



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

# 工业水处理 技术

张志强 主编



化学工业出版社

014041272

TQ085-44  
03



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

# 工业水处理 技术

张志强 主编



北航

C1729356

TQ085-44  
03



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，总结了工业水处理技术的各项内容，包括水处理基础知识、标准法规、水中的污染物及其危害、工业水处理技术以及几种典型工业废水的处理和利用，最后还介绍了水处理中常用的药剂。

本书内容丰富，资料翔实，可查阅性强。可供工业企业基层环境保护技术人员、管理人员工作中随时翻阅，也适合于相关专业的在校师生或在职人员参阅。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

工业水处理技术/张志强主编. —北京: 化学工业出版社, 2014. 4

(环境工程实用技术读本)

ISBN 978-7-122-19896-9

I. ①工… II. ①张… III. ①工业用水-水处理-  
问题解答 IV. ①TQ085-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 062629 号.

---

责任编辑: 左晨燕  
责任校对: 边涛

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: 北京云浩印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张 10 $\frac{3}{4}$  字数 253 千字

2014 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: 38.00 元

版权所有 违者必究

工·业·水·处·理·技·术

## 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、孙丽、王宝臣、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；chyuzo@126.com。

化学工业出版社  
2014年2月

## 一、水处理基础知识

1

1. 什么是水体？自然界中的水循环状况是怎样的？ ..... 1
2. 我国水体的主要特征是什么？ ..... 2
3. 什么是工业废水？ ..... 3
4. 工业废水如何分类？ ..... 3
5. 水处理的目的是什么？ ..... 4
6. 工业废水有哪些特征？ ..... 4
7. 什么是水工业和水工业工程学？ ..... 5
8. 水工业工程学产生的技术基础是什么？ ..... 6
9. 水处理中的物理化学方法包含哪些？ ..... 6
10. 什么是水处理中的生物法？ ..... 7
11. 水工业工程学的研究内容是什么？ ..... 7
12. 有机工业废水如何分类？ ..... 8
13. 有机工业废水生物处理的主要难题有哪些？ ..... 8
14. 什么是水体污染？ ..... 9
15. 水体污染的危害有哪些？ ..... 9
16. 什么是水环境容量？ ..... 10
17. 水在自然界是如何循环的？ ..... 11
18. 什么是水资源可持续发展战略？ ..... 11
19. 水资源可持续发展战略包括哪些内容？ ..... 12
20. 实现我国水资源可持续发展的对策有哪些？ ..... 13

21. 影响工业废水中所含污染物数量及种类的因素是什么? ..... 13
22. 工业废水在我国的研究现状和发展趋势是怎样的? ... 14
23. 评价水体污染的理化指标有哪些? ..... 14
24. 评价水体污染的有机综合指标有哪些? ..... 16

## 二、标准法规

19

25. 与废水处理后排放有关的国家水质标准主要有哪些? ..... 19
26. 《地表水环境质量标准》将地表水分为几类? ..... 19
27. 《地表水环境质量标准》中规定的基本项目标准限值是多少? ..... 20
28. 《污水综合排放标准》的主要内容是什么? ..... 21
29. 《污水综合排放标准》是如何规定第一类和第二类污染物的? ..... 22
30. 什么是工业废水排放量、达标量和处理量? ..... 23
31. 国外冷却回用水的水质标准和运行水质情况如何? ... 24
32. 城镇污水处理厂污染物排放应符合什么标准? ..... 24
33. 城市污水再生用作工业用水时的水质要求是什么? ... 26
34. 我国有哪些不同行业的废水排放标准? ..... 28
35. 《水污染防治法》对水污染、污染物、有毒污染物是怎么定义的? ..... 31
36. 《水污染防治法》对排入地表水体的废水有哪些规定? ..... 31
37. 《海洋环境保护法》对排入海洋的废水有哪些规定? ..... 32
38. 《防治陆源污染物污染损害海洋环境管理条例》对排入海洋的废水有哪些规定? ..... 33
39. 《水污染防治法》对向水体排放污染物的企事业单位做



