

北京图书馆藏

· 40374

中文资料

高炉锰铁冶炼

新余钢铁厂

高炉锰铁冶炼

V.15/120



新余钢铁厂

前 言

为适应我国钢铁工业发展需要，提高广大工人、技术人员 的操作、管理水平，受铁合金技术情报网委托，我们汇集了国内外有关锰铁冶炼的技术资料，着重总结了我国高炉锰铁各厂在操作技术、炉体结构、综合利用等方面的经验，针对高炉锰铁冶炼特点作了较详细的论述。对与生铁冶炼共同性的规律则从简或从略。

本书是我国高炉锰铁生产的一个初步总结，希望它的出版能对从事高炉锰铁生产的工人、干部、技术人员在生产、管理中有所裨益，并可供有关科研、设计与学校参考。

本书是1976年完稿的。由于编写人员水平有限和工作的局限性，稿子写成后又停顿了一段时间，对各厂近二年的新经验未能总结吸收，所以肯定会有不少缺点错误，欢迎读者批评指正。并对各厂矿、有关科研、设计、学校提供的资料和建议表示感谢。

本书由曹孝仁、张国庆、王朝正、娄有滇、戴定祉等同志参与绘图、校对等作了大量工作，在此表示感谢。

一九七九年六月

目 录

第一章 概述

第一节	锰的性质与用途.....	(1)
第二节	高炉锰铁生产的特点.....	(5)
第三节	高炉锰铁冶炼现状.....	(6)

第二章 锰铁高炉原料

第一节	锰矿石的种类.....	(8)
第二节	对锰矿石的要求与评价.....	(10)
第三节	锰矿石的处理.....	(12)
第四节	锰矿的烧结和球团.....	(19)
第五节	焦炭.....	(24)
第六节	熔剂.....	(28)
第七节	金属附加物.....	(29)

第三章 锰铁冶炼基本原理

第一节	锰与铁的基本特点.....	(31)
第二节	炉料的挥发和分解.....	(32)
第三节	锰的氧化物及其反应.....	(38)
第四节	锰及其他元素的还原.....	(42)
第五节	锰与碳的化合物.....	(56)
第六节	锰铁炉渣.....	(60)
第七节	炉料的运动和煤气流的分布.....	(78)
第八节	锰的回收途径.....	(90)
第九节	高炉强化冶炼.....	(104)

第四章 高炉操作

第一节	操作制度.....	(120)
-----	-----------	---------

第二节	炉况综合判断和调节	(124)
第三节	开炉	(134)
第四节	停炉	(143)
第五章 高炉炉前操作		
第一节	炉前操作的重要性	(146)
第二节	炉前工作指标	(146)
第三节	出铁	(147)
第四节	渣口维护及放渣操作	(150)
第五节	减少炉前跑铁	(151)
第六章 锰铁高炉的结构		
第一节	高炉炉体破损	(154)
第二节	内型选择	(170)
第三节	炉体内衬及冷却	(180)
第四节	炉顶装料设备	(205)
第五节	渣铁处理	(213)
第七章 热风炉		
第一节	热风炉内部结构破损特征	(217)
第二节	破损原因分析	(221)
第三节	热风炉的改进	(226)
第四节	高温热风炉的发展趋势	(228)
第八章 锰铁高炉煤气净化		
第一节	煤气净化的基本任务	(233)
第二节	锰铁高炉煤气的特点	(233)
第三节	我国锰铁高炉煤气净化的实践	(236)
第四节	提高煤气净化质量的措施方向	(242)
第九章 综合利用与环境保护		
第一节	锰尘及其防止	(250)
第二节	炉渣利用	(253)
第三节	炉尘利用	(257)

