

◆ 环境保护知识丛书 ◆

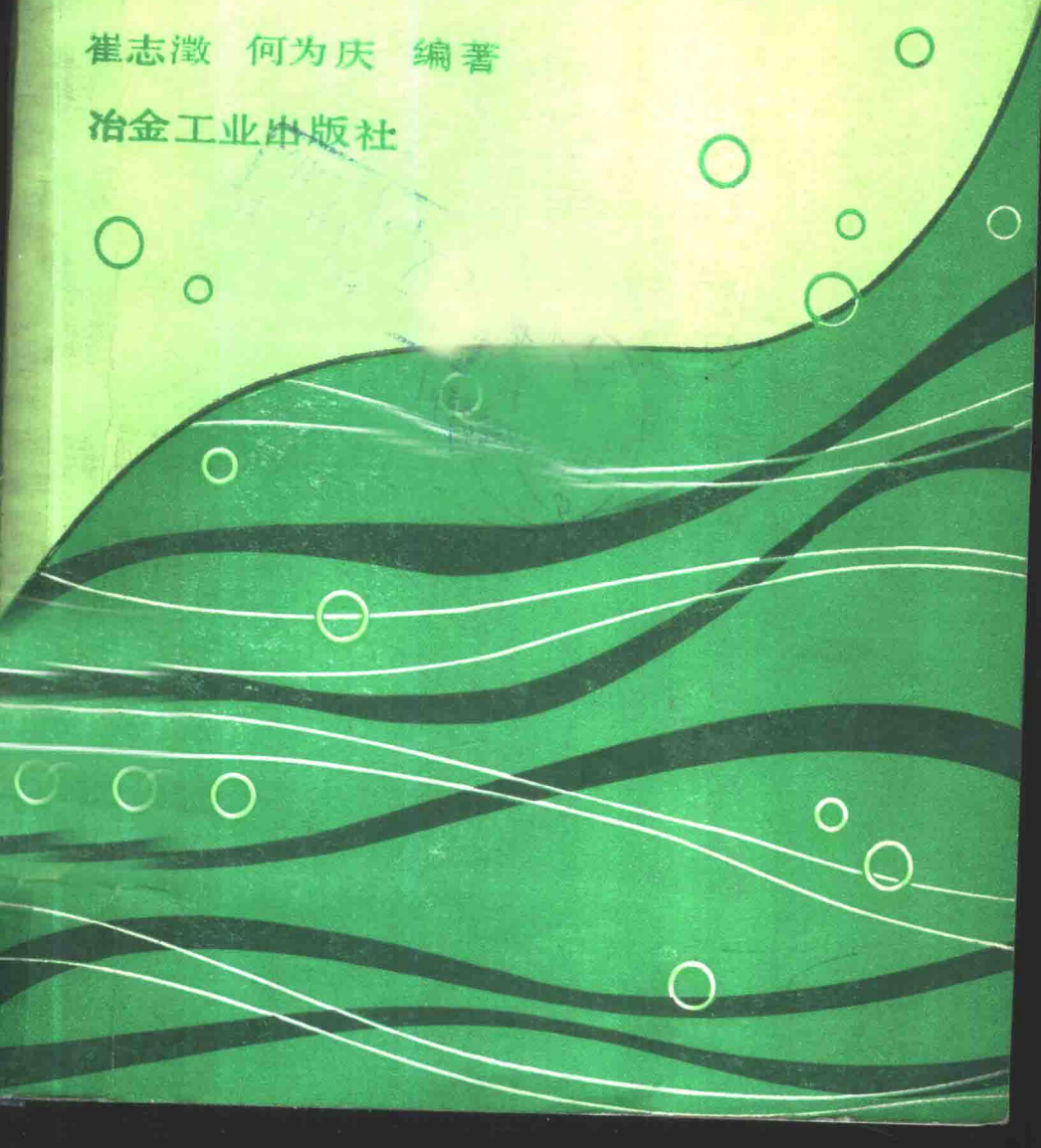
5254

2243

工业废水处理

崔志澂 何为庆 编著

冶金工业出版社



环 境 保 护 知 识 丛 书

工业废水处理

崔志激 何为庆 编著

冶金工业出版社

内 容 提 要

本书介绍了工业废水处理的基本知识,阐明工业废水的来源、性质、危害以及废水净化回收的基本原理与方法。书中还综合了国内外有关工业废水处理的先进技术、生产实践经验和试验研究最新资料,就酸性废水、含油废水、重金属废水、有机废水以及工业循环用水的水质稳定处理进行了专门论述,提出了不少废水处理中应注意的事项和具体措施,并列举了部分工程实例。

本书适合于工矿企业从事环境保护的管理、操作人员和给排水工作者参阅,也可供废水处理试验、研究、设计人员和大专院校师生参考。

环境保护知识丛书

工业废水处理

崔志激 何为庆 编著

冶金工业出版社出版发行

(北京北河沿大街嵩祝院北巷39号)

新华书店总店科技发行所经销

冶金工业出版社印刷厂印刷

850×1168 1/32 印张 $5\frac{7}{8}$ 字数 154 千字
1989年10月第一版 1989年10月第一次印刷

印数 00,001~5,000册

ISBN 7-5024-0272-1
X·9 定价 3.65元

前 言

随着工业的迅速发展和城市人口的集中，人们在生产和生活中排放的各种污染物越来越多，污染物对人类环境的影响日趋严重。环境问题成为当今世界所面临的重大问题之一。保护环境是我国一项基本国策。1983年第二次全国环境保护会议，明确提出了我国到本世纪末的环境保护的奋斗目标：力争全国环境污染基本得到解决，自然生态基本恢复良性循环，城乡生产生活环境清洁、优美、安静，全国环境状况基本上能够同国民经济的发展和人民物质文化生活的提高相适应。为了实现这个目标，广大环保管理工作、环保技术人员和技术工人学习和掌握环境保护基础知识和基本技能是十分必要的。本丛书就是为了适应广大环境保护工作者的需要而编写的。

