

有色冶金企业

废水净化与监测

【苏】K. B. 列别杰夫等著 高春满 华亭亭译



# 有色冶金企业 废水净化与监测

[苏]K.Б.列别杰夫等 著

高春满 华亭亭 译

冶金工业出版社

## 内 容 提 要

本书系根据苏联冶金出版社(Металлургия)1983年出版的К.Б. Лебедев等著《ОЧИСТКА И КОНТРОЛЬ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ》一书译出。

书中介绍了净化废水的分类方法并阐述了各类净化方法的详细内容,研究了一种节约新鲜水的合理方法,即防止污染水体循环供水。还叙述了废水化学成分的监测、悬浮物浓度的监测、取样和废水流量的监测方法以及各种各样的实用监测仪器。

本书可供冶金工业和化学工业部门从事废水净化设施设计、调整、使用和监测的工程技术人员以及有关大专院校师生使用。

### 有色冶金企业废水净化与监测

[苏]К.Б.列别杰夫等 著

高春满 华亭亭 译

\*

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

江西印刷公司排版

河北省阜城县印刷厂印刷

\*

850×1168 1/32 印张  $6\frac{3}{4}$  字数 176 千字

1989年8月第一版 1989年8月第一次印刷

印数00,001~2,900册

ISBN 7-5024-0161-X

X·4 定价: 3.30元

## 译者的话

环境工程在现代科学技术中占有十分重要的位置。不管是兴建一座工程也好，还是开发一项新的工艺流程也好，人们总会遇到一个共同的问题——处理好废气、废水和废渣，综合利用自然资源。而有色冶金领域中这个问题尤为突出。我们向大家介绍的这本专著，希望能够帮助人们解决这些问题。

这本书是苏联学者К. Б. 列别杰夫主编的，书中收集了大量的生产经验和资料，并辟有专门章节介绍零排放技术。它内容充实，材料丰富，不失为一本颇具参考价值的著作。

我国是各种有色金属资源极为丰富的国家。早日贡献出这本书的中译本，对从事这方面工作的工程技术人员、教学科研工作者会有所裨益。但是由于我们的水平所限，译稿中欠妥之处在所难免，热切希望广大读者批评指正。

这本书能够迅速和读者见面，我们应当感谢出版社的大力支持和热情帮助。

译者

1986年4月

## 序 言

苏维埃政府从它成立的第一天起，就把保护自然环境和合理使用自然资源作为国家政策不可分割的一部分。合理使用和保护自然资源的要求在苏共纲领、国家宪法以及党和政府的各种专门决议中都有所体现。苏联的法律对环境实行全面保护。国家用各种法律条文、严格地规定了必须利用自然资源为发展社会主义、增加国民收入、提高人民福利服务。贯彻这些法令就能保障自然环境得到保护。

对于随工业废水、城市公共事业和农业废水进入水体的有害物质的最大允许排放浓度（ПДК），苏联是世界上规定最严格的国家。如随废水排放到水体的砷的含量，在许多国家中规定不超过0.5mg/l，而在苏联规定最大允许排放浓度为0.05mg/l。

根据一些专业研究机关的研究结果，渔业部门对水质的要求，包括污染杂质的种类，最大允许排放浓度都在不断地提高。

1968年公布的渔业水系有害物质允许浓度的明细表中共有41种物质，而1974年变为68种，到了1981年则增加到275种。与此同时，铜离子的最大允许排放浓度降低到原来的十分之一（即由0.01mg/l变为0.001mg/l），铬离子（Cr<sup>6+</sup>）降低到原来的百分之一（即由0.1mg/l变为0.001mg/l）。氟从1.5mg/l降到0.05mg/l，加上氟的苯底含量，氟离子的总含量不超过0.75mg/l。

饮用水、生活用水中主要盐类离子含量（按干燥物计）规定不得超过1000mg/l。其中硫酸盐低于500mg/l，氯化物低于350mg/l。早先渔业用水也曾采用过这个标准。但是到了1975年渔业用水在主要离子含量方面的最大允许排放浓度就采用了极为苛刻的标准。如硫酸根离子为100mg/l，氯离子为300mg/l，阳离子中：钾为50、钠为120、钙为180mg/l等。目前，渔业用水

