

普查須知

黃汲清 謝家榮

編著



中央地質部普查委員會

前 言

大規模的鑛產普查工作即將在全國範圍內展開。顯而易見，要搞好普查，首先要求普查工作人員具備普查工作中所必需的各種科學技術知識。這些知識範圍非常廣闊，而普查隊又不可能攜帶大批參考書籍到深山曠野中去，讓工作人員一面工作一面學習，以便逐漸掌握它們。所以中央地質部領導上早就考慮把在普查工作中所應知應會的東西，搜集在一起，印成專冊，以供野外工作人員的急需。這樣一種『普查須知』，如要名符其實，不但需要記載各種找鑛的理論和方法，而且需要扼要地介紹與普查有密切關係的技術方法如測量學、地質製圖學、勘探工程、採鑛選鑛工程、地球物理、地球化學等等；此外還應當介紹中國區域地質的一些基本知識（包括地層、大地構造、火成岩、和鑛產區域等）。像這樣一個繁重的任務顯然是不可能在短促的時間內完成的，也不可能應有盡有地寫在一本手冊裡。但是幾十個普查隊即將出發，爲了使工作人員不致於毫無綜合性的參考材料，普查委員會請了謝家榮、黃汲清兩同志在最短期間編成這個小冊子，取名『普查須知』。它的內容偏重找鑛的基本理論和方法，增帶講一點測量和地質製圖；一些野外試驗方法，特別是點滴法和先進的粉末研磨分析法，有很大的實用意義，也增在後面。

我們深知，這個冊子內容是非常不夠全面的，錯誤也是難免的；所以懇切地希望使用它的同志們，儘量提供意見，指出它的缺點和錯誤。並希望在今年的大規模普查實踐中，獲得寶貴的經驗，從而逐漸修改並豐富它的內容。

此外，由於時間迫促，沒有能開會討論，以致許多名詞和術語未能統一，有一些是暫用的或試用的；不少操作方法須用圖件說明的，也未來得及這樣做。這些缺點今後當予以改正。

中央地質部普查委員會

一九五四年六月十七日

目 錄

前言

第一章 找礦須知	1
(一) 一般的方法	1
(二) 鐵	2
(三) 鎂	6
(四) 錳	9
(五) 鈣	14
(六) 鎳和鈷	15
(七) 鉍	17
(八) 鎢	19
(九) 銅	20
(一〇) 鉛、鋅、銀	25
(一一) 鋁	29
(一二) 鎂	31
(一三) 錫	33
(一四) 汞	36
(一五) 鉑族金屬	38
(一六) 鈾、釷、鐳	40
(一七) 磷	41
(一八) 金剛石	45
(一九) 鉀鹽	46
(二〇) 煤	47
(二一) 石油	51
第二章 普查工作中的測量方法	56
(一) 路線圖或大面積初測圖	56
1. 望遠平板儀法	56
2. 羅盤測量或半儀器法	58

(二) 鐵區初測圖	60
1. 望遠平板儀法	60
2. 半儀器法	60
(三) 地形圖的控制	61
(四) 地形圖的複製	61
第三章 地質製圖	63
(一) 地質製圖的準備工作	63
1. 了解全區——初步踏勘工作	63
2. 劃分地層——找到標準層	63
3. 實測剖面圖	64
4. 開始填圖前的準備工作	67
(二) 地質觀測點	67
1. 觀測路線與觀測點的佈置	67
2. 觀測點的內容	68
3. 選點與定點	69
4. 地質組之分工與觀測點操作方法	70
5. 岩石的描述	71
6. 地質觀測點定額	72
(三) 填地質圖	77
(四) 地質與測量的配合	78
1. 由測量組測路線圖的操作方法	78
2. 由地質組自測路線圖的操作方法	79
3. 大比例尺初測圖操作方法	79
(五) 野外記錄與登記	80
1. 記錄與登記的種類	80
2. 野外記錄本	80
3. 素描圖	81
(六) 地質記號及符號	83
1. 各時代沉積岩和火成岩記號	83
2. 地質圖着色	84
3. 岩石花紋	84

