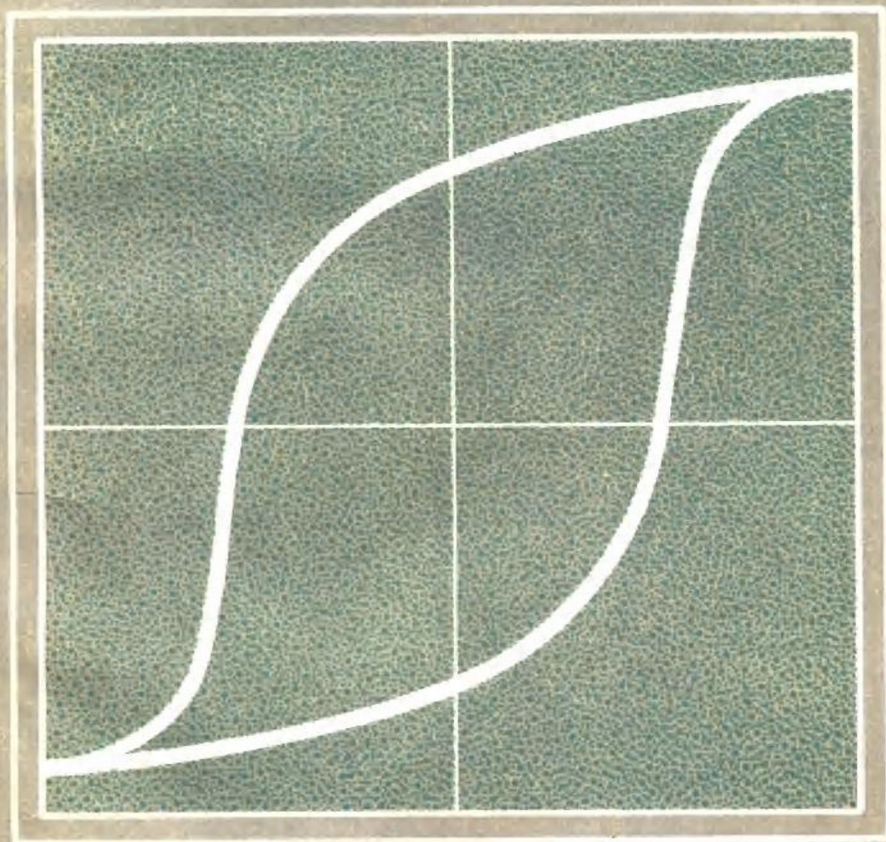


黑色金属矿选矿手册



冶金工业出版社

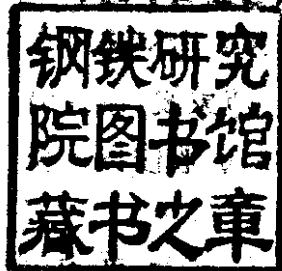
TD 951-62
S 38

黑色金属矿选矿手册

[苏] C.Φ.申柯连科 主编

殷俊良 范象波 徐乃娟 译

GT05/14



冶金工业出版社

221712

内 容 提 要

本手册是根据苏联1980年出版的С.Ф.申柯连科等编著的《黑色金属矿选矿手册》第二次修订版翻译的。

手册中叙述了黑色金属矿选矿方法，列举了各种选矿方法的工艺指标。阐述了设备工艺计算以及工艺流程编制和计算中所用的各种参数之间的规律。本手册是第二次修订版（第一版于1964年出版，书名叫做《黑色金属矿选矿和烧结手册》），其特点是对选矿厂工艺过程的操作和调整提供了较丰富的资料，同时还在选择单体设备和整个选矿厂最有效的工艺操作制度方面提出了建议。

