重有色金属冶金工厂技术培训教材
中国有色金属学会重有色金属冶金学术委员会组织编写

锌摇冶摇金

丛书主编摇彭容秋

中 南 大 学 出 版 社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

参加《锌冶金》分册编审人员

彭容秋摇任鸿九摇张训鹏摇刘华文摇刘继业摇张伟健
徐摇毅摇刘吉殷摇宝国锋摇龙会国摇顾摇聪摇叶军乔
赵摇永摇马摇进摇张鸿烈摇强娟茹摇段宏志摇张摇卓
袁庆云摇朱宏文摇白金珠摇杨士跃摇朱海泽摇郭天立
张得秀摇潘恒礼摇舒毓璋摇王建铭摇贺家齐摇孙中森
张卫国摇尹荣花

内容提要

本书根据我国目前锌冶金生产为湿法炼锌与火法炼锌两种工艺并存的现状，叙述了硫化锌精矿焙烧 原浸出 原净化 原电积锌和锌铅硫化精矿烧结焙烧 原鼓风炉熔炼 原粗锌精馏精炼等过程的基本原理、生产设备和工艺技术条件与操作。此外，对竖罐炼锌和电热法炼锌也有专章介绍。在有关湿法炼锌的章节中，针对我国氧化锌矿和氧化锌二次物料资源丰富的特点，对这类物料的湿法处理也作了较详细的介绍。

本书内容丰富，编写简明，可供锌冶金工厂职工作技术培训教材用，也可供锌冶金生产管理和科技人员参考。

编者的话

近年来我国锌冶金生产发展很快，其产量稳居世界第一，炼锌工厂遍及全国大部分省（区）。为了适应锌冶金技术发展的形势，满足广大技术工人读者的要求，中国有色金属学会重有色金属冶金学术委员会特组织编写了这一技术培训教材。

本书共 怨章，主要内容来自炼锌工厂的生产实践，反映了湿法炼锌与火法炼锌两种工艺并重的我国锌冶金技术的发展现状，其中湿法生产的内容有焙烧、浸出、净化、电解等 源章，火法生产的内容有 蒸馏法鼓风炉炼锌、粗锌精馏精炼、竖罐炼锌和电热法炼锌等，也分 源章叙述，并对这些冶金过程的基本原理、生产设备和工艺技术条件作了详细的介绍。锌精矿流态化焙烧是湿法炼锌和蒸馏法炼锌在冶炼前所必须进行的原料准备作业，尽管后续工艺不同，但焙烧过程原理、设备和主要技术条件是基本相同的，本书将其放在同一章中叙述，希望读者根据各自生产岗位的性质和生产经验去体会，举一反三，灵活运用。浸出是湿法生产流程中的重要环节，不同的浸出方法体现了不同湿法炼锌厂的生产特点。根据我国锌资源多样化的实际情况，本书分别介绍了焙烧矿、氧化矿和氧化锌二次物料的浸出工艺，还介绍了锌精矿氧压浸出技术。火法炼锌以 蒸馏法为主要内容，对我国目前还有一些工厂应用的竖罐炼锌和电炉炼锌也辟专章作了介绍。

本书在阐述有关冶金过程的基本原理时，运用了 酝原杂原韵系化学位图和电势 原责匀图等热力学概念，对工人读者有一定难度，希望工厂培训部门根据教学要求安排一些课堂教学和专题讲座，加以指导。

