

# 太湖流域制造业结构变化对水环境 演变的影响分析 ——以苏锡常地区为例\*

谢红彬 陈 雯

(中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008)

**提 要** 改革开放以来,太湖流域社会经济发展非常迅速,经济结构变动剧烈,相应水环境质量也发生了明显的改变.本文首先分析了太湖流域制造业的变化过程,并讨论了制造业总量及结构变化与废水排放之间的相互关系.着重讨论了重点污染行业结构变化与废水排放变化的对应关系,并提出了太湖流域水环境保护对策,以及今后的研究方向.

**关键词** 太湖流域 制造业结构 工业废水排放

**分类号** X524

## 1 太湖流域水污染现状及趋势

太湖流域水质在 50 年代除苏州河外,基本没有污染.60 年代初上海黄浦江水质开始恶化,出现黑臭.到 80 年代中期,太湖流域的主要纳污河道,即大运河各城市段已相继出现黑臭,太湖水域也有 1% 的水面受到轻度污染.到了 90 年代,江苏段的运河河道水质 90% 为 V 类水或劣于 V 类水,浙江段的运河河道 100% 为 V 类水<sup>[1]</sup>.太湖作为本流域的开放型水体,接纳一些大河携带了苏、锡、常、湖四个市大量的工农业废水和生活污水入湖.随着太湖地区人口的增加和经济的发展,太湖受到了越来越严重的污染.水中溶解氧在减少,化学耗氧量和氨氮在增加,富营养化急速发展.近年来的研究表明,太湖是有机物和营养物污染型湖泊,由各种途径进入湖体的污染物有 26 种,影响太湖水质的主要污染物为氮(凯氏氮)、磷和高锰酸钾指数(COD<sub>Mn</sub>),主要来自环湖河道,其含量在不断增加.自 60 年代起,水质约每 10 年增加一个级别.按国家地面水环境质量标准(GB3838-88),太湖 60 年代属 I-Ⅱ 水体,70 年代发展至Ⅱ类,80 年代初平均为Ⅱ-Ⅲ类,80 年代末则全面进入Ⅲ类,局部Ⅳ和Ⅴ类,90 年代中期平均已达Ⅳ类,三分之一湖区为Ⅴ类<sup>[2]</sup>.

## 2 太湖流域制造业结构演变过程分析

虽然整个太湖流域的制造业的产值比重在下降,但仍占 GDP 的最大比重.以苏锡常地区为例,制造业占 GDP 很大比重的主要原因是,改革开放以后,苏锡常是我国制造业投资大规模

\* 中科院区域发展前期研究项目(区域Ⅳ-9905)、中国科学院创新项目(KZCX2-307)和(CXNIGLAS-A02-09)的阶段研究成果.

收稿日期 2001-08-08 收到修改稿日期 2002-01-11. 谢红彬,女,1966 年生,在读博士生.

涌入地区,从 80 年代开始,乡村工业得到了大力发展,工业产值逐步上升.80 年代中期,乡镇工业已形成“三分天下有其一”的局面.90 年代浦东开发开放以后,外向型经济迅速发展,使本区向全球的制造业基地方向发展,极大地强化了本区制造业基地的地位.

从制造业内部结构变化看,在工业化准备期(1949-1965 年),工业内部结构朝着重工业化的方向发展,优先发展重工业的倾向十分明显.到工业化初期阶段(1966-1978 年),工业结构继续向重工业倾斜,到 1978 年时,轻重工业的比例几乎达到平分秋色的地步.工业化中期(1979-1998 年),太湖流域工业经济持续快速发展,考虑到轻工业加工的主要原料丰富和市场需求的实际情况,优先发展轻纺工业.1979-1983 年,对轻工业投资比例的提高,极大促使了轻纺工业的快速发展,但同时又使能源、原材料等基础工业发展滞后,从而成为“瓶颈”,由此开始调整重工业的发展方向.随着国家建设重点由内地转向沿海地区,本区新建了一些大的石油化工项目.进入 90 年代,由于优先发展重化工业,着力培育和振兴机械、电子、石油化工、汽车制造等新兴优势产业,使得电子及通讯设备制造业、化学原料及制品制造业,交通运输设备制造业比重在上升,纺织行业比重在下降(表 1).这种工业结构的变化对太湖流域水环境的演变造成一定的影响.

