

太湖流域水质型缺水问题 and 对策*

朱威

(水利部太湖流域管理局, 上海, 200434)

提 要 在对太湖流域水质状况进行分析的基础上, 指出因水污染造成的水质型缺水问题在太湖流域十分严重, 正常年份流域优质水资源缺水量在 $(20-35) \times 10^8 \text{m}^3$ 之间. 如今后水质型缺水问题长期得不到解决, 有可能影响流域经济社会可持续发展. 针对流域水质型缺水的特点, 提出在加强流域水污染治理同时, 太湖流域宜选择以长江、太湖和山区水库为主要水源地的长期供水格局, 当前要抓紧建设“引江清水通道”, 调引长江优质水资源入太湖. 同时鉴于太湖流域水环境承载能力有限的情况, 建议流域沿江、沿海、沿杭州湾城镇的生活污水在二级处理的前提下, 应实施流域尾水截流外排管道工程.

关键词 太湖流域 水污染 水质型缺水 富营养化

分类号 P343.3

太湖流域位于长江三角洲南缘, 是我国人口最集中、经济最发达、城镇化程度最高的地区之一(图1). 流域总面积 36895 km^2 , 占全国国土面积的 0.4% . 2000年流域总人口 3676万, 占全国人口的 2.8% , 人口密度高达 1000 人/km^2 ; 流域内分布着上海、杭州、苏州、无锡、常州、嘉兴、湖州等大中城市, 城市化率已达 51% ; 2000年国内生产总值为 9941亿元, 占全国的 11.1% .

太湖流域水资源开发程度很高, 流域本地水资源量为 $162 \times 10^8 \text{m}^3$ (其中河川径流量为 $136.7 \times 10^8 \text{ m}^3$), 年均从长江调入水量为 $45 \times 10^8 \text{m}^3$, 但流域 2000年总用水量已达 $293 \times 10^8 \text{m}^3$, 流域耗水量高达 $104 \times 10^8 \text{m}^3$, 流域工业、生活年排放污水量为 $50 \times 10^8 \text{m}^3$, 污径比(污水量与河川径流量之比)为 $1:2.7$. 因此, 在过去 20 多年间太湖流域经济保持高速增长, 工业化水平迅速提高, 城市化速度加快, 人民生活水平提高, 对流域水资源进行了高度开发和利用, 但在开发利用同时, 对水资源保护重视不够, 水污染治理措施尚未跟上, 大量未经处理的城市污水直接入水体, 农田化肥、农药的大量使用以及水产养殖规模的不断扩大, 致使太湖流域河湖水污染状况日趋严重, 江南水乡成为水质型缺水地区^[1,2].

1 太湖流域水质状况

1.1 流域与分区水质

根据 2001 年全流域近 300 个分布比较均匀的监测点的水质监测、评价, 流域内有 84% 的监测点受到不同程度的污染(指 IV 类或劣于 IV 类), 其中劣于 V 类、V 类和 IV 类的监测点分别占流域监测点总数的 50% 、 9% 和 25% (表 1).

* 2002-12-01 收稿; 2003-01-25 收修改稿. 朱威, 男, 1965 年生, 高级工程师.

