

大廟式鈦—磁鉄礦的勘探方法

江 福 凱

本文所討論的鈦—磁鉄礦，為含鈦、鈦、鉄三種元素的綜合礦石資源，以鈦、鈦最為重要。

現以河北某大廟式^①鈦—磁鉄礦為例，對本類型礦床勘探工作方法的有關問題做一初步探討。

礦床的主要特点

一、礦床成因类型及其一般規律

世界上與深成基性火成岩——輝長岩系岩類具有成因、屬性的鈦—磁鉄礦一般認為屬典型的岩漿礦床。但本文所敘述的礦床成因类型是有其独特之点的，據筆者意見，可划分以下的主要成因类型：

（一）晚期岩漿浸染式鈦—磁鉄礦 礦床與含礦岩體具有直接的成因及空間上的联系，即礦體直接是含礦岩體組成的一部分。

（二）晚期岩漿貫入式鈦—磁鉄礦 礦床與含礦岩體表現為間接的成因关系，即礦體位于含礦岩體下盤與接觸帶間，或遠离與成礦直接有關侵入體300—500公尺。

（三）晚期岩漿——熱液期貫入式鈦—磁鉄礦 礦床以典型的脉狀礦體為特点，其空間分布主要受侵入體內次生構造薄弱帶所控制。

關於本礦礦床成因的一般規律，可簡要概括為以下六點：

（一）礦床分布于太古代地塊（陰山古陸）與元古代沉降帶（燕遼沉降帶）的過渡帶上，而其所在地段具有陸台性質。

（二）礦床賦存于與之成因有關侵入體本身，而在其範圍之外未發現。

（三）礦床發育的位置一般是在侵入體的邊部及接觸帶間，而在含礦岩體具有多次侵入構造的条件下，礦帶的地段分布又受侵入體內再度侵入之構造部位所控制。

（四）在同一含礦岩體內，礦化的局部富集多趨向于岩體下盤。

（五）主要礦區礦床分布于斜長岩體之內，而與輝長—蘇長岩系具有直接的空間和成因上的联系。因而深成基性火成岩是本类型礦床具有代表性的成礦

母岩相。

（六）在含礦岩體內工業礦化的有無及礦化強度，主要取決于侵入體內構造薄弱帶的活動強度，和這些構造發生時侵入體結晶的程度。

二、礦床產狀

主要根據礦床與圍岩間產狀特点不同划分以下三類：

（一）輝長—蘇長岩中之浸染式礦體 礦體賦存于含礦岩體之下盤，呈透鏡狀。其礦體與圍岩間一般沒有明顯的構造界限，即以浸染方式成礦為主。

（二）斜長岩與輝長岩接觸帶中之貫入式礦體 礦體賦存于岩體接觸帶——主要是下盤圍岩斜長岩的構造裂隙帶內，呈不規則脉狀及透鏡狀。礦體與圍岩間一般有明顯的接觸关系，但在礦體上部與輝長岩的連續部分，則多有過渡浸染性質。

（三）斜長岩中之貫入式礦體 礦體呈礦帶或礦群出現，其分布空間不受附近有無輝長岩侵入體的控制。礦體形态为脉狀及扁豆狀，在礦石中經常包含圍岩的碎屑捕獲物。

上述三種產狀类型的礦體為該礦主要的勘探及工業開采對象。此外尚有產于角閃岩中之浸染式礦體，以及斜長岩體外圍與片麻岩接觸帶中之貫入式礦體等。因其在目前實際勘探工作中不占重要地位，故从略。

三、礦石礦物成分及結構

礦石中主要金屬礦物為磁鉄礦和鈦鉄礦；次要的為赤鉄礦、褐鉄礦（出現在礦床上部氧化帶）、鉻鉄礦、黃鉄礦、黃銅礦、閃鋅礦、金紅石等。非金屬礦物為斜長石、輝石類、角閃石、磷灰石；次生礦物為綠泥石、簾石類、纖閃石類、方解石、石英、絹云母等。茲就與礦石工業技術評價最有影响的幾種礦物結構性質說明如下。

磁鉄礦 為粒狀集合體。粒徑在1公厘以下者為細粒，1—4公厘者為中粒，5—10公厘者為粗粒，10公厘以上者為巨粒。致密（塊狀）礦石以粗—中粒為主，磁鉄礦含量在80%以上，浸染礦石以中、細粒為

