

工业废水处理利用文集

1

中国工业出版社

工业废水处理利用文集

第一輯

建筑工程部建筑科学研究院市政工程研究所

中国工业出版社

工业废水处理利用文集

第一輯

建筑工程部建筑科学研究院市政工程研究所

*

建筑工程部图书编辑部編輯 (北京西郊百万庄)

中国工业出版社出版 (北京修麟閣路10号)

(北京市书刊出版事业許可証出字第110号)

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ ·印张 $10\frac{1}{2}$ ·字数263,000

1964年8月北京第一版·1964年8月北京第一次印刷

印数0001—2,960·定价(科七)1.80元

*

統一书号: 15165·3211(建工-391)

本书为不定期連續出版的文集，当前基本上是刊載譯文，目的在于向讀者介紹一些国外的工业废水处理与利用方面的經驗和研究成果，以及与其有密切关系的資料。

本集內共收入二十四篇。其中主要是介紹含酚废水处理經驗的；此外，有三篇介紹了粘胶纖維、化学纖維工厂废水的处理情况；有几篇是談肉类罐頭废水、有色冶金废水、放射性废水和属于綜合介紹性的；最后两篇是关于水质測定方面的。

本文集可以供从事工业废水处理的科学研究人員，以及有关的設計人員、管理人員和教学人員參考。

主 編 过祖源
編 委 刘錫年 朱 勇 秦裕珩 唐鴻德
舒文龙 顧夏声
(以姓氏筆划为序)

編者的話

随着祖国社会主义建設事业的飞跃发展，各地工业廢水量日增，因而工业廢水的处理与利用，就成为一项迫切需要解决的任务了。解放以来，党和政府一贯重視工业廢水的处理与利用，頒布了有关指示和标准，召开了各种形式的技术交流会議，組織安排了科学研究工作，建設了廢水处理設施，等等。

几年来，在工业廢水的处理与利用方面，各地积累了一定的經驗。这些經驗需要不断地总结交流。与此同时，了解国外情况，吸收他們的經驗教訓，也十分必要。过去，有关书刊虽曾陸續发表过一些国内外这方面的文章，但由于工业廢水的处理与利用涉及的方面比較广，急待介紹的資料很多，故仍感不能滿足要求。有鉴于此，建筑工程部图书編輯部曾提出建議，希望我所主持編輯《工业廢水处理利用文集》。为了集思广益，保証文集质量，我們又邀請有关单位的同志，組成了文集編輯組。

文集拟不定期連續出版，当前主要是选刊譯文，介紹国外的經驗和研究成果。

在第一輯中，根据需要情况，較多地选譯了含酚廢水处理的经验；其他如含油、粘胶纖維、肉类罐頭、有色冶金、放射性廢水等，也适当地作了介紹。“用电解浮选法淨化石油煉厂含油污水”一文，內容虽比較簡單，然而所介紹的数据却說明，它是一种很有发展前途的方法。

这个文集剛剛开始創办，在內容选择、譯文质量和編排形式等方面，可能存在很多缺点，希望讀者提出意見，以使其逐漸充实提高。

1964年5月北京

目 录

編者的話

工业废水及其处理..... А.И. 茹科夫 (1)

除焦油池和煤气发生站含酚废水的

預处理..... В. 克列斯达 (13)

焦化厂回收車間氨液的脫酚 W.E. 卡朋 (26)

用洗油脫除水中的酚..... В. А. 依万勤可等 (39)

用廉价活性炭使废水脫酚..... М. 庫斯特卡 (53)

煤气发生站含酚废水的淨化..... В. А. 彼烈梅什林 (67)

頁岩热加工废水生化补充淨化的試驗室

試驗..... М. М. 卡拉宾娜等 (90)

含酚废水的生物处理..... И. 聶赫瓦塔勒 (110)

含酚废水生化处理..... М. М. 卡拉宾娜等 (121)

焦化厂回收車間废水的《微生物法》

除酚..... В. Н. 宁尼奇等 (137)

在酚水熄焦工段含酚蒸汽使工人中毒的

事故..... В. И. 彼得洛夫 (144)

