

普查勘探磷灰岩礦床的幾個問題

· 甯 奇 生 ·

磷是生物的主要生活元素之一，土壤中所含的磷更是植物賴以生長的重要因素。據戈爾德·史密特估計，一英畝可耕地每年須有 4—12 公斤磷以供植物生長。由於有機磷肥不多，現代大規模的農業主要是施用礦質磷肥；自從李森科院士倡導混合施肥法後，礦質磷肥的肥效更加提高。因此為國家尋找可靠的磷礦原料基地，以滿足我國農業生產發展上日益增長的需要，是我國地質工作者當前的光榮任務。

一、礦床生成條件

瞭解磷礦的生成條件，乃是普查磷礦的先決基礎。

(1) 地球化學條件 地殼中磷的克拉克值為 0.10—0.11，是分佈廣泛而又富度最大的微跡元素之一。一部分形成內生礦床，與岩漿活動特別是鹼性岩有關，非本題討論的範圍。我們現在要研究的是較內生磷灰石礦儲量更為巨大的外生磷灰岩礦床。

由世界各國已知的材料證明：有巨大工業價值的外生磷礦幾乎都是海成沉積礦床，而且都沉積在陸緣帶的中部與下部。

現代海洋中海水的含磷量隨深度不同約可分為四帶：自表層至 50 公尺，含磷量少於 1 微克/立方公尺至 10—20 微克/立方公尺，自 50 至 500 公尺，約 50 微克/立方公尺，自 500 至 1500 公尺，約 200 微克/立方公尺，1500 公尺以下又行減少。這說明岩石風化生成的磷酸鹽類經流水作用後，成溶液或溶膠狀態搬運至海洋，儲存在相當深的地方，但為什麼在深約 150 公尺左右的陸緣帶沉積成礦呢？卡查科夫研究了 $\text{CaO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{CO}_2-\text{H}_2\text{O}$ 平衡系統後，於 1937 年得出以下結論：“當冷而飽和有 CO_2 與 P_2O_5 （約 300—600 微克/立方公尺 P_2O_5 ）的深海海水被上升海流帶到大陸陸緣（淺水）區域時， CO_2 的分壓力不可避免地要減少，這就促使靜水壓力減少，同時又由於上升水受熱，多餘的 CO_2 擴散到缺少 CO_2 的光合作用表層…。海水上升層中 CO_2 的分壓力既減少，早先的平衡系統不得不被打破，水中遂過飽和 CaCO_3 與 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$ ”（圖 1）。 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$ 便沉澱而成磷灰岩。這是由於磷酸鹽類的溶解度和碳酸鹽類一樣，受 pH

值的控制，二者的溶解度曲綫極為近似，幾相平行。深水 pH 值低，磷酸鹽類得以呈溶液狀態；迨升至

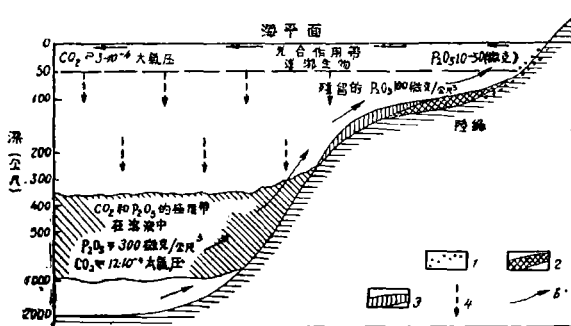


圖 1. 磷灰岩形成示意圖——磷酸鹽在陸緣帶由於冷的深海流上升，自海水中沉澱而出（據卡查科夫）

1—海岸礫岩砂岩相；2—磷灰岩相；3—石灰質沉積相；4—浮游生物殘骸下降；5—海流方向

層，由於壓力減少，部分 CO_2 逃逸， $\text{H}(\text{CO}_3)^-$ 和 $(\text{CO}_3)^{2-}$ 離子的活動性減少，pH 值遂行升高，而磷酸鹽的溶解度遠較碳酸鹽為低，乃先行沉澱，這便是磷灰岩礦床的化學成因說。

