

广州市生态可持续发展水平对比评价

张贵祥, 杨志峰*

(北京师范大学环境科学研究所, 环境模拟与污染控制国家重点联合实验室, 北京 100875)

摘要: 基于城市自然-经济-社会复合生态系统原理, 应用层次分析法、综合指数法, 建立城市生态可持续发展水平测度指标体系, 并将广州市与北京、上海、深圳市进行对比评价, 最后得出各城市生态化水平、生态可持续发展水平及发展特点等结论。广州现状自然生态化水平、生态可持续发展水平低于深圳、略低于北京, 高于上海, 在国内大城市中属良好水平; 经济生态指数低于深圳、略低于上海, 高于北京, 在国内大城市中也属良好水平; 社会生态指数在四城市中最低。指标及其权重的选定考虑了各指标的层次性、代表性, 也考虑到指标数据资料易统计、更客观和可比较等原则。

关键词: 广州市; 复合生态系统; 可持续发展水平; 指标体系; 评价

Evaluation on the ecological sustainable development level of Guangzhou City

ZHANG Gui-Xiang, YANG Zhi-Feng* (Institute of Environment Sciences, Beijing Normal University, State Key Joint Laboratory of Environmental Simulation and Pollution Control, Beijing 100875, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(10): 2101~2114.

Abstract: Based on the urban nature-economy-society complex ecosystem theory, we set up the evaluating indicator system of urban ecological sustainable development level, applying the methods of Analytic Hierarchy Process (AHP) and synthetic index (weighted means). By contrasting the indices of Guangzhou with those of Beijing, Shanghai and Shenzhen, we make up the conclusion about their natural ecological sustainable development level, urban compound ecosystem sustainable development level and development characteristic. Choosing of the indicators and determination of their weights is based on the representativeness and hierarchy, with also attention to their data's acquisitiveness, preciseness and comparability.

The calculation method of synthetic indices is as follow,

(1) calculation formula of comprehensive indicators is,

(a) $V_i = (Z_i/Z_{oi})^\alpha$ (when Z_i is the positive function indicator)

(b) $V_i = (Z_{oi}/Z_i)^\alpha$ (when Z_i is the negative function indicator)

V_i — the calculated number of i indicator; Z_i — the statistics number of i indicator; Z_{oi} — the standard number of i indicator; α represent the fuzzy degree ($\alpha = 1 \sim 2$), $\alpha = 1$ is chosen generally in this paper. Formula B is applicable to the circumstance when smaller indicator means better status (ie. the negative

基金项目: 广州市环保局“十五”课题资助项目(广州城市生态可持续发展规划)

收稿日期: 2002-07-15; **修订日期:** 2003-01-29

作者简介: 张贵祥(1965~), 男, 山西岢岚县人, 博士, 副教授。主要从事城市生态与可持续发展研究。

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: zfyang@bnu.edu.cn

Foundation item: Item of Guangzhou Municipal Environmental Protection Bureau

Received date: 2002-07-15; **Accepted date:** 2003-01-29

Biography: ZHANG Gui-Xiang, Ph. D., Associate professor. The research interests include urban ecology and regional sustainable development. E-mail: zhanggx9154@163.com

function indicator).

(2) The synthetic index of an upper level indicator is obtained by multiplying the next class indices by their weights and making the sum.

The calculation formula is: $C_i = \sum_{j=1}^n W_{ij} V_{ij}$;

C_i — the synthetic index of some class indicator (i);

V_{ij} — the index of its second class indicators (j); W_{ij} — the weight of its second class indicators (j).

The methods of AHP, IOM, Delphi, FIM are applied to determine the indicators' weights. According to the relevant research result of the domestic and international eco-city standard, the indicators' standards are determined. Some standards are adjusted or modified according to the concrete circumstances.

The synthetic index of each city in this paper is shown in the table 1.

At present, the natural ecological development level and urban complex ecosystem sustainable development level of Guangzhou city are good among domestic big cities. Its indices are lower than those of Shenzhen, slightly lower than Beijing and higher than Shanghai. The economic ecological development level of Guangzhou city is also good among domestic big cities, and its index is lower than that of Shenzhen, slightly lower than Shanghai and higher than Beijing. Its social ecological index is the lowest among the four cities. The indicators of the treatment rate of city domestic sewage, the number of doctors per 10 000 persons, the proportion of Research and Development expenses to GDP of Guangzhou city are at the lowest level among the four cities. Its indicator of the natural growth rate of population is higher than that of Beijing and Shanghai.

Key words: Guangzhou city; complex ecosystem; ecological sustainable development level; indicator system; evaluation

文章编号:1000-0933(2003)10-2101-14 中图分类号:Q14,X171.1,X22,X321.013 文献标识码:A

进入新世纪,广州市提出要把广州建成一个繁荣、高效和舒适的国际化区域中心城市,一个最适宜创业发展又最适宜生活居住的城市^①,上海市也提出要把上海建成适宜人类居住的、有全方位国际竞争力的生态型城市,并着力提高城市的绿色竞争力^②,北京市也提出要建成现代化生态型国际大都市,并以新奥运带动新北京的经济增长,努力增强北京的综合创新能力和国际竞争力^③。那么究竟它们的现状生态化水平、生态可持续发展水平如何?如何使它们的发展建设各具特色、合理分工,又可步入可持续发展轨道,应如何把广州市建成富有华南特色的新型滨海生态城市?本文应用指标体系等方法,将广州市与国内其他特大城市和深圳市的复合生态系统特点进行对比和定量研究,分析评价其生态化水平、生态可持续发展水平、发展定位及制约因子,以探讨城市生态可持续发展评价标准与方法等,并使各对比城市的发展建设能更有目的、有针对性地去抓重点和解决问题。

1 城市生态可持续发展水平评价指标体系

1.1 指标体系设置原则

城市可看成是社会-经济-自然复合生态系统^[2],因此,城市生态可持续发展系统是一个包括自然生态、经济生态和社会生态的协调与可持续发展的复合系统。生态城市是全面体现可持续发展的城市形态,它包括生态环境、生态产业、生态人居和生态文化等方面的发展建设。城市生态可持续发展水平评价指标体系制定原则应包括:①代表性。所选指标要具有一定的代表性,能够反映生态可持续发展的内涵和水平。②层

① 广州市城市规划局,《广州总体发展战略规划(深化)》,2000年12月

② <http://www.hznet.gov.cn/xxzh/0607/92.htm>;京沪穗:谁将率先基本实现现代化?互联网经济信息精选,地区经济,2002/6/7

次性与综合性。指标体系要分层分类,而且每个指标要尽可能把一些范围较广的相关信息合成为一个指标,这样可减少指标的数量。但是要警惕,别让它所揭示的信息还不为它掩盖的多。③易统计与更科学、客观。所选指标物理意义明确,统计方法规范,指标数据资料易统计、较科学、精确或客观,且应当尽量与现行计划统计指标保持一致,简明扼要。文中有的指标,如中水回用率、第一产业中绿色产业所占比重等,尽管有代表性,且也很重要,但尚无统计数据,暂无法选择。④可比性。符合时间上和空间上的可比性原则。⑤与国际标准接轨。部分指标标准值的确定要参考生态建设优秀的国际城市的现状水平及其发展规律,指标计算、统计口径及具体数据,参考世界银行最新的《世界发展报告》和《世界发展指标》^[3]。⑥可操作性。指标内容与信息明确,并对决策者有实实在在的支持与指导作用^[4]。

