



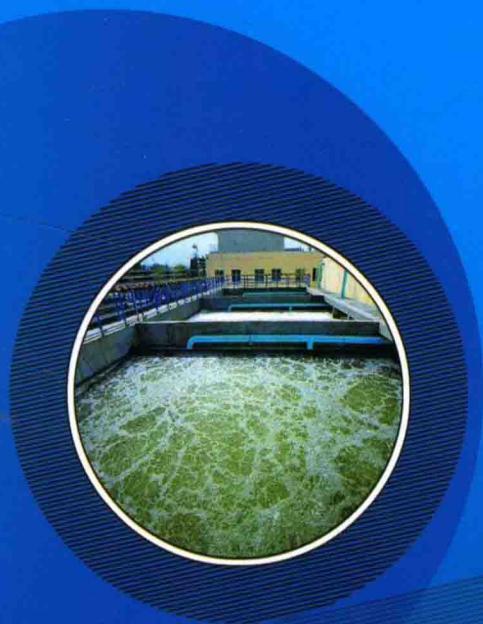
中山火炬职业技术学院国家骨干院校建设成果

中山火炬职业技术学院
Zhongshan Torch Polytechnic

水污染控制技术

SHUIWURAN KONGZHI JISHU

主编◎周 霞



广东高等教育出版社
Guangdong Higher Education Press



中山火炬职业技术学院国家骨干院校建设成果

水污染控制技术

SHUIWURAN KONGZHI JISHU

主编◎周 霞

参编◎王 晖 周 宁 吴广泽

刘传高 叶树才



广东高等教育出版社
Guangdong Higher Education Press

广州

图书在版编目 (CIP) 数据

水污染控制技术/周霞主编. —广州: 广东高等教育出版社, 2014. 4
ISBN 978 - 7 - 5361 - 4981 - 6

I. ①水… II. ①周… III. ①水污染 - 污染控制 - 高等职业教育 -
教材 IV. ① X520. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 205619 号

出版发行	广东高等教育出版社
	地址: 广州市天河区林和西横路
	邮政编码: 510500 电话: (020) 87554152
	http://www.gdgs.com.cn
印 刷	佛山市浩文彩色印刷有限公司
开 本	787 毫米×1092 毫米 1/16
印 张	18.25
字 数	430 千
版 次	2014 年 4 月第 1 版
印 次	2014 年 4 月第 1 次印刷
定 价	40.00 元



中山火炬职业技术学院国家骨干院校建设成果

编委会

主任：林艳芬

副主任：王春旭 汪宇燕

编委：黄俊斌 高慎淦 邹俊强 蒋建平 吴俊强 樊向前
陈新 熊宇 王龙 赵斌 刘晓平 马跃新
肖凡平 丁世勋 李志荣 赫崇飞



总序

课程，始终是教育最基本、最关键、最重要的部分。离开课程，教育将一事无成。可以说，课程是实现教育架构，使教育者将自身教育理念、教学目标与教学实施连接起来的桥梁，是教育最核心的要素。

与普通教育不同，职业教育至少有两个学习地点：企业和学校。这意味着，职业教育既要关注行业、企业的需求，凸显其职业性，又要关注学校、学生的需求，凸显其教育性。因此，职业教育作为一种跨界的教育，要集成职业性与教育性这两个目标，就必然要有凸显自身规律的课程开发——跨界的课程开发的方法、途径。

一般来说，课程开发要解决两个问题：一是课程内容如何选择，二是课程内容如何排序。在这里，所谓课程内容的排序，指的是课程内容的结构化问题。例如知识，只有在结构化的情况下才能传递。从某种意义上讲，课程内容的排序甚至比课程内容的选择更具决定性的作用。但是，长期以来，我们的教育却一直没有跳出基于知识存储的课程排序，亦即学科知识结构的藩篱，从而导致学习知识旨在应用知识这一根本目标的丧失——不会应用知识何以创新知识！

