

DOI :10.3876/j.issn.1000-1980.2012.02.001

太湖水环境综合治理的实践与思考

吕振霖

(江苏省水利厅 江苏 南京 210093)

摘要:回顾并总结近年来太湖水环境综合治理的做法和效果.经过近 5 年的持续努力,太湖水环境治理已经取得初步成效,蓝藻暴发减弱,湖体水质得到改善,湖泛基本消失.实践证明,目前太湖水环境综合治理采取的控源治污、打捞蓝藻、生态清淤、调水引流措施是行之有效的.认为对于太湖这样的浅水型湖泊污染治理,控源是基本思路,转变发展方式是必由之路,生态清淤是有效措施,促进河湖良性互动是必要途径,正确把握湖泊的生命规律是重要课题;由于太湖污染的长期积累,太湖已形成的“藻型生境条件”很难在短期内得到根本改变,加之现有的入湖污染仍远超湖体允许的纳污能力,一旦温度、水流、光照等外部条件适宜,太湖蓝藻生态危害仍然可能大规模暴发,太湖水环境形势依然严峻.

关键词:太湖;水环境综合治理;治理措施;江苏省

中图分类号:X524 文献标志码:A 文章编号:1000-1980(2012)02-0123-06

Practice and thoughts on comprehensive treatment of water pollution in Taihu Lake

LV Zhen-lin

(Jiangsu Water Resources Department, Nanjing 210093, China)

Abstract:This paper provides a review of practice and effects of comprehensive treatment of water pollution in Taihu Lake in recent years. Through five years' continuous efforts of the government, preliminary achievements have been made, including the decrease of blue-green algal blooms, improvement of water quality, and the disappearance of black water aggregation. Practice shows that the pollution source control, blue-green algae collection, ecological dredging, and water diversion are feasible measures for comprehensive treatment of water pollution in Taihu Lake. It is pointed out that the pollution control of Taihu Lake should be based on a fundamental concept of pollution source control, and the effective measures include ecological dredging, strengthening of positive interaction between rivers and lakes, and accurate recognition of the natural features of the lake. Due to the long-term pollution in Taihu Lake, it is difficult to change the algae habitat that forms in the lake in a short period. In addition, the pollution load flowing into the lake has far exceeded the pollution carrying capacity of the lake, which may lead to large-scale blue-green algal blooms in cases of suitable temperature, flow, and sunlight. The water environment in Taihu Lake is still facing threats.

Key words:Taihu Lake; comprehensive treatment of water pollution; control measures; Jiangsu Province

2007 年 5 月,太湖因暴发蓝藻生态危害,导致区域供水危机,引起中央和社会各界的广泛关注.在 2008 年全国“两会”(“全国人民代表大会”和“中国人民政治协商会议”)期间,胡锦涛总书记明确提出要“让太湖这颗江南明珠重现碧波美景”.温家宝总理同年在视察太湖水环境治理工作时,要求“把太湖治理作为中国生态环境建设的标志性工程”.当年,国务院批复了《太湖流域水环境综合治理总体方案》^[1](以下简称《总体方案》),明确了太湖流域水环境综合治理的目标、任务和时序进度要求.江苏省委、省政府根据国务院批复的《总体方案》,专门制定了《江苏省太湖流域水环境综合治理实施方案》^[2](以下简称《实施方案》),建立太湖水环境综合治理强有力的组织体系和工作体系,举全省之力对太湖实施了以控源截污、蓝藻治理、生态清淤、

收稿日期:2012-02-14

作者简介:吕振霖(1955—),男,江苏江都人,高级工程师,江苏省水利厅厅长,主要从事水利水资源统筹管理研究. E-mail:zhangjhnet@

调水引流、河网生态建设为重点的大规模水环境综合治理.5年来,太湖水环境综合治理取得了积极成效,也引发了人们对深化太湖治理的进一步思考.

1 太湖治理的初步成效

5年来,在江苏省委、省政府的领导下,太湖沿湖各地区和各有关部门认真落实国家的《总体方案》和江苏省的《实施方案》,坚持铁腕治污、科学治太,坚持标本兼治、综合治理,持续推进水环境治理各项措施,不仅保证了太湖地区的供水安全,而且使太湖水生态恶化的趋势得到有效扼制,增强了人们对太湖治理的希望和信心.

