重有色金属冶金工厂技术培训丛书

铅 冶 金

重金属冶金学委会摇编

中南大学出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

内容提要

本书内容，以烧结焙烧—鼓风炉熔炼—粗铅精炼生产工艺为主，叙述了各生产过程的基本原理、生产设备和工艺技术条件与操作。炼铅炉渣的烟化处理和再生铅的生产对综合利用、资源再生和环境保护显得日益重要，均辟专章介绍。硫化铅精矿的直接熔炼在工业生产中已显示了很大的优越性，作了详细的系统总结。

本书内容丰富，编写简明，供铅冶金工厂职工作技术培训教材用，也可供铅冶金生产、科技人员参考。

编者的话

为了适应铅冶金技术发展新形势的需要，培养大批既能动脑又能动手，具有较高的知识层次，较强的创新能力的新型人材，是一项迫切的任务。为此编写了这套冶金工厂职工技术培训教材。

本书的主要内容来自各厂的生产实践，并综合了近年来铅冶金技术的新成就，对烧结焙烧—鼓风炉熔炼和粗铅精炼的传统工艺流程，分章详细介绍了每个过程的基本原理、生产设备和工艺技术条件。硫化铅精矿的直接熔炼是现代先进的炼铅方法，其中有些方法国内已有多家工厂采用，结合国外这方面的资料，本书作了系统的总结，并辟专门章节介绍。再生铅的产量在一些国家已超过矿铅产量，以处理废蓄电池为主的再生铅冶炼方法诸多，本书也简要地一一作了叙述。

《铅冶金》职工技术培训教材，内容全面，可以满足我国铅冶金工厂广大职工提高生产技术水平的要求，也可供冶金专业科技人员参考。

在本书的编写过程中，得到有关工厂的大力支持，在此深表谢意。由于参编人员水平有限，书中内容肯定有不少缺点与错误，欢迎批评指正，竭诚感激。

编摇者

[illegible]年 [illegible]月

《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候宝泉
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候宝泉摇贾建华
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

《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
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
吉林吉恩镍业集团股份有限公司
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

需要全本请访问 www.ertongbook.com

参加《铅冶金》分册编写人员

张训鹏摇摇彭容秋摇任鸿九摇张顺应
周中元摇摇苗立强摇何立新摇杨摇明
欧阳洪川摇高富娥摇李摇泽摇王永仁
李摇钢摇摇肖建强摇尹荣花摇阳耀紫
赵摇波摇摇李冬元摇贾著红摇郭摇辉
李志国摇摇薛革文摇刘摇虔摇王建铭
龙运炳摇摇陈学兴摇贾建华

序

进入 [illegible] 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 [illegible] 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，[illegible] 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

[illegible] 年 [illegible] 月

目摇录

员摇铅冶金的一般知识 …… (员

员援员 铅及其主要化合物的性质 …… (员
员援圆 摇铅的性质 …… (员
员援猿 主要铅化合物的性质 …… (圆
员援源 铅的生产与消费 …… (猿
员援缘 铅冶金的原料 …… (源
员援缘援员 矿物原料 …… (源
员援缘援圆 再生铅原料 …… (远
员援远 铅冶金方法 …… (苑
员援远援员 烧结焙烧—鼓风炉还原熔炼 …… (苑
员援远援圆 硫化铅精矿直接熔炼 …… (苑

圆摇硫化铅精矿的烧结焙烧 …… (员园

圆援员 硫化铅精矿烧结焙烧的目的 …… (员园
圆援圆 烧结焙烧的脱硫率 …… (员园
圆援猿 烧结块的质量要求 …… (员园
圆援源 硫化铅精矿烧结焙烧的化学反应 …… (员员
圆援源援员 硫化铅的氧化反应 …… (员员
圆援源援圆 精矿和熔剂中的造渣组分的行为 …… (员猿
圆援源援猿 杂质金属硫化物和贵金属的行为 …… (员源
圆援缘 烧结焙烧炉料的准备 …… (员远
圆援缘援员 对炉料化学成分的要求 …… (员远
圆援缘援圆 烧结配料原则及配料计算 …… (员苑
圆援缘援猿 炉料组成及配料 …… (员愿
圆援缘援源 炉料的混合与制粒 …… (圆员
圆援远 铅烧结焙烧的生产实践 …… (圆源
圆援远援员 带式烧结机及其附属设备 …… (圆源
圆援远援圆 烧结机的正常操作及故障处理 …… (圆缘
圆援远援猿 烧结机的供风排气 …… (圆苑
圆援远援源 烧结块的冷却与破碎 …… (圆愿
圆援苑 铅烧结焙烧的技术经济指标 …… (猿园

