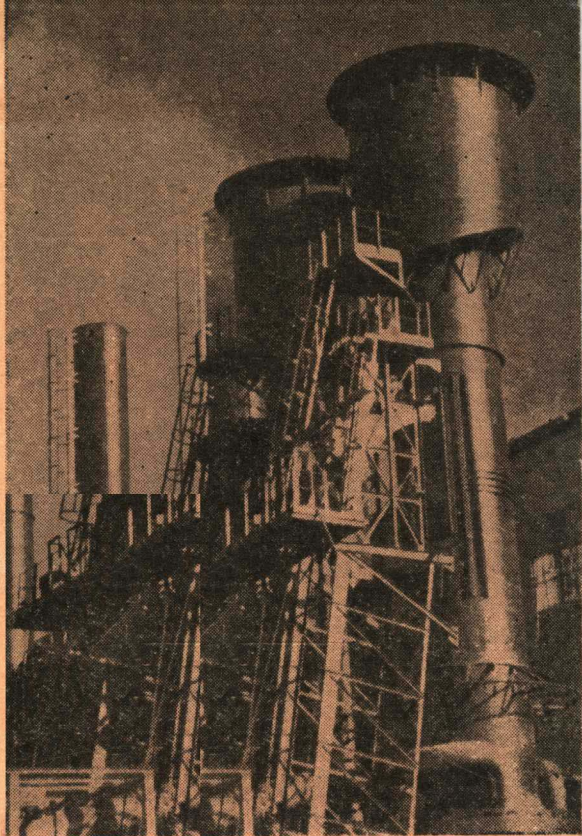


鋼鐵工業叢書



小型炼铁炉

鄒元熾等 編

科技卫生出版社

內 容 提 要

本書敘述了一些高爐煉鐵的基本知識，并适当地介紹一些小型煉鐵爐的實際生產經驗，可供從事小型煉鐵爐操作的工程技術人員、工長以及工廠企業管理人員參考。

鋼鐵工業叢書

小 型 煉 鐵 爐

編 者 鄒元燾等

*

科 技 衛 生 出 版 社 出 版

(上海南京西路 2004 號)

上海市書刊出版業營業許可證出 093 號

大眾文化印刷廠印刷 新華書店上海發行所總經售

*

開本 787×1092 1/32·印張 2 3/8·字數 53,000

1958 年 9 月第 1 版

1958 年 9 月第 1 次印刷·印數 1—50,000

統一書號: 15119·882

定 價: (9) 0.26 元

前 言

自从党中央提出“中央工业和地方工业同时并举,大型企业和中小型企业同时并举”的号召以来,钢铁工业正以一马当先之势,在全国各地遍地开花,各种类型的小型炼铁炉有如雨后春笋,到处涌现。在这样空前的大跃进形势下,我们相信结合小型炼铁炉的特点介绍一些高炉炼铁的基本知识,并适当地介绍一些小型炼铁炉的实际生产经验,对当前炼铁工业的发展能起一定促进作用。

本书共分七章,分别讨论炼铁原料、高炉冶炼原理、小高炉构造、小高炉操作、耐火材料及小高炉技术经济指标等内容,其中第七章系报导我们研究所内的1立方米实验高炉的开炉及操作经验,特别希望引起读者的兴趣和注意。