①見地質學報1953年33卷2期程裕洪：對於勘探中國鉄礦問題的初步意見。

主，磁鉄礦含量为30—80%。在礦末上部氧化帶里，次生赤鉄礦、褐鉄礦含量最高可达20%左右，一般介于5—10%間。

鈦鉄礦与磁鉄礦呈不混溶連晶共生，具有两种主要結構形式：

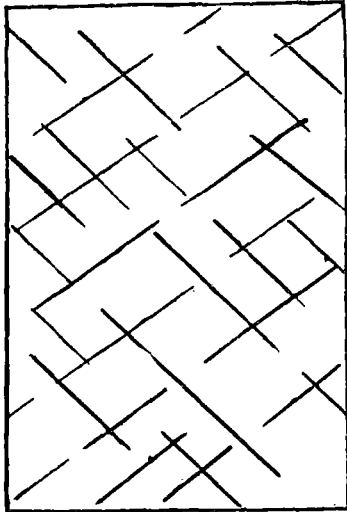


圖 1. 鈦鉄礦（黑色条帶）沿磁鉄礦（圖底）八面体%理填充之格狀結構

鉄礦的 0.05 公厘 粒徑 不常見到，当鈦鉄礦的粒徑由 0.01—0.001 公厘时，其板狀連晶常有不連續現象，过渡到微粒鈦鉄礦。

2. 粒狀相間：鈦鉄礦分布在磁鉄礦周圍，或在几个磁鉄礦顆粒接触处，其接触綫一般較規正，呈圓滑狀。

据統計，鈦鉄礦的顆粒大小与磁鉄礦粒徑成正比关系，如表 1 所示。

表 1

磁鉄礦粒徑（公厘）	鈦鉄礦粒徑（公厘）
50 ~ 30	10 ±
30 ~ 10	5 ~ 2
10 以下	2 ±

磁鉄礦与粒狀鈦鉄礦的含量关系成正比，如表 2 所示。

表 2

磁鉄礦 %	鈦鉄礦 %
80 ~ 60	10 ±
60 ~ 40	3 ~ 5
40 ~ 20	3 以下

磷灰石 为礦石中磷份的主要來源。其分布較普遍，但含量一般不高（化学含量 0.07—0.9%）。在选矿处理时，用浮游法大部可清除。

黄鉄礦及黄銅礦 为礦石中硫份的主要來源。以黄鉄礦含量較多，黄銅礦多与之伴生，呈細粒浸染狀。由于此硫化金屬不具磁性或磁性極小，在礦石磁选过程可使之与鈦一磁鉄礦分离。

礦床的勘探方法

所討論的勘探工作包括詳細普查，初步勘探和詳細勘探三个阶段，茲分別討論如下。

一、詳細普查（地質測量）

所工作的地区（段）应在進行过中等比例尺（1/10 万—1/20 万）地質普查測量所选定的远景礦化地進行。其主要目的在于研究有希望区内地質構造特点，及礦床的分布、規模和礦石質量，做出粗略的地質工業評價，并在此基礎上圈定出具有勘探远景的礦区地段，以便开展下一步工作。

一般說來，鈦一磁鉄礦床的地質賦存条件比較簡單。即有利的成礦母岩相在頗大程度上控制着礦床的空間分布。所以在地質測量的測区範圍上，应力求圈出含礦岩体边界以外。而在地質填圖过程，最主要的任务即在于准确地圈定礦床的分布位置、規模，以及划分出礦石的主要自然类型（致密及浸染类型）；对于構造裂隙的研究，除了注意成礦后的構造發育强度和对礦床的破坏影响外，对于含礦侵入体的原生裂隙系統（主要是節理）亦应進行主要的观察和研究，特别是对于脉狀礦体，有利的成礦構造裂隙是重要的找礦条件之一。

揭露被复礦体的探槽工程应按一定距离的平行綫布置，其探槽布置密度垂直走向間距一般为 100—150 公尺，由礦帶或礦体中心順序向兩側追索。

由于鈦一磁鉄礦为强磁性礦石，因而施以物探中的磁法勘探能够獲得良好的地質效果。根据該隊几年来進行物探工作的經驗，在垂直磁力等值綫 4000—6000 γ 以上的異常地段可預測浸染型礦石，在 8000 γ 以上的異常地段可預測致密型礦石。如果物探与地質測量成果相結合，互相驗證，則更可提高物探資料的地質效果。

