



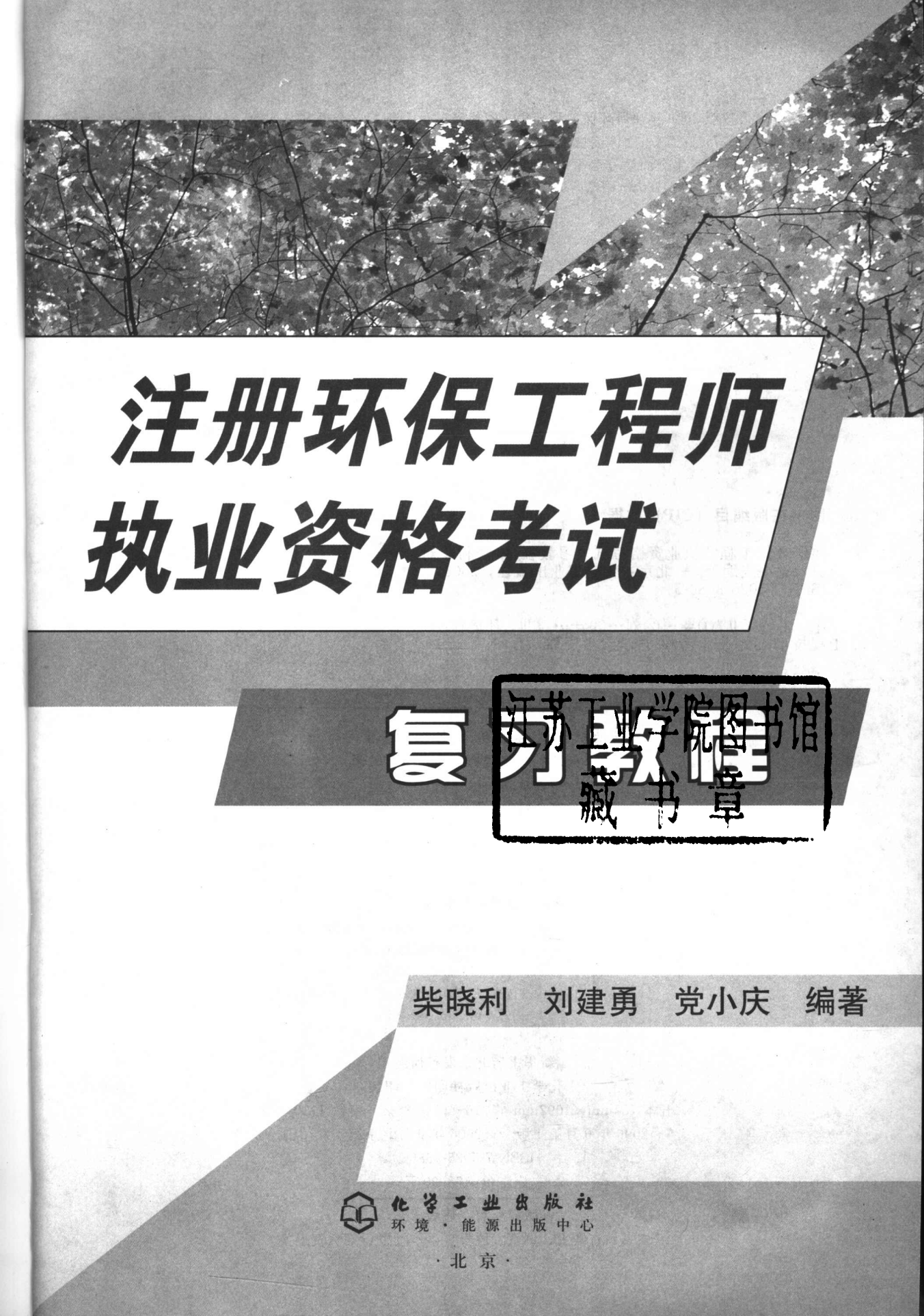
注册环保工程师 执业资格考试

复习教程

柴晓利 刘建勇 党小庆 编著



化学工业出版社
环境·能源出版中心



注册环保工程师 执业资格考试

复习教程

江苏工业学院图书馆
藏书章

柴晓利 刘建勇 党小庆 编著



化学工业出版社
环境·能源出版中心

· 北京 ·

本书按照 2006 年注册环保工程师执业资格考试大纲编写。全书共分四篇,分别为水污染控制、大气污染控制、固体废物污染控制和资源化、物理污染控制,概括了大纲要求的所有知识点,有利于考生全面复习专业知识,提高业务水平。

图书在版编目 (CIP) 数据

注册环保工程师执业资格考试复习教程/柴晓利, 刘建勇, 党小庆编著. —北京: 化学工业出版社, 2006. 5
ISBN 7-5025-8686-5

I. 注… II. ①柴…②刘…③党… III. 环境保护-
工程技术人员-资格考核-自学参考资料 IV. X

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 048841 号

注册环保工程师执业资格考试复习教程

柴晓利 刘建勇 党小庆 编著

责任编辑: 徐 娟

责任校对: 顾淑云 于志岩

封面设计: 关 飞

*

化学工业出版社
环境·能源出版中心 出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

化学工业出版社印刷厂印装

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 35 1/4 字数 1110 千字

2006 年 6 月第 1 版 2006 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-8686-5

定 价: 78.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

根据建设部和人事部的决定，实行注册环保工程师执业资格制度，并进行注册环保工程师执业资格考试。为了帮助考生系统地做好考前准备工作，我们组织了资深的教师编写了《注册环保工程师执业资格考试复习教程》。本书以现行标准和规范为基础，按照 2006 年注册环保工程师执业资格考试大纲要求编写，在编写上力求能全面反映，便于理解应用，利于指导复习。

本书共分为四篇，分别为水污染控制、大气污染控制、固体废物污染控制和资源化、物理污染控制。在编写过程中得到了西安建筑科技大学的翟瑛、任燕，上海大学的刘强、章萍、孙颖、桂长华、许冉，同济大学的袁文、曹先艳、马建立、郭强等同志的帮助，在此表示感谢。注册环保工程师执业资格考试尚属首次，加之编写人员水平与经验不足，时间紧迫，难免有不妥之处，敬请各位专家和读者提出宝贵意见。本书可作为考生考前复习资料，也可供相关的师生参考。

