

野外地質工作中關於侵入岩和變質岩方面的幾個問題

程 裕 洪

(二) 各種具有片麻狀結構的花崗質岩石的成因問題

具有花崗岩或與花崗岩相近似的礦物成分而呈片麻狀乃至類似片麻狀結構的岩石，常被野外地質工作者籠統的定名為片麻狀花崗岩或花崗片麻岩，其實這些岩石是在不同的地質情況下生成的，必須根據它們的產狀以及其他野外特徵給予正確的命名。一般可能分屬於下列四種不同的岩石：

1. 壓扁花崗岩——這是花崗岩受了強烈的擠壓和應力作用的結果，因而產生了很多大致平行並密切排列的豆莢狀切應面或擠壓面，沿着這些面，鈉長石通常變為綠泥石，鉀長石變為絹雲母，使岩石具有近於平行的深綠色或白色絲絹光澤的條紋。這類岩石常見於褶皺的強烈擠壓帶中，或大的逆斷層和逆掩斷層附近，擠壓面與斷層近於平行；在野外如見到這類岩石，應該小心觀察，常在附近發現大的逆斷層。如受到極端擠壓時，可以變為具有近似流紋構造糜稜岩。如將這些岩石磨成薄片，在顯微鏡下觀察，可以看到石英具有波狀消光乃至假雙晶的現象，長石結晶各部分的雙晶不能很好的相互連接，兩種礦物的單獨晶体，甚至磨碎為許多細小塊粒，呈現各種壓碎構造。

2. 流紋狀（流狀）花崗岩——在一般不發生花崗岩化作用的花崗岩侵入體的邊部，常有由於所含主要或部分礦物與其圍岩接觸面呈大致平行排列的流層（見前），這種流紋狀（流狀）構造的產生，使花崗岩也具有類似片麻狀的構造。這些岩石一般沒有壓碎構造。

3. 花崗岩化岩石具有原岩所遺留的構造者——在標準的古代大地槽內，由各種變質岩受花崗岩化作用後所造成的花崗質岩石，一般都具片麻狀構造，這種礦物平行排列現象，是經過交代作用所承襲原岩的片麻狀構造或片理的殘跡，因此他們的方向也必然與受花崗岩化較淺部分或很淺部分的礦物排列方向相同（圖7）。由於這種岩石並不是由熔融狀態的岩漿所凝結，而主要是在固體狀態下（同時有流體的活動）通過

交代作用所生成的，因此當他們和花崗岩化較淺部分（相當於一般花崗岩侵入體的圍岩）之間有肉眼能辨別的界綫時，所具有的片麻狀構造和這些分界綫（面）間沒有一定的空間關係——可能有局部平行，但是斜交的時候也很多（圖7）。值得注意的是：這些分界綫不像上述流紋狀花崗岩與其圍岩間接觸綫的清晰明確，因此兩邊組成礦物的關係也比較密切，具有相互鑲嵌的現象。此外這些岩石一般也不像壓扁花崗岩具有擠壓現象和壓碎構造。

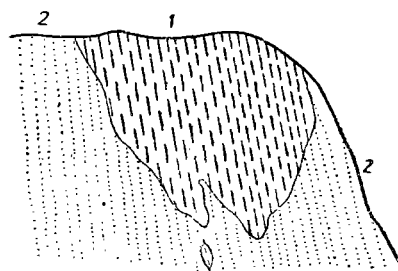


圖 7. 示意剖面圖，示受花崗岩化較淺的黑雲母石英長石片麻岩（混合岩，1）與花崗岩化很深的花崗岩片麻岩（混合岩花崗岩，2）相接觸，兩種岩石內外礦物排列方向大致相同（分別用斷綫及點綫表示），而不與兩者的接觸面平行。

4. 在強大應力下凝固的花崗岩——在造山運動活躍時所侵入的花崗岩，一般受到了強烈的應力影響，而且主要在此種情況下凝結而成的，不論是否受到了應力的影響而促成了某些分異現象，因而產生了礦物成分的一定特殊性，礦物的平行排列現象和造成的片麻狀構造，在大多數的情況下是明顯的，而且帶有一定區域性的，有時並伴有部分的原生壓碎現象。這是由所謂壓結晶作用所造成的片麻狀花崗岩，有時也在外圍發生不同程度的花崗岩化作用。

一般來講，上述四種岩石的產狀和其他野外特徵都有一定的甚至明顯的差別，生成的地質條件和他們所具有的地質意義更不相同，因此必須在野外妥善的區分，以免由於錯誤的命名而帶來了不正確的地質變遷歷史的推斷。但上述第 2、3、4 三類岩石，有時

