

工业化过程的差异对 太湖流域水环境质量的影晌^{*} ——以无锡市和湖州市为例

谢红彬¹ 燕乃玲² 虞孝感²

(1: 福建师范大学地理学院, 福州 350007; 2: 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008)

提 要 通过对太湖流域处于工业化不同发展阶段的两个城市进行对比, 揭示了工业化与工业废水排放之间的关系. 分析表明: 工业化发展阶段不同, 所对应的经济规模和产业结构不同, 导致其工业废水排放量与水环境质量不同. 目前, 无锡市处于工业化的中后期阶段, 虽然其工业废水排放水平随人均收入增加在逐渐减少, 但是无锡市的水环境污染状况依然严重; 湖州市处于工业化加速上升阶段, 虽然其工业废水排放水平随人均收入的增加而逐步增加, 但是湖州市水环境污染相对较轻. 这是因为水环境质量不仅受工业污染源的影响, 还受生活污染和农业面源污染的影响, 同时还受当地水环境容量的制约.

关键词 工业化 产业结构 工业废水排放量 水环境质量

分类号 X703

工业化是我国现代化进程中不可避免的过程, 而恰恰在这一阶段, 经济与环境的矛盾最为突出. 太湖流域是我国经济最发达、产业最密集的地区之一, 也是我国投资增长和社会发展最具活力的地区之一. 改革开放以来, 随着工业化规模的扩大和乡镇企业的迅速发展, 太湖流域污染问题越来越严重, 出现水质型缺水. 经济发展导致恶化的水环境问题, 成为 20 世纪末太湖流域面临的最严重的挑战之一.

无锡市和湖州市分别处于太湖流域的北部和南部, 两者区位和自然条件都比较好, 有相似的发展历程. 自改革开放以来, 两者的经济发展规模和产业结构差距在不断加大, 从而水环境污染状况也出现一定的差异. 通过两个城市经济发展水平、产业结构、工业化发展阶段和环境污染水平的对比分析, 可以说明工业化的地域差异对水环境所产生的影响.

1 工业化过程比较

1.1 经济规模比较

自改革开放以来, 无锡市与湖州市的经济发展水平差距在不断加大. 1978 年无锡市的 GDP、人均 GDP、工业生产总产值分别为 24.9 亿元、682.6 元、65.4 亿元, 分别是湖州市的 2.8 倍、1.7 倍和 8.7 倍. 到 2000 年, 无锡市的 GDP 和人均 GDP 和工业总产值分别达到了

^{*} 中国科学院知识创新项目(KZCX2-311)和国家自然科学基金项目(40371031)联合资助.

2003-08-28 收稿; 2003-10-31 收修改稿. 谢红彬, 女, 1966 生, 博士, 副教授, E-mail: xiehongbin933@sina.com.

1200 亿元、27615.6 元和 2853.5 亿元,分别是湖州市的 3.2 倍、1.9 倍、8.02 倍(表 1).

湖州市与无锡市经济发展差距的扩大主要发生在这两个阶段:1979-1985 年和 1991-1995 年.差距产生的直接原因是:无锡市抓住改革开放的机遇,大力发展乡镇企业和外向型经济,进而实现经济的高速增长.1982-1985 年随着农村经济体制的改革深入,无锡市乡镇企业快速发展,乡村工业产值的比重由 1980 年的 26.6% 提高到 1985 年的 50.1%,增加了 23.5 个百分点,同期湖州市的乡村工业产值比重由 21.8% 提高到 33.9%,仅增长 12.1 个百分点.20 世纪 90 年代以后,自邓小平南巡讲话和浦东开发开放以来,无锡市乡镇企业又进入了一个高速发展时期,乡村工业产值比重由 1990 年的 60.2% 增至 1995 年的 77.9%^[1,2].相反,湖州市乡村工业产值比重则由 1988 年的 46.7% 降至 1995 年的 39.9%.

