

小高炉炼铁学

徐采栋 編著

民出版社

目 录

第一章	緒 論	(1)
第二章	鉄 矿	(5)
	1. 鉄矿の種類	(5)
	2. 鉄矿の冶炼要求	(10)
第三章	冶炼前矿石的处理	(16)
	1. 磨 矿	(16)
	2. 筛 分	(21)
	3. 中 和	(23)
	4. 陶 結	(24)
	5. 球形团塊	(31)
第四章	燃 料	(33)
	1. 木柴和木炭	(33)
	2. 焦 炭	(40)
	3. 白 煤	(52)
第五章	熔剂和錳矿	(55)
	1. 熔 劑	(55)
	2. 錳 矿	(57)
第六章	炼鉄的基本原理	(60)
	1. 还原作用	(61)
	2. 高炉炉渣	(71)
	3. 炉缸区的燃燒	(77)
第七章	高炉内形与设计数据	(83)
	1. 高炉的内形	(83)
	2. 内形設計数据	(85)
第八章	高炉耐火材料	(89)
	1. 粘土耐火材料	(90)
	2. 炭質耐火材料	(93)

	3. 砂石	(99)
第九章	高炉砌碲和炭捣施工	(101)
	1. 高炉砌碲	(101)
	2. 炭捣炉衬的施工	(104)
第十章	高炉的金属结构	(110)
	1. 高炉外壳	(110)
	2. 高炉支柱及炉腰支圈	(111)
	3. 出铁口	(112)
	4. 出渣口	(113)
	5. 风口	(113)
	6. 炉顶结构	(116)
	7. 冷却设备	(118)
第十一章	高炉送风	(119)
	1. 怎样选择鼓风机及动力	(119)
	2. 畜力鼓风	(122)
	3. 水力鼓风	(124)
第十二章	热风	(126)
	1. 加热管	(129)
	2. 加热面积与管子排列	(132)
	3. 热风炉	(134)
	4. 热风炉内操作	(137)
第十三章	怎样去硫	(139)
	1. 洗煤去硫法	(140)
	2. 炉内去硫法	(143)
	3. 炉外去硫法	(146)
	4. 其他去硫法	(148)
第十四章	怎样布料	(149)
	1. 炉料的分级	(149)
	2. 料批的大小	(152)
	3. 料线的高低	(154)

4. 装料的次序	(155)
5. 超越现象	(156)
第十五章 怎样开炉	(158)
第十六章 怎样使小高炉正常生产	(162)
第十七章 白煤炼铁	(173)
1. 白煤炼铁的特点	(173)
2. 贵州白煤炼铁的经验	(175)
3. 在小高炉中用白煤炼铁的意见	(178)

第一章 緒 論

人类使用鉄的历史已經很久很久了。在鉄的冶炼技术方面，我国劳动人民曾經作出过巨大的貢獻，取得了最早的光輝成就。远在紀元前，我国就掌握了用木风箱送风的炼鉄技术，能够从矿石中直接炼出鉄水来，比欧洲各国炼出鉄水要早一千多年。我国不但用人力鼓风，还创造了畜力和水力鼓风設備。在历史上記載的“步冶、馬冶、水冶”和“步排、馬排、水排”，就是指的用人力、畜力和水力鼓风炼鉄。所謂“排”，可能是指采用两个或更多的风箱同时向高炉送风。由于高炉风量大，炉溫高，生鉄的产量和质量很早就达到了較高的水平。

