

生态容量 及环境价值损失评价

● 刘年丰 主编 谢鸿宇 肖波 副主编



 化学工业出版社
环境·能源出版中心

生态容量及环境价值 损失评价

刘年丰 主 编
谢鸿宇 肖 波 副主编



化学工业出版社
环境科学与工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

生态容量及环境价值损失评价/刘年丰主编. —北京: 化学工业出版社, 2005. 5

ISBN 7-5025-7020-9

I. 生… II. 刘… III. 环境生态评价-研究 IV. X826

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 041944 号

生态容量及环境价值损失评价

刘年丰 主 编

谢鸿宇 肖 波 副主编

责任编辑: 刘兴春

责任校对: 于志岩

封面设计: 于 兵

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行
环境科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印装

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 13 $\frac{3}{4}$ 字数 255 千字

2005 年 6 月第 1 版 2005 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7020-9

定 价: 36.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

《生态容量及环境价值损失评价》

编委会成员

刘年丰 谢鸿宇 肖 波

万幼川 杨家宽 卜崇军

前 言

我国的环境影响评价在经历了规范建设、强化和完善、提高阶段后进入了以环境影响评价法 2003 年正式实施为标志的法制阶段。

环境影响评价已经并正在我国的环境与发展、生态管理与战略决策中发挥着越来越重要的作用。通过几十年的努力,不仅环境影响评价程序制度化,同时方法也已趋于规范化。

我国环境影响评价多以环境介质(如水环境、大气环境等)为评价对象,分析、预测污染物对环境质量的影响、破坏是主要内容之一;其优点是简明直观,针对性强,便于污染控制和管理。

通过借鉴、发展相关技术方法,定量地表征建设项目对环境(如水环境、大气环境等)所造成的影响,已取得一些瞩目的成绩,相对比较成熟。但是,生态评价却常常是我们工作中相对薄弱的环节,特别是人们比较关注的建设项目对敏感区域的生态承载力(即生态容量)的影响,以及生态环境影响的价值损失等方面。

广义的生态承载力或生态容量、环境承载力一般是指一个生态系统所能支持的健康有机体即在维持它的生产力、适应能力和再生能力的容量,是可持续发展的重要衡量指标,因而是近年来出现频率很高的词汇。然而无论是哪一种承载力都是一个比较宏观、泛化的概念,实施和操作性不强;如何量化承载力一直是生态环境评价的难点之一,更深入的研究目前还不够。

生态环境影响的经济分析,在国际上虽然得到较好的发展和应用,但在我国迄今为止仍然较薄弱。经济评价的发展,首先必须改变对于生态环境、自然资源价值的一系列错误观念,从不同的层面荡涤环境、资源无价论的深刻影响,才能从理论上建立一套科学进步的生态环境价值论,在技术方法上制度上建立价值评价体系,并在社会发展中实践、检验和完善。

环境影响评价特别是生态评价的内容和方法必然是随着社会的进步不断拓展和深化的。近年来,随着自然资源有价观的逐渐树立,对环境、生态价值的衡量,特别是间接的潜在的生态和环境影响的货币化,以及生态承载力的量化计算等研究,在国内外已成热点。因此,区域生态承载力的量化及项目影响的损失、补偿货币化评价将会顺应发展趋势,成为环境影响评价的一个重要内容。

2002 年,受襄樊市发展改革委员会的委托,华中科技大学环境科学与工程学院承接了“南水北调中线工程对襄樊市生态环境影响和对策研究”课题。

本书是在作者完成该课题（技术负责人），并主编课题报告书，对襄樊生态环境影响价值损失进行了经济分析之后，进一步以生态足迹（Ecological Footprint 又译为生态占用）分析方法完成的博士论文“基于空间综合生态足迹分析的项目环境影响评价方法研究”基础之上编著的。

