

內部資料

注意保存

硫酸渣的綜合利用

新金屬材料編輯部

1972.2·北 京

編 輯: 新金属材料编辑部
出 版 者:

地 址: 北京西直門外太平庄13号

資料編号: 72—1

工本费: 0.50 元

毛主席语录

综合利用很重要，要注意。

学外国的东西，不等于统统进口，硬搬外国的一套。要批判地吸收。向古人学习是为了今人，向外国人学习是为了中国人。

人民群众有无限的创造力。他们可以组织起来，向一切可以发挥自己力量的地方和部门进军，向生产的深度和广度进军，替自己创造日益增多的福利事业。

序 论

硫酸渣的利用，乃是综合处理和综合利用黄铜矿、铅-锌矿和黄铁矿这些重大而又复杂的问题的一个部份。

人所共知，铜矿和铅-锌矿乃是复合矿，除了主要金属-铜、锌和铅以外，还必须从这些矿石中提取贵金属和稀有金属，同时还得提取出硫和铁。但是综合利用这些复合矿，从这些铜矿和铅-锌矿中提取所有有价值的成份的这一任务，直到最近实际上并没有得以解决。解决这个任务的途径之一，就是利用黄铁矿精矿焙灼后的产品——硫酸渣，黄铁矿精矿是在选矿时从选矿厂分离出来的产品。解决这个任务之所以重要，是因为在富集铜矿、铅-锌复合矿、特别是在富集黄铜矿的过程中，有相当大的一部份，而在某些情况下有大部份其中含有有价值的成份转入黄铁矿精矿中，而在焙灼时这些有价值的成份剩留在黄铁矿灼渣中。

原料的综合利用有利于减少生产费用，在扩大和重建现有工业企业、和建设新的工业企业时促使降低单位基本投资，并能提高产品质量，扩大产品品种和工业原料基地，而在个别情况下原料的综合利用乃是生产一系列稀有元素和放射性元素的主要的唯一的源泉。

硫酸渣乃是硫酸厂和亚硫酸盐纸浆厂的下脚料，这些工厂利用普通黄铁矿或浮选后的黄铁矿作为含硫的原料。

到目前为止，尽管硫酸渣是一种复合性的物料（约含有 10 种有益成份），且在苏联又有较大的资源，但是利用的程度是很有限的。

同时一些科学研究工作、试验和设计工作，还有些外国的数据都表明，利用这种原料从中提取有色金属、贵重金属和稀有金属，还有铁，这在技术上是完全可能的，在经济上是非常合理的。

前 言

在毛主席“备战、备荒、为人民”的伟大战略方针指引下，我国工业战线正在开展一场大搞综合利用，消除和改造“三废”的群众运动。这对于发展社会主义建设，加强工农联盟，巩固无产阶级专政，具有很重要的意义。

随着工业的发展，工厂越来越多，排出的废水、废气、废渣（简称三废），成为许多国家迫切需要解决的严重问题。在资本主义制度下，由于资本家追求高额利润和生产的严重无政府状态，造成大量“三废”污染空气，毒化江河，侵占农田，影响人民健康，破坏水产资源，危害农业生产，已经成为无法克服的社会公害，成为统治阶级无法解决的政治难题，越来越引起劳动人民的不满和反抗。这种公害，在资本主义制度下是不可能根本解决的。只有我们这样“一切从人民的利益出发”的无产阶级专政的国家，依靠党的集中领导和人民群众的创造精神，充分发挥社会主义制度的优越性，才可能预先防止和及时解决这个问题。

大搞综合利用，消除“三废”的危害，从根本上说，是思想和路线问题。必须紧紧抓住两个阶级、两条道路、两条路线斗争这个纲，持续开展革命大批判，肃清叛徒、内奸、工贼刘少奇反革命修正主义路线的余毒，批判形形色色的资本主义经营思想，不断地克服各种思想障碍，才能把大搞综合利用、消除“三废”危害的工作推向前进。

在一定条件下的废料，而在另一条件下可变为宝贵的财富；在一定条件下的有害物质，则在另一条件下就成为有益的资源。只要充分发挥人的主观能动作用，积极创造条件，“废”可以转化为宝，“害”可以转化为利。

开展综合利用，消除“三废”的危害，这既是一个重大的科学技术课题，又是一项严肃的政治任务。

我们坚信，有伟大领袖毛主席的英明领导，有工人阶级的智慧和创造，我们不但能够建设起强大的、现代化的社会主义工业，而且能够避免资本主义国家无法解决的社会公害问题。

硫酸渣是化工厂的一种“废料”，但对冶金工厂来说却是一种宝贵的综合原料，其中除含铁外，尚含有硫、铜、锌、铅、钴、金、银、硒、碲、钨、钼、镨、铈、镱等有色、贵重和稀有金属。硫酸渣不仅是冶金工业的优质综合原料，而且也是制作水泥和化肥的重要原料。

