



国家“八五”科技攻关环境保护项目
技术集成系列丛书

湖泊污染控制 技术指南

国家环境保护局科技标准司 编

中国环境科学出版社

国家“八五”科技攻关

环境保护项目技术集成系列丛书

湖泊污染控制技术指南

国家环境保护局科技标准司 编

中国环境科学出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

湖泊污染控制技术指南/国家环境保护局科技标准司编. - 北京:中国环境科学出版社,1997
(国家“八五”科技攻关环境保护项目技术集成系列丛书)
ISBN 7-80135-302-1

I. 湖… II. 国… III. 湖泊污染-污染控制-技术 IV. X524

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 11829 号

中国环境科学出版社出版
(100036 北京海淀区普惠南里 14 号)
北京市通县永乐印刷厂印刷
各地新华书店经售

*

1997 年 9 月第 一 版 开本 850×1168 1/32

1997 年 9 月第一次印刷 印张 4

印数 1—3 000 字数 107 千字

ISBN 7-80135-302-1/X·1198

定价:6.40 元

序

为实现“九五”期间国家环境保护的总目标,即到2000年,力争使环境污染和生态破坏加剧的趋势得到基本控制,部分城市和环境质量有所改善,国家环境保护局将采取“污染物排放总量控制”和实施“跨世纪绿色工程”两大举措,重点治理“三河”、“三湖”的水污染和“两控区”的大气污染。为实现上述目标和贯彻可持续发展战略方针,不仅需要强化管理和适当增加投入,更重要的是必须坚定不移地依靠科学技术。

国家环境保护局在“六五”、“七五”、“八五”期间,受国家计委、国家科委、财政部的委托,与有关部门共同组织环境保护战线的近万名科技人员,经过十多年的科技攻关,取得了丰硕的攻关成果,在解决我国煤烟型大气污染、水污染、固体废弃物污染等方面取得了一批重要成果。这些成果中包括:高效除尘技术;工业型煤技术;循环流化床燃烧脱硫节能技术;中、小锅炉脱硫除尘技术;城市污水处理与资源化技术;城市污水自然净化技术(土地处理、稳定塘及深海处置技术);湖泊富营养化综合治理技术;造纸、印染、农药、焦化、染料等高浓度、难降解有机工业废水治理技术;铬渣治理与综合利用技术;电镀废水和废渣处理与利用技术;有害废物安全处置技术等。仅“八五”期间就开发新技术、新工艺、新产品85项,获专利5项,建成示范工程、中试生产线、试验基地71个,创直接经济效益2.2亿元。在已通过鉴定的44项专题成果中,有6项达国际领先水平,32项达国际先进水平,6项达国内领先水平。一批成果已经在环境建设和环境管理工作中得到应用并发挥了较好的环境、社会 and 经济效益。

为了配合国家环境保护局“九五”期间的工作重点,大力推广科技攻关成果,适应污染物排放总量控制和工业污染源达标排放

工作的需要,国家环境保护局科技标准司组织参加科技攻关的部分专家和工程技术人员,对十多年来在污染治理技术方面的攻关成果进行了认真的收集、调研、筛选、评价,以技术指南的形式编写成册,作为系列丛书出版以供环保系统及各行业负责环保工作的领导、管理人员、环保科技人员、环保技术开发人员、工程设计人员以及大专院校环保专业的师生使用。为突出国家科技攻关环境保护项目成果的实用性,所选编的技术以“八五”攻关为主。本套技术指南由下列6册组成,分别由专家主持编写:①湖泊污染控制技术指南(主编:中国环境科学研究院金相灿研究员);②城市污水土地处理利用技术指南(主编:中科院沈阳应用生态研究所孙铁珩研究员);③城市污水稳定塘处理技术指南(主编:北京建筑工程学院李献文教授);④小造纸厂污染防治技术指南(主编:北京轻工业学院张珂教授);⑤电镀污泥及铬渣资源化实用技术指南(主编:中科院化工冶金研究所张懿研究员);⑥中、小型燃煤锅炉烟气除尘脱硫实用技术指南(主编:北京轻工业学院张湊芳教授)。

本套丛书的策划和选材工作由尹改、祝兴祥同志全面主持,周思毅、罗毅同志负责全过程的组织管理,周泽江、向锋、刘鲁君、杨景辉、钱谊等同志负责丛书的编辑工作。

国家环境保护局科技标准司

1997.4.7

前 言

湖泊是我国最重要的淡水资源之一,为人们提供了水利防洪、用水供水、水产养殖以及气候调节等多种功能,对社会和经济的发展起到了不可估量的作用,是人民生活不可缺少的宝贵资源。因此,湖泊水资源与我国经济可持续发展以及人民生活休戚相关。

