

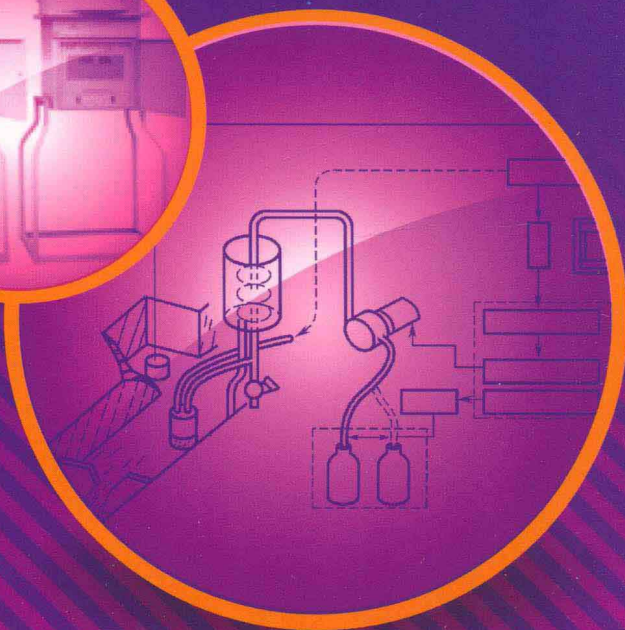


高职高专项目导向系列教材

环境监测技术

★ 季宏祥 主编
★ 王英健 主审

HUANJING
JIANCE JISHU



化学工业出版社

高职高专项目导向系列教材

环境监测技术

季宏祥 主编

王英健 主审



化学工业出版社

·北京·

“环境监测技术”是环境类专业的一门重要的专业核心课程。本教材结合环境监测岗位任务、监测项目和监测方法，依据高职教育培养目标编写而成。打破了传统教材学科体系的构建模式，按照“行动导向，工学结合，理实一体”的教学理念重组教材结构。全书以环境监测对象为主线，基于环境监测岗位任务、项目和方法，分别介绍了水和污水、大气和废气、土壤、噪声的监测，并设计了环境监测的情境和监测项目，突出实用性，重点培养环境监测人员的综合素质、实际动手操作能力，完成岗位监测任务。

本书为高职高专环境类专业教材，也可供其他各类学习环境专业、分析专业师生及相关技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

环境监测技术/季宏祥主编. —北京: 化学工业出版社, 2012.7

高职高专项目导向系列教材

ISBN 978-7-122-14555-0

I. 环… II. 季… III. 环境监测-高等职业教育-教材 IV. X83

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 126502 号

责任编辑: 李仙华

文字编辑: 荣世芳

责任校对: 陈 静

装帧设计: 刘丽华

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: 北京云浩印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 7 $\frac{3}{4}$ 字数 177 千字 2012 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: 24.00 元

版权所有 违者必究

编委会

主任 徐继春

副主任 李晓东

秘书长 郝万新

委员 徐继春 李晓东 郝万新 齐向阳

高金文 武海滨 刘玉梅 赵连俊

秘书 李 想

序

辽宁石化职业技术学院是于2002年经辽宁省政府审批，辽宁省教育厅与中国石油锦州石化公司联合创办的与石化产业紧密对接的独立高职院校，2010年被确定为首批“国家骨干高职立项建设学校”。多年来，学院深入探索教育教学改革，不断创新人才培养模式。

2007年，以于雷教授《高等职业教育工学结合人才培养模式理论与实践》报告为引领，学院正式启动工学结合教学改革，评选出10名工学结合教学改革能手，奠定了项目化教材建设的人才基础。

2008年，制定7个专业工学结合人才培养方案，确立21门工学结合改革课程，建设13门特色校本教材，完成了项目化教材建设的初步探索。

2009年，伴随辽宁省示范校建设，依托校企合作体制机制优势，多元化投资建成特色产学研实训基地，提供了项目化教材内容实施的环境保障。

2010年，以戴士弘教授《高职课程的能力本位项目化改造》报告为切入点，广大教师进一步解放思想、更新观念，全面进行项目化课程改造，确立了项目化教材建设的指导理念。

2011年，围绕国家骨干校建设，学院聘请李学锋教授对教师系统培训“基于工作过程系统化的高职课程开发理论”，校企专家共同构建工学结合课程体系，骨干校各重点建设专业分别形成了符合各自实际、突出各自特色的人才培养模式，并全面开展专业核心课程和带动课程的项目导向教材建设工作。