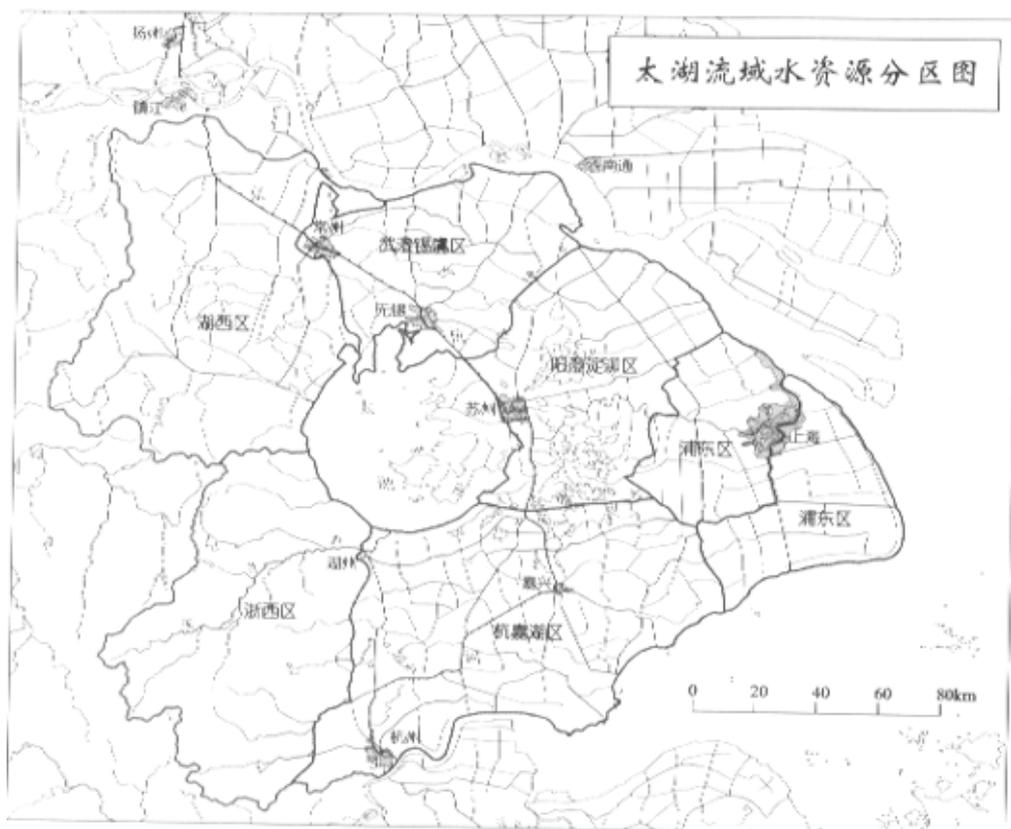


图 1 太湖流域水资源分区图

Fig.1 Division of water resource sub-districts of the Taihu Basin

表 1 太湖流域水资源分区水质污染比例*

Tab.1 Percentage of water quality classification in the Taihu Basin

| 水资源分区 | I类(%) | II类(%) | III类(%) | IV类(%) | V类(%) | 劣于V类(%) | 污染*(%) |
|---------|-------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|
| 湖西区 | 0 | 4.0 | 8.0 | 13.0 | 10.0 | 65.0 | 88.0 |
| 武澄锡虞区 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100.0 | 100.0 |
| 阳澄淀泖区 | 0 | 0 | 10.8 | 32.3 | 10.8 | 46.1 | 89.2 |
| 杭嘉湖区 | 0 | 9.6 | 9.6 | 41.4 | 9.6 | 30.1 | 81.1 |
| 浙西区 | 4.3 | 26.1 | 4.3 | 48.0 | 13.0 | 4.3 | 65.3 |
| 浦东区、浦西区 | 0 | 0 | 0 | 25.0 | 13.6 | 61.4 | 100.0 |
| 全流域 | 0.3 | 6.0 | 9.7 | 25.0 | 9.0 | 50.0 | 84.0 |

* 污染比例总数为劣于III类标准之和.

从流域内各水资源分区的水质状况来看,以武澄锡虞区的水污染最为严重,该区全部水质监测点受到污染,且均劣于V类.浦东区、浦西区污染也很严重,全部水质监测点都受到污染,劣于V类的监测点占区内监测点总数的61%.而上游湖西区的污染也比较严重,该区88%的监测点受到污染,其中劣于V类的比例达65%.水质较好的水资源分区为浙西区,该区仍有35%的水质监测点未受到污染(指III类或优于III类).太湖流域水质污染主要项目为高锰酸盐指数和氨氮.