随着我国工农业的迅速发展和城市化进程、工业废水和生活污水排放量日益增加,加之人们一个时期以来,环境意识淡薄,给诸多湖泊环境造成了不良影响。全国性的湖泊富营养化、干旱地区湖泊水质咸化、湖泊淤积或萎缩、湖泊生态破坏以及水质恶化等环境问题不断出现和发生,致使我国许多湖泊生态系统出现障碍,给湖区的生产和生活造成了巨大损失。因此湖泊环境保护和恢复已成为我国目前的重大环境课题之一,开展湖泊环境污染控制与治理意义重大。

近十多年来,在湖泊污染尤其富营养化的治理和控制技术研究和开发方面,已取得了丰富的经验和丰硕的成果,在点污染源治理方面,已有系列工程技术可供各个湖泊治理时选用,然而相对而言非点源污染的治理难度较大。在发达国家的湖泊污染治理中,由于非点源污染问题不十分突出,因而可借鉴的技术十分有限。幸运的是在我国“八五”国家科技攻关项目“滇池城市饮用水源地污染防治技术研究”中开展了深入细致的研究,建立了一系列的示范工程,在我国其他湖泊污染治理中也积累了一些经验。在湖内污染源治理方面也有了一些长足的进步,尤其在污染底泥的疏挖、处置方面已在我国几个湖泊中开展了实践。在湖泊大型水生生态系统恢复工程技术方面,对滇池、洱海及太湖等湖泊均有不同程度的研究,有的已经建成了示范基地或小规模工程。上述工程技术和经验为本指南的编写奠定了基础。

本指南从湖泊和流域环境特征出发,提出了湖泊及其流域环境的综合治理与湖泊污染控制总体方案制定技术,湖泊点污染源控制工程技术,非点污染源控制工程技术,湖内污染控制技术,湖泊大型水生生态恢复工程技术,湖泊水量调控技术方案设计以及湖泊环境管理技术等,内容包括湖泊及其流域各种各样的治理和控制技术,涉及面十分广泛,许多内容是首次提出。由于本书是我国在湖泊污染治理和控制方面的第一本技术指南,是在这方面的首次尝试,因此尚有许多不足之处有待完善,恳请同行与专家批评指正。

本指南由金相灿主编,周思毅、郭慧光、刘文祥、宋福、周国良、束荣棠、郑丙辉、钱彪、任丙相、吴静波为副主编,参加编写的人员有金相灿、郭慧光、刘文祥、孙燕、郑丙辉、荆一风、宋福、吴静波、叶春、颜昌宙、任久长、段振渤、周国良、张永珍、李锦秀、全晔、郭晓勇、束荣棠、钱彪、任丙相、张丽君。贺艳梅为本书书稿的绘图和打字排版作了许多工作。

本指南集中了我国众多湖泊和水库污染治理和控制的技术成果与经验,是一大批同行专家多年实践的技术结晶和劳动成果,因此我们在此向所有为本指南作过努力和贡献的同行专家表示深切的谢意,对支持和关心本指南编写与出版的各位领导和同行表示衷心感谢。

编 者

1997年1月于北京

目 录

第一章 绪 论	(1)
一、我国湖泊污染控制的目的和意义	(1)
二、我国湖泊污染与富营养化	(1)
三、我国湖泊污染源	(3)
四、我国湖泊污染控制重点	(5)
第二章 湖泊污染控制总体方案制定	(6)
一、总体方案设计的原则、内容和工作程序	(6)
二、湖泊的功能区划分与水质标准	(8)
三、总体方案设计基础资料	(10)
四、湖泊污染负荷及其计算	(12)
五、流域总量控制方案设计	(16)
六、湖泊综合治理方案的设计	(21)
七、投资估算与效益评估	(21)
第三章 湖泊点污染源控制系统设计	(26)
一、点污染源系统设计	(26)
二、生活污水控制方案设计	(28)
三、主要污染行业工业废水控制方案设计	(34)
第四章 非点污染源污染控制技术	(37)
一、非点污染源问题描述	(37)
二、非点污染源治理总体设计技术	(38)
三、湖滨带工程技术	(43)
四、农田径流污染控制技术	(46)
五、农村村落污染控制技术	(50)
六、强侵蚀区污染控制技术	(57)
七、小流域生态工程技术	(60)