本手册供选矿厂、科研和设计单位的工程技术人员参考，对矿业和冶金高等院校的师生也有裨益。

手册的序言和第一章至第七章由殷俊良翻译；第八章至第十章由范象波翻译，第十一章至第十三章由徐乃娟翻译。全书由郑飞和殷俊良校对，最后由殷俊良统一整理。

黑色金属矿选矿手册

〔苏〕С.Ф.申柯连科 主编

殷俊良 范象波 徐乃娟 译

郑飞 殷俊良 校

冶金工业出版社出版

（北京灯市口74号）

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

850×1168 1/32 印张21 1/8 字数561千字

1985年4月第一版 1985年4月第一次印刷

印数00,001~3,500册

统一书号：15062·4129 定价5.65元

序 言

铁矿石和锰矿石是黑色冶金工业的主要原料，其产量与年俱增。

保证供给冶金企业优质矿石原料的选矿过程，在矿山工业中占有重要地位。采出的铁矿石，三分之二以上需要选矿，锰矿石则全部需要入选。黑色金属矿选矿厂是完全机械化的大型工业企业，选矿工艺复杂，并装备有大量的各种选矿设备。

有些铁矿公司的年生产率高达3500~4000万吨，锰矿选矿厂也高达500~600万吨。

自本手册第一版问世以来，矿山工业，其中包括选矿，有了重大发展。各企业的生产能力提高了，设备的规格和生产率都显著增大，还有不少企业采用了新工艺。例如，目前选矿厂磨矿设备的规格和生产率提高了1~1.5倍，磁选机提高了3~4倍，跳汰机提高了1~3倍。

含铁石英岩自磨技术得到广泛应用。锰矿选矿厂采用无活塞式跳汰机代替动筛跳汰机和隔膜跳汰机，并在细磨精矿过滤作业中采用过热蒸汽干燥滤饼等。

入选原矿的质量也发生了显著变化。目前，大量开采难选矿石，而且对精矿质量的要求日益提高，因此大大影响了整个选矿制度和工艺。这便是《黑色金属矿选矿手册》修订再版的原因。

在新版手册中扼要地阐述了苏联各主要矿山铁矿石和锰矿石的矿物和化学组成；在破碎和筛分两章内，较全面地介绍了破碎、筛分设备的计算方法和实际效果。

磨矿一章作了彻底修改。该章除介绍大型现代化磨矿机之外，还提出了以实验室模拟试验为基础并加以完善的工艺指标计算方法；叙述了矿石自磨工艺并列举了磨矿机生产的新资料。

在阐述跳汰、重悬浮液选矿、磁选等章节中，研讨了新型无活塞式跳汰机、重介质旋流器、磁选机和电磁磁选机；介绍了细粒浸染氧化石英岩用强磁选机磁选的资料。

本手册在选矿产品的脱水和过滤方面作了重大修改；还增加了新章节：回水给水和污水处理。

本手册只研究选矿问题。鉴于烧结和球团在某些选矿厂内是独立的生产工序，所以这部分从本手册删除。

现有企业的选矿指标与选矿过程调整参数的熟悉程度，以及是否善于运用所积累的设备操作经验有关。

因此，作者的任务之一是，除修改材料外，还要把现有的黑色金属矿选矿工艺的各种资料具体化，使其能够在实际中应用。

编写本手册时主要利用了黑色金属选矿研究设计院（Механобрчермет）及其分院公开发表的研究成果。作者谨向 И.Н. 多库恰耶娃（Докучаева）、Н.И. 索库尔（Сокур）、В.Я 赫罗缅柯夫（Хроменков）、К.Д. 伊夫琴科（Ивченко）、М.П. 博日科（Божко）、В.П. 尼古拉延科（Николаенко）、В.Г. 利托夫卡（Литовка）、А.Г. 杰尔巴斯（Дербас）、В.И. 尼岑科（Ниценко）、Л.Н. 格列比翁（Гребень）、Л.А. 扎哈罗娃（Захарова）、О.М. 马尔库斯（Малкус）、Г.Д. 卡云（Каюн）等为本手册提供了必需的材料深表感谢。

本手册还利用了 С.Ф. 申柯连科（Шинкоренко）、В.С. 马尔古利斯（Маргудис）、В.П. 尼古拉延科（Николаенко）、Г.В. 古宾（Губин）和 В.С. 哈尔拉莫夫（Харламов）过去编写的《黑色金属矿选矿和烧结手册》有关章节的材料。

