

Hand book for Civil Engineers in China

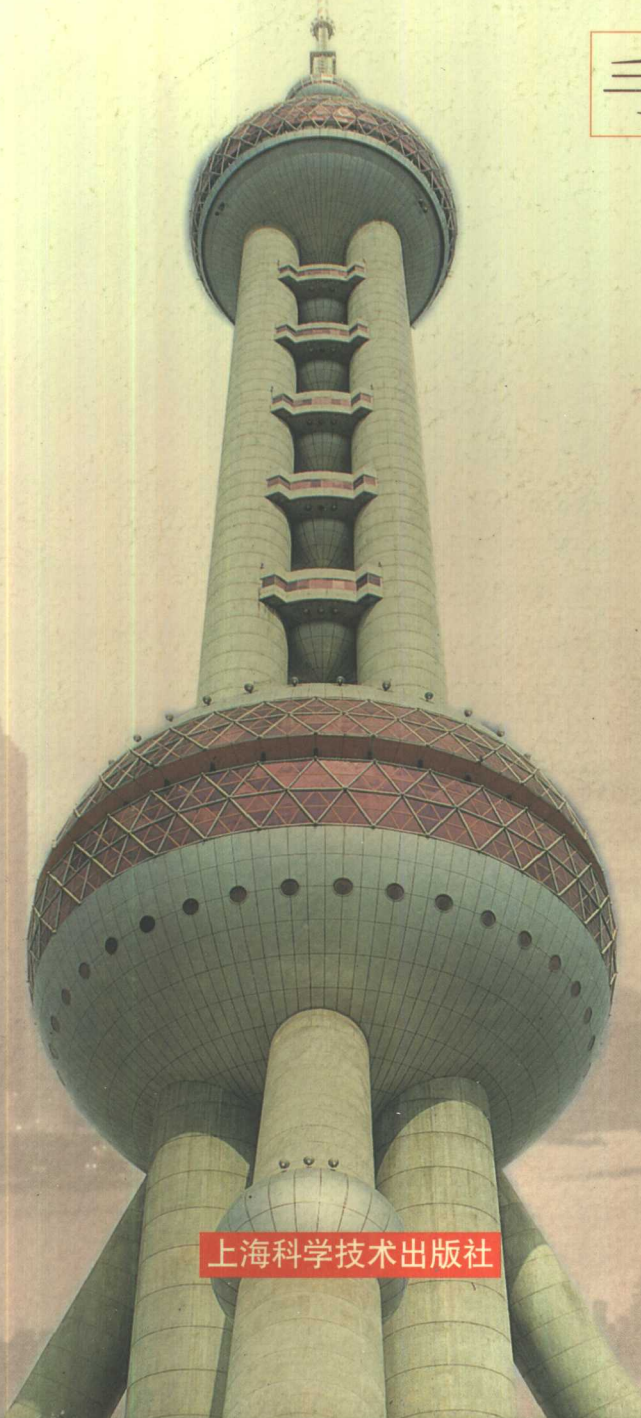
中国

孙更生 朱照宏 孙 钧
杨祖东 江欢成 杨文渊 等编著



土木工程师

手册 下册



上海科学技术出版社

中国土木工程师手册

(下 册)

Handbook for Civil Engineers in China

(Volume Three)

孙更生 朱照宏 孙 钧 等编著
杨祖东 江欢成 杨文渊

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国土木工程师手册.下册/孙更生等编著. —上海:
上海科学技术出版社,2001.12
ISBN 7-5323-5846-1

I.中... II.孙... III.土木工程-技术手册
IV.TU-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 083651 号

上海科学技术出版社出版发行

(上海瑞金二路450号 邮政编码200020)

上海新华印刷厂印刷 新华书店上海发行所经销

2001年12月第1版 2001年12月第1次印刷

开本 787×1092 1/16 印张 102 插页 4 字数 2469 千

印数 1—3 000 定价: 180.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向本社出版科联系调换

