

污(废)水处理 技术与工程实例



© 姜湘山 詹友良 主 编

WU(FEI)SHUI
CHULI
JISHU
YU
GONGCHENG
SHILI



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

污(废)水处理技术与工程实例

主 编 姜湘山 詹友良

副主编 蒋白懿 杨 波 付梦求

参 编 李 刚 张建湘 郝建波

王晓华 胡春联

机械工业出版社

前 言

我国是一个水资源严重短缺的国家。水资源的短缺和污染严重地威胁着人们的生命安全和国民经济发展。水资源的合理利用和水体的保护已经引起了世界各国的高度重视，近年来我国也高度关注，并已投入巨资治理湖泊、河流，取得了不少成绩；但是水污染和环境保护仍任重道远，不可掉以轻心，其重点是清洁生产、分质分流、污（废）水减排和强化治理、一水多用、重复使用和循环利用。除了城市污水处理外，还要加强建筑小区和广大农村地区的水污染治理和水环境保护。

污（废）水处理是摆在从事给水排水和环境工程专业人员面前的一项十分重要的任务和责任，从校园初涉职场从事上述专业的人员由于学习的内容多而杂，难以对污（废）水处理技术进行全面掌握，故在从事污（废）水处理设计中急需有一本专门的污（废）水处理技术的资料，要求既简单、明了，又实用，本书就给读者提供了这方面的资料。

本书既提供了污（废）水处理技术与方法的介绍性内容，也提供了污（废）水处理技术与方法的设计、运行和管理的指导性内容。

本书的作者亲自参与了多项污（废）水处理的设计、施工、运行和管理，积累了一定的经验和知识，特别是走访了广州地区的一些城市污水处理厂，为编写本书打下了良好的基础，在书中提供了一些工程实例图片可供读者学习。

本书共分8章，内容有污（废）水处理基本知识、城市污水处理基本方法及系统、工业废水处理基本方法及系统、污（废）水物化法处理设施（备）类型及设计计算、污（废）水处理微生物知识、污（废）水生物处理设施（备）类型及设计计算、污泥处理设施（备）类型及设计计算、污（废）水处理厂（站）设计及调试运行管理。

本书重点突出、简洁易懂，是从事给水排水工程和环境工程专业从校园走向职场的初始设计人员的指导书，本书还可作为从事该领域的技术人员、管理人员的学习资料和培训教材。

本书由姜湘山和詹友良任主编，蒋白懿、杨波、付梦求任副主编，参编人员有李刚、张建湘、郝建波、王晓华、胡春联。由于编者水平有限，书中难免出现遗漏和错误，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 污（废）水处理基本知识	1
第一节 污（废）水名称、定义和划分	1
一、污（废）水的名称	1
二、污（废）水的定义	1
三、污（废）水种类的划分	1
第二节 污（废）水的处理要求及净化处理的出路	2
一、污（废）水的处理要求	2
二、污（废）水净化处理后的出路和后果	2
第三节 城市污水的性质及污染指标	3
一、城市污水的性质	3
二、城市污水的污染指标	3
第四节 工业废水性质及污染指标	4
一、工业废水的性质	4
二、工业废水的污染指标	5
第五节 水体的污染危害与水体的自净途径	5
一、水体的污染危害	5
二、水体的自净途径	6
第六节 水环境保护途径	6
一、水环境保护途径的内容	6
二、环境保护立法	7
第二章 城市污水处理基本方法及系统	9
第一节 城市污水处理的目的与基本方法	9
一、城市污水处理的目的	9
二、城市污水处理的基本方法	9
第二节 城市污水处理分级及污水处理流程	10
一、城市污水处理分级方法	10
二、城市污水处理分级的组合	11
三、城市污水处理的典型流程	11
第三节 城市污水回用的深度处理流程	12
一、城市污水回用深度处理的技术、作用和方法	12
二、城市污水回用的深度处理流程	13

