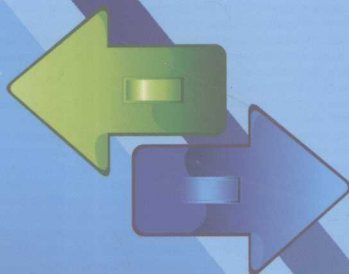


“十二五”上海重点图书
高职高专环境类规划教材



水污染控制技术

主 编 ◎ 李宏罡

副主编 ◎ 周岩枫 朱明华



华东理工大学出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

X520.6

20126

“十二五”上海重点图书
高职高专环境类规划教材

水污染控制技术

主 编 李宏罡
副主编 周岩枫 朱明华



华东理工大学出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

水污染控制技术/李宏罡主编. —上海:华东理工大学出版社,2011.10
(高职高专环境类规划教材)

ISBN 978-7-5628-3068-9

I. ①水... II. ①李... III. ①水污染-污染控制-高等职业教育-教材 IV. ①X520.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 118624 号

内容提要

本书在编写上力求理论和实用性并举,“凝练理论、突出实践”,将传统学科体系内容按照“工作过程”进行合理的重构和整合,使理论与实践有机融合,突出实用性。

全书共十三章,由水污染控制技术的基本知识、生活污水控制技术、工业废水控制技术、非点源污染控制技术三部分构成。主要针对人类生产与生活中产生的废(污)水,运用典型工艺组合进行处理,突出强调主体工艺设施的调试、运管和维护等技能。本书可以供大专院校环保类专业、给排水专业和市政工程专业使用,也可以作有关工程技术人员的参考书及相关企业培训教材。

“十二五”上海重点图书

高职高专环境类规划教材

水污染控制技术

主 编 / 李宏罡

责任编辑 / 李国平

责任校对 / 李 晔

封面设计 / 裘幼华

出版发行 / 华东理工大学出版社有限公司

社址:上海市梅陇路 130 号,200237

电话:(021)64250306(营销部)

传真:(021)64252707

网址:press.ecust.edu.cn

印 刷 / 江苏南通印刷总厂有限公司

开 本 / 787mm×1092mm 1/16

印 张 / 18.5

字 数 / 470 千字

版 次 / 2011 年 10 月第 1 版

印 次 / 2011 年 10 月第 1 次

书 号 / ISBN 978-7-5628-3068-9/X·5

定 价 / 35.00 元

(本书如有印装质量问题,请到出版社营销部调换。)

前 言

按照建设部、科技部、国家环境保护部对城市污水处理污染防治技术政策的规定与要求,到2010年全国设市城市和建制镇的污水平均处理率不低于50%,设市城市的污水处理率不低于60%,重点城市的污水处理率不低于70%。由此可见,这几年是水污染控制、处理事业大发展的黄金时期。污水处理工程设施运转管理水平的好坏,往往决定着废水处理的效果,“三分设计,七分管理”在水污染控制技术中凸显其重要性。

本书由黑龙江省级精品课“水污染控制技术”课题组和同方水务有限公司结合多年教学、实践运行管理经验,通力协作,共同完成。在编写上力求理论和实用性并举,“凝练理论、突出实践”,将传统学科体系内容解构,按照“工作过程”进行合理的重构和整合,使理论与实践有机融合,突出实用性。

本书共十三章,由水污染控制技术的基本知识、生活污水控制技术、工业废水控制技术、非点源污染控制技术等方面构成。主要针对人类生产与生活中产生的废(污)水,运用典型工艺组合进行处理,突出强调主体工艺设施的调试、运管和维护等技能。本书可以供大专院校环保类专业、给排水专业、市政工程专业师生使用及作相关企业培训教材。也可以作为有关工程技术人员参考书。

本书编写安排:第一章至第三章由张玲执笔完成,第四章、第五章由周岩枫执笔完成,第六章、第九章、第十章、第十一章由李宏罡执笔完成,第七章、第八章由朱明华执笔完成,第十二章由马永刚执笔完成,第十三章由徐晓毅执笔完成。全书由李宏罡统稿。

本书作者制作了配套的电子课件,同时也编制了一些与教材配套的实验项目,如有需要的教师,请联系:E-mail:lhgswkj@163.com 或 gpli@ecust.edu.cn