20 世纪 90 年代以来无锡市外向型经济发展迅速,“三资”企业迅速崛起,成为新的增长点.1991-1995 年无锡实际利用外资 28.8 亿美元(湖州市仅 1.69 亿美元),外商投资一般集中于制造业,而制造业又主要集中在加工工业,从而加快了无锡市工业结构的高加工度化进程.1995 年以后,湖州市的经济增长速度逐渐赶上了无锡市,但两市的增长速度远不如 1995 年以前.主要是无锡市乡镇工业和外商投资出现负增长,而湖州市的外商投资以 5% 的速度递增,主要是抓住了外需回升和国家鼓励出口的机遇,通过结构调整扩大对外贸易,从而带动湖州市整个经济的发展.

表 1 湖州市与无锡市经济发展水平比较
Tab. 1 Comparison of economic development between Huzhou and Wuxi

	无 锡					湖 州				
	1978	1985	1990	1995	2000	1978	1985	1990	1995	2000
GDP (亿元)	24.9	79.9	160.4	761	1200	8.9	24.8	55	227.3	377.9
人均 GDP (元/人)	682.6	2042.5	3840.9	17734	27615.6	402	1072	2247	9028	14794
工业总产值 (亿元)	65.4	228.4	2180.5	1656.3	2853.5	7.54	27.24	75.96	444.7	355.75

* 资料来源:湖州市与无锡市统计年鉴(1990-2000).

1.2 产业结构比较

1.2.1 三次产业结构演进 改革开放以来,无锡市和湖州市的经济都不同程度地实现了持续快速增长.与此同时,产业结构也得到了较大的改善(表 2).

从第一产业看,湖州市的第一产业产值占 GDP 的比重要远远高于无锡市.1978-2000 年,两个城市的第一产业比重都有大幅度下降,无锡市下降了 10.3 个百分点,湖州市下降了 31.3 个百分点.从第二产业看,无锡市第二产业产值占 GDP 的比重要远远高于湖州市.20 世纪 70-80 年代无锡市第二产业的比重迅速提高,1985 年达到 70% 以上,主要得益于无锡市的乡镇工业发展,随后开始出现稳中有降.湖州市第二产业比重从 20 世纪 80 年代以来一直保持平稳增长.从第三产业看,无锡市的第三产业产值占 GDP 的比重要远远高于湖州市.1978-2000 年两个城市第三产业比重都有较大幅度的提高,但是 20 世纪 90 年代以来,无锡市第三产业的比重增长幅度远远高于湖州市.

总体来讲,无锡市的三次产业结构升级速度要快于湖州市,主要是由于无锡市第一产业比重在迅速下降,而第三产业比重迅速上升.从三次产业结构的变化来判断,无锡市处于工业化的中后期阶段.湖州市的第二产业比重持续稳步上升、第一产业比重稳步下降、第三产业比重缓慢增加,基本判断处于工业化中期阶段^[3].

1.2.2 工业发展和工业内部结构变化 1978-2000 年,无锡市工业年平均增长速度达到 18.2%.按不变价计算,2000 年的工业总产值是 1978 年的 39.6 倍,工业的快速增长有力地支持了 GDP 年均 11.8% 的增长速度.20 世纪 90 年代以前,消费需求增长速度加快,工业内部结构以轻工业为主.20 世纪 90 年代以后,随着产业结构的不断升级,工业内部结构也发生了变化,重工业比重在上升,化工行业等得到较快发展,进入了重化工业为特征的工业化加速发展时期(见表 2),这一阶段,消费需求增长速度减缓,对经济增长的贡献下降,而以投资需求为主要拉动力,相应地,重工业的比重超过轻工业.从整体过程来看,无锡市的工业化过程由轻工业逐渐向重化工业、资金技术密集型产业过渡.

表 2 1978 年以来无锡市和湖州市主要年份产业结构和工业内部结构比较*

Tab. 2 Comparison of industrial structure and industrial sectors between Wuxi and Huzhou since 1978

