



“十二五”职业教育国家规划教材  
经全国职业教育教材审定委员会审定

# 水环境监测

姚运先 主 编

贾劲松 罗 玲 副主编



化学工业出版社

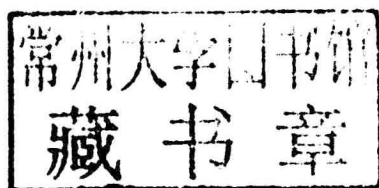


“十二五”职业教育国家规划教材  
经全国职业教育教材审定委员会审定

# 水环境监测

姚运先 主 编

贾劲松 罗玲 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书介绍了水环境监测基础知识,重点介绍了涉及水环境监测中监测方案的制订;水样的采集、保存与前处理技术;监测分析质量保证与质量控制技术等。本书力求:内容全面,反映当前国内外水环境监测技术的发展水平;针对高职高专教育的特点和培养目标,满足社会对环境监测人才专业水平与能力的要求;注重理论和实际相结合,采用项目化教学模式,突出专业素质和能力的培养。

本书为高职高专环境监测专业及环境类其他各专业的教材,同时也可作为大中专院校、环境保护相关企事业单位及职业资格考试的培训教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

水环境监测/姚运先主编. —北京:化学工业出版社, 2014.12

“十二五”职业教育国家规划教材

ISBN 978-7-122-22027-1

I. ①水… II. ①姚… III. ①水环境-环境监测-高等职业教育-教材 IV. ①X832

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 235046 号

---

责任编辑:王文峡

文字编辑:林媛

责任校对:吴静

装帧设计:刘剑宁

---

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装订:三河市宇新装订厂

710mm×1000mm 1/16 印张12 $\frac{3}{4}$  字数237千字 2015年9月北京第1版第1次印刷

---

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

---

定 价:25.00 元

版权所有 违者必究

# 高职高专环境教材

## 编审委员会

顾问

主任委员

副主任委员

委员

刘大银

沈永祥

许 宁 王文选 王红云

(按姓名汉语拼音排序)

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 白京生 | 陈 宏 | 冯素琴 | 付 伟 | 傅梅绮 |
| 顾 玲 | 郭 正 | 何际泽 | 何 洁 | 胡伟光 |
| 扈 畅 | 蒋 辉 | 金万祥 | 冷士良 | 李党生 |
| 李东升 | 李广超 | 李 弘 | 李洪涛 | 李旭辉 |
| 李耀中 | 李志富 | 牟晓红 | 沈永祥 | 司 颐 |
| 宋鸿筠 | 苏 炜 | 孙乃有 | 田子贵 | 王爱民 |
| 王春莲 | 王红云 | 王金梅 | 王文选 | 王小宝 |
| 王小平 | 王英健 | 魏振枢 | 吴国旭 | 徐忠娟 |
| 许 宁 | 薛叙明 | 杨保华 | 杨永红 | 杨永杰 |
| 尤 峥 | 于淑萍 | 于宗保 | 袁秋生 | 岳钦艳 |
| 张柏钦 | 张洪流 | 张慧利 | 张云新 | 赵连俊 |
| 智恒平 | 周凤霞 | 朱惠斌 | 朱延美 | 庄伟强 |

# 前 言

水环境监测是为国家合理开发利用和保护水资源提供系统水质资料的一项重要基础工作，是环境工程设计、环境科学研究、环境保护管理和政府决策等不可缺少的重要手段。水环境监测的目的是准确、及时、全面地反映水体环境质量现状及发展趋势，为环境管理、环境规划、环境评价以及水污染控制与治理等提供科学依据。我国的水环境监测事业得到了迅速的发展，水环境监测对我国实现水资源可持续发展战略、促进经济建设、保护水环境质量起着积极和重要的作用。为满足高等学校环境类专业对水环境监测教材的要求，并考虑到环境监测相关标准的更新和监测技术的发展，编者根据多年来的水环境监测教学基础与经验，编写了本教材。