本书的目的二是对项目可能造成的生态环境损失采用世界银行（WB）、亚洲开发银行（ADB）推荐使用的 Economic Evaluation of Environmental Impacts 等环境经济学较成熟的环境价值评价方法进行量化研究；二是尝试将生态足迹分析这一量化生态容量的技术手段引入环境影响的生态评价中，以敏感区域项目建设前后生态赤字或生态盈余的变化来衡量对生态的影响程度。试图从货币化和非货币化两个方面探讨生态评价的理论与方法。

本书在生态足迹分析中，引入空间信息以提高生态足迹分析的精确性；提出了基于资源产量的新的生态容量计算方法；探讨了基于最小生态赤字准则的生态产品、生态服务选择方法。

本书共分为三篇 16 章。第一篇是介绍基于空间综合生态足迹分析框架，其中第 1 章阐述了生态足迹分析的概念和国内外研究现状；第 2 章到第 5 章阐述生态足迹分析计算方法的改进，在此基础上引入地理信息系统（GIS），构建空间综合生态足迹分析框架，并提出最小生态赤字决策准则。第二篇生态环境价值损失评价共有 3 章，在对传统的以及现代的生态环境价值观评述的基础上，着重介绍了目前国际上常采用的一系列评价技术和方法，并重点介绍环境容量价值损失的计算方法。第三篇是以南水北调中线工程对襄樊生态环境的影响为案例，用生态足迹法分析并以生态容量和生态赤字为表征，对其进行了非货币化的评价，同时用环境经济分析方法进行了货币化的评价；其中，第 9 章到第 12 章是中线工程对襄樊生态环境多方面影响的分析和辨识；第 13 章和第 14 章是利用空间综合生态足迹分析，进行生态赤字现状分析、项目对生态赤字影响分析和生态赤字预测分析；第 15 章是生态环境影响的货币化计算；第 16 章是全书的结论。

本书在写作过程中得到世界银行环境部首席环境经济学家 John. A. Dixon 先生，美国西雅图公共事业局余年博士，环境经济学家、中国常驻联合国环境规划署副代表李金昌先生，环境经济学家、中国人民大学环境学院常务副院长、美国未来资源研究所研究员马中教授，中国农业科学研究院研究员姜文来博士，我国资深的土壤学专家、华中农业大学李学垣教授，湖北省环境科学研究院老院长杨启文先生、总工沈晓鲤高工，中国科学院水生生物研究所沈韞芬院士、刘建康院士，中国地质大学殷鸿福院士，长江水资源保护局总工、资深水利专家方子云先生，湖北省交通规划设计院唐惠明副院长、湖北省水利水电勘测设计院副院长许明祥高工，武汉大学资源环境学院邓南圣教授、遥感信息工程学院副院长孟令奎教授等专家学者的热情支持和帮助；得到了湖北省发展改革委员会南水北调中

线工程办公室、交通规划设计院、水文资源局、环境保护科学研究院，襄樊市发展改革委员会、环境保护局、水利局、交通局、统计局、林业局、农业局、气象局、农业资源区划办公室、供水总公司、水文局、水产局、国土资源局、旅游局，襄阳区、老河口市、谷城县、宜城市、樊城区、襄城区发展计划局，宜城市林业局等部门提供的数据和资料；得到了田庆芳、陈昌义、赵宝莲、颜新安、李静、马荣辉、郭建武、王荣联、柯剑、彭占银、王雷、任一、孙正辉、田玉成、周羽、陈家联、张力、刘耀兴、丁维龙、吕克正、黄清涛、鲍东生、王丽丽、郝福新、薛辉、胡颀新、彭显明、何胜国、闵国雄、灰克等同志的大力支持和帮助；得到了华中科技大学环境科学与工程学院的章北平教授、陈朱蕾教授、周敬宣教授、解清杰博士及任苇、侯红勋、陈云峰、李进军、任大军、幽景元、肖杰、张建锋、熊尚凌、孟春霖、何归丽、刘真、刘玉珠、刘礼祥、宋巍巍等同志，武汉大学遥感信息工程学院的刘良明教授和宋杨同志，武汉市环境环保局信息中心的王杰芳主任，湖北省测绘局的黄国清先生等广大同仁的大力支持和帮助，在此一并表示衷心的感谢！

