)
可持续发展 涵盖范围	基于经济的模式		主要是社区可持续发展指标体系, 如 Alberta 可持续性指数
	三分量模式或主题模式		人类—生态系统福利模式 可持续性晴雨表(Barometer of Sustainability); 加拿大 NRTEE 指标 世界银行的国家财富指标体系
可持续发展 涵盖范围	多种资本模式		UNCS D 核心指标体系中的社会指标; 人文发展指数(HDI)
	社会指标		UNCS D 核心指标体系中的经济指标
可持续发展 涵盖范围	经济指标		UNCS D 核心指标体系中的环境指标; OECD 关键环境指标体系
	环境指标		UNCS D 核心指标体系中的制度指标
可持续发展 涵盖范围	制度指标		UNCS D 核心指标体系中的系统性指标体系
	系统性指标体系		UNCS D 核心指标体系(58个); 一些国家/省(州)/县(市)指标体系
可持续发展 涵盖范围	部门/行业指标体系		OECD 核心环境指标体系; OECD 农业可持续发展指标体系
	集成化指标/指数		人文发展指数(HDI); 生态足迹指数; 环境可持续性指数(ESI)

2.2.2 基于经济的指标体系框架模式

基于经济的指标体系框架模式反映的是投入—产出模式, 这种模式一直主导着当代的思想方式。真实进步指数、联合国统计局的综合环境经济核算体系等是这种指标体系框架模式的典型代表。这种模式也为生态足迹指数的计算提供了基础。德国

Wuppertal 气候、环境与能源研究所提出的物质与能源平衡模式——单位服务物质输入(Material Input Per Service Unit, MIPS)框架也属于这种模式⁷¹。

2.2.3 社会—经济—环境三分量模式或主题框架模式

社会—经济—环境三分量指标体系框架模式或

主题指标体系框架模式在可持续发展研究文献中也占相当份量。在三分量指标体系框架模式中, 社会、经济、环境领域也常常存在变化和一致性, 例如, 就社会主题而言, 可能涉及社会、文化、社区、健康或公平的某些方面或所有方面; 在环境主题方面, 或只涉及严格限定的环境问题, 也可以涉及生态、自然资源和环 境发展。许多社区可持续发展指标体系采用的是主题指标体系框架模式, 这些模式中的指标一般并非相互关联但却构成反映社区关注的不同问题(主题)的一组指标。这种模式的最好例子, 如 Alberta 可持续性指数, Oregon Benchmarks 指标体系, 可持续的 Seattle 指标体系等都是这一模式的具体体现。

2.2.4 人类—生态系统福利指标体系框架模式

人类—生态系统福利指标体系框架模式的提出是为了将系统思想应用于维持和改善人类和生态系统的福利的目标。这种模式有 4 类指标: 生态系统指标(用于评估生态系统的福利); 相互作用指标(用于评估人类和生态系统界面处产生的效益和压力流); 人口指标(用于评估人类的福利); 综合指标(用于评估系统特征, 以及为当前和预测分析提供综合观点)。这种模式的原形是加拿大国家环境与经济圆桌会议(NRTEE)的可持续发展指标体系^[7]。可持续性晴雨表(Barometer of Sustainability)指数是应用这种模式的一个例子。

2.2.5 多种资本指标体系框架模式

多种资本模式的最好应用例子是世界银行的国家财富指标体系, 包括自然资本、人造资本(生产资本)、人力资本和社会资本等 4 个方面的指标体系。

3 国际上代表性的可持续发展系统性指标体系

3.1 联合国可持续发展委员会(UNCSD)可持续发展指标体系

联合国可持续发展委员会(UNCSD)在 1995 年批准实施了为期 5 a 的“可持续发展指标工作计划”(CSD Work Programme on Indicators of Sustainable Development)(1995—2000), 专门研究可持续发展评价的指标体系, 该计划分 3 个阶段进行, 于 2001 年出版《可持续发展指标: 指导原则和方法》报告^[8], 详细介绍了其指标体系、阐述了指标概念及其方法。

该指标体系的构建对应于《21 世纪议程》有关

章节, 分经济、社会、环境、制度四维, 以“驱动力—状态—响应”(DFS R)模式构建指标。1996 年提出的初步指标体系有 134 个指标(其中, 经济指标 23 个、社会指标 41 个、环境指标 55 个、制度指标 15 个)^[4]。初步指标体系的特点是突出了环境受到的压力与环境退化之间的因果联系, 因此与可持续的环境目标之间的联系较为密切; 但对社会、经济指标, 这种分类方法有一定缺陷, 即, 驱动力指标与状态指标之间没有必然的逻辑联系, 有些指标属于“驱动力指标”还是“状态指标”界定不尽合理, 指标数目众多, 粗细分解不均。

1996—1998 年世界上 22 个国家(非洲 6 个国家, 亚太地区 4 个国家, 欧洲 8 个国家, 美洲 6 个国家)对有 134 个指标的初步指标体系在国家尺度上进行了检验和应用, 评价了 DFS R 指标模式的恰当性、这些指标在国家尺度的决策中的适用性。在国家检验和评价的基础上, 最终确定了经济、社会、环境、制度 4 个维度、15 个主题(theme)、38 个子主题(subtheme)的主题—指标框架(theme indicator framework), 并确定了核心指标体系(core indicators set)。核心指标体系包含 58 个核心指标(core indicators), 其中, 社会指标 19 个、环境指标 19 个、经济指标 14 个、制度指标 6 个^[8]。

UNCSD 的主题、子主题和核心指标体系为所有国家提供了一套广泛接受的可持续发展指标体系, 对 2001 年以后各国开发国家可持续发展指标体系具有重要指导意义。该核心指标体系克服了 UNCSD 的初步指标体系存在的指标重复、缺乏相关性和明确含义、缺乏经检验并广泛接受的计量方法等弊病, 清楚地反映了国家和国际可持续发展的共同优先性, 体现了与国家政策制定、实施和评价密切相关的可持续发展主题之间的较好平衡, 为各国发展各自国家的指标计划及指标检测进程提供了坚实基础, 并且为各国政府向国际组织提供满足国际报告要求(包括向 UNCSD 的报告)的国家可持续发展报告提供了一套共同工具, 其广泛采纳和使用将有助于改进国际范围可持续发展信息的一致性。同时, 该核心指标体系也为国际及国家研究机构开发可持续发展的集成化指标(agg regated indicator)提供了基础。

3.2 经济合作与发展组织(OECD)可持续发展指标体系

成立于 1961 年的经济合作与发展组织(OECD)现有包括美国、加拿大、英国、德国、澳大

利亚、日本、韩国等在内的 30 个成员国, 在环境指标的研究中一直走在国际前列。从 1989 年开始, OECD 即实施其“OECD 环境指标工作计划”, 该计划的目标是: 1) 跟踪环境进程; 2) 保证在各部(运、能、农等)的政策形成与实施中考环境问; 3) 主要通过环境核算等保证在经济政策中综合考环境问, 并于 1991 年就提出了其初步环境指标体系(世界上第一套环境指标体系), 1994 年出版了其核心环境指标体系^[17], 1998 年开始发布 OECD 成员国指标测量结果^[10-12]。在环境指标的重要性凸显的 20 世纪 90 年代, 环境指标在 OECD 国家的环境报告、规划、确定政策目标和优先性、评价环境行为等方面得到了广泛应用。

“OECD 环境指标工作计划”迄今取得的主要成果是: 1) 成员国一致接受“压力—状态—响应”(PSR)模型作为指标体系的共同框架; 2) 基于政策的相关性、分析的合理性、指标的可测量性等, 遴选和定义环境指标体系; 3) 为各成员国进行指标测量并出版测量结果^[11, 12]。

OECD 可持续发展指标体系包括 3 类指标体系(图 2):

(1) OECD 核心环境指标体系(OECD core set): 约 50 个指标, 涵盖了 OECD 成员国家反映出来的主要环境问题, 以 PSR 模型为框架, 分为环境压力指标(直接的和间接的)、环境状况指标和社会响应指

标等 3 类, 主要用于跟踪、监测环境变化的趋势。

(2) OECD 部门指标体系(OECD sets of sectoral indicators): 着眼于专门部门, 包括反映部门环境变化趋势、部门与环境相互作用(正面的与负面的)、经济与政策等 3 个方面的指标, 其框架类似于 PRS 模型。