猿摇铅烧结块的鼓风炉熔炼 …… (猿员

猿援员 概述 …… (猿员

猿员摇铅鼓风炉熔炼的炉料组成及对炉料的要求 …… 猿缘
摇摇猿员援员摇烧结块的化学成分和物理性能 …… 猿缘
摇摇猿员援圆摇焦炭质量 …… 猿源
摇摇猿员援猿摇辅助物料 …… 猿源
猿员援圆摇铅鼓风炉还原熔炼的基本原理 …… 猿源
摇摇猿员援圆援员摇炉内料层沿不同高度所起的物理化学变化 …… 猿源
摇摇猿员援圆援圆摇焦炭的燃烧反应 …… 猿怨
摇摇猿员援圆援猿摇铅鼓风炉内金属氧化物的还原反应 …… 猿苑
摇摇猿员援猿援员摇炼铅炉渣的组成和性质 …… 缘园
猿员援猿摇铅鼓风炉熔炼产物 …… 缘园
摇摇猿员援猿援员摇粗铅 …… 缘园
摇摇猿员援猿援圆摇铅锍 …… 缘园
摇摇猿员援猿援猿摇黄渣 …… 缘园
猿员援源摇炼铅鼓风炉 …… 缘员
摇摇猿员援源援员摇铅鼓风炉的类型 …… 缘员
摇摇猿员援源援圆摇普通鼓风炉的结构 …… 缘源
猿员援缘摇电热前床 …… 缘苑
猿员援远摇铅鼓风炉熔炼的正常操作与故障处理 …… 缘愿
摇摇猿员援远援员摇开炉 …… 缘愿
摇摇猿员援远援圆摇正常作业 …… 缘怨
摇摇猿员援远援猿摇常见故障及其处理 …… 缘苑
摇摇猿员援远援源摇停炉 …… 缘苑
猿员援愿摇铅鼓风炉的供风与焦炭燃烧 …… 缘苑
摇摇猿员援愿援员摇焦炭燃烧反应的合理控制 …… 缘苑
摇摇猿员援愿援圆摇焦炭燃烧与炉内还原气氛的控制 …… 缘苑
摇摇猿员援愿援猿摇焦炭燃烧强度与鼓风炉生产率的关系 …… 缘苑
摇摇猿员援愿援源摇热风熔炼与富氧熔炼 …… 缘愿
猿员援怨摇鼓风炉炼铅的主要技术条件及其控制 …… 远员
摇摇猿员援怨援员摇鼓风炉炼铅的主要技术条件 …… 远员
摇摇猿员援怨援圆摇鼓风炉炼铅的主要技术经济指标 …… 远苑

源摇硫化铅精矿的直接熔炼 …… 远源

源援员摇概摇述 …… 远源
源援圆摇硫化铅精矿直接熔炼的基本原理和方法 …… 远苑
摇摇源援圆援员摇直接熔炼的基本原理 …… 远苑
摇摇源援圆援圆摇直接炼铅的方法 …… 远苑
源援猿摇基夫赛特法炼铅 …… 远愿
源援源摇氧气底吹炼铅法 …… 苑员
摇摇源援源援员摇概况 …… 苑员

摇摇源灏灏摇水口山法 …… (猿缘)
源灏摇富氧顶吹炼铅法 …… (猿苑)
摇摇源灏灏摇概述 …… (猿苑)
摇摇源灏灏摇艾萨法 …… (猿愿)
摇摇源灏灏摇奥斯麦特法 …… (愿猿)
源灏摇倾斜式旋转转炉法 …… (愿缘)

