

循环冷却水技术问答

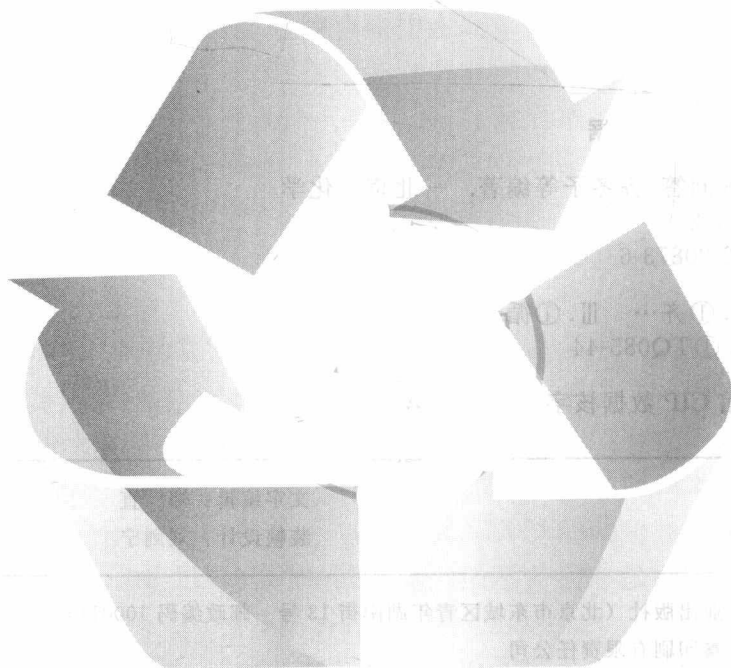
齐冬子 金 熙
项成林 赵 芳 编著



化学工业出版社

循环冷却水技术问答

齐冬子 金熙熙
项成林 赵芳 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

封面

元 00.00 册 五

1574

本书以问答形式介绍了循环冷却水处理技术的知识。全书分八章：冷却介质——水的特性，循环冷却水系统，结垢倾向判断及其防止，金属的腐蚀及其抑制，化学处理法——缓蚀阻垢，微生物及其控制，清洗与预膜，试验、监测及运行管理。全书共计 296 个问题，一问一答，内容丰富，深入浅出，通俗易懂。附录中收集了水处理剂的技术标准等资料。

本书可供从事循环冷却水处理工作的管理干部、技术人员学习参考，亦可作为学生、工人的自学教材。

循环冷却水技术问答

责任编辑：郑直
装帧设计：刘剑宁

图书在版编目 (CIP) 数据

循环冷却水技术问答/齐冬子等编著. —北京：化学工业出版社，2015.2
ISBN 978-7-122-20873-6

I. ①循… II. ①齐… III. ①循环水-冷却水-水处理-问题解答 IV. ①TQ085-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 122092 号

责任编辑：满悦芝
责任校对：吴静

文字编辑：郑直
装帧设计：刘剑宁

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：北京永鑫印刷有限责任公司

装订：三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 16 1/4 字数 394 千字 2015 年 2 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：49.00 元

版权所有 违者必究

前 言

水是地球上生命之源，人类生存之依，生产之要，生态之基，既是必不可少的生活资源，又是必需的工农业生产资源。“上善若水”，“水善利万物而不争”。水具有无私的奉献精神，人类应该敬重水、善待水和珍惜水。我们应该科学用水，节约用水，保护水资源，防止污染环境，使水资源能够持续利用。

在化工、石化、炼油、火电等行业中，冷却用水占工业用水的绝大部分，为此做好循环冷却水处理工作十分有意义。由于水资源匮乏，近年要求循环冷却水系统的浓缩倍数提得更高，同时要求补充再生水，这使今后的工作难度更大。

本书以问答形式介绍循环冷却水处理的有关知识，也涉及近几十年化工系统在循环水化学处理过程中的一些经验教训。希望对读者有所帮助。书的作者金熙、项成林和赵芳均是长期在大氮肥厂和石化厂从事水处理工作的专家。感谢李雪梅为本书提供宝贵资料。由于本人水平有限，书中可能有错误，请读者指正。

