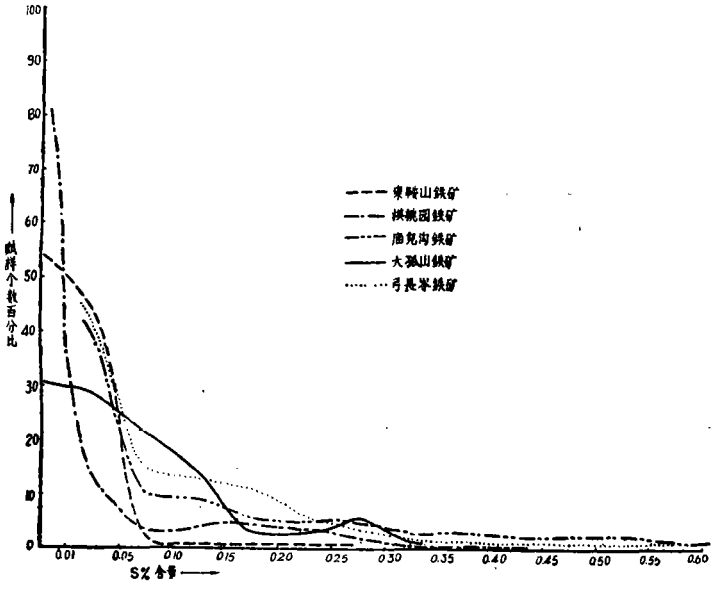
对鞍山式鉄矿矿石試样分析項目的意見

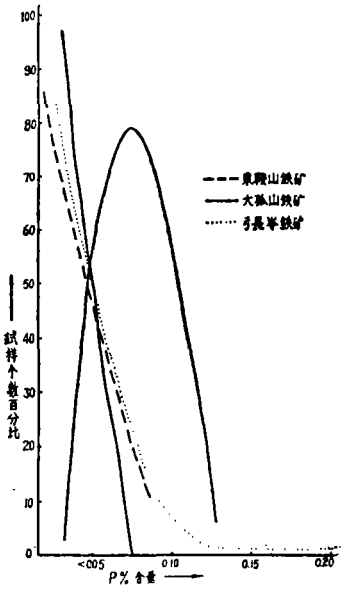
周世泰　呂景陽

对于任何一种矿石的品位及化学特性的研究，都要通过取样及化驗工作来进行。而取样方法、化驗項目又取决于矿石的化学特性。所謂矿石的化学特性是指矿石在冶煉过程中各种化学成分的变化情况及其有益有害作用。因此，在勘探过程中的取样工作以及各种試样的化驗項目，都与矿石的冶煉性質有密切的关系。現就鞍山式鉄矿矿石試样分析項目問題，談談我們的意見。

鞍山式鉄矿矿石主要是由氧化鉄矿物（磁鉄矿，假象赤鉄矿，赤鉄矿，另外还有少量的鏡鉄矿及褐鉄矿），石英，角閃石类矿物（透閃石，鎂鉄閃石和阳起石也有綠泥石），碳酸鹽类矿物（方解石，白云石，鉄方解石），硫化矿物（黃鉄矿，黃銅矿，磁黃鉄矿）以及极少量的磷灰石等組成的。在这种矿石中，Fe 成分主要是賦存于氧化鉄矿物中，只有极少部份是賦存于含鉄的矽酸鹽矿物中。根据东鞍山，大孤山、櫻桃园、弓長嶺、庙儿溝、弓長嶺、北台溝等七个矿床的化驗資料（11172个組合試样）的統計，賦存于氧化鉄矿物中的鉄成分占矿石中全部鉄含量（簡称全鉄）的94.47%，而賦存于含鉄矽酸鹽矿物中的鉄成分只占鉄中的5.53%。前者被称为可溶性鉄（即酸可溶鉄），后者被称为不可溶性鉄（酸不溶鉄或殘渣鉄）。当然，对于冶煉金屬鉄有用的是前者而不是后者。