学院整体规划建设的“项目导向系列教材”包括骨干校5个重点建设专业（石油化工生产技术、炼油技术、化工设备维修技术、生产过程自动化技术、工业分析与检验）的专业标准与课程标准，以及52门课程的项目导向教材。该系列教材体现了当前高等职业教育先进的教育理念，具体体现在以下几点：

在整体设计上，摒弃了学科本位的学术理论中心设计，采用了社会本位的岗位工作流程中心设计，保证了教材的职业性；

在内容编排上，以对行业、企业、岗位的调研为基础，以对职业岗位群的责任、任务、工作流程分析为依据，以实际操作的工作任务为载体组织内容，增加了社会需要的新工艺、新技术、新规范、新理念，保证了教材的实用性；

在教学实施上，以学生的能力发展为本位，以实训条件和网络课程资源为手段，融教、学、做为一体，实现了基础理论、职业素质、操作能力同步，保证了教材的有效性；

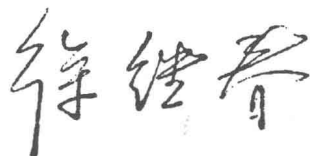
在课堂评价上，着重过程性评价，弱化终结性评价，把评价作为提升再学习效能的反馈

工具，保证了教材的科学性。

目前，该系列校本教材经过校内应用已收到了满意的教学效果，并已应用到企业员工培训工作中，受到了企业工程技术人员的高度评价，希望能够正式出版。根据他们的建议及实际使用效果，学院组织任课教师、企业专家和出版社编辑，对教材内容和形式再次进行了论证、修改和完善，予以整体立项出版，既是对我院几年来教育教学改革成果的一次总结，也希望能够对兄弟院校的教学改革和行业企业的员工培训有所助益。

感谢长期以来关心和支持我院教育教学改革的各位专家与同仁，感谢全体教职员工的辛勤工作，感谢化学工业出版社的大力支持。欢迎大家对我们的教学改革和本次出版的系列教材提出宝贵意见，以便持续改进。

辽宁石化职业技术学院 院长

A handwritten signature in black ink, consisting of three characters: '符继春'.

2012年春于锦州

前 言

“环境监测技术”是环境监测与治理技术专业的一门重要的专业核心课程。本教材结合环境监测岗位任务、监测项目和监测方法，依据高职教育培养目标编写而成。打破了传统教材学科体系的构建模式，按照“行动导向，工学结合，理实一体”的教学理念重组教材结构。按照理论够用为度、突出实效的原则选择编写内容，建立以职业能力、职业素质培养为目标，以行动为导向，以工作任务为核心，以学生为主体，以真实职业活动情境为载体，以实训为手段的内容体系。课程内容的设置根据专业培养目标，依据职业岗位所应具备的知识与能力设置课程内容。以职业技术技能为主干，理论教学服务于技术培养，切实加大实践课的比重。课程设置改变传统的单一、封闭模式，走出校门，深入社会，与行业、企业相结合，将用人单位的需求转化为高职教育的培养目标，并在课程设计中体现出来。

全书共分为四个教学情境，包括水和污水监测、大气和废气监测、土壤污染监测、噪声监测，另附知识拓展等。

本书体现如下特点：

① 教材体现环境监测岗位运行的项目和方法及岗位对环境监测人员的知识、能力和素质的要求，与环境监测工作相统一，充分体现实际、实践、实用的原则。

② 教材中阐述的原理简洁、易懂；监测方法简练易做、示范性强；知识编排侧重技能操作，层次分明，便于学生自学。

③ 通过教学情境和项目，明确学习要求和知识点，充分体现做中学、学中做、理实一体的教学新模式。

本教材的情境一、情境二、情境三由辽宁石化职业技术学院季宏祥编写；情境四由辽宁石化职业技术学院唐亮编写；全书由辽宁石化职业技术学院王英健主审。

本书可作为高职高专环境监测与治理技术专业教材，也适合高职院校开设相关课程的专业使用，还可作为环境监测技术人员的学习参考用书。

本教材的编写虽然在体现高职教育的特色上做了一些尝试和努力，但此项改革毕竟是一项较为复杂的工作，必须坚持不断地探索和实践。由于编者的水平和时间有限，疏漏之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