目 录

(下 册)

第 十七 篇	桥梁工程	17.1 ~ 17.193
第 十八 篇	城市给水	18.1 ~ 18.167
第 十九 篇	环境工程	19.1 ~ 19.272
第 二十 篇	土方与爆破工程	20.1 ~ 20.82
第二十一篇	水工建筑物	21.1 ~ 21.237
第二十二篇	港口与航道工程	22.1 ~ 22.232
第二十三篇	城市集中供热及供燃气工程	23.1 ~ 23.76
第二十四篇	工程机械	24.1 ~ 24.256
第二十五篇	城市防灾	25.1 ~ 25.108

Contents

(Volume Three)

Section 17	Bridge Engineering	17.1 ~ 17.193
Section 18	Water Supply	18.1 ~ 18.167
Section 19	Environmental Engineering	19.1 ~ 19.272
Section 20	Earthwork	20.1 ~ 20.82
Section 21	Hydraulic Structure	21.1 ~ 21.237
Section 22	Harbor and Navigation Engineering	22.1 ~ 22.232
Section 23	Heat and Gas Supply Engineering	23.1 ~ 23.76
Section 24	Construction Machinery	24.1 ~ 24.256
Section 25	Calamity Control	25.1 ~ 25.108

第十九篇 环境工程

任鹤云 教授级高级工程师;上海市政工程设计院顾问总工程师;
中国土木工程学会水工业分会理事

羊寿生 教授级高级工程师;上海市政工程设计院顾问总工程师

洪嘉年 高级工程师;原中国工程建设标准化协会城市给水排水
委员会副主任委员

目 录

第一章 环境污染及防治	19.5
第一节 我国环境的基本状况	19.6
第二节 污染源和防治原则	19.10
第三节 有关环境保护法	19.20
第四节 有关环境保护标准	19.30
第二章 废水水量和水质	19.33
第一节 生活污水	19.33
第二节 工业废水	19.43
第三节 径流雨水	19.45
第四节 废水水质	19.46
第三章 管渠和泵站	19.61
第一节 排水制度	19.61
第二节 管渠的水力计算	19.62
第三节 管道及管道构筑物	19.66
第四节 排水泵及泵站	19.72
第四章 水污染防治工程	19.84
第一节 处理程度	19.84
第二节 污水处理方法及典型流程	19.90
第三节 废水的再利用	19.96
第五章 污水初级处理	19.105
第一节 格栅	19.105
第二节 沉砂	19.106
第三节 除油及油脂	19.113
第四节 流量调节与匀质	19.116
第五节 沉淀	19.118
第六节 气浮	19.124
第六章 废水生物处理	19.131
第一节 废水生物处理概述	19.131
第二节 活性污泥法	19.133
第三节 序批式活性污泥法	19.153
第四节 氧化沟	19.157
第五节 活性污泥法除氮与除磷	19.164
第六节 生物滤池	19.167

第七节 生物转盘	19.171
第八节 曝气生物滤池	19.173
第九节 稳定塘	19.174
第十节 土地处理	19.180
第七章 污水的特殊处理	19.188
第一节 离子交换法	19.188
第二节 活性炭法	19.195
第三节 膜分离法	19.199
第四节 气提法	19.205
第八章 污水排海工程	19.206
第一节 近海海域的特征	19.206
第二节 近海海域水质保护法规	19.208
第三节 污水排海工程规划和设计	19.208
第九章 污水厂的总体布置	19.215
第一节 污水厂的位置选择	19.215
第二节 污水厂总体布置的考虑因素和组成	19.215
第三节 污水厂的用地	19.216
第四节 处理流程及平面布置	19.216
第五节 附属建筑物	19.219
第六节 厂内管渠设施	19.224
第七节 绿化和道路	19.225
第十章 污泥处理和处置	19.227
第一节 污泥的分类和特性	19.227
第二节 污泥量	19.227
第三节 污泥的处理	19.228
第四节 污泥的处置	19.239
第十一章 城市生活垃圾及其处理	19.244
第一节 城市生活垃圾数量和组成	19.244
第二节 城市生活垃圾的主要处理方法	19.245
第十二章 空气污染及噪声的防治	19.253
第一节 空气污染源及分类	19.253
第二节 空气污染防治的主要方法	19.257
第三节 噪声污染	19.267
第四节 噪声控制方法	19.267
参考文献	19.272

