



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

# 循环冷却水 处理技术

郭飞 主编



化学工业出版社



HUANJING GONGCHENG  
环境工程

# 循环冷却水 处理技术

郭飞 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

随着我国工业的高速发展，环境污染问题也越来越严重，循环冷却水作为工业冷却中的重要介质，它的处理也得到了众多的关注。本书详细介绍了循环冷却水系统的基本概念，循环冷却水系统的结垢、腐蚀和微生物的控制机理与控制措施，以及清洗、预膜和运行管理中可能遇到的各种问题，并涵盖了循环冷却水处理中的环境保护、节约、增效等问题。

本书适合于循环冷却水初、中级技术人员及地方环保局基层环保工作者学习使用。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

循环冷却水处理技术/郭飞主编. —北京：化学工业出版社，2014.8  
(环境工程实用技术读本)  
ISBN 978-7-122-21019-7

I. ①循… II. ①郭… III. ①工业用水-循环水-冷却-水处理 IV. ①TQ085

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 135554 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 刷：北京云浩印刷有限责任公司  
装 订：三河市前程装订厂  
850mm×1168mm 1/32 印张 10¼ 字数 243 千字  
2014 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：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**

## 一、基本概念

1

- (一) 冷却水系统组成 ..... 1
1. 工业冷却为什么用水作换热冷媒介质? ..... 1
  2. 工业冷却水对水质有什么要求? ..... 1
  3. 冷却水系统分为哪几种类型? 各有什么特点? ..... 2
  4. 敞开式循环冷却水系统可以分为哪几类? ..... 4
  5. 闭式冷却塔的工作原理是什么? 有何优点? ..... 5
  6. 闭式冷却塔如何分类? ..... 5
  7. 闭式冷却塔如何防冻? ..... 6
  8. 冷却塔有几种类型? 各有什么特点? ..... 7
  9. 冷却塔的主要构造有哪些? ..... 8
  10. 冷却塔主要配水系统的类型及其工作原理是什么? ..... 9
  11. 循环水通过哪些途径实现散热的? ..... 10
  12. 淋水装置的主要类型及各自传热有什么特点? ..... 11
  13. 进风口面积如何选择? ..... 12
  14. 什么是换热器和水冷却器? ..... 12
  15. 换热器有哪些种类? ..... 13
  16. 什么是夹套式换热器? ..... 13
- (二) 循环冷却水冷却机理及工艺 ..... 14
17. 什么是湿空气? 湿式冷却塔是如何冷却循环水的? ..... 14
  18. 什么是相对湿度? 什么是比湿度? ..... 15
  19. 什么是干球温度和湿球温度? 它们对冷却塔的冷却效率有何影响? ..... 15
  20. 冷却水在循环过程中有哪些水量损失? ..... 16
  21. 冷却循环水的浓缩倍数是什么? ..... 16

22. 为什么要进行旁流水处理？旁流水处理的主要内容有哪些？ .....	17
23. 影响冷却塔设计能力的因素有哪些？ .....	17
24. 冷却塔如何选型？ .....	18
25. 如何设计冷却塔？ .....	18
26. 冷却塔的设计需要注意什么？ .....	19
27. 冷却塔出水的集水设备如何设计？ .....	22
28. 冷却塔发展的技术方向是什么？ .....	22
29. 敞开式循环冷却水系统设计时应该注意什么？ .....	24
30. 密闭式循环冷却水系统设计时应该注意什么？ .....	24
31. 什么是循环冷却水制冷装置？该装置有什么优点？ .....	25
32. 什么是循环冷却水热流密度？循环冷却水流速和热流密度各应满足什么要求？ .....	26
(三) 循环冷却水水质要求及处理 .....	26
33. 循环冷却水处理的一般都有哪些流程？ .....	26
34. 循环冷却水系统对补充水的水质要求有哪些物理性指标和盐类指标？ .....	28
35. 循环冷却水系统对补充水的水质要求还有哪些指标？ .....	29
36. 如何选择循环冷却水处理设计方案？ .....	30
37. 循环冷却水补充水水量、水温如何确定？如何分析补充水水质？ .....	30
38. 循环冷却水的水质指标有哪些？ .....	31
39. 悬浮物去除的主要方法是什么？ .....	34
40. 什么是凝聚作用？ .....	34
41. 水温、pH值和碱度对混凝效果有什么影响？ .....	35
42. 水质（浊度）对混凝效果有什么影响？ .....	36
43. 常见的混凝剂可以分为哪几类？ .....	36
44. 铝盐混凝剂有哪些？各有什么特性？ .....	37
45. 铁盐混凝剂有哪些？各有什么特性？ .....	38
46. 什么是聚合氯化铝混凝剂？ .....	38
47. 什么是聚铁混凝剂？ .....	39
48. 什么是聚丙烯酰胺混凝剂？ .....	40