年份	产业结构		工业内部结构(轻:重)	
	无锡市	湖州市	无锡市	湖州市
1978	14.3:68.3:17.4	45.1:36.3:18.6	54.4:45.6	
1980	12.3:70.5:17.2	40.2:40.2:19.6	58.3:41.7	
1985	13.2:70.1:16.7	33.3:44.5:22.2	53.5:46.5	
1990	10.9:67.1:22.0	34.3:43.9:21.8	51.1:48.9	66.9:33.1
1995	5.3:59.1:35.1	18.9:53.9:27.2	45.7:54.3	66.2:33.8
1996	5.2:59.1:35.8	17.4:55.4:27.2	44.9:55.1	68.9:31.1
1997	5.0:58.2:36.8	16.6:56.2:27.2	46.7:53.3	72.3:27.7
1998	4.4:57.9:37.7	15.4:56.6:28.0	44.1:55.9	
1999	4.2:57.6:38.2	14.6:56.6:28.8	43.8:56.2	
2000	4.0:56.9:39.1	13.8:56.5:29.7	40.4:59.6	56.8:43.2

* 资料来源:无锡市与湖州市统计年鉴(1990-2000).

湖州市的工业内部结构表现为轻工业占主要地位.轻工业比重明显高于同期的无锡市,主要是工业消费品如纺织印染、食品饮料、造纸工业所占比重大,而工业生产资料等行业所占比重较小.轻工业中以农产品为原料的工业产值比重占 85% 以上.

1.2.3 制造业结构的变化 从 20 世纪 90 年代以来无锡市制造业结构变化较大,1990-2000 年,化工行业的产值比重在不断上升,从 7% 上升到 10.13%.纺织、机械等支柱行业所占的产值比重有不断下降趋势.纺织行业的产值比重从 24.2% 下降到 16.27%,机械行业的产值比重从 14.0% 下降到 8.97%.湖州市的纺织、食品、非金属、电气机械、化工行业等是其主导行业.20 世纪 90 年代以来纺织行业产值比重下降幅度较大,从 40.5% 下降到 28.1%,但还处于行业主导地位.电气机械行业产值比重上升幅度较大,从 1990 年的 4.3% 上升到 2000 年的 11.2%;同期医药行业的产值比重上升了近 6 倍.

从无锡市与湖州市制造业结构变化比较可以看出(表 3),20 世纪 90 年代以来,纺织行

业一直是这两个城市的主导行业。湖州市的电气机械行业在工业结构中的位次上升，食品饮料行业位次下降。无锡市的化工和电子行业位次上升，机械行业的位次在下降。说明无锡市工业结构从劳动密集型向资金和技术密集型转移的过程要比湖州市快，即无锡市的工业化进程要领先于湖州市。

表 3 无锡市与湖州市制造业结构变化排序比较*

Tab. 3 Comparison of industrial structure order between Wuxi and Huzhou									
	排序	1	2	3	4	5	6	7	8
无锡市	1990 年	纺织	机械	钢铁	化工	电气	电子	建材	金属制品
	2000 年	纺织	化工	钢铁	机械	电子	电气	交通设备	金属制品
湖州市	1990 年	纺织	食品	非金属	电气	化工	金属制品	服装	造纸
	2000 年	纺织	电气	非金属	食品	医药	电力	化工	金属制品

* 资料来源：无锡市和湖州市统计年鉴(1990 - 2000)。

2 污染水平比较

2.1 工业废水排放比较

由于无锡市和湖州市的经济发展规模、工业化发展阶段和工业内部结构不同，导致两个城市的工业废水排放水平不同，加上其环境容量不同，从而形成水环境质量的差异。

这里主要选用工业万元产值排污量和单位面积工业排污强度两个指标对两个城市进行污染水平的总体比较。万元产值排污量是一个综合反映污染水平的指标，它与产业结构、技术进步和管理水平有关。单位面积的排污强度可以大致反映区域工业排污水平，也可以反映区域在相同自然环境背景下水环境容量的大小。

从表 4 可以看出，20 世纪 90 年代以来，无锡市的工业污染总体水平趋于下降。90 年代初期，无锡市的工业万元产值排污量、单位面积的排污强度、单位面积工业总产值都高于湖州市数倍，说明此时无锡市的工业发展与工业污染同步。到 20 世纪 90 年代末期，无锡市万元产值排污系数大幅度下降，从 1993 年的 64.71t/万元下降到 2000 年的 6.27t/万元，下降了近 10 倍，单位面积的工业产出上升了近 6 倍，单位面积的排污强度下降了近 1 倍，说明工业废水排放与工业发展的内在联系在逐步减弱。

