

高等学校研究生教材

# 可持续发展的 环境压力指标 及其应用

顾晓薇 王 青 著

**Kechixu Fazhan de Huanjing  
Yali Zhibiao Jiqi Yingyong**

冶金工业出版社

高等学校研究生教材

# 可持续发展的环境压力 指标及其应用

顾晓薇 王 青 著

北 京  
冶 金 工 业 出 版 社  
2005

## 内 容 提 要

本书基于社会代谢物质流和生态足迹方法及相关指标,提出并构建了国家环境压力总量和压力强度指标体系,包括本国环境载荷、本国生态足迹、环境压强、足迹强度指数和生态超载指数;将这些新指标与国家经济总量指标结合,得到经济运行的环境效率指标。新指标体系既考虑了社会-经济系统的投入面,也考虑了其排放面;既考虑了资源消耗,也考虑了环境污染;既考虑了可再生资源,也考虑了非再生资源;既考虑了环境压力,也考虑了环境承载能力。新指标体系及其计算方法是物质流核算与生态足迹的创新性结合与拓展。应用这一指标体系,对中国的环境压力、承载力和效率进行了系统的计算,揭示了这些指标的演化轨迹、发展趋势和构成中国环境压力的主要矛盾,分析了环境压力与经济发展及环境效率之间的关系。通过对若干国家环境压力和效率指标的对比分析,探讨了这些指标在不同国家和不同经济发展阶段的特点。

本书可作为资源与生态经济领域的研究生教材,也可供从事该领域研究的科研人员和政府相关部门管理人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

可持续发展的环境压力指标及其应用/顾晓薇等著. —北京:冶金工业出版社, 2005. 10

高等学校研究生教材

ISBN 7-5024-3848-3

I. 可… II. 顾… III. 可持续发展—环境管理—  
指标—研究—中国 IV. ①X22②X321. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 120916 号

出版人 曹胜利(北京沙滩嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009)

责任编辑 宋 良 王文涛 美术编辑 李 心

责任校对 刘 倩 李文彦 责任印制 牛晓波

北京密云红光印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2005 年 10 月第 1 版, 2005 年 10 月第 1 次印刷

148mm×210mm; 5 印张; 157 千字; 149 页; 1~2000 册

18.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010) 64044283 传真:(010) 64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100711) 电话:(010) 65289081

(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

# 前 言

工业革命以来，以技术进步为先导的工业文明使人类攫取、加工和利用自然资源的能力迅速提高，加之人口的快速增长，致使社会代谢规模——社会-经济系统与生态-环境系统之间的物质和能量交换量——迅速扩张：工业国家的物质需求总量最高已达到每人每年约 100t，需要近 10hm<sup>2</sup> 具有全球平均生产力的土地来支持一个人的物质消费和吸收其化石能源消耗所排放的温室气体。人类在创造了辉煌物质文明的同时，也对生态环境造成严重冲击：大面积森林消失，大片土地沙化，大面积水域遭受污染，臭氧层破裂，全球变暖……，种种环境问题越来越明显地制约着社会经济的发展，成为全人类面临的一大挑战。《寂静的春天》、《增长的极限》、《我们共同的未来》等著作唤起了全球范围对环境问题的热切关注，人们开始重新审视和深刻反思人类社会走过的漫长道路。两次联合国世界环境与发展大会及其发表的《人类环境宣言》、《环境与发展宣言》和《21 世纪议程》，把可持续发展由理念推向了行动。

实施可持续发展战略，首先需要把可持续发展的理念变为现实的管理模式，使这一新战略具有可操作性。要达到这一目的，人类必须能够对社会-经济的可持续状况实施度量，清楚自己所处的状态是否是可持续的，距离可持续发展还有多远，现行的或正在制定的政策是否有利于可持续发展的实现。只有这样，决策者才可能设定具体、实用的可持续发展目标，适时调整政策，把发展调整到或保持在可持续的轨道之上；没有度量，就会导致不可持续的盲目发展模式。因此，建立度量社会、经济发展之可持续性的指标（体系），受到联合国、欧盟等国际组织和不少国家政府的高度重视，成为一项国际性的重要研究课题。