这个概念不仅包括养鱼的水体本身，还包括全部支流，不管其流量大小只要鱼类在产卵期有可能进入的地方以及将来准备养鱼的水体，都属于渔业用水的范围。

作为饮用水和生活用水的水体及径流，国家规定的有害杂质数目已达到570种（1967年只有177种）。由于这些所规定的绝大多数有害物质都是随着各工业部门（化学工业、石油化工、有色和黑色冶金工业、纤维-造纸工业等）的废水以及农业（杀虫剂、除莠剂、无机肥料）废水进入水体的，所以国民经济各个部门都面临着—项艰巨而复杂的任务：就是不能污染和耗费天然水资源。

解决这项任务的办法就是对废水进行深度净化，在生产工艺中尽量不用特别有毒的物质和试剂，把生产过程改造成少用或者不用新鲜天然水的闭路（零排放）供水方式，停止向水体、径流排放废水。为了完成这些任务，就必须了解废水的净化方法以及组织水循环和监测废水的方法。

关于有色冶金废水的净化方法，近几年来已发表了不少的文章。仅研究有色冶金工业废水净化比较权威的哈萨克选矿设计院—家，不久前就发表了24集有关处理有色冶金废水的文章。但是关于这个问题的综述性著作仅有Л.В.米洛瓦诺夫(Милованов)于1971年出版—书〔1〕。该书主要介绍了目前广泛应用的废水净化方法，但并没有讨论消除排放污水的基本原理——循环供水方法。在介绍废水净化过程的自动化方面，Д.Н.斯米尔诺夫(Смирнов)的专著〔2〕是比较好的。但是该书仅讨论—般性的问题。我们向读者奉献的这本书首先介绍了各种废水的净化方法，并提出了笔者自己的分类方法。此外，还专辟章节介绍生产过程中的零排放技术。在某些章节中笔者试图总结—些适于有色冶金废水净化过程的监测方法。我们深信这样编排将有助于加深理解和应用书中所介绍的内容。

本书的第一章和第三章由В.Н.安托诺夫(Антонов)和М.Т.拜马哈诺夫(Баймаханов)执笔，第二章为К.Б.列别

杰夫 (Лебедев) 所写, 第五章由 А. И. 奥泽罗夫 (Озеров) 写成。

对本书的各种意见和建议请寄哈萨克选矿设计院。

# 目 录

## 序言

第一章 有色冶金企业废水的来源和组成 .....	( 1 )
1. 矿区水 .....	( 2 )
2. 选矿厂废水 .....	( 3 )
3. 冶炼厂废水 .....	( 6 )
第二章 废水的净化方法 .....	(12)
1. 机械方法 .....	(13)
2. 化学方法 .....	(24)
3. 凝聚法和气浮法 .....	(50)
4. 电化学方法 .....	(63)
5. 吸附法 .....	(78)
6. 膜分离法 .....	(106)
7. 废水的除盐 .....	(115)
8. 生物法 .....	(118)
第三章 零排放生产技术 .....	(126)
1. 零排放生产工艺的基本原理 .....	(126)
2. 选矿过程中的零排放技术 .....	(128)
3. 选矿厂循环供水的基本原则 .....	(134)
4. 冶炼厂生产中的零排放技术 .....	(137)
第四章 废水的监测 .....	(145)
1. 监测的任务 .....	(145)
2. 废水化学成分的监测 .....	(147)
3. 悬浮杂质浓度(浊度)的监测 .....	(187)
4. 废水的取样 .....	(191)
5. 废水流量的监测 .....	(196)
参考文献 .....	(203)



## 第一章 有色冶金企业废水的来源和组成

有色冶金企业部门的生产特点在于它对天然矿物资源的加工过程是一个完整、统一的过程，即从采矿开始，包括有用矿物的精选直到产出金属和金属加工乃至附带生产各种盐类、酸类、无机肥料等。加工原料的多样化和复杂程度及生产过程的繁杂程序都决定了废水量大和污染程度严重。甚至在同一种生产中（如铜冶炼厂或者处理铜矿的选矿厂）单位产品所产生的废水量，污染杂质的含量、种类也可能是完全不同的。这就给制定净化废水流程和制定处理循环水方案时带来很大困难，也增加了建设和管理这些净化设备的困难。更大的差异还在于有色冶金各行业的工艺过程的用水量。

表1给出的是1979年各种有色冶金厂的给排水数据。这里和后面的数据是按照企业的原料和工艺特征把它们划归某一个行业的。如所有的处理铝原料的厂不管它们的隶属关系和地点如何都

表 1 冶金厂的给水和排放的废水 (Mm<sup>3</sup>/年)