随着工业的发展，湖州市的万元产值排污系数也在下降，但是下降的幅度远远小于无锡市。单位面积的排污强度随着工业的发展仍然在上升，表明工业发展与污水排放依然同步。

从单位面积的排污强度来看，1993 - 2000 年无锡市的单位面积排污强度虽然一直在下降，但始终高于湖州市，一是说明无锡市工业污染虽然得到了控制，但是工业污染治理的任务还很艰巨。二是无锡市的单位面积的排污强度是湖州市的 3 - 6 倍，说明无锡市的经济规模比湖州市大，而其环境容量比湖州市小。

2.2 环境库兹涅茨曲线比较

环境库兹涅茨曲线可以表示经济发展水平与环境相互作用的倒“U”型规律^[4]。这里以人均 GDP 代表经济发展水平，以工业废水排放量代表环境质量水平。首先，以无锡市人均 GDP 为自变量 x ，工业废水排放量为因变量 y ，以 $y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_i^2 + \varepsilon_T$ 进行二次曲线回归。结果表明，无锡市人均 GDP 与其工业废水排放之间呈现出类似环境库兹涅茨曲线特

表 4 无锡市与湖州市工业污染水平比较*

Tab. 4 Comparison of industrial pollution between Wuxi and Huzhou

年份		1993	1994	1995	1997	1998	1999	2000
无锡	万元产值排污系数(t/10 ⁴ 元)	64.71	22.12	10.99	12.03	13.00	7.53	6.27
	单位面积排污强度(10 ⁴ t/km ²)	6.48	6.30	4.31	5.70	6.53	4.04	3.85
	单位面积产出效率(10 ⁸ 元/km ²)	0.10	0.28	0.39	0.47	0.50	0.54	0.61
湖州	万元产值排污系数(t/10 ⁴ 元)	33.13	24.09	21.59	36.73	30.00	26.04	26.30
	单位面积排污强度(10 ⁴ t/km ²)	1.20	1.17	0.95	1.66	1.42	1.36	1.52
	单位面积产出效率(10 ⁸ 元/km ²)	0.04	0.05	0.04	0.05	0.05	0.05	0.06

* 资料来源:无锡市与湖州市统计年鉴(1990 - 2000).

征,模型函数曲线呈倒“U”型,并拥有最大值,即转折点. 进一步计算可知,无锡市工业废水排放总量已达到转折点,其转折点在人均 GDP15000 元左右,对应的时间大致在 1994 - 1995 年,即从 1994 - 1995 年起,随着工业化进程加速,工业废水排放量在逐步下降(图 1).

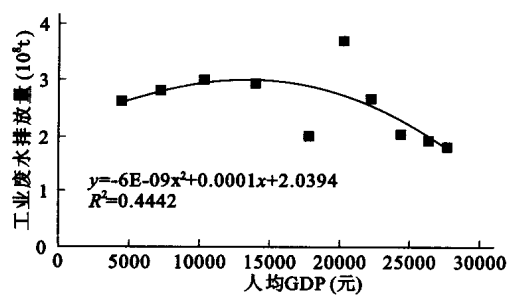


图 1 无锡市人均 GDP 与工业废水排放的演变轨迹
Fig. 1 Locus of variation of GDP per capita and industrial pollution in Wuxi

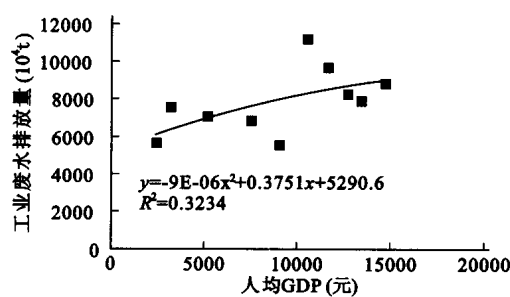


图 2 湖州市人均 GDP 与工业废水排放量的演变轨迹
Fig. 2 Locus of variation of GDP per capita and industrial pollution in Huzhou

类似地,湖州市人均 GDP 与工业废水排放量的相关关系拟合为一个上凸的曲线,目前工业化处于倒“U”型曲线的上升阶段,尚未达到拐点. 预计当人均 GDP 超过 21000 元时,才有可能逼近拐点(目前湖州市人均 GDP 为 14794 元)(图 2).