第一章 环境污染及防治

环境工程是运用工程技术和有关学科的原理和方法,保护和合理利用自然资源,防治环境污染,改善环境质量的一门技术学科。主要包括水污染防治工程,空气污染防治工程,固体垃圾的处理和利用,噪声控制等,并研究控制污染的技术经济问题,开展建设项目的环境影响评价工作。

生物赖以生存的环境特征见表 19-1-1。环境污染有些是自然造成的,如火山爆发、强烈地震和泥石流等;有些是人类活动引起的环境质量下降,有害人类及其他生物的正常生存和发展,应采取必要的措施防治。后者已造成多起重大公害事件,主要典型公害事件见表 19-1-2。

表 19-1-1 生物赖以生存的环境特征

环境项目	环境特征	环境项目	环境特征
地球表面积	5.2 亿 km ²	目前实际可供开发利用淡水	4000 万 km ³
大气层	层厚 16km	陆地面积	1.48 亿 km ²
水体(包含海、河、湖、地下水、冰川、土壤水、大气水分水)	145 亿 km ³	人类	50 亿
其中咸水(包括海洋、内陆和地下咸水)	占 98%	动植物、微生物	无数

表 19-1-2 世界重大公害事件简况

名称	发生时间	发生地点	发生原因	主要后果
马斯河谷事件	1930 年 12 月 1~5 日	比利时马斯河谷工业区	工业区处于狭窄盆地中,12 月 1~5 日发生气温逆转,工厂排出的有害气体在近地层积累,据推测,事件发生时大气中二氧化硫浓度达 25~100mg/m ³ ,有人认为并有氟化物污染。一般认为是几种有害气体和粉尘对人体的综合作用	三天后有人发病,症状表现为胸痛、咳嗽、呼吸困难等。一周内有 60 多人死亡。心脏病、肺病患者死亡率最高。同时有许多家畜死亡
多诺拉事件	1948 年 10 月 26~31 日	美国宾夕法尼亚州多诺拉镇	该镇处于河谷中,10 月最后一个星期大部分地区受反气旋和逆温控制,加上 26~30 日持续有雾,使大气污染物在近地层积累。估计二氧化硫浓度为 $(0.5 \sim 2.0) \times 10^{-6}$,并存在明显的尘粒。有人认为二氧化硫与金属元素、金属化合物反应生成的“金属”硫酸铵是主要致害物。二氧化硫及其氧化作用的产物与大气中尘粒结合是致害因素	发病者 5911 人,占全镇总人口 43%。其中轻度患者占 15%,症状是眼痛、喉痛、流鼻涕、干咳、头痛、肢体酸乏;中度患者占 17%,症状是痰咳、胸闷、呕吐、腹泻;重患者占 11%,症状是综合性的。发病率和严重程度同性别、职业无关。死亡 17 人

(续表)