本书中讲到的目前国内某些小高炉的情况,系根据我们访问苏州、常州、南京等地钢铁工业中所获得的资料,我们谨向供给这些资料的企业单位表示谢意。

参加本书编著工作的有鄧元燦、徐元森、王祖輝、彭瑞伍、周忻祥、莫培根、周繼程、郭祝崑、趙彭年、刘輔鏈、陈鈞珊、朱綿芳、熊庆华;参加校閱的有鄧元燦、严东生、汪厚基。

目 录

前言

第一章 煉鉄原料及矿石的准备处理	1
第一节 鉄矿石	1
第二节 鉄矿石的代用品	3
第三节 熔剂	4
第四节 鉄矿石冶煉前的准备和处理	4
第五节 燃料	7
第二章 高爐冶煉原理	8
第一节 高爐內的爐料分布和热傳导作用	8
第二节 高爐內下降爐料的化学和物理变化	10
第三章 小高爐操作	18
第一节 开爐	18
第二节 停爐	20
第三节 高爐操作	21
第四节 高爐爐况的判断及調剂	23
第五节 高爐爐况失常及故障	32
第四章 小高爐及其附屬設備	37
第一节 高爐爐体	37
第二节 原料准备和加料設備	39
第三节 送风及热风系統	40
第四节 供水系統	42
第五章 小高爐用的耐火材料	47
第六章 小高爐經濟技术指标的分析与車間的保安技术	47
第一节 小高爐冶煉的經濟技术指标	47
第二节 高爐車間的保安技术	53
第七章 1 立方米实验高爐开爐及操作情况簡介	55
第一节 概述	55
第二节 实验高爐及其附屬設備	55
第三节 試爐情况	58
第四节 实验高爐的冶煉情况	61
附 录 矿石、焦炭、生鉄和爐渣的化学分析法	65

第一章 煉鐵原料及矿石的准备处理

第一节 铁矿石

铁矿石按照化学成分和矿物组成一般可分为四类：

1. 磁铁矿：大部分铁在这矿石内是以 Fe_3O_4 的形态存在。純淨的磁铁矿含有 72.4% 的铁；一般含铁 50~60%。磁铁矿具有强磁性，顏色呈鉄黑色，有时帶微弱的金屬光澤，比重約为 4.9~5.2。它的組織比較堅硬致密，因此在高爐中較难还原。

2. 赤铁矿：在赤铁矿中铁以 Fe_2O_3 的形态存在。純淨的赤铁矿含铁 70.1%。它的顏色为紅棕色，比磁铁矿疏松，較易还原。它的比重为 4.8~5.3，但因其表面疏松，所以比重較小。

3. 褐铁矿：褐铁矿是含有結晶水的赤铁矿，以 $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 的形态存在。純淨的褐铁矿含铁 60%。顏色自棕黃色至黑色。組織非常疏松，比重約为 3.4~4.4，冶煉前須經焙燒將水分去除。

4. 菱铁矿：菱铁矿又称碳酸铁矿，以 FeCO_3 的形态存在。純淨的菱铁矿含铁 48.2%。顏色常呈灰色或棕色，亦有黑色的。比重为 3.8~3.9。在冶煉前一般都需經焙燒或燒結，以去除其中的 CO_2 。

常用作高爐原料的铁矿为磁铁矿和赤铁矿，褐铁矿和菱铁矿应用較少。

铁矿石内除了包含有用的鉄成分外，还有一些对高爐冶煉

有益的或有害的雜質，和一些沒有用的雜石，這些雜石稱為脈石。

比較鐵礦石的好壞，可以用下列一些因素來鑑定：

1. 礦石的含鐵量：礦石中的含鐵量愈高對冶煉愈有利。目前小高爐所用的鐵礦石都未經選礦，而利用原礦直接入爐，則礦石中的含鐵量意義更大。

2. 礦石中有害雜質的含量：礦石中有害的雜質首先是硫和磷；硫使鐵受熱變脆，磷使鐵在低溫時變脆，所以希望硫和磷的含量愈低愈好。但磷的含量更高時也有好處，因為高磷生鐵在鹼性轉爐中煉鋼時，磷可轉到爐渣中而用作農業肥料。

其他的有害雜質有砷、鉛、銅、鈦等；這些雜質在我國除了某些特殊的鐵礦外，一般含量都不高，對小高爐冶煉影響不大。

3. 脈石的成分：礦石愈貧則脈石愈多，熔解這些脈石需消耗很多熱量；脈石的成分決定爐渣的性質和數量。一般鐵礦石都含有 SiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO 、 MgO 等，而且 SiO_2 或 $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ 通常要比鹼性氧化物 $\text{CaO} + \text{MgO}$ 的數量多得多。冶煉時要經常加入石灰石和白云石等熔劑去中和這部分 $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ ，因此礦石中 $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ 與 $\text{CaO} + \text{MgO}$ 的量愈接近愈好；這樣冶煉時熔劑的加入量就可大為減少，還可以節省燃料。

4. 礦石的還原性：還原性就是鐵從它的氧化物中被還原的能力。容易還原的礦石冶煉時燃料的消耗量較少。小高爐用的鐵礦石如還原性好，對高爐的操作很有幫助，如還原性差則在爐缸內需要大量的熱來還原，容易引起爐缸過冷。