近年来，借鉴世界各国职业教育改革的成功经验，特别是德国“双元制”职业教育课程开发的丰硕成果，我国在职业教育课程开发领域也进行了可喜的探索。工作过程系统化课程，这一基于知识应用结构且重在人的可持续发展的课程范式的出现，就是这一积极、有益探索的主要标志。而伴随着国家骨干高等职业院校和中等职业学校的建设进程，职业教育已在百花齐放的改革尝试中，逐步完成从单纯的“围城”式的学校教育向校企合作、工学结合的跨界合作转变。且适应这一转变的工作过程系统化课程，也在改革与实践过程中逐渐被认可、接受，并在实施中取得了很多成果。

中山火炬职业技术学院，正是在建设国家骨干高职院校过程中，紧紧抓住课程这个核心环节，开展了近三年的“深海探珠”教师下企业活动，深入探求各职业岗位（群）对人才职业技能的要求，掌握和了解了大量职业岗位人才能力要求的第一手珍贵资料，并结合现代教育理念和教学理论开发课程。在这一卓有成效的改革中，学院对长期以来只是基于存储知识的学科体系课程进行反思，从应用知识的角度，将“高、新、特、精”的办学理念与课程



开发结合，以工作过程系统化课程开发为主线，与企业一起共同开发、建设了一批在实践应用的过程中掌握专业知识的精品课程和教材。

“中山火炬职业技术学院国家骨干院校建设成果”是以职业分析和工作分析为前提，以培养与工作紧密相关的综合职业能力的课程观为指导，按照工作过程系统化课程范式开发的一系列教材和专著，是该院教师与企业技术人员合作的成果，在教育教学的理论创新和实践创新方面，都有所突破。其主要特点在于：一是课程结构以工作过程为导向，内容以完成工作任务为目标，而工作任务的设置则来自职业工作岗位（群）的能力要求，更多地关注了知识来源的应用性；二是教学目标参照了相关行业当前的技术规范和职业资格标准，增加了相关职业的具体资料和参数，以及工作内容的规范要求，更多地关注了知识内涵的实时性；三是教学实施强调“教、学、做”一体化的教学模式，以工作任务的目标完成度或达成度进行教学考核，更多地关注了知识考核的实用性；四是教材编写的承载方式有所突破，增加了直观的图形、案例，图文并茂，提高了教材的可读性，更多地关注了知识掌握的有效性。

总之，这套教材是该院教师走出校门、深入企业、实现职业教育课程开发跨界合作的集中展示，是职业教育产教融合、校企合作、工学结合的职业教育特色的整体呈现。

百尺竿头，要更进一步。在2014年开年之际，由衷祈盼中山火炬职业技术学院能有更多的收获，更多的成果，更多的欣喜！

姜大源

2014年1月15日



前 言

本教材是以具体工作项目为载体、以工作过程为导向进行开发的。主要内容包括3个学习情境：污废水处理基础知识，城市污水处理，典型工业废水处理。本教材以实际的工作项目为载体、污水处理的方法及应用为主线，注意理论与实际相结合，突出实用性。既考虑了给水与污水处理技术的系统性，又使二者有机地融为一体。其中，理论知识以“实用、够用”为原则，而实践则针对不同任务将工程实例与模拟设计练习相结合，充分体现实用性、实践性和应用性。

本教材可作为高职高专学校中开设类似水污染控制或治理技术课程时的教学用书，还可供从事给水排水、环境保护方面的技术人员与相关人员参考和使用。本教材由中山火炬职业技术学院周霞老师主编，学习情境一由周霞（中山火炬职业技术学院）、王晖（苏州农业职业技术学院）编写，学习情境二由周霞、周宁（江苏食品职业技术学院）编写，学习情境三由周霞、吴广泽（中山火炬水务有限公司）、刘传高（中山火炬水务有限公司）、叶树才（中山环境监测站）编写。