本手册第一、四、六、七章由 С.Ф. 申柯连科编写；第二、三章由 Е.П. 别列茨基（Белецкий）编写；第五、八章由 А.А. 希里亚耶夫（Ширяев）编写；第九章由 Е.П. 别列茨基（Белецкий）和 П.П. 尤罗夫（Юров）编写；第十章由 В.С. 乌瓦罗夫（Уваров）编写；第十一、十二章由 П.Е. 沃夫克（Вовк）编写；第十三章由 С.Ф. 申柯连科编写；第一章第三节由 С.В. 科纳什科娃（Конашкова）编写。

恳请读者把自己对本手册的批评和修改意见通过苏联“矿产”出版社转给作者，作者将不胜感激。

目 录

序言

第一章 总论	1
第一节 苏联主要矿床铁矿石、锰矿石和铬矿石的简要特点	1
第二节 黑色金属矿石选矿工艺过程和选矿方法	11
第三节 矿石和精矿质量标准	13
第二章 筛分	20
第一节 产品颗粒组成	20
第二节 筛分指标	25
第三节 筛面	28
第四节 筛分机械	36
第五节 振动筛的工艺计算	60
第六节 筛子的操作与维护	65
第三章 破碎	69
第一节 破碎的主要指标	69
第二节 颚式破碎机	74
第三节 圆锥破碎机	87
第四节 辊式破碎机	117
第五节 锤碎机和转子反击式破碎机	124
第六节 锰矿和铁矿的破碎实例	139
第四章 磨矿	163
第一节 概论	163
第二节 磨矿机的结构和技术规格	163
第三节 磨矿机运转机械制度的主要参数	191
第四节 磨矿规律	202
第五节 棒磨机和球磨机生产率的计算	224
第六节 磨矿机的操作与维护	236
第七节 磨矿实践	241
第八节 矿石自磨	258
第九节 矿石球磨和自磨的对比	298

第十节 矿石自磨过程的控制	299
第十一节 铁矿石的自磨实践	302
第五章 水力分级	312
第一节 概论	312
第二节 机械分级机	317
第三节 水力分级机	322
第四节 工艺过程的调节	336
第六章 洗矿	361
第一节 概论	361
第二节 洗矿机和洗矿设备	366
第三节 主要洗矿参数	380
第四节 洗矿流程和实践数据	385
第七章 水介质跳汰	399
第一节 概论	399
第二节 跳汰机	400
第三节 跳汰选矿参数和工艺流程	412
第四节 矿石的跳汰实践	427
第八章 重悬浮液选矿	437
第一节 概论	437
第二节 重悬浮液分选机	445
第三节 重悬浮液选矿的工艺流程和实践数据	453
第四节 工艺过程的调整	461
第九章 磁选	465
第一节 概论	465
第二节 矿物的磁性	467
第三节 选别强磁性矿物的弱磁场磁选机	473
第四节 选别强磁性矿石时产品脱泥、磁化和脱磁设备	488
第五节 弱磁性矿石选矿及物料除铁用的强磁场磁选机	500
第六节 选别细磨弱磁性矿石的高梯度磁选机	509
第七节 磁选机生产率的计算	517
第八节 矿石的磁选实践	519
第九节 矿石的磁化焙烧选别	533
第十章 浮选	545

第一节	概论	545
第二节	浮选药剂	545
第三节	浮选机和辅助设备	552
第四节	苏联和其他国家选矿厂的浮选流程及药剂制度	557
第十一章	回水给水	563
第一节	概论	563
第二节	影响矿浆澄清和回水给水的主要因素	565
第三节	澄清尾矿浆用的药剂	569
第四节	回水给水的工艺流程	574
第五节	尾矿浆干堆存时的脱水	579
第六节	尾矿过滤	583
第七节	污水净化概论	586
第十二章	浓密	597
第一节	概论	597
第二节	浓密机	599
第三节	矿浆的薄层浓密	605
第十三章	过滤	608
第一节	概论	608
第二节	真空过滤机和压滤机脱水	611
第三节	过滤工段系统	627
第四节	脱水系统中的辅助设备	633
第五节	滤布的性能	641
第六节	过滤和工艺调整过程参数	646
第七节	产品过滤性能的试验室测定	657
参考文献		660