1.2 设置框架

根据城市生态可持续发展指标体系设置的基本原则,围绕编制广州生态城市规划的基本思路,参考国家城考(城市环境综合整治定量考核)指标、国家环保模范城市考核指标及已有的有关生态城市指标研究成果或设计方案,在对广州城市性质、城市经济社会发展目标研究,以及城市生态系统健康分析的基础上,基于“自然-经济-社会复合生态系统原理”,应用层次分析法(AHP),生成如下城市生态可持续发展水平评价指标体系。即由自然生态可持续发展指标 B_1 、经济生态可持续发展指标 B_2 、社会生态可持续发展指标 B_3 共 3 个二级层次,由生态建设指标 C_1 、环境质量指标 C_2 、污染控制指标 C_3 、环境治理指标 C_4 、经济持续发展指标 C_5 、经济结构指标 C_6 、资源保护与持续利用指标 C_7 、人口发展与城市化指标 C_8 、基础设施指标 C_9 、生活质量指标 C_{10} 、科技教育指标 C_{11} 、信息化水平指标 C_{12} 等共 12 个三级层次,55 个具体指标 $D_1, D_2, \dots, D_{55}$ 构成的广州城市生态可持续发展指标体系(见图 1),其中指标子体系 B_1, B_2, B_3 的层次结构分别见图 2、图 3、图 4 所示。关于城市生态可持续发展指标体系的确立,有的学者偏重单一城市生态系统纵向发展与波动型演进规律的摸索及其驱动政策的探讨,如曹慧等以发展水平、发展力度和发展协调度为准则(二级层次),建立了南京市城市生态系统可持续发展评价指标体系(共 30 个指标)^[5]。盛学良等运用专家咨询等方法,从 100 多个有关指标中筛选出 44 个主要指标,分 6 组(社会进步、经济发展、科技教育、资源条件、生态环境、人口与生活),构建反映生态城市建设进程的指标体系,并提出各指标因子的量化评价标准值^[6]。罗上华等以浦东新区为例,提出一种面向规划与管理的城市环境保护与生态建设指标体系^[7]。Merkle 和 kaupanjohann 从评价人类活动综合性系统层面的生态效应的角度,提出了生态系统效应指标体系(EEI)^[8]。Gustarson 等以加拿大 Fraser 河流域为例,研究了可持续发展指标的选择与模拟^[9]。

2 城市生态可持续发展水平对比评价

根据上述城市生态可持续发展水平评价指标体系(见图 1~图 4),将广州市 2000 年及“九五”期间城市生态可持续发展水平,与国内北京、上海、深圳等城市进行对比评价,以揭示城市发展特点,为进一步确立广州市生态可持续发展适宜目标和重点提供依据。

2.1 对比城市的选择及其特点比较

从我国完成现代化目标的时间表看,京、沪、穗、深圳四城市都是我国率先基本实现现代化的重点城市^[10]。从全国城市建设与功能分工来看,京、沪、穗分别为华北、华东、华南最大的中心城市,深圳将是我国第一个(不包括港澳)实现现代化的城市^[11]。

四城市特点为:首都北京是全国政治、文化中心和国际国内交往中心,其发展目标是这些功能进一步增强,近期由于 2008 年承办奥运会,其综合竞争力将以全国最快的速度提升;上海是全国经济中心,及金融、贸易和航运中心,资本、区位、综合竞争力全国第一,其发展目标是恢复和再造上海作为全国乃至亚太地区最大的金融、贸易和经济中心之一的城市功能和地位,为长江三角洲、长江流域乃至全国经济腾飞起到“龙头”作用^[12]。近期预计,到 2005 年上海将成为全国的资本运作和资金营运中心;广州类似上海,是华南地区最大的商贸、金融中心,及交通、通信枢纽,其特点是毗邻港澳,是全国著名的华侨城市,海外关系广,其发展趋势和目标是:高新技术、外向型经济进一步发展,商贸、信息、文化中心及交通枢纽功能将进一步加强,实施外向带动和可持续发展战略,建设国际化区域中心城市,并进一步建成带动广东全省、辐射华南、影响东南亚的现代化大都市;深圳市,是著名的中国经济特区之一,广东省(珠三角)沿海中等城市,毗

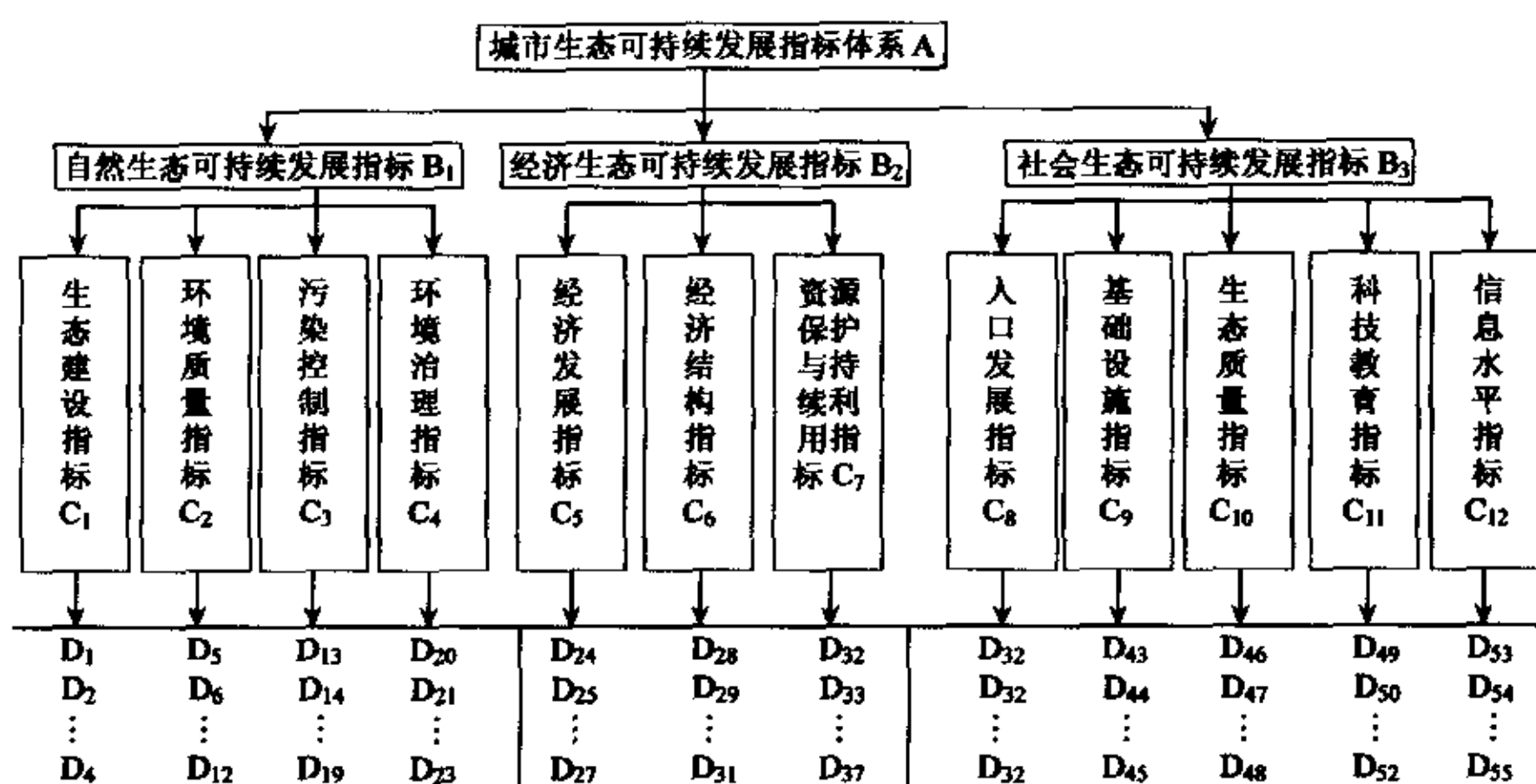


图1 广州城市生态可持续发展指标体系层次结构图

Fig. 1 The hierarchy and structure of the indicator system of evaluating urban ecosystem sustainable development of Guangzhou city.

