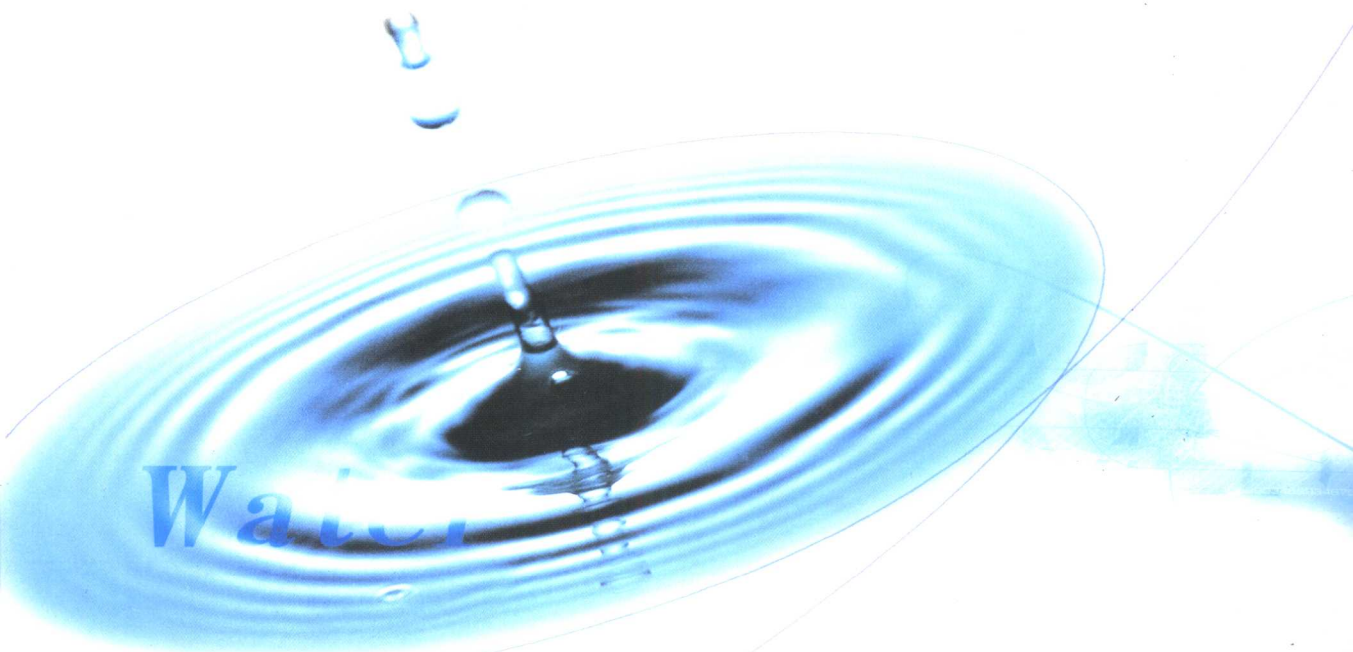


污水处理剂

周正立 张悦 鲁战明 编著

与污水监测技术



中国建材工业出版社

污水处理剂与污水监测技术

周正立 张悦 鲁战明 编著

中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

污水处理剂与污水监测技术/周正立, 张悦, 鲁战明
编著. —北京: 中国建材工业出版社, 2007. 3
ISBN 978-7-80227-220-0

I. 污... II. ①周... ②张... ③鲁... III. ①污水
处理—水处理剂 ②污水—水质监测 IV. X703

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 002320 号

内 容 简 介

污水处理剂的选用与污水监测技术是污水质量控制的关键, 本书在总结了国内外实用的污水处理剂及应用技术后, 重点阐述了污水处理剂的种类、性能、分析方法以及污水处理后水中微生物的控制, 同时还提供了污水及地表水在线监测技术。

本书适合环境科学、污水处理的科研人员、管理人员、工程技术人员及高校有关专业师生阅读和参考。

污水处理剂与污水监测技术

周正立 张悦 鲁战明 编著

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市西城区车公庄大街 6 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 19.75

字 数: 487 千字

版 次: 2007 年 3 月第 1 版

印 次: 2007 年 3 月第 1 次

书 号: ISBN 978-7-80227-220-0

定 价: 36.00 元

网上书店: www.ecool100.com

本书如出现印装质量问题, 由我社发行部负责调换。联系电话: (010) 88386906

前 言

污水处理是解决水污染的重要途径，是水污染控制工程的重要举措，是解决水资源短缺的重要方法。

污水处理的基本方法有：物理处理法、化学处理法、生物处理法，其中污水的化学处理方法是重要的处理方法之一，而污水处理剂是污水化学处理方法的主要原料。

在污水处理过程中，污水监测技术是必不可少的，它是污水水质状况的眼睛。

本书在总结了国内外部分较实用的污水处理剂的性能及应用技术方面，汇集了污水处理必用的监测技术，便于读者在实际工作中借鉴和参考。

本书第一篇“污水处理剂”着重阐述絮凝剂的机理、性能、评定方法、生产方法和分析方法。对于处理污水用杀菌剂的种类、生产方法、分析方法以及污水处理后水中微生物的控制也进行了论述。

