

金熙 项成林 齐冬子 编

# 工业水处理技术问答

第三版



化学工业出版社  
环境科学与工程出版中心

# 工业水处理技术问答

(第三版)

金 熙 项成林 齐冬子 编

化学工业出版社

环境科学与工程出版中心

·北京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

工业水处理技术问答/金熙, 项成林, 齐冬子编.  
3 版. —北京: 化学工业出版社, 2003. 6  
ISBN 7-5025-4475-5

I. 工… II. ①金…②项…③齐… III. 工业用  
水-水处理-问答 IV. TQ085-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 042177 号

---

工业水处理技术问答

(第三版)

金熙 项成林 齐冬子 编

责任编辑: 骆文敏

责任校对: 陶燕华

封面设计: 于兵

\*

化学工业出版社 出版发行

环境科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

\*

新华书店北京发行所经销

北京管庄永胜印刷厂印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 26½ 插页 1 字数 702 千字

2003 年 8 月第 3 版 2003 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4475-5/X·294

定 价: 53.00 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

## 第三版前言

编写本书的目的是为广大水处理工作者提供简明的技术资料，以迅速推广水处理技术。工业水处理技术牵涉到各行各业，关系到环境保护、水资源的合理使用。我国水资源量虽然是世界的第六位，但人均占有水资源量很低，属贫水国家。所以水资源管理已经成为头等重大课题。当我们开始编写本书第二版时，我国人均年径流量为世界的第 88 位，到第二版出版时已降为第 109 位。最近我们惊奇地从资料<sup>[75]</sup>中看到又降为 121 位。这些数据使我们更感到节约水资源何等重要。水资源匮乏威胁着人类生存，将会成为深刻的社会危机。紧迫的形势也应促进我们努力掌握水处理技术知识，做好水处理工作。

本书第二版出版以来，深受广大读者欢迎，但我们仍感很不足。主要问题是：近年水处理技术在不断发展，在问答题中反映新的技术还不够；常用数据部分篇幅过大，资料不够系统，有的资料已过时。针对以上问题，本版主要作了以下修改和补充。

(1) 原书名为《工业水处理技术问答及常用数据》，改为《工业水处理技术问答》。

(2) 增补和修改了问答题，由原来的 506 题增加到 666 题。对近年发展较快的膜分离技术，增加了介绍篇幅；新增了海水、苦咸水淡化处理方法的介绍。同时在各章中均补充了近年技术发展和经验积累的新内容。

(3) 将原“第二篇常用数据”进行了压缩修改，改为“附录”。删去了旧的标准、定额及部分不常用的图表，进行了系统分类。主要保留的内容是：水的物理化学性质、各种用水的标准和规定及水处理剂的标准、规定和性能等内容。为方便水处理工作者查找，尽量收集了近年出版较新的技术标准。

(4) 为表达阴阳离子平衡关系, 第二版中用 $[\text{H}^+]$ mol 及 $[\text{H}^+]$ mol/L 表示当量及当量浓度  $N$ 。这种表示方法应用不普及。本版参考有关资料<sup>[61]</sup>, 改用物质的量浓度  $c\left(\frac{1}{x} \text{A}^{x+}\right)/(\text{mol/L})$  或  $c\left(\frac{1}{x} \text{B}^{x-}\right)/(\text{mol/L})$  表示阳离子或阴离子的当量浓度; 用  $Q_v\left(\frac{1}{x} \text{A}^{x+}\right)/(\text{mmol/L})$  或  $Q_v\left(\frac{1}{x} \text{B}^{x-}\right)/(\text{mmol/L})$  表示阳离子或阴离子交换树脂的体积交换容量; 用  $Q_m\left(\frac{1}{x} \text{A}^{x+}\right)/(\text{mmol/g})$  或  $Q_m\left(\frac{1}{x} \text{B}^{x-}\right)/(\text{mmol/g})$  表示阳离子或阴离子交换树脂的质量交换容量。详见本书第一章第 20 题。