了哪些规定？ .....	33
40. 排污单位接受环保部门检查时应准备哪些材料？ .....	34
41. 《水污染防治法实施细则》对企事业单位造成的水污 染事故有哪些规定？ .....	35
42. 什么是排污费、超标排污费和环境保护补助资金？ .....	36
43. 《污水处理设施环境保护监督管理办法》对拥有污水 处理设施的单位有什么要求？ .....	36
44. 在什么情况下，环境保护主管部门除了征收排污费外， 还可对拥有污水处理设施的单位处以罚款？ .....	37
45. 什么是水污染物排放许可证？ .....	37
46. 排污单位如何进行排污申报登记？ .....	38
47. 国家考核工业企业环保工作成果的两个指标是 什么？ .....	38

### 三、水中的污染物及其危害

40

48. 工业废水污染的来源有哪些？ .....	40
49. 废水中污染物的种类主要有哪些？ .....	41
50. 工业废水处理中的易生物降解有机物质都包含 哪些？ .....	42
51. 工业废水处理中的难生物降解有机物质都包含 哪些？ .....	42
52. 工业废水中的污染物来源有哪些？ .....	42
53. 废水中的杂质颗粒如何分类？ .....	43
54. 废水中漂浮或悬浮物的来源及对环境或二级生物处理 的影响有哪些？ .....	43
55. 废水中油类污染物的来源有哪些？ .....	44
56. 废水中的油类污染物的种类怎样划分？ .....	44
57. 含油废水有何危害？ .....	45
58. 油类污染物对环境或二级生物处理的影响有哪些？ .....	46



59. 酸碱废水的来源有哪些? .....	46
60. 酸碱废水对环境或二级生物处理的影响有哪些? .....	47
61. 耗氧有机物的来源有哪些? .....	47
62. 废水中的难生物降解有机物有哪些? .....	48
63. 难生物降解有机物的来源有哪些? 处理方法有 哪些? .....	49
64. 什么是废水的可生化性? 评价方法有哪些? .....	49
65. 废水中的苯并芘的来源有哪些? 处理方法有哪些? ...	51
66. 废水中有机氯的来源有哪些? 处理方法有哪些? .....	51
67. 重金属废水的来源有哪些? 对环境或二级生物处理的 影响有哪些? .....	52
68. 重金属废水有什么处理方法? .....	53
69. 废水中汞和有机汞的来源有哪些? 危害如何? .....	56
70. 含汞废水如何处理? .....	57
71. 废水中铬的来源有哪些? 处理方法有哪些? .....	58
72. 废水中铅的来源有哪些? .....	59
73. 含铅废水处理有哪些? .....	59
74. 废水中砷的来源有哪些? 有什么危害? .....	60
75. 含砷废水的处理方法有哪些? .....	61
76. 废水中镉的来源有哪些? 有什么危害? .....	62
77. 含镉废水的处理方法有哪些? .....	62
78. 废水中镍的来源有哪些? 处理方法有哪些? .....	63
79. 废水中铍的来源有哪些? 处理方法有哪些? .....	64
80. 废水中银的来源有哪些? 处理方法有哪些? .....	65
81. 废水中酚的来源有哪些? 危害有哪些? .....	66
82. 废水中酚的回收方法有哪些? .....	67
83. 常用废水中酚的高级氧化处理技术有哪些? .....	68
84. 常用废水中酚的生物处理技术有哪些? .....	70
85. 废水中氰化物的来源有哪些? .....	70

86. 含氟废水的处理方法有哪些? .....	71
87. 含氟废水的破坏性处理方法有哪些? .....	71
88. 含氟废水的资源综合利用处理方法有哪些? .....	73
89. 废水中硫化物的来源有哪些? 处理方法有哪些? .....	75
90. 废水中氟化物的来源有哪些? 处理方法有哪些? .....	76
91. 含氟废水的常用处理方法有哪些? .....	77
92. 废水中的有机氮和氨氮的来源有哪些? 处理方法有 哪些? .....	78
93. 废水中磷酸盐和有机磷的来源有哪些? .....	78
94. 含磷废水处理方法有哪些? .....	79
95. 工业废水中硝酸盐氮和亚硝酸盐氮的来源主要有 哪些? 处理方法有哪些? .....	80
96. 废水中致病微生物的来源有哪些? 处理方法有 哪些? .....	82
97. 热污染对于环境或二级生物处理的影响有哪些? .....	83
98. 废水中放射性同位素的来源有哪些? 处理方法有 哪些? .....	84
99. 放射性废水的处理方法有哪些? .....	84
100. 高色度废水的来源有哪些? 处理方法有哪些? .....	85
101. 脱臭的方法有哪些? .....	86