5. 礦石的物理性質：礦石的塊度、疏松度和粉度等，都對小高爐操作有一定的影響。一般大高爐篩下的碎礦都可作為小高爐的原料，過大的塊度不利於小高爐的操作。疏松的礦石因還

原性較好,可供小高爐冶煉之用。但粉度太大,則容易引起結瘤。

表 1 是馬鞍山鐵廠常用的鐵礦的化學成分。

表 1 數種鐵礦的化學成分(%)

	Fe	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅	S
姑山礦	54.40	0.15	19.49	0.42	1.38	0.05	0.69	0.003
桃沖礦	48.95	0.22	14.50	0.34	8.03	0.24	—	0.13
南山礦	63.43	—	3.06	1.28	0.56	0.05	—	—

表 1 中姑山礦是磁鐵礦,還原困難,而且 SiO₂ 含量很高, CaO 含量很少,對小高爐來說並不是理想的原料。桃沖礦是赤鐵礦,還原性較好, SiO₂ 和 CaO 的含量相差沒有姑山礦那樣大,雖然含鐵低些,但對小高爐冶煉,要比姑山礦好得多。南山礦是赤鐵礦,還原性好,含鐵量很高, SiO₂ 和 CaO 含量相差不大,冶煉時熔劑和燃料都可節約很多,是很好的鐵礦。

應該順便提一下,通常高爐冶煉時均加入一些錳礦石,使生鐵有一定的含錳量。一般作為煉鐵用的錳礦石含錳約 20~40%。但近年來我國推廣低錳鐵煉鋼,因錳礦石比鐵礦石貴得多,而且鐵礦石多少總含些錳,所以在小高爐冶煉中,就不一定要加錳礦石了。

第二節 鐵礦石的代用品

除了鐵礦石外,還有一些原料可以作為鐵礦石的代用品。如硫酸渣即是其中的一種;它是從黃鐵礦製造硫酸生產過程中所生成的殘渣,含鐵約 55%,大部分以 Fe₂O₃ 形態存在,但含硫較高(1.5~2.0%),因為是粉末狀,需經燒結後才可作為高爐原料。我國某些地區目前已開始利用硫酸渣來代替鐵礦石。

如果小高爐煉鐵廠還有小轉爐煉鋼的話，則轉爐渣可用來做高爐原料；酸性煉鋼爐渣，含錳較高，磷很低，可代替錳礦石。

其他一般的廢鐵、機械廠的鐵屑和鍛鋼廠的鐵磷等都是很好的高爐原料。

第三節 熔 劑

熔劑的作用是和礦石中的脈石和燃料中的灰分相結合而做成爐渣。一般小高爐用焦炭或白煤冶煉時都用石灰石或白云石來做熔劑，以補充礦石中所缺的氧化鈣和氧化鎂。因此石灰石中含氧化鈣愈高愈好；氧化硅和氧化鋁愈低愈好。品位好的石灰石氧化硅和氧化鋁的含量都應該不大於1%。在石灰石中硫和磷通常是很少的。

白云石是石灰石中一部分的氧化鈣被氧化鎂所代替，真正的白云石含 MgO 15~18%。它比石灰石貴得多。加入白云石使爐渣中含 6~8% MgO ，對爐渣的流動性是有好處的。

根據我們的經驗，螢石也可以作為熔劑，它對改善的流動性和高爐順行有很大好處。但如果不是用炭素填料作爐腹爐缸的爐襯時，則不宜採用，因螢石侵蝕爐牆的能力很大。

第四節 鐵礦石冶煉前的準備和處理

鐵礦石從礦山下開采出來，塊度大小不一，物理性質和化學成分也都不同，而且礦石中含有一些雜質和礦粉，這些因素對高爐生產是不利的。為了使高爐操作順行，並提高生產率，應在鐵礦石入爐冶煉前，進行破碎、篩分、分級、焙燒、中和……等工作。