齐冬子

2014年12月

目 录

第一章 冷却介质——水的特性	1
1 为什么工业生产中多采用水作冷却介质?	1
2 天然水中为什么会有杂质?	1
3 河水有什么特点?	2
4 地下水的水质变化倾向如何?	2
5 湖泊水水质受什么因素影响?	3
6 海水的资源和组成怎样?	3
7 天然水中含有哪些杂质? 按颗粒大小如何分类?	4
8 什么是水中的悬浮物质?	5
9 什么是水中的胶体物质?	5
10 什么是水中的溶解物质? 水中溶有哪些主要离子和气体?	6
11 天然水中的杂质对水质有些什么影响?	6
12 水中有机物质是指什么?	7
13 什么是生物化学需氧量 (BOD)?	7
14 什么是化学需氧量 (COD)?	8
15 什么是水的硬度?	8
16 水的硬度有哪几种?	8
17 硬度在冷却水中的作用如何? 为什么镁硬度在冷却水和锅炉水中的 作用不同?	9
18 硬度的单位是如何表示的?	10
19 什么是水的碱度? 水中的碱度有哪几种形式存在?	10
20 水中各种碱度的相互关系如何?	11
21 碱度的单位是如何表示的? 水质的硬度和碱度常标“以 CaCO_3 计”是 何意?	12
22 天然水是如何按照硬度和含盐量来分类的?	12
23 天然水如何按水中主要阴阳离子分类?	13
24 何谓水中碳酸的平衡?	13
第二章 循环冷却水系统	15
25 什么是工业冷却水? 冷却水系统通常可分哪几种型式?	15
26 什么是密闭式循环冷却水系统和敞开式循环冷却水系统?	15
27 敞开式循环冷却水系统可分为哪几类?	16

28	各种冷却构筑物的特点及适用条件?	17
29	冷却塔塔体的结构是怎样的?	18
30	冷却塔的工艺构造包括哪些部分?	19
31	什么是点滴式、薄膜式和点滴薄膜式淋水装置?	20
32	如何选择淋水填料?	22
33	配水系统有哪些配水方式?	23
34	冷却塔喷嘴的形式有哪些?	24
35	冷却塔的通风系统是怎样的?	26
36	除水器有什么作用?	28
37	对集水池有什么要求?	29
38	冷却构筑物应如何布置?	30
39	什么是循环冷却水系统容积及保有水量?	30
40	什么是循环冷却水在系统内的平均停留时间?	31
41	循环冷却水的冷却原理是什么?	31
42	什么是空气的干球温度和湿球温度?它对冷却塔的冷却效率有何影响?	32
43	冷却水在循环过程中有哪些水量损失?	32
44	什么是循环冷却水的浓缩倍数?	33
45	为什么提高浓缩倍数可以节约用水和药剂费用?	34
46	如何计算间断加药的循环冷却水系统中药剂的消耗量?	35
47	循环冷却水中溶解离子浓度随浓缩倍数的变化是如何计算的?	35
48	敞开式循环冷却水中悬浮物浓度随浓缩的变化关系是如何计算的?	36
49	冷却水循环使用后易带来什么问题?	38
50	对循环冷却水及其补充水的杂质控制有什么要求?	38
51	对再生水用于冷却系统有何要求?	39
52	再生水用于循环冷却水系统有哪些困难?	40
53	如何评价有机污染物的生物降解性能?	42
54	为什么应同时监测循环冷却水中的 COD_{Cr} 和 COD_{Mn} ?	43
55	为什么需要了解再生水的来源?	44
56	什么是换热器、水冷却器?为什么水处理工作者应了解水冷却器的有关情况?	45
57	什么是夹套式换热器?	46
58	什么是蛇管式换热器?	46
59	什么是套管式换热器?	46
60	什么是列管式换热器?	47
61	列管式水冷却器容易发生哪些问题?	49

