

气浮净水技术的 研究与应用



陈翼孙 胡 斌著

上海科学技术出版社

86.644
285
(2)

气浮净水技术的研究与应用

陈翼孙 胡 斌 著

上海科学技术出版社

封面设计 周兰英

气浮净水技术的研究与应用

陈翼孙 胡 斌 著

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷四厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 7.25 插页 4 字数 159,000

1985 年 8 月第 1 版 1985 年 8 月第 1 次印刷

印数 1—7,000

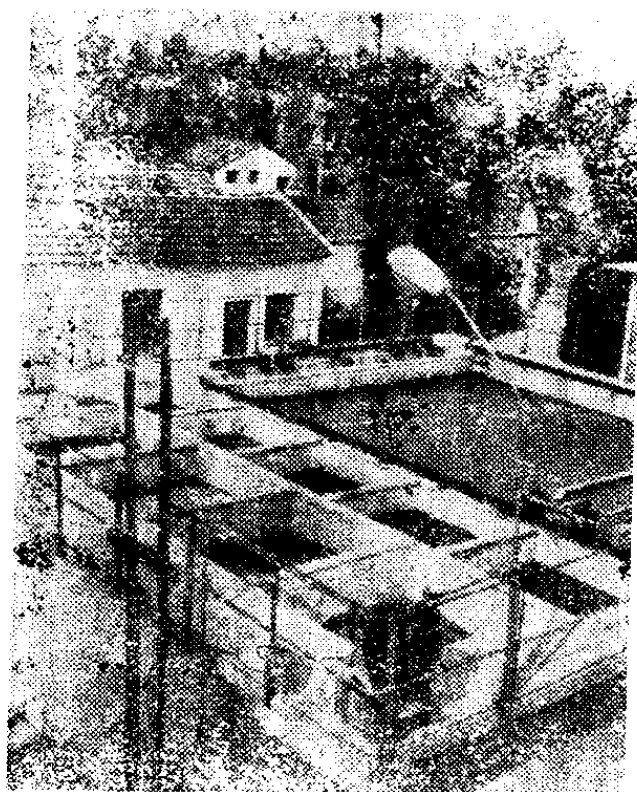
统一书号: 15119·2405 定价: 1.45 元

内 容 提 要

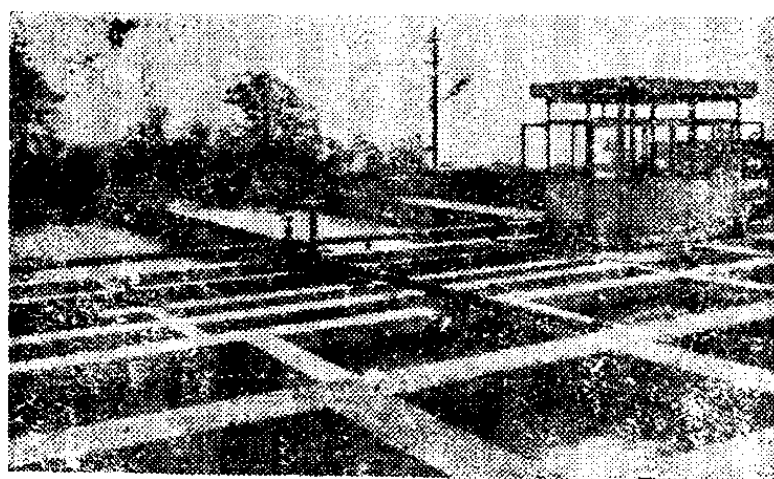
气浮净水技术是国际上近年才发展起来的一项高效固、液分离技术。

本书是介绍国内在这方面研究成果与实际应用的第一本专著。它较系统地阐述了气浮净水的机理,研讨了提高溶气量及改善微气泡释放条件的有效方法,有一定的见解与深度。此外,还对气浮净水工艺的设计、计算、运行管理及应用实例作了较详细的介绍。