1. 破碎、篩分和分級：礦山開采出來的礦石，首先需過篩，把大塊的礦石篩出來，再按照要求破碎到一定的粒度範圍，例如 1

立方米左右的高爐，鐵矿石粒度以5~15毫米為最好，如果是15立方米左右的高爐，則用5~25毫米粒度較為合適。

分級是將破碎后的矿石，按粒度範圍，分成幾級，分別應用在高爐上。矿石粒度分級有下面的好處：

矿石粒度均勻，裝入高爐后，料塊間空隙較大，使料柱的透氣性好，矿石與煤氣的接觸也較好，因此矿石在高爐上部受到充分的加熱和還原，这样就增加了高爐爐料的間接還原度，使焦比降低，高爐生產率提高。此外，由于料柱透氣性好，減少了上升煤氣對料柱的浮力，使高爐下料順暢，保持順行。

從以上所說的情況來看，對矿石必須進行破碎和篩分，破碎的塊度大小，根據高爐容積的大小而定：高爐容積大的，塊度可以適當大些，容積小的則塊度適當小一些。

2. 焙燒：鐵矿石如果堅硬致密，便不易破碎，同時氣孔少，難以還原；也有一些鐵矿石含水、二氧化碳、硫、磷、砷、鋅等雜質，這對高爐操作或生鐵質量有不利的影響。為了改善矿石的性質，可以採用焙燒，焙燒可以達到下面幾個目的：

(1) 矿石經焙燒后，水分和二氧化碳變成氣體除去，這樣使高爐內的热量消耗相應地減少，而可以降低焦炭的消耗量。

(2) 經過焙燒可以把硫、砷、鋅等雜質除去，使生鐵的質量有所改善。

(3) 堅硬的矿石，經焙燒之后變松，便于破碎，特別對人工破碎矿石的更為省力。矿石燒松后，透氣性變好，還原性也會得到改善。

焙燒可在堅爐或迴轉窯內進行，用煤氣加熱，去除附着的水分加熱到 $105\sim 110^{\circ}\text{C}$ 即可，去除結晶水要加熱到 $250\sim 500^{\circ}\text{C}$ ，去硫溫度要達到 750°C 左右，碳酸鹽分解溫度在 $500\sim 900^{\circ}\text{C}$ 之

間。焙燒溫度最高不要超過 1100°C 。

3. 燒結：在礦石開採過程和破碎過程中都有礦粉產生，特別是經過選礦處理的貧鐵礦的產物，更完全是礦粉，除此以外，還有高爐爐塵（即瓦斯灰）、硫酸渣等，都必須經過燒結成塊後，才可以用作高爐的原料。

燒結的設備：現代化的帶式抽風燒結機，可以連續生產，產量大，在鞍山、本溪、馬鞍山等地都有。我國還有一種特殊的吹風式的燒結鍋，這種設備簡單，適用於小型生產，在石景山鋼鐵廠、大原鋼鐵廠、陽泉鐵廠等處都有這種燒結鍋。用這種燒結鍋得出來的燒結礦強度很好，但勞動力消耗多，勞動條件較差。

燒結的方法，目前已被廣泛地採用。通過燒結把粉礦及一些代用品燒在一起，增多了鐵礦石的來源。而且礦石經過燒結之後，可以去除硫達 90% 以上，由於燒結礦氣孔度大，還原性較好，對高爐操作非常有利，尤其是在燒結料中可以加入熔劑，而燒結成自熔性的燒結礦，這樣就不要再在冶煉時添加熔劑，使焦炭消耗量減少，相應地增大高爐的產量。

4. 中和：礦石的性質，不僅不同礦區有差別，即使是同一礦區不同礦層也是不同的，礦石成分的波動，會使高爐爐況不穩定，而造成難行、懸料……等故障，使高爐減產。為了消除這種影響，使爐況順行，需要事先進行礦石中和工作，簡單的說也就是進行混勻工作，使礦石的化學成分和物理性質變得均勻。一般小高爐用礦量少，不可能有很大的後備儲礦量，而中和的效果只有在礦石量多時才顯著，因此最好在礦山上進行中和工作，有一種簡單可行的中和方法是將開採出來的不同礦層的礦石，按其礦層的不同，一層一層平鋪成一矩形堆，堆到高達 1.5 米或 2 米高時，從礦堆的一端取礦，裝運到工廠里去。運到工廠的儲礦

