

# 重有色金属 冶炼设计手册

---

## 铅锌铋卷

---

冶金工业出版社

76.3033  
7922

# 重有色金属冶炼设计手册

铅 锌 铋 卷

编写单位

北京有色冶金设计研究总院

长沙有色冶金设计研究院

南昌有色冶金设计研究院

昆明有色冶金设计研究院

冶金工业出版社 



## 内 容 简 介

《重有色金属冶炼设计手册》是一部大型工具书,它总结了我国四十年来重有色金属冶炼设计、建设和生产的经验。全书共分四卷,十二篇,按铜镍(含钴回收)卷、铅锌铋卷、锡锑汞贵金属卷、冶炼烟气收尘及通用工程常用数据卷,分述各重金属及其伴生元素的各种提取工艺技术,并按原料、技术操作条件选择、产物、技术经济指标、主要设备选择、配置参考图及必要的冶金计算等内容编写,收集了大量技术数据和实例,供读者参考选用。

本《手册》中的铜铅锌各篇,除介绍传统工艺外,铜冶炼篇还编入了我国自己的闪速炉炼铜及现代化大型铜电解技术,铅冶炼篇编入了氧气底吹炼铅法及火法精炼等技术,锌冶炼篇编入了大型竖罐、鼓风炉炼锌和黄钾铁矾等技术。

镍冶炼篇以大型电炉和现代化闪速炉炼镍为主,并收集整理了我行研究设计的氧化镍矿氨浸和氢还原制取镍粉等技术。

锡冶炼篇包括反射炉、电炉熔炼,火法与电解精炼,烟化挥发,氯化挥发等技术。锑冶炼篇以鼓风炉挥发熔炼、反射炉还原熔炼与精炼为主,并编入直井炉及部分锑品生产技术。汞冶炼篇编入了电热回转蒸馏炉炼汞、流态化焙烧、老式高炉炼汞、粗汞精炼和高纯汞提纯等技术。

贵金属冶炼篇编入了脉金提金的常规氰化法、炭浆法、树脂矿浆法、堆浸法,含金硫化矿提金、炼锑富集物提金、重金属电解精炼阳极泥的处理,从炼镍富集物中提取铂族金属等技术,并附有从废旧物料中回收金银的资料。

冶炼烟气收尘篇编入了各种冶炼炉窑的烟气性质、收尘工艺及设备,系统总结了我国重有色金属冶炼的各种收尘设施。

通用工程篇主要编入了粉煤制备、车间供油设施、废热利用、高压鼓风机室、空压机组、厂分析室等全厂性通用工程。常用数据篇编入了重冶工艺设计计算中常用的物理化学、规范、标准等数据。

本《手册》还编入了氧化废水处理、汞毒防治、噪声防护等与工艺设计关系密切的环保技术。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

重有色金属冶炼设计手册: 铅锌铋卷 / 北京有色冶金设计研究总院等编.

—北京: 冶金工业出版社, 1995

ISBN 7-5024-1775-3

I. 重… II. 北… III. 重有色金属—有色金属冶金—设计—手册 IV. TF81-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 16990 号

出版人 卿启云(北京沙滩嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009)

责任编辑: 刁传仁 曾广诜

中国科学院印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

1996 年 5 月第 1 版, 1996 年 5 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 44.25 印张; 1343 千字; 698 页; 1-5000 册

90.00 元

## 《重有色金属冶炼设计手册》编委会

主任：张健

副主任：蒋继穆

委员：孙倬 严达凡 许慕尧 徐达 刘春泉 张驾

潘云从 王德润 马荫华

总主编：孙倬

副总主编：张驾 潘云从 王德润 马荫华

## 《重有色金属冶炼设计手册》编辑部

主任：蒋继穆

副主任：孙倬 王协邦

成员：张驾 潘云从 王德润 马荫华 曹克宁 孙恒华

刘福祐 张宪 王繁滨 陈邦俊 牛芝德 施维一

袁授时 周维智 严则陶

# 重有色金属冶炼设计手册

## 铅锌铋卷

### 铅 冶 炼 篇

主 编：陈邦俊

副主编：杨秉椿

牛芝德

### 锌 冶 炼 篇

主 编：张 驾

副主编：李若彬

### 铋 冶 炼 篇

主 编：陈邦俊

副主编：牛芝德

發展設計再創

輝煌

祝重有色金屬冶煉設計——手冊出版

邱純甫

一九五五年一月廿三日

# 贺 词

祝贺这部来自实践、用于实践的大型工具书——《重有色金属冶炼设计手册》的出版。我希望它不仅为设计而且为我国有色金属事业的发展做出贡献。预期它将成为从事有色金属事业人员不可缺少的读物与伴侣。

中国有色金属工业总公司 总经理

吴建宁

一九八二年二月二十日

# 序

由长期从事实践工作的冶金专家孙倬任总主编，动员了我国实力最强、经验最丰富的四大有色冶金设计研究院的近百名专家，用了数年时间编纂的《重有色金属冶炼设计手册》，是一套供有色冶金界广大科技人员使用和高等院校广大师生参考的大型工具书。