Note: A: The indicator system of urban ecological sustainable development; B₁ Natural ecosystem sustainable development indicators; B₂ Economic ecosystem sustainable development indicators; B₃ Society ecosystem sustainable development indicators; C₁ Virescence and ecological building indicators; C₂ Environment quality indicators; C₃ Pollution control indicators; C₄ Environment treatment indicators; C₅ Economic sustainable development indicators; C₆ Economic structure indicators; C₇ Resource protected and sustainable utilized indicators; C₈ Population development indicators; C₉ Basic installation indicators; C₁₀ Life quality indicators; C₁₁ Scientific, technological and education indicators; C₁₂ Information level indicators

邻香港,有“国际花园城市”美誉,是全国第一批国家环保模范城市之一,也是我国“联合国2002年全球环境保护500佳城市”之一。2000年深圳市市长于幼军提出,深圳力争到2005年率先基本实现现代化,成为有中国特色的社会主义示范市。

2.2 广州市生态可持续发展定位、系统特点与问题

据《广州市城市总体发展战略规划(深化)》,新时期广州城市规划战略目标为以区域共同发展与生态优先为前提,采取跨越式发展,通过“北优南拓、东进西联”,完善城市功能,促使城市结构由单心型向多心型转换。当前和今后广州市老城区工业特别是污染企业东移,即逐步搬迁到东部工业区(黄浦、南港、新塘一带),而新市中心(广州新城)将逐步向番禺区南拓,既便于污染的集中处理(东部),也利于城市生态功能区的合理分工与形成,广州市也将建成名符其实的滨海城市。

根据笔者参加《广州城市生态可持续发展规划》课题的体会,广州市城市生态可持续发展目标是逐步建成具有热带亚热带景观和山城田海自然特色、具有岭南文化氛围的山水田园型生态城市。并以创建国家环境保护模范城市作为近期目标和突破口。2001年广州市已申请2004年创建国家环境保护模范城市(考核3年),目前考核指标中未达标的指标主要有3个:①城市生活污水处理率,2000年广州市为26.28%,2001年为28.5%,创模标准为>60%;②空气污染指数,2000年为135,标准<100,特征污染物是NO_x;③工业废水排放达标率,2000年为86.74%,2001年87.53%,标准100%^{①②}。2002年,广州市被授予“2002年联合国改善人居环境最佳范例(迪拜)奖”,荣获“国际花园城市”、“广东省文明城市”和“全国创建文明城市工作先进城市”称号^[13],这为广州实现国家环保模范城市和生态可持续发展阶段目标迈出了具体而重要

① 广州市人民政府,《广州市创建国家环境保护模范城市实施方案(征求意见稿)》,2001年11月

② 广州市环境保护局,2000年广州市城市环境综合整治定量考核报表

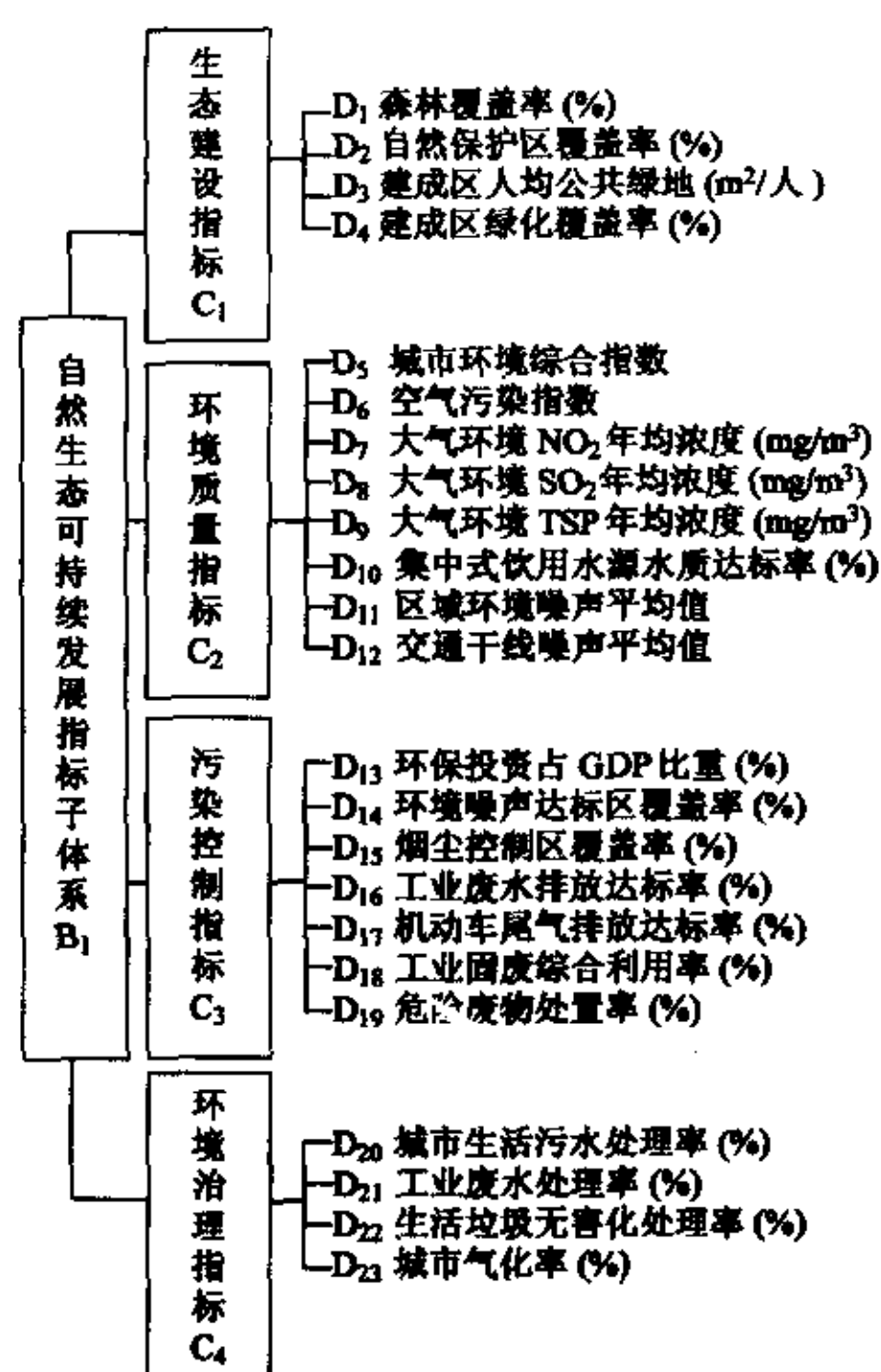


图 2 城市自然生态可持续发展指标子体系层次结构图

Fig. 2 The hierarchy and structure of the index sub-system of sustainable development for evaluating the urban natural ecosystem in Guangzhou city

D₁ Coverage rate of forestry; D₂ Coverage rate of natural reserves; D₃ Per capita urban public green areas; D₄ Coverage rate of urban green areas; D₅ Comprehensive index of urban environment; D₆ Comprehensive index of air pollution; D₇ Daily average density of NO₂ in air in a year; D₈ Daily average density of SO₂ in air in a year; D₉ Daily average density of TSP in air in a year; D₁₀ Rate of water quality up to the standards of functional drinking water source; D₁₁ Average environmental noise in urban area; D₁₂ Average traffic noise; D₁₃ Rate of environmental protection invests to GDP; D₁₄ Coverage rate of region of environmental noise reaching the standards in urban areas; D₁₅ Coverage rate of soot control region in urban areas; D₁₆ Rate of industrial waste water reaching the discharge standards; D₁₇ Rate of tail gas of motor vehicles reaching the discharge standards; D₁₈ Rate of industrial solid wastes utilized in a comprehensive way; D₁₉ Rate of dangerous waste material treated; D₂₀ Rate of city domestic sewage treated; D₂₁ Rate of industrial waste water treated; D₂₂ Rate of life rubbish harmlessly treated; D₂₃ Percentage of urban population using gas. Conference to Fig. 1 about other indicators' translation

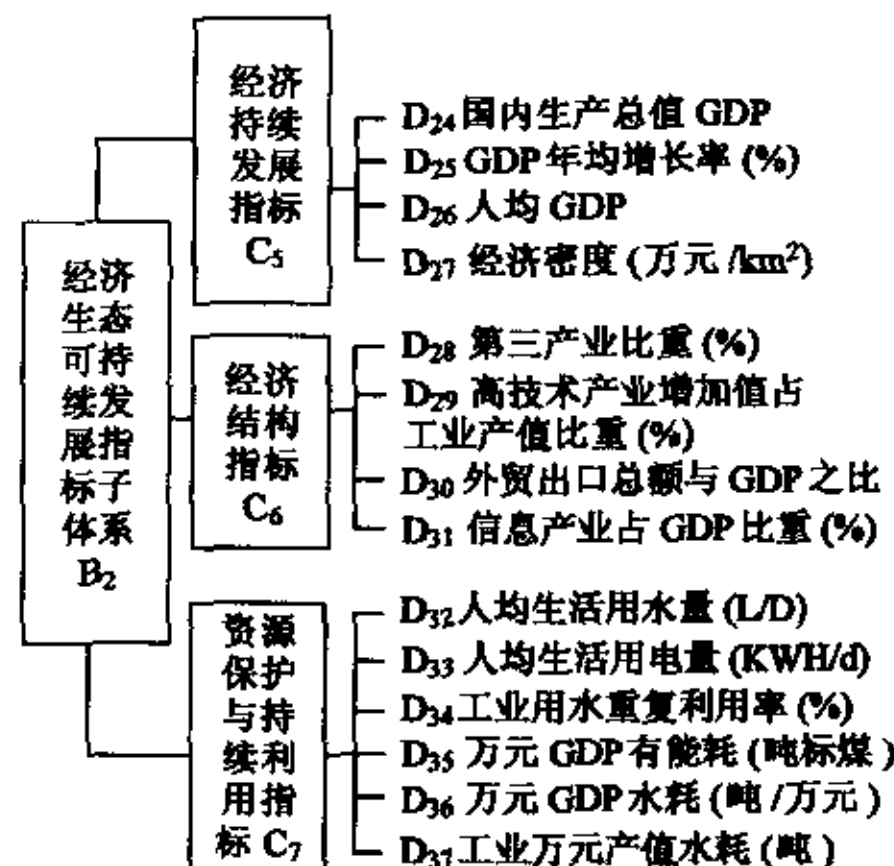


图 3 城市经济生态可持续发展指标子体系层次结构图

Fig. 3 The hierarchy and structure of the index sub-system of evaluating urban economic ecosystem sustainable development in Guangzhou city