以目前的认知水平来诠释项目对生态环境具有的潜在性、长期性、不可预见性的影响，的确是困难的；生态影响的货币化也有许多不确定的因素，用生态足迹来分析生态容量损失只是一个尝试；作者水平有限，书中难免存在不足，敬请不吝指教。

刘年丰

2005年1月于喻家山

内 容 提 要

本书介绍了基于生态足迹分析的生态容量、生态赤字的定量化评价方法以及生态环境价值损失的经济分析方法,探索以货币化和非货币化两种形式定量表征项目建设和运行对其相关区域的生态环境影响,提出了空间综合生态足迹分析框架和新的生态容量计算方法——资源产量法,以及基于最小生态赤字的新的决策分析准则。以南水北调中线工程对汉江中游襄樊市生态环境影响为范例,定量地预测了中线工程对襄樊市生态容量、生态赤字的影响和环境价值的经济损失等内容,具有较强的应用性。

本书可供各级政府、环保、规划、管理、统计、资源等部门的规划设计人员、管理人员及科研人员参阅,也可供高等院校相关专业的师生参考。

目 录

第一篇 空间综合生态足迹分析框架

第 1 章 生态足迹与生态容量	1
1.1 生态足迹基本概念	1
1.2 生态容量和生态赤字	4
1.3 国内外生态足迹研究进展	5
1.4 小结	11
第 2 章 生态足迹和生态容量计算方法	12
2.1 生态足迹计算方法	12
2.2 生态容量的土地面积法	16
2.3 生态容量的资源产量法	17
2.4 小结	21
第 3 章 综合生态足迹分析	22
3.1 综合生态足迹的提出	22
3.2 消费生态足迹和污染生态足迹清单	24
3.3 综合生态足迹分析框架	26
3.4 小结	29
第 4 章 空间综合生态足迹分析	31
4.1 空间分布对生态足迹的影响	31
4.2 空间影响区域的识别	32
4.3 基于空间的生态足迹计算	36
4.4 基于空间的生态容量计算	42
4.5 小结	42
第 5 章 生态容量与生态足迹标准化及应用	44
5.1 最小生态赤字准则	44
5.2 生态足迹标准化的一般计算方法	51
5.3 建成地生态足迹当量系数计算	52
5.4 能源生态足迹当量系数计算	52
5.5 生态容量的标准化计算	54
5.6 基于最小生态赤字准则的生态产品选择	55

5.7 小结	56
--------------	----

第二篇 生态环境价值损失评价

第6章 生态环境价值论	57
6.1 传统价值	58
6.2 自然资源功能价值	60
6.3 自然资源补偿价值	61
6.4 生态环境价值	63
第7章 生态环境价值评价原理及技术	65
7.1 有关的基本概念	65
7.2 生态环境价值评价方法类型	69
7.3 价值评价的普适技术	71
7.4 价值评价的可选技术	76
7.5 价值评价的可用技术	79
第8章 环境容量价值损失评价	81
8.1 环境污染损失计算	81
8.2 环境容量及价值损失评价	83

第三篇 案例研究——南水北调中线工程对襄樊生态容量和生态环境价值损失预测评价

第9章 案例相关背景资料	86
9.1 南水北调中线工程	86
9.2 襄樊市自然环境	90
9.3 襄樊市水资源现状	92
9.4 汉江襄樊段水生生物	94
9.5 襄樊市社会、经济现状	98
第10章 中线工程对襄樊生态环境影响预测分析	101
10.1 对汉江襄樊段水环境容量的影响	101
10.2 对汉江襄樊地下水水位的影响	107
10.3 对汉江襄樊段河、洲滩湿地的影响	114
10.4 对襄樊市土壤环境资源的影响	117
第11章 中线工程对襄樊社会经济影响预测分析	121
11.1 对襄樊航运业的影响	121
11.2 对襄樊农业灌溉及城乡供水的影响	125
11.3 对汉江水生物物种资源及渔业的影响	129

