

环境保护  
HUANJING BAOHU  
问答丛书  
WENDA CONGSHU

# 循环冷却水处理 技术问答

陈朝东

■ 主编 ■

郭 飞 何明清

■ 副主编 ■



化学工业出版社  
环境·能源出版中心



# 循环冷却水处理

## 技术问答

陈朝东

■ 主编 ■

郭 飞 何明清

■ 副主编 ■



化学工业出版社  
环境·能源出版中心

· 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。本书详细回答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使用。

#### 图书在版编目(CIP)数据

循环冷却水处理技术问答/陈朝东主编. —北京:化学工业出版社, 2006. 8  
(环境保护问答丛书)  
ISBN 7-5025-9200-8

I. 循… II. 陈… III. 循环水-冷却-水处理-问答  
IV. TQ85-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第096557号

---

环境保护问答丛书  
循环冷却水处理技术问答  
陈朝东 主编

郭飞 何明清 副主编  
责任编辑:管德存 左晨燕  
文字编辑:汲永臻  
责任校对:周梦华  
封面设计:关飞

\*

化学工业出版社 出版发行  
环境·能源出版中心  
(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码 100029)  
购书咨询:(010)64982530  
(010)64918013  
购书传真:(010)64982630  
<http://www.cip.com.cn>

\*

新华书店北京发行所经销  
北京云浩印刷有限责任公司印装  
开本 850mm×1168mm 1/32 印张 8 $\frac{3}{4}$  字数 201千字  
2006年9月第1版 2006年9月北京第1次印刷  
ISBN 7-5025-9200-8  
定 价: 18.00元

---

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

## 《环境保护问答丛书》编辑委员会

主 任：陈朝东

副 主 任：赵汝斌

委 员（按拼音排序）：

步士全 迟长涛 崔 伟 冯小卫

高静思 郭 飞 何明清 黄浩华

李晋峰 刘晓敏 彭丽娟 全 鑫

王 峰 王 娜 王庆华 王文东

王志超 王子东 吴华勇 肖 泉

余云进 张一刚 张志强 赵根立

赵谊颂 周立新 朱树阳 诸 毅

本书编写人员（按拼音排序）：

陈朝东 冯小卫 郭 飞 何明清

李晋峰 王庆华 吴华勇 张一刚

赵汝斌 赵谊颂

## 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，已成为全面建设小康社会的最大制约因素。虽然政府部门和社会各界对环境保护工作日益重视，但勿庸置疑，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基础知识的初、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，系统地普及环保专业知识的读物还不多见。为此，化学工业出版社环境·能源出版中心组织国内一批有丰富实践经验的专家、学者和工程技术人员精心编写了这套《环境保护问答丛书》。

本套丛书共计 15 个分册，基本上覆盖了环境保护工作的各个方面，如环境工程技术、环境监测、环境管理、环境法规与标准、清洁生产与循环经济等。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为初、中级环境保护专业技术人员及管理人员，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。

多年来，化学工业出版社一直把环境保护图书作为主要出书方向之一，已经出版了《三废处理工程技术手册》、《水处理工程师手册》、《除尘工程设计手册》、《生活垃圾焚烧技术》、《环境监测手册》等一大批深受读者欢迎的专业图书，我们感谢广大读者和众多专家学者对我们多年的支持和厚爱，并恳请对我社环保图书出版提出宝贵的意见与建议。

我们的联系方式：010-64982540；3cip@sina.com。

**化学工业出版社**  
**环境·能源出版中心**  
**2006年6月**

## 欢迎加入化学工业出版社读者俱乐部

您可以在我们的网站 ([www.cip.com.cn](http://www.cip.com.cn)) 查询、购买到数千种化学、化工、机械、电气、材料、环境、生物、医药、安全、轻工等专业图书以及各类专业教材, 并可参与专业论坛讨论, 享受专业资讯服务, 享受购书优惠。欢迎您加入我们的读者俱乐部。

### 两种入会途径 (免费)

- ◇ 登录化学工业出版社网上书店 ([www.cip.com.cn](http://www.cip.com.cn)) 注册
- ◇ 填写以下会员申请表寄回 (或传真回) 化学工业出版社

### 四种会员级别

- ◇ 普通会员
- ◇ 银卡会员
- ◇ 金卡会员
- ◇ VIP会员

### 化学工业出版社读者俱乐部会员申请表

姓名:	性别:	学历:
邮编:	通讯地址:	
单位名称:	部门:	
您从事的专业领域:		职务:
电话:	E-mail:	

◆ 您希望出版社给您寄送哪些专业图书信息? (可多选)

- 化学  化工  生物  医药  环境  材料  机械  电气  安全  能源  农业  
 轻工 (食品/印刷/纺织/造纸)  建筑  培训  教材  科普  其他 ( )

◆ 您希望多长时间给您寄一次书目信息?