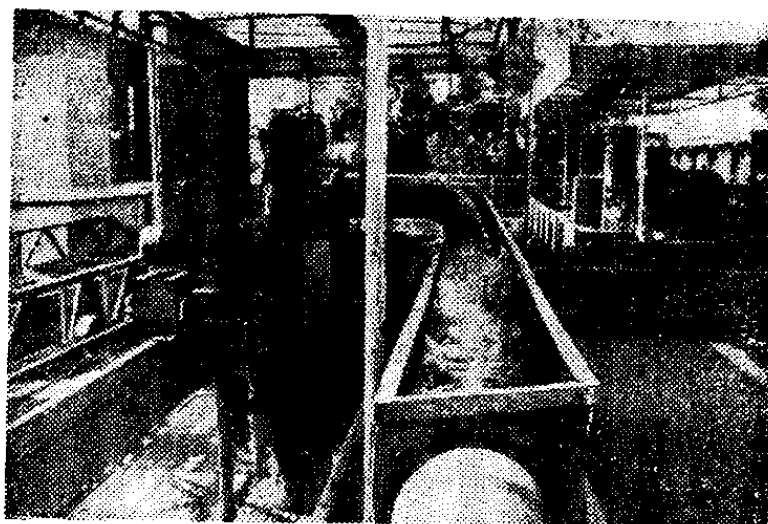
本书可供给给排水及环境保护专业的师生和科研、设计、管理人员参考。



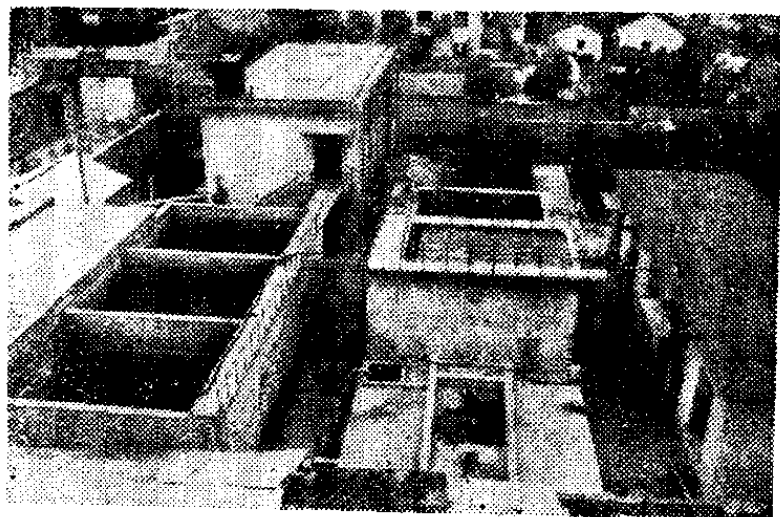
苏州市胥江水厂气浮池全景(产水量 5000 吨/日)



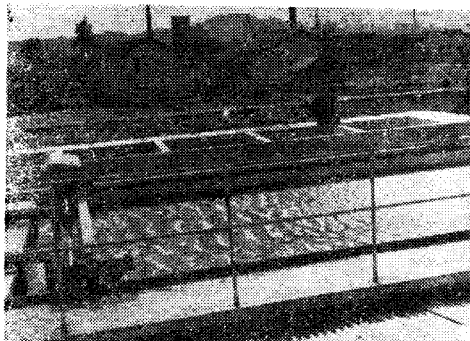
武汉市东湖水厂由平流沉淀池改建的气浮池(产水量 60000 吨/日)



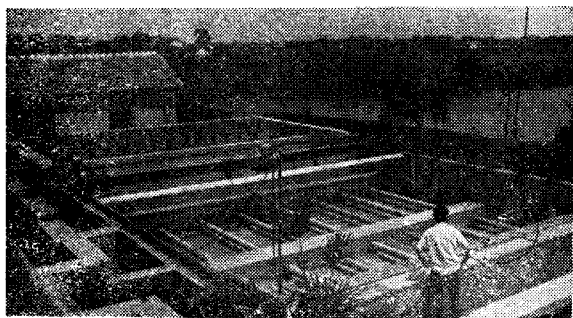
武汉市东湖水厂气浮-移动罩滤池正在刮渣及冲洗时的情况(产水量 40000 吨/日)



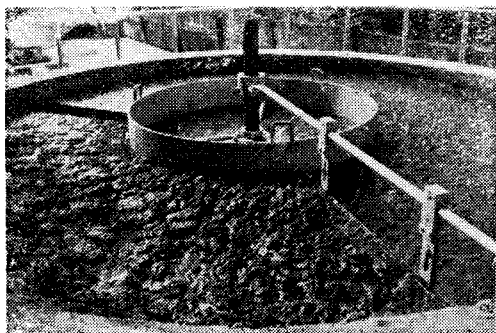
采用气浮池处理印染废水的苏州棉布印染厂废水处理站
鸟瞰(处理水量 1000 吨/日)