第 12 章 调水对襄樊水资源量安全影响分析	134
12.1 生态环境、水资源安全	134
12.2 中线工程供、受水区干旱对比分析	135
12.3 水资源量短缺的风险分析方法	137
12.4 襄樊水资源量短缺自然风险分析	138
12.5 水资源短缺自然和人为风险度	141
12.6 结论	142
第 13 章 襄樊市生态赤字现状分析	143
13.1 襄樊市生态足迹现状	143
13.2 两种方法计算的生态容量	146
13.3 两种方法计算的生态赤字	148
13.4 小结	150
第 14 章 中线工程对襄樊生态容量及生态赤字的影响评价	151
14.1 生态容量的预测	151
14.2 交通生态足迹预测	154
14.3 城镇取水生态足迹预测	163
14.4 农业生态足迹预测	165
14.5 水污染消纳生态足迹预测	166
14.6 调水前后生态赤字变化分析	177
14.7 小结	180
第 15 章 襄樊生态环境价值损失预测	181
15.1 水环境容量价值损失	181
15.2 河滩、洲滩湿地价值损失	183
15.3 土壤环境资源价值损失	184
15.4 水生生物物种资源价值损失	185
15.5 航运业的损失预测	188
15.6 农业灌溉及城乡供水损失	190
15.7 生态环境影响的价值损失分析	191
第 16 章 结论	195
16.1 基于空间综合生态足迹的环境影响评价	195
16.2 生态环境价值的货币化评价	196
16.3 案例研究——中线工程对襄樊生态环境的影响	197
16.4 结语	203
参考文献	205

第一篇 空间综合生态足迹分析框架

第 1 章 生态足迹与生态容量

本章将对生态足迹、生态容量基本概念和国内外的研究现状进行介绍。

1.1 生态足迹基本概念

1.1.1 生态足迹

生态足迹 (ecological footprint, 又译生态占用) 是由加拿大环境经济学家 William 和 Wackernagel 于 20 世纪 90 年代提出的一种基于生物物理量的度量评价可持续发展程度的概念和方法。它的设计思路是: 人类要维持生存, 必须消费各种产品、资源和服务, 人类的每一项最终消费的量都可以追溯到提供生产该消费所需的原始物质和能量的生态生产性土地的面积。所以, 人类系统的所有消费, 理论上都可以折算成相应的生态生产性土地的面积, 也即人类的生态足迹。因此, 生态足迹的定义为: “the biologically productive and mutually exclusive areas necessary to continuously provide for people’s resource supplies and the absorption of their wastes”, 即任何已知人口 (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态生产性土地的总面积 (Mathis Wackernagel, William E Ress, 1996)。它既代表既定技术条件和消费水平下特定人口对环境的影响规模, 又代表既定技术条件和消费水平下特定人口持续生存下去而对环境提出的需求。

1.1.2 生态生产性土地

生态生产性土地 (ecologically productive land) 是生态足迹分析法为各类自然资本提供的统一度量基础。生态生产也称为生物生产, 是指生态系统中的生物从外界环境中吸收维持生命过程所必需的物质和能量, 并转化为新的物质, 从而实现物质和能量的积累。生态生产是自然资本产生自然收入的原因。自然资本产生自然收入的能力由生态生产力 (ecological productivity) 衡量。生态生产力越大, 说明某种自然资本的生命支持能力越强。

由于自然资本总是与一定的地球表面相联系, 因此生态足迹分析用生态生产性土地的概念来代表自然资本。所谓生态生产性土地是指具有生态生产能力的土地或水体 (Mathis Wackernagel, Lewan L, 1997)。这种替换的一个好处是极大

地简化了对自然资本的统计,并且各类土地之间总比各种繁杂的自然资本项目之间容易建立等价关系,从而方便于计算自然资本的总量。事实上,目前主流的生态足迹分析法的所有指标都是基于生态生产性土地这一概念而定义的,换言之就是将分析中涉及的指标代换成相对应的生态生产性土地的面积。