可能受到較晚的強烈應力作用而產生切應現象，因而增加了它們發育史的複雜性，這些情況在野外工作時也是應該注意的。

(三) 酸性侵入岩 (主要為花崗質岩石) 與其相鄰變質岩的關係問題

在變質的或未變質的花崗質岩石地區附近找到變質岩的露頭時，兩者的相互關係，有下列幾種可能情況：

1. 時代較變質岩為古老的花崗質岩石——花崗岩生成後出露於地表，受到風化和侵蝕，又為較新地層（可能是沉積岩系，也可能是火山噴出岩系）所不整合掩覆，後來又一起經歷了較晚的變質作用。在不整合面以下的古代風化面（風化帶）有時還能辨別，以上則往往有厚度不等的變了質的礫岩、礫岩狀砂岩或長石砂岩的存在，這些岩石有時很薄（圖8），又因為受了較深的變質作用，必須在野外仔細觀察，才能認識。

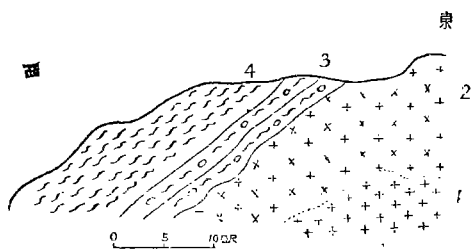


圖 8. 示意剖面圖，示黑雲母片岩(4)及其底部含有各種小卵石的黑雲母長石石英片麻岩（變質的礫岩狀長石砂岩，3），不整合於受了古代風化的花崗岩（2）之上，後者向深處風化較淺(1)

2. 時代較變質岩或其原來的岩石為新的花崗質岩石——也有兩種可能情況：

一、變質岩是熱力變質（接觸變質）的岩石，是受花崗岩侵入的高溫影響而生成的——變質岩的分佈較窄小，構成接觸變質帶的一部分，有時並有圍繞著花崗岩侵入體的較為完整的接觸變質圈或接觸圈。具有標準的接觸變質礦物，如棕紅色黑雲母、紅柱石（包括矽晶石）、堇青石、矽線石（以上為黏土質岩石中的礦物）和陽起石、透輝石、綠簾石、鈣鋁柘榴石、符山石（以上為鈣鋁矽酸鹽類岩石中的礦物）等等，原來岩石的構造（如層理）和結構常常部分或全部消失，變質達一定程度時，所含的礦物一般是沒有顯著的平行排列現象。這些變質岩中，有時含有接觸交代乃至高溫熱液的鐵、銅等礦床。

二、變質岩是區域變質的岩石，它的生成和花崗

質岩有密切關係的——在這種情況下，近靠花崗質岩石的變質岩，只佔廣大變質岩地區的一部分，多半是較粗的片麻岩，不論在物質成分或結構方面，常有漸變為花崗質岩石的趨勢，距花崗質岩石漸遠，礦物顆粒漸細，變質程度也漸淺，因此有時可以劃分為以某些標準礦物出現為特徵的明顯的區域變質帶。黏土質岩石受區域變質後所呈現由淺而深的變質帶有：綠泥石帶、黑雲母帶、鉄鋁柘榴石帶、十字石帶、藍晶石帶和矽線石帶等，其中十字石帶有時可能沒有；這些標準礦物在野外很容易認識。我國四川藏族自治州丹巴附近區域變質的中酸性噴出岩系，因為化學成分與黏土質岩石相近似，也具有上述的完整變質帶^①，構成了變質火山岩分帶的優先實例。

至於這些花崗質岩石則一般具有極端花崗岩化岩石的特徵，或至少是與圍岩（上述的較粗片麻岩）發生了密切混合作用的花崗岩。它們和四週片麻岩的漸變關係以及區域變質帶圍繞著它們而排列的現象，不得不使人相信他們的生成和出現，是和區域變質岩石的生成有着密切的關係。這是古代的大地槽所在，曾經受到了強烈的褶皺和花崗岩漿侵入的影響。

上述兩種不同變質岩和變質作用之所以形成，主要決定於當時的地質條件和大地構造環境，因此過渡性質的岩石——接觸變質與區域變質間的過渡型相——有時也會找到的。

(四) 多次變質問題

同一區域內的岩石，有時可經歷兩次以上的不同變質作用。這些岩石的礦物成分（甚至化學成分）、結構和構造，雖然變換了不止一次，但只要在野外仔細觀察，並配合一定的室內研究工作，每次變質的痕跡，一般還能找到。多次變質的岩石，可能分別屬於下列幾種不同的情況：

1. 熱力變質（接觸變質）後又經區域變質的——如有時黏土質岩石（頁岩）先受較小花崗岩體侵入的影響而變成紅柱石角閃岩，以後又經過區域變質，非但原來接觸變質帶以外的黏土質岩石普遍變成藍晶石片岩，接觸變質帶內的紅柱石角閃岩也受到相似的變質，因而所含的紅柱石，變成藍晶石的簇晶而還保留紅柱石的假晶。這種礦物變換，充分說明了兩次變質的性質。花崗岩侵入體當然也會表現出二次變質作用的痕跡。在蘇格蘭一比一吋比例尺的第三十九號圖幅中，即有上述兩次變質的實例。在我國許多區域變質地區（如原西康東部丹巴、康定一帶，內蒙大青山，遼寧南部）內常有很多的早期基性小侵入體，四週往（下轉第30頁）