将炼油废水变为淨水..... W. T. 麦克飞 (148)

美国1960年全国水体污染會議的

建議书..... 美国全国水体污染會議 (165)

加拿大安大略省工业废水工作經驗..... F. A. 伏耶基 (170)

国外石油炼厂污水淨化情况 姚梦輝 (178)

用电解浮选法淨化石油炼厂含油

污水..... И. В. 格拉希莫夫等 (201)

粘胶纖維工厂污水处理过程的

研究..... И. Л. 蒙盖特等 (207)

化学纖維企业生产污水消除有害物质的

处理.....Л.А.庫列斯基等 (226)

人造纖維企业污水除鋅和通风空气中

除硫化氢的綜合处理.....И.Я.巴洛琪娜等 (235)

有色冶金企业废水淨化的方法.....Л.В.米洛华諾夫 (253)

肉类罐頭废水厌气接触法处理厂的生产性

运轉.....А.Ј.史蒂芬等 (261)

日本原子能研究所的放射性废物处理山本寬等 (278)

用生物測定法評价工业废水和其它

物质对魚类的实际毒性美国公共卫生协会等 (289)

用过硫酸盐可氧化碳和生化需氧量測定

水体中的有机污染质.....С.М.給尔莫尔等 (311)

工业廢水及其处理

A.И. 茹科夫

生产量的增长和用水量之間当然不会有直接的比例关系，因为随着生产工艺的臻于完善，单位需水量通常趋向减少。例如，目前已显著减少用水量的工业企业有造纸、石油、纺织、有色冶金、黑色冶金及选矿。达到此目的的主要途径是合理用水及重复利用废水。

另一方面也出现了一些用水量更大和对水质要求更严格的新工业，它们的发展，导致工业总用水量的显著增长。

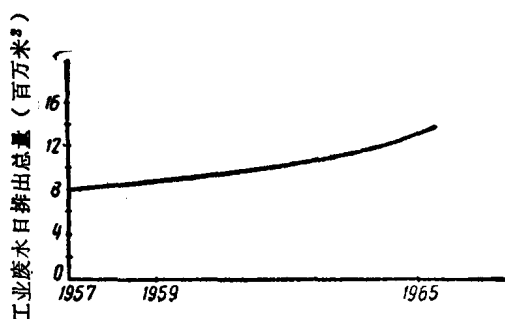


图 1 工业废水日排出总量

水，在生产工艺过程中吸收了一定数量的杂质，从而无法再行利用，变成生产排弃的液体——工业废水。工业废水量，通常稍小于生产用水量；在实际计算中，该值可与耗用的净水量相等。

图 1 所示，是苏联统计的工业废水日排出总量的概略数字。

* * *

全部工业废水均流入露天水体；其中仅有一小部分(约20%)经过初步处理，而大部分工业废水却未经任何处理就排入水体。

只有那些設在大城市的企业和将其废水排入城市下水道的企业所排出的废水，得到最完全的处理。但是，这类企业并不多。

某些工业废水（約10%）得到机械处理和机械化学处理（中和、混凝、沉淀）。这些方法，显然只能去除污水所含污物的30~50%。

除了生产車間有組織地排出的工业废水之外，流入水体的还有从工业企业厂区、生产废渣和垃圾堆积場，以及原料和成品仓库場地排出的大气降水。某些生产部門（采煤和采矿場，枕木防腐厂，焦化厂，制革厂，基本化学工厂，等等）的場地，往往受到

