

生态城市评估 与指标体系

张坤民 温宗国 杜斌 宋国君 等编著



化学工业出版社
环境科学与工程出版中心

生态城市评估与指标体系

张坤民 温宗国 杜斌 宋国君 等编著

· 化 学
环 境

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

生态城市评估与指标体系/张坤民等编著. —北京:
化学工业出版社, 2003. 6
ISBN 7-5025-4490-9

I. 生… II. 张… III. 城市环境: 生态环境-评
估-世界 IV. X21

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 042570 号

生态城市评估与指标体系

张坤民 温宗国 杜斌 宋国君 等编著

责任编辑: 刘俊之

文字编辑: 李彦玲

责任校对: 洪雅姝

封面设计: 潘 峰

*

化 学 工 业 出 版 社
环境科学与工程出版中心 出版发行

(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

北京市彩桥印刷厂印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 787 毫米×960 毫米 1/16 印张 30¼ 字数 572 千字

2003 年 8 月第 1 版 2003 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4490-9/X · 298

定 价: 64.00 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

致 谢

感谢以下政府部门对课题研究的热情帮助和大力支持：

- 江苏省环境保护厅
- 扬州市环境保护局
- 苏州市环境保护局
- 宁波市环境保护局
- 广州市环境保护局

感谢如下部门为课题研究提供了资料和数据的支持：

- 宁波、扬州、苏州、广州 4 市的统计局、国土资源局、林业局、教育局、水利局、农业局、防疫站、海洋水产局等
- 中国科学院生态环境研究中心

感谢以下个人对课题研究的热情帮助和大力支持：

- 江苏省环保厅史振华厅长，赵挺副厅长、张锦标副厅长、科技处鞠华处长、张胜林等
- 扬州市环保局徐洪喜局长，王和清副局长，孙江，黄西凤等
- 苏州市环保局陈铁民局长，王承武副局长，王鸿声副局长，丁树忠等
- 宁波市环保局虞银花局长，陆传生副局长，科技监测处刘增凯副处长、翁劲草等
- 广州市环保局姜崇洲局长，吴乾钊总工程师，规划与计划处彭绍盛处长、章生健副处长、林怡辉、陈思宁、唐浩华、潘宁等

感谢以下专家对课题研究提出了宝贵建议和指导意见：

- 李文华教授，中国工程院院士
- 吴良镛教授，中国科学院院士和中国工程院院士，清华大学建筑学院
- 刘鸿亮教授，中国工程院院士，中国环境科学研究院
- 牛文元教授，中国科学院研究生院

- 王如松教授，中国科学院生态环境研究中心

感谢化学工业出版社对本书出版的大力支持。

生态城市课题组

2003 年 3 月

前 言

城市是社会进步的必然产物，它能极大地推动经济、社会发展和文化繁荣，传统城市也带来了一些弊端。中国目前只有 660 多个城市，城市化水平仅为 30% 多，甚至赶不上一些发展中国家，而城市化中的一些弊病已开始显现。但是，在全面建设小康社会的第二步战略目标的进程中，中国城市化的步伐不可阻挡，生态城市则令人向往。据统计，中国从东到西已经有 80 多个城市喊出了“建设生态城市”的呼声，这个数目看来还在增加。

谈到生态城市，课题组主要成员于 2002 年参加了在深圳举行的第五届国际生态城市大会，全球一些热心生态城市的著名专家几乎都来了。我们对于生态城市在全球受到的广泛关注印象很深，同时也强烈感到，不同发展水平的国家、地区和城市对于生态城市的关注点差异很大。而且生态城市似乎迄今尚无全球一致的定义，也缺乏全球公认的指标体系。

我们认为，生态城市不能自封，也不能抽象化，需要有一系列比较科学的模型来客观地进行评估，需要一整套比较合理的指标体系来进行监测与引导。可是，尽管 1992 年联合国环境与发展大会（里约会议）通过的《21 世纪议程》强调了各国和国际机构要努力开发可持续发展的指标体系，10 多年来全球为此也进行了不懈的努力，取得了不少成果，但迄今尚无全球一致公认的可持续发展指标体系。

