

鉄矿的簡要找矿 和評價方法

李素能 著

地质出版社

本書扼要地介紹了鐵礦物的基本知識、鐵礦石的工業要求、各種鐵礦床工業類型及其特點，并列舉一些礦床了說明，最后介紹了鐵礦的簡要找礦和評價方法。本書特點是內容結合實際需要，敘述簡明。適合廣大地方地質隊及一般地質人員閱讀，也可供經辦鋼鐵工業的人們閱讀。

53 2

鐵礦的簡要找礦和評價方法

著 者 李 素 能
出 版 者 地 質 出 版 社

北京宣武門外永光寺西街3號
北京市書刊出版業營業許可證出字第050號

發 行 者 新 華 書 店
印 刷 者 地 質 出 版 社 印 刷 廠

印數(京)1—6000冊
開本31"×43"/32
字數16,000
定價(8)0.10元

1959年3月北京第1版
1959年3月第1次印刷
印張 $3\frac{3}{4}$
統一書號: T15038·673

目 录

一、前言	1
二、铁矿物的特点	2
三、铁矿石的工业技术	3
1. 磁铁矿石	3
2. 铁矿石中的有益有害元素	4
3. 钢铁的生产过程	5
4. 对铁矿石质量要求	6
5. 对铁矿石储量要求	7
四、铁矿床工业类型	8
(一) 岩浆矿床	8
(二) 接触交代矿床	9
(三) 热液矿床	9
(四) 铁帽	9
(五) 风化残余或红土化矿床	10
(六) 淋滤矿床	10
(七) 漂砂矿床	10
(八) 沉积矿床	10
1. 海相沉积矿床	10
2. 湖沼沉积矿床	11
(九) 变质矿床	12
1. 鞍山式铁矿	12
2. 大栗子式铁矿	16
3. 钨铁山式铁矿	17
五、铁矿的简要找矿和勘探方法	17
(一) 铁矿的找矿先决条件及找矿标志	17
1. 铁矿的找矿先决条件	17
2. 铁矿的找矿标志	19
(二) 铁矿的快速评价方法	20
1. 怎样迅速找到矿点	21
2. 如何根据转石布置探槽	21
3. 快速评价方法要点	22
(三) 铁矿勘探网密度的要求	23

鉄矿的簡要找矿和評价方法

一. 前 言

我国是世界上开发和利用鉄矿資源最早的国家之一，远在公元前 5 ~ 6 世紀，我国就有了鉄器。公元前一世紀有完善的煉鉄爐，而在欧洲这样完善的煉鉄爐，直到中世紀才有。由于長期封建势力統治，我国社会生产力发展很慢，鉄矿采冶事业得不到应有的发展。近几十年来我国虽然有近代地質科学，但在反动政府根本不重視发展工业的狀況下，地質勘探工作进展非常迟緩。在抗日战争时期，日本帝国主义以掠夺我国矿产資源为目的，在我国东北、华北、华中虽然作了一些地質調查工作，但探明的儲量并不多，而这些儲量大多被掠夺开采。国民党反动政府統治时期，更沒做过有計劃的地質調查和勘探工作。总之，直到解放前夕，我国鉄矿資源情况一直是不清楚的。

中华人民共和国成立以后，在共产党和毛主席英明领导下，全国展开了大規模的鉄矿普查勘探工作，从而获得了輝煌的成就，建立了鞍鋼、包鋼、武鋼等大型鋼鉄联合企业。今年党中央和毛主席又提出了我国建設社会主义总路綫，全国人民在以鋼为綱的思想指导下展开了全民性的寻找鉄矿和冶煉鋼鉄运动，数十亿吨的大鉄矿，在各省都陸續地被发现。据人民日报統計資料，在1958年 1 ~ 8 月份全国24个省

共找到壹百万吨以上的鉄矿达140个，其中5000万吨到100亿吨者24个。这不但給我国重工业及地方工业发展創造了有利条件，同时也充分証明了我国拥有极为丰富的鉄矿資源。此外，还积累了各方面的地質勘探資料，相信，在今后的找矿工作会有更大的发展。

