

●云南科技出版社●

氧化铅锌矿的浮选

石道民 杨敖 编著



氧化铅锌矿的浮选

石道民 杨敖 编著

云南科技出版社

(滇)新登字 04 号

责任编辑:林德琼

封面设计:张 一

氧化铅锌矿的浮选

石道民 杨敖 编著

云南科技出版社出版发行 (昆明市书林街 100 号)

昆明新星印刷厂印装

开本:787×1092 1/16 印张:12 字数 264 千字

1996 年 3 月第 1 版 1996 年 3 月第 1 次印刷

印数:1000

LSBN7-5416-0639-1/TD·9 定价:14.00 元

FLOTATION OF OXIDIZED LEAD AND ZINC ORES

Shi Daomin Yang Ao

Yunnan Science and Technology Press

(滇) 新登字 04 号

FLOTATION OF OXIDIZED LEAD AND ZINC ORES

Shi Daomin Yang Ao

Yunnan Science and Technology Press

ISBN7-5416-0639-1/7D·9

定价: 14.00 元

前 言

按理说,我国应是一个铅锌出口大国,因我国铅锌储量大,分布宽,但由于生产滞后,氧化矿的选矿脱节,目前仍需要一定数量的进口。为把国内外选矿的技术资料及早整理,把我们多年来研究成果奉献于世,以供我国铅锌开发之需,本书应运而生。

本书始终把理论和实践相结合,互相渗透,互相引导作为努力方向,但由于资料多,篇幅有限,只能简扼而书之,但舍不得放弃氧化铅锌矿选矿的基本理论,不常见而又有实效的选矿工艺,以及选矿界的科学工作者和工程技术人员的最新成就,其中包括编者的最新科研成果。

本书由绪论、氧化铅锌矿与浮选药剂和可溶性盐的作用、氧化铅矿的浮选、氧化锌矿的浮选、氧化铅锌矿的浮选及其它选别方法、铅锌矿选厂的废水处理等六个部分组成。本书可供从事铅锌选矿的科研、设计以及工程技术人员参考,也可作为大专院校选矿专业的教师、研究生及大学生的参考书。

在编写本书时,尽管在主观上作了很大的努力,但由于作者实践经验不足,加之科学和实践在改革开放的年代里飞跃发展,书中疏漏之处在所难免,敬请读者指正。

在成书过程中,得到中南工大朱建光教授,北京有色设计总院张远荫高工、北京矿冶研究总院幸伟中教授、长沙有色冶金设计研究院李培根高工、昆明冶金研究院朱丛杰等同志的大力帮助,在此表示衷心的感谢。

编 者

一九九四年四月於昆明工学院

目 录

第一章 诸论	(1)
第一节 铅的性质、用途和制取	(1)
第二节 锌的性质、用途和制取	(3)
第三节 氧化铅锌矿的矿床成因及其主要矿物.....	(4)
第四节 世界各国铅锌金属的产销量.....	(7)
第五节 铅精矿、锌精矿的质量标准.....	(11)
第六节 氧化铅锌矿的生产和浮选现状	(12)
第二章 氧化铅锌矿与浮选药剂和可溶性盐的作用	(18)
第一节 氧化铅锌矿在浮选中的三相作用	(18)
第二节 氧化铅锌矿的表面电性与可浮性	(20)
第三节 硫化钠对氧化铅锌矿的作用	(28)
第四节 氧化铅锌矿与阴离子捕收剂的作用	(35)
第五节 阳离子捕收剂对氧化铅锌矿的捕收作用	(37)
第六节 氧化铅锌矿其它处理方法的作用机理	(38)
第三章 氧化铅矿的浮选	(41)
第一节 氧化铅矿的浮选方法及其选择	(41)
第二节 氧化铅矿的浮选厂实例	(43)
第四章 氧化锌矿的浮选	(50)
第一节 氧化锌矿的浮选方法及其选择	(50)
第二节 影响氧化锌矿浮选的因素	(54)
第三节 氧化锌矿矿泥的处理	(56)
第四节 氧化锌矿的浮选研究	(58)
第五章 氧化铅锌矿的浮选及其它选别方法	(92)
第一节 氧化铅锌矿的选别	(92)
第二节 氧化铅锌矿捕收剂的进展.....	(102)
第三节 氧化铅锌矿选厂实例.....	(106)
第六章 铅锌矿选厂的废水处理	(173)
第一节 铅锌矿山的废水.....	(173)
第二节 铅锌矿废水的处理方法.....	(174)
第三节 铅锌矿废水的处理实例.....	(177)