柴晓利

同济大学环境科学与工程学院

目 录

第一篇 水污染控制

第一章 总论	1	第九节 工业废水处理工程	126
第一节 水环境及其污染	1	第十节 污水再生利用工程	132
第二节 水环境法律、法规及标准	2	第十一节 污水自然净化工程	137
第三节 水污染防治基础知识	3	第十二节 污水处理厂(站)工程结构与 辅助工程	138
第四节 水环境及其污染	7	第十三节 污水处理厂(站)节能设计	138
第二章 排水系统	14	第六章 污水处理厂(站)的运行管理与 自动控制	141
第一节 概述	14	第一节 污水处理厂(站)的验收与试运行	141
第二节 排水系统的体制及其选择	14	第二节 污水处理厂(站)的运行管理	141
第三节 排水系统的组成与布置	16	第三节 污水处理厂(站)的水质监测	143
第四节 排水系统设计	18	第四节 污水处理厂(站)的自动控制	145
第三章 污水处理	27	第七章 污水的回用	149
第一节 概述	27	第一节 概述	149
第二节 污水的物理处理	27	第二节 污水回用的水质标准	150
第三节 污水的化学处理	33	第三节 城市污水的深度处理与回用	151
第四节 污水的物化处理	36	第四节 循环冷却水的处理与回用	156
第五节 污水的生化处理	54	第八章 污染水体的净化和生态修复	160
第四章 污泥的处理与处置	90	第一节 水体自净	160
第一节 污泥的分类和性质	90	第二节 河流的污染与自净	160
第二节 污泥的处理	91	第三节 湖泊(水库)的污染与自净	167
第三节 污泥的处置与利用	94	第四节 海洋的污染与自净	170
第五章 污水处理厂(站)的设计	96	第五节 生态修复	173
第一节 污水处理厂(站)的设计内容及 设计阶段	96	第九章 水环境区域性综合防治与水环境 规划	176
第二节 污水处理厂(站)设计基础资料	100	第一节 概述	176
第三节 污水处理厂(站)的设计原则	101	第二节 水环境区域性综合防治的工作要点	176
第四节 污水处理厂(站)址选择	101	第三节 污染物总量控制	177
第五节 污水处理厂(站)的工艺设计	102	第四节 行政经济原则及措施	178
第六节 污水处理厂(站)的总体布置	107	第五节 水环境规划	179
第七节 污水、污泥处理与构(建)筑物 设计	109		
第八节 污水、污泥处理过程中常用设备	123		

第二篇 大气污染控制

第一章 总论	181	第一节 概述	185
第一节 大气环境的污染与防治	181	第二节 环境空气质量标准	185
第二节 大气污染防治基础知识	183	第三节 工业企业设计卫生标准	186
第二章 环境空气质量控制标准	185	第四节 大气污染物排放标准	186

第三章 大气扩散浓度估算模式	191	第三节 烟气脱硝技术	267
第一节 大气污染气象学	191	第八章 挥发性有机物污染控制	273
第二节 湍流扩散的基本理论	196	第一节 概述	273
第三节 高斯扩散模式及污染物浓度的估算	197	第二节 挥发性有机污染物控制技术	274
第四节 特殊条件下的扩散模式	200	第九章 机动车尾气污染控制	279
第四章 颗粒污染物控制	204	第一节 概述	279
第一节 颗粒污染物控制技术基础	204	第二节 汽油发动机污染物的形成与控制	279
第二节 除尘技术	206	第三节 柴油发动机污染物的形成与控制	283
第三节 除尘设备涂装和保温设计	216	第十章 室内空气污染控制技术	287
第五章 气态污染物控制工程	218	第一节 室内空气污染	287
第一节 气体扩散	218	第二节 室内空气污染物的来源	287
第二节 气体吸收	218	第三节 室内空气污染物的危害	289
第三节 气体吸附	222	第四节 室内空气污染源控制技术	290
第四节 气体催化转化	226	第五节 通风与室内空气污染控制	292
第六章 硫氧化物污染控制	230	第六节 室内空气净化	293
第一节 概述	230	第十一章 集气罩及管道系统设计	294
第二节 高浓度 SO ₂ 废气的回收和净化	232	第一节 概述	294
第三节 低浓度 SO ₂ 烟气脱硫	233	第二节 集气罩设计	294
第七章 氮氧化物污染控制	258	第三节 管道系统设计	300
第一节 概述	258		
第二节 低氮氧化物燃烧技术	259		

第三篇 固体废物污染控制和资源化

第一章 总论	308	第十四节 填埋气的净化和利用	378
第一节 固体废物的定义、性质和分类	308	第十五节 终场覆盖的设计	382
第二节 固体废物产生量预测	310	第十六节 填埋场终场后的植被恢复	384
第三节 生活垃圾的收集与运输	312	第十七节 土壤污染修复	387
第四节 生活垃圾转运站	319	第三章 危险废物安全填埋场	391
第五节 固体废物破碎及其机械	321	第一节 概述	391
第六节 固体废物分选及其机械	323	第二节 危险废物的判别方法	391
第七节 固体废物的固化/稳定化	332	第三节 安全填埋场	393
第二章 卫生填埋技术	337	第四章 固体废物堆肥	398
第一节 总论	337	第一节 堆肥的基本原理	398
第二节 卫生填埋场选址	340	第二节 堆肥工艺	409
第三节 填埋场总体设计	345	第三节 堆肥的过程控制	411
第四节 填埋工艺	347	第四节 堆肥设备	415
第五节 填埋作业	351	第五节 堆肥产品质量及农业利用	421
第六节 填埋场防渗系统	352	第五章 固体废物厌氧发酵	425
第七节 场地处理	359	第一节 厌氧发酵原理	425
第八节 渗滤液收集系统	359	第二节 厌氧发酵工艺	434
第九节 渗滤液的产生及水质特征	361	第六章 固体废物焚烧技术	439
第十节 渗滤液处理方法	365	第一节 概论	439
第十一节 渗滤液处理工程实例	369	第二节 焚烧过程及焚烧产物	440
第十二节 填埋气的性质和产生	371	第三节 焚烧过程平衡分析	446
第十三节 填埋气的收集与导排	376	第四节 固体废物焚烧系统	451

第五节	固体废物焚烧炉的分类和设计	455	第三节	热解动力学模型	479
第六节	焚烧烟气控制技术	460	第四节	生活垃圾的热解	481
第七节	焚烧烟气净化工艺	463	第五节	污泥的热解	484
第八节	灰渣处理系统	465	第六节	废塑料的热解	486
第九节	飞灰处理系统	468	第七节	废橡胶的热解	487
第十节	余热利用系统	469	第八章	固体废物资源化利用技术	489
第七章	热解技术	477	第一节	典型固体废物的资源化技术	489
第一节	热解原理	477	第二节	工业固体废物的处理原则与技术	495
第二节	热解工艺	478			

