

TREATMENT OF INDUSTRIAL
WASTEWATER

工业废水的治理

马 荣 骏

Ma Rong Jun

长沙矿冶研究院环保所
Research Institute of Environmental Protection
CRIMM

1989年5月

前 言

保护环境是我国的一项基本国策。在人们环保意识日益增强的今天，普遍地认识到，在经济发展的同时，保护环境，进行环境建设已成为社会主义现代化的一项重要任务。

工业废水，在世界上，以及在我国都是造成环境污染的主要污染源。据统计我国废水的排放总量约为340亿吨，其中工业废水约占77%以上。冶金废水、造纸废水、印染废水和高浓度有机废水不仅数量大，分布面广，而且还含有大量有机物及有毒物，给环境带来了严重的污染。因此，在世界范围内，都在努力开展工业废水治理的科研工作，力求不断地完善工业废水的治理技术，以求较好地解决工业废水的污染问题。

本文对几种主要的工业废水及其治理技术进行了综述与讨论，其目的是促进各种废水治理技术的发展，对解决工业废水的治理技术问题提供一点资料。

文内错误之处，请各级领导及有关同志多多给予指正。

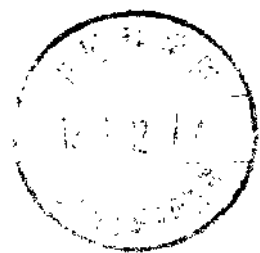
编者

1989.4.27.

7
100
C.C

目 录

前 言	(1)
1 黑色冶金工业废水	(2)
2 有色冶金工业废水	(18)
3 造纸废水	(25)
4 纺织印染废水	(32)
5 高浓度有机废水	(41)
6 放射性废水	(57)
附录 I 制订地方水污染物排放标准的技术原则与方法	(69)
附录 II 地面水环境质量标准(GB 3838—88)	(76)
附录 III 污水综合排放标准(GB 8978—88)	(80)



前 言

保护环境是我国的一项基本国策。在人们环保意识日益增强的今天，普遍地认识到，在经济发展的同时，保护环境，进行环境建设已成为社会主义现代化的一项重要任务。

工业废水，在世界上，以及在我国都是造成环境污染的主要污染源。据统计我国废水的排放总量约为340亿吨，其中工业废水约占77%以上。冶金废水、造纸废水、印染废水和高浓度有机废水不仅数量大，分布面广，而且还含有大量有机物及有毒物，给环境带来了严重的污染。因此，在世界范围内，都在努力开展工业废水治理的科研工作，力求不断地完善工业废水的治理技术，以求较好地解决工业废水的污染问题。

本文对几种主要的工业废水及其治理技术进行了综述与讨论，其目的是促进各种废水治理技术的发展，对解决工业废水的治理技术问题提供一点资料。

文内错误之处，请各级领导及有关同志多多给予指正。

编者

1989.4.27.

