



美国石油学会 编著

Manual on
Disposal of Refinery
Wastes

炼油厂
废液处理
手册



石油工业出版社

81.769
809

炼油厂废液处理手册

美国石油学会

钱伯章 曾凯民 等译

张 溥 阎鸿炳 校

310246/1

310246/1

烃 加 工 出 版 社

MANUAL
ON DISPOSAL OF REFINERY WASTES
VOLUME ON LIQUID WASTES
AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE

•
炼油厂废液处理手册

美国石油学会

钱伯章 曾凯民 等译
张 溥 阎鸿炳 校

•
轻工业出版社出版
人民交通印刷厂排版
河北新城印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行

•
787×1092毫米16开本25.1/8印张669千字印1—2.506
1986年12月北京第1版 1986年12月北京第1次印刷
书号: 15391·22 定价: 3.50元

内 容 简 介

本书由美国石油学会组织有关专家编写，系统地介绍了美国炼油厂废液治理的成功经验。内容有含油废水处理、压舱水及含油乳化液的回收处理等技术外，还适用于一般工业废水处理技术如：液体流量及河流的测量方法，生物处理、过滤、监测、一般毒性知识等。另有一章专门讲述石油化工厂的废物处理。内容深度上除原理实用经验外，还包括了工艺设计、设备结构、现场图片等。对我国工业废水处理有一定的借鉴之处。

本书适于从事炼油、石油化工环保工作的科技人员、管理干部阅读。对其他行业和高等院校师生也有一定的参考价值。

前 言

随着科学技术的迅速发展，环境保护日益被人们所重视。系统地介绍炼油、石油化工厂水污染防治的书籍还不多，为了适应我国目前发展的需要，翻译出版美国石油学会编写的“炼油厂废液处理手册”，很有意义。

本书由中国石油化工总公司环境保护设计技术中心站组织翻译，全书最后经中国石油学会炼制分会张溥同志和中国石化总公司环保中心站阎鸿炳同志校订。

本书在翻译过程中，由于参加人员较多，水平有限，一定存在不少的缺点和错误，请读者批评指正。

译者

39701

炼油厂废物处理手册

美国石油学会炼油厂废物处理委员会最近正在重新组织修改《炼油厂废物处理手册》。
修订手册完成后将分下列三卷出版：

液体废物——一九七五年完成；

气体废物——一九七七年完成；

固体废物——待出版。

该手册各卷完成后分别以活页本发表。组成每卷的所有章节均自成单元，并能从活页本上自由取下，使用方便。

本学会相信：这个新版本将提高原有资料的价值，它的应用将推动更完善的资料的发表。为使该手册获得成功，我们欢迎炼油厂商将与废物处理实践有关的资料提交给美国石油学会炼制部负责人，地址：2101 L Street, N.W., Washington, D.C. 20037。

该手册所述之数据和方法任何人均可随意使用，但是对于由此而引起的各种损失，对于因为与联邦、州、市政法规相抵触而造成的违反行为，美国石油学会概不承担任何形式的责任和义务。

本学会的这个出版物的内容不得被解释为有意授权去制造、销售或使用专利文献上涉及的有关方法、装备、产品，不得被解释为担保任何人因违背专利文献的规定而可以推卸责任。

序 言

本卷是美国石油学会的《炼油厂废物处理手册》的第一本，以《液体废物》的标题出版。它是《含油废水》第一卷（第七版）和《化学废物》第三卷（第四版）的合篇与续篇。上述第一卷和第三卷中的材料已作了全面的修订和重编以删除重复部分。全文已经充实大量的新资料，在更广泛更全面的范围内介绍液体废物处理的工艺技术。

清除可分离油污和减少水溶性有机物、氨和硫化氢是石油工业废水处理所面临的主要问题。本卷体现了全行业集思广益、积累资料，为解决这些特殊问题而作出的努力。书中列举不少实例以阐明一些先进原理的实际应用，它们仅对当前通行的实际作法加以陈述，而不是要以任何方式排除或限制使用其他比较好的方法。我们所提到的设备和工艺有可能涉及，也可能不涉及专利。任何人如打算采用这类设备和工艺，首先要查明它们是否与专利权有关。

虽然有些材料对于那些在废物控制方法上训练有素，经验丰富的炼油工作者来说似乎是些基本知识，但是美国石油学会炼油厂废物处理委员会认为，炼油厂是由各种经历不同的人所经营的。编写本书的目的是为那些缺乏专业知识的人提供资料，但我们相信这样做并不会降低由业务能力较强的环保工作者编写的出版物的使用价值。