关于詳細地質測量比例尺的選擇，該隊过去曾采用了 1/25 000 及 1/10 000 两种。根据本类型礦床地質特点，筆者認為这两种比例尺的地質效果是沒有顯著差異的，因此在同一礦区地段內分別進行这两种比例尺

註：表 1、2 皆根据該隊勘探總結報告書。

的地質測量就無必要。由於1/10 000地形地質測量所投入的人力物力都較大，所以可能進行工作的測區範圍就受限制，如該隊所進行的1/10 000測區都未圈出連續的含礦岩體邊界以外，而重復再進行擴大範圍的1/25 000正規測量這就很不經濟了。所以筆者建議在今後進行類似本區鈦—磁鐵礦礦區的詳細地質測量，比例尺可選擇採用1/25 000，在這種比例尺的地質測量成果資料基礎上，就可以開展大比例尺的地表精查工作。

二、初步勘探

在詳細地質測量的基礎上，選擇地質及工業評價最有利的礦區地段進行大比例尺的地表精查工作，並布置一定數量的小型巷道及個別鑽孔對礦床深部進行了解，最後計算出C₁和C₂級工業远景礦量，做為礦床勘探远景及詳細勘探設計之依據。

地質圖的填制方法可採用方格網或菱形網所組成的觀測路線，由點到面順序進行，在觀測過程填制出詳細的地質實際材料圖，然後根據實際材料圖結合野外地質實際需要，布置覆蓋地段的槽井探工作，進行地表揭露，最後將全面成果綜合編制成為完整的地質圖。

根據地質精查的最主要任務是在地表詳細的圈定及研究礦床，因此對於測區內全部礦化帶及礦體的預測部分都要進行探槽揭露。探槽間距一般可加密至50公尺，形態及產狀變化較大的礦體可加密至25公尺。除了個別的不規則塊狀礦體，探槽不應擺成十字形。按正常的探槽控制密度，工程內所遇礦石應進行刻槽取樣，其標準樣品規格長2公尺，斷面10×3公分，連續刻槽分段採取。所謂分段取樣，即對不同礦石類型（致密的和浸染的）的樣品應分別採取，以便在儲量計算時合理的進行礦石品級分類。

在初勘階段為了解礦體在淺深位置的產狀及質量變化，可以布置一定數量的小型巷道，可採用平巷，亦可沿垂直礦體的傾斜方向布置斜井。但須指出，此種小型巷道主要用於初步了解礦體沿傾斜的產狀要素，故巷道終點應力求穿過礦體厚度為宜。但由於礦體厚度一般較大，實際上此種小型巷道很難達到目的，因此這種方法主要是對於規模較小的礦體才適用。

在初勘時布置鑽孔的目的在於初步研究礦床的深部發育。對於富礦體（即以致密礦石為主），主要了解礦體的延深產狀及其穩定程度；對於貧礦體（即以浸染礦石為主），除了相同的目地外，通過鑽探資料研究礦石的深部質量變化也具有重要意義。在初勘階段，不宜布置過多的鑽探工程，一般用1—2個鑽孔研

究主要的礦化帶即可。

初勘的最後結果要根據地表及少數地下資料計算C₁加C₂級工業远景礦量，其計算的下推深度以不超過礦體地表長度的1/3為原則。其中上部C₁級和下部C₂級各占一半。關於具體的計算體積和推定方法，大礦體主要採用長方形法，小礦體多採用三角形法。

如果在地質精查區內進行相應精度的物探工作，其成果按垂直磁力8000γ以上的異常範圍可計算C₂級远景礦量。根據該隊勘探經驗，這種計算的地質效果在後來的勘探工作中証實是很可靠的。