行 业	给 水				排放废水
	总量	新鲜水	循环水	复用水	
铝厂	1652	362	1243	47	289
镍-钴厂	1270	262	998	70	165
铜厂	380	101	254	25	72
铅-锌厂	399	121	241	37	70
钨-钼厂 <sup>①</sup>	101	66	86	3	64
钛-镁厂	144	41	83	20	46
有色金属加工厂 <sup>②</sup>	126	46	77	3	42
稀有金属厂	86	8	78	—	4.4
铈-汞厂	19	2	16	1	1.6
锡厂	31	2	29	—	1.1

① 包括硬质合金；② 包括再生有色金属。

属于铝业。

### 1. 矿区水

矿区水可以理解为有色冶金生产中的矿场污水，其中包括水沟水在内。根据采矿方法的不同，矿区水可分为矿井水（地下采掘）和采掘场水（露天开采）。地下的和地表的水沟水是构成矿区水的主要来源，占79.3%；工业废水（钻探、湿法除尘及压缩机冷却水等）占14%；生活福利设施（明沟和阴沟）的生活废水和粪便污水占6.7%，这类废水可以不经过处理或者与矿区其它废水经简单处理之后排放。由于矿区都远离工厂企业和大的居民点，所以矿区水较少在供水系统中循环使用，一般都是不经过处理直接排放到水体或者就地排放（表2）。

表 2 矿区水的来源和排放 (Mm<sup>3</sup>/年)

处理的矿石	矿区水来源	利 用		排 放	
		总量	去其他单位用	总量	排到选厂尾矿池
铝矿石	218.6	—	—	218.6	—
多金属矿石	171.6	94.2	57.8	77.4	14.3
含金矿石	58.8	11.4	0.4	47.4	—
铜矿石	67.4	33.5	11.7	33.9	—
镍-钴矿石	31.6	4.4	—	27.2	—
锑-汞矿石	13.6	2.7	—	10.9	—
稀有金属矿石	11.4	0.6	—	10.8	—
钨-钼矿石	12.6	2.9	—	9.7	0.9
钨矿石	9.4	0.8	—	8.6	0.5
萤石	6.6	0.2	0.1	6.4	2.7

冶金生产中生成的废水总共有将近82%被利用，选矿厂达72%；而矿区（包括选矿厂）不大于13%。矿区废水差不多有75%（大于选矿厂废水的1.6倍）排放到水体。几乎所有的矿井水都被细菌所污染，因此排放时，尤其是在循环使用时一定要进行净化处理。所有的矿井水主要的污染杂质是粗悬浮体杂质（ГДП）和石油产品。除此之外，其污染特性将取决于所开采

矿石的成分。如乌拉尔铜矿的矿井水具有酸性反应( $\text{pH}=2\sim4$ )，它们被高浓的硫酸和铜、锌、铁等离子所污染。值得注意的是在上述大多数的矿场，都是采用铁屑置换法从矿井水中回收铜。不过这个方法过于简单，致使铜的回收率不高。置换铜之后用石灰乳中和矿井水时，所剩下的铜和大量的锌随着沉淀而丢失。

在采掘多种金属矿的矿山，矿区水被铜、铅、锌所污染，其浓度超过排放标准；而镍-钴矿的矿区水常被镍、钴、砷等污染；钨-钼矿和铋-汞矿则被砷、铋、汞、钼、氟、铜、铅、锌、铁污染。不久以前铝业矿区水还被认为是最干净的水，是属于相对纯的。但是，由于对排至养鱼业水体废水中的主要离子（硫酸盐、氯化物、钙、镁等）标准提高了，因此这些矿区水一定要进行深度净化。因为目前实际上还没有一个比较便宜和通用的除盐方法，所以矿区水的除盐已成为一个严重的问题，很多科研单位正在进行这方面的研究。

## 2. 选厂废水

有色金属选厂按其处理矿石的种类不同可以分为9类，其废水的排放量和污染特性都各不相同（表3）。这种分类方法只是相对的，因为在各种行业内部，随着采用的选矿流程、供水和

表 3 选矿厂的供水和废水排放 (Mm<sup>3</sup>/年)

部 门	供 水				排放废水
	总量	新鲜水	循环水	复用水	
多金属选厂	137.8	60.0	19.3	58.5	94.3
钨-钼选厂	106.9	69.7	21.2	16.0	70.9
铜选厂	362.1	52.6	233.0	76.5	43.3
镍-钴选厂	107.3	27.3	67.9	12.1	36.9
稀有金属选厂	214.6	27.0	170.7	16.9	31.3
提金厂	45.7	22.4	17.1	6.2	13.1
铋-汞选厂	1.9	0.8	0.4	0.7	1.0
萤石厂	16.8	2.6	12.1	2.1	1.3
锡选厂	62.7	3.7	54.7	4.3	1.0