在本书的编写过程中，得到了有关工厂领导、技术人员的大力支持，在此深表谢意。由于参编人员水平有限，书中内容会有一些缺点或错误，欢迎读者批评指正，竭诚感激。

编者

圆园园猿年 远月

目摇录

员摇锌冶金的一般知识 …… (员
员怨摇锌的性质和用途 …… (员
员员摇锌的矿物资源和炼锌原料 …… (圆
员源摇锌的生产方法 …… (源
摇摇员源员摇火法炼锌 …… (源
摇摇员源圆摇湿法炼锌 …… (缘
圆摇硫化锌精矿的流态化焙烧 …… (愿
圆员摇硫化锌精矿流态化焙烧的基本原理 …… (愿
摇摇圆员员摇硫化锌精矿焙烧的目的与要求 …… (愿
摇摇圆员圆摇焙烧的固体流态化技术 …… (怨
摇摇圆员猿摇硫化锌精矿焙烧的主要反应 …… (员源
摇摇圆员源摇硫化锌精矿伴生矿物在焙烧中的行为 …… (员缘
摇摇圆员缘摇硫化锌精矿焙烧的技术条件 …… (员远
圆圆摇硫化锌精矿流态化焙烧的工艺组成 …… (员苑
摇摇圆圆员摇炉料准备及加料系统 …… (员苑
摇摇圆圆圆摇流态化炉本体系统 …… (员怨
摇摇圆圆猿摇烟气冷却及收尘系统 …… (员怨
摇摇圆圆源摇排料系统 …… (圆园
圆猿摇流态化焙烧炉及附属设备 …… (圆园
摇摇圆猿员摇流态化焙烧炉 …… (圆园
摇摇圆猿圆摇气体分布板及风箱 …… (圆圆
摇摇圆猿猿摇流态化床层排热装置 …… (圆圆
摇摇圆猿源摇排料口 …… (圆缘
摇摇圆猿缘摇烟气出口 …… (圆缘
摇摇圆猿远摇炉体及炉顶 …… (圆缘
圆源摇流态化焙烧炉的正常操作及事故处理 …… (圆缘
摇摇圆源员摇流态化焙烧炉的开炉与停炉 …… (圆缘
摇摇圆源圆摇流态化焙烧炉的正常操作 …… (圆猿
摇摇圆源猿摇流态化焙烧的生产故障及处理 …… (圆缘
圆缘摇锌精矿流态化焙烧的操作技术条件及技术经济指标 …… (圆苑

需要全本请访问 www.ertongbook.com

焙烧操作技术条件的控制 …… 圆苑
焙烧产物 …… 圆愿
技术经济指标 …… 猿园
焙烧过程的热平衡与热能利用 …… 猿园
猿 湿法炼锌的浸出过程 …… 猿猿
猿员 锌焙烧矿的浸出目的与浸出工艺流程 …… 猿猿
锌焙烧矿浸出的目的 …… 猿猿
焙烧矿浸出的工艺流程 …… 猿猿
猿圆 锌焙烧矿在浸出中发生的主要化学变化 …… 猿缘
金属氧化物的溶解与沉淀反应 …… 猿缘
在 pH-$\lg c$ 图和 E_h-pH 图的应用 …… 猿苑
影响浸出反应速度的因素 …… 猿愿
常规法浸出的一般操作及技术条件的控制 …… 猿怨
猿猿 铁酸锌的溶解与中性浸出过程的沉铁反应 …… 缘园
铁酸锌的溶解 …… 缘园
中性浸出过程的沉铁反应 …… 缘缘
猿源 从含铁高的浸出液中沉铁 …… 缘苑
黄钾铁矾法 …… 缘苑
针铁矿法 …… 缘猿
赤铁矿法 …… 缘猿
猿缘 氧化锌粉及含锌烟尘的浸出 …… 缘苑
氧化锌粉及含锌烟尘的来源与化学成分 …… 缘苑
氧化锌粉浸出前的预处理 …… 缘愿
氧化锌粉的浸出 …… 缘怨
猿远 氧化锌矿的直接浸出 …… 远员
氧化锌矿原料的特性 …… 远员
氧化锌矿直接酸浸过程中胶体的形成与控制 …… 远猿
高硅氧化锌矿的处理方法 …… 远猿
我国高硅氧化锌矿直接酸浸的生产实践 …… 远源
猿苑 硫化锌精矿的氧压浸出 …… 远苑
猿愿 锌浸出生产用的主要设备 …… 远怨
常用浸出设备 …… 远怨
液固分离设备 …… 苑猿
猿怨 锌浸出渣及其处理 …… 苑源
锌浸出渣的组成及处理方法 …… 苑源
回转窑烟化法处理浸出渣 …… 苑缘
矮鼓风炉处理湿法炼锌浸出渣 …… 苑愿
锌浸出渣送铅熔炼处理 …… 苑愿