但由於磷與生物息息相關，很早即流行磷灰岩的生物成因說。主張這一說者認為：水流把磷酸鹽類帶入海後，在光合作用帶被浮游生物吸收；生物死亡後，沉落水底，大部分磷雖重溶水中，但每次總有少量的磷進入沉積物。如此年復一年，遂形成礦體。這一學說亦可由磷的兩種地球化學特性來證明：(a) 海水中的磷酸鹽濃度表現着明顯的與生物發育季節相應的年旋迴。每年夏季生物發育旺盛，海水含磷少，即磷在此時大部分被生物所吸收；冬季則海水中

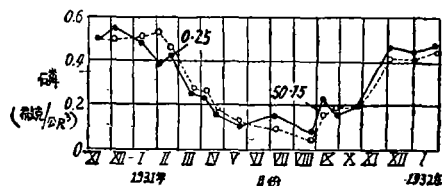


圖 2. 光合作用帶磷酸鹽的年旋迴（據 L. Cooper）
點綫示 0—25 公尺深度內磷的濃度；黑綫示 50—75 公尺深度磷的濃度

含磷多，因此時生物相應衰亡，磷從生物遺體中分泌出來（圖2）。(b)海水中磷酸鹽與硝酸鹽濃度有固定的比例關係，而硝酸鹽在海水中濃度的升高與降低僅與生物的發展史有關，由此間接表明磷酸鹽的消長與生物的興衰有關（圖3）。

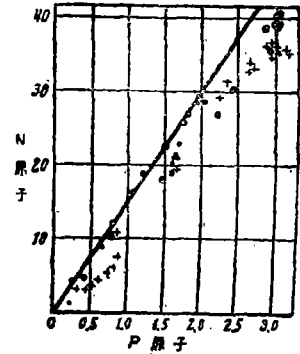


圖3.海水中P(磷酸鹽類)與N(硝酸鹽類)的比例(據L. Cooper)
十字表示太平洋的分析;黑點表示大西洋的分析;圈點表示印度洋的分析

由於磷的地球化學特性，磷灰岩的化學成因和生物成因都是有可能的，問題在於何者佔主要。戈爾德史密斯認為化學成因說能夠解釋許多為生物成因說所不能解釋的現象；而斯特拉霍夫則認為生物成因應是主要的，化學成因只是在有海流作用的局部條件下才有可能。現今趨向這樣一種觀點：即純生物成因與純化學成因都是

不夠全面的，認為河水攜帶入海的磷第一階段由生物吸收，生物死亡後，磷質從屍體中逸出，流入海的深處，第二階段由化學作用沉澱成為礦層，二者相結合，即生物化學成因應是主要的。所以這個問題的正確解決，並肯定其在普查找礦上的意義還有待今後的努力。

(2)地層條件 磷灰岩並無一定的沉積時期，自前寒武紀至現代都有。但儲量曲綫分佈有三個最高：寒武紀、二疊紀、老第三紀；兩個最低：泥盆紀、三疊紀。儲量有自老向新激增的趨勢，例如三個最高的佔總儲量的百分比是：寒武紀約3.4%，二疊紀約26.8%，老第三紀約43.5%。蘇聯卡拉套磷礦屬中寒武紀，美國落基山磷礦屬二疊紀，北非磷礦則屬老第三紀。我國目前已發現的磷礦主要是屬於前寒武紀與下寒武紀，其次是二疊紀。

磷灰岩礦床一般是在海侵時期生成的，往往含於海侵層系的底部，與下伏岩層不整合或假整合，有時有底礫岩（圖4a,b），有時無底礫岩（圖4c,d）。磷灰岩層系中，砂岩（或石英岩）、頁岩、石灰岩（或白雲石灰岩）交互成層，表示當時海水動盪不定。有的圍岩主要是碳酸鹽類岩石，且較穩定。但亦有在海退情況下生成的，如高家邊層上部的磷灰岩層。