3 水环境质量比较

2002 年 4 月,我们对环太湖 77 条典型河道进行了水环境质量调查、采样分析与水质综合评价. 对比发现,无锡市大部分河道的水质污染比湖州市严重. 太湖的北部无锡市的主要入湖河道梁溪河总体水质类别为 V 类,属于严重污染,其中溶解氧、高锰酸盐指数、挥发酚为 V 类,BOD₅ 和非离子氨为 IV 类,溶解氧的超标率达 91.7%,总氮为 III 类,氨态氮为劣 V 类. 由于入湖河道梁溪河携带大量的污染物入湖,使得五里湖的水质属于严重污染级,综合污染指数达 2.34. 梅梁湖属于重污染级别,综合污染指数达 1.96. 从污染物的分担率来看,总氮、总磷是五里湖和梅梁湖的主要污染源,高锰酸盐指数和 BOD₅ 次之,溶解氧没有超标. 太湖南部湖州市的入湖河道水质相对较好. 源于浙江天目山的东、西苕溪是流经湖州

市的两条主要河道。两溪源头水质较好,总磷为Ⅰ类水,总氮为Ⅲ类水质,氨态氮为Ⅳ类水质。总体为Ⅰ-Ⅲ类水。流经湖州市后,水质开始都变差,总磷、氮和氨态氮浓度均升高,受污染后成为Ⅳ-Ⅴ类水质。东西苕溪合流后,经稀释扩散作用,基本保持总磷、总氮优于Ⅳ类、氨态氮为Ⅴ类水。过湖州市分汊为70多条娄港,主流向北由小梅口入太湖,小梅口水质基本保持Ⅲ-Ⅳ类水(图3)。

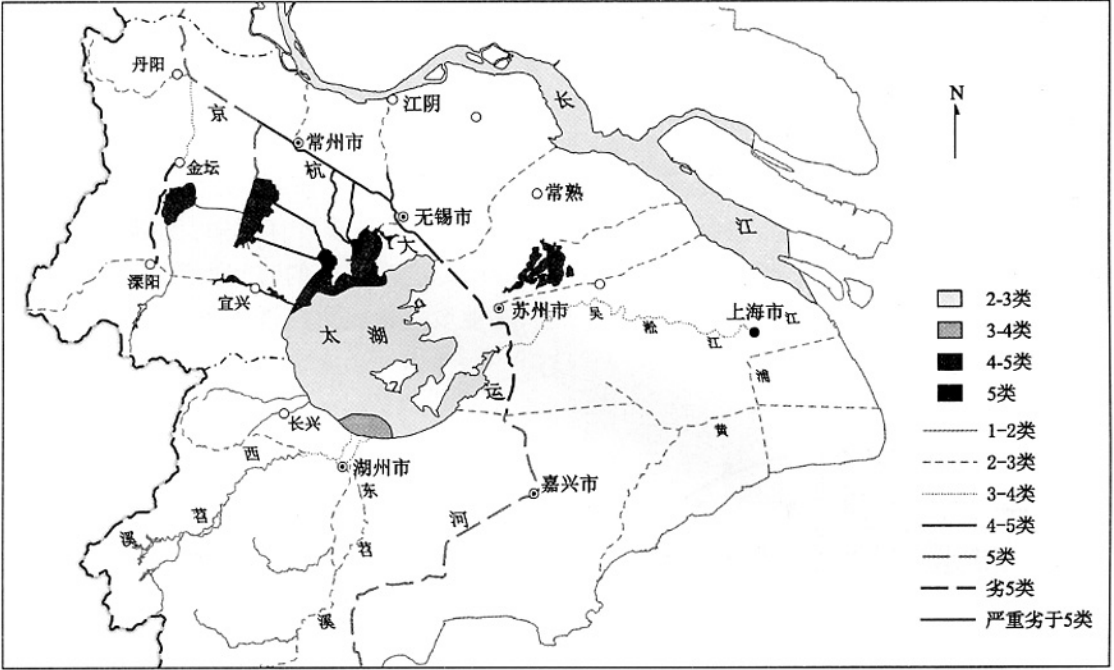


图3 太湖流域水质示意图(2002年)