1.1 蓝藻暴发强度持续降低

2008年以来,太湖蓝藻大面积发生的时间逐年推迟,暴发强度和频次也呈逐年下降趋势^[3].根据江苏省水利科学研究院提供的卫星图片解读数据,太湖蓝藻水华首次大面积发生的时间2007年是4月4日,面积为65 km²;2008年是4月3日,面积为40 km²;2009年是4月29日,面积接近4 km²;2010年是5月底,面积仅为6 km².2011年,在遭遇1949年以来最严重气象干旱、太湖水位降至近10 a最低的水文条件下,蓝藻水华出现聚积生长的季节并没有提前.在蓝藻适宜生长的4—9月,蓝藻水华聚积的累计面积也呈逐年下降趋势,见图1.

1.2 蓝藻生物量和富营养指数下降趋势明显

根据太湖流域管理局多年监测资料分析^[4],2008年湖体叶绿素a质量浓度平均值为31.0 g/L,2009年下降到24.3 g/L,2010年进一步下降到23.6 g/L,见图2.湖体富营养化指数也逐年下降,根据省环保厅公布的数据,2010年太湖湖体综合营养状态指数从2007年的62.3下降到58.5,从中度富营养改善为轻度富营养,见图3.

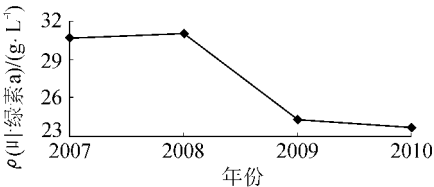


图2 2007—2010年太湖湖体叶绿素a质量浓度
Fig. 2 Concentration of chlorophyll a in Taihu Lake from 2007 to 2010

1.3 湖体水质及水源地水质明显改善

2007年以来,太湖湖体主要的水质指标均呈逐年改善趋势.太湖流域管理局提供的监测数据表明:太湖湖体NH₃-N、TP、TN、COD_{Mn}质量浓度较2007年分别下降60.4%、27.7%、4.6%和2.2%,见图4.2007—2011年太湖水源地水质变化情况见图5.

1.4 大面积湖泛现象基本消失

2007年5月下旬,在太湖无锡南泉水源地附近发生的湖泛面积达到10 km²以上,2008年5月26日在西太湖发现的湖泛面积合计约16.5 km²^[5];但自2009年以后,除了在西太湖岸边偶尔出现狭长的带状劣质水体(面积不超过2 km²、出现时间1 d左右)外,再也没有出现过大面积的湖泛生态危害.

1.5 入湖河流水质显著改善

随着太湖周边河网水环境动力条件的改善,加上采取了控源截污和河道疏浚整治措施,有效改善太湖的入湖河流水质.15条主要入湖河流中劣V类河流由2007年的12条减少到2011年的1条.

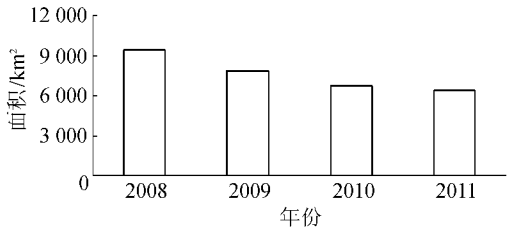


图1 2008—2011年太湖蓝藻水华聚积累计面积统计
Fig. 1 Cumulative area of blue-green algal blooms in Taihu Lake from 2008 to 2011

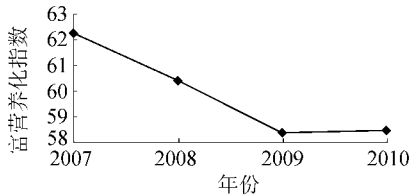


图3 2007—2010年太湖富营养化指数
Fig. 3 Eutrophication index of Taihu Lake from 2007 to 2010

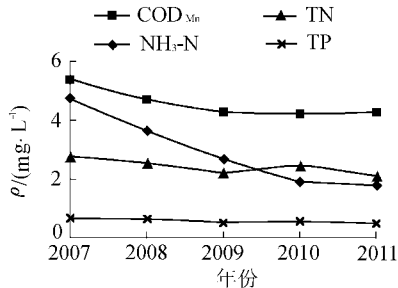


图4 2007—2011年太湖湖体水质变化趋势
Fig. 4 Change trend of water quality in Taihu Lake from 2007 to 2011