第四篇 物理污染控制

第一章	物理污染防治	498	第三节	热污染的控制	504
第一节	噪声污染及其防治	498	第四节	电磁污染	505
第二节	放射性污染及其防治	501	第五节	光污染	507

附录	508
-----------------	------------

附录一	地表水环境质量标准 (GB 3838—2002)	508	附录四	大气污染物综合排放标准 (GB 16297—1996)	534
附录二	地下水质量标准 (GB/T 14848—93)	515	附录五	生活垃圾填埋污染控制标准 (GB 16889—1997)	548
附录三	污水综合排放标准 (GB 8978—1996)	517	附录六	生活垃圾焚烧污染控制标准 (GB 18485—2001)	552

参考文献	556
-------------------	------------

第一篇 水污染控制

第一章 总 论

人类的生存与活动离不开水。水覆盖着 71% 的地球表面，但是在 13 亿立方千米的水资源中 98% 都是含盐的，淡水中 88% 呈固态。在 12% 的淡水中多数是地下水，人们可以直接取用的淡水，即从河流和湖泊中取用的淡水，只占 0.014%。地球上水的分布也很不平衡。世界上每年约 65% 的水资源集中在不到 10 个国家里，而人口占世界总人口大多数的 80 个国家（其中 9 个因在近东和中东）却严重缺水，另外 26 个国家（共有人口 2.32 亿）的水资源也很少。

我国的水资源较丰富，水资源总量为 28124 亿立方米，位居世界第六，然而由于人口众多，我国人均占有水资源量约为世界人均占有水资源量的 1/4。又由于我国水资源主要来源于降水，因此受大气环流、海陆位置以及地形、地势等因素的影响，在地区分布上很不均匀，总格局是东南多，西北少。在时间分布方面更显不平衡，大多数降水集中于夏季。我国西北、华北以及沿海缺水地区受水资源匮乏的影响，国民经济发展受到严重的制约。

地球上的水经常处于循环运动中，包括自然循环和社会循环。由自然力促成的水循环，称为水的自然循环，它是水的基本运动型式。由人的社会需要而促成的循环，称为水的社会循环，它是直接为人们的生活和生产服务的。

第一节 水环境及其污染

一、淡水环境

2004 年中国环境状况公报显示，七大水系的 412 个水质监测断面中，Ⅰ～Ⅲ类、Ⅳ～Ⅴ类和劣Ⅴ类水质的断面比例分别为 41.8%、30.3% 和 27.9%，七大水系总体水质与 2003 年基本持平，珠江、长江水质较好，辽河、淮河、黄河、松花江水质较差，海河水质差，主要污染指标为氨氮、五日生化需氧量、高锰酸盐指数和石油类；27 个重点湖库中，满足Ⅱ类水质的湖库 2 个，占 7.5%，Ⅲ类水质的湖库 5 个，占 18.5%，Ⅳ类水质的湖库 4 个，占 14.8%，Ⅴ类水质湖库 6 个，占 22.2%，劣Ⅴ类水质湖库 10 个，占 37.0%，其中“三湖”（太湖、巢湖、滇池）水质均为劣Ⅴ类，主要污染指标是总氮和总磷；在 47 个重点城市中，饮用水源地水质达标率为 100%、99.9%～80%、79.9%～60%、59.9%～0.1% 和 0 的城市分别为 25 个、8 个、3 个、10 个和 1 个，与 2003 年相比，城市饮用水源地水质达标率略有提高；全国 187 个城市中，与 2003 年相比，地下水污染减轻的有 39 个，污染加重的有 52 个，水质稳定的有 96 个，硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、氯化物等组分的浓度普遍升高。

二、海水环境

2004 年中国环境状况公报显示，近海大部分海域水质良好，但局部海域污染加重。远海海域水质保持良好状况。全国近岸海域共监测 246 个站位，一、二类海水比例占 49.6%，与 2003 年基本持平；三类海水占 15.4%，比 2003 年下降 4.4 个百分点；四类、劣四类海水占 35.0%，比 2003 年上升 5 个百分点。图 1-1-1 为 2004 年全国近岸海域水质类别。

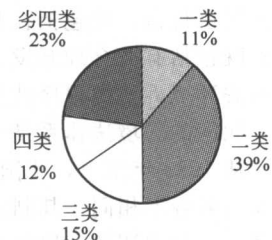


图 1-1-1 2004 年全国近岸海域水质类别

2004 年，四大海域比较，黄海和南海水质总体上较好，渤海和东海污染有加重趋势。2004 年全海域共发现赤潮 96 次，较 2003 年

减少 23 次。赤潮累计发生面积 26630km²，较 2003 年增加 83.0%，其中大面积赤潮集中在东海。全海域共发生 100km² 以上的赤潮 34 次，其中 500km² 以上的赤潮 16 次，接近或超过 500km² 的赤潮 10 次，均比 2003 年增加。有毒赤潮生物引发的赤潮 20 余次，面积约 7000km²，主要有毒赤潮生物为米氏凯伦藻、棕囊藻等。

三、污染物的排放

2004 年中国环境状况公报显示，2004 年废水排放量为 482.4 亿吨，其中工业废水排放量为 221.1 亿吨，生活污水排放量为 261.3 亿吨。化学需氧量排放量为 1339.2 万吨，其中工业排放量为 509.7 万吨，生活排放量为 829.5 万吨；氨氮排放量为 133.0 万吨，其中工业排放量为 42.2 万吨，生活排放量为 90.8 万吨。2000～2004 年全国废水及主要污染物排放统计见表 1-1-1。

表 1-1-1 2000～2004 年全国废水及主要污染物排放统计

项 目	废水排放量/亿吨			COD 排放量/万吨			氨氮排放量/万吨		
	合计	工业	生活	合计	工业	生活	合计	工业	生活
2000	415.2	194.2	220.9	1445	704.5	740.5			
2001	432.9	202.6	230.3	1404.8	607.5	797.3	125.2	41.3	83.9
2002	439.5	207.2	232.3	1366.9	584	782.9	128.8	42.1	86.7
2003	460	212.4	247.6	1333.6	511.9	821.7	129.7	40.4	89.3
2004	482.4	221.1	261.3	1339.2	509.7	829.5	133	42.2	90.8
年度增减率/%	4.8	4	5.5	0.4	-0.4	0.9	2.5	4.5	1.7