缘摇炼铅炉渣及其烟化处理 …… (愿苑)

缘灏摇炼铅炉渣的化学组成 …… (愿苑)
缘灏摇炉渣烟化处理的基本原理 …… (愿怨)
缘灏摇烟化炉处理铅炉渣的影响因素 …… (怨员)
缘灏摇炉渣烟化的主要设备 …… (怨源)
摇摇缘灏灏摇炉渣烟化炉 …… (怨源)
摇摇缘灏灏摇烟化炉—余热锅炉一体化结构 …… (怨远)
摇摇缘灏灏摇烟化炉的配套设施 …… (怨苑)
缘灏摇烟化炉吹炼的生产实践 …… (怨愿)
摇摇缘灏灏摇炉渣烟化的原料和燃料 …… (怨愿)
摇摇缘灏灏摇炉渣烟化的产物 …… (怨愿)
摇摇缘灏灏摇烟化炉吹炼的操作 …… (怨怨)
摇摇缘灏灏摇烟化炉生产常见的故障和处理方法 …… (员园园)
摇摇缘灏灏摇烟化炉生产的主要技术经济指标 …… (员园园)

远摇粗铅精炼 …… (员园园)

远灏摇概摇述 …… (员园园)
远灏摇粗铅的火法精炼 …… (员园苑)
摇摇远灏灏摇粗铅火法精炼的工艺流程 …… (员园苑)
摇摇远灏灏摇粗铅除铜 …… (员园苑)
摇摇远灏灏摇粗铅除砷锑锡 …… (员园园)
摇摇远灏灏摇粗铅除银 …… (员员员)
摇摇远灏灏摇粗铅除锌 …… (员员源)
摇摇远灏灏摇粗铅除铋 …… (员员缘)
远灏摇粗铅的电解精炼 …… (员员苑)
摇摇远灏灏摇概述 …… (员员苑)
摇摇远灏灏摇电解冶金的电化学依据 …… (员员愿)
摇摇远灏灏摇杂质在电解过程中的行为 …… (员圆苑)
摇摇远灏灏摇铅电解技术条件及其控制 …… (员猿园)
摇摇远灏灏摇铅电解车间的主要设备及其布置 …… (员猿愿)
摇摇远灏灏摇铅电解精炼的主要操作 …… (员源员)
摇摇远灏灏摇铅电解的主要技术经济指标 …… (员源源)

苑摇从废铅蓄电池生产再生铅 …… (员燥)

苑援员摇废铅蓄电池的预处理 …… (员燥)
苑援员援员摇自生重介质分选法 …… (员燥)
苑援员援圆摇水力分选法 …… (员园)
苑援圆摇废铅蓄电池的反射炉熔炼 …… (员员)
苑援猿摇废铅蓄电池的鼓风炉熔炼 …… (员猿)
苑援源摇用 杂用鼓风炉处理废铅蓄电池 …… (员源)
苑援缘摇用反射炉—鼓风炉联合流程处理废铅蓄电池 …… (员缘)
苑援远摇废铅蓄电池的电炉熔炼 …… (员远)
苑援苑摇废铅蓄电池的短回转窑熔炼 …… (员愿)
苑援愿摇用直接炼铅的方法处理废铅蓄电池 …… (员怨)
苑援怨摇湿法冶金方法处理废铅蓄电池 …… (员怨)
摇摇苑援怨援员摇铅膏的湿法转化 …… (员怨)
摇摇苑援怨援圆摇电解精炼—电解沉积湿法处理废铅蓄电池 …… (员怨)

需要全本请访问 www.ertongbook.com

员摇铅冶金的一般知识

员援员 摇铅及其主要化合物的性质

员援员援员 摇铅的性质

员援员援员援员 摇物理性质

金属铅结晶属于等轴晶系，其物理性质方面的特点为硬度小、密度大、熔点低、沸点高、展性好、延性差、对电与热的传导性能差、高温下容易挥发、在液态下流动性大。这些性质如表员原员所示。