三、城市污水回用深度处理水质的效果	13
第四节 建筑与建筑小区生活污水回用流程	14
第三章 工业废水处理基本方法及系统	17
第一节 工业废水种类及污染物	17
一、工业废水种类	17
二、工业废水的污染物	17
第二节 工业废水处理技术	18
一、工业废水处理技术类型	18
二、工业废水各种处理技术的方法	19
三、工业废水各种处理技术内容	19
第三节 几种工业废水处理系统举例	21
一、啤酒废水处理系统	21
二、酒精废水处理系统	23
三、肉类加工业废水处理系统	23
四、油脂废水处理系统	23
五、印染废水处理系统	23
六、造纸废水处理系统	24
七、制革废水处理系统	24
八、酸、碱废水处理系统	25
九、石化废水处理系统	25
十、制药废水处理系统	25
十一、电镀废水处理系统	26
第四章 污(废)水物化法处理设施(备)类型及设计计算	29
第一节 污(废)水物化法处理设施(备)类型与作用	29
一、污(废)水物化法处理设施(备)分类	29
二、污(废)水物化法处理设施(备)的类型	29
三、污(废)水物化法处理设施(备)的作用	29
第二节 常用污(废)水物化法处理设施(备)设计计算	31
一、格栅设计计算	31
二、沉砂池的设计计算	36
三、沉淀池的设计计算	41
四、压力溶气气浮设施(备)的组成	51
五、过滤设施(备)的设计计算	54
六、隔油池设计计算	58
七、活性炭吸附设施(备)的设计计算	60
八、化学处理设施(备)的设计计算	61
第五章 污(废)水处理微生物知识	74
第一节 微生物的种类与特点(性)	74

一、微生物的种类	74
二、微生物的特点 (性)	75
第二节 微生物的营养及微生物的培养基	85
一、微生物的营养	85
二、微生物的培养基	87
第三节 微生物的代谢、遗传、变异、生长与繁殖	89
一、微生物代谢	89
二、微生物的遗传、变异	93
三、微生物的生长与繁殖	93
第四节 微生物与自然环境中碳、氮、磷循环的作用	96
一、微生物与自然环境中碳循环的作用	96
二、微生物与自然环境中氮循环的作用	98
三、微生物与自然环境中磷循环的作用	100
第五节 污 (废) 水处理中的微生物	101
一、污 (废) 水中溶解氧与污 (废) 水中微生物的关系	101
二、污 (废) 水处理指示微生物	104
三、活性污泥法处理污 (废) 水中的微生物	105
四、生物膜处理污 (废) 水中的微生物	106
五、厌氧处理污 (废) 水中的微生物	107
第六章 污 (废) 水生物处理设施 (备) 类型及设计计算	109
第一节 污 (废) 水好氧生物处理——活性污泥法处理设施 (备) 类型 及设计计算	109
一、有关活性污泥法的基本知识	109
二、活性污泥处理系统的控制指标与设计、运行参数	112
三、活性污泥法处理系统的工艺类型及特点	114
四、活性污泥法系统工艺设计	124
第二节 污 (废) 水好氧生物处理——生物膜法处理设施 (备) 类型 及设计计算	156
一、有关生物膜法的基本知识	156
二、生物膜法处理污 (废) 水的工艺特点与设计的要求	161
三、生物接触氧化法设计计算举例	177
第三节 污 (废) 水厌氧生物处理设施 (备) 类型与设计计算	181
一、有关厌氧生物处理基本知识	181
二、污 (废) 水厌氧生物处理设施 (备) 设计计算	186
第七章 污泥处理设施 (备) 类型及设计计算	190
第一节 污泥的基本性质与处理方法	190
一、污泥的分类	190
二、污泥的性质指标	190

三、污泥的处理	191
第二节 污泥处理设施（备）类型及设计计算	192
一、污泥处理设施（备）类型	192
二、污泥处理设施（备）设计计算	193
第八章 污（废）水处理厂（站）设计及调试运行管理	203
第一节 污（废）水处理厂（站）设计	203
一、污（废）水处理厂（站）的分类	203
二、污（废）水处理厂（站）的基本组成	203
三、污（废）水处理厂（站）的设计内容	204
四、污（废）水处理厂（站）设计的基本要求	204
五、建筑中水处理设施（备）设计计算要求	205
六、污（废）水处理厂（站）设计施工图样	207
七、污（废）水处理厂（站）设计图举例	210
八、污（废）水处理厂（站）的设计计算	214
第二节 污（废）水处理厂（站）的调试运行管理	224
一、污（废）水处理厂（站）的调试	224
二、污（废）水处理厂（站）的运行管理	226
参考文献	232