名称	发生时间	发生地点	发生原因	主要后果
洛杉矶光化学烟雾事件	20世纪40年代初期	美国洛杉矶市	全市250多万辆汽车每天消耗汽油约 1.6×10^7 L,向大气排放大量碳氢化合物、氮氧化物、一氧化碳。该市临海依山,处于50km长的盆地中,一年约有300天出现逆温层,5~10月阳光强烈。汽车排出的废气在日光作用下,形成以臭氧为主的光化学烟雾	人和动物受到的主要伤害是眼睛和粘膜受刺激、头痛、呼吸障碍、慢性呼吸道疾病恶化,儿童肺功能异常等。植物受到损害,影响植物的生长,降低植物对病虫害的抵抗力
伦敦烟雾事件	1952年12月5~8日	英国伦敦市	5~8日英国几乎全境为浓雾覆盖,温度逆增,逆温层在40~150m低空,致使燃煤产生的烟雾不断积聚。尘粒浓度最高达 $4.46\text{mg}/\text{m}^3$,为平时的10倍;二氧化硫最高达 1.34×10^{-6} ,为平时的6倍。烟雾中的三氧化二铁促使二氧化硫氧化产生硫酸泡沫,凝结在烟尘或凝源上形成酸雾	四天中死亡人数较常年同期约多4000人。45岁以上的死亡最多,约为平时3倍;1岁以下死亡的,约为平时2倍。事件发生的1周中因支气管炎、冠心病、肺结核和心脏衰弱者死亡分别为事件前1周同类死亡人数的9.3倍、2.4倍、5.5倍和2.8倍。肺炎、肺癌、流感及其他呼吸道病患者死亡率均有成倍增加
四日市哮喘事件	1961年	日本四日市	1955年以来,该市石油冶炼和工业燃油产生的废气,严重污染城市空气。全市工厂粉尘、二氧化硫年排放量达 $1.3 \times 10^5\text{t}$ 。大气中二氧化硫浓度超出标准5~6倍。500m厚的烟雾中飘浮着多种有毒气体和有毒金属粉尘。重金属微粒与二氧化硫形成硫酸烟雾	1961年哮喘病发作,患者中慢性支气管炎占25%,支气管哮喘占30%,哮喘支气管炎占10%,肺气肿和其他呼吸道病占5%。1964年,连续三天烟雾不散,气喘病患者开始死亡。1967年一些患者不堪忍受痛苦而自杀。1972年全市共确认哮喘病患者达817人,死亡10多人
水俣病事件	1953~1956年	日本熊本县水俣市	含甲基汞的工业废水污染水体,使水俣湾和不知火海的鱼中毒,人食毒鱼后受害	1972年日本环境厅公布:水俣湾和新潟县阿贺野川下游有汞中毒者283人,其中60人死亡
痛痛病事件	1955~1972年	日本富山县神通川流域	锌、铅冶炼厂等排放的含镉废水污染了神通川水体,两岸居民利用河水灌溉农田,使稻米含镉,居民食用含镉稻米和饮用含镉水而中毒	1963年前的患者人数不明。1963年至1979年3月共有患者130人(90%以上为65岁以上老人,男性仅3人),其中死亡81人
米糠油事件	1968年3月	日本北九州市、爱知县一带	生产米糠油时用多氯联苯作脱臭工艺中的热载体,由于生产管理不善,混入米糠油中,食用后中毒	患病者超过1400人,至七、八月份患病者超过5000人,其中16人死亡,实际受害者约13000人。用米糠油中的黑油作家禽饲料,引起几十万只鸡死亡

第一节 我国环境的基本状况

我国环境保护法规定:环境指大气、水、海洋、土地、矿藏、森林、草原、野生生物、自然遗迹、人文遗迹、自然保护区、风景名胜区、城市和乡村等。

我国的总环境特征见表 19-1-3。如按人均资源量与世界人均水平相比,见表 19-1-4,说明我国自然资源是有限的、宝贵的,必须认真保护。

表 19-1-3 我国的总环境特征

环 境 项 目	环 境 特 征
陆地面积	960 万 km ²
其中:耕地面积	100 万 km ²
林业用地面积	267 万 km ²
森林面积	115 万 km ²
天然草原面积	319 万 km ²
水资源年均总量	27115 亿 m ³
人口	12 亿
动植物及微生物	无数