在地質精查階段對測量比例尺的選擇方面，該隊過去也存在着不同比例尺在同一測區內重復和比例尺選擇過大的問題。筆者認為，對於鈦—磁鐵礦礦床來說，其地質精查比例尺的選擇標準最主要的應根據礦床的規模大小。而據該礦的幾個勘探礦區的情況，礦帶延長皆在2000公尺以上，其中基本礦體長×寬最小也達1000×10公尺，成礦後的構造破壞影響不大。因此從一般地質效果而論，進行1/5000比例尺即可滿足要求。但為確保大小礦體的毫不遺漏，以及適應勘探發展和高級儲量計算的需要，可以選擇1/2000比例尺做為基本精度要求。但某隊幾乎在所有礦區除了進行1/2000的地質測量外，又補測了1/1000測量，兩項工作的成果很少有使用意義上的質的差別（當然地形精度有所不同）。而補測的1/1000測量無疑消耗了巨大的人力和物力。

三、詳細勘探

詳細勘探的基本任務是為獲得B+C₁級工業礦量，以提供礦山企業設計的依據。由於這一階段勘探的成果要求要高，為了保證勘探工作能夠在多快好省的前提下進行，地質工作者必須對下述一系列勘探的主要問題進行充分地研究和解決。

1. 礦床勘探類型的劃分。確定金屬礦床勘探類型的主要因素包括：礦體的規模、產狀、形態、礦石質量、礦床勘探技術方法等。上述各項因素在某礦具體的地質及勘探條件下，起主導作用的因素是礦體規模，其它因素占次要地位。茲分別說明如下。

礦體規模 根據礦體平面長度①劃分以下三類：

大型礦體	300—500公尺以上
中型礦體	100—300公尺
小型礦體	100公尺以下

根據勘探後的礦體資料，大型及中型礦體其延深規模與長度之比略為：長：深=1：1—1：1.5。

在一個勘探礦區內，礦床的組成包括一個以上的

① 這里所舉的礦體規模資料大半是勘探後的資料。

主要礦化帶，礦帶內礦體由數個至數十個。

礦體產狀要素 指礦體沿走向及傾斜的膨脹彎曲和分枝复合等变化和其穩定程度。本區礦體傾斜較陡，一般均達到 $60^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 間。礦體形態大多數是較規正的脈狀和透鏡狀，其在平面及斷面上變化皆不複雜。據統計，礦體厚度變化系數介於 $40\sim 60\%$ 間。

礦化連續程度 據統計，該礦各區主要礦體含礦系數多介於 $0.7\sim 1.0$ 間，屬於微間斷類型。

金屬含量的均勻程度 根據對兩個代表性礦體所計算出來的金屬含量變化系數，其含量變化屬於均勻類型（表3）。

礦石金屬含量變化系數表 表3

礦體類型	勘探工程	金屬含量變化系數%		
		Fe	TiO ₂	V ₂ O ₅
浸染型	地表	30	29	44
	909M 坑道水平	31	33	48
	887M 坑道水平	32	34	54
	857M 坑道水平	34	35	57
	810M 鑽孔投影水平	12	16	01
	760M 鑽孔投影水平	24	28	31
	720M 鑽孔投影水平	31	34	51
	平均	28	30	41
致密型	地表	22	53	29
	1010M 坑道水平	29	36	35
	990M 坑道水平	24	30	48
	920M 坑道水平	16	19	24
	887M 坑道水平	17	21	13
	平均	22	32	30

此外，礦石中鐵、鈦、鈳各有益組份的含量分布具有一定規律，如以品位曲綫圖表示，可以看出其含量變化成正比例關係（圖2）。

其它如成礦後的構造斷裂破壞，礦石中有害雜質的含量和變化等皆不複雜，和上述主要因素比較不具普遍意義，故不再詳細說明。

綜合以上分析，說明本區鈦—磁鐵礦礦床勘探特點是比較簡單的；在劃分不同勘探類型時，最主要的依據標準是礦床的規模大小。即在其它因素相同或相近的條件下，礦體的規模愈大勘探類型愈高，反之愈低。根據此一原則，筆者將本區礦床劃屬第二至第四類。屬於第二類的礦體，其延長規模500公尺左右，平均厚度不小於100公尺；屬於第三類的礦體，延長規模100—400公尺；第四類礦體延長100公尺以下。

必須指出：即或是在一個勘探區段內，礦體的勘探類型特點也會是有變化的，並且分類的依據標準也不能認為是機械的。所以在具體的劃分和運用時，不應以部分的甚或是局部的因素得出全面的結論；反之，機械地將類型劃分人為的複雜化，同樣也不可能獲得應有的實際效果。

