



HUANJIING GONGCHENG SHIYONG JISHU DUBEN
环境工程实用技术读本

水环境监测 与分析技术

王子东 邵黎歌 主编



化学工业出版社



HUANJIING GONGCHENG SHIYONG JISHU DUBEN

环境工程实用技术读本

水环境监测 与分析技术

王子东 邵黎歌 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书采用问答的形式,从实用的角度着手,汇总了水环境监测和分析中的各项技术内容,既包括基本知识、水质标准、监测方案的设计,也包括水样的采集、储运、预处理、水样物理性质、非金属无机物、金属化合物、有机物的测定,还包括生物监测、底质监测、应急监测和自动检测等综合性监测,同时还介绍了常用水质监测仪器的操作方法。

本书内容丰富,资料翔实,可查阅性强。可供从事水质保护和监测的环保技术人员、管理人员阅读,也适合于在校学生、在职人员培训时参考,还可供环保业余爱好者、宣传工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

水环境监测与分析技术/王子东,邵黎歌主编. —北京:
化学工业出版社,2016.5

(环境工程实用技术读本)

ISBN 978-7-122-26565-4

I. ①水… II. ①王…②邵… III. ①水环境-环境监测-
问题解答 IV. ①X832-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第055955号

责任编辑:左晨燕
责任校对:王 静

装帧设计:史利平

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 装:大厂聚鑫印刷有限责任公司
850mm×1168mm 1/32 印张9½ 字数224千字
2016年6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:48.00元

版权所有 违者必究

出版者的话

随着我国社会经济的高速发展，环境问题日益突出，党的十八大明确提出了要加快调整经济结构和布局，采取切实的防治污染措施，促进生产方式和生活方式的改变，下决心解决好关系群众切身利益的大气、水、土壤等突出的环境污染问题，改善环境质量。毋庸置疑，我国的基层环保力量还比较薄弱，尤其缺乏一大批具有一定环境保护专业知识的初、中级专业技术人员。而目前国内已出版的环境保护图书多以科研专著、工程设计手册为主，系统地介绍环境工程实用技术的读物还不多见。为此，化学工业出版社组织国内一批有丰富实践经验的专家和工程技术人员精心编写了这套“环境工程实用技术读本”丛书。

本套丛书共计 12 个分册，基本覆盖了环境工程的各个领域，如工业水处理、中水处理与回用、固体废物处理、除尘技术、工业脱硫脱硝等。丛书力求全面而系统，具体到每一个分册，则强调针对性，重点突出。考虑到本套丛书的主要读者群为初、中级环境工程专业技术人员，因此全部采用问答的形式。每一分册知识点的选择都经过了反复推敲，力求只把读者最需要的知识和必须掌握的技术与技能提炼出来；每个问题的解答则尽量做到准确、精练、通俗易懂。相信丛书的出版一定会对我国的环境保护职业教育起到积极的推动作用。

参加本套丛书编写的人员有程远、高静思、郭飞、黄浩华、李敏、李肇全、彭丽娟、邵黎歌、孙丽、王峰、王立章、王娜、王文东、王子东、吴华勇、夏洲、张妍、张志强、诸毅等。

感谢广大读者和众多专家学者对化学工业出版社多年的支持和厚爱，并恳请对我社环保图书出版多提宝贵的意见与建议。

我们的联系方式：010-64519529；chyzo@126.com。

化学工业出版社

2016 年 2 月

一、基本知识

1

(一) 水污染与水质监测	1
1. 什么是水体? 水体有几种类型?	1
2. 什么是水体污染?	1
3. 什么是一次污染物? 什么是二次污染物?	2
4. 水体污染源可分为哪些种类?	2
5. 什么是化学性污染? 常见的化学性污染物有哪些?	3
6. 水体的物理性污染主要有哪些类型?	4
7. 水体的生物性污染主要有哪些类型?	5
8. 什么是水体富营养化? 水体富营养化有哪些危害?	5
9. 水污染是怎样危害人体健康的?	6
10. 污染物在水体中是怎样迁移和转化的?	7
11. 地下水与地表水的水质各有哪些特点?	8
12. 生活污水中有哪些污染物?	8
13. 工业废水可分为哪些种类?	9
14. 水质监测可分为哪些种类?	9
15. 水质监测的一般工作环节有哪些?	11
16. 什么是质量认证? 什么是实验室认可?	12
(二) 水质标准	12
17. 常见的水质指标有哪些?	12
18. 我国已颁布的水质标准主要有哪些?	13
19. 《地表水环境质量标准》将我国地表水水域分为	

