



HUANJING GONGCHENG SHIYONG JISHU DUBEN

环境工程实用技术读本

废水生物处理 技术

王文东 主编



化学工业出版社



HUANJIING GONGCI
环境工程

废水生物处理 技术

阜阳师范学院图书馆藏

王文东 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,汇总了废水生物处理的各项技术内容,包括基本知识、氧化沟生物处理技术、SBR 生物处理技术、生物膜和生物滤池处理技术、活性污泥处理技术、厌氧生物处理技术、稳定塘和人工湿地处理技术。在介绍每一种生物处理技术时,既包括工艺的产生与发展,工艺的原理、类型、特点及适用范围,又涵盖了工艺的设计计算。

本书内容丰富,资料翔实,可查阅性强。可供从事废水处理行业的技术人员、管理人员阅读,也适合于环境工程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

废水生物处理技术/王文东主编. —北京:化学工业出版社,2014.8
(环境工程实用技术读本)
ISBN 978-7-122-20752-4

I. ①废… II. ①王… III. ①废水处理-生物处理
IV. ①X703.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 104741 号

责任编辑:左晨燕
责任校对:徐贞珍

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 9 字数 252 千字
2014 年 10 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

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；chyzuo@126.com。

化学工业出版社

2014年2月

目录

一、基本知识

1

1. 废水中的污染物有哪些? 1
2. 反映水体受污染情况的水质指标有哪些? 2
3. 废水中常见的微生物有哪些? 2
4. 微生物的生长过程分为哪几个阶段? 3
5. 微生物常见的营养类型有哪些? 4
6. 微生物生长所需要的营养物质主要有哪些? 5
7. 微生物在废水处理方面有哪些特点? 5
8. 异常(极端)环境中有哪些微生物? 6
9. 影响微生物生长的因素主要有哪些? 8
10. 酶与一般无机催化剂有哪些异同? 9
11. 什么是酶活性和比活? 9
12. 酶的抑制作用有哪些? 10
13. 什么是废水的可生化性? 评价方法有哪些? 11
14. 微生物对有机物分解的一般机制与分类是什么? 12
15. 微生物在有机物分解过程中的相互作用都有哪些? 13
16. 影响微生物降解性能的因素有哪些? 13
17. 什么是优先污染物? 14
18. 废水生物处理方法有哪些? 15
19. 好氧处理和厌氧处理的区别是什么? 16
20. 废水生物处理中对有毒物质有何限制? 17

二、氧化沟生物处理技术

18

21. 氧化沟废水处理工艺的发展过程是怎样的? 18

22. 氧化沟工艺的特点是什么？	19
23. 氧化沟工艺由哪几部分组成？	19
24. 氧化沟有哪些类型？	20
25. 什么是 Carrousel 氧化沟？	20
26. 典型的 Carrousel 氧化沟处理污水的原理是什么？	21
27. Carrousel 氧化沟有哪些类型？	21
28. Carrousel 2000 氧化沟处理污水的原理是什么？	23
29. Carrousel 3000 氧化沟处理污水的原理和优点是什么？	24
30. Carrousel 氧化沟在运行中存在哪些问题？应如何解决？	25
31. 交替工作式氧化沟的分类和特点是什么？	26
32. VR 型氧化沟的工作原理是什么？	27
33. D 型和 DE 型氧化沟的工作原理是什么？	27
34. T 型氧化沟的构造是怎样的？	28
35. T 型氧化沟是如何实现脱氮除磷的？	28
36. Orbal 氧化沟的工艺流程是怎样的？	29
37. Orbal 氧化沟的典型构造是怎样的？	30
38. Orbal 氧化沟与一般转刷式氧化沟相比有何特点？	31
39. Orbal 氧化沟的曝气设备有何特点？	31
40. Orbal 氧化沟的适用范围是什么？	32
41. Orbal 氧化沟是如何实现脱氮功能的？	32
42. 什么是一体式氧化沟？	33
43. 一体式氧化沟有何特点？	33
44. 一体式氧化沟是如何实现固液分离的？	34
45. 如何选择船形氧化沟的设计参数？	34
46. 如何确定挡流板的安装位置？	35
47. 氧化沟沟池水位的变化对挡流板有何影响？	36
48. 氧化沟工艺的曝气方式有哪些？	36
49. 不同形式的氧化沟工艺曝气设备的能耗如何？	37