貴州土法炼鉄也有較长的历史。解放前，水城、赫章一带就建立了几十座土高炉；解放后，特别是1958年，全省土高炉炼鉄蓬蓬勃勃，有了更大更迅速的发展。在炼鉄使用的燃料方面，解放前是完全用木柴和木炭。1954年省工业厅技术室在水城县滥坝区作試驗，用焦炭作土高炉的燃料，炼鉄成功，产量提高了一倍，鉄的质量也很好，炒成的毛鉄（低炭鋼）打成了镰刀和馬掌。接着安顺驢子山鉄厂用白煤作燃料，也用土高炉炼出了鉄。1958年秋天，遵义尙稽鉄厂用糠煤进行炼鉄試驗，也取得了初步成就。从木炭炼鉄发展到焦炭、白煤和糠煤炼鉄，是土法炼鉄的重大技术改革，是我省和全国土高炉和小高炉炼鉄发展的方向。

我省土法炼鉄在送风方面也有重要的改进，由单风箱鼓风改成双风箱，由人拉风箱改成牛拉、馬拉和水打风箱。1958年遵义板桥娄山关鉄厂在一个月內就建成了42套水打风箱設備，全部投入了生产，每套設備投資只用50元。在风箱的构造方面，以前都是用的圓风箱，这种风箱要用大圓木挖空制成，要用一个多月的時間。現在許多地方改用木板拼接的方风箱，制成一部风箱，只用两天的时

間。每分鐘拉風箱次數，以往都是30至40次，現在已普遍增加到50至60次，有些地方達到70至80次。遵義清水鐵廠平均每分鐘拉風箱120次，最高的時候達到180次。由於風量大大增加，清水一號土高爐在1958年10月7日全日生產生鐵11噸，創造了全國土高爐生鐵日產量的最高紀錄，這座土高爐的一些經濟技術指標，達到了近代大高爐生產的國際水平。

在上料方面，以前入爐的原料都是不稱的，現在入爐原料都普遍過秤。在布料方面，不少鐵廠採用了少吃多餐、分層分級的先進布料方法。1956年水城鐵廠由於暑天操作不當，有不少土爐出現了爐冷事故，爐子下部凍結。採用了新的布料方法後，爐況迅速好轉。該廠三號爐第一天開始分層分級布料，第二天順利出鐵，第三天鐵變灰口，第四天產量大增。

在脫硫方面，全省各地已經創造了很多很好的經驗。石阡鐵廠和省工業綜合研究所用水選去硫，脫硫40~80%。思南縣用手選和石灰水浸泡焦煤的方法去硫，效果很好，據省工業廳產品檢驗室化驗，沒有用石灰水泡過的焦煤，含硫量是5.72%；泡過的焦煤含硫量降低到2.28%。饒水鐵廠採用爐外脫硫法，在出鐵以後，將1%的白鹼或土鹼的粉末，均勻攪在鐵水中，這樣處理過的生鐵含硫量降低到萬分之五，達到了中央規定的煉鋼生鐵的標準。

省內許多土高爐都安設了簡單的热風設備。惠水縣河口鐵廠用土磚土瓦砌成了热風爐，利用高爐爐頂逸出的煤氣燃燒加熱，向高爐送热風，產量提高了50~100%。遵義縣泮水區50座土高爐都增設了热風爐，普遍使用以燒砂鍋的料子制成的热風管，用煤火自外部加熱。由於改送热風，生鐵日產量由原來的600~700斤增加到2,000斤以上。

省內土高爐的內型也有許多改進。許多土高爐加大了梭口，增大了梭山、大石和寸子的高度和寬度，河底的長度、寬度和深度也大大地增加了。這樣使得高爐高溫部分的容積大為增長，爐子受得起更多的風量，氧化帶擴大，爐料下降快而順利。此外，正安縣還創造了一種簡易的小型土爐，這種土爐只有6尺高，坩埚只有1.8

尺寬，梭口5寸，過河氣6寸，甌子口徑1尺，雞胸頂距爐子中心綫只有2寸，爐子只用3個人操作，每爐每日可以產鐵200~300斤。

在爐子外型方面，遵義專區吸取山西經驗，修建了一些圓形土爐。一般修建方形爐需要大量木料，要用一個多月的時間才能建成，圓形爐不用木材，只要兩天就可以建成。建一座日產生鐵1.5噸的圓爐，只要青磚7,500塊，砂石800塊，石頭10車，石灰5,000斤，沙10,000斤，人工100個。圓形爐占地較方形爐少得多，外觀接近洋爐，容易進行技術改造。