这套书的编纂，在我国冶金史上具有开创性。金属品种包括了铜、铅、锌（镉）、镍（钴）、铋、锡、锑、汞、金银铂钯等金属以及与各金属矿物共生的硒、碲、铟、锗、镓、铊等稀有金属；冶金方法包括了火法冶金和湿法冶金。火法冶金中既有传统的鼓风炉、反射炉、电炉熔炼，又有当代开发的闪速熔炼、诺兰达法、瓦纽科夫法、基夫赛特法及氧气底吹炼铅法等现代冶金技术。湿法冶金中，既有酸浸，也有氨浸；有常压浸出，也有加压浸出，还有溶剂萃取、离子交换这类湿法冶金新技术。该手册总结了从现代化大工业生产到乡镇企业的小厂的详尽资料。此外，还收集了一些氯化冶金、真空冶金、粉末冶金等技术成果和详细的技术数据。还须指出的是，该手册中所有的这些技术成果，除极个别的（如瓦纽科夫法、基夫赛特法）外，均是从我国的设计、生产实践中总结出来的，因而是现实可行的技术成就。

这套书的另一个特点是，不论主金属的提取冶金，还是有价金属的综合回收，都包括原料、工艺过程、技术操作条件、产物、技术经济指标、主要设备选择和配置参考图，并附有系统的冶金计算。

这套书中以很大的篇幅编入了冶炼烟气收尘，车间供油设施、粉煤制备、厂化验室等诸多辅助性设施的设计内容以及设计和冶金计算中所需的常用数据，使其工艺设计的功能更臻完善。

该手册以其丰富的内容及特点显示出它是一部难得的好书，它的出版是有色冶金界的一件大事，这是很值得祝贺的。预期这套书将对我国有色金属工业的发展起到它应有的作用。

中国工程院院士

林华 1995年1月17日



# 编写说明

《重有色金属冶炼设计手册》(简称《手册》)是中国有色金属工业总公司委托北京有色金属冶金设计研究总院和长沙、南昌、昆明三个有色冶金设计研究院共同编写的,是一部为重有色金属冶金设计人员服务的大型工具书。全书共四卷,十二篇,按铜镍卷、铅锌铋卷、锡锑汞贵金属卷、冶炼烟气收尘及通用工程常用数据卷,分述铜、镍(含钴回收)、铅、锌、铋、锡、锑、汞、金、银、铂族等金属及伴生元素的各种工业提取工艺技术,收集并编入了为冶炼厂设计所需的技术数据、设备、材料与通用设施和常用数据等资料。本《手册》是重有色金属冶炼厂设计的专用书,是重有色金属冶炼技术人员与干部必备的参考书。由于全书涉及的范围较广并具有基础技术性质,因而也可供其他冶金化工、机械、核工业、建材、轻工等专业人员参考,供科研、教学参考。本《手册》对于乡镇企业具有普及、提高与指导的意义。

本《手册》资料来自实践经验总结,因此,实用性强,可供重有色金属冶金工艺的初步设计与部分技术设计之用。

本《手册》以国内资料为主,国外资料一般作为参照对比,部分可作为设计参考;对于国内没有而国外已成熟的工艺,根据情况,扼要介绍,并为设计采用更先进的技术奠定基础,提供依据。

本《手册》中各金属的生产工艺部分,是按生产工序为单元进行编写的。通常在每单元中包括:概述、原料、熔(药)剂与燃料,技术操作条件选择,产物,技术经济指标,主要设备选择、配置参考图。《手册》中编入的国外工艺部分,因资料所限,不在此列。

主要工序的冶金计算分篇汇编在一起,作为计算举例供读者参照使用。

与重有色金属冶炼工艺相关的选冶联合流程以及某些选冶不可分割的工艺,其选矿部分也列入本手册。

本《手册》采用我国法定计量单位。

本《手册》中凡与国家规定的条例、规范有抵触者,应按国家规定执行。

1978~1979年出版的《铜铅锌冶炼设计参考资料》,是由参加本书编写的四个院与一些科研、院校、工厂合作编写的。在此次编写的《重有色金属冶炼设计手册》中,部分地采用了前者的资料。在此向原书编者致意。

本《手册》是在改革开放形势下编写的,在编写工作中得到了一些工厂的大力支持,特致谢意。但由于资料收集的困难,资料的局限性、片面性在所难免。此外,受参加编写人员水平所限,不当之处,尚祈广大读者、专家、学者不吝赐教,给予指正。

《重有色金属冶炼设计手册》编辑部

1994年4月

# 目 录

## 铅 冶 炼

<b>1 铅、铅锌精矿的烧结焙烧</b>	
1.1 烧结机鼓风烧结焙烧····· (2)	
1.2 返粉制备····· (32)	
1.3 其他烧结方法····· (40)	
<b>2 鼓风炉熔炼</b>	
2.1 炉料····· (48)	
2.2 技术操作条件····· (49)	
2.3 产物····· (53)	
2.4 技术经济指标····· (58)	
2.5 主要设备选择····· (59)	
2.6 车间配置参考图····· (69)	
2.7 鼓风炉化矿····· (71)	
<b>3 直接炼铅法</b>	
3.1 氧气底吹炼铅法(Q.S.L.法)····· (77)	
3.2 基夫赛特炼铅法····· (82)	
<b>4 粗铅火法精炼</b>	
4.1 原料····· (89)	
4.2 工艺过程····· (90)	
4.3 技术操作条件····· (98)	
4.4 产品····· (106)	
4.5 技术经济指标····· (106)	
4.6 主要设备选择····· (108)	
4.7 车间配置参考图····· (116)	
<b>5 铅电解精炼</b>	
5.1 电解精炼····· (119)	
5.2 阳极泥过滤与洗涤····· (131)	
5.3 始极片制造····· (134)	
5.4 阴极铅精炼和铸锭····· (137)	
5.5 铅电解液净化····· (139)	
5.6 配置参考图····· (140)	
<b>6 硅氟酸制造</b>	
6.1 氢氟酸法····· (142)	
6.2 萤石法····· (143)	
<b>7 铅鼓风炉渣的处理</b>	
7.1 烟化炉吹炼····· (147)	
7.2 回转窑挥发····· (156)	
<b>8 火法精炼中间产物处理</b>	
8.1 铜浮渣····· (160)	
8.2 砷锑锡浮渣····· (171)	
8.3 银锌壳····· (178)	
8.4 铋渣····· (184)	
<b>9 铅冶炼过程中的综合回收</b>	
9.1 从铅烧结烟尘中提取铊····· (186)	
9.2 从铅鼓风炉烟尘中回收硒····· (190)	
9.3 从铅鼓风炉烟尘中回收碲····· (191)	
<b>10 铅冶金计算</b>	
10.1 铅精矿烧结焙烧····· (194)	
10.2 鼓风炉熔炼····· (200)	
10.3 烟化炉吹炼····· (206)	
10.4 粗铅火法精炼····· (209)	
10.5 铅电解精炼····· (213)	
10.6 氧气底吹转炉炼铅(Q.S.L.)····· (216)	
<b>参考文献</b>	