49. 什么是助凝剂？助凝剂主要有哪几类？ .....	41
50. 除铁的具体方法有哪些？ .....	41
51. 除铁的石灰碱化法是什么？如何配制石灰药剂？ .....	42
52. 当铁在水中形成胶体时应用什么方法除去？ .....	43
53. 什么是阳离子交换法？ .....	44
54. 如何进行离子交换剂的再生？ .....	44
55. 新树脂如何处理？阴阳离子交换树脂混杂后如何 处理？ .....	45
56. 树脂的使用对温度有何要求？ .....	46
57. 树脂发生硅污染和铁污染分别应该如何处理？ .....	46
58. 树脂发生悬浮物污堵和硫酸钙沉淀应该如何处理？ .....	47
59. 树脂发生有机物污染应该如何处理？ .....	47
60. 树脂在储存与运输过程中要注意什么？ .....	48
61. 除锰的具体方法有哪些？ .....	49
62. 软化的具体方法有哪些？ .....	50
63. 为什么循环冷却水的节水工作很重要？ .....	51
64. 循环冷却水处理的目的是什么？ .....	52

## 二、循环冷却水系统的结垢及其控制

54

(一) 水垢的种类及趋势判断 .....	54
65. 冷却循环水系统的沉积物主要分为几类？ .....	54
66. 污垢的主要成分是什么？ .....	55
67. 冷却水系统中的污垢有哪些危害？ .....	55
68. 什么是换热设备的污垢热阻值和腐蚀率？二者各应 满足什么要求？ .....	56
69. 污垢形成的影响因素有哪些？ .....	56
70. 何谓朗格利尔指数？ .....	57
71. 热交换器的结构形状与水流状态对沉积结垢有什么 影响？ .....	58
72. 水质是如何失去稳定的？怎样判别？ .....	58
73. 水垢和腐蚀产物的主要成分分别是什么？ .....	59
74. 分析污垢的成分如何将试样充分溶解？ .....	60



75. 碳酸盐水垢的主要性状和化学组成是什么? .....	61
76. 如何鉴别碳酸盐水垢? .....	62
77. 磷酸盐水垢的来源和基本性状是什么? .....	63
78. 磷酸盐水垢的组成和判断方法是什么? .....	64
79. 硅酸盐水垢与硫酸盐水垢的来源、基本性状和组成 是什么? .....	64
80. 如何鉴别硅酸盐水垢和硫酸盐水垢? .....	65
81. 腐蚀产物(铁铜的氧化物)的基本性状、组成是 什么? .....	66
82. 腐蚀产物的判断方法是什么? .....	67
(二) 水垢的控制技术 .....	68
83. 冷却水防垢通常有哪些方法? 这些方法的原理分别 是什么? .....	68
84. 离子交换树脂有哪些基本类型? 什么是强酸性阳离 子树脂? 什么是弱酸性阳离子树脂? .....	68
85. 什么是强碱性阴离子树脂? 什么是弱碱性阴离子 树脂? .....	69
86. 离子交换树脂可以转型吗? .....	70
87. 凝胶型和大孔型离子树脂各有什么特点? .....	70
88. 什么是离子交换树脂的交换容量? .....	71
89. 离子交换树脂的选择吸附性? .....	72
90. 树脂的粒径和密度对其工作属性有什么影响? .....	73
91. 影响离子交换树脂工作性能的属性还有哪些? .....	74
92. 离子交换树脂的型号中字符的含义是什么? .....	75
93. 什么是混床? .....	77
94. 混床如何再生? .....	77
95. 控制污垢的方法有哪些? .....	78
96. 循环冷却水浊度变化的主要因素有哪些? .....	80
97. 旁流量如何计算? .....	80
98. 控制碳酸钙水垢的方法中除去成钙离子的方法有 哪些? .....	81
99. 稳定重碳酸盐的方法有哪些? .....	82