为了继续参与全球的努力，我们在会后决定加快研究进程，结合国内几项真刀真枪的研究任务，针对广州、宁波、苏州、扬州这 4 个位于珠江三角洲、长江三角洲的典型城市，利用《城市统计年鉴》、《中国环境年鉴》及其他公开发表的 10 年以上的数据，进行了计算评估与分析，并结合案例城市的实际情况，研究与建构了城市可持续发展的指标体系。在新构建的体系中，对于 5 个支持系统、37 个指标和 82 个变量，都一一仔细斟酌；对于不同变量之间的相关性和不同系统之间的协调性进行了科学计算。整个评估与体系，我们习惯称之为“5+1”，即 5 个国外评估模型和 1 个中国城市生态可持续发展指标体系。测试的结果比较合理。我们还开发了计算软件。任何人，只要能够准确地输入必要的数
据，便可以方便地自动进行计算，给出相应的表格、图形和简明的结论建议。所得结果，可以按不同年限对本市的可持续发展进程进行纵向比较，也可以在一定

程度上同别的相近城市做横向比较，还可以对某些因素进行重点分析，可以对该城市今后发展提供导向和决策参考。

本书是清华大学、中国人民大学的一群博士生、硕士生和本科生在教授、副教授和高级实验师带领下组成的课题组的研究成果的提炼。该项研究在以往同世界银行合作，应用“真实储蓄率”指标对山东省烟台市和福建省三明市案例进行研究的基础上，进一步扩大了调查研究范围，选用了5个在国际上比较成熟的、基于不同学科的可持续发展评估模型，对国内另外4个城市进行了评估分析，并借鉴国内外有关可持续发展指标体系的研究成果，尝试构建了城市生态可持续发展指标体系。

考虑到目前全国对于建设生态城市的热情和需要，我们把这几年来在调查研究与实际任务中得到的认识与方法，融合案例，编写了这本书。从理论到方法，力求使不同阶层的读者都能从这5个可比较的、可信的评估模型和一整套综合的、可操作的指标体系中得到启示，为科学决策和发展服务。相信本书对于全国不同城市的政府，包括管理部门、统计部门、发展部门、社会部门、资源部门和环保部门，以及对于科学研究部门大专院校和关心生态城市建设的人们都会有一定用处。本书编写时间较短，尽管已做了反复修改，错误或不当之处难免，诚恳希望提出批评与改进建议。

张坤民

2003年3月于北京

内 容 提 要

本书是一本阐述生态城市可持续发展的基本理论、评估方法与案例应用的专著。当前我国生态城市建设的呼声日益高涨，清华大学、中国人民大学生态城市联合课题组从经济学、生态学和社会政治学三个学科角度，采用5个评估模型在广州、宁波、苏州和扬州等城市做了测试，并设计了中国生态城市可持续发展的指标体系与综合评价方法。在此基础上，课题组开发了用户界面较为友好的专业应用软件，有统一的数据输入和输出，能为决策者提供快捷、方便的决策服务。本书可以作为城市政府、环保、管理、统计、计划、资源等部门的参考书，也可供相关科研机构和大专院校师生参考。

目 录

1 城市化、可持续发展与生态城市	1
1.1 城市化的步伐不可阻挡	1
1.1.1 城市化的进程	1
1.1.2 城市化的现代化意义	2
1.1.3 中国的城市化	3
1.2 生态城市与可持续发展	6
1.2.1 可持续发展的提出和内涵	6
1.2.2 城市发展的生态觉醒	7
1.2.3 生态城市令人向往	10
1.3 城市生态可持续发展之路	15
1.3.1 生态化	16
1.3.2 系统性	17
1.3.3 区域性	17
参考文献	17
2 可持续发展的监测与评估方法	19
2.1 城市可持续发展监测的需求	19
2.1.1 监测指标的意义与功能	19
2.1.2 城市可持续发展指标	22
2.2 国内外可持续发展监测指标与评估模型的研究应用	23
2.2.1 国外可持续发展监测的进展	23
2.2.2 国内可持续发展监测的进展	49
2.2.3 我国生态城市的评估与指标体系的进展	57
2.3 国外若干评估模型的框架分析	58
2.3.1 概述	58
2.3.2 基于经济学的模型	60
2.3.3 三成分模型	61
2.3.4 压力-响应模型	62
2.3.5 联接人类/生态系统福利模型	63

