



炼鉄工人教材

重慶鋼鐵公司 編

冶金工业出版社

炼铁工

編輯：陈略 設計： 校对：夏其五

1958年9月第一版

北京第一次印刷101,000册

定价0.44元

北京新华印刷厂

新华书店发行 书号 1177

冶金工业出版社 地址：北京市灯市口甲45号

北京市书刊出版业 出字第093号

煉鐵工人教材

重慶鋼鐵公司 編

冶金工业出版社

出版者的話

我国人民在經濟战綫、政治战綫和思想战綫上的社会主义革命已基本上获得胜利之后，党中央和毛主席向全党和全国人民提出了技术革命与文化革命的伟大号召。在这个伟大号召的鼓舞下，全国各地无论是城市农村、厂矿、合作社或是机关、学校，都在大鬧技术革命和文化革命，广大工人、农民、机关干部、学生群众表现了敢想敢做的伟大共产主义风格，他們在这个轟轟烈烈的运动中，創造了許多动人的事跡。随着这一运动的开展，他們迫切要求提高自己的文化技术水平，以便在工作中做出更大的贡献。但是到目前为止，还缺乏适应我国具体情况的冶金工人讀物，这样就在一定程度上影响了他們的技术水平的进一步提高。有鉴于此，我們准备出版一套冶金工人技术丛书，以适应广大讀者的需要。

我們在編写这本书时，文字力求通俗，易懂，凡是具有高小程度的工人都能看懂。本书可以做为工人技术学校或訓練班的教材，未参加技术学校学习的工人和冶金工业中的工作人員亦可以用来自学。由于我們还缺乏經驗，書中不当之处在所难免，希望讀者多提意見，以便再版时加以修正。

本書內容包括高爐冶炼的原料、产品，高爐的构造和附屬設備，冶炼过程和操作，以及热风爐的构造及操作等。

目 录

第一章 化学和物理的基本常識	5
复习問題	7
第二章 高爐的产品	8
一、生鉄	8
二、爐渣	11
三、高爐煤气和爐尘	12
复习問題	13
第三章 高爐的原料、輔助材料和筑爐材料	14
一、鉄矿石	14
二、熔剂	15
三、矿石在冶炼前的准备	16
四、燃料	20
五、耐火材料	23
复习問題	25
第四章 高爐的构造和它的附屬設備	26
一、高爐的各个主要部分	26
二、高爐爐墙	29
三、高爐的冷却	32
四、出鉄口和出渣口	35
五、风口装置	39
六、爐頂装料装置	40
七、煤气管道和除尘設備	42
八、生鉄与爐渣的处理	45
复习問題	50

第五章 高爐冶炼的一般过程和操作	51
一、高爐冶炼的一般过程	51
二、开爐和停爐	54
三、判断高爐爐况的征兆	55
四、調剂高爐爐况的方法	62
五、高爐故障	66
六、高爐作业的生产技术指标	70
复习問題	71
第六章 爐前的設備和操作	73
一、出鉄場的設備	73
二、出鉄口和出渣口所使用的設備	74
三、爐前操作	83
四、爐前操作事故的处理	96
复习問題	102
第七章 热风爐构造和操作	103
一、热风爐构造	103
二、热风爐操作	116
三、高爐休风和复风操作	118
四、热风爐的修理	122
五、热风爐工作的检测仪表	124
复习問題	126

第一章 化学和物理的基本常識

將鐵矿石冶煉成为生鐵的过程中，包括了許多化学和物理变化，而這些变化，在煉鐵上占着极其重要的位置，下面我們选择与我們較密切的化学物理现象，扼要地介紹一下。

在我們周围的自然界中，有着各种各样的化学现象和物理现象。那么，什么是化学现象，什么又是物理现象呢？

焦炭与空气中的氧燃燒，結果生成了煤气和灰，煤气和灰与原来的焦炭和空气的状态或性質都不相同，而产生了一种新的物質，这种现象就叫做化学现象。

物理现象与化学现象不同，在于物質发生变化后，它沒有产生其它新物質：如一块鋼制成一种工具，水变成了气体，它們只是形式改变了或者是状态改变了，而原来的物質並沒有发生改变。