1 黑色冶金工业废水

钢铁工业是造成环境污染的主要行业，钢铁工业中产生的废水是严重的污染源和污染物。按钢铁生产工艺过程，产生废水的工序如图1所示。

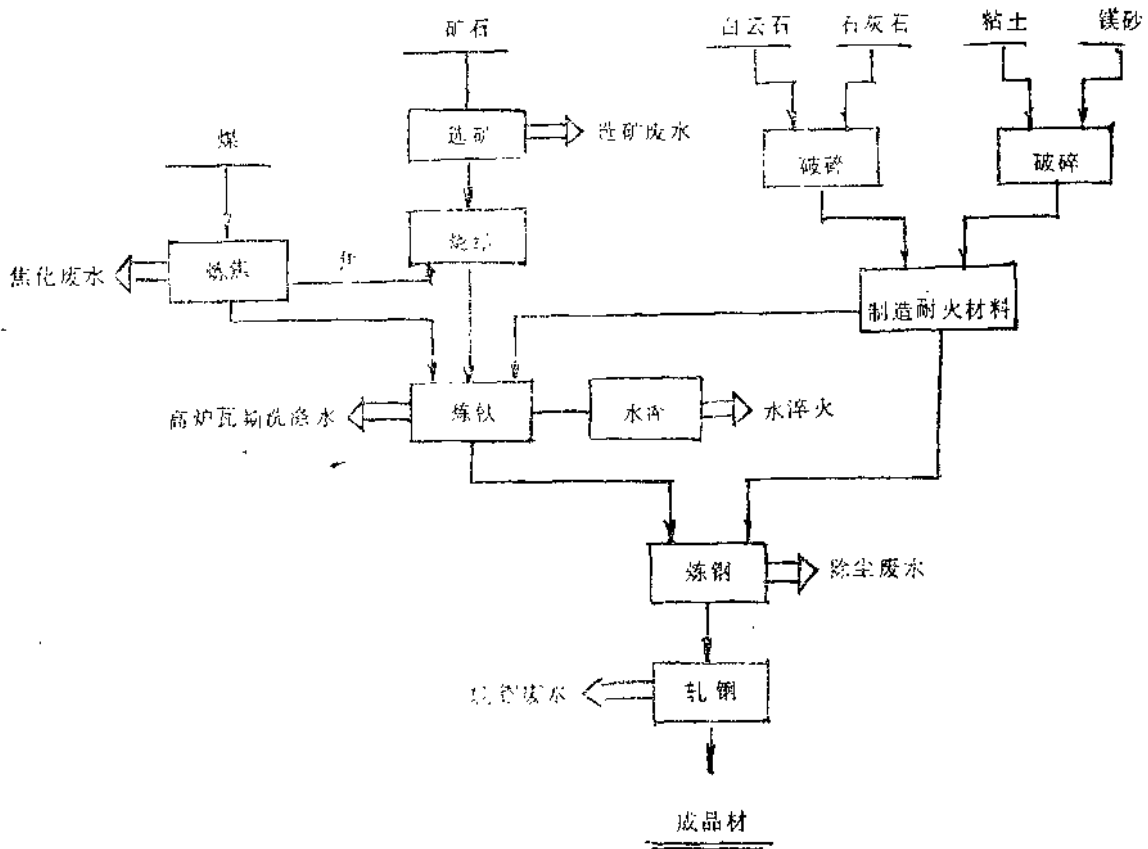


图1 钢铁生产工艺中产生的废水

由图1可见，钢铁生产中产生的废水主要是选矿废水、焦化废水、高炉废水、转炉废水、酸洗水。这些废水中主要污染物是悬浮物、酚氰、油、硫化物等。这类废水虽然比较单一，但量大面广，对环境的影响显著，必须要经过治理才能外排，下边分别阐述其处理方法。

1.1 选矿废水的污染与治理

1.1.1 污染

钢铁工业需要大量的矿石，在矿石的选矿过程中存在着大量的废水，这类废水严重地影响环境，必须经过治理才不污染环境。选矿废水包括磁选、重选、浮选及其联合流程排出的尾矿水和精矿溢流水，这些废水的污染和治理，又有其特殊性和复杂性。现按其特性和对环境的污染可以归纳成如下几点：

①. 选矿作业用水量

资料统计，全国矿山选矿厂的废水排放量大约35~40亿吨/年，其中三分之二以上属于磁选、重选排出的废水，三分之一左右为浮选厂废水。根据对全国20个有代表性的铁矿选矿厂的调查表明，目前国内各选矿厂处理每吨原矿的用水量有较大的出入，同样是磁选厂，但

用水量相差较大。例如，弓长岭选矿厂处理一吨原矿耗水高达26.13吨，而攀矿选矿厂耗水只有5吨，鞍山铁矿也只有4.87吨；浮选厂用水也有类似情况。例如，东鞍山烧结厂选矿车间处理一吨原矿耗水5.45吨，而鞍钢烧结总厂处理一吨原矿耗水则为32.81吨。

随着矿石开采品位的不断降低，选出一吨精矿所排出的废水和废石也越来越多。例如，铜矿业，为获得一吨金属铜，最少要产生400多吨尾矿，800多吨废石和几千吨选矿废水。铁矿的品位虽然比有色金属矿品位高，但要获得一吨铁，在采选过程中也要产生几百吨废水。例如东鞍山铁矿尾矿场，每天要排放14万吨废水。这么大的水量，其中又含有大量泥沙和有害物质，若不加治理直接排放，无疑将形成一个很大的污染源，会使原来生机盎然的河流变为一条“红泥河”或“红泥死水”。在国外这种情况已不乏其例了。例如美国塞夫铁矿公司在苏必利尔湖畔开采铁矿，由于选矿排放的物质，污染了苏必利尔湖的水质，造成了不良后果。

②尾矿水中含有大量的固体物

在铁矿尾矿水中含有大量的固体悬浮物，我国选厂的尾矿含固浓度一般在10~20%（重浓度），表1列出了几个有代表性矿山选厂的尾砂浓度。

由于在矿石入选之前要进行细磨，其粒度在-200目以下的量约占40~60%，有的甚至高表：

我国几个选矿厂尾矿水中含固浓度

选厂名称	尾砂浓度 (%)	选厂名称	尾砂浓度 (%)	选厂名称	尾砂浓度 (%)
南芬	10.0	大石河	15.4	石人沟	10.0
东鞍山	18.0	水厂	15.3	符山	12—16
歪头山	12.9	峪口	22.2	梅山	15.0
大孤山	16.3	酒都	12.1	大冶	10.0
弓长岭	11.0	包钢	11.2	攀矿	20.0
鞍钢烧结总厂	20.0	齐大山	12.4	铁坑	7.0
				海南	15.0

表2

苏联铜—锌矿选矿废水成分

组成名称	铜精矿浓密机溢流水(毫克/升)	锌精矿浓密机溢流水(毫克/升)
锌	/	3.0
铜	3.0	0.7
氰化物	0.73	/
氯化物	23.0	23.0
硫酸盐	403.0	132.0
PH	11	12

到30%以上。这些微细的颗粒。难于沉淀，而形成悬浮状态，随水一起排放。根据矿石种类及选别工艺的不同，这种悬浮物的含量在100~10000毫克/升。

③选矿废水中含有多种金属及其它有害物质

选矿废水中所含重金属及其它有害物质的种类和数量，是由于矿石种类和选别工艺等条件的不同而有差异，它不仅可能含有汞、铅、铬、锌、铜、镉、铁、锰、硒、铍等金属，而且还可能含有砷、氟硫化物、氰化物等有害物质以及放射性元素。苏联、日本及我国湖南省有色矿的选矿厂废水成份分别列于表2、3、4。

