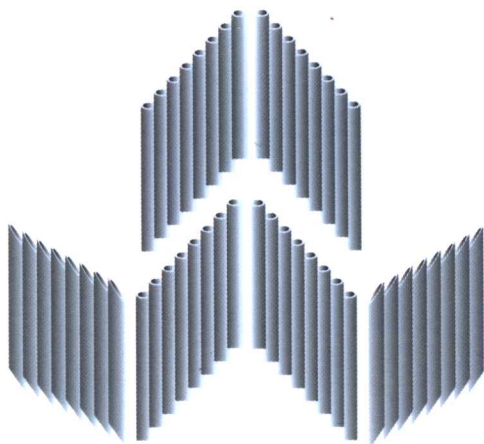


市政行业职业技能培训教材

污水化验监测工

WUSHUI
HUAYANJIANCEGONG

建设部人事教育司组织编写



中国建筑工业出版社

市政行业职业技能培训教材

污水化验监测工

建设部人事教育司组织编写

中国建筑工程工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

污水化验监测工/建设部人事教育司组织编写.

—北京: 中国建筑工业出版社, 2004

市政行业职业技能培训教材

ISBN 7-112-06881-9

I. 污... II. 建... III. 污水分析-技术培训-教材 IV. X703

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 112314 号

市政行业职业技能培训教材

污水化验监测工

建设部人事教育司组织编写

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京建筑工业出版社印刷

*

开本: 850 × 1168 毫米 1/32 印张: 9³/₄ 字数: 260 千字

2005 年 1 月第一版 2006 年 8 月第二次印刷

印数: 3,001 — 4,500 册 定价: 20.00 元

ISBN 7-112-06881-9

TU · 6127 (12835)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书内容包括：污水监测与处理基本知识、化学基础知识、水质监测实验室基础知识、溶液的配制与标定、常规水质分析方法基本操作、分析化学理论知识、有机化学基础知识、水微生物学、仪器分析、误差与数据处理、质量保证与实验室管理、安全常识及工作要求。

* * *

责任编辑：田启铭 姚荣华 胡明安

责任设计：孙 梅

责任校对：刘 梅 张 虹

出版说明

为深入贯彻《建设部关于贯彻〈中共中央、国务院关于进一步加强人才工作的决定〉的意见》，落实建设部、劳动和社会保障部《关于建设行业生产操作人员实行职业资格证书制度的有关问题的通知》（建人教〔2002〕73号）精神，加快提高建设行业生产操作人员素质，培养造就一支高素质的技能人才队伍，根据建设部颁发的市政行业《职业技能标准》、《职业技能岗位鉴定规范》，建设部人事教育司委托中国市政工程协会组织编写了本套“市政行业职业技能培训教材”。

本套教材包括沥青工、下水道工、污泥处理工、污水处理工、污水化验监测工、沥青混凝土摊铺机操作工、泵站操作工、筑路工、道路养护工、下水道养护工等10个职业（工种），并附有相应的培训计划大纲与之配套。各职业（工种）培训教材将初、中、高级培训内容合并为一本，其培训要求在培训计划大纲中具体体现。全套教材共计10本。

本套教材注重结合市政行业实际，体现市政行业企业用工特点，理论以够用为度，重点突出操作技能训练和安全生产要求，注重实用与实效，力求文字深入浅出，通俗易懂，图文并茂。本套教材符合现行规范、标准、工艺和新技术推广要求，是市政行业生产操作人员进行职业技能培训的必备教材。

本套教材经市政行业职业技能培训教材编审委员会审定，由

中国建筑工程出版社出版。

本套教材作为全国建设职业技能培训教学用书，可供高、中等职业院校实践教学使用。在使用过程中如有问题和建议，请及时函告我们，以便使本套教材日臻完善。

建设部人事教育司

2004 年 10 月

市政行业职业技能培训教材 编审委员会

顾问：李秉仁

主任委员：张其光

副主任委员：果有刚 陈 付

委员：王立秋 丰景斌 张淑玲 崔 勇
杨树丛 张 智 吴 键 冯玉莲
陈新得 沙其兴 梁银龙 刘 艺
白荣良 程 湧 陈明德

《污水化验监测工》

主 编：杨树丛

主 审：王春顺

副 主 编：徐心沛

编写人员：徐心沛 范云慧 姬国明 任明星 王 岚

前 言

为了适应建设行业污水化验监测工职业技能岗位培训和职业技能岗位鉴定的需要，我们编写了《污水化验监测工》培训教材。

本教材根据建设部颁发的污水化验监测工《职业技能岗位标准》、《职业技能岗位鉴定规范》要求编写而成。

本教材的主要特点是：整个工种只有一本书，不再分为初级工、中级工和高级工三本书，内容上基本覆盖了“岗位鉴定规范”对初级工、中级工、高级工的知识要求。本教材主要包括水质监测概述、化学基础知识、水质监测实验室基础知识、水质分析方法基本操作、分析化学、有机化学、水微生物学、仪器分析、误差与数据处理、质量保证与实验室管理及实验室安全常识等方面的知识，内容全面。本教材注重突出职业技能教材的实用性，对基本知识、专业知识和相关知识有适当的比重，尽量做到简明扼要。由于全国地区差异、行业差异较大，使用本教材时可以根据本地区、本行业、本单位的具体情况，适当增加一些必要的内容。