62	什么是板式换热器?	50
63	什么是螺旋板式换热器?	50
64	水冷却器是如何传热的?	51
65	怎样计算水冷却器的管壁温度?	52
第三章 结垢倾向判断及其防止		55
66	冷却水系统中的水垢是如何形成的?	55
67	沉积物有哪些组分? 什么是污垢? 什么是水垢?	55
68	冷却水系统中的沉积物(污垢)来自哪些方面?	56
69	为什么要进行垢样分析? 垢样分析有哪些项目?	56
70	什么是水冷却器的热流密度?	57
71	什么是水冷却器的污垢热阻值和极限污垢热阻值?	57
72	什么是污垢附着速度?	58
73	污垢热阻值与污垢附着速度有何相应关系?	58
74	判断水垢组成有什么简便定性方法?	59
75	如何根据垢样分析结果判断水质的腐蚀或结垢倾向?	60
76	判断水质的腐蚀或结垢倾向有哪些常用方法?	61
77	什么是碳酸钙饱和 pH 值 (pH_s)? 什么是碳酸钙饱和指数 (I_s) 法? 什么是经验饱和指数法?	61
78	碳酸钙饱和指数在实用上有何参考价值? 它有什么局限性?	62
79	什么是稳定指数 (S , RSI)? 它有什么局限性?	63
80	碳酸钙饱和 pH 值 (pH_s) 是如何计算的?	63
81	如何用查表法计算碳酸钙饱和 pH 值 (pH_s)?	65
82	如何用查图法计算碳酸钙饱和 pH 值 (pH_s)?	67
83	敞开式循环冷却水浓缩之后 pH 值会怎样变化?	68
84	敞开式循环冷却水浓缩之后碱度会怎样变化?	69
85	什么是极限碳酸盐硬度法? 如何测算?	71
86	什么是碳酸钙的临界 pH 值 (pH_c)? 测定 pH_c 有何意义?	72
87	什么是结垢指数 (PSI)?	72
88	什么是磷酸钙饱和 pH 值 (pH_p)? 如何用查表法计算?	73
89	如何用查图法计算磷酸钙饱和 pH 值 (pH_p)? 如何判断磷酸钙 结垢的倾向?	76
90	什么是水的磁化处理?	77
91	什么是电子式水处理器? 有哪些主要类型?	78
92	什么是水的静电处理?	78
93	离子棒静电水处理器有什么特点?	79
94	内磁式水处理器有哪两种结垢形式?	80

95	什么是外磁式水处理器?	80
96	密闭式循环冷却水系统的物理处理方法如何?	81
97	防止循环冷却水系统结水垢用什么方法?	82
98	常用什么方法软化水质?	82
99	为什么加酸或加二氧化碳能防止结垢?	83
100	何谓阻垢剂? 常用的阻垢剂有哪些?	83
101	阻垢剂的阻垢机理是什么?	84
第四章	金属的腐蚀及其抑制	85
102	什么是腐蚀?	85
103	什么叫做全面腐蚀和局部腐蚀?	85
104	什么是金属的腐蚀电化学过程? 碳钢在冷却水中的腐蚀机理是什么?	85
105	什么叫极化和去极化作用?	86
106	什么叫电偶腐蚀?	86
107	什么是氧浓差腐蚀电池?	87
108	什么是缝隙腐蚀?	87
109	什么是点蚀?	87
110	什么是应力腐蚀开裂?	88
111	什么是磨蚀和空化作用?	88
112	什么是微生物腐蚀?	89
113	水中溶解氧对腐蚀有什么影响?	89
114	水中溶解盐类的浓度对腐蚀有什么影响?	90
115	水的温度对腐蚀有什么影响?	90
116	水的 pH 值对腐蚀的影响如何?	90
117	水流速度对腐蚀的影响如何?	91
118	腐蚀速度的表示方法有哪些?	91
119	如何测算和评定金属的腐蚀速度?	91
120	控制金属腐蚀有哪些方法?	92
121	CH-784 涂料的特点如何?	93
122	通常水冷却器的管材是如何选择的?	94
123	不同金属材料的抗腐蚀性能如何?	95
124	何谓缓蚀剂? 缓蚀剂分为几类?	96
125	氧化膜型缓蚀剂有什么特性?	97
126	沉淀膜型缓蚀剂有什么特性?	97
127	吸附膜型缓蚀剂有什么特点?	98
第五章	化学处理法——缓蚀阻垢	99
128	循环冷却水的化学处理方法有什么优点? 其处理方法如何分类?	99