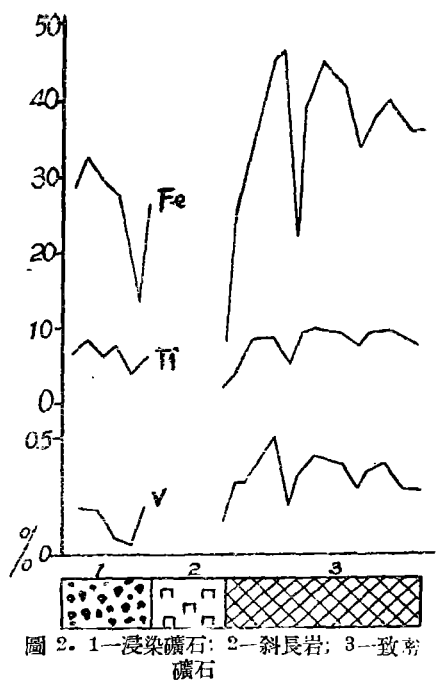


圖2. 1—浸染礦石；2—斜長岩；3—致密礦石

2. 勘探網密度的選擇。合理的勘探網密度是體現勘探工作地質及經濟效果的最高準則。對於不同類型礦床在不同的勘探階段其地質及經濟效果要求也不同，勘探類型較高的礦床，所要求的儲量級別和地質效果準確程度要高，類型較低的礦床，則相對要求程度要低；對於一個較大的勘探區，勘探初期由於對地質礦床的研究程度較差，一般只要求獲得低級工業儲量及地質儲量，而過渡到詳細勘探階段，獲得級別較高的工業儲量乃是勘探工作的基本任務。

根據上述原則對本區鈦—磁鐵礦勘探網密度選擇。提出各級儲量所需勘探網密度意見（表4）。

尚須說明，本區在日帝國主義侵華時期曾遭掠奪式開采，所布坑道密度極不規正，沿礦體走向大部有15—30公尺間距穿脈，由豎井貫通的中段距離亦達到20—30公尺。由於原有的坑道密度極大，新中國成立後，我們進行的重新勘探過程對舊有的工程控制範圍就無法再行全面調正，所以本區實際利用的勘探密度有些是大于表4的。根據最近的初步驗證資料，對於第二類或第三類礦體，其所獲B級儲量按表4所示的坑探網度為準與加密一倍的網度比較，所得礦地礦石量及金屬量誤差範圍皆不超過±9%；按放疏一倍的網度比較誤差範圍不超過±14%。說明表4所列的勘探網密度已在高于一般要求程度上滿足了各級儲量的允

河北省某含鈦鈦——磁鉄礦勘探網密度初步意見表

表 4

礦床 類別	勘探工程 種類	坑道或鑽孔間距離(公尺)					
		A ₂		B		C ₁	
		沿走向	沿傾斜	沿走向	沿傾斜	沿走向	沿傾斜
第二 類	(1)鑽孔	—	—	50~60	60	60~90	100~150
	(2)主要地下坑道 (沿脉及天井)	50~60 (一个开采塊 段的長度)	30~50 (一个开采中段 的傾斜距離)	100~120 (兩個开采塊 段的長度)	60~100 (兩個开采中 段的傾斜距離)	—	—
	(3)穿脉或地下鑽孔	25~30	—	50~60	—	—	—
第三 類	(1)鑽孔	—	—	30~50	60~30	50~100	60~90
	(2)主要地下坑道 (沿脉及天井)	40~50 (一个开采塊 段的長度)	30 (一个开采中 段的傾斜距離)	80~100 (一个开采塊 段的長度)	60 (二个开采中 段的傾斜距離)	—	—
	(3)穿脉或地下鑽孔	20~25 (穿脉)	—	30~50 (地下鑽孔)	—	—	—
第四 類	(1)鑽孔	—	—	—	—	30~60	30~60
	(2)主要地下坑道 (沿脉及天井)	—	—	40~50 (一个开采塊 段的長度)	30~40 (一个开采塊段 的傾斜距離)	—	—
	(3)主要地下坑道 (穿脉)	—	—	20~25	—	—	—

許誤差範圍。

3. 勘探手段的選擇。这里所指的勘探手段即各种型式的坑道及岩心鑽。对于鈦-磁鉄礦礦床來說，其勘探手段以選擇鑽探為主，坑探用于檢查鑽探地質效果，以及采取系統的技術加工試樣，研究礦床的工業利用性能。

