

鋅冶金學

东北工学院有色重金屬冶煉教研室 等 編著

• 內部資料 注意保密 •

讀者注意

本書系內部資料，只供有關部門、人員工作參考，所有材料、數據，未經冶金工業部同意，不得在公開書籍、文章上引用，亦不得翻印。

冶金工業出版社

鋅 冶 金 学

东北工学院有色重金屬冶煉教研室 等 編著

冶金工业出版社出版 地址：北京市灯市口甲45号

北京市书刊出版业营业許可証出字第 093 号

冶金工业出版社印刷厂印 内部发行

—— * ——

1960 年 2 月第一版

1960 年 2 月北京第一次印刷

印数 2,020 册

开本850·1168·1/32·373,000字 • 印张 $17\frac{14}{32}$

—— * ——

統一書号15062·1945 定价 2.60 元

为了总结我国十年来锌冶金工业的成就，并为培养干部提供技术资料，冶金工业部图书编辑委员会组织东北工学院及有关生产单位集体编写了“锌冶金学”。书中系统地阐述了锌冶金的理论基础与生产实践，对硫化锌精矿的沸腾焙烧，横罐炼锌、竖罐炼锌和湿法炼锌，均作了比较详细的论述。

本书供高等学校有色冶金专业用作教学参考书，也可供有色冶金部门的工程技术人员使用。

本书暂不公开发行，只供有关院校、生产企业、研究与设计单位参考。

参加本书编写工作的有东北工学院有色重金属冶炼教研室教师及有关单位的熊正瓚、韦寿南、顾成师、温庆颐、李志坚、何宝清、王才楚等同志。全书最后由东北工学院有色重金属冶炼教研室王彭年、关宗仪、贾志铭负责定稿。

序 言

随着我国社会主义建设事业不断飞跃前进，我国锌冶金工业也得到空前未有的发展，并在技术上不断获得新的成就。与此同时，培养这方面技术干部的任务日益加重，从事这方面工作的同志也日渐增多。但我国在目前尚无这方面的专书籍，且翻译书亦很少，因此这方面书籍甚感需要。为了总结我国建国十年来在锌冶金方面的成就，特别是 1958 年大跃进的成就以及满足各方面对锌冶金技术书籍的需要，在冶金工业部图书编委会的组织下，东北工学院有色重金属冶炼教研室与各有关工厂合作于本年三月起开始编写此书。

书中共分十一章，包括有各种治锌方法，内容有各种治锌方法的理论基础及实际操作，并特别注意结合我国生产实践经验。此书可供高等工业学校教学参考书用，同时也可供工程技术人员参考用。

全书由学校与工厂合作编写，最后由东北工学院有色重金属冶炼教研室整理定稿。由于我们水平所限，加以时间仓促，自知错误与缺点定不可免；但在总路线的光辉照耀下，为了需要，鼓足干劲大胆尝试编写了本书，以求与国内有关方面讨论和研究，诚恳地希望读者给予批评与指正。

东北工学院有色重金属冶炼教研室

1959.8

目 錄

第一章 緒論	9
第一节 鋅的历史及我国煉鋅事业的发展	9
第二节 鋅的生产統計	10
第三节 鋅的性質、用途及在国民經济中的作用	11
第四节 鋅的主要化合物	16
第五节 鋅矿物、鋅矿石及鋅精矿	19
第六节 鋅的冶金方法	23
第二章 鋅精矿的焙燒	27
第一节 焙燒的分类及其一般特征	27
第二节 鋅矿石的煨燒	30
第三节 硫化鋅精矿的焙燒	33
1. 焙燒的目的与要求	33
2. 硫化精矿焙燒的理論基础	35
3. 焙燒时鋅精矿中各种成分的行为	48
4. 鋅精矿焙燒前的准备	62
第四节 人工耙动的反射爐焙燒	68
第五节 多层爐焙燒	69
第六节 人工耙动反射爐 与机械耙动的多层爐的复式爐	78
第七节 悬浮焙燒	84
第八节 沸騰焙燒	89
1. 沸騰焙燒概述	89
2. 沸騰焙燒的理論基础	91
3. 沸騰焙燒的工艺流程	104
4. 沸騰焙燒爐及有关设备的結構	111
5. 沸騰焙燒爐的烘爐、开爐与停爐	120
6. 沸騰焙燒的正常操作与技术控制	124