环境问题既是可持续发展的缘由，也是实现可持续发展必须解决的核心问题。环境问题的根本致因，是人类的各种活动对其周围

的环境所施加的影响力介入、扰乱或改变了宏观和微观的自然过程，致使环境状态发生“非自然”变化，引起环境功能的退化和破坏。这主要体现在两大方面：一是人类从自然系统攫取的物质（资源）超越了其再生能力；二是人类活动对自然环境的扰动和损害超越了其吸纳和自我恢复能力。也就是说，人类的各种活动所产生的环境压力超越了环境承载力。因此，度量环境压力与环境承载力，是度量社会、经济发展之可持续性的核心内容。

本书基于社会代谢的物质流核算和生态足迹方法及其相关指标，提出并构建了度量国家环境压力总量和压力强度的指标体系，包括本国环境载荷、本国生态足迹、环境压强、足迹强度指数和生态超载指数。应用这一指标体系，对中国的环境压力、承载力和效率进行了系统的实证研究，并计算、对比了若干国家的同类指标。

本书由四部分共七章组成。第一部分包括第1、2、3章，第1章概述了可持续发展的产生背景、可持续发展指标及其应用现状；第2和第3章分别简要介绍物质流核算和生态足迹方法与指标，为新指标的构建奠定基础。第二部分即第4章，是本书的理论核心，对新指标体系的构建思路、相关指标定义和指标的计算模型进行了详细论述。第三部分是新指标体系的应用，包括第5章、第6章，第5章是对中国的实证研究，系统地计算和分析了中国过去一个时期的新指标值，揭示了中国环境压力、承载力和效率的演化轨迹、发展趋势和构成环境压力的主要矛盾，分析了环境压力与经济发展及环境效率之间的关系；第6章是新指标的国际对比分析，探讨了环境压力和环境效率在不同国家和不同经济发展阶段的特点和规律性。第四部分即第7章，总结了新指标体系的优缺点和研究的主要结论，就实现环境压力减量提出了一些政策性建议，并就指标的关键问题（度量单位和整合基础）以及物质需求和环境压力与经济发展水平之间的关系，作了进一步讨论。

本书的出版得到东北大学研究生院的全力资助，在此表示衷心的感谢。

由于作者水平及研究深度与广度有限，书中难免存在这样那样的不足，敬请广大读者批评指正，也真诚欢迎广大读者就相关问题

与作者进行广泛的讨论。

尊敬的读者，我们在遥远的、一片荒漠的火星上探寻生命的曾经存在，一个微小的原始生命体化石的发现，会成为全地球的头条新闻，足以使不少人欣喜万分，夜不能寐。然而，就在我们身边，有多少高级生物已经灭绝，又有多少美丽的生灵落入濒危之列！耗费巨资探索火星的伟大意义是什么？是出于人类固有的好奇为探索而探索，还是为自己寻找另一个家园？这一壮举的最终意义也许充满了凄悲——了解火星上的生命（如果曾经存在）是如何踏上灭亡之路的。

我们靠智慧主宰了这颗美丽的星球。我们的财富在增长，生活越来越舒适。当您驱车在平坦的高速公路上奔驰的时候，当您坐在备有空调的豪华写字楼里为获得更多的财富而努力工作的时候，当您以近音速翱翔在白云之上的时候，当您欣赏着闪闪发光的白金钻戒的时候……，在自豪和欣喜之余，您是否意识到这舒适背后沉重的生态包袱？