FLOTATION OF OXIDIZED LEAD AND ZINC ORES

Contents

1. Introduction	(1)
1.1 Character, use and production of lead	(1)
1.2 Character, use and production of zinc	(3)
1.3 Formation causes of deposit and main minerals of oxidized lead and zinc ores	(4)
1.4 Production and marketing of lead and zinc metals	(7)
1.5 Quality standard of lead and zinc concentrates	(11)
1.6 Present situation of oxidized lead, zinc ores production and flotation	(12)
2. Reaction of Oxidized Lead, Zinc Ores with Flotation Reagents and Soluble Salts	(18)
2.1 Three phase reaction in flotation of oxidized lead, zinc ores	(18)
2.2 Surface electrical properties and flotability of oxidized lead, zinc ores	(20)
2.3 Reaction of sodium sulfide with oxidized lead, zinc ores	(28)
2.4 Reaction of anion collectors with oxidized lead, zinc ores	(35)
2.5 Collecting force of cation collectors for oxidized lead, zinc ores	(37)
2.6 Other processing methods and reaction mechanisms of oxidized lead, zinc ores	(38)
3. Flotation of Oxidized Lead Ores	(41)
3.1 Flotation processes and their selection of oxidized lead ores	(41)
3.2 Flotation plants of oxidized lead	(43)
4. Flotation of Oxidized Zinc Ores	(50)
4.1 Methods of flotation and their selection of oxidized zinc ores	(50)
4.2 Affecting factors in flotation oxidized zinc ores	(54)
4.3 Treatment of flotation oxidized ores slime	(56)
4.4 Studies of flotation oxidized zinc ores	(58)
5. Flotation and other Separation Methods of Oxidized Lead, Zinc Ores	(92)
5.1 Concentration of oxidized lead, zinc ores	(92)
5.2 Processing plant of oxidized lead, zinc ores	(102)
5.3 Processing plant example of oxidized lead, zinc ores	(106)
6. Treatment Waste Water in Processing Plants of Lead, Zinc Ores	(173)
6.1 Waste water of mines lead, zinc	(173)
6.2 Treatment methods of waste water of lead, zinc ores	(174)
6.3 Treatment examples of waste water of lead, zinc ores	(177)

第一章 绪 论

第一节 铅的性质、用途和制取

一、铅的性质

铅为灰蓝色的金属,新鲜断面具有强烈的金属光泽。纯铅的熔点低(327.502°C)、比重大(固态时为 11.34,液态时则随加热温度而降低, 327.502°C 时为 10.686, 850°C 为 10.078),流动性好(340°C 时,其粘度为 0.0189 泊; 470°C 时为 0.0144 泊)。铅的沸点根据不同的文献资料,测得的数值均不一致,不过现在大多数认为铅的沸点为 1525°C 。铅在 $500-550^{\circ}\text{C}$ 时,便有显著的挥发,并具有毒性,所以在生产过程中,应严格控制温度,尽量减少铅的挥发。铅是热和电的不良导体,如果把银的导热度和导电度当作 100%,则铅分别为银的 8.5%和 10.7%。铅的延展性良好,可以压轧成铅皮或捶成铅箔,但是其延展性甚小,不能拉成铅丝。

常温时,铅在完全干燥的空气中,不会发生任何化学变化;在潮湿和含有二氧化碳的空气中,铅便氧化失去金属光泽,表面被二氧化铅覆盖而变成暗灰色,此薄膜慢慢转化,变成碱性碳酸铅,可防止内部继续氧化;铅在空气中加热熔化时,开始氧化生成氧化铅,继续加热到 $330-450^{\circ}\text{C}$,则氧化铅转化成三氧化二铅,温度上升到 $450-470^{\circ}\text{C}$,又转变成四氧化三铅;无论是三氧化二铅还是四氧化三铅,在高温下都不稳定,易离解为氧化铅和氧。铅易溶于硝酸,特别是稀硝酸、硼氟酸、硅氟酸和醋酸;在常温下盐酸和硫酸仅作用于铅的表面,形成几乎不溶的氧化铅和硫酸铅膜,保护表面层内不再受酸的侵蚀,但在煮沸的盐酸和加热至 200°C 的浓硫酸作用下,铅能慢慢地溶解。