2004 年，全国工业废水排放达标率为 90.7%，比 2003 年提高 1.5 个百分点。其中重点企业工业废水排放达标率为 91.9%，比 2003 年提高 1.4 个百分点；非重点企业工业废水排放达标率为 80.6%，比 2003 年提高 2.9 个百分点。

2004 年，中央连续第八次在“两会”期间召开人口资源环境工作座谈会，胡锦涛总书记明确指出：“环境保护工作要加强环境监管，加快重点流域、重点区域的环境治理，加强农村环境保护和生态环境保护”；温家宝总理要求：“加大治理力度，着力解决生态环境保护中的突出问题。抓好重点流域、区域、海域、城市以及三峡库区污染防治，大力削减排污总量”。党和国家从落实科学发展观和构建社会主义和谐社会的高度对环保工作提出了明确要求。为落实“中央人口资源环境工作座谈会”精神，国务院于 2004 年 5 月和 10 月分别召开了“全国重点流域水污染防治工作现场会”和“淮河流域水污染防治现场会”，进一步推动了重点流域水污染防治工作。

第二节 水环境法律、法规及标准

一、水环境法律、法规

与其他许多国家的环境法体系一样，我国的环境法体系也十分复杂。从法律规范的形式和特点来说，既包括作为整个环境与资源保护法律法规基础的宪法规范，也包括调整因实施国家环境行政管理而产生的行政关系的各种行政法律规范；既包括民法中有关环境规范和环境法律法规中有关民事规范，也包括在开发、利用，保护、管理环境中有关犯罪和追究刑事责任的刑事法律规范；既包括有关合理开发、利用和保护、改善环境的技术性措施和要求的技术性法律规范，也包括有关环境诉讼的程序性法律规范。此外，还包括一些有关的经济法律规范和国际法律规范。因此，我国的环境法体系是一个包含多种法律形式和法律层次的综合性系统。

从 1973 年至今，我国已经制定了为数众多的环境保护法律文件，其表现形式多种多样，内容和任务各不相同，其制定机关以及法律效力也不尽一致。从整体看，它们共同构成了一个相互联系、比较协调的环境保护法律体系。它是由宪法关于环境保护的规定、环境保护基本法、其他以保护自然资源和防治环境污染为宗旨的一系列单行法律、法规、规章、标准以及国际条约所组成的一个完整而又相对独立的法律体系。

《中华人民共和国水污染防治法》和《中华人民共和国水法》是与水污染控制直接相关的单行法,其中《中华人民共和国水污染防治法》是1984年5月11日首次颁布,1984年11月1日实施并于1996年5月15日进行了修正。随后,经国务院批准,国家环境保护总局又发布了《中华人民共和国水污染防治法实施细则》。

为控制城市水污染,促进城市污水处理设施建设及相关产业的发展,国务院相关部门根据《中华人民共和国水污染防治法》、《中华人民共和国城市规划法》和《国务院关于环境保护若干问题的决定》,制定了《城市污水处理及污染防治技术政策》。

随着水污染法与水法的不断完善,国家与地方部门又制定了较详细的水环境标准,作为城市水污染控制和水环境保护工作者进行规划、设计、管理、监督的原则。

二、环境相关标准

天然水体是人类的重要资源,为了保障天然水体的水质,不能任意向水体排放废水,在排放以前要经过一定的无害化处理,以降低或消除其对水体水质的不利影响。

水环境标准包括水环境质量标准、污水排放标准以及相关的污水资源化利用的相关标准。标准又分为全国性的、地方性的,有时对特定的地域、水域也制定专用的标准或条例。

就国家标准及部颁标准而言,水污染控制工程实践中最常用的有:《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)、《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)、《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)、《污水排入城市下水道水质标准》(CJ 3082—1999)、《农田灌溉水质标准》(GB 5084—92)、《生活杂用水水质标准》(CJ/T 48—1999)等。

第三节 水污染防治基础知识

一、污水及其水质指标

1. 污水的概念

污水是在生产与生活活动中排放的水的总称。

生活污水是人类在日常生活中使用过的,并被生活废料所污染的水。

生产过程中使用后排放的或产生的对该过程无进一步直接利用价值的水称为工业废水。

工业废水可分为生产污水与生产废水两类。生产污水是指在生产过程中形成、并被生产原料、半成品或成品等废料所污染,也包括热污染(指生产过程中产生的、水温超过60℃的水),生产污水需要进行净化处理;生产废水是指在生产过程中形成,但未直接参与生产工艺、未被生产原料、半成品或成品污染或只是温度稍有上升的水,生产废水不需要净化处理或仅需做简单的处理,如冷却处理。

另外,初期雨水由于冲刷了地表的各种污物,污染程度很高,应该对其进行净化处理。

生活污水与生产污水(或经工矿企业局部处理后的生产污水)的混合污水,称为城市污水。

2. 水质指标

废水是雨水、工业废水和生活污水的总称。废水的水质概括起来有化学、物理、生物学性质三个方面,并通过不同的指标定性定量地反映,这些指标称为水质指标。

城市污水的性质主要与下列各因素有关:人们的生活习惯;气候条件;生活污水与生产污水所占的比例以及所采用的排水体制(分流制、合流制、半分流制等)。

污水的物理性质、化学性质、生物性质及其污染指标分述如下。

(1) 污水的物理性质及指标

表示污水物理性质的主要指标是水温、色度、臭味、固体含量等。

① 水温 污水的水温是污水水质的重要物理性质指标之一。污水的水温过低(如低于5℃)或过高(如高于40℃)都会影响污水的生物处理的效果。

根据统计资料表明,我国各地的生活污水的年平均温度差别约在10~20℃之间。工业废水的水温与生产工艺有关,变化很大。城市污水的水温,与排入排水系统的工业废水性质、所占比

例有关。

② 色度 水的颜色用色度作为指标。色度往往给人以感观不悦。色度可以由悬浮固体、胶体或溶解物质形成。悬浮固体形成的色度称为表色，胶体或溶解物质形成的色度称为真色。

生活污水的颜色常为灰色。但当污水中的溶解氧降至零时，污水所含有有机物腐烂，则水色转呈黑褐色并有臭味。生产污水的色度视企业的性质而异，差别极大，如印染、造纸、农药、焦化、冶金及化工等的生产污水，都有各自的特殊颜色。