第四节	污水处理.....	(260)
第十章	富锰渣的冶炼	
第一节	技术标准.....	(267)
第二节	锰渣性能.....	(268)
第三节	冶炼原理.....	(271)
第四节	锰矿评价.....	(274)
第五节	生产实践.....	(276)
第六节	产品处理.....	(283)
第十一章	锰铁冶炼的有关计算	
第一节	配料计算中某些基本参数的选择和实例计算.....	(285)
第二节	锰金属还原率的计算.....	(290)
第三节	锰铁含锰与锰还原率和Mn/Fe关系.....	(292)
第四节	矿石消耗量计算.....	(293)
第五节	焦比计算.....	(294)
第六节	现场作业简易计算.....	(303)
第七节	鼓风动能的计算.....	(306)

第一章 概述

第一节 锰的性质与用途

锰是1770年由维也纳人考恩从含水软锰矿中发现的。1774年舍勒由软锰矿中制得了金属锰。

锰是一种灰色有光泽的金属。在自然界中以化合物的形式存在，是分布很广的元素之一。在地壳内锰的平均含量为0.09~0.1%，占已知元素含量的第十五位。锰的主要性质如表1-1

表1-1 锰的性质

原子序数：25

原子量：54.9380

升华热(20℃)：54千卡/克分子

熔点：1245℃

凝固时体积收缩率：4.5%

同素异形体：

异形体	转变温度	晶型	点阵参数(kx)*
α	$\alpha \rightleftharpoons \beta$ 727℃	复杂立方(58个原子)	8.8959
β	$\beta \rightleftharpoons \gamma$ 1100℃	复杂立方(20个原子)	6.300
γ	$\gamma \rightarrow \delta$ 1138℃	面心四方	3.744(室温); C/a=0.936
δ		面心立方	3.862(1095℃)

※1KX=1000X=1.002020埃

蒸汽压力：LogP(标准大气压)=-14848/T-3.028LogT+16.489

(T为绝对温度)

比热(25℃时)：

α-Mn 0.114卡/克·度

β-Mn 0.155卡/克·度

$$\gamma\text{-Mn} \quad 0.120 \text{ 卡/克} \cdot \text{度}$$

转变热: $\alpha \rightarrow \beta$ 535 卡/克

$\beta \rightarrow \gamma$ 545 卡/克

$\gamma \rightarrow \delta$ 430 卡/克

比重(20℃时): $\alpha\text{-Mn}$ 7.21

$\beta\text{-Mn}$ 7.29

$\gamma\text{-Mn}$ 7.21

线膨胀系数(20℃时): $\alpha\text{-Mn}$ 22.3×10^{-6} 毫米/毫米℃

$\beta\text{-Mn}$ 24.9×10^{-6} 毫米/毫米℃

$\gamma\text{-Mn}$ 14.8×10^{-6} 毫米/毫米℃

转变时的体积变化: $\delta \rightarrow \gamma$ +0.77%

$\gamma \rightarrow \delta$ +0.90%

压缩率(30℃时): $-\Delta U/U_0 = 7.21 \times 10^{-7} P - 5.3 \times 10^{-11} P^2$

电阻和电阻温度系数(报告值差别大):

	电阻系数, 欧姆·厘米	电阻温度系数, 1/℃
$\alpha\text{-Mn}$	$150 \sim 260 \times 10^{-6}$	2.3×10^{-4}
$\beta\text{-Mn}$	90×10^{-6}	12×10^{-4}
$\gamma\text{-Mn}$	40×10^{-6}	60×10^{-4}

磁化率(20℃时): 9.6×10^{-6} 厘米³/克

热离子常数:

功函数: 3.83 ± 0.02 电子伏特

里查森(Richardson)方程中的常数 $A = 3.4 \pm 2$ 安培/厘米²℃

锰的氧化物应用很早, 至今仍在广泛应用。如软锰矿在化学工业中是一种氧化剂, 在电力工业中是制造干电池的重要原料, 在玻璃制造业中做脱色剂, 加入油漆中可加速干燥等。但锰金属的发现及其应用则较迟。锰最早用于炼钢是在1839年(在钳钢炼钢中)。1856年在贝式麦转炉炼钢中试用镜铁加入钢水试验成功, 1883年高锰钢专利发表。锰在改进钢的质量方面起了重大作用, 促进了钢铁工业的发展。钢铁工业的发展又促进了锰铁合金的增长, 锰已成为钢铁生产上必不可少的元素, 现在世界上生产出的锰有90%以上用于钢铁。