八、非点污染源前置库工程技术·····	(65)
九、非点污染源污染河道沉砂净化工程技术·····	(66)
第五章 湖内污染控制方案设计 ·····	(69)
一、湖内污染源的分类及特征·····	(69)
二、湖泊底泥控制方案设计·····	(72)
三、湖内网箱养鱼污染控制方案·····	(76)
四、湖内旅游污染控制方案设计·····	(78)
五、船舶污染控制方案设计·····	(83)
第六章 湖泊水生生态系统恢复方案设计 ·····	(87)
一、湖泊大型水生植物系统恢复方案的系统设计·····	(87)
二、大型水生植物系统恢复方案设计·····	(91)
三、湖内藻类控制方案设计·····	(95)
四、芦苇湿地净化系统方案设计·····	(98)
第七章 湖泊水量调控技术方案设计 ·····	(107)
一、湖泊水量调控技术方案设计思想 ·····	(107)
二、污水截排工程系统设计 ·····	(108)
三、调水工程方案设计 ·····	(110)
四、湖泊水位控制优化设计 ·····	(114)
主要参考文献 ·····	(118)

第一章 绪 论

一、我国湖泊污染控制的目的和意义

湖泊以其巨大的蓄水能力,为人们提供了水利防洪、供水用水、水产养殖以及气候调节等多种利用功能,在社会和经济的发展中发挥着极为重要的作用。

随着中国经济迅速发展,排污量日益增加,以及一些不合理的开发活动等给诸多湖泊环境造成了不良影响,湖泊富营养化、水质咸化、淤积或萎缩、生态破坏与水质恶化等环境问题不断出现和发生,给湖区人民生产和生活造成了巨大损失。因此,湖泊水质恢复和保护已成为我国目前紧急课题之一,开展湖泊环境污染控制与治理意义重大。

二、我国湖泊污染与富营养化

1. 我国湖泊富营养化的现状

(1)富营养化湖泊的地理分布 根据 80 年代后期与 90 年代前期的调查结果,我国富营养化湖泊主要分布在长江中下游湖区、云贵湖区、部分东北山地及平原湖区与蒙新湖区。城市湖泊由于湖小受城市废水的影响大,无论地理位置如何几乎都已达到富营养化或严重富营养化的程度。

(2)我国主要湖泊富营养化水平 我国主要淡水湖泊的营养盐水平基本上达到了富营养化发生的标准浓度,水体的富营养化在多数湖泊中已处于相当水平,其主要特征归纳如下:

①五大淡水湖中太湖巢湖富营养化。我国五大淡水湖水体中的营养盐均大大超过氮磷富营养化发生浓度,尤其总氮浓度高达10倍以上,目前太湖和巢湖已进入富营养化状态,部分水体已达严重富营养化水平。其它三湖只要某些条件一具备,水体的富营养化的现象就会显露出来。

②城市湖泊富营养化严重。城市湖泊由于地处城区,被街区包围,大量城市废水入湖,造成水体严重富营养化,其特征表现为:总氮和总磷浓度异常高,透明度很低以及水体叶绿素a极高。

③中型湖泊均已具备发生富营养化的营养盐条件。中型湖泊的氮磷已接近或超过富营养化发生浓度,同时这些湖泊滞留时间较长,水体浅,所以大部分湖泊已进入富营养化状态,部分水体已达严重富营养化水平,如滇池、洱海等。

可见我国湖泊已经普遍面临富营养化问题,富营养化已成为我国最为重要的水环境问题之一。

2. 湖泊污染分类

(1)湖泊环境污染分类 我国湖泊环境污染的类型及分布基本如图 1-1。

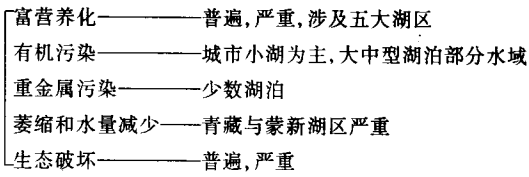


图 1-1 我国湖泊污染类型示意图

(2)我国湖泊营养类型分类 富营养化污染在我国湖泊中存在两种类型,即响应型湖泊与非响应型湖泊,在响应型中又可分为“藻型”和“草型”两类,详见图 1-2 及《中国湖泊富营养化》一书。

3. 我国湖泊的主要环境问题

(1)湖泊富营养化;(2)湖泊有机污染;(3)西部湖泊盐化;(4)