③ 臭味 臭味给人以感观不悦，甚至会危及人体生理，呼吸困难，倒胃胸闷，呕吐等。

生活污水的臭味主要由有机物腐败产生的气体造成。工业废水的臭味主要由挥发性化合物造成。

④ 固体含量 固体含量用总固体量 (TS) 作为指标。把一定量水样在 105~110℃ 烘箱中烘干至恒重，所得的质量即为总固体量。

固体物质按在水中存在形态的不同可分为悬浮的、胶体的和溶解的三种；按性质的不同可分为有机物、无机物与生物体三种。

把水样用滤纸过滤后，被滤纸截留的滤渣，在 105~110℃ 烘箱中烘干至恒重，所得质量称为悬浮固体 (SS)；滤液中存在的固体物即为胶体和溶解固体。

悬浮固体由有机物和无机物组成，可分为挥发性悬浮固体 (VSS) 或称为灼烧减重；非挥发性悬浮固体 (NVSS) 或称为灰分两种。把悬浮固体在马福炉中灼烧 (温度为 600℃)，所失去的质量称为挥发性悬浮固体；残留的质量称为非挥发性悬浮固体。生活污水中，挥发性悬浮固体约占 70%，非挥发性悬浮固体约占 30%。悬浮固体中，有一部分可在沉淀池中沉淀，形成沉淀污泥，称为可沉淀固体。

胶体 (颗粒粒径为 0.001~0.1μm) 和溶解固体 (DS) 或称为溶解物也由有机物与无机物组成。溶解固体的浓度与成分对污水处理方法的选择 (如生物处理法、物理-化学处理法等) 及处理效果产生直接的影响。

生活污水中的溶解性有机物包括尿素、淀粉、糖类、脂肪、蛋白质及洗涤剂；溶解性无机物包括无机盐 (如碳酸盐、硫酸盐、铵盐、磷酸盐、氯化物等)。工业废水的溶解性固体成分视工矿企业的性质而异，主要包括种类繁多的合成高分子有机物及重金属离子等。

(2) 污水的化学性质及指标

污水中的污染物按化学性质可分为无机物与有机物；按存在的形态可分为悬浮状态与溶解状态。

① 无机物及指标 无机物包括酸碱度、氮、无机盐类及重金属离子等。

a. 酸碱度 酸碱度用污水中 H^+ 浓度的负对数即 pH 值表示。pH 值是污水化学性质的重要指标。pH=7 时，污水呈中性；pH<7 时，数值越小，酸性越强；pH>7 时，数值越大，碱性越强。

当 pH 值超出 6~9 时会对人、畜造成危害，并对污水的物理、化学及生物处理产生不利影响。尤其是 pH 值低于 6 的酸性污水会对管渠、污水处理构筑物及设备产生腐蚀作用。

碱度指污水中含有的能与强酸产生中和反应的物质，亦即 H^+ 的受体，主要包括氢氧化物碱度、碳酸盐碱度、重碳酸盐碱度。污水所含碱度，对于外加的酸、碱具有一定的缓冲作用，可使污水的 pH 值维持在适宜于好氧菌或厌氧菌生长繁殖的范围内。

b. 氮、磷 氮、磷主要来源于人类排泄物及某些工业废水，是植物的重要营养物质，也是污水进行生物处理时，微生物所必需的营养物质。氮、磷是导致湖泊、水库、海湾等缓流水体富营养化的主要原因。

污水中含氮化合物有有机氮、氨氮、亚硝酸盐氮与硝酸盐氮。四种含氮化合物的总量称为总氮 (TN，以 N 计)。有机氮很不稳定，容易在微生物的作用下，分解成其他三种。在无氧的条件下，分解为氨氮；在有氧的条件下，先分解为氨氮，再分解为亚硝酸盐氮与硝酸盐氮。

氨氮在污水中存在形式有游离氨 (NH_3) 与离子状态铵盐 (NH_4^+) 两种。污水进行生物处理时, 氨氮不仅向微生物提供营养, 而且对污水的 pH 值起缓冲作用。但氨氮浓度过高时, 对微生物的生活活动会产生抑制作用。

凯氏氮 (KN) 是有机氮与氨氮之和, 可以作为判断污水在进行生物法处理时, 氮营养是否充足的依据。生活污水中凯氏氮浓度约 40mg/L。所以, 总氮与凯氏氮之差值为亚硝酸盐氮与硝酸盐氮。凯氏氮与氨氮之差值为有机氮。

污水中含磷化合物可分为有机磷与无机磷两类。有机磷的存在形式主要有葡萄糖-6-磷酸、2-磷酸甘油酸及磷肌酸等; 无机磷都以磷酸盐形式存在, 包括正磷酸盐、偏磷酸盐、磷酸氢盐、磷酸二氢盐等。生活污水中有机磷浓度约为 3mg/L, 无机磷浓度约为 7mg/L。

c. 无机盐类 污水中主要的无机盐类包括硫酸盐、硫化物及氯化物。

生活污水的硫酸盐主要来源于人类排泄物; 洗矿、化工、制药、造纸和发酵等工业废水中可能含有较高硫酸盐, 浓度可达 1500~7500mg/L。污水生物处理的 SO_4^{2-} 允许浓度为 1500mg/L。

城市污水中的硫化物主要来源于诸如硫化染料废水、人造纤维废水等的工业废水和生活污水。硫化物属于还原性物质, 要消耗污水中的溶解氧, 并能与重金属离子反应, 生成金属硫化物的黑色沉淀。

生活污水中的氯化物主要来自人类排泄物, 每人每日排出的氯化物约 5~9g。漂染、制革等工业废水以及沿海城市采用海水作为冷却水时可能含有很高的氯化物。氯化钠浓度超过 4000mg/L 时对生物处理的微生物有抑制作用。

d. 重金属离子 重金属指原子序数在 21~83 之间的金属或相对密度大于 4 的金属。污水中重金属主要有汞 (Hg)、镉 (Cd)、铅 (Pb)、铬 (Cr)、锌 (Zn)、铜 (Cu)、铁 (Fe)、锰 (Mn) 等。重金属离子在微量浓度时, 有益于微生物、动植物及人类; 但当浓度超过一定值后, 即会产生毒害作用。

生活污水中的重金属离子主要来源于人类排泄物; 工业废水 (如冶金、电镀、陶瓷、玻璃、氯碱、电池、制革、照相器材、造纸、塑料及颜料等) 也含有不同的重金属离子。在污水处理的过程中, 重金属离子浓度的 60% 被转移到污泥中, 往往使污泥中的重金属含量超标。

我国《污水排入城市下水道水质标准》(CJ 3082—1999) 对工业废水排入城市排水系统的重金属离子最高允许浓度有明确规定, 超过此标准者, 必须在工矿企业内部进行处理。