化学现象在煉鐵上常遇见的主要有下列几类：

(1) 分解作用：由一种物質生成了两种或两种以上的其它物質，这种化学现象，我們就叫它分解作用。如石灰石加热会变成石灰与碳酸气。

(2) 化合作用：氢气和氧气組成水，水与原来的氢气或氧气的性質各不相同。由两种或两种以上的物質生成一种新的物質，我們就叫它化合作用。

(3) 还原作用：氧从一种物質里被夺取出来的作用，就叫做还原作用。在高爐里，氧化鐵中的氧被碳（或者是一氧化碳、氢等）夺取了出来，并使鐵和杂质分离，就是还原

作用。我們常把碳（或者是一氧化碳、氢等）称为还原剂，因为它能从別种物質里夺取氧。

（4）燃烧过程：燃烧实际上是一种氧化作用，焦炭加热至 600°C 以上时，焦炭內的碳素就与空气中的氧化合，进行了燃烧，同时放出了大量的热。

燃烧有完全燃烧和不完全燃烧两种：如碳素（焦炭中）燃烧时，它全部烧掉变成二氧化碳。燃烧不完全时，生成的物質是一氧化碳。

任何化学现象都会产生某种热的效果，某些化学现象进行时是放出热（如燃烧），另一些化学现象却是吸收热（某些还原作用）。

碱性氧化物与酸性氧化物：我們把鉄、鈣、鎂、鋁、錳、碳、硅、硫、磷、氧、氢气……等。叫它們为元素。按照它們的化学性质可分为两类：第一类元素（金屬）与氧作用后成为碱性氧化物。第二类元素（非金属）与氧作用后生成酸性氧化物。如鈣和鎂是金屬元素，它們与氧作用生成氧化鈣及氧化鎂，这些我們称它为碱性氧化物。硅是非金屬元素，它与氧作用生成为二氧化硅，这是酸性氧化物。

有些碱性氧化物能直接和水作用而成为碱，酸性氧化物大多数能够直接跟水作用而成为酸。

碱性氧化物能跟酸性氧化物起作用而成为盐。

空气的組成：空气是两种气体——氮与氧的混合物。干燥的空气中含有 79% 容积的氮与 21% 容积的氧。但是空气从来没有绝对干燥的，总含有若干分量的水蒸气。

比重：它是用单位体积的物質的重量来表示，如某物質一立方公分的重量（单位是克）叫做該物質的比重。如鉄的比

重是7.8克/公分³。

复 习 问 题

1. 什么样的现象叫物理现象?
2. 什么样的现象叫化学现象? 在炼铁上它主要分哪几类? 你能都说出来吗?
3. 什么叫还原作用和还原剂?
4. 就你所知道的, 哪些物质是碱性氧化物? 哪些是酸性氧化物?
5. 空气由哪些物质组成?
6. 比重是什么意思?

第二章 高爐的產品

高爐的產品主要是生鐵。此外還有副產品爐渣、煤氣和爐塵。

一、生 鐵

生鐵就是鐵和碳組成的合金，並含有其他雜質如硅、錳、硫和磷等元素。說得更精確一些，就是含碳量大於2%的鐵碳合金。

生鐵中碳、硅、錳、硫及磷等各種元素對於生鐵性質的影響各不相同。

碳：生鐵中的碳存在有兩種狀態，一種是化合碳或碳化鐵，另一種是石墨碳。它們的多少對生鐵的性質有很大的影響。如果生鐵中所含的化合碳多，生鐵的斷口是白色的，叫做白口鐵，性質硬而脆，耐磨，不能加工。相反地如果生鐵中的石墨碳含量多，生鐵的斷口就成為灰色，叫做灰口鐵，性質軟，可以加工，韌性很好。