如前所述，本区由于經過日伪时期的破坏性开采，在礦床上部大都有坑道工程。新的勘探过程除了利用原有的工程擴大坑探範圍外，对礦床下部則主要采取鑽探手段。由于实际進行的勘探程序不够完整，目前虽然投入了大量的坑道、鑽探的工程量，但在勘探手段的具体运用經驗方面还是有待進一步研究的。

根据本区勘探鈦-磁鉄礦类型礦床的經驗，其基本地質勘探特点是：礦体規模以大、中型為主；礦化連續性及品位分布穩定及較穩定；礦体形态簡單及較复雜。对于具有此种勘探特点的礦床类型，無論在初勘或詳勘階段，以選擇鑽探为主的勘探手段是完全适宜的。如据該礦詳勘階段工業礦量級別为 B+C₁ 級，其中 B 級占 30%。按正常的勘探密度，对第二类或第三类礦体用鑽探手段獲得 C₁ 級礦量，这是沒有問題的。如果在一个新区，在 C₁ 級儲量勘探的基礎上为了獲得一部分高級(B 級)礦量，可在礦体上部首先布置檢查性坑道，若坑探檢查結果与鑽探大体一致，則 B 級儲量即可按相应網度的鑽探手段獲得。这里必須說明一点，在本区礦床具体条件下，所指檢查

坑道与鑽探效果的对比，其主要准則即礦体的產状形态穩定程度，其它如有益組份的含量变化及礦石技術加工特性等都是变化不大的。而据本区勘探完正的礦体資料統計，即使是形态較复雜的透鏡狀礦体(圖

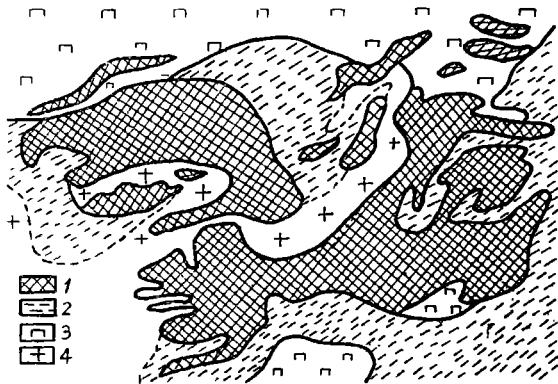


圖 3. ×× 号礦体地表地質平面略圖 1—礦体；2—一片輝狀輝長岩；3—斜長岩；4—輝長岩

3)；其平均厚度变化系数也不大于 45%，說明礦体在不同勘探断面間的变化总的情况是穩定的，亦即說明用鑽探手段獲得高級(B 級)儲量在大多数情况下是能够取得良好的地質效果的。但如礦体規模較小(第三类的一部分及第四类)，分布較密沿走向呈并列排列(礦帶及礦群)，此时采用坑探手段較之鑽探具有顯著的优越性；使分散的各个礦体通过坑道联系起來，

擴大了坑探效果。

在布置坑探時，應利用地形條件使各水平中段通過地表聯繫起來，如地形條件不允許，由主要坑道水平經過豎井（暗井）向上、下聯繫各中段。豎井的工程方式最好是垂直的，使其成為有效的勘探工程。

由於礦體傾角較陡，故鑽孔宜布置斜的，其鑽進綫與礦體傾斜夾角以不超過 45° 為宜。鑽探控制的各中段距離應以對礦體的實際控制距離為準，同時要考慮勘探綫與綫間同一中段各點工程標高應大体保持一致，不能相差太多。

4. 儲量計算。這里不打算討論一般的具体方法問題，因為在很多專門性文獻中都有詳細的說明。只提出幾個問題的概念性意見，供討論參考。

(1) 儲量計算方法的選擇 現有的各種計算方法很多，都有其一定的實用價值。但在具体選擇某一方法時，除了應適應實際進行的勘探方法外，計算工作本身應以力求簡單、明瞭，易于進行必要的檢查換算為原則。根據鈦—磁鐵礦礦床的一般勘探方法，主要為水平及垂直斷面勘探，因此儲量計算可選擇平行斷面法。為了驗證計算的準確程度，對於正式的計算結果可用地質塊段法或開采塊段法進行檢查，如檢查結果差額不大於 $\pm 5\%$ ，即可認為符合要求。

