

鳳凰山鐵矿勘探方法中的幾個問題

閻 雨 時

本矿床的勘探工作，已將兩年，為了總結經驗，吸取教訓，作者根據在本矿床的實踐體會，對勘探類型、勘探網度、高級儲量比例、有用組份平均值的計算方法……等問題，特提出探討。

一、矿床特点

本矿床位于宁蕪向斜東南翼的東北緣，与黃龍——大連背斜的西北翼成斷續地連接状态。在区域構造上，屬李四光的淮陽弧形構造東邊反射弧的轉折处。

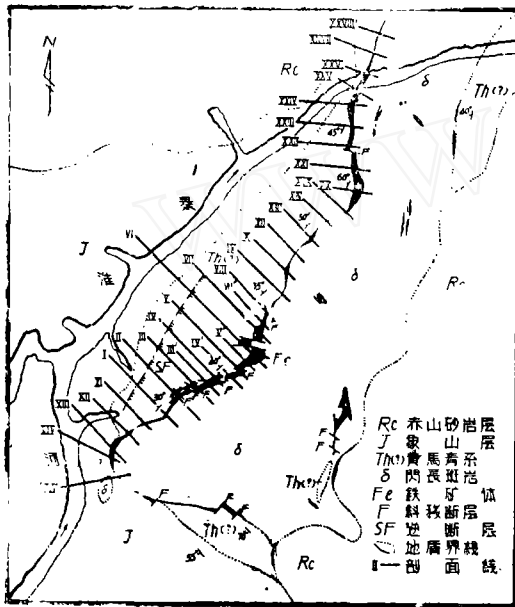


图 1. 鳳凰山矿区地質图

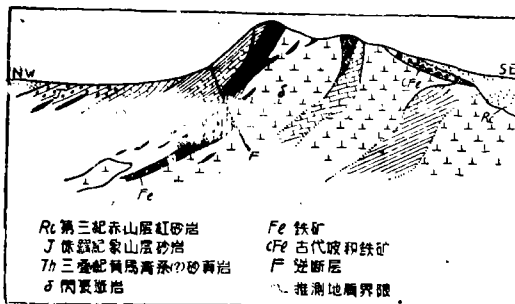


图 2. 鳳凰山鐵矿床剖面示意图

矿区本身(见图1、2)，是一个由中生代地层构成的NE30°~45°的单斜层。中生代地层包括三迭紀黃馬青系(?)和侏羅紀象山層，兩層的接觸关系不甚清楚。唯在其分界綫附近有一砾石層，砾較圓滑，均为砂質，砾徑數公分不等，但較均匀。矿区内，只見閃长斑岩侵入体，成岩株状侵入于前述中生代地层中。在它們的接觸帶，有成矿前的挤压破碎帶，在这个帶中，賦存了鉄矿，鉄矿分布的方向与破碎帶方向一致。經初步研究，矿床成因应屬中溫(稍有高溫)热液以充填为主，交代为輔的类型。鉄矿固結后，有NW70°左右的斜移断层和NE45°左右的逆断层破坏了矿床的完整性，並在NW70°左右的斜移断层中，充填了石英脈、重晶石脈。现将矿床特点，分类詳述如下：

(1) 形态特点

1. 矿体厚度的变化。沿走向方向，矿体厚度呈跳跃式的变化，从图3結合图1对比来看，矿体厚度的变化受制于閃长斑岩与中生代沉积岩間接触挤压破碎帶的形状。凡閃长斑岩凹向沉积岩地段，矿体厚度大；若閃长斑岩凸向沉积岩地段，则矿体厚度小，甚至无矿；若閃长斑岩与沉积岩是直綫接触的地段，矿体厚度一般穩定(8~12~6公尺)。沿傾斜方向，矿体厚度仍受前述因素的制約；从高水平到低水平，虽然矿体厚度有比較大的波动，但总的趋势是穩定的有規律的尖灭(图4)。