在本书编制过程中,哈尔滨工业大学、黑龙江省环境科学研究院张宝杰教授给予了宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

主 审:张正红 嘉兴职业技术学院
张福贵 清华(同方)哈尔滨水务有限公司
主 编:李宏罡 黑龙江生物科技职业学院
副主编:周岩枫 黑龙江生物科技职业学院
朱明华 黑龙江生态工程职业学院
参 编:马永刚 黑龙江生物科技职业学院
张 玲 黑龙江生物科技职业学院
徐晓毅 黑龙江生物科技职业学院

在书中引用了许多作者的论著,在此表示感谢。由于编者水平有限,对一些内容的领会、应用和表达未免有所失误或不妥之处,敬请读者批评指正。

目 录

第一章 概述	1
第一节 水体污染及其来源	1
一、水体和水体环境污染	1
二、水体污染源	1
三、水体污染物及危害	6
四、控制水污染主要途径	16
第二节 污水的排放标准	17
第二章 污水处理工艺	25
第一节 污水处理方法概述	25
一、污水一级处理方法	25
二、污水二级处理方法	26
三、污水三级处理	30
四、污泥处理	30
第二节 常用污水处理工艺流程	31
一、污水处理流程	31
二、污泥处理与处置流程	33
第三节 污水处理工艺的实施	35
一、污水处理的工艺流程选择	35
二、污水处理设施运行管理、水质监测与自动控制	36
第三章 水污染控制系统运行管理	39
第一节 污水处理厂的管理体制、组织框架及任职要求	39
一、污水处理厂的管理体制	39
二、组织框架	41
三、岗位任职要求	41
四、污水处理厂岗位管理职责	42
第二节 污水处理厂运行管理	43
一、运行管理的内容	43
二、运行管理的意义	48
三、运行管理基本要求	48
四、运行管理人员的职责	49
第三节 污水处理厂运行管理的监督与控制	50
一、污水处理厂运行管理的监控	50
二、污水处理厂运行管理监控的手段	50

第四章 常规运行管理概述	54
第一节 污水处理厂日常运行的基本内容	54
一、安全生产	54
二、维护保养	58
第二节 污水处理厂日常运行的技术指标体系	60
一、水量指标	60
二、水质指标	60
三、污泥指标	62
四、设备完好率指标	63
第五章 生活污水预处理工段运行管理	65
第一节 格栅间	65
一、概述	65
二、工艺原理	65
三、运转方法	65
四、维护管理	67
五、注意事项	67
第二节 进水泵站	67
一、概述	67
二、泵	68
三、电动葫芦	72
第三节 沉砂池	73
一、概述	73
二、工艺原理	73
三、运转方法	74
四、维护管理	75
五、注意事项	76
第六章 生活污水二级生物处理工段运行管理	77
第一节 概述	77
一、活性污泥法	77
二、生物膜法	78
三、活性污泥法与生物膜法的比较	79
四、生活污水处理方法探究与发展	79
第二节 普通活性污泥法	79
一、概述	79
二、工艺原理	80
三、运转方法	81
四、维护管理	85

五、注意事项	95
第三节 A^2/O 工艺	97
一、概述	97
二、工艺原理	97
三、运转方法	100
四、维护管理	105
五、注意事项	105
第四节 SBR 法及其改进型	106
一、概述	106
二、工艺原理	109
三、运转方法	109
四、维护管理	113
五、注意事项	118
第五节 改进型氧化沟	118
一、概述	118
二、工艺原理	119
三、运行管理	119
四、维护管理	124
五、注意事项	124
第六节 曝气生物滤池	124
一、概述	124
二、工艺原理	129
三、运转方法	130
四、维护管理	135
五、注意事项	136
第七节 膜生物反应器	136
一、概述	136
二、工艺原理	138
三、运转方法	139
四、维护管理	143
五、注意事项	144
第七章 生活污水生物处理配套设施运行管理	146
第一节 风机	146
一、概述	146
二、结构与工作原理	147
三、运转方法	147
四、维护管理	150
五、注意事项	150
第二节 消毒间	150