本书力求：内容全面，反映当前国内外水环境监测技术的发展水平；针对高职高专教育的特点和培养目标，根据社会对环境监测人才专业水平与能力的要求编写；注重理论和实际相结合，采用项目化教学模式，突出专业素质和能力的培养；重点介绍了涉及水环境监测中监测方案的制订，水样的采集、保存与前处理技术，监测分析质量保证与质量控制技术等。

本书为高职高专环境监测专业及环境类其他各专业的教材；也可作为大中专院校、环境保护相关企事业单位及职业资格考试的培训教材。

本书由长沙环境保护职业技术学院姚运先、贾劲松、罗玲、曹小敏、中国环境管理干部学院刘军、广东环境工程职业技术学院黄玲、北京电子科技职业学院张晓辉和谢国莉、湖南省环境监测中心站田耘编写，姚运先担任主编，贾劲松、罗玲担任副主编。张晓辉对书稿提供了宝贵建议，在此表示感谢！

由于作者的水平所限，书中难免存在不妥之处，敬请各位读者给予批评指正。

编 者

2014 年 10 月于长沙

# 目 录

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 模块一 基本素质能力模块——水环境监测的基础知识 | 1  |
| 项目一 课程导入                 | 1  |
| 一、环境监测基本知识               | 1  |
| 二、水体污染与水质指标              | 4  |
| 思考题                      | 10 |
| 项目二 水环境标准                | 10 |
| 一、水环境质量标准                | 10 |
| 二、排放标准                   | 14 |
| 思考题                      | 24 |
| 项目三 监测方案的制订              | 24 |
| 一、地表水水质监测方案的制订           | 24 |
| 二、地下水水质监测方案的制订           | 29 |
| 三、水污染源监测方案的制订            | 31 |
| 四、底质监测方案的制订              | 32 |
| 思考题                      | 33 |
| 项目四 实验室质量控制              | 33 |
| 一、质量保证、质量控制的意义和内容        | 33 |
| 二、误差                     | 34 |
| 三、相关名词                   | 37 |
| 四、数据处理和常用统计方法            | 43 |
| 五、实验室质量保证                | 52 |
| 思考题                      | 63 |
| 模块二 专业核心技能模块——水环境监测技能    | 64 |
| 项目一 水样的采集                | 64 |
| 任务一 有机玻璃水质采样器及其使用方法      | 80 |
| 任务二 水样的贮存容器与选择           | 81 |
| 任务三 溶解氧水样的采集             | 82 |
| 任务四 底质样品的采集              | 83 |

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| <b>项目二 水样的保存和运输</b>              | 85  |
| 任务一 对某一居民小区生活污水进行监测,设计样品的保存与运输方案 | 93  |
| 任务二 样品交接单的填写                     | 93  |
| <b>项目三 水样的预处理</b>                | 95  |
| 任务一 钼锑抗分光光度法测磷水样的预处理             | 103 |
| 任务二 直接吸入火焰原子吸收分光光度法测定铜水样的预处理     | 105 |
| 任务三 纳氏试剂分光光度法测定氨氮水样的预处理          | 106 |
| <b>项目四 水样中理化指标的分析测定</b>          | 109 |
| 任务一 色度的测定——目视比色法                 | 111 |
| 任务二 悬浮物的测定——重量法                  | 112 |
| <b>项目五 水样中营养盐及氧平衡指标的分析测定</b>     | 115 |
| 任务一 氨氮的测定——纳氏试剂分光光度法             | 119 |
| 任务二 总磷的测定——钼锑抗分光光度法              | 121 |
| 任务三 溶解氧的测定——碘量法                  | 124 |
| 任务四 化学需氧量的测定——重铬酸钾法              | 127 |
| 任务五 高锰酸盐指数的测定——酸性法               | 130 |
| 任务六 生化需氧量的测定——稀释接种法              | 133 |
| <b>项目六 水样中重金属指标的分析测定</b>         | 138 |
| 任务一 砷的测定——原子荧光法                  | 142 |
| 任务二 汞的测定——原子荧光法                  | 145 |
| 任务三 六价铬的测定——二苯碳酰二肼分光光度法          | 149 |
| 任务四 铁的测定——邻菲罗啉分光光度法              | 152 |
| 任务五 铜的测定——直接吸入火焰原子吸收法            | 155 |
| 任务六 铅的测定——石墨炉原子吸收法               | 158 |
| <b>项目七 水样中有机物指标的分析测定</b>         | 162 |
| 任务一 水中石油类的测定——红外分光光度法            | 164 |
| 任务二 水中挥发酚的测定——4-氨基安替比林分光光度法      | 168 |
| <b>项目八 水样中无机阴离子指标的分析测定</b>       | 175 |
| 任务 水中氟离子的测定——离子色谱法               | 177 |
| <b>项目九 水样中生物学指标的分析测定</b>         | 181 |
| 任务一 水中细菌总数的测定                    | 183 |
| 任务二 水中总大肠菌群的测定                   | 185 |
| 任务三 水中粪大肠菌群的测定                   | 188 |