50. 如何选择氧化沟工艺的曝气设备?	38
51. 与其他废水生物处理工艺相比, 氧化沟的运行效果如何? ...	38
52. 如何确定氧化沟的设计参数?	39
53. 如何确定常规氧化沟的污泥龄?	40
54. 如何计算常规氧化沟的池体容积?	40
55. 生物选择器的工作原理是什么?	41
56. 生物选择器的设计原则是什么?	42

三、SBR 生物处理技术

44

57. SBR 在国内外的应用情况如何?	44
58. SBR 工艺的基本工艺流程是怎样的?	44
59. SBR 工艺有什么特点?	45
60. SBR 法的运行操作有何特点?	46
61. SBR 法有哪些改进工艺?	47
62. SBR 及其变形工艺有哪些异同点?	48
63. CAST 工艺的主要技术特征是什么?	49
64. CAST 工艺的优点有哪些?	49
65. CAST 工艺设计中应注意哪些问题?	50
66. CASS 工艺的工作原理是什么?	51
67. 与传统活性污泥法进行对比, CASS 工艺的特点 是什么?	52
68. 与 SBR 以及 CAST 工艺进行对比, CASS 工艺的特 点是什么?	52
69. 如何确定 CASS 工艺的设计参数?	53
70. ICEAS 的工艺原理是什么?	54
71. DAT-IAT 的工艺特点是什么?	55
72. DAT-IAT 工艺的原理是什么?	55
73. 如何确定 DAT-IAT 工艺的设计参数?	56
74. UNITANK 工艺的流程及工艺特点是什么?	56

75. 什么是 MSBR 工艺?	57
76. MSBR 工艺的特点是什么?	58
77. MSBR 工艺的脱氮除磷机理是什么?	58
78. SBR 工艺有哪些专用设备?	59
79. SBR 工艺的曝气设备有哪些?	60
80. 鼓风设备有哪些类型?	60
81. 什么是两用曝气器?	61
82. 两用曝气器有什么优点?	61
83. 滗水器有哪些类型?	62
84. 套筒式滗水器的工作原理是什么?	62
85. 虹吸式滗水器的工作原理是什么?	63
86. 旋转式滗水器的工作原理是什么?	63
87. SBR 运行过程中需要注意哪些问题?	64
88. 影响 SBR 生物除磷效果的因素有哪些?	65
89. SBR 工艺运行过程中引起污泥膨胀的因素有哪些?	66
90. 如何控制 SBR 工艺运行过程中的污泥膨胀?	67
91. 曝气方式对 SBR 运行效果有哪些影响?	67
92. 溶解氧对 SBR 运行效果有哪些影响?	68
93. SBR 运行费用情况如何?	68
94. SBR 工艺运行的控制策略有哪些?	70
95. SBR 工艺在线控制的主要内容有哪些?	70
96. 如何进行 SBR 工艺的设计计算?	71
97. 影响 SBR 工艺设计计算的因素有哪些?	72
98. 不同 SBR 工艺设计计算时分别采用什么动力学公式?	72
99. SBR 控制技术的发展方向是什么?	73