锰在钢铁生产中的主要用途如下:

一、是铸造生铁的一个重要成份

我国现行标准中规定, 普通铸造生铁含锰0.50~1.30%, 冷铸车轮生铁含锰0.1~1.0%。

二、在炼钢过程中做脱氧剂和脱磷剂

现代炼钢法基本上是一个氧化过程。钢水中的氧主要以溶解性的FeO存在，如不去除，则钢水浇注冷凝后，FeO析出而成为氧化物夹杂，严重影响钢的机械性能。因此，在浇注前必须进行脱氧。

锰和氧的亲合力大于铁和氧的亲合力。利用这个原理，加入钢水中的锰从FeO中夺取氧而生成MnO。MnO比FeO稳定，又不溶于钢水中，加以其比重较轻，因而上浮至钢水表面进入炉渣。锰的脱氧反应如下式：



锰还有脱硫作用，反应如下式：



由于MnS密度小，上浮到渣层，可进一步氧化为MnO与SO₂：



三、是钢的重要合金元素之一

在珠光体类钢中含Mn达1%，Mn部分地溶于铁素体中，部分地溶于珠光体中作为铁和锰的双重碳化物存在。其作用是细化并增加珠光体，提高抗张强度、屈服点和硬度，而展性无明显降低；也增加淬透性，并在过热或过分退火中可以防止晶粒过分长大的倾向；由于锰的增加，碳素钢的临界温度降低。

含Mn3~8%的碳素钢，在缓冷时“空气硬化”，具有马氏体结构。但含Mn5~8%的钢很脆，无实际用途。

奥氏体类钢以高锰钢为代表，含C1~2%，Si约0.3%，Mn12~14%。此钢在950~1000℃水淬时硬化，产生奥氏体结构，有较好的耐磨性，经冷加工而变为马氏体结构还可以增加硬度。高锰钢广泛应用于拖拉机联轨板及破碎机鄂口等。

我国含锰的合金钢发展很快，近年来结合我国当前资源状况又发展了一批含锰的多元系列的合金结构钢。

炼钢用锰主要以合金的形式加入，如镜铁、中、低碳锰铁、碳素锰铁、硅锰合金等。一般锰铁产量为钢产量的0.7%左右。

镜铁一般含Mn5~20%，含Si3.5~5.5%。硅镜铁含Mn15~20%，含Si约10%，含C小于5%。目前我国没有镜铁的技术标准，一般不生产。我国现行锰铁、高炉锰铁的技术标准如表1-2。

高炉锰铁就是碳素锰铁（高碳锰铁）。其中除Mn与Fe外，还含有C、Si、P等，其熔点接近1220℃，主要由Mn、Fe复合碳化物和β-Mn₃C₄组成，一般比重7.15~7.4，肖氏硬度72~74，抗压强度7~9公斤/毫米²，质脆。这种产品中的Fe含量大于10%，可以户外存放；Fe<10%时，由于吸收水分，容易碎裂，难以库外贮存；当Fe<5%时，在空气中即行碎裂，应密封贮存和运送。

锰除大量用于钢铁工业外，还可以与多种有色金属组成许多重要合金，如锰铜、锰镍铜齐等。

表 1—2 我国锰铁技术标准
电炉锰铁标准 (YB 59—65)

锰 铁 种 类	牌 号		锰	碳	硅	磷		硫
	汉 字	代 号				I	II	
			不小于	不 大 于				
低 碳 锰 铁	锰 0	Mn 0	80.0	0.5	2.0	0.15	0.30	0.02
中 碳 锰 铁	锰 1	Mn 1	78.0	1.0	2.0	0.20	0.30	0.02
	锰 2	Mn 2	75.0	1.5	2.5	0.20	0.30	0.02
碳 素 锰 铁	锰 3	Mn 3	76.0	7.0	2.5	0.20	0.33	0.03
	锰 4	Mn 4	70.0	7.0	3.0	0.20	0.38	0.03
	锰 5	Mn 5	65.0	7.0	4.0	0.20	0.40	0.03