目 录

第一章	导 言	1
第二章	水污染资料	4
第三章	收集和处理	21
第四章	液体流量的测量方法	28
第五章	油-水分离器工艺设计	56
第六章	重力式分离器结构详细说明	74
第七章	压舱水	87
第八章	含油乳化液的回收处理	92
第九章	过滤、絮凝和浮选	105
第十章	汽提、抽提、吸附及离子交换	126
第十一章	氧 化	172
第十二章	充 氧	183
第十三章	生物处理	204
第十四章	销售、倒入海洋、注入深井及焚烧处理	290
第十五章	普通炼油厂废物与处理过程提要	295
第十六章	石油化工废物处理	321
第十七章	监 测	335
第十八章	废水排入受纳水体的扩散	342
第十九章	河流的监测方法	360
第二十章	溶解度和毒性	390
术 语		405
附 录		408

第一章 导 言

一、背景情况	2
二、废液的分类	2
三、操作和维修	2
1. 监 测	3
2. 操 作	3
3. 维护保养	3
4. 监控净化后废水	3
5. 漏油清除	3

一、背景情况

评价、检验和处理工业废物的技术大多承袭卫生工程学的工艺技术。目前，虽然工业废物处理技术已被公认为一门工艺技术专业，然而许多工程学院却还未曾明确地为工业废物处理工程师新开一门专业学科。鉴于现今社会工业的迅猛发展和多种经营，以及国家越来越致力于消除工业废物的污染，因此每个工业部门有责任培养自己的专业人员，以解决该行业所特有的废物问题。

另一个要加以考虑，特别与液体废料有关的问题就是公众对保护国家的水资源日益关心，这就对所有在操作中大量用水的工业部门（包括石油工业）产生了直接的影响。在原有工艺装置进行现代化改造时，在设计和建造新装置时，石油工业部门通过水的循环使用和再生法，通过热量回收和空气冷却，致使在减少加工每桶原油所需进水量方面取得了进展。尽管为了生产高质量的产品以满足社会的急需，工艺过程的复杂程度有所提高，但是进水量终究减少了。进水量的减少必然导致排水量的减少。然而，直到无废料排放到公共水域这样一种理想实现之前，工业废物处理工程师还得尽力减少或中和工业废物中污染物的作用。

因为工业废料的性质是复杂而且常常是独特的，所以工业部门为了消除工业废物对公共环境固有的不利影响，最好利用同业协会来收集、整理和交流技术资料。

本卷全面地汇编了炼油厂废液处理技术与工艺的最新知识。在关于公共水域的特性和炼厂含水废物的性质及其对公共水域的影响的材料中；还补充了水污染的调查方法以及减少或防治水污染的资料。本卷还描述了采用物理、化学和生物学原理的废水处理设备与装置。广泛传播根据世界各国炼油工作者所提供的实验操作、方法和程序而提出的一些切实可行的建议。

二、废液的分类

炼油厂废水系统通常要处理四种主要的废水，即不含油水、冷却水、工艺用水、生活污水。炼油厂所使用或循环使用的水绝大部分用于冷却（热量排放）。不管人们如何竭力防止冷却水和原油或油品接触，但是冷却水一回到公共水域还是夹带油和水溶性有机物，还可能还有其他有害成份。工艺操作所排放或使用的水，与冷却水相比虽然量较少，然而因其同油液直接接触，所以总是充满了这类污染物。

经验告诉我们：一般来说，每一种废水在单独处理时更有效，而且常常更经济，若与别种废水掺合时则不是这样。虽然为每一种废水设置分开的排水系统有时是办不到的，但我们要特别努力把生活污水分隔开并加以处理。这不仅很实用，而且废物污染管理机构和卫生管理机构常要求这样做。

三、操作和维修

仅安装适当的废水处理设备还不够。这些设备如果要按预期的要求工作，就得维修好、操作好。废水处理装置要由熟练人员来操作，要同炼油厂其他设备一样给予密切注意。废水

是炼油厂一大产品。这个产品和其他产品一样，也要仔细地检验，如果不符合规格要求，则不得排放。

1. 监测

要将炼油厂的排水系统、分离器和其他废水处理装置的实际操作维修分配给专人负责，他们通过实践和培训是能够很好胜任此项特定任务的。监测的总负责应该由一名老资格人员，一名能够对废物检控问题予以最优先考虑的监测员来担当。这样安排有助于开展和维持正常的废物处理工作。