谨以此书献给热爱地球的人们！

作 者

2005 年 10 月

于沈阳东北大学

# 目 录

|                                 |           |
|---------------------------------|-----------|
| <b>1 可持续发展及其度量 .....</b>        | <b>1</b>  |
| 1.1 人与自然——社会代谢.....             | 1         |
| 1.2 可持续发展——从理念到行动.....          | 4         |
| 1.3 可持续发展指标（体系）概述.....          | 6         |
| 1.3.1 指标体系框架模型 .....            | 7         |
| 1.3.2 系统性指标体系 .....             | 8         |
| 1.3.3 社会、经济发展与生态、环境分类指标（体系） ... | 9         |
| 1.4 中国可持续发展指标研究 .....           | 13        |
| 1.5 可持续发展与环境压力减量 .....          | 14        |
| 1.6 可持续发展与环境压力的度量 .....         | 15        |
| <b>2 社会代谢的物质流核算与指标.....</b>     | <b>18</b> |
| 2.1 从社会代谢到物质流核算 .....           | 18        |
| 2.2 物质流核算指标与账户 .....            | 20        |
| 2.3 物质流核算项目分类 .....             | 25        |
| 2.4 经济系统的资源效率 .....             | 26        |
| <b>3 生态资源占用核算与指标.....</b>       | <b>28</b> |
| 3.1 生态资源占用核算——生态足迹 .....        | 28        |
| 3.1.1 资源消费与生态足迹.....            | 28        |
| 3.1.2 生态足迹基本假设.....             | 29        |
| 3.1.3 生态生产性土地类别.....            | 29        |
| 3.1.4 等量因子与产量系数.....            | 31        |
| 3.2 生态足迹计算模型 .....              | 31        |

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| 3.2.1 综合法计算模型                 | 32        |
| 3.2.2 成分法计算模型                 | 33        |
| 3.3 生态承载力                     | 36        |
| 3.4 经济系统的生态效率                 | 37        |
| <b>4 国家环境压力指标体系及计算模型</b>      | <b>38</b> |
| 4.1 总体思路                      | 38        |
| 4.2 国家环境压力总量指标                | 40        |
| 4.2.1 本国环境载荷                  | 40        |
| 4.2.2 本国生态足迹                  | 42        |
| 4.3 国家环境承载力指标                 | 44        |
| 4.4 环境压力强度指标                  | 46        |
| 4.4.1 环境压强                    | 47        |
| 4.4.2 足迹强度指数和生态超载指数           | 48        |
| 4.5 环境压力与经济发展和技术进步            | 49        |
| 4.5.1 经济系统的环境效率               | 49        |
| 4.5.2 环境减压与反弹和减量效应            | 50        |
| 4.5.3 环境压力的反弹和减量效应分解          | 52        |
| 4.6 讨论                        | 53        |
| 4.6.1 新指标的特点与比较               | 53        |
| 4.6.2 本国环境与全球可持续发展            | 55        |
| <b>5 中国环境压力及其减量化实证研究</b>      | <b>57</b> |
| 5.1 物质流账户的建立及其指标计算概述          | 57        |
| 5.2 生态足迹与生态承载面积计算概述           | 59        |
| 5.3 中国 1990~2002 年环境载荷        | 60        |
| 5.3.1 环境载荷的历史轨迹               | 61        |
| 5.3.2 环境载荷的构成                 | 62        |
| 5.4 中国 1990~2002 年环境压强        | 66        |
| 5.5 中国 1961~2003 年本国生态足迹和生态赤字 | 68        |