2 太湖污染治理采取的主要措施

2.1 控源治污

太湖水环境问题的表象在水里、根本在岸上。水污染治理的根本措施是控源治污,减少对湖泊的污染排放。自 2007 年以来,省委、省政府明确提出要“铁腕治污”,倒逼经济发展的转型升级。江苏省政府组织有关部门在太湖地区全面展开拉网式调查,制定污染源集中治理方案,建立严格的责任体系,组织开展大规模控源治污行动。

- a. 集中治理工业污染。累计关闭淘汰高污染化工企业 3 000 多家,同时,提高太湖地区环境准入门槛,强力推进结构调整和产业升级,对重污染的八大行业中 120 余家企业进行节水减排技术改造,形成年节水能力 1.7 m³,减排 COD 污染 1.5 万 t, NH₃-N 污染 1 256 t, TP 污染 81 t。
- b. 加快生活污染治理。到 2010 年底,江苏省太湖地区累计建成污水处理厂 235 座,基本覆盖该区域内的所有乡镇,处理污水能力达到 642 万 m³/d。无锡、常州、苏州的城市污水处理率分别达到了 93.8%、88.5% 和 89.2%,太湖一级保护区内农村生活污水处理设施覆盖率达到 90% 左右。
- c. 加强农业面源污染治理。对 250 多处规模化畜禽养殖场进行综合治理,拆除河湖围网面积约 1.83 万 hm² (27.5 万亩)原有东太湖围网养殖面积从 1.02 万 hm² (15.3 万亩)调整压缩到 0.3 万 hm² (4.5 万亩)。2011 年江苏省太湖地区农药、氮肥的施用量比 2005 年分别降低了 25% 和 18% 左右。
- d. 建立区域生态补偿机制。江苏省率先在太湖地区按行政区域建立了污染排放监测考核和生态补偿机制,对超计划排放污染的地区进行经济处罚,对控源治污力度大、污染排放少的地区给予经济补偿。上述控源治污措施有效地扼制了太湖入湖污染大幅度增长的势头。

2.2 治理蓝藻

蓝藻大面积暴发并引发“湖泛”是太湖生态危害的主要表现形式。实施蓝藻打捞和处理不仅可以直接防止因蓝藻堆积死亡而引发的水质黑臭,而且可以通过蓝藻打捞治理湖体的部分污染物质(蓝藻生长过程吸收大量 P 和 N 等营养盐物质)^[6]。但是,蓝藻打捞和处理难度很大,没有成熟的技术装备和实践经验。2007 年以来,在太湖区域地方党委、政府和科研部门的有力支持下,经过不断探索和实践,太湖蓝藻打捞从勾舀瓢取的人工打捞和对藻浆简单填埋的原始处理方式,发展到今天“智能化预警、机械化打捞、工厂化处理、资源化利用”的产业化作业和智能化管理模式。沿湖周边地区设立了 58 个固定打捞平台和 200 多台套吸藻机泵,投入 106 条专业机械打捞船,建设了 9 座固定式、8 套移动式藻水分离站,打捞和处理藻浆能力分别达到 2 万 t 和 1.2 万 t/d。经过分离处理的藻泥用于有机肥料生产,亦可作为沼气发电厂原料,用蓝藻制作生物柴油等技术也取得了突破,较好地解决了打捞蓝藻的出路问题,避免可能发生的次生灾害。2007 年以来,江苏省已累计打捞蓝藻(浆) 280 万 t,相当于从湖体中清除 TN 和 TP 分别为 1 400 t 和 280 t。

2.3 生态清淤

经过观测分析认为,太湖蓝藻和“湖泛”生态危害的直接原因,除外部污染外,与湖体内源污染的大量释放有很大关系,特别是蓝藻的大面积堆积死亡和处于游离状况的污染底泥,这 2 种物质是“湖泛”发生的物质基础^[7]。减少湖体污染底泥的释放和防止蓝藻大面积堆积是防止“湖泛”最有效的措施。根据以往的试验,在解决生态清淤施工设计、清淤机械选择、清淤精度控制、水体生态保护、余水净化处理、淤泥资源化利用、效果评估办法等关键性技术后,从 2008 年冬开始组织实施了大规模的生态清淤工程。江苏省政府下发了《关于加快实施太湖生态清淤工程的意见》,江苏省水利厅编制了《太湖生态清淤工程实施方案》,计划于 2012 年前基本完成太湖 124 km²、共计 3 500 万 m³ 的生态清淤工程任务。目前已累计完成清淤面积约 80 km²、清出污染底泥 2 500 万 m³。对清出的淤泥检测化验和相关研究结果表明,生态清淤的资源环境效益显著^[8]。