对于矿石冶煉过程有重要意义的另一个成分，是矿石中的FeO的含量。FeO是存在于磁鉄矿（Fe_3O_4）及含鉄矽酸鹽中(例如鉄閃石 $FeSi_2O_3$)。但是，由于矿石中不可溶鉄的含量很少，因此，也可以認为存在于含鉄矽酸鹽中的FeO 的数量是很少的。FeO 含量对于貧矿石及富矿石的意义是不相同的，然而却都是相当重要的。如所周知，將天然的貧鉄矿石用人工的方法改造成为富矿石的选鉄矿过程有好几种，但是其中最經济的一种方法是磁法选矿，用这种方法选矿的前提之一就是要求矿石具有一定的磁性。而矿石中FeO 的含量就决定了矿石的磁性强度。在工业上，往往以一个假定的数值来度量矿石的磁性强度。这个数值就是Fe和FeO 的比值$\frac{Fe}{FeO}$有时也用一个正好相反的数值，$\frac{FeO}{Fe}\times 100$，后者被叫做为矿石磁性率。在煉鉄工业部門，往往以矿石中$\frac{Fe}{FeO}$值大于或小于 3.5（或者說矿石磁性率小于或大于28.57)作为一个假定的界限將矿石划分成兩种类型：矿石中$\frac{Fe}{FeO}$值大于3.5(或磁性率





© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

小于28.57）时，叫做非磁性矿石；小于3.5（或磁性率大于 28.57）时叫做磁性矿石。前者不宜于用磁法选矿，后者则可用磁选法进行选矿。当然，这个假定的界限不是絕对的，它將随着选矿技术的改进或其它經济技术因素的改变而改变。

对于富鉄矿石，研究矿石中 FeO 的含量或$\frac{Fe}{FeO}$值也是很重要的。富矿并不需要通过选矿就可以直接入爐冶煉但是在冶煉时，磁鉄矿的熔点較赤鉄矿高，因而它在爐中冶煉的时間也長，因此，对于富鉄矿石来說，FeO 含量低反而要好一些。

矿石有害成分主要的是 SiO_2。SiO_2 在矿石中的含量佔44～55%。虽然在选矿过程中，一部份SiO_2被遺棄在尾矿里，但是仍然有一部份 SiO_2 要随着精矿进入高爐，这是在高爐中組成矿渣的主要物質。为了把这些 SiO_2 从矿石中取出并变成爐渣，必須在高爐中加入足够数量的熔剂，例如石灰石。这对矿石冶煉的成本和时間都产生一定的影响。因此研究矿石品位的重要任务之一就是研究矿石中主要有害成分SiO_2的含量。但是，鞍山式鉄矿的重要特点之一就是矿石中SiO_2与氧化鉄含量（FeO 及 Fe_2O_3）的总和达矿石全部成分的90～95%（据 6 个矿床75件全分析試样的統計）。因此，我們可以藉助于这个規律，根据对 Fe 含量变化的了解，間接的調查出 SiO_2 的含量，从而就有可能把調查矿石中 SiO_2 含量的工作簡化。

从理論上說，对于鉄矿石有害的成分还有 S,P及 As。但鞍山式鉄矿不論是貧矿石或者是富矿石，都是一种含 S,P很低的鉄矿石。根据 5 个矿床2767个組合試样的統計結果：S 的含量一般在 0.001～0.65%之間，其中62.88%的試样其含 S 量是在0.10%以下的。P 的含量更小，一般 0.001～0.15% 之間，其中有59.15%的試样其含 P 量是在0.05%以下的（見附图）。

至于 As，只有个别矿床在作矿石化学成分全分析时分析过它，但从光譜分析的結果来看它的含量极少甚至于沒有。Mn 的含量根据在矿床中取样分析的結果証明是微不足道的。

根据上述鞍山式鉄矿矿石的化学特性，我們就能很容易的确定出在各种試样中的化驗項目。

1. 作为有用金屬的 Fe，必須在每一个普通試样中都分析它的含量，藉以正确的求出矿石中 Fe 含量的变化情况。这里所謂的 Fe，包括可熔性鉄及不可熔性鉄。但在矿石中不可熔性鉄含量多时，我們就必須在矿石的每一个普通試样中分析可熔性鉄，而不是分析全鉄。