综合利用硫酸渣不仅可以从中提取大量的黑色、有色、贵重和稀有金属，利用它生产水泥和化肥，为国家创造出更多的财富，增进国民经济的发展，而且还大大地改善了化工厂周围环境的卫生条件，增进人民健康，杜绝了硫酸渣的白白浪费，免除了对农田和水产资源的损害。

在“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”总路线的光辉指引下，遵循毛主席关于“自力更生、艰苦奋斗”的教导，我国许多厂矿企业对于硫酸渣的综合利用问题，正在进行试验研究，并取得了一定的成绩，我们一定要把硫酸渣的综合利用问题解决好，为祖国的社会主义建设事业贡献力量。同时本着古为今用，洋为中用的精神，结合我国的具体情况，批判地吸取外国的有益经验，现编译了《硫酸渣的综合利用》一资料，以便配合有关兄弟单位的试验研究工作提供参考。

本资料叙述了硫酸渣的几种处理方法，介绍了国外一些工厂综合利用硫酸渣的情况，并

对综合利用硫酸渣的经济效果作了分析。

本资料主要编译自苏联В. И. Береговский等人合著的《Комплексное использование пиритных огарков》(Металлургиздат, 1963)一书,删去了原著中的第六章(“苏联硫酸渣的资源和水冶车间的地理布局”),由马善长同志翻译。

由于我们水平有限,一定有不妥之处,敬希读者批评指正。

冶金部钢铁研究院

普钢研究室编译

1972年2月

目 录

序 论

第一章 硫酸渣作为综合原料	(1)
第1节 黄铁矿和硫酸渣的产量	(1)
第2节 硫酸渣的成份	(2)
第3节 硫酸渣的评价	(4)
第二章 苏联利用硫酸渣的情况	(6)
第1节 在黑色冶金中硫酸渣的利用	(6)
第2节 在水泥工业中硫酸渣可作为含铁熔剂	(7)
第3节 在农业中利用硫酸渣	(8)
第4节 硫酸渣在有色冶金中的利用	(9)
第三章 各国利用硫酸渣的情况	(10)
第1节 关于黄铁矿原料世界市场的简述	(10)
第2节 硫酸渣的处理	(12)
第四章 硫酸渣的处理方法	(16)
第1节 低温氯化焙灼	(16)
第2节 升华法	(20)
第3节 硫酸盐化焙灼	(23)
第4节 直接浸取法	(23)
第5节 综合法	(24)
第6节 提高硫酸渣含铁量的方法	(25)
第五章 利用硫酸渣的高炉冶炼指标及其评价	(29)
第六章 综合处理硫酸渣的经济效果	(35)
结 论	(39)

第一章 硫酸渣作为综合原料

第1节 黄铁矿和硫酸渣的产量

硫酸厂、亚硫酸盐纸浆厂每年都需要成百万吨的含硫原料，其中包括黄铁矿（普通黄铁矿和浮选的黄铁矿）。

为了满足硫酸厂和亚硫酸盐纸浆厂的需要，尽管有利用其它含硫原料来源的发展趋势，诸如利用冶金工厂的含硫煤气和硫化氢，但黄铁矿的处理却是年复一年地有所增长，将来更会有所发展。在苏联约有70%的硫酸是用黄铁矿制作的。在欧洲的许多国家里，其中包括西德，在硫酸生产中使用黄铁矿所占的比率是很高的。在美国利用黄铁矿来生产硫酸是不太多的，这是因为美国天然硫的储藏量相当大。天然硫的开采是用《夫拉什》法进行的（在地下用过热蒸汽将硫熔化，然后把熔融的硫强制输送到地表面上来），用此法可保证得到廉价的产品。

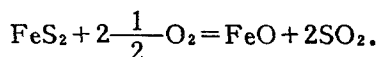
黄铁矿石广泛地分布于自然界中，在黄铁矿中除了含硫和铁以外，其中还或多或少地含有铜、锌、铅、贵金属，依据其中各种金属的含量不同，把这些矿石分为高硫黄铁矿和黄铁矿两类，而黄铜矿又最广泛地分布于黄铁矿中。

大部份矿床都具有两种矿石同时共生的特性，这样就很困难并常常是不可能将它们分开开采，于是在开采黄铜矿时，从铜矿床顺便把黄铁矿开采出来。

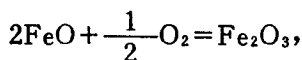
由此可见，黄铁矿原料是以普通黄铁矿的形态在铜矿山上和铜矿一道获得的，同时也是在铜、铅-锌的选矿厂和采金工业中以浮选的黄铁矿精矿形态获得的。在苏联浮选精矿的硫的比率约占黄铁矿原料中总硫量的70%，将来这个比率还要有所增长。

