

上海市物质流分析

黄 晓 芬

(上海市发展改革研究院,上海,200032)

[摘 要] 利用物质流的理论和方法,依据欧盟导则,分析了 1990-2003 年间上海市经济系统的物质总需求、物质消耗强度和物质生产力等主要指标,并且同国家物质流账户以及国外的城市进行了比较。研究结果表明:上海市巨大的物质总需求和直接物质消耗给上海市的生态环境带来了巨大的压力;上海市的物质消耗强度远远大于全国平均水平;上海市的物质生产力水平与发达国家还有| 定的差距。利用情景分析法,提出上海未来的循环经济发展战略。

[关键词] 物质流分析; 物质总需求; 物质消耗强度; 物质生产力; 上海市

[中图分类号] F120 [文献标识码] A [文章编号] 1673- 0755(2010)04- 0037- 04

物质流分析方法是帮助理解国家、区域和城市物质代谢的强有力工具,也为循环经济和低碳经济发展研究提供了一种新颖而简洁的思维方式与研究手段,具有重要的借鉴价值。例如,日本利用国家物质流结果,日本从资源生产率、循环利用率和最终处置量等三个指标设定制定了到 2010 年日本建设循环型社会的数量目标^[1]。

目前物质流分析(MFA)的研究大多集中在国家和企业层次,但在城市这一中观层次上的 MFA 研究成果还不是很多。而且在城市运用物质流分析方法时,各个城市采用了不同的方法。例如英国伦敦城市只计算直接物质输入^[2];奥地利首都维也纳采用了全生命周期方法从消费开始计算,最终计算出物质总需求^[3]。中国的一些城市如香港、贵阳、厦门市也进行了物质流分析研究^[4- 6]。本文采用“欧盟导则”进

行上海市物质流分析,以便与国家物质流核算账户进行比较研究。

二 分析方法和数据来源

(一)分析框架

本文采取的核算方法主要依据的是欧盟统计局的《物质流账户及指标——方法导则》(以下简称《导则》)^[7],这一方面是因为该方法比较成熟,另一方面是因为这样获得的结果可以与国家层次的物质流核算研究结果相比较。在以“欧盟导则”确立的框架基础上,并根据区域物质流分析特点及上海市实际作了必要的修正。在分析中,把社会经济系统看作一个整体,考察其总体的输入、消耗与输出,即“社会的新陈代谢”,框架如图 1 所示。

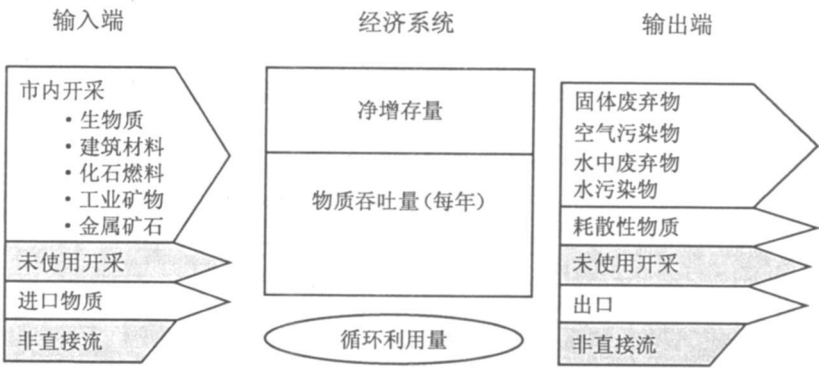


图 1 物质流分析框架

[收稿日期] 2010- 06- 21

[基金项目] 国家自然科学基金项目资助(编号: 70673069)、上海市科技发展基金软科学研究博士学位论文资助项目(编号: 014)和上海科委重大科技攻关项目“上海市循环经济综合研究”资助。

[作者简介] 黄晓芬(1973-),男,湖南永兴人,上海市发展改革研究院助理研究员,博士。

物质流的系统边界从两方面界定,一方面是自然界所开挖的基本物质(原生的未被加工的物质和材料),另一方面是排泄到大自然的物质(固体废弃物、废水、废气)。由进口带来,由出口带走,而进出到地质、水文、气象等大自然圈的流动则不考虑。