哪几类?	16
20. 《地表水环境质量标准》中规定的基本项目标准 限值是多少?	17
21. 《地下水质量标准》将我国地下水分为哪几类?	18
22. 《地下水质量标准》中规定的质量分类指标及其 限值是什么?	19
23. 《海水水质标准》将海水水质分为哪几类?	21
24. 《海水水质标准》中规定的水质指标及其限值 是什么?	21
25. 《生活饮用水卫生标准》对饮用水水质有哪些 要求?	24
26. 《污水综合排放标准》对污水的排放做了哪些 规定?	25
27. 城镇污水处理厂污染物排放应符合什么标准?	26
28. 城市污水有哪些再生利用的途径? 有哪些水质 标准?	28
29. 城市污水再生用作城市杂用水时对水质有什么 要求?	30
30. 城市污水再生用作地下水回灌时对水质有什么 要求?	31
31. 城市污水再生用作工业用水时对水质有什么要求? ...	32
(三) 常见方法与仪器	33
32. 常见的水质分析方法有哪些?	33
33. 什么是紫外-可见分光光度法 (UV)?	34
34. 紫外-可见分光光度计应怎样使用和维护?	35
35. 紫外-可见分光光度计怎样进行使用前的调节?	35
36. 什么是原子吸收分光光度法 (AAS)?	36
37. 原子吸收分光光度计的构造是怎样的?	37
38. 原子吸收法可用于测量哪些物质?	38

39. 什么是标准曲线法? 什么是标准加入法?	39
40. 什么是气相分子吸收光谱法 (GPMAS)?	40
41. 什么是原子荧光光谱法 (AFS)?	41
42. 什么是电位法 (EP)?	42
43. 什么是色谱分析法? 它有哪些种类?	42
44. 气相色谱仪的原理是怎样的?	43
45. 应怎样选择气相色谱的色谱条件?	44
46. 什么是气相色谱-质谱联用 (GC-MS)?	46
47. 什么是归一化法?	46
48. 什么是内标法?	47
49. 积分仪有哪些积分参数? 其含义是什么?	47
50. 气相色谱仪使用中的常见问题有哪些?	48
51. 什么是顶空分析法?	49
52. 什么是液相色谱-质谱联用 (LC-MS)? 它在水质监测 上有哪些应用?	49
53. 什么是等离子发射光谱法 (ICP-AES) 和等离子发射光谱- 质谱法 (ICP-MS)?	50
54. 什么是离子色谱法 (IC)?	51
55. 超临界色谱法 (SFC) 在水质监测上有哪些应用? ...	51
56. 什么是光声光谱法 (PAS)?	52
57. 怎样对水质监测的结果进行校核?	52

二、水质监测方案的制订

54

58. 水质监测的方案主要包括哪些内容?	54
59. 监测地表水时, 应该对被监测水体的背景做哪些 调查?	55
60. 监测地表水时, 监测断面的布设原则是什么?	55
61. 河流的监测断面应该怎样设置?	56
62. 湖泊、水库的监测断面应怎样设置?	57

63. 监测地表水时, 应怎样设置采样垂线和采样点?	58
64. 进行地表水监测时, 怎样确定采样时间和采样 频率?	59
65. 水污染源监测中应该做哪些基础资料的调查?	59
66. 水污染源监测中应该怎样确定采样点?	60
67. 水污染源监测中应该怎样确定采样时间和采样 频率?	61
68. 监测地下水时, 应该对被监测水体的背景做哪些 调查?	61
69. 监测地下水时, 应该怎样设置采样点?	62
70. 进行地下水监测时, 怎样确定采样时间和采样 频率?	63
71. 选择监测项目时, 应遵循哪些原则?	63
72. 监测地表水时, 通常需要监测哪些项目?	64
73. 监测工业废水时, 通常需要监测哪些项目?	66
74. 监测地下水时, 通常需要监测哪些项目?	67
75. 监测饮用水时, 通常需要监测哪些项目?	68