7. 沸騰焙燒爐的故障	128
8. 沸騰焙燒的技術條件與技術過程的分析	130
9. 沸騰焙燒的強化	140
10. 沸騰焙燒的勞動保護	143
第九節 燒結焙燒	145
第三章 火法蒸餾煉鋅理論基礎	148
第一節 蒸餾煉鋅概述	148
第二節 金屬氧化物的還原理論基礎	149
第三節 焙燒礦中各個組分在蒸餾時的行為	161
第四節 鋅蒸氣冷凝的理論基礎	173
第四章 橫罐蒸餾法煉鋅	180
第一節 橫罐蒸餾煉鋅概述	180
第二節 蒸餾罐、冷凝器及延伸器	183
1. 蒸餾罐	183
2. 冷凝器	192
3. 延伸器	194
第三節 橫罐蒸餾爐的構造	195
第四節 爐料的製備	202
第五節 蒸餾爐的技術操作	204
第六節 蒸餾過程的技術控制	209
第七節 橫罐蒸餾的技術經濟指標	212
第八節 蒸餾產物及其處理	214
第九節 安全技術措施	218
第五章 豎罐蒸餾法煉鋅	219
第一節 豎罐蒸餾法煉鋅概述	219
第二節 團礦的製備	221
1. 對團礦的要求及團礦製備的工藝流程	221
2. 原料的準備	222
3. 配料混合	230
4. 混合料的碾磨	232
5. 碾磨料制團	236

6. 生团矿的干燥	241
7. 团矿焦結	243
第三节 豎罐蒸餾爐的結構	251
第四节 豎罐蒸餾爐的开爐昇溫	273
第五节 豎罐蒸餾爐的操作	279
1. 加料与排料	279
2. 罐內加焦炭	285
3. 下延長部送风	287
4. 鋅蒸气的冷凝及出鋅	289
第六节 豎罐蒸餾爐的热工	295
第七节 豎罐蒸餾煉鋅的特殊問題	303
第八节 豎罐蒸餾煉鋅的产物及技术經濟指标	312
第九节 簡易豎罐煉鋅	314
第六章 电热法煉鋅	318
第七章 鼓风爐煉鋅	326
第一节 概述	326
第二节 鼓风爐煉鋅方法的特征	328
第三节 鼓风爐煉鋅技术中的特点	330
第四节 鼓风爐煉鋅的生产流程	332
第五节 鼓风爐煉鋅法的渣型选择	333
第六节 鼓风爐煉鋅的设备及其操作过程	334
第八章 鋅的精煉	338
第一节 熔析法精煉	338
第二节 精餾法精煉	341
1. 精餾的理論基础	341
2. 精餾法精煉鋅的實踐概述	350
第三节 碳化硅及其制品的性能	354
1. 碳化硅的性質	354
2. 碳化硅耐火制品的性能	355
第九章 土法煉鋅	360

第一节 土法炼锌的实质及其特点	360
第二节 土法炼锌实例	361
第十章 湿法炼锌	367
第一节 浸出	367
1. 概述	367
2. 浸出的理论基础	368
3. 锌烧矿各成分在浸出时的行为	373
4. 湿法炼锌浸出净液的工艺流程	379
5. 原料准备与磨矿分级	385
6. 浸出及净液的设备	390
7. 浸出的操作	394
第二节 浸出矿浆的固液分离	399
1. 浓缩	399
2. 过滤	404
第三节 硫酸锌溶液的净液	416
1. 水解法除杂质	416
2. 化学试剂法除杂质	426
第四节 锌的电解沉积	443
1. 电解沉积锌的理论基础	443
2. 电解设备	481
3. 电解过程的实际操作	498
4. 电解沉积过程的技术经济指标	509
第五节 阴极锌的熔铸	514
第六节 特号锌的生产条件	523
第七节 锌粉的制造	528
第八节 湿法炼锌的其他方法	529
第九节 浸出渣的处理	537
第十一章 从炼锌半成品中提取镉	549
第一节 从焙烧烟尘中提取镉	549
第二节 从铜—镉渣中提取镉	551
参考文献	557

鋅冶金學

东北工学院有色重金屬冶煉教研室 等 編著

• 內部資料 注意保密 •

讀者注意

本書系內部資料，只供有關部門、人員工作參考，所有材料、數據，未經冶金工業部同意，不得在公開書籍、文章上引用，亦不得翻印。

冶金工業出版社

鋅 冶 金 学

东北工学院有色重金屬冶煉教研室 等 編著

冶金工业出版社出版 地址：北京市灯市口甲45号

北京市书刊出版业营业許可証出字第 093 号

冶金工业出版社印刷厂印 内部发行

—— * ——

1960 年 2 月第一版

1960 年 2 月北京第一次印刷

印数 2,020 册

开本850·1168·1/32·373,000字 • 印张 $17\frac{14}{32}$

—— * ——

統一書号15062·1945 定价 2.60 元

为了总结我国十年来锌冶金工业的成就，并为培养干部提供技术资料，冶金工业部图书编辑委员会组织东北工学院及有关生产单位集体编写了“锌冶金学”。书中系统地阐述了锌冶金的理论基础与生产实践，对硫化锌精矿的沸腾焙烧，横罐炼锌、竖罐炼锌和湿法炼锌，均作了比较详细的论述。