监测员要对所有排放到处理系统中去的废水源作调查研究，以便在减少油、沉淀物和其他污染物的排放量方面提出改进建议。

监测员应该坚持作好废水源、废水特性和废水流量的完整记录，并且在炼油厂实验室的协助下，提出炼油厂排水的质量和数量的周期性报告。

要作出一个规定，并使职工人人明白：来自管理机关或其他负责人的批评必须立即提请废物检控监测员和有关行政人员的注意。要按照指控的内容迅速进行调查，然后会同提出意见的人一起进行商讨。

2. 操作

废物处理装置如果没有熟练操作人员给予必要的注意则不能有效运行。这种注意多少要有一点连贯性，因为炼油厂输油管线的断裂和泄漏会造成油、化学物品、沉淀物或水的溢流并进入污水管引起油水分离器和其他处理装置的失常和事故。

要制定一个培训计划，使炼油厂每个人直到最新工作的采样员都知道污染控制规划及其完成的步骤。控制污染的最好办法是寻根溯源，控制污染源。

当装置在异常条件下使用，或操作不稳时，操作人员应立即纠正这种状况，并且通知监督员。

废物检控监测员要经常检查排水系统的所有部位，以免发现由堵塞、破裂或其他可能发生的状况所造成的故障。他要查看所有的废物检控设备，看它们是否维持良好的工作状况。

对废物处理装置的操作和维修要给予与工艺装置同等的照料和注意。

3. 维护保养

在油分离器和其他设备附近搞好维护保养工作是很重要的。这些地方要保持整洁，井井有条。地面浸油、木器沾油等现象只能说明分离器经常溢流。这种保养不善的迹象给进入该装置的管理行政人员和参观者造成一种对操作缺乏兴趣的印象。

4. 监控净化后废水

为了将操作性能整理成文，为了评价效率，为了预报操作失误和事故，必须对炼油厂净化后的废水流监控。这样可以及时采取纠正措施，使水流下游的用户对可能出现的问题有所准备。

5. 漏油清除

炼厂厂区以外由于其它原因（例如各类油船、码头和承载工具的漏油等）造成的水污染问题，不属美国石油学会废物处理委员会职责范围。然而此类问题却归美国石油学会空气和水域保护委员会分管。有关这些事宜的资料可直接向该委员会索取。

（曹凯民译）

第二章 水污染资料

导 言	5
一、自然淡水的条件	5
1.环 境	5
2.溶 质	6
3.鱼 类	6
4.物理条件	6
5.食 料	7
二、饮用水标准	7
三、废水的影响	8
1.pH和 盐 度	8
2.酸 度	9
3.碱 度	10
4.溶解氧	11
5.需氧量	12
6.硬 度	12
7.渗透作用	12
8.毒 性	13
9.味道和气味	14
10.色 度	14
11.浊度和悬浮物质	14
12.油	16
13.温 度	17
参考文献	17

导 言

废水排放到受纳水体，其影响取决于这两种水的各种成分。如果废水的成分在种类和浓度上等同于受纳水体，则受纳水体的水质不会改变。

在废水行将排放到河流、湖泊、近海时，要考虑它对水质的影响有：

(1)可饮用性：有些污染物给受纳水体带来涩味秽气，在某些场合下还会造成水体带有毒性。要恢复水质的可饮用性需要综合治理。

(2)水生生物：鱼类和其他水生生物是重要的食物资源和水质自净的自然因素，它们会受到污染的不利影响。如果污染严重，它们会全部消亡。海恩斯 (Hynes) [1]对受污染水体的生态学作了全面的探讨。

(3)环境的美化和卫生：受污染水体常常不堪寓目，并发出难闻气味，使附近居住和工作的人们深感厌恶，因而无任何游览价值。在一些极其严重的地方，这类水体还会对公众健康造成威胁。但是公众的健康一旦受了影响，排放生活污水的原因往往好找，而工业废物却被忽视。

废水排放到自然水体的影响是多种多样的。因此对直接和间接的影响都弄清楚是很重要的，这样才能对废水的排放加以适当的治理和控制。

大多数的物质对于有特定用途的水产生何种影响，现有的知识并不总是绰绰有余的。对水生生物的协同作用 and 对抗作用大家十分明确，但是对这些作用得以奏效的机理却不甚了然。