在耐火材料製造方面，關嶺縣用手車轉刀制缸嘴，效率比手工操作提高四倍半。黔西縣新躍鐵廠用做砂鍋的原料制成缸嘴，節約大量勞動力，制成的產品比砂石還耐燒。石阡縣用50%的火石子、25%的砂泥、25%的白散泥制成砂風管，質量很好，每人每日能制三十根。平坝縣高舉區鐵廠用鹽水浸泡寶石，經過試驗，可以連續燒25小時，比未用鹽水處理的寶石使用時間長8~12倍。

上述許多方面所取得的輝煌成就，是全省人民在黨的正確領導下，破除迷信、解放思想，對土法煉鐵技術大膽進行革新的結果。技術革命已經在很大程度上改變了土法煉鐵的原有面貌，土高爐正在經歷着自古未有的改革，正在“土洋結合”、“由土到洋”的大道上邁進！

除了大力發展和改造土高爐以外，我省還興建了許多座由耐火磚砌成的、用機械鼓風和用500度左右熱風熔煉的小型洋高爐。這些小洋高爐在貴州講起來，還是一種嶄新的事業，解放前是完全沒有的。最初在桐梓、福泉、水城、盤縣等地建成的是7立方公尺有效容積和15立方公尺有效容積的兩種小高爐，後來修建了30和35立方公尺的。去年，55立方公尺和100立方公尺的高爐也開始興建了。幾年來的生產證明，這些高爐熔煉情況很好，創造了不少先進的經濟技術指標。福泉鐵廠6.5立方公尺的三號高爐有效容積利用系數曾達到2,604（根據冶金部新規定計算）。

1958年3月，福泉鐵廠还用15立方公尺的高爐進行了生產性的

貧鐵礦熔煉試驗，用的是都勻鐵礦平黃山礦區的礦石，含鐵只有22%；所用焦炭灰分18%，含硫量1.30%。用這樣低品位的礦石來煉鐵，在國內還是第一次。試驗結果很好，高爐熔煉順行，焦比低到1.25，產品質量合乎國內鹼性轉爐煉鋼生鐵的要求。

1959年我省還要興建數以百計的30立方公尺以下的小高爐。白手起家，從無到有，從“小土群”發展到“小洋群”，這就是貴州發展鋼鐵工業所走的道路。

第二章 鐵 矿

铁矿在地球上分布很广，整个地球外壳平均含鉄 4.5 %，普通石头和泥土中都含有鉄，有些紅色的泥土含鉄量达到10%至15%。我国的鉄矿产地非常多，最有名的如东北鞍山鉄矿、湖北大冶鉄矿、河北龙烟鉄矿、內蒙古自治区的包头鉄矿、四川的攀枝花鉄矿、甘肃鏡鉄山鉄矿、山东金岭鎮鉄矿等。我省鉄矿远景儲量超过100亿吨，几乎县县有鉄，較大的有綿亙数百里的都匀鉄矿和遵义鉄矿，此外，較著名的还有赫章鉄矿山鉄矿、水城观音山鉄矿、福泉三岔土鉄矿、金沙鉄矿、威宁鉄矿等。除鉄矿外，我省还有极为丰富的煤矿。丰富的煤鉄資源，向人們展示了我省鋼鐵工业的宏伟的前景。