本丛书属于知识性科技读物。在内容上，力求做到知识性和技术性相结合，理论与实际相结合，并尽可能回答生产实践中经常遇到的种种实际问题。在写法上力求语言精炼，深入浅出，概念明确，内容丰富。全套丛书包括八个方面的内容：环境工程入门、工业烟气净化、除尘装置与运行管理、工业废水处理、固体废物处理与利用、工业噪声与振动控制、环境污染物监测和环境监测仪器使用与维护等。在每册书的最后，附有有关的标准和技术数据，以供读者参考、使用。

参加本丛书编写工作的有：（姓氏笔画为序）王樯、易洪佑、台炳华、何为庆、陈康、陈尚芹、张殿印、徐世勤、梁泽斌、黄西谋、崔志激和董保澍等同志。全书由陈康、张殿印总编。

由于环境保护涉及许多学科和领域，而编者的知识水平和实践经验有限，书中肯定存在不少缺点或不足之处，敬请广大读者批评指正。

编者

一九八六年十月

目 录

第一章 概述	1
第一节 工业废水污染与环境保护	1
第二节 工业废水治理技术的经济性	6
第三节 工业废水治理规划	11
第二章 工业废水的性质与净化回收的基本原理	13
第一节 工业废水的性质和分类	13
第二节 工业废水的测定	14
第三节 净化回收的基本原理	28
第三章 酸性废水处理和回收利用	48
第一节 酸性废水的产生	48
第二节 酸性废水处理	48
第三节 废酸液的回收	56
第四章 含油废水处理	67
第一节 含油废水的来源	67
第二节 破乳	68
第三节 含油废水的处理方法和设备	69
第四节 含油废水处理工艺流程举例	79
第五章 重金属废水的净化与回收	89
第一节 重金属废水的产生	89
第二节 重金属废水的净化与回收方法	90
第三节 重金属废水处理实例	100
第四节 重金属污泥的处理	108
第六章 有机废水的净化 (一)	111
第一节 工业有机废水的产生及特性	111
第二节 有机废水的生物好氧处理	114