(3)大地構造與古地理條件 磷灰岩礦床在地槽和地台區都有。地槽區的含磷地段每呈海峽狀，一邊

是古地台的大陸，另一邊為不大的地台型地塊或地槽型隆起地與海隔開；北美落基山地槽磷礦南北延伸分佈，即反映了這一規律（圖5）。地台區有遠景的含磷地段為凹地帶：陸向斜（синеклизы）、拗陷（прогибы）、陸塘（мульды）、海峽（пролив）。卡查科夫基於磷灰岩的化學成因，認為這些地帶所以適於形成巨大的磷礦，是由於它們是飽和磷酸鹽類的深海海水的自由通道。

如上所述，磷灰岩分佈在淺海的海陸帶。如果其他條件相同時，磷酸鹽類的富集程度視陸緣帶的寬度而定。陸緣帶愈寬闊，磷酸鹽類分佈愈廣，沉積物中磷的富集程度遂愈低，經過硬結成岩作用，形成結核狀磷礦。相反的，如果陸緣帶狹窄，磷酸鹽類富集，形成鰐狀或層狀磷灰岩。地槽中由於地形切割厲害，海洋水容易侵入，

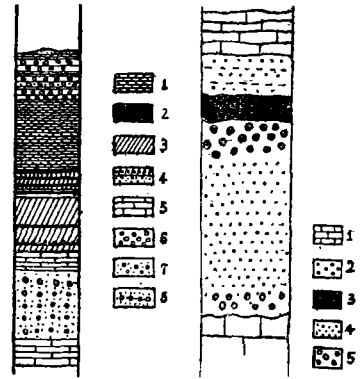


圖4a.北美落基山區Carduel磷礦柱狀圖(據Richard)
1—石英岩與泥質岩;2—鰐狀磷灰岩層;3—磷酸鹽化頁岩;4—頁岩與砂岩中的磷灰岩結核;5—石灰岩;6—礫岩;7—砂岩夾礫岩

圖4b.俄羅斯地台磷灰岩層標準柱狀圖(據卡查科夫)
1—碳酸鹽;2—磷灰結核;3—磷灰岩層;4—海綠石砂;5—礫岩



圖4c.黔北某地磷礦柱狀圖
1,2,3—礦層

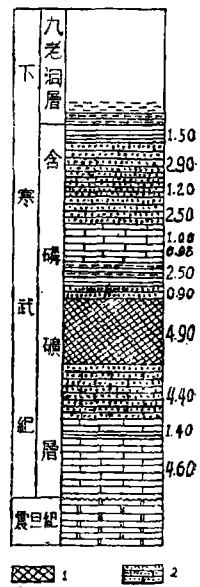


圖4d.川西某磷礦柱狀圖
1—富礦層;2—貧礦層

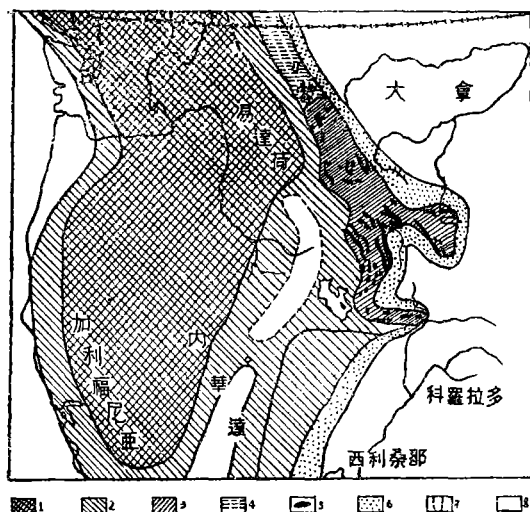


圖 5.北美落基山區磷礦分佈圖

1—拗陷區，沉積厚度超過 300 公尺；2—厚度 300 公尺之沉積帶；3—磷酸鹽相分佈帶；4—磷酸鹽相可能分佈帶；5—含磷建造分佈區；6—淺水帶；7—陸地；8—島嶼