过去曾在每一个普通試样中，都同时分析全鉄（Fe）及可熔性鉄（S·Fe），实际上这是沒有必要的。因为不可熔性鉄对于我們并不是那样的重要，沒有必要了解它在每一个試样中的含量及其在矿床中分布的詳細情况。当我們用肉眼观察矿石中含矽酸鹽矿物极少或沒有时，我們就可以完全不在每一个普通試样中分析 S·Fe 的含量，可以把 S·Fe 列为組合試样的化驗項目之一；反之，則应在每一个普通試样中都化驗 S·Fe 的含量，不分析全鉄的含量，而將全鉄列为組合分析的項目之一。当然，在后一种情况下，还必須在普通試样中先抽出来一部份試样（10～20个）同时分析全鉄及 S·Fe 以比較其結果。但应指出：在同一矿床中如分析全鉄，則在全部普通試样中都分析全鉄，要分析可熔鉄就都分析可熔鉄，应求其一致。

2. 由于矿石中 FeO 的含量亦即矿石的磁性对于矿石的性質有很重要的影响，因此，一般必須在每一个普通試样中都分析 FeO。由于矿石生成后遭受了表生的氧化作用，矿石的磁性自地表向下愈来愈高。有些矿床例如歪头山、北台溝由于矿床被削蝕得很快，氧化帶已被蝕去，因而磁性矿石直接露出地表，除此而外，大多数的矿床中特别是鞍山地区的矿床地表部分的矿石多是氧化程度很深的非磁性矿石。对于氧化程度很深或很淺的矿石来說，FeO 的含量略大一些或略小一些并沒有多大的意义。因为在这种情况下 FeO 值的微增或微減，并不能改变矿石的工业类型。早在 1954 年苏联地質專家米德維捷娃同志就曾建議，在已确定完全是磁性矿石的地帶以下所采取的普通試样，可以不做FeO 含量的分析。这个建議显然是很正确的，根据这个建議我們还可以推演到另外一种情况：即在氧化程度很深的地表部份（如$\frac{Fe}{FeO}$值大于10时），完全可以不在普通試样中分析 FeO。而只在組合試样中分析 FeO。只有在磁性矿石与非磁性矿石的交替帶之处才必須在每一个普通試样中分析 FeO，以确定兩种不同工业类型矿石的詳細分佈情况。

应該指出，这种作法只有已經經过系統的勘探和取样工作以后，基本上查明了这一部份矿石中 FeO含量的情况后，才可以施行。例如当在地表以較稀的勘探網（400公尺或200公尺的間隔）进行槽探后，如发現矿石中 FeO的含量很低，那么將来在加密勘查線成为 200 或 100 公尺間隔时，在这一部分所取的試样就可以完全不化驗 FeO。又如根据在一100公尺水平坑道的取样結果証明：矿石中$\frac{Fe}{FeO}$均低于 3.5 时，即在这一水平坑道中所見到的矿石均为磁性矿石时，那么在这

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

一水平坑道以下部份进行取样和化驗时，在普遍試样中就可以不再分析 FeO的含量。当然无論前一种情况或后一种情况，都必須在組合試样中分析 FeO 的含量。当在氧化程度很深的地表进行槽探时（可以以矿石条痕磁性来判断），我們甚至于可以首先只在組合試样中分析 FeO的含量，如果每一个組合試样中 FeO 的含量都很低时，那就根本用不着在普通試样中分析 FeO 的含量了；如果組合試样的分析結果，矿石中 FeO 的含量等于或接近于3.5时，那么这就說明这个組合試样中所包括的普通試样既有磁性矿石也有非磁性矿石，此时可以再分别分析此組合試样所包括的每一个普通試样的 FeO含量。当然，在后一种情况下，也許会使一部份組合試样作廢，但是，这毕竟是少数的，特别是当地質人員認眞的檢查过矿石的条痕和磁性以后，发生后一种情况的可能性是不大的，縱然有也是局部的。为了在最大限度內防止后一种情况的产生，还可以在普通試样中先抽出几十个分析一下 FeO 含量。这样可以防止一些不必要的取样和化驗工作。