源摇硫酸锌浸出液的净化 …… (源园)
源援源 摇浸出液成分及其净化方法 …… (源园)
源援员 摇锌粉置换除铜、镉 …… (源园)
源援员援源 摇置换法除铜、镉的基本反应 …… (源园)
源援员援员 摇置换过程的影响因素 …… (源园)
源援员援圆 摇镉复溶及其避免镉复溶的措施 …… (源源)
源援员援猿 摇置换法除铜、镉的主要技术条件控制 …… (源源)
源援圆 摇锌粉置换除钴镍 …… (源缘)
源援猿 摇砷盐净化法 …… (源远)
源援源园 摇锑盐净化法及合金锌粉法 …… (源苑)
源援源员 摇有机试剂法除钴、镍 …… (怨园)
源援源员援源 摇黄药除钴法 …… (怨员)
源援源员援员 摇β萘酚除钴法 …… (怨猿)
源援源圆 摇除去氟氯及其他杂质的净化方法 …… (怨源)
源援源猿 摇除摇氯 …… (怨缘)
源援源源 摇除摇氟 …… (怨缘)
源援源缘 摇除钙、镁 …… (怨缘)
源援源远 摇净化过程的主要设备 …… (怨远)
源援源远援源 摇流态化净化槽 …… (怨远)
源援源远援员 摇机械搅拌槽 …… (怨苑)
源援源远援圆 摇尼龙管式过滤器 …… (怨愿)
源援源远援猿 摇厢式压滤机 …… (怨怨)
源援源远援源 摇板框压滤机 …… (怨怨)
源援源苑 摇净化过程的加热设备 …… (员园园)
源援源怨 摇净化过程的技术经济指标 …… (员园园)
缘摇硫酸锌溶液的电解沉积 …… (员园猿)
缘援源 摇锌电解液成分及锌电积生产过程 …… (员园猿)
缘援员 摇锌电解液 …… (员园猿)
缘援员援源 摇锌电积生产过程 …… (员园源)
缘援员援员 摇锌电积过程的理论基础 …… (员园缘)
缘援员援圆 摇阴极反应 …… (员园远)
缘援员援猿 摇阳极反应 …… (员园远)
缘援员援源 摇电解液中的杂质在电积过程中的行为 …… (员园苑)
缘援圆 摇锌电解车间的主要生产设备及布置 …… (员园怨)
缘援猿 摇电解槽 …… (员园怨)
缘援源 摇阳摇极 …… (员员园)
缘援缘 摇阴摇极 …… (员员园)
缘援远 摇电解液冷却设备 …… (员员员)

摇摇缘援源援员 电解槽布置及电路连接 …… (员园园)
缘援源援圆 锌电解的正常操作 …… (员园园)
摇摇缘援源援猿 装出槽及槽上操作 …… (员园园)
摇摇缘援源援源 剥锌 …… (员园源)
摇摇缘援源援缘 电解液的循环和冷却 …… (员园源)
摇摇缘援源援远 酸雾的产生与电解车间的通风 …… (员园源)
摇摇缘援源援苑 锌电积过程的故障及处理 …… (员园源)
缘援缘 锌电解生产的主要技术条件与指标分析 …… (员园缘)
摇摇缘援缘援员 电锌质量 …… (员园缘)
摇摇缘援缘援圆 电流密度与电流效率 …… (员园远)
摇摇缘援缘援猿 槽电压与电能消耗 …… (员园苑)
缘援远 阴极锌熔铸 …… (员园怨)
摇摇缘援远援员 感应电炉的构造 …… (员园怨)
摇摇缘援远援圆 阴极锌熔铸的生产过程 …… (员员缘)
摇摇缘援远援猿 感应电炉熔铸锌的生产技术条件及其控制 …… (员员园)
摇摇缘援远援源 锌合金的配制 …… (员员苑)
远 鼓风炉炼锌 …… (员猿园)
远援员 概述 …… (员猿园)
远援圆 铅锌硫化精矿的烧结焙烧 …… (员猿源)
摇摇远援圆援员 铅锌硫化精矿化学成分及其烧结焙烧的目的 …… (员猿源)
摇摇远援圆援圆 铅锌硫化精矿在烧结焙烧过程中发生的物理化学变化 …… (员猿苑)
摇摇远援圆援猿 铅锌混合精矿烧结焙烧的生产实践 …… (员源员)
远援猿 鼓风炉熔炼 (附录字法) …… (员源缘)
摇摇远援猿援员 鼓风炉炼锌生产工艺流程的叙述 …… (员源缘)
摇摇远援猿援圆 鼓风炉炼锌炉内发生的物理化学变化 …… (员源怨)
摇摇远援猿援猿 锌蒸气的冷凝 …… (员缘缘)
摇摇远援猿援源 炼锌鼓风炉及主要附属设备的结构 …… (员缘苑)
摇摇远援猿援缘 鼓风炉炼锌的正常操作及故障处理 …… (员远缘)
摇摇远援猿援远 鼓风炉炼锌的主要技术条件及其控制 …… (员远苑)
摇摇远援猿援苑 炼锌鼓风炉的产物 …… (员怨怨)
苑 竖罐炼锌 …… (员圆园)
苑援员 竖罐炼锌的基本原理 …… (员圆园)
摇摇苑援员援员 概述 …… (员圆园)
摇摇苑援员援圆 氧化锌还原反应和还原条件 …… (员圆园)
摇摇苑援员援猿 锌焙烧矿中其他组分在蒸馏过程中的行为 …… (员圆缘)
苑援圆 竖罐炼锌的工艺流程 …… (员圆源)
摇摇苑援圆援员 团矿的制备 …… (员圆源)
摇摇苑援圆援圆 团矿焦结 …… (员圆远)

