



2009

全国注册环保工程师资格考试

专业考试

考点精析及强化训练

姚 宏 主 编
于晓华 周岩梅 谷爱军 副主编

突出重点 突破难点 精讲精练 触类旁通

✓ 解读考试大纲 解透专家点评

✓ 解悟命题规律 解剖教材内容

✓ 解释疑难问题 解析重点习题



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



全国注册环保工程师资格考试辅导系列

全国注册环保工程师资格考试 专业考试 考点精析及强化训练

主 编 姚 宏

副主编 于晓华 周岩梅 谷爱军

参 编 (排名不分先后)

沈 燕	水远敏	孙素霞	陈 艳	赵 静
胡 琼	闫子权	马春燕	田 盛	陈 蕊
王晓爽	吕泽瑜	赵峻岭	巨志剑	张 波
李德生	陶若虹			



机械工业出版社

本书以注册环保工程师专业考试大纲为依据,每章内容均有大纲要求、知识点及难点精析,对该部分主要知识点进行总结、归纳、提炼、整理,帮助考生加深理解和掌握本章主要知识点。其次,每章还配有强化训练题库,编者在认真理解教材基础上,按照考试大纲要求,按照掌握、熟悉、理解、了解等不同层次要求,编写训练习题,以提高考生应试水平和能力。

本书共包括4篇,分别为:第1篇水污染防治工程技术与工程实践;第2篇大气污染防治工程技术与工程实践;第3篇固体废物处理处置工程技术与工程实践;第4篇物理污染控制工程技术与工程实践。

本书可供参加2009年全国注册环保工程师资格考试的考生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

全国注册环保工程师资格考试专业考试考点精析及强化训练/姚宏主编.

—北京:机械工业出版社,2009.5

(全国注册环保工程师资格考试辅导系列)

ISBN 978-7-111-26994-6

I. 全… II. 姚… III. 环境保护—工程技术人员—资格考核—自学参考资料 IV. X

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第066857号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:关正美 责任编辑:关正美

责任印制:杨曦

唐山丰电印务有限公司印刷

2009年5月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·32.5印张·848千字

标准书号:ISBN 978-7-111-26994-6

定价:76.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线:(010)68327259

封面无防伪标均为盗版

前

言

Preface

本书以注册环保工程师考试大纲为依据,密切联系现行国家规划的教材和国家有关的最新工程设计规范标准,每一部分均紧扣大纲。首先,每章内容均有大纲要求、知识点及难点精析,且对该部分主要知识点进行总结、归纳、提炼和整理,帮助考生加深理解和掌握各章主要知识点。其次,每章还配有强化训练题库,编者在认真理解教材基础上,按照掌握、熟悉、理解和了解等不同层次要求进行规划,编写训练习题,所有强化练习题和考试题型尽量保持一致,力求通过强化训练题库练习,举一反三,帮助考生掌握教材基本知识和基本理论,提高应试水平和能力。

本书由北京交通大学、北京林业大学及兰州交通大学等多位老师合作编写,姚宏担任主编,于晓华、周岩梅担任副主编。

本书共包括4篇,参与本书编写的主要人员如下:

第1篇 水污染防治工程技术与工程实践 姚宏、沈燕、水远敏

第2篇 大气污染防治工程技术与工程实践 周岩梅、孙素霞、刁晓华

第3篇 固体废物处理处置工程技术与工程实践 晓华、陈艳、赵静、胡琼

第4篇 物理污染控制工程技术与工程实践 谷爱军、闫子权、马春燕

同时,参加本书编写的还有田盛、单文广、孙明东、刘广沛、王晓爽、吕泽瑜和赵峻岭等,全书由姚宏老师统稿。

由于编者水平有限,且时间仓促,书中难免有疏漏之处,恳请广大考生及业内专家、学者批评指正!

本书编者

Contents

前言

第 1 篇 水污染防治工程技术	1
第 1 章 物理、化学及物理化学处理	1
1.1 大纲要求	1
1.2 主要知识点及难点精析	1
1.3 强化训练题库	20
1.4 强化训练题库答案与解析	22
第 2 章 污水生物处理	24
2.1 大纲要求	24
2.2 主要知识点及难点解析	24
2.3 强化训练题库	43
2.4 强化训练题库答案与解析	46
第 3 章 自然净化处理	49
3.1 大纲要求	49
3.2 主要知识点及难点精析	49
3.3 强化训练题库	50
3.4 强化训练题库答案与解析	51
第 4 章 污泥处理、处置	53
4.1 大纲要求	53
4.2 主要知识点及难点精析	53
4.3 强化训练题库	56
4.4 强化训练题库答案与解析	58
第 5 章 流域水污染防治	60
5.1 大纲要求	60
5.2 主要知识点及难点精析	60
5.3 强化训练题库	67
5.4 强化训练题库答案与解析	70
第 6 章 污水收集与提升	72
6.1 大纲要求	72
6.2 主要知识点及要点解析	72
6.3 强化训练题库	86

