



高嶺土礦場

三談高嶺土 - 兼談二元配方

作者：黃艾

廣義的二元配方，就是在製瓷原料瓷土裡加入高嶺土。使瓷胎從單一的原料變為複合原料，利用高嶺土的可塑性、粘結性、懸浮性和結合能力，賦予瓷泥有利於拉坯及注漿的成形能力。

陶瓷考古學者曾將唐、宋迄清的各種陶瓷樣本檢測，發現屬於五代的樣本中有多於一種的瓷石物質，而且氧化鋁 (Aluminium oxide Al_2O_3) 含量特高，所以曾被學者認為二元配方始於五代 (907-960)。但主流研究認為雖然高嶺土含高氧化鋁 (Aluminium oxide Al_2O_3) 成份，但氧化鋁成份稍高的元代樣本，是使用了上層風化層瓷石的結果，是偶然性。而實際上麻倉土只在元代 (1271-1368) 才開發，已故景德鎮陶瓷考古研究所劉新園及白錕已在其《高嶺土史考》中闡明此點。麻倉土的使用年代不會早於「浮梁瓷局」設置之年，即1278年，但也不會晚於1322年。而高嶺土的開發，則在萬曆 (1573年-1620) 年間，而進一步成熟則於明末清初。所麼瓷友對二元配方始於元代之說毋庸置疑。



五代越窯青瓷官款雙系罐 (左) 及五代越窯刻花出筋雙系瓶 (右)

世界優質高嶺土，除我國六大高嶺土礦區，即湖南衡陽縣界牌鎮、廣東茂名地區、福建龍岩、江蘇省蘇州陽山、廣西合浦、與及北方煤系高嶺土區有產外，世界各地都有發現和出產，包括以前有談過，其實香港也有高嶺礦。在眾多產區中，以美國、巴西、捷克、德國、土耳其、烏克蘭、烏茲別克等國家皆量大質高，全世界年產量約為 5000 萬噸。但世界最大的高嶺土生產商，不在中國，而是巴西的 ECC 礦務公司，總年產量 700 萬噸，但在 1999 年時被總部位於法國巴黎、在 1880 年成立的伊瑪利 (Imerys) 礦產公司以 7.56 億英鎊收購了。



保定市出土元青花海水龍紋八棱梅瓶 (左) 釉裡紅貼花蓋罐 (右)

高嶺土的化學成份，含三氧化二鋁 (Al_2O_3) 39.5%，二氧化矽 (Silicon dioxide SiO_2) 46.54%。二元配方在功能上為在瓷泥中增加了三氧化二鋁的含量、減少了二氧化矽的含量，從而提高了瓷器的燒成溫度。而二元配方原料在 1700°C 以下都不會軟化。因為高嶺土加熱後脫水轉化成高嶺石，再進一步反應，形成矽鋁尖晶石 (Spinel)。繼續加熱，矽鋁尖晶石便逐漸失去晶格中的二氧化矽，形成過度的莫來石，再繼續加熱，再進一步失去二氧化矽，才燒結成為優質耐火的莫來石 (Aluminium silicate $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) 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。而二元配方的使用，亦就造就了後來的成化和雍正二朝的瓷器。



萬曆五彩記龍紋出戟尊 (左) 及蓮池紋蒜頭瓶 (右)

除了「二元配方」中要用到高嶺土外，在傳統的燒柴窯作業，也需要用到高嶺土在胎坯裝匣鉢入窯之前，在匣鉢底部的墊片便要抹上高嶺土。為防止瓷器與匣鉢之間粘連，尚要在匣鉢口及底邊抹上高嶺土漿，再灑上一些高嶺土、老糠灰等，才進窯燒製。

陶瓷行業雖然是最早使用高嶺土的行業，但其實應用率僅佔世界總產量的31%，最大量用家為造紙和塗料行業，佔45%；玻璃纖維業用6%；水泥業用6%；橡膠和塑膠業為5%；顏料業3%等。



首都博物館藏成化斗彩葡萄紋杯一對

很多瓷友認為選用高嶺土，必以研磨極細為上選，但實際上卻是以白度和亮度為先決。白度是高嶺土工藝性能的主要參數之一，高嶺土越純白度越高。高嶺土的夠不夠白，與其所含的金屬氧化物或有機質有關。例如含氧化鐵 Fe_2O_3 的呈玫瑰紅、褐黃色；含二價鐵 Fe^{2+} 的則呈淡藍、淡綠色；含二氧化錳 MnO_2 者則呈淡褐色。含其他有機物，則會呈黃、灰、青、黑等雜色，從而降低了高嶺土的自然白度，其中鐵、鈦等礦物更會影響煨燒白度，使瓷器成品出現色斑或熔疤。



台北故宮藏雍正十二年琺瑯彩五色牡丹紋碗一對

陶瓷工藝規定烘乾 105°C 為自然白度的分級標準，煨燒 1300°C 為煨燒白度的分級標準。白度則以白度儀測定。白度儀 (Whiteness Meter) 是測定物品白度的專用儀器，我在我的本業紡織業應用很多，為將待測樣本與標準樣的波長光反射率進行對比，從而得到白度值，例如結果為白度值 80，表示檢測樣本的反射率達標樣的 80%。白度儀亦而適用於測驗瓷土、高嶺土、釉藥、石灰、滑石粉、塗料等陶瓷相關產品。



白度儀二款