

铁矿石的烧结

A. M. 巴尔芬諾夫 著

東北工學院煉鐵教研室 譯

冶金工业出版社

鉄矿石の焼結

A.M. 巴尔芬諾夫 著
东北工学院煉鉄教研室 譯

冶金工業出版社



本書根據蘇聯國立冶金出版社出版的巴爾芬諾夫著
「鐵礦石的燒結」1954年版譯出。

書中敘述了鐵礦石和它在冶煉前的處理方法。詳細
的研究了礦石造塊的方法，論述了抽風燒結方法的理論
和燒結礦質量的評價問題。書中也敘述了燒結的工藝系
統和燒結廠設計的基本原則。

本書可作為燒結廠中工程技術人員的參考，對采礦
和冶金學院的學生也是有益的。

本書系東北工學院煉鐵教研室范昱玉、李殷泰、李
思再、杜鶴桂等譯校，並由李思再負責校對。

А.М. ПАРФЕНОВ

АГЛОМЕРАЦИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД

Металлургиздат (Москва—1954)

鐵礦石的燒結

東北工學院煉鐵教研室 譯

編輯：徐敏時 設計：趙 苓 魯芝芳 責任校對：楊德昭

1953年4月第一版 1953年8月沈陽第二次印刷 平裝 3,000冊 (累計4,100冊)
精裝 500冊

850×1168·1/32·184,900字·印張8 $\frac{24}{32}$ ·定價(10) 平裝 1.80元
精裝 2.30元

瀋陽鐵路印刷廠印

新華書店發行

書號 0800

冶金工業出版社出版 (地址：北京市燈市口甲45號)

北京市書刊出版業營業許可証出字第093號

序 言

著者写这本书的目的是为了使现有关于碎矿粉和精矿粉的造块方法予以系统化。尤其着重在矿石的燒結过程和燒結技术方面。

本書主要是叙述矿石在連續式燒結机上的抽風燒結法。

著者認為必須向“有用矿物机械处理科学研究設計院”的科学工作者 И. М. 阿尔希波夫 (Архинов) 与 П. А. 略霍夫 (Ляхов) 同志表示謝意，他們對本書的部份章节給了很有价值的指导，並帮助进行了本書正文和插圖的校对工作。另外也感謝工程师 Л. С. 布劳赫 (Блох) 同志，他参加了書中燒結料計算一节的編写工作。

А. М. 巴尔芬諾夫

目 录

序言	7
第一章 铁矿石及其冶炼前处理方法的基本概念	8
§ 1 铁矿石的分类及其特性	8
§ 2 矿石储量的类别	19
§ 3 铁矿石代用品和冶炼中的复用产品	19
§ 4 苏联最主要矿区铁矿石的特性	21
§ 5 矿石冶炼前的准备处理	32
筛分——矿石按粒度分级	33
矿石的破碎与粉碎	34
选矿	37
矿石的中和	38
第二章 矿石造块的方法	40
§ 6 团矿方法的分类和简要的叙述	40
不加入粘结剂的团矿方法	40
加入有机质粘结剂的团矿方法	42
加入无机质粘结剂的团矿方法	43
§ 7 矿石的烧结造块方法	49
在迴轉爐中燒結	49
矿石的悬浮燒結	54
矿石的抽風燒結法	57
§ 8 各种燒結方法生产指标的比較	61
§ 9 新式燒結机	62
工程加 B.A. 沙哈尔諾夫型燒結机	62
里朱諾夫及威列苏特斯基工程师的燒結方法	65
§ 10 燒結法对矿物原料特殊类型焙燒方面的应用	66
水泥熟料的制法	67
建筑材料的生产	69
石灰石和白云石的焙燒	69
第三章 燒結料在燒結前的准备	71
§ 11 燒結料按化学组成的中和及准备	72
§ 12 燒結料中矿石部分的計算	77

