

由岩類推估其工程性質

潘國樑

火成岩、沈積岩及變質岩的生成條件不同，其礦物成分、結構、構造、產狀等各方面的差異很大，因而不同類型的岩石有著不同的工程性質。工程師若能快速、簡易地鑑別不同的岩類，對於其工程性質即可概括的認知。

簡易鑑定岩石的方法基本上是根據岩石的外觀特徵，用肉眼及放大鏡等進行鑑別。

鑑定火成岩的方法，首先是顏色，其次是岩石的結構及構造，最後分析岩石的主要礦物成分。就顏色而言，首先看新鮮岩石整體顏色的深淺；火成岩顏色的深淺是岩石所含深色礦物(鐵鎂礦物)多少的反應。一般來說，從酸性岩(如花崗岩、流紋岩)到基性岩(如輝長岩、玄武岩)(超基性岩石分佈很少)，深色礦物的含量由少逐漸增多，岩石的顏色也由淺變深。火成岩的結構與構造特徵，是岩石生成環境的反應；如果岩石的礦物是粗粒或中粒的，可能是深成岩，如果是非常細粒，肉眼無法辨認的(班晶除外)，則為噴出岩；如果具有氣孔、杏仁狀或流紋狀構造，則為噴出岩無疑。最後則是分析岩石的主要礦物成分，即可確定岩石的名稱。

火成岩的工程性質主要與岩漿凝固時的環境條件有關。不同的成因條件，其結構、構造及產狀差別很大。岩石顆粒間的連結力也不相同。此外，組成岩石的成分也發生很大的影響。一般而言，深成岩質地堅硬、工程性質優良，其礦物顆粒粗大，且鑲嵌一起，岩性緻密，孔隙極小(除非受節理切割)，因此單壓強度很高，如花崗岩可達 120~200MPa。深成岩的岩體大、整體穩

定性好、是良好的工址，也是常用的石材。但深成岩抗風化能力較差，特別是基性火成岩中的暗色礦物，更容易風化，所以工程上應注意其風化問題。噴出岩的特點是孔隙率較大，且節理發達，岩石的強度與抗風化能力都不如深成岩。新鮮安山岩(分佈於台灣北部的大屯火山群與基隆火山群)的強度略低於花崗岩，可做良好工址及石材；新鮮玄武岩(澎湖盛產)十分堅硬，抗壓強度最大可達 260MPa，但需注意其氣孔及柱狀節理構造，多孔的玄武岩可作碎石道碴。

鑑別沈積岩時可以先從觀察其結構(即顆粒)開始，再結合岩石其他特徵，先分大類，再進一步分析，以確定其名稱。從沈積岩的結構特徵來看，如果岩石是由碎屑及膠結物兩部份組成，或者碎屑顆粒很細而不易與膠結物分辨者，如觸摸時有明顯砂質感的，一般屬於碎屑岩類的岩石。如果岩石顆粒十分細密，用放大鏡也看不清楚，斷裂面暗淡呈土狀，硬度低，觸摸時有滑膩感的，一般為黏土類的岩石。具結晶結構的可能是化學岩類(如石灰岩)。對碎屑岩的鑑別可先觀察碎屑顆粒的大小，其次分析膠結物的性質及碎屑物質的主要礦物成分。即根據碎屑的粒徑區分為礫岩、砂岩或粉砂岩；再根據膠結物的性質及碎屑物質的主要礦物成分，判斷所屬的亞類，並確定岩石的名稱。例如有一塊由碎屑及膠結物質組成的岩石，碎屑粒徑介於 0.25 至 0.5mm 之間，滴鹽酸起泡強烈，表示這塊岩石是鈣質膠結的中粒砂岩。進一步分析碎屑的主要礦物成分，發現這塊岩石除了含有大量的石英碎屑外，還含有