(3) 环境核算类指标: 与自然资源可持续管理有关的自然资源核算指标, 以及环境费用支出指标, 如自然资源利用强度、污染减轻的程度与结构、污染控制支出。

为便于社会了解, 以及更广泛地与公众交流, 在核心环境指标的基础上, OECD 又遴选出了“关键环境指标”(key environmental indicators)(10~13 个), 意在提高公众环境意识, 引导公众和决策部门聚焦关键环境问题^[12]。

3.3 瑞士洛桑国际管理开发学院国际竞争力评估指标体系

瑞士洛桑国际管理开发学院(International Institute for Management and Development, IMD)从 1989 年开始出版《世界竞争力年度报告》(World Competitiveness Yearbook), 对世界上主要国家和地区的国际竞争力进行评估和排序。该年度报告已经成为世界上对国家的环境如何支撑其竞争力的领导性分析报告。《世界竞争力年度报告》使用的评价指标体系不断有所变化, 目前包括经济表现、政府

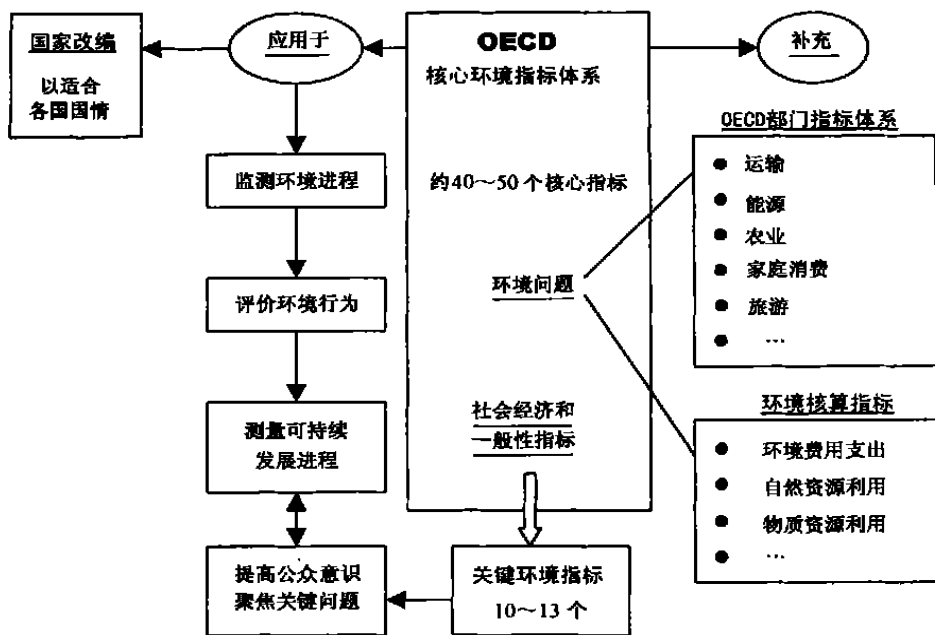


图 2 OECD 可持续发展指标体系框架^[12]

Fig. 2 OECD's framework of indicators for sustainable development^[12]

效率、企业效率和基础设施等 4 大类指标, 每个大类指标又分为 5 类指标, 一共 20 类共 314 项指标^[18] (表 2)。依据该指标体系, 《世界竞争力年度报告》对世界上 49 个主要国家和地区 (30 个 OECD 成员国家, 19 个工业化国家和新兴经济国家) 的国际竞争力进行研究和排序^[18]。

表 2 国家的国际竞争力评估指标体系

Table 2 Categories of indicators for nation's international competitiveness

经济表现(74)	政府效率(84)	企业效率(66)	基础设施(90)
国内经济(33)	公共财政(11)	管理生产率(11)	基本基础设施(20)
国际贸易(20)	财政政策(14)	劳动力市场(20)	技术基础设施(20)
国际投资(10)	制度框架(22)	财政(19)	科学基础设施(22)
就业(7)	商业立法(24)	管理实践(11)	健康与环境(18)
价格(4)	教育(13)	全球化的影响(5)	价值体系(10)

注: 括号内的数字为指标个数。

据《世界竞争力年度报告 2002》, 从 1998 年至 2002 年的 5 a, 美国的国际竞争力一直排名世界第一; 中国的国际竞争力排名分别为第 21、29、30、33、31 位。由于该指标体系的约 1/3 指标是主观指标, 因而其评价结果受人为因素影响明显, 导致评价结果的波动比较明显。

3.4 世界保护同盟 (IUCN) “可持续性晴雨表” 评估指标体系

世界保护同盟 (IUCN) 与国际开发研究中心 (IDRC) 联合于 1994 年开始支持对可持续发展评估方法的研究, 并于 1995 年提出了“可持续性晴雨表” (Barometer of Sustainability) 评估指标及方法^[19], 用于评估人类与环境的状况以及向可持续发展迈进的进程, 该方法最初被称为“系统评估”, 现在被称为“可持续性评估”或“福利评估”^[20]。

该评估指标和方法建立的理论依据是, 可持续发展是人类福利和生态系统福利的结合, 并将其表述为“福利卵” (Egg of Well-being), 即: 生态系统环境并支撑着人类, 正如蛋白环绕并支撑着蛋黄; 而且, 正如只有蛋白和蛋黄都好时鸡蛋才是好的一样, 只有当人类和生态系统都好时, 社会才能是好的和可持续发展的。在这些假说的基础上, IUCN “福利评估” 指标和方法将人类福利与生态系统福利同等对待。首先确定需要测量的人类福利和生态系统福利的主要特征, 然后选定这些特征的主要指标, 最后将这些指标集成为指数。

人类福利与生态系统福利两个子系统各包括 5

个要素方面, 每个要素方面又有若干指标。人类福利子系统包括: 健康与人口 (2 个指标)、财富 (14 个指标)、知识与文化 (6 个指标)、社区 (10 个指标)、公平 (4 个指标) 等 5 个要素方面 36 个指标。生态系统福利子系统包括: 土地 (5 个指标)、水资源 (20 个指标)、空气 (11 个指标)、物种与基因 (4 个指标)、资源利用 (11 个指标) 等 5 个要素方面 51 个指标。10 个要素方面的 87 个指标被按同等权重平均而分别集成为人类福利指数 (HWI)、生态系统福利指数 (EWI)、福利指数 (WI) 和福利/压力指数 (WSI, 人类福利对生态系统压力的比率)^[20]。

“可持续性晴雨表” 评估指标和方法将结果以可视化图表形式表示, 以人类福利指数作为横坐标、生态系统福利指数作为纵坐标, 划分出 5 个坐标区域以反映可持续发展状况: 可持续发展、基本可持续发展、中等可持续发展、基本不可持续发展、不可持续发展 (图 3)。图中 HWI 和 EWI 相交的点为“福利指数” (Well-being Index)。“可持续性晴雨表” 清楚地显示了 3 种指数。

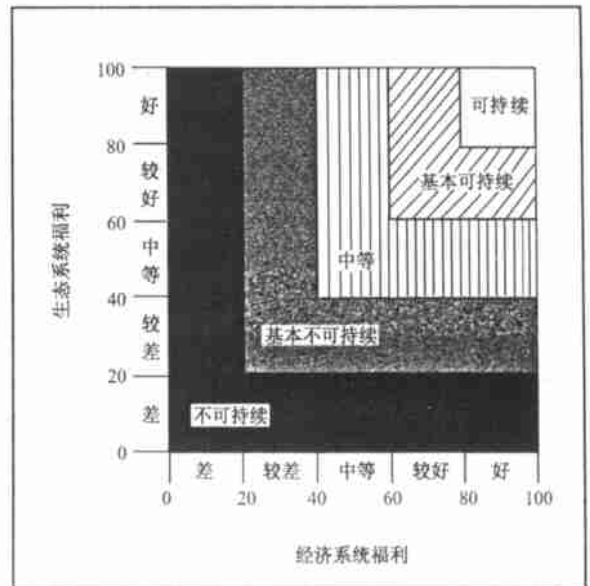


图 3 福利评估的可持续性晴雨表^[20]