01510

分析計算法	77
圖解計算法	81
§13 燒結料按粒度的准备	
矿石的粒度	90
返矿的粒度	96
燃料的粒度	102
石灰石和其他加入物的粒度	106
§14 燒結料的混勻	109
§15 燒結料的加水	117
水—矿石体系內水存在形态的定性区别	117
矿石成球过程的研究	119
矿石的水分及容重	124
§16 燒結料的透气性	129
第四章 铁矿石抽風燒結过程的原理	134
§17 燒結料層內干燥和水分轉移的特点	135
§18 燒結料的热分解作用与發火	138
§19 燒結料層內燃料的燃燒	140
§20 燒結过程中的物理化学现象	144
§21 燒結矿的显微镜分析	156
§22 获得熔剂性燒結矿与复合燒結矿的条件	159
石灰石粒度对熔剂性燒結矿机械强度的影响	160
加入石灰 (CaO) 生产熔剂性燒結矿	162
熔剂性燒結矿的矿物組成及冶炼性質	162
§23 含硫铁矿石的燒結条件	163
§24 平爐用燒結矿的生产	168
§25 強化燒結过程的途徑	169
強化燒結过程的化学—冶金的方法	169
燒結料的預热	170
真空度对燒結过程的影响	175
第五章 燒結矿質量的評價	183
§26 燒結矿强度試驗	186
§27 燒結矿的还原性	194
§28 燒結矿化学組成的檢驗	202

第六章 燒結厂的工艺流程及設計	204
§ 29 影响燒結厂厂址選擇的一些因素	204
§ 30 科学研究工作的組織及研究方法	207
§ 31 燒結厂的工艺流程	218
标准工艺流程	219
保持高真空度的标准工艺流程的簡易方案	223
使用低真空度的标准工艺流程的簡易方案	224
§ 32 燒結工厂各生产环节的一般結構	227
貯矿場和貯料倉	227
配料工段	228
混料工段	230
燒結工段	230
焦炭准备工段	230
抽風送風和煤气設備	231
燒結矿的冷却	232
§ 33 燒結工厂的数量流程	234
燒結过程的物質平衡和燒結矿組成的計算	237
§ 34 燒結主厂房基本設計決定	247
§ 35 燒結厂生产过程及机械設備的調度工作及自动控制	252
机械的集中控制与自动連鎖	252
檢測仪表, 燒結过程的自动調节和生产核算	255
調度工作的組織	259
§ 36 設計的技术經濟部分	263
燒結矿生产的經濟	265
第七章 燒結工厂主要的工艺設備	269
§ 37 連續生产的帶式燒結机	269
台車	272
燒結机的傳动部分及其試車	276
燒結机裝料	277
点火器	281
圓筒形混料机	283
破碎燒結矿用的破碎机	286
篩分燒結矿用篩子	286

	廢气管道及离心除塵器	287
§ 38	四輥式焦炭破碎机	290
§ 39	抽風机	293
§ 40	燒結机的开动和操作	296
	設備的計劃檢查和修理	299
§ 41	間歇作業燒結盤的燒結工厂	300
	間歇作業可动式燒結盤	307
参考文献		312

鉄矿石の焼結

A.M. 巴尔芬諾夫 著
东北工学院煉鉄教研室 譯

冶金工業出版社



本書根據蘇聯國立冶金出版社出版的巴爾芬諾夫著
「鐵礦石的燒結」1954年版譯出。

書中敘述了鐵礦石和它在冶煉前的處理方法。詳細
的研究了礦石造塊的方法，論述了抽風燒結方法的理論
和燒結礦質量的評價問題。書中也敘述了燒結的工藝系
統和燒結廠設計的基本原則。

本書可作為燒結廠中工程技術人員的參考，對采礦
和冶金學院的學生也是有益的。

本書系東北工學院煉鐵教研室范昱玉、李殷泰、李
思再、杜鶴桂等譯校，並由李思再負責校對。

А.М. ПАРФЕНОВ

АГЛОМЕРАЦИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД

Металлургиздат (Москва—1954)

鐵礦石的燒結

東北工學院煉鐵教研室 譯

編輯：徐敏時 設計：趙 苓 魯芝芳 責任校對：楊德昭

1953年4月第一版 1953年8月沈陽第二次印刷 平裝 3,000冊 (累計4,100冊)
精裝 500冊

850×1168·1/32·184,900字·印張8 $\frac{24}{32}$ ·定價(10) 平裝 1.80元
精裝 2.30元

瀋陽鐵路印刷廠印

新華書店發行

書號 0800

冶金工業出版社出版 (地址：北京市燈市口甲45號)