## 锌 冶 炼

<b>1 锌精矿流态化焙烧</b>	
1.1 湿法炼锌的锌精矿流态化焙烧····· (223)	
1.2 竖罐炼锌的锌精矿流态化焙烧····· (228)	
1.3 主要设备选择····· (237)	
1.4 配置参考图····· (246)	
1.5 竖罐炼锌精矿焙烧产出烟尘的 处理····· (247)	
<b>2 焙烧矿的浸出</b>	
2.1 常规浸出法····· (252)	
2.2 热酸浸出黄钾铁矾法····· (285)	
2.3 热酸浸出针铁矿法····· (303)	
<b>3 硫酸锌溶液的净化</b>	
3.1 锌粉-黄药法····· (311)	
3.2 砷盐法····· (315)	
3.3 反向锑盐法····· (317)	
3.4 铅锑合金锌粉法····· (318)	
3.5 主要设备选择····· (319)	
3.6 配置参考图····· (321)	
<b>4 电积提锌</b>	
4.1 锌的电解沉积····· (323)	

4.2	电解液冷却	(331)
4.3	阴极锌熔铸	(340)
4.4	辅助设施	(348)
4.5	锌粉制造	(352)
<b>5</b>	<b>氧化锌处理</b>	
5.1	氧化锌脱氟和氨	(362)
5.2	氧化锌浸出	(365)
5.3	铟、锗富集	(368)
<b>6</b>	<b>湿法炼锌过程中有价金属的综合回收</b>	
6.1	从铜镉渣中回收镉	(370)
6.2	从黄酸钴中回收钴	(378)
6.3	从氧化锌酸浸液中萃取提铟	(382)
6.4	从萃铟余液中回收锗	(385)
6.5	从萃锗余液中回收镓	(387)
<b>7</b>	<b>湿法炼锌冶金计算</b>	
7.1	锌精矿流态化焙烧冶金计算	(389)
7.2	锌焙烧矿浸出冶金计算	(396)
7.3	硫酸锌溶液净化冶金计算	(411)
7.4	锌电解沉积冶金计算	(412)
7.5	焙烧矿常规浸出浸出渣挥发窑处 理的冶金计算	(416)
7.6	挥发窑氧化锌处理冶金计算	(421)
7.7	年度综合物料平衡计算	(424)
<b>8</b>	<b>鼓风炉炼锌</b>	
8.1	炉料准备	(429)
8.2	鼓风炉熔炼	(435)
8.3	锌蒸气冷凝	(449)
8.4	浮渣处理	(454)

8.5	熔炼车间配置参考图	(454)
8.6	冶金计算	(454)
<b>9</b>	<b>竖罐炼锌</b>	
9.1	锌焙烧矿制团	(471)
9.2	团矿焦结	(486)
9.3	竖罐蒸馏	(502)
9.4	锌蒸气冷凝	(522)
9.5	冶金计算	(540)
<b>10</b>	<b>锌精馏</b>	
10.1	概述	(575)
10.2	原料与燃料	(576)
10.3	技术操作条件	(577)
10.4	产物	(580)
10.5	技术经济指标	(583)
10.6	主要设备选择计算	(585)
10.7	车间配置说明	(600)
10.8	冶金计算	(601)
<b>11</b>	<b>火法炼锌过程中有价金属综合回收</b>	
11.1	从含镉烟尘中提取镉与铊	(608)
11.2	从含铟物料中提取铟	(617)
11.3	竖罐蒸馏渣旋涡熔炼	(621)
11.4	从硬锌和锌渣中回收锗	(628)
<b>12</b>	<b>直接法生产氧化锌</b>	
12.1	团矿的制备	(631)
12.2	维氏炉还原挥发-氧化	(634)
12.3	烘焙	(639)
<b>参考文献</b>		

## 铋 冶 炼

<b>1</b>	<b>熔炼</b>	
1.1	炉料与燃料	(643)
1.2	技术操作条件	(647)
1.3	产物	(647)
1.4	主要技术经济指标	(650)
1.5	主要设备选择	(651)
1.6	配置参考图	(652)
<b>2</b>	<b>精炼</b>	
2.1	火法精炼	(653)
2.2	电解精炼	(662)
<b>3</b>	<b>复杂含铋物料的湿法处理</b>	
3.1	含铋铜精矿的酸浸提铋	(672)
3.2	铋精矿与铋锡中矿的湿法提铋	(674)
3.3	铜转炉烟尘的湿法提铋	(675)

