

●教育部審定●

工藝材料

陶瓷 ●

謝志賢 編著

正文書局



唐彥忍 網紋陶瓶 24cm



楊文寬 陶作 42 x 21.5cm



謝志賢 綠釉扁壺(高21センチ)

●教育部審定●

工藝材料

陶瓷 ●

謝志賢 編著

正文書局



綠釉扁壺

本書圖、文呈內政部註冊不得翻印複印仿製
或以其他方法侵害著作權追究到底決不寬待

七十八年九月一日出版

教育部審定

工藝材料—陶瓷

編著者：謝 志 賢

發行人：黃 開 禮

發行所：正文書局有限公司

台北市重慶南路一段105號

電話：(02)3813712

郵局劃撥帳號：0005961-3

印刷所：正文書局有限公司

經銷處：正元圖書有限公司

NT.\$： 元

正文書局有限公司暨黃開禮君 ● 法律顧問 / 李在琦大律師
正元圖書有限公司暨黃志強君 ● 法律顧問 / 桂公仁大律師

目錄

●第一章	坯體及其原料	1
第一節	可塑性原料	3
•	彩色圖片	17
第二節	非可塑性原料	31
第三節	熔融性原料	33
第四節	陶瓷坯土的調配	35
第五節	本地常用的坯土	45
第六節	黏土的測試	51
●第二章	釉及原料	55
第一節	釉之化學組成及分類	57
第二節	釉的原料及在釉中之作用	60
第三節	釉式之換算	64
第四節	釉的性質	71
第五節	特殊釉的效果與成因	75
第六節	本地常用釉的原料	94
第七節	釉的測試	99
●第三章	陶瓷裝飾材料	103
第一節	化粧土	105
第二節	色料	112

第三節	釉內彩色氧化物	115
第四節	釉下彩	121
第五節	釉上彩	127
●第四章	陶瓷材料的特殊要求	141
第一節	藝術陶瓷材料	146
第二節	食具材料	147
第三節	建築材料	153
第四節	衛生器皿材料	156
第五節	特殊陶瓷材料	158
附錄一	常用原理化學組成及分子量	159
附錄二	測溫錐表	162
參考書目		

1

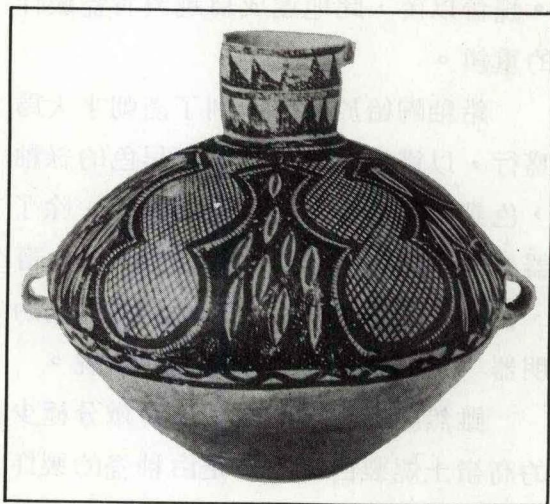
坯體及其原料

第一節 可塑性原料

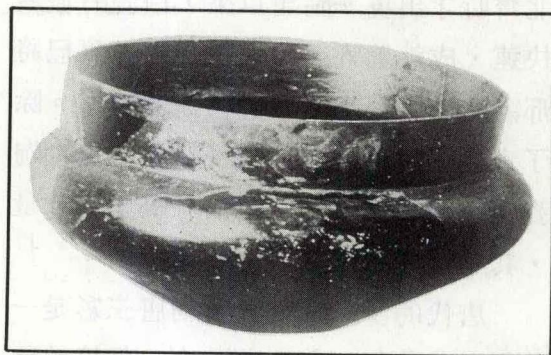
一、引言

一團柔軟的黏土加水調和，塑成所要求的形狀，乾燥後經火焙，燒結成堅硬的器皿就是陶器。陶器的發明是人類文明史上劃時代的表現，中國遠在七千年前新石器時代已經開始燒製裝飾幾何線條的陶器。自民國廿一年河南省澠池縣仰韶村發現了彩陶以後，在我國古代文化搖籃的黃河、長江流域陸續地出土了大量不同時期、不同性質的陶器，展現了史前時期各地特有的製陶風格，以及它們相互間傳承影響的關係。順著時序的發展，彩陶、黑陶、灰陶、白陶可以說各具特色。