Fig. 3 IUCN's Barometer of Sustainability^[20]

Prescott—Allen 用“可持续性晴雨表” 指标方法, 通过分析和合成 87 个指标, 计算了世界上 180 个国家的可持续性状况, 这是首次对全球的可持续性状况的评估^[21]。评估结果显示, 世界上 2/3 的人口生活在差 HWI 的国家, 不到 1/6 的人口生活在较好或好 HWI 的国家; HWI 排名最前的 10% 的国家的平均 HWI 是排名处于末尾的 10% 的国家的平均 HWI 的 8 倍。环境退化在全球普遍存在, 具

有差和较差 *EWI* 的国家占据了全球陆地和内陆水域面积的将近一半(48%)，具有中等 *EWI* 的国家占据了 43%，具有好的 *EWI* 的国家只占据了 9%。

与其它可持续性评估方法形成对照的是，I-UCN 的“可持续性晴雨表”评估方法是一个评估可持续发展的结构化分析程序，它同等地对待人类系统和生态系统，“福利卵”的概念清楚地表明了人类与其环境的相互依赖性。同时，该方法提供了测量可持续发展状况的综合方法，并且是一个以用户为中心的评估方法，可以在国际、国家、区域、地方尺度上应用。

这种指标体系及评估方法的不足之处是，指标的权重化处理取决于研究人员而且没有科学上共享的标准，计算过程比较复杂而且只有当有数字化的目标值或标准时才可以计算，另外，百分比尺度任意性太大，计算中的不确定性明显。

3.5 联合国统计局(UNSD)可持续发展指标体系

联合国统计局(UN Statistics Division)1995 年与政府间环境统计促进工作组合作，提出了一套环境与相关社会经济指标，并于 1995 年 2 月第 4 次工作组会议上通过，并于 1995 年在联合国统计委员会第 28 次会议上同意由联合国统计局(UNSD)进行国际汇编^[22]。

联合国统计局(UNSD)的可持续发展指标体系在指标的框架模式上类似于联合国可持续发展委员会(UNCSD)的 DFSR 指标体系，指标按《21 世纪议程》中的问题——经济问题、社会/统计问题，空气/气候、土地/土壤、水资源、其它自然资源、废弃物、人类居住区、自然灾害等 9 个方面的问题，分“社会经济活动，事件”、“影响与结果”、“对影响的响应”、“存量，背景条件”等 4 个方面组织指标。指标数目达 88 个，而且对环境方面反映较多，社会经济方面反映较少，制度方面没有涉及，指标数目较多且较混乱。

4 社会发展类指标/指数

4.1 联合国开发计划署(UNDP)“人文发展指数”(HDI)

联合国开发计划署(UNDP)从 1990 年开始出版年度《人类发展报告》，并在《人类发展报告 1990》中提出了“人文发展指数”(HDI)用于测算世界各国的人类发展状况，人文发展指数(HDI)是由 3 项基础指标组成的综合整数：1)出生时的人均预期寿命(life expectancy at birth)；2)教育水平，包括成人

识字率(15 岁及其以上人口)和综合入学率；3)人均 GDP。这三项指标加权合成为测算国家的人类发展状况的综合指数——人文发展指数(HDI)^[23]。HDI 的计算所需数据容易获得，模型和计算方法都较简单。

依据人文发展指数(HDI)的高低，可将各国分为高人文发展国家(和地区)($HDI > 0.8$)、中等人文发展国家($0.8 > HDI > 0.5$)、低人文发展国家($HDI > 0.5$)^[24]。据《人类发展报告 2001》，中国 1999 年的 HDI 为 0.718，排名世界第 87 位；世界平均 HDI 为 0.716，中国的 HDI 1999 年首次超过世界平均 HDI。中国 1999 年的 HDI 虽然已经略高于中等人文发展国家的平均 HDI(0.684)，但与高人文发展国家(和地区)的平均 HDI(0.914)、特别是世界前 10 名国家的 HDI 相差较大。

据《人类发展报告 2001》，1999 年 HDI 排名世界前 10 位的国家，在过去的 25 a 中 HDI 都有较大的发展进步，他们的排名次序并不是固定的，其中，加拿大的 HDI 增长速率逐渐放慢，而挪威、澳大利亚、瑞典、比利时等国的 HDI 增长较快(图 4)。在过去的 25 a 中，中国的 HDI 也有较大的增长，特别是 1990 年代以来，中国的 HDI 显示出更大的增长趋势(图 5)。

除了计算人文发展指数(HDI)外，《人类发展报告》还计算下列几种反映人类发展的指数：1)发展中国家人类贫困指数(Human Poverty Index—HPI-1)；2)部分 OECD 国家人类贫困指数(Human Poverty Index—HPI-2)；3)性别相关发展指数(Gender-related Development Index—GDI)；4)性别权利衡量(Gender Empowerment Measure—GEM)^[24]。

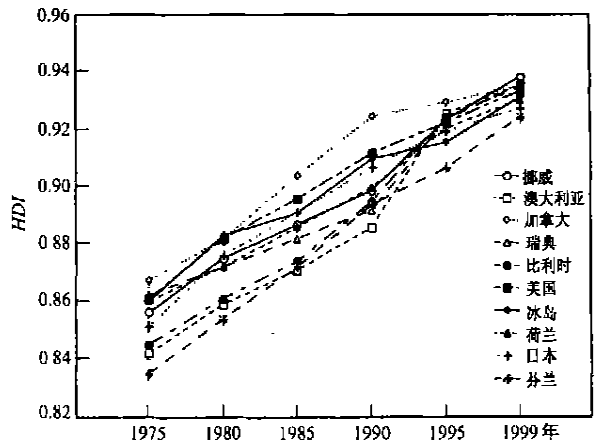


图 4 人文发展指数(HDI)前 10 名国家 HDI 变化均势

Fig. 4 Human development index for the top ten

countries from 1975 to 1999

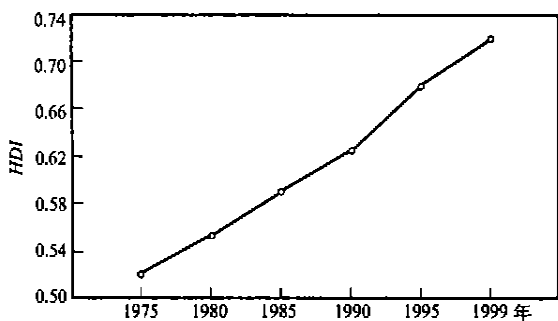


图 5 1975—1999 年中国人文发展指数 (HDI) 趋势

Fig. 5 Human development index for China from 1975 to 1999

UNDP 提出的“人类发展”比单纯的经济发展的内涵广泛, 据此构造的 *HDI* 提供了一个简明但多维的、比较性评价各国人类发展的方法, 已经成为对发展的传统一维测量 (即 *GDP*) 的一种重要替代方法, 扩展了关于发展的评价的讨论. 但由于未能将那些可能对国家收入并进而对 *HDI* 有贡献的活动对自然系统的影响 (即人类发展的代价) 予以考虑, 因而 *HDI* 忽略了其与可持续性的联系. 一些国家的 *HDI* 虽然取得了明显增长, 但其发展不一定是可持续的. 再则, *HDI* 几乎是过分强调国家的行为和排名, 而没有从全球观点看待发展问题^[25]. 另外, 如果说人类健康、教育水平、生活质量是人类发展追求的 3 个基本目标, 那么用算术平均法计算的 *HDI* 则忽视了这 3 个目标的基础性和不可替代性. 考虑到 *HDI* 的合成计算方法方面的弊端以及这些问题, Sagar 和 Najam 对 *HDI* 提出了 3 点修正建议^[25].

虽然从理论上在 *HDI* 中应当考虑自然资源开发和环境退化, 但 Neumayer 指出, 存在着以下 4 个主要原因表明在 *HDI* 的计算中不宜将资源和环境问题结合进来^[26]: 1) 资源开发和环境退化与人文发展水平之间没有直接联系 (具有高的 *HDI* 的国家可以有高的资源开发强度如加拿大, 也可以有低的资源开发强度如瑞士; 具有低的 *HDI* 的国家也是如此); 2) *HDI* 中包含的变量在反映将要取得的进步方面 (人们更加长寿; 获得更好的教育; 得到更多的收入) 是非常清楚的, 但这种好的变化对环境变量来说情况就不是这样 (如水资源的零开采就不是一个合理的目标); 3) *HDI* 中包含的变量被认为是很难用同一标准来衡量的; 4) *HDI* 的任何结构变化将使该指数的历史比较成为不可能. 在考虑到这些因素的基础上, Neumayer 提出了将 *HDI*

与可持续性联系的建设性建议.