6.4	强化训练题库答案与解析	88
第7章	污水处理厂(站)总体设计	90
7.1	大纲要求	90
7.2	主要知识点及要点解析	90
7.3	强化训练题库	93
7.4	强化训练题库答案与解析	96
第8章	处理工艺与构(建)筑物设计	98
8.1	大纲要求	98
8.2	主要知识点及要点解析	98
8.3	强化训练题库	134
8.4	强化训练题库答案与解析	137
第9章	污水、污泥处理常用仪表与过程控制系统	140
9.1	大纲要求	140
9.2	主要知识点及要点解析	140
9.3	强化训练题库	144
9.4	强化训练题库答案与解析	146
第10章	污水、污泥处理常用设备	148
10.1	大纲要求	148
10.2	主要知识点及要点解析	148
10.3	强化训练题库	153
10.4	强化训练题库答案与解析	154
第11章	污水、污泥处理常用材料、药剂	156
11.1	大纲要求	156
11.2	主要知识点及要点解析	156
11.3	强化训练题库	157
11.4	强化训练题库答案与解析	158
第12章	工业废水处理工程	160
12.1	大纲要求	160
12.2	主要知识点及要点解析	160
12.3	强化训练题库	168
12.4	强化训练题库答案与解析	170
第13章	污水再生利用工程	172
13.1	大纲要求	172
13.2	主要知识点及要点解析	172
13.3	强化训练题库	174
13.4	强化训练题库答案与解析	176
第14章	污水自然净化工程	178
14.1	大纲要求	178
14.2	主要知识点及要点解析	178
14.3	强化训练题库	191
14.4	强化训练题库答案与解析	193

第 2 篇 大气污染防治工程技术	195
第 1 章 大气污染物的形成	195
1.1 大纲要求	195
1.2 主要考点、知识点及难点精析	195
1.3 强化训练题库	197
1.4 强化训练题库答案与解析	199
第 2 章 大气污染物扩散	200
2.1 大纲要求	200
2.2 主要考点、知识点及难点精析	200
2.3 强化训练题库	216
2.4 强化训练题库答案与解析	217
第 3 章 颗粒污染物控制技术	219
3.1 大纲要求	219
3.2 主要考点、知识点及难点精析	219
3.3 强化训练题库	233
3.4 强化训练题库答案与解析	234
第 4 章 气态污染物控制技术	236
4.1 大纲要求	236
4.2 主要考点、知识点及难点精析	236
4.3 强化训练题库	258
4.4 强化训练题库答案与解析	258
第 5 章 室内空气污染控制技术	260
5.1 大纲要求	260
5.2 主要考点、知识点及难点精析	260
5.3 强化训练题库	262
5.4 强化训练题库答案	262
第 6 章 大气污染控制工程的设计原则	263
6.1 大纲要求	263
6.2 主要考点、知识点及难点精析	263
6.3 强化训练题库	265
6.4 强化训练题库答案与解析	265
第 7 章 大气污染控制工程系统设计	267
7.1 大纲要求	267
7.2 主要考点、知识点及难点精析	267
7.3 强化训练题库	273
7.4 强化训练题库答案与解析	274
第 8 章 颗粒污染物控制系统设计	275
8.1 大纲要求	275
8.2 主要考点、知识点及难点精析	275
8.3 强化训练题库	276
8.4 强化训练题库答案与解析	276

第9章 气态污染物控制系统设计	278
9.1 大纲要求	278
9.2 主要考点、知识点及难点精析	278
9.3 强化训练题库	286
9.4 强化训练题库答案与解析	287
第3篇 固体废物处理处置工程技术与实践	289
第1章 固体废物污染防治原则	289
1.1 大纲要求	289
1.2 主要考点、知识点及难点精析	289
1.3 强化训练题库	291
1.4 强化训练题库答案与解析	293
第2章 固体废物破碎、分选和固化/稳定化技术	294
2.1 大纲要求	294
2.2 主要知识点及难点精析	294
2.3 强化训练题库	300
2.4 强化训练题库答案与解析	301
第3章 固体废物生物处理技术	303
3.1 大纲要求	303
3.2 主要知识点及难点精析	303
3.3 强化训练题库	306
3.4 强化训练题库答案与解析	307
第4章 固体废物热处理技术	309
4.1 大纲要求	309
4.2 主要考点、知识点及难点精析	309
4.3 强化训练题库	313
4.4 强化训练题库答案与解析	314
第5章 固体废物填埋处置技术	316
5.1 大纲要求	316
5.2 主要知识点及难点精析	316
5.3 强化训练题库	319
5.4 强化训练题库答案与解析	320
第6章 固体废物资源化技术	322
6.1 大纲要求	322
6.2 主要知识点及难点精析	322
6.3 强化训练题库	327
6.4 强化训练题库答案与解析	328
第7章 污染土壤及地下水的现场修复技术	330
7.1 大纲要求	330
7.2 主要知识点及难点精析	330
7.3 强化训练题库	333

