

矽裡乾坤特展： 二氧化矽的 礦物世界

文·圖—何恭算、鍾坤煒

矽在地殼的含量僅次於氧，高居第二位，兩者結合形成的二氧化矽礦物中，以石英含量最為豐富。石英佔地殼組成約12%，僅次於長石，是許多火成岩、沉積岩和變質岩的基本組成。

石英的類別

石英晶體用肉眼即可分辨者，稱為顯晶質石英，其中結晶良好且透明度佳的為水晶。許多水晶因含有微量呈色離子而具有不同顏色，紫水晶、黃水晶(圖1)、紫黃晶、煙水晶、薔薇石英等是常見的品種。石英家族除了各色水晶外，還有許多變種，這些變種包括隱晶質石英、含有內含物的石英、石英假晶，以及含水二氧化矽等四大類(余樹楨, 2009)。它們是在二氧化矽結晶過程中，或因外界物質的介入，或因水溶液中二氧化矽的濃度、溫度等化學、物理的因子變化所造成。



圖1 產自南非的黃水晶(張介宇攝)

石英的變種

隱晶質石英：晶體很小，需要透過顯微鏡才能分辨個體，具纖維狀的玉髓和粒狀的碧玉與燧石均屬之。玉髓因內含物不同往往造成顏色上的差異，例如：藍玉髓含微粒矽孔雀石或少量銅離子、紅玉髓含氧化鐵、綠玉髓則具有含鎳之綠色礦物(圖2)。此外，玉髓若具帶狀組織者，則稱為瑪瑙。瑪瑙主要是在中性及基性火山岩和凝灰岩的氣孔或裂隙中，被沁入的二氧化矽膠體所充填，再經不含水層與含水層逐層分離後固化所形成。由於膠體是層層結晶，且各層所含呈色離子的種類與濃度有所變化，以致出現顏色各異或深淺不一的帶狀紋路。一般瑪瑙紋路的寬度不一，但大致與晶洞形狀平行。晶洞有些完全被瑪瑙填滿，有些則中央留有空洞且有水晶形成(圖3)。



圖2 色澤優美的綠玉髓可作為寶石之用(張介宇攝)

含有內含物的石英：乃是在結晶過程中夾雜其他礦物在石英晶體內，其中以金紅石、電氣石、陽起石等針狀或片狀礦物較為常見，另有方解石、白雲石、板鈦礦、輝鈉礦、方鉛礦、赤鐵礦、針鐵礦、斜矽鉛銅礦等，而夾雜鱗片狀的棕黃色金雲母，稱之為耀石英或砂金石。石英內除了晶體較大的礦物外，還往往包裹一些細微內含物，例如：含有綠泥石且

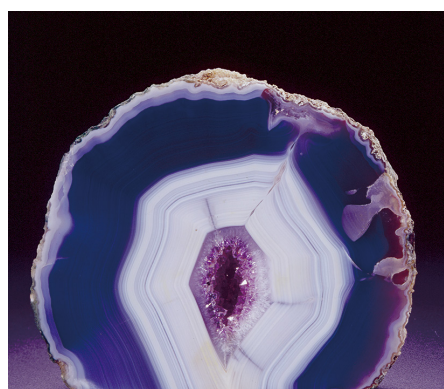


圖3 瑪瑙帶狀紋路大致與洞壁平行，中央處有紫水晶結晶



圖4 含有赤鐵礦內含物的橘色石英(張介宇攝)

層層相疊的鬼影石英，而有些狀似飄浮幻影的綠幽靈；含有鈣鐵輝石的綠石英；含有赤鐵礦而呈亮麗高雅的橘色水晶(圖4)；同樣是赤鐵礦內含物，有些狀似柔軟毛髮者，稱之為兔毛水晶，以及含有大量赤鐵礦呈磚紅色的碧玉。至於藍色石英的內含物種類則更為多樣，雖然以鈦鐵礦及金紅石居多，但是巴西及瑞典一些地區是含針狀電氣石；奧地利Salzberg地區是含針狀青石棉；西班牙Antequera地區則是內含鈣磷綠泥石(Aerinite)。

石英假晶：假象晶體簡稱假晶，乃是礦物受到熔體、高溫熱液或地下水溶液等影響產生化學反應，若成分被熔體或溶液內某些元素所取代，轉變成另一種新礦物，但是仍維持原礦物的晶形稱之。虎眼石屬於石英假晶的一種，它原是藍色的石棉(也稱青石棉)被地下水中的二氧化矽所取代，但原有的纖維組織仍保留下來。因此，當轉動虎眼石晶體時，它那具有如眼睛般靈活轉動的線條，乃是保有青石棉纖維構造的緣故。從青石棉被二氧化矽取代程度及氫氧化鐵(通常是針鐵礦)雜質混入狀況，可分為虎眼石、鷹眼石及斑馬石。二氧化矽取代程度高且氫氧化鐵雜質混入多者，常呈棕黃色條紋的是虎眼石(圖5)；若二氧化矽取代程度低且沒有氫氧化鐵混入而殘存一些藍色青石棉者是為鷹眼石；若兼具虎眼石及鷹眼石特徵並相互交替出現者，稱為斑馬石。