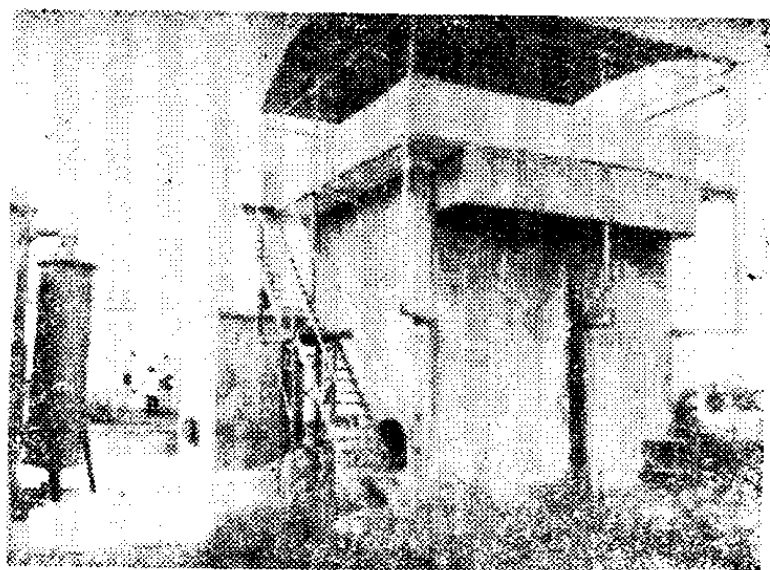
仅以一次气浮处理作为工业生产用水的浙江临安造纸厂
气浮池(产水量 10000 吨/日)



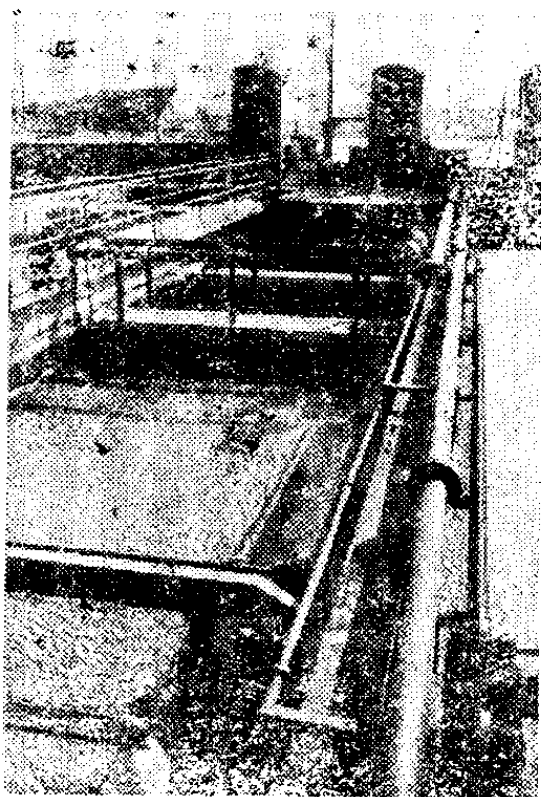
池深仅 1.4 米的上海嘉定味精厂气浮池竣工前的情况(产水量 10000 吨/日)



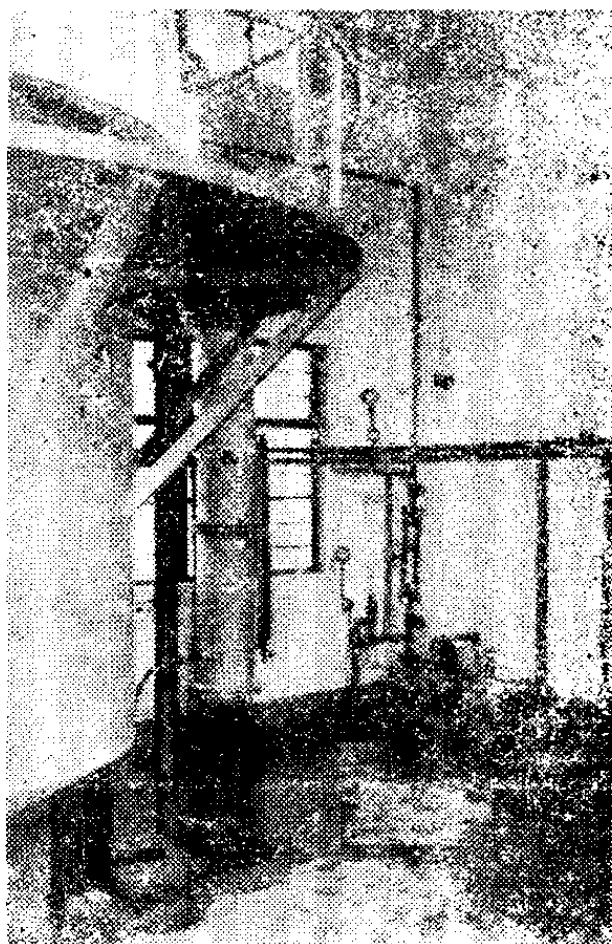
正在处理含重金属废水的宁波拉丝厂气浮池池面堆积
之浮渣(处理水量 720 吨/日)