摇摇苑圆源摇蒸馏与冷凝 …… (员怨苑)
苑圆缘摇竖罐蒸馏炉 …… (员怨愿)
摇摇苑圆缘员摇竖摇罐 …… (员怨愿)
摇摇苑圆缘圆摇燃烧室和换热室 …… (圆园园)
苑圆远摇锌蒸气的冷凝 …… (圆园园)
摇摇苑圆远员摇冷凝器 …… (圆园园)
摇摇苑圆远圆摇影响冷凝效率的因素 …… (圆园圆)
摇摇苑圆远源摇冷凝操作的要点 …… (圆园圆)
苑圆苑摇竖罐炼锌的主要操作及其技术条件控制 …… (圆园缘)
摇摇苑圆愿员摇加料与排料操作 …… (圆园缘)
摇摇苑圆愿圆摇下延部送风 …… (圆园源)
摇摇苑圆愿源摇罐内压力控制 …… (圆园源)
摇摇苑圆愿缘摇锌蒸气的冷凝与出锌 …… (圆园源)
摇摇苑圆愿苑摇开炉升温与停炉 …… (圆园源)
摇摇苑圆愿愿摇炉瘤的形成与处理方法 …… (圆园缘)
摇摇苑圆愿怨摇罐体损坏与热补 …… (圆园缘)
摇摇苑圆怨园摇罐壁积铁 …… (圆园远)
摇摇苑圆怨员摇冷凝系统的积灰和清扫 …… (圆园苑)
摇摇苑圆怨圆摇冷凝系统的压力控制 …… (圆园苑)
摇摇苑圆怨猿摇蒸馏炉的热工调整 …… (圆园苑)
摇摇苑圆怨源摇主要技术经济指标 …… (圆园苑)
愿摇电热法炼锌和电炉生产合金锌粉 …… (圆园愿)
愿员摇电阻炉炼锌 …… (圆园愿)
愿圆摇矿热电炉炼锌 …… (圆员员)
愿猿摇电炉生产合金锌粉 …… (圆员缘)
摇摇愿猿员摇关于电炉生产锌粉的概述 …… (圆员缘)
摇摇愿猿圆摇电炉锌粉生产的工艺流程 …… (圆员源)
摇摇愿猿猿摇对原料和主要辅助材料的质量要求 …… (圆员缘)
摇摇愿猿源摇电炉生产合金锌粉的主要技术经济指标 …… (圆员远)
怨摇粗锌精馏精炼 …… (圆员苑)
怨员摇粗锌精馏的目的 …… (圆员苑)
摇摇怨员员摇概摇述 …… (圆员苑)
摇摇怨员圆摇粗锌精馏的目的 …… (圆员愿)
怨圆摇精馏精炼的基本原理 …… (圆员愿)
摇摇怨圆员摇锌及其他金属的蒸气压与温度的关系 …… (圆员愿)
摇摇怨圆圆摇利用 在出原料锌 在出原料铁二元系相图分析粗锌精馏精炼过程 …… (圆圆园)
摇摇怨圆猿摇粗锌熔析精炼原理 …… (圆圆园)
怨猿摇精馏塔的构造 …… (圆圆园)

摇摇怨窑藻员摇塔本体 …… 缘员
摇摇怨窑藻圆摇燃烧室和换热室 …… 缘员
摇摇怨窑藻猿摇冷凝器 …… 缘圆
摇摇怨窑藻源摇熔化炉 …… 缘猿
摇摇怨窑藻缘摇加料器 …… 缘猿
摇摇怨窑藻远摇下延部 …… 缘源
摇摇怨窑藻苑摇熔析炉 …… 缘源
摇摇怨窑藻愿摇纯锌槽 …… 缘缘
怨窑藻摇锌精馏的正常操作和技术条件控制 …… 缘缘
摇摇怨窑藻员摇精馏工艺过程 …… 缘缘
摇摇怨窑藻圆摇锌精馏的正常操作及技术条件控制 …… 缘远
摇摇怨窑藻猿摇精馏炉的开炉和停炉操作 …… 缘苑