- 每月1次  每季度1次  半年1次  一年1次  不用寄

◆ 您希望我们以哪种方式给您寄书目?  邮寄纸介质书目  E-mail电子书目

此表可复印, 请认真填好后发传真至**010-64982630**, 或者寄信至: 北京市朝阳区惠新里3号化学工业出版社发行部 读者俱乐部收 (邮编100029)

### 联系方法:

网上书店 电话: 010-64982511

E-mail: [cip64982511@126.com](mailto:cip64982511@126.com)

读者俱乐部及邮购 电话: 010-64982530

E-mail: [goushu999@126.com](mailto:goushu999@126.com)

# 目 录

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. 冷却塔有几种类型? 各有什么特点? .....	5
6. 冷却塔的主要构造有哪些? .....	6
7. 冷却塔主要配水系统的类型及其工作原理是什么? .....	8
8. 循环水通过哪些途径实现散热的? .....	9
9. 淋水装置的主要类型及各自传热有什么特点? .....	9
10. 进风口面积如何选择? .....	10
(二) 循环冷却水冷却机理及工艺 .....	11
11. 什么是湿空气? 湿式冷却塔是如何冷却循环水的? .....	11
12. 什么是相对湿度? 什么是比湿度? .....	12
13. 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? .....	12
14. 冷却循环水的浓缩倍数是什么? .....	13
15. 为什么要进行旁流水处理? 旁流水处理的主要内容有 哪些? .....	14
16. 影响冷却塔设计能力的因素有哪些? .....	14
17. 冷却塔如何选型? .....	15
18. 如何设计冷却塔? .....	16



19. 冷却塔的设计需要注意什么? .....	17
20. 冷却塔出水的集水设备如何设计? .....	19
21. 冷却塔发展的技术方向是什么? .....	20
22. 敞开式循环冷却水系统设计时应该注意什么? .....	21
23. 密闭式循环冷却水系统设计时应该注意什么? .....	22
24. 什么是循环冷却水制冷装置? 该装置有什么优点? .....	23
25. 什么是循环冷却水热流密度? 敞开式系统中换热设备的 循环冷却水流速和热流密度各应满足什么要求? .....	23
<b>(三) 循环冷却水水质要求及处理</b> .....	24
26. 循环冷却水处理的一般都有哪些流程? .....	24
27. 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? .....	26
28. 循环冷却水系统对补充水的水质要求还有哪些指标? .....	27
29. 如何选择循环冷却水处理设计方案? .....	28
30. 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? .....	28
31. 敞开式和密闭式循环冷却水系统的水质各有什么要求? .....	29
32. 当敞开式系统换热设备的材质为碳钢, 循环冷却水采用磷系 复合配方处理时, 循环冷却水的水质应满足什么要求? .....	30
33. 敞开式系统循环冷却水处理中, 还有哪些情况中循环冷 却水的水质有特殊的要求? .....	31
34. 悬浮物去除的主要方法是什么? 什么是凝聚作用? .....	31
35. 水温、pH值和碱度对混凝效果有什么影响? .....	32
36. 水质(浊度)对混凝效果有什么影响? .....	33
37. 常见的混凝剂可以分为哪几类? .....	34
38. 铝盐混凝剂有哪些? 各有什么特性? .....	34
39. 铁盐混凝剂有哪些? 各有什么特性? .....	35
40. 什么是聚合氯化铝混凝剂? .....	36
41. 什么是聚铁混凝剂? .....	37

42. 什么是聚丙烯酰胺混凝剂？ .....	37
43. 什么是助凝剂？助凝剂主要有哪几类？ .....	38
44. 除铁的具体方法有哪些？ .....	39
45. 除铁的石灰碱化法是什么？如何配制石灰药剂？ .....	40
46. 当铁在水中形成胶体，应用什么方法除去？ .....	41
47. 什么是阳离子交换法？如何进行离子交换剂的再生？ .....	41
48. 新树脂如何处理？阴阳离子交换树脂混杂后如何处理？ .....	42
49. 树脂的使用对温度有何要求？ .....	43
50. 树脂发生硅污染和铁污染分别应该如何处理？ .....	44
51. 树脂发生悬浮物污堵和硫酸钙沉淀应该如何处理？ .....	44
52. 树脂发生有机物污染应该如何处理？ .....	45
53. 树脂的储存与运输过程中要注意什么？ .....	46
54. 除锰的具体方法有哪些？ .....	47
55. 软化的具体方法有哪些？ .....	47
56. 为什么循环冷却水的节水工作很重要？ .....	49
57. 循环冷却水处理的目的是什么？ .....	50