排水、浮选剂的牌号和消耗量的不同，废水的排放量和污染程度的差别也是很大的。选矿厂在循环供水中利用废水比冶炼厂少得多（在冶炼厂占供水总量的83%；而选矿厂只有72%），因此大部分排放到水体。

在选矿厂几乎不存在较洁净的废水。因此，废水的排放无疑地会增加污染天然水源的危险性。

在选矿工艺过程中使用很多种浮选剂，它们几乎全都能污染废水。作为浮选剂通常采用的有黄原酸盐、高分子醇、表面活性物质、脂肪酸、油脂和石油产品、重有色金属盐类（硫酸铜、硫酸锌）及可溶性的硫化物等。此外，从被选过的矿石中还不断地浸出严格限制的化合物离子——铜、铅、锌、铬、镍、砷、锑、汞、镉、稀土元素（硒、碲、铍等）。

选矿厂有组织排放的废水，平均达到总用水量的27.8%。有时还有所谓的无组织排放，也相当于总用水量的17%。这就是选矿厂水的损失（无偿用水量 and 无偿损失的水之和）。无偿损失水的来源是排放生产固体废物（选矿后的尾矿）和液体废物（污水）的尾矿池。水除了从澄清池表面蒸发损失之外，还有经尾矿池底渗漏。

在很多选矿厂中尾矿池是唯一的净化设施。诚然，那些几乎不漏水的正常作业的尾矿池中，尾矿矿浆能不断澄清并与粗、细悬浮体杂质分离。同时又能在空气和阳光及其它因素作用下，发生一系列物理化学过程，其结果又减少了许多可溶性污染杂质。但充其量只有某些选矿厂尾矿池上清液可直接排放到天然水源而不致污染水源。个别情况，选矿厂废水在排放到尾矿池之前还要进行部分净化（去除氰化物和有色金属离子等）或建造辅助性的生化池以最终净化尾矿池的上清液。尽管如此，对大多数选矿厂来说，尾矿池确是一种唯一的净化设施。

排放废水最多的选矿厂是处理多种金属（铅-锌-铜-重晶石）矿的选矿厂，它们的废水量占有选矿厂废水量的32.3%。正如表4所看到的那样，它们的废水也是选矿厂废水中污染最严重

表 4

选矿厂水的污染情况举例<sup>①</sup>

(mg/l)

污染杂质	钨-钼、铋-汞 选矿厂	铜选矿厂	多金属矿选矿厂	镍-钴选矿厂
干 渣	2060~13000	2650~3800	460~5400	360~2000
离子:				
Ca <sup>2+</sup>	160~200	160~950	16~230	10~140
Mg <sup>2+</sup>	—	26~60	5~30	8~40
Cl <sup>-</sup>	140~740	200~550	5~170	10~300
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	250~5900	400~4500	40~1500	20~400
S <sup>2-</sup>	0~1000	0~5	—	—
Cu <sup>2+</sup>	0~50	0~0.2	0.3~10	0.02~1.80
Pb <sup>2+</sup>	0.4~17.0	—	0.2~0.8	—
Zn <sup>2+</sup>	0.3~1.0	0.09~10.0	0.3~1800	—
Ni <sup>2+</sup>	—	—	—	0.02~0.13
Fe <sup>3+</sup>	0.3~1.4	0.2~0.3	—	0.07~13.0
氟化物和硫氟化物	0~0.80	—	0~30	0~21
黄原酸盐	0~0.04	0.5~24	—	—
砷	0.1~6.0	0~0.05	0~0.1	—
酚	0.1~7.0	0~7.0	—	—
石油产品	0~33.0	0.03~5.0	0~9	—
铋	0.1~25.0	—	—	—
钼	痕量~740	—	—	—
氧化性	45~100	25~190	—	6~70
粗悬浮体	30~12600	80~1300	30~200	20~350