高炉锰铁标准 (YB 66—65)

牌 号		化 学 成 分					
		锰	硅		磷		硫
			一 组	二 组	一 级	二 级	
汉 字	代 号	不小于	不 大 于				
锰高 1	MnG 1	76.0	1.0	2.0	0.40	0.60	0.03
锰高 2	MnG 2	72.0	1.0	2.0	0.40	0.60	0.03
锰高 3	MnG 3	68.0	1.0	2.0	0.40	0.60	0.03
锰高 4	MnG 4	64.0	1.0	2.0	0.40	0.60	0.03
锰高 5	MnG 5	60.0	1.0	2.5	0.40	0.60	0.03
锰高 6	MnG 6	56.0	1.0	2.5	0.40	—	0.03
锰高 7	MnG 7	52.0	1.0	2.5	0.40	—	0.03

第二节 高炉锰铁生产的特点

现在, 碳素锰铁生产有高炉法与电炉法两种, 都是用焦炭做还原剂, 主要区别是热源不同。高炉用燃烧焦炭供热, 电炉的热源为电能。1870年已开始用小型高炉冶炼镜铁和碳素锰铁。

目前, 世界上各主要产钢国家的锰铁生产各依自己的具体条件而采用不同的生产设施, 如日本几乎全用电炉冶炼, 美、苏、英、法和西德等国的高炉锰铁产量占有相当大的比例, 我国的碳素锰铁则主要由高炉冶炼。

高炉炼锰铁与炼普通生铁的生产过程基本相同, 有着共同的冶炼规律, 都是在缓慢下降的炉料与快速上升的高温还原性煤气的对流条件下进行的。高炉投产后, 生产连续进行, 焦炭在风口前燃烧, 产生大量的热能与高温还原性煤气, 煤气上升过程中与不断下降的原料接触, 使原料受热分解、还原、熔化、渗碳, 生成液态的渣与铁。锰铁冶炼也有其特点。我们要了解高炉冶炼的共同规律, 更重要的是掌握锰铁冶炼的特殊规律。

与普通生铁冶炼对比, 高炉生产锰铁的特点如下所述。

一、锰的回收率低

由于Mn的还原困难, 要突出强调提高锰回收率。

锰铁冶炼的基本任务是把矿石中的锰最大限度地还原出来, 但MnO较难还原, 加以锰矿一般品位低, 渣量大, 锰在渣中的化学损失较多, 此外, 还有锰的挥发和炉尘吹出损失、渣中带铁等机械损失。因此, 在锰铁生产的各个环节必须突出强调提高锰回收率, 采取较高的炉渣碱度与较高的炉缸温度等促进锰还原的操作制度, 以及各种减少损失、厉行回收的措施。

二、焦比高

在锰的还原过程中, 高价氧化物容易还原且为放热反应, 关键的一步是由MnO还原为Mn。这一步是直接还原反应, 即几乎只有在高炉下部高温条件下与固体炭接触时才能进行, 热与碳素的消耗量大, 因而锰铁冶炼时负荷轻、焦比高(约为生铁的三倍)。因此, 应采取高温与富氧鼓风、高碱度烧结矿与煅烧生石灰等, 使热量集中于炉缸并节省高温区的热量消耗; 同时, 保证炉缸全面活跃和炉温充沛而均匀, 以利于提高负荷, 降低焦比, 增加产量。

三、煤气发热值高

由于焦比高, 煤气利用率低, 因而煤气的热值较高, 应当充分利用; 但由于同样原因, 炉顶温度高, 煤气实际发生量大、流速高, 加以锰矿含粉率高, 挥发及吹损量多, 因而煤气中含尘量多而且细, 容易粘结, 还含有较高的氰化物等有毒物质。这样, 造成煤气净化困难, 污水处理量大, 是一个必须切实解决的关键问题。