人们正在不断研究各种方法，以估计受纳水体同化有机物和污染物的能力。对于一些污染物的作用，我们可得到一定的资料，用来对这些污染物的数量和性质给予受纳水体的影响作出适当精确的评价。然而人们对于污染物以何种速率在自然现象的作用下变得无害仍然一知半解。正是由于在具体物质的作用方面知识有限，要在大面积的区域内建立统一的水质标准，技术上尚未成熟。

然而，根据对当地情况的普查为一些具体物质定出限量却是可能的。这些限量完全可以作为水流用于特殊场合的水质标准。重点要放在应用。

公众喜欢从环境美化的观点来判断污染问题。只要杀风景的事引起了人们不满，就要力戒，尽管实际污染情况可能只是轻微而又短暂的。

一、自然淡水的条件

1. 环 境

淡水的自然特性主要是环境造成的。环境可分为两大类：

a.死水或静止水：死水环境包括内陆水体，例如湖泊、池塘和沼泽，这些地方的水不是向任何一个方向连续流动。但水的有限运动仍然发生，例如波涛、潜流、季节性置换和水岔口的潮流[2]。

b.活水或流动水：活水环境包括内陆水域，例如大小河流，这里整个水体的水向着一个

固定的方向不断运动。活水环境也包括受潮汐影响的淡水水体〔2〕。

有无潮流是区分死水和活水的重要标志。潮流的作用在于稀释排放的废物并将它从排放区域带走。如果没有潮流使废物和自然水迅速混和，如果这种混和物不被立即冲掉，则有必要使废物排放的速度放慢，质量提高，以免产生不良的后果。净化后污水在受纳水体中的弥散，第十八章加以讨论。

2. 溶 质

另一个确定淡水水体特性的因素是溶质或溶解的固体物质。如表 2-1 所示，在美国自然水体中的固体溶质的总量和具体分布很不均匀。该表根据溶解固体将水体分为三大类。

表 2-1 美国淡水水体中的固体溶质

成 分	浓 度, 毫 克 / 升		
	低于下列数据 的水体占 5 %	低于下列数据 的水体占 50 %	低于下列数据 的水体占 95 %
固体溶质总量	72.0	169.0	400.0
碳酸氢盐	40.0	90.0	180.0
硫酸盐	11.0	32.0	90.0
氯化物	3.0	9.0	170.0
硝酸盐	0.2	0.9	4.2
钙	15.0	28.0	52.0
镁	3.5	7.0	14.0
钠、钾	6.0	10.0	85.0
铁	0.1	0.3	0.7

3. 鱼 类

名目繁多的鱼类是衡量水质的又一标准。爱里斯 (Ellis) (8) 在许多地区考察了水域〔8〕。鱼类所需要的水质的一般特性由表 2-2 给出。

表 2-2 适宜于多种鱼类大量生存的水体特性

特 性	特 性 数 值		
	低于下列数据 的水体占 5 %	低于下列数据 的水体占 50 %	低于下列数据 的水体占 95 %
pH 值	6.7	7.6	8.3
溶 解 氧 二 氧 化 碳 游 离 合 结 晶 氨	浓 度, 毫 克 / 升		
	5.0	6.8	9.8
	0.1	1.5	
	8.5	45.0	95.0
	0.5	1.5	2.5
电导率 (25°C)	25°C 时 欧 姆 数 的 倒 数 (50)(10 ⁻⁶) (270)(10 ⁻⁶) (1,100)(10 ⁻⁶)		

4. 物理条件

大量的数据表明：某些物理条件对淡水河流和湖泊中的鱼类生产有影响。河流和湖泊所出产的鱼类食品会受其面积、深度、流速、水流的持续性和化学成分的影响〔4,5〕。

水底的类型对能够养殖的水生动物的产量和种类影响很大。流砂不能在长时间里保持稳定，因此不能培育大量的水生动物。泥底可产生大量鱼类食物，但孵化鱼苗却不够理想。砾

石和淤砂看来对大量生产鱼类和鱼类食物都是最为适宜的〔6〕。

即使没有工业污染，在任何自然水体中，一种或几种水生生物会在一个时期内几乎完全绝迹。

在海洋和海湾中，重要的物理因素似乎有潮汐活动，海流以及在河流出海口，海湾及海洋中的海沟。保护水生生物免遭食肉动物的侵害，为牡蛎投放足够的礁石，也是重要因素。

5. 食 料

人们对于淡水河流和湖泊中的食物已从事了大量的研究工作。现在已经发现，在这些水体中有机和无机养分的比例和份量合理能增殖鱼类和虫类生物，并能增加鱼类赖以生存的有机物的产量。养分太多或太少都有不利影响〔7,8〕。