① 这里和后面给出的是废水在进入净化设备之前的污染数据。

的。

处理钨-钼和铋-汞原料的选矿厂，只用其生产废水的19.8%作为循环供水，其余(68.1%)的经过净化全部排放到天然水源，总的水损失为12.1%。铜选矿厂排放的废水相对少一些(占选矿厂总排放量的14.7%)，这样差不多有64%的废水进行循环使用。但是这种废水被黄原酸盐、酚、锌污染的程度高于钨-钼选矿厂，同时废水的含盐量(硫酸盐达4.5g/l)很高。可溶性硫化物和石油产品的含量也很高。

多种金属选矿厂排放的废水最多，相当于所有选矿厂排放的

废水量的32.3%或者相当于多种金属选矿厂供水量的68.4%。在这种情况下，循环水只占总用水量的14%，而无组织排放的废水是17.6%。

锡选矿厂循环水达87.2%，有组织排放的废水为1.6%，无组织排放为11.2%，废水的污染程度也很高。但是这样的厂（总用水量为5.9%，废水排放为0.3%）为数不多，并不影响有色金属选矿厂作业区水体状况。

### 3. 冶炼厂废水

#### 铝厂

铝厂包括生产铝矾土、冰晶石以及铝本身的工厂。这些厂的水主要消耗在冷却轴承、冷却器的油站、冷却烧结炉和煨烧炉、分解装置、压缩机、吹气管等。产生的废水不含特殊的污染物（有时只有痕量的油污），可广泛用作循环供水。冷凝器和烧碱结晶槽所消耗的水，湿法洗气的洗涤塔和静电过滤器用水，清洗设备、清洗地板和清除矿泥的水以及水力输送炉渣的水均被粗悬浮物和碱所污染。这些废水在排放到水体之前需要净化处理。

在冰晶石生产中，水一般消耗在制备工艺溶液和氢氟酸，冷却转炉轴承、空气喷嘴和真空泵，喷淋气压冷凝器和气体净化洗涤塔，往废矿石场水力输送石膏，冲洗设备和地板。所生成的废水（除冷却水外）都被氟（达20mg/l）、粗悬浮物和盐类所污染。

在铝厂中，电解铝不直接需要水。水只是用在冷却生产阳极材料的炉子、铸造机的结晶器，冷却硅整流器、压缩机、泵和其它设备。湿法净化气体的废水常常被碱污染，而在很大程度上是氟盐的污染。比较而言，处理冰晶石时产生的废水量不算多，但是它们被污染的程度却相当严重（氟为2~5mg/l，粗悬浮物为1500）。废水主要是来自喷淋冷却塔（石油产品的含量达20mg/l）。

铝业生产的废水数量虽然较大（见表1），但是比其它行业废水的危害性要小。然而固体废物场（炉体检修之后）却对地下

水构成严重的威胁；因为雨雪和地表的水流会从这些废物堆冲洗出大量氟离子及其盐类，使毗邻境域受到污染。

### 镍冶炼厂

镍厂所处理的原料有铜-镍和铜-镍-钴。镍-钴生产是属于耗水量大的生产，工厂的总耗水量约为 $1300\text{Mm}^3/\text{年}$ 。这些主要耗用在冷却设备，浮选分离镍和铜的精矿，精制产品，电解，水冶，生产硫酸，净化排放的废气，炉渣造粒等。各工段的废水污染情况列入表5。

表 5 镍-钴生产中的废水成份 (mg/l)

车 间 、 工 段	Ni	Cu	Fe(总)	干渣	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
精制车间：浮选 冶金	1.2	0.7	1.1	700	300	—
	0.7	0.1	1.0	77	—	—
电解车间：	0.5	0.2	0.9	24000	12200	3000
金属碳化车间：水冶	55	1.2	0.3	27800	—	5200
电解泥工段	5.7	0.4	5.9	71000	—	27200
焙炼车间	1.5	—	22.2	100	—	—
含盐度水	—	230	23900	—	50000	—

### 铜冶炼厂

铜冶炼厂的原料是选厂的铜的精矿或者铜-锌精矿，富铜矿石、铅-锌厂的含铜废物（熔渣）。铜冶炼部门每年消耗的水达 $400\text{Mm}^3$ ，排放废水 $72\text{Mm}^3$ ，其中有70~75%的废水污染程度较轻。同其它行业一样，这些排放的废水主要是冷却炉子的废水，冷却鼓风机轴承的废水，冷却闸板、转炉烟罩、压缩机、浇铸机等废水。铜冶炼厂被污染的废水（酸性废水）是在电解车间、稀有金属车间、硫酸车间和气体净化车间形成的。循环系统的清洗水，清洗设备和地板的用水也是被污染的废水。