牲畜的生产、消费发生在经济圈内,因此并不列入投入,而饲养牲畜的物质、牧草和进口的饲料则按投入物质处理,用于农地的自然肥作为代谢看出而加以处置。物质存量变化包括:机械和设备、建筑及基础设施、各种仓库的库存、耐用消费品、现有木材以及被管制的有毒有害垃圾。

(二)数据来源及处理方法

区域物质流分析的难点在于物质进出口数据(此处的进、出口是指上海市域内与中国其他省市物质流通以及与国外各国、地区的贸易,而不是通常意义上的国与国之间的进出口贸易。同时,由于上海是一个港口城市,中国其他各省市通过上海的港口通往国外的各种物质不包括在内。下文如无特殊说明,进、出口均用此意)。数据主要取自各种公开出版的统计年鉴^[8-10]和出版物^[11-12]以及去上海市12个委办局等相关部门调研。隐藏流系数引用德国、日本和荷兰等国家物质流分析中采用的数据^[13-14]。工业矿物的计算采用澳大利亚东北部城市约克角(York)计算方法^[14],工业产品是由原材料组成的,通过由产品分解成材料来计算。

三 结果与讨论

(一)物质总需求与直接物质输入

物质总需求(TMR, Total Material Requirement)等于国内直接物质输入、进口直接物质输入以及生态包袱(或者说隐藏流)之和,它是衡量经济系统年度资源消耗总量指标。虽然隐藏流并不直接服务于生产和消费活动,但却成为自然环

境的生态包袱。直接物质输入(Direct Material Inputs)是衡量自然环境对经济系统的直接物质投入,是生产和消费活动直接动用自然界的物质质量,它等于国内物质提取量加上进口物质的数量。直接物质输入主要受经济总量、经济结构和消费结构等因素的影响。通过对上海市进入经济系统的物质输入计算,可以看出上海市的物质总需求和直接物质输入。从变化趋势方面分析(如图2),在14年的统计中,自1990年到2003年上海市直接物质输入量和物质需求总量均呈递增的趋势。2003年的直接物质输入量和物质总需求分别达到3.47亿吨和14.53亿吨,是1990年相应量的2.96倍和1.84倍,平均年递增分别为0.18亿吨和0.51亿吨,平均年增长率为15.12%和6.47%。在2001年直接物质输入量和物质总需求都有一峰值,分别达到5.21亿吨和17.76亿吨。根据上海市统计年鉴分析,此年道路建设增幅是历年最大,是2000年建设道路长度的1.8倍。同时,此年河道疏浚土方数为历年最多,达到3.8989万立方米。与中国国家物质总需求相比^[15],1996年上海市的物质总需求是中国的1/47。同年上海市的GDP是全国的1/14,上海市的物质总需求与全国的比例比此值要低。与世界发达国家城市相比,据2000年英国伦敦计算的直接物质输入为6.3667万吨,而同年上海市的直接物质输入为36886.09万吨,是伦敦的5.8倍。

而在这14年期间,上海市GDP和人均GDP也在大幅度地增长。按1978年可比价格计算的GDP,由1990年的646.14亿元增长到2003年的2.78478亿元,平均年增长率为25.6%;人均GDP由1990年的3.80390元增长到2003年的15.23545元,平均年增长率为23.1%。上海市的经济发展速度明显超过其自然资源消耗的增长速度。