100.	如何清除供水管中的污垢？	82
101.	如何清除冷却管中的污垢？	83
102.	什么是胶球法除垢？	83
103.	什么是被膜加药罐法？	84
(三)	阻垢分散剂及其在水处理中的应用	85
104.	什么是阻垢剂？阻垢剂有什么作用？	85
105.	阻垢剂可以分为哪几类？	86
106.	什么叫聚合电解质？	86
107.	什么是聚磷酸盐阻垢剂？	87
108.	什么是羟基亚乙基二膦酸阻垢剂？	87
109.	什么是乙二胺四亚甲基四膦酸阻垢剂？	88
110.	什么是氨基三亚甲基膦酸阻垢剂？	88
111.	什么是聚羧酸阻垢剂？	89
112.	什么是聚丙烯酸阻垢剂？什么是聚甲基丙烯酸阻垢剂？	90
113.	聚丙烯酸和丙烯酸共聚物性能有什么差别？	90
114.	常用的丙烯酸的共聚物阻垢剂有哪些？	91
115.	什么是水解聚马来酸酐？	92
116.	什么是马来酸酐-丙烯酸共聚物？	93
117.	什么是苯乙烯磺酸-马来酸（酐）共聚物？	93
118.	什么是氨基化合物阻垢剂？	94
119.	什么是氮三化合物类阻垢剂？	94
120.	什么是磺酸类共聚物阻垢剂？	95
121.	磺酸类共聚物阻垢剂目前发展状况如何？	96
122.	含磺酸盐共聚物是如何阻垢的？	97
123.	如何制取含磺酸盐共聚物？	98
124.	AMPS 共聚物的阻垢分散效果如何？	98
125.	AA/MBSN/HPA 共聚物的阻垢分散效果如何？	99
126.	磺酸盐共聚物的阻垢分散效果如何？	100
127.	什么是全有机配方？	100
128.	臭氧是如何起到阻垢作用的？	101
129.	常用的阻垢剂配方有哪些？	102

(四) 无污染水垢控制技术 .....	102
130. 无污染防垢技术有哪些? .....	102
131. 什么是水的磁化处理? .....	103
132. 磁化处理对水质有何影响? .....	103
133. 什么电磁抗垢? .....	104
134. 影响磁化处理效果的因素有哪些? .....	105
135. 水的磁化处理水垢控制技术有什么经济意义? .....	107
136. 水的磁化处理水垢控制技术有什么社会意义? .....	107
137. 磁化水处理器是如何分类的? 各种水处理器有什么特点? .....	108
138. 磁化水处理器的主要功能有哪些? .....	109
139. 磁化水处理器的运行受到哪些因素的限制? .....	110
140. 电磁防垢的应用范围是什么? .....	110
141. 电磁防垢的发展趋势是什么? .....	111
142. 静电处理设备是如何进行水处理的? .....	112
143. 什么是水的高频电磁场法处理? .....	113
144. 什么是超声波处理? .....	113
145. 超声波处理的机理是什么? .....	114

### 三、循环冷却水系统的腐蚀及其控制

116

(一) 冷却水系统金属腐蚀的机理 .....	116
146. 金属腐蚀是怎样的一个过程? .....	116
147. 什么叫极化作用和去极化作用? .....	117
148. 电池的极化作用有几种? .....	117
149. 什么是腐蚀速率? .....	118
(二) 冷却水系统金属腐蚀的形态与影响因素 .....	119
150. 金属腐蚀按照腐蚀原理如何分类? .....	119
151. 金属腐蚀按照氧化还原反应如何分类? .....	120
152. 金属腐蚀按照腐蚀形态如何分类? .....	120
153. 什么是敏化作用? .....	121
154. 什么是电偶腐蚀? .....	122
155. 什么是微生物腐蚀? .....	122