2012年2月

目 录

情境一 水和污水监测	1	三、铅	43
【导论】 水体监测概述	1	四、铜	43
一、水和水体污染	1	五、锌	44
二、水体监测对象和目的	2	六、其它金属化合物	44
三、水体监测方法	2	项目五 水体中化学耗氧量的测定	45
四、水体监测项目	3	【知识链接】 有机化合物的监测	48
项目一 水体 pH 值的测定	5	一、化学需氧量	48
【知识链接】 水样的采集、保存和预处理	7	二、高锰酸盐指数	49
一、采样前的准备	7	三、生化需氧量	49
二、地表水的采集	8	四、总有机碳和总需氧量	51
三、地下水的采集	13	五、挥发酚	52
四、水污染源的采集	15	六、矿物油	53
五、水样的运输	17	项目六 水体中挥发酚的测定	54
六、水样的保存	18	项目七 水体中总大肠菌群的测定	56
七、采样记录和水样标签	18	情境二 大气和废气监测	61
八、水样的预处理	23	【导论】 大气基础知识	61
项目二 水体中溶解氧的测定	24	一、大气和大气污染	61
【知识链接】 非金属无机物的监测	26	二、大气污染物	61
一、氟化物	26	三、大气污染源	62
二、硫化物	26	四、大气污染物的特点	62
三、氰化物	27	五、大气监测项目及监测目的	63
四、含氮化合物	27	项目一 大气中二氧化硫的测定	63
五、砷	30	【知识链接】 大气样品的采集	67
六、阴离子洗涤剂	31	一、收集资料、调查研究	67
七、总磷	31	二、采样点的布设	67
项目三 水体中氨氮的测定	32	三、采样方法和采样仪器	69
【知识链接】 水体物理性质的监测	34	四、采样效率和评价方法	74
一、水温	34	五、采样记录	74
二、色度	35	项目二 大气中二氧化氮的测定	75
三、浊度	36	【知识链接】 大气污染物的监测	77
四、残渣	37	一、二氧化硫	77
五、透明度	37	二、氮氧化物	78
六、电导率(电导仪法)	38	三、一氧化碳	78
七、臭	39	四、臭氧	79
项目四 水体中六价格的测定	40	五、总烃和非甲烷烃	79
【知识链接】 金属化合物的监测	42	六、氟化物	79
一、汞	43	七、可吸入颗粒物	79
二、镉	43	八、自然降尘	80

情境三 土壤污染监测	82	情境四 噪声监测	98
【导论】 土壤监测概述	82	项目一 环境噪声监测	98
一、土壤污染	82	【知识链接】 噪声评价	100
二、土壤污染特点和类型	83	一、响度、响度级	100
项目一 土壤中有有机氯农药的测定	84	二、计权声级	101
【知识链接】 土壤样品的采集、制备	86	【知识拓展】 噪声监测	102
一、土壤样品的采集	86	一、噪声监测仪器	102
二、土壤样品的制备	89	二、噪声监测程序	104
三、土壤样品预处理	90	三、噪声监测	104
项目二 土壤中镉的测定	92	拓展项目	109
【知识链接】 土壤污染物监测	94	项目二 扰民噪声监测	109
一、土壤监测目的	94	参考文献	111
二、土壤监测方法	94		
三、土壤监测	95		

情境一 水和污水监测

情境导

环境监测就是运用现代科学技术手段对代表环境污染和环境质量的各种环境要素（环境污染物）的监视、监控和测定，从而科学评价环境质量及其变化趋势的操作过程。

环境监测是环境保护的“眼睛”，其目的是为了客观、全面、及时、准确地反映环境质量现状及发展变化趋势，为环境保护、环境管理、环境规划、污染源控制、环境评价提供科学依据，主要包括以下几点。

① 与环境质量标准比较，评价环境质量优劣。

② 根据掌握的污染物分布和浓度、污染速度和发展趋势以及影响程度，追踪污染源，确定控制和防治方法，评价保护措施的效果。

③ 根据长期积累的数据和资料，为研究环境容量、实施总量控制、目标管理、预测预报环境质量提供依据。

④ 为保护人类健康、合理使用自然资源、改善人类环境、制订和修改环境法规和环境质量标准等服务。

⑤ 为环境科学的研究提供基础数据。

假设大家的实验室为某个环境监测站，教师为监测站站长，班里的每个学生为环境监测站员工，现在对辖区内的河流和各大企业的排污口采集的水样，还有辖区内大气采样点的大气样品进行例行监测，对水体和大气的各个指标进行分析，并书写环境监测报告。

引领项目	拓展项目
项目一 水体 pH 值的测定	项目八 污水悬浮物的测定(SS)
项目二 水体中溶解氧的测定	项目九 色度的测定
项目三 水体中氨氮的测定	项目十 浊度的测定
项目四 水体中六价格的测定	项目十一 汞的测定
项目五 水体中化学耗氧量的测定	项目十二 原子吸收法测定水质中的铅
项目六 水体中挥发酚的测定	项目十三 生化需氧量的测定
项目七 水体中总大肠菌群的测定	

