

水环境评价与保护



贾 屏 杨文海 编著



黄河水利出版社

水环境评价与保护



曹 强 陈卫华 编著

水环境评价与保护

贾 屏 杨文海 编著

黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书共分9章,主要包括绪论、水体污染与污染源、水质模型与水环境容量、水环境监测、水质评价、水环境影响评价、水环境保护、水资源保护有关法规介绍、水环境信息系统等内容,并在书后附有水功能区纳污能力及综合衰减系数计算方法。

本书可作为高等学校水利、环境、市政等专业学生的教材和主要参考书,也可供相关专业的科技和工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

水环境评价与保护/贾屏,杨文海编著. —郑州:黄河水利出版社,2012.8

ISBN 978-7-5509-0328-9

I. ①水… II. ①贾…②杨… III. ①水环境质量评价 ②水环境-环境保护 IV. ①X824 ②TV213.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第192257号

出版社:黄河水利出版社

网址:www.yrcp.com

地址:河南省郑州市颍河路黄委会综合楼14层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhslebs@126.com

承印单位:河南省瑞光印务股份有限公司

开本:850 mm×1 168 mm 1/32

印张:6.25

字数:170千字

印数:1—1 000

版次:2012年8月第1版

印次:2012年8月第1次印刷

定价:20.00元

前 言

水环境是构成环境的基本要素之一,是人类社会赖以生存和发展的重要场所。近年来,随着生产发展和人口增长,天然水体污染加剧,水资源供需矛盾日益尖锐。为了确保用水安全,预测、评价相应的水环境质量状况,进行水环境保护规划,已成为工程规划设计管理和控制水污染的一项必不可少的内容,这对于保障经济社会的可持续发展具有非常重要的意义和作用。

本书以水环境系统为研究对象,以可持续发展为基本思想,系统介绍了水环境评价和水环境保护的基本理论与方法,把理论知识和水环境评价与保护问题紧密结合起来。本书力求通俗易懂,简明实用,条理清楚,语言精练,全书共分9章,第1、2、3章为基本理论部分,分别介绍了天然水体的基本特征、水体污染与污染源、水质模型与水环境容量等内容。第4章主要介绍了水质监测的基本方法以及我国常用的一些水环境标准、表征水污染的水质指标等内容。第5、6章为水环境评价和水环境影响评价,详细地讲解了各种类型的水质评价以及水环境影响评价的基本流程和方法。第7、8、9章讲述了水环境保护的一些知识,主要从水功能区划、水环境保护措施、水资源保护有关法规和较先进的水环境信息系统等方面介绍了如何对水环境进行保护。

本书突出内容简单实用,把理论知识与水环境评价和水环境保护问题紧密结合起来,以使读者获得分析问题和解决问题的能力,增强水环境保护的意识与素质,为解决水环境问题提供参考。

本书可作为高等学校水利、环境、市政等专业学生的教材和主要参考书,也可供相关专业的科技和工程技术人员参考使用。

本书的编写人员及编写分工如下:贾屏(第1、2、5、7、8章),杨

文海(第3、4、6、9章)。

本书编写过程中参考和引用了许多学者的文献资料,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在不足及疏漏之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2012 年 5 月

目 录

前 言

第1章 绪 论	(1)
1.1 总 述	(1)
1.2 天然水体的特性	(2)
1.3 水体中物质的循环	(5)
1.4 不同水体环境条件	(7)
第2章 水体污染与污染源	(10)
2.1 水体污染的概念	(10)
2.2 污染源分类	(10)
2.3 污染源的调查与评价	(11)
2.4 污染源预测	(16)
2.5 水体污染物的来源及危害	(19)
2.6 水体的自净	(23)
第3章 水质模型与水环境容量	(31)
3.1 水质模型基本理论	(31)
3.2 水质模型	(40)
3.3 水环境容量	(49)
第4章 水环境监测	(58)
4.1 水质监测概述	(58)
4.2 水质监测站网	(59)
4.3 监测断面(点)的设置	(59)
4.4 监测项目及监测频率的确定	(61)
4.5 环境标准的概念、作用及体系	(62)
4.6 我国常用的一些水环境标准	(65)

4.7	表征水污染的水质指标	(83)
第5章	水质评价	(86)
5.1	水质评价概述	(86)
5.2	河流水质评价	(88)
5.3	江河水质评价	(96)
5.4	湖泊水质评价	(100)
5.5	地下水水质评价	(105)
第6章	水环境影响评价	(115)
6.1	水环境影响评价的特点	(115)
6.2	影响评价工作的目的、内容和程序	(116)
6.3	水环境影响评价的前期工作	(118)
6.4	水环境影响分析	(121)
6.5	水环境现状评价工作	(123)
6.6	水环境影响预测与评价	(123)
6.7	水环境影响评价报告书	(127)
第7章	水环境保护	(131)
7.1	基本要求	(131)
7.2	水功能区划	(132)
7.3	水环境保护措施	(145)
第8章	水资源保护有关法规介绍	(158)
8.1	我国法律规范的表现形式及其创制机关	(158)
8.2	水环境保护的一些政策、法律	(161)
8.3	水利部主要管理职责	(166)
8.4	水规划	(168)
8.5	水环境保护	(169)
8.6	水费与水资源费	(170)
8.7	加强水行政立法工作	(174)
第9章	水环境信息系统	(176)
9.1	水环境信息系统概念	(176)