表 员原员摇铅的主要物理性质

项目	原子量	密度(圆园益)	熔点	沸点	比电阻(圆园~源园益)	导热系数(员园园益)	硬度(莫氏)	熔化潜热	平均热容(原园~员园园益)	气化潜热	表面张力(猿园园益)	粘度(猿园园益)
单位		早糟/糙猿	益	益	μΩ·糟圆	为卡/(糟·秒·℃)		为卡/早	为卡/(早·益)	为卡/早	牛/糟	牛·秒/糟圆
数量	圆园苑援愿怨	员员援猿源猿	猿圆苑援愿	员猿缘援缘	圆园援怨园愿	员援猿缘怨	员援缘	圆园援怨苑	员援员猿缘缘	愿援园	源援源	员援苑怨缘

铅的蒸气压与温度的关系如下：

温度(益)	还园园	苑园园	愿园园	怨园园	员园园园	员员园园	员猿园园	员缘园园	员猿缘园
蒸气压(噪帕)	员援猿×员园原	员援缘×员园猿	员援缘×员园圆	员援缘×员园员	员援缘	还援苑	员猿援缘	猿援缘	员园援缘

摇摇可见在高温下铅的挥发程度很大，所以在火法炼铅过程中容易导致铅的挥发损失和环境污染，炼铅厂必须设置完善的收尘设备。

员援员援员援圆 摇化学性质

铅在完全干燥的常温空气中或在不含空气的水中，不发生任何化学变化；但在潮湿和含有悔圆的空气中，则失去光泽而变成暗灰色，其表面被 孕遭圆薄膜所覆盖，此膜慢慢地转变成碱性碳酸铅 猿孕遭·孕遭(皂匀)圆。

铅在空气中加热熔化时，最初氧化成 孕遭，温度升高时则氧化为 孕遭，继续加热到 猿园园~源园园益形成的 孕遭氧化为 孕遭，在 源园园~源圆园益的温度范围内，则形成 孕遭(即 圆孕遭·孕遭)，俗称铅丹）。无论是 孕遭或 孕遭在高温下都会离解生成 孕遭，因此 孕遭是高温下惟一稳定的氧化物。

悔圆对铅的作用不大，浸没在水中（无空气）的铅很少腐蚀。

铅易溶于硝酸（匀晕猿）、硼氟酸（匀月云）、硅氟酸（匀圆杂云）、醋酸（悔匀猿悔匀）及 粤晕猿等；盐酸与硫酸仅在常温下与铅的表面起作用而形成几乎是不溶解的 孕遭匀和 孕遭猿的表面膜。可见，以工业上常用的“三酸”作为溶剂，都不太适宜用于湿法炼铅和粗金属铅的水溶液电解

精炼，因为尽管硫酸、盐酸价廉易得，但生成的 [illegible]、[illegible]在水溶液中溶解度小；而与硝酸形成的 [illegible]在水溶液中不太稳定，容易生成挥发性的氧化氮。这就是湿法炼铅工业化规模生产的困难所在，也是粗铅电解精炼不得不采用较昂贵的 [illegible]作电解质的缘故。

铅是放射性元素铀、钷和钍分裂的最后产物，可吸收放射性线，且具有抵抗放射性物质透过的性能。

[illegible]主要铅化合物的性质

[illegible]硫化铅

硫化铅（[illegible]）在自然界呈方铅矿存在，色黑（结晶状态呈灰色），具有金属光泽。[illegible]含 [illegible]愿[illegible]，密度 [illegible]~[illegible]，熔点 [illegible]益，熔化后流动性很大，可透过粘土质材料而不起侵蚀作用，易渗入砖缝。

[illegible]在 [illegible]益时已开始挥发，其蒸气压与温度的关系如下：

摇温度（益）摇摇[illegible]摇[illegible]摇[illegible]摇[illegible]摇[illegible]摇[illegible]摇[illegible]摇[illegible]

摇蒸气压（喘[illegible]）[illegible]蒸[illegible]圆[illegible]苑[illegible]蒸[illegible]怨[illegible]蒸[illegible]圆[illegible]苑[illegible]蒸[illegible]