表 1 苏锡常制造业支柱行业的变化<sup>1)</sup>

Tab.1 Variation of support manufactory industries(100 million yuan, %)

| 行业           |            | 1999 年 | 1995 年 | 1990 年 |
|--------------|------------|--------|--------|--------|
| 纺织           | 产值         | 643.45 | 546.56 | 273.63 |
|              | 占工业产值比重(%) | 15.10  | 16.56  | 21.32  |
| 电子及通信设备制造业   | 产值         | 422.14 | 107.03 | 55.84  |
|              | 占工业产值比重(%) | 9.90   | 3.24   | 4.35   |
| 化学原料及制品制造业   | 产值         | 370.55 | 178.84 | 80.67  |
|              | 占工业产值比重(%) | 8.70   | 5.42   | 6.29   |
| 普通机械制造业      | 产值         | 308.77 | 168.12 | 130.46 |
|              | 占工业产值比重(%) | 7.30   | 5.09   | 10.16  |
| 电气机械及器材制造业   | 产值         | 303.94 | 180.73 | 65.15  |
|              | 占工业产值比重(%) | 7.20   | 5.48   | 5.08   |
| 黑色金属冶炼及压延业   | 产值         | 237.95 | 181.78 | 56.06  |
|              | 占工业产值比重(%) | 5.60   | 5.51   | 4.37   |
| 服装及其他纤维制品制造业 | 产值         | 207.44 | 133.12 |        |
|              | 占工业产值比重(%) | 4.90   | 4.03   |        |
| 金属制品业        | 产值         | 175.14 | 105.79 | 33.99  |
|              | 占工业产值比重(%) | 4.10   | 3.21   | 2.65   |
| 交通运输设备制造业    | 产值         | 174.76 | 104.37 | 16.11  |
|              | 占工业产值比重(%) | 4.10   | 3.16   | 1.26   |
| 专用设备制造业      | 产值         | 159.53 | 132.33 |        |
|              | 占工业产值比重(%) | 3.08   | 4.01   |        |

1) 统计数字为全部国有及规模以上非国有企业数字

### 3 太湖流域制造业发展与水污染排放对应关系探讨

#### 3.1 制造业的总量与水污染的关系

经济增长以资源的高消耗和废物的高排放对环境产生巨大压力.从太湖水体的 TP 和  $COD_{Mn}$  的变化来看,两者与 GDP 的增长和三次产业的增加值变化具有高度相关性(见表 2).

这只能表明随着经济增长,污染仍在增加.那么污染增长的主要贡献者是哪一方面?要考证这一点,还须从制造业总量变化入手.

制造业对水污染的影响首先体现在制造业的总量增长上.总量增长必然导致污染排放量的增加和水质的恶化.同时,由于技术进步和行业结构调整,特别是污染性行业规模减少,治理手段的提高,工业污水排放量也会减少.

从苏锡常地区 1990-2000 年工业废水排放量与工业总产值的变化趋势看(图 1),在不同的时期两者变化规律不同.1990-1992 年,随着工业总产值的增加,工业废水排放量大幅度增加,其中很重要的原因在于邓小平第二次南巡后出现的经济开发热,特别是以浦东为龙头建设的呼声高涨,各地依托港口大力发展港口型重化学工业,污染随之上升.

表 2 太湖流域三次产业与太湖水体水污染的相关系数

Tab.2 The correlativity between the three industries and water pollution in Taihu Lake basin

| 相关系数 | TN    | TP    | COD <sub>Mn</sub> |
|------|-------|-------|-------------------|
| GDP  | 0.532 | 0.943 | 0.932             |
| 第一产业 | 0.579 | 0.969 | 0.942             |
| 第二产业 | 0.536 | 0.952 | 0.925             |
| 第三产业 | 0.519 | 0.924 | 0.914             |

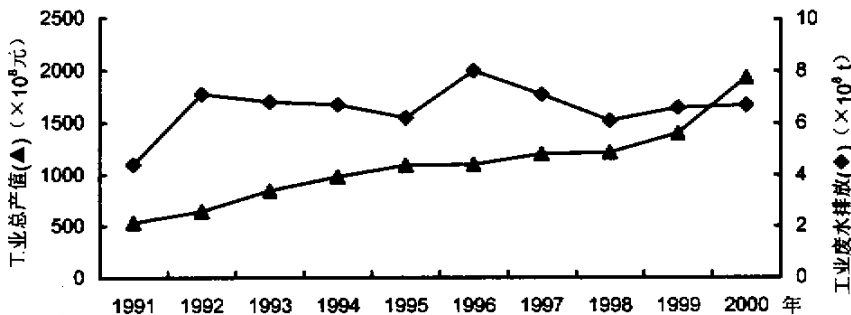


图 1 1990-2000 年苏锡常地区工业总产值与工业废水排放的变动趋势图<sup>①</sup>

Fig.1 Variation of industry product and pollution in Taihu Lake basin in 1990-2000