一、概述	150
二、工艺原理	151
三、运转方法	151
四、维护管理	154
五、注意事项	155
第三节 除臭间	155
一、概述	155
二、工艺原理	157
三、运行方法	158
四、管理维护	160
五、注意事项	162
第八章 污泥处理与处置工段运行管理	165
第一节 污泥浓缩池	165
一、概述	165
二、工艺原理	166
三、运转方法	166
四、维护管理	168
五、注意事项	169
第二节 污泥厌氧消化池	169
一、概述	169
二、工艺原理	170
三、运转方法	170
四、维护管理	175
五、注意事项	175
第三节 污泥脱水工艺及设备	176
一、概述	176
二、工艺原理	177
三、运转方法	179
四、维护管理	180
五、注意事项	181
第九章 城市污水处理过程监控系统	182
一、污水处理工艺过程	182
二、污水处理过程控制系统设计	184
三、污水处理过程监控系统开发	186
四、系统调试	189
第十章 常规城市生活污水运行成本管理	191
第一节 污水处理厂运行成本分析	191

一、污水处理厂运行成本的组成	191
二、动力费分析	192
三、设备维修费用分析	193
四、药剂与材料消耗分析	193
五、人工费用分析	194
第二节 污水处理厂运行成本控制	194
第三节 污水处理主要节能降耗措施	195
一、污水处理的能耗分析	195
二、污水处理节能降耗的技术措施	195
三、污水处理节能降耗的管理措施	198
第十一章 污水资源化	202
一、污水资源化设想	202
二、污水深度处理技术性能	202
三、污水深度处理后应用方向	203
四、经济优势	203
五、污水深度处理技术	204
六、典型回用水处理工艺及运行管理	206
第十二章 工业废水处理技术	209
第一节 工业废水绪论	209
一、工业废水分类和特点	209
二、工业废水处理原理	212
第二节 制药废水处理工艺	222
一、概述	222
二、典型处理原理与工艺	225
三、制药厂废水处理工程实例	229
第三节 乳制品厂废水处理工艺	231
一、概述	231
二、典型处理工艺	233
三、乳制品废水处理工程实例	235
第四节 酒精厂废水处理工艺	236
一、概述	236
二、典型处理工艺	239
三、酒精废水处理工程实例	247
第五节 油脂废水处理工艺	249
一、概述	249
二、典型处理工艺	254
三、含油废水处理工程实例	255

第十三章 非点源污水控制技术	259
第一节 概述	259
一、非点源污水来源及分类	259
二、非点源污染危害及特征	260
第二节 污染水体的微生物修复	261
一、微生物修复原理	261
二、微生物修复的影响因素	262
三、生物修复的类型和实施	264
第三节 污染水体生态修复技术	266
一、水体植物修复技术	266
二、生物稳定塘修复技术	268
三、污水土地处理技术	272
四、人工湿地修复技术	277
参考文献	284

第一章 概 述

岗位目标

通过学习本章内容,熟悉水体和水体环境污染以及污染的主要途径,知道水体污染源的分类,依据污水排放标准及相关标准,掌握判断水体污染物及其危害的技能。

课前思考题

1. 水体污染的成因、主要污染物质及危害有哪些?
2. 水污染控制技术方法有哪些?
3. 污水排放时如何执行相应标准?

第一节 水体污染及其来源

一、水体和水体环境污染

水体的概念包括两方面的含义:一方面是指海洋、湖泊、河流、沼泽、水库、地下水的总称;另一方面在环境领域中,则把水体中的悬浮物、溶解性物质、水生生物和底泥等作为一个完整的生态系统或完整的自然综合体来看。

水资源在使用过程中由于丧失了使用价值而被废弃外排,并以各种形式使水体受到影响,这种水称为废水,这种现象称为水体环境污染。换言之,水体污染是指排入水体的污染物在数量上超过该物质在水体中的本底含量和水体的环境容量,从而导致水的物理、化学及微生物性质发生变化,使水体固有的生态系统和功能受到破坏。