[illegible]的离解压很小，[illegible]益时仅为 [illegible]。但 [illegible]中的 [illegible]可被对硫亲和力大的金属所置换，如温度高于 [illegible]益时，铁可置换 [illegible]中的铅（[illegible]）。这就是炼铅常见的“沉淀反应”。

[illegible]可与 [illegible]等金属硫化物形成锍，[illegible]对 [illegible]可起分解作用（[illegible]）；在还原气氛下，可发生下列反应：[illegible]（[illegible]）。当炉料中存在大量 [illegible]时，会降低铅的回收率，因为 [illegible]将与 [illegible]形成稳定的 [illegible]。

在铅的熔点附近，[illegible]不溶于铅中，随着温度的升高，[illegible]在铅中的溶解度增加。到 [illegible]益时，[illegible]与 [illegible]的熔合体分为两层，上层含 [illegible]愿[illegible]，[illegible][illegible]；下层含 [illegible]愿[illegible]，[illegible]愿[illegible]。当冷却时 [illegible]以纯净的结晶体从 [illegible]熔合体中析出，这是鼓风炉熔炼中炉结形成的原因之一。

[illegible]溶解于 [illegible]及 [illegible]的水溶液中，所以 [illegible]和 [illegible]均可用来作为方铅矿的浸出剂。

[illegible]几乎不与 [illegible]和 [illegible]发生作用。[illegible]在空气中加热时生成 [illegible]和 [illegible]，其开始氧化温度为 [illegible]~[illegible]益。

[illegible]氧化铅

氧化铅（[illegible]）又名密陀僧，熔点 [illegible]益，沸点 [illegible]益，有两种同素异形体：属于正方晶系的红密陀僧和斜方晶系的黄密陀僧。熔化的密陀僧急冷时呈黄色，缓冷时呈红色，前者在高温下稳定，两者的相变点为 [illegible]~[illegible]益。

[illegible]在不同温度下的平衡蒸气压如下：

摇温度（益）摇摇[illegible]摇[illegible]摇[illegible]摇[illegible]摇[illegible]摇[illegible]摇[illegible]摇[illegible]

摇蒸气压（喘[illegible]）[illegible]蒸[illegible]苑[illegible]蒸[illegible]怨[illegible]蒸[illegible]圆[illegible]苑[illegible]蒸[illegible]

[illegible]是强氧化剂，能氧化 [illegible]和 [illegible]等。

[illegible]是两性氧化物，既可与 [illegible]结合成硅酸盐或铁酸盐；也可与 [illegible]等形成铅酸盐（如 [illegible]）；还可与 [illegible]结合成铝酸盐。[illegible]对硅砖和粘土砖的侵

蚀作用很强烈。所有的铅酸盐都不稳定,在高温下离解并放出氧气。

孕遭韵是良好的助熔剂,它可与许多金属氧化物形成易熔的共晶体或化合物。在 孕遭韵过剩情况下,难熔的金属氧化物即使不形成化合物也会变成易熔物。此种作用在炼铅过程中具有重要意义。

孕遭韵属于难离解的稳定化合物,但容易被 悦和 悟韵所还原。

猿圆摇硫酸铅

硫酸铅 (孕遭韵源) 的密度为 远圆援缘猿~远猿援缘源,熔点为 员苑缘缘益。

孕遭韵源是比较稳定的化合物,开始分解的温度为 愿缘园益,而激烈分解的温度为 怨圆缘益。孕遭杂在悟和 悦圆杂等的存在可促进 孕遭韵源的分解,促使其开始分解温度降低。例如 孕遭韵源垣孕遭杂系中,反应开始温度为 远缘园益。孕遭韵源和 孕遭韵均能与 孕遭杂发生相互反应生成金属铅,是硫化铅精矿直接熔炼的反应之一。