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 模块三 综合能力培养模块——综合实训 | 192 |
| 一、实训目的             | 192 |
| 二、监测资料的收集          | 192 |
| 三、监测项目和范围          | 192 |
| 四、监测点布设、监测时间和采样方法  | 192 |
| 五、样品的保存和运输         | 193 |
| 六、分析方法与数据处理        | 193 |
| 七、要求学生完成的工作        | 194 |

# 模块一 基本素质能力模块

## ——水环境监测的基础知识

### 项目一 课程导入

#### 一、环境监测基本知识

环境监测是由环境监测机构按照规定程序和有关法规的要求，对代表环境质量及发展趋势的各种环境要素进行技术性监视、测试和解释，对环境行为符合法规情况进行执法性监督、控制和评价的全过程操作。按照监测对象，环境监测分为水质监测、空气监测、土壤和固废监测、生物监测、噪声监测、放射性监测等。

##### （一）环境监测的目的

准确、及时、全面地反映环境质量现状及发展趋势，为环境管理、污染源控制、环境规划等提供科学依据。主要包括：

- ① 根据环境质量标准评价环境质量；
- ② 根据污染分布情况，追踪寻找污染源，为实现监督管理、控制污染提供依据；
- ③ 收集本底数据，积累长期监测资料，为研究环境容量、实施总量控制和目标管理、预测预报环境质量提供数据；
- ④ 为保护人类健康、保护环境，合理使用自然资源，制定环境法规、标准、规划等服务。

##### （二）环境监测的程序

环境监测的程序主要包括以下几个方面。

###### 1. 受领任务

环境监测的任务主要来自环境保护主管部门的指令，单位、组织或个人的委托、申请和监测机构的安排三个方面。环境监测是一项技术性、执法性活动，所以必须要有确切的任务来源依据。