普通的和浮选的黄铁矿主要是由黄铁矿(FeS_2)组成，按其成份来讲两者很少有区别，其主要区别在于普通黄铁矿是以不同块度的块状矿开采出来的，而浮选的（黄铁矿精矿）是以细碎物料形态分离出来的。在焙灼之前普通黄铁矿需经破碎，而浮选的黄铁矿为了便于运输起见，一般都在选矿厂进行烘干。

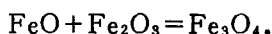
在硫酸厂黄铁矿的焙灼是在多底炉和沸腾炉中进行的，后一过程好像生产率更高些，得到更为广泛的使用。在焙灼黄铁矿时发生了黄铁矿的氧化，其反应式为



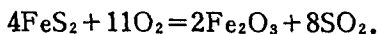
一部份氧化亚铁然后被过剩空气中的氧所氧化，氧化成氧化物



另一很小部份氧化亚铁同氧化铁发生作用，生成磁铁矿(Fe_3O_4):



如果不考虑磁铁矿的生成，焙灼硫酸渣的总反应可由下式来表示:



由此式可以得出结论，在硫化铁完全转为氧化铁时，从纯净的黄铁矿中所得硫酸渣产量为

$$\frac{2\text{Fe}_2\text{O}_3}{4\text{FeS}_2} \cdot 100 \approx 67\%.$$

焙灼普通的黄铁矿和浮选的黄铁矿时所得到的硫酸渣乃是赤铁矿(Fe_2O_3)的铁氧化物和少量的磁铁矿(Fe_3O_4)的混合物, 并含有或多或少的废石。实际上焙灼1吨的黄铁矿可得720—750公斤硫酸渣, 硫酸渣的产量与焙灼时脱硫的程度, 以及黄铁矿中废石的含量有关。

特别是浮选黄铁矿经过处理后的硫酸渣是一种细碎粉状物料。

渣子的粒度组成依焙灼原料的特性而变化, 对于焙灼普通黄铁矿的硫酸渣, 其粒度组成为+3.3毫米的占20%; 从+3.3到-3.3毫米的占50%; -0.3毫米的占30%, 黄铁精矿焙灼后大部份渣子都是小于0.15毫米的细粒。

硫酸渣的外壳是红褐色的, 它是晶质的红铁矿——赤铁矿, 大颗粒硫酸渣的内部有非常绿的色彩, 因为这是未焙灼着的黄铁矿。

第2节 硫酸渣的成份

所有包含在普通的和浮选的黄铁矿中的有价值的成份都转到硫酸渣中, 因此, 渣子的成份主要取决于黄铁矿的成份, 渣子就是从黄铁矿制得的。

许多研究表明, 黄铁矿里集中了大量的有价值的成份, 其中有硫、铁、铜、锌、金、银、铅, 还有稀有元素和放射性元素。普通黄铁矿和浮选黄铁矿的成份(根据有色金属设计院、乌拉尔选矿研究院和全苏有色金属科学研究院的数据)列于表1。

表 1

組 份	普通黃鉄矿 (烏拉尔銅企业)	浮 选 的 黃 鉄 矿 (精 矿)			
		烏拉尔选矿厂	其中的中烏拉尔工厂		阿勒泰选矿厂
			未經再浮选	經 再 浮 选	
百 分 率					
硫	43—47	39—43	42	48	35—44
鉄	41—44	35—41	38	44	31—38
銅	0.28—0.36	0.25—0.36	0.27	0.35	0.25—1.19
鋅	0.28—0.60	0.23—0.61	0.3	0.45	1.0—3.3
鉛	0.03—0.04	0.03—0.11	0.04	0.25	0.23—1.79
克/吨					
金	0.6—1.2	1.2—1.6	沒有資料	0.6	1—13.9
銀	4.4—10.1	7.2—17.6	沒有資料	12	19—159
鈷	250	170—200	100	150	沒有資料
硒	75—100	20—50	40	50	40—120
碲	100—200	10—35			
鉍	沒图发现	到 8			
鎢				沒有資料	
銅	到10	小于10			
鎳	10	10			

在乌拉尔选铜厂从原矿黄铜矿转入黄铁矿精矿中各元素的比率分别为：硫高于58%，铜约为11%，锌为15%，金为41%，银为36%。稀有元素和放射性元素转入黄铁矿精矿的百分率还要高些。例如，在富集乌格林矿区的矿石时转入黄铁矿精矿的诸元素的比率分别为：钽为62%，铈为72%，钼为42%，镓为40%，镉为41%，硒为80%，碲为80%。