本书修订过程中曾得到各方面的支持, 使我们受益匪浅。在此特向麦玉筠、许建华、包义华、岳舜琳、许振良等同行表示衷心的感谢。

金 熙 项成林 齐冬子

2002. 11

## 第二版序

《工业水处理技术问答及常用数据》在原《工业水处理技术问答》的基础上，经过编著者几年的努力修订，今天和广大读者见面了。

本书主要是为从事工业水处理的实际工作者编写的一本工具书。采用一问一答的形式，内容简明扼要，深入浅出，既有对理论的阐述，又有实践经验的总结。1989年初次出版后，深受广大读者的欢迎。

本次再版增添了许多新的内容。篇幅增加了一倍左右，介绍了目前国际上工业水处理技术的前沿水平，提出了更多的处理实际问题的方法。本书还补充了许多非常有实用价值的图表，采用了法定计量单位。对于工厂的技术人员、技术工人、大专院校有关专业的师生和科研工作者都会有很大的益处。

工业水处理技术既是一门边缘科学，又是一门实用技术。在全世界面临淡水资源紧张的条件下，在热工装置和化工、轻工、冶金、机械、电子等行业对超纯水和冷却水的要求日益提高的情况下，推广使用工业水处理技术有着很大的意义。

我国是世界上严重缺乏淡水的国家之一。我国地面水资源只占世界第六位，而人均淡水资源只有 2700 立方米，占世界第 88 位，仅为世界人均占有量的四分之一。而我国工业冷却水采用闭路循环的，只占不到 50%，又是个很大的浪费。

20 世纪 70 年代以来，我国引进和自行开发了多种冷却水闭路循环的技术，目前，大氮肥厂水的重复利用系数已达到 94% 以上，取得了很好的经济效益和环境效果。国家的政策是大力推广各种节水技术，保证经济发展和环境保护的需要。因此，无论对已采用或将要采用冷却水闭路循环技术的企业，本书都会是很有用处的。

本书的三位作者都是多年从事工业水处理的生产和管理方面的专家。有着深厚的理论功底和丰富的实践经验。这本书是他们对工业水处理最新理论成果的介绍，也是他们本身多年工作经验的总结。希望能对广大读者有所裨益。

化工出版社多年来为读者提供了许多精品书籍。这次又修订出版了这样一本很有实用价值的书，相信广大读者一定会需要它。

化工部生产协调司 高 岁

1996 年 1 月

## 第二版前言

本书原名《工业水处理技术问答》，出版于1989年。本书是在原书基础上修改后写成的，修改的主要内容如下：

(1) 增补了较多的新问答题，对原有的问答题也作了适当修订。原来为335问，现增加到506问。增补内容考虑的主要因素是：尽量完整介绍工业水处理技术、近年水处理技术的发展和经验积累以及某些实用的计算方法。

(2) 为方便水处理工作者查阅资料，本书收集了大量有关水处理的实用技术数据。共计310组图或表，占用篇幅较大。为此，我们感到再用原书名不合适了，故改为现书名：《工业水处理技术问答及常用数据》。全书分为两篇。第一篇为：工业水处理技术问答；第二篇为：常用数据。为使读者了解资料来源，我们在大多数常用数据题目的右上角用方括号[]注明了参考文献编号。对原资料中个别我们认为不够确切之处，加了编者注。