② 有机物及有机污染指标 生活污水所含有机物主要来源于人类排泄物及生活活动产生的废弃物、动植物残片等, 主要成分是碳水化合物、蛋白质、尿素及脂肪。组成元素是碳、氢、氧、氮和少量的硫、磷、铁等。由于尿素分解很快, 故在城市污水中很少发现尿素。食品加工、饮料等工业废水中的有机物成分与生活污水基本相同, 其他工业废水所含有机物种类繁多。

有机物按被生物降解的难易程度, 可分为四种: 可生物降解有机物, 对微生物无毒害或抑制作用; 可生物降解有机物, 但对微生物有毒害或抑制作用; 难生物降解有机物, 对微生物无毒害或抑制作用; 难生物降解有机物, 对微生物有毒害或抑制作用。

由于有机物种类繁多, 分析技术难以定量区分, 通常根据可被氧化的共同特性用氧化过程所消耗的氧量作为有机物总量的综合指标进行定量分析。常用的指标包括: 生化需氧量 (BOD)、化学需氧量 (COD)、总需氧量 (TOD)、总有机碳 (TOC)。

a. 生化需氧量 在水温为 20℃ 的条件下, 由于微生物 (主要是细菌) 的生命活动将有机物氧化成无机物所消耗的溶解氧量称为生化需氧量。生化需氧量代表了可生物降解有机物的数量。

图 1-1-2 所示为可生物降解有机物的降解及微生物细胞的合成过程示意。

由图可知, 在有氧的条件下, 可生物降解有机物的降解分为两个阶段: 第一阶段是碳氧化阶段, 即在异养菌的作用下含碳有机物被氧化 (或称碳化) 为 CO_2 、 H_2O , 含氮有机物被氧化 (或称氮化) 为 NH_3 (所消耗的氧以 O_2 表示), 同时异养菌合成新细胞; 第二阶段是硝化阶段, 即

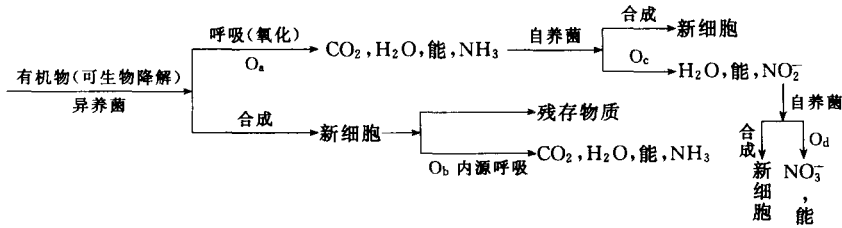


图 1-1-2 可生物降解有机物的降解及微生物细胞的合成过程示意

在自养菌（亚硝化菌）的作用下， NH_3 被氧化为 NO_2^- 和 H_2O （所消耗的氧量用 O_c 表示），再在自养菌（硝化菌）的作用下， NO_2^- 被氧化为 NO_3^- （所消耗的氧量用 O_d 表示），同时自养菌合成新细胞。两个阶段都释放出供微生物生活活动所需要的能量，合成的新细胞在生命活动中进行着新陈代谢（即自身氧化），产生 CO_2 、 H_2O 与 NH_3 并放出能量与氧化残渣（残存物质），这种过程叫做内源呼吸（所消耗的氧量用 O_b 表示）。

耗氧量 $\text{O}_a + \text{O}_b$ 称为第一阶段生化需氧量（或称为总碳氧化需氧量、总生化需氧量、完全生化需氧量），用 S_a 或 BOD_a 表示；耗氧量 $\text{O}_c + \text{O}_d$ 称为第二阶段生化需氧量（或称为氮氧化需氧量、硝化需氧量），用硝化 BOD 或 NOD_a 表示。两阶段氧化过程用曲线图表示，见图 1-1-3。

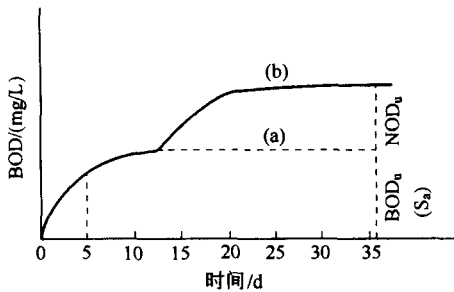


图 1-1-3 两阶段氧化过程曲线

有机物的生化过程延续时间很长，在 20°C 水温下完成两阶段约需 100d 以上。5d 的生化需氧量约占总碳氧化需氧量 BOD_a 的 70%~80%；20d 以后的生化反应过程速度趋平缓，因此常用 20d 的生化需氧量 BOD_{20} 作为总生化需氧量，用 S_a 表示。实际工程中 20d 时间仍嫌太长，而用 5d 生化需氧量（ BOD_5 ）作为可生物降解有机物的综合浓度指标。

b. 化学需氧量 化学需氧量可反映在一定条件下化学方法能氧化的有机物的量。它是在高温、有催化剂以及强酸环境等条件下，强氧化剂氧化有机物所消耗的量。

所用的氧化剂为重铬酸钾或者高锰酸钾，催化剂为硫酸银，用浓硫酸提供强酸性环境。

因为氧化反应不受有机物是否能为微生物分解的影响，也能氧化微生物无法分解氧化的有机物，所以 COD 值比 BOD 值高。

化学需氧量的优点是较精确地表示污水中有机物的浓度，测定时间仅需数小时，且不受水质的限制；缺点是不能像生化需氧量那样反映出微生物氧化有机物、直接地从卫生学角度阐明被污染的程度。

COD 能反映几乎所有有机物，但是一些难分解的有机物（如苯等）在特定条件下也无法被氧化，另一方面，废水中的还原剂、氧化剂会影响 COD 的测定使结果偏高或偏低，因此在测定时要注意排除干扰。COD 的数值大于 BOD_{20} ，两者的差值大致等于难生物降解有机物量，差值越大难生物降解的有机物越多，越不宜采用生物处理法。因此 BOD_5/COD 可作为污水是否适宜于采用生物处理的判别标准，称为可生化性指标，比值越大，越容易被生物处理。一般认为此比值大于 0.3 的污水才适于采用生物处理。

随着仪器分析的发展，为快速测定有机物的氧当量，还不断地提出了其他一些指标如（TOD、TOC 等），但这些指标的检验都需要比较昂贵的仪器，也不能真正反映有机物对水体耗氧的影响，多用于进行理论研究。尽管有不少的方法可以反映有机物的氧当量，BOD 还有不少的缺点，但从水中有机物对水体的影响角度来看，还没有比 BOD 更好的指标，所以 BOD 仍被广泛地应用。