水体污染有多种含义,但其基本要点是指在一定时期内,引入水体中的某种污染物所造成的不良效应。有些效应是影响人类健康方面的,例如致病菌的引入,有毒化学品或元素的引入等;另有一些效应是影响感官性状方面的,例如颜色、臭味等。引入水环境的污染物中较常见的有四类,即持久性污染物、非持久性污染物、酸和碱(以 pH 表征)、热(以温度表征)。持久性污染物是指在地面水中不能或很难由于物理、化学、生物作用而分解、沉淀或挥发的污染物,例如在悬浮物甚少、沉降作用不明显水体中的无机盐类、重金属等。在水环境中难溶解、毒性大、易长期积累的有毒化学品亦属于此类。

非持久性污染物是指地面水中由于物理、化学或生物作用而逐渐减少的污染物,例如耗氧有机物。

二、水体污染源

由于人类活动排放大量污水的原因,使水体的感观状况、物理化学性质、化学成分、生物组成以及底质等发生变化,即所谓水污染。向水体排放或释放污染物的来源或场所,称为水体污染源。迄今为止,水体污染源尚无最佳的或统一的分类方法。因分类原则不同,污染源所属类型也各异。

（一）按污染物的成因分类

按污染物的成因,污染源可分为自然污染源和人为污染源两大类。由自然因素引起水污染的来源和场所,如特殊的地质条件、森林地带、爆发的火山等,为自然污染源;由人类的社会、经济活动所形成的污染源称为人为污染源。由于目前人类还很难对许多自然力实行强有力的控制。因此,自然污染源也处于难于控制的局面。但是,自然污染源对水体的污染影响比人为污染源小得多。人为污染源产生污染的频率高、数量大、种类多、危害深,是造成污染的主要原因。因此,它是我们控制的重点。

（二）按污染源排放的污染物属性分类

按污染源排放的污染物属性,污染源可分成物理污染源、化学污染源和生物污染源等数种。物理污染源排放或释放的主要污染物有热能、放射性物质和悬浮物等;生物污染源包括医院等部门将细菌、病毒、寄生虫等排入水体;化学污染源所占比重最大,所排放的污染物种类也最多,涉及的面又最广。它们所排放的污染物有许多已对人类和生物界构成严重的威胁。大规模、现代化的经济组合,造成生产的集中和多样化,因此,一个污染源可能排放多种属性的污染物,如一个工厂可同时释放热能和排放化学污染物,应视为物理污染源兼化学污染源。

（三）按污染源的空间分布分类

按空间分布的污染源可分为点污染源和面污染源。点污染源具有确定的空间位置,是指工矿废水、生活污水等通过管道、沟渠集中排入水体的污染源。其排放特点一般具有连续性,水量的变化规律取决于工矿的生产特点和居民的生活习惯。一般有季节性又有随机性。有一些废水、污水是经过污水处理厂处理后再排入水体。面污染源是指污染物来源于集水面上,如农田排水、矿山排水、城市和工矿区的路面排水等。这些排水有时由地面直接汇入水体,有时也通过管道或沟渠汇入水体。其特点是发生时间都在降雨形成径流之时,具有间歇性,变化服从降雨和形成径流的规律,并受地面状况(植被、铺装情况、坡度)的影响。

（四）按污染源排放污染物在时间上的分布特征分类

按污染源排放污染物在时间上的分布特征,污染源可分为连续排放污染源、间断排放污染源和瞬时排放污染源等数种。尽管有的污染源连续地排放污染物,但其排放的污染物的种类与数量在时间分布上仍不均匀,故可分为连续均匀性排放污染源与连续不均匀性排放污染源两类。瞬时排放污染源多为事故性排放污染物的场所或设施等。其发生的几率可能较低,但一旦发生事故,就会在极短的时间内将大量的污染物排入水体,往往人们开始觉察时已经造成了不可估量的损失,所以绝不可因其发生几率低而掉以轻心。

（五）按产生污染物的行业性质分类

按产生污染物的行业性质污染源可分成工业污染源、农业污染源、交通运输污染源和生活污水污染源等数种。工业污染源是目前造成中国水污染的最主要污染源,这是因为工业部门种类繁多、污染物的数量多、种类多、毒性差异大、污水处理净化难度大,因而对环境的危害也大。

1. 生活污水

生活污水是人们日常生活中产生的各种污水的总称。其中包括厨房、洗涤室、浴室等排出的污水和厕所排出的含粪便污水等。其来源除家庭生活污水外,还有各种集体单位和公用事业等排出的污水。