北京市書刊出版業營業許可証出字第093號

目 录

序言	7
第一章 铁矿石及其冶炼前处理方法的基本概念	8
§ 1 铁矿石的分类及其特性	8
§ 2 矿石储量的类别	19
§ 3 铁矿石代用品和冶炼中的复用产品	19
§ 4 苏联最主要矿区铁矿石的特性	21
§ 5 矿石冶炼前的准备处理	32
筛分——矿石按粒度分级	33
矿石的破碎与粉碎	34
选矿	37
矿石的中和	38
第二章 矿石造块的方法	40
§ 6 团矿方法的分类和简要的叙述	40
不加入粘结剂的团矿方法	40
加入有机质粘结剂的团矿方法	42
加入无机质粘结剂的团矿方法	43
§ 7 矿石的烧结造块方法	49
在迴轉爐中燒結	49
矿石的悬浮燒結	54
矿石的抽風燒結法	57
§ 8 各种燒結方法生产指标的比較	61
§ 9 新式燒結机	62
工程加 B.A. 沙哈尔諾夫型燒結机	62
里朱諾夫及威列苏特斯基工程师的燒結方法	65
§ 10 燒結法对矿物原料特殊类型焙燒方面的应用	66
水泥熟料的制法	67
建筑材料的生产	69
石灰石和白云石的焙燒	69
第三章 燒結料在燒結前的准备	71
§ 11 燒結料按化学组成的中和及准备	72
§ 12 燒結料中矿石部分的計算	77

01510

分析計算法	77
圖解計算法	81
§13 燒結料按粒度的准备	
矿石的粒度	90
返矿的粒度	96
燃料的粒度	102
石灰石和其他加入物的粒度	106
§14 燒結料的混勻	109
§15 燒結料的加水	117
水—矿石体系內水存在形态的定性区别	117
矿石成球过程的研究	119
矿石的水分及容重	124
§16 燒結料的透气性	129
第四章 铁矿石抽風燒結过程的原理	134
§17 燒結料層內干燥和水分轉移的特点	135
§18 燒結料的热分解作用与發火	138
§19 燒結料層內燃料的燃燒	140
§20 燒結过程中的物理化学现象	144
§21 燒結矿的显微镜分析	156
§22 获得熔剂性燒結矿与复合燒結矿的条件	159
石灰石粒度对熔剂性燒結矿机械强度的影响	160
加入石灰 (CaO) 生产熔剂性燒結矿	162
熔剂性燒結矿的矿物組成及冶炼性質	162
§23 含硫铁矿石的燒結条件	163
§24 平爐用燒結矿的生产	168
§25 強化燒結过程的途徑	169
強化燒結过程的化学—冶金的方法	169
燒結料的預热	170
真空度对燒結过程的影响	175
第五章 燒結矿質量的評價	183
§26 燒結矿强度試驗	186
§27 燒結矿的还原性	194
§28 燒結矿化学組成的檢驗	202

第六章 燒結厂的工艺流程及設計	204
§ 29 影响燒結厂厂址选择的一些因素	204
§ 30 科学研究工作的組織及研究方法	207
§ 31 燒結厂的工艺流程	218
标准工艺流程	219
保持高真空度的标准工艺流程的簡易方案	223
使用低真空度的标准工艺流程的簡易方案	224
§ 32 燒結工厂各生产环节的一般結構	227
貯矿場和貯料倉	227
配料工段	228
混料工段	230
燒結工段	230
焦炭准备工段	230
抽風送風和煤气設備	231
燒結矿的冷却	232
§ 33 燒結工厂的数量流程	234
燒結过程的物質平衡和燒結矿組成的計算	237
§ 34 燒結主厂房基本設計決定	247
§ 35 燒結厂生产过程及机械設備的調度工作及自动控制	252
机械的集中控制与自动連鎖	252
檢測仪表, 燒結过程的自动調节和生产核算	255
調度工作的組織	259
§ 36 設計的技术經濟部分	263
燒結矿生产的經濟	265
第七章 燒結工厂主要的工艺設備	269
§ 37 連續生产的帶式燒結机	269
台車	272
燒結机的傳动部分及其試車	276
燒結机裝料	277
点火器	281
圓筒形混料机	283
破碎燒結矿用的破碎机	286
篩分燒結矿用篩子	286

	廢氣管道及离心除塵器	287
§ 38	四輥式焦炭破碎機	290
§ 39	抽風機	293
§ 40	燒結機的開動和操作	296
	設備的計劃檢查和修理	299
§ 41	間歇作業燒結盤的燒結工廠	300
	間歇作業可動式燒結盤	307
參考文獻		312