第四章 追索露頭、揭露礦體、系統採樣.....	88
(一) 追索露頭.....	88
(二) 揭露礦體.....	93
(三) 系統採樣.....	94
第五章 野外簡易試驗法.....	97
(一) 鐵帽及次生富集帶的研究.....	97
(二) 點滴試驗法的說明.....	103
(三) 用研磨法試驗礦物或岩石中各種元素說明.....	116
(四) 煤的鑑定和簡單試驗.....	135
(五) 用螢光檢查岩樣中的瀝青質.....	142
1. 野外用螢光盒方法.....	142
2. 螢光攝影法.....	142
3. 螢光分析用岩樣採集方法.....	144

第一章 找礦須知

(一) 一般的方法

1. 在出發前必須充分參閱關於這個區域及其附近一帶的地質資料、探礦資料，明瞭它在大地構造中的位置，以及除此主要探礦的對象外，可能遇到的其他礦產。

2. 到這礦區後，必須先與礦廠負責人（如為已開發的礦區）和當地羣衆密切聯系，明瞭該地區的交通，經濟和礦廠的情況，然後在擬行工作的範圍內，作一個大概的視察，登幾個高峯，俯瞰全景，並記下露頭完好和剖面整齊的地點，以便進一步的詳測。

3. 就上述所得結果，再配合參考和探詢所得的資料，就可定出測探的初步計劃，如地形測量範圍，地質調查的路綫，必須詳測的剖面，露頭和與礦床有關的各種地質現象。其次要詳細思考關於本區域已解決的和尚未解決的許多問題，從而發現新問題，並定出解決問題的方法和步驟。

4. 初步計劃定出後，就可按照本隊中的工作人員分別派定工作，並依照規定時間，逐步施行，同時定出彙報和討論的時間，以便隨時商討，並隨時修正和補充業已訂立的各種工作計劃。

5. 以上關於計劃、組織和討論等等的工作，俱由隊長為主要起草人和召集人，用開會方式，共同商討，以便取得一致意見後，再由隊長率同各隊員分頭負責，切實執行。

6. 在地面調查和在探槽、淺井或鑽眼中所找到的各種岩石和礦物，必須準確的鑑定和描述。如需顯微鏡研究或分析才能鑑定，而在工地又無這種設備時，必須將標本寄交各區或中央的試驗室代為鑑定。此後工地工作人員就可依據鑑定的結果就肉眼可見的特性來鑑定這些已知的礦物或岩石了。如發現有新的或疑似的岩石或礦物時，再寄交試驗室研究鑑定。

7. 礦區的位置交通，對於開礦關係重大，必須詳為敘述，除現有的水陸運輸路線外，還須說明將來的和可能的運輸路綫。關於礦區的地理環境如氣候（最高、最低平均氣溫）雨量（雨季、乾季）、風力、結凍期、化凍期、以及人口、工商業及物產概況，也應詳為調查敘述。

8. 在研究礦區的地形地文時，應注意：

- (1) 地形對於礦廠交通及將來發展的關係。
- (2) 礦區內的最高洪水位最低洪水位，及地下水位。
- (3) 注意沖積層厚度及地基的穩固性以供將來建設主要工程及礦廠位置的設計。
- (4) 根據地形及礦床分佈情況，劃出無礦或礦床深伏而地形又適宜的地帶，作為建立和發展礦廠的地位。

(5) 依據地文演化，推測礦床業已被侵蝕之部及礦床可能延展的深度。

9. 在業已闡發的礦區內探礦時，必須調查目前開採的情況，包括：

- (1) 礦井礦坑的數目，分佈和高度。
- (2) 地下開採情況，如面積、深度、開採方法、巷道佈置等。
- (3) 已開採到的礦層或礦體的分佈、形狀、大小、和成份。
- (4) 地面設備。
- (5) 產量及成本。
- (6) 收集各種坑道圖、地面佈置圖等，如該區以前曾做過探礦工作，也應詳為調查，並收集關於探礦所得的全部資料。

10. 在進行探礦時，一切工作，包括地形測量、地質調查、物理探礦、採樣、分析、槽探、淺井探、鑽探等必須密切聯繫，相互呼應，在物探圖上必須標示大致的地形和地質，在記錄岩心，繪製岩柱圖時，必須與地面地質及本區的地質構造相結合，而採樣分析尤須及時完成，把結果隨時加入各種圖件之內。總之，探礦是一種集體工作，必須統力合作，如果有一門工作脫了節，則整個工作就要大受影響，以致不能及時完成任務。

