



重金屬冶金學

下 冊

Д. М. 契日科夫 著



冶金工業出版社

重金屬冶金學

(下 册)

Д.М. 契日科夫 著

冶金工業出版社

本書系根据苏联科学院出版社出版的 Д.М. 契日科夫著“有色重金屬冶金学”譯出。

原書分六部分：总論；鉛冶金；鋅冶金；銅冶金；鎳冶金；一般問題。

譯本分上、中、下三冊出版：上冊包括总論与鉛冶金；中冊为鋅冶金；下冊包括銅冶金、鎳冶金与一般問題。

本書可供有色冶金工業部門工程技術人員和科学研究人員使用，也可供高等冶金工業學校学生使用。

本書“銅冶金”部分由冶金工業部有色冶金設計总院冶煉处及翻譯科譯校；“鎳冶金”与“一般問題”部分由夏立信譯，吳学文、子群校。

Д.М. Чижиков

МЕТАЛЛУРГИЯ ТЯЖЕЛЫХ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

АН СССР (Москва 1948 Ленинград)

重金屬冶金学 (下冊)

編輯：曾广潤 設計：魯芝芳、童煦菴 責任校对：吳研琪

1958年9月第一版

1958年9月北京第一次印刷

平裝 3,000 册
精裝 1,600 册

850×1168•1/32•236,000字•印張 14 $\frac{12}{32}$ •定价 (10) 平裝 2.40 元
精裝 2.90 元

冶金工業出版社印刷厂印

新华書店發行

書号 0862

冶金工業出版社出版 (地址：北京市灯市口甲45号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第 093 号

下冊目錄

銅 冶 金

第一篇 生产銅的基本原理	17
第一章 煉銅的方法	17
§ 1 銅矿石和銅精矿的組成.....	17
§ 2 煉銅的主要方法.....	18
§ 3 煉銅的原則流程.....	19
第二篇 銅硫化精矿的焙燒	22
第二章 銅硫化精矿焙燒的理論和实践	22
§ 1 概論.....	22
§ 2 銅硫化精矿氧化的化学反应历程.....	22
§ 3 銅精矿的焙燒爐及其作業的实践.....	26
第三篇 含銅物料在反射爐中煉成冰銅	30
第三章 銅精矿反射爐熔煉的理論基础	31
§ 1 在反射爐熔煉过程中銅的各种化合物的行为 (Cu—S—O 系).....	31
1) 銅的硫化物受热时的行为.....	32
2) 銅的氧化物受热时的行为.....	34
3) 硫酸銅受热时的行为.....	35
4) 銅的硫化物和氧化物受热时的交互作用.....	35
§ 2 鐵的化合物在反射爐熔煉过程中的行为 (Fe—S—O 系).....	36
1) 鐵的硫化物受热时的行为.....	36
2) 鐵的氧化物受热时的行为.....	33
3) 金屬鐵和鐵氧化物間的交互作用.....	39
4) 鐵的硫化物和氧化物間的交互作用.....	39
§ 3 金屬銅、鐵及其硫化物和氧	