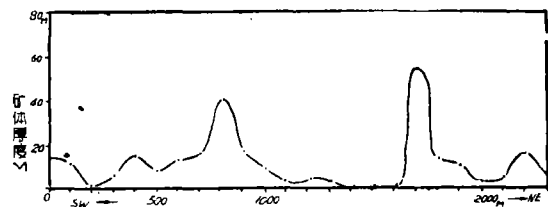


图 3. 矿体厚度沿走向方向变化曲线图

2. 矿体长度的变化。沿走向方向，矿体全长为2.5KM(其中的XⅧ、XⅨ兩剖面矿体是在深处与其兩側相連的)。沿傾斜方向，矿体最長者达1.3KM，最短

者为0.2KM, 比较常见的为0.8KM左右; 矿体斜长与矿体厚度的变化大体相似, 即矿体厚度大的剖面, 矿体的斜长亦大, 反之则否(图5)。

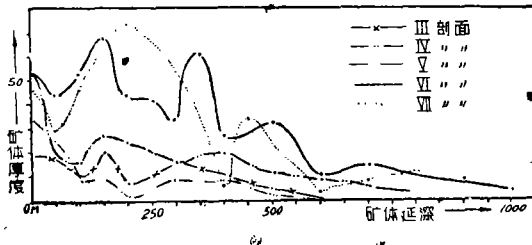


图 4. 矿体厚度沿倾斜方向变化曲线图

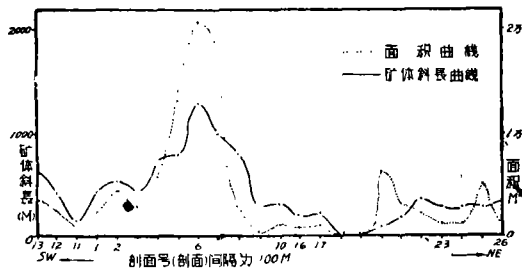


图 5. 矿体斜长, 各剖面矿体面积沿走向方向变化曲线图

3. 矿体各剖面的面积变化, 基本上与矿体厚度、矿体斜长的变化规律一致(参见图5)。

4. 各剖面矿体的形状变化。在一100M水平以上的矿体形状, 可基本分为: 瘤~层结合状和似层状两种; 在一100M水平以下的矿体形状, 基本上均为似层状。前者主要分布于闪长斑岩与沉积岩接触线弯曲部份(图6)。

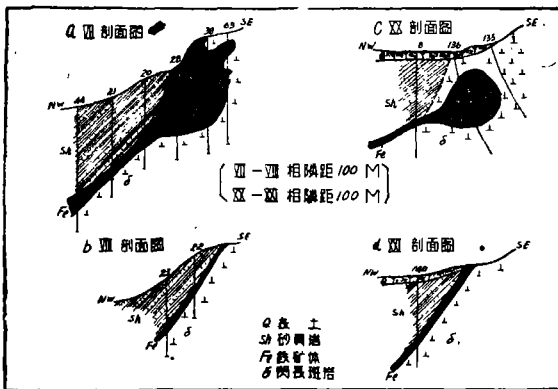


图 6. 相邻剖面矿体形状变化对比图

5. 矿体产状要素的变化。沿走向方向, 为 NE 45°~NE20°; 沿倾向方向, 倾向均为 NW, 倾角为 30°~70°不等。

6. 断裂特点。矿区内所见之断裂, 均为成矿后的。按断裂性质的不同, 可分为高角度斜移(以水平移动为主)断层和高角度逆断层两种。斜移断层的特点是非常密集, 方向多为 NW 70°~80°(个别的为 NW10° 左右)近于直立。这些斜移断层的间距为 20~60公尺, 水平断距为 10~70公尺。这些断层影响勘探工作主要是, 它的方向与矿体平均走向间的夹角均为锐角; 每个断层的延长长度不等, 有的可截制 2~3 个勘探线(100M 间隔时)。逆断层仅于矿体深部见及, 延长达 0.6 公里, 方向几与矿体平均走向一致。上述两种断层, 根据初步考察, 逆断层略后于斜移断层(斜移断层中有石英脉, 而逆断层中则未见)。

