

新编实用化工产品丛书



丛书主编 李志健
丛书主审 李仲谨

水处理剂

— 配方、工艺及设备

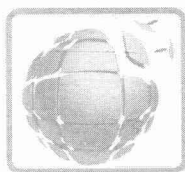
SHUICHULIJI PEIFANG GONGYI JI SHEBEI

孟卿君 刘汉斌 李志健 等编著



化学工业出版社

新编实用化工产品丛书



丛书主编 李志健
丛书主审 李仲谨

水处理剂

——配方、工艺及设备

SHUICHULIJI PEIFANG GONGYI JI SHEBEI

孟卿君 刘汉斌 李志健等编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书对水处理剂的概念、分类、发展动态以及净水原理等进行了简单介绍。重点阐述了冷却水处理用药剂,油田废水处理药剂,锅炉及工艺用水处理药剂,造纸废水处理药剂,饮用水及生活用水处理药剂以及农业、水产养殖业、景观废水处理药剂的特性、常用配方和生产工艺。同时,对水质检验、水处理剂生产设备等进行了介绍。

本书适合从事水处理剂生产、配方研发、管理的人员使用,同时可供精细化工、环境等专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

水处理剂:配方、工艺及设备/孟卿君等编著.

北京:化学工业出版社,2018.8

(新编实用化工产品丛书)

ISBN 978-7-122-32299-9

I. ①水… II. ①孟… III. ①水处理剂

IV. ①TU991.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第112487号

责任编辑:张艳 刘军

文字编辑:孙凤英

责任校对:边涛

装帧设计:王晓宇

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:三河市延风印装有限公司

710mm×1000mm 1/16 印张12 $\frac{3}{4}$ 字数238千字 2018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

前言

FOREWORD

“新编实用化工产品丛书”主要按照生产实践用书的模式进行编写。丛书对所涉及的化工产品的门类、理论知识、应用前景进行了概述，同时重点介绍了从生产实践中筛选出的有前景的实用性配方，并较详细地介绍了与其相关的工艺和设备。

该丛书主要面向相关行业的生产和销售人员，对相关专业的在校学生、教师也具有一定的参考价值。

该丛书由李志健任主编，余丽丽、王前进、杨保宏担任副主编，李仲谨任主审，参编单位有西安医学院、陕西科技大学、陕西省石油化工研究设计院、西北工业大学、西京学院、西安工程大学、西安市蕾铭化工科技有限公司、陕西能源职业技术学院。参编作者均为在相关企业或高校从事多年生产和研究的一线中青年专家学者。

作为丛书分册之一，本书主要是从水处理剂中的主要有效成分和其相关功效出发，介绍水处理剂的配方、作用原理、工艺以及相关设备，以满足相关行业的生产、销售人员对水处理剂基本知识的需求，同时也能提高普通消费者对水处理剂的正确认识。

全书共 10 章。第 1 章主要对水资源现状、水处理剂现状和分类、水处理剂的发展趋势进行概述；第 2 章对水处理剂的主要作用原理进行阐述；第 3 章～第 8 章详细阐述各类功效水处理剂的常用配方、生产工艺及性质和用途；第 9 章介绍了水质检验的主要指标及方法；第 10 章介绍了水处理剂生产过程所需的主要设备。

本书的各章编写人员分工如下：

李志健（陕西科技大学）负责编写第 1 章；王念东（陕西科技大学）负责第 2 章、第 8 章；刘汉斌（陕西科技大学）负责编写第 3 章～第 5 章，孟卿君（陕西科技大学）负责编写第 6 章、第 7 章、第 9 章、第 10 章。全书最后由孟卿君和李仲谨（陕西科技大学）统稿和审阅定稿。