1. 鉄矿的种类

工业上炼鉄用的矿石，主要有磁鉄矿、赤鉄矿、褐鉄矿、菱鉄矿四种。从全国范围来講，以磁鉄矿和赤鉄矿最为重要，因为这两种矿物含鉄比較多，而且常常聚集在一起，造成蘊藏量巨大的鉄矿体。例如，河北省的宣龙鉄矿主要是赤鉄矿，辽宁鞍山鉄矿主要是磁鉄矿，湖北大冶鉄矿主要是磁鉄矿和由磁鉄矿轉变的假象赤鉄矿。但就貴州全省范围来講，以褐鉄矿和赤鉄矿較為重要。水城鋼鐵厂、福泉鉄厂、盘县鉄厂、桐梓鉄厂、遵义白果鉄厂等地小洋高炉所用的矿石都是褐鉄矿。各县区土高炉和家庭炉所用的矿石，絕大多數也是褐鉄矿。都匀鉄矿、清鎮鉄矿和赫章鉄矿是赤鉄矿，独山、丹寨、榕江、从江、荔波等县的矿石也是赤鉄矿。菱鉄矿在我省不多，最近在遵义西部和金沙、威宁等县开始发现。

现将各种矿石的性質分別介紹如下：

(一) 褐 鐵 礦

褐鐵礦是地球上分布最廣、最為常見的一種礦石，它是其他類型的鐵礦經過很長時間的氧化和風化而形成的，通常和粘土或石英混在一起。

褐鐵礦外觀上象鐵鏽，呈黃色、褐色或絳褐色，但是划在不帶釉的瓷板上的綫條都是褐色。有些褐鐵礦很密致，呈堅硬的塊狀體，有些象蜂窩，有些象堆在一起的葡萄。象葡萄或腰子形狀，堆集在一起的礦石最純，含鐵量最高。還有些呈空心的球狀體，在空隙里常常夾雜有泥砂。普通的褐鐵礦是淺黃色，富礦是黃褐色，有時也作暗紅色。水城一帶還發現呈針狀的鐵礦，也是屬於褐鐵礦的類型，只是含的結晶水量不同。

褐鐵礦通常用 $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 分子式來表示，其化學組成含鐵60%左右，含結晶水14%。褐鐵礦的比重是3.3~4.0，硬度是4~5。

水城褐鐵礦產在中石炭紀石灰岩中，礦脈寬自十余公尺到三、四十公尺不等，延長約一公里。最引人注目的是礦王山露頭，這是一個圓形礦柱，高十余公尺，四周都是石灰岩，礦柱聳然豎立在高山的頂部，十分壯觀。

水城褐鐵礦大部分呈塊狀，新斷面呈深褐色到深黑色，風化以後，變成深黃、褐黃等色。礦石堅脆多孔，孔中有象葡萄和腰子形狀結構，剖面常常顯出條狀和放射狀的組織。根據化驗，葡萄狀和腎狀結構的礦石品位最高，含鐵量達到60.58%，含不溶物只有0.80%，硫、磷含量都低。密致土狀的礦石，含鐵約為45~50%。夾有白色粘土的礦石品位最低，含鐵量只有42.62%，含不溶物高達24.40%。

福泉三岔土褐鐵礦埋藏在紅土之中，一般都是大塊，有結核狀的，也有葡萄狀和瘤狀的。當地稱呼最好的褐鐵礦為牛皮礦，稱含土質多的為油絲。礦石平均成分含鐵高達57.82%，含二氧化硅只有2.53%，硫、磷含量都少。

各县褐铁矿通常埋在第三纪红色粘土中，粘土厚自两、三公尺到三十余公尺不等，散布面积很广。开采这些褐铁矿比较容易，扒去表面的浮土，就可以见到铁矿，然后象挖洋芋一样，一个一个或者一堆一堆的掏出来。各地开采时遇到的主要困难是大量泥土的堆放问题，通常开1吨铁矿要挖运3~15立方公尺的泥土，如果堆放不好，就会造成大量土方工程的返工。