表3 日本选矿厂废水成份

组成名称	铅锌矿选矿废水(毫克/升)	铜矿选矿废水(毫克/升)
砷	13.0	/
镉	4.36	0.02
锌	760.0	8.8
铅	/	0.60
铜	/	4.70
铁	/	30.0
PH	9.6	7.2

表4 我国湖南省有色矿山选厂废水成份

组成名称	铅锌矿选矿厂废水(毫克/升)	钨钼铋矿选矿厂废水(毫克/升)	铜矿选矿厂废水(毫克/升)	镉矿选矿厂废水(毫克/升)	金矿选矿厂废水(毫克/升)
铅	0.1~1.2	0.01~0.2	/	<0.01	<0.5
镉	0.05~0.6	<0.01	/	<0.02	<0.025
锌	0.1~2.0	0.06~6.0	/	0.02	0.20
铜	/	<0.1	0.5~1.5	<0.025	<0.025
砷	/	0.01~0.1	0.5~3.0	0.05	0.3~3.0

④、浮选尾矿水中含有多种有害的残余药剂

在矿石的选别工艺中，尤其是在浮选工艺中，不管是黑色金属矿，还是有金属矿，都要加入几种甚至几十种药剂，如捕收剂，起泡剂，抑制剂，调节剂等。加入的药剂总量少则几十克/吨原矿，多则几百克/吨原矿。一般来说，黑色金属选矿比有色金属选矿的用药量少，药剂的种类也少。

试验研究表明，在没有其它干扰因素导致药剂的无效消耗时，矿物浮游所需的药剂量是很少的。但长期以来，我国金属选矿厂习惯于“多油多药”的给药制度，捕收剂的用量多介于30~200克/吨，这些药剂一部分吸附于有用金属矿物表面而浮上，进入精矿，一部分吸附

于无用的矿泥细粒表面；还有一部分残留于水中，后两部分都进入浮选尾矿水中。例如，用丁基黄药剂浮选方铅矿时，黄药用量为40克/吨，液溶的PH为6.5，黄药消耗分配情况如表5。

表5 黄药的消耗分配百分比

黄药消耗分配项目	在水中分解	吸附在有 用矿物表面	同其它离 子结合	吸附在无 用矿泥 细粒表面	残留在水中
百分率(%)	7	17	49	21	5

从对一些选矿厂的废水实测和调查看，选矿废水中残存的有害药剂含量波动较大，一般在几毫克/升或十几毫克/升以下，而高的可达几十毫克/升。以捕收剂黄药为例，列于表6。

废水中残存的药剂除黄药外，还有黑药、2号油，煤油、硫化物、氰化物及胺类等有害物质，有的含量还相当高。例如安徽月山铜矿选矿车间外排水中的硫化物高达26.65毫克/升。

表6 选矿废水中黄药的含量

选矿厂名称	废水种类	黄药含量(毫克/升)
南京梅山铁矿选厂	浮选铁精矿水	13.20
南京梅山铁矿选厂	浮选硫精矿水	4.50
苏州谭山硫铁铅锌矿选厂	尾矿水	2.19
内蒙古炭窑口硫铁矿选厂	浮选精矿水	4.90
内蒙古炭窑口硫铁矿选厂	浮选尾矿水	0.65

由以上选矿废水的特性可知，选矿废水对环境的污染是严重的，而从污染因素上看，又是多种多样的。重选和磁选的尾矿水，主要是其所含固体物的污染。这种废水含有大量的极细的矿泥，若直接排放，将淤塞河道和湖海，使地面水体变质，使土壤板结。浮选矿水的污染，除悬浮物外，还有较多的重金属和残余药剂及酸碱的危害，浮选尾矿水多呈碱性，一般在PH9~12之间。有的选矿废水还含有较高的砷、氟和放射性元素。例如，水口山矿务局柏坊铜矿选冶废水中含有砷5.87毫克/升，铀5~10毫克/升，镭 $2\sim 4.1 \times 10^{-10}$ 居里/升。

选矿废水的污染从排放形式上看，可归纳成如下几种情况。

①选矿废水不加工直接排放

国内外都有这种情况，有一些矿山，尤其是地方的小厂矿，或因技术条件及资金限制，或因远离城区较远而又靠近天然水系，不重视环境保护工作，尾矿水不加治理就直接排放。例如我国湖南一些小矿山共有近200个，大多分布在湘江流域，矿山废水很容易排入天然水系而造成污染。就湖南郴州地区小矿山而言，有些至今还没有尾矿场，尾矿水直接排入天然水系，使河道淤塞，田地浸没，土壤中金属含量增高，这种情况可参见表7。

②有些矿山虽有尾矿堆放设施，但仍有污染存在

表7

湖南省一些地区农田被重金属污染情况

地 点	镉 (毫克/公斤)	铅 (毫克/公斤)	铜 (毫克/公斤)	锌 (毫克/公斤)	大米中含镉量 (毫克/公斤)	
祁 东	草原乡	0.8~2.42	61.0		0.54~1.24	
	对照点	0.33	20.0			
衡 阳	和平乡	1.35~1.69	58.8~67.8	38.3~41.8	300~3550	
	对照点	0.24	31.3	25.0	75.0	
株 洲	清水塘乡	1.64~4.18	100.6~276.0	25.0~35.5	127~401.5	0.5~3.25
	对照点	0.24	38.0	5.4	17.8	
长 沙	岳麓乡	0.73~2.20	103.5~168.0	68.3~77.4	450~473.5	
	对照点	0.30	16.75	18.0	60.0	