在本书的编写过程中，陕西科技大学的宋发发、杨丽红、李俊炜、张文奇、任国靖、陈彦欣、刘苗苗等在书稿的校对中做了大量的工作，在此一并表示诚挚的感谢。

由于作者水平所限，书中难免有疏漏和不妥之处，恳请读者提出意见，以便完善。

编著者
2018年5月

目录

CONTENTS

1 水处理剂概述	001
1.1 水资源现状	001
1.2 水处理剂的概念、分类	002
1.3 水处理剂的发展动态	002
2 净水原理	004
2.1 絮凝剂	004
2.1.1 絮凝剂的定义	004
2.1.2 絮凝剂的分类	004
2.1.3 絮凝剂的作用机理	005
2.2 阻垢剂	008
2.2.1 阻垢剂的定义	008
2.2.2 阻垢剂的分类	009
2.2.3 阻垢剂的作用机理	009
2.3 缓蚀剂	010
2.3.1 缓蚀剂的定义	010
2.3.2 缓蚀剂的分类	010
2.3.3 缓蚀剂的作用机理	012
3 冷却水处理用药剂	017
3.1 冷却水水质要求	017
3.2 冷却水污染物来源及分类	017
3.3 冷却水污染防治	018
3.3.1 缓蚀剂	018
3.3.2 阻垢分散剂	018
3.3.3 杀生剂	019
3.3.4 清洗剂	019
3.4 冷却水处理剂配方	020

4 油田废水处理药剂	036
4.1 油田废水的污染物来源及处理意义	036
4.2 油田废水所含污染物质	036
4.3 油田废水处理方法	037
4.3.1 絮凝剂	037
4.3.2 破乳剂	037
4.3.3 杀菌剂	038
4.3.4 除氧剂	038
4.3.5 阻垢剂	038
4.4 油田废水处理剂配方	039
5 锅炉及工艺用水处理药剂	050
5.1 锅炉及工艺用水水质要求	050
5.2 锅炉及工艺用水处理药剂	051
5.2.1 离子交换剂	051
5.2.2 软化剂	052
5.2.3 除氧剂	053
5.2.4 pH 值调节剂	054
5.2.5 阻垢剂	054
5.2.6 缓蚀剂	055
5.2.7 清洗剂	056
5.2.8 吸附剂	056
5.3 锅炉及工艺用水处理药剂配方	057
6 造纸废水处理药剂	069
6.1 造纸废水污染物及其来源	069
6.1.1 备料工段废水	069
6.1.2 蒸煮废水	070
6.1.3 洗涤筛选工段废水	071
6.1.4 漂白工段废水	071
6.1.5 碱回收车间废水	072
6.1.6 造纸车间废水	073
6.2 造纸废水的处理方法	073
6.3 造纸废水处理药剂配方	074

7 饮用水及生活用水处理药剂	095
7.1 饮用水的污染	095
7.2 饮用水中污染物来源	096
7.3 饮用水中污染物分类、性质及危害	096
7.3.1 有机污染物	096
7.3.2 无机物污染和放射性污染的危害性	097
7.3.3 生物性污染危害性	098
7.3.4 生产过程副产物的危害性	099
7.4 饮用水常用处理方法	099
7.5 饮用水处理剂配方	100
8 农业、水产养殖业、景观废水处理药剂	118
8.1 农业废水中的污染物及来源	118
8.2 水产养殖废水中的污染物及来源	119
8.3 景观废水的污染物及其来源	121
8.4 农业、水产养殖、景观废水常用处理方法	121
8.5 农业、水产养殖业、景观废水处理药剂配方	122
9 水质检验	140
9.1 水样采集	140
9.2 检验技术	142
9.3 水质物理指标的测定	142
9.3.1 悬浮物的测定	142
9.3.2 色度的测定	144
9.3.3 pH 值的测定	144
9.4 有机物综合指标的测定	146
9.4.1 生化需氧量的测定	146
9.4.2 化学需氧量的测定	150
9.4.3 在线有机物的测定	153
9.5 氮、磷化合物的测定	155
9.5.1 氨氮	155
9.5.2 总氮	161
9.5.3 总磷	165
9.6 重金属的测定	168
9.7 粪大肠菌群的测定	170

