



职业技术·职业资格培训教材

废水

处理工 (中级)

劳动和社会保障部教材办公室
上海市职业培训指导中心 组织编写

FEISHUICHULIGONG



中国劳动社会保障出版社



职业技术·职业资格培训教材

废水

处理工 (中级)

劳动和社会保障部教材办公室

上海市职业培训指导中心

组织编写

主编 陈建昌

编者 樊盛萌 陈建昌 杜立芬 万 雯 陈壮江

李 峤 戴爱娣 翟晓欣

主审 刘恒乔 郑 燕

FEISHUICHULIGONG



中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

废水处理工：中级/陈建昌主编. —北京：中国劳动社会保障出版社，2007
ISBN 978-7-5045-6039-1

I. 废… II. 陈… III. 废水处理-技术培训-教材 IV. X703

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 051348 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码：100029)

出 版 人：张梦欣

*

北京北苑印刷有限责任公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 18.75 印张 373 千字

2007 年 4 月第 1 版 2007 年 4 月第 1 次印刷

定价：30.00 元

读者服务部电话：010-64929211

发行部电话：010-64927085

出版社网址：<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话：010-64911344

内 容 简 介

本教材由劳动和社会保障部教材办公室、上海市职业培训指导中心依据上海 1+X 职业技能鉴定考核细目——废水处理工（国家职业资格四级）组织编写。本教材从强化培养操作技能，掌握一门实用技术的角度出发，较好地体现了本职业当前最新的实用知识与操作技术，对于提高从业人员基本素质，掌握中级废水处理工的核心知识与技能有直接的帮助和指导作用。

本教材在编写中根据本职业的工作特点，从掌握实用操作技能，以能力培养为根本出发点，采用模块化编写方式。全书分为九个单元，主要内容包括：水处理基础、废水物理处理、废水物化处理、废水生物处理、污泥处理与处置、废水处理厂运行管理、废水处理装置与设备、废水监测与分析、安全生产等。为了便于读者掌握本教材的重点内容，每一单元后附有单元测试题及答案，全书最后附有知识考核模拟试卷和技能考核模拟试卷及答案，用于检验和巩固所学知识与技能。

参加本教材的编者的具体分工为：第 1 单元（李峤）、第 2 单元（万雯）、第 3 单元（陈建昌）、第 4 单元（樊盛萌）、第 5 单元（陈建昌）、第 6 单元（杜立芬）、第 7 单元（陈壮江、陈建昌）、第 8 单元（万雯、戴爱娣）、第 9 单元（李峤 陈建昌）、模拟试卷（陈壮江、陈建昌）、附录（翟晓欣、陈建昌、许重华）。全书由刘恒乔（上海市轻工业设计研究院有限公司高级工程师）、郑燕（上海城投集团水务事业部高级工程师）审定。本教材在编写过程中，还得到童永伟、安永成、严冲、余婷、周建萍、王秀娟、许重华等同志的大力支持，在此表示衷心的感谢。

本书可作为废水处理工（国家职业资格四级）职业技能培训与鉴定考核教材，也可供中高等职业院校相关专业师生，以及相关从业人员参加岗位培训、就业培训使用。

本书中提供的参考资料（附录、课件素材及网络资源）可在 <http://www.class.com.cn/datas/fsclgzj.rar> 下载。

前言

职业资格证书制度的推行,对广大劳动者系统地学习相关职业的知识和技能,提高就业能力、工作能力和职业转换能力有着重要的作用和意义,也为企业合理用工以及劳动者自主择业提供了依据。

随着我国科技进步、产业结构调整以及市场经济的不断发展,特别是加入世界贸易组织以后,各种新兴职业不断涌现,传统职业的知识和技术也愈来愈多地融进当代新知识、新技术、新工艺的内容。为适应新形势的发展,优化劳动力素质,上海市劳动和社会保障局在提升职业标准、完善技能鉴定方面做了积极的探索和尝试,推出了1+X的鉴定考核细目和题库。1+X中的1代表国家职业标准和鉴定题库,X是为适应上海市经济发展的需要,对职业标准和题库进行的提升,包括增加了职业标准未覆盖的职业,也包括对传统职业的知识技能要求的提高。

