



順治青花盤 (左) 及康熙青花蓋罐

瓷石和高嶺土的燒結效果略說

作者：黃艾

瓷友都知道，元代以後，製瓷都用二元配方，即以瓷石和高嶺土混合使用。瓷石的礦物成份包括石英、長石、絹雲母和高嶺石等；其主要化學成分為70%二氧化矽 (Silicon dioxide SiO_2)、20%氧化鋁 (Aluminium oxide Al_2O_3)、其餘為氧化鈉 (Sodium)、氧化鉀 (Potassium)、氧化鐵 (Iron)、氧化鈣 (Calcium)、氧化鎂 (Magnesium) 等。瓷石通常呈灰色，粉碎加水後，具有一定的可塑性和乾燥強度，在 $1200\text{-}1300^\circ\text{C}$ 的溫度下燒結即可瓷化。



瓷石

瓷石的優劣，主要取決於瓷石風化後所殘餘的礦物類型和數量。當入窯時，瓷石在400-700°C之間開始失水膨脹，當加熱到1050°C以上時，白雲母以微聚晶狀出現絲狀光澤的絹雲母 (Sericite $KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$)，並開始熔融玻化 (Vitrification)，瓷石亦開始收縮，隨著溫度的提高，逐漸增強緻密度，氣孔逐漸減少，到1250°C左右，瓷石達到了最緻密的瓷化狀態了。



高嶺土原料

高嶺土亦即瓷土，主要礦物成分是粘土。因在景德鎮以東40公里的高嶺山發現遂以地名之。高嶺土是鋁矽酸鹽 (Aluminosilicates) 類岩石風化而成的粘土，主要的化學成分為氧化鋁、氧化矽，含少量的氧化鐵、氧化鈣、氧化鎂、氧化鉀、氧化鈉和氧化錳 (Manganese)。高嶺土呈白色，灰、淺灰等色，含三氧化二鋁甚高；其燒結瓷化溫度約為1350-1400°C。



康熙琺瑯彩碗

高嶺土的組成，大約為三氧化二鋁(Aluminium oxide Al_2O_3) 39.5%，二氧化矽(Silicon dioxide SiO_2) 46.54%，水 13.6%。但一般的高嶺土或多或少含有雜質，所以高嶺土必需經淘洗後才能使用。高嶺土受熱，在 $100^\circ C$ 以上，排除吸附水，加熱到 $450^\circ C$ 以上，高嶺土的結構水開始脫水過程。繼續加熱，高嶺土轉化成高嶺石，進一步反應，形成矽鋁尖晶石 (Spinel)。繼續加熱到 $1100^\circ C$ 左右，矽鋁尖晶石逐漸失去晶格中的二氧化矽，形成過度的莫來石，繼續加熱，再失去二氧化矽，才燒結成為優質耐火的莫來石 (Aluminium silicate $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$) 結晶體。整個過程是使瓷器具有強度、耐熱、和造型穩定特性的關鍵。



英國大維德基金會藏重要瓷器圖錄