156. 什么是氧浓差腐蚀电池? .....	123
157. 水中溶解氧对腐蚀有什么影响? .....	124
158. 水流速率对腐蚀有什么影响? .....	124
159. 什么是全面腐蚀? 什么是局部腐蚀? .....	125
160. 什么是磨损腐蚀? 什么是腐蚀疲劳? 什么是氢脆? ..	125
161. 什么是点蚀? .....	126
162. 点蚀的危害有哪些? .....	127
163. 什么是缝隙腐蚀? 防止缝隙腐蚀的方法有哪些? .....	128
164. 什么是晶间腐蚀? 防止晶间腐蚀的方法有哪些? .....	128
165. 什么是应力腐蚀? 应力腐蚀发生的条件是什么? .....	129
166. 应力腐蚀是怎么样的一个过程? 防止应力腐蚀的方 法有哪些? .....	129
167. 不锈钢的耐腐蚀性能和什么有关? .....	130
168. 常用耐蚀材料有哪些? .....	131
(三) 冷却水系统金属腐蚀的控制 .....	133
169. 金属腐蚀的控制有哪些主要方法? .....	133
170. 冷却水中提高 pH 值有什么方法? 曝气法有什么 优点? .....	133
171. 新型耐蚀换热器有哪些? 它们各有什么优缺点? .....	134
172. 防腐涂料如何起到防腐作用的? 常见的防腐阻垢涂 料有哪些? .....	135
173. 什么是阴极保护? .....	135
174. 什么是牺牲阳极法? .....	137
175. 什么是渗铝法? .....	137
176. 什么是发黑工艺? .....	138
177. 常用的发黑药剂有什么? .....	138
178. 冷却水防腐涂料有哪些特点? .....	139
179. 防腐涂料的作用机理是什么? .....	140
180. 什么是评价防腐涂料的“人工老化”试验? .....	141
181. 防腐涂料覆盖法之前的材料表面处理有哪些? .....	141
182. 防腐涂料的涂装作业要注意什么? .....	143
183. 如何选用防腐涂料? .....	144

184. 防腐涂料如何进行涂装设计? .....	145
185. 使用防腐涂料法进行金属防护, 从金属本身角度看 该如何着手? .....	145
186. 使用防腐涂料法进行金属防护, 从介质角度看该如 何着手? .....	146
187. 防腐涂料的发展方向是什么? .....	147
188. 如何控制有害细菌的生长? .....	148
189. 常用的塑料换热器有哪些? 有什么特点? .....	150
(四) 冷却水缓蚀剂及其研制 .....	151
190. 什么是缓蚀剂? .....	151
191. 缓蚀剂是如何分类的? 发展方向如何? .....	152
192. 冷却水缓蚀剂应具备哪些条件? .....	152
193. 选择缓蚀剂基本原则是什么? .....	153
194. 缓蚀剂是如何发挥缓蚀作用的? .....	153
195. 什么是氧化膜型缓蚀剂? .....	154
196. 什么是沉淀膜型缓蚀剂? .....	155
197. 什么是吸附膜型缓蚀剂? .....	156
198. 什么是缓蚀剂的吸附作用和电极抑制作用? .....	156
199. 有机膦酸类缓蚀剂有哪几种? 什么是PBTCA缓蚀剂 和HPA缓蚀剂? .....	157
200. 什么是POCA缓蚀剂? 什么是共聚物缓蚀剂? .....	158
201. 常用的水溶性缓蚀剂有哪些? .....	159
202. 常用的油溶性缓蚀剂有哪些? .....	160
203. 常用的气相型缓蚀剂有哪些? .....	161
204. 什么是聚磷酸盐缓蚀剂? .....	162
205. 常用的聚磷酸盐缓蚀剂有哪些? 其缓蚀机理是 什么? .....	163
206. 硅酸盐缓蚀剂有哪些优缺点? .....	164
207. 什么是亚硝酸盐缓蚀剂? .....	164
208. 什么是正磷酸盐缓蚀剂? .....	164
209. 什么是钼酸盐缓蚀剂? 钼酸盐缓蚀剂有哪些优 缺点? .....	165