因而陸緣帶亦往往較狹窄，每每形成層狀磷灰岩，僅向海岸邊緣變薄，並漸變為結核狀；在落基山地槽中，愈近古海岸綫，逐漸為紅色海相沉積與含石膏沉積所替代。至於地台型磷礦，以莫斯科陸向斜為例。隨着離海岸綫的距離增加，品位漸高，而達一定程度後，即迅速降低，漸為深水沉積所替代。陸向斜中的隆起帶及其邊緣陸地或淺水帶，不適於形成大磷礦；而陸向斜軸部水過深，一般亦無含磷建造。由此可以得出結論說：大陸淡水盆地和鹹盆地以及海岸地帶與深海，封閉的淺海帶都不能形成有工業價值的磷灰岩礦床。這是普查磷礦時最須注意的。

磷灰岩礦床生成的古氣候條件尚不明確。可能磷礦的生成與氣候這一方面的關係本來就不很密切，另一方面則由於研究不夠。惟就大的磷灰岩礦床由老而新自北南移，以及礦床附近每伴有紅色岩層看來，或與乾熱氣候有關。

二、礦床主要類型

由於世界各國學者對磷灰岩的成因有不同理解，他們對其類型也便有不同的劃分。茲以基麥爾法布的最新分類為基礎，劃分成如下幾個主要類型：

(1)地台型海成沉積礦床 沿古海岸綫持續少變化，而垂直海岸綫走向，岩相急速變化。磷灰岩有數層，每為砂岩或頁岩所分隔，底基上有時有一層礫岩。可採層厚度不大，一般構造變動少，產狀變化不

大。隨其成因及構造特點，又可分為三組：Ia——結核狀磷灰岩礦床，Ib——介殼和粒狀磷灰岩礦床，可採層由磷化介殼或磷酸鹽細粒組成，後者每膠結成堅實的石英磷灰砂岩，Ic——層狀磷灰岩礦床。

(2)地槽型海成沉積礦床 其突出特點是含磷盆地呈綫狀延伸，其長度遠超過其寬度。含磷地區由於構造變動厲害，常被分割成數帶，磷灰岩層系為磷酸鹽碳酸鹽類岩層、磷酸鹽砂質岩層、燧石層、白雲石灰岩、白雲岩的交互層。磷灰岩層本身大多為暗色緻密磷酸鹽岩，錘狀或細粒狀，由磷酸鹽碳酸鹽膠結。各個礦層的厚度達 10 公尺或更多，邊緣帶或磷酸鹽相不夠發育的地方有結核狀磷灰岩，但厚度亦大。岩層產狀複雜，傾角大甚至倒轉，斷層錯動多。如同地台型一樣，亦可再分為三組：IIa——結核狀磷灰岩礦床，IIb——粒狀磷灰岩礦床，IIc——層狀磷灰岩礦床。

地槽與地台型磷灰岩的不同特徵，可歸結如表 1。

表 1

地 槽 型	地 台 型
沉積旋迴是長期的並且是不間斷的	沉積旋迴比較短，海岸綫不穩定，常有間斷，海侵海退交相更迭
沉積物厚度甚大，岩相多變化（在比較短的距離內即有變化）	性質相反
產於碳酸鹽類層系中，十分明顯地表示原來是化學沉積（方解石、磷酸鹽、砂質夾層）。沉積物中的陸屑組分僅有極次要的意義	性質常相反
磷灰岩層常呈層狀、均質板狀、薄層狀	常呈結核狀、礫石狀；其次是板狀，在構造上大部分不均質
陸緣常狹窄	情況常相反——陸緣甚寬闊，與淺水盆地有關，磷酸鹽星散於陸屑沉積層中
磷灰岩層的特點是常完全沒有底棲動物羣	常很發育
不含海綠石，整個磷酸鹽相岩層是暗色	情形常相反
由於陸屑冲刷物少，有機質的含量少（0.05—0.1% C）	有機質含量相當大（0.3—0.5% C）