本书第二篇“污水监测技术”，除了提供污水处理常用的监测技术、方法外，还提供了污水及地表水的在线监测技术。

本书提供的“污水处理剂”，所介绍的药品品种都是常用的，并且把产品性能、生产方法和如何使用污水处理剂，都进行了较详尽的介绍，便于在实际工作中应用。

本书提供的监测方法，是我国标准化和规范化的与国家标准监测方法等效的监测方法。这些都是污水处理厂常用的、离不开的监测方法，方便实用。

本书可供环境科学、环境工程、污水处理的科研人员、管理人员、工程技术和操作人员参考，也适合高校环境工程给水排水专业及相关专业的本科生、研究生、博士生参考。

本书在编写过程中得到梁颐、周宇辉、翟金鹏、周君玉、刘华、卓春敏、周宇玺、刘翠青、梁永霞、刘小娟、张允婷等人的帮助，在此谨向他们表示衷心地感谢。

由于作者水平有限，书中缺点、疏漏在所难免，恳请读者批评指正。

编著者

2007年2月于北京

目 录

第一篇 污水处理剂

第一章 絮凝剂	1
第一节 污水处理剂的种类	1
一、名词解释	1
二、絮凝剂的种类	2
第二节 污水处理剂絮凝机理	3
一、胶体脱稳双电层机理	3
二、电解质对双电层作用机理	3
三、吸附架桥作用机理	5
四、沉淀物卷扫作用机理	5
五、影响絮凝的因素	6
第三节 污水处理剂的性能和生产方法	6
一、无机混凝剂的性能及生产方法	6
二、无机聚合高分子混凝剂的性能及生产方法	18
三、有机高分子絮凝剂的性能及生产方法	25
四、阳离子聚丙烯酰胺微胶乳液与污泥脱水	32
五、微生物絮凝剂	35
附：Praestol®聚丙烯酰胺产品简介	37
第四节 污水处理剂的评定方法	38
一、水的混凝、絮凝杯罐试验方法	38
二、水的絮凝杯筒试验方法	40
三、污泥比阻试验法	42
四、试验结果的表述	43
第五节 混凝设备及应用技术	43
一、混凝原理	43
二、混凝设备及应用技术	46
三、化学沉淀	48
第二章 混凝剂的分析方法	52
第一节 聚合硫酸铁	52
一、产品概况	52
二、产品分类	52
三、技术要求	52
四、试验方法	52

五、注意事项	60
第二节 聚氯化铝	61
一、产品概况	61
二、产品分类	62
三、技术要求	62
四、试验方法	62
五、注意事项	73
六、方法说明	74
第三节 硫酸铝	74
一、产品概况	74
二、技术要求	75
三、试验方法	75
四、注意事项	78
第四节 硫酸亚铁	79
一、产品概况	79
二、技术要求	79
三、试验方法	79
四、注意事项	84
第五节 氯化铁	84
一、产品概况	84
二、产品分类	84
三、技术要求	84
四、试验方法	84
五、注意事项	91
第六节 聚丙烯酰胺	92
一、产品概况	92
二、技术要求	92
三、分析方法	93
四、注意事项	99
第七节 结晶氯化铝	99
一、产品概述	99
二、技术要求	99
三、分析方法	99
四、注意事项	110
第三章 污水处理用杀菌剂	111
第一节 消毒杀菌剂的种类	111
一、消毒杀菌剂的杀菌机理	111
二、二氧化氯的杀菌机理	115
三、异噻唑啉酮的杀菌机理	115

四、季胺盐的杀菌机理	116
第二节 杀菌剂的性能及生产方法	117
一、液氯	117
二、次氯酸钠	118
三、次氯酸钙(漂白粉)	127
四、稳定性二氧化氯水溶液	128
五、三氯异氰尿酸(强氯精)	129
六、二氯异氰尿酸(优氯净)	131
七、臭氧	132
八、过氧化氢(双氧水)	138
九、过氧乙酸	140
十、十二烷基二甲基苄基氯化铵(洁尔灭)	141
十一、十二烷基二甲基苄基溴化铵(新洁尔灭)	143
十二、十四烷基二甲基苄基氯化铵(1427)	144
十三、均三嗪(纸防1号)	145
十四、异噻唑啉酮(以下简称CMIO和MIO)	146
第四章 污水处理后水中微生物的控制	149
第一节 常见有害微生物的种类	149
一、微生物的特性	149
二、细菌的种类	149
三、污水处理微生物分类	150
第二节 化学消毒杀菌剂的应用	157
一、氧化性杀菌剂的使用方法	158
二、非氧化性杀菌剂的使用方法	163
第三节 物理消毒杀菌	169
一、紫外光消毒	169
二、加热消毒	170
三、分离消毒	170
第五章 杀菌剂的分析方法	171
第一节 稳定性二氧化氯溶液分析方法	171
一、产品概况	171
二、技术要求	171
三、分析方法	171
四、注意事项	173
五、方法说明	174
第二节 三氯异氰尿酸分析方法	176
一、产品概况	176
二、技术要求	176
三、试验方法	176