同时，由于在选矿厂总是力图选出更富些的选择性的铜精矿，这也就促进有益的成份转入黄铁矿精矿。

在焙灼普通的和浮选的黄铁矿时，有95%的硫转入气体，有70—80%的硒转入气体，有50—70%的碲转入气体。在多底炉中焙灼黄铁矿时，铅和砷都大量地挥发掉了（铅挥发掉75—80%，砷挥发掉90%）。用沸腾炉进行焙灼时，砷都剩存于渣中。

在硫酸渣中剩存有一小部份硫，几乎全部有色金属、贵金属和铁都剩在硫酸渣中，因为硫酸渣的产量约为原料量的75%，所以硫酸渣被这些金属富集了30%。硫酸渣的成份（%）列于表2。

表 2

组 份	渣 子 成 份		组 份	渣 子 成 份	
	国 内 企 业	国 外 企 业		国 内 企 业	国 外 企 业
	百 分 率			克/吨	
铁	45—47	41.5—59.3	钴	115—350	50—600
硫	0.5—4.6 (很少到10)	1.5—6.5	金	1.6—1.8 (很少到18)	0.1—2
铜	0.36—0.44 (很少到1.0)	0.07—3.43	银	8.4—20.8 (很少到250)	5—80
锌	0.38—0.94 (很少到5.0)	0.82—9.45	镉	30	30—200
铅	0.03—0.06 (很少到2.0)	0.03—1.01	硒	4—40	沒有資料
砷	0.04—0.07	0.01—0.1	碲	4—15	沒有資料
			钽	2—15 (很少到80)	5—100
			锆	到10	沒有資料
			钼	到 5	沒有資料
			镓	到15	沒有資料

根据文献资料，以及对于一些利用硫酸渣作为铁的熔剂的炼铅厂的原料考查材料来看，可以看出在硫酸渣中剩存有大量的稀有金属。例如，在一个炼铅工厂曾出现下述情况：在使用硫酸渣时，炉料中总含钽量的25%进入金属产品，炉料中总含碲量的30%以上进入金属产品。

这样看来，硫酸渣乃是提取稀有金属的有价值的源泉。

在某些国家里，主要是靠焙灼黄铜矿而取得硫酸渣，这样所得硫酸渣中的含铜量、含锌量较高，而在某些情况下含铅量也较高。硫酸渣的化学成份（%）列于表3。

某些种类的渣子含有钴0.005—0.6%，金0.1—2克/吨，银5—80克/吨，同时还含有镍、镉、钽、锰和钼。硫酸渣中含铅量和含砷量同硫酸渣的性质以及原物料焙灼的方法有

关。斯堪的纳维亚诸国和塞浦路斯的硫酸渣含有少量的砷。硫酸渣的特性就是含磷量非常之低 ($\sim 0.01\%$)。

表 3

国 家 名 称	铁	铜	锌	铅	砷	硫
西德 (梅根)	41.5	0.07	9.45	0.47	0.08	6.5
西德 (巴瓦利亚)	51.0	1.13	5.35	0.35	0.03	4.5
利奥—钦高 (西班牙)	56.3	1.63	2.86	1.01	0.10	4.0
塔尔西斯 (西班牙)	59.3	1.03	2.29	0.45	0.07	4.2
塞浦路斯	58.3	3.43	0.85	0.03	0.02	2.9
奥尔克拉 (挪威)	48.4	2.52	3.03	0.05	0.01	4.1
奥乌托库姆普 (芬兰)	56.2	1.51	2.24	0.13	0.02	2.9
南斯拉夫	52.0	0.48—0.63	1.40—3.0	0.12—0.5	0.06	—
埃莱宾盖罗介 (东德)	51.5	0.21	0.93	0.06	0.02	3.40
卡三德拉 (希腊)	54.3	0.21	0.85	0.59	0.10	3.9
波莫兰 (葡萄牙)	59.2	0.45	1.18	0.48	0.08	1.5

第 3 节 硫酸渣的评价

硫酸渣对于黑色和有色冶金以及化学工业都是极其有价值的原料, 在国外某些工厂 (西德杜斯堡工厂, 美国威明格顿工厂等) 从硫酸渣中提取铜、锌、金、银、钴、铁、残硫, 也有从中提取镉和铈的资料。