(3)受變質磷床 其產狀類似地槽型，呈層狀分佈於碳酸鹽（白雲石化）岩層或片岩中，即原為沉積磷床，經區域變質而成。

(4)陸成島嶼鳥糞磷床 為鳥類或其他動物的糞便所組成，分佈於海洋島嶼上沒有植物被覆而有大量海鳥棲息的地方。磷層厚度局部可達35公尺，下部每為下伏的珊瑚礁石灰岩所代替。

三、工業要求

世界上95%的磷灰岩是用於農業，所以這裏也祇打算討論肥料工業對磷灰岩的要求。

從磷灰岩本身看來，影響其肥力的有兩個方面：(a)化學成分，(b)礦物成分。這二者又因磷灰岩的加工製造方法不同，顯示不同的影響。

磷灰岩中的主要化學成分為 P_2O_5 、 CaO 、 F_2 、 CO_2 、 R_2O_8 、 SiO_2 、 MgO 、 Cl_2 及其他不溶性殘渣等。 P_2O_5 是最主要的有益組分，對於機械加工為磷礦粉的磷灰岩，其 P_2O_5 的含量按蘇聯國定標準 5716—51，如表 2 所示。對於用硫酸製造過磷酸鹽的磷灰岩，根據蘇聯通用標準 10918—40，甲級由含 P_2O_5 33—40% 的浮選精礦製成，而乙級則由精礦與含 P_2O_5 不少於 25.3 % 的磷灰岩混合物製成。用提取法加工時，磷灰岩中 P_2O_5 的含量一般可低些。如用熱分解法加工， P_2O_5 含量

達18%即可。

R_2O_3 對於用酸進行磷灰岩化學加工時是有害雜質

表 2

指 標 名 稱	磷 礦 粉		
	優級 (浮選 精礦)	甲級	乙級
(a)含濕量(%)不超過	3	3	3
(b)換算成乾物質， P_2O_5 (%)不少於	25	22	19
(c)在篩孔為 0.13 公厘篩上的殘留物(%)不超過	20	20	20

質，其中尤以 Fe_2O_3 為甚，蘇聯上卡姆磷礦規定 R_2O_3 不得超過 6.5%。含少量碳酸鹽則對化學加工有利，但一般不宜超過 5—6%，特別是當含 MgO 時是有害的。用熱分解法時 R_2O_3 沒有什麼妨害，含一定數量的 SiO_2 則是有益的，但過多則有害，磷灰岩中 SiO_2 ： $CaO=0.8—1.0$ 是恰到好處的爐料。

至於礦物成分，根據布申斯基的研究，組成磷灰岩的磷酸鹽類礦物有五種：氫氧磷灰石（гидроксил-апатит）、氟磷灰石（фтороапатит）、細晶磷灰石（франко-лит）、膠磷灰石（курскит）、碳磷灰石（карбонапатит）。它們的主要性質如表 3 所示。

表 3

礦 物 名 稱	比 重	N_g	N_p	$N_g - N_p$	N_m	$CO_2:P_2O_5$	$F:P_2O_5$
氫氧磷灰石	2.97	1.657	1.653	0.004	1.655	—	—
氟磷灰石	3.20	1.633—1.669	1.631—1.665	0.002—0.003	1.640	—	0.09
細晶磷灰石	3.14	1.610—1.630	1.605—1.614	0.005—0.006	1.61—1.63	0.09	0.09
膠磷灰石	3.0	1.579—1.610	1.590—1.602	0.007—0.008	1.59—1.61	0.16	0.11
碳磷灰石	3.0	1.632	1.625	0.007	1.62—1.63	0.12	—