这种情况多属尾矿场选址不当,设计不合理或尾矿的输送技术问题未解决等原因造成的。尾矿场虽然已建造,但未能很好使用,尾矿水直接排放。例如,攀钢密地选厂,原设计浓缩后的尾矿量1157立方米/时,尾矿浓度25%,经泵站加压送至2200米远的马田尾矿场。但由于选矿尾矿具有尖、硬、粗的特点,加上尾矿输送管道长,高差大,泵站多等因素,造成运转中砂泵易损及管道、阀门磨损加剧,使用周期短。自1970年5月尾矿系统投产以来,只有27%的尾矿量送至尾矿场内,其它大部分尾砂都排入金沙江,对金沙江及长江水域造成了污染。

另外,虽然有的选厂把尾矿送入尾矿场,但由于选厂的跑冒滴漏,冲洗水及精矿溢流水等不打入尾矿场而从选厂直接外排,对环境也造成了污染。

③尾矿坝的渗漏及流失造成污染

在我国一些中小矿的尾矿坝多采用堆沙或片石砌筑而成,防漏防渗性能较差,尾矿水大量渗漏外排,造成污染。例如,大孤山选矿厂,由于尾矿厂多年来采用排岩筑坝,坝体向缝隙较大,造成尾矿库多处渗漏。该厂送入尾矿场的尾矿浆量约为1700立方米/时(其浓度为17%),而尾矿库渗漏的尾矿水为700立方米/时。又如酒钢选矿厂尾矿坝由于设计施工上存在的问题太多,加之对尾矿坝的管理缺乏经验,至今不能达到正常使用,投产十多年来,共产尾矿500多万吨(其浓度为15~17%),放入尾矿坝的约200万吨,有300万吨进入了总下水道或排放到了戈壁滩上。

有的小矿山,它的尾矿库容量很小,设计又不合理,尾矿水这边流进,那边流出,停留的时间很短,根本起不到沉淀净化作用,有大量泥沙和有害成分的废水流入地表水体,形成一个严重的污染源。

1.1.2 治理

为了防止选矿废水的污染,根据水质水量以及其它条件的不同,国内外已研究采取了許多治理方法,对此可综述于下:

1.1.2.1 加强污染控制,使污染物排放量控制在最小限度内

国内外的矿山与厂矿都应注意加强企业管理，保证设备正常运转，力求不漏液不跑液，以减少废水量。不少科研单位研制高效低毒或无毒的选矿药剂，以取代现有毒性较大的药物。公司厂家和科研单位也在努力改革选矿工艺，减少选矿药剂的用量，加强对污染物的自动监测和自动控制。例如日本三井矿业公司木野选矿厂安装了测定水中总氟含量的自动测试装置，提高了管理废水的工作效率。日本铝业公司中庵选厂在总排水系统中安装了浊度计，能够连续测试，用以加强废水的管理。

我国选矿厂在控制污染方面，也做了大量工作。例如，鞍钢矿山公司弓长岭选矿厂，地处辽阳市弓长岭区汤河东岸，该厂年处理赤铁矿近250万吨，自从1975年建成投产后，由于种种原因，对赤铁矿尾矿污水治理没有与生产同步进行，后来虽经多次治理，但始终没有解决汤河污染的问题，外排红色污水量每小时高达1200~1500立方米，悬浮物则达500毫克/升以上，使汤河水变红，河床增高，灌渠淤塞，汤河沿岸的人民群众反应强烈。1984年该厂研究采用了大循环工艺，同时加强了管理制度，制定了包保责任制15条，污水考核制度12条，管理制度7条，以后强化了管理工作，污水经过大循环工艺净化后，水质完全达到了国家工业排水标准，收到了可喜的环境效益。

1.1.2.2 采取治理措施，综合回收有用金属，使选矿废水达到排放标准

根据水质水量不同，应采用不同的治理方法。对于以悬浮物为主的废水多采用自然沉淀或絮凝沉淀的方法，对于含重金属和其它有害物成份较高的废水，分别采用中和法，硫化法、还原法、氧化法、离子交换法、活性炭吸附法、离子上浮法、铁氧体法、电渗析法以及反渗透法，有时还可采用这些方法的联合流程进行处理。目前在选矿废水治理上，仍以自然沉淀法，中和沉淀法和絮凝沉淀法为主。

1.1.2.2.1 自然沉淀法

所谓自然沉淀法，即是把废水打入尾矿坝，尾矿池或尾砂场中，充分利用尾矿坝大容量大面积的自然条件，让其存放较长的时间，使废水中的悬浮物自然沉降，并使易分解的物质自然氧化，这种简单易行的方法，至今国内外仍在普遍采用。例美国对矿业废水处理中，各方法占的比重如表8所示。

表8 美国矿业废水处理方法的比较

处 理 方 法	处理废水量占总废水量的百分比(%)
尾 矿 池 法	69.2
其 它 沉 淀 法	3.7
稀 释 法	3.7
中 和 法	0.1
未 处 理	23.3

由表8可以看出，美国矿业废水的处理，以尾矿池法为主，约占总废水处理量的70%。

我国矿山各选厂，绝大多数也采用尾矿坝自然沉淀法。从全国20个有代表性的铁矿山调查情况看，都具有尾矿堆放的设施，尾矿水在尾矿坝内自然沉淀氧化，而后排放或回用。

1.1.2.2.2 中和沉淀法和絮凝沉淀法

对于含有重金属的矿井水和选矿废水，国外多采用石灰石调节PH值，然后进行沉淀或固体截留。例如加拿大科明科公司金伯利矿废水和尾矿水处理的工艺流程如图2所示，该处理厂的能力为160吨/小时。