7.4	强化训练习题答案及解析	334
第8章	固体废物处置场(厂)总体设计	336
8.1	大纲要求	336
8.2	主要知识点及难点精析	336
8.3	强化训练题库	339
8.4	强化训练题库答案与解析	341
第9章	固体废物转运与预处理	343
9.1	大纲要求	343
9.2	主要知识点及难点精析	343
9.3	强化训练题库	348
9.4	强化训练题库答案与解析	350
第10章	固体废物生物处理工程	351
10.1	大纲要求	351
10.2	主要知识点及难点精析	351
10.3	强化训练题库	357
10.4	强化训练题库答案与解析	358
第11章	固体废物焚烧处理工程实践	360
11.1	大纲要求	360
11.2	主要知识点及难点精析	360
11.3	强化训练题库	366
11.4	强化训练题库答案与解析	367
第12章	固体废物热处理技术工程	369
12.1	大纲要求	369
12.2	主要考点、知识点及难点精析	369
12.3	强化训练题库	371
12.4	强化训练题库答案与解析	373
第13章	固体废物填埋处置工程实践	374
13.1	大纲要求	374
13.2	主要知识点及难点精析	374
13.3	强化训练题库	377
13.4	强化训练题库答案与解析	379
第14章	固体废物资源化工程	381
14.1	大纲要求	381
14.2	主要知识点及难点精析	381
14.3	强化训练题库	385
14.4	强化训练题库答案与解析	387
第15章	污染现场修复工程	389
15.1	大纲要求	389
15.2	主要知识点及难点精析	389
15.3	强化训练题库	390
15.4	强化训练题库答案与解析	391

第 4 篇 物理污染控制工程技术	392
第 1 章 噪声与振动评价	392
1.1 大纲要求	392
1.2 知识点及难点精析	392
1.3 强化训练题库	413
1.4 强化训练题库答案与解析	414
第 2 章 声源及其特性	417
2.1 大纲要求	417
2.2 知识点及难点精析	417
2.3 强化训练题库	419
2.4 强化训练题库答案与解析	420
第 3 章 声的传播和衰减	421
3.1 大纲要求	421
3.2 知识点及难点精析	421
3.3 强化训练题库	425
3.4 强化训练题库答案与解析	426
第 4 章 噪声和振动的测量分析	428
4.1 大纲要求	428
4.2 知识点及难点精析	428
4.3 强化训练题库	435
4.4 强化训练题库答案与解析	436
第 5 章 噪声污染防治技术	437
5.1 大纲要求	437
5.2 知识点及难点精析	437
5.3 强化训练题库	441
5.4 强化训练题库答案与解析	442
第 6 章 振动污染防治技术	444
6.1 大纲要求	444
6.2 知识点及难点精析	444
6.3 强化训练题库	449
6.4 强化训练题库答案与解析	450
第 7 章 主要电磁污染源及其特性	452
7.1 大纲要求	452
7.2 知识点及难点精析	452
7.3 强化训练题库	456
7.4 强化训练题库答案与解析	457
第 8 章 物理污染控制工程实践	458
8.1 大纲要求	458
8.2 知识点及难点精析	458
8.3 强化训练题库	504
8.4 强化训练题库答案与解析	508

第1篇 水污染防治工程技术

第1章 物理、化学及物理化学处理

1.1 大纲要求

掌握混凝、沉淀和气浮的技术和方法

掌握过滤的过程和方法,熟悉吸附的过程和方法,了解主要吸附剂的性能与影响因素。

熟悉离子交换的技术和方法,了解主要离子交换剂的性能。

熟悉膜分离的技术和方法,了解膜及膜组件的分类和性能。

熟悉中和及化学沉淀的技术和方法,了解氧化还原处理技术。

熟悉消毒机理和方法,了解萃取、吹脱和汽提的技术要点

1.2 主要知识点及难点精析

1.2.1 混凝、沉淀和气浮

1. 混凝

(1) 混凝机理及混凝剂、助凝剂

1) 混凝机理。混凝过程是通过向水中投加药剂使胶体物质脱稳并聚集成较大的颗粒,以便在后续的沉淀过程中分离或在过滤过程中被截除。

为使胶体颗粒能够通过碰撞而彼此聚集,就需要消除和降低胶体颗粒的稳定因素,这一过程称为胶体的脱稳。脱稳之后的胶体颗粒则可借助一定的水力条件相互聚集絮凝,从而形成足以靠重力沉淀的较大絮体。