生活污水中杂质很多,但其总量约占 0.1%~1%。杂质的浓度与用水量多少有关。悬浮杂质有泥沙、矿物肥料和各种有机物(包括人和牲畜的排泄物、食物和蔬菜残渣等),胶体

和 高分子物质(包括淀粉、糖类、纤维素、脂肪、蛋白质、油类、肥皂及洗涤剂等);溶解物质则有各种含氮化合物、磷酸盐、硫酸盐、氯化物、尿素和其他有机物分解产物;产生臭味的有硫化物、硫化氢以及特殊的粪臭素。此外,还有大量的各种微生物,如细菌、病毒、原生动物以及病原菌等,生活污水一般呈弱碱性,pH 为 7.2~7.8。由此构成的生活污水外观就是一种浑浊、黄绿甚至黑色、带有腐臭气味的废水。生活污水中多含天然有机物质,容易被生物化学氧化而降解。未经处理的生活污水,排入天然水体会造成水体污染。所以,这种水一般不能直接用于农业灌溉,需经处理。随着人口的快速增长和城市化进程加快,生活污水对水体的影响亦随之增加,而我国各地生活污水对当地水体化学需氧量和生化需氧量的影响不尽相同。

我国生活污水水质现行指标为:沉淀后 5 日生化需氧量为 20~30 g/(人·d);悬浮物为 20~45 g/(人·d)。

2. 工业废水

工业废水是在工业生产中所排出的废水,其成分主要取决于生产过程中采用的原料以及所应用的生产工艺。工业废水又可分为生产污水和生产废水。所谓的生产废水是指较为清洁、不经处理即可排放或回用的工业废水(例如冷却水)。而那些污染比较严重,必须经过处理后方可排放的工业废水就称为生产污水。由于工业的迅速发展,工业废水的水量及水质污染量很大。工业废水的特点是量大,成分复杂,难处理,不易降解和净化,危害性较大。工业废水是水体污染的最根本来源,与生活污水显著不同。

1) 工业废水的主要特点

- (1) 悬浮物含量高,可达 100~30000 mg/L。
- (2) 生化需氧量(BOD_5)高,可达 200~5000 mg/L。
- (3) 酸、碱度变化大,pH 可变化在 5~11,甚至低至 2,高至 13。
- (4) 温度高,可高达 40℃,造成热污染。
- (5) 易燃,因常含低沸点的挥发性液体,如汽油、苯、二氧化碳、丙酮、甲醇、酒精、石油等易燃污染物,易着火酿成水面火灾。

(6) 多种多样有毒有害成分:酚、氰、油、农药、多环芳烃、染料、重金属、放射性物质等。

2) 工业废水的主要来源

(1) 采矿及选矿废水

各种金属矿、非金属矿、煤矿的开采矿坑废水,主要含有各种矿物质悬浮物和有关金属溶解离子。硫化矿床的矿水中含有硫酸及酸性矿水,有较大的污染性。选矿(即尾矿水)或洗煤的废水,除含有大量的悬浮矿物粉末或金属离子外,还含有各类浮选剂。

悬浮颗粒物含量每升可达数万以至十余万毫克,经沉淀后的水可重复利用,但酸性废水及含重金属离子的水有污染。

(2) 金属冶炼废水

钢铁工业的炼铁、炼钢、轧钢等过程的冷却水及冲浇铸件、轧件的水污染性不大;洗涤水是污染物质最多的废水,如除尘、净化烟气的废水常含大量的悬浮物,需经沉淀后循环利用,但酸性废水及含重金属离子的水有污染。

(3) 炼焦煤气废水

焦化厂、城市煤气厂等在炼焦与煤气发生过程中产生严重污染的废水,含有大量酚、氨、硫化物、氰化物、焦油等杂质,有多方面的污染效应。

（4）机械加工废水

包括铸造、机床、涂漆、电镀等多方面排出的废水。主要是含机械润滑油、树脂、油漆等杂质，机械加工各种金属制品所排出的废液和冲洗废水，其中含有各种金属离子如铬、锌以及氰化物等，它们都是剧毒性的。电镀废水的涉及面很广，且污染性大，是重点控制的工业废水之一。