第三节	影响活性污泥净化反应的因素·····	121
第四节	活性污泥法及其演变·····	125
第五节	活性污泥系统的维护管理·····	133
第七章	有机废水的净化(二)·····	145
第一节	有机废水的厌氧生物处理·····	145
第二节	厌氧生物处理工艺的发展·····	147
第三节	厌氧生物处理在有机废水净化中的地位·····	152
第八章	工业循环用水的水质稳定·····	154
第一节	水质稳定的基本概念及判别法·····	154
第二节	保持水质稳定的方法·····	162
第三节	浊循环水的水质稳定·····	168
附录	中华人民共和国水污染防治法·····	174
参考文献	·····	181

第一章 概 述

第一节 工业废水污染与环境保护

水是一种宝贵的自然资源，随着工农业的迅速发展和人们生活水平的不断提高，对水资源的需求，无论从质而言，还是从量而言，都有了更高的标准。近年来，我国的科技工作者在开发利用水资源的活动中，深知水并非是取之不尽，用之不竭的天然资源，水也是个有限资源，对于缺水地区来说，水就更加宝贵了。防止水污染，保护水环境，目前已为更多的人所认识、所接受。

水污染是指水体因外界某种物质的介入，导致原有质量特性的改变，影响了原有的功能和利用价值，甚至危害人体健康，破坏了生态环境。人类社会为了满足生活及生产的需求，要从各种自然水体中取用大量的水，经被利用后，即产生生活污水和工业废水，最终又排入天然水体，这样就构成了一个用水的循环。

一、工业废水的来源及特征

生活污水的成分虽然因生活水平高低而有所不同，但总的看来还是大致相同的。工业废水则不然，随着现代工业的发展，种类繁多，生产所用的原料、动力不同，生产工艺也有极大差异，水量、水质的变化极大，因而，污染的程度也就不同。例如，焦化厂排出的含酚废水呈深黄褐色，并具有浓厚的石炭酸味，而煤气洗涤水则呈深灰色。有的同一类型的废水，由于各厂所用的原料不一样，水质变化很大。例如：在重金属冶炼厂采用不同矿石就会导致废水中含砷量有极大差别。当然一个工厂内，不同的工段产生截然不同的工业废水，就更不足为怪了。像造纸厂蒸煮车间的废水，是一种深褐色的液体，通称黑液，而抄纸车间的废水，却是一种极白的水，称之为白水。

为了进一步说明工业废水的来源，现以钢铁工业所产生废水

的种类加以简略阐述。钢铁工业生产过程如图 1-1。

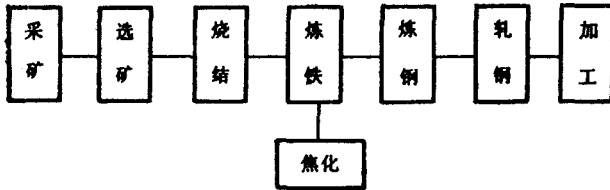
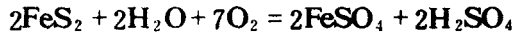


图 1-1 钢铁工业生产过程示意图

1. 采矿 金属矿的开采废水主要含有悬浮物和酸。这是因为金属矿石或围岩中，含有硫化矿物，这些矿物经风化、水及细菌等的作用，便形成酸性废水。其反应式为：



矿山酸性废水一般含有一种或几种金属、非金属离子，主要有钙、铁、锰、铅、锌、铜和砷等。

2. 选矿 在选矿过程中产生大量含悬浮固体和选矿药剂的废水。这类废水一般经浓密机或尾矿坝澄清后外排或循环利用。应该指出，目前赤铁矿的浮选厂，由于采用氧化石蜡皂、塔尔油和硫酸钠等浮选药剂，矿浆浓度较大，自尾矿坝排出的废水 pH 值较高，悬浮物不易沉降，且含有浮选药剂。因此直接排入天然水体将会造成污染，这是急待解决的问题。