5 经济发展类指标 (体系) / 指数

5.1 世界银行“国家财富”和“真实储蓄”指标

世界银行 1995 年开始其监测环境可持续发展的试验性工作, 对传统的资本概念进行了创造性的扩展, 试图通过测量自然资源 (自然资本)、生产资产 (人造资本)、人力资源 (人力资本和社会资本) 等来测量国家的财富和可持续发展能力随时间的动态变化^[27]. “财富”的概念从自然资本和人造资本扩展到包含人力资本和社会资本. 人所具有的健康、技术、知识存量可用于投资、提高或获得稳定的生产率, 或者被过度使用或遭受贬值; 同样地, 有以法律和秩序、公民组织、个人和社区责任性文化、有效率的市场和政府、容忍和公共信用等形式存在的社会资本. 该方法认为可持续发展是一个创造和保持上述财富的过程. 将财富通过自然资本、人造资本、社会资本、人力资本等四种资本来衡量, 理论上更加全面、合理, 特别是自然资本和人力资本的测算, 丰富了传统意义上财富的概念.

这些资本的测量是通过选定的若干指标 (主要是取自于环境经济核算) 来进行的. 自然资本通过农业耕地、牧草地、木材、非木材林产品、保护区和不可再生物质 (金属、矿物、煤、石油和天然气) 等 6 方面测定; 人造资本通过测定固定资本形成 (包括机器设备、交通设备、建筑物、其他基础设施、城市土地) 确定; 人力资本以技术 (如教育) 和健康 (如预期寿命) 来测定.

在扩展传统的资本概念的基础上, 世界银行提出了国家财富及其动态变化的衡量工具——真实储蓄 (Genuine Saving—GS) 和真实储蓄率 (Genuine Saving ratio)^[27, 28], 作为国民经济发展状况和潜力的指标. GS 是对 *GDP* 的修正计算. 真实储蓄就是扣除了自然资源损耗和环境污染损害后的一个国家的真实的储蓄 (真实储蓄 = 净储蓄 - 资源耗竭 - 污染损失), 也就是总储蓄 (gross saving) 减去产品资产贬值后的净储蓄 (net saving) 再扣除自然资源的损耗和环境污染的损失. 真实储蓄动态地表达了一个国家或地区的可持续发展能力. 真实储蓄的政策含义是: 真实储蓄的持续负增长最终必将导致财富的减少.

该指标体系不仅能衡量国家财富的存量, 而且能够衡量国家财富的动态变化及其所显示的“储蓄率”的变化. 该指标体系框架的优点是强调了人类

发展的主要方面的联系和当前的主要特征, 提供了一种全面的、动态的评价人类发展的框架. 与 GDP 相比, 该指标体系从理论上说能够更加准确地测量国家的真实财富和发展能力. 不足之处是, 该方法中使用的一些创造性概念迄今没有很好的检验, 特别是社会资本的概念, 需要进一步推敲并研究其量化方法. 指标的详细计算的技术要求高, 难以操作. 在实践中, 对于资源损耗、污染损失还需要更多的科学研究和数据支持.

5.2 可持续经济福利指数 (ISEW)

研究人员早已认识到, GDP 的增长并不与国家福利的变化密切相关. 如, Hamilton 指出, GDP 作为国家福利变化的衡量指标, 其主要不足是^[29]: 1) 不能核算产出的增加在社会内部分配的途径; 2) 没有核算家庭劳动的贡献; 3) 没有核算防护性支出; 4) 不能核算自然资本与人造资本存量的价值变化.

近 30 a 来, 有关开发在衡量国家的社会福利方面比 GDP 更全面的指标的研究努力一直在进行. 近期有影响的研究开始于 Daly 和 Cobb 提出的可持续经济福利指数 (Index of Sustainable Economic Welfare, ISEW)^[30]. ISEW 试图抓住被国家核算体系 (SNA) 所忽略的一些经济福利方面. ISEW 将消费作为起点, 在指标的计算中考虑了一些环境和分配问题.

ISEW 的主要变化是^[31]: 1) 允许进行收入分配的调整; 2) 包括了固定再生产资本存量的变化, 但在其计算中排除了土地和人力资本; 3) 包括了对空气、水和噪声污染的成本的估计; 4) 包括了对湿地和农田损失的成本、不可再生资源的耗竭、城市化、交通事故、长期环境破坏的成本的估计; 5) 忽略了对一些休闲价值的任何诋毁; 6) 包括了家庭劳动的价值.

在提出 ISEW 的同时, Daly 和 Cobb、Cobb 和 Cobb 计算了 1953—1993 年美国的 ISEW^[31, 32], 从而使这个新的衡量国家福利的指标受到了生态经济学界的关注. 其他一些研究人员也用 ISEW 衡量了一些国家的福利, 如 Stockhammer *et al.* 计算了奥地利 1955—1992 年的 ISEW^[33], Castaneda 计算了智利 1965—1995 年的 ISEW^[34], Jackson *et al.* 对瑞典 1950—1992 年 ISEW 的研究^[35]. 在这些研究中, 研究人员同时比较了相同国家的 ISEW 与 GDP 指标的变化趋势. 在决大多数情况下, 人均 ISEW 与 GDP 的变化趋势在 1970 年代以前基本平

行, 但在 1970—1990 年代之间, 二者不再平行而是分开. Max-Neef 提出, 这种分离是一个证据, 表明存在“阈值假说” (threshold hypothesis), 即: 在达到阈值之前, 经济收入的增长会增加福利; 达到阈值之后, 经济收入再增长的成本就开始超过实际的效益^[36].

虽然 ISEW 还远不是测量经济福利的一个理想工具, 但在福利测量方面, ISEW 的确比 GDP 要好. 因为, GDP 根本不是福利测量的工具, 而只是一个收入测量工具^[31].

ISEW 与联合国国家核算体系 (SNA) 的新版本——综合环境经济核算 (SEEA) 部分互补、部分抵触^[33]. 一方面, SEEA 提出了组织数据的框架, 它的实施将对诸如 ISEW 等指标的计算提供更好的数据库. 但另一方面, 它们具有完全不同的目的. 首先, 作为卫星帐户系统, SEEA 试图将环境方面纳入 SNA; 第二, 提出 EDP 作为 GDP 的环境调整版本. 而 ISEW 的目的更激进: 它对 GDP 以及将 GDP 的增长与社会福利增长相等同的社会认识提出质疑. ISEW 计算中不仅考虑资源耗减的环境成本, 而且考虑社会成本、未来成本和分配问题. 因此, 在这方面, ISEW 比 SEEA 走的更远. SEEA 以其较窄的范围无疑达到了与其内部结构相关的复杂性的较高高度, 但 SEEA 与 ISEW 在环境成本的货币化方面具有共同点.

5.3 真实进步指标 (GPI)

在 ISEW 指标应用于国家的福利衡量的同时, 对该指标的讨论也一直在进行^[29, 31~33, 36, 37]. Cobb *et al.* 将 Daly 和 Cobb 提出的 ISEW 进行了修订, 并重新命名为“真实进步指标” (GPI), 因此, 就出现了 ISEW 和 GPI 并列使用的情况, 如 Neumayer 对 ISEW 和 GPI 方法的分析^[37]. 对澳大利亚, 还有一种相关的测量, 其指标名称为“可持续净效益指数” (SNBI)^[38]. GPI 帐户核算内容包括个人健康状况、社会凝聚力、智力资本、经济繁荣、以及自然资本和环境健康的可持续性. GPI 与 ISEW 指标一样, 都试图建立一种测量经济福利的适当方法, 修正计算 GDP 以及核算 GDP 没有考虑的某些外部性问题.