本教材的编写得到了建设部人事教育司、中国建筑工业出版社、中国市政工程协会教育专业委员会和北京市市政工程总公司人事部的大力支持，在编写过程中参照了国家有关标准、规范。由于编者水平有限，书中可能存在若干不足之处，希望读者在使用过程中提出宝贵意见，以便不断改进完善。

编 者

目 录

一、污水监测与处理基础知识	1
(一) 水质和水体污染	1
(二) 城市污水处理与监测	6
(三) 污水排放标准	18
思考题	25
二、化学基础知识	27
(一) 化学基本概念	27
(二) 分子式及相对分子质量	30
(三) 化学方程式及其配平	32
思考题	35
三、水质监测实验室基础知识	37
(一) 常用仪器设备	37
(二) 常用玻璃器皿	50
(三) 化学试剂	61
(四) 实验用水	62
思考题	69
四、溶液的配制与标定	71
(一) 溶液的基本知识	71
(二) 常用溶液的配制	73
(三) 标准溶液的配制与标定	81
思考题	86
五、常规水质分析方法基本操作	87
(一) 重量分析法基本操作	87
(二) 容量分析法基本操作	93
(三) 比色分析法基本操作	100
(四) 样品预处理技术	102

思考题	112
六、分析化学理论知识	113
(一) 容量分析法	113
(二) 比色分析法	137
思考题	151
七、有机化学基础知识	152
(一) 有机化合物简介	152
(二) 烃类化合物	154
(三) 烃的衍生物	165
思考题	171
八、水微生物学	172
(一) 水中微生物简介	172
(二) 污水生物处理	175
(三) 微生物学实验基础知识	179
思考题	191
九、仪器分析	193
(一) 气相色谱法	193
(二) 原子吸收光谱法	199
(三) 其他仪器分析法	203
(四) 水质监测技术的发展	208
思考题	220
十、误差与数据处理	221
(一) 误差理论	221
(二) 法定计量单位	225
(三) 数据处理	229
思考题	237
十一、质量保证与实验室管理	239
(一) 质量保证概述	239
(二) 样品的采集与保存	247
(三) 样品检测质量保证	259
(四) 实验室常用质量控制措施	262
(五) 实验室规范化管理	275

思考题	280
十二、安全常识及工作要求	281
(一) 常用化学危险品	281
(二) 实验室安全常识	286
(三) 安全工作要求和规章制度	293
思考题	297
参考文献	298

一、污水监测与处理基础知识

(一) 水质和水体污染

随着工农业生产的发展，人们对水的需求量日益增加，同时也使废水排放量增加。这些废水的排放使某些有害物质进入水体，引起水体发生物理和化学上的变化，使水体受到污染。目前，我国的水污染问题非常严峻，因此必须全面开展水污染监测和治理工作，解决水体污染问题。

1. 水体污染的来源

根据污染物产生的主要来源，水体污染可分为自然污染和人为污染。自然污染主要是自然原因所造成的，如特殊地质条件使某些地区的某种化学元素大量富集、降雨淋洗大气和地面后夹带各种物质流入水体、海水倒灌使河水的矿化度增加等等。人为污染是人类生活和生产活动中产生的废水对水的污染，它包括生活污水、工业废水、医院污水及餐饮服务业用水等。人为污染是水体污染的主要污染源。

2. 工业废水、生活污水的定义

工业废水是指在工业生产中排出的废水，是对水体产生污染的最主要的污染源。工业废水的主要来源是各种生产车间和矿场。由于各种工厂的生产类别、工艺过程、使用的原材料及用水性质不同，工业废水的成分千差万别，变化很大。

生活污水是指人们日常生活中用过的水，包括从厕所、浴室、厨房、洗衣房等处排出的水。它来自住宅、公共场所、机关、学校、医院、商场以及工厂的生活间。其成分复杂，杂质种类繁多。悬浮杂质有泥沙、矿物废料和各种有机物；胶体和高分

子物质有淀粉、糖类、纤维素、脂肪、蛋白质、油类、洗涤剂
等；溶解物质有含氮化合物、硫酸盐、磷酸盐、氯化物、有机物
的分解物等；另外还有病原微生物，如寄生虫卵和肠道传染病菌
等。