由于编者水平有限，书中难免有不足之处，恳请读者和教育界同仁予以批评指正。

编 者

2013年12月



目 录

学习情境一 污废水处理基础知识（单项）

项目一 污水输送及预处理	(2)
任务一 废水来源和特性	(2)
1. 相关实践知识	(2)
1.1 识读水质分析报告	(2)
1.2 水质分析报告实例	(2)
1.3 水量变化情况分析	(3)
2. 相关理论知识	(4)
2.1 水资源现状	(4)
2.2 水污染的危害和评价指标	(6)
2.3 污水排放标准	(7)
3. 一般抽象理论	(9)
3.1 水环境质量标准	(9)
3.2 水污染防治的法律法规	(10)
4. 拓展知识	(10)
4.1 排水系统的基本组成	(10)
4.2 减少废水排放量和降低污染物浓度途径	(10)
4.3 污废水处理的运行管理	(11)
4.4 污水处理厂（站）日常运行管理	(11)
4.5 操作管理人员的职责	(11)
任务二 废水输送及预处理	(11)
1. 相关实践知识	(11)
1.1 正确操作格栅清污机	(11)
1.2 污水提升泵站操作规程	(13)
1.3 pH 调节池、反应池、絮凝池操作规程	(13)
1.4 正确操作沉砂池	(14)
2. 相关理论知识	(15)
2.1 格栅（grating）	(15)
2.2 提升泵	(17)



2.3 筛网	(18)
2.4 调节池	(19)
2.5 沉砂池	(20)
3. 一般抽象理论	(22)
3.1 格栅	(22)
3.2 提升泵故障原因及排除方法	(24)
3.3 调节池进行曝气的作用	(24)
4. 拓展知识	(25)
4.1 格栅的设计与计算	(25)
4.2 调节池容积计算	(26)
思考与评价	(26)

项目二 废水物化与生化处理

(29)

任务一 废水物化处理

(29)

1. 相关实践知识	(29)
1.1 操作混凝气浮池	(29)
1.2 操作沉淀池	(29)
2. 相关理论知识	(31)
2.1 废水物化处理概述	(31)
2.2 化学混凝法	(32)
2.3 沉淀法	(34)
2.4 中和法	(35)
2.5 氧化还原法	(36)
2.6 电解法	(38)
2.7 离子交换法	(41)
2.8 吸附法	(43)
2.9 膜分离法	(45)
3. 一般抽象理论	(49)
3.1 化学混凝的设备	(49)
3.2 中和工艺和设备	(57)
3.3 吸附工艺和设备	(58)
4. 拓展知识	(61)
4.1 高浓度氨氮废水处理方案	(61)

任务二 废水生化处理

(61)

1. 相关实践知识	(61)
1.1 曝气池安全操作规程	(61)
1.2 曝气生物滤池操作规程	(62)
1.3 接触氧化池操作规程	(63)
2. 相关理论知识	(65)



2.1	概述	(65)
2.2	活性污泥法	(67)
2.3	生物膜法	(73)
2.4	生物除氮除磷	(75)
3.	一般抽象理论	(78)
3.1	氧化沟工艺	(78)
3.2	生物滤池	(81)
3.3	生物脱氮工艺	(82)
3.4	生物除磷工艺与技术	(84)
3.5	同步生物脱氮除磷工艺	(85)
4.	拓展知识	(87)
4.1	脱氮的物化法	(87)
4.2	除磷的物化法 (混凝沉淀法)	(88)
4.3	生物脱氮除磷新技术	(88)
任务三 污泥处理与处置		(89)
1.	相关实践知识	(89)
1.1	混合液悬浮固体浓度 (MLSS)、混合液挥发性悬浮固体浓度 (MLVSS) 测定方法	(89)
1.2	控制污泥处理设施运行状态	(90)
2.	相关理论知识	(92)
2.1	污泥的分类和性质指标	(92)
2.2	污泥的浓缩方法	(93)
2.3	污泥厌氧消化	(95)
2.4	污泥脱水干化	(99)
2.5	污泥的最终处置与利用	(104)
3.	一般抽象理论	(106)
3.1	污泥厌氧消化池工艺设计	(106)
4.	拓展知识	(110)
4.1	沉淀污泥生物处理系统	(110)
4.2	石灰投加技术	(110)
4.3	污泥碳化技术	(110)
4.4	污泥水热干化技术	(111)
思考与评价		(111)
项目三 废水处理装置与设备		(119)
任务一 了解阀门、泵、风机分类、使用及保养		(119)
1.	相关实践知识	(119)
1.1	闸门和蝶阀操作规程	(119)
1.2	螺杆泵操作规程	(120)