(二) 鐵

1. 含鐵礦物種類極多，但有經濟價值的主要為磁鐵礦、赤鐵礦、褐鐵礦、菱鐵礦及含鐵綠泥石等五種。堪採的鐵礦石，其含鐵成份至少要在25%以上。含鐵在25—30%的礦石，須先選礦，才能冶煉，30—50%的礦石有時也需洗選。鐵與硫、磷的化合物，像磁黃鐵礦、黃鐵礦、毒砂等，雖也含相當量的鐵，但不能直接用來煉鐵，因此不能當作鐵礦看待。含鐵

綠泥石（有許多種類）因係為矽酸鐵，冶煉困難，但如其中含有鉀時，就有重大價值。

2. 鐵礦所含的雜質如硫、磷、矽、錳二等，對鐵礦品位有重大影響，因而有嚴格的規定。這種規定，就所用冶金方法的不同而異。在這方面磷的含量是主要關鍵。如用酸性貝色麻法，礦石含磷不得超過0.05%，硫在礦料中的含量，盡可能不高於1.5—1.75%。對托馬司基性法，則磷的含量為0.85—1.1%，最高可達1.5%。酸性馬丁法則含磷不應超過0.01—0.02%，用基性法則含磷不多於0.2%，硫的含量應極低。含矽、錳二多的礦石，要多加熔劑，多費熱力，少出鐵，亦屬不利。礦石含錳，碳酸鈣、碳酸鎂等雜質，一般講對冶煉是有利的。

3. 鐵在地殼中含量達4.2%，佔第四位置，僅次於氧，矽及鋁，在內生和外生的各種地質作用中，都能造成鐵的濃集，因此鐵礦床的類型特別多，有工業價值的鐵礦床，據現在所知，有下述各類：

礦床類型	火成岩或地質作用	礦的特性	形狀	工業價值
(1) 岩漿分異礦床				
(甲)	輝長岩等	磁鐵礦、鈦鐵礦與鈦、鈳共生	塊狀脈	如能選去鈦鐵礦則價值極大。鈳有重大意義。
(乙)	正長岩等	磁鐵礦、磷灰石、	同上	極大
(2) 接觸交代礦床	酸性或中性火成岩	磁鐵礦、赤鐵礦、與黃鐵礦、黃銅礦、共生矽卡岩帶中。	塊狀脈狀不規則狀	相當大
(3) 熱液礦床	酸性中性火成岩或見不到火成岩	赤鐵礦、鏡鐵礦、菱鐵礦、高溫到低溫	脈狀及不規則狀	若干礦有巨大價值
(4) 鐵帽	風化作用	硫化礦物或菱鐵礦的氧化帶	不規則	一般意義不大 個別礦床有巨大價值

(5) 風化殘餘 或紅土化 礦床	基性岩或 蛇紋岩	褐鐵礦、赤鐵礦常 含小量的 Cr, Ni, Mn, Al—L ₂	不規則 層狀,塊狀	個別礦床有巨 大價值。
(6) 淋濾礦床	風化及地 下水作用	褐鐵礦、菱鐵礦	不規則 層狀,塊狀	大多數礦床規 模不大。
(7) 漂砂礦床	酸性岩或 基性岩	磁鐵礦	層狀	不大
(8) 水成礦床				
(甲)	海相沉積	赤鐵礦、褐鐵礦、 菱鐵礦、含鐵綠泥 石	層狀	一般價值大
(乙)	湖沼沉積	菱鐵礦、赤鐵礦、 褐鐵礦。	層狀 扁豆狀	不大
(9) 變質礦床	前寒武紀 地槽中的 特殊沉積	磁鐵礦、赤鐵礦與 石英或矽石共生 成條紋狀或不呈條 紋帶結構(碧玉岩)	層狀 扁豆狀	極大

4. 據目前所知, 中國有工業價值的鐵礦類型, 可分為下列五種:

(1) 高溫交代礦床 為不含鈦的磁鐵礦, 現知內蒙某地鐵床有極大工業價值。

(2) 變質礦床 產於前寒武紀地層中, 原為水成鐵礦, 呈顯著的條紋結構, 後經變質, 成為磁鐵礦和赤鐵礦, 成層很厚, 分佈亦廣, 但成份往往不高, 稱為貧礦。有少量富礦是經後來的熱液變化或其他作用造成的, 形狀常很複雜。這種鐵礦稱為鞍山式鐵礦。

(3) 水成鐵礦 就其時代又有數種, 而以震旦紀的宣龍式鐵礦、石炭紀的山西式鐵床、上泥盆紀的常鄉式鐵礦和二疊紀的涪陵鐵礦最為重要。

(4) 接觸變質到熱液礦床 都與酸性或中性火成岩有關, 在揚子江中下游和福建的各礦床最為重要。

(5) 岩漿分異礦床 可分為兩類: 與基性火成岩有關, 為含鈦、鈷的磁鐵礦, 與酸性或中性岩有關, 為含磷灰石磁鐵礦, 但數量不很大。這都是在岩漿晚期造成的貫入礦床。

5. 以上(1)(2)兩類, 都產於前寒武紀的地塊中; (4)(5)

兩類在地槽構造帶。震旦紀水成鐵礦限於地台和古陸的邊緣，而南鄉式鐵礦，則都在上泥盆紀海的沿海淺水帶。

6. 目前測探鐵礦，似可以上述五種類型為對象。但在變質礦床中要注意非條紋燧石式的可能與海底基性噴發岩有關的鐵礦。在岩漿分異礦床中，要注意發現更多的含磷灰石的磁鐵礦，因為這些型式，在世界各處都有極大的礦量。此外從基性火成岩風化剝蝕或再沉積造成的鐵礦（雷波式），低溫熱液或冷水沉積的菱鐵礦、赤鐵礦，浮面俱經風化成為褐鐵礦的西班牙皮爾博式（甘肅及秦嶺可能有這類鐵礦）鐵礦，也有極大價值，而在許多侏羅紀和二疊紀水成菱鐵礦中，也可能有若干礦量巨大的礦床。

7. 研究地質構造與鐵礦床的關係時要注意：（一）褶皺和斷裂對於礦體的分佈，在各種鐵礦床中，都有影響，但在水成鐵礦和變質鐵礦，尤為重要。（二）褶皺和斷裂對於供給運礦孔道和控制礦床的聚積條件上，除水成鐵礦外都有關係。（三）要研究構造對於變質礦床中造成富礦的影響。

8. 在水成鐵礦層中，要找出若干標誌層，並要根據沉積學的原理，把觀測到的詳細層序列成若干沉積旋迴，作為對比礦層的根據，並要指出礦層變厚變薄的方向，從而定出其厚度變化的原因和規律。在變質鐵礦中也可能作同樣的研究。

9. 要詳細研究鐵礦的露頭情況，包括：（一）是否為生根的或是轉石；（二）詳測鐵礦露頭的面積和厚度；（三）如係成層礦床，應詳測鐵礦層的層數，厚度及上下岩層的程序，如係火成礦床，應注意接觸變質，圍岩蝕變，及接觸面的走向及傾向。

10. 要注意鐵礦石的結構，堅密度，粒度及膠結的種類性質。要在野外估計礦石的品位，用點滴法試定菱鐵礦的存在及分佈。在水成鐵礦區要在鐵礦層本身及其上下岩層中搜覓化石，以便確定鐵礦的時代。

11. 在水成鐵礦中要注意菱鐵礦及各種矽酸鐵礦物的種類、成份，分佈，及相互關係，它們對於鐵礦的成因有重要關係，並且本身也可能有經濟價值（如含鉀的矽酸鐵）。

12. 對含特種元素高溫交代礦床多採礦樣作有系統的物理方面（包括X射線和一般光性鑑定）和化學方面（包括光譜分析，微量化學分析和一般化學分析）的鑑定分析與研究，詳細鑑定岩礦中的礦物和元素的種類和數量（室內工作與野外觀察所得結合起來）。

13. 爲追索礦床的分佈和連續，在浮土不很厚的地方，一般可用槽探或淺井探，如覆蓋甚厚或爲確定礦床的儲量，則必須進行鑽探，其佈置方法可參考關於勘探的文件。祇有在個別場合，當礦床的形狀非常複雜時，則多少可用地下坑道探的方法。