化物間的交互作用·····	42
1) 金屬銅和硫化亞鐵間的交互作用 (Cu-FeS 系) ·····	42
2) 銅和鐵的氧化物間的交互作用。銅的鉄酸鹽的生成 (CuO-Fe ₂ O ₃ 和 Cu ₂ O-Fe ₂ O ₃ 系) ·····	43
3) 鉄和銅的硫化物与氧化物間的交互作用 [CuO(Cu ₂ O)-FeS 系和 Fe ₂ O ₃ (Fe ₃ O ₄)-Cu ₂ S 系] ·····	43
§ 4 反射爐熔煉过程中生成冰銅和爐渣 的化学反应历程·····	46
§ 5 爐料的熔化和液体产物的澄清·····	47
§ 6 反射爐熔煉銅精矿的脫硫作用·····	48
第四章 冰銅·····	50
§ 1 鑄的一般概念·····	50
§ 2 冰銅的結構·····	50
§ 3 硫化鋅对冰銅性質的影响·····	55
§ 4 金、銀在冰銅中的溶解度·····	55
1) 銀的溶解度 ·····	55
2) 金的溶解度 ·····	58
§ 5 反射爐熔煉的冰銅·····	58
第五章 反射爐熔煉的爐渣·····	62
§ 1 銅渣的組成·····	62
1) 反射爐熔煉爐渣中鉄的氧化物 ·····	62
2) 反射爐熔煉爐渣中的二氧化硅 ·····	64
3) 反射爐熔煉爐渣中的氧化鈣和氧化鎂 ·····	64
4) 反射爐熔煉爐渣中的鋅 ·····	64
5) 反射爐熔煉爐渣中的氧化鋁 ·····	65
6) 反射爐熔煉爐渣中的一氧化錳 ·····	65
§ 2 反射熔煉爐渣中的銅和貴金屬·····	65
1) 反射爐熔煉时爐渣中的銅 ·····	65
2) 爐渣中的貴金屬·····	68
第六章 熔煉銅矿石和銅精矿的反射爐·····	68

§ 1	熔煉銅精礦的反射爐的構件	69
§ 2	爐氣的排出	77
§ 3	裝料設備	78
§ 4	加熱系統	78
第七章 反射爐的熱制度		81
§ 1	熔煉的熱工基礎	81
§ 2	熔煉銅精礦的反射爐的粉煤加熱法	83
§ 3	反射爐的液體燃料加熱法和天然氣加熱法	84
§ 4	抽力制度	86
§ 5	廢氣熱的利用	86
§ 6	反射爐的熱平衡	87
第八章 銅精礦反射爐熔煉的實踐		88
§ 1	爐料的準備	88
§ 2	裝料	90
§ 3	吹爐渣的傾入與脫銅	91
§ 4	冰銅的放出	92
§ 5	爐渣的放出	93
§ 6	反射爐熔煉時煙塵的生成	93
§ 7	反射爐磚砌體的壽命	94
§ 8	反射爐工作中的故障及其排除法	95
§ 9	反射爐的生產能力和技術經濟指標	96
§ 10	銅精礦熔煉的強化法	103
1)	銅精礦的電爐熔煉	103
2)	銅精礦的懸浮熔煉	104
第四篇 含銅黃鐵礦在鼓風爐中熔煉成冰銅和爐渣		107
第九章 含銅黃鐵礦自熱熔煉成冰銅和元素硫的理論基礎		109
§ 1	工藝流程	109
§ 2	自熱熔煉過程中的化學反應歷程	110
§ 3	自熱熔煉過程中磁性氧化鐵的生成	115

§ 4	自热熔煉的热化学	115
§ 5	自热熔煉时的脫硫率	116
第十章	含銅黃鉄矿鼓風爐熔煉的設備配置	120
§ 1	鼓風爐	120
§ 2	銅硫工厂熔煉部的設備系列	121
第十一章	自热熔煉的原始物料	122
§ 1	矿石	123
§ 2	熔剂	124
§ 3	焦炭	126
§ 4	鼓風	126
第十二章	鼓風爐自热熔煉的产品	127
§ 1	自热熔煉的冰銅	127
§ 2	自热熔煉的爐渣	128
§ 3	含銅黃鉄矿自热熔煉时的爐气	130
第十三章	含銅黃鉄矿在密閉裝料的鼓風爐內 进行自热熔煉的實踐	131
§ 1	开爐	131
§ 2	提取元素硫的自热熔煉过程的进程	131
§ 3	自热熔煉时鼓風爐的爐結断面	133
§ 4	冰銅与爐渣的分离及前床制度	134
§ 5	鼓風爐自热熔煉时烟塵的生成	135
§ 6	硫的除砷	136
§ 7	自热熔煉的技术經濟指标	137
第十四章	烏拉尔开口裝料鼓風爐自热熔煉法	141
§ 1	烏拉尔各工厂自热熔煉的特点	141
§ 2	爐結的生成及消除方法	142
§ 3	烏拉尔各厂含銅黃鉄矿自热熔煉的技 术經濟指标	142
第十五章	銅矿石其他方式的鼓風熔煉 (半自 热熔煉、富集熔煉、还原熔煉)	145