以此教学情境为依据，以表中七个引领项目和六个拓展项目为引领，行动为导向，将水和污水监测所要求的理论和技能穿插在一起，以项目带动理论知识的学习，在技能训练中强化理论知识。

【导论】 水体监测概述

一、水和水体污染

1. 水的存在

地球的 3/4 被水覆盖，水广泛分布于海洋、江、河、湖、地下水、大气水、冰川等，其

中海水占 97.3%，淡水占 2.7%，可被利用的淡水不足总水量的 1%。人类对水的需求量很大。我国是一个水资源贫乏的国家，而且分布不均匀，节约用水及保护水资源是公民的责任和义务。

2. 水体污染

水体污染是由于人类的生产和生活活动，将大量的工业废水、生活污水、农业回流水及其它废物未经处理排入水体，排入水体的污染物含量超过了一定程度，使水体受到损害直至恶化，水体的物理、化学性质和生物群落生态平衡发生变化，破坏了水体功能，降低了水体的使用价值。

二、水体监测对象和目的

1. 水体监测对象

水体监测分为环境水体监测和水污染源监测。环境水体包括地表水（江、河、湖、库、海水）和地下水；水污染源包括生活污水、医院污水和各种工业废水。

2. 水体监测的目的

① 对进入江、河、湖、库、海洋等地表水体的污染物质及渗透到地下水中的污染物质进行经常性的监测，以掌握水质现状及其发展趋势。

② 对生产过程、生活设施及其它排放源排放的各类污水进行监视性监测，为污染源管理和排污收费提供依据。

③ 对水环境污染事故进行应急监测，为分析判断事故原因、危害及采取对策提供依据。

④ 为国家政府部门制定环境保护法规、标准和规划，全面开展环境保护管理工作提供有关数据和资料。

⑤ 为开展水环境质量评价、预测预报及进行环境科学研究提供基础数据和手段。

三、水体监测方法

1. 选择监测方法的原则

① 方法的灵敏度能满足定量要求。

② 方法经过科学论证，成熟、准确。

③ 操作简便，易于推广普及。

④ 选择性好。

2. 监测方法的类别

根据选择监测方法的原则，力求使监测资料数据具有可比性，以大量实验、实践为基础，对各类水体中的污染物都编制了相应的分析方法。

(1) 国家标准分析方法 国家标准分析方法是指由国家编制的包括采样在内的、经典的、准确度较高的标准分析方法。是环境监测必须采用的方法，也用于纠纷仲裁以及评价其它监测方法的基准方法。

(2) 统一分析方法 统一分析方法是指在实际监测过程中，有些项目急需测定，但方法尚不成熟，经过研究作为统一方法予以推广，在使用中积累经验，不断完善，逐步成为国家标准分析方法。

(3) 等效方法 与(1)、(2)类方法的灵敏度、准确度具有可比性的分析方法称为等效方法。鼓励监测单位采用新技术、新仪器形成新方法，推动监测技术水平的提高。新方法必须经过方法验证和对比实验，证明与(1)、(2)等效才能使用。

3. 常用监测方法

按照监测方法的原理，水体监测常用的方法有化学分析法，如称量法、滴定分析法，仪器分析法，如分光光度法、原子吸收分光光度法、气相色谱法、液相色谱法、离子色谱法、多机联用技术等。常用水质监测方法和测定项目见表 1-1。

表 1-1 常用水质监测方法和测定项目

方法	测定项目
重量法	SS、可滤残渣、矿化度、油类、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 Ca^{2+} 等
容量法	酸度、碱度、 CO_2 、DO、总硬度、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、氨氮、 Cl^- 、 F^- 、 CN^- 、 SO_4^{2-} 、 S^{2-} 、 Cl^- 、COD、 BOD_5 、挥发酚等
分光光度法	Ag、Al、As、Be、Bi、Ba、Cd、Co、Cr、Cu、Hg、Mn、Ni、Pb、Sb、Se、Th、U、Zn、氨氮、 NO_2^- -N、 NO_3^- -N、凯氏氮、 PO_4^{3-} 、 F^- 、 Cl^- 、C、 S^{2-} 、 SO_4^{2-} 、 BO_3^{3-} 、 SiO_3^{2-} 、 Cl_2 、挥发酚、甲醛、三氯乙醛、苯胺类、硝基苯类、阴离子洗涤剂
荧光分光光度法	Se、Be、U、油、BaP 等
原子吸收法	Ag、Al、Ba、Be、Bi、Ca、Cd、Co、Cr、Cu、Fe、Hg、K、Na、Mg、Mn、Ni、Pb、Sb、Se、Sn、Te、Tl、Zn 等
氢化物及冷原子吸收法	As、Sb、Bi、Ge、Sn、Pb、Se、Te、Hg
原子荧光法	As、Sb、Bi、Se、Hg
火焰光度法	Li、Ni、K、Sr、Ba 等
电极法	Eh、pH 值、DO、 F^- 、 Cl^- 、 CN^- 、 S^{2-} 、 NO_3^- 、 K^+ 、 Na^+ 、 NH_4^+ 等
离子色谱法	F^- 、 Cl^- 、 Br^- 、 NO_2^- 、 NO_3^- 、 SO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 、 H_2PO_4^- 、 K^+ 、 Na^+ 、 NH_4^+ 等
气相色谱	Be、Se、苯系物、挥发性卤代烃、氯苯类、六六六、DDT、有机磷农药类、三氯乙醛、PCB 等
液相色谱法	多环芳烃类
ICP-AES	用于水中金属元素、污染重金属以及底质中多种元素的同时测定