四、注意事项	178
第三节 十二烷基二甲基苄基氯化铵	178
一、产品概况	178
二、技术要求	179
三、分析方法	180
四、注意事项	183
第四节 异噻唑啉酮衍生物	183
一、产品概况	183
二、产品分类	184
三、技术要求	184
四、分析方法	184
五、注意事项	187
六、国外相关产品情况	187

第二篇 污水监测技术

第六章 常用污水处理指标监测方法	188
第一节 污水处理常用术语	188
一、化学需氧量(COD)	188
二、化学需氧量(COD _{Cr})	188
三、化学需氧量(COD _{Mn})	188
四、总需氧量(TOD)	188
五、生化需氧量(BOD)	189
六、生化需氧量(BOD ₅)	189
七、水的溶解氧(DO)	189
八、总有机碳(TOC)	190
九、悬浮物(SS)	190
十、总溶解固体(DS)	190
十一、总悬浮固体(TSS)	190
十二、总氮(TN)	190
十三、总磷(TP)	191
十四、氨氮(NH ₃ -N)	191
十五、溶质浓度	191
十六、有机物浓度	192
十七、扩散性	192
十八、水中颗粒物	193
十九、硝化和反硝化	196
二十、混合液悬浮固体(MLSS)及挥发性悬浮固体(MLVSS)	199
二十一、污泥龄(SRT)	199
二十二、水力停留时间(HRT)	199

二十三、氧化还原电位(ORP)	199
二十四、污泥负荷[$\text{kg}_{\text{COD}}/(\text{kg}_{\text{MLSS}} \cdot \text{d})$]	199
二十五、容积负荷[$\text{kg}_{\text{COD}}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$]	199
二十六、进料-微生物比($F:M$)	199
第二节 水质监测技术的发展概况	199
一、无机污染物的监测技术发展	199
二、有机污染物的监测技术发展	202
第三节 理化指标的测定	203
一、水温的测定	203
二、色度的测定	205
三、臭的测定	207
四、浊度的测定	210
五、透明度的测定	214
六、pH 值的测定	215
七、残渣的测定	218
八、矿化度的测定	221
九、电导率的测定	222
十、氧化还原电位的测定	225
十一、酸度的测定	227
十二、碱度(总碱度、重碳酸盐和碳酸盐)的测定	231
十三、二氧化碳的测定	236
第四节 营养盐及有机污染综合指标的测定	241
一、化学需氧量(COD_{Mn})的测定	241
二、化学需氧量(COD_{Cr})的测定	242
三、生化需氧量(BOD_5)的测定	245
四、总有机碳(TOC)的测定	250
五、元素磷	253
六、磷(总磷、溶解性磷酸盐和溶解性总磷)的测定	256
七、总氮(TN)的测定	260
八、氨氮($\text{NH}_3\text{-N}$)的测定	262
第五节 水中的细菌测定	266
一、水中细菌总数的测定	266
二、水中总大肠菌群的测定	270
三、水中黏液形成菌的测定——平皿计数法	279
四、水中黏泥真菌的测定——平皿计数法	283
第七章 污水及地表水在线监测技术	287
第一节 污水在线监测系统的应用	287
一、污水厂在线监测设备和指标	287
二、在线监测系统的结构及过程控制	288

三、在线监测系统的几个问题	289
第二节 污水自动监测系统	289
一、水流量及常规五参数	289
二、化学需氧量(COD)自动监测仪	291
三、TOC自动监测	293
四、石油类监测	295
五、UV自动监测仪	296
第三节 质量控制	297
一、自动监测仪测试与检验	297
二、仪器运行的校准	297
三、流量计的校准	297
第四节 地表水质自动监测系统	298
一、自动监测仪基本功能的要求	298
二、常规五参数	298
三、高锰酸盐指数	298
四、氨氮	299
五、总有机碳(TOC)	300
六、总磷(TP)	300
七、总氮(TN)	301
附件:	302
1. 典型生活污水水质标准	302
2. 水环境保护水体质量标准	302
3. 环境保护水体排放标准	302
参考文献	304