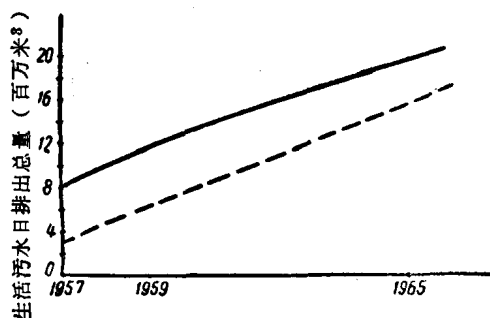


图 2 生活污水日排出总量

——总量

---生物处理量

十分严重的污染，致使流出的雨水的含污浓度不低于工业废水本身。

有大量污物随着城市、村鎮和其它居住区的生活污水，流入露天水体。这些污水的日排出总量（图 2），超过了工业废水总量。其污染程度

取决于用水定額，对此已有了足够的研究。

同工业废水一样，生活污水在排入水体之前，也未全都經過初步处理。目前，經過处理的污水仅占50%；其中30%經過完全生物处理，20%經過机械处理。

还应考虑到，某些水体的污染来源还有木材浮运和船舶运输等。木材浮运的影响特别严重，且具有持續性。

流动水体的自净能力相当高；但是，若要有效地利用这种自净能力，且不致于严重地破坏水体的現状和各用水戶的利益，就只有严格遵守各种水体及其各个流段的污物允許浓度的要求和一定的条件，才是可能的。

根据现行公共卫生要求和渔业要求，許多生产部門的未处理废水，只有经过大量稀释，方可排入水体。因为在这种情况下，水体被污染的程度才不会超过允许界限。稀释率当然取决于污染物质的种类及其在污水中的最初浓度。

例如，紙浆造纸工业的某些污水，要求稀释到5,000倍；石油工业污水——30,000倍；煤气发生站污水——3,000,000倍。

十分明显，这样大量的稀释只有在污水排入极大的水体的情况下才有可能。在絕大多数情况下，实际可能的稀释能力大大低于要求的程度。不仅如此，有些水体可能达到的稀释能力常常接近于零（捷良宾斯克城的米阿斯河、卡明斯克城的奥苏加河、莫斯科的耶烏查河，等等）；甚至象伏尔加河的某些深水段（如在斯大林格勒地区）的稀释率尚不能超过350倍。

由于排入水体的全部污物的数量与該水体的自净能力不相适应，結果使大多数水体受到某种程度的污染。我們的某些河流，包括相当大的河流，受到了十分严重的污染，使河水不仅不能用于生活飲用，甚至不适用于工业需要。严格地说，这些水体已失去国民經济意义。

在苏联的工业区中，受到了严重污染的水体有：頓巴斯和克里沃罗日耶的河流（北頓涅茨河、卡尔米烏斯河、多列茨河等）；烏拉尔和西伯利亚的河流（楚索瓦雅河、伊塞特河、托姆河、塔吉尔河、鄂毕河、额尔齐斯河）；伏尔加河、奥卡河、卡馬河和北德維納运河的某些深水段；拉多加湖、巴尔哈什湖、塔干罗格湾和巴庫湾的沿岸水域等等。

水体受污染的另一个极为严重的后果，是水体的全部魚产量急剧下降，特别是貴重魚种的产量大减。据有关单位計算，渔业所受的损失每年达十亿卢布。

公用事业部門和一些工业企业亦蒙受极大的損失，因为一些自露天水体取水的单位不得不对水进行仔細的净化。如所周知，净水费用，甚至在原水污染程度較輕的情况下，也是相当高的。

水体污染的某些后果，象水体所在地区卫生环境的恶化，是

无法計算的。

污染水体的物质，不仅有毫无商品价值的生产废物和废料，而且还有并非确屬生产上必須耗損的貴重物质。例如，随污水排入水体的有：石油和石油产品——50万吨/年以上；洗毛厂的貴重排棄物——羊毛脂，2万吨/年以上；紙浆造纸厂排出的亚硫酸盐废碱液——約300万吨，木材纖維——达50万吨；随化学工业、机械制造工业、有色冶金和黑色冶金等企业污水排出的有：大量的酸、酚、鎳、銅、鎢及其它貴重物质。