褐铁矿煅烧后，失去了结晶水就变成红色，所以通常也称褐铁矿为含水赤铁矿。煅过的褐铁矿，气孔率很大，容易在土高炉中还原。

(二) 赤 铁 矿

赤铁矿的颜色是红的，有的地方称它为红铁矿。常见的赤铁矿呈赤红色到猪肝色，甚至有棕黑色的。但不管颜色如何，在没有釉的瓷板上刻划出来的条痕都是象樱桃那样的赤红色。赤铁矿的这种颜色沾在手上和衣服上很不容易洗掉，所以有些地方把赤铁矿当红色颜料来用。凡是出产红色颜料的地方，都应注意调查一下，看看有没有赤铁矿。赤铁矿风化后变成粉末，它的附近常常可以看到一片红土。凡是遇到大片红土，也都要留心寻找赤铁矿。

有的赤铁矿象许多米粒似的粘在一起，这种赤铁矿通常称为鲕状（即鱼子状）赤铁矿；有的象黄豆似的粘在一起，还有的象猪腰子似的，或者一块一块的。

赤铁矿的物理性质是多种多样的，有坚硬而成块的，有松软而含有80~90粒度小于5公厘的颗粒的，也有粉末状的。坚硬赤铁矿的硬度很高，达到5.5以上，要用钢锉才能锉得动。赤铁矿没有磁性，但如果加热到高温，也可以用磁石吸起来。

赤铁矿的比重是5.0~5.3，分子式是无水三氧化二铁(Fe_2O_3)，赤铁矿石中常常含有1~8%的残余磁铁矿和部分风化产物，纯矿石含铁70%。

另外还有一种铁灰色、明亮如镜的赤铁矿，叫做镜铁矿，是赤铁矿的变种，在无釉瓷板上刻划出来的线条也是赤红色的。

密致呈块状的赤铁矿比褐铁矿难于还原得多。

赫章铁矿山的赤铁矿几乎是完全结晶的，晶形粗大，有相当的光泽，在孔穴中，菱形晶体很完整，矿石含铁量为57.7%。方解石是赤铁矿的附生矿石，数量较多，有时成细脉状，有时成薄膜状，复盖在铁矿的菱形晶体面上。在赤铁矿矿石中有时还可以发现镜铁矿的结晶。

清镇赤铁矿生在铝矿的下层，底部是寒武奥陶纪的白云岩。矿石的颜色是朱红色，有时呈暗红色，一般都是块状的，结构十分密致，在不上釉的瓷板上划出的线条也是朱红色的。矿石硬度很高，达6.5，比重很大，约4.9—5.3。矿石品位很高，含铁量达60—65%，磷、硫含量都低。

在清镇赤铁矿的上侧，有一层橄榄绿铁石，厚3—4公尺，其中有鲕状粒子很多，掺杂有许多赤铁矿。绿铁石含铁量为25—38%，含二氧化硅16—21%，品位低的绿铁石含磷、硫量稍高。

都匀一带的赤铁矿，产在层状砂岩夹页岩中，矿石大都成鲕状或豆状结构，鲕状体直径为0.3—1公厘。矿石中夹杂的矿物有石英和方解石，石英常常组成赤铁矿鲕状体的核心，在赤铁矿中的含量为5—80%不等；方解石成细脉状或粒状，在矿石中的含量为1—85%。矿石的品位为20—50%，含磷0.3—0.4%。

(三) 磁 铁 矿

磁铁矿是一种天然的吸铁石，磁性强的可以吸起小的铁钉来，用铁链敲打矿石，敲碎的粉末就会吸附在铁链的下面，磁性弱的磁铁矿也可以吸起铁的粉末。指南针进入到磁铁矿区域后，就会失去指示正确方向的作用。