表 19-1-4 我国人均资源量与世界人均水平比较

	耕 田(亩)	森 林(亩)	草 原(亩)	水(m ³)
中 国	1.5	1.8	4.7	2 380
世 界	5.5	15.5	11.4	10 000
资料年份	1982	1984	1984	1984

一、水资源

1. 河流

我国江河众多,流域面积 100km² 以上的河流有 5 万多条,流域面积 1 000km² 以上的河流有 1500 多条,主要河流基本情况见表 19-1-5。

表 19-1-5 主要河流基本情况

河 流 名 称	长度(km)	流域面积(km ²)	河 流 名 称	长度(km)	流域面积(km ²)
长 江	6 300	1 808 500	淮 河	1 000	269 283
黄 河	5 464	752 443	滦 河	877	44 100
黑 龙 江	3 420	1 620 170	鸭 绿 江	790	61 889
松 花 江	2 308	557 180	额 尔 齐 斯 河	633	57 290
珠 江	2 214	453 690	伊 犁 河	601	61 640
雅 鲁 藏 布 江	2 057	240 480	元 江	565	39 768
塔 里 木 河	2 046	194 210	闽 江	541	60 992
澜 沧 江	1 826	167 486	图 们 江	520	33 168
怒 江	1 659	137 818	钱 塘 江	428	42 156
辽 河	1 390	228 960	韩 江	325	34 314
海 河	1 090	263 631			

注: 1. 国际界河或入境河流的河长和流域面积包括国外部分,出境河流算至国境线。

2. 黄河流域面积不包括鄂尔多斯高原闭流区面积。

2. 湖泊

全国天然湖泊面积在 1km^2 以上的,有 2 300 多个(不包括时令湖)。湖泊总面积约 $71\,787\text{km}^2$,贮水量 7 088 亿 m^3 ,其中淡水贮量 2 260 亿 m^3 ,主要湖泊基本情况见表 19-1-6。

表 19-1-6 主要湖泊基本情况

湖泊名称	所在省、自治区	面积(km^2)	贮水量(亿 m^3)	水质
青海湖	青海	4 200	742	咸
呼伦湖	内蒙古	2 000	111	咸
纳木错	西藏	1 961	768	咸
奇林错	西藏	1 628	492	咸
扎日南木错	西藏	996	60	咸
博斯腾湖	新疆	960	77.3	咸
当惹雍错	西藏	835	209	咸
布伦托海	新疆	736	59	咸
羊卓雍错	西藏	638	146	咸
哈拉湖	青海	588	161	咸
艾比湖	新疆	522	9.4	咸
赛里木湖	新疆	454	210	咸
玛旁雍错	西藏	412	202	淡
岱海	内蒙古	140	13	咸
兴凯湖	黑龙江	4 380	109.5	淡
鄱阳湖	江西	3 960	259	淡
洞庭湖	湖南	2 740	178	淡
太湖	江苏、浙江	2 338	44.4	淡
洪泽湖	江苏	1 851	24.4	淡
南四湖	山东	1 225	19.3	淡
巢湖	安徽	753	18	淡
高邮湖	江苏	650	8.7	淡
鄂陵湖	青海	610	108	淡
扎陵湖	青海	526	46.7	淡
滇池	云南	298	12	淡
抚仙湖	云南	211	189	淡
白头山天池	吉林	9.8	20	淡
日月潭	台湾	7.7	1.47	淡

3. 海域

我国海域辽阔,渤海、黄海、东海、南海领海总面积约 490 万 km^2 ,海洋渔场面积为 280 万 km^2 ,海水可养殖面积为 4 920 km^2 ,其中已养殖面积 1 627 km^2 。海涂面积 17 334 km^2 。

4. 全国供水量和用水量

全国年平均地表径流量为 27 115 亿 m^3 ,年平均地下水资源总量为 8 288 亿 m^3 。1980 年全国水利设施实际供水量为 4 432 亿 m^3 (见表 19-1-7)。全国用水量为 4 436.9 亿 m^3 ,其用水组成见图 19-1-1。