1992-1995 年,随着乡镇工业结构的调整,原有的电镀、印染、造纸等污染严重的行业压缩规模,尽管工业生产总产值在增加,但是工业废水排放量在相对减少.1996 年的工业废水排放量出现反弹,表明经济增长与污染增加的联系没有切断,工业废水排放问题没有得到根本解决.到 1998 年前后,虽然工业总产值在增加,但是工业废水排放量急剧减少.此后,工业废水排放基本持平,并没有随工业生产规模的大幅度扩张而急剧增加.这是因为从 1998 年起,政府采取了一些强制措施,开展工业废水达标排放,并在太湖流域实行了“零点行动”计划.除关停并转了“十五小”企业外,同时还加大了技术工艺改造和升级的力度,加强企业技术管理,转变粗放的工业经济增长方式,降低排污系数,从而工业废水排放得到了相应的控制.

### 3.2 制造业内部结构与水污染

太湖流域的工业结构还是以传统产业为主,纺织、化工、机电、食品、医药等还是该地区的

优势产业和支柱产业,其工业总产值要占到 80% 以上,结构性污染矛盾仍十分突出。据调查资料<sup>①</sup>表明:1997 年太湖流域工业重点污染源废水排放量中,化工行业最多,占重点源的 37.27%,造纸行业位居第二,占重点源的 10.12%;纺织行业占重点源的 9.38%;医药行业占重点源的 6.81%;食品饮料占重点源的 5.02%;制革行业占 0.93%。

从表 3 看出,万元产值废水量具有明显的行业特征,各行业间万元产值废水量差异很大,万元产值废水排放量最高的是电气行业和造纸行业,而机械电子、医药、制革、纺织行业的万元产值废水排放量相对较低。实现了工业达标排放的 1998 年前后,太湖流域产业结构发生了很大变化,主要是对污染严重的行业结构进行调整。1997—2000 年,纺织工业所占全流域主要行业的产值比重由 19.2% 下降到 12.4%,年均下降速度为 13.6%;皮革制造行业产值比重年均下降速度为 36.8%。巧合的是,这两个行业的排污系数变化相对较小,达标排放率的年均变化幅度又比较大,说明这种变化正是 1998 年对产业结构调整、关停污染小企业和对重点污染企业实行限期达标的结果。

从污染排放量的结构变化看,1997—2000 年,随着产值比重的下降,食品工业、黑色金属冶炼业、石油加工、化纤工业、皮革制造、非金属的污染排放量所占主要行业污染总排放量的比重随之下降。产值比重下降率与工业废水排放比重下降率成正相关,相关系数为 0.945。相反,纺织业、造纸、医药、电气供应等重污染行业的产业结构变化与废水排放结构变化呈反相关。一方面,纺织、医药产值比重在下降,而其废水排放比重在上升。另一方面,造纸行业、机电行业产值比重在上升,但工业废水排放比重在下降。这是因为加大造纸行业的污染治理力度,万元产值废水排放量从 1997 年的 745.04t/万元降低为 2000 年的 182t/万元,降低了 3.09 倍(表 4)即使产值增加,排放总量由 1997 年的  $16411.52 \times 10^4 \text{t}$  降低为 2000 年的  $14292.23 \times 10^4 \text{t}$ ,降低了  $2119.29 \times 10^4 \text{t}$ 。机电行业虽然产值比重与绝对值都在增加,但是万元产值排污量在减少,所以废水排放比重与绝对量都在下降。

从表 3 的排污弹性系数变化看,医药、皮革、纺织、电气供应行业的值较大,而且为正值,高于全行业平均水平 -0.14。这几个行业的产值稍有增加,都会引起污染排放量的大幅度增加。说明污染排放对结构变动非常敏感。相反,石油加工、黑色金属、食品工业排放弹性系数为负值,产值比重年均递增,并没有引起污染排放速率的增加,反而有所降低。说明此类行业污染排放对产业结构变化不敏感。