約30%的長石碎屑，由此可以確定這塊岩石是鈣質中粒長石質砂岩。

黏土岩最常見的有頁岩及泥岩兩種。它們在外觀上都有黏土岩的共同特徵，其中頁岩層理清晰，沿層理可分成薄片，風化後呈碎片狀；但泥岩層理不清晰，風化後呈塊狀。常見的化學岩主要有石灰岩及白雲岩。它們的外觀特徵都很相似，所不同的主要是方解石、白雲石及黏土礦物的含量有所差別。在鑑別化學岩時要特別注意對鹽酸的反應。石灰岩遇鹽酸會強烈起泡；泥灰岩遇鹽酸也起泡，但由於它的黏土礦物含量高，所起泡沫混濁，乾後常留有泥點；白雲岩遇冷鹽酸不起泡或反應微弱，把它碾碎成粉末之後，加鹽酸不但起泡，並常伴有嗤嗤的響聲。

沈積岩的工程性質受到兩大因素的控制，一是沈積岩具有成層構造，存在著異向性的特徵，且各層的厚度各不相同；二是沈積岩的岩類很多，它們的工程性質有很大的差異。各種碎屑岩一般較好，但膠結方式及膠結物成分對岩石強度之影響很大。矽質膠結一般堅硬緻密，且強度高；而鈣質、泥質膠結者稍差。礫岩質地堅硬、透水性好，邊坡可以站立陡直；砂岩的抗壓強度一般為 $80\sim140\text{ MPa}$ ，也是可靠的工址。黏土岩一般強度低、壓縮變形量大、浸水後容易軟化；若含有蒙脫石成分，還具有較大的膨脹性。黏土岩易形成軟弱夾層，導致岩石沿層面產生滑動。石灰岩及白雲岩強度較高，但多溶洞，造成漏水及塌陷。

鑑定變質岩時可先觀察岩石的葉理，根據葉理的有無可將變質岩區分為葉理構造或粒狀構造；再進一步根據葉理特徵及主要礦物，分析其所屬亞類，最後確定岩石的名稱。例如有一塊具有葉理的岩石，其中葉理特徵不同於板岩的板狀構造，也不同於雲母片岩的片狀構造，而是一種粒狀的淺色礦物與片狀的深色礦物斷續相間，並呈條帶狀分佈的

片麻構造；因此從外觀判斷，這塊岩石屬於片麻岩類。再進一步分析，淺色粒狀礦物主要是石英和正長石，片狀深色礦物是黑雲母，此外還有少量角閃石及石榴子石，由此可以肯定，這塊岩石是花崗片麻岩。

變質岩大都由火成岩及沈積岩在高溫高壓下變質而成，因此原岩的性質及變質作用的類型對其工程性質影響很大。一般情況下，原岩發生重結晶後，岩石的力學強度都較變質前相對提高。具有葉理的變質岩沿葉理方向強度低，垂直葉理方面強度較高。若葉理面含有大量的雲母或綠泥石，則其強度及抗風化能力顯著降低，沿葉理面方向容易產生滑動，不利於岩體穩定。具粒狀的變質岩，岩性均一，但岩石的成分不同，性質也有差異。例如石英岩的岩性堅硬質脆，抵抗風化能力強，岩塊抗壓強度可達 300 MPa 以上。大理岩硬度較小、具可溶性、抗壓強度一般為 $50\sim120\text{ MPa}$ 。

鑑定岩石主要靠了解它的礦物成分及結構與構造。岩石的礦物成分對岩石的物理及力學性質有直接的影響。例如石英岩的強度比大理岩高，是因為石英的強度比方解石高的緣故。又如石灰岩或砂岩，如果黏土礦物含量多時，強度就明顯降低，也是因為受強度低、抗水性差的黏土礦物影響的結果。按岩石的結構特徵，火成岩的礦物以鑲嵌方式聯結，其結合力較以膠結方式聯結的碎屑沈積岩要強、孔隙率要小、岩石強度要高，而且穩定性要大。岩石的構造，如具有葉理、層理、流紋者，垂直不連續面之抗壓強度大於平行不連續面；沿著不連續面方向易產生滑動。

岩石風化後孔隙率增大、密度減小、吸水性及透水性顯著增高，強度及穩定性也大為降低。岩石吸水後，一般來說，其強度會降低，尤其對泥質岩類及特殊岩類（如石膏、岩鹽等）的影響特別顯著。