7. 矿体两端, 有分枝脉穿插于闪长斑岩和中生代的沉积岩中。这些枝脉, 一般延长与延深均不超过 50公尺。

(2) 物质特点:

1. 矿物成份。主要的有用矿物为赤铁矿、磁铁矿和镜铁矿。赤铁矿皆分布于浅处; 磁铁矿、镜铁矿则分布于深处。赤铁矿多成自形至半自形小晶体; 磁铁矿成半自形晶至无晶形。其它矿物, 依其含量多少的顺序, 尚有石英、方解石、黄铁矿、黄铜矿、高岭土、磷灰石、白云母、黑云母(金云母)、黄玉。石英, 成它形粒状, 填充于赤铁矿、磁铁矿和镜铁矿等矿物晶体空隙间, 为铁矿石的主要脉石矿物; 方解石有粒状集合体和脉状(方解石结晶完好)两种, 前者有被铁矿物熔蚀现象; 黄铁矿、黄铜矿成细粒浸染状和脉状两种, 它们较脉状方解石生成早些; 高岭土为粒状集合体; 它如磷灰石、白云母、黑云母和黄玉等, 多成自形晶, 它们生于高温热液阶段。

2. 矿石结构。按矿物成份和物理性质划分时, 矿石结构大致可分类如下(按照剖面描述): ①緻密块状赤铁矿矿石, 分布于矿体浅部的中央; ②緻密块状磁铁矿矿石, 分布于矿体深部的中央; ③緻密块状镜铁矿矿石, 分布于矿体深部近上盘处; ④角砾状赤铁矿矿石(图7示角砾状结构), 分布于矿体浅部近下盘处; ⑤角砾状磁铁矿矿石, 分布于矿体深部靠下盘处; ⑥松散状赤铁矿矿石, 分布于矿体浅部近上盘处; ⑦松散状磁铁矿矿石, 分布于矿体深部近上盘处。除了磁铁矿石与镜铁矿石间有明显(CK79 孔)界限外, 其它各类矿石间, 均未见它们的关系。

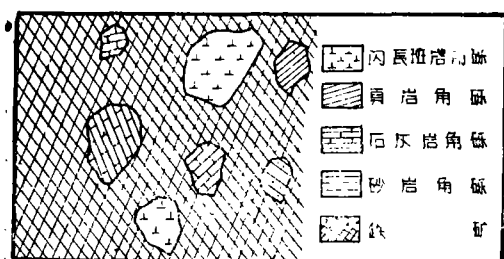


图 7. 角礫狀結構的鐵矿石

3. 造渣組份。按照 $Al_2O_3 + SiO_2 : CaO + MgO \cong 1$ 的值划分矿石时, 当可分为酸性矿石与自熔矿石两种。前者分布于矿体浅部和东北矿段; 后者只分布于西南段矿体的深部。

4. 化学成份。①含TFe的变化特点。在平面上考察, 矿体中央块段含鉄量高; 矿体两端含鉄量低。在剖面上考察, 靠近地表部份含鉄量高; 越向深处含鉄量越低(个别剖面如X II、X III两剖面是向深部含鉄量高, 而浅部含鉄量低)。含鉄量的高低与矿体厚度的大小, 表现为一定的正比直线关系; 当矿体厚度大于 25M 时, 含鉄量的变化就較小了, 並且基本上都在45%以上(图 8、9)。②有益和有害組份的变化特点: V_2O_5 为矿石中主要有益組份, 含量为 0—0.36%, 平均为 0.13%, 尚未发现其分布規律及其存在形式; P 和 SiO_2 为矿石中主要有害組份, 前者含量一般在0.4%左右, 成磷灰石状态出现; 后者与含鉄量間为直线反比关系, 这是由于它与鉄矿物为矿石主要矿物成份的关系, 其含量为18%左右。