3.4	铅铋合金电解	(676)
<b>4</b>	<b>铋冶炼中间产物的处理</b>	
4.1	银锌渣的硫酸浸出(生产硫酸锌)	(680)
4.2	银锌渣的盐酸浸出(生产硝酸银)	(681)
4.3	银锌渣的真空蒸馏-酸浸联合 处理	(682)
4.4	氯化铅渣的湿法处理	(683)
4.5	氯化锌渣的处理	(684)
<b>5</b>	<b>铋冶金计算</b>	
5.1	铋熔炼冶金计算	(686)
5.2	铋火法精炼冶金计算	(694)
5.3	铋电解精炼冶金计算	(695)
<b>参考文献</b>		

# 铅 冶 炼

铅是常用的有色金属,其年产量在有色金属中排在铝、铜、锌之后列第四位。近年,世界铅的年产量约为 5500kt,世界铅的消费将以 1~2% 的速度增长。

世界铅的资源,已探明可资利用的储量为  $1.5 \sim 3 \times 10^8$ t,美国储量居首位,其次是前苏联、澳大利亚、加拿大和中国。

铅矿石可分为硫化矿和氧化矿两大类。前者属原生矿物,分布极广,目前世界矿产铅大部分是从硫化矿提炼的;氧化矿系由原生矿物经风化作用及含有碳酸盐的地下水的作用形成的,故又名次生矿物。原生矿物主要是方铅矿,次生矿物主要是白铅矿(碳酸铅)和铅矾(硫酸铅)。

地壳中的铅常与锌、铜共生,构成铅锌矿或铅锌铜矿,其中除铅、锌、铜外,一般还含有金、银、铋、镉、铟、锗、锡等金属。因此,在绝大多数情况下,铅矿石需要通过预先选矿得出含铅 40~70% 的精矿才能进行冶炼。

铅酸蓄电池工业用铅量占全部铅需求量的 60% 以上,因此铅在汽车工业中占有重要的地位。目前,全世界铅的总产量中一半以上来自二次物料,主要是废蓄电池,矿产铅的比例不足一半。

目前,炼铅主要是火法,湿法炼铅虽已进行了长期试验研究工作,有的已做到半工业试验规模,但是都还未在工业上采用。

目前,世界上矿产粗铅有 95% 以上是用烧结-鼓风炉还原熔炼流程生产的。世界各国对烧结-鼓风炉炼铅流程作了如下改进:采用预热空气与富氧,以降低能耗提高生产能力;采用汽化冷却,以利用废热;采用双排风口及筒型水套改进熔炼制度;采用无炉缸鼓风炉熔炼使渣铅排放连续化;采用烟化炉处理炉渣并使之连续化,使渣处理技术更加完善;返粉破碎工艺的规范化、大型刚性滑道密封与柔性传动烧结机的采用,可以保证向鼓风炉提供优质烧结块,烟气  $\text{SO}_2$  浓度也可满足制酸要求;机械化自动化水

平的提高,改善了劳动条件等等。

由于传统的鼓风炉炼铅流程存在能耗大、污染环境严重等主要缺点,促使人们不断努力探索新的炼铅方法以取代这一古老的工艺。目前,已经实现了工业化的硫化铅精矿直接熔炼方法有:

(1)瑞典的氧气顶吹转炉法(TBRC法)。该法是将氧化与还原两个过程在一台转炉中周期地进行。由于烟气量与烟气成分均不稳定,因而该法未能被推广。

(2)澳大利亚的艾萨熔炼法(悉罗法)。该法是将氧化与还原两个过程分别在两个相连的熔炼炉内完成,实质是采用富氧熔炼。澳大利亚已建成了一座年产 60000t 的铅厂,该方法的生命力与竞争能力有待生产实践证实。

(3)氧气底吹炼铅法(Q.L.S.法)。世界上已建成了四座采用该法的炼铅厂,有的工厂取得了良好结果。

(4)前苏联的氧气闪速熔炼-电热还原法(基夫赛特法)。目前世界上已有四座基夫赛特炉在运转,准备采用该法新建或改建的工厂有三座。其中意大利撒丁岛威斯麦港铅锌冶炼厂建成了名为 KSS 法的全新的基夫赛特炼铅厂,生产运行正常,技术指标先进,一个炉期已超过 3 年。

所有的直接炼铅法,都是利用纯氧或富氧空气,使氧化还原过程在一个或两个熔炼设备中进行,取消了庞大复杂的烧结过程而直接产出粗铅,因而都有烟气  $\text{SO}_2$  浓度高、环境保护好、能耗低等特点。虽然每种方法都还有某些不足(如氧气底吹炼铅法,熔炼过程中气氛控制难度较大,渣含铅较高),但与传统的鼓风炉炼铅法相比,这些方法的出现,可以说是炼铅工业上的一种技术革新。

粗铅的精炼方法有火法和电解两种。国外以火法精炼为主,我国则以电解精炼为主。电解法的特点是能更好地回收金、银、铋等有价值金属,并得到高纯电铅。火法精炼则较灵活,可根据粗铅中杂质情况和市场的需求组织生产,投资也省。

# 1 铅、铅锌精矿的烧结焙烧

烧结焙烧是硫化物在高温(800℃以上)条件下经氧化脱硫转为氧化物,并烧结产出具有多孔和一定强度的烧结块的过程。烧结过程应尽可能提高烟气中SO<sub>2</sub>浓度,以利于制酸,同时力求富集原料中易挥发的有价金属,以便综合利用。