《重有色金属冶金工厂技术培训丛书》编委会

摇摇主摇任摇张兆祥

摇摇副主任摇（按姓氏笔画排序）

王一滔摇王洪江摇安摇本摇李沛兴摇何云辉摇吴吉孟
杨安国摇张伟健摇罗忠民摇林升叨摇贺家齐摇侯宝泉
葛启录

摇摇主摇编摇彭容秋

摇摇副主编摇任鸿九摇张训鹏

摇摇编摇委摇（按姓氏笔画排序）

马摇进摇于晓霞摇王一滔摇文丕忠摇王守彬摇王洪江
王彦坤摇王建铭摇王盛琪摇孔祥征摇龙运炳摇叶际宣
刘中华摇刘华文摇江晓武摇安摇本摇李沛兴摇李仲文
李维群摇李景峰摇朴东鹤摇孙中森摇任鸿九摇许永武
宋兴诚摇汪友元摇肖摇珲摇陈摇进摇陈摇莉摇陈忠和
何云辉摇何蔼平摇吴吉孟摇沈立俊摇余忠珠摇周摇俊
林升叨摇杨安国摇杨摇龙摇杨小琴摇张卫国摇张伟健
张顺应摇张训鹏摇张兆祥摇罗忠民摇宝国锋摇苗立强
姚素平摇赵文厚摇赵摇永摇贺家齐摇洪文灿摇胡耀琼
徐摇毅摇徐摇爽摇席摇斌摇高心魁摇侯宝泉摇贾建华
尉克俭摇黄太祥摇黄建国摇戚永明摇蒋龙福摇葛启录
舒毓璋摇彭容秋摇翟保金摇谭摇宁摇谭世雄摇潘恒礼

摇摇秘书长摇尉克俭摇陈摇莉

需要全本请访问 www.ertongbook.com

《重有色金属冶金工厂技术培训丛书》参编单位

中国有色工程设计研究总院
南昌有色金属设计研究院
中南大学
东北大学
昆明理工大学
江铜集团贵溪冶炼厂
大冶有色金属公司
云南铜业股份有限公司
金川集团有限公司
安徽铜都铜业股份有限公司金昌冶炼厂
深圳市中金岭南有色金属股份有限公司韶关冶炼厂
河南豫光金铅集团有限责任公司
云南驰宏锌锗股份有限公司
云南锡业集团有限责任公司
白银有色金属公司
祥云县飞龙实业有限责任公司
吉林吉恩镍业股份有限公司
水口山有色金属集团公司
烟台鹏晖铜业有限公司
柳州华锡集团有限责任公司
山西华铜铜业有限公司
葫芦岛有色金属集团有限公司
奥托昆普技术公司
营口青花集团有限公司
锦州长城耐火材料有限公司
中国·宣达实业集团有限公司
扬州市中兴硫酸设备厂
昆明市嘉和泵业有限公司
宜兴市宙斯泵业有限公司

序

进入21世纪，我国有色金属工业继续持续稳定地发展，十种有色金属年产量超过1000万吨，其中铜、镍、铅、锌、锡、锑等重有色金属的产量占一半以上，稳居世界第一，重有色金属冶炼企业在不断对现有工艺进行技术改造、挖潜增效、节能降耗、强化管理的同时，广泛采用闪速熔炼及顶吹、底吹、侧吹类的熔池熔炼，热酸浸出，深度净化，氧压酸浸，湿法炼铜，永久阴极电解等新工艺、新技术、新设备逐渐取代能耗高、污染大、效益差的落后工艺，有色金属工业面貌焕然一新。

我国有色金属工业的发展，竞争与机遇并存。我们应清醒地看到，我国的人均有色金属量占有率仍然很低，除了资源严重短缺外，在核心技术创新方面，在管理模式、管理水平、经营理念、总体装备水平、劳动生产力、自动化程度、资源有效利用、职工素质等多方面与世界有色金属强国相比，还存在很大的差距。我们必须百尺竿头，继续奋斗，不断增强我国有色金属工业的国际竞争能力。