根据生产力大小的差异,地球表面的生态生产性土地可分为:化石能源地、可耕地、牧草地、森林、建成地和水域 6 大类。

(1) 化石能源地

生态足迹分析法强调资源的再生性。从理论上讲,为了保证自然资本总量不减少,我们应该储备一定量的土地来补偿因化石能源的消耗而损失的自然资本的量。但实际情况是我们并没有做这样的保留,所以从这个角度看,我们现在是在直接消费自然资本。但是化石能源的再生是一个非常漫长的过程(如煤炭的形成要几十万年),即使预留了土地也很难保证它的再生。因此,William 和 Wackernagel 将化石能源地定义为“用于吸收化石能源燃烧排放的温室气体的森林”一般采用能源土地转化因子的办法来估计化石能源用地。确定化石能源土地转化因子的方法通常有(Gernot Stoglehner, 2003): (a) 计算提供化石能源替代物甲醇和乙醇所占用的土地面积来获得化石能源用地; (b) 计算吸收燃烧化石能源排放 CO_2 所需要的森林面积; (c) 计算以化石能源枯竭的速率重建资源资产替代的形式所需要的土地面积。

在本文中采用第 2 种方法计算化石能源地。

(2) 可耕地

从生态足迹分析来看,可耕地是所有生态生产性土地中生产力最大的一类,它所能积聚的生物量是最多的。目前世界上几乎所有可利用的可耕地(大约 $13.5 \times 10^8 \text{ ha}$)都已经处于耕种的状态,并且其中大约 $100 \times 10^4 \text{ ha}$ 的土地又因土质严重恶化而遭废耕。这就意味着,今天世界上平均每个人所能得到的可耕地面积已不足 0.25 ha 了。

(3) 牧草地

牧草地是适用于发展畜牧业的土地。目前全球大约有 $33.5 \times 10^8 \text{ ha}$ 的牧草地,折和人均约 0.6 ha 。绝大多数牧草地在生产力上远不如可耕地,不仅是因为它们积累生物量的潜力不如可耕地,而且因为由植物能量转化到动物能量过程中存在着著名的 $1/10$ 定律而使得实际上可为人所用的生物量减少了。

(4) 森林

森林是指可产出木材产品的人造林或天然林。全球现有森林约 $34.4 \times 10^8 \text{ ha}$,相当于人均约 0.6 ha 的面积。目前,除了少数偏远的、难以进入的密林地区外,大多数森林的生态生产力并不高。此外,牧草地的扩充已经成为森林面积减少的主要原因之一。

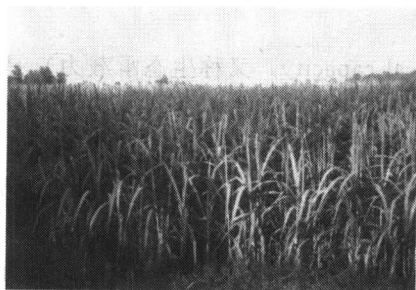
(5) 建成地

建成地包括各类人居设施及道路所占用的土地。这类土地的世界人均拥有量现已接近 0.03ha 。由于人类的大部分建成地位于地球最肥沃的土地上（即宜耕地），造成了全球生态能力无法挽回的损失。

(6) 水域

水域包括淡水（河流、淡水湖泊等）和非淡水（海洋、盐水湖泊等）两种。

地球上海洋的面积约 $366 \times 10^8 \text{ha}$ ，相当于人均 6ha 。但是，海洋里 95% 的生态生产量来源于这 6ha 中的大约 0.5ha 的沿海岸带。由于人类喜欢吃的鱼在食物链中排位较高，人类实际能从海洋中获取的食物是比较有限的。具体说来，这



(a) 可耕地



(b) 牧草地



(c) 水域



(d) 森林



(e) 建成地



吸收化石能源
燃烧释放的温
室气体的森林



(f) 化石能源地

图 1-1 6 类生态生产性土地

0.5ha 大约每年能提供鱼类 18kg, 而其中仅有 12kg 能最后落实在人们的饭桌上, 其所能保证的仅是人类卡路里摄入量的 1.5%。盐水湖泊多地处干旱地区, 其生态生产量比海洋还低。