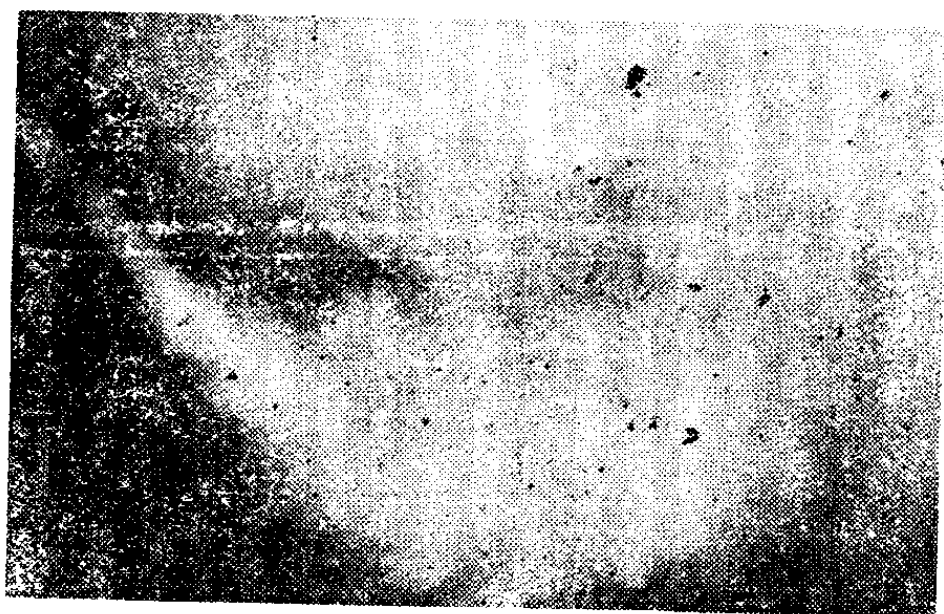
湖州市南浔镇水厂将反应与气浮组合为一体的立式气浮池外形(产水量 3000 吨/日)



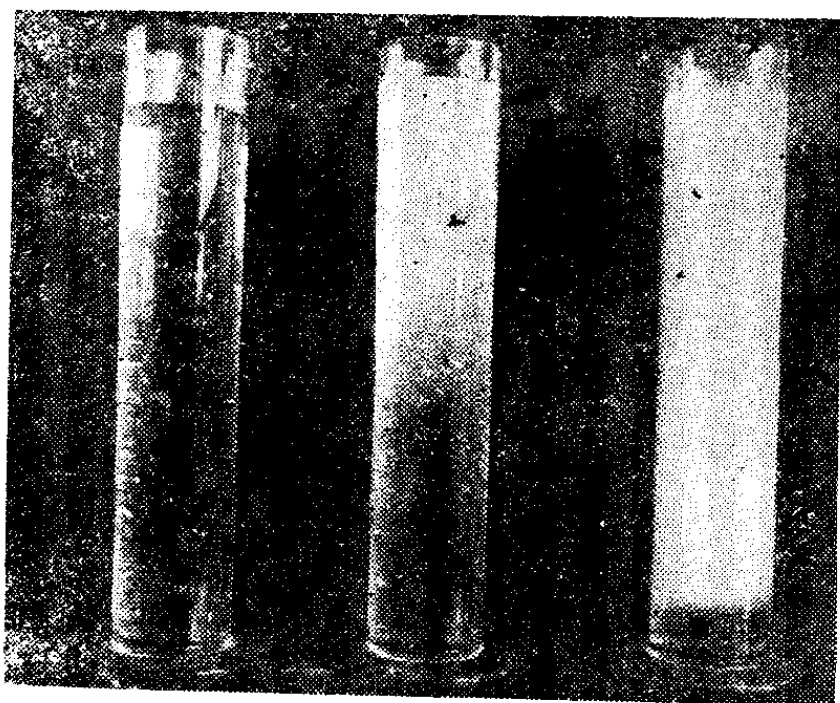
经改造后,采用部分回流溶气的上海炼油厂处理含油废水的气浮池(处理水量 3600 吨/日)