（5）石油工业废水

主要包括石油开采废水、炼油废水和石油化工废水三个方面。油田开采出的原油在脱水处理过程中排出含油废水，这种废水中还含有大量溶解盐类，其具体成分与含油地层地质条件有关。

炼油厂排出的废水主要是含油废水、含硫废水和含碱废水。含油废水是炼油厂最大量的一种废水，主要含石油，并含有一定量的酚、丙酮、芳烃等；含硫废水具有强烈的恶臭，对设备具有腐蚀性；含碱废水主要含氢氧化钠，并常夹带大量油和相当量的酚和硫，pH 可达 11~14。

石油化工废水成分复杂，包括石油化工生产中石油初级产品进行的裂解；制取化工中间产品，如乙烯、丙烯、苯、甲苯、乙炔及它们的同系列化合物。裂解过程的废水基本上与炼油废水相同，除含油外还可能某些化工中间衍生物，有时还含有氰化物。由于产品种类多且工艺过程各不相同，废水成分极为复杂。总的特点是：悬浮物少，溶解性或乳浊性有机物多，常含有油分和有毒物质，有时含硫化物和酚等杂质。

（6）化工废水

化学工业包括有机化工和无机化工两大类，化工产品多种多样，成分复杂，排出的废水也多种多样，多数有剧毒，不易净化，对生物有一定的积累作用。在水体中具有明显的耗氧性质，使水质恶化。

无机化工废水包括从无机矿物制取酸、碱、盐类基本化工原料的工业，这类工业生产中主要是冷却用水，排出的废水中含酸、碱和大量的盐类和悬浮物，有时含硫化物和有毒物质。有机化工废水则成分多样，包括合成橡胶、合成塑料、人造纤维、合成染料、油漆涂料、制药等废水。这些废水具有强烈耗氧的性质，毒性较强，多数是人工合成的有机分子化合物，污染性很强，不易分解。

（7）造纸废水

造纸工业应用木材、稻草、芦苇、破布等为原料，经翻旧或高压蒸煮而分离出纤维素、制成纸浆。在生产过程中最后排出原料中的非纤维素部分成为造纸黑液。黑液中含有木质素糖类、纤维素、挥发有机酸等。黑液有臭味，污染性很强。

（8）纺织印染废水

纺织废水主要是原料蒸煮、漂洗、漂白、上浆等过程产生的含天然杂质、脂肪以及淀粉等有机物的废水。印染废水是洗染、印花、上浆等多道工序中产生的，含有大量染料、淀粉、纤维素、木质素、洗涤剂有机物，以及碱、硫化物、各类盐类等无机物，污染性很强。

（9）皮毛加工及制革废水

在皮毛和皮革加工过程中，经浸泡、脱毛、清理等预备工序排出的废水，水中富含丹宁酸和铬盐，有很高的耗氧性，是污染性很强的工业废水之一。

（10）食品工业废水

食品工业的内容极其复杂，包括制糖、酿造、肉类、乳品加工等生产过程中排出的废水都含有机物，具有强的耗氧性，且有大量悬浮物随废水排出。动物性食品加工排出的废水要比植物性食品加工废水有高得多的污染性。其中含有动物排泄物、血液、皮毛、油脂，并可能含有病菌，耗氧量也很高，有时存在含氮有机物，对水体污染是较强的。

3. 农业废水

农业污染源是指由于农业生产而产生的水污染源,如降水所形成的径流和渗流,把土壤中的氮、磷(化肥的使用)和农药带入水体;由牧场、养殖场、农副产品加工厂的有机废物(畜禽的粪尿等)排入水体,它们都可以使水体的水质发生恶化,造成河流、水库、湖泊等水体污染,有的导致水体富营养化,农业污染源往往是非点源污染,它具有三个不确定性,即在不确定的时间内,通过不确定的途径,排放不确定数量的污染物质。

由于上述三个不确定性决定不能用治理点污染源的措施去防治非点源污染源。农业生产用水量大,并且是非重复用水。农业废水包括农作物栽培、牲畜饲养、食品加工等过程排出的污水和液态废物等。