本书供高等学校有色冶金专业用作教学参考书，也可供有色冶金部门的工程技术人员使用。

本书暂不公开发行，只供有关院校、生产企业、研究与设计单位参考。

参加本书编写工作的有东北工学院有色重金属冶炼教研室教师及有关单位的熊正瓚、韦寿南、顾成师、温庆颐、李志坚、何宝清、王才楚等同志。全书最后由东北工学院有色重金属冶炼教研室王彭年、关宗仪、贾志铭负责定稿。

序 言

随着我国社会主义建设事业不断飞跃前进，我国锌冶金工业也得到空前未有的发展，并在技术上不断获得新的成就。与此同时，培养这方面技术干部的任务日益加重，从事这方面工作的同志也日渐增多。但我国在目前尚无这方面的专书籍，且翻译书亦很少，因此这方面书籍甚感需要。为了总结我国建国十年来在锌冶金方面的成就，特别是 1958 年大跃进的成就以及满足各方面对锌冶金技术书籍的需要，在冶金工业部图书编委会的组织下，东北工学院有色重金属冶炼教研室与各有关工厂合作于本年三月起开始编写此书。

书中共分十一章，包括有各种治锌方法，内容有各种治锌方法的理论基础及实际操作，并特别注意结合我国生产实践经验。此书可供高等工业学校教学参考书用，同时也可供工程技术人员参考用。

全书由学校与工厂合作编写，最后由东北工学院有色重金属冶炼教研室整理定稿。由于我们水平所限，加以时间仓促，自知错误与缺点定不可免；但在总路线的光辉照耀下，为了需要，鼓足干劲大胆尝试编写了本书，以求与国内有关方面讨论和研究，诚恳地希望读者给予批评与指正。

东北工学院有色重金属冶炼教研室

1959.8

目 錄

第一章 緒論	9
第一节 鋅的历史及我国煉鋅事业的发展	9
第二节 鋅的生产統計	10
第三节 鋅的性質、用途及在国民經济中的作用	11
第四节 鋅的主要化合物	16
第五节 鋅矿物、鋅矿石及鋅精矿	19
第六节 鋅的冶金方法	23
第二章 鋅精矿的焙燒	27
第一节 焙燒的分类及其一般特征	27
第二节 鋅矿石的煨燒	30
第三节 硫化鋅精矿的焙燒	33
1. 焙燒的目的与要求	33
2. 硫化精矿焙燒的理論基础	35
3. 焙燒时鋅精矿中各种成分的行为	48
4. 鋅精矿焙燒前的准备	62
第四节 人工耙动的反射爐焙燒	68
第五节 多层爐焙燒	69
第六节 人工耙动反射爐 与机械耙动的多层爐的复式爐	78
第七节 悬浮焙燒	84
第八节 沸騰焙燒	89
1. 沸騰焙燒概述	89
2. 沸騰焙燒的理論基础	91
3. 沸騰焙燒的工艺流程	104
4. 沸騰焙燒爐及有关设备的結構	111
5. 沸騰焙燒爐的烘爐、开爐与停爐	120
6. 沸騰焙燒的正常操作与技术控制	124

7. 沸騰焙燒爐的故障	128
8. 沸騰焙燒的技術條件與技術過程的分析	130
9. 沸騰焙燒的強化	140
10. 沸騰焙燒的勞動保護	143
第九節 燒結焙燒	145
第三章 火法蒸餾煉鋅理論基礎	148
第一節 蒸餾煉鋅概述	148
第二節 金屬氧化物的還原理論基礎	149
第三節 焙燒礦中各個組分在蒸餾時的行為	161
第四節 鋅蒸氣冷凝的理論基礎	173
第四章 橫罐蒸餾法煉鋅	180
第一節 橫罐蒸餾煉鋅概述	180
第二節 蒸餾罐、冷凝器及延伸器	183
1. 蒸餾罐	183
2. 冷凝器	192
3. 延伸器	194
第三節 橫罐蒸餾爐的構造	195
第四節 爐料的製備	202
第五節 蒸餾爐的技術操作	204
第六節 蒸餾過程的技術控制	209
第七節 橫罐蒸餾的技術經濟指標	212
第八節 蒸餾產物及其處理	214
第九節 安全技術措施	218
第五章 豎罐蒸餾法煉鋅	219
第一節 豎罐蒸餾法煉鋅概述	219
第二節 團礦的製備	221
1. 對團礦的要求及團礦製備的工藝流程	221
2. 原料的準備	222
3. 配料混合	230
4. 混合料的碾磨	232
5. 碾磨料制團	236