第一章 污（废）水处理基本知识

第一节 污（废）水名称、定义和划分

一、污（废）水的名称

污（废）水的名称如图 1-1 所示。

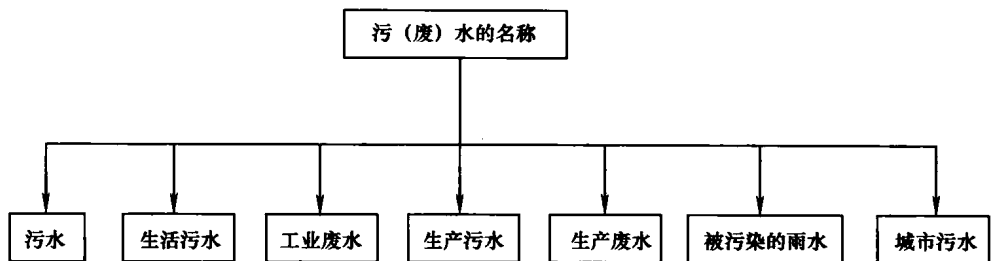


图 1-1 污（废）水的名称

二、污（废）水的定义

各种污（废）水的定义见表 1-1。

表 1-1 各种污（废）水的定义

序号	名称	定义
1	污水	是生活污水、工业废水和被污染的雨水的总称
2	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
3	工业废水	是在工矿企业生产过程中用过的水，它可分为生产污水与生产废水两类
4	生产污水	是指在生产过程中形成，并被生产原料、半成品或成品废水所污染，也包括热污染（指生产过程中产生的，水温超过 60℃的水）
5	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
6	被污染的雨水	主要是指初期雨水，由于初期雨水冲刷了地表的各种污染物
7	城市污水	是指生活污水与生产污水（或经工矿企业局部处理后的生活污水）的混合污水

三、污（废）水种类的划分

污（废）水种类的划分如图 1-2 所示。

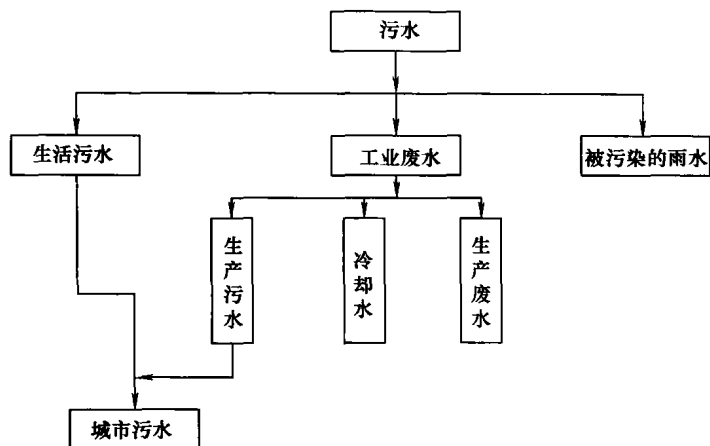


图 1-2 污（废）水种类的划分

第二节 污（废）水的处理要求及净化处理的出路

一、污（废）水的处理要求

为了保护环境，对污（废）水的处理要求见表 1-2。

表 1-2 对污（废）水的处理要求

污（废）水名称	处理要求
生活污水	需净化处理
生产污水	需净化处理
生产废水	不需净化处理或仅需简单处理，如冷却处理
城市污水	需净化处理
被污染的雨水	宜净化处理