源圆摇氯化铅

氯化铅 (孕遭悟圆) 为白色,其熔点为 源愿缘益,沸点为 怨怨园益,密度为 缘援怨~缘援猿。孕遭悟圆在水溶液中的溶解度甚小,圆缘益时为 员援园豫,员园园益时才为 猿援缘豫。但 孕遭悟圆溶解于碱金属和碱土金属的氯化物 (如 曝悟圆等) 水溶液中。孕遭悟圆在 曝悟圆水溶液中的溶解度随温度和 曝悟圆浓度的提高而增大,当有 悦悟圆存在时,其溶解度更大。例如,在 缘园益下 曝悟圆饱和溶液中铅的最大溶解度为 源援缘蕴;当有 悦悟圆存在下的 曝悟圆饱和溶液加热至 员园园益时,则铅的溶解度可达 员园~员员蕴

员援圆摇铅的生产与消费

近几年世界精铅产量基本保持在 远园园~远缘园万吨左右。随着一些西方国家铅冶炼厂迫于日趋严格的环保法规和受生产成本费用的限制而关停,相对说来,我国的铅冶炼发展较快,圆园园缘年的精铅产量达到 员源园万吨,跃居世界第一位,从而弥补了西方国家的减产。世界主要产铅国近年来的精铅产量如表 员原圆

表 员原圆摇世界主要精铅生产国产量 (员园万吨)

项摇摇目	员怨怨缘	圆园园园	圆园园缘	圆园园远	圆园园苑
世界精铅产量	远圆援远	远缘援源	远缘援园	远远援苑	远缘援远
其中 :中国	怨援愿	员远援园	员苑援园	员愿援源	员怨
摇摇美国	员员援苑	员员援苑	员源援远	员源援愿	员源援愿
摇摇英国	猿援远	猿援愿	猿援远	猿援愿	猿援愿
摇摇摇摇澳大利亚	远援员	远援怨	远援员	猿援远	猿援源
摇摇法国	远援苑	远援远	远援园	远援苑	员援员
摇摇日本	远援苑	猿援远	猿援远	远援远	远援远
摇摇摇摇加拿大	远援远	远援源	远援员	远援员	远援远

铅主要用于制造合金，按照性能和用途铅合金可分为：耐蚀合金，用于蓄电池栅板、电缆护套、化工设备及管道等；焊料合金用于电子工业、高温焊料、电解槽耐蚀件等；电池合金用于生产干电池；轴承合金用于各种轴承生产；模具合金用于塑料及机械工业用模型。用作颜料的铅化合物有铅白、铅丹、铅黄及密陀僧；盐基性硫酸铅、磷酸铅和硬脂酸铅用作聚氯乙烯的稳定剂。另外，铅对 载射线及 γ 射线具有良好的吸收能力，广泛用作 载光机和原子能装置的防护材料。目前，国内外正研究将铅应用于电动汽车和电动自行车（动力电池）、重力水准测量装置、核废料包装物、氡气防护屏、微电子和超导材料，有的已进入实用阶段。

在上述诸用途中，铅酸动力电池近年来发展迅猛，用于铅酸蓄电池的铅占全部铅消费的苑豫以上，其次是衬里和电缆护套，还有颜料和化工产品。表 员原猿为 圆园园园年世界主要铅消费国家的铅消费结构。预计今后 员园年蓄电池用铅要达到 愿园豫以上。

表 员原猿 圆园园园年世界铅消费构成（豫）

铅的用途	蓄电池	轧制和挤压产品	合金	子弹头	颜料	汽油添加剂	其他
消费比例	苑源	远	猿	圆	怨	缘	员

近几年世界铅消费总量如下：

年份 圆园园园 圆园园员 圆园园圆 圆园园猿 圆园园源 圆园园缘

消费量 员园园怨园 员园园愿园 员园园苑园 员园园缘园 员园园远园

员、铅冶金的原料

员.员 铅矿物原料

员.员.员 主要的铅矿物、矿石及精矿

铅矿石是由含铅矿物、共生矿物和脉石所组成，它是炼铅的主要原料。铅矿石分为硫化矿和氧化矿两大类。分布最广的是硫化矿（方铅矿 孕遭杂，属原生矿，也是炼铅的主要矿石，多与辉银矿（粤早杂、闪锌矿（在造杂共生。含银高者称银铅矿，含锌高者称铅锌矿。此外，共生矿物还有黄铁矿 云藻杂、黄铜矿 悦怎云藻杂、辉铋矿 月阅杂和其他硫化矿物。脉石成分有石灰石、石英石、重晶石等。矿石中还含有 孕遭、悦凿、粤泽及少量 阴此、栽蚤、锑等元素。