10 水处理剂生产设备	171
10.1 反应设备	171
10.1.1 间歇式反应器	171
10.1.2 连续式反应器	173
10.2 分散与混合设备	175
10.2.1 粉碎设备类型与结构	175
10.2.2 混合设备类型与结构	177
10.3 分离设备	178
10.4 干燥设备	181
10.4.1 间歇式干燥器	181
10.4.2 回转式干燥器	182
10.4.3 常压滚筒式干燥器	183
10.4.4 气流干燥器	184
10.4.5 喷雾干燥器	184
10.5 搅拌器	185
10.5.1 搅拌器的分类与结构形式	186
10.5.2 搅拌器选型	188
参考文献	190

1

水处理剂概述

1.1 水资源现状

我国水资源总量为 $2.8 \times 10^{12} \text{m}^3$ 。经预测，到 2030 年人口增至 16 亿时，人均水资源量将降到 1760m^3 。按国际上一般承认的标准，人均水资源量少于 1700m^3 为用水紧张的国家。因此，我国未来水资源的形势是严峻的。

淡水是维持生命的重要因素之一。地球表面绝大部分由水所覆盖，总量近 13.8 亿平方千米，但是 97% 的水是海水，不能饮用且不能用于灌溉。为数不多的淡水，却大部分以冰的形式存在，或者存在于很深的地下蓄水层中，不能被人类直接应用。在这么多水源中，真正能被人类应用的淡水仅占淡水水源总量的 0.29%，总量约为 10 万平方千米，存在于河流和湖泊中。

到 2030 年，我国居民需水量将增加到 1340 亿吨，工业用水将增加到 6650 亿吨。水资源缺口将扩大到 2000 亿立方米。水危机将是 21 世纪影响我国经济可持续发展的第一制约因素。到 21 世纪中叶，总的用水量从目前的 5000 多亿立方米增加到 8000 多亿立方米，占我国可利用水资源的 20%，极易产生水危机。我国 617 个城市中，有 300 个城市缺水，50 多个城市严重缺水。有 180 个城市平均日缺水 1200 万立方米，相当于全国城市公共自来水供水能力的 1/5，也就是说需要增加 25% 的年供水能力才能满足需要，这意味着需投资 80 亿元。我国每年用水量增长速度高于国家投资的增长速度。所以，要缓解目前的缺水问题，不能仅依靠国家投资来解决。

我国的淡水资源本身不足，废水量却并不低。全国约有 1/3 的工业废水和 4/5 的生活废水未经处理直接排入江河湖海，使水环境遭到严重污染。

我国水资源的总体战略：必须以水资源的可持续利用支持我国社会经济的可

持续发展。节约用水、治理污水具有重要的意义。水处理剂的大力发展对节约用水、治理污水起着重要的作用。

1.2 水处理剂的概念、分类

在工业用水、生活用水、废水处理过程中,为了水质净化、控制腐蚀、结垢及微生物黏泥等而添加的化学药剂称为水处理剂。

水处理剂是工业用水、生活用水、废水处理过程中所必须使用的化学药剂。水处理剂包括工业、农业、环保、城建、生活等方面用于处理水的化学品,涉及冷却水、锅炉水、饮用水、空调水、污水及包括采油用水的工艺水。

水处理剂从大类分包括絮凝剂、缓蚀剂、阻垢剂、杀菌剂、清洗剂、吸附剂、消泡剂等。

水处理剂生产属于精细化工的范畴,相对于常见化学品,它具有精细化学品的许多特性,如生产规模一般不大,因此建厂设备投资少、产量小;产品品种多,品种的更新换代快;附加产值大;技术服务必不可少;各种产品,尤其是复配产品,具有很强的专用性。

中国水处理剂的生产和应用虽然起步较晚,但由于不同水处理领域发展的历史背景不同,因此对目前所体现的国内外差距不能一概而论。

1.3 水处理剂的发展动态

近年来,随着社会对环境的关注加强,水处理剂的研究方向也发生了变化。水处理剂的研究主要朝两个方面发展。一是药剂已从传统单一性化学品朝着复合型及无毒害生物型发展。二是制备高效环保型水处理剂从基础理论角度开展研究。