## 四、工业水处理技术

89

(一) 基础知识 .....	89
102. 什么是废水的一级处理? 其作用是什么? .....	89
103. 什么是格栅? 其作用有哪些? 可分为哪几类? .....	89
104. 格栅的选型应该考虑哪些原则? .....	90
105. 沉砂池在废水处理系统中的作用有哪些? 有 哪些类型? .....	91
106. 什么是沉淀池? 常用沉淀池的类型有哪些? 各自的	

	优缺点和适用条件是什么? .....	92
107.	什么是斜板沉淀池? 斜板沉淀池的基本要求有 哪些? .....	94
108.	废水处理系统中初次沉淀池设置在哪里? 其作用 是什么? .....	94
109.	初次沉淀池运行管理需要注意的事项有哪些? .....	95
110.	初沉池出水含有细小悬浮颗粒的原因有哪些? 如何 解决? .....	96
111.	均质调节池的作用有哪些? .....	96
112.	什么是事故池? 其在废水处理系统中的作用有 哪些? .....	97
113.	什么是隔油池? 其原理是什么? .....	98
114.	平流式隔油池的基本要求有哪些? .....	99
115.	什么是废水的二级生物处理? 可以分为哪几类? ...	100
116.	影响废水生物处理的因素有哪些? .....	100
117.	细菌活动与溶解氧有什么关系? .....	101
118.	细菌活动与氧化还原电位有什么关系? .....	101
119.	使用生物处理法时为什么要保持 N、P 以及一些无机 盐的含量适中? .....	102
120.	什么是水力停留时间? 什么是固体停留时间? .....	102
121.	什么是生物选择器? 其作用机理有哪些? .....	103
122.	活性污泥的生长规律是怎样的? .....	103
123.	什么是活性污泥和菌胶团? 其作用是什么? .....	105
124.	活性污泥中的微型动物有哪些? .....	105
125.	活性污泥净化废水的过程是怎样的? .....	106
126.	怎样培养活性污泥? .....	107
127.	什么是活性污泥的间歇培养法? 什么是连续 培养法? .....	107
128.	什么是活性污泥的驯化? 有哪些驯化方法? .....	108

(二) 一般工业废水处理方法 .....	109
129. 什么是气浮法? 常用的气浮法有哪些类型? .....	109
130. 溶气罐的作用是什么? 操作时应注意什么? .....	110
131. 气浮池的形式有哪些? .....	111
132. 什么是超效浅层气浮? .....	112
133. 气浮池在日常运行管理中有哪些需要注意的 事项? .....	112
134. 什么是汽提法? 其原理是什么? .....	113
135. 汽提法在废水处理中有哪些应用? 常用汽提类型有 哪些? .....	114
136. 吹脱法处理工业废水的基本原理是什么? 影响因素 有哪些? .....	115
137. 吹脱与汽提的联系和区别有哪些? .....	116
138. 离心分离法的基本原理是什么? 在废水处理系统中 有哪些应用? .....	116
139. 磁分离法的基本原理是什么? .....	116
140. 磁分离法有哪些类型? .....	117
141. 什么是蒸发结晶法? .....	118
142. 酸碱中和法的原理是什么? 中和的方法有哪些? ...	119
143. 酸碱中和法的常用设施有哪些? 运行管理应注意哪 些事项? .....	120
144. 什么是化学沉淀法? 其基本原理是什么? .....	120
145. 常用的化学沉淀法有哪些? .....	121
146. 化学沉淀法运行管理时应注意哪些事项? .....	122
147. 化学氧化还原法的基本原理是什么? .....	122
148. 氧化剂或还原剂的选择应考虑哪些因素? .....	123
149. 常用的化学氧化法有哪些? .....	123
150. 常用的化学还原法有哪些? .....	124
151. 什么是湿式氧化技术? 主要影响因素有哪些? .....	124