## 二、循环冷却水系统的结垢及其控制 .....

### (一) 水垢的种类及趋势判断 .....

58. 冷却循环水系统的沉积物主要分为几类？ .....	52
59. 污垢的主要成分是什么？ .....	52
60. 冷却水系统中的污垢有哪些危害？ .....	53
61. 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？ .....	54
62. 污垢形成的影响因素有哪些？ .....	54
63. 热交换器的结构形状与水流状态对沉积结垢有什么影响？ .....	55
64. 水质是如何失去稳定的？怎样判别？ .....	56
65. 水垢和腐蚀产物的主要成分分别是什么？ .....	57

66. 分析污垢的成分如何将试样充分溶解? .....	58
67. 碳酸盐水垢主要性状和化学组成是什么? .....	59
68. 如何鉴别碳酸盐水垢? .....	60
69. 磷酸盐水垢的来源、基本性状是什么? .....	61
70. 磷酸盐水垢的组成和判断方法是什么? .....	61
71. 硅酸盐水垢与硫酸盐水垢的来源、基本性状和组成是什么? .....	62
72. 如何鉴别硅酸盐水垢和硫酸盐水垢? .....	63
73. 腐蚀产物(铁铜的氧化物)的基本性状、组成是什么? .....	64
74. 腐蚀产物的判断方法是什么? .....	65
<b>(二) 水垢的控制技术</b> .....	66
75. 冷却水防垢通常有哪些方法? 这些方法的原理分别是什么? .....	66
76. 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? .....	66
77. 什么是强碱性阴离子树脂? 什么是弱碱性阴离子树脂? .....	67
78. 离子交换树脂可以转型吗? .....	68
79. 凝胶型和大孔型离子树脂各有什么特点? .....	69
80. 什么是离子交换树脂的交换容量? .....	70
81. 离子交换树脂的选择吸附性? .....	71
82. 树脂的粒径以及密度对其工作属性有什么影响? .....	72
83. 影响离子交换树脂工作性能的属性还有哪些? .....	73
84. 离子交换树脂的型号中字符的含义是什么? .....	73
85. 控制污垢的方法有哪些? .....	74
86. 循环冷却水浊度变化的主要因素有哪些? .....	75
87. 旁流量如何计算? .....	76
88. 控制碳酸钙水垢的方法中除去成钙离子的方法有哪些? .....	76
89. 稳定重碳酸盐的方法有哪些? .....	77
90. 如何清除供水管中的污垢? .....	78
91. 如何清除冷却管中的污垢? .....	78
92. 什么是胶球法除垢? .....	79

93. 什么是被膜加药罐法? .....	80
<b>(三) 阻垢分散剂及其在水处理中的应用 .....</b>	<b>80</b>
94. 什么是阻垢剂? 阻垢剂有什么作用? .....	80
95. 阻垢剂可以分为哪几类? .....	81
96. 什么是聚磷酸盐阻垢剂? .....	82
97. 什么是羟基亚乙基二膦酸阻垢剂? .....	82
98. 什么是乙二胺四亚甲基四膦酸阻垢剂? .....	83
99. 什么是氨基三亚甲基膦酸阻垢剂? .....	84
100. 什么是聚羧酸阻垢剂? .....	84
101. 什么是聚丙烯酸阻垢剂? 什么是聚甲基丙烯酸阻垢剂? ...	85
102. 聚丙烯酸和丙烯酸共聚物性能有什么差别? .....	86
103. 常用的丙烯酸的共聚物阻垢剂有哪些? .....	86
104. 什么是水解聚马来酸酐? .....	87
105. 什么是马来酸酐-丙烯酸共聚物? .....	88
106. 什么是苯乙烯磺酸-马来酸(酐)共聚物? .....	88
107. 什么是氨基化合物阻垢剂? .....	89
108. 什么是氮三化合物类阻垢剂? .....	89
109. 什么是磺酸类共聚物阻垢剂? .....	90
110. 磺酸类共聚物阻垢剂目前发展状况如何? .....	91
111. 含磺酸盐共聚物是如何阻垢的? .....	92
112. 如何制取含磺酸盐共聚物? .....	93
113. AMPS 共聚物的阻垢分散效果如何? .....	93
114. AA/MBSN/HPA 共聚物的阻垢分散效果如何? .....	94
115. 磺酸盐共聚物的阻垢分散效果如何? .....	95
116. 什么是全有机配方? .....	96
117. 臭氧是如何起到阻垢作用的? .....	96
118. 常用的阻垢剂配方有哪些? .....	97
<b>(四) 无污染水垢控制技术 .....</b>	<b>98</b>