129	我国常用的缓蚀阻垢复合配方有哪些?	99
130	铬酸盐缓蚀剂的特点是什么?	100
131	铬酸盐排污水有什么处理方法?	101
132	什么是磷系缓蚀剂?	101
133	为什么说聚磷酸盐既是缓蚀剂又是阻垢剂?	102
134	正磷酸盐缓蚀剂的性能和应用情况如何?	103
135	什么是聚磷酸盐的水解或降解? 聚磷酸盐水解对冷却水系统有何影响?	104
136	作为缓蚀剂的锌盐有什么特性?	104
137	唑类化合物缓蚀剂有什么特性? 常用的有哪几种?	105
138	为什么在碳钢和铜合金设备共存的冷却水系统需要加铜缓蚀剂? ...	105
139	硅酸盐缓蚀剂的特点是什么?	106
140	近年硅系配方有哪些发展?	106
141	钼酸盐缓蚀剂的特点是什么?	107
142	近年钼系配方有何发展?	107
143	钨酸盐缓蚀剂有何特点? 近年发展怎样?	108
144	亚硝酸盐及硼酸盐缓蚀剂有何用途?	108
145	什么是硫酸亚铁造膜处理?	109
146	什么叫做缓蚀剂的增效作用?	109
147	什么是膦酸缓蚀阻垢剂? 常用的有哪些品种?	109
148	什么是有机磷酸酯缓蚀阻垢剂?	110
149	什么是膦羧酸缓蚀阻垢剂?	111
150	什么是聚合电解质?	111
151	什么是共聚物? 为什么要开发不同的共聚物?	112
152	近年阻垢分散用的聚合物是如何发展的?	112
153	什么是聚丙烯酸阻垢剂?	113
154	什么是聚甲基丙烯酸阻垢剂?	114
155	什么是水解聚马来酸酐阻垢剂?	114
156	什么是聚环氧琥珀酸和聚天冬氨酸阻垢剂?	114
157	常用的聚羧酸二元或三元共聚物有哪些?	115
158	为什么硫酸是最佳防垢剂?	117
159	为什么在确定缓蚀阻垢配方时应选择合适的运行 pH 值?	117
160	什么是磷系配方的酸性处理和碱性处理?	118
161	什么是聚磷酸盐/膦酸盐/聚羧酸盐复合配方?	119
162	什么是锌盐/聚磷酸盐/膦酸盐/聚羧酸盐复合配方?	120
163	什么是锌盐/多元醇磷酸酯/聚羧酸盐/磺化木质素复合配方?	120

164	什么是自然 pH 值全有机配方?	120
165	什么是全有机加酸配方?	121
166	什么是锌盐/正磷酸盐/聚羧酸盐复合配方?	122
167	哪些系统需要使用密闭式循环冷却水?	122
168	密闭式循环冷却水系统有什么特点?	122
169	密闭式循环冷却水系统如何进行化学处理?	123
170	密闭式循环冷却水系统常见类型有哪些? 如何处理?	124
171	密闭式循环冷却水系统为什么一定要有旁滤器?	125
172	密闭式循环冷却水系统怎样进行预处理?	125
173	间歇运行的密闭式循环冷却水系统如何处理?	126
174	中央空调的水处理系统是怎怎样的?	126
175	海水冷却有什么特点?	127
176	防止海生生物附着有哪些方法?	128
177	贝类的日常控制和管理有哪些内容?	128
178	怎样监测贝类?	129
179	如何控制海水冷却系统的腐蚀与结垢?	130
第六章	微生物及其控制	131
180	什么是微生物? 如何分类?	131
181	什么是细菌?	132
182	什么是藻类? 循环冷却水中常见的有哪些藻类?	132
183	什么是真菌? 循环冷却水中常见的有哪些真菌?	133
184	黏泥和污垢有什么区别?	133
185	为什么黏泥会加速金属设备的腐蚀?	134
186	微生物黏泥对循环冷却水系统会造成哪些危害?	134
187	为什么说控制微生物是循环冷却水系统化学处理的关键?	134
188	真菌是怎样破坏冷却塔中木材的?	135
189	藻类对循环冷却水系统有何危害?	135
190	循环冷却水中微生物来自哪些方面? 为什么循环水的微生物危害 比直流水严重得多?	136
191	循环冷却水中有哪些常见的危害细菌?	136
192	什么是自养菌和异养菌?	136
193	为什么应测定循环冷却水中的好气异养菌数?	137
194	什么是动胶菌属?	137
195	铁细菌有什么特性和危害?	138
196	硫氧化细菌有什么特性和危害?	138
197	硫酸盐还原菌有什么特性和危害?	139