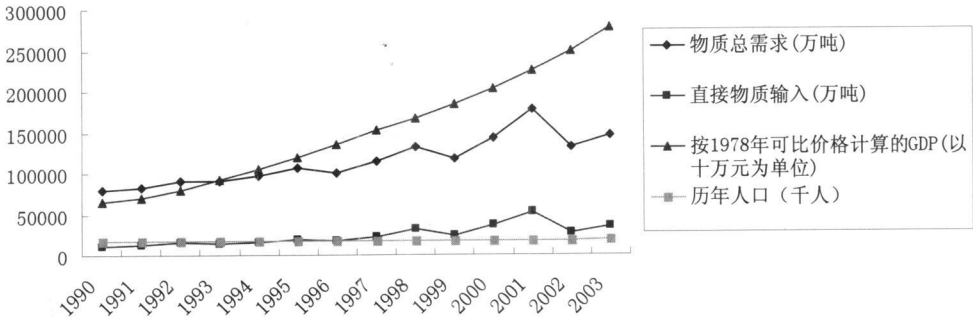


图2 上海市物质总需求、直接物质输入以及上海市的经济、人口状况

综上所述,上海市正处于保持经济社会的高速发展阶段,同时带来大量自然资源的消耗,给上海市的生态环境带来了巨大的压力。

(二)物质消耗强度

物质消耗强度(MC, Intensity of Material Consumption)即物质总需求除以总人口数,是衡量经济系统年度人均资源消耗量的指标。主要受经济总量、人口基数、经济结构、消费结构和技术水平等因素的影响。上海市的物质消耗强度变化趋势与物质总需求十分相似(如图3),从1990年的46.45吨增加到2003年的79.51吨,平均每年增加2.54吨,年增

长率为5.47%,明显大于同期人口的年增长率0.6%,其中在2001年有一峰值为98.32吨。与国家的物质消耗强度相比,上海市的物质消耗强度变化趋势也是十分相似的。但是历年上海市的物质消耗强度比国家的要高许多,以1996年为例,上海的物质消耗强度是国家的1.5倍(56.42吨/37.9吨^[13])。与发达国家相比,上海市的物质消耗强度已相当接近。1994年上海的人均物质消耗为51.18吨,同年美国为84吨,德国76吨,荷兰为67吨,日本为45.2吨,欧盟15国为51.6吨^[12]。

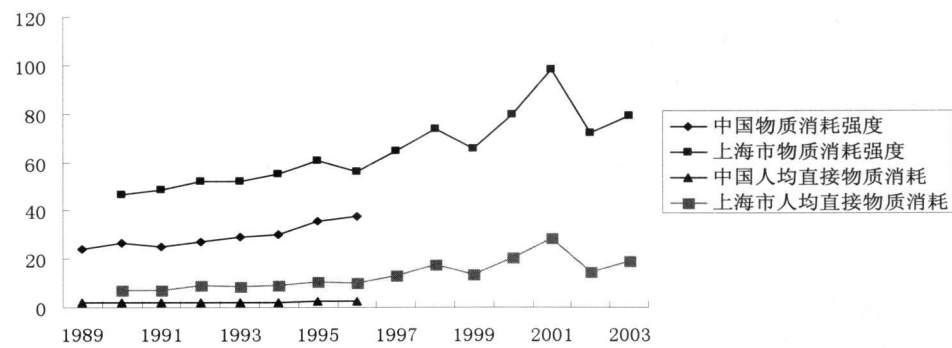


图 3 上海市物质消耗强度与中国物质消耗强度比较

上海市的人均直接消耗强度变化趋势与其物质消耗强度相似,从 1990 年的人均消耗直接物质 6.90 吨增加到 2003 年的 18.99 吨,平均每年增加 0.93 吨,年增长率为 13.48%,其中在 2001 年有一峰值为 20.52 吨。

但是国家的人均直接物质消耗变化不大且要低许多。以 1996 年为例,上海市的人均直接物质消耗为 9.81 吨,是国家的 3.94 倍。

与世界城市相比,上海市的人均直接消耗过高。据 2000 年所计算的英国伦敦市的人均直接物质消耗为 8.5 吨^[2],而同年上海市的人均直接物质消耗为 20.52 吨,两者之间相差很大,是伦敦的 2.41 倍。