硅：硅能幫助石墨碳生成，因此變更含硅量就可改變石墨碳的多少，而得到不同硬度和強度的鑄造鐵。

錳：能促進化合碳的形成，並有脫出鐵水中硫的作用。

硫：硫是生鐵中有害的雜質，它能使生鐵熱脆，即是說含硫的生鐵在達到紅熱的溫度，很容易折斷。此外，硫能阻止石墨碳的生成，產生很脆的硬層。硫還有增加鐵水凝固後的收縮性，不能做很精確的鑄件，所以生鐵中含硫量是愈少愈

好。

磷：磷高使生铁变脆（称冷脆），在要求有很高强度的生铁时，磷的含量应尽量低。但在要求的产品中强度不高时，生铁中含有一定限度以下的磷时，又是一种有用的杂质了。因为它能够改善铁水的流动性，易于填满沙模和凝固时的收缩较小，所以对铸件特别有利。

根据生铁的不同用途，可分为下列三类：

（1）**制钢生铁：**制钢生铁因为炼钢的方法不同，又可以分为平炉生铁、贝氏生铁和托马斯生铁三种。（制钢生铁规格见下表）。

制 钢 生 铁 规 格

铁 种	铁 号	化 学 成 分, %								
		硅	锰		磷			硫		
			一 组	二 组	一 级	二 级	三 级	一 类	二 类	三 类
				大 于						
碱性平炉制钢生铁	文 ₁	0.91到1.06	0.5到1.1	1.2	0.10	0.2	0.35	0.03	0.05	0.07
	文 ₂	0.30到0.90	0.5到1.2	1.2	0.15	0.2	0.35	0.03	0.05	0.07
贝氏生铁	乙 ₁	0.90到1.60	0.5到1.0	1.0	0.07	0.07	0.07	—	—	0.06
	乙 ₂	1.60到2.00	0.5到1.0	1.0	0.07	0.07	0.07	—	0.04	—
托马斯生铁	丁 (注)	0.2到0.6	0.3到1.3		1.60到2.00			0.08		

（注）托马斯生铁是苏联规格

平炉生铁是炼钢的主要原料，可以直接把铁水装入平炉冶炼。因此炼好优质生铁是炼好优质钢的基础。平炉铁的要求含硅量要低，磷和硫含量不能超出规格，低硅低磷的生铁会缩短平炉冶炼的时间，提高钢的产量和延长平炉的寿命。

而硫在平爐中不能大量去除，在冶炼时硫大部份是进入鋼中，这对鋼的品质有很大害处，因此对生鉄中硫的含量要求得非常严。

在酸性平爐中不能去硫和磷，所以生鉄中的硫和磷的含量愈少愈好。

貝氏生鉄是酸性轉爐炼鋼的原料，它的特点是含磷低，含硅、錳高，要求硫的含量还应比平爐鉄中的硫更低。因为貝氏爐不能去磷和硫，而硅在貝氏爐冶炼时，它氧化了要放出热来、作为貝氏爐所需要的热量的来源。

托馬斯生鉄是碱性轉爐炼鋼的原料，在碱性轉爐中可以去磷。同时磷氧化后所生成的热是作为冶炼鋼所需用的热量的来源。冶炼后的渣含磷高，是很好的农业肥料。

鑄造鉄規格

鉄 种	鉄 号	化 学 成 分									
		硅	錳		磷				硫		
			一 組	二 組	一 級		二 級		一 类	二 类	三 类
					低磷 矿 不大 于	普通	高 磷		不 大 于		
鑄 造 鉄	中—00	3.76到 4.25	0.5到0.8	0.81到 1.2	0.1	0.3	0.31到 0.7	0.71到 1.2	0.02	0.03	0.04
	中—0	3.26到 3.75	0.5到0.8	0.81到 1.2	0.1	0.3	0.31到 0.7	0.71到 1.2	0.02	0.03	0.04
	中—1	2.76到 3.25	0.5到0.8	0.81到 1.2	0.1	0.3	0.31到 0.7	0.71到 1.2	0.02	0.03	0.04
	中—2	2.26到 2.75	0.5到0.8	0.81到 1.2	0.1	0.3	0.31到 0.7	0.71到 1.2	0.03	0.04	0.05
	中—3	1.76到 2.25	0.5到0.8	0.81到 1.2	0.1	0.3	0.31到 0.7	0.71到 1.2	0.03	0.04	0.05
	中—4	1.25到 1.75	0.5到0.8	0.81到 1.2	0.1	0.3	0.31到 0.7	0.71到 1.2	0.04	0.05	0.06