氧化铅矿主要由白铅矿（孕遭悦韵猿）和铅矾（孕遭杂韵源）组成，属次生矿，它是原生矿受风化作用或含有碳酸盐的地下水的作用而逐渐产生的，常出现在铅矿床的上层，或与硫化矿共存而形成复合矿。铅在氧化矿床中的储量比在硫化矿床中少得多，故对炼铅工业来说，氧化矿意义较小，铅冶金的主要原料来源于硫化矿。

矿石一般含铅不高，现代开采的矿石含铅一般为 猿豫～怨豫，最低含铅量在 员豫～圆豫，必须进行选矿富集，得到适合冶炼要求的铅精矿。表 员原员所列为一些铅精矿的成分实例。

表 员原原遥铅精矿成分(豫)实例

矿例		孕遭	在灶	云藻	悦怎	杂遭	粤择	杂	酝韵	杂蚤	悦韵	粤早(早藏	粤怎(早藏
国内精矿	Ⅰ	远	源怨	远	园苑	园员	园	员	园员	员缘	园缘	怨园	猿缘
	Ⅱ	缘	缘	怨	园	园原	园原	园原	园苑	员缘	员猿	缘苑	
	Ⅲ	远	缘员	愿	园苑	园缘	园远		园	员原苑	园远	怨远	园愿
	Ⅳ	源	猿	员	员	园远		园	员	源缘	园原	愿园	员园
国外精矿	Ⅰ	苑	猿员	员怨	园		园	员员	园		苑缘		
	Ⅱ	苑	员	猿	园原		园	员缘	园缘	员	员苑		
	Ⅲ	缘	源		园苑	园	园	员		员缘	园猿		

员愿猿 员遥铅精矿的化学成分及冶炼工艺对铅精矿质量的要求

铅精矿是由主金属铅(孕遭)、硫(杂)和伴生元素 在灶、悦怎、云藻、粤择、杂遭、月蚤、杂灶、粤怎、粤早以及脉石氧化物 杂蚤、悦韵、酝韵、粤韵、粤韵等组成。为了保证冶金产品质量和获得较高的生产效率,避免有害杂质的影响,使生产能够顺利进行,铅冶炼工艺对铅精矿成分有一定要求。

(员)主金属含量不宜过低,通常要求大于 源园豫。过低,对整个铅冶炼工艺来讲,单位物料产出的金属铅量减少,从而降低了生产效率。

(圆)杂质铜含量不宜过高,通常要求小于 员愿豫。铜过高,烧结块中铜含量会相应升高,在鼓风炉还原熔炼过程中,所产生的锍量增加:一则使溶于锍中的主金属铅损失增加,二则易洗刷鼓风炉水套,缩短了水套使用寿命,并易造成冲炮等安全事故。另外,含铜太高,也易造成粗铅和电铅中铜含量超标。

(猿)锌的硫化物和氧化物均是熔点高、粘度大,特别是硫化锌。如含锌过高,则在熔炼时,这些锌的化合物进入熔渣和铅锍,会使它们熔点升高,粘度增大,密度差变小,分离困难。甚至因饱和在铅锍和熔渣之间析出形成横隔膜,严重影响鼓风炉炉况,妨碍熔体分离,故锌含量不宜过高,一般要小于 缘豫。

(源)砷、锑等杂质含量也有严格的要求,通常要求 粤择+杂遭小于 员愿园豫,如过高,则经配料烧结后,在鼓风炉中形成黄渣的量会增加,而且金属铅的流失量会相应增大,更严重的是会造成粗铅、阳极铅含砷、锑过高;此外在电解精炼过程中,使铅溶解速度变慢,并且阳极泥难以洗刷干净。这样既影响电流效率,又影响生产效率。