2.3.6	社会财富的多资本模型	63
2.4	不同评估模型的对比	65
2.4.1	现有评估模型评述	65
2.4.2	关于指标方法存在的某些问题与典型的可替代指数	66
2.5	技术路线与方法学	67
2.5.1	调研得出的基本结论	67
2.5.2	技术路线的确定	68
2.5.3	本研究的技术路线	69
2.5.4	指标选取和多指标综合评价方法	71
2.5.5	数据的需求	77
2.5.6	计算机软件的开发	78
2.5.7	案例城市的选取	79
	参考文献	80
3	环境污染损失与资源损耗的计算	88
3.1	环境污染损失和资源损耗计算的综述	88
3.1.1	环境污染损失计算的综述	88
3.1.2	资源损耗计算的综述	91
3.2	大气污染损失的计算	91
3.2.1	大气污染造成的健康损失价值的评估方法	92
3.2.2	苏州市大气污染损失计算的案例研究	95
3.2.3	苏州市大气污染损失的计算结果	98
3.2.4	案例城市之间的比较	100
3.3	水污染损失的计算	103
3.3.1	水污染损失的计算方法	103
3.3.2	苏州市水污染损失计算的案例研究	104
3.3.3	案例城市之间的比较	106
3.4	噪声污染损失的计算	114
3.5	长期环境影响的计算	116
3.5.1	城市长期环境影响的综述	116
3.5.2	案例城市域外影响的比较	118
3.5.3	消耗臭氧层物质的长期环境影响	129
3.6	城市资源损耗的计算	130
3.6.1	不可再生资源损耗的计算	130
3.6.2	可再生资源损耗的价值计算	131
3.6.3	自然资源总损耗的分析与结论	137

3.7 各案例城市环境污染损失的总体分析	138
3.7.1 宁波市环境污染损失的分析	138
3.7.2 广州市环境污染损失的分析	139
3.7.3 扬州市环境污染损失的分析	141
3.7.4 苏州市环境污染损失的分析	142
3.8 案例城市资源损耗的总体分析	143
3.8.1 宁波市资源损耗的分析	143
3.8.2 广州市资源损耗的分析	144
3.8.3 扬州市资源损耗的分析	145
3.8.4 苏州市资源损耗的分析	146
3.9 技术附录	147
3.9.1 大气污染损失的计算方法	147
3.9.2 水污染损失的计算	150
3.9.3 噪声污染损失的计算	151
3.9.4 资源损耗的计算方法	152
参考文献	152
4 经济学测量模型——环境近似调整后的国内生产净值	154
4.1 对可持续发展的经济学测量	154
4.2 从经济学角度衡量可持续发展的理论基础	159
4.2.1 梭罗和哈特维克 (Solow-Hartwick) 的新古典经济学理论	159
4.2.2 “弱”可持续发展理论	161
4.3 环境近似调整后的国内生产净值(AEANDP)的涵义	162
4.4 环境近似调整后的国内生产净值(AEANDP)的计算	163
4.5 对案例城市的计算	164
4.5.1 计算流程	164
4.5.2 计算结果及分析	166
4.5.3 AEANDP 模型计算后的政策建议	170
参考文献	171
5 经济学测量模型——真实储蓄率	173
5.1 城市财富的监测手段——真实储蓄率	173
5.1.1 真实储蓄率的提出	173
5.1.2 真实储蓄率的研究进展	176
5.2 真实储蓄率的基本理论	180
5.2.1 真实储蓄率的方法学	180
5.2.2 真实储蓄率的经济学含义	181