无机和有机药剂在水处理中各具特色,在生产和保护环境均起了重要作用。伴随经济发展和人们对良好环境的向往,开发高效低毒多功能絮凝剂势在必行。从国内外发展情况看,开发的复合高分子絮凝剂已经商品化,并不断完善;天然高分子絮凝剂由于它无毒且对某些废水处理效果极佳而得到环境界的重视。为提高适用范围,对其进行改性处理,促使开发出的产品适用于多种类废水处理。开发从两方面入手。其一是天然有机高分子物质的提取技术。根据天然基质化学结构特点,改变其性质。其二是利用生物技术提取特殊菌种,培养驯化成处理特定废水的微生物絮凝剂。国内外已有定型产品,特别是美国、日本等国应用已很成熟,简化了处理流程,提高了处理效果。国内环境保护界也已开展了这项研究,有的已进入终试阶段,有的已用到工程上,实践表明,流程短、处理效率

高，有逐渐代替其他类絮凝剂的可能性。

在研究水处理技术和药剂相关理论基础上，重点研究了絮凝机理、缓蚀机理、阻垢机理、杀菌机理及药剂结构与性能之间的科学规律等，从而更科学、有效地开发新型药剂，遏制环境污染，保护人类生存环境。开发新型、高效、多功能的有机高分子絮凝剂已成为国内外共同关心的课题。国外已研制出兼具絮凝、缓蚀、阻垢、杀菌等多功能的水处理药剂，例如聚季噻嗪、聚吡啶和聚喹啉的季铵衍生物，这就是未来的发展方向之一。

2

净水原理

2.1 絮凝剂

2.1.1 絮凝剂的定义

絮凝剂是指用来将水溶液中小的溶质、胶体或者悬浮物颗粒，变为絮状物沉淀的物质。在水处理的初期，向水中加入絮凝剂，使水中的胶体和悬浮物颗粒絮凝成较大的絮凝体，便于从水中分离出来，从而达到水质净化的目的。这是一种经济有效的水质净化方法。根据组成的不同，可将絮凝剂分为无机絮凝剂和有机絮凝剂。再根据其分子量的大小、官能团的性质以及官能团离解后所带电荷的性质，可将其进一步分为高分子、低分子、阳离子型、阴离子型和非离子型絮凝剂。

2.1.2 絮凝剂的分类

絮凝剂通常分为三类：无机絮凝剂、有机絮凝剂、天然高分子絮凝剂。常见的絮凝剂种类及名称见表 2-1。

表 2-1 常见的絮凝剂种类及名称

种类	名 称
无机絮凝剂	硫酸铝(别名为矾土)、硫酸铝钾(别名为明矾)、硫酸铝铵、氯化铝、硫酸亚铁、硫酸铁、三氯化铁
无机高分子絮凝剂	聚合氯化铝、聚合硫酸铁
有机阳离子高分子絮凝剂	聚-2-羟丙基- <i>N,N</i> -二甲氨氯化铵、环氧氯丙烷与 <i>N,N</i> -二甲基-1,3-丙二胺缩聚物、聚乙烯亚胺、聚丙烯酰胺-丙烯酰胺基二甲胺、丙烯酰胺-甲基丙烯酸二甲氨基乙酯共聚物、聚二烯丙基二甲基氯化铵、丙烯酰胺-二甲基丙基二甲基氯化铵共聚物

种类	名 称
有机阴离子高分子絮凝剂	丙烯酸-丙烯酰胺共聚物、聚丙烯酰胺
天然高分子絮凝剂	阳离子淀粉、淀粉-丙烯酰胺接枝共聚物、羧甲基淀粉钠、羧甲基纤维素钠、壳聚糖、壳聚糖-丙烯酰胺接枝共聚物、海藻酸钠、瓜尔胶、天然黄原胶