GPI 的内容包括: 犯罪和家庭破裂; 家务劳动和自愿工作; 收入分配; 不可再生资源损耗; 污染; 长期环境破坏; 休闲时间的变化; 防护性支出; 耐用消费品和公共基础设施; 对外资的依赖等 10 个方面的 20 多个指标. 主要是对 GDP 忽略的经济生

活的 20 多个方面(主要是一些非市场的产品和服务)对经济发展的影响予以评估,其中,家务劳动和自愿工作对经济发展是正贡献,其余基本上都是负影响,以确定这些经济活动的效益和代价,从而较 GDP 能精确地衡量国家的福利和真实进步。

GPI 研究表明,这种比 GDP 更加全面的核算工具反映出国家经济的截然不同的图像。如 Cobbet *al.* 的研究结果表明^[39],从 1950 年代至今,美国的 GDP 稳定增长,表明美国人在这期间变得日益富裕。相对照的是,在 1950—1960 年代的大部分时间里,美国的人均 GPI 与 GDP 呈大致相同的增长率;但从 1974—1994 年,美国的 GDP 增长了 79%,而 GPI 却只增长了 2%;从 1974—2000 年,美国的 GDP 增长了 125%,而 GPI 只增长了 25%^[39]。换句话说,更加全面的测量表明, GDP 扩张的成本已经远远超过了其收益。Hamilton 对澳大利亚 1950—1996 年序列数据的 GPI 研究^[29], Anielski 对加拿大 Alberta 省 1961—1999 年的序列数据的 GPI 研究^[40],均得出了相同的结论。

GPI 帐户是沿着传统的核算标准的轨迹上发展起来的,代表了现有的许多测量系统的综合。GPI 是对社会总福利(经济和自然环境)的综合评估,它考虑了对高的生活质量和可持续生活方式有贡献的福利的物理状况。GPI 指标已成为衡量经济发展的一种新的方法,并将可能成为 GDP 的一种替代指标。

GPI 帐户框架的不足主要与统计数据、指标的权重处理以及集成为综合指标时的不足有关:1)数据是建立这种综合的纬向数据集的长期限制因素,有时候就需要大胆的假设和统计外推,这就会使这种核算变得无益;2)GPI 帐户会因为选择的偏差而受到批评;3)对 GPI 可能的批评还来自于其计算主要依靠定量数据而较少涉及定性数据或主观数据;4)估计与人力资本、社会资本和自然资本有关的全部成本和效益是一种挑战,在多数情况下,这类信息无法收集^[40]。

5.4 联合国统计局“综合环境经济核算体系”(SEEA)

注意到其于 1968 年颁布的国民经济核算体系(SNA)所存在的未考虑自然资源方面出现的稀缺和未考虑环境质量下降两大缺陷,联合国统计局(UNSD)于 1993 年开始开发新型国民经济体系核算体系——综合环境经济核算体系(SEEA)^[41]。SEEA 意在从可持续发展的角度出发对 GNP/GDP

加以改进和修改,即“绿化”(greening)GNP/GDP(即绿色 GNP/GDP)或“生态化”(ecologization)GNP(即 EDP),因此,SEEA 是一个旨在研究经济与环境之间关系的数据系统。

新版本的综合环境经济核算体系(SEEA)使用与常规经济核算相一致的分类、概念和方法,提供了与国家核算体系(SNA)结构相一致的、以物理的或者货币术语汇编环境数据、解释环境资源存量和流量的系统框架^[42]。SEEA 包括 4 个部分^[31, 42]: 1)建立人造资本和自然资本平衡表;2)建立经济活动的环境外部性及其减轻的成本的矩阵;3)确定防护性支出;4)自然资源和环境的经济价值评估。在 SEEA 中,要衡量自然资本的耗减和环境成本,这两方面的衡量结果可用于计算“环境调整的国内生产总值”(EDP)。

可以从 SEEA 推导出一系列用于评估一个国家或地区是否处于可持续发展道路的指标,如:1)国家财富的价值——自然资本和人造资本(人力资本和社会资本的测量方法尚不成熟);2)经济—环境行为指标,如污染水平;3)自然资源损耗的成本和环境退化的价值评估;4)环境调整的集成指标,如绿色 GDP、资本形成、真实储蓄等。

该系统能够提供:1)对环境与经济相互作用以及对实现可持续发展战略计划中的环境目标的进程的定期监测;2)对实现可持续发展的各种发展道路和特定政策的分析等的信息,因此是一个将环境问题与主流经济政策相结合的有用工具。SEEA 已在墨西哥、智利、巴布亚新几内亚、日本、韩国、印度尼西亚、哥伦比亚、泰国、菲律宾和哥斯达黎加等国予以实施^[31]。

综合环境经济核算体系(SEEA)在实施中存在着数据的可获得性等一些实际的限制,而且目前该体系仍不完善,如 Holub *et al.* 即指出了 SEEA 的两大缺陷(一是忽略生态与经济的时空尺度的根本不一致性;二是对在假说帮助下取得的人为推导数据而非依据经验观测的数据的不恰当的重视)并对 SEEA 提出了尖锐批评^[43]。尽管如此,SEEA 将对国家的生态、环境核算体系的设计产生决定性的影响。

6 生态环境类(生物物理)类指标/指数

6.1 生态足迹(ecological footprint)指数

生态足迹(ecological footprint)指数是 Rees *et al.* 1992 年以来提出和发展的一种直观而综合的评

估可持续发展状况的指标模型^[44~48]。任何已知人口(某个个人、一个城市或一个国家)的生态足迹是生产这些人口所消费的所有资源和吸纳这些人口所产生的所有废弃物所需要的生物生产面积(biologically productive area, 包括陆地和水域)。生态足迹的计算是基于以下基本事实: 1) 人类可以确定自身消费的绝大多数资源、能源及其所产生的废弃物的数量; 2) 这些资源和废弃物流能折算成生产和消纳这些资源和废弃物流的生物生产面积或生态生产面积(ecologically productive area)。因此, 任何已知人口(某个个人、一个城市或一个国家)的生态足迹就是其占用的生产这些人口所消费的资源 and 消纳这些人口所产生的废弃物所需要的生物生产土地和海洋的总面积。

在生态足迹指数的计算中, 各种资源和能源消费项目被折算为耕地、草场、林地、建筑用地、化石能源土地和海洋(水域)等 6 种生物生产面积类型。由于这 6 类生物生产面积的生态生产力不同, 要将这些具有不同生态生产力的生物生产面积转化为具有相同生态生产力的面积, 需进行均衡处理。均衡处理后的 6 类生态系统的面积即为具有全球平均生态生产力的、可以相加的世界平均生物生产面积, 加总计算即可得到生态足迹和生态承载力。

生态足迹指数理论提供了关于自然资本的过度消费以及对一个国家和地区的承载力的相应压力的清晰概念。它的计算不需要大量的数据, 而且其计算基于有限的几个指标。因此, 虽然生态足迹指数理论提出的时间较晚, 但却受到了国际生态经济学的广泛关注和讨论, 而且国内外应用研究也取得了迅速发展^[46~54], 已经成为一种测量可持续发展状况的简明而综合的指数。

6.2 生态系统服务(Ecosystem services)指标体系

Constanza *et al.*^[55] 1997 年提出的生态系统服务(Ecosystem services)价值评估指标体系, 在将全球生物圈分为远洋、海湾、海草/海藻、珊瑚礁、大陆架、热带森林、温带/北方森林、草原/牧场、潮汐带/红树林、沼泽/洪泛平原、湖泊/河流、沙漠、苔原、冰川/岩石、农田、城市等 16 个生态系统类型的基础上, 将生态系统服务分为气体调节、气候调节、扰动调节、水调节、水供给、控制侵蚀和保持沉积物、土壤形成、养分循环、废物处理、传粉、生物控制、避难所、食物生产、原材料、基因资源、休闲、文化等 17 个指标类型, 开展了对全球生态系

统服务价值的定量评估。其结果是, 目前全球的生态系统服务的年度价值为 $16 \times 10^{12} \sim 54 \times 10^{12}$ \$US, 平均价值为 33×10^{12} \$US, 相当于同期全世界国民生产总值(GNP)约 18×10^{12} \$US 的 1.8 倍^[55]。该研究首次全面揭示了全球生态系统的市场和非市场价值, 开创了全面分析地球生态系统对人类的服务价值的先河, 掀起了国际生态经济学界对生态系统服务价值研究的热潮。张志强等应用该方法研究了黑河流域生态系统服务的价值^[59]。