第一篇 污水处理剂

污水处理剂主要指絮凝剂和杀菌消毒剂。

絮凝沉降法是目前国内外普遍用来提高水质处理效率的一种既经济又简单的水质处理方法。也就是向水中加入絮凝剂，使水中的胶体和悬浮物颗粒絮凝成较大的絮凝体，以便于从水中分离出来，达到水质净化的目的。高分子絮凝剂以其良好的凝聚效果、脱色能力和操作简便等优点，在水处理过程中起着不可替代的作用，引起国内外的广泛关注。随着人们环保意识的加强，将会出现更多的高效、低毒、经济适用的高分子絮凝剂，同时也将推动絮凝过程基础理论的发展。

杀菌消毒在废水处理中的应用相对较少，但有时也采用。比如浴室废水经处理在排放前还要进行消毒，以防对水体造成污染。废水处理后进行消毒的目的，是杀灭水中的病原微生物，如病毒、细菌、原生动物和寄生虫等。

第一章 絮凝剂

第一节 污水处理剂的种类

一、名词解释

1. 凝聚

向水中加入某种电解质，使胶体的扩散层变薄， ζ 电位降低甚至趋于零，胶体颗粒间的静电斥力随之减弱或消失，此时，胶体颗粒相互接触时就很容易通过吸附作用而聚结成较大颗粒。这种过程常称为“凝聚”。

2. 絮凝

向水中投加一定量的高分子物质或高价金属盐类（能水解生成高聚物）时，由于悬浮微粒的吸附作用和高分子物质的架桥作用，破坏了胶体的稳定性，使其逐渐形成棉絮状的沉淀物（俗称矾花），该过程通常称为“絮凝”。

3. 混凝剂

胶体脱稳过程中往往是凝聚作用和絮凝作用同时发生，所以总称为“混凝”，具有混凝作用的药剂称为混凝剂。

4. 絮凝剂

絮凝剂可定义为：凡是用来将水溶液中的小的溶质、胶体或者悬浮物颗粒变为絮状物沉淀的物质都叫絮凝剂。

5. 助凝剂

在使用各种混凝剂时，为提高混凝效果，常需复配使用。如以铝盐或铁盐为主的混凝剂，再添加微量（每公升中添加几毫克）有机高分子助凝物质，可使铝盐或铁盐所形成的细小松散状絮凝体在高分子混凝剂的强烈吸附架桥作用下变得粗大而密实，有利于重力沉

降。又如使用亚铁盐时为提高其混凝效果，常通氯使 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} 。还有为了控制良好的反应条件，常需添加强碱，以提高水的 pH 值。这些微量的高分子辅助药剂、氯和强碱等物质又称助凝剂。

二、絮凝剂的种类

工业废水的处理方法很多，最常用的处理方法仍然是絮凝沉淀法。因此，它引起中外学术界的高度重视，絮凝理论发展迅速，絮凝剂的种类繁多，独具特性的新产品也不断涌现。目前，关于絮凝剂的提法和命名多种多样，有的把絮凝剂称作混凝剂，还有的称作凝集剂、凝结剂、聚合电解质等。虽然它们的名称各不相同，实际上所指的物质是相同的。其意思是向水中加入化学药剂，使其产生絮状物沉淀，这样有利于用过滤、沉降、上浮等方法来分离，从而使水净化，因此，叫絮凝剂更为确切。根据絮凝剂的化学组成，将其分为无机混凝剂和有机絮凝剂。再根据它们相对分子质量的高低、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等。絮凝剂分类见图 1-1 和图 1-2。