|                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| 5.5.1 本国足迹与承载面积的历史轨迹和构成            | 68         |
| 5.5.2 本国生态赤字的历史轨迹和构成               | 72         |
| 5.6 中国 1961~2003 年足迹强度指数与生态超载指数    | 75         |
| 5.7 生态环境效率                         | 77         |
| 5.7.1 本国环境效率                       | 78         |
| 5.7.2 本国生态效率                       | 79         |
| 5.8 环境压力的反弹效应与减量效应                 | 82         |
| 5.8.1 本国环境载荷的反弹效应与减量效应             | 82         |
| 5.8.2 本国生态足迹的反弹效应与减量效应             | 85         |
| 5.9 中国 2020 年与 2050 年生态环境效率革命的场景分析 | 89         |
| 5.9.1 以本国环境载荷作为环境压力指标的场景分析         | 89         |
| 5.9.2 以本国生态足迹作为环境压力指标的场景分析         | 91         |
| 5.10 中国环境压力及其减量形势总评                | 92         |
| <b>6 环境压力及其减量化的国际对比</b>            | <b>94</b>  |
| 6.1 本国环境载荷及其主要分量的国际比较              | 94         |
| 6.2 环境压强国际比较                       | 99         |
| 6.3 生态足迹指标及足迹强度指数的国际比较             | 102        |
| 6.4 生态环境效率国际比较                     | 106        |
| 6.5 环境压力及其减量趋势与经济发展水平              | 109        |
| <b>7 总结、建议与讨论</b>                  | <b>112</b> |
| 7.1 总结                             | 112        |
| 7.1.1 新指标体系的特点                     | 112        |
| 7.1.2 中国环境压力状况及减量化形势               | 113        |
| 7.1.3 环境压力、环境效率与经济发展水平             | 115        |
| 7.2 减量化政策与措施建议                     | 116        |
| 7.2.1 一般性建议                        | 116        |
| 7.2.2 基于实证研究结果的建议                  | 117        |
| 7.3 有关指标的进一步讨论                     | 117        |

---

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 7.3.1 度量单位与整合基础 .....    | 117 |
| 7.3.2 环境压力与经济发展的关系 ..... | 121 |
| 7.4 需要进一步研究的主要问题 .....   | 123 |
| <b>附 录</b> .....         | 124 |
| 附录 1 欧盟物质流核算账户表 .....    | 124 |
| 附录 2 计算结果表 .....         | 129 |
| <b>参考文献</b> .....        | 142 |

# 1 可持续发展及其度量

## 1.1 人与自然——社会代谢

人与自然间的相互作用类似于生物的代谢过程，社会经济系统从自然生态系统攫取资源，经过生产制造、消费和废物处理，一小部分物质转化为存量留在系统内，大部分成为废弃物回到了自然系统。图 1.1 是社会代谢和自然代谢以及两者之间关系的示意图<sup>[1]</sup>。

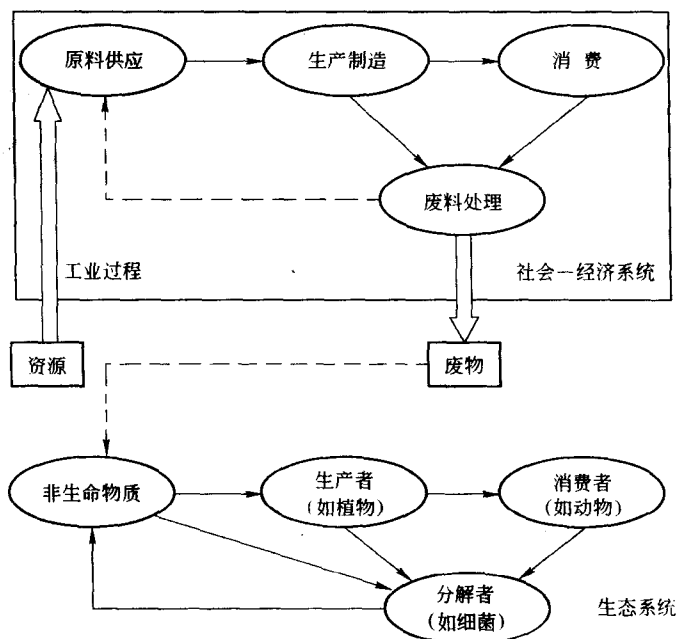


图 1.1 社会代谢与自然代谢及其相互作用

(资料来源：生态包袱与生态足迹，陶在朴，2003)