四、生物膜和生物滤池处理技术

74

100. 什么是生物膜法?	74
101. 与传统活性污泥法相比生物膜法具有哪些特点?	74

102. 什么是接触氧化法?	75
103. 生物接触氧化工艺常用的填料有哪些?	76
104. 什么是生物转盘工艺?	77
105. 生物转盘与生物滤池法相比有什么优缺点?	78
106. 影响生物转盘处理效果的因素有哪些?	78
107. 生物滤池主要由哪几部分组成?	79
108. 生物滤池如何分类?	80
109. 生物滤池中主要有哪些生物?	81
110. 生物滤池的净化机理是什么?	82
111. 生物滤池的基本流程有哪些?	83
112. 影响生物滤池性能的主要因素是什么?	85
113. 塔式生物滤池的构造是什么?	86
114. 塔式生物滤池在工艺上有何特征?	87
115. 什么是曝气生物滤池?	87
116. 曝气生物滤池的应用情况如何?	88
117. 曝气生物滤池有哪些优点?	89
118. 曝气生物滤池的工作原理是什么?	89
119. 曝气生物滤池的常见工艺流程有哪些?	90
120. 曝气生物滤池与生物接触氧化工艺有什么异同?	91
121. 曝气生物滤池的设计参数有哪些?	91
122. 曝气生物滤池对进水水质有哪些要求?	91
123. 曝气生物滤池运行过程中需要注意哪些问题?	92
124. 什么是生物流化床?	93
125. 两相生物流化床的工艺流程和特点是什么?	93
126. 三相生物流化床的工艺流程和特点是什么?	94
127. 生物流化床的优缺点是什么?	94
128. 如何进行生物膜的培养、驯化?	95
129. 如何进行生物滤池的维护管理?	96
130. 如何选择滤料?	96

131. 什么是生物滤池的负荷?	97
132. 如何计算生物滤池的负荷?	97
133. 怎样进行生物滤池旋转布水器的计算?	98
134. 怎样确定生物滤池的尺寸?	99
135. 如何进行塔式生物滤池的设计计算?	100
136. 各类工业废水的设计负荷如何?	100
137. 如何进行生物转盘的设计计算?	101
138. 如何确定生物接触氧化池的尺寸?	102
139. 什么是膜生物反应器 (MBR)? 膜生物反应器如何分类?	103
140. MBR 反应器的优点有哪些?	104
141. MBR 反应器运行的影响因素有哪些?	104
142. 影响 MBR 稳定运行的生物动力学参数都有哪些?	105

五、活性污泥处理技术

106

143. 什么是活性污泥法?	106
144. 活性污泥法降解有机污染物的基本原理是什么?	106
145. 活性污泥是由哪几部分组成的?	107
146. 活性污泥是怎样形成的?	107
147. 活性污泥微生物在废水处理过程中的不同阶段种类有哪些?	108
148. 活性污泥微生物的生长规律是什么?	109
149. 怎样进行污泥的培养和驯化?	111
150. 活性污泥法有哪些运行方式?	112
151. 传统活性污泥处理系统的工艺流程及特点是什么?	112
152. 影响活性污泥法处理效果的因素有哪些?	113
153. 传统活性污泥处理系统的运行效果如何?	113
154. 阶段曝气活性污泥处理系统的工艺流程及特点是什么?	114

155. 吸附-再生活性污泥处理系统的工艺流程及特点是 什么？	114
156. 延时曝气活性污泥处理系统的特点是什么？	115
157. 吸附-生物降解处理系统（AB 法）的流程及特点是 什么？	116
158. 完全混合活性污泥处理系统的工艺流程及特点是 什么？	117
159. 深井曝气活性污泥处理系统的工艺流程及特点是 什么？	117
160. 纯氧曝气活性污泥处理系统的工艺流程及特点是 什么？	118
161. 百乐卡工艺的流程是什么？	119
162. 百乐卡工艺有哪些特点？	119
163. 百乐卡工艺的曝气系统有哪些特点？	120
164. 生物脱氮的机理是什么？	121
165. 什么是短程硝化-反硝化和同时硝化反硝化？	123
166. 影响硝化反应的因素有哪些？	123
167. 影响反硝化过程的因素有哪些？	124
168. 传统废水生物脱氮处理技术的工艺流程有哪些？	125
169. 单级活性污泥脱氮工艺有哪些？	126
170. 废水生物除磷的机理是什么？	126
171. 影响生物除磷效果的因素有哪些？	127
172. 常见的生物除磷工艺流程有哪些？	129
173. 如何选择活性污泥脱氮除磷系统？	129
174. A/O 生物脱氮工艺的流程及特点是什么？	131
175. A/O 生物脱氮工艺的优缺点是什么？	132
176. A/O 生物脱氮工艺对进水水质有何要求？	133
177. 影响 A/O 系统脱氮效率的因素有哪些？	134
178. A/O 生物除磷工艺的流程及特点是什么？	135