四、水体监测项目

水体监测项目根据监测的目的和监测站的职能，对物理指标、化学指标、生物指标等进行监测，不可能也没有必要对数量繁多的项目一一监测。根据我国《环境监测规范》（SL 219—1998）分别规定测定项目如下。

1. 地表水监测项目

地表水监测项目见表 1-2。

表 1-2 地表水监测项目

	必测项目	选测项目
河流	水温、pH 值、悬浮物、总硬度、电导率、溶解氧、化学需氧量、氨氮、亚硝酸盐氮、五日生化需氧量、硝酸盐氮、挥发酚、氰化物、砷、汞、六价铬、铅、镉、石油类等	硫化物、氟化物、氯化物、有机氯农药、有机磷农药、总铬、铜、锌、大肠杆菌、总 α、总 β、铀、镭、钍等
饮用水源地	水温、pH 值、浊度、总硬度、DO、COD、BOD、氨氮、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮、挥发酚、氰化物、砷、汞、六价铬、铅、镉、氟化物、细菌总数、大肠菌群数等	铜、锌、锰、阴离子洗涤剂、硒、石油类、有机氯农药、有机磷农药、硫酸盐、碳酸盐等
湖泊、水库	水温、pH 值、SS、DO、总硬度、透明度、总氮、总磷、COD、BOD、挥发酚、氰化物、砷、汞、六价铬、铅、镉等	钾、钠、藻类、悬浮藻、可溶性固体总量、大肠菌群等
底泥	砷、汞、铬、镉、铅、铜等	硫化物、有机氯农药、有机磷农药等

2. 工业废水监测项目

工业废水监测项目见表 1-3。

表 1-3 工业废水监测项目

类别	监测项目	
黑色金属矿山(包括磁铁矿、赤铁矿、锰矿等)	pH 值、悬浮物、硫化物、铜、铅、锌、镉、汞、六价铬等	
黑色冶金(包括选矿、烧结、炼焦、炼铁、炼钢等)	pH 值、悬浮物、化学需氧量、硫化物、氟化物、挥发酚、氰化物、石油类、铜、铅、锌、砷、镉、汞等	
选矿药剂	化学需氧量、生化需氧量、悬浮物、硫化物、挥发酚等	
有色金属矿山及冶炼(包括选矿、烧结、冶炼、电解、精炼等)	pH 值、悬浮物、化学需氧量、硫化物、氟化物、挥发酚、铜、铅、锌、砷、镉、汞、六价铬等	
火力发电、热电	pH 值、悬浮物、硫化物、砷、铅、镉、挥发酚、石油类、水温等	
煤矿(包括洗煤)	pH 值、悬浮物、砷、硫化物等	
焦化	化学需氧量、生化需氧量、悬浮物、硫化物、挥发酚、石油类、氰化物、氨氮、苯类、多环芳烃、水温等	
石油开发	pH 值、化学需氧量、生化需氧量、悬浮物、硫化物、挥发酚、石油类等	
石油炼制	pH 值、化学需氧量、生化需氧量、悬浮物、硫化物、挥发酚、氰化物、石油类、苯类、多环芳烃等	
化学矿开采	硫铁矿	pH 值、悬浮物、硫化物、砷、铜、铅、锌、镉、汞、六价铬等
	雄黄矿	pH 值、悬浮物、硫化物、砷等
	磷矿	pH 值、悬浮物、氟化物、硫化物、砷、铅、磷等
	萤石矿	pH 值、悬浮物、氟化物等
	汞矿	pH 值、悬浮物、硫化物、砷、汞等
无机原料	硫酸	pH 值(或酸度)、悬浮物、硫化物、氟化物、铜、铅、锌、镉、砷等
	氯碱	pH 值(或酸、碱度)、化学需氧量、悬浮物、汞等
	铬盐	pH 值(或酸度)、总铬、六价铬等
有机原料	pH 值(或酸、碱度)、化学需氧量、生化需氧量、悬浮物、挥发酚、氰化物、苯类、硝基苯类、有机氯等	
化肥	磷肥	pH 值(或酸度)、化学需氧量、悬浮物、氟化物、砷、磷等
	氮肥	化学需氧量、生化需氧量、挥发酚、氰化物、硫化物、砷等
橡胶	合成橡胶	pH 值(或酸、碱度)、化学需氧量、生化需氧量、石油类、铜、锌、六价铬、多环芳烃等
	橡胶加工	化学需氧量、生化需氧量、硫化物、六价铬、石油类、苯、多环芳烃等
塑料	化学需氧量、生化需氧量、硫化物、氰化物、铬、砷、汞、石油类、有机氯、苯类、多环芳烃等	
化纤	pH 值、化学需氧量、生化需氧量、悬浮物、铜、锌、石油类等	
农药	pH 值、化学需氧量、生化需氧量、悬浮物、硫化物、挥发酚、砷、有机氯、有机磷等	
制药	pH 值(或酸、碱度)、化学需氧量、生化需氧量、石油类、硝基苯类、硝基酚类、苯胺类等	
染料	pH 值(或酸、碱度)、化学需氧量、生化需氧量、悬浮物、挥发酚、硫化物、苯胺类、硝基苯类等	
颜料	pH 值、化学需氧量、悬浮物、硫化物、汞、六价铬、铅、镉、砷、锌、石油类等	
油漆	化学需氧量、生化需氧量、挥发酚、石油类、氰化物、镉、铅、六价铬、苯类、硝基苯类等	
其它有机化工	pH 值(或酸、碱度)、化学需氧量、生化需氧量、挥发酚、石油类、氰化物、硝基苯类等	