###### 2. 明确目的

根据任务下达者的要求和需求，确定针对性较强的监测工作具体目的。

### 3. 现场调查

根据监测目的，进行现场调查研究，主要摸清主要污染源的来源、性质及排放规律，污染受体的性质及污染源的相对位置以及水文、地理、气象等环境条件和历史情况等。

### 4. 方案设计

根据现场调查情况和有关技术规范要求，认真做好监测方案设计，并据此进行现场布点作业，做好标识和必要准备工作。

### 5. 采集样品

按照设计方案和规定的操作程序，实施样品采集，对某些需现场处置的样品，应按规定进行处置包装，并如实记录采样实况和现场实况。

### 6. 运送保存

按照规范方法需求，将采集的样品和记录及时安全地送往实验室，办好交接手续。

### 7. 分析测试

按照规定程序和规定的分析方法，对样品进行分析，如实记录检测信息。

### 8. 数据处理

对测试数据进行处理和统计检验，整理入库（数据库）。

### 9. 综合评价

依据有关规定和标准进行综合分析，并结合现场调查资料对监测结果作出合理解释，写出研究（预测结论和对策建议）报告，并按规定程序报出。

### 10. 监督控制与反馈

依据主管部门指令或用户需求，对监测对象实施监督控制，保证法规政令落到实处。对监测结果的意见申诉和对策执行情况进行反馈处理，不断修正工作，提高服务质量。

## （三）环境监测的要求

环境监测是环境保护技术的主要组成部分，它既为了解环境质量状况、评价环境质量提供信息，也为制定管理措施，建立各项环境保护法令、法规、条例提供决策依据。因此，环境监测工作一定要保证监测结果的准确可靠，能科学地反映实际。具体地说，环境监测的要求就是监测结果要具有以下“五性”。

### 1. 代表性

代表性指在有代表性的时间、地点并按有关要求采集有效样品，使采集的样品能够反映总体的真实状况。

## 2. 完整性

完整性强调工作总体规划切实完成,即保证按预期计划取得有系统性和连续性的有效样品,而且无缺漏地获得这些样品的监测结果及有关信息。

## 3. 可比性

可比性不仅要求各实验室之间对同一样品的监测结果相互可比,也要求每个实验室对同一个样品的监测结果应该达到相关项目之间的数据可比,相同项目没有特殊情况时,历年同期的数据也是可比的。

## 4. 准确性

准确性指测定值与真值的符合程度。

## 5. 精密性

精密性表现为测定值有良好的重复性和再现性。

# (四) 环境监测的分类

## 1. 按监测目的分类

### (1) 监视性监测(例行监测、常规监测)

监视性监测包括对污染源的监测和环境质量监测,以确定环境质量及污染源状况,评价控制措施的效果、衡量环境标准实施情况和环境保护工作的进展。这是监测工作中量最大面最广的工作。

① 污染源例行监测和监督监测 主要是掌握污染排放浓度、排放强度、负荷总量、时空变化等,为强化环境管理,贯彻落实有关标准、法规、制度等做好技术监督和提供技术支持。

② 环境质量监测 主要是指定期定点对指定范围的大气、水质、噪声、辐射、生态等各项环境质量因素状况进行监测分析,为环境管理和决策提供依据。

### (2) 特定目的监测(特例监测、应急监测)

① 污染事故监测 在发生污染事故时及时深入事故地点进行应急监测,确定污染物的种类、扩散方向、速度和污染程度及危害范围,查找污染发生的原因,为控制污染事故提供科学依据。这类监测常采用流动监测(车、船等)、简易监测、低空航测、遥感等手段。

② 纠纷仲裁监测 主要针对污染事故纠纷、环境执法过程中所产生的矛盾进行监测,提供公证数据。

③ 考核验证监测 包括人员考核、方法验证、新建项目的环境考核评价、排污许可证制度考核监测、“三同时”项目验收监测、污染治理项目竣工时的验收监测。

④ 咨询服务监测 为政府部门、科研机构、生产单位所提供的服务性监测。为国家政府部门制定环境保护法规、标准、规划提供基础数据和手段。如建设新企业应进行环境影响评价,需要按评价要求进行监测。

### (3) 研究性监测 (科研监测)

针对特定目的科学研究而进行的高层次监测,是通过监测了解污染机理、弄清污染物的迁移变化规律、研究环境受到污染的程度,例如环境本底的监测及研究、有毒有害物质对从业人员的影响研究、为监测工作本身服务的科研工作的监测(如统一方法和标准分析方法的研究、标准物质研制、预防监测)等。这类研究往往要求多学科合作进行。