湖泊生态破坏;(5)湖泊萎缩,水量减少。

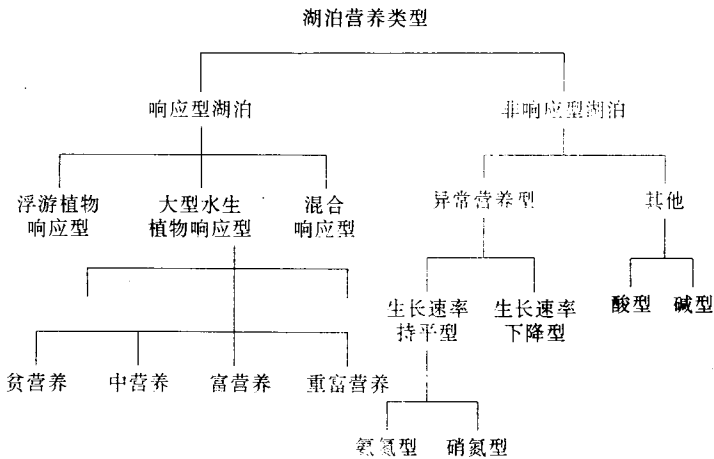


图 1-2 我国湖泊营养类型示意图

三、我国湖泊污染源

1. 湖泊污染源分类

造成湖泊和水库污染与富营养化的污染源类型很多,大致可分为点污染源和非点污染源两大类型,每一大类又可划分为若干子类,如图 1-3 所示。

2. 污染源分类

(1)点污染源 点污染源主要指通过排放口或管道排放污染物的污染源,包括工业废水、城镇污水和污水处理厂的出水,以及流域其它固定排放源。

(2)非点污染源 通常把点污染源以外的污染源统称非点污染源。就湖泊富营养化而言,主要包括:①城镇地表径流,②农牧区地表径流,③林区地表径流,④矿区地表径流,⑤大气降水、降

尘,⑥湖面养殖业和水上娱乐污染等。

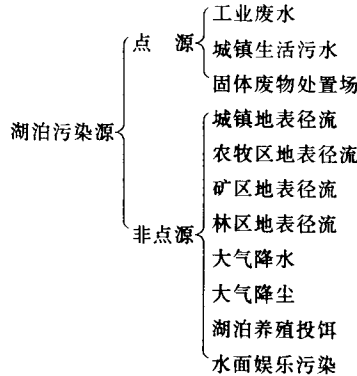


图 1-3 湖泊污染源分类

为了便于污染控制,污染源又可分为点污染源、非点污染源和内污染源,内污染源主要包括湖内旅游污染、水产养殖、运输船只及污染底泥等。

3. 污染源控制的主要对象

根据多年的调查研究和现场监测,我国湖泊污染源控制的主要对象为:

(1)氮磷的污染源 目前磷和氮是我国湖泊富营养化的主要诱因,排磷、排氮的点污染源,非点污染源以及内污染源是我国湖泊污染控制的主要对象。

(2)有机污染源 COD 是我国部分湖泊、部分湖泊水体污染的主要污染物,控制排放 COD 的主要污染源也是湖泊污染控制的主要对象。

(3)需加严格控制的人类活动 造成湖泊污染与富营养化的人类活动十分繁多,在此列出一些对湖泊污染源影响严重的活动,严格加以限制。

- ①网箱养殖污染;
- ②湖面、湖周旅游污染;
- ③含磷洗涤剂;
- ④破坏湖泊生态的活动;

- ⑤流域盲目开发及植被破坏；
- ⑥水资源不合理开发；
- ⑦城镇未处理废水的排放；
- ⑧村落污水和固废的排放。

四、我国湖泊污染控制重点

1. 湖泊污染控制指导思想

- (1)从流域入手,保护湖泊；
- (2)优化规划,综合治理；
- (3)实行总量控制,减少入湖负荷；
- (4)保护优先,合理开发；
- (5)治理管理并重。

2. 我国湖泊污染控制重点

- (1)湖泊富营养化；
- (2)部分湖泊的有机污染。

第二章 湖泊污染控制总体方案制定

一、总体方案设计的原则、内容和工作程序

1. 总体方案设计的原则

在设计湖泊污染控制总体方案时,必须遵循如下的设计原则:

(1)与社会经济发展相协调,与各行业部门的计划、规划相协调。

(2)解决主要环境问题,治理重点污染区为主的原则。以不同的功能区和集水区域作为控制单元,优先考虑对饮用水源地影响最大的污染源治理。

(3)以技术和经济为基础,对湖泊实行总量控制和目标控制,强化水质管理,协调污染源的排污负荷定额。

(4)最大限度削减点污染源负荷的总量分配原则。

(5)根据“规模经济性”原则,尽可能实行集中处理。

(6)保护为主,合理开发与防洪、水利、环境功能综合协调原则。

2. 总体方案设计程序和内容

湖泊污染控制总体方案设计可分为四个阶段,即设计目标、污染负荷分配、总体方案设计与综合评价。

从上述程序可以看出,进行湖泊污染控制总体方案设计的主要内容是:

(1)收集湖泊及其流域的自然地理、经济概况和湖泊环境质量等资料。

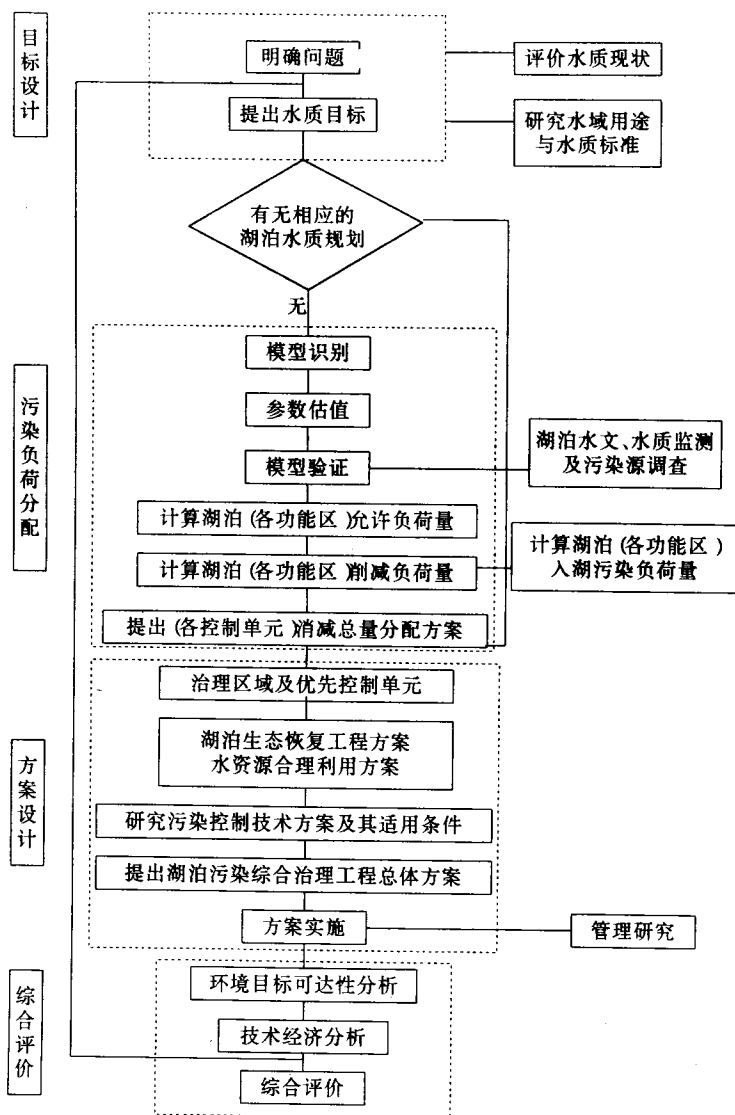


图 2-1 湖泊污染控制总体方案设计的程序

(2)根据湖泊水环境质量的要求,划分水质功能区,确定相应的水质标准。

(3)确定湖泊污染物允许负荷量,计算各功能区的允许负荷量。

(4)计算全湖的污染物削减总量。

(5)提出削减总量的分配方案和入湖污染源或径流控制区的削减量。

(6)设计生态环境工程方案与水资源优化调度方案。

(7)确定重点治理区域及优先控制单元的污染治理方案。

(8)提出湖泊污染综合治理工程总体方案。

(9)进行方案的可达性分析及技术经济分析。

二、湖泊的功能区划分与水质标准

1. 湖泊水体功能区划分原则与方法

(1)水体功能区划分的原则:

①集中式饮用水源地优先保护,兼顾其它功能要求;

②现状使用功能和规划功能统一;

③水域使用目标的异同,湖泊不同水域的用途是水体功能区划分的基础;

④水体富营养化的重要性,水体富营养化是我国湖泊最主要的环境问题,也是湖泊功能区划分需要考虑的重要原则;

⑤充分考虑技术、经济条件的约束;

⑥水体功能区划与陆上保护措施;

⑦合理利用水环境容量原则;

⑧考虑行政区划的完整性,便于管理,利于实施。

(2)湖泊水体功能区划分的方法(参见水功能区划分指南)。

2. 湖泊及功能区水质标准的确定

根据国家对地面水水质的总要求(即地面水环境质量标准),因地制宜地制定出一个湖泊或湖泊不同功能区的地区性水质标