二、污（废）水净化处理后的出路和后果

污（废）水经净化处理后的出路和产生的后果如图 1-3 所示。

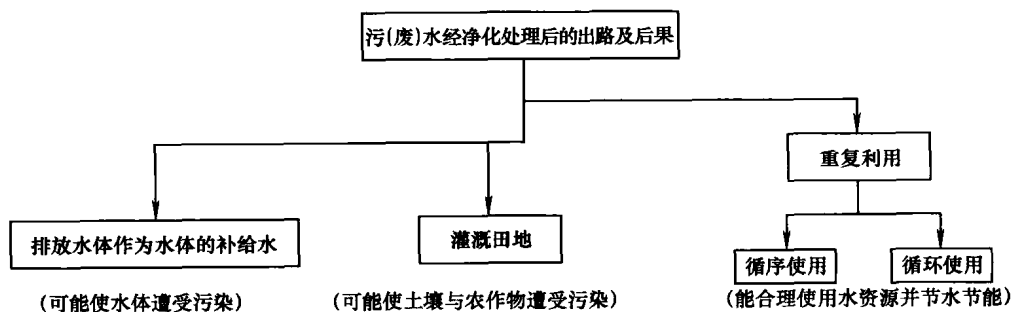


图 1-3 污（废）水净化处理后的出路和后果

第三节 城市污水的性质及污染指标

一、城市污水的性质

城市污水的性质包括物理性质、化学性质及生物性质，如图 1-4 所示。

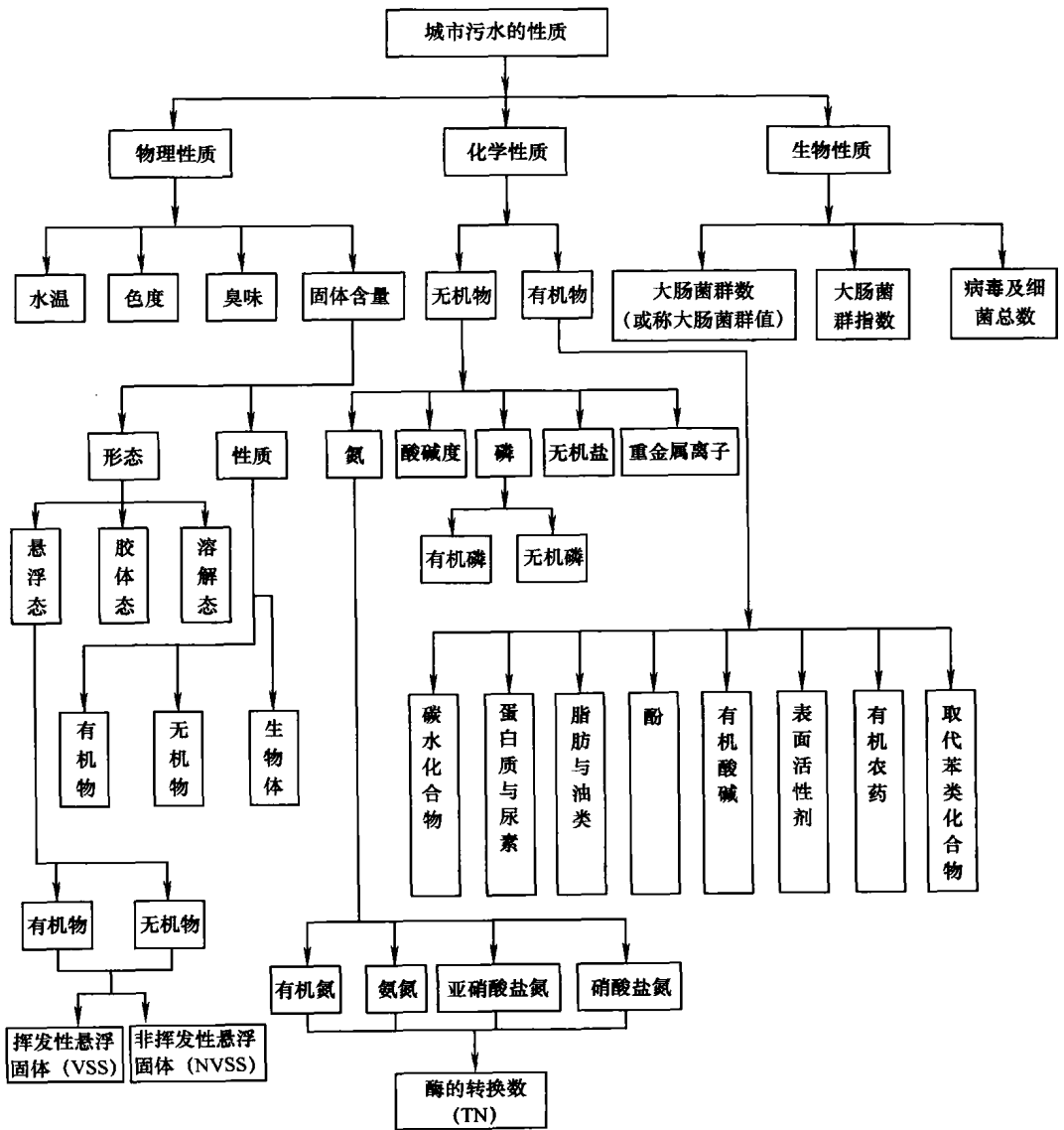


图 1-4 城市污水的性质

二、城市污水的污染指标

城市污水的污染指标有物理污染指标、化学污染指标和生物污染指标，见表 1-3。

表 1-3 城市污水的污染指标和内容

序号	污染指标	项目	内容
1	物理污染指标	水温	重要指标,污水水温过低(低于 5℃)或过高(高于 40℃)会影响污水的生物处理效果
		色度	给人感观不悦
		臭味	给人感观不悦甚至危及人体生理,使人呼吸困难、倒胃胸闷和呕吐等,为主要指标。臭味大致有鱼腥臭、氨臭、腐肉臭、腐蛋臭、腐甘蓝臭和粪臭等
		固体含量	悬浮固体为 SS,挥发性悬浮固体为 VSS,非挥发性悬浮固体为 NVSS
2	化学污染指标	酸碱度	重要指标
		氮、磷	氮及其化合物、磷及其化合物
		硫酸盐与硫化物	硫酸盐用硫酸根表示,硫化物有硫化氢、硫氢化合物和硫化物
		氯化物	腐蚀金属、抑制微生物生长
		非重金属无机有毒物质	氰化物、硫化物和重金属离子
	有机物	碳水化合物、蛋白质与尿素、脂肪酸与油类、有机酸碱、表面活性剂、有机农药和取代苯类化合物	
3	生物污染指标	污水中的微生物以细菌与病菌为主,污水中的寄生虫卵约有 80%以上可在沉淀中去除;但病原菌、炭疽杆菌与病毒等则不易沉淀,在水中存活的时间很长且具有传染性 生物污染检测指标有大肠菌群数(或称大肠菌群值)、大肠菌群指数,以及病毒和细菌总数	