这表明,上海市的经济发展同我国的经济的发展一样,仍主要是以增加的资源消耗和环境破坏为代价,并且随着人口的增长,资源消耗和环境破坏有加剧增长的趋势。

(三)物质生产力

物质生产力 (MP, Material Productivity) 等于国内生产总值除以物质总需求,表示单位物质消耗所创造的经济价值,是衡量经济系统年度资源利用效率的指标。主要与一个国家或地区的生产力水平有关,另外也受经济结构的影响。物质生产力常以每投入 1 吨物质质量所创造的 GDP 予以表示。为了便于比较,上海市的 GDP 按 1978 年的可比价格计算。统计结果表明 (如图 4 所示),自 1990 年以来,上海市的资源生产率总体上呈上升趋势。1990 年上海市的物质生产力为 81.88 元/吨,2003 年为 191.63 元/吨,增长率达 134.04%,年增长率为 10.31%。与全国的物质生产力相比,历年的上海市物质生产力要高。1996 年上海市物质生产力为 135.32 元/吨^[3],是全国的 3.22 倍。说明这一期间上海市经济增长的速度超过物质消耗增长的速度,资源利用效率有大幅度提高,其中产业结构 (第一、第二和第三产业的比重) 的变化对资源生产率的提高使得经济继续保持快速增长而同时物质消耗速度减缓。

然而与世界发达国家相比,上海市的资源利用效率仍然是相当低的。采用每投入 1 吨物质质量所获得的 GDP 的美元数为指标进行比较,2003 年上海市的物质生产力为 74.3 美元/吨,而 1994 年美国为 307 美元/吨,日本为 763.9 美元/吨,德国为 360.7 美元/吨,荷兰为 327.9 美元/吨^[2]。因此在 2003 年上海市的物质生产力分别相当于 1994 年美国的 24.20%,日本的 9.73%,德国的 20.60% 和荷兰的 22.66%。相当于上海市每创造 100 美元 GDP 消耗约 1.346 kg 自

然界物质和资源。

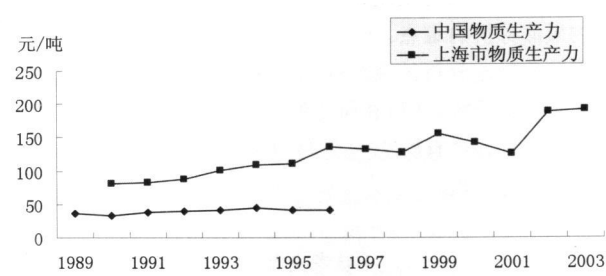


图 4 上海市物质生产力与全国的比较

四 基于物质流指标的上海市循环经济战略目标

上海市的物质流分析为制定上海市发展循环经济战略提供了可以量化的依据。参照有关学者制定的全球可持续发展“Factor-4”和“Factor-10”战略^[19-21],以目前的物质消耗量为起点,规划出上海市循环经济发展的中、长期战略目标:

(一) 设想 2025 年实现上海市资源利用效率的 4 倍跃进,则每创造 100 美元 GDP 的物质消耗量将减少到大约 337kg。这一数值分别与 1994 年美国、德国、荷兰每创造 100 美元 GDP 物质消耗量的 325 kg、277 kg 和 314 kg 相当。

(二) 设想 2050 年实现上海市资源利用效率的 10 倍跃进,则每创造 100 美元 GDP 的物质消耗量将减少到大约 135kg。这一数值与 1994 年日本每创造 100 美元 GDP 物质消耗量的 131 kg 相当。

这样,大约在 2050 年之后,上海的经济的发展可望逐步实现经济发展与环境压力的脱钩。为了实现上述循环经济战略目标,上海市必须切实地落实科学发展观,从根本上转变经济增长方式,坚持源头节约、过程控制、末端循环并重和把节约放在首位的方针,以节约使用资源和提高资源利用效率为核心,以改革开放和科技进步为动力,推动体制创新、技术创新和管理创新,使上海 GDP 在变大的同时不断“变轻”、“变绿”。

五 结论

本文利用物质流的理论和方法,分析了上海市经济系统的物质资源基础。将上海市经济系统的资源消耗特征及其年际变化与中国、美国、日本、德国和荷兰等国家物质流以及英国的伦敦城市的分析结果进行了比较,结果表明:

(一)上海市经济社会发展是以消耗大量的资源和一定的环境退化为代价的,1996年上海市物质总需求是中国的1/46,2000年上海市直接物质输入是英国伦敦的579倍。