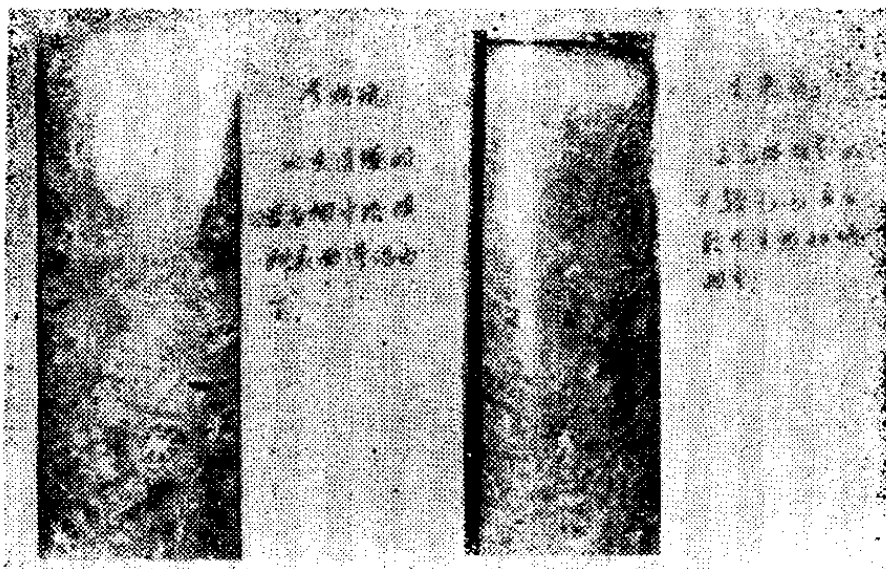
上海光明机械厂用气浮池处理电泳漆废水装置的一角(处理水量 240 吨/日)



TS 型溶气释放器正在释气时的工作情况



由于气泡不断上升并逸出水面,而使水体逐渐恢复透明的过程



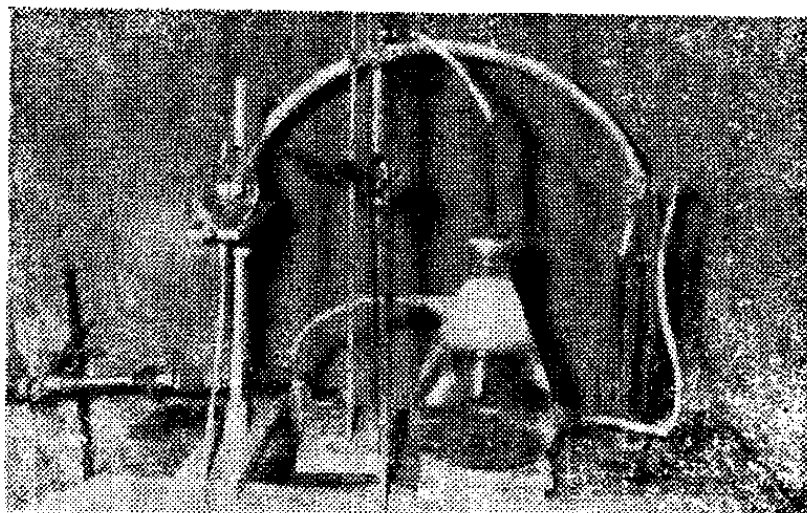
渗滤流

水在连续的空气相中沿填料表面渗滤而下。

气泡流

空气被切割成无数气泡并分散在连续的液相中。

水流在压力溶气罐填料中的两种流态



测定释气量的装置

前 言

气浮法净水是国际上近年来才发展起来的水处理技术,由于它借助于气泡在水中的上浮作用,因此具有很高的固、液分离能力,特别是对分离一些比重接近于水的杂质,更比一般重力沉淀法优越。