在给水处理中,混凝的机理根据采用的混凝剂品种和投加量、胶体颗粒的性质以及介质环境等因素的不同,一般可分为以下4种:

① 压缩双电层。水处理所去除的胶体主要为带负电的胶体(粘土和细菌等)。

② 吸附电中和。胶体通过与表面带异号电荷的离子、带异号电荷的胶粒或大分子中带异号电荷部分的静电吸附,中和了原来胶粒所带的电荷。铝盐、铁盐混凝剂产生的带正电荷的氢氧化铝、氢氧化铁胶体,带正电荷的单核或多核羟基配合物或聚合物等,都能与带负电胶体很好地吸附,使水中胶体的电动电位下降,胶体脱稳凝聚。

③ 吸附架桥。高分子混凝剂多为一种松散的网状长链式结构,相对分子质量大,具有能与胶粒表面某些部位作用的化学基团,对水中胶粒产生强烈的吸附作用和粘结架桥作用。架桥作用主要是利用高分子本身的长链结构来进行对胶粒的连接,而形成“胶粒—高分子—胶粒”的絮状体。高分子起到了对胶粒进行架桥连接的作用。通过高分子链状结构吸附胶体微粒可以构成一定形式的聚集物,从而破坏胶体系统的稳定性。

④ 沉淀物的卷扫或网捕作用。当金属盐做混凝剂时,如果投加量非常大,足以达到沉淀金属

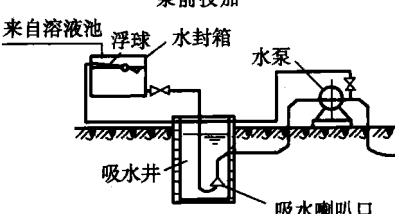
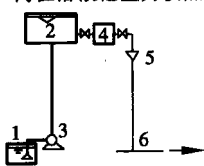
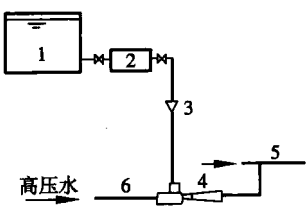
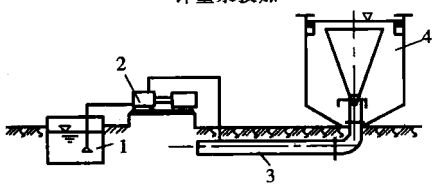
氢氧化物或金属碳酸盐时,水中的胶体颗粒可被这些沉淀物在形成时所网捕,从而随之一起沉淀。即水中胶体颗粒直接吸附在已形成的大絮体上,而不是胶体小颗粒相互絮凝长大。

上述几种混凝机理在水处理过程中不是各自孤立存在的,而往往是同时存在的,只不过随不同的药剂种类、投加量和水质条件而发挥作用的程度不同,以某一种作用机理为主。

2) 混凝剂。混凝剂种类很多,按其化学成分不同可分为无机和有机两大类。常用无机混凝剂硫酸铝、硫酸亚铁、三氯化铁和聚合氯化铝等。

混凝剂的投加方式可分为重力投加和压力投加两种类型。混凝剂投加方式的适用条件和设计要求见表 1-1-1。

表 1-1-1 投加方式

	投加方式及图示	适用条件和设计要求
重力投加方式	泵前投加  来自溶液池 浮球 水封箱 水泵 吸水井 吸水喇叭口 泵前投药图示	1. 适用于中小水厂 2. 药投于水泵吸水管或吸水井中吸水喇叭口处,利用水泵叶轮混合。取水泵房距水厂加药间较近时采用 3. 应采取防止空气进入吸水管措施,如设装有浮球阀的水封箱 4. 吸水管路和水泵必须进行防腐设计
	高位溶液池重力投加  1—溶解池 2—溶液池 3—提升泵 4—投药箱 5—漏斗 6—压水管 高位溶液池投药图示	1. 适用中小水厂 2. 水厂距取水泵房较远时,将药投加于取水泵房至水厂稳压井间的压力输水管内,利用管道长度混合 3. 溶液池液面标高通过计算确定,一般应高于絮凝池或澄清池水面 3.0m 以上
压力投加方式	水射器投加  1—溶液池 2—投药箱 3—漏斗 4—水射器 5—压水管 6—高压水管 水射器投加图示	1. 适用于各种规模 2. 水射器进水压力应稳定,其压力不小于 0.25MPa 3. 水射器投加必须与转子流量计配合使用
压力投加方式	计量泵投加  1—溶液池 2—计量泵 3—进水管 4—澄清池 计量泵投加图示	1. 适用于大中型水厂 2. 用耐酸泵投加时,必须与转子流量计配合使用 3. 加药管路应进行防腐设计