1.3	鼓风机房操作规程	(120)
2.	相关理论知识	(121)
2.1	阀门	(121)
2.2	泵	(125)
2.3	鼓风机	(125)
3.	一般抽象理论	(128)
3.1	离心泵	(128)
3.2	泵的运行与维护	(130)
任务二	常用仪表分类、使用	(133)
1.	相关实践知识	(133)
1.1	化学需氧量分析仪操作规程	(133)
2.	相关理论知识	(134)
2.1	流量计	(134)
2.2	pH计	(136)
2.3	温度测量仪表	(137)
2.4	液位计	(137)
2.5	压力类检测仪表	(138)
2.6	溶解氧分析仪	(138)
2.7	化学需氧量分析仪	(140)
2.8	总有机碳分析仪	(140)
2.9	氨氮和总氮分析仪	(140)
2.10	磷酸盐和总磷分析仪	(141)
2.11	浊度计	(141)
3.	一般抽象理论	(141)
3.1	超声波明渠流量计	(141)
3.2	化学需氧量检测技术和设备	(142)
3.3	铬法COD分析仪使用和保养要求	(144)
3.4	氨氮自动分析仪	(145)
3.5	pH计电极的选用与维护	(147)
3.6	TURB-2A浊度计使用方法	(147)
4.	拓展知识	(148)
4.1	在线分析仪运行维护规程	(148)
	思考与评价	(151)
项目四	污废水监测、分析及安全生产	(152)
1.	相关实践知识	(152)
1.1	水质分析常用试剂	(152)
1.2	几种常用试纸	(154)
1.3	玻璃器皿的洗涤和使用	(154)



1.4 水样采集·····	(155)
1.5 水样的运送和保存·····	(162)
2. 相关理论知识·····	(166)
2.1 化学分析基础知识·····	(166)
2.2 重量分析法·····	(170)
2.3 滴定分析法·····	(171)
3. 一般抽象理论·····	(171)
3.1 pH 值的测定·····	(171)
3.2 化学需氧量的测定·····	(172)
3.3 五日生化需氧量 (BOD ₅) 的测定·····	(174)
3.4 溶解氧的测定·····	(175)
3.5 悬浮物 (SS) 的测定·····	(177)
3.6 氨氮的测定·····	(178)
3.7 亚硝酸盐氮的测定·····	(180)
3.8 硝酸盐氮的测定·····	(182)
3.9 凯氏氮 (KTN) 的测定·····	(184)
3.10 总氮 (TN) 的测定·····	(184)
3.11 磷 (总磷、磷酸盐) 的测定·····	(186)
3.12 硫酸盐的测定·····	(187)
3.13 硫化物的测定·····	(188)
3.14 全盐量的测定·····	(190)
3.15 挥发性脂肪酸 (VFA) 的测定·····	(190)
3.16 碱度的测定·····	(192)
3.17 总固体、挥发性固体测定·····	(193)
3.18 总悬浮物、挥发性悬浮物和灰分的测定·····	(193)
3.19 厌氧污泥产甲烷活性的测定·····	(194)
3.20 污泥粒径分布、沉降速度的测定·····	(195)
4. 拓展知识·····	(195)
4.1 实验室质量控制·····	(195)
4.2 实验室安全常识·····	(197)
思考与评价·····	(200)

学习情境二 城市污水处理 (综合)

项目五 城市污水处理·····	(203)
1. 相关实践知识·····	(203)
1.1 某城市污水处理厂简介·····	(203)
2. 相关理论知识·····	(205)
2.1 传统活性污泥工艺·····	(205)
2.2 生物脱氮除磷处理工艺·····	(207)



