

273335

锌的湿法冶炼

湖南人民出版社



锌 的 湿 法 冶 炼

株洲冶炼厂《冶金读本》编写小组编

(只限国内发行)

湖南人民出版社

1973.1.长沙

锌的湿法冶炼

株洲冶炼厂《冶金读本》编写小组编

*

湖南人民出版社出版

湖南省新华书店发行

湖南省新华印刷厂印刷

*

1974年1月第1版第1次印刷

印数: 1——7,000册

统一书号: 15109·88 定价: 1.20元

(只限国内发行)

毛主席语录

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

我们能够学会我们原来不懂的东西。
我们不但善于破坏一个旧世界，我们还将
善于建设一个新世界。

前 言

在毛主席无产阶级革命路线的指引下，我国有色冶金工业正在蓬勃地发展。社会主义革命和社会主义建设要求我们不断地提高技术水平，并大力培养一批有色冶炼技术力量。通过对刘少奇、林彪反革命修正主义路线的批判，广大职工进一步认清了政治和经济的统一、政治和技术统一的唯物辩证关系。坚持在无产阶级政治统帅下为革命刻苦学习业务，努力掌握现代科学技术，日益成为广大工人和革命技术人员的迫切要求。

遵照伟大领袖毛主席关于“要认真总结经验”的教导，我们从总结生产实践经验和科学成果出发，经过集体讨论和修订，编写了《铜的精炼》、《铅的生产》、《锌的湿法冶炼》和《铜铅锌冶金分析》等四本供生产工人学习的读本。我们在编写本书的过程中，除了在内容上以生产实践为主外，并适当地归纳了国内外有关强化生产、改进工艺、革新设备、提高技术经济指标等方面的新成就。同时力求使理论和实践统一起来。在写法上尽量做到深入浅出，通俗明了。本书初稿写出后，承中南矿冶学院冶金系的同志审校，他们提出了不少宝贵意见，特此致谢。

实践、认识、再实践、再认识的过程是无穷的。由于我们学习马列主义、毛泽东思想不够，技术水平较低，加之缺乏编写工人读本的经验，因此，书中存在的错误和缺点可能不少，诚恳地希望读者批评指正。

株洲冶炼厂《冶金读本》编写小组

一九七三年元月

目 录

第一章 绪 论.....(1)

第一节 锌生产简史.....(1)

第二节 锌的性质和用途.....(2)

第三节 锌的矿物、矿石和精矿.....(3)

第四节 锌的冶炼方法.....(8)

第五节 锌冶金现状及其动向.....(10)

★ 第六节 某厂湿法炼锌简介.....(13)

第二章 锌精矿焙烧前的准备.....(15)

第一节 锌精矿的配料.....(15)

第二节 锌精矿的干燥.....(19)

第三节 锌精矿的破碎与筛分.....(28)

第三章 锌精矿的焙烧.....(31)

第一节 概述.....(31)

第二节 锌精矿沸腾焙烧的基本理论.....(33)

第三节 沸腾焙烧炉的发展过程及其结构与性能.....(46)

第四节 锌精矿沸腾焙烧的操作实践.....(55)

第五节 沸腾焙烧发展的新动向.....(70)

第四章 锌焙砂的浸出.....(73)

第一节 概述.....(73)

第二节 浸出的理论基础.....(74)

第三节 浸出的工艺流程.....(88)

第四节 浸出的主要设备.....(93)

第五节 浸出的操作实践.....(104)

第六节 浸出的其他方法及发展动向.....(124)

第五章 浸出矿浆的液固分离.....(131)

第一节 浓缩.....(131)

第二节 过滤.....(135)

第三节 浓缩和过滤的主要设备.....(141)

第六章 硫酸锌溶液的净化.....(149)

第一节 净化的意义及要求.....(149)

第二节 净化除铜和镉.....(151)

第三节 净化除钴.....(156)

第四节 净化除氯.....(162)

第五节 净化除氟.....(165)

第六节 净化过程的操作实践.....(166)

第七节 净化工艺的新动向.....(173)

第八节 净化常用定性分析.....(180)

第七章 硫酸锌溶液的电解沉积.....(182)

第一节 电解沉积锌的基本知识.....(182)

第二节 电流效率、槽电压及电能消耗的概念.....(192)

第三节 杂质对电解沉积过程的影响.....(203)

第四节 电解沉积过程的主要设备.....(207)