二、鉄矿物的特点

鉄 (Fe) 是黑色金属中最主要的元素。它不仅在工业建設上起决定性作用，同时也是地球及整个宇宙最重要的組成元素之一。根据苏联費尔斯曼院士1933年統計材料，鉄在地壳中平均含量占地壳总重量的4.2%，1949年又有人提出为5.1%。在地壳总成分中鉄居于第四位，前面的三位为氧 (O)、硅 (Si)、鋁 (Al)。

在許多矿物中都含有鉄，就目前已知的含鉄矿物有170多种，但只有含鉄30~72%的矿物在現代工业上才可能利用。目前我国及世界上其它国家所开采的鉄矿石，主要是利用以下五种含鉄量較高的鉄矿物所組成的矿石。

次 序	矿 物 名 称	化 学 分 子 式	含 鉄 量 (%)
1	磁鉄矿	Fe_3O_4	72.4
2	赤鉄矿	Fe_2O_3	70.0
3	褐鉄矿	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	48~63
4	菱鉄矿	FeCO_3	48.3
5	含鉄綠泥石	鉄的鋁硅酸复盐	27~38

上表中所述含鉄綠泥石（有許多种类）因系硅酸鹽，冶煉困難，若其中含有鉀時，就有重大價值。

其它如磁黃鉄矿（ $\text{Fe}_n\text{S}_{n+1}$ ）、黃鉄矿（ FeS_2 ）、毒砂（ FeAsS ）等虽然亦含有很多鉄，但不能直接用来煉鉄。它們主要用来提煉硫（S）、砷（As）及生产其它东西。故不能当作鉄矿利用，只是在提煉硫、砷后所获得的含鉄廢物（瀝渣）可当作鉄矿代用品再予以冶煉。

三、鉄矿石的工业技术

鉄元素原子結合力強，硬度大，熔点高，用鉄制成的鉄合金还有展性延性等性質。因此，在現代工业中廣泛利用鉄制成各种強固的合金，可以說鉄是一切机械之母，一切現代技术离开了鉄是不可想象的。

（一）碳 鉄 合 金

現代工业上所使用的鉄产品总是含有一些碳，含碳量一般由 0.04~7%，有时还要多。鉄的技术性質随含碳量而变化。碳素鉄有以下几种产品：

鉄（熟鉄）	含碳量 0.04~0.2%
鋼	含碳量 0.2~1.5%
鑄性生鉄	含碳量 1.5~2.5%
生鉄	含碳量 2.5~4% 或更多

在鉄和鋼中碳与鉄为化合状态存在，而在生鉄中的碳有时全部呈化合状态存在，叫白口鉄；或者一部分呈化合状态

存在，一部分呈石墨游离状态存在，叫灰口铁。

(二) 铁矿石中的有益有害元素

1. 有害元素：铁产品中如果含有硫(S)、磷(P)，对质量影响特别坏，因磷的含量增高使铁在冷却时变脆，且不坚韧。而硫则使铁在热的时候变得不坚韧，其它如砷(As)、铅(Pb)、锌(Zn)、锡(Sn)等都是有害元素。另外在高炉中铬的含量要求 $<1\%$ 。

2. 有益元素：如锰(Mn)、钴(Co)、镍(Ni)、钒(V)、钨(W)、钼(Mo)、铬(Cr)等可与铁产品制成各种优质钢。如锰钢很硬，叫做装甲钢，钴镍钢为不锈钢，钨钢为高速钢，钼钢为具有很大韧性的工具钢，铬钢为耐酸耐热的不锈钢，钒钢用于各种动力机器零件。另外有些元素存在时可制成铁合金，如铬铁、锰铁、硅铁等，它们是当生铁加工制成钢和铁时的半成品。

3. 其它成分：在铁矿石中常常含有二氧化硅(SiO_2)、三氧化二铝(Al_2O_3)、氧化钙(CaO)、氧化镁(MgO)，

如果矿石中所含 $\frac{\text{CaO} + \text{MgO}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3} = 0.8 \sim 1$ 时，以上化合物

可以自熔变成炉渣。若不符合以上比例时，在冶炼中就会增加一些困难，如含 SiO_2 、 Al_2O_3 较高的铁矿石，在冶炼时需要加入适当数量的含CaMg的石灰岩或白云岩作为熔剂，除了物质成分以外，水分要求4~33%，矿石块度为5~150公厘不等，碎末所占的百分比为10~30%，抗压强度120公斤/公厘²。