6.3 环境可持续性指数(ESI)

环境可持续性指数(ESI)是由世界经济论坛“明天的全球领导者环境任务组”(Global Leaders of Tomorrow Environment Task Force)与耶鲁大学耶鲁环境法律与政策中心(Yale Center for Environmental Law and Policy, YCELP)、哥伦比亚大学国际地球科学信息网络中心(Center for International Earth Science Network, CIESIN)合作从数年前开始开展的评估环境可持续发展状况的指标体系^[57]。该方法将环境可持续性视为 5 种现象的函数: 1) 环境系统的状态, 如空气、土壤、生态系统、水等; 2) 环境系统受到的压力, 表现为污染和开发利用强度; 3) 人类对环境变化的脆弱性, 表现为食物资源的丧失和环境疾病; 4) 社会和制度对付环境挑战的能力; 5) 通过合作共同努力以保护国际环境资源、响应全球管理(global stewardship)需求的能力。

环境可持续性指数(ESI)即是由环境系统、减轻环境压力、减轻人类脆弱性、社会和制度能力、全球管理等环境可持续性的 5 个核心组成部分的 20 个关键指标、68 个变量集成的一个集成化指数。在完善 ESI 指标及分析方法的基础上, 研制者在《2002 环境可持续性指数》报告中利用 ESI 对全球 142 个国家(面积大于 5 000 km², 2001 年人口大于 10×10^4 人)进行了评估, 将评估结果分为 5 类国家: 1) 高人类脆弱性、中等环境系统和中等环境压力; 2) 低人类脆弱性、中等环境系统和中等环境压力; 3) 低人类脆弱性、弱环境系统和高环境压力; 4) 中等人类脆弱性、环境系统和环境压力, 低社会和制度能力; 5) 中等人类脆弱性、环境系统和环境压力, 平均社会和制度能力。按此评估结果, 中国处于第 5 类国家之列, 在 142 个国家中中国的环境可持续性指数排名为 129 位^[57]。

取得的主要结论是: 1) 环境可持续性是可以测量的, 尽管对这种复杂现象的测量不可能是完美的, 但 ESI 被证明是一个有用的和强有力的工具;

2)没有一个国家真正处于可持续发展的道路上,每个国家都存在着某些问题;3)经济境况影响但并不决定环境结果,ESI 分值与人均收入正相关,绝大多数单个指标也与发展水平表现为正相关,但各项收入类别方面的变化是十分明显的,这些结果表明,追求环境可持续性和促进经济增长的决策事实上是两个独立的选择;4)可能影响环境可持续性的其它因素还包括管理的质量、人口密度以及气候,但这些因素没有一个能够完全决定结果;5)数据缺乏使对环境可持续性的测量不能完全满足决策需要.由于数据缺乏,ESI 评估中略去了约 50 个国家,一些关键的环境因素或者没有测量或者测量很不充分,对环境监测予以投入以获取关键指标的时间序列数据是一个急迫的政策优先性方面^[57].

ESI 可允许以系统和定量的方式进行国家间的环境可持续性比较,有助于:鉴别国家的行为高于或低于期望值的问题;设定国家和地区的优先性政策;跟踪环境趋势;定量评估政策和计划的效果;揭示环境与经济之间的相互作用以及影响环境可持续性的因素^[57].

ESI 方法存在的弱点是:1)由于缺乏若干高度优先性问题的可比较的数据,2)使其存在实际的缺陷;3)在某些方面,依赖于非理想质量的数据源,对国家的覆盖也不全;4)缺乏时间序列数据,妨碍了对其正确性的认真验证,以及限制了其作为鉴别好的环境决定因素的工具的价值^[57].

6.4 能值分析(emergy analysis)指标

生态系统和社会经济系统都是由多个节点联结而成的网状或链状系统,物质循环、能量和信息流动是这两类系统的基本特征. Odum 基于生态系统和经济系统的特征以及热力学定律,提出了以能量为核心的系统分析方法——能值分析(emergy analysis).“能值”是“一种流动或储存的能量中所包含的另一种形式的能量的数量”(包含能量),或者说“产品和劳务形成过程中直接和间接投入应用的一种有效能的数量”^[58].任何形式的能量都源于太阳能,故可以用太阳能为基准衡量各种形式的能量.任何资源、产品和劳务形成中所需直接和间接投入应用的太阳能的数量,就是其所具有的太阳能值(单位为太阳能焦耳, sej).能值就是生物圈的价值,它是生物圈投入到某种物品或服务(包括社会的物品和服务)中的能量,投入的越多,价值就越大^[59].

济系统中不同种类、不可比较的能量转换成同一标准的能值(通常为太阳能值),来衡量和分析生态系统或生态经济系统运行特征和发展的可持续性.从能值分析角度剖析生态经济系统,其运行的动力学基础在于能量流转方式、速度和强度,它决定着生产要素的配置、生产力的布局、经济发展速度、环境负载程度、以及资源耗竭速率.把握进入系统的能量的通量密度和流转路径是分析系统演化的态势的基础.

能值分析方法在分析系统的可持续性方面已经建立了一系列反映生态与经济效率的能值综合指标^[58]:净能值产出率(net emergy yield ratio, NEYR)、能值投资比(emergy investment ratio, EIR)、环境负载率(environmental loading ratio, ELR)、能值货币比率(emergy/money ratio)、能值可持续性指数(emergy-based sustainability index, ESI).如, $ESI = NEYR / ELR$,是对能值产出率与环境负载率的相对比较,如果一个国家或地区的经济系统能值产出率高而环境负载率又相对较低,则它是可持续的,反之是不可持续的^[60].

能值核算是一种量化的分析技术,它以生产货币和非货币化的资源、服务和商品的太阳能单位(太阳能值)来表示资源、服务和商品的价值.能值分析可以同时衡量人和环境对经济发展的贡献,弥补了传统的货币标准不能衡量自然界对于经济发展的贡献的缺陷.但能值分析也存在明显不足,例如,在经济系统异质性普遍存在的情况下,对于许多资源或产品使用单一的转换率是不准确的.经济的可持续性发展常受到诸多限制因子的制约,而能值分析对这些限制因子缺乏分析.

6.5 自然资本指数(NCI)

生物多样性是人类可持续发展的关键自然资本.因此,测量和了解生物多样性的状况也可以反映可持续发展的状况.近年来,已有若干概念和指标试图定义和测量生物多样性及其变化^[61].但要将生物多样性的定义用数字表达出来却是相当困难的.首先,由于国家间的文化和地理差异使得对不同的人而言生物多样性有着不同的含义,不像生物多样性的具体资源(如鱼类)的物理可测量性,总体的生物多样性缺乏共同性质,以能够形成一个反映生态系统状态的指标;其次,生态系统内部物种间的相互作用、以及物种与自然和人为事件间的相互作用也是不清楚的,使得弄清楚作用于生物多样性上的压力是很难的.为了简便,大多数指标着眼

于物种丰富度而不是更全面地反映生态系统的健康状况^[62]。

因此, 测量生物多样性的状态, 不论是建立其最近的变化趋势或者预测未来的发展态势, 都存在着实践和理论上的困难。在很大程度上, 这必须依赖于生物多样性受到的压力的指标或者生物多样性的质量的代用指标。自然资本指数(Natural Capital Index, *NCI*)就是一个测量生物多样性状态的指数, 可以提供由于人为扰动而引起的生物多样性的状态及其变化的信息。

自然资本指数(Natural Capital Index, *NCI*)以“生物多样性公约”(CBD)^[61]为指导框架设计, 可以比较以及通用的方式描述和评价生态系统^[63, 64]。*NCI*被定义为自然区域的面积及其质量的一个函数, 其数值范围为0%~100%。生态系统的状况依据生态系统的保留状况及其所代表的土地利用状况的百分数来计算, 可利用土地利用统计数据获得, 因而计算相对容易。生态系统的质量通过计算若干代表性物种的目前(或底线)比率获得, 或者运用反映生态系统质量的其它变量求得。这必须依赖于对物种的监测和研究, 如果缺乏生态系统质量的数据, 则可用一个压力指数代替, 因为生态系统的质量与其所受的压力呈倒数关系。