198	什么是氮化细菌和硝化菌群？有什么特点和危害？	140
199	什么是军团菌？	141
200	循环冷却水中含氨有何危害？	141
201	怎样解决氨污染带来的微生物危害？	142
202	怎样全面监测循环冷却水中的微生物？	144
203	通过哪些化学分析项目可以了解循环冷却水中微生物的动向？	144
204	怎样通过物理观测了解循环冷却水系统中微生物的动向？	144
205	循环冷却水中的黏泥量是如何测定的？	145
206	黏泥附着量是如何测定的？	145
207	循环冷却水系统中的藻类怎样监测？	146
208	菌藻检测有哪些基本方法？	146
209	细菌检测有什么简易新方法？	148
210	控制循环冷却水系统中的微生物有哪些方法？	149
211	原生动物、后生动物及昆虫在循环冷却水系统中有何危害？ 如何防止？	150
212	杀生剂如何分类？什么是氧化性和非氧化性杀生剂？	150
213	氯气有些什么特性？	151
214	什么是有效氯、需氯量、转效点加氯、结合氯、游离氯和总氯？	151
215	加氯量如何确定？什么是折点加氯？	152
216	液氯钢瓶在使用过程中，有哪些安全注意事项？	153
217	加氯装置有哪些主要类型？其工作原理如何？	153
218	加氯操作要注意哪些安全事项？	154
219	加氯系统漏氯时如何查找？	154
220	氯与溴杀生剂各有何特点？杀生速度与杀生效率主要受哪些因素 影响？	155
221	循环冷却水系统怎样进行液氯杀菌？	157
222	连续式加氯与间歇式加氯的特点如何？	157
223	什么是次氯酸盐杀生剂？	158
224	什么是氯锭？	159
225	什么是氯化异氰尿酸杀生剂？	159
226	哪些溴化合物可用于循环冷却水？	160
227	二氧化氯的性质怎样？	161
228	影响二氧化氯稳定的因素有哪些？	161
229	二氧化氯杀生剂怎样在循环冷却水中使用？	162
230	臭氧处理循环冷却水的原理和成效如何？	163
231	常用的氯酚类杀生剂有哪些？有何特性？	164
232	什么是季铵盐类杀生剂？有何特性？	164
233	什么是二硫氰酸甲酯杀生剂？	165

234	什么是异噻唑啉酮杀生剂?	165
235	什么是酰胺类杀生剂?	166
236	什么是戊二醛杀生剂?	166
237	重金属盐类杀生剂有哪些?有什么特性?	166
238	乙基大蒜素杀生剂有什么特性?	167
239	什么是洗必泰杀生剂?	167
240	什么是季磷盐杀生剂?	168
241	什么是生物分散剂?	168
242	为什么要测定非氧化性杀生剂的毒性?	169
243	什么是药剂的 LD_{50} ?	169
244	什么是药剂的 LC_{50} 和 TL_m ?	169
245	选择杀生剂应注意什么?	170
246	为什么使用杀生剂时应注意安全防护?	171
247	如何防止杀生剂对环境的污染?	171
248	如何有效地使用氯杀生?	172
249	如何有效地使用非氧化性杀生剂?为什么应采用以氯为主、辅助使用非氧化性杀生剂的方法?	173
第七章 清洗与预膜		175
250	为什么要进行循环冷却水系统的清洗和预膜?	175
251	怎样进行循环冷却水系统开车前的系统清洗?系统清洗常用哪些化学药剂?	175
252	什么是表面活性剂?	177
253	不停车清洗有什么方法?	177
254	怎样不停车清洗水冷却器中的黏泥?	178
255	怎样不停车清洗水冷却器中的水垢?	179
256	为什么需要对水冷却器进行单台清洗?单台清洗有哪些方法?	180
257	如何进行水冷却器的单台酸清洗?	181
258	如何进行水冷却器的单台碱清洗?	182
259	如何进行水冷却器的钝化处理?	182
260	常用的预膜剂及配方有哪些?	183
261	影响聚磷酸盐预膜效果的有哪些因素?	183
262	怎样进行预膜处理的运行与监测?	184
263	什么是循环冷却水的冷态运行?	185
第八章 试验、监测及运行管理		186
264	筛选缓蚀阻垢配方之前应做哪些调查?	186
265	为什么要进行旋转挂片试验?	186
266	什么是动态模拟试验?如何进行?	187
267	为什么要进行动态模拟中型试验?	188