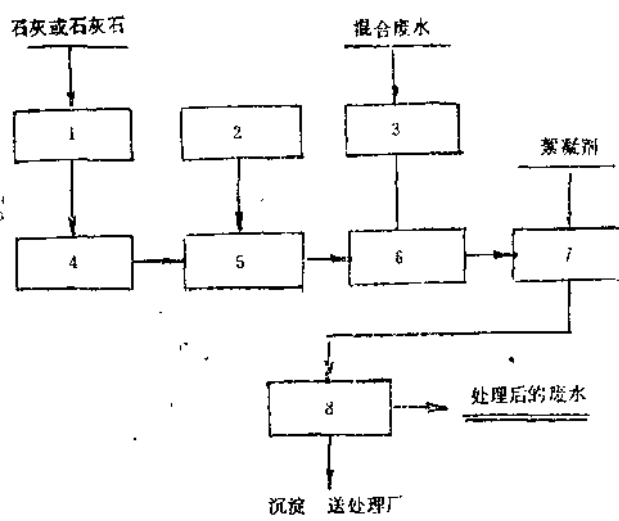


图2 科明科公司金伯利矿废水处理工艺流程

- 1—石灰消化池；2—压力波动箱；3—鼓风机；
4—污泥石灰搅拌池；5—快速混合池；
6—石灰反应池；7—絮凝混合池；8—沉淀池。

现在我国对于酸性废水也多采用石灰石或石灰中和，沉淀后清液排出。而对于难于自然沉降的选矿尾水，多采用加入絮凝剂，进行絮凝沉淀。采用的无机絮凝剂多为聚合氯化铝、三氯化铝、硫酸铝、硫酸亚铁、三氯化铁等、有机絮凝剂有阴离子型、阳离子型和分子型的高分子絮凝剂，如聚丙烯酰胺及其一些衍生物等也多被采用。

东鞍山铁矿已做过试验，对于含悬浮物500~2000毫克/升，PH为8~9的红色尾矿水，加入聚合氯化铝和聚丙烯酰胺进行絮凝沉淀处理，每天可净化12万立方米红水。

1.1.2.2.3 氧化法

氧化法包括生物氧化法和化学氧化法。这类方法主要用于消除浮选尾矿水中的残余药剂。现在处理浮选尾矿水中化学氧化法用的较多。在国外应用生物氧化法处理尾矿水也有报道。例如，英国某一选矿厂应用生物氧化法从尾矿池溢流水中消除残余选矿药剂，使总有机碳含量降至10~13毫克/升。日本采用了细菌氧化法处理矿坑酸性废水。国内用化学法处理浮选废水的研究报道较多，通常是活性氯或臭氧使黄药中的氧化硫成硫酸盐；用高锰酸钾氧化黑药，使二硫化磷酸酯氧化成磷酸根离子。另外，还可用超声波(强度为10~15瓦/厘米²)分解黄药，用紫外线(波长230~570毫微米)破坏黄药、松油、氧化铁等，但这些方法多属试验阶段，还很少用于工业规模处理选矿废水。

1.1.2.2.4 回收有用金属的方法

对于废水中有用金属的回收，国外开展了许多研究工作，工业上已采用了多种方法。例如日本神冈矿山的厂矿研究出一种废水处理方法。该法是把离子浮选、沉淀浮选和微粒矿浮

选结合起来进行处理废水的方法，从废水中成功的回收了铜氰化物和锌。另外，日本在使用吸附法处理重金属废水方面也有独到之处，他们的工作证明，用络合黄原酸盐淀粉—阳离子聚合物作吸附剂，对 Ca^{2+} ， Cr^{3+} ， Cu^{2+} ， Pb^{2+} ， Hg^{2+} ， Ni^{2+} ， Ag^+ 等能有效地进行吸附。苏联采用吸附法净化选矿厂的含氰废水，他们研究出了多种胶凝状和多孔状阴离子交换树脂，从选矿废水中回收Cu、Zn、Ag等有用金属。

国内在这方面也开展了一些研究工作。例如，采用离子交换或溶剂萃取工艺从含铜酸性废水中回收铜；铁粉置换或液化置换法回收铜等，经处理后的水质达到了排放标准，同时回收有用金属铜。

1.1.2.3 选矿废水的循环使用

循环利用选矿废水，是废水治理的方法，这样不仅可以节约新水，同时还可以节省浮选药剂，节省动力，减少环境污染。

目前，美国、加拿大、苏联等国家选矿废水的回用率已由六十年代的70%提高到90%以上。据美国36个铁矿选厂的考查资料，各选厂废水的回用率均在90%以上。例如，希宾铁矿选厂的回用率在92%以上，蒂尔登铁矿选厂的回水利用率达到了95~97%。据加拿大70个矿山统计，水的回用率在80~95%。苏联已实现了废水的全部回用，在这方面居世界领先地位。