三、水样的采集、保存和预处理

69

(一) 各类水样的采集	69
76. 水样有哪些类型?	69
77. 什么是瞬时水样? 什么情况下需要采集瞬时水样? ...	69
78. 什么是混合水样? 什么情况下需要采集混合水样? ...	70
79. 什么是综合水样? 什么情况下需要采集综合水样? ...	70
80. 还有哪些其他的采样类型?	71
81. 采样前应做哪些准备?	72
82. 容器的材质对水样有何影响? 容器的材质应符合哪些 要求?	72
83. 实验室使用的容器材质有哪些种类? 它们有什么	

特点?	73
84. 水样容器应该怎样清洗?	74
85. 采集地表水时,一般使用哪些采样器? 怎样操作? ...	75
86. 采集地表水时需要注意哪些问题?	76
87. 怎样采集封闭管道中的水样?	77
88. 怎样采集降水?	77
89. 采集地下水时一般使用哪些采样器?	77
90. 采集地下水时,应特别考虑哪些因素?	78
91. 采集废水有哪些方法? 采集时应注意什么?	79
92. 监测微生物时应怎样采集水样?	80
93. 采集放射性样品应使用什么设备?	81
94. 采样时在现场应记录哪些内容?	81
95. 自动采样设备有哪些种类?	81
96. 怎样用浮标法测流量?	82
97. 怎样用流速仪测流量?	82
98. 怎样用容积法测流量?	83
99. 怎样用溢流堰法测流量?	83
(二) 水样的运输和保存	84
100. 水样在运送过程中需要注意哪些问题?	84
101. 水样在保存中容易发生哪些变化?	85
102. 保存水样的方法有哪几种?	85
103. 加入药剂法保存水样通常根据哪些原则进行?	86
104. 对于常见的监测项目,应怎样保存水样?	86
(三) 水样的预处理	88
105. 常见的预处理方法有哪些?	88
106. 什么是消解法?	89
107. 湿式消解法有哪几种?	89
108. 怎样用干灰化法消解水样?	91
109. 水样的富集和分离方法有哪些?	91

110. 怎样用挥发法处理水样?	91
111. 怎样用蒸馏法处理水样?	92
112. 溶剂萃取法有哪些应用?	92
113. 什么是离子交换法?	93
114. 怎样用离子交换树脂进行分离操作?	94
115. 什么是共沉淀分离法?	95
116. 什么是吸附法? 怎样用活性炭富集水样?	96
117. 怎样用活性炭富集水样?	96

四、水质指标的测定

98

(一) 感官物理性状的测定	98
118. 为什么要测定水温?	98
119. 怎样用水温计和深水温度计测定水温?	99
120. 怎样用颠倒温度计测定水温?	100
121. 怎样用热敏电阻温度计测定水温?	101
122. 水中嗅气的来源主要有哪些?	101
123. 怎样用定性描述法监测水样的嗅气?	101
124. 怎样用嗅阈值法监测水样的嗅气?	102
125. 水的味道强弱应怎样表示?	102
126. 什么是水的色度?	103
127. 什么是表色和真色?	104
128. 怎样用比色法测水的色度?	104
129. 怎样用稀释倍数法测水的色度?	105
130. 怎样用分光光度法测水的色度?	105
131. 什么是水的浊度? 浊度与色度有什么区别?	105
132. 浊度的大小是怎样表示的?	106
133. 怎样用目视比浊法测浊度?	106
134. 怎样用分光光度法测浊度?	107
135. 怎样用浊度计测浊度?	107

136. 测定水的浊度有什么意义?	108
137. 什么是透明度? 怎样测透明度?	108
138. 水中的固体可分为哪些种类?	109
139. 怎样测定总固体、悬浮固体和溶解固体?	110
140. 什么是水的电导率?	110
141. 电导仪的工作原理是怎样的?	111
142. 电导化有哪几种?	112
143. 怎样用电导仪测定水的电导率?	113
(二) 一般性化学指标的测定	113
144. 什么是水的含盐量(矿化度)?	113
145. 什么是水的氧化还原电位? 应怎样测定?	114
146. 水中的酸度来自哪里? 水的酸度增加可以带来 哪些危害?	115
147. 应怎样测定水的酸度?	115
148. 水中的碱度来自哪里?	116
149. 怎样测定碱度?	116
150. 什么是 pH?	117
151. 怎样用比色法测定水的 pH?	117
152. 怎样用玻璃电极法(pH 计)测定水的 pH?	118
153. pH 计的玻璃电极应怎样使用和维护?	118
154. pH 计的参比电极应怎样使用和维护?	119
155. 什么是水的硬度?	120
156. 硬度有哪几种?	121
157. 硬度采用什么单位衡量? 其标准限值是多少?	121
158. 测定硬度有什么意义?	122
159. 怎样测定水的硬度?	123
(三) 非金属无机物的测定	124
160. 为什么要测定水中的溶解氧(DO)?	124
161. 怎样用碘量法测定溶解氧?	125