§ 1	半自热熔煉	145
§ 2	冰銅的富集熔煉 (濃縮熔煉)	150
§ 3	含銅物料的还原熔煉	151
第五篇	冰銅的处理	154
第十六章	冰銅的吹煉	154
§ 1	过程的實質	154
§ 2	吹爐	155
1)	立式吹爐	156
2)	臥式吹爐	157
3)	吹爐的零件	160
§ 3	原始物料	161
1)	冰銅	161
2)	熔剂	162
3)	冷料	163
4)	鼓風	163
§ 4	吹煉产物	164
1)	白冰銅	164
2)	吹爐渣	164
3)	粗銅	165
4)	吹爐烟塵	166
5)	吹爐爐气	166
§ 5	吹煉的實踐	167
1)	注入冰銅	167
2)	裝入石英	167
3)	吹爐的照应	167
4)	吹爐热制度的調节	168
5)	爐砌体的侵蝕和磁性氧化鉄壁結	168
6)	風口及爐口的清理	169
7)	爐气的排出	171
8)	吹爐中粗銅的傾出	171

9) 吹爐的修理	172
10) 吹爐的生产能力	172
11) 銅鉛銻吹煉的實踐	172
12) 冰銅吹煉的技术指标	173
§ 6 冰銅吹煉过程的强化法	176
第六篇 銅的精煉	177
第十七章 銅的氧化精煉	177
§ 1 吹爐粗銅的組成	177
§ 2 銅氧化精煉的實質	179
§ 3 銅氧化精煉时雜質的行为	180
§ 4 銅精煉爐和加热法	191
1) 精煉爐的構件	191
2) 精煉爐的加热	194
§ 5 銅氧化精煉的實踐	195
§ 6 銅精煉时的爐渣及其处理	202
§ 7 銅氧化精煉的强化法	203
第十八章 銅的电解精煉	204
§ 1 电解过程的實質	204
1) 陽極反应过程	205
2) 陰極反应过程	206
§ 2 銅电解精煉时各种雜質的行为	206
§ 3 电解液	211
§ 4 銅电解过程設備的配置	213
1) 电解槽	213
2) 陽極	215
3) 陰極	218
4) 电流的整流	218
5) 电解槽和電極的联接方法	221
§ 5 銅电解精煉的實踐	221
1) 电解槽的給液和电解液的循环	221

2) 電極的裝槽與出槽	222
3) 電解槽的修理	223
4) 電極的檢查	223
§ 6 電解的工藝指標與技術經濟指標	224
1) 電壓	224
2) 電流密度	225
3) 電解液溫度	225
4) 電流效率	225
5) 電能效率	226
§ 7 陰極銅的質量	227
§ 8 陰極片的製造	229
§ 9 電解液的淨化和再生	230
§ 10 陽極泥的處理	231
第七篇 銅的水冶冶煉	234
第十九章 礦石中銅的浸出	234
§ 1 概論	234
1) 水冶法煉銅的發展	234
2) 礦石的組成和溶劑的選擇	235
3) 按硫酸法進行水冶法煉銅的工藝流程	236
§ 2 銅礦物溶解的化學反應歷程	238
1) 銅礦物與硫酸的反應	238
2) 銅礦物與硫酸鐵的反應	238
3) 礦石浸出時雜質的溶解	239
§ 3 礦石的準備	239
1) 礦石的粉碎	239
2) 礦石的分級	240
3) 給礦與卸礦	241
§ 4 銅的浸出	241
1) 堆浸法	241
2) 滲浸法	242