*NCI*于1998年在捷克Bratislava召开的“生物多样性公约”缔约国第4次会议上接受, 作为进一步讨论的起点, 目前仍在发展中。*NCI*在欧洲的应用发现, 只有50%的土地目前还是自然区域, 但其中仅有一小部分受到现有的生物多样性相关法律的保护, 其余的自然区域处于人类的高度压力之下, 尤其是来自于污染、片段化和城市发展的压力^[64]。

自然资本指数(*NCI*)的应用需要收集大量的数据, 因此, 目前还不是一个较完善的指标。但它提供了测量生物多样性的可靠的和易于理解的方法, 在原理上, 它可以跟踪和预测未来趋势, 可以应用于决策。

7 可持续发展指标(体系)研究展望

尽管可持续发展概念的提出已有20 a的历史, 对定量测度发展的可持续性状况的指标及其方法的研究也已有较长的历史, 而且科学界也已提出了评估可持续发展的许多指标, 但这方面的研究进展离决策应用和广泛认可尚有极大的距离, 能够真正用于可持续发展规划和决策的理想的“集成”指标还远未提出。

目前, 可持续发展指标研究具有以下特征^[65]: 1)意图寻找“理想的”指标的最初的热情在急剧下降; 2)对可持续性的经济和环境方面的表达或多或少还是比较满意的, 但对其它方面的揭示比较滞后; 3)比较综合性的指标已经出现; 4)指标研究的兴趣从全球性指标转向地方性/城市指标甚至微观尺度的指标; 5)绝大多数研究计划都提出指标清单并且提出将他们结合以阐明特定问题的建议。要对可持续发展规划和决策作出实质性的贡献, 可持续发展指标的研究仍有很长的路要走。就目前的情形而言, 它们只提供了对目前仍缺乏严密定义但又难以抛弃的概念——可持续发展——的破碎的图像^[63]。越来越多的研究者认识到, 可持续发展指标的开发是一个持续的过程, 所提出的指标体系应随着概念、科学知识和技术的发展而定期修正。

总的看来, 可持续发展评估的指标及其评价方法研究可以说五花八门, 各种指标及其评价方法的显而易见的一些分歧如: 1)对可持续发展目标关注的焦点不尽一致; 2)对指标的选取范围和数量多少意见不一; 3)对价值核算的适用范围认识不同; 4)对指标体系的量化方法、权重确定方法见解不同^[3]。

由于可持续发展问题涉及面极广、问题相当复杂, 各种指标(体系)要密切反映可持续发展的目标, 其指标选取就难免庞杂, 从而给指标数据的收集、处理和解释带来诸多不便, 致使许多指标(体系)不利于实际操作应用, 但这方面的研究无疑是可持续发展管理的基础和依据, 未来仍将是可持续发展研究的前沿和核心问题之一。在这方面, 将反映各领域可持续发展的指标集成为简单明了的综合指标或集成指标, 是持续发展评估指指及方法研究的关键, 而UNCSD的“主题—指标框架”指标体系将成为可持续发展集成指标研究的基础。

参考文献(References):

- [1] World Commission on Environment and Development. Our Common Future [R]. Oxford: Oxford University Press, 1987. 400.
- [2] Meadows D H. A reaction to the multiple [A]. Woodwell G M. The Earth in Transition [C]. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- [3] Zhang Zhiqiang Sun Chengquan, Cheng Guodong *et al.* Progresses and trends of sustainable development research [J]. *Advances in Earth Sciences*, 1999, 14(6): 589—595. [张志强, 孙成权, 程国栋, 等. 可持续发展研究: 进展与趋向[J]. *地球科学进展*, 1999, 14(6): 589—595.]
- [4] United Nations. Indicators of Sustainable Development: Framework and Methodologies [R]. New York: United Nations,

- 1996.
- [5] United Nations Economic and Social Council. Information for Decision-making and Participation; Report of the Secretary-general. Commission on Sustainable Development, Ninth Session [R]. New York: UN Economic and Social Council, 2001.
- [6] United Nations Economic and Social Council. Information for Decision-making and Participation; Report of the Secretary-general. Addendum; Commission on Sustainable Development Work Programme on Indicators of Sustainable Development. Commission on Sustainable Development, Ninth Session [R]. New York: UN Economic and Social Council, 2001.
- [7] Hardi P, Barg S, Hodge T, *et al.* Measuring Sustainable Development; Review of Current Practice [R]. Ottawa: Industry Canada, 1997. 119.
- [8] United Nations Division of Sustainable Development. Indicators of Sustainable Development; Guidelines and Methodologies [R]. New York: UN-DSD, 2001.
- [9] Anderson V. Alternative Economic Instruments [M]. London: Routledge, 1991.
- [10] OECD. Towards Sustainable Development; Environmental Indicators [R]. Paris: OECD, 1998. 1—129.
- [11] OECD. Towards Sustainable Development; Environmental Indicators 2001 [R]. Paris: OECD, 2001. 1—152.
- [12] OECD. Key Environmental Indicators [R]. Paris: OECD, 2001. 1—36.
- [13] Hardi P, Zdan T. Assessing Sustainable Development; Principles In Practice [R]. Winnipeg: International Institute for Sustainable Development, 1997.
- [14] Devuyt D. Sustainability assessment; the application of a methodological framework [J]. Journal of Environmental Assessment and Policy Management, 1999, 4: 459—87.
- [15] Bossel H. Indicators for Sustainable Development; Theory, Method, Applications. A Report to the Balaton Group [R]. Winnipeg: International Institute for Sustainable Development, 1999.
- [16] Piper J M. CEA and sustainable development evidence from UK case studies [J]. Environmental Impact. Assessment Review, 2002, 22(1): 17—36.
- [17] OECD. Environmental Indicators; OECD Core Set [R]. Paris: OECD, 1994.
- [18] International Institute for Management and Development. The World Competitiveness Yearbook 2002 [R]. Lausanne: IMD, 2002.
- [19] Prescott—Allen R. The Barometer of Sustainability; A Method of Assessing Progress Towards Sustainable Societies [R]. Gland, Switzerland and Victoria BC: International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources and PADATA, 1995.
- [20] Guijt I, Moiseev A. IUCN Resources Kit for Sustainability Assessment [R]. Gland, Switzerland; International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, 2001.
- [21] Prescott—Allen R. The Well-being of Nations; A Country-by-Country Index of Quality of Life and Environment [M]. New York: Island Press, 2001.
- [22] UNSD. List of Environmental And Related Socioeconomic Indicators (R). New York: UNSD, 2002.
- [23] UNDP. Human Development Report 1990 [M]. New York: Oxford University Press, 1990.
- [24] UNDP. Human Development Report 2001: Making New Technologies Work for Human Development [M]. New York: Oxford University Press, 2001. 278.
- [25] Sagar A D, Najam A. The human development index: a critical review [J]. Ecological Economics, 1998, 25(3): 249—264.
- [26] Neumayer E. The human development index and sustainability — a constructive proposal [J]. Ecological Economics, 2001, 39(1): 101—114.
- [27] World Bank. Monitoring Environmental Progress; A Report on Work in Progress [R]. Washington DC: World Bank, 1995.
- [28] World Bank. Expanding the Measure of Wealth; Indicators of Environmentally Sustainable Development [R]. Washington D C: World Bank, 1997.
- [29] Hamilton C. The genuine progress indicator methodological developments and results from Australia [J]. Ecological Economics, 1999, 30(1): 13—28.
- [30] Daly H E, Cobb J B. For the Common Good; Redirecting the Economy toward Community, the Environment and a Sustainable Future. Appendix; The Index of Sustainable Economic Welfare [M]. Boston: Beacon Press, 1989. 401—455, 482.
- [31] Costanza R, Farber S, Castaneda B *et al.* Green national accounting: goals and methods [A]. Cleveland C J, Stern D I, Costanza R. The Economics of Nature and the Nature of Economics [C]. Cheltenham; Edward Elgar, 2001. 262—281, 293.
- [32] Cobb C W, Cobb J B. The Green National Product; A Proposed Index of Sustainable Economic Welfare [M]. Lanham; University Press of America, 1994. 342.
- [33] Stockhammer E, Hochreiter H, Obermayr B, *et al.* The Index of Sustainable Economic Welfare (ISEW) as an alternative to GDP in measuring economic welfare. The results of the Austrian (revised) ISEW calculation 1955—1992 [J]. Ecological Economics, 1997, 21(1): 19—34.
- [34] Castaneda B E. An index of sustainable economic welfare (ISEW) for Chile [J]. Ecological Economics, 1999, 28(3): 231—244.
- [35] Jackson T, Szymne S. Sustainable Economic Welfare in Sweden; A Pilot Index 1950—1992 [R]. Stockholm: Stockholm Environment Institute, 1996.
- [36] Max—Neef M. Economic growth and a quality of life: a threshold of hypothesis [J]. Ecological Economics, 1995, 15(2): 115—118.
- [37] Neumayer E. On the methodology of ISEW, GPI and related measures; some constructive suggestions and some doubts on the "threshold" hypothesis [J]. Ecological Economics, 2000, 34(3): 347—361.
- [38] Lawn P A, Sanders R D. Has Australia surpassed its optimal macroeconomic scale? Find out with the aid of 'benefit' and 'cost' accounts and a sustainable net benefit index [J]. Ecological Economics, 1999, 28(1): 213—229.
- [39] Cobb C, Glickman M, Cheslog C. The Genuine Progress Indicator 2000 Update [R]. Oakland; Redefining Progress, 2001.
- [40] Anielski M. The Alberta GPI Blueprint; The Genuine Progress Indicator (GPI) Sustainable Well-being Accounting System [R]. Pembina Institute, 2001.
- [41] United Nations Statistics Division. Integrated Environmental and Economic Accounting; Interim version [R]. New York: United Nations, 1993.
- [42] United Nations Statistics Division. United Nations Environment Programme. Integrated Environmental and Economic Accounting; An Operational Manual [R]. New York: United Nations,