9.2 水环境信息系统的意义	(176)
9.3 水环境信息系统的技术体系	(178)
附 录 水功能区纳污能力及综合衰减系数计算方法	(186)
参考文献	(190)

第 1 章 绪 论

1.1 总 述

水是自然资源的重要组成部分,是所有生物的结构组成和生命活动的主要物质基础。从全球范围来讲,水是连接所有生态系统的纽带,自然生态系统既能控制水的流动,又能不断促使水的净化和循环。因此,水在自然环境中,对于生物和人类的生存来说具有决定性的意义。同时,水是人类不可缺少的非常宝贵的自然资源,是工农业生产、经济发展和环境改善不可替代的极为宝贵的自然资源,它对人类社会的发展起着重要作用。

水是自然界的重要组成部分,是环境中最活跃的要素。它不停地运动且积极地参与自然环境中一系列物理的、化学的和生物的过程。水资源与其他固体资源的本质区别在于它具有流动性,是在水循环中形成的一种动态资源,具有循环性。水循环系统是一个庞大的自然水资源系统,水资源在开采利用后,能够得到大气降水的补给,处在不断地开采、补给和消耗、恢复的循环之中,可以不断地供给人类利用和满足生态平衡的需要。在不断的消耗和补充过程中,在某种意义上水资源具有“取之不尽”的特点,恢复性强。但实际上全球淡水资源的蓄存量是十分有限的,全球的淡水资源仅占全球总水量的 2.5%,且淡水资源的大部分储存在极地冰帽和冰川中,真正能够被人类直接利用的淡水资源仅占全球总水量的 0.796%。从水量动态平衡的观点来看,某一期间的水量消耗量接近于该期间的水量补给量,否则将会破坏水平衡,造成一系列不良的环境问题。可见,水循环过程是无限的,水资源的蓄存量则是有限的,并非用之不尽,

取之不竭。

水和水体是两个不同的概念。纯净的水是由 H_2O 分子组成的,而水体则含有多种物质,其中包括悬浮物、水生生物及基底等。水体实际上是指地表被水覆盖地段的自然综合体,包括河流、湖泊、沼泽、水库、冰川、地下水和海洋等。水资源与人类的关系非常密切,人类把水作为维持生活的源泉,人类在历史发展中总是向有水的地方集聚,并开展经济活动。随着社会的发展、技术的进步,人类对水的依赖程度越来越大。

1.2 天然水体的特性

1.2.1 化学特性

水是一种良好的溶剂,能溶解与之接触的气体、液体和固体物质,任何地方的水都来源于降水、地表径流和地下水,都不是化学上的纯水。

天然水中的各种物质、离子之间还会发生许多物理、化学作用,诸如物质溶解与析出、化合与分解、氧化与还原、凝聚与胶溶、吸附与解析、气体溶入与逸出等,随时都在改变着水中物质组成及其含量,再加上水生生物的吸收、分解与排泄等生物作用,水中物质组成更加复杂与丰富。

1.2.2 生物学特性

水中所有生物依其生态功能可分为三大类:①生产者;②消费者;③分解者。

1.2.2.1 生产者

(1)水生高等植物:包括①沉水植物,整个植物体完全沉没在水下,如金鱼藻等;②浮水植物,浮在水面,可分为浮叶植物(根扎入水体底泥中,只有叶片浮于水面,如菱等)和漂浮植物(全株浮于水面,

如浮萍、风叶莲、水葫芦等);③挺水植物,茎叶大部分直立水面,如芦苇等。

(2)藻类:主要有浮游藻类和固着藻类两大类,如硅藻、绿藻、蓝藻、甲藻、金藻、黄藻等。

上述生产者的共同特点就是含有叶绿素。每年在春、秋两季出现藻类生长繁殖高峰,如果水体营养物质很丰富(含大量氮、磷),往往在水中大量繁殖,形成“水华”,对其他水生生物造成危害。

1.2.2.2 消费者

水中消费者指水生动物,包括:

(1)浮游动物:原生动物、轮虫类,枝角类,桡足类。

(2)底栖动物:生活在水体底部的各种动物的总称。

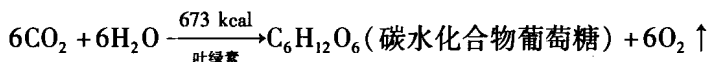
(3)游泳动物:主要指各种鱼类。

1.2.2.3 分解者

分解者主要指细菌、真菌、病毒三类的微生物以及部分原生动物,这类生物的特点是身体结构简单、形体微小、生长繁殖快、种类和数量多,分布广,其主要功能是分解所有水生动物、植物残骸及其排泄物,使之转化为可供生产者重新利用的形态。

1.2.2.4 初级生产和次级生产

初级生产者:生产者在阳光作用下进行光合作用,以无机物碳水化合物、氮、磷等为原料,生成有机物,这个生产者就指初级生产者,其生产过程可用下述化学反应简式表示:



次级生产过程:是指消费者和分解者利用初级生产者的初级生产物的同化过程。它表现为动物和微生物的生长、繁殖和营养物质的贮存。

次级生产量:在单位时间内由于动物和微生物的生产与繁殖而增加的生物量或所贮存的能量即次级生产量。

1.2.2.5 初级生产力

光合作用积累太阳能进入生态系统的初级能量称为初级生产,

初级生产积累能量的速率称为初级生产力。

初级生产力的计算方法如下：

一般是根据产氧量来进行计算的,光合作用大,产氧量大;光合作用小,产氧量小。具体为:白瓶和黑瓶,测 24 h 后的溶氧量;初始瓶,测当时的溶氧量。

(1) 水层日产量的计算(mgO_2/L)。

净生产力 = 白瓶溶解氧量 - 初始瓶溶解氧量

呼吸作用量 = 初始瓶溶解氧量 - 黑瓶溶解氧量

毛生产量 = 白瓶溶解氧量 - 黑瓶溶解氧量

1992 年 8 月 1 ~ 2 日在无锡马山地区所做的光合作用试验及计算结果见表 1-1。

表 1-1 光合作用试验及计算结果

水深	初始瓶	24 h 后黑瓶 (mg/L)	24 h 后白瓶 (mg/L)	光合作用 产氧(毛 生产量)	呼吸作 用耗氧	净产 氧量
0.2	5.34	4.87	8.83	3.96	0.47	3.49
0.5	5.20	4.67	7.98	3.31	0.53	2.78
1.0	5.39	4.59	5.98	1.39	0.80	0.59

(2) 水柱日产量计算:是指面积为 1 m^2 ,从水表面到水底的整个柱形水体的日生产量,可用算术平均值累积法计算。

1.2.3 沉积物特性

水流在流动中,一部分物质在沿途沉降下来,堆积在水的底部。天然水体沉积物来源于流域范围内的岩石风化产物、地表径流挟带的泥沙、黏土颗粒以及生物的残骸。流速大,这些物质悬浮在水中;流速小,这些物质沉积在水底。

研究沉积物可以了解当前水体水质状况,追溯水体污染历史,预测水体水质变化趋势。

沉积物中的某些成分,由于水体物化条件的变化,可以重新释放或者成为次生污染源。

1.3 水体中物质的循环

1.3.1 有机物分解

在富氧水体中,很多有机物被多种多样的细菌和真菌通过呼吸作用而分解,分解程度取决于水中理化条件及有机物本身的组成。也有相当一部分有机物来不及分解而沉积水底。在厌氧条件下,沉淀到水底的有机质分解速度较慢,程度较不完全。有些有机质(木质素)在微生物作用下形成一种特殊的有机物质,通常称为腐殖质。由于水体的运动或机械扰动,腐殖质可再次进入水体,矿化释放出营养元素,归还到环境,从而完成有机物的矿化作用。

1.3.2 水体中氧的来源与消耗

(1)水中氧的来源有两个:①大气中的氧源源不断地溶解于水,并与水处于动态平衡;②水生植物(藻类和水生高等植物)的光合作用释放的氧。

(2)水中氧的消耗主要有3个途径:①水生动、植物的呼吸作用;②水生微生物的呼吸作用;③水中微生物参与下的有机物生物化学降解过程。

1.3.3 氮循环

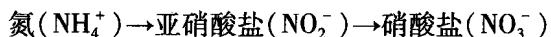
水体中氮的主要来源有两个:①地表径流和农田排水中挟带大量的无机氮与有机氮物质;②水体中某些生物的固氮作用。

水体中氮的消耗有下述4个途径:①随水流出;②沉积于水底;③由于水中存在反硝化作用而逸出;④水生动、植物以水产品形式被人类或动物捕捞而脱离水体。

水体中各种含氮物质之间的转化是通过下述几种反应和在特定的生物参与下完成的。

(1) 氨化作用(有机氮转化为氨氮($\text{NH}_3\text{—N}$)。水体中各种蛋白质化合物在好气性和嫌气性条件下,被腐生性的各种氨化细菌分解,首先产生氨。