3. 烧结 当采用湿法除尘时，便产生除尘废水，此外还有地坪冲洗水。废水中主要含有高浓度的悬浮物。

4. 焦化 炼焦煤气终冷水以及其它化工工段排出的废水，含有大量的酚、氨、氰化物、硫化物、焦油、吡啶等污染物，是一种污染严重而又较难处理的工业废水。

5. 炼铁 高炉煤气洗涤水是炼铁工艺中的主要废水，含有大量的悬浮固体（俗称瓦斯泥），其主要成分是铁、铝、锌和硅等氧化物。此外还含有微量的酚和氰化物。高炉煤气洗涤水的水

量大，污染严重，采取处理措施后，可以循环利用。高炉冲渣水含有大量的悬浮固体，受热污染，因为水温高对冲渣没有影响，所以废水经沉淀或渣滤后，即可循环使用。

6. 炼钢 转炉烟气除尘废水是炼钢工艺的主要废水，含有大量悬浮物，其含量达1000毫克/升以上，污泥含铁量高，可回收利用，由于悬浮物粒径小，需采用混凝沉淀的方法净化废水。

7. 轧钢 废水主要来自加热炉、轧机轴承、轧辊的冷却和钢材除鳞。废水除水温增高外，主要含有氧化铁皮和油分。轧钢废水含油量虽然不高，但水量大，油水分离有一定难度，所以轧钢废水的除油是个关键问题。

8. 金属加工 主要是金属表面清洗除锈产生的酸性废液。金属材料多用硫酸和盐酸酸洗，而不锈钢则要用硝酸、氢氟酸混合酸洗。酸洗后的钢材又要用清水漂洗，产生漂洗酸性废水。一般情况下，酸洗后剩余的废液含酸7%左右，其中含有大量溶解铁质；漂洗水的pH值为1~2。酸洗废液和漂洗水，如不经处理就外排，必将造成严重的污染。

在钢铁工业生产中，产生的废水除上述外，还有大量的间接冷却水，若不加治理而排放，对天然水体的热污染将会产生十分严重的后果。

二、工业废水对环境的污染

在现代化大工业高度集中的情况下，工业生产排出的废水，对周围环境的污染日益严重。含有大量碳水化合物、蛋白质、油脂、纤维素等有机物质的工业废水，在水体中经过微生物氧化分解而大量消耗水体中的溶解氧，致使鱼类难以生存，如若将水中的溶解氧消耗殆尽，有机物就将处于厌氧分解，使水质急剧恶化，释放出甲烷、硫化氢等污染气体。这是含有有机污染物的废水最普遍、最常见的污染类型。水体的富营养化是有机物污染的另一类型，一些含有较多氮、磷、钾等植物营养物元素的工业废水，促使水中藻类和水草大量繁殖。藻类和水草枯死沉积于水中而腐败分解，很快耗尽水中溶解氧而使水质恶化。

重金属的污染是把含有重金属的工业废水排入江河湖海，直接对渔业和农业产生严重影响，同时直接或间接地危害人体健康。现将几种重金属的危害简介如下：

1. 汞 [Hg²⁺] 它的毒性作用表现为损害细胞内酶系统蛋白质的巯基。摄取无机汞致死量为75~300毫克/人，而每天吸取0.25~0.30毫克/人以上的汞，在人体内就会积累，长期持续下去，就有发生慢性中毒的危险。有机汞化合物，如烷基汞、苯基汞等，由于在脂肪中溶解度可达到水中的100倍，而易于进入生物组织，也有很高的积蓄作用。日本的水俣病公害就是由无机汞转化为有机汞，经食物链进入人体而引起的。