四、对原料要求严格

对原料有以下要求:

①入炉锰矿石在化学成分上不仅要求高的含Mn量,而且要求具有一定的Mn/Fe与P/Mn值,成分要稳定,以保证产品质量。为此,对锰矿要合理并堆、中和,合理配料,不合要求的矿石要进行选矿处理。

②要筛净粉末,保证粒度。锰铁炉料中焦炭较多,这是利于顺行的一面;但是,由于锰矿含粉率高、强度差、比重较小,加以矿石贫、渣量大,因而当操作制度不相适应时,易于产生煤气流分布紊乱,出现“管道”等,严重影响炉况顺行。对此,除在操作上采取适当调节措施外,必须强调筛净粉末,改善粒度,发展人造块矿。

③在锰矿贫化的条件下,采用生石灰以及发展高碱度烧结矿有重大作用。要使用优质焦炭,入炉焦炭粒度要均匀适当。

五、炉衬侵蚀快

锰铁冶炼对炉衬侵蚀快,高炉一代寿命较短,因而必须强化炉体结构。炉顶温度高,严重影响炉顶设备和一代寿命,必须采取针对性措施。

六、锰尘对人体危害大

锰尘对人体危害较大,必须特别采取环境保护措施

第三节 高炉锰铁冶炼现状

国外在高炉中冶炼锰铁,原来只采用炉缸直径为4—5.5米的高炉。近几年来,美国及苏联已在炉缸直径为7米或更大的,有效容积为600—1000米³的高炉中冶炼。我国最初也仅在小于1000米³的高炉中冶炼。随着钢铁工业的发展,高炉容积不断扩大,目前,255—300米³高炉生产的锰铁已占全国锰铁产量的一半左右。

当前锰铁生产,从技术、操作以及装备上都不断获得改进和发展。

一、强化高炉冶炼进程

在精料的基础上,锰铁高炉冶炼从传统的低强度,经采用大风机等措施,已达到1.0左右,特别是小型高炉,有的已达到2.0左右。高炉利用系数达到1.0左右。

国外有的高炉采用富O₂,鼓风中含O₂达到3.2%。西德、美国和苏联所取得的结果表明,富O₂量在2.3—3.0%时,焦炭消耗量为1250—1600公斤/吨锰铁。苏联冶炼锰铁的高炉还采用高压炉顶。苏联克拉玛托尔厂容积为1033米³高炉,顶压为1.04,对强化冶炼,减少吹损,提高煤气净化均有好处。

二、煤气净化回收

由于锰铁高炉煤气净化、回收技术业已解决,改变了过去依靠生铁高炉煤气燃烧热风炉生产的状况,为锰铁高炉独立生产创造了条件。

煤气净化多采用文氏管单联或串联方法。净化后的煤气含尘量可达30毫克/米³以下,可以满足热风炉燃烧要求。有的厂在文氏管处理后再经电除尘净化,煤气含尘量达到10—5毫克/米³以下。

三、高碱度锰烧结矿

在矿山和工厂中，矿石的开采或精料准备过程中，均产生大量的粉矿。锰矿粉的造块方法，目前以烧结造块为主。锰矿烧结在我国高炉冶炼中使用的比例在逐渐增加。

在锰矿贫化条件下，采取超高碱度的烧结矿取代“石头”熔剂（石灰石或白云石）直接入炉，是节焦增产的关键措施。

锰矿烧结充分利用了锰矿资源，同时也改善了高炉冶炼条件，减少了吹出量，为强化冶炼创造了条件。

根据锰铁冶炼特性，加入白云化石灰石代替石灰石，对改善炉渣性质，提高锰金属回收率，已在实践中获得较好的效果。

四、提高锰金属的回收

在高炉中进行锰矿石冶炼时，锰的还原一般认为最多为80%。锰回收率提高的技术措施是改善造渣制度，保持充沛的炉温，降低渣中MnO的损失等。对于含锰较低的锰矿石来说，锰的回收在经济上更有意义。