2.3	SBR 工艺	(209)
2.4	CAST 工艺	(210)
2.5	人工湿地处理系统	(212)
3.	一般抽象理论	(213)
3.1	CAST 工艺	(213)
4.	拓展知识	(215)
4.1	中小城镇污水处理新技术	(215)
	思考与评价	(216)

学习情境三 典型工业废水处理 (创新)

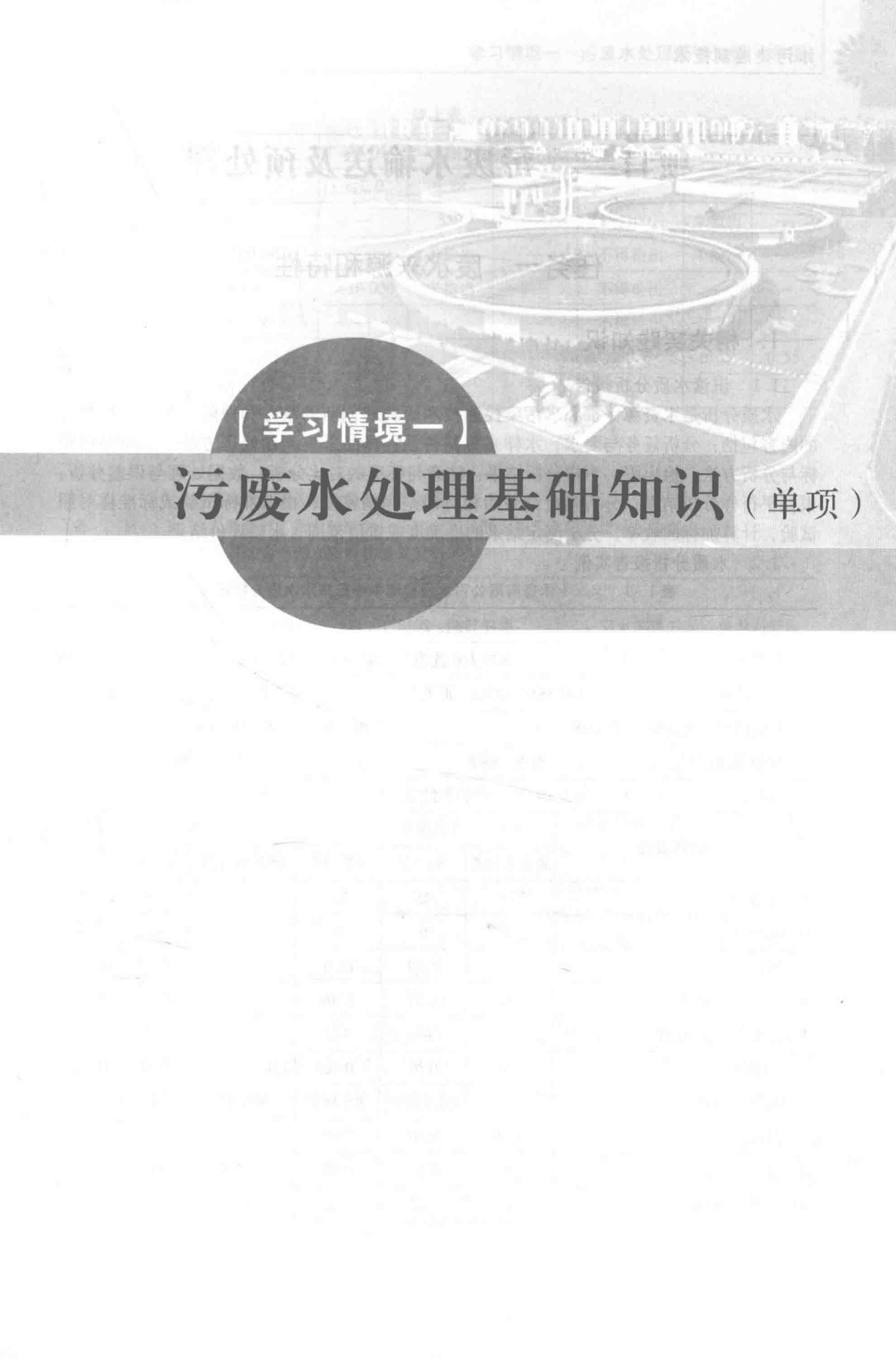
项目六	典型工业废水处理	(219)
任务一	造纸废水处理	(219)
1.	相关实践知识	(219)
1.1	吉林造纸厂的废水处理	(219)
2.	相关理论知识	(219)
2.1	造纸废水的特点	(220)
2.2	工艺的选择	(220)
2.3	造纸废水常用预处理方法	(220)
2.4	基本处理方法	(221)
2.5	造纸废水的回收利用方法	(223)
3.	一般抽象理论	(224)
3.1	气浮原理及影响因素	(224)
3.2	气浮法的分类和适用范围	(224)
3.3	加压溶气气浮法	(224)
3.4	气浮法的优缺点	(225)
4.	拓展知识	(225)
4.1	制浆造纸废水处理技术的最新进展	(225)
任务二	纺织印染废水处理	(226)
1.	相关实践知识	(226)
1.1	广州市某毛纺织染整企业污水处理	(226)
2.	相关理论知识	(227)
2.1	印染废水来源、水质、水量	(228)
2.2	印染废水处理方法	(229)
3.	一般抽象理论	(230)
3.1	厌氧生物处理	(230)
3.2	上流式厌氧污泥床反应器	(233)
3.3	生物接触氧化工艺	(234)
4.	拓展知识	(235)
4.1	连续式强制传质金属膜电解法处理印染废水新工艺	(235)