2. 镉 (Cd²⁺) 镉的化合物毒性甚强，动物吸收的镉很少可能排出，从而极易在体内富集，在饮用水中浓度超过0.1毫克/升时，就会产生积蓄作用引起贫血、新陈代谢不良，肝病变以至死亡。镉在肾脏内蓄积引起病变后，会使钙的吸收失调，发生骨软化病。日本富山县神通川流域发生的骨痛病公害，就是镉中毒引起的。

3. 铬 (Cr⁶⁺) 六价铬化合物及其盐类毒性很大，其存在形态主要是CrO₃、CrO₄²⁻、Cr₂O₇²⁻等，易于在水中溶解存在。六价铬有强氧化性，对皮肤、粘膜有剧烈腐蚀性，近来研究认为，吸收六价铬和三价铬都有致癌性。

4. 铅 (Pb²⁺) 铅对人体各种组织均有毒性作用，其中对神经系统、造血系统和血管病变最大，铅主要蓄积在骨骼之中。慢性铅中毒，其症状主要表现为食欲不振、便秘、皮肤出现灰黑色。

5. 锌 (Zn²⁺) 锌的盐类能使蛋白质沉淀，对皮肤和粘膜有刺激和腐蚀作用，对水生物和农作物有明显的毒性。例如对鲑鱼的致死浓度为0.58毫克/升，达到32毫克/升时对农作物的生长有影响。

6. 铜 (Cu²⁺) 铜的毒性较小，铜是生命所必须的微量元素之一，但超过一定量后，就会刺激消化系统引起腹痛、呕吐，

长期过量可促成肝硬化。铜对低等生物和农作物毒性较大，对鱼类达0.1~0.2毫克/升即可致死，所以一般水产用水要求含铜在0.01毫克/升以下；对于农作物，铜是重金属中毒性最高者，它以离子的形态固定于根部，影响养分吸收机能。

另一些含有毒物的工业废水，主要是含有六六六、DDT、有机磷农药、芳香族氨基化合物、多氯联苯等化工产品。这些污染物的化学稳定性强，并能通过食物在生物体内成千成万倍地富集，引起白血病、癌症等。

除上述污染类型以外，还有油污染、放射性污染及病原菌污染，这里就不一一赘述。

三、我国工业废水污染与治理现状

在环境污染中，工业废水的污染影响最大。本世纪60年代以来，世界上水体污染达到极为严重的程度，震惊世界的几起公害事件相继发生，引起了科学界和政界的注视，保护环境，治理污染成了人们普遍重视的问题。

我国每天排放工业废水约七千万吨，排入江河湖海造成严重的污染。据统计全国二十七条主要河流，被严重污染的有十五条，有些河流中含酚、汞普遍超过指标数倍，乃至数十倍，使许多盛产鱼虾的河流的鱼产量大幅度下降。由于水质污染，加剧了北方缺水地区的水源紧张程度。对44个城市调查结果，地下水受污染的有41个城市，某市222眼自来水井中，含有害物质的竟占三分之二，其中60眼超标，20眼停用，污染物质以酚、氰、砷与氮素为主，铬、汞、硫次之。

我国的环境保护事业起步较晚，但是发展还是较快的。1973年提出了“全面规划，合理布局、综合利用、化害为利、依靠群众、大家动手、保护环境、造福人民”的环境保护方针。1979年9月颁布了《中华人民共和国环境保护法（试行）》，建立和健全国家环境保护机构，工业部门相应地设立了环境保护的管理和研究组织，随着国家工业废水排放标准的公布，各工业企业的废水治理取得了明显进展。例如，全国重点焦化厂目前设有完整的二