D₂₄ Gross Domestic Product (100 million yuan); D₂₅ Average rate of GDP increasing yearly; D₂₆ Per capita average GDP; D₂₇ GDP density (GDP per square kilometer regional territory); D₂₈ Percentage of tertiary industry; D₂₉ Proportion of added value of High-tech products to gross industrial output value; D₃₀ Rate of total exports of foreign trade to GDP; D₃₁ Rate of output value of information industry to GDP; D₃₂ Per capita daily water consumption (Based on urban population or total population with access to tap water) (liter); D₃₃ Per capita daily electricity consumption by urban and rural households; D₃₄ Rate of reusing water by industry; D₃₅ Synthetic energy consumption on per 10 000 yuan GDP (ton/10 000 yuan); D₃₆ Water consumption on per 10 000 yuan GDP (ton/10 000 yuan); D₃₇ Water consumption on per 10 000 yuan gross industrial output value (ton/10 000 yuan)

的一步。

2002 年,广州市 GDP3001.69 亿元,与上海 (5408.76 亿元)、北京 (3130 亿元)一同构成国内 GDP 总量超 3000 亿元的三大城市,GDP 年增长率 13.2%,增速分别比全国和全省快 5.2 个和 2.4 个百分点,比上海 (10.9)、北京 (10.2)快 2.3 个和 3 个百分点,保持了“九五”时期以来经济增长 13%左右的增速。广州市 2002 年人均 GDP4.19 万元,按当年国家平均汇率计算,突破 5000 美元,在我国大城市中位居前列^[13]。1997 年世界银行对 133 个国家和地区的收入水平按人均

GDP 进行分级,即分为低收入(785 美元及其以下)、下中等收入(786~3125 美元)、上中等收入(3126~9655 美元)和高收入国家四个档次^[3]。在此选择人均 GDP4000 美元作为参考评价标准,将该标准值作为进入中等发达国家行列的“门槛”^[6]。据此,广州市从 2000 年开始已达到中等发达国家的经济发展水平。若按人均 GDP3125 美元划分,1998 年广州市已突破此值。然而,广州现状人均 GDP0.5 万美元离人均 2 万美元——可持续发展门槛^[14]尚有较大差距。据疗养学研究成果,舒适的休养环境,绿地覆盖率应高于 50%,这一标准也是进入可持续发展的门槛^[14]。另据林学研究结果,区域森林覆盖率达到 30%以上,才能起到自我调节与改良气候的作用。广州市森林覆盖率 2000 年为 41.5%,已高于 30%,但离 50%的目标还有 8.5%的差距。广州城市生态系统的现状自然生态、经济生态、社会生态各主要指标,见表 1、表 2、表 3。

2.3 四城市生态可持续发展水平对比

2000 年广州市与国内其它城市(北京、上海、深圳)自然生态、经济生态和社会生态可持续发展指标对比见表 1、表 2、表 3^[15~18]①~⑩。各指标的选取既考虑前述总体指标体系框架,又考虑指标的代表性、可比性和精确性,同时也考虑数据资料统计的局限性。指标权重的选定同样也考虑了指标的重要性、可比性和精确性等因素(见表 4、表 5、表 6)。广州市城市生态可持续发展水平测度指标体系共分四级指标。

(1) 四级指标指数的计算公式为:

$$V_i = (Z_i/Z_{oi})^\alpha \quad (\text{当 } Z_i \text{ 为正作用指标时}) \quad (1)$$

$$(2) V_i = (Z_{oi}/Z_i)^\alpha \quad (\text{当 } Z_i \text{ 为负作用指标时}) \quad (2)$$

式中, V_i 为第 i 个指标的指数值; Z_i 为第 i 个指标的统计值; Z_{oi} 为第 i 个指标的标准值(用于本表计算指数的参考值); α 刻划模糊度($\alpha=1-2$),当 $\alpha=1$ 时等同于常规的线性无量纲化(本文一般取 $\alpha=1$);(2)式适用于指标数据越小越好的情况。

② 一、二、三级指标指数的计算是将其所属的下级指标指数乘以各自的权重,进行加和,其计算公式为

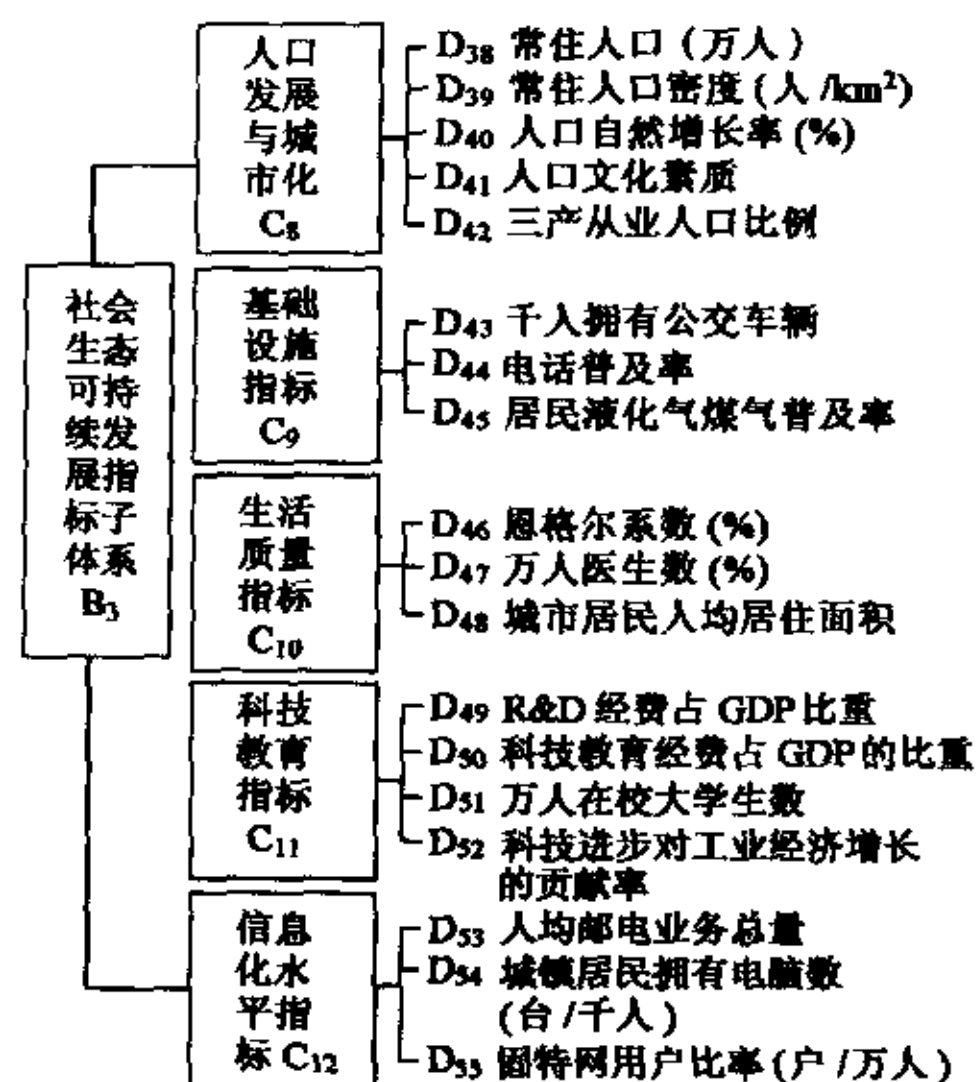


图 4 城市社会生态可持续发展指标子体系层次结构图

Fig. 4 The hierarchy and structure of the index sub-system of evaluating urban social ecosystem sustainable development in Guangzhou city