铜冶炼公司除了生产硫酸和一些伴生的金属（贵金属和稀有金属）之外，还生产一些盐类（硫酸锌和硫酸钠等）、氯气和盐酸、单质硫、钎接触剂（用于硫酸车间）、黄原酸盐（用于选矿厂）以及用以吸附氟气的过磷酸盐和制备硅氟酸钠。正因为这样，

工厂的废水种类繁多，浓度也各不相同。废水量最多的地方是冶炼过程（将近41%）和硫酸车间（约36%）。各生产车间和工段废水污染的情况列入表6。

表 6 铜冶炼厂废水污染情况举例 (mg/l)

车 间	干 渣			铜	锌	铅	砷	石油产品	粗悬浮体
	总量	硫酸盐	氯化物						
铜冶炼和硫酸车间	1720	630	360	0.3	0.1	痕量	—	1.4	21
电解车间	3270	2100	—	520	1.3	2.4	120	3.0	31
机械-检修中心	1630	670	350	3.5	6.5	—	—	—	—
酸洗车间	3550	—	1060	75	400	5.5	—	1.1	—
水洗车间	7400	—	3300	960	700	29	—	—	—
稀有金属车间	7800	—	3300	40	850	21	134	—	—
电收尘器车间	4100	1660	—	310	660	15	144	—	—
硫酸车间	—	14780	—	—	—	—	130	—	—
阳极泥车间	—	—	—	72	29	—	28	—	—

### 铅锌生产

铅锌厂除了生产主要产品——金属铅、锌之外，还生产一些伴生的金属（铜、镉）、贵金属（金、银）以及稀有金属（铟、铊等）。与其它处理硫化矿原料的企业一样，铅锌厂在某些情况下也从排放的气体中生产硫酸。每年的总用水量为400Mm<sup>3</sup>（其中60%以上循环使用，主要用于冷却设备）。每年向水体排放约70Mm<sup>3</sup>的废水，其中绝大部分属于较干净的，实际上，这些水应属于轻度污染级，未经净化不能排放。铅锌生产中废水的污染程度取决于所处理原料的特性、每个工厂所采用的生产工艺以及其它工段液体（水）废物返回工艺过程的方式。

生产铅的原料是选矿厂的铅精矿，富铅矿，锌生产过程中的含铅废物。废水主要来自烧结车间和熔铸车间，特别是炉渣造粒车间（表7）。

硫酸生产过程中产生的废水，其铜、镉、铁离子的污染最为严重，特别是所谓的洗涤硫酸。



表 7 铅锌生产中废水污染杂质的最大含量 (mg/l)

污染杂质	车 间 ( 工 段 )				硫酸生产
	焙 烧	粉尘和氧化物 处理车间	化 冶	炉渣造粒	
Pb	1200	0.6	230	0.6	3
Zn	900	0.5	191	0.7	937
Cu	3.9	0.2	—	0.2	179
Fe	—	—	—	—	2200
Cd	14.5	3.8	20	0.2	34
Sb	—	—	93	—	—
Se	—	—	50	—	—
As	—	0.1	5	80	6
F	—	—	—	—	14
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1559	4309	—	2251	1296
干渣	2914	9440	—	20509	2430
粗悬浮体	1650	143	—	250	1645
石油产品	—	—	25	—	40

锌的生产是处理选矿厂的锌精矿和鼓风机炉的炉渣及含锌滤渣的升华物以及铅、铜生产车间的烟尘。锌厂总用水量的80%用在冷却焙烧炉，制备锌电解液，用在内冷式和喷淋式冷却装置或者是真空-蒸发冷却。污染严重的废水，产生于回转炉烧结块的急骤冷却以及冲洗地板、清洗设备和炉渣造粒。所以，几乎所有的铅锌厂污染严重的废水均需净化，并且与轻度污染的废水混合后方能排放到水体。

#### 钨-钼厂和锡-汞厂

钨-钼厂和硬质合金厂处理各种钨-钼原料和低品位的锡矿料——选矿厂的精矿和富矿。生产的主要产品是高质量的钨、钼、锡的精矿、人造白钨矿、钨酸盐和钼酸盐。

水冶过程所产生的废水在很大程度上被酸、盐、金属离子（钨、钼、铜等）、砷及硫化氢等物所污染。

#### 钛-镁厂

钛-镁企业中将近90%的废水（冷却水和厂区的雨水）属于轻度污染，可不经净化排放到水体。剩下的10%废水（生产中的