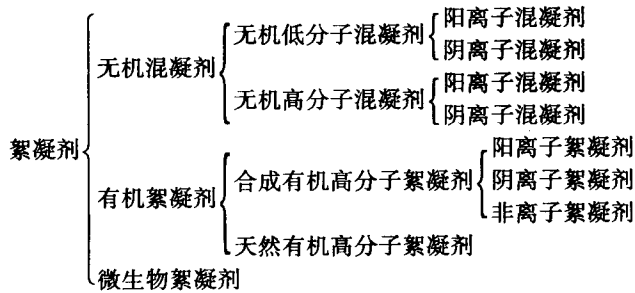


图 1-1 絮凝剂按离子型等分类

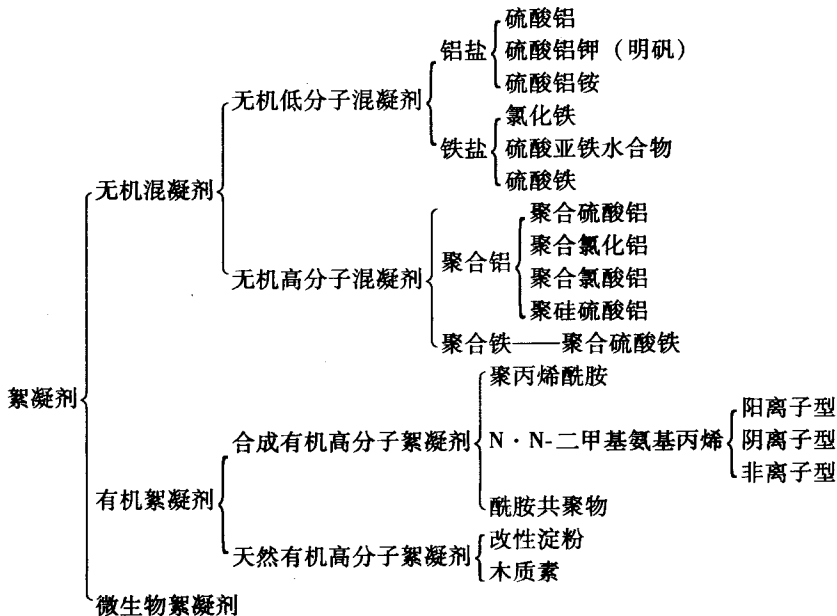


图 1-2 絮凝剂按盐类等分类

第二节 污水处理剂絮凝机理

一、胶体脱稳双电层机理

废水中许多污染物，如黏土矿物、天然色素、蛋白质、碳水化合物及其衍生物等，直径为1~100nm，以胶体形式存在，不易凝聚沉淀而能长时间保持胶体稳定状态。胶体物质有较高的比表面积，因此胶体悬浊液的性质常与胶体粒子的表面特性有关。

胶体粒子表面有疏水与亲水之分。疏水胶体对水没有亲和性，其胶体稳定性与胶体粒子电荷间的相互排斥作用有关。这些电荷可以来自胶粒表面对带电离子的吸附，也可来自胶粒表面本身的化学结构（如晶格缺陷）。带电的胶体粒子表面会产生电位梯度，即形成“双电层”，如图1-3所示。胶体分散体系内粒子所带电荷相同，其排斥力阻止胶粒利用其布朗运动及范德华力实现聚集。胶粒表面的电位无法测量，但胶粒表面附近紧密层边界的电位可以测量。该电位被称为Zeta电位（ ξ ），与胶粒表面电荷 q 、双电层厚度 δ 及液体介电常数 D 有关：

$$(\xi) = 4\pi\delta q/D \quad (1-1)$$

胶粒的Zeta电位是在外加电场中测定的，一般为10~200mV。当胶粒的Zeta电位接近0即达到等电点时，胶体分散体系的混凝达到最优。胶体Zeta电位在等电点周围0.5mV时可实现有效的混凝过程。

亲液胶体对水有亲和性。此类胶体的稳定性主要与其胶粒表面结合的水层有关，许多有机污染物（如蛋白质、碳水化合物）形成的胶粒，使胶粒表面不能直接接触，同时也与胶粒的电荷有关。亲液胶体主要是一些有机物质，如大分子或大分子团，可以为真溶液，也可为悬浮液。胶粒的电荷来自其表面附着的官能团（如羧基、羟基、巯基、磷基及氨基）的解离，

胶粒电荷的多少与官能团的解离程度有关，而解离度又与介质的pH值有关。胶粒电荷能影响亲液胶体的溶解度，最大溶解度一般在胶体的等电点附近，此时pH值约4.0~6.5。

亲液胶体可以被疏液胶体（如黏土矿物）吸附后，使后者也部分具有亲液胶体性质，此类胶体稳定性好，不易发生混凝，故被称为“保护性胶体”。

二、电解质对双电层作用机理

胶核表面的电位离子层通过静电作用将水中电荷符号相反的离子吸引到胶核周围，该类离子称为反离子，其电荷总量与电位离子相等而符号相反。这样，在胶核与周围水溶液的相间界面区域内形成了双电层，其内层是胶核固相的电位离子层，外层是液相中的反离子层。

电解质的种类和浓度对胶团的双电层影响很大。热力学电位是由溶液中的电位离子浓度决定的，只要其浓度不变，热力学电位就可保持常数。

胶团中反离子吸附层的厚度一般很薄，只有单层或数层离子，而反离子扩散层却要厚得多，其厚度与水中的离子强度有关，离子强度越大，厚度越小。而高价离子对扩散层厚度影响更大，当扩散层厚度减小时，电动电位也随之降低。