4.2 两相厌氧消化原理及其应用·····	(235)
任务三 生物制药废水处理·····	(235)
1. 相关实践知识·····	(235)
1.1 浙江义乌华义医药公司污水处理·····	(235)
1.2 湖北华中制药有限公司废水处理·····	(237)
1.3 江中制药集团污水处理·····	(237)
2. 相关理论知识·····	(238)
2.1 废水的来源和性质·····	(238)
2.2 处理方法·····	(239)
3. 一般抽象理论·····	(243)
3.1 曝气生物滤池 (BAF)·····	(243)
4. 拓展知识·····	(244)
4.1 生物制药废水处理研究新进展·····	(244)
任务四 处理含油废水·····	(245)
1. 相关实践知识·····	(245)
1.1 国内外含油废水主要处理方法·····	(245)
1.2 含油污水处理典型工艺流程·····	(245)
1.3 燕山石化公司污水回用·····	(246)
1.4 750万吨燃料型炼油厂生产废水、生活污水处理·····	(246)
1.5 青岛广源发集团沥青厂污水处理·····	(247)
1.6 抚顺石化公司石油一厂水净化车间·····	(247)
2. 相关理论知识·····	(248)
2.1 含油废水的来源与性质·····	(248)
2.2 除油的方法·····	(249)
3. 拓展知识·····	(252)
3.1 含油废水处理研究新进展·····	(252)
思考与评价·····	(253)
附录1 城镇污水处理厂污染物排放标准 (GB 18918—2002)·····	(256)
附录2 环境保护法·····	(266)
附录3 高氯废水化学需氧量的测定方法 (碘化钾碱性高锰酸钾法)·····	(271)

【学习情境一】

污废水处理基础知识 (单项)



项目一 污废水输送及预处理

任务一 废水来源和特性

1. 相关实践知识

1.1 识读水质分析报告

水质分析是水资源保护和水污染控制技术研发和创新的基础和保障。水质分析报告的内容包括：分析任务与要求；水样来源与特性；样品采集与预处理方法；水质分析指标与分析方法、检出限；水样分析结果：注意与标准的对比分析；数据处理与误差分析：根据平行样分析结果，分析测定结果的相对误差和精密度；根据加标试验或标准样对照试验，计算加标回收率，分析测定结果的准确度或置信范围；水质评价结果。