烧结设备有烧结锅、烧结盘和带式烧结机,带式烧结机适用于规模在20000t/a以上的大中型冶炼厂。带式烧结机又分为吸风和鼓风两种型式。烧结机吸风烧结、烧结锅烧结和烧结盘烧结所产烟气含SO<sub>2</sub>浓度低,一般在2.0%以下,难以制酸,排入大气严重污染环境,因而仅在极少数老厂或小厂还保留使用。烧结机鼓风烧结产出的烟气,含SO<sub>2</sub>浓度可达4~7%,可进行制酸,有利环保,因此目前多采用烧结机鼓风烧结焙烧。

采用鼓风炉熔炼(I.S.P)冶炼流程时,铅锌精矿需先进行烧结焙烧,鉴于铅锌精矿的烧结工艺流程与铅烧结的工艺流程基本相同,为避免重复,故合在一起叙述。但是,这二种烧结工艺在烧结混合料成分控制、点火和烧结温度、烧结块质量要求等方面存在着较大的差异。为便于区分这二种不同烧结工艺,先将其主要不同点叙述如下。

## A 混合料

### a 铅烧结

(1) 烧结块含铅一般要求在40~45%,当处理高品位铅精矿时,配料时需添加熔炼炉或烟化炉的水碎渣降低烧结块中的铅品位。

(2) 鼓风炉熔炼时,烧结块中的锌几乎全部进入熔炼炉渣,为保证熔炼顺利进行,炉渣含锌受到限制,一般不超过15%。当处理高锌铅精矿时,必须添加烟化过的熔炼炉渣代替熔炼水碎渣。

(3) 进行配料的物料除各类铅精矿和含铅物料外,尚有烧结、熔炼、通风烟尘,熔剂,水碎渣等物料;熔剂有石英石(或河砂)、石灰石、烧渣等,熔剂可以全部在烧结配料时一次配入,也可以在熔炼时加入部分块状熔剂,剩余部分在烧结配料时加入。

### b 铅锌烧结

(1) 混合料中的Pb、Zn、SiO<sub>2</sub>等成分必须符合

产出的烧结块中的Pb+SiO<sub>2</sub>不大于26%,锌铅比不小于2.0的要求。

(2) 混合料是由铅锌精矿,烧结烟尘、通风烟尘、熔剂、浮渣、蓝粉等物料组成的。熔剂通常为石灰石,且在烧结时一次配入。蓝粉和部分烧结通风烟尘以泥浆形态加入圆筒冷却机。

## B 点火温度、烧结温度和料层厚度

名称	点火温度,℃	烧结温度,℃	料层厚度,mm
铅烧结	800~1000	1100~1150	200~300
铅锌烧结	950~1150	1200~1300	320~400

铅锌烧结的烧结尖峰温度有时高达1400℃,从而得到高强度烧结块。

## C 烧结块质量要求

### a 铅烧结块

烧结块含铅和造渣成分必须符合鼓风炉熔炼的要求。此外,还要求:

(1) 残硫一般为1.5~3.0%,当原料含铜高时,残硫会更高。

(2) 烧结块的块度为50~150mm。

### b 铅锌烧结块

(1) 残硫要求不能大于1.0%,一般0.6~0.8%。

(2) 烧结块的块度为30~100mm。

(3) 烧结块的强度要比铅烧结块强度高。

## D 返粉制备与返粉量

现代烧结-鼓风炉熔炼铅厂的返粉制备,甚至配料基本上与铅锌烧结相一致。

铅烧结返粉量由于铅精矿含硫一般为16~18%,故返粉率为60~75%;铅锌烧结原料中含硫要比铅精矿高得多,一般为26~30%,故返粉率要比铅烧结高得多,通常达到75~83.5%。

## 1.1 烧结机鼓风烧结焙烧

### 1.1.1 概述

鼓风烧结对原料的适应性大,可处理高铅物料,烧结过程料层阻力小、透气性较均匀,烟气二氧化硫

浓度较高,基本排除了炉料熔结而堵塞风箱和粘结篦条的现象,故大大减轻了工人劳动强度和改善环境卫生条件,因而在目前的铅和铅锌烧结中被广泛应用。

烧结机面积大小是按脱硫强度确定的。鼓风烧结机的脱硫强度为  $0.8 \sim 2.1t / (m^2 \cdot d)$ 。我国设计和采用过的鼓风烧结机有  $21.5m^2$ 、 $24m^2$ 、 $28m^2$ 、 $45m^2$ 、 $60m^2$ 、 $70m^2$ 、 $110m^2$  等规格。

为尽量提高鼓风烧结烟气的二氧化硫浓度,减少漏风,鼓风烧结机渐趋于大型化。在生产中采取返烟提浓,富氧空气烧结或抽取烟罩内二氧化硫浓度较高的部分烟气等办法,以满足制酸要求。