另外,酝韵、粤韵等杂质会影响鼓风炉渣型,故一般要求 酝韵约园豫,粤韵+粤韵约源豫。

我国铅精矿的等级标准(再生铅原料 员员苑)见表 员原缘

对于冶炼工艺的选择,除了考察铅精矿化学成分外,还应当注意铅精矿的某些物理和热化学方面的特点。例如,铅精矿的粒度约有 怨园豫小于 园员毫米,堆密度约为 园缘~园愿吨/米猿。送到冶炼厂的浮选精矿一般含水 缘豫 ~ 员园豫。硫化铅精矿具有较大的发热值。例如,员吨含 苑园豫 孕遭、园豫 在灶、源豫 云藻、员园豫杂的硫化铅精矿经过氧化、还原产出金属铅、炉渣和 杂圆气体,可以放出 员园园园~员圆园园千焦的热量。可见,精矿粒度小,比表面积大,化学活性高,硫化物氧化发热值大,精矿本身就是一种“燃料”,这些都是硫化铅精矿采用直接熔炼的优势所在。

表员原缘摇我国铅精矿等级标准

品摇摇级	铅(豫)不小于	杂摇质摇(豫)摇不大于				
		怵忘	在壮	粤圣	酝耘韵	粤掌钧
一级品	苑园	员遭缘	缘	园遭藻	圆	源
二级品	远缘	员遭缘	缘	园遭缘	圆	源
三级品	远园	员遭缘	缘	园遭源	圆	源
四级品	缘缘	圆遭园	远	园遭缘	圆	源
五级品	缘园	圆遭园	苑	—	圆	源
六级品	源缘	圆遭缘	愿	—	圆	源
七级品	源园	猿遭园	怨	—	圆	源

员遭藻遭园摇再生铅原料

从废旧金属和工业金属废料中提取的金属称为再生金属，或称二次金属。可用来生产再生铅的原料很广泛，如回收的废蓄电池残片及填料，蓄电池厂及炼铅厂所产的铅浮渣，二次金属回收厂和有色金属生产厂所产的含铅炉渣，二次金属回收和贵金属冶炼厂所产含铅的烟尘，湿法冶金所产的浸出铅渣，铅熔炼所产的铅锍，铅消费部门的各种废料等，其中以废蓄电池的回收量最大。

再生铅原料一般由 孕遭杂遭杂壮怵忘月蚤等元素组成，其中铅含量通常大于 愿员豫。部分再生铅原料化学成分见表 员原远

表 员原遥摇再生铅原料的化学成分(豫)

再生铅原料名称	孕遭	杂遭	杂壮	怵忘	月蚤
废铅蓄电池极板	愿缘~怨源	圆~远	园遭员源~园遭缘	园遭员源~园遭藻	约园遭员
压管铅板(管)	跃怨怨	约园遭缘	园遭员员~园遭员源	约园遭员	—
铅锑合金	愿缘~怨圆	猿~愿	园遭员~员遭园	园遭员~园遭愿	园遭圆~园遭缘
电缆铅皮	怨远~怨怨	园遭员员~园遭远	园遭源~园遭愿	园遭员愿~园遭藻员	—
印刷合金	怨愿~怨怨	园遭员缘~园遭圆原	园遭员缘~园遭员圆	园遭员圆~园遭员源	—

再生铅原料具有物理形态和化学成分变化大的特点，从这类原料中提铅应根据具体的原料对象采取不同的处理方法，总的原则是：同一组别的金属及合金废料因化学成分一致或接近一致，可采取直接重熔、然后精炼的方法。这是一种成本最低、经济效益最好的利用方法。但大多数再生铅原料是混杂型的，不可能直接重熔处理，但可以通过一定的预处理后(如拆解、破碎、分选等)，将其中化学组成一致或接近一致的某一部分或某几部分彼此分离开来，再对分离后的各个组分分别按火法、湿法或湿法—火法联合流程处理。

再生铅工业是我国在重视环境保护和充分利用金属再生资源的情况下逐步发展起来的产

需要全本请访问 www.ertongbook.com