人类社会的发展史，是一部向自然攫取资源和资源加工能力不断提高的历史。图 1.2 所示是狩猎社会、农耕社会和工业社会每人每年的能

量和物质投入，图中工业社会的数字是奥地利、日本、德国和美国的平均值<sup>[2]</sup>。

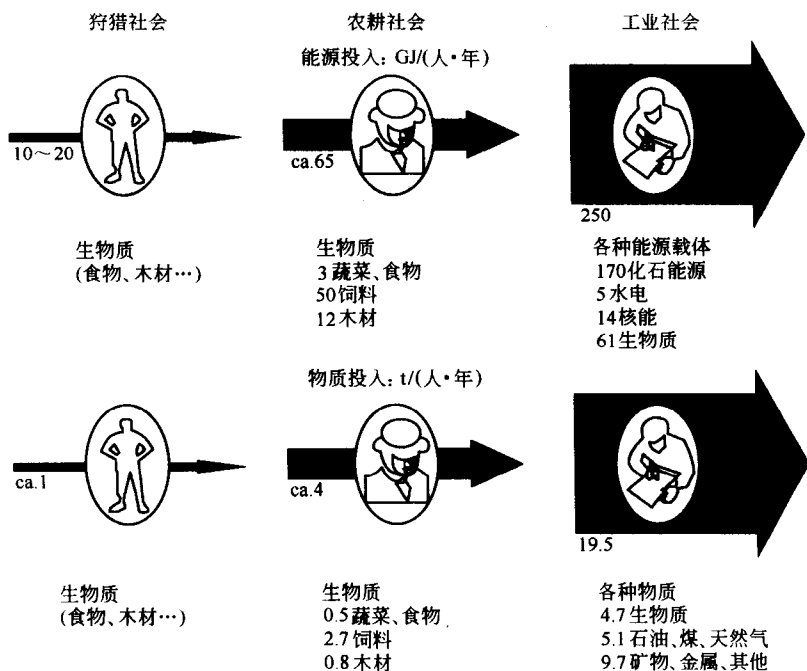


图 1.2 不同生产模式的社会代谢

(资料来源: Material Flow Accounting, Information Package,  
M. Fischer Kowalski, 1999)

工业革命之前的漫长历史中，原始的生产加工手段使人类获取和利用自然资源的能力很有限，再加上人口规模较小，社会代谢的规模——人类向自然生态系统攫取的资源量以及排向自然生态系统的废弃物量——小于自然生态系统的资源再生和废物容纳、降解能力。狩猎社会每人每年的能量投入约为 10~20GJ，直接物质投入量约 1t；农耕社会每人每年的能量和直接物质投入量分别增加到约 65GJ 和 4t<sup>[2]</sup>。人类消耗的物质主要是可再生的生物质。因此，那时的人类活动没有对生态、环境产生足以损害其功能的冲击。

工业革命以来，以技术进步为先导的工业文明使人类攫取、加工、

利用自然资源的能力迅速提高,加之人口的快速增长,致使社会代谢规模迅速扩张:工业国家每人每年的能量投入和直接资源使用量分别达到250GJ和15~45 t<sup>[2,3]</sup>;直接使用与间接动用的物质总量每人每年35~100 t,生产排放的废弃物量每人每年10~30 t,生产排放和物质搬运总量每人每年20~100t<sup>[3]</sup>。“愚公移山”已不再是寓言神话(一座现代化露天矿一年的采剥总量可达1.3亿t)。近200年间,人类在借助强大的技术手段创造了辉煌的物质文明的同时,对生态、环境的冲击也迅速加剧。