在提高冶炼强度与降低焦比，提高焦炭负荷与提高锰回收率的生产与技术要求下，普遍采取精料、高碱度烧结矿，高风温，维护炉况顺行以及炉前操作加强等。这样，即使在锰矿贫化的情况下，我国大部分高炉回收率也已达75%左右。

五、高炉内型及炉体结构的改进

根据锰铁冶炼的实践，锰铁高炉内型设计及其附属设备均有改进，以适应生产技术上的要求，延长高炉一代寿命。

在炉型设计上，发展趋势是炉喉加高并扩大，增加炉腹高度，适当缩短炉身与减小炉缸容积。

在结构上，强化水冷设备，炭素内衬，增加炉顶喷水设施，国外有的高炉使用高压炉顶。

在出铁场，为改善铸铁块质量，我国使用铁模。西德和欧洲大陆大都用砂模。美国则是在衬有耐火砖的车内浇铸，然后打碎。

六、综合利用及环境保护

目前，广泛利用的是锰铁炉渣经水淬后做水泥原料，制造水渣砖及予制构件。

在污水处理方面，原来认为是一个污染环境的主要问题。采用渣滤法后，洗涤污水含泥获得解决，但普遍存在的是污水中氰的处理尚待试验研究。采用 FeSO_4 法是比较经济的方法，但仍达不到排放标准。采用氰化物的回收方法尚需试验、实践。

第二章 锰铁高炉原料

第一节 锰矿石的种类

锰矿石是高炉冶炼锰铁的主要原料。自然界中含锰矿物很多，目前已知的大约有150多种，但大部分是零星分布，只有少数矿物在有利的地质条件下才能形成具有工业价值的锰矿床。

在自然界中，锰均呈化合物存在，可供工业用的锰矿绝大多数为锰的氧化物和碳酸盐化合物。锰的氧化矿物主要有软锰矿、硬锰矿、偏锰酸矿、水锰矿、褐锰矿和黑锰矿。在常温常压下，锰的氧化物只有二氧化锰才是稳定的，其余锰的氧化物都容易被氧化，所以最常见的是四价锰的矿物（如软锰矿、硬锰矿）。锰的碳酸盐矿物主要有菱锰矿、锰方解石、菱铁矿及钙菱锰矿等。锰的硅酸盐矿物及硫化矿物分布较少，工业价值不大。

锰的主要矿物特性如表2—1。

锰矿石可根据化学成分、矿石类型和工业用途的不同，按多种方法进行分类。

一、按矿石中所含锰铁比（Mn：Fe）分

按矿石中锰铁比的大小可分为锰矿石、铁锰矿石、含锰铁矿石三类。

1、锰矿石

锰铁比（Mn：Fe）大于0.8以上，其主要成分为锰。含锰大于30%，锰铁比不小于3的富锰矿石，可直接用于冶炼锰质合金。含锰小于30%和锰铁比小于3的高铁贫锰矿石需经选矿后应用。