在农业生产方面,喷洒农药及施用化肥,一般只有少量附着或施用于农作物上,其余绝大部分残留在土壤和漂浮在大气中,通过降雨、沉降和径流的冲刷而进入地表水或地下水,造成污染。农药是农业污染的主要方面。各种类型农药施用后,主要存在于土壤、水体、大气、农作物和水生生物体中,严重时造成污染。近年来,杀虫剂的适用范围也在扩大,导致物种的损失(如鸟类的减少),并造成一些受保护水体的污染。

滥用化肥也是造成承受水体严重污染的一个来源。在各类蔬菜和大田作物的生产中,氮肥、磷肥在农业生产中普遍使用,在土壤中通过地表径流方式将氮、磷化合物带入天然水体,造成水体的富营养化。氮肥的大量使用是水污染的重要来源之一。尽管我国的化肥使用量与国际标准相比并不特别高,但由于大量施用优质化肥以及氮肥与磷肥、钾肥,且使用效率较低。特别值得注意的是大量廉价低质氮肥的使用,这种氮肥极易溶解而被冲入水体中造成污染。

畜牧业的集中化,大型饲养场的增加,各种废弃物的排放,无疑会使接受液态废物的自然水体造成污染。牲畜饲养场排出的废物也是水体中生化需氧量和大肠杆菌污染的主要来源。肉类制品(包括鸡、猪、牛、羊等)在过去的几年中产量急剧增加,随之而来的是大量的动物粪便直接排入饲养场附近水体。在杭州湾进行的一项研究发现,其水体中化学需氧量的88%来自农业,化肥和粪便中所含的大量营养物是对该水域自然生态平衡以及内陆地表水和地下水质量的重大威胁。用于灌溉的城市污水、工业废水,从城市汇集于城市下游农村的地面径流污水,农业牲畜粪便也是农作物、水产及地下水的重要污染源。

总之,农业废水中含有各种微生物、悬浮物、化肥、农药、不溶解固体和盐分等生物和化学物质。农业废水是造成水体污染的面源,其分布面广、分散、难于收集,难于治理。综合来看,农业污染具有两个显著的特点。一是含有机质、植物营养素及病原微生物高。如中国农村牛圈所排污水生化需氧量可高达4300 mg/L,猪圈1200 mg/L以上,是生活污水的几十倍。二是含较高的化肥、农药,随用农药、化肥的80%~90%均可进入水体,有机酚农药半衰期均为15年。所以参与了水循环、形成全球性污染,一般各类水体中均有其存在。

(六) 按水污染源的有否移动性分类

按水污染源是否具有移动性,污染源可分为固定污染源和移动污染源。由固定点向江、河等水体排放污水的为固定污染源,而船舶等常为移动污染源。

(七) 按接纳水体分类

按接纳水体污染源可分降雨、地表水和地下水的污染源数种。例如降雨最常见的污染为酸雨,引起酸雨的污染源即为降雨的污染源;能引起河流、湖泊、水库或海水等水体污染者为地表水的污染源;能引起地下水污染者为地下水的污染源。

三、水体污染物及危害

造成水体水质质量恶化的各种物质或能量都可以叫做水体污染物。从环境质量保护观点出发,可以认为任何物质若以不适当的种类、数量、浓度、形态、价态、途径、速率进入水环境,都可造成水体污染。废水中的污染物种类大致可分为固体污染物、需氧污染物、营养性污染物、酸碱污染物、有毒污染物、油类污染物、生物污染物、感官性污染物、热污染等,见表 1-1。为了表征废水水质,规定了许多水质指标。主要有有毒物质、有机物质、悬浮物、细菌总数、pH 值、色度、温度等。

表 1-1 污水的物理性质、化学成分和微生物组分及来源

特 征		来 源	
物理性质	颜色	生活污水及工业废水、有机物的天然腐化	
	气味	废水分解、工业废水	
	固体	生活给水、生活污水及工业废水、土壤的冲刷、进水渗漏	
	温度	生活污水及工业废水	
化学成分	有机物	碳水化合物	生活污水、商业废水及工业废水
		脂肪、油脂、脂类	生活污水、商业废水及工业废水
		农药	农业废水
		酚类	工业废水
		蛋白质	生活污水及工业废水
		其他	有机物天然腐化
	无机物	碱度	生活污水、生活给水、地下水渗漏
		氧化物	生活污水、生活给水、地下水渗漏
		重金属	工业废水
		氮	生活污水及农业废水
		pH	工业废水
		磷	生活污水及工业废水、天然径流
		硫	生活给水、生活污水及工业废水
		有毒化合物	工业废水
	气体	硫化氢	生活污水的分解
		甲烷	生活污水的分解
		氧	生活给水、地表水吸入
生物组分		动物	河道及处理厂
		植物	河道及处理厂
		原生动物	生活污水及处理厂
		病毒	生活污水