D₃₈ Population living often in the region; D₃₉ Density of steady population; D₄₀ Natural growth rate of population; D₄₁ Population culture character (quality); D₄₂ Percentage of population engaging in tertiary industry; D₄₃ Possession of buses per 1000 persons; D₄₄ Access rate to household telephone; D₄₅ Access rate to coal gas and liquefied petroleum gas of urban household; D₄₆ Engel coefficient; D₄₇ Number of doctors per 10 000 persons; D₄₈ Per capita living space of city citizens; D₄₉ Proportion of Research and Development expenses to GDP; D₅₀ Proportion of expenditures for scientific, technological and educational activities to GDP; D₅₁ Number of university and college students enrollment per 10 000 person; D₅₂ Percentage of technological advancement to industrial growth (%); D₅₃ Per capita average business volume of post and telecommunications; D₅₄ Possession of computers per 10 000 persons of city citizens; D₅₅ Ratio of consumers using Internet to population; Refer to fig. 1 about other indicators in english

①广州市人民政府,《广州市创建国家环境保护模范城市实施方案(征求意见稿)》,2001 年 11 月;②广州市环境保护局,广州市环境保护“十五”规划(审定稿),2000 年 7 月;③北京市环境保护局,2000 年北京市城市环境综合整治定量考核报表;④北京市环境保护局,2000 年北京市城市环境统计资料,2001 年;⑤北京市发展计划委员会,北京市国民经济与社会发展“十五”计划(审定稿),2001 年 7 月;⑥Http://www. bjpc. gov. cn/development. htm;⑦http://news. online. sh. cn/news/gb/content/2001-12/23/content-273795. htm;⑧http://www. hp. gov. cn/hprkpc/index. asp;⑨http://www. cpirc. org. cn/5cendata27. htm;⑩http://www. sts. org. cn/intercourse_4/documents/44/RD00-441. htm;2000 年全国 R&D 清查有关资料、公报

表 1 2000 年广州市与其它城市自然生态可持续发展指标对比表

Table 1 Comparing the indicator of urban natural ecosystem sustainable development of Guangzhou city with that of the other three cities in 2000

指标层 1 Indicators I	指标层 2 Indicators II	广州 Guang-zhou	北京 Bei-jing	上海 Shang-hai	深圳 Shen-zhen	标准值 Stand-ard
生态建设 Ecological building	森林覆盖率(%) Coverage rate of forestry	41.5	43	9.2 ^①	47.4	50
	自然保护区覆盖率(%) Coverage rate of natural sanctuary	8.29	5.27	7.8	8.4	10
	建成区人均公共绿地(m ² /人) Per capita urban public green areas	7.87	9.7	4.6	14.17	15
	建成区绿化覆盖率(%) Coverage rate of urban green areas	31.6	36.5	22.2	45	45
环境质量 Environment quality	大气环境 NO ₂ 年均浓度(mg/m ³) Daily average density of NO ₂ in air in a year	0.042*	0.126	0.09	0.055	0.04
	大气环境 SO ₂ 年均浓度(mg/m ³) Daily average density of SO ₂ in air in a year	0.045	0.071	0.045	0.027	0.04
	大气环境 TSP 年日均浓度(mg/m ³) Daily average density of TSP in air in a year	0.182*	0.353	0.156	0.091	0.091
	集中式饮用水源水质达标率(%) Rate of water quality up to the standards of functional drinking water source	98.3	99.61	96.6	98.7	100
	区域环境噪声平均值(分贝 decibel) Average environment noise in urban area	54.2	53.9	56.6	57	50
	交通干线噪声平均值(分贝 decibel) Average traffic noise	69.1	71	70.5	69.7	65
	环保投资占 GDP 比重(%) Rate of environmental protection invests to GDP	2.08	4.7	3.12	1.84	3.5
污染控制 Pollution control	工业废水达标排放率(%) Rate of industrial waste water reaching the discharge standards	90.09* ^②	92.6	93.2	97.8	100
	机动车尾气排放达标率(%) Rate of tail gas of motor vehicles reaching the discharge standards	82.04	81.64	83.8	85.8	100
	工业固废综合利用率(%) Rate of industrial solid wastes utilized in a comprehensive way	79.58	71.4	93.3	87.3	100
	危险废物处置率(%) Rate of dangerous waste material treated	99.64	98.21	99.3	100	100
环境治理 Environment treatment	城市生活污水处理率(%) Rate of city domestic sewage treated	26.28	39.4	49.4	54	65
	工业废水处理率(%) Rate of industrial waste water treated	99.53	99.5	98.2	99.9	100
	生活垃圾无害化处理率(%) Rate of life rubbish harmlessly treated	100	81.5			
	城市气化率(%) Percentage of urban population using gas	93.55	99.3	100	100	100

① 2001 年上海市森林覆盖率为 10.4%, 参考 <http://news.online.sh.cn/news/gb/content/2001-12/23/content-273795.htm>; ② 带 * 号的三个数为广州市环保局十五计划数, 按城考报表或创模方案资料, NO₂ 年均浓度为 0.061mg/m³; TSP 浓度为 0.158mg/m³; 工业废水达标排放率为 86.74%

① The coverage rate of forestry of Shanghai city is 10.4% in 2001. ② The three number of marking * symbol are according to "The 10th Five-year plan" of environmental protection in Guangzhou City, moreover, The three indicators are separately NO₂ yearly-average concentration is 0.061mg/m³, TSP's is 0.158mg/m³, the rate of industrial waste water reaching the discharge standards is 86.74% according to the data of "Guangzhou city creating to found one of the national environmental protection model cities" and the statement of urban environment synthetic disposal and quantitative assess of Guangzhou by Guangzhou municipal environmental protection bureau in 2000

(1);若某一指标各城市指数对比相差悬殊,则公式为(2),若权重相同即为(3)。

$$(1) C_i = \sum_{j=1}^n |W_{ij} V_{ij}|; \quad (2) C_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n W_{ij} V_{ij}}; \quad (3) C_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n V_{ij}}$$

式中, C_i 为某级指标的综合指数值; V_{ij} 为该级指标下某一二级指标的指数值; W_{ij} 为该级指标下某一二级指标的权重。

表 2 2000 年广州市与其它城市经济生态可持续发展指标对比表^①

Table 2 Comparing the indicator of urban economic ecosystem sustainable development of Guangzhou city with the other three cities in 2000

指标层 1 ^⑤ Indicators I	指标层 2 Indicators II	广州 Guangzhou	北京 Beijing	上海 Shanghai	深圳 Shenzhen	标准值 Standard
经济 持续 发展 指标	国内生产总值(亿元) Gross Domestic Product(100 million yuan)	2375.9 ^①	2478.76	4551.15	1665.47	
	市域总面积(km ²) Total area of a Municipal region	7434.4	16807.8	6340.5	1948.69	
	GDP 年均增长率 ^③ (%) Average rate of GDP increasing yearly	13.1	10.3	11.4	15	15
	人均 GDP Per capita average GDP(万元)	3.43	2.246	3.4547	3.9739	4
	经济密度(单位土地产出)(万元/km ²) GDP density (Per square kilometer regional territory GDP)	3205.5	1474.77	7177.9	8546.6	9000
经济 结构 指标	第三产业比重 ^④ (%) Percentage of tertiary industry	52.6	58.31	50.63	46.5	60
	高技术产业增加值占工业产值比重(%) Proportion of added value of High-tech products to grass industrial output value	15.78	28.9	21	22	30
	外贸出口总额与 GDP 之比(%) Rate of total exports of foreign trade to GDP	41	40.16	46.1	172.8	180

①表中 2000 年经济产值均为现行价;②此数据为广州市统计年鉴数据,按广州市“十五”计划,此数据为 2383.07 亿元,人均 GDP 为 3.45 万元,约合 4175 美元,见参考文献[15];③该数为“九五”期间平均数;④1999 年上海市该指标为 57%,广州市为 49.82%,2002 年广州为 55.59%;⑤见图 1