上海市职业标准的提升和1+X的鉴定模式,得到了国家劳动和社会保障部领导的肯定。为配合上海市开展的1+X鉴定考核与培训的需要,劳动和社会保障部教材办公室、上海市职业培训指导中心联合组织有关方面的专家、技术人员共同编写了职业技术·职业资格培训系列教材。

职业技术·职业资格培训教材严格按照1+X鉴定考核细目进行编写,教材内容充分反映了当前从事职业活动所需要的最新核心知识与技能,较好地体现了科学性、先进性与超前性。聘请编写1+X鉴定考核细目的专家,以及相关行业的专家参与教材的编审工作,保证了教材与鉴定考核细目和题库的紧密衔接。

职业技术·职业资格培训教材突出了适应职业技能培训的特色,按等级、分模块单元的编写模式,使学员通过学习与培训,不仅能够有助于通过鉴定考核,而且能够有针对性地系统学习,真正掌握本职业的实用技术与操作技能,从而实现“我会做什么”,而不只是“我懂什么”。每个模块单元所附单元测试



题和答案用于检验学习效果,教材后附本级别的模拟试卷,使受培训者巩固提高所学知识 with 技能。

本教材结合上海市对职业标准的提升而开发,适用于上海市职业培训和职业资格鉴定考核,同时,也可为全国其他省市开展新职业、新技术职业培训和鉴定考核提供借鉴或参考。

新教材的编写是一项探索性工作,由于时间紧迫,不足之处在所难免,欢迎各使用单位及个人对教材提出宝贵意见和建议,以便教材修订时补充更正。

劳动保障部教材办公室

上海市职业培训指导中心

目 录

第1单元 水处理基础

1.1 水环境保护	3
1.2 废水来源与水质特征	13
单元测试题	19
单元测试题参考答案	19

第2单元 废水物理处理

2.1 流体力学基础	23
2.2 废水的物理处理方法	28
单元测试题	42
单元测试题参考答案	43

第3单元 废水物化处理

3.1 混凝	47
3.2 气浮	54
3.3 废水的氧化-还原	56
3.4 废水中和	58
3.5 废水的吸附	60
3.6 废水的离子交换	62
3.7 废水的消毒	64
单元测试题	68
单元测试题参考答案	69

第4单元 废水生物处理

4.1 微生物基础	73
4.2 活性污泥法	78
4.3 生物膜法	107

4.4 废水厌氧生物处理	116
单元测试题	123
单元测试题参考答案	125
第5单元 污泥处理与处置	
5.1 污泥处理	129
5.2 污泥的利用与最终处置	148
单元测试题	150
单元测试题参考答案	151
第6单元 废水处理厂运行管理	
6.1 废水处理厂工艺	155
6.2 城市污水处理厂运行管理	160
单元测试题	169
单元测试题参考答案	170
第7单元 废水处理装置与设备	
7.1 电工基础	173
7.2 机械基础	178
7.3 废水处理专用机械设备	181
7.4 电动机及仪表使用维护	206
单元测试题	216
单元测试题参考答案	217

● 第8单元 废水监测与分析

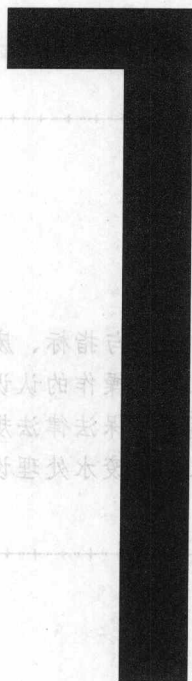
8.1 水质分析基础	221
8.2 废水监测与分析方法	230
单元测试题	243
单元测试题参考答案	244

● 第9单元 安全生产

9.1 安全生产法	247
9.2 安全生产基础	249
单元测试题	261
单元测试题参考答案	263

废水处理工（国家职业资格四级）职业鉴定考试简介	264
知识考核模拟试卷（一）	265
知识考核模拟试卷（二）	271
知识考核模拟试卷（一）答案	277
知识考核模拟试卷（二）答案	277
技能考核模拟试卷（一）	278
技能考核模拟试卷（二）	280
技能考核模拟试卷（一）答案	282
技能考核模拟试卷（二）答案	286