第四节 工业废水性质及污染指标

一、工业废水的性质

工业废水的性质与工业废水的种类有关,主要包括物理性质、化学性质和生物性质三个方面,如图 1-5 所示。

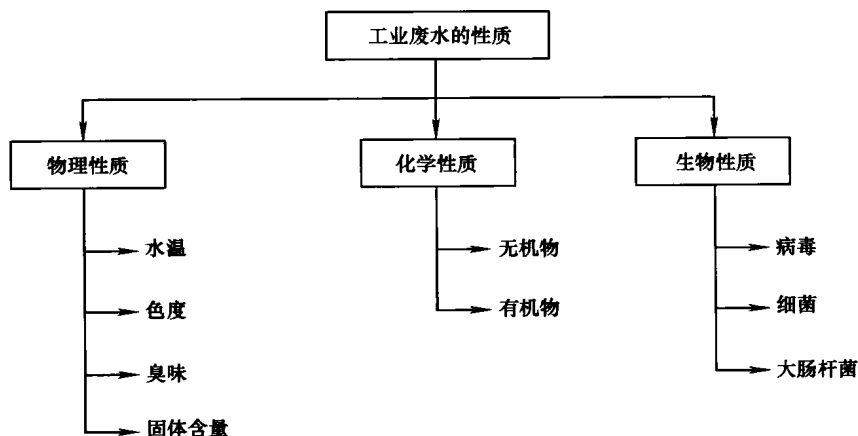


图 1-5 工业废水的性质

二、工业废水的污染指标

工业废水的污染指标分为物理污染指标、化学污染指标和生物污染指标，如图 1-6 所示。

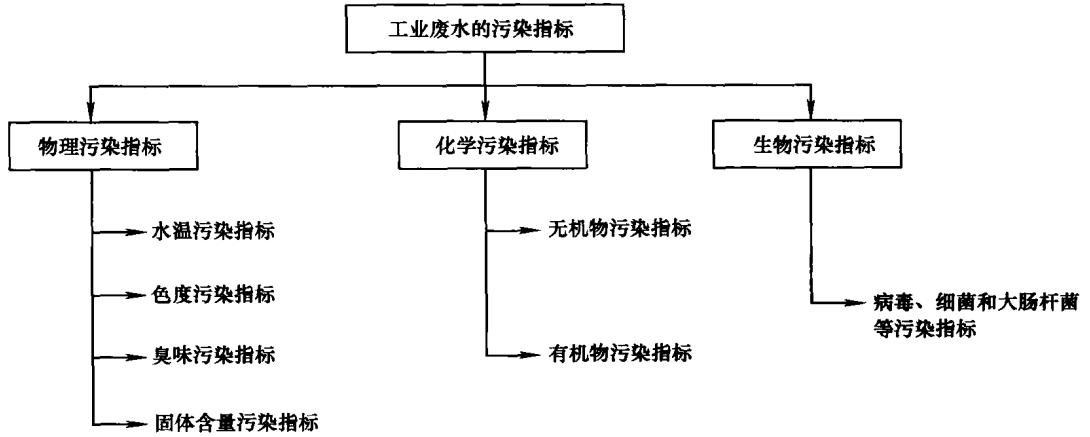


图 1-6 工业废水的污染指标

第五节 水体的污染危害与水体的自净途径

一、水体的污染危害

水体的污染危害见表 1-4。

表 1-4 水体的污染危害

序号	项目		内容
1	物理污染	水温污染	超过 60℃ 的工业废水排入水体后，使水体水温升高，物理性质发生变化，危害水生动物、植物的繁殖与生长，称为水体的热污染，其后果有：水中溶解氧的含量降低；水中化学反应加速、臭味加剧；水体中细菌繁殖加速；加速藻类的繁殖，加快富营养化进程
		水的色度污染	引起人们感官不悦，水的透光性减弱，影响水生生物的光合作用，抑制其生长繁殖，妨碍水体的自净作用
		水中固体物质污染	悬浮固体污染浓度增加，透光性降低，堵塞鱼鳃，消耗水中的溶解氧，悬浮固体中的可沉积物沉于水底会腐化。水受溶解固体污染，使溶解性无机盐浓度增加
2	化学污染	无机物污染	(1) 酸、碱及无机盐污染，pH 值变化，水质变化 (2) 氮、磷的污染，含氮有机物转化为氨、铵称为氨化过程；含氮有机物转化为亚硝酸盐与硝酸盐称为硝化过程。磷可分为有机磷与无机磷，磷能使其他物质易产生沉淀，氮使水体污染并产生富营养化 (3) 硫酸盐与硫化物污染水体，使水体变黑、变臭 (4) 氯化物污染水体并腐蚀金属，不宜做灌溉用水 (5) 重金属污染产生毒性作用，如汞、镉、铬和铅的毒性最大，其他如锌、铜、钴、镍和锡等对人体均有毒性作用