磁铁矿是黑色的，看起来黑亮黑亮，在粗瓷碗或者无釉瓷板上刻划出来的线条也是黑色的。磁铁矿硬度很大，介乎5—6之间，用小刀刻不动。

磁铁矿大都成密致的块状，非常坚硬，破碎时生成的粉末很少。有些磁铁矿形成八面的结晶体。

磁鉄矿很重，比重达到4.9~5.2，差不多和生鉄一样。

磁鉄矿中主要含鉄的矿物是磁性氧化鉄 (Fe_3O_4)，它含鉄72.4%。磁鉄矿也可以看成是 $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ，它含31.04%的 FeO (氧化亚鉄) 与68.96%的 Fe_2O_3 (三氧化二鉄)。

通常所称的磁鉄矿是指其中含全鉄量* 与氧化亚鉄含量的比小于3.5的，大于3.5时称为半假象磁鉄矿，大于7的称为假象磁鉄矿。在自然界中，由于大气的氧化作用，磁鉄矿中鉄的一部分被氧化成更高级的氧化物，从 Fe_3O_4 变成 Fe_2O_3 ，結果变成既含有 Fe_3O_4 又含有 Fe_2O_3 ，但仍保持磁鉄矿結晶形态的变质矿石，这种现象称为假象化。

在各种鉄矿石中，磁鉄矿是最难还原的一种，在普通土高炉中不易处理。

貴州东北部梵淨山的牛头山有磁鉄矿矿床，生在閃长岩与板岩的接触带，附生矿物有黄鉄矿，矿床形式很不規則。

(四) 菱 鉄 矿

菱鉄矿是由 FeC 和 CO_2 (二氧化碳) 組成的，是一种碳酸鉄矿。純菱鉄矿含48.2%的鉄或62.1%的 FeO ，含37.9%的 CO_2 。自然界中常見的菱鉄矿呈密致的結晶状，平常都是黄褐色，有时是灰色，在不帶釉的瓷板上刻划出来的綫条是白色或淡黄色。菱鉄矿比赤鉄矿或褐鉄矿軟得多，用銅笔套就可以刻得动，比重在3.8左右。

通常見到的菱鉄矿含鉄在30—40%之間，是碳酸鉄和一部分碳酸錳、碳酸鈣或碳酸鎂的混合物。鉴别菱鉄矿的最好办法是用盐酸滴定，在菱鉄矿矿面滴上盐酸，就会剧烈发泡。

暴露在地表的菱鉄矿，受到空气中的氧气和水分的作用，会轉变成褐鉄矿。分布最广的菱鉄矿是沉积在泥砂中的粘土菱鉄矿，有时这些矿层含有多量炭質而呈黑色，叫做炭質鉄矿。

經过煅燒后，菱鉄矿疏松多孔，很容易打碎。煅过的菱鉄矿是各种鉄矿中最容易还原的一种，在土高炉中容易处理。

* 全鉄量即鉄矿石中鉄的总含量。

以上四种矿物的組成簡要地列于表 1:

表 1 鉄礦的組成分类表

矿物类型	矿物名称和化学成分	理論含鉄量 %	比 重
磁 鉄 矿 (磁性氧化矿)	磁性氧化鉄 Fe_3O_4	72.4	5.2
赤 鉄 矿 (无水氧化矿)	赤 鉄矿 Fe_2O_3 假象赤鉄矿 Fe_2O_3	70.0 70.0	4.9—5.3 4.8—5.3
褐 鉄 矿 (含水氧化矿)	水赤鉄矿 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	66.1	4.0—5.0
	針鉄矿 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	62.9	4.0—4.5
	水針鉄矿 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	63.9	3.0—4.4
	褐鉄矿 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	63.0	3.0—4.2
	黄針鉄矿 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	57.2	3.0—4.0
	黄赭石 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	51.2	2.5—4.0
菱 鉄 矿 (碳酸盐矿石)	碳酸鉄 FeCO_3	43.2	3.8