6. 生团矿的干燥	241
7. 团矿焦結	243
第三节 豎罐蒸餾爐的結構	251
第四节 豎罐蒸餾爐的开爐昇溫	273
第五节 豎罐蒸餾爐的操作	279
1. 加料与排料	279
2. 罐內加焦炭	285
3. 下延長部送風	287
4. 鋅蒸气的冷凝及出鋅	289
第六节 豎罐蒸餾爐的热工	295
第七节 豎罐蒸餾煉鋅的特殊問題	303
第八节 豎罐蒸餾煉鋅的产物及技术經濟指标	312
第九节 簡易豎罐煉鋅	314
第六章 电热法煉鋅	318
第七章 鼓風爐煉鋅	326
第一节 概述	326
第二节 鼓風爐煉鋅方法的特征	328
第三节 鼓風爐煉鋅技术中的特点	330
第四节 鼓風爐煉鋅的生产流程	332
第五节 鼓風爐煉鋅法的渣型選擇	333
第六节 鼓風爐煉鋅的设备及其操作过程	334
第八章 鋅的精煉	338
第一节 熔析法精煉	338
第二节 精餾法精煉	341
1. 精餾的理論基础	341
2. 精餾法精煉鋅的實踐概述	350
第三节 碳化硅及其制品的性能	354
1. 碳化硅的性質	354
2. 碳化硅耐火制品的性能	355
第九章 土法煉鋅	360

第一节 土法炼锌的实质及其特点	360
第二节 土法炼锌实例	361
第十章 湿法炼锌	367
第一节 浸出	367
1. 概述	367
2. 浸出的理论基础	368
3. 锌烧矿各成分在浸出时的行为	373
4. 湿法炼锌浸出净液的工艺流程	379
5. 原料准备与磨矿分级	385
6. 浸出及净液的设备	390
7. 浸出的操作	394
第二节 浸出矿浆的固液分离	399
1. 浓缩	399
2. 过滤	404
第三节 硫酸锌溶液的净液	416
1. 水解法除杂质	416
2. 化学试剂法除杂质	426
第四节 锌的电解沉积	443
1. 电解沉积锌的理论基础	443
2. 电解设备	481
3. 电解过程的实际操作	498
4. 电解沉积过程的技术经济指标	509
第五节 阴极锌的熔铸	514
第六节 特号锌的生产条件	523
第七节 锌粉的制造	528
第八节 湿法炼锌的其他方法	529
第九节 浸出渣的处理	537
第十一章 从炼锌半成品中提取镉	549
第一节 从焙烧烟尘中提取镉	549
第二节 从铜—镉渣中提取镉	551
参考文献	557

第一章 緒 論

第一节 鋅的历史及我国煉鋅事业的发展

鋅在很久以前就被人类制成黃銅做裝飾品应用。我国是最早制造与使用黃銅的国家，以后从我国輸往欧洲。古代的冶煉者虽曾以当时掌握的冶煉方法——以炭与氧化矿混合进行还原熔煉——进行熔煉，打算得到单体金屬鋅，但未成功。这是因为鋅的沸点低，还原熔煉时鋅呈蒸气状态逸出，并立即被氧化成氧化鋅。就由于鋅的这种特性所限，因而冶煉比較困难，使得鋅較銅、鉄、鉛、錫的冶煉掌握得迟些。直到发现了鋅蒸气的冷凝現象并学会使鋅蒸气冷凝为液体鋅之后，才产生蒸馏法煉鋅。

关于煉鋅技术的起源，早些时候說法不一，經1954年中国化学学会組織中国化学史的討論以后，已肯定鋅、鎳在我国应用最早，但具体年代不詳。据考証我国至迟在唐朝就制鋅，并知用鋅做黃銅。至明朝煉鋅技术已达較高水平〔1, 2〕。現在大家已經公認煉鋅技术誕生在我国。明朝所煉的鋅多出产在山西太行一带，湖南荆衡次之。那时冶煉方法是将爐甘石（即菱鋅矿）混以炭裝入泥罐中，泥罐用泥封固，风干，勿使其裂隙。然后用煤餅将罐堆起，底鋪木柴发火，燒煮后冷定毀罐，即可得单体金屬鋅。当时因見鋅色似鉛，但性甚猛，故称“倭鉛”。我国按此方式煉鋅流傳很久〔3〕。

黃銅比单体鋅制得較早，这是由于熔煉銅矿与菱鋅矿时还原出来的鋅蒸气被銅吸收，而得到黃銅。黃銅古名瑜石，在明