上述情况，說明工业生产中防止流失貴重物质的措施沒有受到足够的重視。

改善水体卫生状况的主要措施，是禁止排出污物或尽量减少其排出量，首先是最富于侵蝕性和耐久性的污物。

在这方面的首要任务，是减少加工原料或成品的单位废水量。縮减废水量，可以通过节约生产用水的途径来实现；亦可采取循环用水或重复利用工业废水的办法。

若要大幅度地降低工业废水量，則可采取改变生产工艺过程的办法；特別是在新的工业部門此法最有效。

减少生产原料和成品的流失以及从污水中提取貴重物质，为另一項重要任务。

这个課題的順利解决，与污水量的降低有着密切的联系。

表1所列国内外經驗的平均数字，証明大幅度减少生产污水量和减少貴重原料和成品的流失是可能的。

从减少工业废水量及其所含污物量的观点出发，按污染程度划分工业废水的問題，受到了重視。从卫生指标和技术經濟指标看来，凡成功地解决了这一問題者，大多是极有效益的。

如所周知，在大多数工业企业中，均有污染成份和浓度不同的废水产生。第一种（各种冷却水）是清洁的；第二种（例如，成品最后冲洗水）是輕微污染的或比較清洁的；第三种是完全污染的帶有大量污物的生产污水。后一种污水，通常决定本企业混合污水的成份和卫生上的危害程度。

表 1

措 施	工业废水量和貴重物质流失减少率(%)		
	实 际 可 达 指 标	某些企业已达到的指标	
		美国和西德	苏 联
1. 依靠循环用水、重复用水和改变生产工艺的办法降低产品的单位用水量:			
冶金工业	80	50	80
石油工业	95	90	95
纸浆造纸工业	90	—	80
选矿	90	90	—
2. 减少生产原料和成品的流失以及回收利用贵重物质:			
酚和氨	80	70	50
石油和油品	90~95	90	30
亚硫酸盐碱液	50	30	25
木材纤维	95	—	80

在各工业部门的企业中，各种废水量的比例极不相同，甚至性质相同的企业的情况亦如此。这是有许多原因的，首先是由于生产工艺制度未能严格的统一。随着生产控制自动化的推广，这种情况无疑将发生根本的变化。

必须指出，任何工业企业的生产污水可按所含污染物质的浓度划分为高浓度的和低浓度的二种。后一种，在废水总量中一般所占比重不大^①。

例如，制革厂排出的较净废水，不超过该厂总废水量的10%；而在纺织厂中，这种水的数量达50%。

在纸浆厂的污水中，生化需氧量达40克/升的高浓度亚硫酸盐碱液，不超过10%；现代化炼油厂日污水量超过30,000米³，其中氧化度为150克/升的高浓度硫化碱液约占1%。

焦化厂的焦油蒸馏车间污水，含酚量在6.5克/升以内者，约

● 此段含意与后几段有矛盾，现照原文译述，请读者注意——译者。

占含酚污水总量的3%；木材气化車間的焦油底水，含酚量在6克/升以內者占5%。該厂上述生产工艺每昼夜排出的含酚污水总量达成千上万立方米。

大家知道，小量污水用某种方法处理或消除，比大量污水簡單；同样知道，从高浓度污水中提取貴重物质，比从低浓度污水中 extracts 較彻底、經濟。

将高浓度生产污水分开来，可使混合生产污水的浓度降低，从而会改善容納該污水的水体的卫生状况。

早在20余年前就提出了工业废水划分的问题，但是，由于探討方向的片面性，以及当时技术經濟条件的限制，长期未得到应有的解决。

当时建議将工业废水划分为两类——生产废水和生产污水，但未考虑从后一类中划出高浓度生产污水的可能性，亦未考虑从中回收利用貴重物质，致使排水設備基建费用提高，运轉管理复杂化。虽然，将生产废水单独排出工厂可使生产污水量减少，但其浓度却相应地升高。污水浓度大幅度升高后，污水处理往往发生困难，特别是采取生物处理方法时更較突出。如所周知，生物处理对有机物，特别是有毒化合物的最初浓度，要求十分严格。例如，在生产污水中常有較小量（0.1~0.5毫克/升）的毒物（鉛、六价鉻、砷等），可使生物过程受到严重的破坏；当以生化需氧量表示的有机物总量超过1000毫克/升时，生物过程亦趋于緩慢。