(2) 礦石品級劃分 為了圈定工業的平衡表內礦石邊界，須對礦石內有益組份品位的最低極限加以確定。同時，根據工業礦石生產技術條件不同，影響選礦指標、礦石回收率、精礦品位等相應有所差異，因此在儲量計算中對不同品級礦石尚須分別進行計算。

上述工業技術指標是由上級領導部門根據企業生產設計的要求提出各項指標，由地質勘探機構加以貫徹執行的。如目前國家對含鈦鈦—磁鐵礦礦石的工業指標要求是：

一級品礦石	$\text{Fe} > 30\%$
二級品礦石	$\text{Fe} 20 \sim 30\%$
三級品礦石	$\text{Fe} < 20\% \text{TiO}_2 \geq 6\%$ $\text{V}_2\text{O}_5 \geq 0.25\%$
四級品礦石	(以上為平衡表內礦石) $\text{Fe} < 20\% \text{TiO}_2 \geq 5\%$ $\text{V}_2\text{O}_5 \geq 0.13\%$ (以上為平衡表外礦石③)

必須指出，地質人員不僅應貫徹國家所提出來的各項技術指標要求，同時在勘探過程應提供國家制定指標方案以必要的基礎資料——特別是勘探取樣方面的原始資料。為此在勘探過程，地質人員應根據礦石類型和礦物組份的自然分布特點，研究礦石的地質工業類型，即對富礦、貧礦和礦染圍岩應圈出它們的地質分布，然後結合化學取樣資料對比研究礦石的品級組成和其分布關係，得出相應的結論。筆者認為，根

據該礦現有的勘探資料，對本區礦石自然類型與其相應品級分布關係可做出如下的初步結論（表5）。

表5

礦石類型（鈦—磁鐵礦含量%）		礦石品級
致密礦石	70~80以上	一級品
密集浸染礦石	50~60	二級品
中等浸染礦石	20~40	三級品
稀疏浸染礦石	20以下	四級品

(3) 礦石邊界綫的圈定 在儲量計算中，對於工業礦石邊界綫的圈定是以各相鄰勘探工程點與點之間之聯綫表示的。但由於此種聯綫實際上是推定的，所以其具体表示方法各有不同，一般所習慣採用的是折綫法。本區根據礦體構造形態特點，過去採用的是自然曲綫圈定法，這在鐵礦床本來也是慣用的。但有人曾提出用於儲量計算採用自然曲綫圈定沒有一定原則。其實，不管採用那種方法，基本問題是如何能充分表示出地質自然規律就夠了，方法本身並沒有什麼原則性。

(4) 礦石品級圈定 所計算的礦體如包含不同品級礦石，其圈定方法應根據礦體自然產狀進行圈定（圖4）。所圈定的平衡表內礦石，是以單位工程內礦石的平均品位為準，但其體積邊界不得圈入兩個以上樣品的平衡表外礦石。

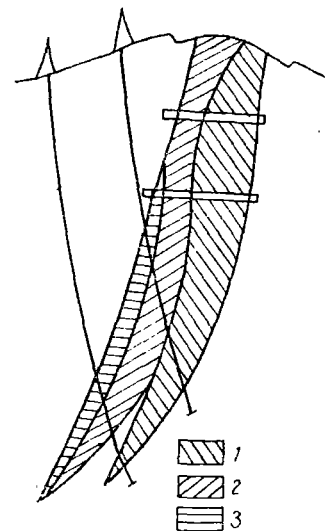


圖4. 1—I級品礦石；2—II級品礦石；3—III級品礦石

結語

本文所論述的鈦—磁鐵礦為我國目前已擁有之本類型礦床重要產地之一。其礦區礦床資源埋藏豐富，地質類型特征具有代表性。故對本區礦床勘探工作有關問題加以全面系統的研究，對今後進行大規模鈦—磁鐵礦類型礦床的勘探工作可能提供某些經驗。本文僅根據筆者參加實際工作的體會，提出以上初步意見，不妥之處尚待同志們批評指正。

③所謂平衡表外礦石，即有益組份品位太低，在目前不能加以工業利用的礦石。但這類儲量可作為今後工業利用的對象。