续表

类别	监测项目
合成脂肪酸	pH 值、化学需氧量、生化需氧量、油、锰、悬浮物等
合成洗涤剂	化学需氧量、生化需氧量、油、苯类、表面活性剂等
机械制造	化学需氧量、悬浮物、挥发酚、石油类、铅、氰化物等
电镀	pH 值(或酸度)、氯化物、六价铬、铜、锌、镍、镉、锡等
电子、仪器、仪表	pH 值(或酸度)、化学需氧量、苯类、氰化物、六价铬、汞、镉、铅等
水泥	pH 值、悬浮物等
玻璃、玻璃纤维	pH 值、悬浮物、化学需氧量、挥发酚、氰化物、砷、铅等
油毡	化学需氧量、石油类、挥发酚等
石棉制品	pH 值、悬浮物、石棉等
陶瓷制品	pH 值、化学需氧量、铅、镉等
人造板、木材加工	pH 值(或酸、碱度)、化学需氧量、生化需氧量、悬浮物、挥发酚等
食品	pH 值、化学需氧量、生化需氧量、悬浮物、挥发酚、氨氮等
纺织、印染	pH 值、化学需氧量、生化需氧量、悬浮物、挥发酚、硫化物、苯胺类、色度、六价铬等
造纸	pH 值(或碱度)、化学需氧量、生化需氧量、悬浮物、挥发酚、硫化物、铅、汞、木质素、色度等
皮革及皮革加工	pH 值、化学需氧量、生化需氧量、悬浮物、硫化物、氯化物、总铬、六价铬、色度等
电池	pH 值(或酸度)、铅、锌、汞、镉等
火工	铅、汞、硝基苯类、硫化物、锶、铜等
绝缘材料	化学需氧量、生化需氧量、挥发酚等

3. 生活污水监测项目

COD、BOD、悬浮物、氨氮、总氮、总磷、阴离子洗涤剂、细菌总数、大肠菌群等。

4. 医院污水监测项目

pH 值、色度、浊度、悬浮物、余氯、COD、BOD、致病菌、细菌总数、大肠菌群等。

项目一 水体 pH 值的测定

【实训目标】

1. 掌握 pH 计测定水体中 pH 值的方法
2. 掌握水体中非金属无机物的监测方法
3. 分析不同水质间 pH 值不同的原因

任务引领

一、原理

pH 值可间接地表示水的酸碱程度，当水体受到酸碱污染后，pH 值就会发生变化。天然水的 pH 值多在 6~9 之间；饮用水 pH 值要求在 6.5~8.5 之间；某些工业用水的 pH 值必须保持在 7.0~8.5 之间。水体的酸污染主要来自于冶金、搪瓷、电镀、轧钢、金属加工等工业的酸洗工序和人造纤维、酸洗造纸、酸性矿山排出的污水；碱污染主要来源于碱法造