第五节 电解沉积的操作实践.....(227)

第六节 电解沉积过程的主要技术经济指标.....(245)

第七节 电解沉积过程的强化.....(248)

第八节 生产一级锌的条件.....(253)

第八章 阴极锌的熔铸.....(261)

第一节 阴极锌熔铸的基本概念.....(261)

第二节 阴极锌的反射炉熔铸.....(262)

第三节 阴极锌的低频感应电炉熔铸.....(264)

第四节 熔锌低频感应电炉的操作实践.....(275)

第一章 绪 论

第一节 锌生产简史

我国锌生产的历史悠久，据资料记载，早在唐朝以前就应用泥罐土炉蒸馏法炼锌，我国是世界上最早生产锌和使用锌的国家。

我国虽然是炼锌起源地，但由于长期的封建统治和帝国主义的掠夺，炼锌工业得不到发展。1933年在湖南建立了一个很小的平罐炼锌厂，但在国民党反动统治下，技术落后，生产停滞不前。日本帝国主义侵占我国时，为了掠夺我国资源，在我国东北地区建立湿法炼锌和竖罐炼锌厂，但由于我国人民的强烈反抗和技术条件的限制而未成功。日本投降后，国民党将这两个工厂残缺不全的设备抢劫一空。所以解放前我国炼锌事业一直处于停滞、落后的状态。

解放后，在党和毛主席的英明领导下，我国炼锌工业和其他工业一样，获得了很大的发展。解放后不久，即在东北地区迅速恢复和新建了湿法炼锌及竖罐炼锌厂，在湖南也建起了平罐炼锌厂。第一个五年计划完成后，锌的生产量比1952年增长了4.36倍。

1958年以来，在党的“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”总路线的光照耀下，炼锌工人坚持自力更生、艰苦奋斗的精神，贯彻“土洋并举”和一整套两条腿走路的方针，发展炼锌事业，对原有的炼锌厂充分挖掘潜力，“小土群”遍布全国，同时重点兴建现代化的大型炼锌厂。我国第一座现代化大型湿法炼锌厂于1968年胜利投产了，采用五十年代发展起来的密闭鼓风炉炼锌新技术的工厂，也在设计施工，即将投入生产，这些成就为我国炼锌事业的蓬勃发展奠定了基础。

我国炼锌事业之所以能取得这些成就，主要是毛主席无产阶级革命路线的光辉指引，广大职工艰苦奋斗的结果。中国人民是有志气有能力的，广大炼锌工人决心高举毛泽东思想伟大红旗，“破除迷信，解放思想”，发扬敢想敢干的革命精神，一定能在不久的将来赶上和超过世界先进水平，为社会主义革命和建设事业作出更大的贡献。

eliminate superstition

第二节 锌的性质和用途

一、锌的性质

锌为蓝白色的有色重金属，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，在常温下呈脆性金属，加热到 $100\sim 150^{\circ}\text{C}$ 时才富有延展性，能压成薄板或拉成金属丝。但是当温度超过 250°C 时，锌又失去延展性。锌的熔点为 419.58°C ，沸点为 906.97°C 。常温下锌的比重为7.1，液态锌的比重为6.48。

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

纯锌不与纯硫酸或盐酸作用，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)等。

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有一半用于镀锌工业，作为保护钢材或钢铁制品的覆盖物。

2.制造合金。主要是制造铜锌合金(黄铜);铜锌锡合金(青铜);铜、锌、铅、锡形成的抗腐蚀合金等。这些合金广泛地应用于机械制造、印刷、国防等工业方面。近年来,微晶锌板用于传真制版和压铸合金等方面,为锌的用途开辟了新领域。

3.锌在浇铸时流动性很好,在机械制造工业上常用作精密铸件的原料。

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;氧化锌用于浸润木材、造纸业以及制造橡胶的材料等;氯化锌用于氰化溶液中置换金,以及浸渍木材起保护作用;在湿法炼锌中采取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)中的贵金属等。

工业用锌的牌号、化学元素成分和主要用途列于表1。

第三节 锌的矿物、矿石和精矿

自然界中未发现过自然锌,往往是以硫化矿物和氧化矿物形态存在。在硫化矿中锌主要以闪锌矿(ZnS)形态存在;在氧化矿中锌主要以菱锌矿(ZnCO_3)及异极矿($\text{H}_2\text{Zn}_2\text{SiO}_5$)形态存在。