近年来,瑞典、英、美、苏、日、法等国都在从事这方面的研究与应用。我国自1975年开始才比较系统地研究了该项技术,虽然起步晚了些,但经过几年的努力,已经在主要技术性能指标上赶上了国际水平。并已在水处理工程中获得较广泛的应用。

作者所在的同济大学,是国内研究气浮净水技术的主要单位。一九七九年,由于当时国内还没有一本较系统地介绍气浮法净水方面的书籍,我们曾将研究中收集到的国外资料加以整理,编译了“气浮法净水”一书,由中国建筑工业出版社出版。

事隔多年,国内在气浮净水方面的研究已经获得很大的进展,它在大量工程实践中所显示的良好净水效果,亦已引起了国内广大给排水工作者的兴趣;然而,迄今为止还没有一本能够反映我国实际情况,并可提供研究、设计、运行作参考的书籍。为此,我们谨将工作中的点滴心得撰成本书,奉献给大家。其中包括当时在校的研究生金兆丰、张林生同志的研究成果,以及研究组成员徐迪民、樊纪湘、侯玲、毕红华等同志所

作出的贡献。

由于我们受学识水平及客观条件所限，文中错误之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

陈翼孙 胡 斌

一九八三年十二月于同济大学

目 录

第一章 气浮法净水概况	1
第一节 固、液分离新技术	1
第二节 国外气浮净水技术发展简况	2
第三节 国内气浮净水技术发展概况	5
第二章 气浮法净水原理	9
第一节 带气絮粒的上浮速度	9
第二节 气泡的形成及其特性	12
第三节 物质的憎水性和亲水性	19
第四节 絮粒的形成及其特性	23
第五节 气泡与水中杂质、絮粒的粘附	27
第六节 共聚作用	32
第三章 气浮法净水的分类	38
第一节 分散空气气浮法	38
第二节 电解凝聚气浮法	40
第三节 生物及化学气浮法	41
第四节 溶解空气气浮法	42
第四章 压力溶气系统	46
第一节 溶气过程的机理	46
第二节 释气量测试装置	55
第三节 溶气方式分类	61
第四节 空压机供气式溶气系统的研究	63
第五节 影响喷淋式溶气罐效率的主要因素	69
第六节 两种溶气方式的性能比较	84

第七节 溶气过程的传质速率·····	87
第五章 溶气释放系统·····	95
第一节 释气过程的理论分析·····	95
第二节 溶气释放器 ·····	108
第三节 溶气释放器性能的判别 ·····	120
第四节 溶气释放器性能的测定 ·····	125
第五节 溶气释放器的选择和应用 ·····	150
第六章 气浮分离系统 ·····	156
第一节 气浮池工艺布置形式及特点 ·····	156
第二节 气浮池内絮粒分离条件的分析 ·····	161
第三节 气浮对凝聚过程的要求 ·····	163
第四节 反应池与气浮池的水流衔接 ·····	164
第五节 回流比的确定 ·····	165
第六节 接触区上升流速及深度的控制 ·····	166
第七节 释放器的布置形式 ·····	167
第八节 分离区流速及池深的控制 ·····	169
第九节 气浮池的长宽比及停留时间的选择 ·····	171
第十节 集水方式的选择与控制 ·····	172
第十一节 排渣方式及其设备的选择 ·····	175
第十二节 出水形式与水量控制 ·····	180
第七章 气浮池设计程序及设计计算实例 ·····	183
第一节 设计程序 ·····	183
第二节 设计计算实例 ·····	188
第八章 试运转操作及日常维护管理 ·····	203
第一节 调试前的准备工作 ·····	203
第二节 调试步骤 ·····	204
第三节 日常维护及管理 ·····	205
第九章 气浮法净水的适用范围及应用实例 ·····	207
第一节 气浮法在给水处理中的应用 ·····	207
第二节 气浮法在废水处理中的应用 ·····	216

第一章 气浮法净水概况

第一节 固、液分离新技术

长期来,在给水与排水工程领域里,为了达到净化水质的目的,在固、液分离方面,几乎一直使用沉淀法。尽管近几十年来,沉淀技术有了很大改进,在平流式、立式沉淀池的基础上发展成悬浮、脉冲澄清池,水力、机械加速澄清池,以及各种斜管、斜板沉淀池等,但就其机理而言,均属重力自然沉降。倘若遇到水中质轻的悬游颗粒,其比重十分接近水时,沉淀法就很难予以分离。