119. 无污染防垢技术有哪些？ .....	98
120. 什么是水的磁化处理？ .....	98
121. 磁化处理对水质有何影响？ .....	99
122. 什么电磁抗垢？ .....	100
123. 影响磁化处理效果的因素有哪些？ .....	101
124. 水的磁化处理水垢控制技术有什么经济意义？ .....	102
125. 水的磁化处理水垢控制技术有什么社会意义？ .....	103
126. 磁化水处理器是如何分类的？各种水处理器有什么特点？ .....	104
127. 磁化水处理器的主要功能有哪些？ .....	104
128. 磁化水处理器的运行受到哪些因素的限制？ .....	105
129. 电磁防垢的应用范围是什么？ .....	106
130. 电磁防垢的发展趋势是什么？ .....	106
131. 水的静电处理设备是如何进行水处理的？ .....	107
132. 什么是水的高频电磁场法处理？ .....	108
133. 什么是超声波处理？ .....	109
134. 超声波处理的机理是什么？ .....	109
<b>三、循环冷却水系统的腐蚀及其控制 .....</b>	<b>111</b>
<b>（一）冷却水系统金属腐蚀的机理 .....</b>	<b>111</b>
135. 金属腐蚀是怎样的一个过程？ .....	111
136. 什么叫极化作用和去极化作用？ .....	112
137. 电池的极化作用有几种？ .....	112
138. 什么是腐蚀速度？ .....	113
<b>（二）冷却水系统金属腐蚀的形态与影响因素 .....</b>	<b>114</b>
139. 金属腐蚀按照腐蚀原理如何分类？ .....	114
140. 金属腐蚀按照氧化还原反应如何分类？ .....	115
141. 金属腐蚀按照腐蚀形态如何分类？ .....	115

142. 什么是敏化作用? .....	116
143. 什么是全面腐蚀? 什么是局部腐蚀? .....	117
144. 什么是磨损腐蚀? 什么是腐蚀疲劳? 什么是氢脆? .....	117
145. 什么是点蚀? .....	118
146. 点蚀的危害有哪些? .....	119
147. 什么是缝隙腐蚀? 防止缝隙腐蚀的方法有哪些? .....	120
148. 什么是晶间腐蚀? 防止晶间腐蚀的方法有哪些? .....	120
149. 什么是应力腐蚀? 应力腐蚀发生的条件是什么? .....	121
150. 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? .....	121
151. 不锈钢的耐腐蚀性能和什么有关? .....	122
152. 常用耐蚀材料有哪些? .....	123
<b>(三) 冷却水系统金属腐蚀的控制</b> .....	125
153. 金属腐蚀的控制有哪些主要方法? .....	125
154. 冷却水中提高 pH 值有什么方法? 曝气法有什么优点? .....	125
155. 新型耐蚀换热器有哪些? 它们各有什么优缺点? .....	125
156. 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? .....	126
157. 什么是阴极保护? .....	127
158. 什么是牺牲阳极法? .....	128
159. 什么是渗铝法? .....	129
160. 什么是发黑工艺? .....	129
161. 常用的发黑药剂有什么? .....	130
162. 冷却水防腐涂料有哪些特点? .....	131
163. 防腐涂料的作用机理是什么? .....	132
164. 什么是评价防腐涂料的“人工老化”试验? .....	132
165. 防腐涂料覆盖法之前的材料表面处理有哪些? .....	133
166. 防腐涂料的涂装作业要注意什么? .....	135
167. 如何选用防腐涂料? .....	135