5.2.3	真实储蓄率的政策含义	186
5.2.4	人力资本的重要性	187
5.3	案例城市真实储蓄率的计算与比较	189
5.3.1	宁波市 GSR 的案例研究	189
5.3.2	广州市 GSR 的案例研究	197
5.3.3	扬州市 GSR 案例研究	203
5.3.4	苏州市 GSR 的案例研究	209
5.4	真实储蓄率 (GSR) 模型的案例比较与讨论	215
5.4.1	各个城市真实储蓄率的比较	215
5.4.2	真实储蓄率判断城市可持续发展的讨论	218
	参考文献	220
6	生态学测量模型——生态足迹	222
6.1	生态足迹的由来	222
6.2	生态足迹的概念	223
6.3	生态足迹的内涵	224
6.4	生态足迹的计算理论	226
6.4.1	基本假设	226
6.4.2	生态足迹的生物生产土地分类	226
6.4.3	生态足迹计算的技术路线	227
6.5	生态足迹的计算分类	228
6.5.1	国家生态足迹	228
6.5.2	地区生态足迹	229
6.5.3	个人生态足迹	230
6.6	生态足迹计算的影响因素和局限	233
6.7	对生态足迹的国际研究进展	235
6.8	案例城市生态足迹计算	238
6.8.1	计算说明	238
6.8.2	各个消费账户的计算说明	239
6.8.3	生态足迹平衡表和生态足迹矩阵的计算	245
6.8.4	各案例城市的计算结果及对比分析	246
6.8.5	关于生态足迹计算结果的分析及建议	255
	参考文献	258
7	社会政治学测量模型——真实发展指标	260
7.1	真实发展指标 (GPI) 模型	260
7.1.1	国内生产总值 (GDP) 的缺陷	260

7.1.2	真实发展指标 (GPI) 的提出	262
7.1.3	真实发展指标的研究进展	262
7.2	真实发展指标的基本理论	266
7.2.1	真实发展指标的经济与社会学含义	266
7.2.2	真实发展指标的方法学	268
7.2.3	真实发展指标的数据分析	273
7.3	案例城市真实发展指标 (GPI) 的计算	273
7.3.1	苏州市 GPI 评价结果的分析	273
7.3.2	宁波市 GPI 评价结果的分析	280
7.3.3	广州市 GPI 评价结果的分析	287
7.3.4	扬州市 GPI 评价结果的分析	294
7.4	案例城市真实发展指标 (GPI) 的比较	301
7.4.1	城市间人均 GPI 和人均 GDP 的比较	301
7.4.2	人均 GPI 和人均 GDP 的增长率比较	302
7.4.3	GPI 子账户的比较分析	303
7.5	GPI 监测对于城市生态可持续发展的启示	305
	参考文献	306
8	社会政治学测量模型——可持续经济福利指数 (ISEW)	308
8.1	可持续经济福利指数 (ISEW) 的由来	308
8.1.1	GDP 与经济福利测量	308
8.1.2	可持续经济福利指数 (ISEW) 的由来	309
8.2	ISEW 的概念内涵	311
8.3	ISEW 的国际研究进展	313
8.4	可持续经济福利指数 (ISEW) 的计算流程	317
8.4.1	ISEW 计算总表	317
8.4.2	对 ISEW 各组成栏目的说明和计算结果	317
8.5	案例城市可持续经济福利指数 (ISEW) 的测试结果及分析	322
8.5.1	ISEW 计算结果的动态变化趋势	322
8.5.2	各项因素对 ISEW 的贡献率	324
8.5.3	一些关键因素对 ISEW 的影响	328
8.5.4	通过可持续经济福利指数 (ISEW) 模型计算后的政策建议	331
	参考文献	332
9	中国城市生态可持续发展指标体系	334
9.1	城市生态可持续发展指标体系的设计	334
9.1.1	城市生态可持续发展指标体系的定义	334