2、铁锰矿石

锰铁比（Mn：Fe）在0.5~0.8之间，这类矿石往往要经过选矿方能作为冶炼锰质合金原料。一般可作冶炼非标准锰铁、镜铁和炼铁配料使用。

3、含锰铁矿石

这类矿石以含铁为主，含锰仅5~10%，一般用来冶炼含锰生铁或炼铁配料之用。

二、按矿石自然类型分

按矿石自然类型可分为氧化锰矿石和碳酸盐矿石。我国现有氧化锰和碳酸盐矿石的一般成分如表2—2。

锰的主要矿物特性

表 2-1

类别	矿物名称	化 学 分 子 式	含锰量 * %	比 重	莫 氏 硬 度	颜 色	矿物结构
氧 化 锰 矿	软 锰 矿	MnO_2	$\frac{63.2}{55 \sim 63}$	4.7~4.8	1~2.5	黑、钢灰	疏松状、烟 灰状、粒状 鲕状
	硬 锰 矿	$MnO \cdot MnO_2 \cdot nH_2O$	$\frac{—}{35 \sim 60}$	3.7~4.7	5~6	黑、有时 灰黑	胶状、鲕状 粒状
	偏锰酸矿	$MnO_2 \cdot nH_2O$	$\frac{—}{40 \sim 45}$	3.0~3.2	2~3	黑褐、巧 克力色	胶质疏松或 结晶不好的 块状
	水 锰 矿	$Mn_2O_3 \cdot H_2O$	$\frac{62.4}{50 \sim 62}$	4.2~4.4	3~4	黑、条痕 为灰	结晶鲕粒状
	褐 锰 矿	Mn_2O_3	$\frac{69.6}{60 \sim 69}$	4.7~4.8	6~6.5	黑、条痕 为浅褐	密集粒状
	黑 锰 矿	Mn_3O_4	$\frac{72}{65 \sim 72}$	4.7~4.9	5~5.5	黑、条痕 褐	粒 状
碳 酸 盐 锰 矿	菱 锰 矿	$MnCO_3$	$\frac{47.8}{40 \sim 45}$	3.4~3.6	3.5~4.5	粉红、白、 灰白	结晶粒状、 肾状、鲕状
	锰方解石	$(Ca \cdot Mn)CO_3$	$\frac{—}{7 \sim 25}$	2.7~3.1	3.4~4.0	白、灰白 带微红	粒状、鲕状 密集状
	菱锰铁矿	$(Mn \cdot Fe)CO_3$	$\frac{—}{23 \sim 32}$	3.5~3.7	3.5~4.5	粉 红	密集状、致 密状、粒状
	钙菱锰矿	$(Mn \cdot Ca)CO_3$	$\frac{—}{30 \sim 33}$				

注※ 分子为理论含锰量，分母为混有杂质时的含锰量

锰 矿 石 的 一 般 成 分

表 2-2

矿 石 类 型	主 要 成 分 %			
	Mn	Fe	P	SiO ₂
氧化锰矿石	20~25	8~15	0.06~0.12	12~30
碳酸盐锰矿石	15~35	2~5	0.1~0.2	10~20

氧化锰矿石的特点是含二氧化硅和铁比较高，碳酸盐锰矿石的特点是含磷高。我国现已探明的氧化锰矿和碳酸盐锰矿大多属于难选矿石，由于多数矿床锰与铁呈微细粒嵌布胶结存

在，磷呈细微浸染零星分布于锰矿中，故用一般机械选矿来除去矿石中的磷和铁效果不大。二氧化硅除部分与锰紧密嵌布外，尚有一部分游离状态和机械混入的二氧化硅，可以用机械选别除去。

三、按矿石的工业用途分

锰矿石主要用于冶金工业，其次是化学（如电池）工业，故可分为冶金用锰矿和化学用锰矿两类。冶金用锰矿约占总消耗量的95%，化学用锰矿约占总消耗量的5%。化学用锰矿一般为较富而纯的二氧化锰矿石，如软锰矿类。

四、按矿石贫富划分

按矿石含锰量的高低，锰矿可分为贫矿和富矿两类。氧化锰富矿可直接应用于工业上，碳酸盐富矿一般先经焙烧除去二氧化碳等挥发物，提高含锰量（一般可提高锰品位8~10%）后再用于冶炼。贫矿需经选矿处理后方能应用。根据国家计委地质局1972年《矿产工业要求参考手册》资料对冶金锰矿石的贫富划分标准列于下表（表2—3）。

贫富矿划分标准 表2—3

矿石类型		Mn%		Mn + Fe %	$\frac{\text{Mn}}{\text{Fe}}$	SiO ₂ %	每1%锰 的含磷
		边界品位	平均品位				
锰矿石							
氧化矿	富矿	≥10~25	≥30		≥4	≤2.5	0.005
	贫矿	≥10~15	≥20			≤3.5	0.005
碳酸矿	富矿	≥15~20	≥25		≥4	≤2.5	0.005
	贫矿	≥8	≥10~15			≤3.5	0.005
铁锰矿石			≥10~25	≥3.0		≤3.5	0.005