268	如何对模拟试验结果进行评价？	189
269	什么是动态污垢监测试验？	189
270	对循环冷却水的腐蚀试片有些什么要求？	190
271	循环冷却水的监测换热器有什么作用？	191
272	点蚀的深度用什么方法测定？	191
273	为什么模拟试验应该模拟现场水冷却器的热流密度？	192
274	为什么循环冷却水系统一定要注意综合治理？综合治理要注意哪些问题？	193
275	为什么循环冷却水的化学处理技术不易完全解决壳程水冷却器的腐蚀和结垢问题？	195
276	如何解决壳程水冷却器的腐蚀和沉积问题？	195
277	什么是循环冷却水系统的旁流处理？	196
278	如何计算循环冷却水的旁滤量？	197
279	什么是循环冷却水系统的零排污？	198
280	木结构冷却塔如何养护？	199
281	为什么要加强循环冷却水系统的监测工作？	199
282	对循环冷却水系统应做哪些必要的监测工作？	200
283	何谓药剂的活性组分浓度？	200
284	如何科学地做好循环冷却水的现场管理？	201
285	以聚磷酸盐为缓蚀剂的冷却水系统，在正常运行时要控制哪些主要项目？	202
286	化学示踪剂在循环冷却水处理中有何作用？	203
287	对循环冷却水处理用的化学示踪剂有什么要求？	203
288	怎样进行正确地加药？	204
289	怎样估算缓蚀阻垢剂及非氧化性杀生剂的消耗量？	204
290	怎样估算循环冷却水中的加酸量？	205
291	循环冷却水的 pH 值是怎样实现自动调节的？	206
292	循环冷却水系统的 pH 值降得过低了怎么办？	207
293	传统的循环冷却水自动排污加药系统是怎样的？	207
294	哪些项目能够实现自动监测和控制？	208
295	循环冷却水系统是如何自动加氯的？	209
296	为什么大检修期间要对水冷却器进行拆检？	210

附录 214

附录 1 水处理剂的技术标准 214

1.1 缓蚀剂技术标准 214

1.1.1 三聚磷酸钠，GB 9983—2004 214

1.1.2 聚偏磷酸钠，HG/T 2837—2010 214

1.1.3 工业六聚偏磷酸钠，HG/T 2519—2007 215

1.1.4	磷酸氢二钠, HG/T 2965—2009	215
1.1.5	磷酸三钠, HG/T 2517—2009	215
1.1.6	硅酸钠, GB/T 4209—2008	216
1.1.7	硫酸锌, HG/T 2326—2005	216
1.1.8	氯化锌, HG/T 2323—2004	217
1.1.9	亚硝酸钠, GB 2367—2006	217
1.1.10	巯基苯并噻唑, GB 11407—2013	217
1.1.11	苯骈三氮唑, HG/T 3824—2006	218
1.1.12	甲基苯骈三氮唑, HG/T 3925—2007	218
1.2	阻垢分散剂技术标准	218
1.2.1	羟基亚乙基二膦酸 (HEDPA), HG/T 3537—2010	218
1.2.2	羟基亚乙基二膦酸二钠, HG/T 2839—2010	219
1.2.3	液体氨基三亚甲基膦酸 (ATMP), HG/T 2841—2005	219
1.2.4	固体氨基三亚甲基膦酸 (ATMP), HG/T 2840—2010	220
1.2.5	乙二胺四亚甲基膦酸钠 (EDTMP), HG/T 3538—2003 (代 ZB/T G71004—89)	220
1.2.6	多元醇磷酸酯, HG/T 2228—2006	221
1.2.7	聚丙烯酸 (PAA), GB/T 10533—2000	221
1.2.8	聚丙烯酸钠 (PAAS) HG/T 2838—2010	221
1.2.9	水解聚马来酸酐 (HPMA), GB/T 10535—1997	222
1.2.10	马来酸酐-丙烯酸共聚物, HG/T 2229—2009	222
1.2.11	丙烯酸-丙烯酸酯类共聚物, HG/T 2429—2006	222
1.2.12	丙烯酸-2-甲基-2-丙烯酰胺基丙磺酸类共聚物, HG/T 3642—1999	223
1.2.13	2-膦酸基-1,2,4-三羧基丁烷 (PBTC), HG/T 3662—2000	223
1.2.14	2-羟基膦酰基乙酸 (HPAA), HG/T 3926—2007	224
1.2.15	二亚乙基三胺五亚甲基膦酸 (DTPMP), HG/T 3777—2005	224
1.2.16	聚天冬氨酸 (盐), HG/T 3822—2006	224
1.2.17	聚环氧琥珀酸 (盐), HG/T 3823—2006	225
1.2.18	木质素磺酸钠分散剂, HG/T 3507—2008	225
1.2.19	双 1,6-亚己基三胺五亚甲基膦酸 (BHMTMPMA), GB/T 22591—2008	226
1.3	杀生剂技术标准	226
1.3.1	氯, GB/T 5138—2006	226
1.3.2	次氯酸钠, HG/T 2498—1993	226
1.3.3	次氯酸钙 (漂粉精), GB 10666—2008	226