3)助凝剂。助凝剂是在水处理过程中,为了改善或强化混凝过程,提高和改善混凝剂作用效果的化学药剂。助凝剂对混凝过程的这种改善可以是物理方面的,如提高矾花强度;也可以是化学方面的,如氧化有机物等。助凝剂作用在于改善絮体结构并促进细小而松散的絮粒变得密实,主要靠吸附架桥。常用助凝剂有氯、生石灰、氢氧化钠、活化硅酸、骨胶和海藻酸钠(活化水玻璃)等。

(2)影响混凝效果的主要因素

1)水温的影响。水温对混凝效果有明显的影响。水温较低时,混凝效果较差。

2)水的 pH 值和碱度的影响。pH 值影响铝盐、铁盐混凝剂水解产物的存在形态和比例,不同混凝剂有适宜的 pH 值使用范围;铁盐对 pH 值的使用范围较宽;铝盐的范围较窄,特别是不能用于较高的 pH 值。

3)原水水中悬浮物浓度的影响。水中悬浮物含量很低时,混凝效果较差。如果原水悬浮物浓度很高,为了使悬浮物达到吸附于电荷之中和脱稳,铝盐或铁盐混凝剂的投加量需大大增加,为减少混凝剂投量,一般在水中先加高分子助凝剂,如聚丙烯酰胺等。

(3)絮凝池形式与适用条件 絮凝设施分为水力和机械两类。属于水力絮凝的设施有隔板絮凝池(往复式、回转式)、旋流絮凝池、折板絮凝池和网格絮凝池等。属于机械絮凝的设施有机械絮凝池。

絮凝池的形式、优缺点及适用条件见表 1-1-2。

表 1-1-2 絮凝池形式、优缺点及适用条件

形 式		优 缺 点	适 用 条 件
隔板絮凝池	往复式	1. 设备简单,施工方便,效果较好 2. 容积和水头损失较大 3. 转折处絮体易破碎 4. 出水流量不易分配均匀	1. 处理水量大于 3 万 m^3/d 的系统,单池水量 1000~10000 m^3/d 2. 水量变动小
	回转式	1. 絮凝效果好 2. 水头损失小 3. 构造简单,管理方便 4. 出水流量不易分配均匀	1. 处理水量大于 3 万 m^3/d 的系统 2. 水量变动小 3. 可用于旧池扩建和改造
旋流絮凝池		1. 容积小,水头损失小 2. 池子较深 3. 效果较差 4. 地下水位较高时施工困难	1. 适用于中小水厂 2. 效果较差,应用较少
折板絮凝池		1. 絮凝效果好 2. 絮凝时间短 3. 容积小 4. 造价较高	对水量、水质变化适应性较强
网格絮凝池		1. 改善絮凝条件,提高絮凝效果 2. 可降低需凝剂投量 3. 絮凝时间短 4. 造价较高	对水量、水质变化适应性较强
机械絮凝池		1. 絮凝效果好,节省药剂 2. 水头损失小 3. 机械维修量大	1. 大小水量均适用 2. 适应水质、水量变化
涡流絮凝池		1. 容积小,絮凝时间短 2. 造价较低 3. 池较深,池底施工较困难 4. 效果较差	1. 一般用于处理水量小于 2.5 万 m^3/d 的水厂 2. 应用较少
孔室絮凝池		1. 构造简单,施工方便 2. 絮凝效果较差	适用于水量变化不大的水厂

2. 沉淀

(1)沉淀理论。沉淀法是在重力的作用下,使水中比重大的悬浮物、混凝生成的矾花等从水中分离的方法。对于水中胶体颗粒,必须先经过混凝处理后才能有效地去除沉淀。

1)沉淀分类。根据颗粒物在水中的沉淀特性,可以把沉淀分成以下4种类型:

①自由沉淀。适用于低浓度的离散颗粒,颗粒在沉降过程中,其形状、尺寸、质量均不变,颗粒之间无相互干扰。因此,在沉降过程中颗粒的沉速不变。

②絮凝沉淀。颗粒在沉淀过程中发生絮凝作用,颗粒絮凝长大,沉速逐渐增加。

③拥挤沉淀(受阻沉淀)。因颗粒的浓度过高,颗粒在沉淀的过程中相互干扰,不同颗粒以相同的速度成层下降,并形成明显的固液界面。

④压缩沉淀。在颗粒浓度极高的情况下(如污泥浓缩池底部附近),颗粒在相互支撑的条件下受重力作用被进一步挤压。压缩沉淀主要用于污泥浓缩池的设计。

2)理想沉淀池特性分析。沉淀池的设计和计算都是基于理想沉淀池的。

图 1-1-1 为理想沉淀池示意图,其中 H 为水深, L 为池长。

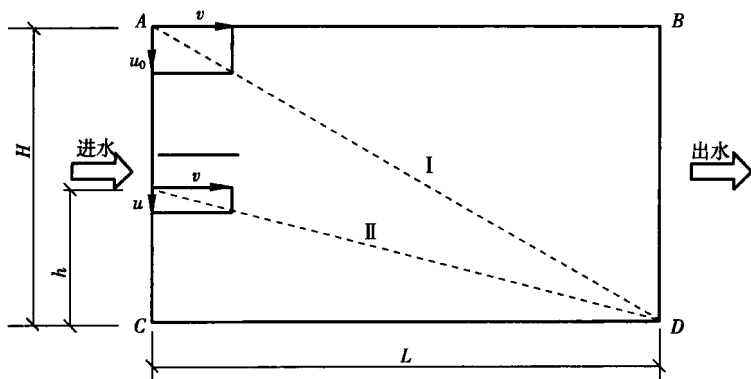


图 1-1-1 理想沉淀池中颗粒沉降轨迹示意图

在理想沉淀池中,对沉淀池过程的基本假设是:

①沉淀过程属于离散颗粒的自由沉淀,在沉淀过程中各颗粒的沉速不变。

②理想沉淀池中的水从左向右水平流动,进水均匀分布在整個过水断面(AC 断面)上,在池中各点水流流速均为 v 。

③在沉淀过程中,各颗粒的水平运动分量等于水流的水平流速 v ;颗粒沉到池底(CD 线)就算被去除。

在理想沉淀池中,颗粒在垂直方向受重力作用,以沉速 u 下沉;而在水平方向,颗粒随水流的水平流速 v 向前走。因此,颗粒在沉淀池中的运动方向将是沿着以 u 和 v 构成的长方形对角线方向,向斜下方运动。

对于从水面 A 处进入理想沉淀池的某一特定颗粒,其运动轨迹正好与理想沉淀池的对角线(AD 线)重合,如图 1-1-1 中虚线 I 所示,该颗粒的沉速称为特定颗粒沉速,以 u_0 表示。

凡是沉速 $u \geq u_0$ 的颗粒,在理想沉淀池中都能全部沉到池底而被去除;对于沉速 $u < u_0$ 的颗粒,则只能部分去除。例如对于如图 1-1-1 所示的沉速为 u_i 的颗粒:在距池底高度 h_i 以上的部分进入池中的这种颗粒,在流到沉淀池出水断面时仍未能沉到底,将随水流出池外;而在池底附近小于等于 h_i 部分进入池中的这种颗粒可以沉到池底被去除,所去除的比例为 $h_i/H = u_i/u_0$ 。

在理想沉淀池中

$$L = vt_0$$

$$(1-1-1)$$

$$H = u_0 t_0 \quad (1-1-2)$$

即

$$t_0 = \frac{L}{v} = \frac{H}{u_0} \quad (1-1-3)$$

$$u_0 = \frac{vH}{L} = \frac{vHB}{LB} = \frac{Q}{A} = q_0 \quad (1-1-4)$$

式中, t_0 为沉淀池的水力停留时间(h); B 为池宽(m); A 为沉淀池的表面面积(m^2); Q 为水的流量(m^3/h); q_0 为沉淀池的表面负荷, 也称为过流率, 即单位时间内单位池表面面积所处理的水量 [$\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$]。

从上可得沉淀池的基本特性, 即沉淀池的特定颗粒沉速等于沉淀池的表面负荷, 即

$$u_0 = q_0 \quad (1-1-5)$$

(2) 沉淀池的类型及特点 按沉淀池的水流方向, 沉淀池可分为平流式、竖流式和辐流式沉淀池。按截流颗粒沉降距离不同, 沉淀池可分为一般沉淀和浅层沉淀。斜管沉淀池和斜板沉淀池为典型的浅层沉淀, 其沉降距离仅在 30~200mm 之间。