(三) 鋼鉄的生产过程

1. 选矿：在矿山上采出的天然鉄矿石并不是都能直接煉鉄，有时需要选矿，选矿的目的，是去掉非鉄矿物而使鉄矿变富或改变矿石的物理性質，在現代选矿方法中最重要的有磁选、洗选及焙燒法三种。

2. 冶炼：为了从矿石中获得金属鉄，將鉄矿石、焦炭、熔剂放在鼓风高爐里加热熔化后，所获得的产品叫做生鉄。而熟鉄及鋼是由生鉄进一步冶煉制成的，冶煉方法有很多种，在决定各种不同方法时，主要考虑磷的含量，現將常用的几种方法簡單介紹如下：

(1) 貝氏法：适用于含 P 0.07~0.1% 的生鉄，將此种含磷少的生鉄放在砌有耐火磚的貝氏轉爐內当碳燃燒到所达到的程度时，生鉄中的 Si, Mn, C 等元素逐漸消失，就得到鋼和熟鉄。

貝氏生鉄平均含有下列成分：C 3.75~4.00%，Si 1.25~1.75%，Mn 0.60~1.00%，P 0.06~0.09%，S 0.04~0.06%。

(2) 湯母氏法：适用于含磷多的生鉄，这种方法同样在轉爐中进行。其耐火磚主要用白云岩及菱鎂矿制成的基性耐火磚，用石灰岩作为熔剂，这样熔剂会將磷及硫粘在一起变成爐渣，这种爐渣还可作为肥料。

最好的湯母氏生鉄成分是：C 3~3.5%，Si 0.2~0.6%，Mn 0.5~0.79%，P 1.8~2.2%，S 0.08%。

(3) 馬丁氏法：是在反射爐中进行冶煉，其主要特点

就是利用不同性質的耐火磚冶煉含磷不同的生鐵。

在酸性耐火磚爐中加工的生鐵含P 0.03~0.04%。

在基性耐火磚爐中加工的生鐵含P 0.1~0.3%，有時可到1.2%或更多。

特种鋼的冶煉就是將普通鋼放在石墨粘土制的坩堝或電爐中熔化，並加上性質不同的化學元素，如鎢、錳、鈷、鎳等，就制成各種不同性質的特种鋼。

最近在我國工業大躍進中創造了直接從礦石中煉出熟鐵和鋼的方法，省去了生鐵加工過程。採用不用耐火磚的地下土爐煉鐵成功，無煙煤煉鐵成功等新創造，這在鋼鐵戰線上給我們打開了技術革命的新途徑，相信，在今後會有更多更好的煉鐵方法。

(四) 對鐵礦石質量要求

1. 適于直接冶煉的鐵礦石，鐵礦物的含量因礦石中各種礦物成分不同而異。

磁鐵礦礦石含鐵量要求為56~60%

赤鐵礦礦石含鐵量要求為54~58%

褐鐵礦礦石含鐵量要求為45~50%

菱鐵礦礦石含鐵量要求為30~35%

對於自熔礦石來說，如有合金鋼組份(Ni, Cr) 或貴重組份(V) 存在時，對於鐵含量的要求還可以降低，個別情況下可以降低到25~30%。

2. 目前我國鐵礦石中含鐵量工業要求：

富礦 全鐵(TFe) > 45%

貧矿 全鉄 (TFe) $< 45\%$

平均品位 TFe $\geq 25 \sim 30\%$

最低边界可采品位 $\bigcirc$ TFe $> 20\%$

3. 对矿石中有害杂质含量要求:

$S < 0.2 \sim 0.3\%$

$P < 0.2 \sim 0.8\%$

$As < 0.07 \sim 0.08\%$

$Pb, Zn < 0.1\%$

4. 小高爐对鉄矿石組份要求: 由于我国目前地方工业遍地开花, 小高爐遍及城乡, 仅河南省鲁山县就日产生鉄三万四千余吨, 因此, 有关部门特別制定了适合于我国具体情况的小高爐对鉄矿石組份要求为:

TFe $> 45\%$

$S < 0.1\%$

$SiO_2 < 20\%$

5. 对鉄矿层可采厚度及夾石要求:

最低可采厚度0.7米;

最大夾石厚度0.3米。

(五) 对鉄矿石儲量要求

最小矿床儲量为几百万吨;

中等矿床儲量为几千万吨到一亿吨;

大矿床儲量为几亿吨;

巨大的矿床为几十亿吨以上。

我国目前在全党全民投入轟轟烈烈的煉鋼煉鉄高潮中,

根据各地采用了只要交通条件好以富矿为主要的原则。因此有的铁矿储量虽然小于几百万吨，只要矿石质量好，开采及交通条件好，亦可加以有效的优先的利用。如撫松县城北約 0.5 公里的高力山铁矿是沿中生代火山岩系北北西向破碎带充填的热液矿床，储量只有 200 吨左右，但該矿石品位很高， $TFe > 50\%$ ，矿区在撫松县城附近，交通很便利，因此亦得到当地很好的利用。

四、铁矿床工业类型

铁在地壳中分布很廣，在各种不同的地質情况下都可集中起来。因此，铁不仅以各种形态普遍地存在于不同矿床中，而且几乎所有成因类型都可能形成有工业价值的铁矿床。现将目前所知的几种主要铁矿工业类型分述于后。

(一) 岩浆矿床

在成因上往往与基性岩石有关，在輝長岩及輝石变質岩中铁成磁铁矿分泌出来，并常伴生有鈦铁矿、黄銅矿、含鈷黄铁矿等形成鈦磁铁矿矿床，此种矿体一般成块状脉状，规模不大。如果在鈦磁铁矿中有钒存在（一般由千分之几到百分之一）则价值极大，同时可綜合利用Co, Ti, Cu，此种矿床在我国四川及河北大庙均有发现，并命名为大庙式铁矿。

与酸性火成岩有关的铁的岩浆矿床很少见到，这种矿床主要产在正長岩中，为含磷灰石磁铁矿矿床，矿体成侵染状、块状及脉状等，规模很大。

(二) 接触交代矿床

这种矿床分布很廣，全国各地都有，并且常为工业开采对象。但有工业价值的矿床通常出现在中酸性侵入岩（花崗岩-閃長岩）与圍岩的接触帶中。

此种矿床，矿体形状不規則，为断續的脉狀及板狀，产于矽卡岩中，金属矿物以磁鉄矿、赤鉄矿为主，并与黄鉄矿、黄銅矿共生，有时还有閃鋅矿、毒砂等。矿石品位由30~67%；一般致密块狀的矿石含鉄>56%，浸染及混合矿石含鉄由30~56%，此种矿床規模相当大，如我国的大冶鉄矿。在撫松刁窩位子也有这种类型的鉄矿床，不过規模很小，可作为地方工业开采对象。

(三) 热液矿床

产于酸性至中性火成岩附近的各种岩石中，为高温至中溫的脉狀及不規則狀矿床。金属矿物有磁鉄矿、赤鉄矿、鏡鉄矿、菱鉄矿，共生矿物有时有方鉛矿、黄鉄矿、重晶石等。此种矿床品位由30~60%，一般規模不大，但分布很廣。有若干矿区具有巨大的价值，如內蒙包头附近的含稀土元素的特种高温热液矿床，規模很大，含鉄45~55%，这类矿床在我国叫做包头式鉄矿。

(四) 鉄帽

鉄帽是出露到地表的硫化矿物及菱鉄矿矿床的氧化帶，金属矿物以褐鉄矿含水針矿鉄为主，矿体成不規則狀。此种矿

床一般价值不大，有时可以作为寻找金属硫化矿床的直接找矿标志。个别规模较大的矿床亦有巨大价值，如云南箇旧錫矿氧化帶中的褐鉄矿规模就很大。

(五) 风化残余或紅土化矿床

此种矿床一般发育于基性岩石或蛇紋岩分布地区。金属矿物以褐鉄矿、赤鉄矿为主，常含有少量的 Cr, Ni, Mn, Al, Co 等元素，矿体成不規則层狀及块狀，个别矿床具有巨大价值。