2.1.3 絮凝剂的作用机理

絮凝是水处理工艺中常用的技术之一，其主要目的是破坏水中胶体的稳定性，使其沉降，从而去除水中的天然有机物。絮凝的基本理论是有关胶体的解稳方面的，不同的化学絮凝剂进行胶体解稳的方式有所不同。有些絮凝剂具有凝聚剂的功能，有些絮凝剂具有助凝剂的功能，还有一些絮凝剂能通过一种以上的方式解稳胶体。在天然水中存在的无机盐离子或者在水处理中加入的絮凝剂可以通过多种方式影响微粒的稳定性。一是提供反离子可压缩双电层厚度并降低 ξ 电位的作用；二是溶解产生的各种离子与微粒表面发生化学作用而达到电荷中和作用；三是由水解金属盐类生成的沉淀物发挥卷扫网捕作用使微粒转入沉淀；四是有机絮凝剂对胶体的吸附架桥作用。

(1) 改变电位 该方式是通过压缩双电层厚度，降低 ξ 电位，在分散系中加入盐类电解质，将使扩散层中的反离子浓度增大，同时一部分反离子会被挤入Stern层，双电层电位由此会较迅速地降落，从而引起 ξ 电位下降和扩散层厚度被压缩。这种情况可由图 2-1 说明。

带电粒子周围的电位由 Gouy-Chapman 提出，对于扩散层电位 Φ_d 较低的情形，可以近似得到公式(2-1)。

$$k = 3.29 \times 10^9 (\sum c_i Z_i^2)^{\frac{1}{2}} \quad (2-1)$$

式中 k ——德拜-尤格尔长度的倒数， m^{-1} ；

c_i —— i 离子的物质的量浓度；

Z_i ——电荷数。

k^{-1} 为特征长度。

由式(2-1)可以看到，它的大小影响着

电位随距离下降的快慢，因而被称为扩散层厚度。由于它可有效地控制带电粒子间静电力的作用范围，所以是一个非常重要的量。 k 随离子浓度和电荷数增加而增大。因此，在溶胶中加入无机盐可起到压缩扩散层厚度并同时降低 ξ 电位的作用。由于扩散层厚度的减小，静电排斥作用的范围随之减小，微粒在碰撞时可以更加接近。又因为范德华力作用为近距离作用力，在短距离处它将变得很大，因而排斥势能显得相对较小，引起综合位能曲线上的势垒左移并降低高度。当势能

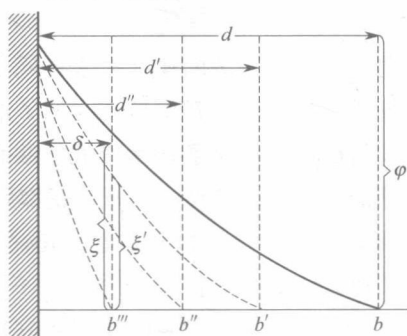


图 2-1 电解质对双电层的影响

降低到一定程度时，胶体将失去其稳定性而发生絮凝。

实际上，胶体从稳定到絮凝的转变常发生在一个相当窄的电解质浓度范围内。对于一定的盐类可以确定出一个临界絮凝浓度 c_f ，称为聚沉值。所谓聚沉值是引起溶胶明显聚沉所需电解质的最小浓度。由 DLVO 理论可证明离子的聚沉值与其电荷的六次方成反比。如式(2-2) 所示：