苏联科学研究院研究了从硫酸渣中提取稀有金属的方法。

概算 (表 4) 表明, 从焙灼含硫量为 48—50% 的黄铁矿所得的 1 吨硫酸渣中提取出来的金属价值, 按现成产品的现行发售价格计约为 36 卢布, 此总额的一半多些 (57.5%) 为铁所占据, 钴也占据了很大一部份。如果考虑到被提取的稀有金属的价值, 则在 1 吨硫酸渣中稀有金属的价值约为 40 卢布, 而在其含量较高的情况下 (例如, 在焙灼列宁戈尔斯克的黄铁矿精矿时), 其价值达到 60—70 卢布。

现有的一些方法已达到可提取硫酸渣中所包含的价值的 80%。

从图 1 中可以看出硫酸渣中个别成份的比重:

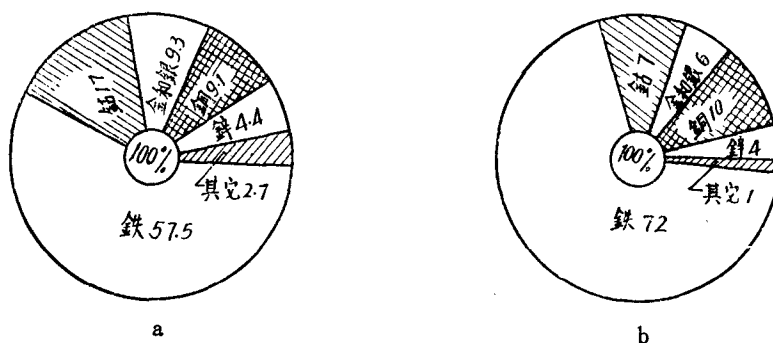


图 1 硫酸渣中个别成份的比重

a—未考虑提取率; b—已考虑到提取率

硫酸渣是一种廉价的原料，制取硫酸渣无需花费基本投资和生产费用，而大部份金属，特别是有色金属在总基本投资中所占的比率，及其成本是很高的。例如，在苏联的企业中开采铜矿的费用占生产铜的全部开支的35—40%，而矿山企业（不算地质勘探）基本投资的比率达到总基本投资的50%。1吨硫酸渣中所含各种金属的价值概算，及其可能达到的提取率列于表4。

表 4

组份名称	1吨硫酸渣中各种组份的假定含量，公斤	产品种类	价 格 卢布/公斤	1吨渣子中所含有的组份		从1吨渣子中所提取的组份		
				价 值， 卢布	单种组份的比重， %	单个组份的可能提取率，%	各种组份的价值， 卢布	单种组份的比重， %
铁	600	炼钢生铁	0.035	小于1.0	57.5	95	20.0	72
硫	15	—	0.040	0.6	1.6	50	0.3	1
铜	5	阴极铜	0.66	3.3	9.1	83	2.7	10
锌	5	锌块	0.32	1.6	4.4	65	1.0	4
铅	0.6	铅块	0.72	0.4	1.1	—	—	—
钴	0.25	金属、钴	25	6.2	17.0	30	1.9	7
其它被提取的(贵重的)金属	—	—	—	3.4	9.3	50	1.7	6
总计(略计)	—	—	—	36	100	80	28	100

在黑色冶金采选企业中，1吨含铁精矿的单位基本投资，按单个工程项目计波动在16卢布到30卢布之间，而开采和富选1吨矿石的费用为4—8卢布。

第二章 苏联利用硫酸渣的情况

在苏联合理利用有价值的原料（硫酸渣）的问题很久以来一直是没有得到解决的问题，这是由于对于硫酸渣的综合利用感兴趣的一些工业部门（化学工业、黑色和有色冶金工业）的主管机关彼此隔离所致，在苏联矿石原料的贮藏量是很大的，这些矿石中含有大量的可单独提取的成份，在国内诸厂的硫酸渣中含铁量及其它成份的含量都相当低。

在化工企业和纤维纸浆工业中，在其废渣场上积存了大量的未利用过的硫酸渣，为了贮存这些渣子需要大量的费用，粉状的渣子堆满全厂和周围很多地方，恶化了卫生条件，雨雪冲洗了硫酸渣中可溶的金属化合物，使得这些金属有所流失，并且污染了水库，有害于养鱼，这些都大大损害了人民经济事业。

由于保管的不好，一些废木料、碎砖、和其它一些物料都混杂到硫酸渣里。

在有些情况下硫酸渣都丢失了，或者没有按指定用途用掉了，有些亚硫酸盐纸浆厂利用硫酸渣铺路。

还在1950年曾把堆渣场上硫酸渣的贮量，以及现行硫酸渣生产的规模进行了估算，结果表明还是建立硫酸渣综合处理的专门企业更为合理。

当时有色金属研究院，化肥和杀虫灭菌剂科学研究所继续了还在战前就已经开始了的科学研究工作，用氯化焙烧的方法对于硫酸渣的处理进行了研究。

在所得数据的基础上，铝设计院于1954年完成了设计任务，而在1957年完成了建设的技术设计，这一建设包括新图尔斯克冶金工厂，处理硫酸渣的水法冶金车间，从硫酸渣中提取黑色金属，有色金属和贵重金属的中央和波窝勒日亚化工厂。尽管有设计任务书并规定了完成日期，但是建筑安装仍然拖延了。硫酸渣并没有实现综合处理。