9.1.2	城市生态可持续发展指标体系的设计	335
9.1.3	城市生态可持续发展指标体系的功能和应用	339
9.1.4	城市生态可持续发展指标体系的局限	340
9.2	城市生态可持续发展指标体系的指标解释	340
9.3	城市生态可持续发展指标体系的计算方法	341
9.3.1	数据的收集和处理	342
9.3.2	因子分析	344
9.3.3	权重的选取	345
9.3.4	城市生态可持续发展指标体系的计算	345
9.3.5	城市生态可持续发展指标体系存在的问题和不足之处	346
9.4	城市生态可持续发展指标体系的应用和案例研究	346
9.4.1	苏州市 UEDSI 的计算结果和分析	347
9.4.2	宁波市 UEDSI 的计算结果和分析	351
9.4.3	广州市 UEDSI 的计算结果和分析	356
9.4.4	扬州市 UEDSI 的计算结果和分析	360
9.4.5	苏州、宁波、广州、扬州城市可持续发展能力的比较	365
9.4.6	UESDI 与人均国内生产总值之间的关系	368
9.4.7	部分指标的比较和分析	369
	参考文献	371
附录 A	中国各级可持续发展指标体系的研究进展	372
表 A-1	中国可持续发展指标体系 (2001 年修正)	372
表 A-2	山东省城市可持续发展指标体系	375
表 A-3	江西省区域可持续发展能力评价指标体系及权重 (一) ——系统要素型	376
表 A-4	江西省区域可持续发展能力评价指标体系及权重 (二) ——发展特征型	377
表 A-5	云南省可持续发展指标体系	378
表 A-6	国家环保局城市环境综合整治定量考核指标及计分方法	379
专栏 A-1	国家环境保护模范城市考核指标 (试行)	379
专栏 A-2	国家环保模范城市考核指标 (试行) 考核要求摘抄	380
表 A-7	国家环保总局国家级环境优美城镇考核指标	381
表 A-8	昆明市和玉溪市可持续发展指标框架	382
表 A-9	南阳市可持续发展指标体系	383
专栏 A-3	绿色城市的标准	384
表 A-10	园林城市基本指标表	385

表 A-11 生态城市指标体系	385
附录 B 国家环保总局	
《生态县、生态市、生态省建设指标（试行）》	387
专栏 B-1 国家环保总局“生态县建设指标（试行）”	387
表 B-1 生态县建设指标	387
专栏 B-2 国家环保总局“生态市建设指标（试行）”	389
表 B-2 生态市建设指标	390
专栏 B-3 国家环保总局“生态省建设指标（试行）”	391
表 B-3 生态省建设指标	392
附录 C 生态城市可持续发展监测与评估的技术指南	394
C.1 数据处理方法	394
C.2 因子分析法	397
C.3 建立生态城市可持续发展指标体系的基本步骤	400
附录 D 案例城市的基本概况	406
D.1 宁波	406
D.2 广州	409
D.3 苏州	413
D.4 扬州	417
附录 E 城市生态可持续发展指标体系的指标解释	421
E.1 资源支持系统（21 个变量）	421
E.2 经济发展能力系统（15 个变量）	431
E.3 社会支持系统（18 个变量）	440
E.4 环境支持系统（17 个变量）	450
E.5 体制和管理系统（11 个变量）	459
缩略语索引	467

1 城市化、可持续发展与生态城市

1.1 城市化的步伐不可阻挡

城市在国民经济和社会发展中的中心地位日益突出,已成为整个国民经济快速发展的火车头。20 世纪下半叶,城市作为我国政治、经济和人民文化生活的中心,始终是制度创新的主角,尤其是改革开放以后,从沿海到内陆,城市一直都是改革和开放的主战场。城市社会经济的飞速发展和城市功能的不断完善,对其周围地区的社会 and 经济发展产生了强大的辐射力和示范效应,有力地促进了整个地区的社会文明和经济繁荣。进入 21 世纪,对于处于历史变革和社会经济飞速发展时期的中国,城市作为政治、经济和文化的中心,还将在改革和发展中处于重要地位。

“城市化是人类历史长河中不断集聚资源、集聚财富、集聚能力的连续进程,是不断更新自己的生存方式与生产方式的连续进程。城市化是经济增长和区域发展的火车头,是引领财富集聚和社会进步的带头羊。从根本上去认识,城市化也是人类文明演进和实现国家现代化的基本标志”(中国城市发展报告,2002)。城市化步伐不可阻挡,但我们也面临着许多问题:城市环境污染仍然严重,城市建设面临严重的生态危机。未来城市可持续发展的理想模式到底是什么?当前,国内外许多城市提出了创建“生态城市”的目标,并成为政府部门、学术界和公众的热门话题。那么,什么是生态城市?我们已朝这个方向做了哪些尝试?我们所居住的城市是可持续的吗?如何对其进行评估?我们必须采取什么样的措施才能达到生态可持续目标?本书将致力于讨论和解决这些问题。