14. 大多數的火成鐵礦都含磁鐵礦或磁鐵礦與赤鐵礦的混合物，因之，磁性探礦在鐵礦的測探工作中最爲重要。其法可分爲二步：（一）就接觸帶或地質研究有希望地區，先用磁力儀或磁羅盤進行廣泛的探測，以便發現磁性異常；（二）其次在測得的磁力反常區（或稱變異區）內，再進行磁力詳測，以勘定礦床在水平方向和深度方面的分佈。爲得到更全面的了解，磁力法常可與重力法合用，以便勘探含有一定數量赤鐵礦的混合鐵礦體。

15. 在普查各種鐵礦床，特別是接觸變質交代礦床及變質礦床中的貧鐵礦，必須考慮到露天開採的可能性，因此，對於覆蓋層的厚薄體積，地下水位等，必須注意估計，以供將來設計工程上的參考。

16. 如遇有望礦區，應佈置更多的槽探及淺井探，揭露礦體，並測 1:5,000 或 1:10,000 的地形地質簡圖，詳示礦床的分佈，產狀，進行系統採樣。初步估計儲量，作出評價，並提出進一步詳測或勘探的意見。

（三） 鉻

1. 鉻在地殼內的平均含量爲 0.035%，在火成岩內的平均含量，橄欖岩（純橄欖岩）爲 3400 克/公噸，輝長岩爲 340 克/公噸，閃長岩爲 68 克/公噸，花崗岩爲 2 克/公噸，在岩漿礦床的硫化礦物內爲 0.02 克/公噸。由此可知鉻是非常富集於火成岩的早期結晶時期（超基性岩），而且是在上部岩石圈內的強烈親氧元素。

2. 含鉻礦物雖多，祇有鉻鐵礦具有工業價值。鉻鐵礦爲鉻尖晶石類礦物中的一種，在地殼中常爲鉻鉍鐵礦，鎂鉻鐵礦及富鉻尖晶石三種礦物的類質同像混合體，但因區別較難，一般都統稱之爲鉻鐵礦。鉻礦常與鉍共生。

3. 含鉻鐵礦的超基性岩石，大致不外下列三種：

（1）純橄欖岩，所產鉻鐵礦品位常極高，含 Cr_2O_3 可達 48% 以上， Cr_2O_3 與 FeO 的比值常大於 2.5，甚至大於 40。

(2) 斜方輝橄岩，其中鉻鐵礦常含鉍甚高，可達 20—25%，含 Cr_2O_3 40—48%，有時在 40% 以下，是低品位至中品位的礦石。

(3) 古銅岩中的鉻鐵礦，含鐵高，常為低品位的礦石。

4. 鉻鐵礦石的品位，不一定取決於其所含鉻量的多少，而主要取決於其中 Cr_2O_3 與 FeO 的比值，這在散浸狀的礦石中尤為重要。如含鉻鐵礦粒僅 10%，即含 Cr_2O_3 5—6%，但如礦石本身鉻與鐵的比值高，則用選礦法剔除了其餘的矽酸鹽類後，常能成為品位很高的純礦。如果礦石本身鉻鐵的比值低，雖經過選礦也不會提高礦石的品位。在蘇聯堪選的散浸狀礦石，其含 Cr_2O_3 的最低含量為 12%。

5. 鉻鐵礦的主要用途有三，即鉻鐵合金，耐火材料，與化學原料，各種用途對礦石的要求如下表所示：

用途	$\text{Cr}_2\text{O}_3\%$	$\text{Cr}_2\text{O}_3 : \text{FeO}$	磷	硫	SiO_2, CaO	其他要求
① 鉻鐵合金	> 40%	> 2	磷 < 0.07%	硫 < 0.05%		
② 耐火材料						
(a) 天然耐火材料	> 35	> 1.6			$\text{SiO}_2 < 8\%$ $\text{CaO} < 2\%$	塊度大於 50—30 mm 脈石 < 5%
(b) 鉻鎂磚	32—37				$\text{SiO}_2 < 11\%$ $\text{CaO} < 3\%$	可用含鉻較低含鉻較高的礦石
③ 化學工業 (製鉻鹽)	36%	不起作用				要求含 SiO_2 低的礦石