(六) 淋 濾 矿 床

分布較廣泛，常形成于現代或古老的疏松而多孔的沉积岩层底部，位于潛水帶及透水帶中，常伴有石灰岩的交代作用，这种矿床大多数规模不大。金属矿物以褐鉄矿及菱鉄矿为主，矿体成不規則层狀及块狀。

(七) 漂 砂 矿 床

此种矿床常与原生鉄矿伴生，成殘积或洪积漂砂，有时在酸性或基性岩石附近，亦遇到磁鉄矿的漂砂，矿体成层狀规模不大，大多数情况下不值得开采，有时可以作为找寻原生鉄矿床的找矿标志。

(八) 沉 积 矿 床

1. 海相沉积矿床

此种矿床成层狀，沿走向沿长达几十公里至几百公里。

一般位于海进初期的陆棚瀉湖地带，因此常产生在地質历史时期中的一些地层层位。金属矿物以鲕状赤铁矿为主，常生成于海水較淺的氧化环境中。其次为菱铁矿及含鉄綠泥石，常生成于海水較深的还原环境中。因此赤铁矿与菱铁矿及含鉄綠泥石有时成相变关系。矿石品位含鉄由20~50%。此种矿床規模极大，儲量有时达几十亿吨，占世界总开采量的50~55%。在中国主要在两个地質时代生成，茲分述如下。

(1) 震旦紀底部的宣龙式鉄矿：这种鉄矿主要分布于河北北部、辽宁、吉林、河南及山西等省，以河北宣化赤城一綫最为集中。此种矿床主要产于震旦紀与前震旦紀不正合接触面上，在吉林、四平、通化地区在震旦紀南芬統內，南芬統与釣魚台統接触面上，釣魚台統上、中、下和底部都有鉄矿存在，并断續延長数百公里。鉄矿成层狀及透鏡狀，以鲕狀、腎狀赤鉄矿层最好，含鉄达40~65%，有时可不經选矿直接作为高爐原料。其次赤鉄矿为砂礫岩的膠結物，也有赤鉄矿与膠体狀二氧化硅混合而成，有时能見到鲕狀赤鉄矿，这种矿石含鉄量低，含鉄一般只有百分之二十几。

(2) 中上泥盆紀的宁乡式鉄矿：主要产地有湖南宁乡、茶陵、湖北長阳、建始，江西、廣西、貴州、四川及云南等省均有分布，矿层分布面积廣，变化小，一般为1~2层，每层厚1~2公尺，以赤鉄矿为主。富含鈣質部分合乎自熔矿石标准，这种矿床在大跃进的1958年中，在長江流域几省普遍发现亿吨以上的大鉄矿床。

2. 湖沼沉积矿床：此种鉄矿床与海相沉积不同点就是規模較小，变化大，成层狀及扁豆狀，以菱铁矿、赤铁矿、褐

鉄矿为主。常位于煤系地层的頂部或底部，但分布比較廣泛，如华北奥陶系侵蝕面，上中石炭紀底部的山西式沼鉄矿（兼有风化殘余性質），四川侏罗紀湖相沉积綦江式鉄矿，四川东南一帶石炭二叠系鉄矿，第三紀湖沼沉积鉄矿在中国南方亦有小規模分布。

（九）变 質 矿 床

此种矿床可以由以上八种矿床类型中任何一种生成，其中沉积变質矿床，特别是前震旦紀沉积变質矿床最有工业价值，如苏联此类型矿床占全国探明矿床的90%，我国所探明的鉄矿儲量这种类型亦占50%以上，現將我国这类型矿床特点詳述于后。

1. 鞍山式鉄矿

中国前震旦紀变質地层中所含的条帶狀变質鉄矿，是中国儲量最大的鉄矿类型，由于在辽宁鞍山附近最先发现并分布很廣，故称鞍山式鉄矿，鞍山式鉄矿在我国辽宁、吉林、河北、内蒙、山东、山西、河南陝南以及中国南方普遍均有分布）。鞍山式鉄矿主要为貧矿，含鉄一般为20~40%，以35%左右最多，局部也有含鉄50~60%以上的富矿。