不是一個方向的壓力而是各個方向的壓力，這種壓力能夠征服岩石的堅固性。在這種條件下，岩石、礦物或晶體都變成可塑性的物體，即可以改變自己的形態而又不發生裂隙或斷裂。晶體的可塑性理論，蘇聯科學界現已研究得相當深刻。可以斷言，這一理論同大地構造學結合起來必將得出許多有價值的結論。

研究和解決這些命題，必須確定發生這一切類型的構造運動的原因。現在我們已經知道地球構造運動的若干動力：引起地球內部物質重力分異的重力；促進上述物質分解過程的放射性；地球內熱；同地球不均勻的運轉，同離心力的存在，以及同月球和太陽的影響有關的某些宇宙力。蘇聯地質學以及其他相鄰科學所獲得的成就都有助於通過正確的途徑來解決這一非常複雜的課題。

這篇文章所接觸到的僅是從事動力地質學工作的專家們所研究的各種問題中的一小部分，但是已經可以證明動力地質學對於研究地殼中那些為發展我國國民經濟所必需的各種岩石和礦物的形成和分佈性質具有重大意義。發現新煤礦、新油田和金屬礦的新儲量，以及它們的工業開採的可能性，在相當程度上都決定於地殼內部和表面所發生的各種地質作用的研究成果。但是動力地質學的實際意義還不限於此。動力地質學的資料廣泛地應用在大型水電站、運河、港口、鐵路、橋樑和其他工業及運輸建築物的設計和興建上。

蘇聯地質學家在解決如像開發生荒地和熟荒地這樣重要的任務時也對國民經濟有很大幫助。

汪鼎組 譯

（上接第十五頁）

往保存着一二公分寬的受了區域變質的接觸變質帶。

2. 區域變質後又經熱力變質的——這種現象與上述情形相反。如黏土質頁岩先經區域變質而變為藍晶石片岩，後來又受花崗岩侵入的影響而生成接觸變質帶，岩石中原有藍晶石（假晶）已為堇青石和紅柱石所交代而變為含有這兩種礦物的角閃岩，表示經歷了兩次變質，但接觸帶以外的岩石仍是藍晶石片岩，說明只變質一次。國外有這種實例。四川藏族自治區甘孜絨壩舍南打苦龍巴（藏語“龍巴”是山溝的意思）中受到輕微區域變質的板岩和板狀頁岩，又受花崗岩侵入的影響而變為黑雲母角閃岩，也是經歷了兩次變質的實例^②。在其他區域變質地帶內較晚侵入體的附近，都有找到兩次變質現象的可能。

3. 區域變質或熱力變質後又經動力變質的——由黏土質岩石受熱力變質生成的紅柱石角閃岩或受區域變質生成的雲母片岩（或鉄鋁石榴石雲母片岩或藍晶石片岩），在接近逆斷層或擠壓帶的地方，往往變為含有不定量的石英和長石的綠泥片岩。又如由基性火成岩受區域變質所生成的角閃岩，在逆斷層附近或擠壓帶中變為透閃石綠泥片岩。這些動力變質片岩帶的寬度一般決定於逆斷層的大小，在大逆斷層附近往往較寬，片理大致與斷層面或擠壓帶平行，有時片岩又具有摺扇狀或波紋狀構造，這些小的類似褶皺構造的軸面則與斷層面近於直交（圖9）。這些都是受了較高級變質後又經歷了退向變質作用的變質岩。

4. 經歷三次變質作用的——在上述第1、2兩種情況下，經歷兩次變質的岩石，如受到大逆斷層或猛

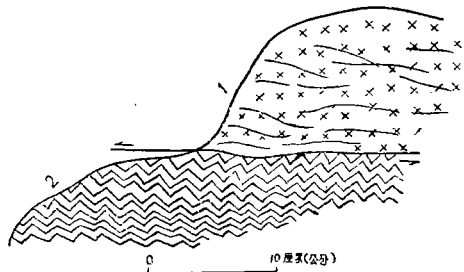


圖 9. 示意剖面圖，示片麻岩狀花崗岩（1）逆掩於綠泥石化的硬綠泥片岩（2）之上，前者具有切應面，後者呈摺扇狀構造，所含區域變質生成的硬綠泥石已大部受動力變質變為綠泥石

烈擠壓的影響，則在斷層附近及擠壓帶中又往往變為動力變質的片岩，因此表現了三次變質的象徵。它們的礦物成分決定於他們的化學成分（如黏土質岩石變為含有石英和長石的綠泥片岩）。這類實例還不多見。經過詳細研究確實證明經歷了三次變質的，如蘇格蘭以北的昂斯特島^③，該島的岩石一般受了中上級區域變質，後來部分經歷了中下級區域變質，最後又沿着一個大逆斷層却受到猛烈的動力變質。

（續完）

① 程裕洪：西康丹巴附近之區域變質帶，科學記錄第一卷，三四合期，頁五一—九一—五二六，一九四五年。

② 一九三九年程裕洪、崔克信、周德忠三人野外觀察。

③ Read, H. H., The Metamorphic geology of Unst in the Shetland Islands, Q. J. G. Soc. of London, Vol. 90, 1934 pp. 637—684.