河流和淡水湖泊的生态产品的获取比海洋要容易, 但是其在水域中所占比重太小, 全球淡水资源, 除去冰川外不到总量的 1%。因此, 其对人类所能获取的生态产品总量的贡献不大。

6 类生态生产性土地如图 1-1 所示。

1.2 生态容量和生态赤字

1.2.1 生态容量

传统研究中所采用的生态容量 (ecological capacity, 又称生态承载力) 是在不损害区域生产力的前提下, 一个区域有限的资源能够供养的最大人口数。早期的生态容量是以人口计量为表征的, 然而, 在现实世界中, 贸易、技术进步、地区之间迥异的消费模式等因素, 不断向这个基于人口的生态容量概念提出挑战。人们认识到人类对环境可持续性的影响不仅取决于人口本身的规模, 而且也取决于人类对环境的影响规模和环境本身的承载能力。因此, 从其中一个方面来衡量生态容量是不准确的。

Hardin 明确定义生态容量为“在不损害有关生态系统的生产力和功能完整的前提下, 可无限持续的最大资源利用和废物生产率” (Hardin P, Barg S, 1997)。后来的可持续发展研究者接受了 Hardin 的思想, 将一个地区能够提供给人类的生态生产性土地的面积总和定义为该地区的生态承载力, 也就是该地区的生态容量。

以生态足迹来衡量生态容量的定义是: “在不损害有关生态系统的生产力和功能完整的前提下, 一个地区能够拥有的生态生产性土地的总面积”, 就是该地区的生态承载力即生态容量。因此, 生态容量 (生态承载力) 可以理解为是一定自然、社会、经济技术条件下某地区所能提供的生态生产性土地的极大值。

1.2.2 生态赤字和生态盈余

将一个地区或国家的资源、能源消费、废弃物排放所占用的生态足迹同自己所拥有的生态容量相比较, 就会产生生态赤字 (ecological deficit, 生态足迹大于生态容量) 和生态盈余 (ecological remainder, 生态足迹小于生态容量)。生态赤字表明该地区的人类负荷超过了其生态容量, 要满足其人口在现有生活水平下的消费需求, 要么从地区之外进口欠缺的资源以平衡生态足迹, 要么通过消耗自然资本来弥补收入供给流量的不足。这两种情况都说明地区发展模式处于相对不可持续状态, 其不可持续的程度用生态赤字来衡量。

相反, 生态盈余表明该地区的生态容量足以支持其人类负荷, 地区内自然资

本的收入大于人口消费的需求流量,地区内自然资本总量有可能得到增加,地区的生态容量有望扩大,该地区消费模式具有相对可持续性,可持续程度用生态盈余来衡量。

1.3 国内外生态足迹研究进展

生态足迹分析(ecological footprint analysis, EFA)方法,紧扣可持续发展理论,是涉及系统性、公平性和发展的一个综合指标;它的结果与自然资源提供生态服务的能力进行比较能反映在一定的社会发展阶段和一定的技术条件下,人们的社会经济活动与当时生态供给能力之间的差距;自20世纪90年代初被提出后,得到广泛应用。

1.3.1 国内研究现状

国内生态足迹分析的研究开始于20世纪90年代后期,研究的重点已经逐步从单纯的区域生态足迹的计算扩展到利用生态足迹分析来评价区域可持续发展能力、生态足迹计算方法的修正和理论的完善等方面。主要研究如下。

① 中国科学院地理科学和资源研究所的苏筠、成升魁、谢高地的“大城市居民生活消费的生态占用初探——对北京、上海的案例研究”(苏筠、成升魁,2001) 作者分别计算了上海和北京1999年的生态足迹,分析了两地生态赤字的情况。此外,指出了两个城市因地理位置和饮食习惯的差异而导致的能源和食物消费对生态足迹计算的影响。

② 中国科学院地理科学和资源研究所的谢高地、鲁春霞、成升魁的“中国生态空间占用研究”(谢高地、鲁春霞,2001) 作者计算了1995年的中国生态足迹和生态承载力的情况。