当水中电解质的浓度增大，也即离子强度增加时，反离子扩散层厚度随之减小，其原因是电解质对扩散层有压缩作用。首先，离子强度增加后，同号离子间相互排斥作用增强，致

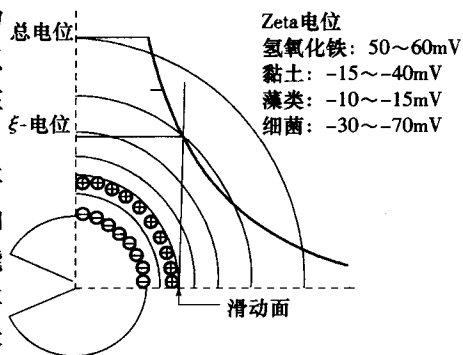


图1-3 胶体粒子表面“双电层”示意图

使扩散层空间容积缩小；其次，高价离子除了因离子剧烈增加而对扩散层有直接压缩作用外，还可能把一部分反离子进一步压缩到胶团的反离子吸附层中去，使其电动电势降低，从而减小扩散层厚度。高价离子还可以进入胶团的扩散层和吸附层，按照等物质的量的原则置换出低价离子，使双电层中的离子数目减少而压缩扩散层，降低电动电势。而胶粒对高价离子则有强烈的吸附作用，往往把高价离子吸到吸附层中去，去置换出少量的非等物质的量的低价离子，使扩散层剧烈缩小，电动电势显著降低。因此，电解质加到水溶胶中，由于直接压缩以及高价离子的离子交换和吸附作用，最终将使胶团的扩散层减小，电动电势降低，直到使全部反离子都由扩散层进入吸附层，电动电势降为零。这时，胶粒的吸附层中正负电荷相等，胶粒变为电中性，达到等电状态，消除了水溶胶体系的稳定性，如图 1-4 和图 1-5 所示。

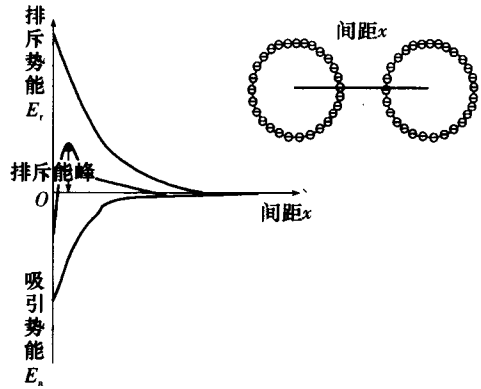


图 1-4 在电解信息处理上胶团双电层电动电势降为零

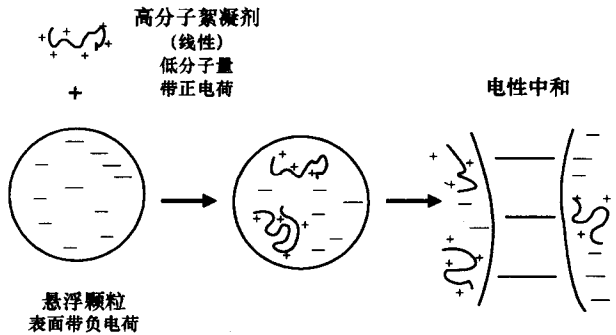


图 1-5 胶粒变为电中性图

一旦在水溶胶体系中加入高价电解质，使胶团扩散层压缩、电动电势降低时，胶粒间的排斥作用就减弱。这时，胶体之间通常会发生凝聚。当电动电势降为零时，溶胶最不稳定，此时凝聚作用最剧烈。能引起胶粒凝聚的药剂称为混凝剂。

加电解质后，颗粒沉淀 1m 距离所需要的时间见表 1-1。

表 1-1 颗粒直径与沉淀时间表

颗粒直径		颗粒类型	沉淀 1m 距离需要的时间
mm	mm		
10	10^4	小石子	1s
1	10^3	粗沙	10s
10^{-1}	10^2	细沙	2min
10^{-2}	10	黏土	2h
10^{-3}	1	细菌	8h
10^{-4}	10^{-1}	胶体	2a
10^{-5}	10^{-2}	胶体	20a
10^{-6}	10^{-3}	胶体	200a

三、吸附架桥作用机理

当加入少量高分子电解质时，不仅使胶体的稳定性破坏而凝聚，同时又进一步形成絮凝体，这是因为胶粒对高分子物质有强烈的吸附作用。此时高分子长链物一端可能吸附在一个胶体表面上，而另一端又被其他胶粒吸附，形成一个高分子链状物，同时吸附在两个以上胶粒表面上。此时，高分子长链像各胶粒间的桥梁，将胶粒联结在一起，这种作用称为粘结架桥作用，它使胶粒间形成絮凝体（又称矾花），最终使它沉降下来，从水中除去这些胶体杂质，如图 1-6 和图 1-7 所示。无机高分子物质如铝盐、铁盐的水解产物也能起粘结架桥作用。