参考文献	290
------------	-----



目录

第一章 绪论
第一节 水的组成与性质
第二节 水的循环与分布
第三节 水资源与水环境
第四节 水处理技术的发展
第五节 水处理工程的任务与意义

第 1 单元

水处理基础

1.1 水环境保护 /3

1.2 废水来源与水质特征 /13

附录

附录一 水处理常用术语
附录二 水处理常用单位
附录三 水处理常用标准



引 导 语

通过学习水资源、水体的自然净化、水体污染、废水的性质与指标、废水来源及主要污染物、污水处理相关标准等基础知识,加深对废水处理操作的认识,是熟练掌握废水处理工操作技能的首要条件。在工作中要自觉遵守环保法律法规、坚守职业道德、贯彻废水处理有关标准、按照岗位操作规程要求,使废水处理设施、设备运行良好,工艺稳定,出水达标排放。

单元1 学习要点

- **熟悉**
水资源及特点、水循环过程、工业废水水质特征、职业道德、环保违法责任
- **掌握**
水体自净、污水综合排放标准、城镇污水处理厂污染物排放标准、污水排入城市下水道水质标准
- **熟练掌握**
废水来源及主要污染物、污水处理厂常用水质指标及意义、典型废水处理流程

1.1 水环境保护

1.1.1 水资源与水循环

1. 水资源

水是地球上最重要的自然资源之一，与煤炭、石油、矿石等其他资源相比，水几乎是随处可见的天然资源。由于其固有的性质，任何物质都不能代替它。因此，水是独一无二的宝贵资源。水资源是指自然界一切形态的水，包括气态水、液态水和固态水。根据水源性质可分为地表水与地下水。从可持续发展观点来看，淡水是维持陆地社会、经济、生态、环境发展不可缺少的物质基础，是人类生存的重要自然资源之一。因此，一切具有利用价值，包括各种不同来源或不同形式的淡水，都属于水资源的范畴。它不仅指可被人们开发利用的那部分水，还有供生态环境使用的以及暂时无法利用，但具有潜在使用价值的那部分水。

地球表面的 71% 被海洋覆盖，淡水仅占总水量的 2.5%，且主要分布在冰川与永久积雪及深层地下水，理论上可以开发利用的淡水不到淡水总量的 1%。可见，能被人们利用的淡水资源是十分有限的。

(1) 水资源的基本特点。水资源有着许多与其他自然资源不同的特殊性，这些特性表现为水资源的可恢复性和有限性、时空分布的不均性和变化的不稳定性、多功能性和不可替代性以及利与害的双重性。

水资源与其他矿产资源不同之处在于其循环过程中不断的恢复和更新。水循环过程是无限的。但因受太阳辐射等条件的制约，每年更新的水量又是有限的。

水资源地区分布极不均衡。水量分布的变化也不稳定。一些河流还出现连续丰水年或枯水年的变化特点。

水资源在工农业各部门和人类生活中使用极为广泛，这种综合效益是其他任何自然资源都无法替代的。此外，水还有很大的非经济性价值，自然界中河流、湖泊等水体作为环境的重要组成部分，有着巨大的环境效益，不考虑这一点，就不能真正认识水资源的重要性。

“水能载舟，亦能覆舟”，这种水利与水害的双重性，是水有别于其他自然资源的突出特点。因此，在进行水资源开发利用时，要全面考虑兴利除害的双重目的。

(2) 我国水资源的基本特点。我国水资源总量比较丰富，居世界第 6 位，但人均、地均拥有水量少，世界排名第 121 位，被列为世界上 13 个贫水国之一。因此，水资源是我国十分珍贵的自然资源。水资源分布具有时空分布年内不均匀、年际变化大、区域分布不均匀的特点。南方水资源较丰富，占全国总面积的 36.5%，却拥有全国 80.9% 的水资源量；而北方水资源贫乏，长江以北的河流流域面积占全国总面积的 63.5%，却只占有 19.1% 的水资源量，远远低于全国平均水平。我国北方地区耕地丰富，人口稠密，而水资