6. 鉻鐵礦床的工業類型有下述三類，如表所示：

礦床類型	形狀	產狀及成因	工業價值	舉例
① 岩漿分異礦床	均勻散浸	鉻鐵礦作為副成分散浸於純橄欖岩及各種橄欖岩內。	不大風化後可成砂狀礦床	
A. 早期岩漿礦床	狀			
	帶狀異離體	由於重力分異作用所成與圍岩界綫為漸變的	不大	蘇聯烏拉爾、英國設得蘭翁斯得
	似層狀	由於重力分異作用，產於原生剝離狀的帶內。	不大	南非布什維爾德，南羅得西亞。

B. 晚期岩漿礦床	扁豆狀，似脈狀，狀偶成管坎狀。	富集於殘餘岩漿內，在造岩礦物凝結後形成與圍岩界綫常很清楚	價值最大	蘇聯南肯皮爾賽，南斯拉夫。
③ 熱液礦床	細脈狀	在超基性岩蛇紋岩化期間絡尖晶石類礦物溶解後再沿裂隙沉澱而成	不大	南羅得西亞，加拿大魁北克，日本新日東礦山
④ 砂積礦床	層狀	含鉻鐵礦的超基性岩經風化後重行沉積而成	可採	越南敦化古定，新加里東島，蘇聯薩拉洛夫

7. 地台區和地槽區中都有超基性岩及鉻鐵礦的分布，在地台區主要為分異強烈的岩盤狀蘇長岩什岩體，如南非特蘭斯瓦爾，布什維爾德及美國蒙他那州等。地槽區為分異不甚強烈的橄欖岩侵入體，分佈在島弧構造及新褶皺山脉的中央或古褶皺山脉的根部，重要鉻鐵都產在地槽區中，此外沿地壳大變形帶的軸部，也有超基性岩及鉻礦產出，如澳洲新南威爾斯。

8. 從大地構造及礦床類型觀點來看，我國吉林省產鉻鐵地點俱位於華力西期的滿蒙地槽內，似俱屬岩漿晚期礦床，品位似俱合格，但尚未找到規模大的礦床，祁連山地槽雖尚未找到確實產地，從大地構造觀點出發，應予以重大注意。熱河西部地台與地槽的邊緣，亦應注意。小松山礦區位於地台內，分佈很廣，但品位尚未確定，應繼續勘探。

錫林格勒盟似亦位於滿蒙地槽帶內，可與(1)一(3)兩區遙相聯系。

9. 中國勘探鉻鐵礦的遠景方向，似應注意滿蒙地槽及祁連山地槽。滿蒙地槽內因大部為大興安嶺花崗岩和蒙古花崗岩分佈之區，有些地方則為新生代玄武岩流所蓋覆（如牡丹江南），故找鉻礦有望地區，應在吉林層或豆滿層分佈的區域，如錫林格勒盟附近，林西以北，五常吉林樺甸間及汪清延吉琿春一帶。祁連山地槽因地質資料不夠，尚難提出具體地區。

10. 在普查鉻礦時，應先瞭解本區的區域地質包括地層層序，構造單元，各種火成岩，特別注意超基性岩的種類、分佈、形狀、破裂情況、蝕變情況等等。因超基性岩常受強烈的蛇紋岩化，且常為浮土所掩蓋，必須進行槽探或淺井探來揭露地表，追索它的分佈及確定它與圍岩接觸的情況。

11. 因大多數鉻鐵礦都產在純橄欖岩內，必須在整個超基性岩體內鑑定有無純橄欖岩並劃出它的分佈範圍。如岩石全受蛇紋岩化，則鑑別時比較困難。在野外鑑別法為：若黃褐色的岩石，表面不平，有輝石突出，則為輝石橄欖岩，反之則為純橄欖岩。

12. 鉻鐵礦在超基性岩體內的分佈，常與其原始裂隙構造有密切關係，必須詳細研究超基性岩的裂縫，破碎帶及斷層，以便定出礦床富集的地方及其規律性。

13. 在超基性岩體內，必須用重砂淘洗法沿河上溯，追尋鉻鐵礦分佈的大致範圍，然後在此範圍內，詳細研究露頭，配合槽探及淺井探劃出有望礦區，並依據岩性（純橄欖岩）及構造（裂縫破碎帶等）等來推定礦床分佈的趨向。