斜板沉淀池中的水流方向可以布置成侧向流(水流与沉泥方向垂直)、上向流(水流与沉泥方向相反)和同向流(水流与沉泥方向相同), 上向流又称为异向流。

各种沉淀池形式、优缺点及适用条件见表 1-1-3。

表 1-1-3 各种沉淀池形式、优缺点及适用条件

形 式	优 缺 点	适 用 条 件
平流式沉淀池	优点: 1. 造价较低 2. 操作管理方便, 施工较简单 3. 对原水浊度适应性强, 潜力大, 处理效果稳定 4. 带有机械排泥设备时, 排泥效果好 缺点: 1. 占地面积较大 2. 采用机械排泥装置时, 排泥较困难 3. 需维护机械排泥设备	一般用于大中型净水厂
竖流式沉淀池	优点: 1. 排泥较方便 2. 一般与反应池合建, 无需另建反应池 3. 占地面积较小 缺点: 1. 上升流速受颗粒沉降速度所限, 出水量小, 一般沉淀效果较差 2. 施工较平流式困难	一般用于小型净水厂
辐流式沉淀池	优点: 1. 沉淀效果好 2. 有机械排泥装置时, 排泥效果好 缺点: 1. 基建投资及经常费用大 2. 刮泥机维护管理较复杂, 耗用金属材料多 3. 施工较平流式困难	一般用于大中型净水厂的高浊度水预沉
斜板(管)沉淀池	优点: 1. 沉淀效率高 2. 池体小、占地少 缺点: 1. 斜管(板)耗用较多材料, 老化需更换费用较高 2. 对原水浊度适应性较平流池差 3. 不设机械排泥装置时, 排泥较困难; 设机械排泥时, 维护管理较平流池麻烦	1. 可用于各种规模水厂 2. 宜用于老沉淀池的改建、扩建和挖潜 3. 适用于需保温的低温地区 4. 单池处理水量不宜过大

(3) 澄清池的类型及特点 澄清池是利用池中积聚的泥渣与原水中的杂质颗粒相互接触、吸附, 以达到清水较快分离的净水构筑物, 其可较充分发挥混凝剂的作用和提高澄清效率。

澄清池形式的选择, 主要应根据原水水质、出水要求、生产规模以及水厂布置、地形、地质、排水等条体, 进行技术经济比较后确定。其一般形式、优缺点及适用范围见表 1-1-4。

表 1-1-4 各种澄清池形式、优缺点及适用条件

形 式	优缺点	适用条件
机械搅拌澄清池	优点:1. 处理效率高,单位面积产水量较大 2. 适应性较强,处理效果较稳定 3. 采用机械刮泥设备后,对较高浊度(进水悬浮物含量 3000mg/L 以上)处理具有一定适应性 缺点:1. 需要机械搅拌设备 2. 维修较麻烦	1. 进水悬浮物含量一般小于 1000 mg/L,短时间内允许达 3000 ~ 5000mg/L 2. 一般为圆形池子 3. 运用于大中型水厂
水力循环澄清池	优点:1. 无机械搅拌设备 2. 构造较简单 缺点:1. 投药量较大 2. 要消耗较大的水头 3. 对水质、水温变化适应性较差	1. 进水悬浮物含量一般小于 1000 mg/L,短时间内允许 2000mg/L 2. 一般为圆形池子 3. 适用于中小型水厂
脉冲澄清池	优点:1. 虹吸式机械设备较为简单 2. 混合充分、布水较均匀 3. 池深较浅便于布置;也适用于平流式沉淀池改建 缺点:1. 真空式需要一套真空设备,较为复杂 2. 虹吸式水头损失较大,脉冲周期较难控制 3. 操作管理要求较高,排泥不好会影响处理效果 4. 对原水水质和水量变化适应性较差	1. 进水悬浮物含量一般小于 1000mg/L,短时间内允许达 3000mg/L 2. 可建成圆形、矩形或方形池子 3. 适用于大、中、小型水厂
悬浮澄清池 (无穿孔底板)	优点:1. 构造较简单 2. 能处理高浊度水(双层式加悬浮层底部开孔) 3. 形式较多 缺点:1. 需设气水分离器 2. 对进水量、水温等因素较敏感,处理效果不如加速澄清池稳定 3. 双层式时池深较大	1. 进水悬浮物含量小于 3000mg/L 时宜用单层池;在 3000 ~ 10000mg/L 时宜用双层池 2. 可建成圆形或方形池子 3. 一般流量变化每小时不大于 10%,水温变化每小时不大于 1℃

3. 气浮

(1)气浮法的原理与分类 气浮法是污水中固液分离或液液分离的技术。气浮法用于从废水中去除比重小于 1 的悬浮物、油类和脂肪等,并用于污泥的浓缩。气浮操作是通过产生大量微小气泡,使水中细小微粒粘附在气泡上,形成密度小于水的气浮体,上浮到水面形成浮渣与水分离的方法。

气浮方法有溶气气浮、散气气浮、电气浮和真空气浮等。其中,溶气气浮法中加压溶气气浮比较常用。加压溶气气浮工艺由加压泵、压力溶气罐、空压机、减压装置、气浮池、撇渣设备和管道系统等构成。气浮法可用于炼油厂含油废水、造纸厂白水、印染废水等处理,也可用于生物污泥的浓缩。

(2)气浮过程的必要条件 要在被处理的废水中,分布大量微细气泡;使被处理的污染物质呈悬浮状态;悬浮颗粒表面呈疏水性质,易于粘附于气泡而上浮。

(3)投加化学药剂对气浮效果的促进作用

1)投加表面活性剂维持泡沫的稳定性。当泡沫作为载体粘附污染物质后上浮至水面形成泡沫,然后用刮渣机将泡沫刮除,达到去除污染物的目的。这一过程要求泡沫层要相对稳定,否则刮渣前,泡沫即行破灭,使浮上分离的污染物质又重回到废水中,降低了去除效果。为维持泡沫的稳定性,可适当投加表面活性剂。