2. 鑄造生鐵：因为它用于制造生鐵鑄件，所以称它为鑄造鐵，又有叫它翻砂鐵。它的特点是含硅量高。根据化学成份含量的不同，可以分作六号（鑄造鐵规格见上表）；

3. 鐵合金：在高爐内冶炼的鐵合金主要有錳鐵和硅鐵，它們都在炼鋼时作脫氧用，当在鋼快炼好或炼好后加入鋼水中，除去鋼水中所含的氧气。所以不希望它含有杂质，特别是有害杂质磷和硫。

錳鐵和硅鐵的规格如下：

錳 鐵 規 格

級 別	化 学 成 分, %		
	錳	硅	硫
一 級	大于70.01	等于或小于2.0	等于或小于0.04
二 級	60.01到70.00	等于或小于2.0	等于或小于0.04

硅 鐵 規 格

級 別	化 学 成 分, %				
	硅	錳	硫	磷	
				一 級	二 級
一 級	12.01到15	等于或小于3.0	等于或小于0.065	等于或小于0.25	等于或小于0.35
二 級	9到12	"	"	"	"

二、爐 渣

矿石中多少含有一些杂质，焦炭中也含有一定数量的灰分，所有这些物质多半是比较难熔化的酸性氧化物。为了使它们容易分开，流出爐外，所以加入含有大量碱性氧化钙的石灰石，造成容易熔化的爐渣。此外，为了除去生鐵中有害

杂质——硫，也需要造成一定成分的爐渣。

爐渣是由下列的酸性氧化物和碱性氧化物組成。酸性氧化物有二氧化硅(SiO_2)，碱性氧化物有氧化鈣(CaO)氧化鎂(MgO)氧化錳(MnO)和氧化鐵(FeO)等。三氧化二鋁(Al_2O_3)可以看作是中性的氧化物。另外，脫硫后有部份硫或硫化鈣(CaS)轉入渣中。爐渣的成分多少是和它加入高爐的原料有关系。

表示爐渣的碱度通常用 $\frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2}$ 或者用 $\frac{\text{CaO} + \text{MgO}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3}$ ，当后者的比值小于1的时候，我們称这种渣为酸性渣，等于1的时候是中性渣，大于1的时候，这种渣我們便称之为碱性渣了。

爐渣并不是废物，在工业上爐渣有其广泛的用途。

1. 用水急冷使渣粒化制成水渣，送到水泥厂作为制造水泥的原料。但它的碱度应低些。因为含氧化鈣較高的渣急冷后易于碎裂。

2. 比較酸性的爐渣，当在液体时，将它倒入模內，然后慢慢冷却，使可得渣砖或渣块。用作建筑材料或鋪路。

3. 用压缩空气和水蒸气将液体爐渣噴吹成为渣棉，用作絕热的材料。

三、高爐煤气和爐尘

高爐煤气是由于焦炭的燃烧，矿石中鉄的氧化物的还原，石灰石的分解以及燃料中所含的挥发分的放出而得到的。

高爐煤气中化学成分一般为：二氧化碳(CO_2) 8到

14%，一氧化碳 (CO) 26 到 32%，氮 (N_2) 56 到 58%，氢 (H_2) 2 到 4%，和甲烷 (CH_4) 0.4%。

在高爐冶炼中，每炼一吨生鉄約可生成 4000 立方公尺煤气，每立方公尺煤气燃烧时能放热 900 到 1050 大卡，这样大量的煤气，是一笔很大数字的燃料，具有很大的經濟价值，所以在现代冶金工厂中全部用作燃料。比如作为加热热风爐，供給炼鋼、炼焦、均热爐等处使用。