場之后可再按上述方法进行中和。这样經過了几次的中和，矿石的成分可以比較均匀，对高爐操作上有很大的好处。

第五节 燃料

一般高爐燃料以焦炭为主。因为焦炭的燃燒性能，强度和耐磨性等性質都比原煤好。焦炭是由烟煤在蜂房土窖或在煉焦爐內隔絕空气而燒結成。好的焦炭呈銀灰色，多孔。小高爐冶煉用的焦炭不必象大高爐那样的严格要求。由于小高爐爐身短，小块的碎焦，强度差些也可以应用。一般大高爐篩下的碎焦可以在小高爐应用。目前我国很多地方都用土法煉焦，煉出的焦炭性質虽然較脆，容易破碎，但对小高爐的应用不会有很大的妨碍。焦炭中的硫黃和灰分的含量應該事先加以分析；由于生鉄中的硫大部分都是由焦炭帶入，它的含量愈低愈好，好的焦炭含硫約在 $0.4\sim 0.7\%$ 。焦炭的灰分通常在 $13\sim 16\%$ 左右。灰分中大部分都是氧化硅和氧化鋁，所以对灰分要求也是愈低愈好。

由于目前煉焦工业的发展在产量上还不能很好的配合煉鉄的需要，所以小高爐冶煉不妨用部分白煤代替焦炭使用。白煤是无烟煤，含揮发物很少，接近純炭；未燃燒时相当坚固，因为它是一种不耐高热的燃料，在高温时很容易爆裂成粉狀，用在大高爐冶煉是相当困难的。但对小高爐來說，由于爐身短，虽粉末稍多些，高爐料柱的透气性还不致很坏，因此是可以应用白煤来代替一部分焦炭的。现在很多小高爐都是焦炭和白煤混合使用。

木炭也可以用作高爐燃料，虽然强度差些，但因灰分低、含硫少，对小高爐來說是很好的燃料。但是目前国内木材資源并不是到处都很丰富，而且木材在其他工业和人民日常生活中也很需要，所以用木炭作高爐燃料是不經濟的。

第二章 高爐冶煉原理

第一节 高爐內的爐料分布和熱傳導作用

1. 爐頂布料：在沒有爐頂裝置，應用人工布料的土高爐上可以凭眼來觀察，只要發現爐頂某處火焰熾烈，就說明該處煤氣多。為了使煤氣在爐頂斷面上分布正常，就應該在這個地方多加些礦石或細粒爐料。

在一般高爐上，為了回收高爐煤氣作燃料，實行了封閉爐頂。這樣一來，煤氣的分布只能凭煤氣成分和煤氣溫度來判斷。

爐頂爐料的分布直接影響到煤氣的分布，因此必須對此加以討論。

我們知道，散砂性的物質推在一平板上會形成一圓錐形的堆。這個圓錐與水平面所構成的角稱為堆角。實驗指出，焦炭

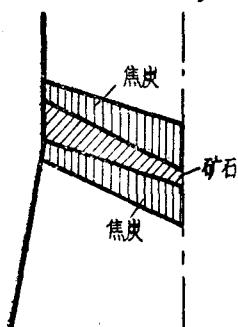


圖 2-1 高爐內礦石和焦炭的分布情況

在高爐里的堆角為 26° ，而礦石的堆角為 $36\sim 43^{\circ}$ 。因為在高爐內焦炭的堆角比礦石的堆角小，所以高爐內焦炭層與礦石層並不平行，焦炭層在中心部分較厚，靠近爐牆處較薄；礦石層則在爐牆部分較厚，在接近爐中心部分較薄（見圖2-1）。除了爐料本身的自然堆角外，尚有其他因素影響爐料的分布。這些因素是料面的形狀，料綫的高度，爐喉與大鐘邊緣的

間隙，爐喉直徑的大小和高度，大料鐘的傾角，大鐘下降速度和裝料的順序。上述各因素中在操作時只有料綫的高度和裝料制度可以改變，尤其是裝料制度更為重要。

裝料制度可以分下列幾種：

(1) 正裝：礦礦焦焦焦↓，即先礦後焦。

(2) 分裝：礦礦↓焦焦焦↓

(3) 倒裝：焦焦焦礦礦↓

(4) 混裝：焦礦焦礦焦↓以及 $\left\{ \begin{array}{l} \text{焦焦礦礦礦↓} \\ \text{礦焦礦焦焦↓} \\ \text{焦礦礦焦焦↓} \end{array} \right.$