其中分佈最廣的為氟磷灰石、細晶磷灰石與膠磷灰石，三者的化學式分別為 $Ca_{10}P_6O_{24}F_2$ ， $Ca_{10}P_6O_{24}C_{0.8}O_{23.2}F_{1.8}OH$ ， $Ca_{10}P_4O_{22}C_{1.2}O_{22.8}F_2(OH)_{1-2}$ ，三者的比重與折光率遞減，而重屈折率、 $CO_2:P_2O_5$ 、 $F:P_2O_5$ 的比值則遞增。

氟磷灰石為受變質磷灰岩的礦物，細晶磷灰石多為地槽型層狀磷灰岩的礦物，而膠磷灰石則為地台型結核磷灰岩的主要礦物。三者對植物的適用性或者可吸收性是不一樣的：含膠磷灰石的結核磷灰岩是易被吸收的，而含細晶磷灰石的層狀磷灰岩及含氟磷灰石的受變質層狀磷灰岩則是難被吸收的。由此可見含膠磷灰石的磷灰岩適於機械加工為磷礦粉，而含細晶磷

灰石和含氟磷灰石的磷灰岩以其不易直接被植物所吸收，最好經過化學加工，製成過磷酸鹽或其他可溶性磷酸鹽類。此外前者因含有機雜質多，而後者則含 P_2O_5 高，亦促使用不同的加工方法來處理。

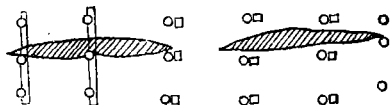
根據最近李慶遠先生的報告，雲南磷礦經過脫氟後製成磷礦粉，其肥效比東海磷礦經過脫氟後所製成的磷礦粉要大，同為磷灰岩，東海磷礦中 P_2O_5 的含量且較雲南磷礦為高，而肥效所以有差異，即因礦物成分不同所致。

四、普查勘探方法

磷灰岩礦床的普查勘探方法和其他層狀礦床有一

定的共同性，但也有其特殊性；茲根據蘇聯地質保礦部頒佈的最新規範，參以己見，簡論如下：

(1) 普查方法 根據磷灰岩的生成條件，在有可能含磷地區作小比例尺的地質測量，這時應特別注意岩層接觸和岩相變遷的情況，在底部礫岩附近，更應上下追索，進行小區域的岩相和古地理分析。特別是應注意識別含磷礦層，因為磷灰岩有黑褐、灰、黃等各種不同的顏色，極難辨認，除應用黃色試驗外，還應結合物理性質鑑定。磷灰岩比重較一般沉積岩為大，斷口呈次貝狀，條痕略呈白色，敲開有瀝青臭味，



○ 鑽孔 □ 淺井 一 探槽

圖 6. 山地工作與鑽孔配合示意圖

結核磷礦呈星卵圓形，表層有鱗狀細點，受風化後每有白色薄膜。只有仔細辨認，才能不錯失礦層。發現含礦層後，應在礦層附近填 1:100,000 或 1:50,000 地質圖，在露頭不清或覆蓋較厚的地方，可每隔 1000—1500 公尺挖探槽，淺井或打淺鑽，採取樣品，弄清楚礦床的類型及其物質成分，含礦層的層位規律、區域地層與地質構造，可能時計算 C_2 級儲量，對礦區作出遠景評價。

(2) 勘探方法 對於地台型磷灰岩礦床，主要是打鑽。鑽孔的用途在於確定磷灰岩礦層及脈石夾層的

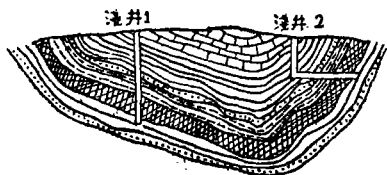


圖 7. 淺井佈置示意圖

厚度、有無含水層、地下水面的高低、礦層的邊界。一般用衝擊旋回鑽，亦可用岩心鑽。為了採取樣品則打淺井，其次是打平窿，偶而亦有挖探槽和進行剝土。淺井、探槽等佈置在鑽孔上或其附近(圖 6)，淺井的斷面為 1.5—2 平方公尺。在淺井中應精測每層的厚度，以確定岩石的體積和各層的鬆散係數(磷灰岩的鬆散係數約為 1.15—1.5)。