(3) 原书使用了一部分非法定计量单位，这次本书中已全改用法定计量单位。如原书的压强（压力）单位为 $\text{kgf/cm}^2$ 、 $\text{atm}$ 、 $\text{mmHg}$ 等，现改为兆帕（ $\text{MPa}$ ）或千帕（ $\text{kPa}$ ）；热量单位原用 $\text{cal}$ 、 $\text{kcal}$ ，现改为焦耳（ $\text{J}$ ）、千焦（ $\text{kJ}$ ）。法定单位规定物质的量单位是摩尔（ $\text{mol}$ ），浓度名称为物质的量浓度。当量或当量浓度是废止的名称，在本书中一律不用。以往当量及当量浓度在水处理技术中应用很普遍，因用其表达水中阴阳离子平衡、离子交换平衡概念清楚、方便计算，而用 $\text{mol}$ 和 $\text{mol/L}$ 来表示有时不够确切。为此，本书中使用了 $[\text{H}^+]\text{mol}$ 及 $[\text{H}^+]\text{mol/L}$ 来代替当量和当量浓度 $\text{mN}$ 。 $[\text{H}^+]\text{mol}$ 表示：物质的量的基本单元为 $[\text{H}^+]$ ，即能提供或接受 $1\text{mol H}^+$ 的物质称为 $1[\text{H}^+]\text{mol}$ 。为使读者习惯新单位，本书中增加了一些解释物质的量及其浓度单位的问答题，并在



第二篇中增加了单位换算的篇幅，在许多数据表中增加了新旧单位对照的数据。

本书修订之前，曾于1994年征求过水处理界部分同行及读者的意见。对我们有很多有益的启示。这次修订，我们主观愿望是将本书内容写得更加实用些、概念和数据尽量准确些、服务对象更加广泛些。使本书不仅有助于水处理工作的工人，也有助于技术人员，同时有助于自学水处理技术的管理干部和技术人员。但是由于我们水平有限，尚感写得不尽人意。所以，希望水处理界的同行及广大读者批评指正。

本书在进行修订时，曾得到高岁、胡启明、麦玉筠、薛树森、王增愉、许建华、金瑾临、岳舜琳等同志的帮助和支持，在此，谨向以上领导和同行表示感谢。

金 熙 项成林 齐冬子

1996.3

## 内 容 提 要

本书以问答形式介绍工业水处理技术的知识。全书分五章：水的基本知识、水的净化、水的软化和除盐处理、炉水处理及敞开式循环冷却水的化学处理。共计 666 个问题，一问一答，内容丰富，深入浅出，通俗易懂。附录中收集了水的物理化学性质、各种用水及水处理剂的技术标准等资料。本书可供从事水处理工作的管理干部、技术人员学习参考，亦可作为工人的自学教材。

本版由金熙、项成林和齐冬子完成修订工作，金熙审阅。

# 目 录

<b>第一章 水的基本知识</b> .....	1
1 地球上水储量的分布及水资源情况如何? .....	1
2 我国水资源的情况怎样? .....	2
3 水有些什么特性? .....	4
4 水在自然界是如何进行循环的? .....	5
5 地表水和地下水有些什么特点? .....	6
6 为什么把水作为冷却和传送热量的介质? .....	9
7 什么叫水的蒸汽压、沸点、冰点? .....	9
8 什么是饱和蒸汽和过热蒸汽? .....	9
9 什么叫密度、相对密度? 什么叫比热容? .....	10
10 什么叫溶液、饱和溶液、溶解度? .....	10
11 何谓溶度积? 有何意义? .....	11
12 什么叫分子、原子、元素? .....	12
13 什么叫单质、化合物、混合物? .....	12
14 什么是物质的量及其单位——摩尔? .....	12
15 什么叫相对原子质量、相对分子质量? 什么是摩尔质量? 前两者与摩尔质量有何不同? .....	14
16 怎样用“分数”表示溶液组成的量和单位? .....	14
17 什么是质量浓度? .....	15
18 什么是物质的量浓度? .....	16
19 什么是质量摩尔浓度? .....	17
20 怎样用物质的量浓度来代替当量浓度? .....	17
21 如何计算以氢离子为基本单元的摩尔质量? .....	20
22 天然水中含有哪些杂质? 按颗粒大小如何分类? .....	23
23 什么是水中的悬浮物质? .....	25
24 什么是水中的胶体物质? .....	25
25 什么是水中的溶解物质? 水中溶有哪些主要离子和气体? .....	25