1.2 河网水质变化趋势

太湖流域河网水质总体上在近 20 年中下降了一个半等级左右,并且水污染范围已经从原来的中心城镇及其附近河流扩散到几乎整个河网。90 年代以来流域河网水质评价的对比情况详见图 2。流域河网水污染变化大致可分成两个阶段:从 1990 年到 1997 年,污染河长占评价总河长的比例总体上呈上升趋势,由 1990 年(全年期)的 56% 增加到 1997 年的 89%;自 1997 年起,国家全面加强了太湖流域水污染治理的力度,兴建了一批城镇污水处理厂,对流域重点工业点源实施了“污水达标排放”行动,因此,1997-2000 年间,评价河长中污染河长比例的上升趋势明显得到遏止,2000 年全年期污染河长比例为 80%。

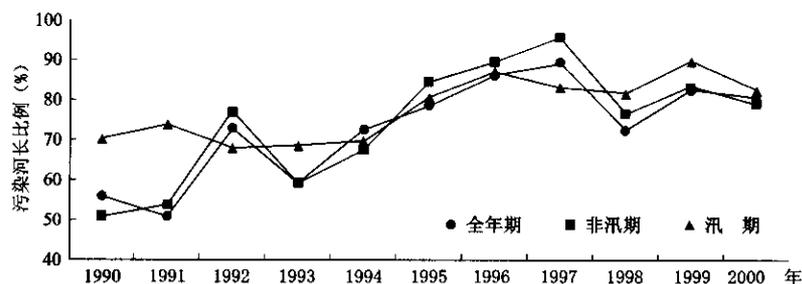


图 2 河网污染河长所占比例变化趋势图

Fig. 2 Percentage of polluted rivers in the Taihu Basin

1.3 太湖水质变化趋势

20 世纪 50-80 年代,太湖水质优异,以 II 类为主,完全符合饮用水源地的要求,水体以中营养-中富营养为主。据记录,1980 年以前,太湖很少有蓝藻大规模暴发现象,更不会形成大面积“水华”^[3,4]。近 20 年来,随着沿湖地区工农业生产的迅速发展和城镇化速度加快,未经处理的城市污水大量入湖,农田化肥、农药的大量使用以及水产养殖规模的不断扩大,致使太湖水污染状况日趋严重。1987 年太湖水质高锰酸盐指数(COD_{Mn})、总磷(TP)、总氮(TN)平均浓度分别为 3.3mg/L、0.029mg/L 和 1.54mg/L,而 2000 年分别上升为 5.28mg/L、0.10mg/L 和 2.54mg/L,分别上升了 60%、248%和 65%。从 20 世纪 80 年代初期至今,太湖水质级别已经下降了两个等级,由原来的 II 类水为主变到以 IV 类水为主。水体营养状态也由 80 年代初期以中营养-中富营养为主,上升到以富营养为主^[5]。2000 年 7 月,太湖蓝藻再次大规模暴发,蓝藻最严重的梅梁湖,藻类数量达到 2.1×10^8 ind./L。梅梁湖、贡湖以及湖西北地区出现大面积“水华”。

太湖污染程度和发展速度之快,已直接影响周边城市的供水和周围地区工农业、旅游业的进一步发展,特别是威胁到沿湖及下游地区人民的饮水安全。太湖水污染问题引起了中国政府的高度重视,被列为中国水污染治理的近期重点“三湖三河项目”之一。

2 太湖流域水质型缺水分析

2.1 对优质水资源的需求分析

1998 年太湖流域总用水量 $288.7 \times 10^8 \text{m}^3$,其中生活用水 $34.1 \times 10^8 \text{m}^3$,占 11.8%,农业用水 $103.3 \times 10^8 \text{m}^3$,占 35.8%,工业用水 $151.3 \times 10^8 \text{m}^3$,占 52.4%。在总用水量 $288.7 \times 10^8 \text{m}^3$ 中,

直接从长江取水的用水量为 $73.8 \times 10^8 \text{m}^3$, 在太湖流域河湖中取水的用水量为 $215 \times 10^8 \text{m}^3$ (表 2)。

表 2 太湖流域各行业用水量*

单位: $\times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$

Tab. 2 Water demand in the Taihu Basin

| 地 区 | 生活用水 | 一般工业 | 火电 | 工业用水 | 农业用水 | 总用水 | 扣除火电的总用水 | 一般工业+生活 |
|-------|------|------|------|------|-------|-------|----------|---------|
| 江 苏 | 6.2 | 9.5 | 26.1 | 35.6 | 48.2 | 90.1 | 64.0 | 15.7 |
| 浙 江 | 5.9 | 9.9 | 4.5 | 14.4 | 36.7 | 57.0 | 52.5 | 15.8 |
| 上 海 | 13.8 | 15.3 | 20.4 | 35.8 | 18.3 | 67.9 | 47.5 | 29.1 |
| 总用水量* | 25.9 | 34.7 | 51.0 | 85.7 | 103.3 | 215.0 | 164.0 | 60.6 |