源占有量低。

水资源年际年内变化很大。我国经常发生旱、涝及连旱、连涝现象,经常发生季节性缺水,对生产及人民生活极为不利,加重了水资源调节利用的困难。导致我国国土的大部分地区都出现水资源短缺问题,并成为制约 21 世纪中国社会经济持续发展的重要因素之一。

水资源危机的主要人为因素是水的浪费、水的污染、过量使用地下水。水资源危机的表现:人口、经济的增长以及气候的变化导致水资源的日益匮乏;工业化和城市化的迅速发展,使许多水域和河流遭受到严重污染;生态环境的恶化,森林植被的破坏导致水土流失日益严重,河湖淤塞,湿地面积不断缩小,土地沙化,旱涝灾害频繁;开发费用日益昂贵,较容易利用的水资源均已开发或正在开发之中,未来工程的单价只能是越来越高。

2. 水循环

地球上的水连续不断地变换地理位置和物理形态的运动过程,称为水循环。一般分为两种循环,一种是水的自然循环(见图 1—1),另一种是水的社会循环(见图 1—2)。水的三态转化特性是产生水循环的内因,太阳辐射和重力作用则是水循环的动力。

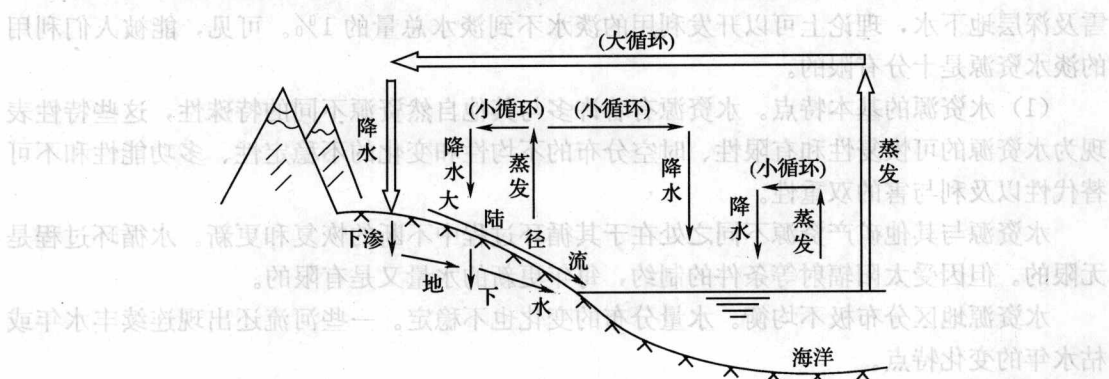


图 1—1 水的自然循环

水循环给地球的生命系统带来了无限的生机。水圈中的各种水体通过蒸发、水气输送、降水、下渗、地表与地下径流等水分循环过程,不断进行交换、转移,使水圈的各种水体处于永无停息的运动状态。自然循环有大循环和小循环两种类型。海水在太阳照射的热力作用下,从海面被不断地蒸发升空,然后通过风力的作用,在空中运行,一旦遇到适宜的条件就会凝结,形成大气降水,降水至陆地,再以径流及蒸发等形式返回海洋,即完成一次循环,称为大循环或外循环。当水由海面蒸发降至海面或由陆地江、河、湖蒸发及植物蒸腾又降至陆地,则称小循环或内循环。两类水循环都属于水的自然循环。人类为了满足生产与生活需要,要从自然界取用大量的水,这些水经使用后就成为生活污水和生产废水,排入自然水体,这样,水在人类社会中又构成了一个局部的循环体系,即水的社会循环。城市的给水排水系统是水的自然循环与社会循环的联结点,污水处理厂是水循环中水量与水质的平衡点。