1.1.1 城市化的进程

从聚居形态变迁的角度看,人类文明的进程就是人类走向城市的历程。地球上第一批城市诞生在世界文明的发祥地。在距今 6000~7000 年的农业文明初期,如两河流域的巴比伦城、尼罗河中下游的孟菲斯城、印度河流域的莫亨焦——达罗和哈拉巴、中安第斯山脉的蒂尔卡城等(朱铁臻,1996)。2002 年 7 月中国考古学家发现,位于巢湖流域的安徽省含山凌家滩原始部落遗址是中国最早的城市,距今已有 5500 年历史。但在农业文明时期的奴隶社会和封建社会中,城市的发展极其缓慢。据估计,1800 年世界城市人口为 2700 万,仅占世界总人口的 3%左右。真正“使城市主宰了世界”的是 18 世纪中叶的工业革命(黄光宇,

2001), 它开启了世界城市化的进程。

对于什么是城市化 (urbanization), 学术界从不同学科的角度进行了解释。城市地理学从地域空间组织变化的角度, 认为城市化是“地球表面某一地域内, 城市性状态逐渐扩大和发展的过程”。经济学界比较统一的观点为, 所谓城市化就是农村人口转移为城市人口的过程, 或是农业人口变为非农业人口的过程。人类学家从社会规范的角度, 认为城市化是人类生产方式转变的过程。《中华人民共和国国家标准城市规划术语》中采用了比较综合的观点将城市化定义为: “人类生产与生活方式由农村型向城市型转化的历史过程, 主要表现为农村人口转化为城市人口及城市不断发展完善的过程。”

本书倾向于采用“农业人口的转化及其生产、生活方式由乡村型向城市型转化的人口集聚过程”这一本质特征来定义城市化。这一过程中包含了城市区域的扩张、生产要素向城市的集中、城市自身功能的完善以及社会经济生活由乡村型转向城市型等多方面的内容。因此, 城市化水平在数量上可以用农业人口向非农业人口的数量转移, 或者非城市人口向城市集中来界定。通常采用的指标为城市人口占总人口数的比例。

世界进入工业文明时代以来, 工业化的进程对城市化产生了巨大的推动。这一时期城市的数量和规模剧增, 成为社会政治、经济和文化活动中心。工业革命以来的 200 多年里, 每隔 50 年世界城市化水平就翻一番。

当然, 世界各国城市化进程并不是一致的 (表 1-1), 其发展水平和性质取决于各国的经济发展水平、人口状况、历史上所形成的居住体系和自然地理等各方面的条件。城市化最早出现于欧洲和北美的发达国家, 从 1851 年起到 1950 年的 100 年间, 这些地区城市人口由 0.4 亿人增加到 4.49 亿人, 基本实现国家城市化。发展中国家和地区城市的大规模发展始于二战以后。1950 年至今则是城市化快速发展、全世界基本实现城市化的阶段。

表 1-1 世界及一些发达国家城市化率的历史演进 (单位: %)

年 份	1800	1850	1900	1950	1960	1970	1980	2000
全世界总计	3	6.4	13.6	28.6	33.0	38.6	42.2	50.0
英国				77.9	78.6	81.6	88.3	89.1
法国				55.4	62.3	70.4	78.3	82.5
美国				70.9	76.4	81.5	90.1	94.7
日本				45.8	53.9	64.5	74.3	77.9
德国				70.9	76.4	80.0	86.4	81.2

资料来源: 中国市长协会, 中国城市发展报告 (2000—2001), 北京: 西苑出版社, 2002. 20。

1.1.2 城市化的现代化意义

城市化是“内向式吸引”(人口集聚、财富集聚、技术集聚、服务集聚)和“外向式的扩散”(城市影响、城市传播、城市带动)等多种能力的集合, 它所代