210. pH 值对钼系缓蚀剂效果有何影响? .....	166
211. $\text{Cl}^-$ 浓度对钼系缓蚀剂效果有何影响? .....	166
212. 什么是钨酸盐缓蚀剂? .....	167
213. 什么是锌盐缓蚀剂? .....	168
214. 锌盐缓蚀剂如何使用? 有哪些优缺点? .....	168
215. 常用的唑类缓蚀剂有哪些? .....	169
216. 什么是全有机配方缓蚀剂? .....	170
217. 为什么要研究绿色水处理剂? 绿色水处理剂 主要有哪些? .....	171
218. 绿色水处理剂主要有哪些? .....	171
219. 什么是聚环氧琥珀酸 (PESA) 水处理剂? .....	172
220. 化学清洗缓蚀剂的基本要求是什么? .....	172
221. 如何进行缓蚀剂的筛选试验? .....	173
222. 常用的配方缓蚀剂有哪些? 其中磷系缓蚀剂具体配 方都是什么? .....	174
223. 什么是硫酸亚铁造膜处理? .....	175
224. 什么是缓蚀剂的增效作用? .....	175

## 四、循环冷却水系统中微生物的控制

177

(一) 循环冷却水系统的微生物相 .....	177
225. 循环冷却水中的微生物主要有哪些种类? 什么是病 毒和细菌? .....	177
226. 什么是真菌、藻类和原生动物? .....	178
227. 对冷却水系统影响较大的细菌有哪几类? 什么是铁 细菌和硫细菌? .....	179
228. 什么是硝化细菌和产黏泥细菌? .....	179
229. 循环冷却水系统中微生物的危害主要有哪些? .....	180
230. 各种金属的耐腐蚀性如何? .....	181
231. 微生物黏泥是如何产生的? .....	182
232. 黏泥造成的危害有哪些? .....	182
233. 为什么黏泥加速腐蚀? .....	183
234. 微生物黏泥的化学组成是什么? .....	184

235. 影响黏泥产量的因素有哪些? .....	184
(二) 循环冷却水系统微生物的控制 .....	186
236. 如何测定总细菌数? .....	186
237. 测定总细菌数的具体步骤是什么? .....	186
238. 黏泥附着量是如何测定的? .....	187
239. 怎样通过化学分析了解循环冷却水系统中微生物的 动向? .....	187
240. 怎样通过物理观测了解循环冷却水系统中微生物的 动向? .....	188
241. 菌藻检测的方法有哪些? .....	189
242. 循环冷却水系统中有哪些常见的危害细菌? .....	190
243. 什么是铁细菌? .....	191
244. 什么是硫氧化细菌? 其特性如何? .....	191
245. 硫酸盐还原菌有什么特性和危害? .....	193
246. 如何培养与鉴定铁细菌? .....	193
247. 如何培养与鉴定硫细菌? .....	194
248. 检测水中的微生物有哪些基本的方法? .....	195
249. 什么是活细胞计数法? .....	195
250. 检测水中的微生物有哪些较新的方法? .....	196
251. 什么是颜色改变单位法? .....	196
252. 什么是显微直接计数法和平板计数法? .....	197
253. 如何使用血球计数板计数? .....	198
254. 显微直接计数法的具体步骤是什么? .....	198
255. 什么是稀释平板测数法? .....	199
256. 混合平板培养法的具体步骤是什么? .....	200
257. 涂抹平板计数法的具体步骤是什么? .....	201
258. 什么是最大或然数 (MPN) 计数法? .....	201
259. 最大或然数 (MPN) 计数法的具体试验步骤是什么? 使用该方法有什么要注意的? .....	202
260. MPN 计数法适用的微生物生理群主要有哪些? .....	203
261. 如何判断冷却水中的微生物有无形成危害? .....	204
262. 循环冷却水中微生物的物理控制方法有哪些? .....	205