生活污水水质比较稳定，一般不含有毒物质，但含有机物较
多、卫生情况较差；工业废水往往含有多种有害成分。无论是工
业废水还是生活污水，都会对人类健康、工农业生产和自然环境
造成危害。危害的程度取决于污染物的性质和浓度。

3. 水体污染的分类

水体污染一般可分为物理性污染、化学性污染和生物性污
染。

(1) 物理性污染

指引起水体的色度、浊度、悬浮性固体、水温和放射性等指
标明显变化的物理因素造成的污染。

1) 悬浮固体

悬浮固体是指水中含有的不溶性物质，它们是由生活污水、
垃圾和一些工农业生产活动如采矿、采石、建筑、食品、造纸等
产生的废物泄入水中或农田的水土流失所引起的。悬浮物质影响
水质外观，使水体浑浊，妨碍水中植物的光合作用，减少氧气的
溶入，对水生生物不利，而且会在水底形成污泥层，危害底栖生
物的繁殖，影响渔业生产。如果悬浮颗粒上吸附一些有毒、有害
的物质，则危害更大。

2) 热污染

热污染来自热电厂、原子能发电站及各种工业过程中的冷却
水，若不采取措施，直接排入水体，水温的升高不仅可能直接杀
死某些生物，还会使溶解氧含量降低，水中存在的某些有毒物质
的毒性增加，危害鱼类及水生生物的生长。所以水温也是污水监
测的常规项目之一。

3) 放射性物质

放射性污染来自于原子能工业、放射性矿藏的开采、核爆炸

的试验、核电站的建立以及同位素在医药、工业、研究等领域中的应用，其中对人体健康有重要意义的放射性物质有铯-90 (^{90}Sr)、铯-137 (^{137}Cs)、碘-131 (^{131}I) 等。放射性污染对环境的影响很大，对人体的危害更为严重。

4) 色度、浊度

植物的根、叶及其腐植质进入水体会造成水体的色度和浊度急剧增大。

(2) 化学性污染

化学性污染是指排入水体的碱、酸、无机和有机化合物造成的水体污染。

1) 无机酸、碱及盐类

酸污染主要来自矿山排水和工业废水。矿山排水中的酸主要是含硫矿物经空气氧化与水作用而形成。含酸多的工业废水有酸洗、粘胶纤维生产及酸法造纸等。碱污染主要来自碱法造纸、化学纤维生产、制碱、制革、炼油等工业废水。酸碱污染使水体的pH值发生变化，抑制或杀灭细菌和其他微生物的生长，妨碍水体自净，还会腐蚀排水管道及污水处理构筑物。有些工业废水（如矿山排水）中常含有不少无机盐类。无机盐类含量过高会造成管道及构筑物的腐蚀，使污水下渗，污染地下水。

2) 无机有毒物质

污水中的无机有毒物质主要是重金属及其化合物等有潜在长期影响的有毒物质，这类物质不易被生物降解，而某些金属离子及其化合物还能被生物吸收并通过食物链富集，进而影响人体健康，其中汞、镉、铅等危害性较大。其他还有氰化物、砷（特别是三价）、铬（六价）等。

水中的汞来源于汞极电解食盐厂、汞制剂农药厂、用汞仪表厂等的废水。有机汞的毒性高于无机汞，中毒后会引引起神经损害、瘫痪、精神错乱等症状。

水中的镉来源于金属矿山、冶炼厂、电镀厂、某些电池厂、特种有机玻璃制造厂和化工厂的废水。镉有很高的潜在毒性，在

人体内累积会引起贫血、肾脏疾病、骨质疏松。

铅主要来源于冶炼厂、电池厂、油漆厂等的废水。铅能毒害神经系统和造血系统，引起精神迟钝、贫血等。

氰化物的毒性很大，水中的 CN^- 遇酸会生成毒性更大的挥发性 HCN 。氰化物主要来源于电镀、煤气、冶金等工业的废水。氰化物中毒会导致呼吸困难，全身细胞缺氧而窒息死亡。

砷在冶金、玻璃陶瓷、制革、染料和杀虫剂行业的废水中广泛存在，砷中毒会引起细胞代谢紊乱、肾衰退、胃肠道失常等。

铬来源于电镀、冶炼、制革、颜料等行业的废水。铬中毒会引起皮肤溃疡、贫血、肾炎等。

3) 有机有毒物质

有机有毒物质种类很多，主要是各种有机农药、多环芳烃、酚类等。这些物质来自农田排水和有关的工业废水，如塑料、油漆、炼焦等行业。它们之中有些是化学性质很稳定的，如有机氯农药和多氯联苯等都是人工合成的物质，极难被生物所分解。有些有机物质如稠环芳烃和芳香胺等还有致癌作用。