14. 找到了有望礦區並定出了礦床的分佈趨向後，乃佈置更多的槽探或淺井深，必要時進行鉻量測量。這些工作的設計，必須依據礦床分佈的可能趨向，作有規律的佈置，並且首先必須佈置一條或數條間隔較疏的總景線，然後再由疏到密，逐步包圍，逐步收縮，最後劃出若干礦床的富集地帶，以供進一步的詳測或勘探。

15. 在有望礦區內必須測製較大縮尺的地形地質圖示超基性岩的各種地質情況，礦體趨向，及槽井探與化學探礦的佈置等。

16. 各種工作完成後，應作出對個別礦區的評價，計算可能礦量並對全區作遠景估價。擬定進一步詳測或勘探的意見或計劃。

（四）錳

1. 有工業價值的錳礦物為氧化錳如軟錳礦（ MnO_2 ）硬錳礦（ $\text{mRO} \cdot \text{MnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ）及褐錳礦（ Mn_2O_3 ）等。其次為菱錳礦（ MnCO_3 ）。在地表最穩定的是四價錳，如軟錳礦、硬錳礦、及偏錳酸鹽。

2. 絕大部份錳礦用於冶金方面，祇有少量礦石（5—10%）用於化學工業及其他工業部門。用於冶金方面的錳礦石含錳（或錳鐵總量）要高，含矽酸要少，含基性鹼土化合物（ $\text{CaO} + \text{MgO} + \text{BaO}$ ）的總數要小，含磷要低。依據成份，錳礦石可分為下列各類型：

礦石類別	品 Mn	位 SiO ₂	Mn:Fe 比 值	含磷量	主要用途
I—A	>50	<9	6—7	0.17—0.20	錳鐵合金
I—B	40—50	9—15	7—10	0.14—0.17	錳鐵合金
II	35—40	15—25	3—4	0.18	煉鐵，鑄造生鐵及 煉鋼生鐵的配料
III	30—35	25—35	4—5	0.5	

3. 錳礦床為屬於沉積成因及風化殘餘者價值最大，變質礦床次之，內生成因各礦床頗不重要，如下表所列：

礦床成因，	錳礦物及共生礦物	礦物類型	工業價值
(一)熱液礦床			
(1)接觸交代	褐錳礦，黑錳礦， 方錳礦，菱錳石，菱 錳礦，白云石、方解 石等	矽酸鹽類 及氧化物 礦物	價值不大
(2)脈石	褐錳礦，水錳礦，黑 錳礦，軟錳礦，硬錳 礦，重晶石，石英 及有色金屬硫化物	矽酸鹽類 及氧化物 礦物	價值不大
(二)風化礦床			
(1)錳帽形	硬錳礦，軟錳礦， 偏酸錳礦，褐鐵礦等	氫氧化物 礦物	工業價值 常有巨大價值
(2)淋濾型	硬錳礦，軟錳礦， 褐鐵礦等。	氫氧化物 礦物	價值不大
(三)水成沉積 礦床			
(1)海成型	軟錳礦，硬錳礦，水 錳礦，蛋白石，泥質 物等，菱錳礦，錳 方解石，白鐵礦， 黃鐵礦，海綠石， 重晶石等，	1) 氫氧化物 礦物 2) 碳酸鹽 類礦物 3) 含錳石 灰岩	有巨大工業價 值 有時具有工業 價值 作為熔劑。
(2)湖成型	硬錳礦，軟錳礦， 褐鐵礦，氧化鋁和 氧化矽礦物	氫氧化物 礦物	價值不大。

(四)變質礦

床

(即變質的 沉積礦物)	褐錳礦、黑錳礦、石英、有時有矽酸鹽類、赤鐵礦、磁鐵礦等。	1)氧化物 礦物	價值常極大
	菱錳礦、鈣蓍輝石、錳柘榴石、石英、褐鐵礦、赤鐵礦等。	2)矽酸鹽 類礦物	價值不大
	菱錳礦、錳方解石、錳的矽酸鹽和含水矽酸鹽有時含鐵。	3)矽酸碳 酸鹽類礦 物	可作為熔劑