第一章 总 论

第一节 苏联主要矿床铁矿石、锰矿石 和铬矿石的简要特点

铁 矿 石

在苏联已探明的铁矿总储量中，有17.4%的铁矿不需要选矿便可工业利用；63.8%需要用简单的选矿流程选矿；18.8%则要求采用复杂的选矿方法选别。

根据铁矿石矿物组成不同，分为以下几个类型：磁铁矿、赤铁矿、褐铁矿和菱铁矿。矿石类型决定了它们的选矿工艺。

磁铁矿 按其成因的不同，分为岩浆型、接触交代型（矽卡岩型）、热液型和沉积变质型〔1〕。

表 1-1 岩浆型磁铁矿的化学组成，%〔2〕

采选公司，矿床	矿 石	矿物中 Fe	全铁	SiO ₂	Al ₂ O ₃
卡奇卡纳尔采选公司	钛磁铁矿	70~71	16.9	38.7	6.4
兹拉托乌斯托夫 (Златоустов) 选矿厂	磁铁石英岩	71.8~72.4	33.5	33.4	2.0
库萨矿床	钛磁铁矿	65	49.2	4.3	6.0

采选公司，矿床	CaO	MgO	TiO ₂	P	S	烧碱
卡奇卡纳尔采选公司	16.1	10.9	1.50	0.03	0.01	1.66
兹拉托乌斯托夫 (Златоустов) 选矿厂	1.4	13.5	0.40	0.10	0.04	2.59
库萨矿床	0.9	3.8	—	—	—	—

岩浆型磁铁矿矿床有：卡奇卡纳尔 (Качканар)、库萨 (Куса)、佩尔沃乌拉尔斯克 (Первоуральск) (乌拉尔)、阿弗里坎德 (Африканд) (科拉半岛)，以及阿尔泰-萨彦岭 (Алтай-Саяны) 山区、后贝加尔 (Забайкалье) 地区等矿床。这些矿床是浸染、致密、细条和脉状钛磁铁矿和镁磁铁矿，含有钒、锆、铂、钛等有用和稀有成分。钛磁铁矿的主要金属矿物为：磁铁矿和钛铁矿等；其次为：赤铁矿 (假象赤铁矿)、金红石、铬铁矿；共生矿物为：黄铁矿 (硫钴矿)、黄铜矿、磁黄铁矿、镍黄铁矿、闪锌矿、方黄铜矿、墨铜矿、针镍矿、斑铜矿、辉铜矿、针铁矿、含水针铁矿、孔雀石、蓝铜矿、硅孔雀石、赤铜矿；非金属矿物为：绿泥石、角闪石、辉石、石榴石、长石、绿帘石、橄榄石、蛇纹石、镁铁尖晶石、葡萄石、方解石、石英岩和黑云母。

卡奇卡纳尔矿床的矿石含 Fe 14~34%，S 0.01~0.7%，P 0.037~0.12%， $\text{SiO}_2 < 39\%$ 。矿石经选矿和冶炼过程可获得钛和钒。阿弗里坎德矿床的矿石平均含 Fe 15~16%。库萨矿床的致密磁铁矿矿石中磁铁矿含量 60~72%，平均含 Fe 51%；致密的绿泥石化矿石含磁铁矿 55~75%，绿泥石 5~15%；该矿床少量浸染矿石中平均含 Fe 20.5%。卡奇卡纳尔和库萨矿床采出的矿石的化学组成见表1-1。

接触交代型浸染和致密磁铁矿矿床有：

维索科哥尔斯克 (Высокогорск)、戈罗布拉戈达特斯克 (Гороблагодатск)、马格尼托哥尔斯克 (Магнитогорск)、波克罗夫 (Покров)、博戈斯洛夫 (Богослов) 群 (乌拉尔)；阿巴坎 (Абакан) (西萨彦岭)；英斯克 (Инск)、别洛列茨克 (Белорецк) (戈尔诺-阿尔泰) (Горный Алтай)；卡恰尔斯克 (Качарск)、萨尔巴伊 (Сарбай)、索科洛夫 (Соколов)、库尔容库尔斯克 (Куржункульск)、科兹列夫 (Козырев)、罗蒙诺索夫 (Ломоносов)、阿达耶夫 (Адаев)、阿塔克索尔 (Атаксор)、肯丘贝 (Кень-Тюбе) (哈萨克) (Казахстан)。各