① The economic production value is all the current price in 2000; ② The data is number by “statistics annuals in Guangzhou (2001)”, The indicator is 2383.07 hundred million Yuan, and the Per capita average GDP is 3.45 ten thousand Yuan, to match about 4175 Dollars of US in 2000, according to the data of “The 10th Five-year plan” of the national economy and society development in Guangzhou, see reference[15]; ③ The data is average number in the period of “The 9th Five-year plan”; ④ The indicator of Shanghai city is 57% in 1999, Guangzhou city's is 49.82%, Guangzhou's is 55.59% in 2002; ⑤ Please refer to fig. 1 indicator I in english

关于生态城市标准的研究,如宋永昌^[19,20]等所列的标准,许多参照国际标准,有的用在此偏高,表中作了适当修正调整。再如刘则渊等认为:人均 GDP、人均受教育年限和城市绿化覆盖率 3 个指标是进入可持续发展的 3 个门槛,一个城市只有人均 GDP 达到 2 万美元(1998 年价)、人均受教育年限达到 12a、城市绿化覆盖率达 50% 以上,才有可能真正实现可持续发展^[14]。曹慧等对标准值的确定,有的指标参照国家环境质量标准,有的依据中等发达国家同类城市发展水平,还有一些指标选择了沈阳、大连、青岛等国内 8 个城市作参考^[5]。盛学良等在确定标准值时,将指标分成三类:正向指标、逆向指标和适度指标,根据国内外(尤其发达国家)生态建设优秀城市的发展规律,并参考世界银行研究的成果等综合分析确定。正向指标,如人

表 3 2000 年广州市与其它城市社会生态可持续发展指标对比表

Table 3 Comparing and contrasting the indicator of urban social ecosystem sustainable development of Guangzhou city with the other three cities in 2000

指标 ^① 层 1	指标层 2	广州	北京	上海	深圳	标准 值
人口 发展 与城 市化	常住人口(万人) Population living often in a region	994.3	1381.9	1321.63	432.94	□
	户籍人口(万人) Population census register	700.69	1107.5	1321.63	124.92	□
	常住人口密度(人/km ²) Density of steady population	1337.43	822.18	2084.4	2222	
	人口自然增长率(‰) ^① Natural growth rate of population	4.51	0.9	-1.9	12.13	0.001
	大专以上文化程度人口比重(%) Percentage of population culture degree above university	9.31	15.31	10.94	8.06	18
	人口文化素质 ^② Population culture character(quality)	4.0129	3.1245	2.0259	7.3945	8
	三产从业人口比例(%) Percentage of population engaging in tertiary industry	40.88	54.6	44.9	41.773	55
	千人拥有公交车辆 ^③ (辆) Possession of buses per 1000 persons	2.274	1.28	1.36	3.4	3.5
基础 设施 指标	住宅电话普及率(部/百人) Access rate to household telephone	117.2	66.4	85.9	93	
	居民液化气煤气普及率(%) Access rate to coal gas and liquefied petroleum gas f urban household	93.55	99.3	100	100	100
	恩格尔系数(%) Engel coefficient	42.6	36.72	44.15	28.2	25
生活 质量 指标	万人医生数(人 person) Number of doctors per 10 000 persons	33.54	46.6	38	59.4	60
	万人病床数(床 beds) Number of patient beds per 10 000 persons	46	62.5	55	23	65
	城市居民人均居住面积(m ²) Per capita living space of city citizens	13.13	11.15	11.8	14.14	15
科技 教育	R&D 经费占 GDP 比重 ^④ (%) Proportion of Research and Development expenses to GDP	1.23	4.3	1.62	2.57	4.5
	R&D 经费占 GDP 比重 ^④ (%) Proportion of Research and Development expenses to GDP	1.18	6.3	1.69	2.89	6.5
	万人在校大学生数(人 persons) Number of university and college students enrollment per 10 000 persons	264	460.2	172	113.06	500

①深圳市人口自然增长率 1999 年为 9.61‰;1998 年为 9.56‰;2000 年为农历龙年,出生率增加 2.1‰;加之,2000 年全国人口普查户口整顿期间,国务院人口普查办会同公安部等联合发文,鼓励群众如实申报,对过去超生、未入户口的给予优惠政策,这也导致历年漏报人口在 2000 年的出生人口中反映出来;②人口文化素质=(大专及以上文化程度人口占常住人口比重)/(文盲半文盲人口比重);③公共交通工具以全市大、小型客车计(统计年鉴 2001 年),人口以第 5 次普查人口数计;④广州此数据为电话普及率(含移动电话),其它城市为住宅电话普及率,均参考统计年鉴 2001 年;⑤据统计年鉴 2001 年;⑥http://www.sts.org.cn/intercourse-4/documents/44/RD00-441.htm. 2000 年全国 R&D 清查有关资料、公报;⑦同图 1

① The natural growth rate of population is 9.61‰ in Shenzhen in 1999;that is 9.56‰ in 1998; It is a lunar dragon year in 2000, the birthrate relatively last year increases 2.1‰. Additionally, in the period of the fifth national census of 2000, It encourage crowd to report fully and exactly, by means of the preferential policy to the population that beyond living standard and hasn't registered permanent residence in past, that the document being issued from the census office of State Department and public security official department etc. This also cause to that the population reflect out in the bearing children number in 2000 census that fail to report in past years; ②Population culture character=(the rate of population of culture degree of university and above it)/(the population of illiteracy and half-illiteracy);③The public transportation vehicle is the number of big, small scaled passenger car in the whole city ,c.f. "statistics annuals in Guangzhou (2001)". The population is that of the fifth census; ④The data of Guangzhou city is access rate to household telephone and move telephones, and that of the other city is access rate to household telephone. They are all according to the data of "statistics annuals in 2001"; ⑤The data is according to "statistics annuals in Guangzhou (2001)"; ⑥The data of investigating Research and Development expenses of China and Guangdong province in China in 2000; ⑦The same as fig. 1

表 4 自然生态各指标相对于上一层指标权重系数表

Table 4 The weight of the natural ecology indicator related to upper level indicator

指标层 1* Index I	指标层 2 Indicator I	权重 Weight
生态建设 0.4	森林覆盖率	0.333
	自然保护区覆盖率	0.167
	建成区人均公共绿地	0.167
	建成区绿化覆盖率	0.333
	综合指数	1
环境质量 0.28	大气环境 NO ₂ 年均浓度	0.167
	大气环境 SO ₂ 年均浓度	0.167
	大气环境 TSP 年日均浓度	0.167
	集中式饮用水源水质达标率	0.167
	区域环境噪声平均值	0.167
	交通干线噪声平均值	0.167
	综合指数	1
污染控制 0.18	环保投资占 GDP 比重	0.4
	工业废水达标排放率	0.2
	机动车尾气排放达标率	0.2
	工业固废综合利用率	0.1
	危险废物处置率	0.1
	综合指数	1
环境治理 0.14	城市生活污水处理率	0.5
	工业废水处理率	0.25
	城市气化率	0.25
	综合指数	1
自然生态综合指数		1

* 指标同表 1 The indicators are the same as table 1

表 5 经济生态各指标相对于 B 层经济生态指标权重表

Table 5 The weight of the economic ecology indicator related to upper level (B)

指标层 1* Index I	指标层 2 Indicator I	权重 Weight
经济持续发展指标	GDP 年均增长率	0.15
	人均 GDP	0.40
	经济密度(单位土地产出)	0.10
经济结构指标	第三产业比重	0.15
	高技术产业增加值占工业产值比重	0.10
	外贸出口总额与 GDP 之比	0.10
经济生态综合指数		1

* 指标同表 2 The indicators are the same as table 2

表 6 社会生态各指标相对于 B 层社会生态指标权重

Table 6 The weight of the social ecology indicator related to upper level

指标层 1* index I	指标层 2 indicator I	权重 weight
人口发展	人口自然增长率	0.05263
	三产从业人口比例	0.05263
	大专以上文化程度人口比重	0.05263
	人口文化素质	0.05263
基础设施	千人拥有公交车辆	0.05263
	居民液化气煤气普及率	0.05263
生活质量	恩格尔系数	0.07895
	万人医生数	0.07895
	万人病床数	0.05263
	城市居民人均居住面积	0.10526
科技教育	R&D 经费占 GDP 比重 1	0.07895
	R&D 经费占 GDP 比重 2	0.10526
	万人在校大学生数	0.07895
	信息化指数	0.10526
社会生态综合指数		1