商代中期開始，製陶技術的提昇，原料的選擇淘鍊，窯爐結構的改進，已可燒成高達攝氏一千度的高溫陶，在燒結過程中，窯內揚起的柴灰附著器表，形成了自然釉——石灰釉，於是根據這種經驗發展出人工灰釉，產生了所謂「原始瓷器」，也就是瓷器的前身。陶器的造形不外尊、罐、豆、盆，多以實用為主，商周時期的釉陶也往往模仿青銅禮器的形制，春秋戰國時期，陶器甚至也吸取了銅器鑄鑄、漆器彩繪的花紋作為裝飾。



史前 半山式斜格瓢形紋壺



史前 龍山式黑陶罐



秦俑出土的現場

4 工藝材料—陶瓷

釉陶以江、浙一帶發現較多，由於當地高嶺土的蘊藏量豐富，頗適於燒製。魏晉以後，此地遂成為越窯青瓷製作的重鎮。

鉛釉陶始於戰國，到了漢朝才大為盛行，以鐵呈色的褐釉，銅呈色的綠釉，色調鮮明亮麗，造形範圍擴大，除了器皿之外，陶塑佔了相當的比重。人、畜、禽鳥、房舍無一不具，雖為陪葬用的明器，但亦可窺見漢代生活的風貌。

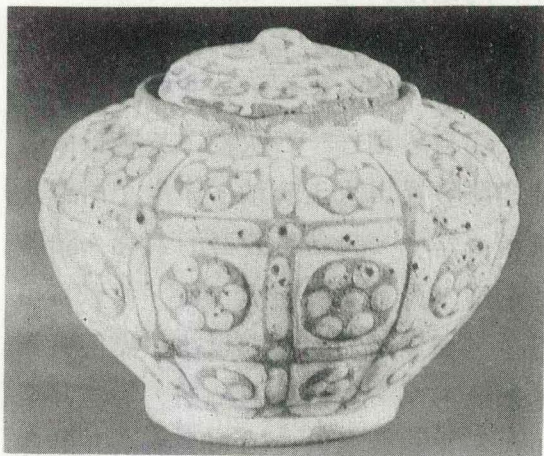
雖然殷商時代已知利用含鐵分極少的高嶺土燒製白陶，但是白釉瓷的製作却是奠基於青瓷燒製成功的基礎上，在北齊時才出現。隋唐以來，白瓷的發展快速，成就驚人，中唐陸羽茶經裏已將邢窯的白瓷與越窯青瓷相提並論了。除了青瓷、白瓷之外，魏晉以來，黑釉陶瓷在一般日常生活中也佔有很大的分量，其中以德清窯燒製的最享盛名。

唐代的多彩陶器，俗稱唐三彩是一種低溫鉛釉陶，以銅、鐵、鈷、錳等元素的礦物為發色劑，鉛白為助熔劑，約在攝氏八百度的低溫燒成。唐代有厚葬之風，因應這種需要，遂製成各種生活中使用的器皿、儀仗，大凡家具、牲畜，以致亭臺甚至人俑、天王俑，包羅萬象。由於彩陶器的絢麗多彩，及其造形技術的高超表現，不難看出盛唐工藝的水準。