杂质对铅的性质有很大的影响,铅中含有少量的杂质,如砷、锑、铜、锡、碲金属及碱土金属时,不但会使其硬度增加,抗蚀性(尤其是对硫酸的抗蚀性)降低,不适合于工业上的用途,而且会使制得的颜料颜色变坏,甚至根本不能使用。如砷或锑能使铅的性质变得硬和脆;镉、碲和锡能增大铅的硬度及疲劳极限;铜能提高铅的熔点;铋和锌均能增加铅的硬度和降低它的耐酸性能;钠、钙和镁降低铅的化学稳定性能等。

二、铅的用途

由于铅具有各种优良的性质,故在许多工业部门有着广泛的用途,其主要用途是:

1. 用于电气工业 用量最多的是制造蓄电池,制造包裹电缆及海底电缆的铅皮和熔断保险丝等。
2. 用于化工冶金 铅板和铅管在化工、冶金中常作为保护设备的耐酸、防腐蚀材料。
3. 制造合金 铅易与其他金属组成合金,广泛用于轴承耐磨合金、印刷活字版合金、焊料合金以及榴霰弹丸等。
4. 利用铅能吸收放射性射线的特点,作为原子能和 X 光工业的防护层或防护屏。
5. 用于其它工业部门 如醋酸铅不仅用于医药部门,而且在纺织工业上用来作媒染剂;铅的一些化合物,如氧化铅在橡胶硫化过程及精炼石油时,用作促进剂;铅丹具有鲜红的颜

色,用于玻璃、陶器及油漆工业;四乙铅加入汽油中作为动力汽油的抗震剂等。

三、铅的制取

现代铅的生产方法都用火法,铅的湿法冶炼目前还处于实验室研究阶段,工业上还未采用,但对于品位低的铅精矿或多金属的含铅中矿的处理还是有前途的。电热法炼铅在燃料费高而电能便宜的地方,还是可以采用。

火法炼铅按冶炼原理的不同又可分为三种:

1. 反应熔炼 它是利用部分硫化铅精矿氧化生成氧化铅和硫酸铅,然后使之与未氧化的硫化铅相互反应再生成金属铅。所用设备为反射炉或膛式炉,故又称反射炉熔炼或膛式炉熔炼,此法只能处理含铅高(65—70 以上)的富铅矿。

2. 沉淀熔炼 此法用铁作沉淀剂(还原剂)置换出铅,即将铁屑与硫化铅精矿混合加热至适当的温度,则铅的大部分被铁置换而生成金属铅。此法在工业上应用较少,但常用来提高铅的回收率。

3. 焙烧还原熔炼 此法对任何成分的铅精矿都能处理,因此被广泛地采用。其操作程序分为三个阶段,铅精矿的烧结焙烧,烧结块的还原熔炼,粗铅的精炼和提银。

近来火法炼铅中逐渐开始采用基夫采特、Q—S—L 熔炼法和奥托罗普闪速熔炼法,这是火法炼铅的新发展。

工业用铅的牌号、化学成分等见表 1。

表 1 铅分类的国家标准和用途举例

铅品号	代号	化 学 成 分 %											用途 举例	
		铅 不小于	杂 质 不 大 于 %											
			银	铜	锑	锡	砷	铋	铁	锌	镁+钙+钠			总和
一号铅	Pb-1	99.994	0.0003	0.0005	0.0005	0.001	0.0005	0.003	0.0005	0.0005	0.003		0.006	铅粉和特殊用途
二号铅	Pb-2	99.99	0.0005	0.001	0.001	0.001	0.001	0.005	0.001	0.001	0.003		0.001	铅板、压延产品、玻璃和铅丹
三号铅	Pb-3	99.98	0.001	0.001	0.004	0.002	0.002	0.006	0.002	0.001	0.003		0.02	铅合金板、印刷板
四号铅	Pb-4	99.95	0.0015	0.001	0.005	0.002	0.002	0.03	0.003	0.002	镁 0.005	钙+钠 0.002	0.05	耐酸衬管子
五号铅	Pb-5	99.9	0.002	0.002	锑+锡 0.01		0.005	0.06	0.005	0.005	0.01	0.04	0.1	焊锡、印刷合金、船包电缆、轴承合金
六号铅	Pb-6	99.5	0.002	0.09	锑+锡+砷 0.25			0.10	0.01	0.01	0.02	0.10	0.5	铅基合金、淬水道接头