水质比较稳定的污水， BOD_5 、COD、TOD、TOC 之间有一定的相关关系，数值大小的排序

为： $TOD > COD_{Cr} > BOD_u > BOD_5 > TOC$ 。生活污水的 BOD_5/COD 约为 $0.4 \sim 0.65$ ， BOD_5/TOC 约为 $1.0 \sim 1.6$ 。工业废水的 BOD_5/COD 决定于工业性质，如果该比值大于 0.3 可采用生化处理法，小于 0.25 不宜采用生化处理法，小于 0.3 而大于 0.25 则难生化处理。

二、控制水污染的基本方法

控制废水污染的基本途径是降低废水的污染强度，这可从两方面入手。

1. 减少污染因子的产生量

污水和其中的污染物是一定生产工艺过程的产物，解决污水污染问题，首先要从改革生产工艺和合理组织生产过程做起，尽量使污染因子不产生或少产生。这方面的措施有：改变生产程序、变更生产原料、工作介质或产品类型，重复使用废水，加强生产管理等。

改变生产程序、变更生产原料可从开发干法生产工艺（如干法印染）、采用无毒工艺（如酶法制革）和无毒原料（如无氰电镀）、采用逆流漂洗等方面入手。重复使用废水有循环和接续两种方式。废水再用的必要条件是进行适当的处理，如洗煤废水和轧钢废水经澄清、冷却降温后可用作工业用水。废水的重复使用是一项解决环境污染和水资源短缺的重要途径，我国各工业部门都规定了废水再用率的指标。

有些工厂往往由于生产程序不合理和管理制度不健全，人为地造成了许多废水产生，如倒料时大量漏失、不合理地用水冲洗地面并使污水任意流、频繁改变生产工艺、任意向下水道倾倒剩液等。因此，加强生产管理，防止人为废水废液的产生也可以减少废水的污染危害程度。

2. 减少污染因子的排放量

减少污染因子的排放量的方法包括在车间或工厂内回收废水中的有价值物质以及进行最终的水质处理，以达到排放标准。

第四节 水环境及其污染

一、水体的主要污染源

水体是海洋、湖泊、河流、沼泽、水库、地下水的总称。按水体的类型，又可将水体分为海洋水体和陆地水体两种。陆地水体进一步可以分成地表水水体和地下水水体。

水在循环过程中，不可避免地会混入许多杂质（溶解的、胶态的和悬浮的）。在自然循环中，由非污染环境混入的物质称为自然杂质或本底杂质。社会循环中，在使用过程中混入的物质称为污染物。

由于人类活动排放出大量的污染物，这些污染物质通过不同的途径进入水体，使水体的感官性状（如色度、味、浑浊度等）、物理化学性质（如温度、电导率、氧化还原电位、放射性等）、化学成分（有机物和无机物）、水中的生物组成（种群、数量）以及底质等发生变化，水质变坏，水的用途受到影响，这种情况就称为水体污染。向水体排放或释放污染物的来源或场所，称之为“水体污染源”。

随着人类生产、生活活动的不断扩大与增强，水体的污染程度有日益恶化的趋势。一般根据水体的污染程度将水体分为五级：一级水体水质良好，符合饮用水、渔业用水水质标准；二级水体受污染物轻度污染，符合地面水水质卫生标准，可作为渔业用水，经处理之后可作为饮用水；三级水体污染较严重，但可以作为农业灌溉用水；四级水体水质受到重污染，水体中的水几乎无使用价值；五级水体水质受到严重污染，水质已超过工业废水最高允许排放浓度标准。

人类活动产生的大量污水中含有许多对水体产生污染的物质，从环境保护角度可将水体污染源主要分为以下几个方面。

1. 生活废水

生活废水是人们日常生活中产生的各种废水的总称。主要包括粪便水、洗浴水、洗涤水和冲洗衣等。其来源除家庭生活废水外，还有各种集体单位和公用事业等排出的废水。

生活废水中杂质很多，杂质的浓度与用水量多少有关，它有如下几个特点：（1）含氮、磷、

硫高；(2) 含有纤维素、淀粉、糖类、脂肪、蛋白质、尿素等在厌氧性细菌作用下易产生恶臭的物质；(3) 含有多种微生物，如细菌、病原菌、病毒等，易使人传染上各种疾病；(4) 由于洗涤剂的大量使用，使废水呈弱碱性，对人体有一定危害。

随着人口在城市和工业区的集中，城市生活废水的排放量剧增。1997 年与 1990 年比，城市生活废水排放量翻了一番，达到了 218 亿吨。生活废水中多含有机物质，容易被生物化学氧化而降解。未经处理的生活废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，需经处理后才能进行排放。

2. 工业废水

(1) 工业废水的特点

由于工业的迅速发展，工业废水的水量及水质污染量很大，它是最重要的污染源，具有以下几个特点。

① 排放量大，污染范围广，排放方式复杂。工业生产用水量大，相当一部分生产用水中都携带原料、中间产物、副产物及终产物等排出厂外。工业企业遍布全国各地，污染范围广，不少产品在使用中又会产生新的污染。如全世界化肥施用量约 5 亿吨，农药 200 多万吨，使遍及全世界广大地区的地表水和地下水都受到不同程度的污染。工业废水的排放方式复杂，有间歇排放和连续排放、有规律排放和无规律排放等，给污染的防治造成很大困难。

② 污染物种类繁多，浓度波动幅度大。由于工业产品品种繁多，生产工艺也各不相同，因此，工业生产过程中排出的污染物也数不胜数，不同污染物性质有很大差异，浓度也相差甚远。

③ 污染物质毒性强，危害大。被酸碱类污染的废水有刺激性、腐蚀性，而有机含氧化合物如醛、酮、醚等则有还原性，能消耗水中的溶解氧，使水缺氧而导致水生生物死亡。工业废水中含有大量的氮、磷、钾等营养物，可促使藻类大量生长耗去水中溶解氧，造成水体富营养化污染。工业废水中悬浮物浓度很高，可达 3000mg/L，为生活废水的 10 倍。

④ 污染物排放后迁移变化规律差异大。工业废水中所含各种污染物的性质差别很大，有些还有较强的毒性、较大的蓄积性及较高的稳定性。一旦排放，迁移变化规律很不相同，有的沉积水底，有的挥发转入大气，有的富集于生物体内，有的则分解转化为其他物质，甚至造成二次污染，使污染物具有更大的危险性。