Fig. 3 Sketch of water quality in Taihu Basin, 2002

4 结论

将两个城市工业化过程、污染排放水平等指标与其相应的水环境质量耦合起来,可以得出以下结论:

(1)从工业化发展的阶段看,无锡市已进入工业化中后期阶段,已跨越了环境库兹涅茨倒“U”型曲线的拐点;而湖州市仍然处于工业化加速上升阶段,还没有跨越拐点。无锡市通过工业结构调整、技术改造、环境政策的实施,其工业废水排放量开始逐步减少,而湖州市工业排放量在继续增加。

(2)无锡市的万元产值排污系数下降的速度快于湖州市,说明无锡市产业结构调整、环境治理和技术改造力度大,治污效果明显。

(3)无锡市的单位面积排污强度大于湖州市。一是说明无锡市工业经济规模大,工业空间分布密度大。相反,湖州市工业经济规模小,工业空间分布密度小。二是说明无锡市水环境容量要小于湖州市。所以尽管无锡市工业废水排放量在减少,但是污染形势依然严峻。

(4)从水环境质量的总体评价看,无锡市的总体水环境质量劣于湖州市。原因是无锡市的主要污染源已经不再是工业污染,而是生活和农村面源污染。湖州市水污染除了生活和

农村面源污染外,主要还是工业污染。但湖州市单位面积的排污强度较小,水环境容量大,所以总体水环境质量相对较好。

总之,区域工业化阶段的差异,对应着不同工业污染排放水平、污染物来源、水环境质量,说明工业化过程地域差异对水环境质量会产生一定的影响。

参 考 文 献

- 1 王合生. 中国发达地区可持续发展研究——以无锡市为例. 中国科学院博士论文, 1998
- 2 虞孝感. 无锡市跨世纪经济发展的制约因素及对策. 城市研究, 1998, 3
- 3 郭克莎. 结构优化与经济发展. 广州: 广东经济出版社, 2001, 65 – 103
- 4 洪 阳. 环境质量与经济增长的库兹涅茨关系探讨. 上海环境科学, 1999, 3
- 5 谢红彬, 陈 雯. 太湖流域制造业结构变化对水环境演变的影响分析. 湖泊科学, 2002, 14(1): 53 – 59
- 6 诸 敏. 太湖流域水质变化趋势及其保护对策. 湖泊科学, 1996, 8(2): 133 – 138
- 7 韩昌来, 毛 锐. 太湖水系结构特点及功能的变化. 湖泊科学, 1997, 9(4): 303 – 305
- 8 范成新. 太湖水体生态环境历史演变. 湖泊科学, 1996, 8(4): 297 – 300
- 9 黄漪平. 太湖水环境及其污染控制. 北京: 科学出版社, 2001: 1 – 30
- 10 朱继业. 太湖地区水资源保护和利用现状与对策. 环境科学, 1998, 11

The Impact of Regional Difference of Industrialization on Water Quality in Taihu Basin: A Case Study on Wuxi and Huzhou

XIE Hongbin¹, YAN Nailing² & YU Xiaogan²

(1: Geography Institute of Fujian Normal University, Fuzhou 350001, P. R. China;

2: Nanjing Institute of Geography & Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, P. R. China)

Abstract

By comparing Wuxi with Huzhou, Taihu Basin, which are on the different stages of industrialization, this paper disclosed the relationship between industrialization and industrial waste drainage. It is showed that different scales of industry and industrial structure lead to different waste drainages. Wuxi is on the late stage of industrialization which industrial waste drainage is decreasing with increase of income per capita while Huzhou is on the accelerating stage of industrialization which industrial waste drainage is increasing with increase of income per capita, but the water pollution in Wuxi is more serious than Huzhou, the reason is that the water quality is affected not only by industrial water drainage, but also by non-point pollution as well as the environmental capacity.

Keywords: Industrialization; industrial structure; industrial waste drainage; water quality; Taihu Basin