3. 关于在矿石試样中作 SiO_2 和 S、P 的分析数量，必須是在充分考虑了矿石特性的前提下来决定。如前所述，鞍山式鉄矿矿石中 SiO_2 的含量与氧化鉄（FeO 及 Fe_2O_3）含量的总和在90～95%之間，这个規律就使我們可以大大地减少化驗SiO_2的工作量。过去在勘探中一般是在每一个組合試样中去分析 SiO_2 的含量，但是，如果考虑到上述的規律，那么从然再少分析一些，我們認为也还是可以的。

S、P 对于鉄矿来說是一种有害成分，但是，在鞍山式鉄矿中 S、P的含量是很低的，因此过去一直是在組合分析中分析其含量，实际上分析 S 及 P 的数量，还可以減少，特别是 P 的分析数目更可以大大縮减。

4. Mn 是矿石中的一种有益元素，但由于它在矿石中的含量不大，对矿石的冶煉沒有多大影响，且在冶煉制鋼生鉄时，Mn 对冶煉沒有什么作用，因此，我們認为沒有必要大量的分析 Mn。一般在 5 个組合試样中抽出一个来分析 Mn 含量就够了。

最后还要提到 As，在鞍山式鉄矿矿石中虽然 As 的含量很少，但它終究还是一种有害的成分，因此，无論如何起碼在矿石全分析中应該分析 As 的含量以了解矿石中 As 含量的概略情况。

应該指出，对于矿石試样所要作的化驗分析项目是与我們对矿石化学成分及其变化情况所了解的程度密切相关的。基本上是随着勘探程度的进展，对矿石化学成分的了解程度，結合冶煉部門对矿石成分的要求等，而逐漸簡化化驗項目。对于鞍山式鉄矿来說，最初我們也只能按照对一般鉄矿石的要求規定了普通分析項目及組合分析項目：

普通分析：Fe、FeO；組合分析：Fe、SFe、FeO、Fe_2O_3、SiO_2、S、P 并且在每五个試样中选一个分析 Mn；全分析項目根据光譜定性分析結果来作。以后随着勘探工作的进展，对矿石特性已經掌握，即在滿足冶煉部門对矿石質量要求的前提下适当的减少对这些元素的化驗数量。縮减化驗分析項目的方法有兩种：一种是扩大試样的長度，另一种办法是在几个試样里抽一个試样来分析某些項目，或者是將这兩种方法結合起来作。根据鞍山式鉄矿床矿石的具体情况，最好的办法是將組合試样的長度扩大一倍，然后再在每一个組合試样中分析 S.Fe，SiO_2 及 S 而在每五个組合試样中选一个試样来分析 P 及 Mn。在普通分析中仍然化驗 Fe 及 FeO。如前所述，在磁性很低的氧化帶或在磁性很高的未氧化帶中，不分析 FeO而在組合分析中分析 FeO。

在这里还必須提到一个問題，根据冶金工业部地質局所頒发的金屬矿产采样工作暫行規范（草案）第23項的規定："凡在普通分析中已經化驗过的項目在組合分析中一律不再分析"。这个决定是正确的。过去在普通分析中分析 Fe 及 FeO，而在組合分析中仍然分析 Fe 及 FeO，某些人認为这样可以用組合分析的結果来驗証普通分析的結果的正确性，实际上，这是不完全妥当的。因为，普通分析的正确性应該是由普通分析的內、外部驗証分析結果来証明，并不能用組合分析的結果来証明，同时根据在 7 个矿床中选取 550 个組合試样（共包括2500个普通試样）进行比較的結果，在絕大多数的情况下（>60%）組合分析的結果（Fe%）与它所包括的各普通分析試样 Fe% 的加权平均結果是相同的(二者之間的差不超过0.4%，只有 18.55%組合試样与普通試样的平均結果間的誤差超过0.7%)。但是遇有像附表所举的几种情况，我們只能認为組合分析的結果是不正确的。