168. 防腐涂料如何进行涂装设计? .....	136
169. 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? .....	137
170. 使用防腐涂料法进行金属防护, 从介质角度看该如何着手? .....	138
171. 防腐涂料的发展方向是什么? .....	139
172. 如何控制有害细菌的生长? .....	140
173. 常用的塑料换热器有哪些? 有什么特点? .....	141
<b>(四) 冷却水缓蚀剂及其研制 .....</b>	<b>143</b>
174. 什么是缓蚀剂? .....	143
175. 缓蚀剂是如何分类的? 发展方向如何? .....	144
176. 冷却水缓蚀剂应具备哪些条件? 选择缓蚀剂基本原则是什么? .....	144
177. 缓蚀剂是如何发挥缓蚀作用的? .....	145
178. 什么是缓蚀剂的吸附作用和电极抑制作用? .....	146
179. 有机磷酸类缓蚀剂有哪几种? 什么是 PBTCA 缓蚀剂和 HPA 缓蚀剂? .....	147
180. 什么是 POCA 缓蚀剂? 什么是共聚物缓蚀剂? .....	148
181. 常用的水溶性缓蚀剂有哪些? .....	149
182. 常用的油溶性缓蚀剂有哪些? .....	150
183. 常用的气相型缓蚀剂有哪些? .....	151
184. 什么是聚磷酸盐缓蚀剂? .....	152
185. 常用的聚磷酸盐缓蚀剂有哪些? 其缓蚀机理是什么? .....	153
186. 硅酸盐缓蚀剂有哪些优缺点? .....	154
187. 什么是亚硝酸盐缓蚀剂? .....	154
188. 什么是正磷酸盐缓蚀剂? .....	154
189. 什么是钼酸盐缓蚀剂? 钼酸盐缓蚀剂有哪些优缺点? .....	155
190. pH 值对钼系缓蚀剂效果有何影响? .....	156
191. $\text{Cl}^-$ 对钼系缓蚀剂效果有何影响? .....	156

192. 什么是钨酸盐缓蚀剂? .....	157
193. 什么是锌盐缓蚀剂? .....	158
194. 锌盐缓蚀剂如何使用? 有哪些优缺点? .....	159
195. 常用的唑类缓蚀剂有哪些? .....	159
196. 什么是全有机配方缓蚀剂? .....	160
197. 为什么要研究绿色水处理剂? 绿色水处理剂主要有 哪些? .....	161
198. 绿色水处理剂主要有哪些? .....	161
199. 什么是聚环氧琥珀酸型 (PESA) 水处理剂? .....	162
200. 化学清洗缓蚀剂的基本要求是什么? .....	162
201. 如何进行缓蚀剂的筛选试验? .....	163
202. 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? .....	164

#### **四、循环冷却水中微生物的危害及其控制 .....**

##### **(一) 冷却水系统的微生物相 .....**

203. 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? .....	167
204. 什么是真菌、藻类和原生动动物? .....	168
205. 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? .....	169
206. 什么是硝化细菌和产黏泥细菌? .....	170
207. 循环冷却水系统中微生物的危害主要有哪些? .....	170
208. 各种金属的耐腐蚀性如何? .....	171
209. 微生物黏泥是如何产生的? .....	172
210. 黏泥造成的危害有哪些? .....	172
211. 微生物黏泥的化学组成是什么? .....	173
212. 影响黏泥产量的因素有哪些? .....	174



<b>(二) 冷却水系统微生物的控制</b> .....	175
213. 如何测定总细菌数? .....	175
214. 测定总细菌数的具体步骤是什么? .....	176
215. 如何培养与鉴定铁细菌? .....	176
216. 如何培养与鉴定硫细菌? .....	177
217. 检测水中的微生物有哪些基本的方法? .....	178
218. 什么是活细胞计数法? .....	178
219. 检测水中的微生物有哪些较新的方法? .....	179
220. 什么是颜色改变单位法? .....	179
221. 什么是显微直接计数法和平板计数法? .....	180
222. 如何使用血球计数板计数? .....	180
223. 显微直接计数法的具体步骤是什么? .....	181
224. 什么是稀释平板测数法? .....	182
225. 混合平板培养法的具体步骤是什么? .....	182
226. 涂抹平板计数法的具体步骤是什么? .....	184
227. 什么是最大或然数 (MPN) 计数法? .....	184
228. 最大或然数 (MPN) 计数法的具体试验步骤是什么? 使用该法有什么要注意的? .....	185
229. MPN 计数法适用的微生物生理群主要有哪些? .....	186
230. 如何判断冷却水中的微生物有无形成危害? .....	188
231. 循环冷却水中微生物的物理控制方法有哪些? 什么是旁流过滤? 什么是纳滤? .....	188
232. 什么是物理场控制法? .....	189
233. 循环冷却水中微生物的生物控制方法有哪些? .....	189
<b>(三) 冷却水杀菌剂及其应用</b> .....	190
234. 什么是杀菌剂? 杀菌剂是如何分类的? .....	190
235. 国内主要生产的冷却水用杀菌剂有哪些? .....	192
236. 优良杀菌剂应该具备什么属性? .....	193