2. 鉄矿的冶炼要求

并不是所有含鉄的矿物都可以用来炼鉄，用作高炉炼鉄的矿石，应当綜合地考虑下面几个指标：

(一) 矿石的品位

矿石品位的高低，对于高炉冶炼所达到的各項經濟技术指标有决定性的影响。一般來說，所用的鉄矿品位越高越好，用高品位的矿石炼鉄，有以下几点好处：

- (1) 每吨生鉄所需要的矿石重量較少，矿石的开采、运输、煅燒、破碎的数量也就减少。
- (2) 高炉的有效容积利用系数增大。同一座炉子，在送入同样大小风量的情况下，如果矿石的品位高，就能够多出生鉄。
- (3) 焦比下降，生鉄日产量增加。
- (4) 所用熔剂的数量相应地减少。
- (5) 劳动生产率提高。

(6) 成本降低。

我省水城鉄厂、盘县鉄厂的小高炉和清水鉄厂一号土高炉，所以能够创造出較高的經济技术指标来，是与选用了較高品位的矿石有重大关系的。1958年3月，福泉鉄厂15立方公尺有效容积的小高炉采用三岔土的高品位矿石时，每日出鉄18吨；采用含鉄只有22%的都匀貧鉄矿时，每日出鉄量9吨，生鉄日产量降低了一半。这个实例也充分說明了矿石品位对于高炉熔炼的重大影响。

矿石的含鉄量究竟应当多高才适宜炼鉄，并没有一个严格规定的指标。矿石是否适宜炼鉄，不仅决定于含鉄量，还决定于矿石中所含的杂质和脉石成分。对于褐鉄矿来讲，一般含鉄量在50%以上，可以算是富矿，40%以下是貧矿；赤鉄矿含鉄在55%以上是富矿，45%以下是貧矿；菱鉄矿含鉄在40%以上是富矿，30%以下是貧矿。有些自熔性的矿石含鉄較低，也可以列入富矿。許多貧矿經过洗选后，也可以成为富矿。

(二) 脉石的成分

鉄矿中除鉄的氧化物外，还夹杂有其他的岩石，这些岩石称为脉石。脉石的主要成分是 SiO_2 （二氧化硅）、 Al_2O_3 （鋁氧）、 CaO （氧化鈣）和 MgO （氧化鎂），一般以 SiO_2 含量較高，也有的鉄矿含 Al_2O_3 較高。焦炭和白煤燃燒后剩下的灰分，主要成分也是 SiO_2 和 Al_2O_3 。

在普通高炉中， SiO_2 是不熔化的； Al_2O_3 的熔点比二氧化硅还要高300度，在高炉中更不熔化，含鋁氧高的炉渣十分粘稠，不利于冶炼。所以在高炉配料中要加入熔剂，熔剂的作用是使炉渣变得易于熔化。一般加入石灰石或白云石作熔剂，当炉渣中
$$\frac{\text{CaO} + \text{MgO}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3}$$
的比值接近1的时候，炉渣就很容易熔化而且流动性很好。

如果脉石中含有較高的 CaO 和 MgO ，配料时就可以少加熔剂，这种矿石叫作半自熔性矿石。如果矿石的脉石成分中
$$\frac{\text{CaO} + \text{MgO}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3}$$

的比值接近或等于1，就可以完全不加熔剂，这种矿石称为自熔性矿石。半自熔性和全自熔性的矿石，即令含鉄量較低，也适宜用作高炉的原料。

半自熔性和全自熔性的矿石是不多見的。湖南邵阳附近有含氧化鈣8~10%的半自熔性矿石，我省都匀鉄矿平黄山矿区有含氧化鈣23%、氧化鎂5.9%的全自熔性矿石。

(三) 有害的杂质

鉄矿中的有害杂质有：硫、磷、砷、鋅、鉛等，主要的是硫和磷。

硫：硫是鋼鉄的最大敌人。小高炉炼鉄时，只有5~10%的硫自炉頂逸去，土高炉炼鉄时，硫可以从炉頂和前馬門跑掉30~45%，其余的部分都轉入生鉄和炉渣中。生鉄含硫高了成为白口鉄，流动性很差，不能澆鑄薄铸件，甚至会在炉缸中冻结，放不出来。