级处理设施的有18个，占总数的86%。我国目前新建的企业按“三同时”的规定，建立起废水处理工程，在老企业的改造中，也都同时考虑三废的治理。对于冶金、印染、化纤、电镀、化肥等工业废水的治理，国内均有了成套的技术和设备。

第二节 工业废水治理技术的经济性

讨论工业废水治理技术的经济性必须是综合全局，因条件而异的。就单一的技术而言，可以用高级的废水处理方法将污水制取成饮用水，然而从经济上考虑，显然这是不合理的，也没有必要。我国幅员辽阔，水资源分布很不均匀，在北方缺水地区，治理废水，提高工业用水的循环率，不仅有经济效益，更具有社会效益，所以，投资治理工业废水就不能单独地、狭隘地考虑经济因素。

一、经济核算

工业水循环利用的水量与污染物平衡示意图如图1-2所示。

由图不难看出： $Q = R + N$

$$N = q_1 + q_2 + q_3$$

循环率为：

$$\eta = \frac{R}{Q} \% = \left(1 - \frac{N}{Q} \right) \%$$

为了合理地确定循环率，有两个因素必须引起注意：一是排污水量和水质要求，应充分考虑受纳水体的最大允许排放量。实践证明，流量很小的受纳水体，接受达到国家排放标准的工业废水，也会引起污染；二是循环用水率要适度，循环系统中排出一一定量的达标废水，可保证盐分的平衡，否则含盐量富集后，在循环系统中，要设立投资昂贵的除盐设施，显然是不合理的，甚至是不可想像的。在具体的设计中如何选择最佳的循环率，取决于以下三个因素：1) 厂内工业用水的价格；2) 达到工艺用水水质要求时废水处理的费用；3) 排入受纳水体前的废水处理费用。

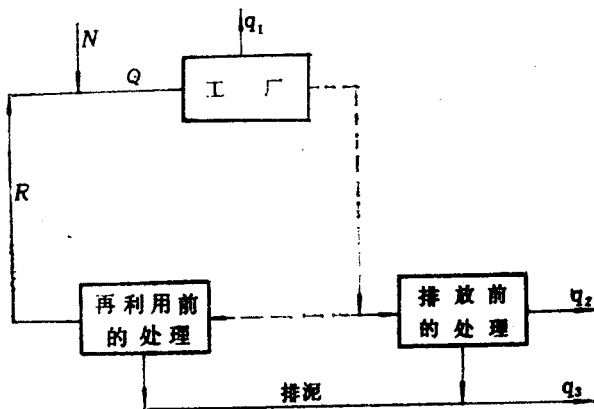


图 1 2 循环水量与污染物平衡示意图

Q —工业用水量； R —循环用水量； N —新水补充水量； q_1 —损耗水量（包括蒸发、渗透、消耗）； q_2 —排污量； q_3 —排泥带走的水量

工业废水在治理过程中，往往是能回收一些有用物质的，体现出部分的经济效益，在整体的经济核算中，应包括进去。下面举例说明。某钢铁厂高炉煤气洗涤水总用水量为 $4000\text{米}^3/\text{时}$ ，建立废水处理设施后，循环率为 94% ，排污率为 2.04% ，工程的基建总投资为 414 万元，折旧费按十年计算，经营费用见表1-1。

经济核算：

1) 全年经营总支出

$$0.0223\text{元}/\text{米}^3 \times 4000\text{米}^3/\text{时} \times 24\text{时} \times 360 = 770688\text{元} \quad (1)$$

2) 全年节约用水 1500 万 米^3 （此值是循环利用后与改建前相比）。工业给水按 $0.02\text{元}/\text{米}^3$ 计：

$$0.02\text{元}/\text{米}^3 \times 15000000\text{米}^3 = 300000\text{元} \quad (2)$$

3) 全年减少排放废水

$$\begin{aligned} &15000000\text{米}^3 - 4000\text{米}^3/\text{时} \times 2.04\% \times 24 \times 360 \\ &= 14294976\text{米}^3 \end{aligned}$$