作为一项綜合措施，将工业废水分类排出，既考虑生产废水的重复利用，又考虑对高浓度生产污水进行专门处理，以回收利用其中貴重物质，无疑是合理的。

通常只有在下列几种情况下，生产污水应进行处理和排入水体：

- 1) 在有污水产生的生产工艺过程中不能循环利用时；
- 2) 在水质要求較低的其它生产工艺中不能重复利用时；
- 3) 不能回收利用有用物质或在农业灌溉中加以利用时。

如所周知，污水要求处理的程度，取决于当地各种条件的綜合因素：容納污水的水体流量，排出口下游的用水特点，污水流量及其污染性质等。处理污水的方法，根据要求处理的程度确定。

实际采用的各种处理方法的效率，极不相同，它取决于污染物质的物理化学特性，以及处理构筑物的設計参数。茲将实践中最常見的指标列于表 2。

表 2

处 理 方 法	处 理 效 率 (%)	
	悬 浮 物	生化需氧量
机械法 (沉淀)	60~90	30~40
机械化学法 (混凝、中和、沉淀)	80~85	40~50
物理化学法 (电解、离子交换、吸附)	90	50~75
生物法	90	80~90

如表 2 所示，实际上只有生物处理能达到完全的污水处理效果。除不含有机杂质的生产污水外，这个方法适用于大多数生产污水。但是，在个别情况下，前者亦可与其它污水混合，在生物处理构筑物中进行最終处理。其中，含有少量溶解的放射性物质的污水，亦可进行最后的生物处理；其所含大部分放射性物质，均可被污水中的悬浮有机物吸附，亦可被曝气池中的活性污泥或生物滤池中生物膜內的細菌羣所吸附。

对于某些生产污水，生物处理实际上是目前唯一可行的处理方法。例如，含酚污水經過任何一种現行的再生方法（吸附、萃取、蒸发）脱酚处理后，尚含有相当数量的酚；到目前为止，只有用生物处理法才能彻底去除这些残余酚。

污水中所含的石油和石油产品，可用沉淀方法降低到 100~200 毫克/升；如再补充作过滤处理，则可进一步降低到 10~20 毫克/升。为去除残存的乳化石油及其产品（硫醇、环烷酸等），可采用生物处理法。

对于某些生产部門的生产污水，如化学纖維和某些化学工业，只有生物处理法适于采用，这种方法通常用于最后处理阶段。

能否采用生物处理法，首先取决于生产污水的污染性质及其浓度。因此，往往必須通过初步处理或稀释的途径降低污水的浓度；或者为了保証氧化构筑物中細菌的活动，用人工方法补充所需营养物质。

用来冲淡浓污水的稀释水，可用相对洁淨的生产废水、水体原水、居住区生活污水和用生物法处理过的污水。

需要的稀释程度，取决于生产污水的最初浓度，以及生物处理设备的型式。有一些污水，特别是含有毒物（銅、鉻、鉛）的污水，必須稀释到100倍；而另一些污水，如石油工业的某些污水，必須稀释到1000倍以上。

凡含高浓度有机物的污水，其所需稀释率一般不高——一倍以內，个别情况可达20倍以上。

必須指出，在苏联的生产污水生物处理实践中，容許极高的最初总浓度和极高的个别物质的浓度。例如，污水的生化需氧量可大于1000毫克/升，而含酚浓度——可大于1500毫克/升，比国外的經驗指标高数倍。

当生产污水中没有为維持生物过程所需的营养物质，或者数量不足时，苏联和外国均采取向处理污水中补充氮化合物和磷化物的方法，以滋补氧化设备中的細菌。对此极有效的做法，是加入生活污水，然后混合进行处理。

例如，亚硫酸盐紙浆厂或煤气发生站的高浓度生产污水完全生物处理构筑物的工程造价，大大（达40倍）超过与生活污水混合处理时属于生产污水那部分的工程造价。处理每立方米污水的經營管理费用，在各种污水单独处理和与生活污水混合处理的两种情况中的比例，亦大致相仿（表3）。