纸、化学纤维、制革、制碱、炼油等工业废水。

pH 值是溶液中氢离子活度的负对数, 即 $\text{pH} = -\lg a_{\text{H}^+}$, 随水温的变化而变化。pH 值的测定方法有玻璃电极法和比色法。

玻璃电极法: 以玻璃电极为指示电极, 饱和甘汞电极为参比电极组成原电池。用已知 pH 值的标准溶液定位、校准, 用 pH 计直接测出水样的 pH 值。适用于饮用水、地表水和工业废水, 适于现场测定。

该方法测定准确、快速, 受水体色度、浊度、胶体物质、氧化剂和还原剂以及高含盐量的干扰少。

二、仪器

- ① 各种型号的 pH 计或离子活度计。
- ② 玻璃电极。
- ③ 甘汞电极或银-氯化银电极。
- ④ 磁力搅拌器。
- ⑤ 50mL 烧杯, 最好是聚乙烯或聚四氟乙烯烧杯。

三、试剂

用于校准仪器的标准缓冲溶液, 按规定的数量称取试剂, 溶于 25℃ 水中, 在容量瓶内定容至 1000mL。水的电导率应低于 $2\mu\text{S}/\text{cm}$, 临用前煮沸数分钟, 赶除二氧化碳, 冷却。取 50mL 冷却的水, 加 1 滴饱和氯化钾溶液, 如 pH 值在 6~7 之间即可用于配制各种标准缓冲溶液。pH 标准溶液的配制见表 1-4。

表 1-4 pH 值标准溶液的配制

标准物质	pH 值(25℃)	每 1000mL 水溶液中所含试剂的质量(25℃)
酒石酸氢钾(25℃饱和)	3.557	6.4gKHC ₄ H ₄ O ₆ ^①
柠檬酸二氢钾	3.776	11.41gKH ₂ C ₆ H ₅ O ₇
邻苯二甲酸氢钾	4.008	10.12gKHC ₈ H ₄ O ₄
磷酸二氢钾+磷酸氢二钠	6.865	3.388gKH ₂ PO ₄ ^② +3.533gNa ₂ HPO ₄ ^{②·③}
磷酸二氢钾+磷酸氢二钠	7.413	1.179gKH ₂ PO ₄ ^② +4.302gNa ₂ HPO ₄ ^{②·③}
四硼酸钠	9.180	3.80gNa ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O ^③
碳酸氢钠+碳酸钠	10.012	2.92gNaHCO ₃ +2.640gNa ₂ CO ₃
辅助标准		
二水合四草酸钾	1.679	12.61gKH ₃ C ₄ O ₈ ·2H ₂ O ^④
氢氧化钙(25℃饱和)	12.454	1.5gCa(OH) ₂ ^①

- ① 近似溶解度。
- ② 在 110~130℃ 烘干 2h。
- ③ 用新煮沸过并冷却的无二氧化碳水。
- ④ 烘干温度不可超出 60℃。

四、操作步骤

将水样与标准溶液调到同一温度, 记录测定温度, 把仪器补偿旋钮调至该温度处。选用与水样 pH 值相差不超过 2 个 pH 单位的标准溶液校准仪器。从第一个标准溶液中取出两个电极, 彻底冲洗, 并用滤纸吸干。再浸入第二个标准溶液中, 其 pH 值约与前一个相差 3 个 pH 单位。如测定值与第二个标准溶液 pH 值之差大于 0.1pH 值时, 就要检查仪器、电极或

标准溶液是否有问题。当三者均无异常情况时方可测定水样。

水样测定：先用水仔细冲洗两个电极，再用水样冲洗，然后将电极浸入水样中，小心搅拌或摇动使其均匀，待读数稳定后记录 pH 值。

五、注意事项

① 玻璃电极在使用前应在蒸馏水中浸泡 24h 以上。用毕，冲洗干净，浸泡在水中。

② 测定时，玻璃电极的球泡应全部浸入溶液中，使它稍高于甘汞电极的陶瓷芯端，以免搅拌时碰破。

③ 玻璃电极的内电极与球泡之间以及甘汞电极的内电极与陶瓷芯之间不可存在气泡，以防断路。

④ 甘汞电极的饱和氯化钾液面必须高于汞体，并应有适量氯化钾晶体存在，以保证氯化钾溶液的饱和。使用前必须先拔掉胶塞。

⑤ 为防止空气中二氧化碳溶入或水样中二氧化碳逸失，测定前不宜提前打开水样瓶塞。

⑥ 玻璃电极球泡受污染时，可用稀盐酸溶解无机盐结垢，用丙酮除去油污（但不能用无水乙醇）。按上述方法处理的电极应在水中浸泡一昼夜再使用。

⑦ 注意电极的出厂日期，存放时间过长的电极性能将变劣。

【知识链接】 水样的采集、保存和预处理

水体监测没有必要对全部水体进行测定，为了使测定用水正确反映水体的水质状况，具有代表性，必须控制好下列诸多关键环节：采样前的现场调查研究和收集资料，监测断面和采样点的布设，采样时间和采样频率的确定，采样器和采样方法的选择，水样的保存、运输和预处理等。