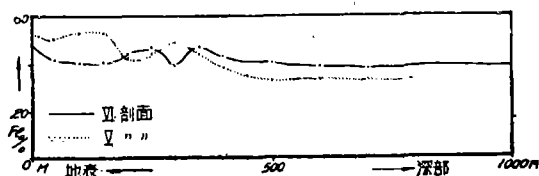


图 8. TFe含量沿傾斜方向的变化曲綫图

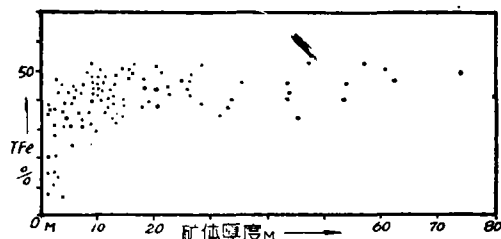


图 9. 矿体厚度与TFe含量間的关系

二、对矿床勘探类型和勘探工程密度的探讨

1. 勘探类型的确定

作为划分勘探类型的主要自然因素一般是: 儲量多少、产状和形状的穩定程度、有用有益和有害組份的分布均匀程度; 成矿后的次生变形(褶皱和断裂)等。根据前述之本矿床特点: ①儲量屬中等規模; ②矿体形状, 为不甚規則的脈状、似层状、瘤状, 但是, 形状的变化是有規律的; ③矿石中有用組份TFe的含量变化, 与矿体厚度間有一定的正比直线关系; ④矿石中有益和有害組份, 是勘探中順便了解的, 它們不能对勘探类型的划分起決定性作用(当有用組份可以为工业部門回收时); ⑤成矿后的断裂构造型式是简单的, 但断裂多而密集, 同时断裂方向与矿体的平均走向均成銳角相交, 断距較大。

安徽长龙山鉄矿床特点与本矿床特点有些相似。前者的有用組份含量沒有本矿床有用組份含量的分佈有規則; 但前者的断裂构造則較本矿床少。因此, 可把本矿床归入与长龙山鉄矿床同一勘探类型, 即新分类[1]的Ⅳ类型中。

2. 勘探工程密度的探討

1) 地表勘探工程。主要是控制矿体在地面上的形状、有用組份的含量和断裂构造。对于形状的控制, 就每一个勘探綫上的工程(探槽)來說, 是控制該勘探綫的矿体厚度。現根据我們过去的工程佈置作如下的探討:

① 对矿体厚度的控制。假如勘探綫的探槽都是从Ⅵ剖面向两端扩展, 那么可以發現(見图10), 用100M 間隔布置的探槽中, X II、I 等两个剖面的探槽是沒有必要的, 因为它們揭露矿体的厚度值都在其两边探槽揭露的矿体厚度值的內插綫上。假如地面上不使用 50M 間隔探槽, 而使用 100M、200M 等間隔探槽时, 則各剖面上矿体厚度(在內插部份)都虛增了; 由此可見, 地表探槽要使用等間隔是不恰当的(除50M間隔外)。

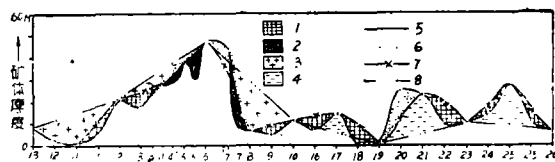


图 10. 地表不同勘探綫間隔矿体厚度比較示意图

② 对主要有用組份 TFe 含量的控制。如前所述, TFe 含量与矿体厚度(特别是矿体厚度小于25M

时)有一定的正比直线关系:因此,对TFe含量的控制应采取与控制矿体厚度一致的间隔(参见图9及表1)。

不同工程密度TFe含量比较表 表1

矿块号	工程密度(M)	TFe%	稀密工程TFe含量较差%
I 矿块 (Ⅲ—Ⅵ剖面)	50	49.20	0.4
	100	48.80	
II 矿块 (全矿,50M间隔工程不计)	100	50.10	5.6
	200	44.50	
	400	44.50	