3) 銅的攪拌浸出法	249
第二十章 硫酸銅溶液的淨化	252
§ 1 用沉淀銅除氯並使硫酸鐵还原成硫酸亞鐵	252
§ 2 在硫酸溶液中添加石灰石使鐵、鋁、 砷水解沉淀	253
§ 3 溶液的脫銅	255
1) 用鐵从溶液中置換銅	255
2) 添加石灰石使銅从溶液中沉淀析出	256
3) 使銅从溶液中以氯化亞銅狀態沉淀析出	256
第二十一章 从硫酸溶液中进行銅的电解沉积	257
§ 1 基本反应和雜質的行为	257
1) 基本反应	257
2) 电解时雜質的行为	257
§ 2 电解过程的設備	259
1) 电解槽	259
2) 陽極	259
3) 陰極	262
§ 3 电解的实践	263
1) 溶液的組成	263
2) 溫度	263
3) 电压	263
4) 电流密度	264
5) 陰極的电流效率	264
6) 陽極的电流效率	264
7) 短路的防止	264
第二十二章 水法煉銅中的氨法和氯化法	267
§ 1 用氨法从矿石中提銅	257
1) 用氨溶液浸出銅	267
2) 氨溶液中銅的提取	268
§ 2 銅矿石和含銅黃鐵矿焙砂的氯化法处理	269

鎳 冶 金

第一章 鎳的煉取方法	272
第一篇 氧化鎳礦的處理	276
第二章 氧化鎳礦熔煉成鎳銻前的準備	276
§ 1 氧化鎳礦的預備處理法	276
1) 生礦熔煉	277
2) 團礦熔煉	277
3) 燒結礦熔煉	278
§ 2 氧化鎳礦的干燥	278
§ 3 氧化鎳礦的制團	281
§ 4 氧化鎳礦的燒結	282
第三章 氧化鎳礦的還原硫化熔煉過程的 化學反應歷程	285
§ 1 以炭和一氧化碳自氧化物中還原鎳	286
§ 2 鎳在熔煉過程中的硫化	286
1) 金屬鎳與硫化鐵的相互反應	286
2) 熔融時一氧化鎳及硅酸鎳與硫化鐵或硫化鈣之間的相 互反應	286
3) 硅酸鎳與硫酸鈣間的相互反應	288
4) 金屬鎳及其氧化物與單體硫或硫化氫之間的相互反應	288
§ 3 碳酸鎳和硫酸鎳的行為	288
§ 4 在氧化鎳礦熔煉成鎳銻的過程中鎳鐵的形成	289
第四章 熔煉氧化鎳礦用的鼓風爐	290
1) 爐缸	290
2) 水套	290
3) 風口	291
4) 爐頂	291
第五章 氧化鎳礦鼓風爐熔煉的原料	292

§ 1	物料各成分的物理性質对熔煉速度的影响	293
§ 2	氧化鎳矿熔煉时的硫化剂	293
§ 3	焦炭	293
§ 4	鼓風	294
第六章	氧化鎳矿鼓風爐熔煉的产物	296
§ 1	氧化鎳矿熔煉时所得的鎳銻	296
§ 2	氧化鎳矿鼓風熔煉的爐渣	301
§ 3	氧化鎳矿鼓風爐熔煉时的爐气和烟塵	302
第七章	氧化鎳矿鼓風爐熔煉的实际操作	305
§ 1	鼓風爐操作	305
1)	往裝料台送料	305
2)	裝料	305
3)	出渣	306
4)	放出鎳銻	306
§ 2	鎳鉄爐結的形成及其消除方法	307
§ 3	鼓風爐的生产能力和焦炭消耗	308
§ 4	氧化矿鼓風爐熔煉时渣中鎳的損失和烟塵帶出量	309
1)	廢渣中鎳的損失	309
2)	氧化鎳矿鼓風爐熔煉时烟塵帶出量	309
第八章	鎳銻吹煉成鎳高銻	310
§ 1	吹煉鎳銻成鎳高銻的特点	310
§ 2	鎳銻吹煉的实际操作	311
§ 3	鎳銻吹爐吹煉时的烟塵帶出量	314
第九章	鎳高銻处理成金屬鎳	316
§ 1	鎳高銻的氧化焙燒	316
1)	鎳高銻氧化焙燒的历程	316
2)	鎳高銻焙燒的設備形式及操作	317
§ 2	氧化鎳的还原	320
1)	鎳的蒸餾爐还原	320