一、采样前的准备

从水体中取出的反映水体水质状况的水就是水样；将水样从水体中分离出来的过程就是采样；采样地点的选择和监测网点的建立就是布点。

1. 采样前的准备

采样前应提出采样计划，确定采样断面、垂线和采样点；采样时间和路线，人员分工，采样器材、样品的保存和交通工具等。

(1) 容器的准备 通常使用的容器有聚乙烯塑料容器和硬质玻璃容器。塑料容器常用于金属和无机物的监测项目；玻璃容器常用于有机物和生物等的监测项目；惰性材料常用于特殊监测项目。目的是避免引入干扰成分，因为各类材质与水样发生如下作用。

① 容器材质可溶于水样，如从塑料容器溶解下来的有机质和从玻璃容器溶解下来的钠、硅和硼。

② 容器材质可吸附水样中某些组分，如玻璃吸附痕量金属，塑料吸附有机质和痕量金属。

③ 水样与容器直接发生化学反应，如水样中的氟化物与玻璃容器间的反应等。

容器在使用前必须经过洗涤，盛装测金属类水样的容器，先用洗涤剂清洗、自来水冲洗，再用 10% 的盐酸或硝酸浸泡 8h，用自来水冲洗，最后用蒸馏水清洗干净；盛装测有机物水样的容器先用洗涤剂冲洗，再用自来水冲洗，最后用蒸馏水清洗干净。

(2) 采样器的准备 采样器与水样接触，材质常采用聚乙烯塑料、有机玻璃、硬质玻璃

和金属铜、铁等。清洗时，先用自来水冲去灰尘等杂物，用洗涤剂去除油污，自来水冲洗后，再用10%盐酸或硝酸洗刷，再用自来水冲洗干净备用。

(3) 交通工具的准备 最好有专用的监测船和采样船或其它合适船只，根据交通条件准备合适的陆上交通工具。

2. 采样量

采样量与监测方法和水样组成、性质、污染物浓度有关。按监测项目计算后，再适当增加20%~30%作为实际采样量。供一般物理与化学监测用水样2~31个，待测项目很多时采集5~101个，充分混合后分装于1~21个储样瓶中。采集的水样除一部分做监测，还要保存一部分备用。正常浓度水样的采样量（不包括平行样和质控样）见表1-5。

表 1-5 水样采集量

监测项目	水样采集量/mL	监测项目	水样采集量/mL	监测项目	水样采集量/mL
悬浮物	100	氯化物	50	溴化物	100
色度	50	金属	1000	碘化物	100
嗅	200	铬	100	氰化物	500
浊度	100	硬度	100	硫酸盐	50
pH值	50	酸度、碱度	100	硫化物	250
电导率	100	溶解氧	300	COD	100
凯氏氮	500	氨氮	400	苯胺类	200
硝酸盐氮	100	BOD ₅	1000	硝基苯	100
亚硝酸盐氮	50	油	1000	砷	100
磷酸盐	50	有机氯农药	2000	显影剂类	100
氟化物	300	酚	1000		

二、地表水的采集

地表水即地球表面上的水，如海洋、河流、湖泊、水库、沟渠中的水。

1. 收集资料、调查研究

在采集水样之前，应尽可能完备地收集欲监测水体及所在区域的有关资料，主要包括以下几类。

① 水体的水文、气候、地质和地貌特征。如水位、水量、流速及流向的变化；降雨量、蒸发量及历史上的水情；河流的宽度、深度、河床结构及地质状况；湖泊沉积物的特性、同温层的分布、等深线等。

② 水体沿岸城市分布、污染源分布及其排污情况、城市给排水情况等。

③ 水体沿岸的资源现状和水资源的用途；饮用水源分布和重点水源保护区；水体流域土地功能及近期使用计划等。

④ 历年的水质监测资料等。

2. 监测断面的设置原则

在对调查研究结果和有关资料进行综合分析的基础上，根据监测目的和监测项目，并考虑人力、物力等因素确定监测断面，同时还要考虑实际采样时的可行性和方便性。在水域的下列位置应设置监测断面。