最主要的锌矿物及其特征见表2所示:

现代炼锌工业中所采用的原料,绝大部分是硫化矿石。我国锌矿蕴藏量极其丰富,分布遍及全国,在我国东北、西南、中南、西北、华东等地区都有丰富的铅锌矿藏。除西南某地区是工业价值较高的独特类型的氧化矿外,其余的都是硫化矿,其中含有数量不等的次生氧化矿。

自然界中很少发现有单一的锌矿床,一般多与其它金属伴生。最常见的是铅锌矿,其次是铜锌矿和铜锌铅矿等。这些矿物除含有

表 1 (GB470-64)

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					干 (%)			
		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	0.0001		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	0.002		0.05		0.10	锌板、热镀锌、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。

主要锌矿物及其特征 表 2

矿物名称	化学式	含锌量 (%)	硬 度 (公斤/平方毫米)	密 度 (克/平方厘米)	颜 色	结晶系	光 泽	解 理
闪 锌 矿	ZnS	67.1	3.5~4	3.9~4.1	黄色、褐色、黑色	等轴系	金刚石	很完全
磁闪锌矿	$nZnS \cdot mFeS$	<60	4.0	4.2	褐黑色	”	”	”
菱 锌 矿	$ZnCO_3$	64.8	5	4.3~4.4	白色、灰色、绿色	六方晶	白灰绿色	不完全
硅 锌 矿	Zn_2SiO_4	73	5.5	3.9~4.2	白色、绿色、黄色	单斜晶	钢 色	清 楚
异 极 矿	$H_2Zn_2SiO_5$ 或 $Zn_2SiO_4 \cdot H_2O$	67.5	4.5~5	3.4~3.5	”	斜方晶	”	完 全
红 锌 矿	ZnO	80.3	4~4.5	5.4~5.7	赤青色、橙黄色	六方晶	金 属	”
锌尖晶矿	$ZnO \cdot Al_2O_3$	44.3	5	4.1~4.6	褐色、绿色	等轴系	金刚石	不完全

主要金属铜、铅、锌外，常伴生有金、银、砷、锑、镉和镓、铟、铊、锕等其它有价金属，此外还含有以黄铁矿、石英、硅酸盐等所组成的脉石。各种多金属矿物的成分不一，含锌量波动在 8~17% 范围内，现将铅锌矿石的化学成分分别列于表 3 中。

铅 锌 矿 石 的 化 学 成 分 表 3

矿 石	化 学 成 分 (%)						
	铅 (Pb)	锌 (Zn)	铁 (Fe)	铜 (Cu)	二氧化硅 (SiO ₂)	硫 (S)	氧化钙 (CaO)
1	4.74	8.48	—	0.009	9.20	26.28	14.83
2	5.50	13.00	9.4	—	—	18.00	—
3	8.50	13.80	1.8	1.000	20.00	—	—
4	9.00	13.00	8.5	0.500	19.00	16.00	—
5	12.53	16.52	—	0.090	6.02	26.34	10.25

由表 3 不难看出，从含锌品位较低的多金属矿石中直接提炼金属锌是困难的，也是不恰当的，必须先经过选矿（重力选矿或浮游选矿），以获得含锌品位较高的锌精矿再进行冶炼。一般锌精矿的品位在 38~62% 左右。现将锌精矿的主要化学成分列于表 4：

锌精矿除含有上述成分外，还含有二氧化硅、三氧化二铝、碳酸钙、碳酸镁等组成的脉石成分以及锰、钴、铟、锗、镓、铊、锕等有价金属。为此，在冶炼过程中必须充分考虑到综合回收这些金属。

硫化锌精矿一般含锌在 38~62% 之间，锌精矿的品位越高，则相应地含杂质质量就越低，其冶炼技术经济指标就越高。因此提高锌精矿的品位，就冶炼要求而言，是希望预先进行选矿。冶炼要求锌精矿含锌在 48% 左右，含铅小于 2%，含铁小于 8%，含水 8~9%。锌精矿的部颁等级标准列于表 5：

几种锌精矿的主要化学成分(%) 表4

锌 精 矿	锌(Zn)	铅(Pb)	铜(Cu)	铁(Fe)	硫(S)	镉(Cd)
1	37.80	5.80	4.50	13.10	32.00	0.28
2	45.80	4.00	1.60	9.00	31.50	0.14
3	64.11	0.65	0.96	0.27	27.15	0.26
4	50.95	1.10	0.50	9.14	30.59	0.36
5	51.95	2.55	0.53	7.98	34.17	0.19
6	56.81	1.25	0.21	4.04	31.95	0.17
7	58.32	1.13	0.27	3.36	32.16	0.16
8	60~62	1.00	0.05	2.50	32.00	0.25