由于使用200M间隔探槽所得之TFe含量,较100M间隔探槽所得之含量差达5.6%,并降低了工业品级(从富矿降为贫矿),因此,勘探线探槽间隔,只能小于200M。

③ 对断裂构造的了解,从图1可知,通过勘探线探槽所控制的断层,除V、Ⅵ两勘探线探槽控制了断层的产状和断距、Ⅲ、Ⅳ勘探线探槽控制了断层的产状外,其余断层都不是勘探线探槽所控制的;因此,勘探线探槽间隔的大小,不能完全考虑断层的多少及其密集程度;而只能是在了解其它(如矿体厚度和含铁量方面)地质情况下顺便了解它,当然,在布置勘探线探槽时,应尽量使这一探槽的作用面大些,在不能兼顾断裂构造的时候,对断裂构造应使用专门工程加以控制。

2) 深部勘探工程,也应该象地表勘探工程一样,是控制矿体厚度、有用组份和断裂构造的。本矿深部勘探都采用鑽探工程。鑽孔的密度,取决于储量级别及其允许误差、矿体形状及有用组份向深部的变化情况。

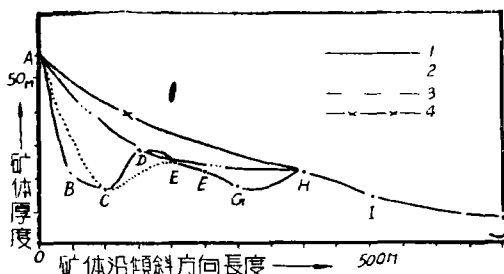


图 11. 不同勘探线密度控制矿体厚度对比图

① 对矿体厚度(包括形状)的控制,我们选择具有代表性的V剖面进行探讨。如图11所示,若以50M间隔鑽孔控制的厚度为正确的话,则其余各种密度的鑽孔(在内插线上)所控制的矿体厚度均普遍虚增,见表2。

不同鑽孔密度矿体厚度比较表 表2

鑽孔密度(M)	矿体平均厚度(M)	与50M间隔鑽孔平均矿体厚度之差	
		绝对值(M)	相对值(%)
50	26.8		
100	29.0	2.2	8
200	37.5	10.7	40

再从矿体空间位移情况来看一下(见图12),发现如以50M间隔的鑽孔控制的矿体空间位置为准时,则100M间隔的鑽孔所控制的矿体空间位置D点上移10M以上,B点下移7M左右;200M间隔的鑽孔所控制的矿体空间位置B、C两点下移20M左右,F、I两点上移20—30M。不同鑽孔密度所控制的矿体面积如表3。

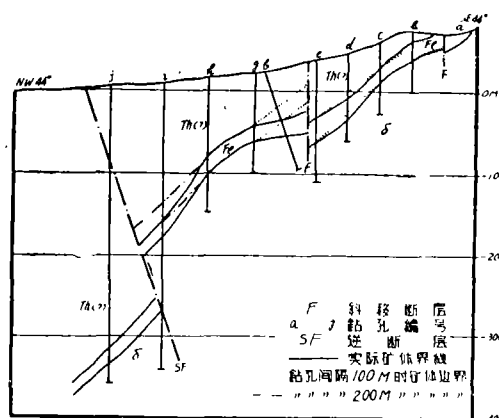


图 12. 不同鑽孔间隔所控制的矿体空间位置变化图

不同鑽孔密度的矿体面积比较表 表3

鑽孔密度(M)	面积 (M ²)	与50M间隔鑽孔控制矿体面积之差	
		绝对数 (M ²)	相对数 (%)
50	8040		
100	8990	950	11.8
200	11500	3460	30.5

V剖面的矿体面积,因鑽孔密度不同而显出之虛多情况是惊人的,如图6之1—4各剖面使用不同密度鑽孔时,則差值可能更大。

② 对有用組份TFe含量的控制,如表4所列:

不同鑽孔密度的含鉄量比較表 表4

鑽孔密度(M)	TFe (%)	与50M 間隔鑽孔 TFe 含量之 差	
		絕 对 值	相对值 %
50	51.0		
100	52.2	1.2	2.3
200	49.0	2	4