### 2. 按监测介质或对象分类

可分为水质监测、空气监测、土壤监测、固体废物监测、生物监测、噪声和振动监测、电磁辐射监测、放射性监测、热监测、光监测、卫生监测等。

## 二、水体污染与水质指标

### (一) 水体与水体污染

水体是指河流、湖泊、沼泽、地下水、冰川、海洋等“地表及地下贮水体”的总称。从自然地理角度来看,水体是指地表水覆盖地段的自然综合体,在这个综合体中,不仅有水,而且还包括水中的悬浮物及底泥、水生生物等。水体可以按“类型”区分,也可以按“区域”区分。按“类型”区分时,水体可分为海洋水体和陆地水体;陆地水体又可分为地表水体和地下水体。按区域划分的水体,是指某一具体的被水覆盖的地段,如太湖、洞庭湖、鄱阳湖,是三个不同的水体,但按陆地水体类型划分,它们同属于湖泊。又如长江、黄河、珠江,它们同为河流,而按区域划分,则分属于三个流域的三条水系。

水体污染是指排入水体的污染物在数量上超过了该物质在水体中的本底含量和水体的环境容量,从而导致水体的物理特征、化学特征和生物特征发生不良变化,破坏了水中固有的生态系统,破坏了水体的功能,从而影响水的有效利用和使用价值的现象。引起水体污染的物质叫水体污染物。

水体污染分为两类:一类是自然污染;另一类是人为污染。自然污染主要是指自然的原因造成的,由于自然污染所产生的有害物质的含量一般称为自然“本底值”或“背景值”。人为污染即指人为因素造成的水体污染。人为污染是水体污染的主要原因。

### (二) 水体中主要污染物

水体污染物常根据其性质的不同可分为化学、物理和生物性污染物三大类。

#### 1. 化学性污染物

##### (1) 无机无毒污染物

污水中的无机无毒物质大致可以分为三种类型:一是属于砂粒、矿渣一类的颗粒状物质;二是酸碱和无机盐类;三是氮、磷等营养物质。

① 颗粒状污染物 砂粒、土粒及矿渣一类的污染物质和有机性颗粒的污染物质混在一起统称悬浮物或悬浮固体。由于悬浮固体在污水中是能看到的，而且它能使水混浊，因此，悬浮物属于感官性的污染指标。

悬浮物是水体的主要污染物之一。水体被悬浮物污染，可能造成以下主要危害：

a. 大大降低光的穿透能力，减少了水生植物的光合作用并妨碍水体的自净作用。

b. 对鱼类产生危害，可能堵塞鱼鳃，导致鱼的死亡。制浆造纸废水中的纸浆对此最为明显。

c. 水中的悬浮物又可能是各种污染物的载体，它可能吸附一部分水中的污染物并随水流动而迁移。

② 酸、碱和无机盐类污染物 水体中的酸主要来自矿山排水和工业废水，其他如金属加工、酸洗车间、黏胶纤维、染料及酸法造纸等工业都排放酸性废水。

水体中的碱主要来源于碱法造纸、化学纤维、制碱、制革及炼油等工业废水。

酸性废水与碱性废水相互中和产生各种盐类，它们与地表物质相互反应，也可能生成无机盐类，因此酸与碱的污染必然伴随着无机盐类的污染。

酸碱污染水体，使水体的 pH 值发生变化，腐蚀船舶和水下建筑，破坏自然缓冲作用，消灭或抑制微生物生长，妨碍水体自净，如长期遭受酸碱污染，水质逐渐恶化、周围土壤酸化，危害渔业生产。

酸碱污染不仅能改变水体的 pH 值，而且可大大增加水中的一般无机盐类和水的硬度。水中无机盐的存在能增加水的渗透压，对淡水生物和植物生长不利。水体的硬度增加，使工业用水的水处理费用提高。

③ 氮、磷等营养物质 营养物质是指促使水中植物生长，从而加速水体富营养化的各种物质，主要指氮和磷。

污水中的氮可分为有机氮和无机氮两类。前者是含氮化合物，如蛋白质、多肽、氨基酸和尿素等，后者指氨氮、亚硝酸态氮、硝酸态氮等，它们中大部分直接来自污水，但也有一部分是有机氮经微生物分解转化而形成。