铅精矿与铅锌混合精矿烧结焙烧的一般工艺流程见图 1-1。

图 1-2 至图 1-7 为铅精矿和铅锌混合精矿烧结工艺流程实例。

### 1.1.2 原料、熔剂及燃料

#### 1.1.2.1 原料、熔剂的一般要求

铅和铅锌烧结对原料、熔剂的一般要求列

于表 1-1。

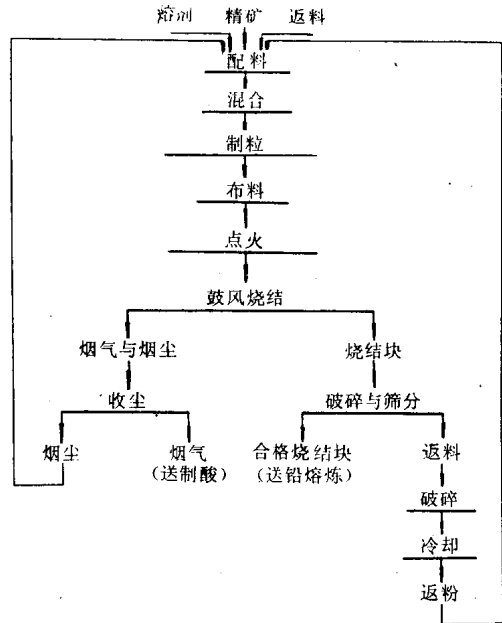


图 1-1 烧结机鼓风烧结焙烧一般工艺流程

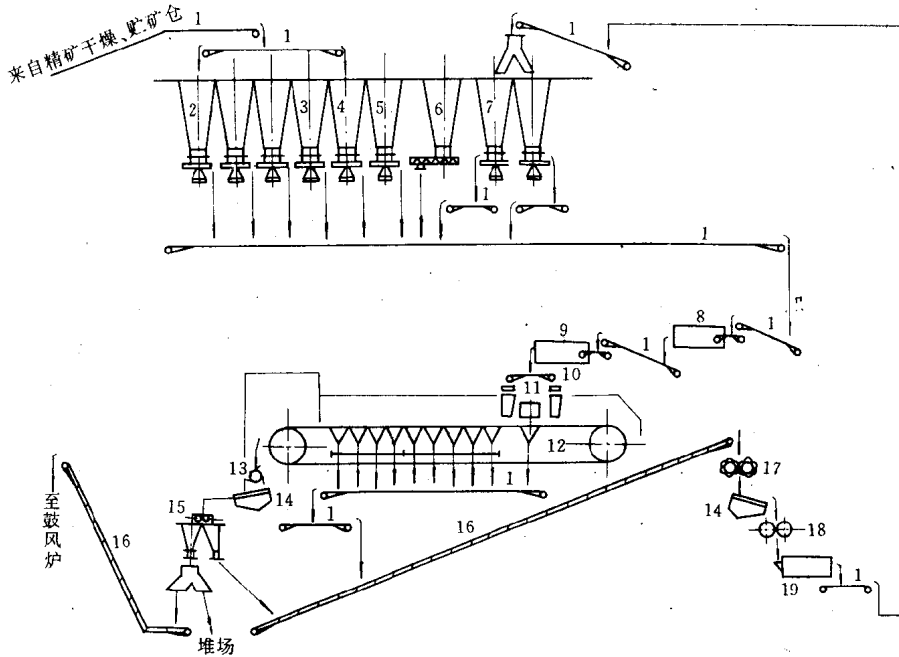


图 1-2 沈冶铅精矿烧结工艺流程实例图

- 1—胶带输送机； 2—精矿仓； 3—石英仓； 4—石灰石仓； 5—焦炭仓； 6—烟尘仓； 7—返粉仓；  
 8—圆筒混合机； 9—圆筒制粒机； 10—梭式布料机； 11—一点火炉； 12— $70m^2$  烧结机； 13—单辊破碎机；  
 14—振动给料机； 15—双辊分级机； 16—链板输送机； 17—波纹辊破碎机； 18—平面辊破碎机； 19—圆筒冷却机

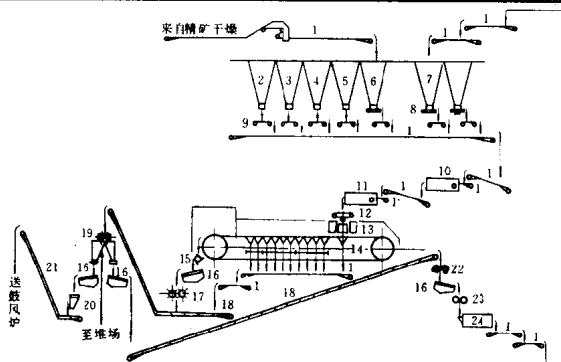


图 1-3 株冶铅精矿烧结工艺流程实例图

- 1—胶带输送机； 2—焦粉仓； 3—水碎渣仓； 4—石英仓； 5—河沙仓； 6—铅精矿仓； 7—返粉仓；  
 8—圆盘给料机； 9—电子皮带秤； 10—圆筒混合机； 11—圆筒制粒机； 12—回转式布料机； 13—  
 点火炉； 14—60m<sup>2</sup>烧结机； 15—单辊破碎机； 16—振动给料机； 17—齿辊破碎机； 18—链板运输  
 机； 19—双辊分级机； 20—漏斗秤； 21—链板输送机； 22—波纹辊破碎机； 23—平面辊破碎机；  
 24—圆筒冷却机

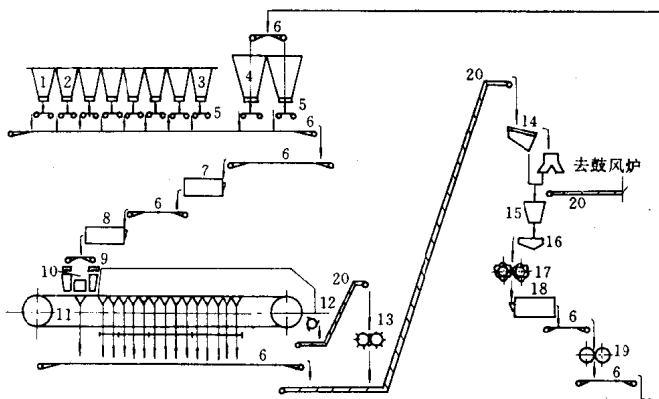


图 1-4 韶冶铅锌精矿烧结工艺流程实例图

- 1—烟尘仓； 2—精矿仓； 3—石灰石仓； 4—返粉仓； 5—电子皮带秤； 6—胶带输送机； 7—圆筒混合  
 机； 8—圆筒制粒机； 9—梭式布料机； 10—点火炉； 11—110m<sup>2</sup>烧结机； 12—单辊破碎机； 13—齿  
 辊破碎机； 14—固定条筛； 15—中间仓； 16—变速振动给料机； 17—波纹辊破碎机； 18—圆筒冷却机；  
 19—平面辊破碎机； 20—链板输送机