1.2 水质分析报告实例

表 1-1 ×××水务有限公司水质检测中心自来水水质分析报告

受检单位：吴江市净水厂	取样日期：2012.10.12	星期：五					
样品来源：水源水、出厂水	采样人：沈俊	编号：121012-472					
评价依据：GB 3838—2002	Ⅲ类水	出厂水 GB 5749—2006					
检验依据：地表水 GB 3838—2002	出厂水	GB 5750—2006					
实验条件：	湿度：48%	室温：26℃					
检测结果							
序号	检测项目	水源水			出厂水		
		地表水标准	8:30	12:30	饮用水标准	8:30	12:30
1	水温/℃	—	23	23	—	23	23
2	色度/度	—	6	6	≤15	<5	<5
3	浑浊度 (NTU)	—	7.39	15.5	≤1	0.29	0.37
4	溶解氧/(mg/L)	≥5	8.27	8.46	—	8.45	8.62
5	电导率/(μs/cm)	—	448	450	—	464	453
6	臭和味	—	0级	0级	无异臭、异味	0级	0级
7	肉眼可见物	—	细小颗粒	细小颗粒	不得含有	无	无
8	pH值	6~9	8.01	7.84	6.5~8.5	7.33	7.42
9	氨氮/(mg/L)	≤1.0	0.19	0.27	≤0.5	<0.02	0.06
10	耗氧量/(mg/L)	≤6	3.2	3.2	≤3	1.9	2.1



续上表

11	总磷/(mg/L)	≤0.05	0.041	—	—	—	—
12	总氮/(mg/L)	≤1.0	0.88	—	—	—	—
13	菌落总数/(CFU/mL)	—	350	—	≤100	未检出	—
14	总大肠菌群/(CFU/100 mL)	—	未检出	—	不得检出	未检出	—
15	粪大肠菌群/(CFU/mL)	≤10 000	未检出	—	不得检出	—	—
16	耐热大肠菌群/(CFU/100 mL)	—	—	—	不得检出	未检出	—
17	游离余氯/(mg/L)	—	—	—	≥0.3	0.55	0.55
18	藻类密度/(万个/L)	—	40	32	—	—	—

评价结论

1. 本检验结果仅对本次采样负责。
2. 出厂水水质全部合格

备注

1. 细菌总数为前天水质检测结果数据。
2. 总大肠菌群、粪大肠菌群、耐热大肠菌群为昨天水质检测结果数据。
3. 其余项目为当天水质检测结果数据

编制人: × × ×

编制日期:

审核人: × × ×

审核日期:

× × × 水务公司检测中心盖章

签发人: × × ×

签发日期:

1.3 水量变化情况分析

1.3.1 分析用水量变化的作用

污水量是在不断变化着的。无论是生活污水还是工业废水,其水量都是经常变化的。在全年中,每天的污水量因季节的变化和生活习惯不同而变化,例如夏季用水量就比其他季节的用水量多。在同一天中,白天比夜晚用水量多。不同年份的相同季节,用水量也不可能完全相同。工业生产用水量一般变化比较小,但由于工作制度的不同及其他因素的影响,用水量也会有变化,例如夏季的冷却用水就明显高于冬季。

由此看来,从污水量意义上讲,污水处理系统必须能适应这种变化的供需关系,才能确保处理顺利进行。作为污水处理人员,在日常工作中,掌握污水水量的变化及其变化规律,合理地调整处理方式是非常重要的。

1.3.2 污水变化系数计算

污水变化系数表示污水排放的不均匀性。生活污水量通常指平均值,实际上排入管道的污水量并非均匀不变,如夏季多,冬季少;白天多,夜间少。设计排水管时,应计算变化系数,以保证在最大污水流量时,污水能安全排放;最小污水流量时,不因流速降低而造成管道沉积淤塞。

通常,用日变化系数(K_d)、时变化系数(K_h)和总变化系数(K_T)来表达污水排放的变化规律:

$$K_d = \frac{\text{最大日污水量}}{\text{平均日污水量}}$$