179. A/O 生物除磷工艺的除磷效果主要受哪些因素的制约?	136
180. AP 除磷工艺的流程及特点是什么?	137
181. Phostrop 除磷工艺的流程是什么?	137
182. Phostrop 除磷工艺的特点是什么?	138
183. EASC 除磷工艺的流程及特点是什么?	138
184. ISAH 除磷工艺的流程及特点是什么?	139
185. A ² /O 脱氮除磷系统的工艺流程及特点是什么?	140
186. A ² /O 工艺在运行中存在哪些问题?	141
187. UCT 脱氮除磷系统的工艺流程及特点是什么?	141
188. Bardenpho 脱氮除磷系统的工艺流程及特点是什么? ...	142
189. Phoredox 脱氮除磷系统的工艺流程及特点是什么?	143
190. 如何确定活性污泥系统的工艺流程?	143
191. 什么是 BOD-污泥负荷?	144
192. 什么是 BOD-容积负荷?	145
193. 什么是污泥容积指数?	145
194. 什么是污泥沉降比?	146
195. 如何表示混合液中活性污泥的浓度?	146
196. 常见活性污泥处理系统的运行参数有哪些?	147
197. 传统活性污泥法的曝气池有哪几类?	148
198. 曝气系统有哪些类型?	149
199. 曝气设备有什么功能?	150
200. 表示曝气装置性能的指标有哪些?	151
201. 如何控制曝气池内的溶解氧量?	151
202. 如何进行传统活性污泥处理系统曝气池的设计计算? ...	151
203. 如何进行鼓风曝气系统的计算与设计?	153
204. A/O 脱氮系统的设计参数有哪些?	155
205. 如何确定 A/O 脱氮系统中的好氧池体积?	155
206. 如何确定 A/O 脱氮系统中的缺氧池体积?	156

207. 如何确定 A/O 脱氮系统的污泥龄?	156
208. 如何选择 A ² /O 脱氮除磷系统的设计参数?	157
209. 如何进行 A ² /O 脱氮除磷系统各池容积的计算?	157
210. 如何计算传统活性污泥处理系统的污泥龄?	158
211. 怎样进行污泥回流系统的设计?	158
212. 活性污泥系统在运行中有哪些常见的异常现象? 如何 解决?	160

六、厌氧生物处理技术

163

213. 什么叫做厌氧生物处理?	163
214. 厌氧生物处理的基本原理是什么?	163
215. 厌氧生物处理的优缺点是什么?	165
216. 厌氧生物处理的模型是什么?	166
217. ADM1 模型具体可以分为哪几个步骤?	166
218. 厌氧生物降解与好氧生物降解的区别是什么?	167
219. 厌氧消化过程中的主要微生物有哪些?	168
220. 厌氧生物处理的影响因素有哪些?	169
221. 厌氧生物处理工艺的种类有哪些?	171
222. 高效厌氧处理系统必须满足哪几个条件?	172
223. 普通厌氧消化池的工艺特征及优缺点是什么?	173
224. 厌氧生物滤池的工艺特征及优缺点是什么?	174
225. 填料对厌氧生物滤池的处理效果有哪些影响?	175
226. 厌氧接触工艺的工艺特征及优缺点是什么?	176
227. 厌氧接触工艺存在的问题及对策是什么?	177
228. 升流式厌氧污泥床的原理是什么?	178
229. UASB 反应器的特点是什么? 有哪些优缺点?	179
230. UASB 反应器中颗粒污泥的作用是什么?	180
231. 三相分离器的主要作用是什么?	180
232. 三相分离器的设计原理是什么?	181