表 1-1 烧结原料、熔剂、焦粉的一般要求

物料名称	化学成分, %	粒 度, mm	水 分, %	备 注
铅精矿	按国家(部)标准或协议	按选矿定	<12, 北方冬季 <8	含砷不大于 0.5%
铅锌混合精矿	Pb+Zn > 48%	同上	同上	同上
铅块矿(杂矿)	含 Pb > 25%	<10	<2	含铜不大于 1%
石灰石	CaO > 50; MgO < 3.5; SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> < 3	<6	<2	
石英石	SiO <sub>2</sub> > 90; Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> < 2~5	<6	<2	以河沙或含金石英砂作熔剂时, SiO <sub>2</sub> 含量可适当降低
焦粉	固定碳 > 75	<10	<1	

注：表中粒度系指配料工序的要求。

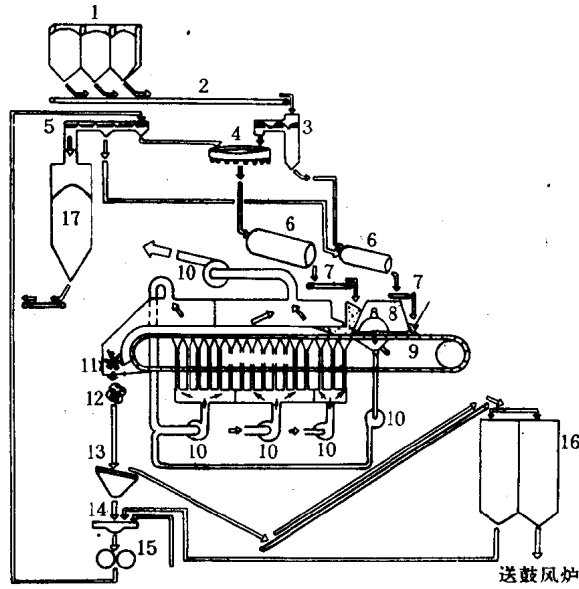


图 1-5 科克尔-克里克冶炼厂铅锌烧结工艺流程图

- 1—料仓； 2—运输机； 3—分料器； 4—圆盘混合机； 5—分料器； 6—圆筒混合机； 7—给料机；  
 8—点火炉； 9—94m<sup>2</sup>烧结机； 10—风机； 11—单轴破碎机； 12—齿辊破碎机； 13—筛子；  
 14—冷却盘； 15—平辊破碎机； 16—烧结矿料仓； 17—返粉料仓

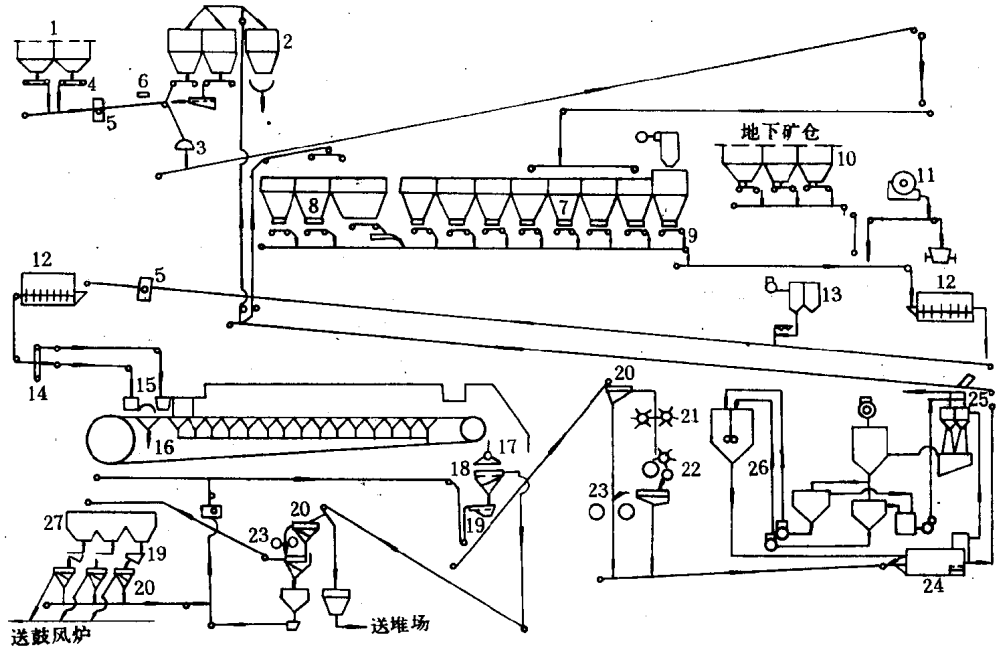


图 1-6 杜依斯堡冶炼厂铅锌烧结工艺流程图

- 1—精矿料仓； 2—返粉料仓； 3—锤磨机； 4—给料机； 5—皮带秤； 6—电磁分离器； 7—原料仓；  
 8—返粉仓； 9—电子皮带秤； 10—熔剂仓； 11—过滤器； 12—圆筒混合机； 13—滤袋收尘器；  
 14—链斗输送机； 15—点火炉； 16—73m<sup>2</sup>烧结机； 17—单辊破碎机； 18—条筛； 19—给料机；  
 20—筛分溜槽； 21—齿辊破碎机； 22—三辊破碎机； 23—平面辊破碎机； 24—圆筒冷却机； 25—  
 收尘器； 26—搅拌器； 27—烧结矿料仓