表 19-1-7 全国现有水利设施 1980 年实际供水量(亿 m³)

流域(片)	地表水实际供水量					地下水实际开采量	1980 年实际总供水量
	蓄水	引水	提水	其他	小计		
全国总计	1 208.69	1 608.30	652.78	343.49	3 813.26	619.06	4 432.32
东北诸河	60.33	102.46	93.30	13.69	269.78	84.86	354.64
海河	71.97	74.17	26.25	7.11	179.50	202.44	381.94
辽河	19.48	18.56	30.85	8.37	77.21	32.33	109.54
黄河	85.51	141.27	40.13	7.05	273.96	84.41	358.37
长江	440.56	396.08	299.77	149.84	1 286.25	67.02	1 353.27
松花江	28.71	64.24	54.77	2.90	150.62	33.56	184.18
淮河	83.81	222.74	35.19	18.38	360.12	85.06	445.18
珠江	151.35	106.78	104.36	78.06	440.55	4.07	444.62
内陆河	90.45	419.42	1.37	9.29	520.53	39.52	560.05

注: 1. 黄河包括黄河流域内的闭流区, 淮河包括淮河干流和沂沐泗河, 辽河包括辽河干流、浑河和太子河。下同。
2. 供水量中有部分自备水源未统计。

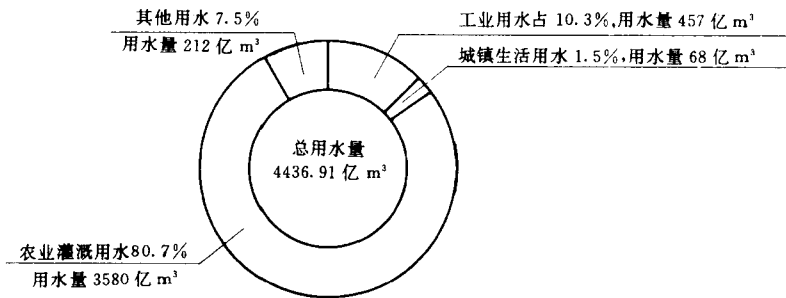


图 19-1-1 全国用水组成图(1980 年)

二、我国水资源分布不均衡

1. 降水量

我国国土辽阔, 降水量相差悬殊。全国年平均降水量(1984 年)630mm, 全国年降水总量(1984 年)60 000 亿 m³。从东北大兴安岭向西南经张家口、榆林、兰州、玉树至拉萨附近一线约与年降水量 400mm 等值线相近, 大致把全国分为西北和东南两半。西北干旱占全国总面积 53%, 东南湿润则占 47%。各地区年降水量情况见表 19-1-8。

2. 降水时间

降水时间分布为: 长江以南地区, 最大四个月雨季发生在 3~6 月份或 5~8 月份; 华北和东北地区, 多雨季节为 6~9 月份, 其中华北地区集中在 7 月份、8 月份两月; 西南地区最大雨季为 6~9 月份; 新疆地区四季降水较均匀, 但降水量很小; 台湾东北部, 冬季降水量占全年的 30%。

3. 水资源分布

我国水资源量分布极不均衡, 北方地区水资源总量为 5 358 亿 m³, 占全国总量的 19%,

平均产水模数为 $8.8 \text{ 万 m}^3/\text{km}^2$, 水资源贫乏; 南方地区水资源总量为 22766 亿 m^3 , 占全国的 81% , 平均产水模数为 $65.4 \text{ 万 m}^3/\text{km}^2$, 水资源丰富。但是, 由于时间分布不均, 而且水污染日益严重, 故水资源形势并不乐观。