第1节 在黑色冶金中硫酸渣的利用

国内冶金工业是1932年开始利用硫酸渣的，当时在康斯坦丁诺夫斯的伏龙芝冶金工厂曾把从附近化工厂得来的渣子进行了灼结，渣子中含有大量的铜，这样就有可能从烧结矿中得到含铜的生铁。

在维克逊斯克冶金工厂内（高尔基区）于1934年新建烧结厂开始投产，硫酸渣的处理是在戈伦瓦尔德灼结盘上进行的，但是1935年此厂的生铁生产和硫酸渣的处理都停止了。

科学研究院乌拉尔分院在1937年，而选矿研究院在1938年作了一些科学研究工作，研究了冶金工厂如何利用硫酸渣混以其它一些含铁原料来进行烧结。选矿研究院的试验表明，在把一部份克利沃罗什矿山选矿公司的铁精矿换成硫酸渣时（10—15%），灼结矿具有着合乎标准的锌、铜、硫和磷的含量，其中没有发现铅，此时灼结矿中含铁量降低了0.6—0.3%。

根据上述研究工作的结果，于1938年通过决定，责成一些工厂开始着手广泛使用硫酸渣，结果1939年的头一个月这些冶金工厂就接收了一些化工企业的8万吨渣子，硫酸渣并没有实现综合处理，并于1939年下半年停产。

在战后的年代里，许多冶金工厂又恢复了硫酸渣的处理工作，并发展到了相当大的规模，仅在1958年一年中南方诸厂（乌克兰共和国）就曾处理了58万吨硫酸渣，乌拉尔诸厂处理了16—17万吨，库兹涅茨克冶金公司处理了16.5万吨渣子。

1959年全苏诸冶金工厂曾处理了将近150万吨硫酸渣。

在冶金工厂中不预先从硫酸渣中提出有色金属而直接使用硫酸渣时，这样不仅不合理，而在某些情况下由于硫酸渣中含有锌和铅，使得高炉冶炼过程难于操作。

1957年切列帕维茨冶金工厂曾处理了大量硫酸渣，把硫酸渣加入灼结料中，在个别时期硫酸渣在烧结料的矿石部份中达到15—20%。使用硫酸渣降低了灼结机的生产率，并大大增加了灼结矿中的含硫量。此外，硫酸渣中的锌使高炉的炉衬和炉壳发生严重的损坏，特别是炼制钢生铁时其损坏更为严重。由于这个缘故，一些工厂拒绝使用硫酸渣，但是在停用硫酸渣以后很久仍在炉尘中发现氧化锌的杂质。由于工厂的许多高炉都用较低的炉顶温度操作(125—150°C)，炉顶煤气压力较高，炉顶煤气中CO₂的浓度较高，这些都促使锌很快地聚集于炉衬之中。

在1958年和1959年库兹涅茨克冶金公司对于开米罗夫斯克化工厂的高硫(达15%)硫酸渣进行了处理，这使烧结厂周围的空气受到很大的污染，为此就停止使用硫酸渣。

在库兹涅茨克冶金公司所进行的研究工作表明，往炉料中的矿石部份加入10%的含硫达5%的硫酸渣，对于加工处理的工艺和灼结矿的质量都没什么太大影响，此时在炉料完全烧熔的情况下，工作场地周围空气中含硫废气的浓度低于规定标准。

根据耶那基辅斯克和日丹诺夫斯克冶金工厂1959年的生产数据来看，往灼结料中加入未经粉碎成粒状的渣子，就会使灼结矿的物理性质和物理化学性质变坏。所以，冶金企业不希望扩大硫酸渣的消耗范围，恰恰相反，尽可能消减硫酸渣在高炉炉料中的比重。在一些冶金工厂中硫酸渣的消耗量(1吨灼结矿所耗用的硫酸渣的公斤数量)列于表5。

表 5

工 厂 名 称	1957年	1958年	1959年	1960年
车里雅宾斯克	173	沒有資料	75	3
切列帕維茨	97	27	20	—
亚速鋼厂	—	—	42	28
馬凱耶夫	沒有資料	沒有資料	53	15
札波羅什鋼厂	〃	〃	25	24
捷尔任斯基	〃	〃	23	16
庫茲涅茨克冶金公司	〃	105	70	—
克里沃罗什	〃	沒有資料	16	14