162. 碘量法有哪些修正法?	126
163. 怎样用溶解氧电极法(溶解氧仪)测定溶解氧? ...	126
164. 氮在自然水体中有哪些存在形式?	127
165. 怎样用凯氏法测定凯氏氮?	128
166. 怎样用气相分子吸收光谱法测定凯氏氮?	129
167. 怎样用气相分子吸收光谱法测定氨氮?	130
168. 怎样用纳氏试剂比色法测定氨氮?	130
169. 怎样用蒸馏滴定法测定氨氮?	131
170. 怎样用水杨酸-次氯酸盐分光光度法测定氨氮?	132
171. 怎样用电极法测定氨氮?	132
172. 怎样测定水中的亚硝酸盐氮?	133
173. 怎样测定水中的硝酸盐氮?	134
174. 怎样测定水中的总氮?	136
175. 磷在水体中有哪些存在形式?	136
176. 怎样用钼酸铵分光光度法测定水中的总磷?	137
177. 水中的硫酸盐有哪些危害?	137
178. 水中的硫酸盐应怎样测定?	138
179. 水中的硫化物有哪些危害?	139
180. 测定水中的硫化物有哪些方法?	139
181. 水中的氯离子来自哪里?	140
182. 为什么要限制水中氯离子的含量?	141
183. 测定水中氯离子含量有哪些方法?	142
184. 怎样测定水中的游离氯和总氯?	143
185. 氰化物有哪些结构形式? 其毒性如何?	144
186. 测定氰化物含量前应怎样预处理水样?	144
187. 怎样测定水中氰化物的含量?	145
188. 氟对人体有哪些危害? 水体中的氟来自哪里?	146
189. 测定水中氟化物的含量有哪些方法? 如何进行 预处理?	146

190. 怎样用氟离子选择电极法测定水中氟化物的含量?	147
191. 怎样用氟试剂分光光度法测定水中氟化物的含量?	148
192. 怎样用茜素磺酸锆目视比色法测定水中氟化物? ...	148
193. 怎样用硝酸钍滴定法测定水中氟化物?	149
194. 砷对人体有哪些危害?	149
195. 怎样用硼氢化钾-硝酸银分光光度法测定水中的砷?	150
196. 怎样用二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法测定水中的砷?	150
(四) 金属化合物的测定	151
197. 重金属污染有哪些危害?	151
198. 什么是价态分析技术?	152
199. 汞在环境中是怎样存在的?	152
200. 汞对人体有哪些危害?	153
201. 怎样用冷原子吸收分光光度法测定水中的汞?	154
202. 怎样用冷原子荧光法测定水中的汞?	154
203. 怎样用双硫脲分光光度法测定水中的汞?	155
204. 如何测定水中的甲基汞?	156
205. 铁与健康有什么关系?	156
206. 铁在水体中是怎样存在的?	157
207. 怎样用邻菲罗啉分光光度法测定水中铁的含量? ...	158
208. 怎样用火焰原子吸收分光光度法测定水中的铁含量?	159
209. 镉对人体有哪些危害?	159
210. 怎样用原子吸收分光光度法测定水中镉(铜、铅、锌)的含量?	160
211. 怎样用石墨炉原子吸收分光光度法测定痕量镉	