类型矿石的矿物平均含量如下：致密矿石：Fe 52.6~58%、S 0.36~4.6%、P 0.07~0.28%；浸染矿石：Fe 38~41%、S 0.32~3.74%、P 0.13~0.17%。达什克桑（Дашкесан）矿床（高加索）含Fe 38.7%、S 0.3%、P 0.08%；科夫多尔斯克（Ковдорск）矿床（科拉半岛）含Fe 32%、SiO₂ 8~10%、S 0.2%、P 2.8%（浸染磷灰石磁铁矿类型）。

主要金属矿物为：磁铁矿和赤铁矿（假象赤铁矿）；其次为：假磁铁矿、磁性赤铁矿、镁铁矿、针铁矿、含水针铁矿；共生金属矿物为：硫化铁、硫化铜和其它有色金属硫化物；硫酸盐；碳酸盐：菱铁矿（镁菱铁矿）、铁白云石、孔雀石、蓝铜矿；氧化物和氢氧化物（主要是锰）；硅酸盐：磷绿泥石、日光榴石、硅孔雀石、砷酸盐为钴华，以及单质的铜、金和银。非金属矿物—硅酸盐为：石榴石、辉石、闪石、长石、绿帘石、绿泥石、云母、方柱石等；氧化物为：石英、蛋白石、玉髓；碳酸盐，磷酸盐和天然硫。

热液型磁铁矿矿床有：安加罗-伊里姆（Ангаро-Илим）群、科尔舒诺沃（Коршуново）、鲁德诺哥尔斯克（Рудногорск）、捷伊斯克（Тейск）群，以及西北地区的叶诺-科夫多尔斯克（Ено-Ковдорск）矿床等。具有工业价值的矿石含Fe 34~53%，平均含Fe 37.2%。具有工业价值的科尔舒诺沃矿石平均含Fe 34.5%、S 0.04%、P 0.26%、SiO₂ 23.4%。鲁德诺哥尔斯克矿床的致密矿石平均含Fe 57%、S 0.15%、P 0.65%和SiO₂ 12%。浸染型矿石含Fe 30~35%。主要金属矿物为：镁铁矿、磁铁矿、磁赤铁矿；非金属矿物中有：氟磷灰石、蛇纹石、方解石。接触交代型和热液型矿床采出的矿石的化学和矿物组成见表1-2。

分布最广的沉积变质型磁铁矿是克里沃罗格（Криворог）和克列缅楚格（Кременчуг）铁矿区、库尔斯克磁力异常区、科拉半岛（奥列涅哥尔斯克（Оленегорск）、基洛夫哥尔斯克（Кировогорск）等）、安加罗-皮特（Ангаро-Пит）地区（东西伯利亚）、远东地区（小兴安岭（Малый Хинган）、基姆坎（Ки-