能引起胶粒产生粘结架桥而发生絮凝作用的药剂称为絮凝剂。

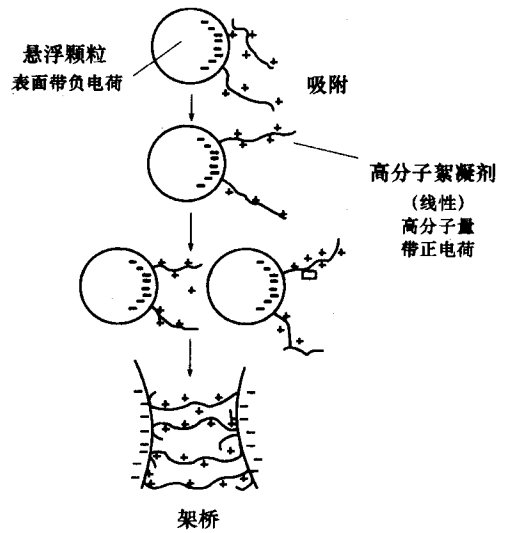


图 1-6 胶粒沉淀、架桥过程图

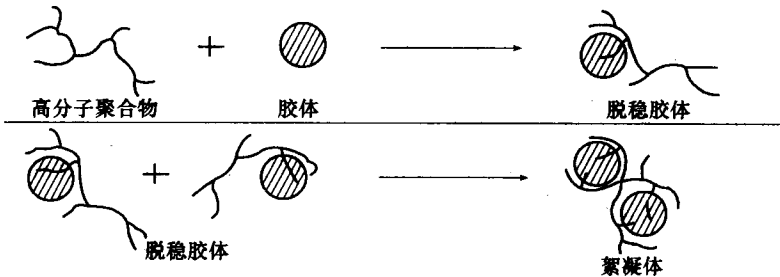


图 1-7 高分子聚合物的吸附架桥作用

四、沉淀物卷扫作用机理

当在水中投加较多的铝盐或铁盐等药剂时，铝盐或铁盐在水中形成高聚合度的氢氧化物，可以吸附卷带水中胶粒而沉淀，这种现象称为沉淀物卷扫作用，如图 1-8 所示。

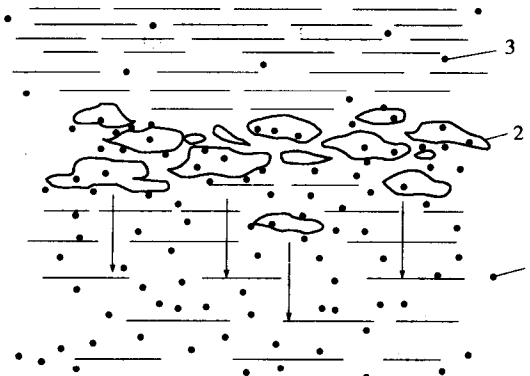


图 1-8 沉淀物卷扫作用

1—原水中悬浮微粒；2—絮状沉淀物；3—残留悬浮微粒

五、影响絮凝的因素

絮凝效果受水温、水的 pH 值和水的浊度影响较大。

1. 水温的影响

由于无机盐类混凝剂溶于水时为吸热反应，因此，水温低时不利于混凝剂的水解。另外水温低，水的黏度大，水中胶粒的布朗运动强度减弱，碰撞机会减少，致使不易凝聚。同时水的黏度大时，水流阻力增大，使絮凝体的形成长大受到阻碍，从而影响混凝的效果。

2. 水的 pH 值和碱度的影响

用无机盐类混凝剂（如铝盐或铁盐），它们对水的 pH 值都有一定的要求。如铝盐要求水的 pH 值在 5.5 ~ 8.5 之间，高了或低了都影响铝盐的混凝效果。如水中有足够的 HCO_3^- 碱度时，则对 pH 值有缓冲作用，当铝盐水解导致 pH 值下降时，不会引起 pH 值大幅度下降。如水中碱度不足，为维持一定的 pH 值，还需投加石灰或碳酸钠等加以调节。使用铁盐作混凝剂时，常要求水的 pH 值大于 8.5，而且要有足够的溶解氧存在才会有利于 Fe^{2+} 迅速氧化成 Fe^{3+} 起混凝作用，因此，有时常投加石灰等提高 pH 值，当然也可以加氧化剂，如通入氯气，把 Fe^{2+} 转化为 Fe^{3+} 。

3. 水质的影响

当水中浊度较低时，颗粒细小而均一，投加的混凝剂量又少时，仅靠混凝剂与悬浮微粒之间相互接触，很难达到预期的混凝目的，必须投加大量混凝剂，形成絮凝体沉淀物，依靠卷扫作用除去微粒。即使这样，效果仍不十分理想。