(续)

序号	项目		内容
2	化学污染	有机物污染	<p>(1) 油脂类污染会使水面呈现出五颜六色，感官性状极差，生成油膜而隔绝大气，使水生生物死亡</p> <p>(2) 酚污染对水生生物产生毒性</p> <p>(3) 表面活性剂污染，一般用的洗涤剂有硬性洗涤剂（ABS）和软性洗涤剂（LAS），前者属难生物降解，后者为可生物降解，表面活性剂含有磷，使水体营养化</p>
3	病原微生物污染		传播疾病

二、水体的自净途径

污染物随污水排入水体后，经过物理、化学与生物化学作用，使污染物的浓度降低或总量减少，受污染的水体部分地或完全地恢复原状，这种现象称为水体的自净或水体的净化。水体的自净途径见表 1-5。

表 1-5 水体的自净途径

序号	水体的自净途径	内容	说明
1	物理净化作用	稀释、混合、沉淀与挥发	浓度降低，但总量不减
2	化学净化作用	氧化还原、酸碱反应、分解合成和吸附凝聚（属物理化学作用）	浓度降低，但总量不减
3	生物化学净化作用	微生物生命活动使污染物的存在形态发生变化，使有机物无机化，有害物无害化	浓度降低，总量减少，它是水体自净的主要原因