$$M = \frac{c\epsilon^3 (K_B T)^5 r_0^4}{A^2 Z^6} \tag{2-2}$$

式中 M ——聚沉值；
 Z ——电解质所带的电荷。

如果以聚沉值的倒数表示聚沉能力并记为 Me ，则有： $Me^+ : Me^{2+} : Me^{3+} = 1^6 : 2^6 : 3^6$ 。

此即叔采-哈迪实验规则，由此可见离子的电荷对其聚沉能力的影响很大。

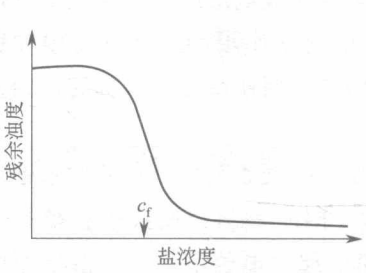


图 2-2 c_f 的确定

除了电荷之外，聚沉能力还受其他许多因素的影响，因而这只是一个近似规律。在实际应用中最简单的方法是准备一系列试管，每支试管中含有相同浓度的胶体粒子，但所含电解质的浓度依次增加，在一定时间后，盐浓度大于 c_f 的试管中将出现浑浊，即发生了絮凝，小于 c_f 的试管中则无变化，直观地目测即能满足需要，由此可确定 c_f 的值。还有一种办法，就是经沉

淀之后测定上清液的浊度，也可确定 c_f 。对应于临界聚沉浓度 c_f ，存在一个临界电位，它是溶胶开始聚沉时的 ξ 电位。如图 2-2 所示。

同价数的反离子，其聚沉值虽然接近，但仍有一定的差异，其中一价离子的差异最为明显。若将一价离子的聚沉能力依次排序，对于正离子，大致为：



对于负离子是：



同价离子的聚沉能力的这种次序称为感胶离子序。从表 2-2 可以看出，它和离子水化半径由小到大的次序大致相同。因此，同价离子聚沉能力的差异可能是水化后离子体积的差异引起的。水化层的存在削弱了静电引力，水化半径越大，离子越不易被微粒吸附，或者说越不易进入微粒的双电层，聚沉能力就越弱。对于高价离子，价数的影响是主要的，离子大小的影响就不那么明显了。

感胶离子序是对无机小离子而言的，至于大的有机离子，因其与粒子间有很强的范德华力吸引，易被吸附，所以与同价小离子相比，其聚沉能力要大得多。

如上所述，电解质如仅能以压缩双电层厚度并降低 ξ 电位的方式而使溶胶脱

稳聚沉，这种电解质习惯上被称为惰性电解质，或者说惰性电解质仅能以静电作用使胶体脱稳。除此之外，还有一类离子与微粒间可发生所谓专属作用而使之脱稳。

表 2-2 离子半径对其聚沉值的影响

电解质	聚沉值 /(mmol/L)	水化后 离子半 径/Å	水化前 离子半 径/Å	电解质	聚沉值 /(mmol/L)	水化后 离子半 径/Å	水化前 离子半 径/Å
LiNO ₃	165	2.31	0.78	Zn(NO ₃) ₂	2.5	3.26	0.83
NaNO ₃	140	1.76	1.00	Ca(NO ₃) ₂	2.4	3.0	1.05
KNO ₃	135	1.19	1.33	Sr(NO ₃) ₂	2.38	3.0	1.20
RbNO ₃	126	1.13	1.48	Ba(NO ₃) ₂	2.26	2.78	1.38
Mg(NO ₃) ₂	2.6	3.32	0.75				

注：水化半径由极限电导及 Stokes 定律算出，绝对值可能有较大出入，但相对次序是正确的。
1 Å = 0.1 nm。

(2) 专属作用 是指非静电性质的作用，如疏液结合、氢键甚至范德华力等。在加入过量电解质时，常常发生表面电荷变号的现象，这是专属作用最明显的证据。在专属作用发生的初期，静电吸引起了促进作用，但是当表面电荷变号后，反离子的进一步吸附是在克服静电排斥下发生的，这证明存在着某种更强的专属作用。

专属作用对胶体解稳作用实际是通过影响表面电荷而发生的。当足够数量的反离子由于专属作用而吸附在表面上时，可以使粒子电荷减少到某个临界值，引起 ξ 电位降低，这时静电斥力不足以阻止粒子间的接触，于是发生絮凝。反离子的进一步吸附不但会使粒子表面电荷变号，并有可能使表面电位升高，以致引起胶体的重新稳定。由专属吸附引起絮凝所需要的反离子在溶液中的浓度也称为临界絮凝浓度，记作 c_{fc} ，以区别于 c_f 。由专属吸附引起胶体重新稳定所需反离子的浓度称为临界稳定浓度，记作 c_{sc} ，再进一步加入电解质，又可观察到絮凝的发生，这是由于离子强度的增大而引起双电层的压缩所致，此时所需电解质的浓度即是临界絮凝浓度 c_f ，如惰性电解质情形一样，如此可发生一系列絮凝现象。