③ 对深部断层的控制,斜移断层的延深部份,对于水平断距較大者(大于露天探矿場的段寬者),

应通过必要的专门鑽孔解决;逆断层,由于地面沒有出露,因而只能在正常的鑽孔中进行地質了解(例如岩心採取率不高,冲洗液消耗很大甚至不循环的部位,同一岩性的岩石重复出現等),在遇到可疑之处,即发现有逆断层的跡象时,可通过少量的专门鑽孔加以确定其产状、位移(如经过研究,認為逆断层对矿体破坏不大时,也可以推断其性質)。

3) 从全矿床的儲量对比(表5、表6)可以看出,A₂、B級的体积,稀工程較密工程系統增多;TFe含量,A₂級降低、B級提高。A₁級稀工程較密工程的体积增多平均值为11%左右,但因为是系統增多,因此可以說用100M×50M的勘探工程密度,在該矿段上是不合适的;B級儲量的差数多,且为系統差,因此也不能使用100M×100M的勘探工程密度。

不同密度勘探工程控制的 A₂ 級儲量对比表

表5

块 段 別	50M×50M (1) 工程密度的体积M ³	100M×100M (2) 工程密度的体积M ³	(1)与(2)体积相 差 相 对 值 %	(1) TFe	(2) TFe	(1)与(2)TFe差 相 对 值 %
Ⅱ—Ⅳ	120475	124950	+3.71			
Ⅳ—Ⅴ	114350	126100	+10.37	50.01	48.70	-2.64
Ⅴ—Ⅵ	124175	149670	+20.75			

不同密度勘探工程控制的 B 級儲量对比表

表6

块 段 別	100M×50M (1) 工程密度的体积M ³	100M×100M(2) 工程密度的体积M ³	(1)与(2)体积相 差 相 对 值 %	(1) TFe	(2) TFe	(1)与 (2) TFe 差 相 对 值 %
Ⅱ—Ⅳ	99500	127200	+27.8			
Ⅳ—Ⅴ	153050	198100	+30.0	43.70	45.50	+4.10

3. 怎样进行勘探工作

从上述的矿床特点及勘探类型、勘探工程密度等的探討里,我們可以得出下列几点認識:

1) 本矿床的勘探工作,应以勘探綫方式进行,过去所用的勘探“网”及所布置的勘探工程是有很多缺点的。勘探綫的方向应基本上与矿体平均走向直交。

2) 勘探綫間隔和勘探綫上的勘探工程間隔,应随矿床特点布置,不一定要等距的。

3) 对于断层的了解,应通过地質测量和专门工程,而不能仅靠勘探綫上的勘探工程。

4) 較恰当的勘探工程密度应如下表所示:

儲 量 級 別	沿走向方向 M	沿傾斜方向 M
A ₂	40—60	40—60
B	80—120	40—60
C ₁	80—120	80—120

对于同一級別儲量來說,較密的勘探綫要布置在矿体形状变化大的地段;而較稀的勘探綫則布置在形

状变化小的地段；同时，上表的数字还要灵活掌握。从我們亲身体会來說，普查阶段——初步勘探阶段的地質制图工作，必須保証質量，这样，矿床的勘探工作才会做的更好。

三、关于高級儲量比例和含鉄量平均值的計算方法問題

1. 高級儲量比例問題：在我們与探矿設計部門协商之后，双方确定以探C₁級儲量为主，同时探求矿山初期五年产量矿石的B級儲量。过去已探之A₂級儲量，只占1.5%左右，数量是极少的。现在看来，沒有必要求A₂級儲量。B級儲量分布的空間，主要考虑下列三个因素：①受构造断裂破坏程度輕微地段；②厚度較大且为富矿地段；③要布置在海拔0米以上部位。