263. 什么是物理场控制法? .....	206
264. 循环冷却水中微生物的生物控制方法有哪些? .....	206
(三) 循环冷却水杀生剂及其应用 .....	207
265. 什么是杀生剂? 杀生剂是如何分类的? .....	207
266. 国内主要生产的冷却水用杀生剂有哪些? .....	208
267. 优良杀生剂应该具备什么属性? .....	210
268. 如何选择杀生剂? .....	210
269. 什么是氯气杀生剂? .....	211
270. 氯气杀生剂有何特点? .....	212
271. 什么是余氯? .....	212
272. 什么是二氧化氯 (ClO <sub>2</sub> ) 杀生剂? .....	213
273. 氯气杀生剂与二氧化氯对 pH 值各有怎样的适应 能力? .....	214
274. 氯气与二氧化氯水中的溶解氯各有怎样的适应 能力? .....	214
275. 什么是过氧化物杀生剂和溴类杀生剂? .....	215
276. 臭氧杀生剂有何特点? .....	216
277. 什么是季铵盐杀生剂? 杀生效果如何? .....	216
278. 有机高分子季铵盐杀生剂有什么特点? .....	217
279. 什么是异噻唑啉酮杀生剂? 杀生效果如何? .....	218
280. 什么是戊二醛杀生剂? .....	219
281. 什么是季磷盐杀生剂? .....	219
282. 什么是四羟烷基硫酸磷 (THPS) 杀生剂? .....	220
283. THPS 的合成方法有哪些? .....	220
284. THPS 有什么优点? .....	221
285. 为何需要测定非氧化性杀生剂的毒性? .....	222
286. 冷却水用杀菌剂发展方向是什么? .....	222

## 五、循环冷却水系统的清洗和预膜

224

(一) 物理清洗 .....	224
287. 循环冷却水系统进行水清洗时, 有哪些指标要 注意? .....	224



288. 什么是物理清洗? .....	224
289. 常见的物理清洗有哪几种? .....	225
290. 什么是高压射流清洗技术? .....	226
291. 什么是定压爆破吹扫技术? .....	226
292. 基本的刮刷清理有什么? .....	227
293. 常见的机械性物理清洗有哪几种? .....	227
294. 有机溶剂清洗去污有什么具体应用? .....	228
295. 表面活性剂去污有什么具体应用? .....	229
(二) 化学清洗与钝化 .....	230
296. 需要清洗的沉淀物主要有哪些来源? .....	230
297. 清洗一般的程序是什么? .....	230
298. 换热系统进行水清洗时, 有哪些方面要注意? .....	231
299. 什么是碱清洗法? .....	231
300. 什么是酸清洗法? .....	232
301. 酸清洗法常用的酸有哪些? .....	233
302. 一般热交换器的酸清洗用什么酸浓度? .....	234
303. 什么是表面活性剂? 如何分类? .....	235
304. 常用化学清洗剂的配方有哪些? .....	235
305. 常用的冷却水处理设备酸洗除锈除垢剂的配方有 哪些? .....	236
306. 常用的络合剂清洗剂有哪些? .....	236
307. 什么是氢氟酸清洗剂? .....	237
308. 什么是 EDTA 盐类清洗剂? .....	238
309. 清洗操作中如何防止与消除微生物膜? .....	238
310. 怎样不停车清洗水冷却器中的黏泥? .....	239
311. 清洗工艺有哪些安全设计? .....	240
312. 清洗过程中有哪些安全注意事项? .....	241
313. 不同水垢如何进行针对性处理? .....	241
314. 化学清洗中如何进行全过程质量管理? .....	243
315. 新设备应该如何清洗? .....	244
316. 老设备应该如何清洗? .....	244
(三) 钝化和预膜 .....	245