4. 沉積成因的錳礦床，隨着與海岸綫遠近及水的深淺不同可分為下列三帶：

(A) 接近海岸綫，氧化作用強，形成原生高價氧化錳，含硫、磷、及鐵很少。

(b) 沿着深入盆地方向，氧化作用漸弱，形成水錳礦。

(c) 更深入的地帶，氧氣少，在有機物分解所生的碳酸氣及硫化氫的作用下，形成碳酸錳礦（二價錳）常有黃鐵礦、方解石等共生，含硫、磷、高。

5. 含錳沉積沿深入盆地方向的寬度及厚度，視盆地底部沉降的性質而定。陸緣帶平緩時，沉積相可穩定數千公尺而傾斜急陡時，沉積僅寬數百公尺。

6. 由於海面的昇降，海岸綫的移動，原生氧化錳沉積帶與碳酸錳沉積帶時有變動，因此，沿含錳層的上下左右，碳酸錳可為氧化錳所替代，或者氧化錳變為碳酸錳，其分佈規律主要與當時海岸綫的距離，及海進海退有密切關係。

7. 海洋沉積錳礦的特點是產於膠狀的砂質沉積岩中（如砂石、蛋白石等）有時也產於石灰質沉積中，很少時候可在碎屑岩中發現。從膠狀的沉積帶到更深的化學沉澱帶則有時可有磷礦層的沉積。中國孤峯層中產錳，而在同系的另一層位中則產磷礦結核；東海磷礦最先開採錳礦，都可為例證。

8. 海成型錳礦層除要有一定的沉積環境外，當時大陸還須為溫濕氣候，並遭受到劇烈的風化作用，近於準平原狀態，這為含錳膠體溶液的造

成，創造了有利的條件。

9. 輕微變質作用，使錳礦石變為緊密，脫去水份，使礦石的質量變好。在強烈的變質作用下，使原生氧化錳或碳酸錳變成矽酸鹽類，質量就變劣，祇有受風化作用變為錳帽型礦床後，才具有工業價值。

10. 無論何種錳礦床受風化作用後，都可使礦質加富，形成錳帽礦床，因為氧化後的高價錳礦物在地面上是非常穩定的。但錳帽礦床一般入地不深，都位於浮面而為現時的地下水面所限，如湘潭錳礦在地下水面以下的原生錳礦層，大多數品位極低，沒有工業價值，就是一例。祇有為古代風化作用所造成的「古錳帽」才能延展較遠，深入地內，礦量可相當大。但因為風化面的高低不平，以及後來剝蝕作用的影響，這種錳礦層的厚薄有無，是很不規則的。

11. 中國的錳礦礦床，據目前所知，可分下列各類：

(一) 水成沉積礦床：

(1) 海相沉積：

(a) 震旦紀：如北方的冀北、熱南及南方的湘潭岳陽、樂平、欽縣、防城。熱河錳礦呈軟狀結構的厚生氧化錳，品位還好，但斷續不定，都成餅狀。北方各礦俱產於石灰岩及白雲岩中，南方各礦則產於砂質岩或頁岩中。

(b) 上泥盆紀榴江系：如廣西。含錳層在地表形成錳帽，品位很高。原生富礦似尚未找到。產砂質岩中。

(c) 二疊紀孤峯層：錳礦，分佈很廣如廣西、湖南、貴州及蘇皖一帶，俱產砂質岩中。

(2) 湖相沉積：新疆魯善有錳狀氧化錳礦層，可能為第三紀湖相沉積。

(二) 風化礦床：

(1) 錳帽：在各錳礦區地表風化之部俱形成錳帽，如湘潭樂平最為顯著。

(2) 淋濾礦床：廣西桂平柳江等紅土層中俱有錳礦結核，山東徂陽也有同樣礦床，可能屬搬運後而復經淋濾造成者。

(三) 變質岩中礦床：如甘肅白銀廠西灣、蘭州南廟溝梯子崖等處，隴南山系中，可能屬華力西地槽中的沉積，而與海底噴發岩有關的礦床礦石變質很淺。地表多錳帽。另如東海亦有同樣礦床產泰山系變質岩中。