4) 需氧污染物质

生活污水、牲畜污水和某些工业废水（食品、造纸等行业）中所含的碳水化合物、蛋白质、脂肪等有机物质可在微生物的生物化学作用下进行分解，在其分解过程中需要消耗氧气，故称之为需氧污染物质。如果这类污染物质排入水体过多，将会大量消耗水中的溶解氧，造成溶解氧缺乏，从而影响水中鱼类和其他水生生物的生长。水中溶解氧降到 4mg/L 以下时，鱼类就难以生存。水中的溶解氧耗尽后，有机物将进行厌氧分解而产生出大量硫化氢、氨、硫醇等难闻气体，使水质进一步恶化。需氧污染物质是水中最常见的一种污染物质。监测项目如溶解氧、生化需氧量、化学需氧量等。

5) 植物营养物质

生活污水及某些工业废水中经常含有一定量的磷、氮等植物营养物质。施用磷肥和氮肥的农田排水中也会有残留的磷和氮。

合成洗涤剂的大量使用，使含洗涤剂的污水中也含有不少磷。水体中含磷、氮的量较高时，会使藻类等浮游生物及水生植物大量繁殖，这种情况称为“富营养化”，严重者更有可能形成“赤潮”。所谓赤潮，是指水中浮游生物爆发性增殖而形成的一种变色现象，水体颜色可因浮游生物（特别是藻类）种类不同而呈红、黄、绿、褐或黑色。大量藻类的增殖使鱼类生活的空间减少，且其中的不少藻类不适于作鱼类食料，有些还有毒性。藻类死亡腐败后又分解出大量营养物质，促使藻类进一步发展。如此的恶性循环使水体通气不良，溶解氧下降，水质恶化，鱼虾贝类及养殖生物大量死亡。

6) 油类污染物质

随着石油事业的发展，油类物质对水体的污染已日益增多。水中的矿物油类主要来源于工业废水，如：炼油和石油化工工业、海底石油开采、油轮压舱以及大气石油烃的沉降等都可使水体遭到严重的油污染，尤其是海洋，受油污染最严重。而生活污水中含有大量的动植物油，主要来源于厨房。

(3) 生物性污染

未经处理的生活污水、医院污水等排入水体，引入某些病原菌造成污染。

生活污水，特别是医院污水，和某些工业废水往往含有一些病原微生物。例如某些原来存在于人畜肠道中的病原微生物，如伤寒、霍乱、细菌性痢疾等都可通过人畜粪便的污染而随污水流动四处传播。常见污染水体的病毒菌有肠道病毒、腺病毒和肝炎病毒等。某些寄生虫病如阿米巴痢疾、血吸虫病等以及钩端螺旋体引起的钩端螺旋体病等，也都可通过污水传染。

一定量的污染物进入水体后，经大量水的稀释作用和一系列复杂的物理、化学和生物作用，使污染物的浓度大幅度降低，并在水体的“自净作用”中水质得到改善。但当污染物累积排入，浓度超过水体的受纳容量，水体的“自净功能”衰退或丧失，就会造成水质急剧恶化。

(二) 城市污水处理与监测

1. 污水处理

污水处理指用一定的方法把污水中所含的污染物分离出来，或将其转化为无害物质，从而使污水得到净化。

污水中的污染物是多种多样的，往往需要通过几种方法组成的处理系统，才能达到水质要求。

根据处理的程度，污水处理一般分为三个级别：一级处理应用物理处理方法，即用格栅、沉淀池等构筑物，去除污水中不溶解的污染物和寄生虫卵；二级处理应用生物处理方法，即主要通过微生物的代谢作用，将污水中各种复杂的有机物氧化降解为简单的物质；三级处理是用化学反应法、离子交换法、反渗透法、臭氧氧化法、活性炭吸附法等除去磷、氮、盐类和难降解有机物以及用氯化法消毒等的一种或几种方法组成的污水处理工艺。

发达国家的污水处理一般以一级处理为预处理，二级处理为主体，三级处理正在兴起，而且污水处理正向着普及化、大型化和深度化发展，使污水处理厂不仅能处理污水，而且能将污水中的有机物变成能源。如 1985 年投入运行的洛杉矶污水处理厂，每天可以处理 1 亿加仑 (37.85 万 m^3) 的污泥，然后再将这些污泥加工成燃料；同时，污泥消化还能产生大量甲烷气（沼气），可作火力发电燃料，变废为宝。

下面分别介绍各级污水处理的基本原理。

(1) 一级处理

一级处理只去除污水中呈悬浮状态的污染物，用物理法处理即能达到此目的。物理法主要是利用物理作用分离污水中呈悬浮状态的污染杂质，在处理过程中，不改变其化学性质。常用的处理构筑物是格栅、沉砂池和沉淀池。格栅截留污水中的粗大的固形物，沉砂池去除颗粒密度较大的无机物，沉淀池去除颗粒密度