当水中浊度较高时，混凝剂投加量要控制适当，使其恰好产生吸附架桥作用，以达到混凝效果。若投加过量，此时已脱稳的胶粒又会重新稳定，效果反而不好，除非再增加投入量，形成卷扫作用，这样又会增加药剂费用。

对于高浊度的水，混凝剂主要起吸附架桥作用，但随着水中浊度的增加，混凝剂投加量也相应增大，才能达到完全混凝目的。

水中如存在大量的有机物质，它们会吸附到胶粒表面上，使胶粒反而增加稳定性，混凝效果就差。

4. “胶体保护”

高分子絮凝剂投加量过少不足以将胶粒架桥联结起来，投量过多又会产生胶体保护作用。

全部胶粒的吸附面均被高分子覆盖后，两个胶粒接近时，就受到高分子的相互排斥而不能聚集。

第三节 污水处理剂的性能和生产方法

一、无机混凝剂的性能及生产方法

(一) 硫酸铝

结构式： $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (无水物)； $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ (十八水合物)

相对分子质量：342.156 (无水物)；664.32 (十八水合物)

1. 性质

呈白色粉末状或块状，有涩味。在水中发生水解反应，水解反应速度缓慢。工业纯的硫酸铝含 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 大约为 20% ~ 25%，化学纯的硫酸铝含 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 为 50% ~ 60%。

工业纯的硫酸铝含有 20% ~ 30% 的不溶物，在使用时需要清除残渣。高浓度的硫酸铝水溶液有腐蚀性，可存放在塑料、不锈钢等容器中。明矾又叫硫酸钾铝，分子式为 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ 。因为含有硫酸钾，使能够起絮凝作用的 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 的含量降低。

由于浪费了其中的硫酸钾，所以使用明矾不如使用硫酸铝合理，现在一般都使用硫酸铝。

2. 产品规格 (见表 1-2)

表 1-2 化工行业标准 HG/T 2225—2001

项 目	指 标						
	固 体					液体	
	I 型		II 型		III 型		
	一等品	合格品	一等品	合格品			
氧化铝含量(Al_2O_3)/%	\geq	15.80	15.60	15.80	15.80	17.00	6.0
铁 (Fe) 含量/%	\leq	0.30	0.50	0.005	0.010	0.010	0.20
水不溶物含量/%	\leq	0.10	0.20	0.20	0.20	0.10	—
pH 值 (1% 水溶液)	\geq	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0

3. 生产方法

根据所用原料不同，它的生产方法有 4 种。目前，我国主要是以铝土矿硫酸反应法为主。

(1) 明矾石法

将明矾石煅烧、粉碎后用硫酸溶解，滤去不溶物，得硫酸铝和钾明矾混合溶液，经迅速冷却结晶分离出钾明矾，母液经蒸发、浓缩、冷却后得到硫酸铝成品。

(2) 高岭土法

将高岭土煅烧后用过量硫酸分解而制取。

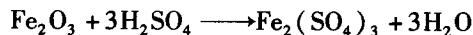
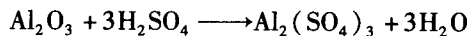
(3) 氢氧化铝硫酸反应法

氢氧化铝和硫酸在常压下进行反应而制取。

(4) 铝土矿硫酸反应法

最早是在常压下进行反应，整个反应过程分为 7 个工序，即铝土矿石粉碎、煅烧、常压反应、沉降、蒸发、冷却结晶、成品粉碎及包装。为简化流程，加速反应，改善操作环境，减少投资，节约能源，在 20 世纪 70 年代初改进了生产工艺，采用了加压条件下将铝土矿石和硫酸进行反应制取硫酸铝。加压法省去了煅烧工序，增加了加压反应工序。我国目前绝大多数厂家都采用此法生产，下面具体予以介绍。

反应原理：铝土矿粉和硫酸进行反应时放出大量热并产生蒸汽。由于反应设备密闭，会形成一定压力，从而提高了反应温度，加快了硫酸和氧化铝的反应速度。主要反应如下：



铝土矿加压反应法生产硫酸铝的工艺过程如图 1-9 所示。

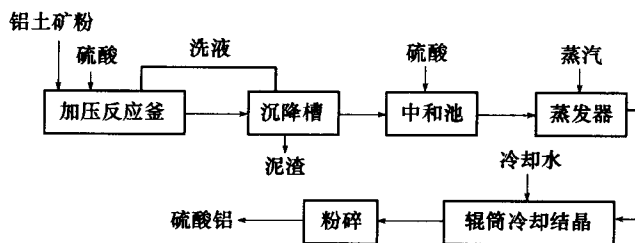


图 1-9 铝土矿硫酸加压反应法生产硫酸铝流程