

徐幼云 楊文进 編著

工业废水处理

科学技術出版社

工业废水处理

徐幼云 楊文进 編著

科学技術出版社

內 容 提 要

本書綜合了國外最近許多年來關於工業廢水處理方面的試驗研究資料，並就廿多種工業廢水分別加以論述，每種廢水均先講述其產生來源、數量及性質，然後再詳論其處理方法；另外在衛生和經濟兼顧的原則下，還提出了不少收回廢水中有用物質的具體措施。

本書可供給水排水專業方面的研究人員和技術人員、市政工程管理人員、廠礦工程師、國家衛生監督人員和衛生醫師等參考，也可供作給水排水專業課程參考教材。

工 業 廢 水 處 理

編 著 者 徐 幼 云 楊 文 進

*

科 學 技 術 出 版 社 出 版

(上海南京西路 2004 號)

上海市書刊出版業營業許可證出 079 號

上海中華印刷廠印刷 新華書店上海發行所總經售

*

統一書號: 15119·691

開本 850×1168 耗 1/32 · 印張 10 5/16 · 字數 251,000

1958 年 6 月第 1 版

1958 年 6 月第 1 次印刷 印數 1—1,500

定價: (10) 1.70 元

前 言

随着工业建设的需要,我国于1953年就已开始建立了卫生监督机构,并相继设立了各种工业设计院和给水排水设计院。卫生监督机构的主要任务之一是保护各地水源、规定生活污水和工业废水排入水源的条件,以保证人民健康,因而规定凡是新建工厂具有污染性质的废水排出者,都要根据水源保护标准进行妥善处理;现有工厂亦需逐步添设废水处理设备。各工业设计院和给水排水设计院的任务之一是为这些工业企业设计废水处理设备,使废水经过处理后达到放流标准。目前有关生活污水处理的参考书已经出版了不少,而有关工业废水处理的参考书籍则还比较缺乏,编者有鉴于此,特于工作之余编成此书。

本书内容具有以下几个特点,应予说明:

(一)工业的种类虽然繁多(根据我国目前的工业分类情况,重工业包括了钢铁、有色金属、电力、煤矿、石油、机器制造、化工、建筑材料、木材等九种,而轻工业则包括有纺织、食品、造纸、制革和其他轻工业等五种),但有些工业除了冷却水以外并无废水问题存在,有的甚至根本就没有废水产生,因而对这些工业就不再叙述。

(二)由于相同工业所排出的废水的性质并不相同,因而对于该种工业废水不能提出定型的处理方法。例如纺织工业废水的水量、性质和强度,不仅在不同类型的工厂之间悬殊很大,就是同一工厂也会由于出品种类和颜色不同而有很大的变动,选择处理方法时就应该根据废水的水量、性质、强度和水源的情况以及能否排入城市污水处理厂等因素综合地加以考虑,必要时还要通过实验

来决定。

(三)由于工业廢水处理不象生活污水一样可以根据預期效果采用定型方法直接进行設計，因而各章中汇集了近二三十年来国外的許多研究、試驗以及运用經驗的报导，供作理論上的参考。实际进行設計时，可根据具体情况从这些試驗成功的方法中加以选择。

另外，書中所有的名詞，除給水排水工程方面的系按照一般习惯采用外，其他名詞則尽量按照中国科学院所审定的化学化工术语。

工业廢水处理牽涉到很多化工問題，范围十分广泛，編者虽曾从事过一点点工业廢水处理方面的研究工作，但由于学識的淺薄和經驗的欠缺，書中难免有不妥当甚至有錯誤的地方，希望同志們多予批評和指正。