(2) 硝化作用(氨氮转化为硝酸盐氮 $\text{NO}_3\text{—N}$),氨氮在水中不稳定,除被生物吸收同化外,其余在溶解氧充足的条件下,被各种硝化细菌氧化为硝酸盐氮,其过程如下:



(3) 反硝化作用(硝酸盐氮转化为气态氮 N_2 和 N_2O)。硝酸盐在厌氧条件下,逐渐被各种反硝化细菌(主要为异养性细菌)作用,还原硝酸盐氮为气态氮或一氧化二氮,使水体失去氮素。

(4) 无机氮的同化作用。藻类对水中的几种无机态氮都能利用,在光合过程以及随后的同化过程中,逐渐形成各种含氮有机物。

1.3.4 磷循环

水体中磷的主要来源为径流流入。

水体中磷的消耗有以下3种途径:①径流流出;②沉积;③以水产品形式被人捕捞。

磷在水中的存在形式有溶解性无机磷、溶解性有机磷和悬浮性颗粒磷。

水体中的各种磷化合物主要通过有机磷矿化、无机磷同化和不溶性无机磷有效化三个途径进行循环。

(1) 有机磷的矿化作用。

有机物中的磷,在其生物降解过程中,生成无机磷和磷化物,许多细菌和真菌都参与这个矿化过程。

(2) 无机磷的同化作用。

水中溶解性无机磷首先为上层水中的浮游植物所吸收,转化为有机磷。其中一部分用于本身生长的需要,大部分(95%以上)积累

在细胞中以备磷源不足时使用。

(3)不溶性无机磷转化为可溶性磷。

沉积物中不溶性无机磷不能为水中生产者所利用,当水中 pH 值向酸性转变时,可使沉积物中的不溶性无机磷成为可溶性磷。

(4)细菌从水中吸收磷,主要是有机磷。

水生高等植物能从沉积物中大量吸收无机磷,经代谢转变成有机磷化合物。

1.4 不同水体环境条件

根据水流速度,水体环境可分为流动水体(如河流)和静水水体(如湖泊、水库、池、沼等)。

1.4.1 河流

1.4.1.1 特点

河流的特点如下:

(1)与其他天然水体比较,河水的矿化度较低。

(2)由于季节、水文和气象等因素的影响,河水的化学成分变化剧烈。

(3)河水的溶解性气体富裕,而且表层水与底层水的溶气量几乎没有什么差别。

(4)河水的表层水与底层水的温度也比较一致,不存在分层现象。

(5)河流的有机物质基本上来自陆地和邻近的静水水体,河水的初级生产力比较低。

1.4.1.2 河流与污水污染的关系

(1)流速:流速慢,某些污染物易于沉淀,延长了污染物降解作用时间,稀释扩散能力减慢;流速快,稀释扩散能力强,搅拌河底淤泥,沉淀作用小。

(2) 宽窄:当河流较窄时,污染物排出不远后横向易安全混合;当河流较宽时,污染物排出后横向不易完全混合。

(3) 水深:当河流水深较浅时,污染物纵向易混合。

(4) 底质:若河底淤积污染物质,在水流的冲刷下会再次溶出,造成二次污染。

1.4.2 湖泊

(1) 矿化度较高。这是由于湖水停留时间长,蒸发量大,一些矿物盐分浓度提高,甚至发生盐类结晶沉淀,这个现象在干旱地区的湖泊中常可见到。

(2) 湖泊中温度、溶解性气体和营养盐类等空间分布的特点引起湖水分层现象。

在温带地区湖泊中,夏季湖表层水体升温,表层以下出现温度随深度依次下降的正分层现象,分为湖上层、温跃层和湖下层,其中只有温跃层具有温度随深度急剧下降的特点。在冬季,湖水的温度有随深度依次上升的逆分层现象。随湖水热分层的季节性变化,湖中的溶解性气体和营养盐类的分层亦有明显的季节性变化。而深水区的底层经常处于厌氧状态。

(3) 湖泊按水中营养盐分(主要氮、磷)的多少划分为贫营养湖泊、中营养湖泊和富营养湖泊等。一般来说,贫营养湖泊的初级生产力比河流高;中营养湖泊的初级生产力和次级生产力都比河流高;富营养湖泊的初级生产力过剩,造成水体极度缺氧,对其他生物不利,使次级生产力极低。

(4) 湖泊主要生产区是岸边浅水带和湖面透光层,湖泊演变途径是贫营养湖泊→中营养湖泊→富营养湖泊→沼泽。

1.4.3 水库

水库是个半河、半湖的人工水体,其特点如下:

(1) 水位不稳定、浑浊度大,以致生产力往往低于天然湖泊。