- a. 清除了湖体的大量污染物质。污染底泥中 COD 质量浓度平均为 1 532.3 mg/L,最大值为 2 700 mg/L; TP 质量浓度平均值为 5.9 mg/L,最大值为 11.8 mg/L; TN 质量浓度平均为 91.4 mg/L,最大值为 166 mg/L,是湖区水体含量的 26 ~ 400 多倍。按照已经疏浚出来的污染底泥总量测算,可直接减少内源污染物有机质 8.1 万 t,

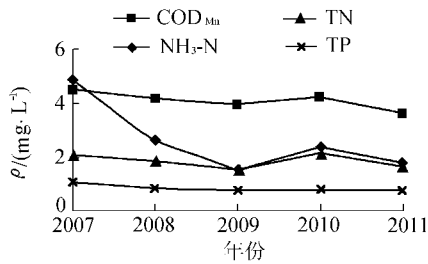


图 5 2007—2011 年太湖水源水质变化趋势
Fig. 5 Change trend of water quality in source area of Taihu Lake from 2007 to 2011

TN 19 792 t ,TP 16 458 t.

b. 割断了“湖泛”发生的生物链.生态清淤直接清除对水体污染有贡献的游离状污染底泥,削弱了“湖泛”的物质条件.2008 年以来,太湖未再发生大面积“湖泛”生态危害,与大规模生态清淤的工程效益有直接关系.

c. 抑制了蓝藻暴发.冬季实施生态清淤,同时也一并清除了部分沉积在淤泥表层的蓝藻种源.据中国科学院南京地理与湖泊研究所专家检测分析,清出的淤泥中叶绿素 a 质量分数为 20~80 g/t,以最低值计,每清除 1 t 淤泥相当于打捞出 0.6 kg 蓝藻干物质,对抑制蓝藻的发生强度具有重要作用.

d. 降低了污染底泥对水体的污染.生态清淤工程实施后,明显改善了底泥的厌氧环境,对底泥内源污染释放有明显的控制效果.中国科学院南京地理与湖泊研究所的研究成果表明:底泥中 TN 释放强度由疏浚前的约 300 mg/(m²·d)降低至疏浚后的 49.6 mg/(m²·d);TP 的释放强度由疏浚前的 2.3 mg/(m²·d)降至疏浚后的负值水平(沉降).

2.4 调水引流

在实施引江调水之前,太湖水源除少部分(约 20%)来自南部山区外,大量补充的水源来自湖西上游的数十条中小河流.这些河流补湖水源绝大多数为Ⅴ类、劣Ⅴ类水质,导致污染物在湖体大量积累,特别是西太湖和梅梁湖、竺山湖湾受其影响最为严重.要解决太湖地区的供水安全,必须改善太湖的水源结构.相关部门在总结多年引江济太实践经验的基础上,在水利部和流域机构的支持下,持续开展引江济太、调水引流工作,并在实践中不断优化调水方案,充分发挥调水引流的资源环境效益^[9].自 2007 年以来,累计从望虞河引江调水 105 亿 m³,经望亭立交枢纽直接入太湖 50 亿 m³,并结合其他补充水源和雨洪资源利用,向下游地区供水 73 亿 m³.与此同时,为加快梅梁湖湖湾的水体交换,运用梅梁湖泵站常年抽排梅梁湖水体,累计抽出湖水 29 亿 m³.通过大规模引江调水、向下游供水和对部分湖湾区抽水出流,不仅改善了水质,而且增加了湖体的环境容量.调水引流所起主要作用如下:

a. 优化了湖体水源结构.通过持续实施大流量引江调水,大量优质长江水源进入太湖,显著减少了太湖西部中小河流的劣质水源入湖,明显改善了太湖湖体水质,保证了太湖的供水安全.特别是 2011 上半年,长江中下游地区包括太湖地区遭遇 1949 年以来最为严重的气象干旱,1—5 月份降雨量比常年减少 6%~7%,5 月份太湖水位降至 2.74 m,为近 10 年来太湖最低水位,也是 1954 年以来同期第 3 低水位.河西中小河流不仅无法向太湖进流,相反地出现湖水普遍倒灌的情况.这个阶段太湖的补充水源主要依靠大流量的引江调水,湖体水质不仅没有变差,而且比往年同期有显著提升(见表 1).