(铜、铅) 的含量?	161
212. 怎样用双硫脲分光光度法测定水中的镉?	162
213. 怎样用示波极谱法测定镉(铜、铅、锌、镍)?	163
214. 怎样用阳极溶出伏安法测定镉(铜、铅、锌)?	163
215. 铜对人和环境有什么影响?	164
216. 测定水中的铜有哪些方法?	164
217. 铅对人体有哪些危害?	165
218. 怎样测定水中铅的含量?	166
219. 锌对自然环境有哪些影响?	166
220. 怎样测定水中的锌?	167
221. 铬在水体中有哪些存在形式? 它们对环境有何 影响?	167
222. 怎样测定水中六价铬的含量?	168
223. 怎样测定水中总铬的含量?	169
224. 怎样测定水中的锰?	169
225. 怎样测定水中的铍?	170
226. 银与身体健康有什么关系?	171
227. 测定水中银的含量有哪些方法?	172
(五) 有机物的测定	173
228. 水中有机物的来源主要有哪些?	173
229. 为什么测定有机物要使用一些综合性指标? 常见的 指标有哪些?	173
230. 什么是化学需氧量(COD)?	174
231. 测定COD的常规方法是什么?	175
232. 怎样用快速消解分光光度法测定COD?	176
233. 怎样用恒电流库仑滴定法测定COD?	176
234. 什么是高锰酸盐指数(OC)?	178
235. 怎样测定高锰酸盐指数?	178
236. 生化需氧量(BOD) 的意义是什么?	179

237. 生化需氧量 (BOD) 由哪两部分组成?	179
238. 怎样用稀释与接种法测定 BOD_5 ?	180
239. 稀释水需要符合哪些要求?	181
240. 怎样确定水样的稀释倍数?	182
241. 怎样用检压法测定 BOD_5 ?	183
242. BOD_5 、COD 和 OC 有什么联系和区别?	184
243. 什么是总有机碳 (TOC)? 怎样测定总有机碳?	185
244. 什么是总需氧量 (TOD)? 怎样测定总需氧量? ...	185
245. 什么是理论需氧量 (ThOD) 和理论有机碳 (ThOC)?	186
246. 为什么要测定水中酚的含量?	187
247. 测定挥发酚的方法有哪些? 应如何预处理?	188
248. 怎样用 4-氨基安替比林分光光度法测定水中挥发 酚的含量?	188
249. 怎样用溴化容量法测定水中挥发酚的含量?	189
250. 苯对环境和人体健康有哪些危害?	190
251. 怎样测定水中的苯系物?	191
252. 怎样测定水中的苯并 [a] 芘?	191
253. 为什么要测定矿物油类?	192
254. 测定水中的矿物油类有哪些方法?	193
255. 为何要测定水中的表面活性剂?	194
256. 测定阴离子表面活性剂有哪些方法?	194
257. 什么是环境激素物质? 它对人有什么危害?	195
258. 常见的环境激素物质有哪些?	195
259. 怎样测定环境激素物质?	196
260. 怎样测定水中的有机磷农药?	197
261. 怎样用 GC-MS 测定水中的农药和除草剂?	197
262. 怎样测定水中的二噁英类?	198
263. 怎样用 HPLC 法测定水中的多环芳烃?	198

264. 怎样测定自来水中的三卤甲烷?	199
(六) 放射性的测定	200
265. 什么是 α 、 β 和 γ 放射性? 水中的放射性来源于哪里?	200
266. 如何测定水中的总 α 放射性?	200
267. 如何测定水中的总 β 放射性?	201
268. 如何测定水中的 ^{226}Ra ?	201

五、综合性监测

203

(一) 生物监测	203
269. 生物监测的原理是什么?	203
270. 为什么要进行生物监测?	204
271. 什么是生物群落法? 什么是污水生物系统法?	205
272. 什么是生物指数 (BI) 法?	206
273. 什么是水生生物法?	207
274. 什么是聚氨酯泡沫塑料 (PFU) 法?	209
275. 怎样用 PFU 法监测水质?	209
276. 什么是细菌学检验法?	211
277. 怎样测定细菌总数?	211
278. 怎样测定总大肠菌群数?	212
279. 怎样用多管发酵法测定总大肠菌群数?	213
280. 怎样用滤膜法测定总大肠菌群数?	214
281. 怎样测定粪大肠菌群、沙门菌和链球菌?	215
282. 什么是水生生物毒性试验? 它可以分为哪些类型?	215
283. 水生生物毒性试验有哪些方法?	216
284. 什么是生物标志物?	217
285. 怎样用发光细菌法测定水体的急性毒性?	217
286. 鱼类是怎样应用在毒性试验中的?	218