* 指标同表 3 The indicators are the same as table 3

均 GDP, 取 4000 美元/人作标准值; 逆向指标, 如失业率, 取 1.2% 作参考值; 适度指标, 如经济外向度, 取 50% 等^[21]。本文标准值的确定, 既参考国内外有关生态城市标准的研究成果, 同时部分指标根据具体情况作了修正, 即这些标准值为服务于本文表中计算指数的参考值, 也是体现中国国情的建议标准值。

理论上, 标准值制定的原则为: (1) 凡已有国家标准的或国际标准的指标, 尽量采用规定的标准值; (2) 参考国外具有良好特色的城市的现状值作为标准值; (3) 参考国内城市的现状值, 作趋势外推, 确定标准值; (4) 依据现有的环境与社会、经济协调发展的理论, 力求定量化作为标准值; (5) 尽量与我国现有的相关政策研究的目标值一致^[21] (如创模标准、生态示范区标准、现代化标准), 或优于其目标值; (6) 对那些目前统计数据不十分完整, 但在指标体系中又十分重要的指标, 在缺乏有关指标统计数据前, 暂用类似指标替代 (或采用专家咨询确定)。但是有些指标并没有一定的标准, 例如: GDP、市域总面积、常住人口等。而且有的指标并非越多越好, 或越少越好, 呈简单的线性关系, 例如, 人均生活用电或人均用水越多, 说明生活水平越高、水资源保障率较高, 但是从生态学的角度看, 应该提倡节约用电和节约用水, 特别是生活用水, 今后的方向是越省越好^[19,20]。另外, 特大城市与中小城市的评价标准是否应完全一致? 因为特大城市情况

复杂,尽管突出优势是经济规模大、科技水平高,但生态环境问题较多,污染处理难度也较大。

各指标权重的确定综合运用层次分析法(AHP)、重要性排序法(IOM)、专家咨询法(Delphi)、模糊区间法(FIM)和直接给出法(DDM)等得出,见表4、表5、表6。在计算综合指数,确定经济(E)、社会(S)、自然生态(N)3大指数的权重(α 、 β 、 γ)时,刘则渊等应用弹性系数法(计算公式 $Q=E^{\alpha}S^{\beta}N^{\gamma}$),分3级战略模式确定,认为初级战略模式发展经济的重要性更大一些,故 $\alpha=0.5$, $\beta=0.3$, $\gamma=0.2$;中级模式(大连市现状)分别为:0.4、0.3、0.3;高级模式均为 $1/3$ ^[14]。郭秀锐等即各取 $1/3$ ^[22],本文综合考虑了指标的代表性、可比性(如统计口径是否一致)及精确性(统计数据的科学性与精度高低)以至对比城市的发展现状等,3个指标权重分别为:0.32、0.33、0.35。评价结果如表7和表8所示。

表7 2000年广州市与其它城市生态可持续发展指数对比表

Table 7 Contrasting the indices of urban ecosystem sustainable development of Guangzhou city with the other three cities in 2000

指标层 1*	指标层 2	广州	北京	上海	深圳	标准值	权重
Index I	Indicator I	Guangzhou	Beijing	Shanghai	Shenzhen	Standard	Weight
自然生态	生态建设	0.7364	0.753	0.407	0.947	1	0.35
	环境质量	0.865	0.663	0.781	1.00	1	
	污染控制	0.7612	1.055	0.903	0.765	1	
	环境治理	0.6849	0.800	0.876	0.915	1	
	综合指数	0.7697	0.789	0.667	0.9246	1	
经济生态	经济持续发展	0.7840	0.5292	0.8296	0.9882	1	0.32
	经济结构	0.59141	0.7555	0.6348	0.8160	1	
	综合指数	0.71649	0.60841	0.76141	0.92794	1	
社会生态	人口发展	0.61553	0.7710	0.6443	0.6579	1	0.33
	基础设施	0.7926	0.6794	0.6943	0.9857	1	
	生活质量	0.6962	0.7724	0.7031	0.8423	1	
	科技教育	0.3130	0.9505	0.3152	0.4170	1	
	信息化指数	0.58	0.9	0.72	0.75	1	
	综合指数	0.57107	0.8226	0.58957	0.6917	1	
综合指数		0.687125	0.742299	0.671659	0.848812	1	1

* 信息化指数主要根据景体华的研究成果,见参考文献^[23];表中权重是相对于一级指标的权重;指标同图1 Here information development level index bases mainly the study of Jin Ti-hua, see reference^[23]; The weight in the table is that of the 2'nd-class index relatively to the first-class index; the indicators are the same as fig. 1

表8 广州与其它城市现状生态化水平、生态可持续发展水平结论对比表

Table 8 The conclusion of comparing urban ecosystem sustainable development level and natural ecosystem development level of Guangzhou city with the other three cities in 2000

指 标 Indicators	广州 Guangzhou	北京 Beijing	上海 Shanghai	深圳 Shenzhen
自然生态化水平①	良好 Good	良好 Good	中 Middle	优 Excellent
经济生态发展水平②	良好 Good	中 Middle	良好 Good	优 Excellent
社会生态发展水平③	中 Middle	优 Excellent	中 Middle	良好 Good
生态可持续发展水平④	良好 Good	良好 Good	中 Middle	优 Excellent

① Natural ecosystem sustainable development level; ② Economic ecosystem sustainable development level; ③ Society ecosystem sustainable development level; ④ Urban ecological sustainable development level

3 结论

从评价结果可以得出以下结论:

(1)广州现状自然生态化水平、生态可持续发展水平低于深圳、略低于北京,高于上海,居第三位,在国内大城市中属良好水平;经济生态指数低于深圳、略低于上海,高于北京,居第三位,在国内大城市中也属良好水平;社会生态指数在四城市中最低,在国内大城市中为中等水平。广州市城市生活污水处理率、万人医生数、R&D 经费占 GDP 比重在四城市中最低,人口自然增长率较高,故其社会生态水平在四城市中较低。

(2)上海市自然生态化水平、生态可持续发展水平综合指数在四城市中最低,经济生态可持续发展指数低于深圳,高于北京市、略高于广州市。在四城市中,上海全市森林覆盖率最低,仅为其他三城市的五分之一到四分之一。建成区绿化覆盖率也低,人均公共绿地仅约为北京、广州市的二分之一,为深圳市的三分之一。但经济总规模(GDP)最大,环保投资占 GDP 比重仅低于北京市,高于广州、深圳市。人均 GDP、经济密度、外贸出口总额与 GDP 之比只低于深圳,高于北京、广州市。

(3)北京市在四城市中社会生态指数最高、经济生态指数最低,自然生态化水平、城市生态可持续发展水平综合指数仅低于深圳市,高于上海市、略高于广州市。北京市大专以上文化程度人口比重、R&D 经费支出占 GDP 比重、万人在校大学生数、第三产业比重、三产从业人员比重、高新技术产业增加值占工业产值比重等在四城市中均最高,而且,其人才竞争力、科技实力均居全国之首^①,但全市人均 GDP、经济密度与其他三个城市比最低。由于 2008 年北京市承办奥运会,2000 年环保投入达到 116 亿元,占 GDP 比重达 4.7%,在四城市中最高,在全国也居领先水平^[24]。据有关资料在 2008 年前,北京市还将投入 450 亿元,用于改善城市环境^[24]。北京市将建成园林城市和生态城市。

(4)深圳市生态可持续发展水平、自然生态化水平及经济生态指数在四城市中最高,在国内大城市中也属优秀,社会生态指数只低于首都北京市,高于广州、上海市。从表中可看出,生态建设各项指标,如森林覆盖率、自然保护区面积比重、建成区绿地覆盖率、人均公共绿地面积等在四城市中均属最高,城市生活污水处理率、人均 GDP、人均居住面积也均最高(后两个指标在国内大中城市中也居首位),尤其外贸出口总额与 GDP 之比为 172.8%,约是其他 3 个城市的 3.7~4.3 倍。深圳市 2000 年外贸出口总额 345.63 亿美元,占全国 13.9%,1993 年以来,连续 8 年位居全国大中城市榜首,有效地拉动经济增长,说明深圳外贸依存度最高(除了低于新加坡,同香港齐平外,高于所有国际城市^[25]),开放竞争力全国第一^[11]。然而作为中等城市深圳大专以上文化程度人口所占比重较其他三个中心城市偏低,但人口文盲率也最低。