(一) 固体污染物

固体污染物常用悬浮物和浊度两个指标来表示。

1. 悬浮物

在水处理中常把其中的固体污染物分为溶解性固体,简称 DS(dissolved solid)和悬浮性固体,简称 SS(suspension solid),二者之和称为总固体,简称 TS(total solid)。实际区分二者是用特制的微孔滤膜(孔径 $0.45\ \mu\text{m}$)来过滤,能透过的为溶解性固体,被膜截留的为悬浮性固体。悬浮性固体又可分为可沉降性固体和难沉降性固体。可沉降性固体悬浮物是指能在 2 h 内靠重力沉降的固体,2 h 内不能沉降的称为难沉降性固体。还把密度小于 1 的固体称为漂浮固体悬浮物。值得指出的是这种分类仅仅适合于水处理工程中。

悬浮物是水中最常见的污染物,也是一项重要的水质指标。悬浮物的多少用单位体积的水中所含悬浮物的质量表示,即质量浓度,单位一般为 mg/L 。

2. 浊度

浊度是对水光传导性能的一种测量,其值可表征废水中胶体和悬浮物的含量。废水中悬浮物含量的多少也可用浊度表示。水中含有泥土、粉砂、微细有机物、无机物、浮游生物等悬浮物和胶体物都可以使水体变得混浊而呈现一定浊度。浊度是在外观上判断水是否被污染的主要特征之一。在水质分析中规定,1 L 水中含有 1 mg SiO_2 所构成的浊度为一个标准浊度单位,简称 1 度。

悬浮物的危害主要是造成沟渠、管道和抽水设备的阻塞、淤积和磨损;造成水生生物的呼吸困难;造成给水水源浑浊;干扰废水处理设施和回收设备的工作;有些悬浮物还有一定的毒性。几乎所有的废水中都含有数量不等的悬浮物,因此除去悬浮物是废水处理的一项基本任务。

(二) 耗氧有机物

绝大多数的耗氧污染物(需氧污染物)是有机物,因而在一般情况下,耗氧污染物即指需氧有机物或耗氧有机物。

天然水中的有机物一般是指天然的腐殖物质及水生生物的生命活动产物;生活污水、食品加工和造纸等工业废水中,含有大量的有机物,如碳水化合物、蛋白质、油脂、木质素、纤维素等。有机物的共同特点是这些物质直接进入水体后,通过微生物的生物化学作用而分解为简单的无机物质(二氧化碳和水),在分解过程中需要消耗水中的溶解氧,在缺氧条件下污染物就发生腐败分解、恶化水质,故常称这些有机物为需氧有机物。水体中需氧有机物越多,耗氧也越多,水质也越差。说明水体污染越严重。

需氧有机物常出现在生活污水及部分工业废水中,如有机合成原料、有机酸碱、油脂类、高分子化合物、表面活性剂、生活污水等。它的来源多,排放量大,所以污染范围广,大多数污水体都含有这类污染物质,是必测项目。有机物造成的污染可以使水中氧产生迁移,其程度取决于一系列因素,包括水中溶解氧量和水中接受废弃物的量。如果有机物被排放到一条很大、快速流动的、冷的、氧饱和的溪流中,那么水体的情况会相对好些。冷水中污染物分解过程较慢,且氧气的溶解较好。很明显,污水耗氧程度也与给定时间内污水的排放量有关。在一给定的水体中,大量有机物质能导致氧近似完全的消耗,很明显对于那些需氧的生物种类来说,要生存是不可能的,鱼类和浮游动物在这种环境下就会死亡,而那些可以生存在缺氧情况下的细菌数量有一定的上升。这造成许多难闻有毒的产物和厌氧呼吸的产物。

防止需氧有机物污染危害的途径有:从根本上减少排放量;避免直接进入水体,在有条件