正裝時，較多的礦石落在爐壁，而分裝時就較少。因為正裝時整個料批一起下降，這時爐料內料面較平，所以有較多的礦石落向爐壁。而分裝時則大鐘下降的間隔時減少了一半，這時料面變動不象正裝時大，故有較多的礦石落向爐中心。

倒裝時，更多的礦石落向爐中心，因為在大鐘下降後，由於礦石比重大，下降速度也較大，在落到料面前礦石早就滲入到先下降的焦炭中，因而被焦炭帶向爐中心。因此倒裝會使邊緣煤氣強烈發展。

混裝可以獲得居于上述三種情況的中間狀態。

2. 熱傳導作用：焦炭在風口燃燒生成的煤氣，在上升途中不僅還原了鐵礦，而且把熱量傳遞給爐料。

在高爐里煤氣和爐料接着相反方向運動。在這情況下，熱傳導可以很好進行。熱傳導作用比還原作用進行得更早，只有在爐料加熱到一定溫度時，還原作用才能開始。

第二节 高爐內下降爐料的化学和物理变化

高爐內自上而下的爐料与上升的煤气流相遇，发生下列变化：

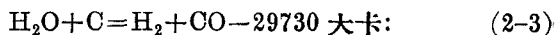
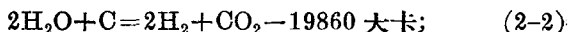
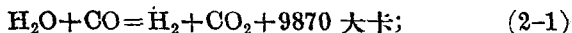
1. 爐料的分解和揮发物的揮发：

(1) 水分的蒸发：当原料装入高爐后，原料中的水分(游离水)就开始蒸发。蒸发水分所需要的热量，是依靠通过的气体获得的。

磁鉄矿、赤鉄矿含水分少，导热性好，因而所含的水分很容易蒸发。褐鉄矿水分高，导热性差，有时需下降到爐身的中部时水分才蒸发完了。

(2) 結晶水的分解：有一些矿石，如褐鉄矿，除含有游离水外，还或多或少含有一定量的結晶水。結晶水开始分解的温度为 200°C ，終了温度取决于矿石的块度和处于該温度下的時間。

高嶺土($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)在褐鉄矿中最多，其中結晶水在 400°C 开始分解，但进行很慢，在 $500 \sim 600^{\circ}\text{C}$ 时分解速度增加，靠加热作用完全去除高嶺土中的結晶水必須达到 $800 \sim 1000^{\circ}\text{C}$ 。分解出来的水分可以被煤气中的 CO 和焦炭中的固体炭 C_k 所还原，反应式如下：

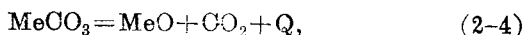


(3) 燃料中揮发分的揮发

所有燃料都含有揮发物，在原煤和木炭中揮发分較焦炭要高得多。由于焦炭所放出的揮发分很少，不足以改变高爐的煤气成分，所以我們对焦炭中揮发分的組成不必加以注意。

(4) 碳酸鹽的分解：高爐熔劑大部分為碳酸鹽，而以碳酸鈣和碳酸鎂為主。

所有碳酸鹽在加熱時都能按下列反應分解：



式中 Me 代表 Ca、Mg、Fe、Mn 等。

下面列出若干與高爐冶煉有關的碳酸鹽分解溫度（當 $P_{\text{CO}_2} = 1$ 大氣壓。）。

CaCO_3	MgCO_3	CaMgCO_3	FeCO_3
900~920°C	640~660°C	735~905°C	380~400°C

2. 鐵礦石及其他成分的還原：

鐵礦石的還原過程是高爐內主要過程之一。

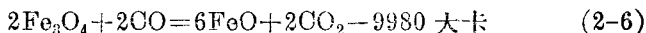
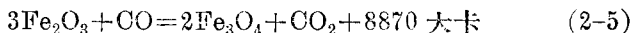
鐵礦石按其還原性可分為難還原的和容易還原的兩種。所謂難還原就是鐵礦中的氧化鐵開始還原的溫度較高，還原的速度較慢。反之，就是容易還原的。

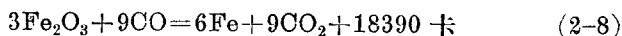
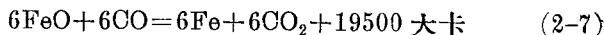
在一般情況下，各種礦石按其還原性的難易可排列如下（從容易還原到難還原）：