据世界自然基金会的资料,地球在8000年前的森林面积达80.8亿hm<sup>2</sup>,目前仅存30.4亿hm<sup>2</sup>,世界每年约有1700万hm<sup>2</sup>森林消失,热带雨林的消失速度近10年比上一个10年加快了50%<sup>[4]</sup>。一百多年前,恩格斯对不考虑后果破坏森林的行为曾做过精辟而深刻的评述,他说:“不要过分陶醉于我们对自然界的胜利,对于每一次这样的胜利,自然界都报复了我们,各地的居民为了想得到耕地,把森林砍光,但是做梦也想不到这些地方竟因此成为不毛之地,因为他们使这些地方失去了森林,也就失去了急需的贮存水分的中心<sup>[5]</sup>。”伴随着森林面积锐减的是野生动物栖息地不断缩小,生物多样性受到严重破坏。据估计,目前全球每年约有5万个物种灭绝,平均每天多达近140个;全世界有10%的高等植物物种的生存受到威胁,3/4的鸟类有灭绝的危险,北美1/3的淡水鱼类处于濒危状态<sup>[6]</sup>。工业化和城市化是耕地、淡水、森林和矿产资源大量消耗的主要动力。据估计,在刚刚过去的一个世纪,矿物燃料的使用量增加了约30倍<sup>[7]</sup>。另外,在科学技术飞速进步的20世纪,发生了多起震惊世界的环境公害事件:1930年比利时的马斯河谷事件、1948年美国多诺拉烟雾事件,1940年代初美国洛杉矶光化学烟雾事件,1952~1965年日本水俣病事件,1955~1972年日本骨痛病事件,以及1968年日本米糠油事件等<sup>[8]</sup>。

人类社会与自然之间的巨大的物质、能量交换过程所伴随的种种生态、环境问题,使人类越来越清醒地认识到资源短缺与环境恶化对社会、经济发展的日益显化的制约。这些问题给人类社会的可持续发展带来了巨大的挑战,正如著名历史学家汤因比所说:人类“通过求生走向毁灭”。人们终于意识到了破坏生态环境会产生的恶果,并开始重新审视人类社会走过的发展道路,随之产生了著名的《寂静的春天》和《成

长的极限》等著作,可持续发展理念也应运而生。

## 1.2 可持续发展——从理念到行动

1962年,美国海洋生物学家、作家、诗人蕾切尔·卡逊(Rachel Carson)出版了《寂静的春天》一书,揭示了为追求利润而滥用农药和杀虫剂对人类的危害,指出环境的污染最终会威胁人类的生存。该书被誉为“绿色圣书”和“改变美国决策的25种读物之一”,它“犹如旷野中的一声呐喊,用它深切的感受、全面的研究和雄辩的论点改变了历史的进程”(前美国副总统阿尔·戈尔,1994),其出版促进了群众性的热爱自然、保护环境运动的兴起,成为环境保护历史上具有开创意义的一个里程碑<sup>[9]</sup>。

20世纪60年代末,美国、德国和挪威等国的一些学者成立了罗马俱乐部,发表了一系列有关资源、环境以及人类未来发展的研究报告,引起全世界对环境问题的严重性的警觉。以梅多斯(D. Meadows)等为代表的一派持“极限增长”观点,其代表作是1972年出版的《增长的极限:罗马俱乐部关于人类困境的报告》以及20年后的《逾越极限:全球崩溃或可持续的未来》<sup>[10,11]</sup>。报告向世界发出了严重警告:如果世界人口、工业化、污染、粮食生产以及资源枯竭按照目前的增长态势不加以改变,地球的承载极限将在未来百年内的某个时候被突破,其后果将是人口和工业生产能力突然下降并失去控制,要防止这种崩溃,唯一方法是实现“零增长”。以朱利安·西蒙(Julian L. Simon)等为代表的另一派则持“无极限增长”观点,其代表作有《没有极限的增长》(1981)、《资源丰富的地球》(1984)等<sup>[12]</sup>。他们强调技术进步将为各国的经济增长提供更大的潜力,科学技术的进步和资源利用效率的提高,可以使人类摆脱面临的资源与环境困境,虽然目前人口、资源和环境问题给技术、工业化和经济增长带来了一些困难,但是人类能力的发展是无限的,因而这些问题不是不能解决的,世界的发展趋势是在不断改善而不是在逐渐变坏,因而增长也是无限的。由于《增长的极限》一书用词激烈,突出了人口爆炸、粮食和能源短缺、环境污染等问题的严重性,它提出的解决问题的“零增长”方案在现实世界中难以推行,所以反对和批评的意见很多,从急需摆脱贫困的发展中国家到仍想增加财富的发达国家,都有许多人不同意这一方案。但是该报告发出的地球潜