表 1-1 某钢铁厂高炉煤气洗涤水处理费用统计

费用名称		经营费 (元/时)	处理每米 ³ 废水 用费 (元)	备注
直接 经营 费	全系统电费	140.98	0.0352	支 出 费
	工资	5.5	0.0013	
	福利费	0.5	0.0001	
	药剂费	2.02	0.0005	
	辅助材料费	2.7	0.0007	
	维修费	5.2	0.0013	
折 旧 提 成 费	基本折旧费	18.29	0.0045	用
	大修折旧费	10.45	0.0026	
支出费用小计			0.0462	
污泥回收费	平均日产100吨	95.8	0.0239	收 入 费
收入费小计			0.0239	
合计：支出费 - 收入费 = 0.0462 - 0.0239 = 0.0223元/米 ³ 废水				

按工业排污费 0.06元/米³计

$$14294976 \text{米}^3 \times 0.06 \text{元/米}^3 = 857698.56 \text{元} \quad (3)$$

该项目每年可节省费用为

$$(2) + (3) - (1) = 387010 \text{元}$$

以上仅从经济效益来计算的，其社会效益更为重大。

二、工业用水节水途径

1. 提高工业用水的循环利用率 随着水质净化和水质稳定技术的发展，提高工业用水的循环利用率已是现实可行的。美国提出的1985年7月1日实现零排放，是有其科学根据的，当然经济上是否完全合理还有不同的看法。从我国的情况看，工业用水的循环率逐年也在提高，这是近几年，为节约用水所做努力的成果。例如，我国重点钢铁企业工业用水循环率由1973年的54.9%提高到1982年的65.2%，年循环水量达到50亿吨，而到1985年循环率又提高到70%。首都钢铁公司工业水循环率现已突破90%，跨入了世界钢铁企业的用水先进行列。对于用水量大，并以冷却

用水为主的电力、钢铁、化工等工业部门提高工业用水循环利用率是开发水源的重要途径。近年在洗涤粉尘、洗涤煤气的浊循环系统中，采用水质稳定技术，使本系统的循环率提高到90%以上，也为节水打开了新局面。

2. 改革生产工艺，减少工业用水 目前我国各工业产品用水单耗指标与世界先进水平相比差距还不小。这是由于我国工业企业生产设备和工艺陈旧之故。如果根据实际情况和可能，对生产工艺的不合理部分进行技术改造和设备更新，可以大幅度地减少工业用水量。比如，将湿法除尘改为干式除尘，某厂仅高炉煤气洗涤水每年就可减少432万吨新水用量。为此，我国于1984年颁布了《工业用水量定额》（试行），以促进各工业企业减少工业用水量。

3. 逐级用水，实现一水多用 按照生产过程中，各工艺对水质和水温的要求不一样，把水分成几个等级，串连起来逐级使用，实现一水多用。比如，炼铁车间把冷却炉体的间接冷却净循环水系统的“排污”水，作为高炉煤气洗涤水系统的补充水，而高炉煤气洗涤循环系统的“排污”水，又作为高炉冲渣的补充水，冲渣水循环利用，水质要求并不高，可密闭循环而不排污。逐级用水是最科学的用水方法。

4. 开发利用新的水资源 工业在发展，工业用水量急剧上升，开发利用新的水资源已势在必行。利用海水、利用城市污水处理厂出水，做为工业中某些水质要求不高的水源，国内外都有较好的应用实例。有资料证实，运转正常的二级污水处理厂的出水，实际上优于某些地表水的供水水源。

5. 积极治理工业废水，减少排污，保护水资源 对自然水体的污染，实际上就是对水资源的浪费，由于工业废水超标排放，破坏了水环境，地面水、地下水被污染后，降低了水质标准，失去了被利用的价值。国家制定的排污收费和超标罚款、限期治理和“三同时”等措施都是行之有效的保护水资源的有力措施。