233. 厌氧膨胀颗粒床反应器的构造是什么?	182
234. 厌氧流化床的工艺特征及优缺点是什么?	182
235. 厌氧折流板反应器的工艺特征是什么?	183
236. 厌氧折流板反应器有什么特点?	184
237. 厌氧内循环反应器的工艺特征是什么?	184
238. 厌氧内循环反应器有哪些优缺点?	185
239. 厌氧序批式反应器的工艺特征是什么?	186
240. 厌氧序批式反应器有哪些特点?	187
241. 城市污水厌氧处理后的产物如何处理?	187
242. 厌氧生物处理的反应动力学模型是什么?	187
243. 如何对厌氧内循环反应器内的流体进行循环计算?	188

七、稳定塘和人工湿地处理技术

190

244. 什么是稳定塘污水处理系统?	190
245. 稳定塘的发展情况怎样?	191
246. 稳定塘进行废水处理的机理是什么?	191
247. 影响稳定塘水质净化效果的因素有哪些?	193
248. 碳在稳定塘处理系统中是如何转化的?	194
249. 氮在稳定塘处理系统中是如何转化的?	195
250. 磷在稳定塘处理系统中是如何转化的?	196
251. 有害物质在稳定塘处理系统中是如何转化的?	197
252. 稳定塘存在哪些类型?	197
253. 好氧塘有什么特点?	198
254. 好氧塘的常见类型有哪些?	199
255. 进行好氧塘设计时需要注意哪些问题?	199
256. 如何进行好氧塘的设计计算?	200
257. 兼性塘有什么特点?	201
258. 如何进行兼性塘的设计计算?	202
259. 厌氧塘有什么特点?	203

260. 如何确定厌氧塘的尺寸?	204
261. 曝气塘有什么特点?	206
262. 如何计算曝气塘的容积?	207
263. 如何计算曝气塘的曝气量和动力消耗?	208
264. 什么是深度处理塘?	209
265. 如何进行深度处理塘的设计计算?	209
266. 控制出水塘有什么特点?	210
267. 如何解决稳定塘占地面积大的问题?	210
268. 如何解决稳定塘底泥淤积的问题?	211
269. 什么是湿地处理系统?	211
270. 什么是人工湿地处理系统?	212
271. 人工湿地处理系统的常见工艺流程有哪些?	212
272. 人工湿地处理系统与一般工艺相比经济性如何?	213
273. 人工湿地处理系统的结构组成是怎样的?	214
274. 人工湿地处理系统的特点是什么?	214
275. 人工湿地处理系统有哪些类型?	215
276. 人工湿地处理系统去除有机物的机理是什么?	216
277. 人工湿地处理系统是如何实现脱氮除磷的?	216
278. 人工湿地处理系统对重金属的去除能力如何?	217
279. 人工湿地处理系统的微生物有哪些特征?	218
280. 人工湿地处理系统中的水生植物有哪些类型? 其作用 是什么?	218
281. 人工湿地净化效果的影响因素有哪些?	219
282. 如何选择栽种植物的类型?	219
283. 如何设计人工湿地的进出水系统?	220
284. 如何铺设人工湿地系统的填料?	220
285. 怎样控制潜流型人工湿地的水位?	221
286. 如何进行表面流人工湿地系统的设计计算?	221
287. 如何进行潜流人工湿地系统的设计计算?	222

288. 如何运行人工湿地处理系统?	223
289. 潜流人工湿地的常见运行问题有哪些?	224
290. 水华和赤潮的成因是什么? 富营养化有什么危害?	224
291. 水生植物在治理水体富营养化中的应用是怎样的?	225
292. 生态床技术的概念及分类是什么?	225

附录

227

附录一 中华人民共和国水污染防治法	227
附录二 污水综合排放标准 (GB 8978—1996)	242
附录三 地表水环境质量标准 (GB 3838—2002)	260

参考文献

271