表 19-1-8 我国各地区降水量分布

地 区	年降水量(mm)	地 区	年降水量(mm)
东南及华南沿海丘陵地区	1500~2000	四川盆地	1000~1200
长江中下游	1250	云贵高原	1000~1500
淮河流域及秦岭山地	750~1000	云南北部	750~1000
黄河下游到海河流域	500~750	西藏东南隅	400
东北小兴安岭以西	300~500	藏北地区	100以下
小兴安岭以东	大于500	新疆地区	100~300
长白山脉南部	1000以上	天山和阿尔泰山中坡	500以上
内蒙古及河西走廊	少于250		

第二节 污染源和防治原则

一、污染源

对环境污染影响最大的是工业。表 19-1-9 列出主要工业污染源及主要污染物。

对水体的主要污染源及主要污染物类型见表 19-1-10。城市、工业和农村等人为污染因素对环境污染最严重。

表 19-1-9 主要工业污染源所排放的主要污染物及废水水质特点

工业部门	主要工业污染源	主 要 污 染 物			废水的水质、水量特点
		气 态	液 态	废 渣	
动 力	火力发电	粉尘、 SO_2 、 CO 、 CO_2	冷却水热污染、冲灰水中粉煤灰	灰 渣	热, 悬浮物高, 水量很大
	核电站	放射性尘	冷却水热污染、放射性废水	放射性废渣	热、放射性, 水量大
冶 金	黑色: 选矿、烧结、炼焦、炼铁、炼钢、轧钢	粉尘、 SO_2 、 CO 、 CO_2 、 H_2S 、尘中含 Fe、Mn、Ge 等	酚、氰化物、硫化物、氨水、多环芳烃、吡啶、焦油、砷、铁粉、煤粉、酸性洗涤水、冷却水热污染	钢铁废渣	COD 较高、较毒, 水量很大
	有色: 选矿、烧结、冶炼、电解、精炼	粉尘、 SO_2 、 CO 、 NO_x 、F、尘中含 Cu、Pb、Zn、Hg、Cd、As 等	氰化物、氟化物、B、Mn、Cu、Zn、Pb、Cd、Ge 等, 酸性废水、冷却水热污染、放射性	有色金属废渣	含金属成分高, 可能含放射性, 废水偏酸性

(续表)

工业部门	主要工业污染源	主要污 染 物			废水的水质、水量特点
		气 态	液 态	废 渣	
化 学	肥料、纤维、橡胶、塑料、制药、树脂、油漆、农药、洗涤剂、炸药、燃料、染料	F、SO ₂ 、H ₂ S、NH ₃ 、CO、NO _x 、Hg、苯等	酸、碱、盐类、氰化物、酚、苯、醇、醛、酮、油、氯仿、氯苯、氯乙烯、有机氯农药、有机磷农药、洗涤剂、多氯联苯、Hg、Cd、As等、硝基化合物、胺基化合物等	无机废渣 有机废渣	BOD 高、COD 高，pH 变化大、含盐量高，毒性较强，成分复杂
石油化工	炼油、蒸馏、裂解、催化、合成	石油气、H ₂ S、SO ₂ 、NO _x 、烯、烃、烷、苯、醛、酮、催化剂	油、酚、硫、氰化物	油 渣	COD 高，成分复杂，毒性较强，水量大
纺织印染	棉、毛、丝纺、针织、印染	纤维、染料尘	染料、酸、碱、硫化物、纤维悬浮物、洗涤剂		五颜六色，毒性较强，pH 变化大
制 革	皮革、皮毛、人造革		硫酸、碱、盐类、硫化物、甲酸、醛、有机物、As、Cr	纤维废渣	含盐量高、BOD、COD 高，恶臭，水量大
造 纸	纸浆、造纸		黑液、碱、木质素、悬浮物、硫化物、砷		黑液中木质素含量高，碱性强，恶臭，水量大
食 品	肉、油、乳、水果、水产加工		病原微生物、有机物、油脂	屠宰废物	BOD 高，致病菌多，恶臭，水量大
机械制造	铸、锻、金属加工、热处理、喷漆、电镀	铬酸气体、苯	酸、氰化物、镉、铬、镍、铜、锌、油类、氯化钡、苯	金属废屑	重金属含量高、酸性强、分散
电子仪表	电子器件原料、电讯器材、仪器仪表	少量有害气体	酸、氰化物、汞、镉、铬、镍、铜		重金属含量高，酸性强，水量小
建筑材料	石棉、玻璃、耐火材料、窑业、其他建筑材料	粉尘、石棉、SO ₂ 、CO	石棉、无机悬浮物	炉 渣	石棉、悬浮物高
采 矿	煤、磷、金属、放射性		酚、硫、煤粉、酸、氟、磷、重金属、放射性		成分复杂，悬浮物高
	油、天然气	CO、CH ₄	油		油含量高，事故排放形成灾害