第二节 锌的性质、用途和制取

一、锌的性质

锌为银白色的有色金属,新鲜断面具有金属光泽。锌是比较软的金属之一,仅比铅、锡稍硬。在常温下系脆性金属,加热到 $100-150^{\circ}\text{C}$ 时,才富有延展性,能压成薄板、拉成金属丝。当温度超过 250°C 时,锌失去延展性。锌的熔点为 419.58°C ,沸点为 906.97°C ,常温下锌的比重为 7.1,液态锌比重为 6.48。

锌的抗腐蚀性较好。在常温下与湿空气接触时,表面逐渐被氧化而生灰白色致密的碱性碳酸锌($\text{ZnCO}_3 \cdot 3\text{Zn}(\text{OH})_2$)薄膜层,保护锌的内部不再继续腐蚀。

纯锌不与硫酸或盐酸作用,但是含有杂质的锌,则极易与硫酸或盐酸作用,同时产生氢气。

锌能与许多金属组成各种合金,最常见的是铜锌合金(黄铜),青铜(铜—锌—铅—锡)合金。

二、锌的用途

锌的用途很广,在国民经济中占有重要的地位,其用量与铜、铅相近。

1. 世界上生产的锌几乎一半用于镀锌工业,作为保护钢材或钢铁制品的覆盖物。
2. 主要用于制造铜锌合金(黄铜)、铜锌锡合金(青铜)、铜锌铅锡形成抗腐蚀合金等。这些合金广泛用于机械制造、印刷、国防等工业。近年来,微晶锌板用于传真制版和压铸合金等方面,为锌的作用开辟了新领域。
3. 锌在浇铸时流动性很好,在机械制造业中常作精密铸件的原料。
4. 锌的抗腐蚀性能好,可用锌板作屋顶盖、火药箱、家具、贮存器、无线电装置以及电机的零件等。
5. 锌的化合物也有许多用途,如硫酸锌用于制革、陶瓷、纺织、医药等部门;氧化锌用于浸渍木材起保护作用;在湿法冶炼中采用锌粉净化溶液以除去铜、镉等杂质;锌还可用来分离某些重金属(如粗铅、铋等)中的贵金属。
6. 高纯锌制造的银—锌电池,体积小,容量大,适用于飞机及宇宙飞船上的仪表电源。

三、锌的制取

现代炼锌的方法可分为火法炼锌和湿法炼锌两大类。

(一)火法炼锌 火法炼锌包括以下几种:

1. 土法炼锌 它也是蒸馏法炼锌,其实质就是在密闭器皿内还原氧化锌,获得锌蒸气再经冷却而产出金属锌,然后再用熔析法或再次蒸馏而得工业用锌,其含锌可达 99.5—99.6%。

土法炼锌所用设备为马槽炉。设备简单,投资少,见效快,不需动力是其优点,但煤耗量大,锌的损失多,不能综合回收有价金属,因此只适用于小型企业及煤炭资源丰富的地方。

2. 电热法炼锌 系利用电能直接在电炉内加热炉料,连续蒸馏出锌蒸气,然后冷凝而得粗锌,粗锌精炼而获得含量在 99% 以上的锌。此法又按生产时获得热能的方式不同被分为电阻炉炼锌和电弧炉炼锌两类。

3. 密闭鼓风炉炼锌 此法先将铅锌精矿进行焙烧,焙烧得烧结块,在密闭鼓风炉内进行

熔炼,这时铅、锌等被还原成金属状态,随炉气逸出的锌蒸气经冷凝后,而得到的金属再经过精炼,得工业用锌,铅则从炉口放出而得粗铅。

4. 蒸馏法炼锌 包括竖罐炼锌和平罐炼锌,均将锌精矿焙烧,在密闭罐内熔炼,利用锌的沸点较低的特点,在高于沸点温度下,让锌呈蒸气挥发出来,经冷凝后成粗锌,再精炼成精炼锌。