本書在編写过程中，承蒙中国科学院武汉分院簡浩然教授随时給予指教，并供給很多資料，借此附志致謝。

徐幼云、楊文进

1957.9. 武汉

目 录

緒論	1
1. 新中国工业建設中的廢水問題	1
2. 工业廢水的性質和分类	2
3. 工业廢水的分析	4
第一章 工业廢水的处理目的和地面水源的卫生防护	8
1-1 工业廢水的处理目的	8
1-2 地面水的污染	11
1-3 地面水的自淨作用	14
1-4 地面水源接受污水的能力	
和規則	19
1-5 工业廢水排入公共水源时处理程度的決定	22
第二章 工业廢水处理的基本方法	34
2-1 水質均衡	35
2-2 浮除	39
2-3 提取	41
2-4 吸着	44
2-5 蒸汽蒸餾	46
2-6 濃縮結晶和曝气氧化	47
2-7 真空濾机	48
第三章 酸性廢水	50
3-1 酸性廢水的产生来源	50
3-2 廢酸的收回	52
3-3 酸性廢水的影响	53
3-4 有利于酸性廢水处理的几項措施	55
3-5 酸性廢水的中和	57
第四章 鋼鉄工业廢水	70
4-1 鋼的酸洗廢液	70
4-2 副产煉焦厂中副产物的收回和廢水的处置	89
1. 氨的收回	92
2. 硫化氫的收回	101
3. 芳香族含氮硷的收回	103
4. 酚的处置和收回	103
第五章 采煤工业廢水	120

5-1 酸性矿坑水的形成.....	121	5-3 減輕酸性矿坑水对河流污 染的方法.....	125
5-2 酸性矿坑水的性質及其有 害影响.....	123		
第六章 石油工业废水	129		
6-1 原油的采取和儲存.....	129	6-2 原油的精煉.....	132
第七章 电鍍废水	145		
7-1 电鍍車間的作业.....	145	7-4 废水的影响.....	152
7-2 废水的来源.....	149	7-5 废水的处理方法.....	154
7-3 废水的性質和强度.....	150		
第八章 紡織工业废水	166		
8-1 梳毛和紡毛.....	166	8-3 絲和合成纖維.....	183
8-2 棉.....	180	8-4 亞麻.....	185
第九章 食品工业废水	187		
9-1 屠宰場及肉类联合加工厂 废水.....	187	9-5 玉蜀黍淀粉工业废水.....	236
9-2 乳品工业废水.....	200	9-6 酿酒废水.....	241
9-3 罐頭厂废水.....	211	9-7 糖蜜酒精生产废水.....	247
9-4 制糖废水.....	229	9-8 酵母制造废水.....	249
第十章 造纸工业废水	251		
10-1 木材預备工程中的废水.....	251	10-6 草紙板生产废水.....	269
10-2 牛皮紙厂(或硫酸鹽法紙厂) 废水.....	252	10-7 用破布、旧繩、亞麻或黃麻 制造紙漿的废水.....	272
10-3 亞硫酸鹽紙漿生产废水.....	257	10-8 半化学制漿废水.....	275
10-4 造纸机溢流水.....	261	10-9 漂白废水.....	277
10-5 廢紙去墨废水.....	267	10-10 結語.....	279
第十一章 制革工业废水	281		
11-1 皮革的生产过程和废水的 来源.....	281	11-4 制革厂废水与生活污水合 并处置.....	287
11-2 废水的性質和产量.....	284	11-5 制革厂废水的单独处理.....	288
11-3 廢物的收回.....	287		

第十二章 其他几种生产废水	296
12-1 洗衣作废水.....	296
12-2 炸药制造废水.....	298
12-3 抗生素生产废水.....	300
12-4 丁醇及丙酮发酵废液.....	302
12-5 橡胶生产废水.....	303
12-6 树胶生产废水.....	305
12-7 去垢剂.....	306
附表	307
主要参考书	310
索引	311

緒 論

1. 新中国工业建設中的廢水問題

在反动統治时代，說不上工业建設，也談不到保障人民健康，因此工业廢水的处置和处理問題，更是不受重視。但在今天，祖国偉大的社会主义建設早已开始，很多的工厂和矿山都已相繼建立和开采，許多工业城市也都要随着国家的发展迅速地加以改建或新建；另一方面，人民的卫生水平正在不断地提高，保障人民健康的各种卫生措施正在大力推行。为了确实保証劳动人民的健康，国家对于工业企业的卫生监督制度业已开始試行，并且对于工业生产过程中所排出的廢水，已經提出卫生标准，凡是不符合排入公共水源的卫生規則的工业廢水，如果沒有經過妥善的处理，一律不准排入。这对防护公共水源起了很大的作用，从而保証了天然水源的水質的安全，使飲用者的健康得到了确凿的保証。