从表 3 的污染排放系数变化看,皮革、化工、黑色金属、电气供应行业最大,说明此类属于重污染行业。从排污系数的变化看,1997—2000 年,造纸、机械电子、食品的排污系数降低幅度较大,分别为 37.48%、30.58%、24.4%,说明政府对这些行业的工艺设备技术改造和综合治理力度较大,效果明显。相反,医药、纺织、皮革和电气供应的排污系数降低速度慢,说明这类行业技术改造和污染治理难度较大,效果不明显。

从表 3 的达标排放率的变化看,造纸、皮革、纺织行业名列全行业前三位。达标排放率的增加速率分别为 70.2%、44.26% 和 25.52%,远高于全行业平均 12.02% 的水平,说明这几个行业达标排放效果明显,但原因不同。造纸业达标排放率高增的原因主要是技术改造的力度大,从表 3 分析看,造纸业的排放系数年均降低幅度大,高达 37.48%,但行业产值比重在增加,增

① 太湖流域污染调查与污染负荷分析(内部资料)

表 3 1997-2000 年太湖流域各重点污染源行业结构变化与废水排放变化的对应关系\*

Tab. 3 The correlative relationship between variation of industry structure and waste water drainage

| 行业   | 达标排放率的<br>年均变化(%) | 排污弹性系数 | 排污系数<br>年均变化(%) | 行业结构<br>年均变化(%) | 废水排放结构<br>年均变化(%) |
|------|-------------------|--------|-----------------|-----------------|-------------------|
| 食品工业 | 19.72             | -0.54  | -24.4           | -2.25           | -7.9              |
| 纺织工业 | 25.54             | 0.566  | -2.03           | -13.6           | 5.28              |
| 皮革制造 | 44.26             | 1.175  | -1.16           | -36.8           | -25.5             |
| 造纸业  | 70.27             | -0.08  | -37.48          | 25.8            | -2.17             |
| 石油加工 | 3.79              | -0.52  | -16.18          | -8.04           | -3.75             |
| 化工工业 | 10.75             | -0.11  | -19.96          | 0.59            | 0.01              |
| 医药工业 | 14.56             | 0.6    | -4.25           | -7.81           | 9.8               |
| 化纤工业 | 13.42             | -0.18  | -18.26          | -2.27           | -1.04             |
| 非金属  | 10.75             | -0.21  | -17.26          | -4.33           | -0.94             |
| 黑色金属 | 4.11              | -0.37  | -19.45          | -4.09           | -3.80             |
| 机械电子 | 5.79              | -0.25  | -30.58          | 9.94            | -6.05             |
| 电气供应 | 5.45              | 0.24   | -8.73           | -6.91           | 5.61              |
| 全行业  | 12.02             | -0.14  | -19.51          |                 |                   |

\* 资料来源:江苏省环境保护统计资料(1996-2000)。

表 4 1996-2000 年太湖流域工业重点污染行业废水排放系数\* 单位:t/万元

Tab. 4 Industrial effluent coefficient of main polluting industries in Taihu basin, 1996-2000

|      | 1996 | 1997   | 1998 | 1999   | 2000 |
|------|------|--------|------|--------|------|
| 食品加工 |      | 67.12  | 65   | 50.84  | 29   |
| 纺织业  | 57   | 48.92  | 50   | 51.59  | 46   |
| 皮革制造 | 51   | 37.52  | 40   | 34.73  | 32   |
| 造纸业  | 716  | 745.04 | 565  | 271.2  | 182  |
| 石油加工 | 63   | 52.65  | 62   | 40.02  | 31   |
| 化工制造 | 349  | 212.6  | 199  | 206.84 | 109  |
| 医药制造 | 46   | 46.72  | 52   | 57.86  | 41   |
| 化纤制造 | 15   | 43.96  | 32   | 20.46  | 24   |
| 非金属  | 53   | 24.72  | 38   | 28.76  | 14   |
| 黑色金属 | 321  | 158.87 | 182  | 150.16 | 83   |
| 机械电子 | 13   | 14.95  | 11   | 8.83   | 5    |
| 电气供应 | 841  | 373.66 | 436  | 355.29 | 284  |

\* 太湖流域污染源调查与污染负荷分析(内部资料)。

幅为 25.8%,说明造纸业并非通过压缩行业规模而是通过技术改造或进口纸浆来降低污染排放的。纺织、皮革的排污系数降幅小,分别仅为 2.03%、1.16%,但是行业产值比重递减速度快,居全行业之首,分别为 -13.6% 和 -36.8%。说明这两个行业结构调整力度大,主要是通过产业结构调整来降低污染的。石油加工、机电、黑色金属、电气供应的达标排放率的变化相对较小,达标排放的效果不明显。机电行业的排放系数递减速度快,但是产业比重在高增,两者相互抵消,所以达标排放的效果不明显。