152. 湿式氧化的工艺流程是怎样的? .....	125
153. 什么是超临界水氧化技术? 基本原理是什么? .....	126
154. 超临界水氧化技术的工艺流程是怎样的? .....	126
155. 超临界水氧化技术有什么优缺点? .....	127
156. 什么是活性污泥法? 其基本流程是什么? .....	127
157. 活性污泥法处理废水的机理是什么? .....	128
158. 活性污泥法运行中可能出现哪些问题? 解决对策是 什么? .....	129
159. 活性污泥系统有效运行的基本条件是什么? .....	130
160. 不同活性污泥法工艺各自的特点是什么? .....	130
161. 活性污泥系统的工艺计算以及设计思路是什么? ...	133
162. 好氧活性污泥法的影响因素有哪些? .....	133
163. 传统活性污泥法的运行方式是什么? 存在哪些 问题? .....	135
164. 什么是曝气? 表示空气扩散装置技术性能的主要指 标有哪些? .....	136
165. 什么是曝气池混合液悬浮固体浓度 (MLSS) 和混 合液挥发性悬浮固体浓度 (MLVSS)? .....	136
166. 什么是污泥沉降比 (SV) 和污泥容积指数 (SVI)? .....	137
167. 曝气池的形式与构造有哪些? .....	138
168. 什么是活性污泥膨胀? 可以分为哪几种? 危害 是什么? .....	138
169. 污泥膨胀的原因是什么? .....	139
170. 曝气池污泥膨胀有哪些控制措施? .....	140
171. 活性污泥解体的原因和解决对策是什么? .....	142
172. 活性污泥工艺中产生的泡沫有哪些种类? .....	142
173. 生物泡沫的形成机理和危害分别是什么? .....	143
174. 曝气池出现生物泡沫后的控制对策有哪些? .....	143

175. 二沉池污泥上浮的原因是什么? .....	144
176. 解决二沉池污泥上浮的对策有哪些? .....	145
177. 什么是完全混合活性污泥法? 有何特点? .....	146
178. 什么是阶段曝气活性污泥法? 有何特点? .....	147
179. 什么是吸附-再生活性污泥法? 有何优缺点? .....	148
180. 什么是延时曝气活性污泥法? 有何优缺点? .....	148
181. 什么是纯氧曝气活性污泥法? 有哪些特点? .....	149
182. 什么是 AB 法? 典型 AB 法的工艺流程是什 样的? .....	149
183. 什么是 A/O 法? 其脱氮除磷原理是什么? .....	150
184. 什么是 A <sup>2</sup> O 工艺? .....	150
185. 什么是 SBR 法? 其运行工序是怎样的? 与连续流活 性污泥法相比有何优缺点? .....	151
186. SBR 工艺的设计要点是什么? .....	152
187. 什么是循环式活性污泥法? 有何特点? .....	154
188. 氧化沟的工艺流程和特点是什么? .....	155
189. 什么是生物膜法? 生物膜法净化废水的基本原理是 什么? .....	156
190. 生物膜法具有哪些特点和形式? .....	157
191. 什么是生物滤池? 它有哪些种类和特点? .....	158
192. 生物滤池对填料的选择有何要求? .....	159
193. 什么是生物转盘法? 有何特点? .....	159
194. 什么是接触氧化法? 有何特点? .....	160
195. 什么是生物流化床? 有何特点? .....	161
196. 生物流化床的组成及其分类是什么? .....	161
197. 什么是厌氧生物处理? 厌氧生物处理的三个阶段是 怎样的? .....	162
198. 什么是 UASB 反应器? .....	163
199. UASB 工艺的工作原理是什么? .....	163