* 该表统计值为各行业在太湖流域取水的用水量, 不包括在长江的取水量。

现有在太湖流域取水的用水量中, 农业用水为 $103.3 \times 10^8 \text{m}^3$, 该部分不需要集中供水, 在河网中分散取水, 水质要求不高, 一般灌溉用水水质要求为 V 类; 工业用水为 $85.7 \times 10^8 \text{m}^3$, 其中火电用水为 $51 \times 10^8 \text{m}^3$, 主要为望亭电厂、闵行电厂、杨树浦电厂等冷却用水, 该部分用水水质也不高, 一般在附近大水体中取水, 冷却用水耗水量少, 使用后绝大部分退水回到河道, 可以被下游用户继续取用。而一般工业用水为 $34.7 \times 10^8 \text{m}^3$, 该部分用水要求水质较高, 使用后, 形成污水排入水体, 难以为下游用户使用; 生活用水量为 $25.9 \times 10^8 \text{m}^3$, 该部分用水对水源水质要求最高, 必须达到 II-III 类水。生活用水后, 就变为生活污水排出, 如不加处理, 无法给下游再次取用。因此, 目前在流域内取水、对水质要求高(II-III)的用水主要为生活和一般工业用水(将来还会包括环境用水), 用水量为 $60.6 \times 10^8 \text{m}^3$ 。

太湖流域对水资源的需求量将在今后 30 年中继续有所增加, 但优质水资源的需求量增长迅速。从发展前景看, 流域内两省一市目前均已提出了宏伟的发展目标, 例如上海市的目标是成为 21 世纪国际金融、经济、贸易中心之一的国际化大都市; 苏南及浙江杭嘉湖地区的大中城市也都提出建成国际水平的城市。初步预测 2010 年、2020 年和 2030 年的太湖流域总需水量(在 50% 保证率下)将分别达到 $328 \times 10^8 \text{m}^3$ 、 $346 \times 10^8 \text{m}^3$ 和 $359 \times 10^8 \text{m}^3$ 。2010 年, 在流域内取水的生活和一般工业用水总量将达到 $74 \times 10^8 \text{m}^3$, 2020 年达到 $86 \times 10^8 \text{m}^3$, 2030 年达到 $90 \times 10^8 \text{m}^3$, 这部分水量要靠优质水资源来满足^[6]。

2.2 水质型缺水量

据 2001 年全流域水质监测并结合水资源量分析而知, 太湖流域 $137 \times 10^8 \text{m}^3$ 的地表水资源量中, III 类以上的适合于饮用水源和一般工业用水的优质水约占 30%; 适合于电力冷却用水、农业灌溉的 IV-V 类水约占 37%; 不可利用的劣 V 类水约占 33%。太湖流域内 I-III 类地表径流量尚存仅约 $41 \times 10^8 \text{m}^3$ 左右(50% 保证率下), 主要集中在浙西区、太湖区等流域上游地区。据分析, 目前流域内对优质水的需求量约为 $61 \times 10^8 \text{m}^3$ 。从需求来看, 优质水资源需求主要集中在太湖流域下游地区, 而优质水资源则集中在太湖流域上游地区山区水库和太湖湖心区和东部湖区以及太浦河, 从空间上来看, 优质水资源主要分布和主要需求并不一致。

目前流域内 $5 \times 10^4 \text{t}$ 以上水厂共有 26 座, 日取水量 $1403 \times 10^4 \text{t}$, 其中水源地水质合格(即水源水质为 III 类或优于 III 类)的 12 座, 日取水量 $484 \times 10^4 \text{t}$; 水源地水质不合格的有 14 座, 日取水量 $919 \times 10^4 \text{t}$, 占总量的 65%, 由此可见水质型缺水十分严重。在现有条件下, 正常年份太湖流域优质水资源缺水量在 $(20-35) \times 10^8 \text{m}^3$ 之间。今后随着经济发展和人们生活水平提高, 对优质水资源的需求量将增加, 水质型缺水的缺口也会更大。