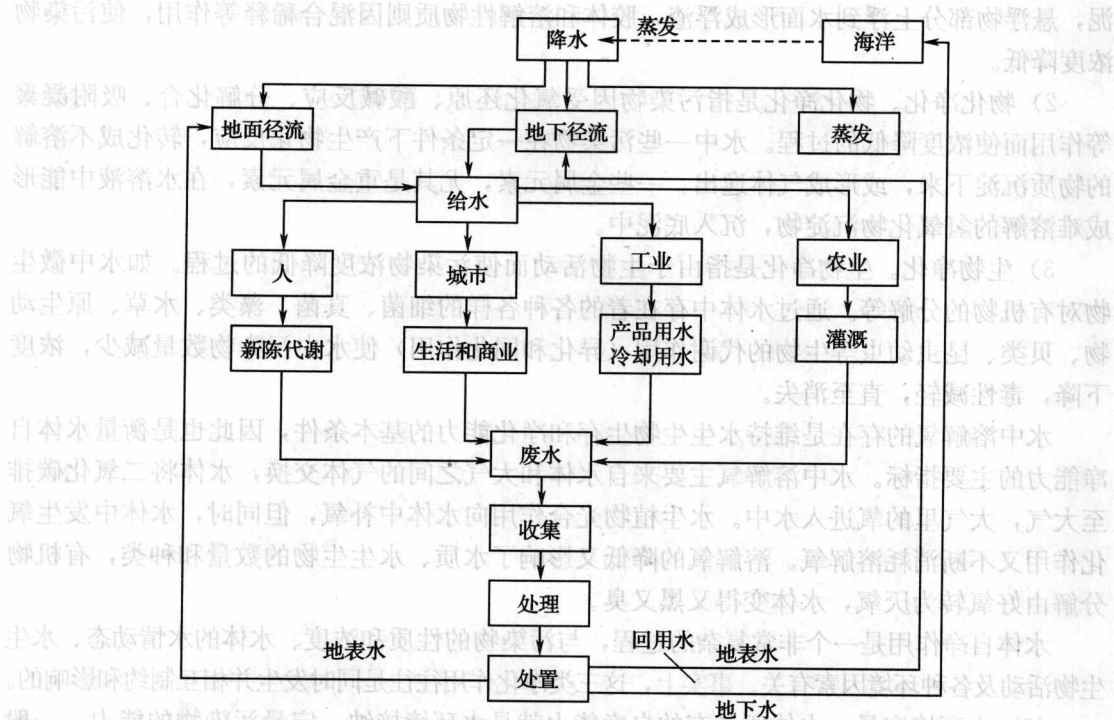


图 1-2 水的社会循环

3. 水体自净

(1) 水体自净的概念。水体是指地表被水覆盖的自然综合体。在环境科学领域中，水体不仅包括水，而且也包括水中的悬浮物、底泥及水中生物等。在自然界，水的溶解能力较强，水的自然循环和社会循环过程中溶入和混入各种物质，又称污染物。其中包括自然界各种地质变化和生物过程的产物，也包括人类生活和生产的各种废弃物。同时，水的循环运动不断产生物理、化学和生物的作用，使污染物发生稀释、分解、降解、挥发或沉淀现象，而使其存在的形态和化学结构等发生变化，从而改变水中污染物在水体中的组成和浓度，经过一段时间（或距离后），污染物浓度会逐渐降低，最后被净化的水体可以恢复到污染前的状况。水体这种对于污染具有随时间和空间的变化而自然降低，对于污染具有缓冲和承受能力，抗拒污染，维持原有特性的功能称为水体的自净作用。水体的自净能力是有限的，自净作用是大自然中物质运动的一种形式。

当水体接纳的污染物数量超过自净能力时，即污水的排放超过水体自净作用的允许时，则水体不能恢复到无害状态，水体即受到污染。

(2) 水体自净作用的分类

1) 物理净化。物理净化是指污染物由于稀释、扩散、混合、挥发、沉淀、上浮等使浓度降低的过程。污染物进入水体后，悬浮物中可沉降的固体逐渐沉积到水底，形成污

泥, 悬浮物部分上浮到水面形成浮渣, 胶体和溶解性物质则因混合稀释等作用, 使污染物浓度降低。

2) 物化净化。物化净化是指污染物因受氧化还原、酸碱反应、分解化合、吸附凝聚等作用而使浓度降低的过程。水中一些污染物在一定条件下产生物化反应, 转化成不溶解的物质沉淀下来, 或形成气体逸出。一些金属元素, 尤其是重金属元素, 在水溶液中能形成难溶解的氢氧化物沉淀物, 沉入底泥中。