2. 含鉄量平均值的計算方法問題：H. B. 沃洛多莫夫認為“只有当厚度和組份品位之間有正比和反比关系时，即随矿体厚度的变化，組份品位显著的增加和减少的时候，才可以用厚度作加权平均”〔Ⅲ〕。本矿床的矿体厚度与含鉄量之間（在矿体厚度小于25M时），存在不太明显的正比关系，为了研究用簡便的算术平均法代替繁瑣的加权法的可能性，我們在研究取样、儲量計算的具体情况时，有下列几点是可以左右含鉄量平均值的計算方法的：①每一个探矿工程中的矿体部份，是在按照野外观察的含鉄量的高低前提

下，分別进行取样的；化驗結果与野外鑑定的情况大体一致；②每个品級样品长度，确定为1.5—2.5M，就是說，长度这个“权”，各样品之間是大致相等的；③儲量計算工作是按規定的不同工业品級（貧、富矿）分別进行的。就是說，某一工业品級矿石的平均含鉄量，都是在符合这个品級要求的矿样含鉄量参加之下計算出来的。其次，我們进行了系統的对比（表7、8），从对比中可見，本矿床的平均含鉄量計算方法，是可以使用簡便的算术平均法的。

加权平均与算术平均法計算之TFe含量（A₂級块段）比較表 表 8

剖面号	矿石品級	(1) 加权法 Fe%	(2) 算术法 Fe%	(1)与(2) 绝对差	(1)与(2) 相对差%
I—I'	B	36.10	36.03	0.07	0.19
	A	49.20	49.01	0.19	0.38
II'—IV	B	38.78	38.75	0.03	0.07
	A	50.52	50.58	0.06	0.11
IV—IV'	B	39.95	40.43	0.48	1.18
	A	52.40	52.44	0.04	0.07
IV'—V	B	40.14	40.28	0.14	0.34
	A	53.82	53.99	0.17	0.31
V—V'	B	34.54	34.47	0.07	0.20
	A	53.87	53.82	0.05	0.09
V'—VI	B	35.25	35.36	0.11	0.31
	A	52.24	52.18	0.06	0.11
合 計	B	225.32	224.76	0.90	
	A	312.10	312.05	0.57	
平 均	B	37.55	37.46	0.11	0.32
	A	52.016	52.008	0.08	0.13

B为貧矿；A为富矿。

四、結 語

1. 本矿床应划入新規定的IV类型中；
2. 应採用勘探綫方式进行布置矿床勘探；勘探綫間隔和勘探綫上工程的間隔，可随矿床形态的变化特点，使用不等距的；不等距的大致恰当范围是：
A₂級沿走向40—60M，沿傾斜40—60M；
B級沿走向80—120M，沿傾斜40—60M；
C₁級沿走向80—120M，沿傾斜80—120M。
3. 不必探求 A₂ 級儲量；只求出矿山初期开采五年的B級矿量便可；应以探C₁級儲量为主。
4. 有用組份平均值，可採用簡便之算术法。

- 〔I〕 全国儲委：关于中国銅、鉛、鋅、鉄、磷矿床的勘探类型及放宽勘探网度的几点意見，内部文件
〔II〕 阿尔吉列等：矿产普查勘探方法 地質出版社
〔III〕 斯米尔諾夫：矿物原料儲量計算 地質出版社

加权平均与算术平均法計算之TFe含量（探矿工程）比較表 表 7

工程编号	試样号	試样长度 M	含 TFe 量 %	(1) 加权法平均值	算术法平均值	(1)与(2)绝对差	(1)与(2)相对差%
1	1	1.70	38.86				
	2	1.07	31.38				
	3	2.00	30.28				
	4	2.00	30.40	32.57	32.73	0.22	0.67
2	5	2.00	47.64				
	6	1.60	50.42				
	7	1.90	37.19				
	8	2.80	47.37				
	9	2.00	49.96	46.52	46.52	0	0
3	10	2.12	55.74				
	11	1.89	46.90				
	12	2.00	34.70				
	13	2.00	45.70				
	14	1.94	55.41				
	15	1.85	57.20				
	16	1.13	58.44				
	17	2.21	50.72	49.39	49.35	0.04	0.08
4	18	1.41	38.32				
	19	1.43	44.56	41.46	41.44	0.02	0.05