26	天然水中的杂质对水质有些什么影响？ .....	26
27	水中的有机物质是指什么？有机物对水体有什么危害？ .....	27
28	为什么水中 $\text{CO}_2$ 会对碳钢产生腐蚀？ .....	27
29	水中的主要阴、阳离子对水质有些什么影响？ .....	28
30	为什么有的水会有臭味？ .....	28
31	什么是水的总固体、溶解固体和悬浮固体？ .....	29
32	什么是水的含盐量？ .....	29
33	什么是水的浑浊度？ .....	30
34	如何使用比光浊度仪？ .....	30
35	什么是光电浊度仪？ .....	31
36	各种类型光电浊度仪的性能有什么不同？使用时要注意什么？ .....	34
37	什么是水的透明度？ .....	35
38	如何以透明度来划分水的等级？ .....	36
39	什么是水的色度？ .....	37
40	什么是水的硬度？ .....	38
41	水的硬度有哪几种？ .....	38
42	硬度的单位是如何表示的？ .....	39
43	硬水对工业生产有什么危害？ .....	39
44	什么是水的碱度？水中的碱度有哪几种形式存在？ .....	40
45	水中各种碱度的相互关系如何？ .....	41
46	碱度的单位是如何表示的？水质的硬度和碱度常标“以 $\text{CaCO}_3$ 计”是何意？ .....	42
47	天然水是如何按照硬度和含盐量来分类的？ .....	43
48	天然水如何按水中主要阴阳离子分类？ .....	44
49	如何根据硬度和碱度的关系了解水质？ .....	45
50	什么是水的酸度？ .....	47
51	何谓水的电阻率？ .....	48
52	何谓水的电导度和电导率？和电阻率之间有何关系？ .....	48
53	什么是水的 pH 值？有什么意义？ .....	50
54	天然水中的碳酸从何而来？以什么形态存在？ .....	51
55	什么是电解质？什么叫电离平衡？ .....	51
56	何谓水中碳酸的平衡？ .....	53

57	什么是活性硅？什么是胶体硅？ .....	57
58	水中硅酸化合物以何种形态存在？ .....	57
59	什么叫水的溶解氧（DO）？ .....	58
60	什么叫化学需氧量（COD）？ .....	59
61	什么叫生化需氧量（BOD）？如何以生化需氧量（BOD）来判 断水质的好坏？ .....	60
62	什么叫总需氧量（TOD）？ .....	61
63	什么叫总有机碳（TOC）？ .....	61
64	如何对水质分析的结果用阴阳离子总量进行校正？ .....	61
<b>第二章 水的净化 .....</b>		<b>63</b>
65	原水中含有的杂质一般以何种方法将其去除？ .....	63
66	什么是水的预处理？预处理有哪些主要方法？ .....	65
<b>（一）混凝 .....</b>		<b>65</b>
67	为什么水中胶体颗粒不易自然沉降？ .....	65
68	水中胶体颗粒的结构有什么特点？ .....	66
69	怎样使胶体颗粒沉淀？ .....	67
70	什么叫凝聚？ .....	67
71	什么是电凝聚？其原理如何？ .....	68
72	什么叫絮凝？ .....	69
73	什么叫混凝、混凝过程和混凝处理？ .....	70
74	什么叫混凝剂？有哪些常用的混凝剂？ .....	70
75	为什么混凝剂能除去水中的胶体物质？ .....	72
76	碱式氯化铝（PAC）混凝剂有何特点？ .....	73
77	聚丙烯酰胺（PAM）絮凝剂有什么特性？如何应用？ .....	74
78	为什么碳酸镁絮凝剂可以循环使用？ .....	76
79	何谓微生物絮凝剂？ .....	77
80	什么叫助凝剂？有哪些常用的助凝剂？ .....	78
81	pH 值对铝盐混凝剂有些什么影响？ .....	78
82	pH 值对于铁盐混凝剂有些什么影响？ .....	79
83	影响混凝效果的因素是什么？ .....	79
84	混凝剂的投加对水质碱度、酸根有些什么影响？ .....	80
85	絮凝剂的用量是如何确定的？ .....	81
86	石灰水在水的预处理中起什么作用？ .....	82