三、变害为利、增加收益

回收有用物质，变害为利是治理工业废水的重要特征之一。比如，用铁氧体法处理电镀含铬废水，处理一立方米含100毫克/升 CrO_3 的废水，可生成0.6千克左右的铬铁氧体，可用于制造各类磁性元件，同时也防止了二次污染，达到变害为利。印染工业的漂炼工段排出的废碱液，进行浓缩回收，已成为我国普遍采用的工艺，回收的碱返回到漂炼工序。在采用氰化法提取黄金的工艺中，产生的贫液其含 CN^- 的浓度达500~1000毫克/升，含铜200~250毫克/升，无疑有很高的回收价值。如果不回收就排放还要造成严重污染。一些金矿采用酸化法回收氰化钠和铜，获得了较高的经济效益，其尾水略加处理即可达到排放标准。我国在变害为利思想的指导下，许多小工业也都取得了较好的成绩。比如，影片洗印厂从含银废液回收银；印刷厂从含锌废液回收锌等等。下面以减压蒸发法回收不锈钢酸洗废液为例进行说明。

目前国内外均采用7~15%的硝酸和4~8%的氢氟酸混合液酸洗不锈钢材。鉴于硝酸、氢氟酸具有挥发性，在低蒸汽分压下可分离回收。硝酸和氢氟酸的回收不仅解决了对环境的污染，同时得到较高的经济效益。据某厂仅回收酸一项，每处理一立方米废液就可盈余478元，见表1-2。因此，以年产100吨钢材的酸洗车间计算，每年净回收价值达二十余万元，而全部基建设备投资约13~15万元。

表 1-2 某厂硝酸、氢氟酸废液回收成本核算

项 目	消 耗					回 收	
	电	水	蒸汽	硫酸	工资	硝酸(98%)	氢氟酸(42%)
数量	50千瓦	300米 ³	2吨	270千克	3.31	117千克	134千克
价值(元)	4.20	10.80	14.00	54.00	6.6	58.50	509.20
总计(元)	89.60					567.70	

注：表中估价为1979年标准。

第三节 工业废水治理规划

工业废水治理技术是随着工业的发展而得以不断完善的。人们对环境保护的认识也是逐步提高的，我国一些老的工业企业，废水处理设施极不完备，在扩建和改建老厂时，必须同时规划废水如何治理，根据多年经验认为，要搞好废水治理规划应遵守以下几项原则。

一、清、油分流

工厂一般所指的清循环水是指间接冷却水，这部分水用量很大，而污染较轻，只有温度升高或有少量粉尘污染，不处理或稍加处理即可实现循环利用。生产工艺用水和烟尘洗涤水等称为浊水，要用特殊的治理措施净化。如果清、浊不分流，势必使大量的冷却水受到严重污染，难于实现循环利用。

二、充分利用原有的净化设施

对于一些老工业企业来讲，充分利用原有的净化设施，不仅能节约投资，更重要的是能减少占地，所以，在旧设施上引进强化净化效果的新技术，更为经济合理。

三、近期改建要与远期发展相衔接

无论管道布置、处理量都要同工业生产本身发展的规模相衔接，结合生产规划，也可把工业废水处理工程分期分批地安排。

四、区别水质，集中与分散处理相结合

全厂总排口处集中处理的方式，对一些车间排污水质差别很大的工业企业而言，显然是不合理的。对于含有特殊污染物的废水应分散处理。全厂的中心水处理设施应以水量大，最具代表性的一种或几种废水，作为处理对象，集中起来处理，这样可节省管理费用，也便于维护。

五、采用新技术、新工艺

由于各种工业生产过程发生了新的巨大变化，随之也就出现了新型的处理方法，向设备化、自动化的方向发展。传统的处理方法，包括用以进行沉淀和曝气的大型混凝土池子也在不断地更