我国金属矿山的选厂用水由三部分组成，即新水，环水（精矿和尾矿浓缩池溢流水即厂内循环水）和回水（尾矿坝澄清溢流水即返回利用的水）。虽然已有不少矿山采用了循环水，尤其是大型矿山的选厂做的较好，但总的来讲，废水的循环回用率还很低。例如，对20个铁矿选厂的调查表明，水的复用率达到90%以上的只有5个，达70~80%的有9个，在40~60%的有5个，未循环使用的有1个，20个选厂水的平均复用率为70%，而国内中小选厂尾水的循环复用率就更低了，这是应该迫切解决的问题。

1.2 钢铁冶炼废水的污染与治理

当今世界上，钢铁冶炼废水仍是最大的污染源，一些先进国家，都在这方面拿出了很大的财力和物力，开展了许多研究工作，建立了有效的治理设施，得到了控制，实现了无废水污染的企业。

我国钢铁厂在治理废水上也做了大量的工作，但是废水污染仍是需要高度重视的问题。

以1982年为例，我国钢铁企业废水总排放量为40.8亿吨，其中经过处理的为18.16亿吨，处理率为44.51%。经过处理达标的只有5.12亿吨，占处理量的28.17%。外排工业废水24.31亿吨，其中达标排放量13.65亿吨，达标率56.12%。

钢铁企业每年随工业废水排出大量有毒有害物质，主要污染物有悬浮物、酚、氰、硫、油和重金属。据调查，我国1982年污染物的年排放情况列出于表9中。

由表9可知，污染物的排放量是非常惊人的，其污染是特别严重的，必须给予极大的注意，尽力加以治理，减少污染程度。

钢铁企业工业废水按工艺区分，主要有以下五种：焦化废水，高炉煤气洗涤水，高炉冲渣水，转炉烟气洗涤水，轧钢废水。

上述五种废水的总量很大，据1982年统计，总发生量约为27亿吨，总排放量约为15亿吨，其排放合格量为7.2亿吨，合格率大约为47~50%，合格率还很低，而且主要有毒、有害物质绝大多数都存在于废水中，所以要减轻钢铁企业对环境的污染，必须要抓住对废水的

治理。

我国钢铁企业主要工艺废水排放及处理情况列出于表10，单位产品水耗量列出于表11。我国钢铁企业按公司(厂)计算的吨钢耗水量比较高，而且各厂用水量差别较大，如普钢吨钢

表9 我国钢铁企业1982年污染物的排放量(吨/年)

企业 分类 项目	重点钢铁企业	中型骨干企业	辅助材料企业	合 计
铬	11.40	1.70	5.95	19.05
砷	10.85	20.00	/	30.85
铅	84.39	117.62	0.13	202.14
酚	1816.46	567.38	0.26	2384.10
氰化物	1222.66	621.98	0.61	1845.25
石油类	1507.39	2029.80	51.82	17189.01
悬浮物	1419902.04	89531.33	1691.17	1552691.54
氟的无机化合物	1793.24	154.87	4.40	1952.51

用水量为20~349吨，吨钢耗新水量9.1~264吨。差别大的原因，一方面是各厂水循环利用率不一样，另一方面是产品工艺结构不同造成的。

表10 我国黑色冶金企业主要废水排放及处理情况

项 目 工 艺	排放量 (万吨)	排放合 格 量 (万吨)	合格 率 (%)	发生量 (万吨)	处理量 (万吨)	处理 率 (%)
焦化废水	16821.18	6478.04	39.51	18642.03	4747.46	25.46
高炉煤气洗涤水	27264.20	6513.61	23.89	45843.90	31581.16	68.89
高炉冲渣水	14621.16	3527.40	24.13	23257.72	18930.37	81.39
转炉烟气洗涤水	6151.97	2739.20	44.53	11291.41	9008.00	79.78
轧钢废水	56685.75	37873.60	66.81	109176.74	69400.17	62.65
选矿尾矿水	26515.97	14359.60	54.16	50491.88	41796.43	82.78
合 计	148060.23	71491.65	48.29	258703.73	174463.59	67.44

钢铁企业的废水治理主要采用生物处理，化学处理和物理处理三大类方法。现将主要生产工艺的废水治理情况分述如下：

1.2.1 焦化酚氰污水

焦化污水是钢铁企业的主要污染源之一。它主要包括蒸氨废水、焦化副产精制废水，煤

气终冷废水及厂区管道的煤气冷凝水。前者含酚浓度一般要在1000毫克/升以上。焦化酚氰污水含有各种有机物和无机化合物。如酚、氰、氨、硫氰化物、氯化物，油类等有害物质约70多种。由于有害项目繁多，一般选取挥发酚、氰化物、化学耗氧量、油类、悬浮物和PH作为焦化酚氰污水水质的主要控制指标。

表11 我国钢铁企业单位产品水耗情况

企业 分类	项目	单位产品用水量(吨/吨产品)		单位产品耗新水量(吨/吨产品)	
		均值	范围	均值	范围
重点钢铁企业					
普 钢		213.65	20~849	86.36	9.1~264
特 钢		168.76	38~313	75.00	8.49~187.10
矿 山		15.00	1.3~39.33	5.25	1.3~9.97
中型骨干企业					
辅助原材料企业		213.85	44~598	109.09	4.15~290
铁合金					
耐火材料		422.85	177~579	211.43	87~298
炭 素					
		18.22	13~21	13.18	5~17.94
		278.00	245~311	171.50	103~240