平罐炼锌现在少用,现在多采用竖罐炼锌。

(二)湿法炼锌 湿法炼锌又称为电解沉积法炼锌。仍先将锌精矿焙烧,后用稀酸浸出,并控制 pH 值,使锌溶解,并使呈硫酸锌状态进入溶液,同时使砷、锑等杂质水解沉淀,硫酸锌溶液再经净化,除去其中的铜、镉、钴等杂质,然后进行电解沉积,而得到电锌。

工业用锌的牌号、成分列于表 2。

表 2 工业用锌的牌号、化学成分和用途

牌 号	化 学 成 分 %									用 途
	锌 不 少 于	杂 质 不 大 于 %								
		锑 (Sb)	铁 (Fe)	镉 (Cd)	铜 (Cu)	砷 (As)	铅 (Pb)	锡 (Sn)	杂质 总和	
锌—01	99.995		0.001	0.001	0.001		0.003		0.005	高级合金及特殊用途
锌—1	99.99		0.003	0.002	0.001		0.005		0.01	压铸零件、电镀锌、医药、高级氧化锌、化学试剂
锌—2	99.96		0.01	0.01	0.001		0.015		0.04	电池锌片、黄铜、压铸零件、锌合金
锌—3	99.90		0.02	0.02	1.002		0.05		0.10	锌板、锌、铜合金
锌—4	99.50	0.01	0.03	0.07	0.002	0.005	0.3	0.002	0.5	锌板、热镀锌、氧化锌和锌粉
锌—5	98.70	0.02	0.07	0.2	0.005	0.01	1.0	0.002	1.3	含锌、铜、铅合金。普通铸件、普通氧化锌

第三节 氧化铅锌矿的矿床成因及其主要矿物

一、氧化铅锌矿的矿床成因

氧化铅锌矿矿床属硫化物矿床的氧化部分,是表生作用形成的一种矿床。金属硫化矿床接近地表的部份,长期经受氧、二氧化碳、水、生物有机质等的作用,即产生表生分带现象。完整的金属硫化矿可生成氧化带、次生硫化矿富集带和原生硫化矿物带。

分布在地表至潜水面之间的部位,大致相当于渗透带的部位就是氧化带;氧化带的厚度

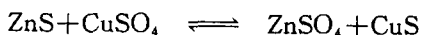
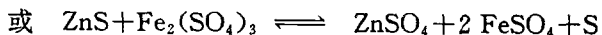
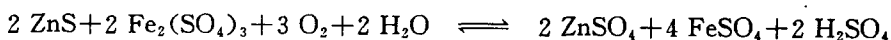
决定于风化作用的强度、地下水面的深度、围岩的透水性以及裂隙发育的程度。一般厚度为几米至几十米,个别也可达到几百米。

氧化铅锌矿来源于硫化矿物氧化带,在铅锌硫化矿床中主要来源于闪锌矿和方铅矿。

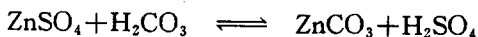
硫化矿床露出地表后,发生风化作用,硫化物中的硫被氧化生成硫酸,而金属阳离子则形成硫酸盐溶解到水溶液中。在自然界中,这种作用不断的进行,使原生硫化矿被分解、破坏。

硫化铁矿物最易风化,所生成的硫酸高铁、硫酸等对其他金属硫化物的溶解力最强。另外,无论是根据实验资料或野外观察,闪锌矿也是属于最易氧化的硫化矿。当闪锌矿处于与其它硫化物接触时,其氧化和溶解进行得非常迅速;例如,闪锌矿与白铁矿接触时的氧化,较其在同样条件下的单独氧化要快10—14倍。再则一种较高电位的硫化物与闪锌矿(其电位在蒸馏水中为-0.2v)接触时,其氧化反而较正常情况慢得多;而含铁较多的闪锌矿较含铁少的闪锌矿要快得多。

闪锌矿与水、氧、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 H_2SO_4 和 CuSO_4 发生强烈反应,生成下列产物:



上述所得的硫酸锌具有极大的溶解度(在18℃时为531.2克/升),并在一般的情况下容易从闪锌矿的氧化带中脱出,在适当的条件下与地下水一起扩散开来。硫酸锌至少与硫酸铜一样稳定,不分解、不氧化、也不还原。在氧化带,锌分散在地下水中,在干旱或半干旱地段,锌可以残留在氧化带内形成菱锌矿、水锌矿、异极矿等矿物。当硫酸锌水溶液遇到碳酸或碳酸盐(石灰石、白云石、方解石)时,根据硫酸锌水溶液的组成、硫酸锌与铁的比例、以及游离氧的量而形成纯度不同的菱锌矿或含铁菱锌矿。