對於地槽型和受變質礦床，則探槽與剝土起主要的作用。由於含

磷層系厚度甚大，探槽最長可達 100 公尺。為了精確而全面地研究地層和礦層的變位、斷層裂縫的傾斜角度、角礫帶的性質與寬度，直交其走向還應挖專門的探槽。此外為了確定一系列探礦技術指標和體重，沿礦層走向佈置一定數量的淺井；當礦層傾角不大時，淺井垂直貫穿礦層全部厚度；如果礦層傾角大，則在



圖 8. 平窿佈置示意圖

淺井打到 15—30 公尺深時，再拉石門(圖 7)。假使地形許可，則可直接挖平窿(圖 8)。勘探礦層的較深部位，則使用機械岩心鑽探，如果礦層傾角平緩(40°以內)，打垂直鑽

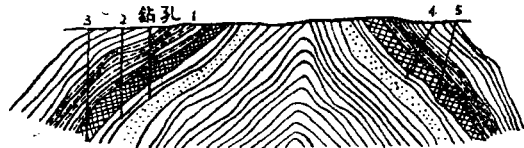


圖 9. 鑽孔佈置示意圖

(圖 9)，而礦層傾斜陡時，則與地面成 70—75° 打斜鑽(圖 9)；岩心採取率應不低於 75%。在鑽進過程中，最多不得超過 50 公尺應量孔斜一次。

勘探網的密度視磷灰岩層的類型、產狀及結構而定，詳見磷灰岩儲量分類規範。

(3) 取樣與實驗室分析研究 無論是地台型或地槽型磷礦，均可在坑道中刻槽取樣。若為探槽，在槽底刻槽；若為淺井，在井的一壁或兩壁刻槽。在刻槽的同時，應詳細素描坑道壁和進行編錄。刻槽的斷面為 5×10 公分或 5×15 公分。全巷取樣對層狀磷礦是輔助性的，只是用以檢查刻槽取樣的結果。

對於結核狀礦床以及一部分粒狀礦床，主要是運用全巷取樣。從淺井或平窿中所取得的全巷樣品應小心地以防水布包裝，經四分法處理後，用乾篩或濕篩

表 4

磷灰岩質量	組分名稱	分析正確度(絕對百分比)		附 註
		普 通 (實驗室規程)	檢查允許極限 誤差	
磷灰岩含 P_2O_5 自 5 至 15%	P_2O_5	0.2	0.3	用容量或 重量分析
磷灰岩含 P_2O_5 超過 15%	P_2O_5	0.35	0.5	
磷灰岩含 R_2O_3 自 1 至 5%	R_2O_3	0.2	0.4	
磷灰岩含 R_2O_3 超過 5%	R_2O_3	0.3	0.5	
各種磷灰岩	不溶性殘渣	1.0	2.0	用酸處理

將礦石分爲五級：>10公厘；10—4(或10—5)公厘；4—1公厘；1—0.5公厘和<0.5公厘，並算出各級所佔的百分比。每一級的樣品均分別進行化學分析，確定那一級樣品有工業價值；一般精礦常是較0.5—1.0公厘爲大的各級。

坑道和鑽孔取樣的間隔隨岩石成分的變化和礦化程度而異，一般約爲0.5—0.75公尺；但即使岩性均一，取樣的間隔也不應超過2公尺。

所有樣品均應分析 P_2O_5 和不溶性殘渣，大部分樣品應分析 R_2O_3 （區分 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 ）、 CO_2 和 MgO ，究竟應該分析多少則視該磷灰岩將來的工業用途而定。如果是供製造磷礦粉，則只須少數樣品測定 R_2O_3 、 CO_2 和 MgO ；如果將來礦石要進行化學加工，則分析此類項目的樣品就要增多。個別樣品分析 F 、 CaO 等，少數幾個樣品作全分析。不少於10%的樣品分析結果應進行檢查，檢查應系統地遍及全部操作，且應作外部檢查。分析員的誤差不得超出表4的規定。