- 2000.
- [43] Holub H W, Tappeiner G, Tappeiner U. Some remarks on the "system of integrated environmental and economic accounting" of the United Nations [J]. *Ecological Economics*, 1999, **29**: 329—336.
- [44] Rees W E. Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out [J]. *Environ Urbanization*, 1992, **4**: 121—130.
- [45] Wackernagel M, Rees W E. Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth [M]. Gabriola Island: New Society Publishers, 1996.
- [46] Wackernagel M, Rees W E. Perceptual and structural barriers to investing in natural capital: economics from an ecological footprint perspective [J]. *Ecological Economics*, 1997, **20**: 3—24.
- [47] Wackernagel M, Onisto L, Bello P, *et al.* National natural capital accounting with the ecological footprint concept [J]. *Ecological Economics*, 1999, **29**(3): 375—390.
- [48] Wackernagel M, Lewan L, Hansson C B. Evaluating the use of natural capital with the ecological footprint: Applications in Sweden and Subregions [J]. *Ambio*, 1999, **28**(7): 604—612.
- [49] Van den Bergh J C J M, Verbruggen H. Spatial sustainability, trade and indicators: an evaluation of the ecological footprint [J]. *Ecological Economics*, 1999, **29**(1): 61—72.
- [50] Van Vuuren D P, Smeets E M W. Ecological footprints of Benin, Bhutan, Costa Rica and the Netherlands [J]. *Ecological Economics*, 2000, **34**: 115—130.
- [51] Xu Zhongmin, Zhang Zhiqiang, Cheng Guodong. The calculation & analysis of ecological footprints of Gansu Province in 1998 [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2000, **55**(5): 607—616. [徐中民, 张志强, 程国栋. 甘肃省 1998 年生态足迹计算与分析 [J]. *地理学报*, 2000, **55**(5): 607—616.]
- [52] Zhang Zhiqiang, Xu Zhongmin, Cheng Guodong, *et al.* The Ecological footprints of the 12 provinces of West China in 1999 [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2001, **56**(5): 599—610. [张志强, 徐中民, 程国栋, 等. 中国西部 12 省(区市)的生态足迹 [J]. *地理学报*, 2001, **56**(5): 599—610.]
- [53] Chen Dongjing, Xu Zhongmin, Cheng Guodong, *et al.* Ecological footprints of Northwest China [J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 2001, **23**(2): 164—169. [陈东景, 徐中民, 程国栋, 等. 中国西北地区的生态足迹 [J]. *冰川冻土*, 2001, **23**(2): 164—169.]
- [54] Xu Zhongmin, Chen Dongjing, Zhang Zhiqiang, *et al.* Ecological footprints of China in 1999 [J]. *Acta Pedologica Sinica*, 2002, **39**(3): 441—445. [徐中民, 陈东景, 张志强, 等. 中国 1999 年的生态足迹分析 [J]. *土壤学报*, 2002, **39**(3): 441—445.]
- [55] Costanza R, d'Arge R, Rudolf de Groot, *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital [J]. *Nature*, 1997, **387**: 253—260.
- [56] Zhang Zhiqiang, Xu Zhongmin, Wang Jian, *et al.* The value of ecosystem services of Heihe River basin [J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 2001, **23**(4): 360—366. [张志强, 徐中民, 王建, 等. 黑河流域生态系统服务的价值 [J]. *冰川冻土*, 2001, **23**(4): 360—366.]
- [57] Yale Center for Environmental Law and Policy. 2002 Environmental Sustainability Index. An Initiative of the Global Leaders of Tomorrow Environment Task Force, World Economic Forum [R]. New Haven: Yale Center for Environmental Law and Policy, 2002.
- [58] Odum H T. Environmental Accounting: Energy and Environmental Decision Making [M]. New York: John Wiley and Sons, 1996. 370.
- [59] Brown M T, Ulgiati S. Energy evaluation of the biosphere and natural capital [J]. *Ambio*, 1999, **8**(6): 486—494.
- [60] Ulgiati S, Brown M T. Monitoring patterns of sustainability in natural and man-made ecosystem [J]. *Ecological Modelling*, 1998, **108**: 23—26.
- [61] United Nations Environment Programme. Convention on Biological Diversity [R]. Geneva: UNEP, 1994.
- [62] Brookes. The species enigma [J]. *New Scientist*, 1998, **111**: 1—4.
- [63] United Nations Environment Programme. Development of Indicators of Biological Diversity [R]. Geneva: UNEP, 1999.
- [64] OECD. OECD Environmental Outlook [R]. Paris: OECD, 2001. 327.
- [65] Briassoulis H. Sustainable development and its indicators: through a planner's glass darkly [J]. *Journal of Environmental Planning and Management*, 2001, **44**(3): 409—427.

Review of Indicators and Methodologies for Measuring Sustainable Development and Their Applications

ZHANG Zhi-qiang^{1, 2}, CHENG Guo-dong², XU Zhong-min²

(1. *Scientific Information Center for Resources and Environment, CAS, Lanzhou Gansu 730000, China;*

2. *State Key Laboratory of Frozen Soil Engineering, CAREERI, CAS, Lanzhou Gansu 730000, China*)

Abstract: Management requires measurement. Managing activities and decision-making processes in order to move towards sustainable development requires new ways of assessing progress. Now as never before, international agencies, non-governmental organizations, governments and communities are concerned with establishing the means to assess and report progress towards sustainable development. Indicators are one important tool in this process. Therefore, the indicators and methodologies of measuring sustainability have been becoming one of the frontiers and hot issues of sustainable development research.

Based on the brief introduction to the concept, function and selection criteria of indicators of sustainable development, the authors firstly identify the cat-

egories and framework models of indicator sets of sustainable development in detail. Secondly, several typical systematic sets of sustainable development indicators developed respectively by United Nations Commission for Sustainable Development, Organization for Economic Cooperation and Development, World Conservation Union and World Bank are reviewed, and the advantages and limitations of these indicator sets are also analyzed. Moreover, the authors conduct an in-depth analysis of the research, development and application of the most representative social indicators, economic indicators and eco-environmental indicators at international level. In the end, the properties and trends of the research on the indicators for sustainable development are pointed out.

Key words: sustainable development; assessment; indicator set; index; indicator framework model; social indicator; economic indicator; eco-environmental indicator