2)利用混凝剂脱稳。以油的颗粒为例,表面活性物质的非极性端吸附于油粒上,极性端则伸向水中,并在水中电离,使油粒被包围了一层负电荷,产生了双电层,增大了 ζ -电位,不仅阻碍了油粒的兼并,也影响了油粒与气泡的粘附。为此在气浮之前,宜将乳化稳定体系脱稳、破乳。破乳的方法可采用投加混凝剂,使废水中增加相反电荷的胶体,压缩双电层,降低 ζ -电位,使其

电性中和,促进废水中污染物质破乳凝聚,以利于与气泡粘附而上浮。

3)投加浮选剂改变颗粒表面性质。浮选剂大多数是由极性—非极性分子组成。其分子一端为极性基,易溶于水,另一端为非极性基,有疏水性。浮选剂的极性基团能选择性地被亲水性物质颗粒所吸附,非极性基团则朝向水,所以亲水性物质颗粒的表面积就转化为疏水性物质而粘附在气泡上,随气泡上浮至水面。

(4)气浮法的适用范围 分离含油废水中的悬浮油和乳化油;分离以分子或离子状态存在的物质,如重金属离子、表面活性物质等;代替二次沉淀池,利用气浮法可浓缩剩余活性污泥;分离回收工业废水中的有用物质,如造纸废水中的纸浆等。

(5)气浮法的优缺点

1)气浮法的优点。气浮池表面负荷比沉淀池高,可达 $12\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,水力停留时间短、池深浅、体积小;浮渣含水率低,一般低于 96%,是沉淀池泥渣的 $1/10 \sim 1/2$;排渣方便;如投加絮凝剂处理废水,相对于沉淀法,气浮法投药剂较少;气浮过程以气泡充入水中,水中溶解氧较多,浮渣含氧,有利于后续处理,泥渣不易腐化。

2)气浮法的缺点。处理 1m^3 废水比沉淀法耗电多 $0.02 \sim 0.04\text{kW} \cdot \text{h}$,运营费用偏高;如废水悬浮物质浓度高,溶气气浮法的溶气水减压释放器容易堵塞,管理复杂。

(6)气浮法的主要类型

1)电解气浮法。电解气浮法是用不溶性阳极和阴极,通以直流电,直接将废水电解。阳极和阴极产生氢和氧的微细气泡,将废水中污染物质颗粒或先经混凝处理所形成的絮体粘附而上浮至水面,生成泡沫层,然后将泡沫刮除,实现分离去除污染质。电解过程所产生的气泡远小于散气气浮法和溶气气浮法所产生的气泡,且不产生紊流。

2)散气气浮法。

①扩散板散气气浮法。该法是由通过微孔陶瓷、微孔塑料等板管将压缩空气分散于水中实现气浮。此法简单易行,但所得气泡直径可达 $1 \sim 10\text{mm}$,气浮效果不佳。

②叶轮气浮法。此法是将空气引至高速旋转叶轮,利用旋转叶轮造成负压吸入空气,废水则通过叶轮上面固定盖板上的小孔进入叶轮,在叶轮搅动和导向叶片的共同作用下,空气被粉碎成细小空气泡。叶轮通过轴由位于水面以上的电动机传动。叶轮气浮宜用于悬浮物浓度高的废水,设备不易堵塞。除油效率可达 80%。

3)溶气气浮法。

①溶气真空气浮法。废水在常压下被曝气,使其充分溶气,然后在真空条件下,使废水中溶气析出,形成细微气泡,粘附颗粒杂质上浮于水面形成泡沫浮渣而除去。此法的优点是:气泡形成、气泡粘附于颗粒以及絮凝体的上浮都处于稳定环境,絮体很少被破坏。气浮过程能耗小。其缺点是:溶气量小,不适于处理含悬浮物浓度高的废水;气浮在负压下运行,刮渣机等设备都要求在密封气浮池内,所以气浮法的结构复杂,维持运行困难,故此法应用较少。

②加压溶气气浮法。在加压条件下,使空气溶于水中,形成空气过饱和状态。然后减至常压,使空气析出,以微小气泡释放于水中,实现气浮,即为加压溶气气浮。此法形成气泡小,越 $20 \sim 100\mu\text{m}$,处理效果好,应用广泛。

1.2.2 过滤技术

1. 过滤原理

按照过滤机理不同划分,水处理所涉及的各项过滤技术可以分为两大类:表层过滤和深层过滤。

(1)表层过滤 表层过滤的颗粒去除机理是机械筛除,过滤介质按其孔径大小对过滤液体中