序 言

著者写这本书的目的是为了使现有关于碎矿粉和精矿粉的造块方法予以系统化。尤其着重在矿石的燒結过程和燒結技术方面。

本書主要是叙述矿石在連續式燒結机上的抽風燒結法。

著者認為必須向“有用矿物机械处理科学研究設計院”的科学工作者 И. М. 阿尔希波夫 (Архипов) 与 П. А. 略霍夫 (Ляхов) 同志表示謝意，他們對本書的部份章节給了很有价值的指导，並帮助进行了本書正文和插圖的校对工作。另外也感謝工程师 Л. С. 布劳赫 (Блох) 同志，他参加了書中燒結料計算一节的編写工作。

А. М. 巴尔芬諾夫

第一章 鉄矿石及其冶煉前

处理方法的 basic 概念

在熟悉鉄矿石之前，應該首先了解一下采矿方面所使用的一些术语的概念。

地壳是由一些均一的無机物所組成的，这些無机物被 称为 矿物。

某一种或一組矿物，具有一定的結構和性質成不同比例聚集在地壳中的称为 岩石。

根据岩石生成的条件主要分为三类：

- 1) 火成岩，它是由岩漿冷凝而成的；
- 2) 水成岩，是沉积在水盆地中的一种岩石；
- 3) 变質岩，是由火成岩与水成岩受到各种物理作用如溫度，压力，浸析等逐漸变成的。

在現代的技术条件下，能够有利地从中取得所需要的金屬的岩石称为 矿石。这种定义是相对的，因为在現代的技术条件下处理認為是有利的岩石，按其中所含有的金屬量來說，在过去技术条件低劣的时候，曾被棄置而不能称为矿石的。

与矿石相反，在岩石中不含或少含所需要提煉的金屬的岩石称为 脈石。

与圍岩有显著区别的矿石积集的地帶称为 矿床。

§ 1 鉄矿石的分类及其特性

鉄矿石可以分为三个主要的类型：

1. 磁鉄矿（鉄呈磁性氧化物 Fe_3O_4 或 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$ 存在）
2. 赤鉄矿（即紅鉄矿与鏡鉄矿，呈 Fe_2O_3 形态）；
3. 褐鉄矿（鉄呈各种不同程度水合作用的含結晶水的氧化物存在， $m\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ）。

此外还有一种菱铁矿，其中铁呈碳酸化合物 FeCO_3 存在。这种铁矿石由于探查到的储量很少，因此它们在工业上的意义不大。

上述主要的分类是采矿冶金实际生产中所惯用的。这种分类方法可以判断出每种类型矿石所固有的重要特点。矿石的各种不同的物理性质，决定了它们在冶炼前的处理方法。

磁铁矿。在磁铁矿中 Fe_3O_4 是铁的主要存在形态。它是具有磁性的氧化铁-氧化亚铁 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$ 。在 Fe_3O_4 中铁的含量为72.4%，含氧为27.6%。比重为4.9—6.2。

按含铁量说，在各种铁矿石中磁铁矿是属于富矿范畴内的矿石。它的最大特点是具有很强的磁性，可以利用电磁方法进行选矿。

在自然界中，由于氧化作用的影响，磁铁矿中铁的一部份被氧化成更高级的氧化物，从 Fe_3O_4 变为 Fe_2O_3 。结果变为既含有 Fe_3O_4 又含有 Fe_2O_3 ，但仍保持磁铁矿结晶形态的变质矿石。这种现象被称为假像化。由磁铁矿变为假像的三氧化二铁(Fe_2O_3)称为假像赤铁矿。依据被氧化到假像赤铁矿的多少又分为假像赤铁矿与半假像赤铁矿。所谓半假像赤铁矿系指其中铁的总含量与氧化亚铁的含量的比大于3.5者（假像赤铁矿中这个比大于7）。磁铁矿比其他铁矿石更常含有硫，有时含铈。

磁铁矿有很致密的结晶结构，在高炉冶炼时它难于被煤气所还原。

苏联在乌拉尔和西伯利亚有很巨大的磁铁矿床，在克里沃罗格和库尔斯克磁力异常区有很多贫的磁性石英岩。各种贫磁铁矿由于它富有磁性所以都是最容易选别的矿石。这种矿石用磁选机进行选别。

赤铁矿。这类矿石中的含铁矿物为不含水份的氧化物 Fe_2O_3 ，其中含铁量70%，氧30%。

赤铁矿的物理组织是多种多样的：由非常致密的结晶组织到很松散的粉状。各不同矿区的矿石中含铁量波动很大。最富的赤