第二节 对锰矿石的要求与评价

高炉锰铁生产对锰矿石的要求和生铁高炉生产对铁矿石的要求大体相似。要求含锰量高、有一定的锰铁比、有害杂质低、粒度符合一定要求，下面分别叙述。

一、含锰量高

含锰量高低是评价锰矿石质量的主要指标,它对锰铁冶炼各项技术经济指标影响很大。锰矿石中一般含脉石较多,含锰量都不高于40~50%。生产实践表明,高炉冶炼锰铁在最好的情况下,锰的还原率只有80%左右,其余部分锰损失于炉渣和煤气中。矿石愈贫,脉石愈多,渣量愈大,锰在渣中的损失就愈大,产量就低;相反,矿石愈富,脉石愈少,锰在渣中的损失就愈少,产量就高。脉石中的SiO₂含量的高低,关系到造渣所需加入熔剂量的多少,直接影响高炉焦比、矿比、成本等技术经济指标,所以希望脉石中的SiO₂愈低愈好。

由于锰矿石含锰远比铁矿石含铁低,所以含锰量波动±1.0%,对各项经济指标的影响要比铁矿石含铁量波动带来的影响大得多。因此,锰矿石的含锰量比铁矿石中的含铁量显得更为重要。

二、有一定的锰铁比

冶炼普通生铁时,铁是有益元素,但冶炼锰铁时,铁过高就成了有害元素了,因为铁的存在,相对地降低了锰铁中锰的含量。所以,锰矿中含铁量不宜过高。

高炉冶炼锰铁,其矿石中锰铁比与产品中锰铁比的关系为:

$$\frac{Mn_{\text{矿}} \cdot \eta_{\text{Mn}}}{Fe_{\text{矿}} \cdot \eta_{\text{Fe}}} = \frac{[Mn]}{92 - [Mn]} \dots\dots\dots (2-1)$$

令 $\eta_{\text{Fe}} = 100\%$

代入式(2-1)中则可得:

$$\frac{Mn_{\text{矿}}}{Fe_{\text{矿}}} = \frac{[Mn]}{92 - [Mn]} \cdot \frac{1}{\eta_{\text{Mn}}} \dots\dots\dots (2-2)$$

式中, $Mn_{\text{矿}}$ ——矿石含锰量, %;

$Fe_{\text{矿}}$ ——矿石含铁量, %;

η_{Mn} ——锰的还原率, %;

η_{Fe} ——铁的还原率, %;

$[Mn]$ ——产品含锰量, %;

92——锰铁中[Mn]+[Fe]之和。

从(2-2)式可知,对矿石锰铁比的要求,取决于所炼产品的含锰量(牌号)和锰的还原率。

三、有害杂质低。锰矿石中的有害杂质主要也是硫和磷,其次还有部分碱金属氧化物等。

锰矿石的含硫量,一般都比较低,而且硫和锰很容易结合成MnS进入炉渣,所以硫对锰铁冶炼危害不大,对锰矿石中的硫不予限制。锰铁中的含硫量一般不超过0.03%。

锰矿石中的含磷量,一般也不太高。锰矿石中的磷在冶炼锰铁时大部分进入锰铁中,当锰铁作为脱氧剂加入钢中时,锰铁中的磷全部留在钢中,从而影响钢的冷加工性能,使钢的质量降低,故锰矿石中的磷比铁矿石中的磷危害更大。锰矿石的含磷量应满足下式要求:

$$P_{\text{Fe}} = \frac{P/\eta_{\text{Fe}} - (P_{\text{Fe}}K + P_{\text{Fe}}\phi + P_{\text{Fe}}D)}{H} \dots\dots\dots (2-3)$$