任何一种特定的鱼类总有其嗜好的食物。然而许多迹象表明，鱼类如果不能得到这种食物，还能依靠另一种食物繁衍。佩特 (Pate) 提供了有关各种淡水鱼类喜爱食物的详细资料〔4〕。

经营管理得法能增加鲑鱼和其他有益鱼类的生产。例如，当粗鱼排挤了鲑科鱼类时，应该鼓励渔业商大量捕捞和销售粗鱼以增加鲑鱼的产量〔3〕。

二、饮用水标准

美国公共卫生服务局颁布的饮用水标准〔9〕是用来鉴定美国饮用水的化学、物理和生物性质的。严格地说，这些标准仅适用于跨州的或其它涉及检疫法规的水域。虽然大多数州已将它们作为公共用水的标准，但是推广应用的范围则因州和地方立法而异。法定的和推荐的化学限量摘要见表2-3。

表 2-3 饮用水中某些化学成分的标准(1962)

物 质	限 量, 毫 克 / 升	
	法 定 的	建 议 的
烷 基 苯 磺 酸 盐		0.5
砷	0.05	0.01
钡	1.0	
镉	0.01	
碳-氯 仿 萃 取 物		0.2
氯 化 物		25.0
铬 (六 价)	0.05	
铜 化 物	0.2	1.0
氟 化 物		0.01
铁		0.3
铅	0.05	
锰		0.05
硝 酸 盐		45.0
酚 醛		0.001
硒	0.01	
银	0.05	
硫 酸 盐		250.0
锌		5.0
固 体 溶 质 总 量		500.0

碳—氯仿萃取 (CCE) 试验方法由美国公共卫生服务局首创^[10~13]。该方法 通过泵把约为5,000加仑的试验用水, 输入一个充满活性碳的筒体并保留一至二周来完成。筒体的高度为18英寸, 直径为3英寸。吸附在活性碳上的有机化合物先被氯仿所萃取, 后被乙醇所萃取。氯仿和乙醇挥发后, 我们就可以称出用泵送入碳过滤器的水每升中所含残渣的毫克量。这些残渣可用其它溶剂通过萃取加以分解。

在较为清洁的水流中, 用这个方法萃取出的有机物质总量通常低于0.2毫克/升。基于这个事实, 0.2毫克/升已用作暂定的限量。

很多人认为本法虽然局限性很大, 但不失是研究污染问题的有用工具。过滤器所集结的物质同过滤器上萃取的物质有所不同。过滤器上所集结的物质在一至二周的时间内暴露在河流常有的生物活动之中, 可能被生物体所改变。

三、废水的影响

每个炼油工作者应该掌握排放废物的自然水体的特性。这些特性知识对确定废物的影响是至关重要的。

废水中溶质的分解或电离的程度有所不同。分解的范围从零 (例如有些有机化合物) 到实际上完全电离 (例如有些酸类和无机盐)。因为分解能加速化学反应, 所以废水中的溶质对受纳水体有显著的化学影响。那些基本上不分解的溶质也会发生化学反应, 不过速度一般来说较慢。因此不分解的溶质化学影响较小。溶质无论分解或不分解都具有明显的物理影响。当分析废水中溶质的这些影响时, 掌握分子结构、离解和物质反应是很有帮助的^[14]。

为了方便起见, 这些影响按下列项目加以讨论:

PH 和盐度

渗透作用

酸度

毒性

碱度

味和嗅

溶解氧

色泽、浊度和悬浮体

需氧量

油

硬度

温度: 温度虽然不是溶质所产生影响的一个特性, 但它是一个重要因素。为了完整起见, 这里也加以讨论。

上述项目不是按其重要性来排列的。一个处于重要地位的特性很可能在其他地方处于次要地位。重要性也会变, 因为这些特性具有协同和抵消的相互关系。

1. pH 值和盐度

自然水体具有缓冲效应或对改变 pH 值的阻力, 这很重要。

溶液的 pH 值的定义为氢离子浓度 (克当量/升) 倒数的常用对数。pH 常用作溶液的酸性或碱性的近似指标。若是强酸或强碱, pH 值近似地计量该溶液的酸性或碱性。然而在弱酸或弱碱中情况并非如此, 因为溶解物质只是部分电离。不仅如此, 有的时候溶液中存在第二种物质会影响第一种物质的电离程度。pH 不得与酸性碱性混为一谈。它不是酸性或碱性的定量测定。鉴此, pH 值不能用来替换通过滴定达到标准数据点所确定的酸性与碱性。