第六节 水环境保护途径

一、水环境保护途径的内容

目前，水环境保护途径分为两个内容，如图 1-7 所示。

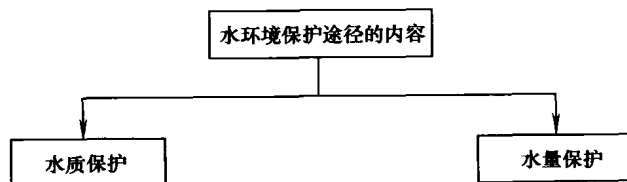


图 1-7 水环境保护途径

水环境保护途径以水质保护为主，即合理利用水资源，通过规划提出各种措施与途径，使水体不受污染，以保证水资源的正确用途，确定水体主要功能对水质的要求。

二、环境保护立法

我国环境保护立法的纵向层次如图 1-8 所示。

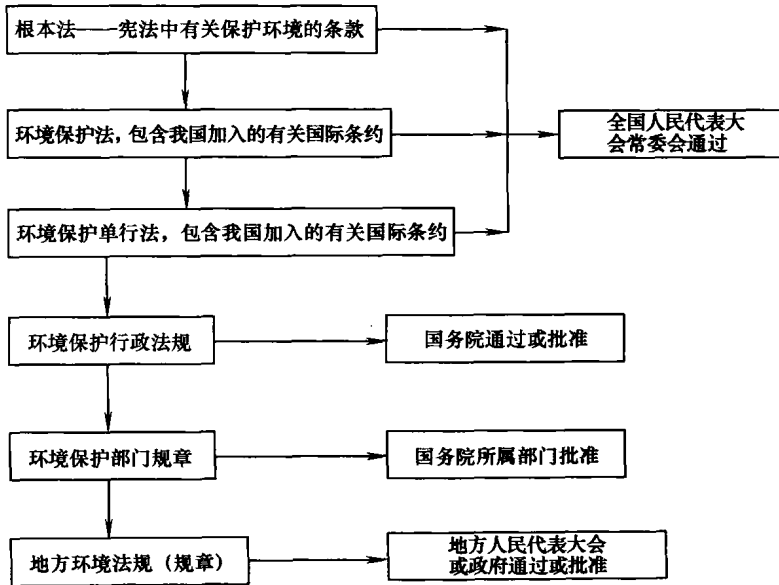


图 1-8 我国环境保护立法的纵向层次

我国环境保护立法的横向层次如图 1-9 所示。

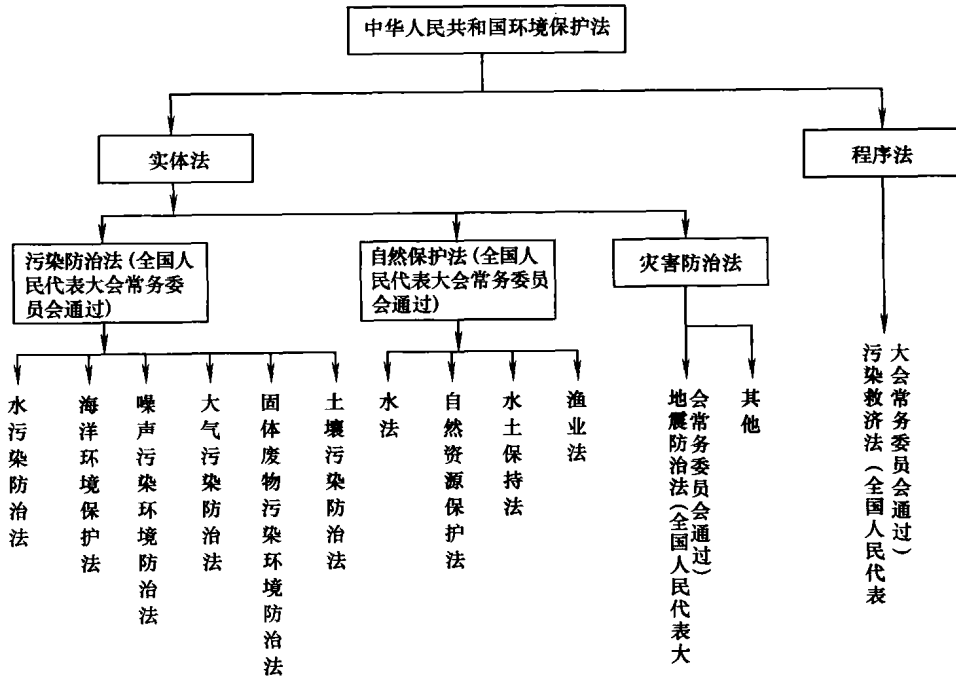


图 1-9 我国环境保护立法的横向层次

水环境标准如图 1-10 所示。

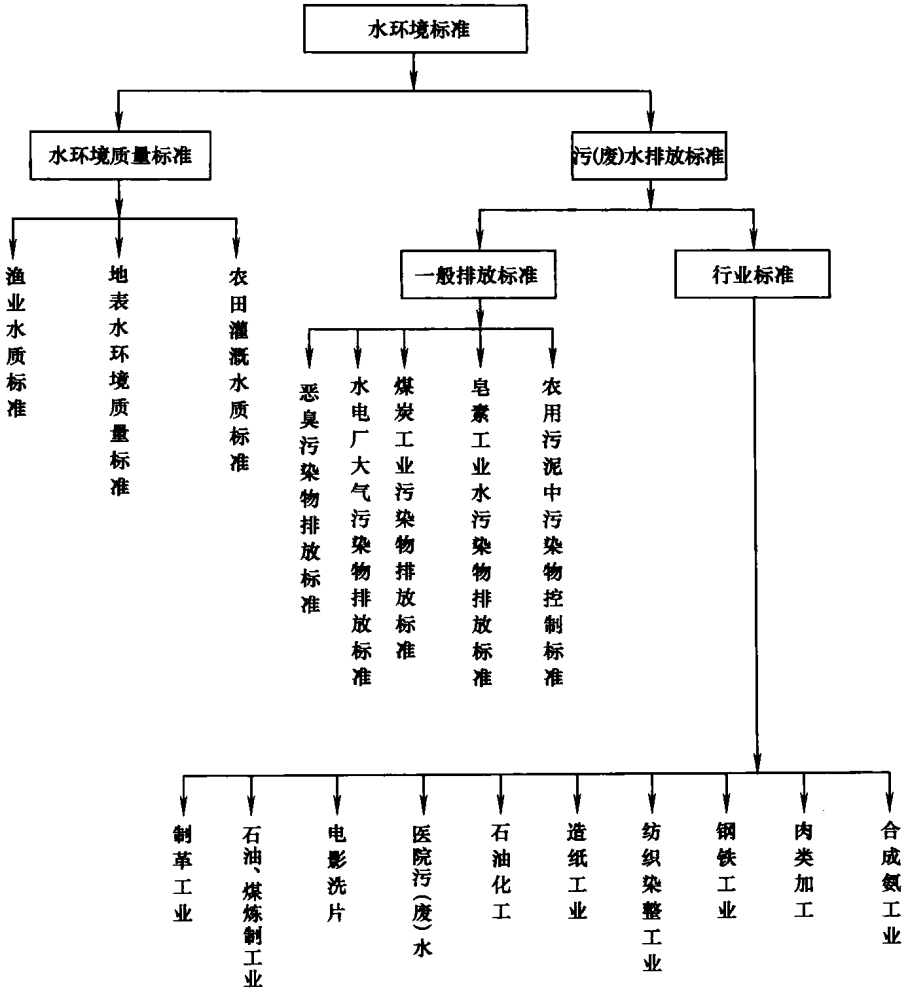


图 1-10 水环境标准

第二章 城市污水处理基本方法及系统

第一节 城市污水处理的目的与基本方法

一、城市污水处理的目的

污水处理的目的就是采用各种技术与手段，将污水中所含的污染物质（在物理污染方面如水温、色度和固体；在化学污染方面如酸碱度、氮、磷、无机盐类和重金属离子等；在有机物污染方面如碳水化合物、蛋白质与尿素、脂肪和油类、酚、有机酸碱、有机农药与取代苯类化合物等；在生物污染方面如细菌和病毒等）进行分离去除，回收利用或将其转化为无害物质，使污水得到净化，达到有关排放或利用的水质标准。