目前流域因水污染造成的水质型缺水问题最为突出,并引发一系列水资源问题,如水质型缺水长期得不到有效解决,可能会影响流域经济社会的可持续发展。

3 解决流域水质型缺水的对策

要解决水质型缺水问题,关键要加强对污染源的综合治理,改善水网水质,来增加本地优质水资源量;同时,要考虑建设引江清水走廊,将更多长江清水引入太湖的措施。

建议太湖流域在今后 30 年中,供水格局采用三片供水的格局,以长江、太湖和山区水库为太湖流域主要饮水水源地。沿长江地区,包括镇江、常州等城市以及上海市部分地区,以长江为供水水源地,加大在长江的取水能力;太湖上游地区,包括浙西山区和湖西山区和部分城镇(如湖州),以山区七大水库和笕溪为供水水源;太湖下游和环湖地区,包括苏州、无锡等环湖城市,上海的大部分地区,以及淀泖地区、嘉兴地区,以太湖为主要供水水源地。

在流域主要供水水源地长江和太湖之间,要考虑建设“引江清水走廊”,多引长江清水入太湖。近期在“引江济太调水工程”基础上,建设望虞河、太浦河两条清水走廊,并不断提高“两河一湖”(望虞河-太湖-太浦河-黄浦江)的供水通道的水质;远期考虑建设“新孟河(或德胜河)-武宜运河-太湖-长山河”新供水通道。依靠两条引江供水通道,加快太湖换水速度,提高河网流速,为流域经济社会可持续发展提供清洁的供水水源地,实现“静态河网、动态水体、合理配置、清污分流”的目标。

流域性供水的主要对象是城乡生活、工业用水以及一部分环境用水。农业用水要充分利用当地河网供水。农业大部分以当地河网水为主进行灌溉,就近取水,如水量不足,可利用引江工程引水入河网补充。除少量农业要求较高水质的供水量外,农业灌溉基本自成体系平衡,并与总体配置相协调,做到各得其所。

从流域水资源保护来说,要重点保护太湖、望虞河、太浦河等流域性水资源以及流域上游地区水资源和重要供水水源地;强化太湖西北部上游地区和运河两岸污染源治理,改善入湖河流和太湖水质,并带动流域下游地区水资源质量改善。另外鉴于太湖流域水环境承载能力十分有限,在流域沿江、沿海、沿杭州湾城镇的生活污水二级处理的前提下,建议实施流域尾水截流外排管道工程。

参 考 文 献

- 1 黄宣伟.太湖流域规划与综合治理,北京:中国水利电力出版社,2000
- 2 朱威.太湖富营养化治理存在的问题及对策.中国水利,2001,8:63-64
- 3 林泽新.太湖流域防洪建设及减灾对策.湖泊科学,2002,14(1):12-18
- 4 孙顺才,黄漪平.太湖,北京:海洋出版社,1993
- 5 林泽新.太湖流域水环境变化及缘由分析.湖泊科学,2002,14(2):111-116
- 6 秦忠、朱威.用可持续发展思路解决太湖污染问题,中国水利,2000,5:44

Water Scarcity Caused by Pollution in the Taihu Basin

ZHU Wei

(Taihu Basin Authority, Shanghai 200434, P. R. China)

Abstract

At present, the water pollution has become a severe problem in the Taihu Basin. The water scarcity caused by pollution has annually reached to 2-3.5 billions m³ in the basin. The water pollution will be a big problem in the next few decades, which may affect the sustainable socio-economic development in the Taihu Basin. On the base of water pollution control in the Taihu Basin, it is suggested that the Yangzhe River, Taihu Lake and the reservoirs in the mountainous area in the upper reaches should be chosen as the main drinking water sources in the long term and more clean water from River Yangtze into Taihu Lake be diverted in order to meet the need of supplying enough water with better quality. It is also suggested to discharge the wastewater from the basin to the East Sea and Hangzhou bay after the secondary treatment.

Keywords: Taihu Basin; water pollution; water scarcity; eutrophication