到了宋代王室講究精緻文化，提昇藝術層次，刺激了陶瓷製作的進步，一



秦 武士俑

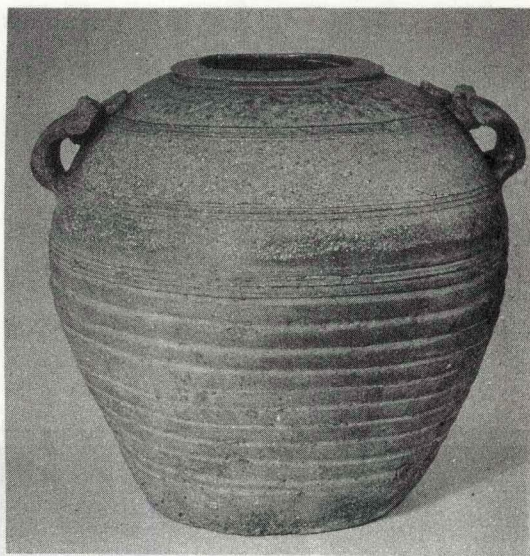


周代 彩釉珠紋蓋罐

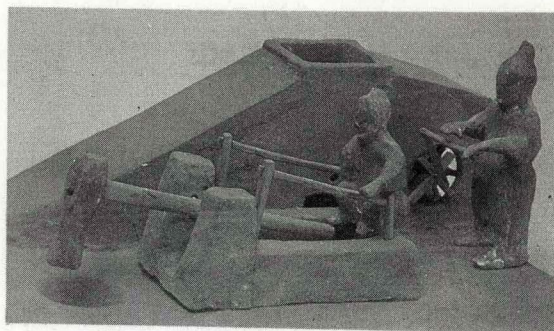
時名窯迭出。由唐入宋，定窯接替了邢窯，龍泉承襲了越窯，白瓷、青瓷的燒造在質與量方面，皆能更上層樓。另有官窯、汝窯、哥窯、鈞窯的燒製，亦是造形莊重、釉色雅緻，達到圓熟之境。江西景德鎮的瓷業，此時亦邁入盛產的行列，影青、白瓷各具特色，磁州窯系列的產品，行銷遍及北方，黑地白花或是白地黑花，皆天趣活潑，生意盎然，表現了民間的風格。黑釉瓷的產製則以福建的建窯和江西的吉州窯為最著名。

迄至元朝，製瓷業的發展以景德鎮御窯廠成立，從此景德鎮在陶瓷生產界的中心地位益形鞏固。御窯專供燒造宮廷使用的器物，製作精巧，無物不備，出品皆著以皇帝的手款，且以手款相稱。明代官窯除了繼續燒造傳統的單色釉、青花瓷之外，歷朝亦迭有創新，如永樂窯的半脫胎，宣德窯的霽紅，成化窯的鬥彩，弘治窯的嬌黃，萬曆窯的五彩等皆名重一時，在明代陶瓷發展史中有代表性意義。

清代前期，康熙、雍正、乾隆三朝，朝廷對景德鎮御窯廠的督陶官選派慎重，一改明代以宦官兼領的陋規，因此更促進了技術的進步，踵繼元明遺緒，精益求精，萃工呈能，無不盛備，我國製瓷業至此達到巔峯。粉彩、琺瑯彩的應用，絢麗燦爛，精瑩純全，是為清瓷特色之一。



東漢 灰陶青釉獸耳弦紋罐



後漢 明器城堡模型

6 工藝材料—陶瓷

土器、陶器、瓷器都屬於 Ceramics 之範圍，而現代科技進步，已發展到特殊瓷器即 New-Ceramics，即是應用陶瓷在各種工業、電子、國防、航空等科技上，使陶瓷在傳統運用之餘，更開創出另一個新的境界。臺灣目前的陶瓷工業，已有長足的進步，但在藝術陶瓷方面

，除了仿古陶瓷，其他仍然未達固定之水準，如玩偶方面完全處於加工階段，不能開發自己的產品似的。在花瓶、花器方面，脫離不了仿古的傳統。因此改善之道在於進一步提高生產技術水準，注重造形上之設計，創造特色，才能在國外有競爭之能力。



秦 仕女俑

二、黏土的特性

陶瓷器是天然礦物，即岩石與黏土所製作出之器物，而全球陸地表面，幾乎全為岩石與黏土。因此製作陶瓷器，若不限制陶瓷器之顏色與燒成溫度，則任何一個地方之泥土，都可以做成陶瓷

器。陶瓷器的種類非常多，各種類所使用的黏土，視其需要而有所不同。因此要製作白色瓷器，其條件是土要白，溫度要高，而什麼樣的黏土適合此條件？作紅磚的黏土能使用嗎？由此我們可以清楚的了解，如何選擇適當的泥土，是非常重要的問題。另一方面對於使用黏土之前的處理過程也很重要，提出以下例

子做為參考。

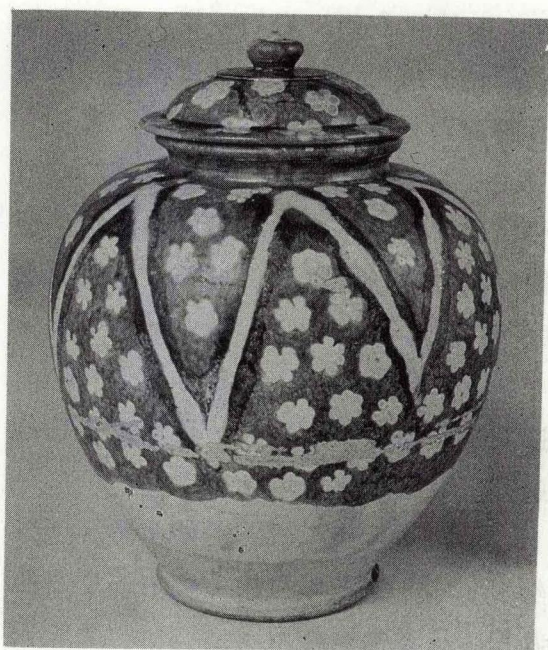
製造紅磚用的泥土在露天堆積如山。這原料黏土堆在露天，經由日曬、雨淋經過長久的時間才能使用。因為黏土中含有水溶性的鹼、鹽類或有機物及雜物等，而此成分對製造紅磚有不良影響。因此黏土最好經由日曬、雨淋。雨水可溶解黏土中之鹼、鹽類，日曬可風化、分解有機物及其他雜物，經長期之作用才可以供製造紅磚之用。