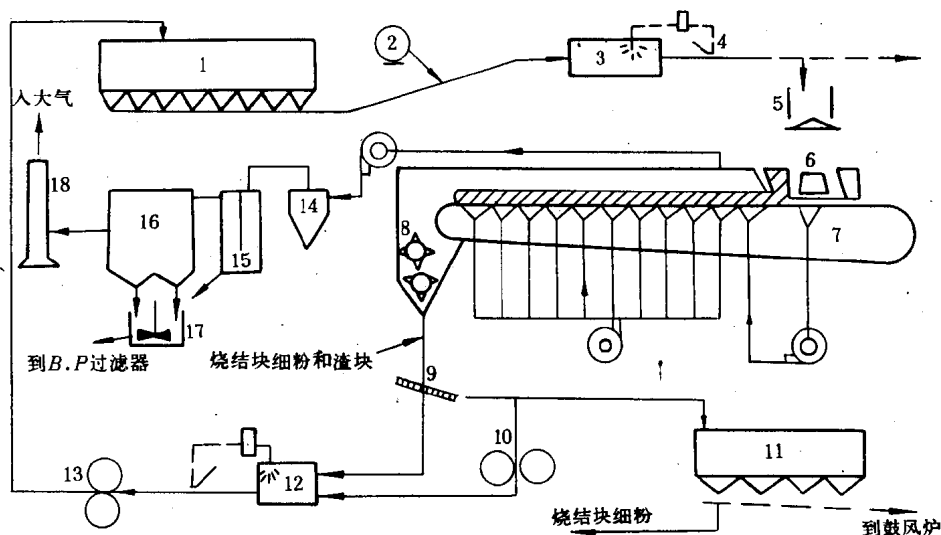


图 1-7 卡布韦冶炼厂铅锌烧结工艺流程图

1—配料仓； 2—蓝粉过滤器； 3—圆筒混合机； 4—水分探测器； 5—圆盘给料机； 6—点火炉； 7— $2 \times 28.5\text{m}^2$  烧结机； 8—破碎机； 9—筛子； 10—波纹辊破碎机； 11—烧结矿料仓； 12—圆筒冷却机； 13—平面辊破碎机； 14—旋风除尘器； 15—冷却塔； 16—电收尘器； 17—搅拌槽； 18—烟囱

### 1.1.2.2 原料

#### A 硫化铅精矿

生产中,为了保证烧结混合料含 Pb40~45%,要求铅精矿一般含 Pb50%以上,最好为 55~60%。精矿含铅过低将增加熔剂的加入量,增大渣量,渣含铅升高;但精矿含铅过高,如含 Pb 达 70%时,烧结过程炉料易于熔结,造成风箱、管道堵塞,恶化操作条件,同时使块率及残硫等指标变坏。

表 1-2 为硫化铅精矿及金铅精矿的物理化学性质实例。

#### B 铅锌混合精矿

铅锌混合精矿的品位高低对冶炼效果影响十分明显,同样的设备,生产规模相差甚大。

表 1-3 为铅锌精矿品位对标准炼锌鼓风炉 (I.S.F) 生产能力的影响。

对铅锌混合精矿的杂质含量有一定要求,其允许范围如下:

成分	Pb+SiO <sub>2</sub>	As	Ge	F
%	<26	<0.4	<0.1	<0.1

铅锌混合精矿的铅含量宜大于 16%,铅锌比一般为 1:2.2 左右。

表 1-4 为铅锌混合精矿物理化学成分实例。

#### C 其他含铅锌物料

其他含铅锌物料有氧化铅矿以及湿法炼锌厂所

产的铅渣等。

表 1-5 为其他含铅锌物料的化学成分实例。

#### D 各种返回物料

##### a 蓝粉和浮渣

铅锌混合精矿烧结焙烧要配入从炼锌鼓风炉系统产出的蓝粉和浮渣。蓝粉通常以泥浆状泵至返粉冷却机与返粉混合,或经过滤后直接加入配料胶运输机上运输机上进行配料,但也可将两种方式联合使用。浮渣含铅锌较高,生产中有的工厂送烧结配料,有的工厂则经压团后返回鼓风炉处理。

表 1-6 为蓝粉和浮渣的化学成分实例。

##### b 回转窑和烟化炉氧化物

烧结过程可以处理部分氧化物,加入量一般宜在 4.5%以下。过多会影响烧结块的强度,并产生粘结炉篦的现象。

表 1-7 为回转窑和烟化炉氧化物成分实例。

### 1.1.2.3 熔剂

鼓风烧结配料所采用的熔剂粒度小于 6mm。配加的熔剂和数量须根据鼓风炉渣成分(即渣型)计算确定。

(1) 硅质熔剂 一般用石英石,含 SiO<sub>2</sub>90%以上。若用河砂或含金石英石, SiO<sub>2</sub> 含量可适当降低,但不小于 75%。

(2) 铁质熔剂 多用烧渣,含 Fe45%以上。也可用铁屑或铁矿石。