⑤ 恢复比较困难。水体一旦受到污染，即使减少或停止污染物的排放，要恢复到原来状态仍需要相当长的时间。

(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、煤矿开采过程中产生的矿坑废水，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。

② 金属冶炼废水 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，需经沉淀后方可循环利用，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，可产生多方面的污染效应。

④ 机械加工废水 主要含有润滑油、树脂等杂质，机械加工各种金属制品所排出的废液和冲洗废水，还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 值可达 11~14。

石油化工废水成分复杂。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中间产物混入，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，有时还含有硫化物和酚等杂质。

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，在生物体内有一定的积累作用，在水体中具有明显的耗氧性质，易使水质恶化。

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，这类生产中主要是冷却用水，排出的废水中含酸、碱、大量的盐类和悬浮物，有时还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、制药等过程中排放的废水，具有强烈耗氧的性质，毒性较强，且由于多数是人工合成的有机化合物，因此污染性很强，不易分解。

⑦ 造纸废水 造纸工业使用木材、稻草、芦苇、破布等为原料，经高温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、纤维素、挥发性有机酸等，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、上浆等过程中产生的含天然杂质、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 主要包括皮毛和皮革的清理等加工过程，经浸泡、脱毛、清理等预备工序排出的废水，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，所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中还含有动物排泄物、血液、皮毛、油脂等，并可能含有病菌，因此耗氧量很高，比植物性食品加工排放的废水的污染性高得多。

一些工业废水中的主要污染物如表 1-1-2 所示。

表 1-1-2 一些工业废水中的主要污染物

工业部门	废水中主要污染物	工业部门	废水中主要污染物
化学工业	各种盐类、Hg、As、Cd、氰化物、苯类、酚类、醛类、醇类、油类、多环芳香烃化合物等	采矿工业	重金属、酸、悬浮物等
石油化学工业	油类、有机物、硫化物	火力发电	冷却水的热污染、悬浮物
有色金属冶炼	酸、重金属 Cu、Pb、Zn、Hg、Cd、As 等	核电站	放射性物质、热污染
钢铁工业	酚、氰化物、多环芳香烃化合物、油、酸	建材工业	悬浮物
纺织印染工业	染料、酸、碱、硫化物、各种纤维素悬浮物	食品加工工业	有机物、细菌、病毒
制革工业	铬、硫化物、盐、硫酸、有机物	机械制造业	酸、重金属 Cr、Cd、Ni、Cu、Zn 等、油类
造纸工业	碱、木质素、酸、悬浮物等	电子及仪器仪表工业	酸、重金属

3. 农业生产废水

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废水和液态废物。在农业生产方面，农药、化肥的广泛施用也对水环境、土壤环境等造成了严重的污染。

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飘浮在大气中，然后通过降雨、径流和土壤渗流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。各种类型农药的广泛施用，使它存在于土壤、水体、大气、农作物和水生生物

体中。

肉类制品(包括鸡、猪、牛、羊等)在过去的15年中产量急剧增长,随之而来的是大量的动物粪便直接排入饲养场附近水体,造成了水体污染。牲畜饲养场排出的废物也是水体中生物需氧量和大肠杆菌污染的主要来源。在杭州湾进行的一项研究发现,水体中化学耗氧量的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最大威胁。

农业废水是造成水体污染的面源,它面广、分散、难于收集、难于治理。综合起来看,农业污染具有以下两个显著特点。①有机质、植物营养物质及病原微生物含量高。如中国农村牛圈所排废水生化需氧量可高达4300mg/L,是生活废水的几十倍。②含较高量的化肥、农药。施用农药、化肥的80%~90%均可进入水体,有机氯农药半衰期约为15年,所以参加了水循环形成全球性污染,在一般各类水体中均有其存在。

二、水体主要污染物

凡使水体的水质、生物质、底质质量恶化的各种物质均可称为水体污染物或水污染物。根据对环境污染危害的情况不同,可将水污染物分为以下几个类别:固体污染物、生物污染物、需氧有机污染物、富营养性污染物、感官污染物、酸碱盐类污染物、有毒污染物、油类污染物、热污染物等。

1. 固体污染物

固体物质在水中有三种存在形态:溶解态、胶体态、悬浮态。在水质分析中,常用一定孔径的滤膜过滤的方法将固体微粒分为两部分:被滤膜截留的悬浮固体(SS, Suspended Solids)和透过滤膜的溶解性固体(DS, Dissolved Solids),二者合称总固体(TS, Total Solids)。这时,一部分胶体包括在悬浮物内,另一部分包括在溶解性固体内。

悬浮物在水体中沉积后,会淤塞河道,危害水体底栖生物的繁殖,影响渔业生产。灌溉时,悬浮物会阻塞土壤的孔隙,不利于作物生长。大量悬浮物的存在,还干扰废水处理和回收设备的工作。在废水处理中,通常采用筛滤、沉淀等方法使悬浮物与废水分离而除去。

水中的溶解性固体主要是盐类,亦包括其他溶解的污染物。含盐量高的废水,对农业和渔业生产有不良影响。

2. 生物污染物

生物污染物系指废水中的致病微生物及其他有害的生物体。主要包括病毒、病菌、寄生虫卵等各种致病体。此外,废水中若生长有铁菌、硫菌、藻类、水草及贝壳类动物时,会堵塞管道、腐蚀金属及恶化水质,也属于生物污染物。

生物污染物主要来自城市生活废水、医院废水、垃圾及地面径流等方面。病原微生物的水污染危害历史最久,至今仍是危害人类健康和生命的重要水污染类型。洁净的天然水一般含细菌是很少的,病原微生物就更少,受病原微生物污染后的水体,微生物激增,其中许多是致病菌、病虫卵和病毒,它们往往与其他细菌和大肠杆菌共存,所以通常规定用细菌总数和菌指数为病原微生物污染的间接指标。

病原微生物的特点是数量大,分布广,存活时间较长,繁殖速度很快,易产生抗药性,很难消灭。因此,此类污染物实际上通过多种途径进入人体,并在体内生存,一旦条件适合,就会引起人体疾病。

3. 需氧有机污染物

废水中能通过生物化学和化学作用而消耗水中溶解氧的物质,统称为需氧污染物。绝大多数的需氧污染物是有机物,无机物主要有 Fe 、 Fe^{2+} 、 S^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 CN^- 等,仅占很少量的部分。因而,在水污染控制中,一般情况下需氧物即指有机物。

天然水中的有机物一般指天然的腐殖物质及水生生物的生命活动产物。生活废水、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。