表 1-2 接触交代型和热液型矿石的化学和矿物组成, %

采 选 公 司、选 矿 厂	化 学 组 成						矿 物 组 成									
	Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	P	S	烧 减	磁 铁 矿	赤 铁 矿, 假 赤 铁矿	黄 铁 矿, 磁 黄 铁矿	方 解 石	石 英	硅 酸 盐	辉 石
索科洛夫-萨尔巴伊采选公司	38.3	22.5	5.5	7.3	3.5	0.24	0.132	3.17	2.9	51.9	1.6	4.2	4.0	—	29.9	8.4
阿塞拜疆采选公司	38.1	20.2	6.0	15.5	2.7	0.54	0.025	0.17	—	54.2	0.5	1.5	6.1	1.0	36.7	—
阿巴古尔(Абагур)选矿厂	46.9	15.1	4.5	5.3	3.0	0.33	0.110	1.84	3.1	47.6	0.8	1.1	3.2	1.7	41.1	4.3
蒙迪巴什(Мундыбаш)选矿厂	41.4	18.0	5.3	3.4	3.6	1.03	0.088	0.59	4.5	45.1	0.9	1.2	3.4	1.5	40.9	4.0
维索科哥尔斯克选矿厂	30.5	27.7	9.7	10.6	3.2	0.13	0.107	1.51	2.9	30.5	3.6	0.9	—	—	58.8	6.2
列比亚任(Лебяжьи)选矿厂	29.9	25.6	8.2	8.7	5.6	—	0.420	0.26	4.7	32.6	0.5	0.3	—	—	62.0	4.6
戈罗布拉戈达特斯克选矿厂	32.6	26.0	9.0	10.2	2.5	0.26	0.090	0.86	—	29.6	3.2	1.7	—	—	62.5	3.0
马格尼托哥尔斯克选矿厂	37.2	23.3	10.3	4.5	1.0	—	0.070	0.33	7.5	45.0	1.5	3.5	3.5	2.0	38.5	6.0
北佩斯昌(Северо-Печан)选矿厂	42.1	17.4	4.9	11.4	2.4	0.34	0.035	1.86	3.9	49.5	—	3.7	3.0	—	25.0	11.8
科夫多尔斯克采选公司	28.2	8.5	2.0	16.5	13.9	—	2.74	0.28	—	44.00	—	—	15.0	—	20.8	0.2
科尔舒诺沃采选公司	28.7	25.4	5.2	11.6	10.1	—	0.23	0.01	6.77	34.00	4.0	—	11.0	—	43.0	—
捷伊斯克矿山(阿巴古尔选矿厂)	29.5	19.0	5.3	5.7	13.1	—	0.01	0.14	9.3	—	—	—	—	—	—	—

① 磷铁矿、钛铁矿。

мкан)、加林 (Гарин) 等) 的磁铁石英岩及其伴生的富矿。

克里沃罗格磁铁石英岩含Fe 28~39%、S 0.04~0.11%、P 0.02~0.06%、SiO₂ 30~40%。磁铁矿含Fe 75%，菱铁矿(镁菱铁矿)、赤铁矿和硅酸盐(绿泥石、闪石、辉石、云母)等弱磁性矿物含Fe 25%。矿石构造主要为层状(从薄层状到厚层状)。结构为细粒和微细粒。磁铁矿分离粒度直接与石英岩的变质程度有关，即：石英岩变质愈厉害，磁铁矿和磁铁矿集合体的粒度就愈粗，也就愈有利于选矿。

克列缅楚格、奥列涅哥尔斯克矿床和库尔斯克磁力异常区的石英岩的矿物组成和构造与克里沃罗格矿床相似。

在这些矿床中与磁铁石英岩共生的富磁铁矿储量不大。安加罗-皮特地区的赤铁矿-磁铁矿储量大，平均含Fe 40%。

沉积变质型磁铁石英岩的化学和矿物组成见表1-3。

赤铁矿 就其成因不同，主要分为下列两种：赤铁矿和氧化带假象赤铁矿。赤铁矿的分布少于假象赤铁矿。下安加尔斯克(Ниже-Ангарск)型贫赤铁矿矿石(原生沉积变质型)是下列类型的矿石：赤铁鳞绿泥石、砂质鳞绿泥赤铁矿、绿泥赤铁矿泥质砾岩。这些矿石中的矿物平均含量：Fe 36~40%、SiO₂ 25~33%、Al₂O₃ 7.4~8.5%、CaO 0.7~0.23%、MgO 0.1~0.25%、S 0.002~0.04%和P 0.02~0.08%。

阿塔苏依(Атасуй)矿床群(西卡拉扎尔(Западный Караджал))的赤铁矿是沉积变质型。矿石中各矿物组分的平均含量为：Fe 55.1%、Mn 0.46~0.88%、SiO₂ 0.89%、S 0.6~0.7%、P 0.03%、As 0.018~0.33%。

氧化带假象赤铁矿是各种富矿和石英岩。这种矿石均系假象赤铁矿矿床氧化带矿石。按矿物组成的不同，分为下列两种主要类型的富矿：赤铁矿-假象赤铁矿和菱铁矿-假象赤铁矿。赤铁矿-假象赤铁矿含Fe 50~65% (68%)、硫和磷的含量为万分之几。