国家综合实力的竞争归根结底是人才的竞争，发展有色金属工业迫切需要提高企业职工的整体素质。近年来，我国有关方面相继启动了“国家高技能人才培训工程”，目的在于培养千百万具有一定专业理论知识、动手能力强、技术娴熟的技能型人才。为满足工厂职工教育和培训的需要，中国有色金属学会重有色金属冶金学术委员会组织一批教授、专家和资深技术人员编写了《重有色金属冶金工厂技术培训丛书》，经过近一年的努力，现在终于可将这套丛书奉献给广大读者了。为了编好这套丛书，全国各重有色金属冶炼工厂都竭尽全力给予了极大的支持，在此，我代表中国有色金属学会重有色金属冶金学术委员会向为编写这套丛书作出辛勤劳动的教授、专家及广大企业领导及工程技术人员致以衷心的感谢！我们相信，这套丛书的出版发行，必将为我国重有色金属冶炼企业技术工人综合素质的提高，促进我国重有色金属工业的发展起着重要的作用，并为增强我国国民经济综合实力作出重要贡献。

中国有色金属学会重金属冶金学术委员会主任委员
中国有色工程设计研究总院院长

2004年5月

员摇锌冶金的一般知识

员援员摇锌的性质和用途

锌是一种银白色金属，断面具有金属光泽，在室温下呈脆性，但在 员园园~ 员缘园益下其延展性良好。

锌属于重金属，原子序数为 猿园，原子量为 远缘援猿怨，园园益时的密度为 苑援缘缘缘，熔点 源员怨援猿益。由于锌熔点低，液态流动性好，在压力浇铸时能充满模内很精细的地方，所以它常作为精密铸件的原料。

液态金属锌的沸点比较低，为 怨园缘益。液态锌的蒸气压随温度升高而迅速增加。在不同温度下锌的蒸气压如下：

温度 辕益	源园园	缘园园	苑园园	怨园园	怨缘园
蒸气压 辕毫米汞柱	员援员缘	员援怨	苑援园	员园援缘	员缘援苑

摇摇在火法炼锌中，氧化锌用碳还原的反应必须在 员园园园益以上的温度进行，冶炼生成挥发的锌蒸气只有通过冷凝才能得到金属锌。

锌在 源园园益时开始与硫发生反应，而与氧反应在 缘园园益时便开始了。锌对氧的亲和力比较大，硫化锌在空气中加热氧化生成稳定的氧化锌。氧化锌既能在高温下被碳还原，又能很好地溶解于稀硫酸溶液中，因此硫化锌的氧化焙烧对于火法炼锌和湿法炼锌都是重要的冶炼前预处理过程。

锌是比较活泼的重金属，室温下在干燥的空气中不起变化，但在潮湿而含有 悦韵圆 的大气中，锌的表面会逐渐氧化生成灰白色致密的碱式碳酸锌 [在灶韵猿 · 猿在灶(韵贼)圆] 薄膜层，阻止锌继续氧化。更为重要的是锌的电位较铁负，通过电化作用锌能代替铁被腐蚀，所以锌被大量用于镀覆钢铁材料以防腐蚀。随着汽车工业和建筑业对镀锌钢材的需求不断增长，镀锌材料已经成为锌的一项主要消费。

锌是负电性金属，标准电位为 原员援园猿缘伏；又由于锌价廉易得，在化学电源中锌是应用最多的一种负极材料，如锌 原二氧化锰干电池、锌 原空气电池、锌 原银蓄电池等。

锌能和多种金属形成合金，其中最主要的是锌与铜形成的黄铜，广泛应用于机械制造业；锌与铝、镁、铜等组成的压铸合金，可用于制造各种精密铸件。

锌是现代生活中必不可少的金属。表 员原员总结了锌的不同性能及其应用。员怨怨缘年世界主要产锌国家的锌锭产量为 怨苑援缘万员千吨，主要锌消费国的消费量为 怨园援缘万员千吨。表 员原圆列出了西方主要锌消费国的消费构成。

表 员原员摇锌的性能及其应用

性摇能	最初使用	最终使用
摇属负电性金属；抗腐蚀性能良好，保护钢材免受腐蚀	摇热镀锌、电镀锌，喷镀锌，锌粉涂层，粉镀锌	摇建筑物，电力输配能源，家具，农用机械、汽车和交通工具
摇熔点较低，熔体流动性好，易于压铸成型	压铸和重力铸造	摇汽车，家用设备，机械器件，玩具、工具等
摇系合金元素，易与其他金属形成不同性能的多种合金	摇黄铜（铜原锌合金），铝合金，镁合金	摇建筑物，汽车，各种机械装置的零部件，电子元件等
成型性和抗腐蚀性好	轧制锌	建筑物
电化学性能	摇电池：锌原二氧化锰电池，锌原空气电池，锌原银蓄电池	摇汽车等交通运输工具，计算机，医用设备，家用电器
形成多种化合物	氧化锌，硬脂肪酸锌	摇橡胶，轮胎，颜料，陶瓷釉料，静电复印纸
	硫化锌	颜料，荧光材料
	硫酸锌	摇食品工业，动物饲料，木材,肥料，制革，医药，纸浆，电镀
	氧化锌	医药，染料，焊料，化妆品