b. 削弱了蓝藻暴发强度.经过持续观测和分析,专家们普遍认为这几年太湖水华发生推迟,生长强度减弱,与常年引江调水特别是在蓝藻非生长季节的冬春季节高强度调水、改善湖体水质、改变蓝藻生长环境有直接关系.

c. 直接减少梅梁湖内源污染.梅梁湖泵站以平均 20 m³/s 的流量常年

抽排梅梁湖水体,不仅加快了梅梁湖的水体交换,而且把湖体内的污染物和蓝藻物质大量排出.根据梅梁湖泵站进水口水质指标测算,4 年来累计排水 29 亿 m³,相当于从梅梁湖湖体中带走了 COD5 万 t,TN 6 018 t,TP 342 t,NH³-N 1 211 t,相当于打捞蓝藻藻浆 341 万 t,使梅梁湖的生态环境改善效果明显好于其他湖湾.

d. 促进了湖河良性互动.在引江调水的水量中,有 50%左右通过望虞河两岸口门进入太湖周边河网,加大了河网的水流动力,促进了有序引排,增加了环境容量,加之这几年持续推进控源截污、河道疏浚以及环境整治等措施,有效改善了河网水质,促进了河网水的良性循环.

3 思考与启示

浅水型湖泊的污染治理和生态修复是一个世界性难题.尤其是在太湖这样一个经济高度发达、人口高度

表 1 2007—2011 年 5 月太湖水质对比
Table 1 Comparison of water quality in Taihu Lake in
May from 2007 to 2011

日期	mg/L				
	(DO)	(COD _{Mn})	(NH ₃ -N)	(TP)	(TN)
2007-05	8.39	6.73	0.65	0.098	3.82
2008-05	8.84	5.77	0.28	0.091	3.12
2009-05	9.24	4.61	0.19	0.066	3.08
2010-05	8.04	4.09	0.17	0.063	3.64
2011-05	8.15	3.72	0.13	0.056	2.51

密集、城市群高度集中的地区,加之太湖属于多湖湾的复杂湖型结构,在长期高强度污染排放的侵害下,形成的“藻型生境条件”很难在短期内改变,但是经过近几年持续努力,太湖水环境治理取得了积极成效,也积累了许多实践经验,进一步理清了治理思路,增强了人们恢复太湖生态平衡的信心。

a. 减少外源污染、治理内源污染、增加环境容量是恢复太湖生态平衡的基本治理思路。导致太湖健康生态受到严重创伤的主要原因是污染物长期无节制地排放,远远超出湖泊的生态修复能力,长此以往的恶性循环,从量变到质变,最终导致湖泊的严重生态灾害。因此,解决太湖问题的根本出路是减少湖体的污染。通过减少外源污染、治理内源污染,使湖体有效污染物呈减少之势,通过调水引流,改变入湖水源结构,加快水体交换,增加湖泊的环境容量,使修复太湖生态平衡的目标逐步实现。

b. 转变经济发展方式是实现太湖治理目标的必由之路。太湖流域面积人口密度是全国平均值的14倍,经济强度为全国平均水平的36倍。高密度的人口和高强度的经济增长,加之粗放式的社会经济发展方式,使太湖水环境不堪重负。据有关统计资料,2010年太湖流域城镇生活和工业污水排放总量为63.2亿t,污水与流域自然径流的比例达到1:2.2。即使所排放的废污水体全部得到处理,尾水达到目前国家最严格的排放标准GB18918—2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》(一级A),进入水体的污染物排放总量COD、TN、TP仍然分别达到31.6万t/a、9.6万t/a、0.32万t/a,明显超过流域河湖的纳污能力^[10],其中TN已经超过河湖纳污能力的2倍多(这里还没有考虑面广量大的农业面源污染和未接入管网处理的大量农村生活污水排放)。由此可见,加快全流域转变经济发展方式,大力发展低碳经济、循环经济、绿色经济,建设资源节约型、环境友好型社会,实现经济增长由粗放型向集约、节约型转变,是实现太湖环境根本好转、修复太湖生态平衡、重现碧波美景的根本出路。