2) 鎳的电爐还原	321
第十章 从氧化矿中提取鎳的其他方法	325
§ 1 以电爐將氧化鎳矿熔煉成鎳鉄	326
§ 2 氧化鎳矿在迴轉窑中进行还原或硫化熔煉	326
§ 3 氧化鎳矿的湿法冶金	327
第二篇 銅鎳硫化矿的处理	329
第十一章 銅鎳硫化矿的組成及其处理方法	329
§ 1 銅鎳硫化矿的組成	329
§ 2 銅鎳硫化矿的处理方法	329
第十二章 銅鎳硫化矿及其精矿的氧化焙燒	331
§ 1 銅鎳矿及其精矿焙燒的化学反应历程	331
§ 2 銅鎳硫化精矿在机械耙动多層焙燒爐中进行氧化焙燒	332
§ 3 銅鎳硫化矿及其精矿的燒結焙燒	332
第十三章 銅鎳矿及其精矿的熔煉	333
§ 1 在鼓風爐中熔煉銅鎳塊矿及燒結矿	334
§ 2 銅鎳矿及精矿的反射爐熔煉	337
§ 3 銅鎳矿及精矿的电爐熔煉	338
第十四章 銅鎳銻	341
第十五章 銅鎳銻的吹煉	344
第十六章 銅鎳高銻借硫化鈉进行分离熔煉	346
§ 1 过程的理論基础	346
§ 2 銅鎳高銻分离熔煉的实践 (奧弗德法)	350
§ 3 分离熔煉产物的处理	354
1) 銅頂層的处理	354
2) 从底層中制取鎳	356
第十七章 湿式电冶法处理銅鎳高銻	357
第十八章 鎳的电解精煉	361
§ 1 鎳电解的特点	361
§ 2 陽極过程	362

§ 3	陰極过程	363
§ 4	电解实践	365
§ 5	廢电解液（陽極电解液）的淨化	367
第十九章	羰基法处理銅鎳高錳及底層	370
第二十章	砷鎳矿及砷渣的处理	374
§ 1	矿石熔煉成粗砷渣	375
§ 2	濃縮熔煉成精砷渣	375
§ 3	自砷渣中回收鎳（和鈷）	376

一 般 問 題

第一章	爐渣处理	378
§ 1	基本原理	378
§ 2	鼓風燒結法	381
§ 3	威尔茲法	381
§ 4	鼓風爐熔煉	387
§ 5	用粉煤吹煉液态爐渣法（烟化法）	391
§ 6	在發生爐中处理多金屬的生产廢料	395
第二章	有色冶金工厂物料的运输、儲藏及配料	397
§ 1	物料的运输	397
§ 2	配料	400
第三章	收塵	400
§ 1	利用重力或离心力作用使爐 气中的悬浮顆粒沉降	401
§ 2	爐气的布袋過濾	402
§ 3	爐气的电力淨化	406
第四章	有色冶金工厂安全技术与生产衛生 的主要規程	413
第五章	冶金計算	415
§ 1	鉛冶金	415

1) 鼓風爐粗鉛熔煉爐料計算	415
2) 鼓風爐的物料平衡和熱平衡	418
§ 2 鋅冶金	428
1) 焙燒計算	428
2) 蒸餾渣的計算	436
3) 鋅蒸餾爐的物料平衡及熱平衡	440
4) 濕法煉鋅中濾渣的計算	443
§ 3 銅冶煉	447
1) 焙燒及熔煉的爐料計算	447
2) 銅精礦焙爐的物料平衡及熱平衡	451
3) 反射爐熔煉的物料平衡及熱平衡	453
§ 4 鎳冶金	459
主要參考文獻	459

銅 冶 金

有色冶金設計總院
冶煉處及翻譯科 譯校