从表5中可以看出，近几年来硫酸渣的单位消耗量有所降低，1吨灼结矿中其量不超过30公斤。

第2节 在水泥工业中硫酸渣可作为含铁熔剂

水泥工业企业乃是硫酸渣最大的消费者，在水泥生产中利用硫酸渣作为含铁熔剂，硫酸渣中的有色金属对于制取水泥的工艺及其质量没有什么太大影响。利用硫酸渣可以校正波特兰水泥原料混合物的成份，增加其中氧化铁的含量，减小铝氧土的模数值，由于这个缘故增加了水泥的强度，并增强了耐矿物水侵蚀性，降低了其热析现象。此外，往水泥工厂的原料中加入硫酸渣，可以降低焙灼温度，因而降低热消耗，延长焙灼炉耐火砖衬的使用寿命。

1958年水泥工业曾耗用了约80万吨硫酸渣，1吨水泥消耗硫酸渣约为2—3%，也即20—30公斤，这是作为熔剂使用的硫酸渣的耗量，考虑到水泥生产的发展前景，将来可以达到几百万吨。

由于一些有色金属、贵金属和稀有金属的白白流失，就使得人们对于在水泥工业中使用硫酸渣作为熔剂是否合理的问题提出怀疑。

除硫酸渣以外，在水泥生产中价值低些的原料也可作为含铁熔剂：如低品位的铁矿石、高炉炉尘等等、有些水泥工厂利用高炉炉尘取得了很大成绩。水泥工厂所使用的硫酸渣是最优惠的了，是以很低的发售价格卖给水泥工厂的（1吨硫酸渣0.7卢布），这个价格并没有考虑到其综合性质，以及利用所有有价值的成份的可能性。

第3节 在农业中利用硫酸渣

有色金属，其中铜、锌、钴及其它等元素对于植物的生活有着很重要的意义，因此在农业中使用这些肥料，如蓝矾、硫酸锌、钴片、硼锰化合物，还有硫酸渣。硫酸渣作为综合微量元素肥料。

硫酸渣是低灰份泥煤土壤的最有效的肥料，为此目的一年约消耗5—6万吨硫酸渣（白俄罗斯使用最多），他们在4—5年期间往土壤中抛撒一次硫酸渣，其量为每一公顷撒5—6公担，将来农业对于硫酸渣的需求可能增长到每年一百万吨。

施用铜肥，其中包括施用硫酸渣的作物有小麦、大麦、大麻、糖萝卜，饲料块根。

许多试验和实践表明，硫酸渣作为微量元素肥料，其效应可以成功地与硫酸铜（蓝矾）相匹敌，这可从表6中看出（卡塔雷莫夫教授的数据）。

表 6

农 作 物	收获量的增长，1公顷增长的公担数		
	未 用 肥 料	利 用	
		硫 酸 渣	蓝 矾
大 麦	7	20.1	19.5
春 麦	3.2	10.8	10.9

在农业中利用硫酸渣的效应，也为乌拉尔化工科学研究所做的试验所证明。

按这个研究院的数据，可利用有色冶金企业的别种废料来作为低效应的铜微量元素肥料，其中有选矿厂的尾矿，等外铜矿等等。这里指出，巴勒哈什斯克选矿厂的尾矿仅含0.2%的铜，并含有不多的钼和锌，在农业中使用这种尾矿比使用蓝矾更能提高收获量。

尽管使用效应很好，但是硫酸渣在农业中远远没有得到充分利用，按乌拉尔化工科学研究所的数据，硫酸渣中所含金属为土壤所消化的量，以占原含量的百分率（%）表示之：

铁·····	0.04—0.1
铜·····	20—78
锌·····	8—86
钴·····	9—55
锰·····	23—78

这些金属的利用以价值来表示的话, 根据我们的计算, 总共不超过25%, 而考虑到其它成份, 如贵重金属时亦小于此值。

硫酸渣作为肥料有其很大缺点, 它是低浓缩物料, 不宜将它长途运输, 因为这大大增高其价值。

第4节 硫酸渣在有色冶金中的利用

在炼铅工厂, 每年消耗为量不多的硫酸渣(一年6万吨)作为含铁熔剂。

在炼铅生产中处理硫酸渣时, 顺便从硫酸渣中提出铅、铜、金、银, 而从炼铅的炉渣中提取锌和镉。因为有色金属、稀有金属、特别是贵重金属在此情况下的提取率很高, 所以在炼铅生产中特别希望使用硫酸渣, 这种硫酸渣是从焙灼阿勒泰企业的含各种金属量较高的黄铁矿精矿而得来的。