二、城市污水处理的基本方法

城市污水处理的基本方法有物理处理法、化学处理法和生物化学处理法。常用这三种方法根据处理水质要求进行单独或几种方法结合成污水处理流程，见表 2-1。

表 2-1 污水处理基本方法

序号	污水处理基本方法	去除的对象	基本方法手段	备注
1	物理处理法	利用物理作用分离污水中呈悬浮状态的固体污染物质（降低 SS、VSS 和 NVSS 的含量）	筛滤法、沉淀法、过滤法、气浮法、上浮法和反渗透法	
2	化学处理法	利用化学反应的作用，分离回收污水中处于各种形态的污染物质（包括悬浮的、溶解的和胶体的等）	中和、混凝、电解、氧化还原、汽提、萃取、吸附、离子交换和电渗析等	多用于处理生产污水

(续)

序号	污水处理基本方法	去除的对象	基本方法手段	备注
3	生物化学处理法	利用微生物的代谢作用,使污水中呈溶解、胶体状态的有机污染物转化为稳定的无害物质	基本方法和手段有两大类:利用好氧微生物的作用的好氧法(好氧氧化法);利用厌氧微生物作用的厌氧法(厌氧还原法)	好氧法广泛用于处理城市污水及有机性生产污水,其中有活性污泥法和生物膜法两种。好氧法使一部分有机物氧化分解生成二氧化碳和水,称为分解代谢;使另一部分有机物合成细胞、二氧化碳和水,称为合成代谢。厌氧法多用于处理高浓度有机污水及污水处理过程中产生的污泥,现在也开始用于处理城市污水与低浓度有机污水,厌氧处理使废水中的有机物最终转化为甲烷、二氧化碳、硫化氢和氮。对复杂物料(即指那些高分子的有机物在废水中以悬浮物或胶体形式存在)的厌氧过程分为水解发酵、产乙酸、产甲烷三个阶段

第二节 城市污水处理分级及污水处理流程

一、城市污水处理分级方法

城市污水处理常按水的净化程度和去除污水中被污染的物质分为三级处理,一级处理指物理处理,二级处理指生物化学处理,三级处理指深度处理,如图 2-1 所示。

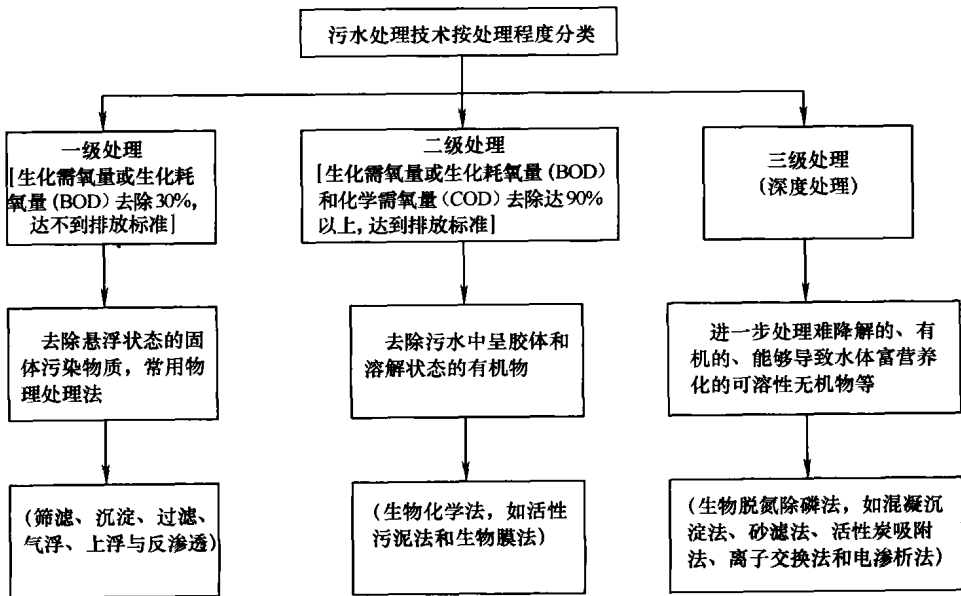


图 2-1 污水处理技术分级