另一個以日本為例。某陶瓷廠使用的黏土都是上一代所留下的，即現在所使用的黏土就是他的父親或祖父時代所留下的黏土。故黏土放得愈久，其黏性愈大，亦就是黏土的性質會改善。黏土若以口嚐有苦味或鹼味，是含有鹼土類金屬及鹼類，此黏土不能作製造陶瓷用原料；若黏土有臭味，是土中含有有機物腐蝕所成，此黏土亦不能作製造陶瓷器用原料。所以製造陶瓷器必須多方面研究或試驗，才能製造理想的陶瓷器。

三、黏土之來源

1. 環境的變化

地球的表面是由各種岩石類，如火成岩、堆積岩、變成岩等所構成之地殼。此岩石受風化作用、堆積作用、續成作用、熱水作用等逐步形成各種岩石。



唐 三彩花紋蓋罐



後漢 灰陶說書鼓吏俑

8 工藝材料—陶瓷

(1)風化作用：岩石受風、雨水、氣候變化、植物、細菌等因素使岩石變質分解的過程，稱為風化作用。

(2)堆積作用：地球地殼的岩石受風化作用變質，分解的岩石，變成小塊物經風、雨水使之移動而堆積在海底、湖底、河底等形成堆積，稱為堆積作用。

(3)續成作用：受堆積作用之岩石，逐漸沉埋在更深的水底，再變成岩石的過程，稱為續成作用。

(4)熱水作用：岩石受地下熱、地下熱水、地下噴氣之作用，使岩石變質的過程，稱為熱水作用。

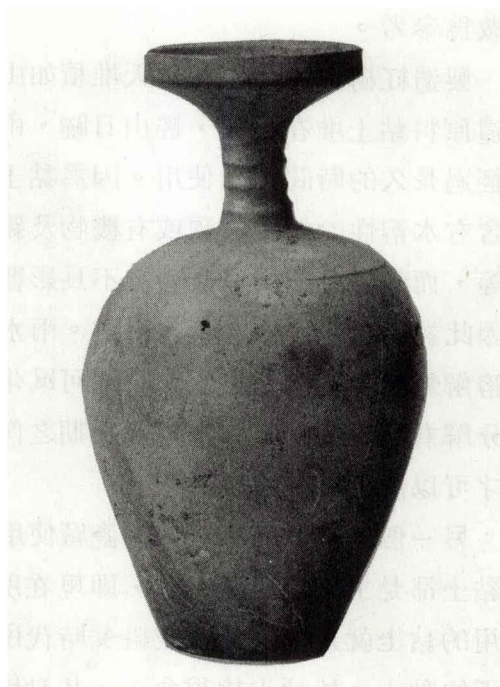
2.花崗岩

花崗岩是火成岩由風化作用變質而成。花崗岩有半透明、白色不透明、黑色等三部分。

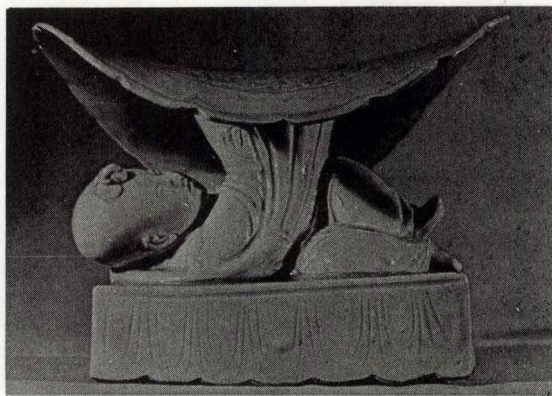


3.火成岩變成黏土礦物之過程

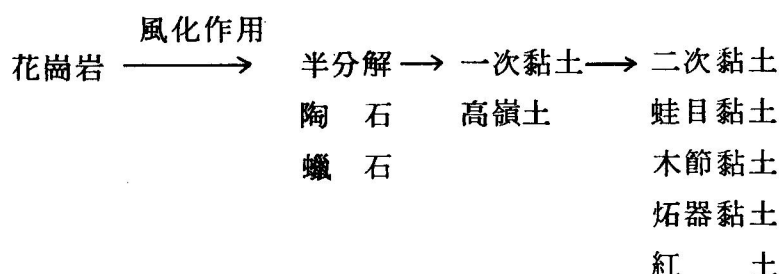
陶瓷器原料用黏土是火成岩，即花崗岩受風化作用變成的黏土礦物。



唐 白釉瓶



宋 定窯 磁蓮葉童子枕



花崗岩由風化作用的半分解物生成礦物有陶石及蠟石。半分解物由雨水、流水等作用生成的礦物，即是一次黏土。一次黏土再由雨水或流水流到較遠的地方堆積，則變成二次黏土。