硫在炼鋼过程中很难去掉。含硫高的鋼在加工过程中会发生紅脆，就是在加热到紅热的时候发生裂紋。用含硫高的生鉄炒成的毛鉄（低碳鋼），不能打成农具，特别是不能打成象鐮刀、馬掌这样較薄同时又要弯曲的农具。

硫在鉄矿中主要以黃鉄矿（ FeS ）的状态存在，較少的情况下也有以黃銅矿（ $\text{FeS} \cdot \text{CuS}$ ）或硫酸盐（ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ， BaSO_4 ）状态存在。有些由黃鉄矿风化变成的褐鉄矿，外表已經完全成为褐鉄矿了，但是敲开一看，内部仍然是黃鉄矿。

一般入炉矿石的含硫量規定在0.15%以下。在煅燒的过程中，有很大的一部分硫量可以除去。

磷：磷在矿石中一般以磷灰石矿的状态存在，也有以藍鉄矿（ $3\text{FeO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$ ）的状态存在的。

磷的含量高了会降低鋼和毛鉄的冲击韧性，使之发生冷脆，就是在冷加工过程中发生裂口。但磷也有好处，在鑄造生鉄中含有一定的磷，能够增加鉄水的流动性和使铸件的平面光滑。

磷在高炉冶炼时，几乎全部被还原进入生鉄。如果按两吨矿石

煉一吨生鉄計算，那么生鉄的含磷量就等于或接近矿石中含磷量的两倍。为了保証生鉄中含磷量不超过規定的限度，必須控制矿石中的含磷量。

含磷高的矿石（含磷0.6—1.0%）称为托馬斯矿石。这种矿石煉出含磷1.2—2.0%的生鉄后，可以用碱性轉炉吹煉脫磷，吹煉的炉渣含有效五氧化二磷达到13%或者更高些。这种炉渣是农业方面的上等无机肥料，适用于长江以南各省的酸性土壤（我省也是酸性土壤）。一般每吹煉一吨鋼可以得到200公斤左右的肥料，用这种方法大量生产鋼和磷肥，就可以把含磷高的鉄矿石这样的最坏的东西，变成最好的东西。

我省都匀一带的鉄矿含磷量較高，达到0.3—0.4%，附近又有磷矿，可以在配料中掺用少量磷矿来制造托馬斯生鉄。

砷：砷在鉄矿中很少見，在褐鉄矿中尤其不多。砷的含量在0.1%以上时，影响鋼的焊接能力并使鋼发生冷脆。矿石在煅燒时可以去掉大部分的砷。通常規定矿石含砷量不得大于0.07%。

鋅：鋅在矿石中以閃鋅矿（ ZnS ）的状态存在，冶煉时还原入鉄很少。但是鋅会在高炉內蒸发（鋅的沸点只有900℃左右），并在高炉上部氧化，結成炉瘤，或者沉积到耐火磚的孔隙中，破坏炉衬。通常規定矿石含鋅量不能大于0.1%，煅矿时可以去掉一部分鋅。

鉛：鉛在矿石中以方鉛矿（ PbS ）的状态存在，它容易还原。由于比重大，又不和鉄水相混，聚集在炉缸底部，能够滲入磚縫中使炉底破坏。

（四）有益的組成

矿石中的主要有益組成是錳和矽，矿石含矽时也对高炉冶煉有好处。

錳：錳在小高炉和土高炉冶煉时，有40—60%被还原进入生鉄。錳与硫的亲合力比鉄大，能够生成硫化錳轉入炉渣中。所以錳在高炉冶煉过程中起着脫硫的作用，用含硫較高的焦炭或白煤煉鉄时，如果矿石中含錳高，对脫硫大有好处。燒結粉矿时，錳的存在