克里沃罗格型矿的各组分平均含量为：Fe 62%、SiO₂ 6.4%、S 0.045%、P 0.034%；库尔斯克磁力异常区的矿石含：Fe 60~

表 1-3 苏联采选公司入选的沉积变质型磁铁矿石英岩的化学和矿物组成, %

采 选 公 司	化 学 组 成							矿 物 组 成						
	Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P	S	烧碱	磁铁矿	赤铁矿, 假象赤铁矿	菱铁矿	硅酸盐	石英	褐铁矿, 方解石, 黄铁矿, 磷灰石
英古列茨(Ингулец)采选公司	33.3	44.0	1.7	1.6	2.3	0.07	0.09	3.5	34.7	3.2	—	22.3	34.3	5.5
列贝金斯克 (Лебединск) 采选公司	33.5	42.6	1.9	1.6	2.3	0.1	0.06	2.9	35.5	6.8	—	16.5	36.6	4.6
南方采选公司	35.6	41.0	0.4	1.3	2.7	0.04	0.05	5.2	40.0	5.0	5.7	6.6	38.0	4.7
新克里沃罗格采选公司	33.3	40.5	1.3	1.4	3.1	0.04	0.08	7.8	34.7	2.4	11.6	10.2	36.5	4.6
中央采选公司	31.1	45.6	1.8	0.4	1.8	0.07	0.15	—	29.4	1.5	11.2	17.0	39.6	1.3
北方采选公司	34.3	43.2	0.8	1.5	2.9	0.04	0.12	2.8	36.9	7.0	—	16.0	35.0	0.6
第聂伯(Днепр)采选公司	34.6	43.9	0.6	1.3	2.5	0.02	0.16	3.74	37.0	4.3	4.4	11.3	38.3	4.1
库尔斯克磁力异常区矿	33.1	42.2	0.8	0.9	2.7	0.08	—	3.41	37.9	5.0	—	13.3	37.0	6.8

63%、 SiO_2 8.2%、 Al_2O_3 2.75~3%、S 0.13~0.84%、P 0.02~0.09%。

克里沃罗格和库尔斯克磁力异常区的赤铁矿-假象赤铁矿、褐铁矿-假象赤铁矿和假象赤铁石英岩在氧化矿中占有重要的地位。这类矿石含：Fe 33~46%、 SiO_2 37~44%、 Al_2O_3 0.1~5%、S 0.01~0.06%和P 0.04~0.08%。

褐铁矿 按其成因的不同，分为以下三种类型：沉积型、淋积型和风化壳残余型。

沉积型矿床（利佩茨克（Липецк）、图拉（Тула）、阿亚茨科耶（Аятское）、利萨科夫斯克（Лисаковск）、刻赤（Керчь））一般为鲕状、弱胶结和松散的矿石。主要金属矿物有：含水针铁矿、针铁矿、赤铁矿、鲕绿泥石、菱铁矿；共生矿物为：黄铁矿、磁黄铁矿和硬锰矿；非金属矿物是：石英、绿泥石、高岭岩、磷酸盐、长石、方解石，各组分含量为：Fe 30~50%（55%）、 SiO_2 20~30%、 Al_2O_3 5~6%（13%以下）、夹杂锰4~5%以下、钒万分之几、有害杂质为：S、 SO_3 、P、As。

刻赤矿床的褐铁矿为粉末状，水分高（达35~40%）。各组分含量为：Fe平均37%、 SiO_2 约20%、P 0.96%、S 0.18%、As 0.1%以下。该矿床有棕色和黄褐色两类主要的矿石。棕色矿石的颜色愈深，锰含量愈高（达2.3%）。

哈萨克（利萨科夫斯克和阿亚茨科耶）褐铁矿储量已探明。利萨科夫斯克褐铁矿的质量比阿亚茨科耶的稍差，Fe平均品位分别为35.2%和37.1%、S 0.03%和0.036%、P 0.55%和0.40%。

乌拉尔阿拉帕耶夫斯克（Алапаевск）淋积型褐铁矿，就其组成而言为菱铁矿-含水针铁矿，各组分含量为：Fe 30~58%、S 0.27%以下、P 0.16~0.19%。主要金属矿物为：含水针铁矿、针铁矿、菱铁矿；其次为：赤铁矿、磷褐铁矿、纤铁矿、胶针铁矿；共生矿物为：黄铁矿、硬锰矿、磁铁矿、铬尖晶石类、硅镁镍矿。非金属矿物为：石英、玉髓、方解石、长石等。