c. 持续实施生态清淤是现阶段太湖实现入湖污染负荷进出平衡的有效措施。根据出入湖河道监测资料分析,太湖入湖污染负荷远高于出湖污染负荷,其中年平均入湖TP是出湖量的3.4倍,TN是2.9倍。静态估算每年滞留在湖区有0.13万t和2.7万t的TP和TN,成为太湖内源污染的主要来源。由于调整产业结构、转变经济发展方式是一个漫长的过程,太湖入湖污染负荷高于出湖负荷的情况将是一个较长期的过程。在现阶段,要实现太湖水质持续好转,保持污染物的进出平衡显得尤为重要。生态清淤将表层的污染流泥清除出去,不仅可以切断湖泛发生的生物链,改变蓝藻生态环境,而且可以直接清除滞留在湖区的污染物,特别是TP、TN等营养盐。根据测算,每年在湖西部地区维持约500万m³的清淤量就基本可以实现总磷等主要污染物的进出湖平衡。因此,持续实施生态清淤,是改善太湖湖体水质、解决湖泊生态危害标本兼治的有效措施。

d. 河湖良性互动是改善太湖水环境质量的必要途径^[11]。太湖由若干湖湾组成,又处在一个碟盆式地形结构之中,复杂的湖型结构和特殊的地形环境导致湖体流速缓慢、流态复杂,湖泊环境容量低下。太湖扩大引江济太工程,包括新孟河、新沟河工程(图6)实施完成后,太湖湖水流动明显加快,水环境容量显著增加。根据计算模拟,其中TP的环境容量可以增加34.5%,TN的环境容量增加31.2%,即使在现状排污状况下太湖水质也将得到显著改善。因此,利用太湖临江靠海的水系优势,宜加快实施骨干引排水利工程建设,使长江、太湖和海洋之间实行大引大排、科学引排,促进各湖区水体加快流动交换,不仅能够提升太湖流域水资源保护能力和防洪保安能力,而且能够大幅度提升太湖水环境容量和生态修复能力。

e. 把握湖泊的生命规律是提高太湖治理水平必须突破的课题。湖泊有其自身的生命特征和运动规律。要在太湖水环境综合治理的实践中不断地总结经验,加强课题研究,努力把握湖泊水体交换与环境容量之间的关系、湖体污染积累变化规律、河湖生态修复能力影响因素等,进一步提高太湖环境治理的科学水平,并为其他湖泊的管理与保护提供借鉴。

4 结 论

a. 经过近5年的持续努力,太湖水环境治理已经取得了初步成效,蓝藻暴发减弱,湖体水质得到改善,湖泛基本消失。

b. 实践证明,目前太湖治理采取的控源治污、打捞蓝藻、生态清淤、调水引流措施是行之有效的。

c. 对于太湖这样的浅水型湖泊污染治理,控源是基本思路,转变发展方式是必由之路,生态清淤是有效措施,促进河湖良性互动是必要途径,正确把握湖泊的生命规律是重要课题。

d. 虽然目前太湖治理已经取得了阶段性成效,但是,由于其污染的长期积累,太湖已形成的“藻型生境

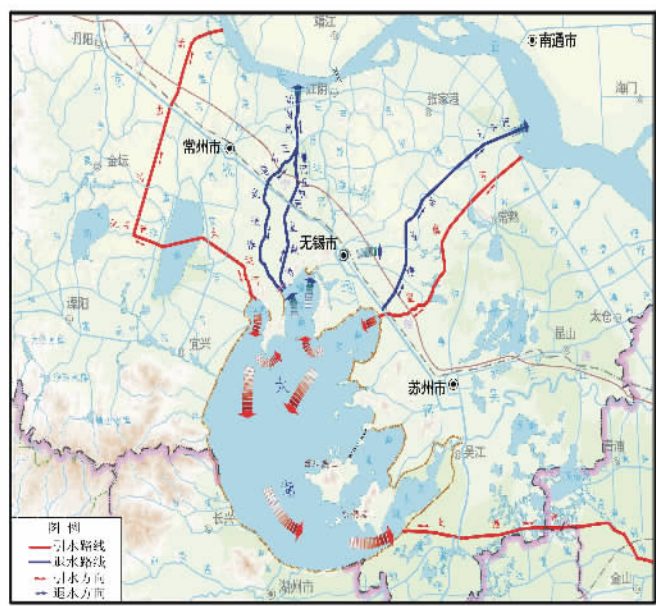


图 6 扩大引江济太水利工程示意图

Fig. 6 Sketch map of expansion project of Water Diversion from Yangtze River to Taihu Lake