缓冲水是一种能够保持酸性或碱性的水。在这种水体中加入适量的强酸或强碱不会引起 pH 值的明显改变。这种保持酸性或碱性的能力是由于存在弱酸或其盐类所导致的。在自然

水体中，弱酸往往是吸收空气形成的碳酸，盐类就是碳酸盐和碳酸氢盐。若无缓冲剂存在，加入少量的强酸或强碱就会引起 pH 值显著的改变。

鱼类大致分为两类：一类能够生活在高氯化钠水（海水）中，一类能够生活在淡水中。有些鱼类和鱼类所食的生物体既能在淡水中又能在海水中生活，其他鱼类则只能承受一定范围的盐性。

将大量盐分引入淡水河流将毁灭鱼类生存；反之，将大量淡水引入海洋或海湾也会给水生生物带来不利影响。由于这些缘故，当受纳水体含有大量盐分时，我们研究其毒性就一定要审慎考虑盐分的含量。

2. 酸 度

物质溶解后溶液呈酸性，是因为这些物质具有电离或分解的性质。酸性化合物电离或分解后产生了氢离子（更正确地说，是水合氢离子）。

溶液中的酸性化合物分解程度高就称为强酸。弱酸只是部分电离的溶液。

同单位容量的溶液反应生成盐类所需碱的数量称为此溶液的酸度。

自然水体表面含有不同量的碳酸氢盐，主要是碳酸氢钙、碳酸氢镁。在水体表面加入强酸，首先发生的作用就是碳酸氢盐转化为加入酸的盐类。未经处理的炼油厂废水中的强酸往往是释放二氧化碳的硫酸。二氧化碳是否能立即与这些化合物结合，则取决于自然水体是硬水还是软水。这就是缓冲作用。把强酸继续引入自然水体会不断降低 pH 值。直到 pH 值约为 4.3 时，所有的碳酸氢盐已消耗殆尽，无机酸性急剧增加。

酸度的影响有好几种，有时情况复杂。化学影响大多是一些引起腐蚀的影响。一般来说，pH 值愈低水的腐蚀影响愈大。这类水体腐蚀钢、混凝土及其接触的类似材料。即使在 pH 值达到 4.3 之前，被释放的二氧化碳就是一种腐蚀剂。它对锅炉、船体、水泥桥墩和地基均有不利影响，甚至木结构、水处理装置、管线、油罐和其他设备也会受到影响。

酸所释放的部分二氧化碳被水生生物吸收，但是过量的酸度会损害植物。同时，因急流和波浪的搅动有些二氧化碳逸散到空气中。然而，只有在水体表面二氧化碳才能逸散到空气中，当酸性废物排放到流动的大河流或深湖泊中时，该水体中二氧化碳的释放量主要取决于溶解气体在水体表面的扩散量。其结果是二氧化碳逸散缓慢，而其浓度仍旧相当高。

释放到湖泊中的酸，特别是大湖泊，比之释放到河流中的酸危害更为严重，因为酸性在湖泊水体中会更持续地起作用。若进入湖泊的水流，存在溶解的碳酸氢盐，湖泊水体的自然 pH 值会慢慢恢复。

酸度通过氧化或分解有机污染物的过程将逐渐得到纠正。植物的簇叶、生活污水和类似物质被冲入或用其他方法导入水体后，通过生物过程逐渐转化为二氧化碳和水。但是藻类和含叶绿素的植物清除二氧化碳就抵消了这个过程。

水流中各种自然过程的联合作用称作自净。酸性废物排入自然水体，对这些过程带来不利影响。酸度阻滞了这些自然过程，因为引起净化作用的动植物群被驱散或毁灭了。例如：

a. 细菌是首先使河流产生自净作用的生物体。它们也首先受到酸度的影响。当酸度增加，pH 值降低，细菌就被杀死。pH 值低于 4.5 时，大部分细菌不能存活。因为细菌将有机物变成高等生物体的食物或其他有用物质，而酸度会打破这种食物供应键^[15]。

b. 浮游生物是自然水体中第二个较高级的生物形态。酸度对浮游生物和对细菌的作用大致相同。虽然有几种浮游生物能够在 pH 值低至 2.5 时存活，但那些在保持水流自然净化方面活性最强的浮游生物，在 pH 值低于 6.5 时就被消灭。伯迪 (Purdy)^[16]发现在低 pH 值