伏着危机和发展面临着困境的警告，无疑是一副清醒剂。无论是“悲观主义”的“极限增长论”还是“乐观主义”的“无极限增长论”，这场由学术界掀起的大辩论，其影响之深远已大大超出了学术争论的范畴，不仅在全球范围唤起了人们对环境问题的热切关注，还促使环境问题首次摆上了国际社会的议事日程。

1972年6月，联合国在瑞典首都斯德哥尔摩召开了一次具有划时代意义的盛会——人类环境会议，共有113个国家及地区和有关群众团体的代表出席了会议。它是世界各国政府第一次聚集在一起共同讨论环境问题。会议发表的《人类环境宣言》第一次在社会和经济目标之外，以正式文件的形式将保护环境列为人类的行为目标，提出了世界各国政府和人民应该遵循的有关人类环境问题的原则，从道德的角度强调人类负有保护和改善世界环境的庄严责任，呼吁各国政府和人民为维护和改善环境、造福全体人类、造福后代而共同努力。斯德哥尔摩会议首次开启了国际社会环境问题的对话、讨论与合作之门，导致了联合国环境规划署（UNEP）的创立，标志着1960年代末、1970年代初世界环境保护运动的第一个高潮。

1980年3月5日，联合国又向全世界发出呼吁：必须研究自然的、社会的、生态的、经济的以及利用自然资源过程的基本关系，确保全球持续发展。1983年11月，联合国成立了以挪威首相布伦特兰夫人（G. H. Brundland）为首的世界环境与发展委员会（WCED），成员有科学、教育、经济、社会及政治方面的22位代表，其中14人来自包括中国在内的发展中国家。联合国要求该组织以“持续发展”为基本纲领，制定“全球的变革日程”。1987年，该委员会把经过4年研究和充分论证的报告《我们共同的未来》提交给联合国大会，正式提出了可持续发展的概念。该报告对当前人类在经济发展和环境保护方面存在的问题进行了全面、系统的评价，指出：过去我们关心的是发展对环境带来的影响，而现在我们则迫切地感到生态的压力，如土壤、水、大气、森林的退化对发展所带来的影响；在不久以前我们感到国家之间在经济方面相互联系的重要性，而现在我们则感到在国家之间生态学方面的相互依赖，生态与经济从来没有像现在这样互相紧密地联系在一个互为因果的网络之中。这是人类社会有关环境与发展思想从一般的考虑环境保护到强调把环境保护与人类发展结合起来认识的一个重要飞跃。这份报告提

出了一个为大多数人所接受的可持续发展的定义：“可持续发展是既满足当代人的需求又不危及后代满足其需求的发展”。这个定义鲜明地表达了两个基本观点：一是人类要发展；二是发展要有限度，不能危及后代人的发展<sup>[13]</sup>。