条件’很难在短期内得到根本改变,加之现有的入湖污染仍远超湖体允许的纳污能力.一旦温度、水流、光照等外部条件适宜,太湖蓝藻生态危害仍然可能大规模暴发,太湖水环境形势依然严峻.实践经验表明,治理太湖需要增强信心,坚持科学发展观,遵循水的自然规律,扎实推进科学的治污、治水方略,太湖重现碧波美景的目标一定能够实现.

参考文献:

[1] 中华人民共和国国家发展和改革委员会.太湖流域水环境综合治理总体方案[R].北京:中华人民共和国国家发展和改革委员会,2008.

[2] 江苏省发展和改革委员会.江苏省太湖流域水环境综合治理实施方案[R].南京:江苏省发展和改革委员会,2009.

[3] 顾苏莉,陈方,孙将陵.太湖蓝藻监测及暴发情况分析[J].水资源保护,2011,27(3):28-32.(GU Su-li,CHEN Fang,SUN Jiang-lin. Analysis of cyanobacteria monitoring and algal blooms in Taihu Lake[J]. Water Resources Protection,2011,27(3):28-32.(in Chinese))

[4] 江耀慈,丁建清,张虎军.太湖藻类状况分析[J].江苏环境科技,2001,14(1):29-31.(Jiang Yue-ci,Ding Jian-qing,Zhang Hu-jun. Analysis of algae condition of Lake Ta[J]. Jiangsu Environmental Science and Technology,2001,14(1):29-31.(in Chinese))

[5] 陈荷生.太湖宜兴近岸水域“湖泛”现象初析[J].水利水电科技进展,2011,31(4):33-37.(CHEN He-sheng. Black water aggregation in Yixing inshore water area of Taihu Lake[J]. Advances in Science and Technology of Water Resources,2011,31(4):33-37.(in Chinese))

[6] 王惠,朱喜.太湖蓝藻打捞和资源化利用的实践与思考[J].江苏水利,2009(7):35-37.(WANG Hui,ZHU Xi. Practice and thoughts on the blue-green algae salvage and resources utilization[J]. Jiangsu Water Resources,2009(7):35-37.(in Chinese))

[7] 陆桂华,马倩.太湖水域“湖泛”及其成因研究[J].水科学进展,2009,20(3):438-442.(LU gui-hua,MA qian. Analysis on the causes of forming black water cluster in Taihu Lake[J]. Advances in Water Science,2009,20(3):438-442.(in Chinese))

[8] 范成新,何伟,商景阁,等.太湖疏浚效果评估研究报告[R].南京:中国科学院南京地理与湖泊研究所,2012.

[9] 吴浩云,周丹平,何佳,等.引江济太工程综合效益的评估及方法探讨[J].湖泊科学,2008,20(5):639-647.(WU Hao-yun,ZHOU Dan-ping,HE Jia,et al. Integrated benefit assessment of the project water diversion from Yangtze River to Lake Taihu and discussion on the methodology[J]. Journal of Lake Sciences,2008,20(5):639-647.(in Chinese))

[10] 张红举,章杭惠,汪传刚.太湖流域省际边界地区入河污染物总量控制[J].水资源保护,2010,26(5):42-44.(ZHANG Hong-ju,ZHANG Hang-hui,WANG Chuan-gang. Total pollutant amount control in inter-provincial border area of Taihu Basin[J]. Water Resources Protection,2010,26(5):42-44.(in Chinese))

[11] 吕振霖.太湖应急治理的初步实践与思考[J].水利水电技术,2008,39(1):1-5.(LV Zhen-lin. Practice and thought of emergency management of the Taihu Lake[J]. Resources and Hydropower Engineering,2008,39(1):1-5.(in Chinese))