表 1-4 苏联入选褐铁矿

矿	床	Fe	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃
利萨科夫斯克		34.8	1.2	48.4	33.4	5.0
刻赤:						
卡梅什 布隆(Камыш-Бурун)地槽		37.6	0.5	53.2	18.8	5.0
埃尔季根-奥尔捷利(Эльтиген-Ортель)地槽		40.4	2.3	54.7	14.4	4.5
图坎斯克(Тукайск)		43.0	59.6	0.15	19.8	6.6
新基辅(Ново-Киев)		38.0	—	—	21.2	8.1
基列耶夫(Киреев)		44.3	—	63.3	19.0	3.6

残余型矿床的褐铁矿（奥尔斯克-哈利洛沃（Орско-Халилово）群、乌拉尔的叶利扎维京（Елизаветин））是混杂有镍、钴、铬的超基性岩风化壳矿。各组分含量为：Fe 32~41.4%、S 0.12%、P 0.12~9.14%。主要金属矿物为：含水针铁矿、针铁矿；其次为：赤铁矿、磁铁矿、纤铁矿、铁硅酸盐、铬尖晶石类、含钴、镍的氧化物、氢氧化锰和硅酸盐类。非金属矿物为：石英、玉髓、蛋白石、多水高岭土、贝得石、蛇纹石、绿泥石、石膏等。苏联入选褐铁矿的化学组成见表1-4。

菱铁矿矿床有：巴卡利(Бакаль)铁矿床群（Fe 28~33%）、阿巴伊利斯克（Абайльск）（南哈萨克（Южный Казахстан），Fe 36.99%、S 0.37%、P 0.022%、As 0.01%）、别列佐夫（Березов）（东西伯利亚，Fe 34.9%、S 0.88%、P 0.6%）等矿床。作熔剂用的菱铁矿数量极其有限，而是经氧化焙烧后作为高炉的添加剂。

锰 矿 石

锰矿石按其矿物组成的不同，主要分为混合矿（原生氧化矿、硬锰矿-软锰矿、碳酸锰矿）、磷酸锰矿、氧化锰矿等。同时

的化学组成, %〔2〕

CaO	MgO	Mn	V ₂ O ₅	TiO ₂	P	S	As	烧减
0.4	0.4	0.2	0.08	0.25	0.5	0.03	—	0.5
1.7	1.1	2.2	0.06	0.2	0.98	0.15	0.11	12.0
1.6	0.9	1.6	0.06	0.2	1.07	0.15	0.12	12.0
0.2	0.4	0.48	—	0.16	0.07	0.02	—	9.7
1.4	1.7	0.51	0.04	0.33	0.06	0.04	—	12.0
0.53	0.4	0.25	—	—	0.3	0.02	—	12.3

也有复合矿：锰铁矿（硬锰矿-锰土、水锰矿、褐铁矿、或者褐锰矿、黑锰矿、赤铁矿和磁铁矿）、钴土矿等。

硬锰矿-软锰矿石中的软锰矿主要混杂有硬锰矿和水锰矿。金属矿物呈球形结核状和鲕状分布在相当松散的粘土和砂质粘土中。

碳酸锰矿的主要金属矿物为：菱锰矿、钙菱锰矿和锰方解石。非金属矿物分布最广的是：蛋白石、海绿石、石英颗粒碎屑。

锰矿石的主要储量集中在尼科波尔（Никополь）和恰图拉（Чатур）矿区，呈沉积型层状产出。尼科波尔矿床的锰矿石为碳酸锰矿、原生氧化锰矿和混合（碳酸锰矿-氧化锰矿）矿。原生氧化锰矿由软锰矿（10~30%）、水锰矿（5~15%）和硬锰矿（10~35%）组成。非金属矿物有：石英（10~33%）、粘土（6~23%）、长石（5%以下）、云母（4%以下）、海绿石、碳酸盐（6%以下）等。

原生氧化锰矿中各主要组分的平均含量为：Mn 19.5~37.5%、Fe₂O₃ 2~6%、SiO₂ 22~23%、Al₂O₃ 3~7%、CaO 2~6%、MgO 1.2~2.3%、P₂O₅ 0.38~0.5%。