随着铅生产的发展, 对于硫酸渣的需求也就有所增长。

在有色冶金中每年利用不太多的硫酸渣来提取钴, 为此目的, 采用含钴量高的(0.5%)硫酸渣。从这样的渣子中提出钴的氧化物, 钴的提取率达到90—92%。

近来为了按莫斯托维奇教授的方法富集氧化铜矿, 需要海绵铁, 而搞海绵铁的生产又需用硫酸渣, 这样就可以预定从硫酸渣中顺便提出铜和贵重金属。

* * *

众所周知, 国民经济的其它部门也曾尝试利用硫酸渣, 由专门组织(阿塞拜疆石油科学研究所, 康斯坦丁诺夫斯克加重剂工厂及其它单位)所进行的研究工作表明, 在旋涡炉内所得的熔融渣子可以在石油钻探工业中作为矾土溶液的加重剂使用。

利用硫酸渣作为烧砖的原料(3—5%)所进行的试验室试验取得了很好的成绩, 此时提高了砖的强度, 砖的颜色带有通常的红褐色彩。

把粘土掺以硫酸渣, 可以得到稀缺的陶磁制品。硫酸渣还可以在地方企业的粘合物料生产中找到用途。

在苏联有一部份硫酸渣要出口。

硫酸渣的综合利用程度(被提取出来的元素——铁、铜、锌、钴、贵重金属的价值同原渣中这些元素的总价值之间的比值)可用下述数据表示之, 在有色冶金中(作为熔剂)——80%, 在黑色冶金中(未提取有色、稀有和贵重金属)——60%, 在水泥工业中(作为含铁熔剂)——60%, 在农业中(作为微量元素肥料)——10%。

处理硫酸渣的最有效的发展方向, 应当认为是其作为含铁熔剂在有色冶金中的利用, 此时无需建造专门设备, 同时达到高度综合利用硫酸渣, 但是其处理量是不太大的。

为了保证有效地利用硫酸渣, 大部份硫酸渣应在专门装备上经过预处理, 以便从中提取有色金属、贵重金属和稀有金属, 并准备进一步在黑色冶金中加以利用, 原料综合利用的程度此时可达80%左右。

第三章 各国利用硫酸渣的情况

第1节 关于黄铁矿原料世界市场的简述

黄铁矿原料(黄铁矿)在国际市场上不仅作为含硫原料,而且作为含铁原料都有很大的需求,因为有很多需要含铁原料的国家比较喜欢运进黄铁矿精矿,这样不仅可以从中提取铁,而且还可以提取硫,并且利用硫来生产硫酸,有些国家在输入黄铁矿的同时运进硫酸渣,利用黄铁矿或硫酸渣从中提取铁,有色金属,貴重金属和稀有金属。

近年来,黄铁矿的世界产量估计有2000万吨,在这个数量中包括与黄铁矿(FeS_2)并存的黄铜矿(CuFeS_2),例如西班牙的利奥——钦托矿区的矿石,但是在黄铁矿的总开采量中此种矿石的比率是不大的。

主要出产黄铁矿的国家有西班牙、意大利和日本,这些国家的产量占此种原料世界产量的30%以上,黄铁矿和黄铜矿的世界产量(千吨)以表7的数据示明之。

表 7

	1957年		1958年		1959年		1960年*	
	黄铁矿	黄铁矿中的硫	黄铁矿	黄铁矿中的硫	黄铁矿	黄铁矿中的硫	黄铁矿	黄铁矿中的硫
总 计*	19202	8026	18593	7823	18593	7823	18999	8026
其 中:								
西班牙	2261	1085	2046	946	2119	976	2119	1017
意大利	1471	662	1514	687	1522	658	1545	703
日 本	3377	1426	3359	1400	3389	1418	3500	1470
塞浦路斯	1676	805*	1685	809*	1246	598	1081**	523**
美 国	1084	443	990	409	1074	444	1032	423
加拿大(出售)	1058	467	1081	465	998	423	911	385
挪 威	843	366	787	340	744	325	811	355
葡萄牙	666	307	598	275	632	291	655	302
南非联邦	394	163	501	208	503	198	500	200
西 德	606	241	566	228	469	192	536	223
瑞 典	502	249	334	166	348	172	419	207
法 国	324	136	332	146	294	123	277	117
澳大利亚	231	110	231	111	227	109	223	107
芬 兰	398	128*	255	107	258	109	259	109
希 腊	235	104	163	72	200	88	130	57
土耳其	49	23	81	40	88	43	43	20
罗得西亚和尼亚萨兰联邦	20	8	59	24	41	17	50	19
阿尔及利亚	19	8	24	11	29	13	89	17
古巴	37	17	34	17	25	12	没有资料	没有资料
菲律宾	18	8	19	8*	25	11*	25	11

* 估计; ** 出口。