城市生活污水中含有丰富的氮、磷，粪便是生活污水中氮的主要来源。由于使用含磷洗涤剂，所以在生活污水中也含有大量的磷。另外未被植物吸收利用的化肥绝大部分被农田排水和地表径流带至地下水和地表水中，农业废弃物（植物秸秆、牲畜粪便等）也是水体中含氮化合物的主要来源。

植物营养物污染的危害是水体富营养化，如果氮、磷等植物营养物质大量而连续地进入湖泊、水库及海湾等缓流水体，将促进各种水生生物的活性，刺激藻

类的异常繁殖,这样就带来一系列严重的后果。藻类在水体中占据的空间越来越大,减小了鱼类活动的空间。藻类过度生长繁殖,造成水体中溶解氧的急剧变化,藻类的呼吸作用和死亡藻类的分解作用消耗大量的氧,使水体处于缺氧状态,影响鱼类生存。严重的还可能导致水草丛生,湖泊退化,近海则形成大面积赤潮。

## (2) 无机有毒污染物

无机有毒污染物主要是重金属等有潜在长期不良影响的物质及氰化物等。

重金属污染系指我国《污水综合排放标准》(GB 8978)规定的第一类污染物中的汞、烷基汞、总镉、总铬、六价铬、总砷、总铅、总镍及第二类污染中的铜、锌、锰等金属的污染。重金属在自然界分布很广泛,在自然环境的各部分均存在着本底含量,正常的天然水中重金属含量均很低,如汞的含量介于 $10^{-3} \sim 10^{-2} \text{mg/L}$ 量级之间。化石燃料的燃烧、采矿和冶炼是向环境释放重金属的最主要污染源。

重金属污染物在水体中可以氢氧化物、硫化物、硅酸盐、配位化合物或离子状态存在,其毒性以离子态最为严重;重金属不能被生物降解,有时还可转化为极毒的物质,如无机汞转化为甲基汞;且大多数重金属离子能被富集于生物体内,通过食物链危害人类。

水体中氰化物主要来源于电镀废水、焦炉和高炉的煤气洗涤冷却水、某些化工厂的含氰废水及金、银选矿废水等。

氰化物是剧毒物质,急性中毒抑制细胞呼吸,造成人体组织严重缺氧,氰对许多生物有害,能毒死水中微生物,妨碍水体自净。

## (3) 有机无毒污染物(需氧有机污染物)

生活污水、牲畜污水以及屠宰、肉类加工、罐头等食品工业、制革、造纸等工业废水中所含碳水化合物、蛋白质、脂肪等有机物可在微生物的作用下进行分解,在分解过程中,需要消耗氧气,故称为需氧有机物。

如果这类有机物排入水体过多,将会大量消耗水体中的溶解氧,造成缺氧,从而影响水中鱼类和其他水生生物的生长。水中溶解氧耗尽后,有机物将进行厌氧分解而产生大量硫化氢、氨、硫醇等难闻物质,使水质变黑发臭,使水质进一步恶化。需氧污染物是目前水体中量最大、最经常和面最广的一种污染物质。

## (4) 有机有毒污染物

水体中有机有毒污染物的种类很多,大多属于人工合成的有机物质,如农药(DDT、六六六等有机氯农药)、醛、酮、酚以及多氯联苯、多环芳烃、芳香族氨基化合物等,这类物质主要来源于石油化学工业的合成生产过程及有关的产品使用过程中排放出的废水。

这类污染物大多比较稳定,不易被微生物降解,所以又称为难降解有机污染

物。如有机农药在环境中的半衰期为十几年到几十年，它们都危害人体健康，有些还具有致癌、致畸、致遗传变异作用。如多氯联苯是较强的致癌物质，水生生物对有机氯农药有很强的富集能力，在水生生物体内的有机氯农药含量可比水中含量高几千到几百万倍，通过食物链进入人体，达到一定浓度后，显示出对人体的毒害作用。