我国冶金部所属的大、中型焦化厂的酚氰污水，绝大部分都进行二级处理，其处理方法基本相同。首先，对高浓度含酚废水进行一级处理，即溶剂脱酚或蒸汽脱酚，然后，把各厂各设备排出的含酚氰等污水集中后，进行二级处理或称生物处理。有些企业，为了减轻终冷水氰化物对大气的污染和生化处理的冲击，还设置了黄血盐装置。至1983年，冶金部重点钢铁企业已投产运行了22套一级脱酚装置，15套二级脱酚装置。主要钢铁企业焦化酚氰污水的治理状况见表12。从该表可看出：①除太钢、本钢和鞍钢外，其余各企业焦化厂均已建立二级生物脱酚装置，已经具备全面解决酚水污染的基本条件；②对已建立生物脱酚装置的焦化厂，部分企业设备配套，管理严格，故处理率高，出水水质较好，如首钢、马钢、攀钢等单位。但另有部分企业，装备不配套，未上溶剂脱酚等装置或运转不正常，处理率不高，仍有部分高浓度含酚废水外排，如重钢、湘钢，需要一抓到底；③对未上生化处理装置的本钢、太钢，它们含酚废水直接外排，严重污染周围环境。

应该重点说明的是宝钢焦化酚氰废水处理工艺，它代表国际80年代初期水平。宝钢采用

三级处理设施，见图3。一级处理采用溶剂萃取法，进行蒸氨脱酚，可回收大量的酚，二级进行生化处理，以透平式表面曝气机曝气。在沉淀池内同污泥分离，为了进一步除去氰化物，将生化处理后的污水加入硫酸亚铁，进行铁沉淀处理，沉淀后的废水经过过滤后进入第三级活性炭吸附装置。经过如上处理后，水质达到含酚为0.1毫克/升(只有国际标准的

表12 焦化酚氰污水治理状况

厂名	产生的废水量(万吨/年)	治理工艺	处理情况		排放情况	
			水量(万吨/年)	处理率(%)	水量(万吨/年)	水质(毫克/升)
首钢	121.31	溶剂脱酚， 二级生化处理，运转正常	120.43	99.27	121.31	酚: 0.34 氰: 1.20 COD: 509
太钢	263.70	溶剂脱酚	16.6	6.30	263.70	酚: 123 氰: 4.3 COD: 1433
包钢	102.50	溶剂脱酚， 二级生物处理	71.83	70.10	308.35 (包括稀释水)	酚: 1.31 氰: 2.05 COD: 368.7
鞍钢	400+	蒸汽和溶剂脱酚， 黄血盐脱氰，部分二级生化处理	394.20	98±	400±	酚: 0.26 氰: 0.316 COD: 212
本钢	/	溶剂脱酚	35.0	/	/	/
马钢	175	溶剂萃取， 二级生物铁盐法	159	90.3	/	酚: 0.5 氰: 0.1 COD: 100
武钢	239	二级生物处理	/	/	239	/
湘钢	752	溶剂萃取， 二级生物处理	28.0	3.77	730	酚: 0.86 氰: 5.18 COD: 293
攀钢	1095	溶剂脱酚， 黄血盐脱氰， 二级生物处理	879.00	80.27	365	酚: 0.3 氰: 102 COD: 208
重钢	400	二级生物处理	140	35	400	酚: 2.5 氰: 0.62 COD: 180
酒钢	89.70	二级生物处理	35.10	39.13	/	酚: / 氰: 4.22 COD: 147