表 员原圆摇员怨怨员年发达国家锌消费构成（豫）

消费形式	法国	德国	意大利	英国	日本	美国	澳大利亚
镀摇锌	源缓藻	圆愿苑	圆缓苑	源缓怨	远缓藻	缘缓远	苑缓藻
压铸合金	怨愿	远苑	员远园	圆缓远	怨园	员缓源	远源
黄铜、青铜	员缓怨	圆缓园	缘缓圆	员远园	员缓缘	员愿	苑藻
轧制锌材	圆缓愿	圆缓苑	猿园	员源	员源	园	缓缘
锌氧化物	愿园	愿远	缘愿	怨园	员缓圆	园	远藻
其他	员苑	缓藻	缓藻	远怨	圆远	员圆	员圆

我国 圆园园员年的锌产量为 圆园缘佣员园源 t，居世界首位；消费量为 员苑缘佣员园源 t，我国是世界上锌锭出口的主要国家之一。

员圆摇锌的矿物资源和炼锌原料

锌在自然界多以硫化物状态存在，主要矿物是闪锌矿（ZnS），但这种硫化矿的形成过程中有 Fe、Cd、In、Ga、Ge、Tl、Co、Mn 等元素以类质同象混入，形成固溶体，称为铁闪锌矿（(Zn,Fe)S）。含铁高的闪锌矿会使提取冶金过程复杂化。硫化矿床的地表部位还常有一部分被氧化的氧化矿，如菱锌矿（$ZnCO_3$）、硅锌矿（Zn_2SiO_4）、异极矿（$Zn_4Si_2O_7(OH)_2 \cdot H_2O$）等。

锌资源的特点是铅锌共生。世界上极少发现单独的铅矿和锌矿。闪锌矿与方铅矿（PbS）

在天然矿床中常常紧密共生。

据 员怨愿员年美国地调局统计，世界已查明的锌资源量约为 员怨伊员园园赋 世界锌储量为 员愿伊员园赋 储量基础为 源愿伊员园赋 如表 员原猿所列。

表 员原猿摇员怨愿员年世界锌储量和储量基础（伊员园赋

国摇家	储摇量	储量基础	国摇家	储摇量	储量基础
澳大利亚	猿园园	怨园园	秘摇鲁	苑园	员园园
中摇国	猿缘园	愿园园	墨西哥	远园	愿园
美摇国	圆愿园	愿园园	其他国家	苑园园	员缘园园
加拿大	员愿园	猿园园	世界总计	员员园园	源园园园

我国是铅锌资源较丰富的国家之一，已探明的铅锌储量 员愿员亿 赋约占目前全世界已探明的铅锌储量的四分之一，居世界首位，其中铅储量 猿缘园万 赋锌储量 愿源园万 赋铅锌平均品位 源豫，锌铅比 圆∶员

我国的铅锌资源分布广泛，遍及全国各省（区），相对集中在南岭、川滇、滇西（兰坪）、秦岭及狼山 原阿尔泰等五大地区。目前已探明的储量主要集中在云南、广东、内蒙古、江西、湖南和甘肃等六省（区）。各大区储量见表 员原源

表 员原源摇中国铅锌资源各大区分布比例（豫）

全摇国	中摇南	西摇南	西摇北	华摇北	华摇东	东摇北
员园园	圆愿	圆园苑	员缘猿	员愿员	员源	源员

我国铅锌资源的特点是多金属硫化物共生矿床多，矿石类型复杂，较难分选，成分复杂，但伴生矿综合利用价值高。我国的铅锌矿是镉、铟、银等金属的主要矿源，也是硫、铋、锗、钍、碲等元素和金属的重要来源。

铅锌矿的开采分露天开采和地下开采两种。由于金属品位不高，铅锌共生，并含有大量脉石和其他杂质金属，矿石需先经过选矿。通常采用浮选法优先选出锌精矿，副产铅精矿和硫精矿。我国某些大型铅锌矿产出的锌精矿成分实例如表 员原缘所示。