(5)根据上述分析,从目前发展水平看,实现生态城市或可持续发展城市的先后顺序大致应是:深圳市、北京市、广州市、上海市。但从实现现代化目标的时间表看,先后顺序却是:上海市、北京市、广州市^[10](此成果以省为单位,深圳市未参与排队,但牛文元认为,实现现代化深圳第一个^[11])。2001 年,我国近百位科学家,对中国实现现代化的时间表作了研究,按照新的指标体系(3 大组 8 个指数),中国各地区(统计时暂未包括港、澳、台)率先实现现代化的时间表依次是:上海 2015 年、北京 2018 年、广东 2021 年……,至 2050 年,中国作为一个整体将全面达到当时世界中等发达国家水平,实现这个阶段的现代化目标^[10]。可见,城市实现生态化或生态可持续发展,关键决定于其资源环境与经济社会发展的协调度、城市环境的净化、绿化、美化与舒适度及城市发展的持续度与活力度,而实现现代化,其经济总规模、综合实力与现代化(工业化、信息化、集约化、全球化、城市化、创新能力、竞争力)^[10]及城市的辐射力举足轻重。

综上所述,广州市应把实现国家环境保护模范城市作为突破口,把实现城市的生态化和经济社会的现代化结合起来,协调发展,以早日实现可持续发展城市的总目标。

References:

- [1] Sheng G M, Zhu D J. *Eco-city and Shanghai ecosystem environment building*. Shanghai social science press, 2001.

① <http://www.drcnet.com.cn/html-document/guoyan/Area/2002-03-07/>.

- [2] Ma S J, Wang R S. Social-economic-natural complex ecosystem. *Acta Ecologica Sinica*, 1984, 4(1): 1~9.
- [3] The International bank for reconstruction and development, THE WORLD BANK. *World Development Indicators* 2001. China Financial and Economic Publishing House, 2002.
- [4] Zhang K M, Wen Z G. The progress of sustainable development indexes of urban ecosystem. *Urban Environment and Urban Ecology*, 2001, 14(6): 1~4.
- [5] Cao H, hu F, Li H X, et al. Evaluation of sustainable development of urban ecosystem in Nanjing city. *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22(5): 787~792.
- [6] Sheng X L, Peng B Z, Wang H, et al. Perspective on ideology about building eco-city and its standards for evaluating ecocity. *Environment Herald*, 2001(1): 5~8.
- [7] Luo S H, Ma W C, et al. A case study on indicator system of urban environmental protection and ecological construction. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(1): 45~55.
- [8] Andrea Merkle, Martin kaupanjohann. Derivation of eco-systemic effect indicators-method. *Ecological Modeling*, 2000, 130: 39~46.
- [9] Gustarson, Kant R, Lonergam Stephan c, et al. Selection an modeling of sustainable development indicators. *Ecological Economics*, 1999, 28: 177~132.
- [10] Yang D G, Chen S F, Niu W Y. The time being forecasted and calculated that Chinese every area(all provinces and autonomous region in China) realizes modern. *Study to Shanghai Economy*, 2001, (5): 3~9.
- [11] Zhang H P. Shenzhen is the first city to realize modernization in China——visiting Niu Wenyuan who is the chief scientist and the leader of Sustainable development strategy study group of Chinese Academy of Science(CAS), *Shenzhen company's report*, in the March 29 of 2001.
- [12] Yang W Z. On development and open of Pudong region in Shanghai, *economic geography*, 1993, 13(1): 11~15.
- [13] The statistics bureau of Guangzhou City, Ma Yusheng, The economy develop circumstances of Guangzhou City in 2002. The outward news announce of Guangzhou City, *Information Times*, in the January 28 of 2003.
- [14] Liu Z Y, Jiang Z H. Discuss to standard of the modern eco-city developments and evaluating index system, *science and scientific and technological management (Tianjing)*, 2001, (4): 16~63.
- [15] The statistics bureau of Guangzhou city, *Statistics annuals in Guangzhou* (2001)(Chinese and English). Chinese statistic press, June, 2001, Edition 1.
- [16] The statistics bureau of Beijing city, *Statistics annuals in Beijing* (2001). Chinese statistic press, 2001.
- [17] The statistics bureau of Shanghai city, *Statistics annuals in Shanghai* (2001). Chinese statistic press, 2001.
- [18] The statistics information bureau of Shenzhen city, *Statistics information annuals in Shenzhen* (2001). Chinese statistic press, 2001.
- [19] Song Y C, Qie R H, et al. The indexes system and evaluation method of economic urban, *Urban Environment and Urban Ecology*, 1999, 12(5): 16~19.
- [20] Sun Y C, You W H, Wang X R. *Urban Ecology*, the east of China Normal University press, 2000.
- [21] Sheng X L, Peng B Z, Wang H, et al. Study on the indicator system of eco-city, *Environment Herald*, 2000, (5).
- [22] Guo X R, Yang J R, Mao X Q, et al. Eco-city building and indicator system, *Urban Studies*, 2001, 8(6): 54~58
- [23] Jin T H. *Chinese capital development report*(2001). social science literature press, 2001.
- [24] The bluish green water and blue sky reappears, The sixth of series report about that peaceful times and victory song to come in Peking in 2001. *Peking evening newspaper*, in the January 6 of 2002.
- [25] Wang H L, Xu X M. How long has for Shenzhen city to realize modernization still? —— hearing to experts to explain the index system that Shenzhen city will realize basely modernization, in the March 29 of 2001.

参考文献:

- [1] 沈国明, 诸大建. 生态型城市与上海生态环境建设. 上海社会科学出版社, 2001.
- [2] 马世俊, 王如松. 社会-经济-自然复合生态系统. 生态学报, 1984, 4(1): 1~9.
- [3] 《2001年世界发展指标》编写组. 2001年世界发展指标. 北京: 中国财政经济出版社, 2002.

- [4] 张坤民,温宗国.城市生态可持续发展指标的进展.城市环境与城市生态,2001,14(6):1~4.
- [5] 曹慧,胡锋,李辉信,等.南京市城市生态系统可持续发展评价研究.生态学报,2002,22(5):787~792.
- [6] 盛学良,彭补拙,王华,等.生态城市建设的基本思路及其指标体系的评价标准.环境导报,2001(1):5~8.
- [7] 罗上华,马蔚纯,王祥荣,等.城市环境保护规划与生态建设指标体系实证.生态学报,2003,23(1):45~55.
- [10] 杨多贵,陈劲锋,牛文元.中国各地区实现现代化时间测算.上海经济研究,2001(5):3~9.
- [11] 张惠屏.实现现代化深圳第一个——访中国科学院可持续发展战略研究组组长、首席科学家牛文元.深圳商报,2001-03-29.
- [12] 杨万钟.论上海浦东开发开放.经济地理,1993,13(1):11~15.
- [13] 广州市统计局,马余胜.广州市对外新闻发布:2002年广州市经济发展情况.信息时报,2003-01-28.
- [14] 刘则渊,姜照华.现代生态城市建设标准与评价指标体系探讨.科学学与科学技术管理(津),2001(4):16~63.
- [15] 广州市统计局.2001广州统计年鉴.北京:中国统计出版社,2001.
- [16] 北京市统计局.北京统计年鉴——2001.北京:中国统计出版社,2001.
- [17] 上海市统计局.上海统计年鉴——2001.北京:中国统计出版社,2001.
- [18] 深圳市统计信息局.深圳统计信息年鉴——2001.北京:中国统计出版社,2001.
- [19] 宋永昌,戚仁海,等.生态城市的指标体系及评价方法.城市环境与城市生态,1999,12(5):16~19.
- [20] 宋永昌,由文辉,王祥荣.城市生态学.上海:华东师范大学出版社,2000.
- [21] 盛学良,彭补拙,王华,等.生态城市指标体系研究.环境导报,2000,(5):5~8.
- [22] 郭秀锐,杨居荣,毛显强,等.生态城市建设及其指标体系.城市发展研究,2001,8(6):54~58.
- [23] 景体华.2001年:中国首都发展报告.社会科学文献出版社,2001.
- [24] 再现碧水蓝天——北京2001盛世凯歌动地来系列报道之六.北京晚报,2002.1.6.
- [25] 王淮林,徐香梅.深圳离现代化还有多远——听专家解说深圳市基本实现现代化指标体系.深圳特区报,2001.3.29.