锌 精 矿 的 部 颁 等 级 标 准 表5

等 级	含锌不小于(%)	杂 质 不 大 于 (%)		
		铜(Cu)	铅(Pb)	铁(Fe)
1	55	0.8	1.0	6.0
2	53	0.8	1.0	6.0
3	50	1.0	1.5	8.0
4	48	1.0	1.5	12.0
5	45	1.5	2.0	12.0
6	43	1.5	2.0	14.0
7	40	2.0	2.5	16.0
8	40	2.0	2.8	18.0

氧化矿含锌很高时可直接进行冶炼，但对于含锌低于10%的贫氧化矿，则应预先进行选矿富集或火法富集。此外，镀锌所产出的锌灰以及处理含锌物料（如炼铅炉渣）所产出的氧化锌，也可作为炼锌原料。

第四节 锌的冶炼方法

现代炼锌的方法可分火法炼锌和湿法炼锌两大类。火法炼锌包括土法炼锌、电热法炼锌、密闭鼓风炉炼锌和蒸馏法炼锌；湿法炼锌即电解法炼锌。现分别简述如下：

一、火法炼锌

1. 土法炼锌

土法炼锌也是蒸馏法炼锌，它的实质就是在密闭的器皿内还原氧化锌，获得锌蒸气再经冷凝而产出金属锌，然后再用熔析法或再次蒸馏而获得工业用锌，其品位可达99.5~99.6%。

土法炼锌所用设备是马槽炉。它具有设备简单、投资少、见效快、不需动力等优点，但煤的消耗量大，锌的损失较多，不能综合回收其中的有价金属，因此只适用于小型企业又是煤炭资源丰富的地方。

2. 电热法炼锌

电热法炼锌的特点是利用电能直接在电炉内加热炉料，连续蒸馏出锌蒸气，然后冷凝而得到粗锌，粗锌经过精炼而获得品位在99%以上的锌。

电热法炼锌按生产时获得热能的方式不同，又可分为电阻炉炼锌和电弧炉炼锌两类。此法的最大优点是可以直接加热炉料，工序简单、热利用率高。但是电能消耗较大，每生产一吨锌大约需要4000度电，一般不宜采用，只有在电源特别丰富的地方才采用。

3. 密闭鼓风炉炼锌

密闭鼓风炉炼锌的实质在于：先将铅锌硫化精矿或铅锌氧化矿进行烧结焙烧得到烧结块，将这种烧结块与焦炭和其它熔剂加到密闭鼓风炉内进行熔炼，这时脉石及其它杂质造渣除去，而有价金属锌、铅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锌再经过精炼，可以得到工业上所需要的锌。铅则从炉下部放出而得到粗铅。密闭鼓风炉炼锌是火法炼锌中的一项重大技术革新，它能处理难选的铅、锌硫化矿和氧化矿，同时产出铅、锌；生产能力大，燃料消耗少；有价金属的综合回收好；单位金属产量投资较低等。但是事物总是一分为二的，密闭鼓风炉目前存在的问题是：操作条件要求严格；烧结块、焦炭必须预热；烧结块中含铅不能太高，所产锌需进一步精炼。

4. 蒸馏法炼锌

蒸馏法炼锌包括竖罐炼锌和平罐炼锌，其实质是首先将锌精矿进行焙烧，使精矿中的硫化物转变为氧化物，再到密闭的蒸馏罐内用炭还原，由于锌的沸点(906.97°C)较低，故在高于沸点的温度下还原出来的锌呈蒸气状态从炉料中挥发出来，冷凝后的粗锌经过精炼可以得到精炼锌。

平罐炼锌设备构造简单，适应于中小型企业生产，但是由于间断生产，燃料、原料消耗大，劳动条件差，锌的直收率低，现在很少采用。

竖罐炼锌生产连续而机械化，生产率高，劳动条件好，锌回收率高。但是设备构造复杂，筑炉材料昂贵，生产过程中锌精矿的制团过程复杂。

二、湿法炼锌

湿法炼锌又称为电解沉积法炼锌。由于硫化锌精矿难溶于稀硫