(二) 沉淀与澄清 .....	83
87 沉淀有哪几种形式? .....	83
88 沉淀处理的效果受哪些因素影响? .....	83
89 什么是平流沉淀池? .....	84
90 什么是竖流沉淀池? .....	86
91 什么是辐流式沉淀池? .....	86
92 什么叫斜板、斜管沉淀池? .....	88
93 影响斜板、斜管沉淀池效果的因素是什么? .....	89
94 同向流斜板、斜管沉淀池有什么特点? .....	90
95 试述各类沉淀池的适用条件? 有何优缺点? .....	91
96 澄清池和沉淀池有何不同? .....	92
97 什么是加速澄清池? .....	92
98 如何进行加速澄清池的操作控制? .....	94
99 加速澄清池运行中易出现哪些异常现象? 应如何处理? .....	96
100 泥渣在澄清过程中有什么作用? .....	96
101 为什么要控制澄清池的泥渣回流量? .....	97
102 如何测定悬浮泥的沉降比? .....	98
103 什么是水力循环澄清池? .....	98
104 如何进行水力循环澄清池的操作控制? .....	99
105 什么是改进型的水力循环澄清池? .....	100
106 什么是脉冲澄清池? .....	102
107 如何进行脉冲澄清池的操作控制? .....	104
108 超脉冲澄清池是什么原理? .....	105
109 什么是悬浮澄清池? .....	107
110 如何进行悬浮澄清池的运行管理? .....	108
111 试述各类澄清池的适用条件? 有何优缺点? .....	108
112 澄清(沉淀)池有几种排泥方法? 有何优缺点? .....	109
113 水温的变化对澄清池出水水质有何影响? .....	110
114 澄清池出现大量矾花上浮是何原因? .....	110
115 澄清池里加氯有什么作用? .....	111
116 什么叫气浮净水技术? .....	112
117 什么是压力溶气气浮净水技术? .....	112
118 气浮净水技术有何特点? 其适用条件如何? .....	114

(三) 过滤 .....	115
119 过滤在水的净化过程中有何作用? .....	115
120 滤池的过滤原理是什么? .....	115
121 快滤池的工作原理是怎样的? .....	116
122 快滤池要进行哪些测定工作? .....	117
123 什么叫滤池的水头损失? 为什么要控制水头损失? .....	119
124 快滤池常见什么故障? 如何处理? .....	119
125 为什么滤池要有一定的冲洗时间? .....	120
126 滤池的冲洗有哪几种方式? .....	120
127 什么叫反洗强度? 怎样确定合适的反洗强度? .....	121
128 什么是虹吸滤池? .....	121
129 什么是重力式无阀滤池? .....	123
130 如何进行重力式无阀滤池的开、停车操作? .....	124
131 何谓微絮凝直接过滤技术? .....	125
132 什么是 V 形滤池? .....	126
133 各种滤池的适用条件如何? 有何优缺点? .....	128
134 过滤池的运行周期缩短应如何处理? .....	129
135 砂滤池出水浑浊度超标是什么原因? .....	130
136 什么是上向流过滤池? .....	130
137 什么是平向流过滤池? .....	131
138 什么是移动床过滤池? .....	133
139 什么是单流式机械过滤器? 如何运行操作? .....	133
140 什么是双流式机械过滤器? 如何运行? .....	135
141 机械过滤器在运行中会出现哪些异常现象? 应如何处理? .....	136
142 均粒石英砂滤料滤池有些什么特点? .....	137
143 什么是生物过滤池? .....	137
144 什么是影响滤池运行的主要因素? .....	139
145 什么叫滤层的截污能力? 与哪些因素有关? .....	140
146 对滤池的滤料有何要求? .....	140
147 什么叫滤料的不均匀系数? 其大小对过滤有什么影响? .....	141
148 什么是双层滤料? 有什么特点? .....	142
149 什么是三层滤料滤池? .....	142
150 使用三层滤池应注意些什么? .....	143