（1）鞍山式貧鉄矿及其含鉄层一般特征

各地所見主要含矿地层大多属于相同或相似的层位，含矿地层很多地方被震旦系、寒武系或中生界地层所不正合复盖，而在山西、内蒙西部則为前震旦紀另一变質岩系（溇沱系）所不正合盖复，因此大致可与太古界上部“五台系”相当，而在鞍山附近則称为鞍山統，含矿地层一般呈帶狀出露

于前震旦紀花崗質岩石区域中或其附近，褶皱非常剧烈，含鉄层上下的岩层均受了不同程度的花崗岩化及混合作用，有时漸变为片麻狀混合質花崗岩，而在含鉄岩系及其紧接着的上下岩层則是花崗質、偉晶花崗質長英質岩脉或石英脉等所構成的酸性岩脉侵入帶。

按其共生岩石的差別鉄矿层产狀有三种不同情况

甲、在大多数地区，如辽宁、吉林、河北、山东中部等地，条帶狀鉄矿常与一定数量的含石英斜長角閃岩或其它的角閃質岩石共生，構成厚达300~400米的含鉄岩系。有时含鉄岩系內夾有一定数量的半粘土質云母粒岩或片岩，可作为一定地区內岩层对比标准。含鉄层之上，常是半粘土質云母石英粒岩，有时是硅質粒岩，以下常为厚度不等的角閃質岩层，更下一般以半粘土質的粒岩或片麻岩为主。受混合作用較淺地区，含鉄层及其上下岩层总厚度在3000米以上，其下还有变質酸性火山岩系存在。

这些含鉄层和鉄矿可暫称为鞍山式含鉄层和鉄矿的角閃質类型。鉄矿本身也有含鉄量較高的角閃石，其数量有时可达矿物总量的四分之一以上。如撫松万良一帶的鞍山式鉄矿一部分矿石为条帶狀含磁鉄矿、鉄角閃石、透閃石、阳起石、石英粒岩，有时沿走向或垂直岩层走向漸变为含鉄很少的条帶狀含云母、角閃石、石英粒岩。鉄矿层数一般在3~4层以上，最多可达六层，每层厚度不大，一般不超过30~40米，值得注意的是各鉄矿层的总厚度常随含鉄岩系总厚度而变化，鉄矿沿走向貧化現象有时也和含鉄层厚度减小趋势相符合。

上述含鉄层中或以下的角閃岩和角閃質岩石，除普遍含有石英以外，并有長石角閃石 石英粒 岩条帶 狀角閃 岩等类型，偶有半粘土質云母石英長石粒岩，有时具片麻狀構造。近邻貧矿者还有条帶狀磁鉄、阳起石粒岩及片岩，条帶狀磁鉄矿、阳起石、角閃石、石英粒岩等过渡类型，有时这些地层与薄层鉄矿为互层关系，这些岩层厚度虽有变化，但层次整齐，产狀明显，因此其未变質以前，基本上是由沉积方式（包括噴发沉积）生成的。

乙、鉄矿的砂質或硅質类型：在个别地区，如山东芝罘島，条帶狀鉄矿呈几个薄层，产于厚約 300 余米的長石石英片麻岩中，片麻岩上下又有很厚的石英岩为主的地层，石英岩中局部含有一薄层鉄矿，露出的变質岩系总厚度在 1500 米以上，矿层中不含角閃石及其它鉄鎂矿物，但部分受偉晶花崗岩影响較深。

丙、鉄矿的粘土質类型：在鞍山附近，鉄矿层較厚，平均 60~70 米至 200 米左右，且一般只有一层，鉄矿中偶而包含有較为薄小的岩石夾层和上下岩层，主要是粘土質綠泥石片岩、云母片岩和千枚岩。鉄矿本身主要是石英和鉄矿矿物（如磁鉄矿、假象赤鉄矿和赤鉄矿）組成，角閃石类矿物一般很少，甚至沒有，只在局部地区含量較多。

上述各种类型，除角閃岩和角閃質岩石的一部分岩石为岩流和凝灰岩以外，其它都是标准的变質沉积岩，是标准的地槽沉积，并代表着大地槽內淺水的不同沉积相（包括噴发沉积相）都受到大地槽发生过程中的褶皱作用、区域变質作用的深刻影响，及其有关的酸性岩漿活动和花崗岩化作用的一定