含水二氧化矽：代表礦物是蛋白石，其內的二氧化矽常以1500埃(1埃=10⁻¹⁰公尺)到3000埃之間的小圓球形式存在，若在適合的環境下生長，這些二氧化矽圓球會呈規則性的排列。因此，當受到波長4000至7000埃的可見光照射時，因產生繞射而顯現出顏色來(圖6)。蛋白石有許多顏色，其中具有彩斑特性之貴蛋白石最受人們青睞。當轉動貴蛋白石時，由於改變可見光的入射角度，經繞射後便會呈現出五彩繽紛的色彩。

石英的同質異構物

自然界的二氧化矽礦物以石英為主，多數石英是在573°C以下結晶而成，這類的石英又稱為低溫石英或α石英，晶形以長柱狀居多。如



圖5 棕黃色條紋的虎眼石手環

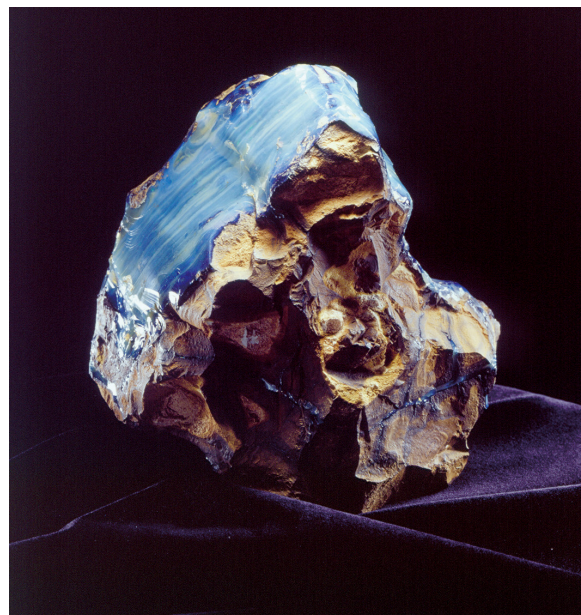


圖6 產自澳洲南部的蛋白石充填在巖岩裂隙中(張介宇攝)

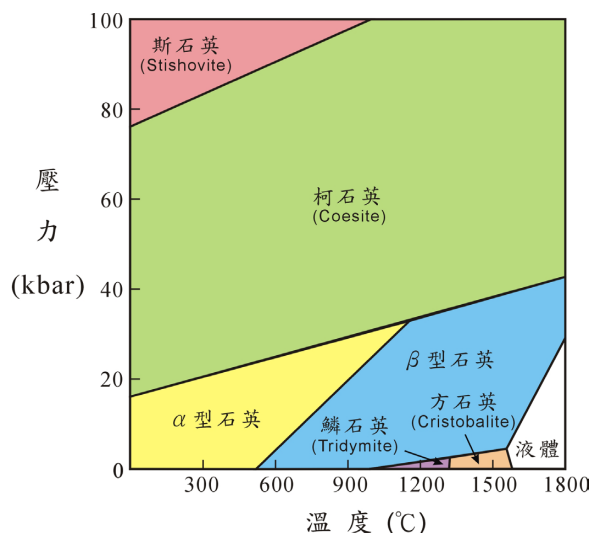


圖7 石英及其同質異構物的穩定溫壓範圍

果是在573°C到870°C環境下結晶者，晶體往往由上下兩組六方錐面形所組成，稱為高溫石英或β石英。然而若二氧化矽在溫度更高或壓力更大的環境下結晶時，往往會形成與石英成分相同但結構不同的同質異構物。這些礦物包括在高溫下形成的鱗石英和方英石，以及高壓環境下結晶的柯石英和斯石英(圖7)。根據實驗結果顯示，形成柯石英所需壓力至少25 Kbar，斯石英所需壓力則在100 Kbar以上。因此，這些極端高壓環境下形成的礦物，在地表主要出現在高壓變質帶或受到隕石超高速撞擊的區域。

結語

石英及其變種，加上石英的同質異構物，共同建構出二氧化矽礦物的多樣世界。想一窺石英及其變種的形形色色，「矽裡乾坤—水晶與琉璃特展」有超過250件的奇珍異寶，供您一探究竟、仔細欣賞。