200. UASB 工艺的主要优点缺点各是什么? .....	164
201. 水解酸化法的优点和缺点各是什么? .....	165
202. 与好氧生物处理相比, 厌氧生物处理的优点和缺点 是什么? .....	165
203. 厌氧生物处理负荷比好氧生物处理高的原因是 什么? .....	166
204. 为确定某种工业废水是否适用厌氧生物处理, 应 考虑哪些因素? .....	167
205. 当处理含有有毒物质的废水时, 如何驯化厌氧 微生物? .....	167
206. 有毒物质对厌氧生物处理的影响有哪些? .....	168
207. 为什么厌氧生物处理比好氧生物处理对低温更 敏感? .....	169
208. 为什么厌氧生物处理要经常投加碱源? 维持反应 器内足够碱度的措施有哪些? .....	169
209. 厌氧生物处理反应器沼气的产率偏低的原因有 哪些? .....	170
210. 厌氧生物处理反应器启动时的注意事项有哪些? ...	171
211. 厌氧生物处理运行管理时应注意哪些问题? .....	173
212. 厌氧生物反应器有哪些种类? .....	174
213. 什么是颗粒污泥? .....	175
214. 什么是厌氧生物滤池? .....	175
215. 什么是硝化过程? 影响硝化过程的因素有哪些? ...	176
216. 什么是反硝化过程? 影响反硝化的因素有哪些? ...	177
217. 废水除磷有哪些方法? .....	177
218. 什么是废水的三级处理? 有哪些方法? .....	178
219. 混凝法的基本原理是什么? .....	179
220. 影响混凝的因素有哪些? .....	179
221. 混凝过程包括几个阶段? 各阶段分别有什么	



221. 作用?	180
222. 什么是高级氧化工艺? 其在废水处理中的应用情况如何?	181
223. 高级氧化中 Fenton 体系是什么?	182
224. 二氧化氯的制备方法有哪些?	183
225. 二氧化氯消毒较氯消毒有哪些优点?	183
226. 稳定性二氧化氯如何制备?	184
227. 臭氧发生器包含哪些种类?	184
228. 臭氧使用时需要注意哪些特殊事项?	185
229. 如何正确认识臭氧的毒性?	186
230. 臭氧消毒的特点有哪些?	186
231. 滤池的过滤作用机理是什么?	187
232. 滤池包含哪些结构? 如何分类?	187
233. 普通快速滤池的工作过程是什么样的?	188
234. 快速滤池常见的问题及解决办法有哪些?	188
235. 什么是滤料反冲洗? 其作用是什么?	189
236. 什么是滤料层气阻? 产生的原因和对策是什么?	190
237. 什么是膜分离法? 有哪几种膜分离的方法?	191
238. 什么是浓差极化? 如何减轻和避免?	191
239. 什么是膜生物反应器? 其特点有哪些?	191
240. 不同膜生物反应器的优缺点是什么?	192
241. 什么是膜污染? 其种类有哪些?	193
242. 膜生物反应器应用中的问题是什么?	194
243. 膜生物反应器未来的主要应用有哪些?	195
244. 电渗析法的原理是什么? 特点及应用状况如何?	196
245. 什么是反渗透? 反渗透在废水处理系统中的作用有哪些?	197
246. 反渗透膜有哪些类型?	198
247. 光催化氧化处理法的基本原理是什么?	198

248. 微电解法处理工业废水的基本原理是什么? .....	199
249. 电解法处理工业废水的基本原理是什么? .....	199
250. 电解在废水处理中有什么作用? .....	200
251. 什么是离子交换法? 在废水处理中有哪些应用? ...	200
252. 工业废水处理方法中离子交换法的基本原理 是什么? .....	201
253. 离子交换法的特点有哪些? .....	202
254. 离子交换树脂有哪些类型? .....	203
255. 离子交换树脂的性能指标有哪些? .....	203
256. 离子交换法运行管理应注意哪些事项? .....	204
257. 超滤法的基本原理是什么? 超滤膜有哪几种 类型? .....	205
258. 超滤法的应用状况如何? .....	206
259. 超滤法处理工业废水的流程有哪几种? .....	207
260. 超滤与反渗透的联系和区别是什么? .....	208
261. 什么是废水处理的隔膜电解法? .....	208
262. 萃取法处理工业废水的基本原理是什么? 萃取剂如 何选择再生? .....	209
263. 萃取剂如何再生? .....	209
264. 萃取法的流程是怎样的? .....	209
265. 如何选择萃取剂? .....	210
266. 紫外线消毒机理是什么? .....	211
267. 影响紫外线消毒的因素有哪些? .....	212
268. 现代紫外 C 消毒技术的优势有哪些? .....	213
269. 现代紫外 C 消毒技术的缺点有哪些? .....	214
270. 吸附法的基本原理是什么? .....	215
271. 什么是活性炭? 活性炭有哪些用途? .....	216
272. 活性炭的吸附原理是什么? .....	217
273. 如何区别选用粉状活性炭或是粒状活性炭? .....	218