目前在给排水方面,欲处理的水质,除一些含沉砂较多的原水水体以及含机械杂质较重的污水外,大部分都是质轻的悬游颗粒。例如:湖泊、水库及部分江河水中的藻类、植物残体及细小的胶体杂质;印染行业的染料颗粒,造纸、化纤行业的短纤维;炼油、化工行业的石油及有机溶剂的微滴等等;都是比重十分近于水的轻质颗粒。对于这些原水,若沿用传统的沉淀法,效果必然很差,尤其在冬季低温条件下,由于混凝和水力条件变劣,处理效果更难保证。

可以想像,难以沉淀的絮粒,硬要使其下沉,势必事倍功半,倒不如因势利导,人为地向水体中导入气泡,使其粘附于絮粒上,从而大幅度地降低絮粒的整体密度,并借气泡上升的速度,强行使其上浮,以此实现快速的固、液分离。从这个意义上来说,气浮技术的出现,是对重力自然沉降法的一次革

命,它开拓了固、液分离技术的新领域。可以预料,随着研究的不断深化及经验的积累,它必将在水处理领域里发挥更大的作用。

第二节 国外气浮净水技术发展简况

利用气泡来提取矿石中 useful 成分的所谓浮选法,早已应用于矿冶工业。其方法是先把矿石磨碎成粉粒,加水制成悬浊液,然后加入浮选剂,并通以气泡,使矿石中的某种有用成分粘附于气泡周围,而向上浮起,不能粘附气泡的杂质则下沉,从而达到富集该种有用矿体的目的。有关这方面的文献资料很多。早自 1860 年,当威廉·海涅 (William Hayneo) 获得专利以后,该法至今仍被广泛应用,而且有了很大的发展,特别是对不同成分的矿石,可利用各种浮选剂的特性,顺利地进行选择性的浮选分离。

在水处理工程领域里,我们所要介绍的气浮法,事实上与该法在原理上十分相似,也可能是从该法逐渐移植过来的。但严格地说,浮选法与气浮法仍存在着较大的差别。主要在于:

(1) 要求不同。浮选一般只要制成直径约一毫米左右的气泡即可,因此,可采用简单的布气装置;而气浮必须制成 0.1 毫米以下的气泡才有效,故必须采用溶气等方法制造微气泡。

(2) 方式不同。浮选一般是以大气泡为核心,去粘附众多的矿粉;而气浮则是以絮粒为核心,而以无数微气泡去粘附于它。

(3) 对象不同。浮选是为了选取有用的矿物而采用的一种固、固分离法;而气浮则并非为了选取什么物质,它是水处理中采用的一种固、液分离法。

目前,国内对气浮法有称浮淀法、浮升法、浮选法、浮上法等多种说法,作者认为统一称作气浮法较好。

早在1920年皮克(C. L. Peck)就考虑到用气浮法来处理污水。1930年瑞典某造纸厂曾试用一种将空气在压力下溶解于白水的水处理系统。但上述试验结果都没有公开发表和引起足够的重视。直到1943年汉森(C. A. Hansan)和高雷斯(H. B. Goraas)在英文排水杂志(Sewage Works Journal 1943.3)上才公开发表了有关气浮法处理污水的文章。他们采用的是金刚砂球体布气的方法,试验工作做得较细,曾对20余种气浮剂进行了试验,得出了气浮法几乎能全部去除悬浮固体所形成的BOD,而对溶解固体所形成的BOD没有显著效果的结论。

关于气浮法用于给水方面的最早一篇报导是1945年由霍泊(S. H. Hoppe)撰写的。文章很短,处理的原水是美国北卡罗来纳州(North Carolina)的水体,但采用怎样的气浮方式却没有报导,其结论是这种方法值得引起进一步的注意,因为,它比传统处理方法所需的时间少。

五十年代,虽已有工业气浮机械,但总的说来,气浮净水技术的进展相当缓慢,也很少见到它的研究和应用方面的报导。

分析六十年代前气浮法净水技术之所以发展缓慢的原因,主要是制造微细气泡的技术没有过关,特别是采用分散空气气浮法时,制造出的气泡不够微细,对絮粒的粘着能力很差,大气泡还会造成严重紊流而撞碎絮粒。

直到人们采用部分(5~15%)处理水回流,并在压力下饱和以空气时,气浮净水技术才得到较显著的改善。这种部分回流气浮法不仅净水效果好,而且较经济,从而扩大了它的适