各种工业廢水的性質虽不相同，但除掉冷却水等洁淨的生产廢水以外，多半具有危害性，例如有的污染性質很强，有的物理性狀十分惡劣，有的含有有毒物質，有的携有病菌，大都必須經過适当的处理，才能洩入公共水源。因此工业廢水的排除和处理，是当前建設和卫生工作中的重要問題。

現代工业的种类非常繁多，我国將各种工业总括为重工业和輕工业两大类。重工业中包括有鋼鐵工业、有色金属工业、电力工业、煤矿工业、石油工业、机器制造工业、化学工业、建筑材料工业及木材工业；輕工业中包括有紡織工业、食品工业、医药工业、造紙

工业及其他輕工业。①

上述各种工业中,有些廢水問題比較严重(例如鋼鉄工业、石油工业、化学工业、紡織工业、食品工业、造紙工业等),有些則比較簡單,有些甚至沒有廢水問題存在,因此本書重点講述以下几种廢水:

酸性廢水

鋼鉄工业廢水

采煤工业廢水

石油工业廢水

电鍍廢水

紡織工业廢水

食品工业廢水

造紙工业廢水

制革工业廢水

炸葯、橡膠、树膠等其他几种生产廢水

2. 工业廢水的性質和分类

工业廢水的成分非常复杂,其中含有各种各样的物質,主要受着以下四种因素的影响:

(一)工业所用的原料;

(二)工业生产过程的特殊性;

(三)生产用水的水質与水量;

(四)地方条件。

工业廢水中悬浮固体含量的变化很大,例如棉紡厂生产廢水中大約含有 250~300 毫克/升的悬浮固体,副产煉焦厂——600

① 重工业及輕工业中所包括的項目摘录自中华人民共和国发展国民經济的第一个五年計划第三章第三、四节

表 1 各种工业廢水中所含的主要污染物^①

工业种类	廢水中主要含有无机物者	廢水中主要含有有机物者	廢水中既含有无机物又含有有机物者	无廢水产生者
冶炼工业	矿山, 选矿厂, 黑色金属冶炼厂, 有色金属冶炼厂			
煤矿工业	矿井, 选煤厂		固体燃料热加工厂	
石油工业			采油场, 石油加工厂, 煤气厂	
化学工业	无机酸制造厂, 碱厂, 漂白粉厂, 钾制造厂, 乙炔工厂	塑料工厂	氮肥厂, 合成橡胶厂, 油漆颜料厂, 化学制药厂	
造纸工业			造纸厂, 纤维厂	
食品工业		酿造制酒——酵母厂, 啤酒厂, 面粉厂, 制烟厂	甜菜糖厂, 马铃薯淀粉厂	
机器制造工业	重型机器制造厂, 车床制造厂, 汽车及拖拉机工厂, 仪表制造厂, 农业机械制造厂, 造船厂			
轻工业		毛皮厂, 鞋厂	皮革厂	縫紉厂, 針織厂
紡織工业			洗毛厂, 呢絨厂, 人造絲厂, 棉織厂, 亞麻厂, 絲厂	
建筑材料工业	水泥厂, 玻璃厂, 磚厂			陶磁厂, 石棉加工厂
牛乳, 肉类工业		肉类联合加工厂, 牛乳油制造厂		
鱼类工业		罐头厂		
电力工业	发电厂的水力除灰			
森林工业			木材干馏	
地方工业	机械厂	鉛笔厂		火柴厂, 印刷厂

① 此表系苏联 П. С. 別罗夫教授所制

毫克/升,糖漿及肥皂工厂——1,800 毫克/升,羊毛厂——20,000 毫克/升。

工業廢水的生化需氧量的变化也很大,例如硷厂生产廢水的生化需氧量約为 30~100 毫克/升,肉类联合加工厂廢水約为 750~3,000 毫克/升,合成橡膠厂廢水約为 19,000~30,000 毫克/升。