### (5) 石油类污染物

近年来，石油及石油类制品对水体的污染比较突出，在石油开采、运输、炼制和使用过程中，排出的废油和含油废水使水体遭受污染。石油化工、机械制造行业排放的废水也含有各种油类。

石油进入海洋后不仅影响海洋生物的生长、降低海滨环境的使用价值、破坏海岸设施，还可能影响局部地区的水文气象条件和降低海洋的自净能力。

## 2. 物理性污染物

### (1) 热污染

因能源的消费而引起环境增温效应的污染叫热污染。水体热污染主要来源于工矿企业向江河排放的冷却水。其中以电力工业为主，其次是冶金、化工、石油、建材、机械等工业，如一般以煤为燃料的大电站通常只有40%的热能转变为电能，剩余的热能则随冷却水带走进入水体或大气。

热污染致使水体水温升高，增加水体中化学反应速率，会使水体中有毒物质对生物的毒性提高，如当水温从8℃升高到18℃时，氰化钾对鱼类的毒性提高一倍；水温升高会降低水生生物的繁殖率，此外水温升高可使一些藻类繁殖加快，加速水体“富营养化”的过程，使水体中溶解氧下降，破坏水体的生态和影响水体的使用价值。

### (2) 放射性污染

水中所含有的放射性核素构成一种特殊的污染，它们总称放射性污染。核武器试验是全球放射性污染的主要来源，原子能工业特别是原子能电力工业的发展致使水体的放射性物质含量日益增高，铀矿开采、提炼、转化、浓缩过程均产生放射性废水和废物。

污染水体最危险的放射性物质有铯-90、铯-137等，这些物质半衰期长，化学性能与人体组织的主要元素钙和钾相似，经水和食物进入人体后，能在一定部位积累，从而增加人体的放射线辐射，严重时可引起遗传变异或癌症。

## 3. 生物性污染物

各种病菌、病毒等致病微生物、寄生虫等都属于生物性污染物，它们主要来自生活污水、医院污水、制革、屠宰及畜牧污水。

生物性污染物的特点是数量大、分布广、存活时间长、繁殖速度快，易产生抗药性。一般的污水处理不能彻底消灭微生物，这类微生物进入人体后，一旦条

件适合,会引起疾病。常见的病菌有大肠杆菌、绿脓杆菌等;病毒有肝炎病毒、感冒病毒等;寄生虫有血吸虫、蛔虫等。对于人类,上述病原微生物引起传染病的发病率和死亡率都很高。

水质监测中常用细菌总数和大肠杆菌总数作为致病微生物污染的衡量指标。

### (三) 水质指标

水广泛应用于工农业生产和人民生活中。人们在利用水时,要求水必须符合一定的质量标准要求。由于水中含有各种成分,其含量不同时,水的感观性状(色、嗅、浑浊度等)、物理化学性质(温度、pH、电导率、放射性、硬度等)、生物组成(种类、数量、形态等)和底质情况也就不同,这种由水和水中所含的杂质共同表现出来的综合特性即为水质。描述水质质量的参数就是水质指标,即水质指标是水中杂质的具体衡量尺度。水质指标数目繁多,因用途的不同而各异,根据杂质的性质不同可分为物理性水质指标、化学性水质指标和生物性水质指标三大类。

#### 1. 物理性水质指标

##### (1) 温度

许多工业企业排出的废水都有较高的温度,这些废水排入水体使水温升高,引起水体的热污染。水温升高影响水生生物的生存和对水资源的利用。氧气在水中的溶解度随水温的升高而减小。这样,一方面水中溶解氧减少,另一方面水温升高加速耗氧反应,最终导致水体缺氧或水质恶化。