1989年，发展中国家与发达国家经过一系列的对话和争论，在UNEP第十五届理事会期间，以声明的形式就与可持续发展概念有关的子孙后代的需要、国家主权、国际公平、自然资源、生态问题、环境保护与发展结合等重要内容，达成共识。联大44/228号决议重申了这一共识，并决定召开最高级别的联合国环境与发展大会，以促进全球可持续发展的实施。1992年6月，联合国第二次“世界环境与发展大会”在巴西的里约热内卢召开，全球100多个国家的政府首脑出席会议。这次会议与20年前（1972年）的环境大会相比，一个明显的特征是国际关注的热点已经由单纯的环境保护问题转移到了环境与发展的大课题。大会通过了《里约热内卢环境与发展宣言》和《21世纪议程》。这次会议以可持续发展为指导思想，反思了自工业革命以来的那种“高生产、高污染”的传统发展模式以及“先污染、后治理”的发展道路，并加以否定。里约会议使环境问题登上了全球议程的最高位置，不仅提高了全球环境意识，使可持续发展概念和理论更广泛地为公众接受，而且启动了停滞多年的南北对话。这次会议标志着世界环境保护运动的第二个高潮，它把可持续发展由理念推向了行动。

### 1.3 可持续发展指标（体系）概述

建立测度发展可持续性的指标（体系），被认为是实施可持续发展战略的一个重要前提，受到联合国、欧盟等国际组织和不少政府的高度重视，因而成为可持续发展研究的重要课题之一。1992年的里约会议充分认识到指标在决策中的重要作用，在《21世纪议程》中呼吁各国政府、国际组织、非政府组织开发和应用可持续发展指标（体系）。

随着研究的深入，度量可持续发展的指标（体系）及框架模型不断被提出。以下是对主要指标（体系）及框架模型的概述，更为详细、系统的阐述见徐中民、张志强和程国栋著《生态经济学理论方法与应用》<sup>[14]</sup>。



### 1.3.1 指标体系框架模型

指标体系框架是指标体系的概念组织，它有助于表述指标间的作用关系，也有助于选择和构建指标。指标体系框架往往是在构建指标中产生，反过来又为具体应用目的构建新的指标提供指导。应用较广的框架模型是经济合作与发展组织（OECD）的压力-状态-响应模型（Pressure-State-Response Model, PSR），如图 1.3 所示<sup>[15]</sup>。PSR 模型中的 P 是环境压力，泛指人类的经济活动对环境的作用，如投入经济系统的能源、物质以及各种产业的运作过程所产生的物质排放等对环境造成的破坏和扰动；S 是环境状态，即环境的质量和资源的数量，如空气、水、土地的物理、化学成分以及再生及非再生资源的存量等；R 是响应，指政府、企业以及消费者个体对环境状态变化的反应，如政策、税收、补贴、价格、抗议等。

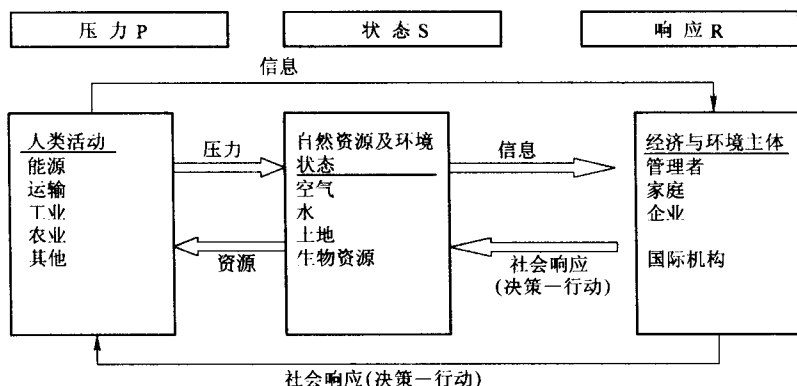


图 1.3 压力-状态-响应模型

（资料来源：Towards sustainable development: environmental indicators, OECD, 2001）

PSR 模型的其他形式有联合国可持续发展委员会（UNCSD）的驱动力-状态-响应模型（Driving Force-State-Response Model, DFSR）和欧洲环保局（EEA）使用的驱动力-压力-状态-冲击-响应模型（Driving force-Pressure-State-Impacts-Response Model, DPSIR）。DPSIR 模型如图 1.4 所示<sup>[16]</sup>。