二、污染物及对环境的影响

水体污染物主要有：总固体、来源于动植物的有机物，植物养料主要是氮、磷化合物，有毒害的化学品和病原体等。

1. 总固体

表 19-1-10 水体的主要污染源及主要污染物类型

污 染 物 类 型	污 染 源																										
	人 为 污 染 源														自 然 污 染 源												
	城 市			工 业												农 村											
	能	污	径	废 水 废 液												废	农										
源	水	流	源	食	纺	造	制	炼	化	钢	有	机	火	核	煤	油	金	非	油	渣	药	肥	农	家	垃	圾	流
1. 致浊物	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
2. 致色物	•		⊙	•	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙			⊙	⊙	⊙	⊙
3. 致臭物	•		⊙	•	⊙			⊙	⊙	⊙	•	•						•	•		⊙	•	•	•	•	•	•
4. 病原微生物	•		⊙	•	⊙			⊙	•												•		⊙	⊙			
5. 需氧有机物	•		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙						⊙				⊙	•	•	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
6. 植物营养素	•		⊙	•	⊙				⊙												•	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
7. 无机有害物	•		⊙	•					⊙			•				⊙		•	⊙		•	•	•	•	•	•	•
8. 无机有毒物	•								⊙					⊙							•		⊙	•			
9. 重金属	•	•	•	•	•			⊙	⊙	⊙	⊙	•					⊙			⊙							•
10. 易分解有机毒物	⊙		⊙	•			⊙	⊙	⊙						⊙						•	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
11. 难分解有机毒物			•	•				⊙	⊙												•	⊙			⊙		
12. 油	•		•					⊙	•			•				⊙				⊙							
13. 热									•	•				⊙	⊙					⊙							
14. 放射性	•								•						⊙	•		⊙			⊙						
15. 硫、氮氧化物	⊙	⊙			⊙				⊙	•	⊙	⊙		⊙													

注：• 存在危害；⊙ 严重危害。

包括漂浮物质、悬浮物质、胶体物质和溶解物质,是造成水体浊度和色度的主要因素。图 19-1-2 所示为废水中各种颗粒的分类和粒径范围。一般可用混凝沉淀法去除。

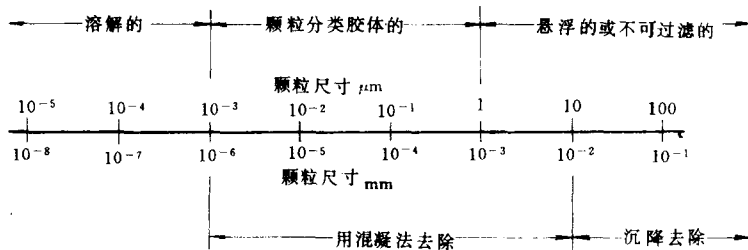


图 19-1-2 废水中各种颗粒的分类和粒径范围

2. 有机物

主要来源于动植物和人类的新陈代谢过程,其主要基团是蛋白质、碳水化合物和脂肪