##### (2) 色度

色度是一项感官性指标。一般纯净的天然水是清澈透明的,即无色的。但带有金属化合物或有机化合物等有色污染物的污水呈各种颜色。

##### (3) 嗅和味

嗅和味同色度一样也是感官性指标,可定性反映某种污染物的多寡。天然水是无嗅无味的。当水体受到污染后会产生异样的气味。水的异臭来源于还原性硫和氮的化合物、挥发性有机物和氯气等污染物质。不同盐分会给水带来不同的异味。如氯化钠带咸味,硫酸镁带苦味,硫酸钙略带甜味等。

##### (4) 固体物质

水中所有残渣的总和称为总固体(TS),总固体包括溶解性固体(DS)和悬浮固体(SS)。水样经过过滤后,滤液蒸干所得的固体即为溶解性固体,滤渣脱水烘干后即是悬浮固体。固体残渣根据挥发性能可分为挥发性固体(VS)和固定性固体(FS)。将固体在600℃的温度下灼烧,挥发掉的量即是挥发性固体,灼烧残渣则是固定性固体。溶解性固体表示盐类的含量,悬浮固体表示水中不溶解的固态物质的量,挥发性固体反映固体中有机成分的量。

## 2. 化学性水质指标

### (1) 有机物指标

生活污水和某些工业废水中所含的碳水化合物、蛋白质、脂肪等有机化合物在微生物作用下最终分解为简单的无机物质、二氧化碳和水等。这些有机物在分解过程中需要消耗大量的氧，故属耗氧污染物。耗氧有机污染物是使水体产生黑臭的主要原因之一。

污水的有机污染物的组成较复杂，现有技术难以分别测定各类有机物的含量，通常也没有必要。从水体有机污染物看，其主要危害是消耗水中溶解氧。在实际工作中一般采用生物化学需氧量、化学需氧量、总有机碳、总需氧量等指标来反映水中需氧有机物的含量。

① 生物化学需氧量 (BOD) 简称生化需氧量。是指在规定的条件下，微生物分解一定体积水中的某些可被氧化物质，特别是有机物质所消耗的溶解氧的数量。在 BOD 的测量中，通常规定使用  $20^{\circ}\text{C}$ 、5 天的测试条件，并将结果以氧的浓度 ( $\text{mg/L}$ ) 表示，记为五日生化需氧量 ( $\text{BOD}_5$ )。它是反映水中有机污染物含量的一个综合指标。

② 化学需氧量 (COD) 是以化学方法测量水样中需要被氧化的还原性物质的量。水样在一定条件下，以氧化 1L 水样中还原性物质所消耗的氧化剂的量为指标，折算成每升水样全部被氧化后，需要的氧的质量 ( $\text{mg}$ )，以  $\text{mg/L}$  表示。它反映了水中受还原性物质污染的程度。该指标也作为有机物相对含量的综合指标之一。

③ 总有机碳 (TOC) 是指水体中溶解性和悬浮性有机物含碳的总量。水中有机物的种类很多，目前还不能全部进行分离鉴定。

④ 总需氧量 (TOD) 是指水中能被氧化的物质，主要是有机物质在燃烧中变成稳定的氧化物时所需要的氧量，结果以  $\text{O}_2$  的浓度 ( $\text{mg/L}$ ) 表示。

### (2) 无机物指标

① 植物营养元素 污水中的 N、P 为植物营养元素，从农作物生长角度看，植物营养元素是宝贵的物质，但过多的 N、P 进入天然水体却易导致富营养化。水体中氮、磷含量的高低与水体富营养化程度有密切关系。

② pH 值 主要是指指示水样的酸碱性。

③ 重金属 重金属主要是指汞、镉、铅、铬、镍，以及类金属砷等生物毒性显著的元素，也包括具有一定毒性的一般重金属，如锌、铜、钴、锡等。

## 3. 生物性水质指标

### (1) 细菌总数

水中细菌总数反映了水体受细菌污染的程度。细菌总数不能说明污染的来源，必须结合大肠菌群数来判断水体污染的来源和安全程度。