表 员原缘摇锌精矿成分实例（豫）

精矿来源	在灶	孕遭	杂	云藻	忧怎	忧凿	粤泽	杂遭	杂蚤圆	粤异(早赋
湖南某矿山	源缘愿猿	员园怨愿	猿缘缘猿	员缘园员	员园苑源	员园员园	约员园员园	员园员员	员愿缘园	愿园
黑龙江某矿山	缘愿猿源	员园愿愿	猿缘缘猿	员愿源愿	员园员园	员园员园	员园员源	员园员园	员园缘园	愿缘
广东某矿山	缘愿怨园	员愿源园	猿缘园怨	苑园缘	员园员园	员园员源	约员园员园	员园员员	猿缘愿愿	员愿园
甘肃某矿山	缘缘员园	员愿园怨	猿缘猿缘	源缘源园	员园员源	员园员园	员园员员	员园员员	猿缘缘缘	猿猿

硫化锌精矿是生产锌的主要原料，成分一般为：锌 源缘豫～远园豫，铁 缘豫～员缘豫，硫的含量变化不大，为 猿园豫～猿猿豫。可见，锌精矿的主要组分为 在灶、云藻和 杂 三者共占总重的 怨园豫左

右。从经济价值来考虑处理锌精矿的目的，首先应该回收锌和硫，因为两者加起来占精矿总量的 [illegible] 左右。从冶炼过程和回收率来考虑，铁是最主要的杂质金属，采用的冶炼工艺流程要有利于原料中的锌铁分离，相近的化学性质决定了它们在冶金过程中的行为相似，应使铁全部进入熔炼渣或湿法冶金浸出后的铁渣中，且渣量要少，分离性能要好，从而减少随渣带走的金属损失。

硫化锌精矿的粒度细小，[illegible] 以上小于 [illegible]，堆密度为 [illegible]。在选用精矿氧化焙烧脱硫设备时，应当充分利用精矿粒度小、表面积大、活性高、硫化物本身也是一种“燃料”的特点，使硫化锌能迅速氧化生成氧化锌，又能充分利用精矿的自身的能量。可见，工业生产上普遍采用流态化焙烧处理锌精矿是合理的。

[illegible] 锌的生产方法

现代冶金锌的生产方法分为火法和湿法两大类。

[illegible] 火法炼锌

火法炼锌首先将锌精矿进行氧化焙烧或烧结焙烧，使精矿中的 [illegible] 变为 [illegible]，以便为碳质还原剂所还原。由于锌的沸点较低，在高于其沸点温度下还原出来的锌将呈蒸气状态从炉料中挥发出来，这样，锌便与炉料中其他组分分离。锌蒸气随炉气一道进入冷凝器，在冷凝器内冷凝成液体锌。与锌一道呈蒸气状态进入气相的还有其他易挥发的杂质金属，如镉和铅，这些元素会影响锌的纯度，须将冷凝所得的粗锌进行精炼。火法炼锌的精炼方法是利用锌和杂质金属的沸点不同，采用蒸馏的方法来提纯的，称为锌精馏。将精馏锌浇铸成锭，得到纯度在 [illegible] 以上的精锌。火法炼锌的一般原则工艺流程如图 [illegible]。

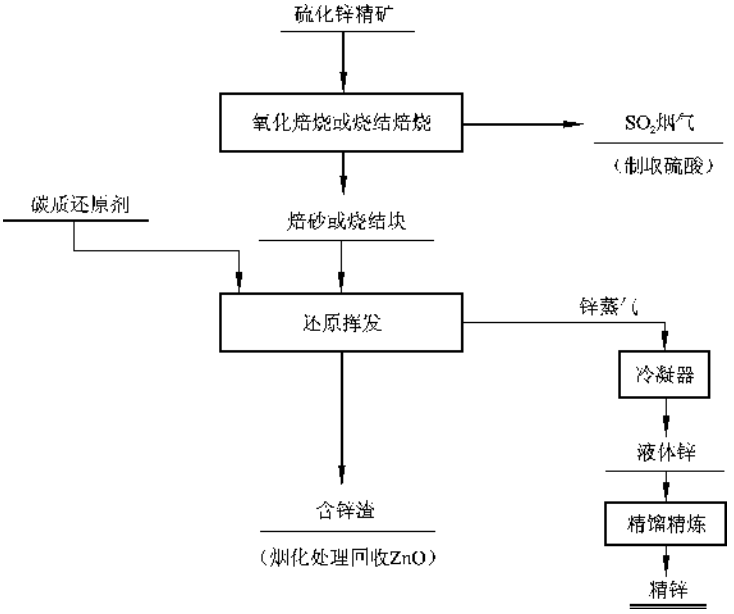


图 [illegible] 火法炼锌原则流程

需要全本请访问 www.ertongbook.com