由专属作用引起絮凝的一个重要特点是 c_{fc} 和 c_{sc} 依赖于粒子的浓度，准确地讲是依赖于粒子的总表面积。反离子如对表面有很高的亲和性时， c_{fc} 正比于溶胶的浓度，Stumm 和 Omelia 曾应用化学剂量关系描述 c_{fc} 与溶液浓度间的这一线性关系。当反离子在表面吸附较弱时，反离子必须在溶液达到一定的浓度，即所谓临界吸附密度，在此临界吸附密度以上时，被吸附离子的数目依赖于粒子的浓度，因此 c_{fc} 与粒子浓度间不存在任何简单关系，只有当粒子浓度很高时才存在正比关系。与此相反，对于上面提及的由惰性电解质引起的絮凝，临近絮凝浓度与溶胶的浓度无关。

(3) 卷扫(网捕)絮凝 在水处理中投加水解金属盐(如硫酸铝或三氯化铁)类絮凝剂进行絮凝时,若投量很大,则可能产生大量的水解沉淀物,在这些沉淀物迅速沉淀的过程中,水中的胶粒会被这些沉淀物所卷扫(或网捕)而发生共沉降,这种絮凝作用称为卷扫絮凝。卷扫絮凝作用的产生,需要投加较高量的电解质,还需要较高的 pH 值及碱度。在发生卷扫絮凝时,若水中胶体粒子的浓度小,则需要投加较多的水解金属盐类,若水中胶体粒子的浓度较大,则只需要投加少量的水解金属盐类。

(4) 吸附架桥 在分子物质浓度较低时,吸附在微粒表面上的高分子长链可能同时吸附在另一个微粒的表面上,通过架桥方式将两个或更多的微粒连接在一起,从而导致絮凝,这就是发生高分子絮凝作用的架桥机理。架桥作用的产生,需要微粒上存在空白表面,如果溶液中的高分子物质浓度很大,微粒表面已完全被所吸附的高分子所覆盖,那么微粒无法通过架桥而絮凝。

由架桥机理知道,高分子絮凝剂的分子要能同时吸附在两个以上的微粒上,才能产生架桥作用,因此作为絮凝剂的高分子多是均聚物。它们的分子量和分子上的电荷密度也是影响其作用的因素。

通常,高分子絮凝剂的分子量越大,架桥作用越容易产生,絮凝率高。但并不是越大越好,因为架桥过程中也发生链段间的重叠,从而产生一定的排斥作用。高分子絮凝剂分子量过高时,这种排斥作用可能会削弱架桥作用,使絮凝效果变差。另一个影响因素是高分子的带电状态,如果高分子电解质所带电荷与微粒所带电荷符号相反,则高分子电解质的离解程度越大,电荷密度越高,分子就越扩展,越有利于架桥;如果高分子电解质的带电符号与微粒相同,则高分子带电越多,越不利于它在微粒上的吸附,就越不利于架桥,絮凝效果会变差。

高分子物质的加入量也是对其絮凝效果产生明显影响的因素。实验证明,对于絮凝的发生,存在一个最佳加入量,低于或超过此用量时,絮凝效果均会下降,如果用量超过太多还会起相反的保护作用。事实上要达到最佳絮凝所需要的聚合物浓度都很小,往往小于 1mg/L ,而且此最佳聚合物浓度与溶胶中粒子的总表面积成正比例关系。另外,凡是影响表面覆盖率的其他因素也会影响此最佳聚合物浓度,如粒子的带电性质、聚合物的种类、搅拌条件等。

2.2 阻垢剂

2.2.1 阻垢剂的定义

可以阻止水中水垢的形成、沉积或增加碳酸钙的溶解度,使其在水中呈分散