菱锌矿是氧化矿石中最重要的锌矿物。形成的菱锌矿矿石在含硫酸和硫酸铁溶液作用下,部分或全部被褐铁矿所代替,而锌在另外的地方沉积下来,此阶段形成其它的氧化锌矿物,首先形成异极矿。

地下水中二氧化碳的浓度较高时,有助于氧化锌矿物在其中大量发育。

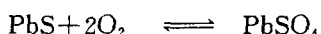
菱锌矿常见的有两种类型,即含铁的和不含铁的,呈土质形态和泉华形态,很少有致密的隐晶形态。菱锌矿较脆,易于磨矿,铁菱锌矿中的铁发生氧化时,会逐渐分解成菱锌矿和褐铁矿的混合物,矿物呈细粒共生,在此种情况下菱锌矿被褐铁矿所污染。在氧化带的边缘或在内部溶解的锌会吸附各种分散性较高的物质(如粘土、铁赭石等)而形成含锌的粘土或高岭土,在这里还出现不同成份的锌的含硅化合物。

氧化锌矿物成分简单,但结构和构造复杂,它常常与造岩矿物细粒共生,并且或多或少存在氧化铁和氢氧化铁,以及粘土,所以矿石成分复杂。矿物中菱锌矿、铁菱锌矿和水锌矿占优势,而其中脉石矿物为碳酸盐时,异极矿和硅锌矿主要是分散在石英含量较高的酸性脉石中。碳酸锌与硅酸锌往往共存。

氧化锌矿石中脉石矿物主要为石灰石、白云石、石英、滑石、粘土、氧化铁和氢氧化铁。褐

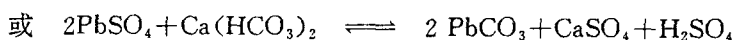
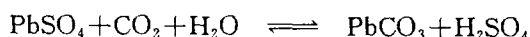
铁矿和氢氧化铁受到压碎时,容易变成很细的颗粒,形成大量的矿泥。

根据现有资料,方铅矿在水和空气条件下,氧化是按下列反应进行的:



开始阶段,方铅矿氧化成硫酸铅的速度进行得很快,无论实验室观察,或半氧化的铅矿石的研究均同样表明,方铅矿的氧化速度是相当快的,但由于生成了铅矾,速度开始降低,同时具有非常小的溶解度(18℃时,总量只有 0.041 克/升),铅矾固着在硫化矿物的表面上,而且逐步的代替了方铅矿,但需指出,被铅矾包围着的里层方铅矿的氧化是很不容易的,这种保护壳使继续氧化的速度,进行得非常慢。

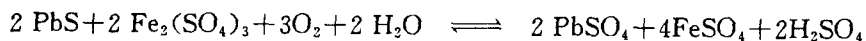
铅矾是方铅矿的第一个产物,如存在二氧化碳时,铅矾即变得非常不稳定,并逐步为碳酸盐所代替:



白铅矿具有非常小的溶解度(在 18℃时总共溶解 0.001 克/升),在氧化带条件下和铅矾一样比较稳定,且较长久地保留在氧化带中。白铅矿常常取代了铅矾,一般是随着形成铅矾的第一部就緒开始,但也常看到,当铅矾沿着方铅矿的裂隙成细脉时,在方铅矿的中心部分却已为白铅矿所代替。在碳酸盐环境下,白铅矿代替铅矾速度特别快,而且相当普遍,因为在这种条件下,水富含碳酸,并且在进行上述反应时所产生的硫酸也被中和了,但也不阻碍铅矾变成白铅矿。

白铅矿在氧化带中,尽管其本身稳定性很大,但也可能遭受许多变化,而为铅的其它化合物和褐铁矿所代替,且一部分被淋蚀掉。

被氧化的铁所生成的硫酸盐,使方铅矿受到不太剧烈的氧化作用:



而且, H_2SO_4 不仅使方铅矿生成铅矾,而且生成褐铁矿。

由于 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 对方铅矿的作用生成褐铁矿和铅矾或白铅矿的混合物,或同时生成三者的混合物。在这种情况下又经常发育着铅铁矾。又随着 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 的浓度减小,铅矾和铅铁矾又重新生成白铅矿。因此也可以想象到 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 在方铅矿氧化时的作用并不那么大,而水和空气的氧化却反比其大得多。据研究,硫酸对方铅矿作用比 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 还要弱,而且硫酸对方铅矿作用而生成铅矾,这也不一定是普遍的规律。

二、主要的氧化铅锌矿物

氧化铅锌矿的主要矿物及其物理特徵示于表 3。

表3 主要的氧化铅锌矿物

矿种	矿物名称	化学式	主成份铅或锌含量%	硬度	比重克/厘米 ³	颜色
铅矿物	白铅矿	PbCO_3	77.55	3—3.5	4.66—6.57	白灰
	铅矾	PbSO_4	68.30	3.0	6.2—6.35	白
	角铅矿	$\text{PbCl}_2 \cdot \text{PbCO}_3$	76.0	—	—	—
	磷酸氯铅矿	$3\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{PbCl}_2$	76.37	3.5—4.0	6.9—7.0	褐、绿、黄
	砷酸铅矿	$3\text{Pb}_3(\text{AsO}_4)_2\text{PbCl}_2$	69.61	3.5—4.0	7.2	黄、绿
	铬酸铅矿	PbCrO_4	64.10	—	—	—
	彩铅铅矿	PbMoO_4	58.38	3.0	6.7—7.0	黄、白、灰
	褐铅矿	$3\text{Pb}_3(\text{VO}_4)_3 \cdot \text{PbCl}_2$	73.15	—	—	—
	铅重石(钨铅矿)	PbWO_4	45.50	—	—	—
锌矿物	菱锌矿	ZnCO_3	$\text{ZnO}=64.8$	5	4.3—4.45	白、灰、绿色
	硅锌矿	Zn_2SiO_4	$\text{ZnO}=73.0$	5.5	3.9—4.2	白、绿、黄色
	异极矿	$\text{H}_2\text{Zn}_2\text{SiO}_5$ 或 $\text{Zn}_2\text{SiO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{ZnO}=67.54$	4.5—5.0	3.4—3.5	白、绿、黄色
	红锌矿	ZnO	80.3	4—4.5	5.4—5.7	赭色橙黄色
	锌尖晶石	$\text{ZnO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	44.3	5	4.1—4.6	褐色、绿色
	锌铁尖晶石	$(\text{Fe}, \text{Zn}, \text{Mn})\text{O}(\text{Fe}, \text{Mn})_2\text{O}_3$	不定	6	5—5.2	黑色
	水锌矿	$3 \cdot \text{Zn}(\text{OH})_2 \cdot 2 \text{ZnCO}_3$	不定	2—2.5	3.6—3.8	白、灰、黄色
	铁菱锌矿	$(\text{Fe}, \text{Zn})\text{CO}_3$	—29	—	—	—
	绿铜锌矿	$2(\text{Zn}, \text{Cu})\text{CO}_3 \cdot (\text{Zn}, \text{Cu})(\text{OH})_2$	—	1	3.3—3.6	绿色、淡青色
	菱锌异极混合矿	—	—	—	—	—
	硫酸锌矿	ZnSO_4	很少见			
	皓矾	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	28.2	2—2.5	2.0	白色、红色、黄色
	纤维锌矿	ZnS	67.1	3.5—4	3.98	褐黑色、黄色

第四节 世界各国铅锌金属的产销量

一、世界各国铅锌金属的产量

世界各国铅锌金属的产量示于表4。

表4 世界各国原生金属铅锌产量

(单位:千吨)