1.3.4	漂白粉, HG/T 2496—2006	227
1.3.5	漂液, HG/T 2497—2006	227
1.3.6	二氧化氯, GB/T 20783—2006 (代 HG/T 2777—1996) ...	227
1.3.7	三氯异氰尿酸, HG/T 3263—2001	228
1.3.8	二氯异氰尿酸钠, HG/T 3779—2005	228
1.3.9	十二烷基二甲基苄基氯化铵, HG/T 2230—2006	229
1.3.10	异噻唑啉酮衍生物, HG/T 3657—2008	229
1.3.11	工业亚氯酸钠, HG 3250—2001	229
1.3.12	二溴海因 (DBDMH), GB/T 23849—2009	230
1.3.13	溴氯海因 (BCDMH), GB/T 23854—2009	230
1.3.14	二氯海因 (DCDMH), GB/T 23856—2009	231
1.4	清洗剂及清洗用缓蚀剂的技术标准	231
1.4.1	氨基磺酸, HG 2527—93	231
1.4.2	柠檬酸, GB 1987—2007	231
1.4.3	苯胺, GB 2961—2006	232
1.4.4	甲醛, GB/T 9009—2011	232
1.4.5	硫脲, HG/T 3266—2002	233
1.4.6	六亚甲基四胺, GB/T 9015—2002	233
1.4.7	工业氟化氢铵, HG/T 3586—1999	233
附录 2	水处理剂的毒性试验数据	234
2.1	杀生剂毒性试验数据	234
2.2	混凝剂、除氧剂、清洗剂、润湿剂及缓蚀阻垢剂毒性试验数据 ...	240
附录 3	常用金属管材的主要化学成分	244
3.1	常用牌号黄铜管的主要化学成分	244
3.2	常用牌号白铜管的主要化学成分	244
3.3	常用牌号不锈钢管的化学成分	244
3.4	常用牌号钛管的化学成分及杂质含量	244
参考文献	245

第一章 冷却介质——水的特性

1 为什么工业生产中多采用水作冷却介质？

工业上采用的冷却介质有水、空气、氨、有机物等，最常使用的是水。

把水作为冷却和传送热量的介质是由其特性决定的。水的各种特性是由其结构上的特点决定的。水在分子结构上的特点就是具有极大的极性和很强的生成氢键的能力，因而大大地增强了分子之间的作用力，使得水的内聚力很大。一般液体的内聚力（以内压力表示）只有200~500MPa，而水则高达2200MPa。因此，如果要改变水的物态，就需要更多的热量和更高的温度，以克服内聚力。在液体中，水的比热容最大，为 $4.18\text{J}/(\text{g}\cdot^{\circ}\text{C})$ ，比等体积的空气大3300倍。因此，使水温每升高 1°C 或降低 1°C 需要吸收或放出的热量要比其他物质大得多。也就是说，比起其他物质，水具有储存或放出较多热量的能力。由于这种特性，工业生产上常用水作为冷却介质，通过水冷器使工艺介质冷却。液态水转化为气态时，有最大的汽化热，为 $2256.7\text{J}/\text{g}$ (100°C)。所以水又被广泛地作为载热体使用，先是吸收储存热量转化为蒸汽，再是传送热量并做功。这就是水被广泛地用于冷却和传送热量的原因。

在常温下，水是无色、无味、无毒的透明液体，在自然界广泛分布。水的沸点较高，常压下为 100°C 。在通常的水冷却条件下，不至于汽化。另外，水的来源广泛，流动性好，易于输送和分配，运行处理费用较低。这些特点也使水适宜做冷却介质。

2 天然水中为什么会有杂质？

自然界没有纯净的水。水在地球上无处不在，但又处于非静止状态。天然水在大自然的循环过程中无时不与外界接触，因而使水中含有不同成分和不同数量的杂质。其主要来源如下。

(1) 大气降水（雨雪）过程中，水与空气接触，溶入了空气中的氧、氮、二氧化碳等气体，同时也溶入了城镇工业区大气中的污染物，如二氧化硫、硫化氢、盐酸、有机物、微生物等，也溶入了灰尘、工业烟尘等。由风送至高空的盐类，也能溶于雨雪中成为淡盐溶液。