有些工業廢水中含有酸,有些工業廢水中則含有硷,例如金属加工厂、石油提煉厂等所排出的是酸性廢水,而羊毛厂、制革厂等所排出的則是硷性廢水。

有些工業廢水中含有重金属鹽(汞、銅、鉻)、硫化氫、酚等有毒物質,有些工業廢水則被細菌所污染。

有些工業廢水在高溫下(有时高达 80°C)放洩出来,还有些工業廢水中含有脂肪、汽油、纖維、羊毛等具有經濟价值的产物。

由此可見,工業廢水應該按照其本身的性質,予以不同的处理:有的應該設法加以利用,以收回其中有用的物質;有的可以直接排入城市下水道,与生活污水一起进行处理;有的則必須采用适当的方法施行处理,然后才能排入城市下水道或放入水源。

工業廢水可以按照它的成分而区分为三类:(一)主要含有无机物質的廢水;(二)主要含有有机物質的廢水;(三)既含有无机物質又含有一部分有机物質的廢水。表 1 示各种工業廢水中所含主要污染物的种类,列为参考。

3. 工業廢水的分析

要进行工業廢水处理,首先必須了解廢水的全部性質,否則便不能制訂出正确的处理方案。每种工業廢水的性質都很复杂,肉眼观察只能对它的某些物理性狀得到概略的了解,确切的数据和廢水的化学性質、毒性、細菌污染情况等,都必須从科学的分析求得。因此,工業廢水的分析是工業廢水处理的第一个步驟,常用的分析項目有以下几种:

(一)顏色

廢水的顏色及其濃度必須進行測定，並且最好能找出產生顏色的原因。雖然色素不一定有害，但對工業廢水來講，顏色容易使人厭惡，常被認為是主要的污染因素。遇到帶有顏色的廢水時，應盡先考慮利用其他沒有顏色的廢水或天然水体加以稀釋，以達到沒有顯著的着色，這樣要比採用化學沉淀或其他方法處理經濟得多。

(二)生化需氧量

由於生化需氧量是廢水的污濁程度和廢水對於水源的污染強度的標誌，所以是一個非常重要的分析項目。通過生化需氧量的測定，可以概略地估計出採用什麼處理方法和將廢水處理到什麼程度，才能使廢水放入水体混合後不致造成水体嚴重缺氧的現象。有些廢水的固體含量很低，但需氧量很高；另外有些廢水的固體含量很高，但需氧量卻又很低；對於這兩類廢水，往往就不能採用相同的方法處理。

(三)懸浮固體和可沉固體

懸浮固體是決定工業廢水能否直接放入公共水源或必須處理到何種程度才能放入水源的重要條件之一。可沉固體是懸浮固體的一部分，可以作為選擇處理方法的引導。

(四)總固體

總固體包括懸浮固體和溶解固體，是選擇處理方法的參考資料之一。

(五)氫離子濃度

氫離子濃度是指示廢水呈酸性或鹼性的標誌。根據廢水的pH值，可以判定廢水能否排入城市下水道及公共水源，是否需要與其他廢水中和或施行中和處理。它并可指示出與其他廢水中和或沉淀的可能性。

(六)溫度

測定廢水的溫度也很重要，据此可以確定廢水在處理前是否需要冷卻。例如酒精製造廠排出的廢水通常接近沸點，它不但難於處置，而且損害生物處理，並能使同流物料煮熟。如以消化作為處理方法的一部分，假如原廢水的溫度超過 55°C 時，就會使消化遭受很大的影響，所以原廢水必須在消化過程之先進行冷卻；另一方面，原廢水的溫度也不能太低，因為水溫低於 10°C 時，消化細菌的生活便受到抑制，所有的作用都將暫時停止。

(七) 化學成分

分析廢水的化學成分非常重要，因為只有知道了廢水的化學成分，才能找出正確的處理方法和判定處理效果。氰化物、氯化物、硫酸鹽及酚等都是重要的污染物質，常須加以測定。

(八) 脂肪

脂肪是難於除去的物質，存在於廢水中時常使處理廠的水管、噴頭、小孔等阻塞。當廢水的溫度較高時，往往不容易察覺出脂肪的危害；但當水溫降低後，脂肪或皂質就發生凝固，在沉淀池或消化池面層結成塊狀，並逐漸沉積於水管或其他表面，最後使處理工作完全停頓。