③ 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所生态经济中心和兰州大学干旱农业生态国家重点实验室的徐中民、陈东景、张志强、程国栋的“中国1999年的生态足迹分析”(徐中民、陈东景,2002) 作者计算了1999年的中国生态足迹和生态承载力情况。

④ 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的陈东景、徐中民的“生态足迹理论在我国干旱区的应用与探讨——以新疆为例”(陈东景、徐中民,2001) 作者通过计算1999年新疆的生态足迹,说明我国干旱地区的生态赤字现状。

⑤ 中国科学院地理科学与资源研究所的李利锋、成升魁的“生态占用——衡量可持续发展的新指标”(李利锋、成升魁,2000) 作者阐述了生态足迹的理论和计算方法。

⑥ 澳门大学科技学院的李金平、王志石的“澳门2001年生态足迹分析”(李金平、王志石,2003) 作者计算了澳门特区2001年的生态足迹,分析了其

生态赤字现状。在研究中,作者将澳门特区淡水消费纳入生态足迹计算中。

⑦ 清华大学水利工程系水文水资源研究所和中国科学院地理科学与资源研究所的王书华、张义丰、王忠静的“基于生态足迹模型的城郊经济协调评估——以河北省新乐市为例”(王书华、张义丰,2003) 作者利用生态足迹分析对河北省新乐市城郊经济发展对生态的影响进行了评估,对经济发展策略提出建议。

上述研究都通过引入生态足迹分析的理论和方法对研究对象的生态赤字现状或可持续发展水平进行了分析,取得了不错的研究成果。它们沿用了 William 和 Wackernagel 于 1992 年提出的并在 1996 年进行了改进的计算和评价方法。

⑧ 河南大学环境与规划学院的秦耀辰、牛树海的“生态占用法在区域可持续发展评价中的运用与改进”(秦耀辰、牛树海,2003) 在研究中,作者针对生态足迹分析研究中的以下两个问题做了有益的尝试。

1) 中间产品的生态足迹难于确定。作者通过引入投入产出模式来完善生态足迹的计算,以解决中间产品的生态足迹问题。作者认为生产过程不仅是投入和产出,还包括占用。占用部分至少包括 (a) 对各类固定资产的占用; (b) 对流动资产的占用; (c) 对各类劳动力的占用。

作者将生产中的消耗系数又分为直接消耗系数和完全消耗系数,包含自然资源消耗的完全消耗系数的计算公式:

$$H = S(I - A - \beta D)^{-1} \quad (1-1)$$

式中, H 为在固定资产消耗情况下各部门完全占用系数矩阵, $H = (H_{ij})$; S 为直接占用系数矩阵, $S = (S_{ij})$; I 为单位矩阵; A 为直接消耗系数矩阵; β 为固定资产折旧率对角矩阵; D 为固定资产直接占用系数矩阵。

然后通过建立投入和占用的消耗系数表来获取最终产品中所包含的各种消费项目,从而完善生态足迹的计算。

2) 偏重反映区域发展的持续性而不是发展程度,忽略了地区人群现有的消费水平和生活质量的差异。

作者提出了用一个综合指标——综合发展度 (GIR) 来综合衡量可持续发展情况,见下式:

$$GIR = k_1(D_i - D)/D + k_2(G_i - G)/G + k_3(S_i - S)/S \quad (1-2)$$

式中, D_i 为各区域的生态赤字; D 为全国的生态赤字; G_i 为各区域人均国内生产总值; G 为全国人均国内生产总值; S 为全国的基尼系数; S_i 为各区域基尼系数,这里用各区域城镇居民人均收入与乡村居民人均收入之差再除以全国城镇居民人均收入与乡村居民人均收入的差来代替基尼系数; $K_i (i=1,2,3)$ 为权重系数,分别取 0.3、0.4、0.3。

如果 GIR 为正值,则说明在国家尺度上,区域为可持续发展;反之则说明在国家尺度上,区域为不可持续发展,并且可以通过各项分析得出究竟是什么因