3) 生物净化。生物净化是指由于生物活动而使污染物浓度降低的过程。如水中微生物对有机物的分解等。通过水体中存在着的各种各样的细菌、真菌、藻类、水草、原生动物、贝类、昆虫幼虫等生物的代谢作用(异化和同化作用)使水中污染物数量减少, 浓度下降, 毒性减轻, 直至消失。

水中溶解氧的存在是维持水生生物生存和净化能力的基本条件, 因此也是衡量水体自净能力的主要指标。水中溶解氧主要来自水体和大气之间的气体交换, 水体将二氧化碳排至大气, 大气里的氧进入水中。水生植物光合作用向水体中补氧, 但同时, 水体中发生氧化作用又不断消耗溶解氧。溶解氧的降低又影响了水质、水生生物的数量和种类, 有机物分解由好氧转为厌氧, 水体变得又黑又臭。

水体自净作用是一个非常复杂的过程, 与污染物的性质和浓度、水体的水情动态、水生生物活动及各种环境因素有关。事实上, 这三类净化作用往往是同时发生并相互制约和影响的。

(3) 水环境容量。水体所具有的自净能力就是水环境接纳一定量污染物的能力。一般水体所能容纳污染物的最大负荷被称为水环境容量。

(4) 控制水体污染的途径。水体污染是指排入水体的污染物使该物质在水中的含量超过了水体的本底值和水体的自净力, 使水的感官形状、物理性能、化学成分、生物组成及本底等恶化, 破坏了水体原有用途的现象。造成水体污染的主要因素是: 工业生产中的三废(废水、废气、废渣); 生活污水; 农业污染; 生态环境破坏。

控制水体污染的基本途径是, 必须从控制水的排放入手, 将防、治、管结合起来。

1) 减少污染源的排放并降低污染物浓度: 首先是改革生产工艺, 尽量不用水或少用水, 尽量不用或少用易产生污染的原料、设备及生产工艺。其次是重复利用废水, 尽量采用重复用水及循环用水系统, 使废水排放量减至最小。再是回收有用产品, 尽量使流失至废水中的原料或成品与水分离, 就地回收, 这样既可减少生产成本、增加经济效益, 又可大大降低废水浓度、减轻污水处理负担。

2) 妥善处理并杜绝任意排放: 为了确保水体不受污染, 必须在废水排入水体之前, 进行妥善处理, 使其实现无害化, 不致降低水质标准。

3) 加强监督与管理: 通过立法规范、行政监督、经济奖惩、宣传教育等手段, 加强对水体及其污染源的监测与管理, 以保证水体污染的防治工作有目标、有计划地进行。

1.1.2 废水处理标准

1. 废水处理相关标准简介

标准从适用范围来分,有国家标准、地方标准、行业标准。废水处理标准以内容分主要有:水环境质量标准、水污染物排放标准及相关监测规范、方法标准等。截至2005年年底,国家颁布了800余项国家环境保护标准,北京、上海、山东、河南等省(市)共制定了30余项环境保护地方标准。

(1) 水环境质量标准是以保护水质、实现水体分类功能为目标的标准。水环境质量国家标准主要有:

地表水环境质量标准 (GB 3838—2002) 2002—6—1 实施。

中国再生水用作冷却水的水质控制标准 (GB 50335—2002)。

中国城市污水再生利用城市杂用水水质 (GB 18920—2002)。

中国城市污水再生利用景观环境用水水质 (GB 18921—2002)。

海水水质标准 (GB 3097—1997) 1997—12—5 实施。

地下水质量标准 (GB/T 14848—93) 1993—12—30 实施。

景观娱乐用水水质标准 (GB 12941—91) 1991—3—18 实施。

渔业水质标准 (GB 11607—89) 1989—12—5 实施。

生活饮用水卫生标准 (GB 5749—85) 1985—8—16 实施。

农田灌溉水质标准 (GB 5084—92) 1982—1—4 实施。

(2) 水污染物排放标准以污染物处理技术为依据,制定单一排放限值(从污染物质量浓度标准逐步过渡到以负荷标准为主)以利推行清洁生产和推进总量控制。到目前为止,共有18项国家水污染物排放标准(其中综合类1项,行业类17项),涉及造纸、钢铁、纺织印染、合成氨、海洋石油开发、肉类加工、磷肥、烧碱、聚氯乙烯、船舶、兵器、航天推进剂、畜禽养殖、污水处理等10多个行业。此外,北京、上海、广东、辽宁、四川、厦门等省市还制订了地方水污染物排放标准。目前已逐步形成了包括综合与行业两类、国家和地方两级的水污染物排放标准体系。

1) 国家与行业水污染物排放标准见表1—1。

表1—1

国家与行业水污染物排放标准

序号	标准编号	标准名称	替代标准或备注
1	GB 8978—1996	污水综合排放标准	GB 8978—1988
2	GB 3552—1983	船舶污染物排放标准	
3	GB 4286—1984	船舶工业污染物排放标准	
4	GB 4914—1985	海洋石油开发工业含油污水排放标准	
5	GB 4287—1992	纺织染整工业水污染物排放标准	GB 4287—1984

续表

序号	标准编号	标准名称	替代标准或备注
6	GB 13456—1992	钢铁工业水污染物排放标准	GB 4911—1985 废水部分及 GB 8978—1988 钢铁工业部分
7	GB 13457—1992	肉类加工工业水污染物排放标准	GB 8978—1988 肉类联合加工工业部分
8	GB 14374—1993	航天推进剂水污染物排放标准	
9	GB 15580—1995	磷肥工业水污染物排放标准	GB 4917—1985 废水部分
10	GB 15581—1995	烧碱、聚氯乙烯工业水污染物排放标准	GB 8978—1988 烧碱部分
11	GB 13458—2001	合成氨工业水污染物排放标准	GB 13458—1992
12	GB 3544—2001	造纸工业水污染物排放标准	GB 3544—1992
13	GB 14470.1—2002	兵器工业水污染物排放标准	
14	GB 14470.2—2002	兵器工业水污染物排放标准 火工药剂	
15	GB 14470.3—2002	兵器工业水污染物排放标准 弹药装药	
16	GB 19430—2004	柠檬酸工业污染物排放标准	代替 GB 8978—1996 部分
17	GB 19431—2004	味精工业污染物排放标准	代替 GB 8978—1996 部分
18	GB 18486—2001	污水海洋处置工程污染控制标准	
19	GB 18596—2001	畜禽养殖业污染物排放标准	
20	GB 18918—2002	城镇污水处理厂污染物排放标准	
21	GB 14587—1993	轻水堆核电站放射性废水排放系统技术规定	
22	GB 18466—2005	医疗机构水污染物排放标准	代替 GB 13466—2001
23	CJ 3082—1999	污水排入城市下水道水质标准	城建行业排放标准
24	CJ/T 3025—1993	城市污水处理厂污水污泥排放标准	城建行业排放标准
25	JB 7240—1995	机械工业含油废水排放规定	机械行业排放标准
26	SH 3099—2000	石油化工给水排水水质标准	石油行业排放标准
27	NY 687—2003	天然橡胶加工废水污染物排放标准	农业行业排放标准

注：GB 8978—1996《污水综合排放标准》除替代 GB 8978—1988 外，还替代其他 17 个标准。

2) 地方水污染物排放标准见表 1—2。

表 1—2

地方水污染物排放标准

编号	标准号与标准名称
1	DB 11/307—2005 北京市水污染物排放标准
2	淡水养殖废水排放标准 (天津市)
3	DB 21/59—1989 辽宁省沿海地区污水直接排入海域标准
4	DB 21/50—1989 辽宁省污水与废水排放标准