一次黏土：一次黏土的粒子較大，鐵分、有機物及其他雜物較少，耐火度高，燒成物白色，可塑性較小。

二次黏土：二次黏土的粒子較小，黏土成分較低，鐵分、有機物、鹼、鹽類及其他雜物較多，故耐火度較低，燒成物呈黃色、紅色、褐色、黑色等。

四、黏土的組成及用途

我們依黏土的組成及用途……等因素分類，黏土的種類如下：

1. 高嶺土——瓷土(Kaolin)

此為中國高嶺土的術語，又稱瓷土；英國中之陶土(China clay)亦即此意。其礦物組成分子式為 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ，在自然界中產量稀少，但深為陶藝家所喜愛，因為高嶺土是製造潔白瓷器不可缺少的材料。我國公元前二百



南朝 青釉蓮花尊

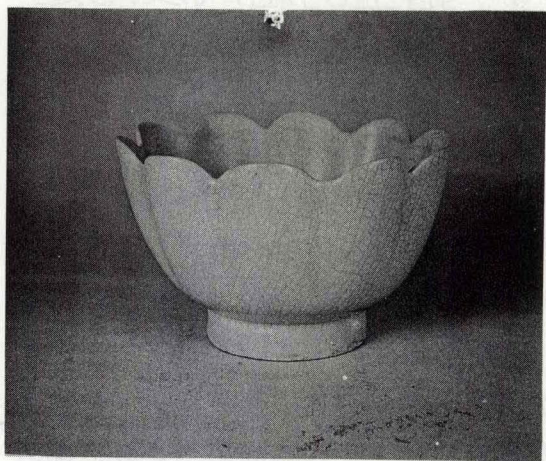
年的漢代即以白色的高嶺土作為主要材料，製作白色的陶器；在公元六百年即能控制窯溫達到攝氏一千二百度以上，使用高嶺土為主要材料，製作半透明之白瓷，較歐洲製造瓷器要早一千二百年，故高溫窯發展的技術相當成功。

高嶺土是長石經風化遺留原址的一次陶土，比一般沉積陶土分子較粗，而且黏性亦較差。好的高嶺土是不含鐵質等不純物，高嶺土在自然界中，多存於礦穴中，而非疊層礦床。常與長石、石英、石片等混合在一起。挖掘高嶺土時，是需要有一連串沉澱水池，再以高壓水流沖激礦床。細微分子隨水流入沉澱池，較粗的分子則沉澱在前面的沉澱池，愈在後面的水池分子愈細，品質愈佳。北投近郊嘎嘮別陶土開採完全類此，是以水從高處沖洗土礦，用一連串水池來沉澱，最前面沉澱池分子太粗不堪使用，中間水池陶土多作為製馬賽克用，最後面較細的陶土才是作為製造花瓶類的主要黏土。

高嶺土的化學成分與分子式所列相似。高嶺土耐火性高，熔點在攝氏一千八百度以上，一般很少單獨使用，因其太耐火，很難燒成堅硬、緊密的東西，而且高嶺土缺乏黏性很難成形，多是加入較富黏性的土混合使用。但我國高嶺土獨具有良好的黏性，是他國產品所不能相比的。