爲了測定礦石的選性與適於作何種磷酸鹽肥料，應以專門樣品進行實驗室與中間工廠試驗，並最好吸收土壤學家、農業化學家、生物學家參加該項試驗工作。地質工作者在試驗過程中應詳細鑑定磷灰岩的礦物成分、構造與結構特點、岩相變化等，以作技術評價的基礎。

五、對我國當前研究磷灰岩礦床的建議

(a)結合鐵、錳沉積礦床的研究，編製比例尺尽可能大的古地理圖與大地構造圖，以便進一步預測磷礦的分佈。(b)結合東海磷灰岩的勘探，研究磷灰岩的變質作用，發現這種礦床的找礦標誌，以爲找尋新礦床的張本。(c)研究磷灰岩的物質成分，特別是磷灰岩的礦物學，以解決磷礦的技術加工方法問題。(d)研究磷灰岩的成礦理論和磷的地球化學特性，包括磷的轉移及其克拉克值的分佈，以便發現新的有工業價值的類型，例如蘇聯學者最近已發現一種有遠景的火山成因的磷灰岩值得注意。

如何編製構造綱要圖 · 朱志澄 ·

在一份正式的地質報告中，爲了更好地表示調查區域的地質構造，往往附有構造綱要圖。在編製礦產預測圖時，也往往將預測區的構造用編製構造綱要圖的方法表示出來，以便了解該區構造條件對礦產的控制。當然對地質圖加以分析也能了解一個地區的構造，但是如果有一張構造綱要圖，則能立即從構造綱要圖上一目了然地認識全區構造。尤其在構造變動劇烈或有好幾套構造系統複合的情況下，構造綱要圖在表示一個地區構造的作用上則更爲重要。

在編製地質圖時，通常採用三種方法表示地質現象：一、綫條與符號：如地質界綫、斷層綫；二、顏色：如地質圖上用不同的顏色表示不同時代的地層；三、等值綫：如構造等高綫。構造綱要圖的編製則採用第一及第二兩種方法。

編製構造綱要圖是以地質圖爲基礎的。其目的在於表示一個地區的基本構造情況，因此圖上並不需要畫上地質界綫，只是用各種符號與顏色將構造表示出來。不過在未

編圖以前，一定要對地質圖作全面深入的分析，將全區構造徹底弄清楚，才有可能編出好的構造綱要圖。

下面談談在不同性質的構造地區中，如何編製構造綱要圖。

一、全形褶皺變動區 這種地區背斜與向斜是同發育的。在編製構造綱要圖時，把褶曲的軸跡畫在圖上，背斜用實綫，向斜用虛綫表示，軸跡兩邊加註層位要素符號。隨着褶曲核部的寬狹變化，軸跡也有寬狹的變化。斷層用粗實綫或紅粗實綫表示。如果有

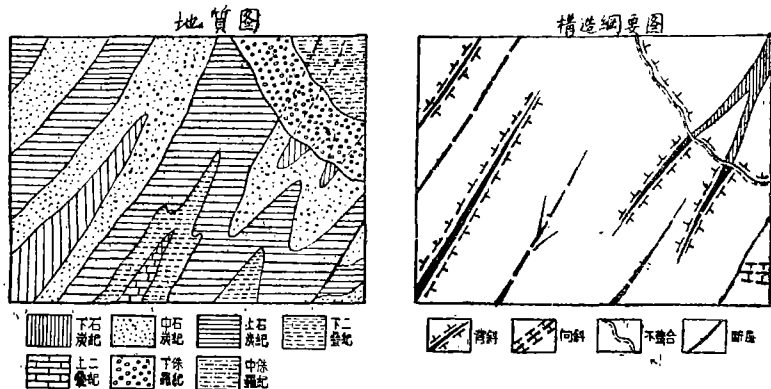


圖 1