## 4 对策与建议

### 4.1 调整产业结构,推行清洁生产工艺,促进环保产业的发展

以产业结构调整为机遇,消除结构性污染矛盾,继续清理、整顿“十五小”企业,并借此促进企业资产重组,向规模化、集团化方向发展,向工业小区和开发区集中,大力推进清洁生产技术,清洁生产的成本往往要比“末端处理”的成本低,把投资重点转移到规模效益好、技术含量高、市场占有率高的清洁行业,并通过市场竞争,加速小、零、散等污染企业逐步萎缩,引导产业结构走向良性循环。

### 4.2 继续完善现行工业的排污收费制度,提高排污收费标准

太湖流域通过十多年来排污收费制度的实施,对治理污染、改善环境起到了重要的作用。但是,排污收费标准低的问题十分突出,许多企业宁可交排污费,不去搞治理,这种较低的收费不能充分刺激排放者改变其行为。为此建议:征收的超标排污费必须始终略高于污染治理成本,对超标排放同种等量污染物,应征收等价排污费,以体现总量控制政策,避免人为冲稀污染物;对同一排污口超标排放多种污染因子,应实行多因子迭加收费;对污染严重的因子,应提高收费标准。

### 4.3 建议

产业结构与水环境相互作用的研究对太湖流域意义重大,但是作用机制非常复杂,目前的研究只能从定性的方面做静态分析,建议今后的研究应从以下几方面展开:

(1)随着太湖流域工业现代化进程的加快,水环境质量发生相应的改变,通过工业现代化阶段的划分与水环境质量耦合,找出两者之间的互动关系和变化规律,将是今后研究的发展方向。

(2)在研究太湖流域产业结构的演替与水环境的关系时,除了考虑行业结构的变化外,产业空间结构的变化与水环境的演变的关系研究也是今后的研究方向。

(3)研究工业发展与水环境变化的相互关系时,不仅仅只研究制造业结构变化对水环境的影响,还应考虑恶化的水环境所引起的政府、公众、市场压力对制造业结构变化的反作用。

(4)从以定性分析为主转向以定量定性研究相结合为主,目前的产业结构与水环境系统的研究大多以定性描述为主,如何把产业结构变化与水环境之间的关系在定性分析的基础上,加以量化研究是今后研究的发展方向。

## 参 考 文 献

- 1 金相灿,叶春,颜昌宙等.太湖重点污染控制区综合治理方案研究.环境科学研究,1999,12(8)
- 2 范成新.太湖水体生态环境历史演变.湖泊科学,1996,8(4):297-300
- 3 诸敏.太湖水质变化趋势及其保护对策.湖泊科学,1996,8(2):133-138
- 4 杨桂山,杨彪.长江三角洲各类开发区发展态势与差异分析.长江流域资源与环境,1996,5(8):139-197
- 5 虞孝感.长江产业带的建设与发展研究.科学出版社,1997.175-180
- 6 中国科学院南京地理与湖泊研究所.太湖流域水土资源及农业发展远景研究.北京:科学出版社,1988.129-137
- 7 方子云.长江流域水环境的主要问题、原因及对策探讨.长江流域资源与环境,1997,8(4):346-349
- 8 韩昌来,毛锐.太湖水系结构特点及功能的变化.湖泊科学,1997,8(4):303-305

# Impacts of Change of Industrial Structure on the Water Environment in Taihu Basin : A Case Study of Suzhou-Wuxi-Changzhou District

XIE Hongbin      CHEN Wen

(*Nanjing Institute of Geography and Limnology , Chinese Academy of Sciences , Nanjing 210008 , P. R. China* )

## Abstract

Since the reforming and opening-up of China in 1980s , Taihu basin has witnessed great progress in social-economic development and economic restructuring as well as the deterioration of water environment. The paper focuses on the change of manufacturing structure and its impacts on the water environment in the Suzhou-Wuxi-Changzhou District. It is showed that there exists certain relationship between the change of industrial structure and TP and COD in Taihu Lake , especially the manufacturing structure change in the past 20 years. It is urgent to make adjustments to industry structure and reform pattern of economic development to protect water environment in Taihu Lake basin. The paper also gives some suggestions about the studying on the relationship between industry structure and water environment in the future.

**Key Words** Taihu Basin , structure of manufacturing , industrial effluent