151	陶粒滤料有什么特点？ .....	144
152	什么是纤维球滤料？ .....	144
153	什么是微滤机？ .....	145
154	微过滤与常规过滤有些什么区别？ .....	145
155	什么是微孔膜过滤技术？ .....	146
156	微孔过滤的机理和特点是什么？ .....	146
157	什么是超过滤技术？ .....	148
158	超过滤的工作原理及其特点是什么？ .....	149
159	活性炭在水处理中有何作用？ .....	149
160	活性炭过滤原理是什么？ .....	150
161	活性炭过滤器有什么作用？运行时要注意些什么？ .....	150
162	水处理用活性炭吸附装置有哪些形式？ .....	151
163	水处理用活性炭是如何制造的？ .....	153
164	哪种活性炭用在净水和给水处理上？ .....	154
165	如何选用活性炭？ .....	155
166	活性炭有哪些吸附特性？ .....	157
167	哪些因素影响活性炭的吸附？ .....	159
168	活性炭有何技术特性？失效后如何再生处理？ .....	161
169	活性炭净水器对活性炭有何要求？ .....	161
170	什么是纤维状活性炭？ .....	163
171	新活性炭需经哪些处理才能投用？ .....	163
172	如何去除水中的铁和锰？ .....	163
(四)	消毒 .....	164
173	为什么要进行水的消毒？ .....	164
174	消毒的方法有哪几种？ .....	164
175	氯气有些什么特性？ .....	165
176	为什么不宜将氯瓶内的液氯都用光？ .....	165
177	在液氯钢瓶上洒水是起什么作用？ .....	166
178	氯气的杀生原理是什么？ .....	166
179	什么是有效氯、需氯量、转效点加氯、结合氯、游离氯和总氯？ .....	166
180	加氯量如何确定？ .....	167
181	加氯点是如何确定的？ .....	169



182	液氯钢瓶在使用过程中, 有哪些安全注意事项? .....	170
183	加氯装置有哪些主要类型? 其工作原理如何? .....	171
184	加氯操作要注意哪些安全事项? .....	172
185	加氯系统漏氯时如何查找? .....	173
186	臭氧有哪些物化性质? .....	173
187	臭氧是如何氧化水中的有机物质的? .....	174
188	如何制造臭氧消毒剂? .....	176
189	臭氧发生器的构造怎样? .....	177
190	哪些因素影响臭氧发生器的产量? .....	179
191	用什么方法把臭氧加入水中? .....	182
192	臭氧消毒剂在给水处理中的应用情况怎样? .....	184
193	二氧化氯的物理、化学性质怎样? .....	185
194	二氧化氯与氯的杀生效果有些什么不同? 与氯、臭氧、紫 外线消毒方法的综合评价如何? .....	186
195	制备二氧化氯有哪些方法? .....	188
196	对投加二氧化氯有什么要求? .....	191
197	影响二氧化氯稳定的因素有哪些? .....	191
198	什么是紫外线消毒? .....	192
199	紫外线杀菌装置是怎样的? .....	193
200	紫外线杀菌效果与哪些因素有关? .....	194
201	用紫外线消毒要注意些什么? .....	194
<b>第三章 水的软化和除盐处理</b> .....		196
<b>(一) 离子交换剂</b> .....		196
202	什么叫离子交换剂? 可分哪几类? .....	196
203	离子交换树脂发展的简况怎样? .....	196
204	磺化煤、天然绿砂及人造沸石有什么主要性能? .....	197
205	磺化煤在使用时应注意什么? .....	198
206	磺化煤为什么能“脱色”? 应如何处理? .....	198
207	什么是离子交换树脂? 可分哪几类? .....	199
208	离子交换树脂有哪些主要性能? .....	200
209	离子交换树脂的结构是怎样的? .....	201
210	离子交换树脂为什么制成球形? .....	202
211	离子交换树脂的粒度及均匀性对水处理有什么影响? .....	202