虽然污水处理程度决定着处理工程造价和經營管理费用，但如何抉择处理程度的問題，尚未受到足够的注意。

表 3

处 理 方 法	經 营 管 理 費 用 (卢布)	
	分 别 处 理	混 合 处 理
机械化学处理(中和、混凝、沉淀)	2以下	0.15
活性炭吸附	6以下	—
蒸发(不提取商品)	100以下	—
完全生物处理	3~10	0.15~0.3

例如,造纸厂污水处理(纖維清除)程度若从90%提高到99%,則其处理工程造价将貴4倍;設計除(石)油率为99~99.5%的隔油池的工程造价,比除油率为98%的高14倍;将污水含酚浓度从30毫克/升降低至1毫克/升的处理构筑物造价,比从300毫克/升降低至30毫克/升的工程造价超过6.5倍。将含酚量从3,000毫克/升降低至300毫克/升的除酚装置,可补偿其全部工程费用(图3)。

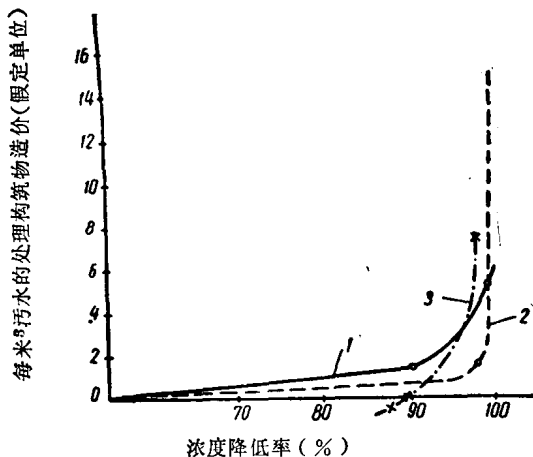


图 3 处理构筑物工程造价与预定的处理效率的关系曲线

1—造纸厂污水(最初的纖維浓度1,500毫克/升); 2—石油工业污水(最初的含石油浓度120,000毫克/升); 3—煤气发生站污水(最初的含酚浓度9,000毫克/升)

欲使这个问题得到正确的解决，那就只有全面考虑各个地方的具体条件，以及污水排出口下游的用水特点。

如果几个企业都将工业废水排入某一水体，则这些企业的工业废水处理问题应统一解决，而不能各自孤立地考虑。只有在这种情况下，才能在生产过程中合理地利用各种废水，才能正确地确定各企业的排水方案和整个工业枢纽的总排水方案，才能最有效地处理污水。

在当前的大规模排水工程建设中，“总体性”应成为主导原则。这个原则已在一系列工业区（顿巴斯、捷尔任斯克、乌拉尔）中实施，从卫生和經濟方面看来是极其有效的。

苏联有分布广泛的科学研究机构（研究所、实验室、高等院校的教研室），它们的研究课题包括卫生工程问题，从而使这方面的科学研究工作有可能得到广泛的开展。在许多大科学研究所和工厂实验室中，每年进行着千百个有关排水工程的研究课题。但是，在卫生工程这一部门中，并非所有专门化问题均得到了应有的科学阐明。

与污水，主要是各工业部门的生产污水处理问题有关的课题，得到了很大的发展。这是由于工业建设的发展和随着企业排水系统化的实际任务的解决而产生了许许多多要求所引起的。

在所有生产污水中，各方面研究最深的，是工艺过程相当稳定的老生产部门的污水。在战后时期发展起来的生 产部门的污水，研究得不多，或者完全没有研究过。

应当指出，实验研究成果在实际运用之前，大多应当经过在半生产性试验装置中进行中间验证的阶段。尽管这项规定是毋庸置疑的，但是试验装置的建设尚未得到应有的发展。因此，现在尚有許多实验研究出来的污水处理的方式和方法，无论在工艺方面或在技术經濟方面，均未得到验证。这就限制了成果的实际应用。

工业企业排水管网的问题，未得到重视。这方面的研究为数极少，深度也不够。结果，有关管网的数量、防腐、通风、水力条件，以及諸如此类的问题，仍未研究透彻。