(二)上海市的物质消耗强度已经很高,在1996年上海市的物质消耗强度是中国国家的1.49倍,接近发达国家的物质消耗强度。在2000年上海市的人均直接物质消耗是伦敦的2.41倍。

(三)上海市单位物质投入所创造的GDP数额明显低于发达国家,说明上海市资源开发粗放,且利用效率低下,揭示了上海市高速经济发展的高额生态环境代价特征。

在本文运用物质流分析方法进行计算过程中,遇到的困难是:(1)对城市与周围省市之间物质流通的数据统计是区域物质流分析的难点,尽可能地获取准确的进出口数据将有利于物质流分析的完整性与可靠性。(2)需要加强对隐藏流系数的研究。(3)在所选的年限期间,物质数据的统计途径和准确性会有所变化,这使得个别年间的数据需要通过推算和估计得出。

[参考文献]

- [1] 诸大建,黄晓芬.循环经济的对象-主体-政策模型研究[J].南开大学学报(社会哲学科学版),2005(4): 86-93.
- [2] Benjamin Bongardt Material Flow Accounting for London in 2000[R]. Wuppertal Institute for Climate Environment and energy, 2000.
- [3] Hammer M., Giljum S., Bagagli S., Hinterberger F. Material flow analysis on the regional level: questions, problems, solutions [R]. NEDS Working Paper 2003 (2).
- [4] Newcombe K, Kalina J D, Aston A. R. The metabolism of a city: the case of HongKong[J]. Ambio 1978(7): 3-15.

- [5] 徐剑,张天柱,石磊等:贵阳市物质流分析[J].清华大学学报(自然科学版),2004(12): 1688-1691.
- [6] 魏婷,朱晓东.厦门市生态经济系统物质流分析[J].生态学报,2009(7): 3800-3810.
- [7] European communities Economy-wide material flow accounts and derived indicators A methodological guide [M]. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2001: 15-44.
- [8] 上海市统计局.上海市统计年鉴(1990-2004)[Z].北京:中国统计出版社.
- [9] 上海市统计局.上海市工业能源交通统计年鉴(2002-2004)[Z].上海:上海市统计局,2004.
- [10] 上海市水务局.上海市水务年鉴(2002-2003)[Z]. <http://www.shanghaiwater.gov.cn/swsj/default.asp>.
- [11] 蒋应时.上海市循环经济发展报告(2005)[M].上海:上海人民出版社,2005: 1-500.
- [12] 李良园.上海市循环经济研究[M].上海:上海交通大学出版社,2004: 40-80.
- [13] Adriaanse A, et al. Resource flows: the material basis of industrial economies [M]. Washington, DC: World Resources Institute, 1997: 50-150.
- [14] Matthews E, et al. The Weight of Nations - Material outflows from Industrial Economies [M]. Washington, DC: World Resources Institute, 2000: 1-25.
- [15] John Barrett, Harry Vallack, Andrew Jones and Gary Haq. A Material Flow Analysis and Ecological Footprint of York: Technical Report [R]. the Stockholm Environment Institute, 2002. <http://www.sei.se/>.
- [16] 陈效述,赵婷婷,郭玉泉,等.中国经济系统的物质输入与输出分析[J].北京大学学报(自然科学版),2003(4): 538-547.

Material Flow Analysis of Shanghai City

HUANG Xiao-fen

(Shanghai Academy of Development & Reform, Shanghai 20032, China)

Abstract The material flow theory and methodology based on the Eurostat guidelines have been applied to analyze quantitative characteristics of the total material requirement (TMR), the material intensity and the material productivity in the city of Shanghai from 1990 to 2003. The conclusions reveal that the big total material requirement and direct material input brings huge pressure on the environment on the city of Shanghai. At the same time the efficiency of the resource utilization in Shanghai is lower than developed country. Taking the present material productivity of Shanghai as the start point, we propose a mid and long term strategic goal in connection with the four-fold and the ten-fold increase in resource efficiency for 2025 and 2050, respectively.

Key words material flow analysis; total material requirement; material intensity; material productivity; Shanghai city