地区国家	年 份							
	1975		1978		1979		1980	
	铅	锌	铅	锌	铅	锌	铅	锌
西欧								
西 德	316.0	294.7	369.0	306.8	373.0	355.5	350.0	365.2
法 国	180.0	181.1	223.0	231.2	220.0	249.0	219.0	252.8
意大利	90.0	179.7	116.0	177.6	126.0	202.8	134.0	206.7
英 国	313.0	53.4	346.0	73.6	368.0	76.7	235.0	86.7
比利时	103.0	228.0	104.0	232.7	92.0	252.6	106.0	247.6
南斯拉夫	126.0	89.1	117.0	95.6	111.0	98.9	102.0	84.5
西班牙	101.0	135.1	122.0	167.5	127.0	186.0	121.0	151.8
荷 兰	37.0	116.0	32.0	135.4	30.0	154.0	28.0	169.5
其 他	99.0	187.1	127.0	245.8	136.0	267.2	124.0	263.0
北美和南美								
美 国	1057.0	397.4	1188.0	406.4	1226.0	525.7	1150.0	369.9
加拿大	216.0	426.9	246.0	495.4	252.0	580.5	235.0	591.6
墨西哥	164.0	149.0	226.0	173.1	225.0	159.6	185.0	145.4
秘 鲁	76.0	63.2	80.0	62.9	91.0	68.2	87.0	63.8
其 他	118.0	70.9	124.0	80.0	170.0	100.2	149.0	103.7
非洲和中东								
纳米比亚	44.0	—	40.0	—	42.0	—	43.0	—
南 非	13.0	63.7	24.0	79.1	23.0	75.4	35.0	81.4
赞比亚	19.0	46.5	13.0	42.4	13.0	38.2	10.0	32.8
扎伊尔	—	65.6	—	43.5	—	43.7	—	43.8
其 他	39.0	5.0	53.0	25.7	62.0	26.0	68.0	30.0
亚洲、远东								
澳大利亚	194.0	193.3	234.0	290.1	256.0	303.3	233.0	301.0
日 本	252.0	698.3	291.0	767.9	283.0	789.4	305.0	739.1
其 他	272.0	336.6	302.0	420.9	339.0	434.4	336.0	389.3
苏 联	700.0	1030.0	770.0	1055.0	780.0	1085.0	780	1060.0
东欧各国	283.0	405.6	319.0	386.0	304.0	365.0	305.0	367.3
世界总计	4811.0	5469.2	5466.0	6029.9	5649.0	6437.3	5430.0	6146.9

二、世界各国铅锌的消耗量

世界各国铅锌金属的消耗量示于表 5,表 6。

表 5 世界精铅消费量

(单位:千吨)

地区国家	年 份					
	1975	1976	1977	1978	1979	1980
西欧	1412.4	1586.9	1649.2	1623.3	1665.6	1636.1
比利时—卢森堡	49.7	55.1	59.0	56.1	57.6	59.3
法 国	190.3	228.1	210.4	211.7	211.4	212.0
西 德	282.5	299.8	248.5	335.8	361.3	333.1
意大利	192.0	265.0	260.0	251.0	258.0	275.0
荷 兰	44.4	45.7	56.8	55.9	54.7	58.0
西班牙	95.2	115.0	122.0	114.8	115.0	110.6
瑞 典	29.5	21.8	24.5	18.3	22.0	20.5
英 国	306.0	318.3	317.7	336.5	333.2	295.5
其 他	222.8	238.1	250.3	243.2	252.4	272.1
东欧	1098.5	1101.2	1114.3	1178.1	1196.2	1220.4
苏 联	700.0	700.0	720.0	760.0	780.0	800.0
其 他	398.5	401.2	394.3	418.1	416.2	420.4
北美	1211.9	1379.9	1524.9	1506.3	1467.4	1198.4
加拿大	89.2	107.6	107.0	100.3	122.0	104.4
美 国	1122.7	1272.3	1417.9	1405.5	1345.4	1094.0
中·南美	231.6	236.1	256.5	266.7	292.0	259.0
阿根廷	52.8	46.0	45.0	38.2	33.6	27.5
巴 西	75.2	79.4	92.1	81.2	96.8	82.7
墨西哥	72.3	81.0	88.0	108.0	110.1	96.2
其 他	31.3	29.7	31.4	39.3	51.5	52.6
非洲·中东	98.6	86.4	94.2	101.4	101.2	105.3
南 非	40.7	34.8	36.7	39.6	43.8	52.6
其 他	57.9	51.6	57.5	61.8	57.4	52.7
亚洲·远东	637.8	716.5	773.4	807.5	850.9	859.8
澳大利亚	72.3	75.2	76.8	72.0	78.7	70.5
中 国	185.0	190.0	200.0	210.0	210.0	210.0
印 度	36.0	52.0	54.0	55.0	58.4	56.0