煤气从高爐里出来时，带有一定量的爐尘，通常每立方公尺煤气中含爐尘 30 到 40 克，有时高达 100 克。利用这种煤气做燃料时，将会引起煤气管烧咀和热风爐的格子房的堵塞。所以必需采用一些清洗設備把这些爐尘清除干净。

这些清除出来的爐尘中含有大量的鉄的氧化物和焦粉，可以作为燒結矿的原料。

复 习 問 題

1. 生鉄、爐渣、煤气和爐尘是由一些什么物質組成？
2. 碳、硅、錳、硫及磷等各元素对生鉄的性質有些什么影响？
3. 制鋼生鉄、鑄造生鉄和鉄合金的主要特点是什么？

第三章 高爐的原料、輔助材料 和 筑 爐 材 料

高爐冶煉的原料有鐵礦石、熔劑和燃料。

一、鐵 礦 石

鐵礦石中主要是氧化鐵（鐵和氧的化合物）和夾雜一些雜質。雜質通常為石英（砂子）和粘土。

礦石中的氧化鐵有下列四種：

	礦 物 稱	分 子 式	氧化鐵 內含鐵 百分比	顏 色	還原性	其他
1	磁鐵礦	Fe_3O_4	72.4	從鋼灰到略帶淺 藍黑色	難還原	帶磁性
2	赤鐵礦	Fe_2O_3	70	從深紅色到淺灰 色甚至到黑色	還原性 較好	
3	褐鐵礦	$2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	60	深褐色或黃褐色	容易還原	
4	黃鐵礦	FeCO_3	48.2	帶黃褐的灰色	還原性 很好	

對於鐵礦石的好壞，主要從下列四點性質來考慮：

1. 礦石的含鐵量要高，而雜質要減少到最低。含鐵量高的我們稱為富礦，含鐵量低的我們稱為貧礦，在礦石中有過量的酸性氧化物時，渣量增多，消耗的熔劑和燃料也就增多。有过量的三氧化二鋁（ Al_2O_3 ）時，會使渣熔點升高，變得粘稠，不容易流動，這些都是對我們高爐冶煉不利的。

2. 礦石中的硫、磷含量愈少愈好。因為它們都使生鐵的性質變脆。硫在高爐中（鹼性渣時）可除去大部分，磷在

冶炼中将全部还原进入生铁。但是一定量的磷在冶炼铸造生铁时却是有利的了。

3. 矿石要容易还原，容易还原的矿石，会使高炉冶炼过程加快。

4. 希望是块矿，块子大小在 25 到 40 公厘，并且细末尽量要少，装到高炉内冶炼时，才会改善透气性。

(1) 甲地的赤铁矿：它还原容易，它的化学成分如下：

成分	铁 (Fe)	二氧化硅 (SiO ₂)	三氧化二铝 (Al ₂ O ₃)	氧化钙 (CaO)	氧化镁 MgO	硫 (S)	磷 (P)	氧化锰 MnO
百分数	45.76	15.78	3.23	2.94	1.28	0.0554	0.4	0.97

(2) 乙地的赤铁矿：含铁量比较低，含氧化钙(CaO)比一般矿石高，是自熔性矿石由于矿石内含磷高，它适合于冶炼托馬斯生铁。化学成分如下：

成分	铁 (Fe)	二氧化硅 (SiO ₂)	三氧化二铝 (Al ₂ O ₃)	氧化钙 (CaO)	氧化镁 MgO	硫 (S)	磷 (P)	氧化锰 MnO
百分数	40.00	11.81	5.27	11.12	3.31	0.049	0.90	0.54

二、熔 剂

熔剂：就是用来造渣的原料。我們知道，矿石中有杂质，燃料中有灰分，在高炉冶炼中，我們要把它熔化，就造成一定成分的炉渣，用于熔化矿石中的杂质和燃料中的灰分的原料，就叫做熔剂。

碱性熔剂通常是用石灰石或叫碳酸钙(CaCO₃)，有时使炉渣容易流动，还配用了部分白云石(MgCO₃·CaCO₃)。