1/10), 含氰化物为0.5毫克/升, 然后排放。

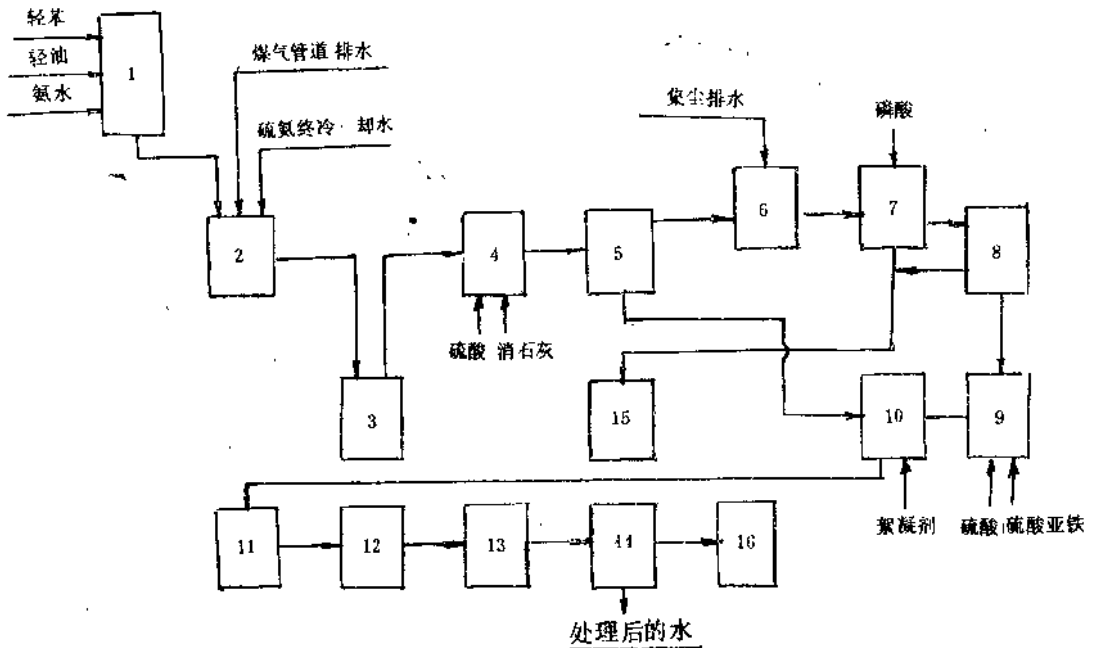


图3 焦化酚氰污水三级处理工艺流程

- 1—萃取塔；2—调整槽；3—予备曝气槽；4—中和槽；5—加压上浮槽；6—稀释槽；
7—曝气槽；8—沉淀槽；9—反应槽；10—凝集沉淀槽；11—过滤水槽；12—过滤机
13—过滤水处理槽；14—活性炭吸附塔；15—污泥处理；16—活性炭再生。

1.2.2 高炉煤气洗涤水

高炉煤气洗涤水是净化高炉煤气产生的除尘污水, 这种污水的水量及成份和含量随高炉原料, 燃料的成份、冶炼操作条件和煤气洗涤工艺等不同而异, 其特点是水量大, 水温高, 悬浮物含量高, 并含有酚、氰等有害物。一般高炉煤气洗涤水中悬浮物含量为500~3000毫克/升, 高的可达4000~6000毫克/升, 酚含量为0.01~2毫克/升, 多数小于1毫克/升。氰化物含量也多在1毫克/升以下, 个别厂高达10毫克/升左右。锰铁高炉煤气洗涤水中的氰化物含量可达100~200毫克/升, 甚至更高。

我国对普铁高炉煤气洗涤水的处理, 大致有三种情况: ①极少数企业的废水经沉淀池(平流沉淀池或辐射沉淀池)沉淀处理和经水质稳定处理后, 再经冷却降温, 循环使用, 其循环率可达90%以上, 排污量较少。沉渣经真空脱水后, 回烧结利用; ②大多数企业的废水经平流沉淀池或辐射沉淀池沉淀, 部分水循环使用, 部分外排, 有的将外排水用于高炉冲渣。沉淀池沉渣没有处理设施或处理设施不完善, 污泥外排; ③少数企业的废水未经沉淀处理直接外排。

我国首钢高炉煤气洗涤水属于上述的①类, 废水处理循环使用, 循环率达到了95%, 污泥脱水回收也得到了使用, 宝钢的情况也类似, 这二家企业居国内最高水平。大部分企业的高炉煤气洗涤水经沉淀处理后, 部分水循环使用, 循环率在70~95%之间, 但流渣都未综合利用, 有的排入渣场、尾矿坝、荒野, 有的排入江河, 没有彻底解决污染问题, 还有少数企业的部分高炉煤气洗涤水, 完全直排江河, 既浪费资源, 又严重污染环境。

1.2.3 炼钢除尘废水

由于我国氧气顶吹转炉炼钢的烟气全为湿式除尘，而电炉、平炉主要是干式除尘，所以炼钢产生的废水主要是转炉除尘废水。

转炉除尘废水的水量、成份及含量随烟气处理方式、净化设备、炉料情况、吹炼强度等条件不同而异。转炉烟气除尘废水因溶解二氧化碳，应呈酸性，但由于冶炼加料时带入石灰粉料过多，而呈碱性，PH值在8~12之间。废水中有害物质主要是铁氧化物，悬浮物含量一般在2000~10000毫克/升，高时可达几万毫克/升，有时其中还含有少量的氟化物。

我国氧气顶吹转炉除尘废水都建有沉淀处理装置，但大都没有进行加药沉淀，也缺少水质稳定和污泥处理措施。因此，水循环利用率低，污泥没有得到很好的利用。我国主要钢铁企业转炉除尘废水的处理状况见表13。从该表中可以看出：①所有转炉除尘废水都建立了污水沉淀处理设施，但部分企业没有污泥回收利用装置；②现有转炉除尘废水的装置还有部分地运转不正常，废水循环使用率还达不到要求。一部分企业的转炉除尘水，由于结垢和堵塞，无法长期循环使用，大量废水外排。因此，尚需在这方面做出努力。

表13 转炉除尘污水治理状况

厂名	产生量 (万吨/年)	治理方法	循环		排放	
			水量 (万吨/年)	循环率 (%)	水量 (万吨/年)	水质 (毫克/升)
首钢	1728	加3 [#] 絮凝剂，预磁处理后经平流沉淀池沉淀，废水全部循环使用，污泥综合利用。	1728	100	无外排	
太钢	218	建有辅射沉淀池，运转有时不正常，污水排入汾河。	0	0	219	悬浮物： 250
包钢	280.3	有沉淀池，运转不正常，污水外排。	0	0	280	
鞍钢	876.0	经重力旋流器和辅射沉淀池处理，废水部分循环，部分外排。	744	85.0	132	
本钢	1005.0	废水中加入絮凝复合药剂，经辅射沉淀池沉淀，废水循环使用，污泥脱水送烧结。	925	92	80	悬浮物： 100
马钢	5019.4	部分除尘水外排，部分除尘水经絮凝循环使用。	3005	59.9	2013	悬浮物： 100~2600
武钢	537.6	经辅射沉淀池处理后外排	0	0	537.6	
攀钢	613	加絮凝剂，经辅射沉淀池处理后，循环使用，污泥脱水返回烧结。	600	97.9	13	