唐 三彩仕女俑



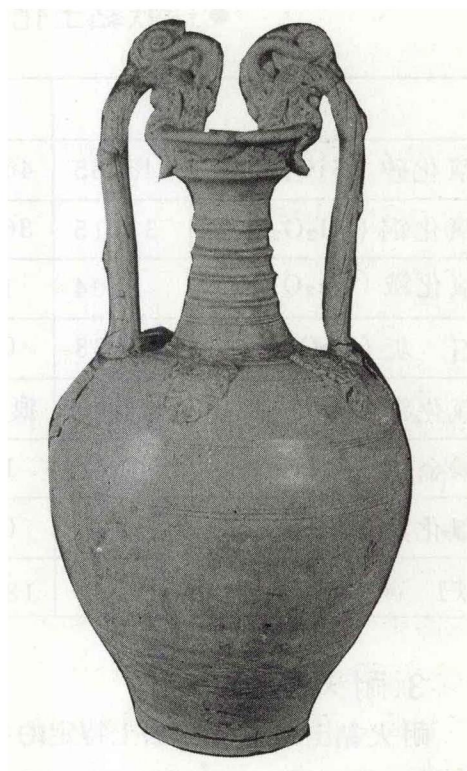
北宋 汝窯粉青蓮花盃

2. 球狀黏土

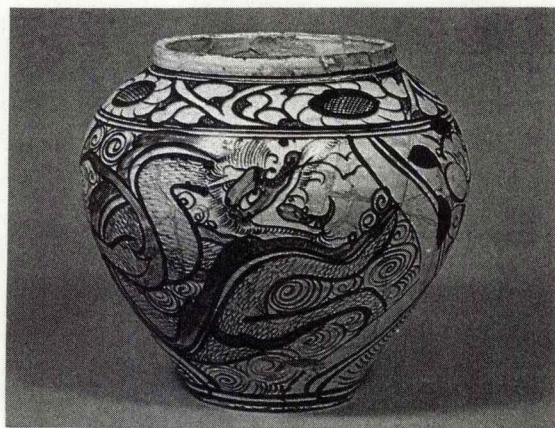
球狀黏土名稱的由來，據說是在開採時，須將濕土做成球狀，以便滾上搬運的車輛，因而得名。其後凡是性質和它相似，都統稱這個名字。

球狀黏土是漂積的二次黏土，多為成層礦床，常和煤層重疊，黏性強，在潮濕狀態時成形困難，鑄形及壓濾幾不可能，因為有一層緻密的薄膜，使水不易通過。球狀黏土不如高嶺土的純淨，但所含鐵分及其他礦物雜質仍是較少的，燒成後呈淡灰或鵝黃色，燒至 1300°C 時，變為緊密，其燒成收縮率大，有達百分之二十者。本黏土常呈深灰色，因其含有碳的緣故，但在燒成時，使用前應將其篩出。

球狀黏土單獨使用的機會亦不多，通常是借重它的特性，混入其他陶瓷原料中，提高工作的可塑性，例如高嶺土的黏性不足，就常需要加入球狀黏土以克服困難，但用量最好不要超過15%，以免影響白瓷的色澤，在瑯瑯及釉漿中加入球狀黏土，利用其浮動力，可使非可塑性成分懸浮而不下沉。茲列舉四種球狀黏土的化學成分如下表：



唐 明器白釉龍耳瓶



元 白地黑褐繪花龍紋大罐

●球狀黏土化學分析表

	1	2	3	4
氧化矽 (SiO_2)	46.85	46.87	48.99	45.57
氧化鋁 (Al_2O_3)	33.15	36.58	32.11	38.87
氧化鐵 (Fe_2O_3)	2.04	1.14	2.34	1.14
石 灰 (CaO)	0.33	0.40	0.43	痕 跡
氧化鎂 (MgO)	0.40	痕 跡	0.22	0.11
鹼金屬 (KNaO)	0.71	1.60	3.31	0.16
氧化鈦 (TiO_2)		0.43		
灼 減	16.48	13.18	9.63	14.10

3. 耐火黏土

耐火黏土並非某種黏土特定的名稱，凡黏土其熔點在 1500°C 以上者，均可被稱為耐火土，通常分為可塑性耐火黏土和石英質耐火黏土。

可塑性的耐火黏土可能是高嶺土質的、矽質的或礬土質的，其可塑性自最強的球狀黏土至可塑性確能成形者均包括在內。石英質的耐火土，其可塑性甚差，常須摻和有黏合性的其他原料，以便成形。耐火土之所以能抗熱，表示其土質較純，大多數耐火土燒成後呈棕色或深棕色斑點，那是由於鐵質原料的集中。

耐火黏土的製成品用途甚廣，可製耐火磚、匣鉢、玻璃熔罐、坩堝、耐火水泥等，也可以用以製造測溫錐和封閉



隋 青瓷貼花鳳首瓶