大气降水是由海洋和陆地所蒸发的水蒸气凝结而成，其水质决定于地区条件，变化很大。但总的说雨雪水是杂质少且矿化度低的软水，含盐量一般在 $30\sim 50\text{mg}/\text{L}$ ，其组成在沿海地区以 Na^+ 、 Cl^- 为主，内陆以 Ca^{2+} 、 HCO_3^- 为主；含 O_2 、 CO_2 常饱和或过饱和，有时含氮化物；一般pH值在 $5.5\sim 7.0$ 范围。

(2) 地表面的径流与地下的渗流将土壤和岩石中的易溶盐或难溶盐类中的矿物质溶入水中，成为溶解离子。这些岩石中的矿物质有碳酸钙（石灰石）、碳酸镁（白云石）、硫酸钙（石膏）、硫酸镁（泻盐）、二氧化硅（砂）、氯化钠（食盐）、硫酸钠（芒硝）等。随着水流经的岩层不同，水的酸碱性不同，溶解的离子及其浓度也不相同。

(3) 江河水的流动卷带了河床中的泥砂等悬浮物，使水有不同程度的浑浊度。

(4) 工业排水如未经处理就排放会污染地表水和表层地下水，使水中含有重金属、有机

物、油状物等各种复杂成分的污染物。

由于江河湖海的水中均含有一定杂质，故雨水丰富地区的江湖水含盐量低，为软水或极软水。干旱地区的河水或地下水含盐量较高，常为硬水。将其用于冷却水系统时均需经过预处理，特殊情况下有的进行软化或脱盐处理。

3 江河水有什么特点？

河流是降水经地面径流汇集而成的，在发源地可能受高山冰雪或冰川补给，沿途可能与地下水相互交流。河水水质与水所接触的岩石土壤、地形和地质条件直接相关。不同地区的矿物组成决定了河水的基本化学成分。其含盐量一般在 100~200mg/L，不超过 500mg/L。所含离子类型多为 $\text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+$ 、 $\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$ ，也有的为 $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+}$ ，个别的为 $\text{Cl}^- > \text{HCO}_3^-$ 。世界河流平均含盐量约 100mg/L，我国河流平均含盐量推算约为 166mg/L。

河水能卷带泥砂等悬浮物，形成浑浊度，且随季节变化，冬天低，夏天或汛期高，达数十或数百甚至上千度。沼泽地流出的水中可含腐殖质、藻类等的色素。水质随季节变化，水温直接与季节相关。

正常情况下，水中溶解氧为饱和状态，有机物含量（COD 或 BOD）较低。

河水水质与地域条件密切相关。如气候、降水量、蒸发量、地形、土壤等条件都影响水质。根据我国情况，可分为四个区域，即潮湿区、湿润区、过渡区和干旱区，参数大致如下。

我国河流不同区域的大致参数^[1,6]

分 区	潮湿区	湿润区	过渡区	干旱区
年降水量/mm	>1600	1600~800	800~400	<400
平均含沙量/(kg/m ³)	0.1~0.3	0.2~5	1~30	—
常见浑浊度/NTU	50~300	100~2000	500~20000	—
矿化度/(mg/L)	<100	100~300	200~500	>500
总硬度/(mmol/L)	<0.5	0.5~1.5	1.5~3.0	>3.0
pH 值	6.0~7.0	6.5~7.5	7.0~8.0	7.5~8.0 以上
水质类型	[C]Ca [C]Na	[C]Ca [C]Na	[C]Ca [C]Na [S]Na	[C]Ca [S]Na [Cl]Na
地区范围	东南沿海	长江流域 西江流域 西南地区 黑龙江流域 松花江流域	黄河流域 河北地区 辽河流域	内蒙古地区 西北地区

4 地下水的水质变化倾向如何？

地下水由降水或地表水经过土壤岩石地层的渗流形成。其水质与所接触的岩石、土壤以及层深等环境因素相关，并相差较大。地下水按其深度可分为表层水、层间水、深层水。表层水包括土壤水和潜水，即不透水层以上的地下水，与大气相通，受外界（地面环境）影响较大。层间水指不透水层以下的中层地下水，不直接与外界相通，受外界影响小，一般承压，甚至可形成自流井水或泉水。深层水几乎与外界隔绝。

地下水水质的基本特点是悬浮杂质少，水比较清澈透明；受地面污染的影响少，有机物含量及微生物含量少；溶解盐含量高，硬度和矿化度较大。水层越深，这些地下水的特点越