(九) 細菌

從洗滌動物（皮、生皮等）所排除的某些廢水中可能含有大量細菌，而且不少是對人類健康有危害的致病菌，例如制革廠廢水中常常含有炭疽菌，這種病菌極難殺滅，甚至經過消化以後，它的芽胞仍然可以生存。

(十) 有機物質

含有大量有機物質特別是含有大量揮發性有機物質的工業廢水，常常可以排入城市下水道中，與生活污水合併進行處理。

(十一) 油及其乳狀液

油類如呈乳狀液存在，則可以通過整個處理過程而不被除去，最後隨出水一起排出並浮至水体表面，因此有時需要使用繁雜的

方法来分离乳液。

(十二) 廢水量

廢水的产量不仅影响廢水的性質，也是决定处理方法的基本依据。廢水量一般是按每日若干立方米或每小时若干立方米計算。假如廢水是分批产生的，則应查明每批所产生的廢水量和每批所占的时间長短。

第一章

工业廢水的处理目的和地 面水源的卫生防护

1-1 工业廢水的处理目的

工业廢水的处理目的,是为了:

1. 利用工业廢水和从廢水中提取有价值的产物(如酚、金属鹽等).

2. 准备条件放入城市下水道,与生活污水合并一起,由城市污水处理厂进行处理. 在这种情况下,预先处理的目的,是为了防止大量不溶性物質、酸类及有毒物質等进入下水道和城市污水处理厂.

3. 准备条件排入地面水源,使地面水源不致遭受污染,防止造成卫生上及流行病学上的危害.

1. 工业廢水的利用

工业廢水的利用,是根据廢水的成分、产量和当地的具体条件来决定的.

一般說来,有些工业廢水經過相当的处理以后,可以按循环供水的方式再次加以利用.

所謂循环供水,是將已經用过的溫度較高的廢水,通过冷却塔或噴水池冷却后,再送返生产車間. 在循环系統中,由于蒸发的結果,水中所含鹽类的濃度將逐漸增加,为了适合于生产的需要,部

分的循环水必須放掉,而补充以相当数量的新水;另外由蒸发逸散的損失,也需要补充一定数量的新水。廢水能否用作循环水,决定于廢水的处理和冷却是否簡單,以及在生产过程中是否允許利用这样处理过的水。例如冶金工厂和其他工厂的煤气清淨車間的廢水,虽然很髒很热,但經過沉淀及冷却后,还是可以用来洗滌煤气的。又如在石油加工工厂中,如果廢水經過处理后能使石油类物質的含量减少到2~3毫克/升时,也可以用于循环供水系統內。使用循环供水系統的优点,在于从水源地啣取的水量要比直流系統减少很多(約10~20倍),排水量則减少得更多。

在一定情况下,廢水还可以利用于对水質要求不高的場合,例如冶金工厂冷却高炉的廢水,由于溫度較高而又不含雜質,因此可以用于采暖、浴室及洗衣房中。又如热的廢水也可以用在原料及半成品的加热上,以节省燃料。

在一定的条件下,廢水可用于灌溉。用于灌溉的廢水,主要应含有有机物質;只含矿物質的廢水,則不适用于灌溉田地;含有矿物質和有机物質的混合廢水,經過处理后也能用于灌溉。

另外,工业廢水中常常含有某些具有經濟价值的物質,應該加以收回,这一点將在以后各章中分別詳細討論。

2. 工业廢水排入城市下水道的条件

設置于市內或市郊的工厂,首先應該考虑到生产廢水排入城市下水道的可能性。工业廢水排入城市下水道的条件,决定于工厂的位置、廢水的产量和性質、城市下水道的排水能力、以及工业廢水是否能与生活污水合并处理等問題。

城市下水道不能接受有爆炸危險或对下水溝管具有腐蝕性的生产廢水,也不能接受对城市污水处理厂有妨害的生产廢水。

为了避免下水道受到腐蝕,原工业廢水的pH值应在4~11之間,工业廢水与下水道中的污水混合后,pH值应在6.5~9.0之間。另外工业廢水的溫度应不高于40°C。