菱鐵礦 → 褐鐵礦 → 赤鐵礦 → 燒結礦 → 磁鐵礦 → 鈦磁鐵礦 → 煉鋼爐渣。

影響礦石還原性的因素，除了礦石本身性質、還原溫度和氣氛外，還有礦石的粒度和氣孔度。另外，脈石的量和成分對還原性也有很大影響。礦石在小高爐內停留的時間很短，因此宜用容易還原的鐵礦進行冶煉。

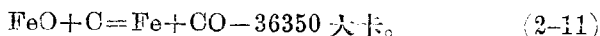
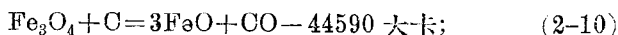
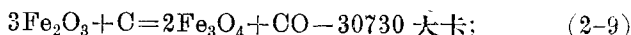
(1) 鐵的還原：在較低的溫度下鐵的還原是在 CO 作用下進行的，由高價氧化物逐漸被還原成低價氧化物最後生成金屬。





象反应式(2-5)到(2-8)所示的那样,氧化鉄中的氧与气体还原剂(CO 或 H_2)相结合,这种还原称間接还原。与此相反,氧化鉄中的氧也可以与焦炭中固体炭发生作用,这种还原称为直接还原。

氧化鉄的直接还原按下列反应式进行:

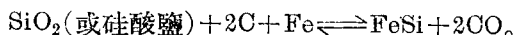


这些反应与間接还原反应最大的不同点是它們的热效应都为負值,就是要消耗大量的热。

应该指出,只有当温度超过 $950 \sim 1000^\circ\text{C}$ 时,才可能发生鉄的直接还原反应。

鉄的高级氧化物在到达 1000°C 以上的高温区之前,能够部分地或全部循間接还原途径还原到 FeO , 所以在上述的几个直接还原反应中反应(2-11)具有很大意义。反应(2-9)和(2-10)只有在高爐操作不好,或者装入爐內的矿石过大时才可能发生。

(2) 硅的还原: 鉄矿石和焦炭灰分里都有硅,通常成石英或鉄、錳的硅酸鹽等存在。高爐內石英等的还原可用下式表示:

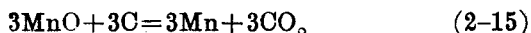
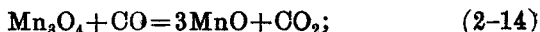
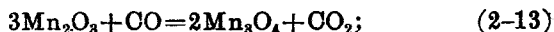
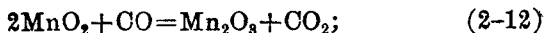


二氧化硅是比较难还原的,不但还原温度较高,而且还原速度也很慢。为了增加和加速硅的还原,应该提高爐温和增大燃料的消耗量。

生鉄中硅能促进碳的石墨化,并能增加生鉄对空气侵蝕的抵抗能力。

(3) 錳的还原：鉄矿中常含有少量的錳。为了使生鉄到达一定量的錳，常在原料中加入一定量的錳矿。錳常以 MnO_2 或碳酸鹽和硅酸鹽形态存在。

錳的还原按下式进行：



MnO 只能被炭还原。当 MnO 与 SiO_2 結合时，还原温度較高。在一般高爐操作情况下，錳有很大一部分成 MnO 进入爐渣。煉制鋼生鉄时有 50~30% 的錳进入爐渣，而煉鑄造生鉄时为 30~35%。为了提高錳的回收率，或煉高錳生鉄时，可以象砂的还原一样，提高風温或增加燃料消耗量。但要用 SiO_2 少的碱性渣。

錳能阻碍碳的石墨化，增加生鉄的强度和減輕硫对生鉄的不良影响。

(4) 磷的还原：磷在鉄矿石中主要以磷酸鈣存在。有时也以磷酸鉄形态存在。磷酸鈣很稳定，大多在爐缸内进行还原：



磷酸鉄的还原反应如下：



在一般情况下，高爐内磷是完全被还原进入生鉄的。只有当爐子不順或爐冷时，可能有很少一部分进入爐渣。

磷能使鋼鉄在低温时发脆，叫做冷脆，因此是有害的。但磷