因此，我們認为：鞍山式鉄矿貧富矿石各种試样的分析項目应該是：普通分析 Fe、FeO；組合分析 S.Fe、SiO_2、S，并在每五个組合試样中抽一个来化驗 P 及 Mn。

組合試样的長度較过去的（20公尺）扩大一倍(改为40公尺)。

这是根据目前对鞍山式鉄矿矿石的了解所拟定的化驗分析项目，將来随着对矿石性質了解程度的日益

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

鐵矿石化學分析項目的分期確定問題

807 勘探队　蘭雨時

不同的勘探阶段，有它不同的地質目的，因而，包括化学分析在內的所有措施亦应有所不同。

我仅就鉄矿石普通分析項目分期确定問題，略談一点不成熟的意見。

一、找矿阶段

在初步找矿阶段，为了达到对矿产的一般了解，必須做些观測工作，从而說明該区的矿产价值。在这个阶段，对于矿石的質量的优劣，要采取快速的分析方法。因此，我認为，要选擇几块代表性的标本（根据矿体規模，矿化均勻性質等因素），进行主要組份 TFe 的分析，并同时利用这几块标本作光譜分析与显微鏡观察工作。做光譜分析和显微鏡观察，可有下列一些效果：

1．光譜分析既省錢又省时間。它可以提供矿石中其它化学組份的存在与否及其大致的含量情况；

2．做显微鏡观察，可以了解共生矿物及矿物比例，而了解了共生矿物及其比例，即可提供某些化学組份含量的大致概念；

3．由于做兩項工作所获得的資料还可以結合該区的成矿条件而与在矿床成因方面相近似的矿区做对比，从而不但解决地質理論方面的問題，也可参考相似成因的矿区，而大致估計其中化学組份的含量情况。

在詳細找矿阶段，由于我們已經掌握了矿石中各化学組份的大致含量情况，所以应該根据初步找矿阶段的光譜半定量結果，有目的地分析那些影响矿石工业价值的有害元素，特别是 P、As，假如光譜半定量分析結果中~有害組份中还有其它組份如 Pb、Zn……等，則也要作系統的但又是为量不多的了解，待有分析結果时再最后确定。因为这影响主要的勘探对象問題。或者先作几个有代表性的全分析。

过去常常有这种习慣性的做法，就是必須在为了做全分析的目的情况下才做光譜分析，我認为今后应使光譜分析作用面扩展到决定普通分析和組合分析的程度。

二、勘探阶段

上述找矿阶段，一般来說，对于矿产的了解，还加深，随着冶煉部門冶煉鋼鉄品种的改变，可能对矿石成分的要求亦有所不同，因此，各种試样的化驗項目亦可能随之逐步改变。

附表

普通或組合試样号碼	T.Fe品位 %	普通或組合試样号碼	T.Fe品位 %	普通或組合試样号碼	T.Fe品位 %	普通或組合試样号碼	T.Fe品位 %
1	48.76	11	36.77	21	21.33	31	26.37
2	46.11	12	38.96	22	28.56	32	21.29
3	49.54	13	42.35	23	26.54	33	26.33
4	47.36	14	40.14	24	26.66	34	30.18
5	51.45	15	42.15	25	27.31	35	22.54
6	52.22	16	38.14	26	31.22	36	26.89
7	57.68	17	32.11	27	36.78	37	28.44
8	50.11	18	30.56	28	29.66	38	27.68
9	52.34	19	28.77	29	32.33	39	31.44
10	58.90	20	32.53	30	35.44	40	28.90
C—1	42.54	C—2	31.46	C—3	45.11	C—4	30.17

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net