



中 華 文 庫

初 中 第 一 集

陶 瓷 工 藝

馬 育 麟 編

中 華 書 局 印 行



中華文庫
初中第一集
陶 瓷 工 藝 (全一冊)

◎ 定價國幣二元二角

(郵運匯費另加)

馬 育 麟

李 虞 杰
中華書局股份有限公司代表

上海澳門路八九號
中華書局永寧印刷廠

各埠中華書局

陶瓷工藝目次

一	總說	一
	陶瓷工的意義・我國陶瓷業的歷史與概況	
二	原料論	四
	粘土的由來與種類・粘土對於水熱及藥物所起之作用・石英・長石	
三	原料之採取與精製	八
	檢土・粉碎・補正・水簸・練土・貯藏	
四	原料的試驗	一九
	粘性的強弱・乾燥後的收縮	
五	坯型製造的幾種方法	二一
	手造法・型造法・轆轤造法	
六	坯地的乾燥和釉藥的研究	四九
	坯地的乾燥法・釉藥的種類及性質・釉藥的原料及配合・色釉的調製・熔塊的製法	
七	匣鉢棚板及窑內的裝置	五六

匣鉢棚板的原料·匣鉢棚板的種類·窯內的裝置

八 素 燒

素燒的經過·彩窰的用法

六一

九 施釉和釉燒

施釉的方法·釉燒的方法

六五

十 彩 飾

陶瓷器的彩飾·繪畫用的顏料·裏繪·表繪

七〇

十一 陶瓷器燒成後的現象

比重·收縮·呈色·硬度

七三

十二 陶瓷器的分類

陶器和土器瓦器·瓷器和石器

七六

十三 器物的形式與考案

陶器的實用性和藝術性·實用的研究·藝術的考慮·色調與圖案

七九

十四 近代建築工業與陶瓷器

近代建築與衛生設備用的陶瓷器·工業用的陶瓷器

八八

陶瓷工藝

一 總說

陶瓷工的意義

衣、食、住、行，爲吾人生活上四大要素，人類愈進化，物質愈文明，而生活之所需亦愈繁。陶瓷工業，乃爲人類進化過程中之自然產物，其與吾人生活四大要素中之「食」「住」二項，關係尤密。吾人之飲器食器，磚塊瓦片，莫不惟陶瓷製品是賴。在我國一般家庭中，常用之杯盤碗碟，非陶卽瓷，卽歐美各國，亦大都以陶瓷器爲生活上之重要工具。近代雖有玻璃、琺瑯、鋼精等製品行世，然陶瓷之重要性，却不因此而受影響。按陶瓷工藝，乃係選取適宜之陶土或瓷土，加以調製擣鍊，再使用某種技法，造成各式坯型，然後再經素燒、彩繪、釉燒等手續而成的實用品、藝術品、裝飾品及玩具等的一種工藝。茫茫大地，到處有陶瓷原料的選取，幾有取之不竭，用之不盡之概！吾人研究陶瓷工業，其意義至爲深長；況我國陶瓷工業，早有光榮歷史，輝映寰宇，如秦漢瓦器，唐宋名瓷，莫不寶含金稜，聲振哀玉，史冊傳記，記載綦詳；卽元明清初，亦名瓷疊出，浮梁燒瓷，色比瓊玖，得者珍同拱

壁，藝苑傳頌，價重雞林！乃近數十年來，東西各國，經濟侵略，舶來陶瓷，充塞市廛，而我國則以戰亂頻仍，民生不安，致使此獨樹一幟之特出工藝，亦一蹶不振，良堪嘆息。欲塞漏卮，求復興，惟望有志斯道者，埋頭苦幹，研究改進，期與外貨相頡頏，則富國裕民，一線曙光，庶幾有賴。

我國陶瓷業的歷史與概況

陶瓷製品，與人生關係之重要，已如前述，我中華爲文化古國，陶瓷發軔，早在四五千年之前，周書「神農作瓦器」，呂氏春秋「昆吾作陶」，左傳「昔虞闕父爲周陶正」。可知彼時國家已設官專司其事，製陶已被重視而具有相當規模。至堯舜時，更有進步，這時作品已有精粗之別，大概粗者爲瓦，精者爲陶了；考工記上說：「凡陶旃之事，鼂墾薛暴不入市」，又說：「器中膊，豆中縣」，於此，也可以揣知那時已曉得應用轆轤造坯。大概到了周代，製陶業已有相當可觀。

說到瓷器，那比較製陶要遲得多了；大概到了唐代，遂見有瓷器流行，那時的越州窯爲最有名，次如鼎州、婺州、岳州、壽州等窯，均見重於時，就是吳越的祕色窯，後周的柴窯，出品也頗名貴。瓷器到了宋代，真是盛極一時了；那時的定窯、汝窯、哥窯、龍泉窯以

及各官窑，有的以土勝，有的以工勝，有的以釉色勝，在我國瓷業史上，放一異彩。嗣後又有吉州窑、象窑、均州窑、磁州窑等。各有優點，無不珍貴。遞至明代，則以宣德窑爲最負盛名，精緻細巧，光彩鮮豔，尤以小件最見重，色彩分鮮紅、寶石紅、淡彩、甜白、霽彩等類，中以鮮紅爲獨勝。傳聞製紅釉時，除用硃砂外，又加以紅寶石粉末，故呈色乃絢爛奪目。還有成化窑，瓷質精細，製法奇巧，而以五彩爲最有價值。至清代康熙乾隆時，官窑出品，亦爲世所珍視，甚有謂勝過前代者。

近年我國瓷業，因扶植乏人，古法漸次失傳，製品又少改進，以致日就衰落；勉堪自慰者，惟江西浮梁縣景德鎮的瓷器，江蘇宜興縣、丁山、蜀山的陶器，還能維持原有的特出地位。他如河北磁縣、福建德化、湖南醴陵，每年也有相當數量的瓷器銷行全國。但外貨却早已佔據了我們的市場，如再聽其自然，不自振作，總難免貽「喧賓奪主」之憂。所以在此情形之下，我們希望政府當局能竭力提倡、獎勵，陶瓷業自身，能努力改進，增加生產，不再故步自封，甘趨淘汰，則我國陶瓷業前途，才有復興之望。

二 原料論

粘土的由來與種類

所謂「粘土」，意即有粘性之泥土，其來源為長石（ $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ ）及含氧化鋁的礦物，經多年風霜雨露的侵蝕，而逐漸化成粘土，因此，粘土之成分與性質，常因岩石之種類及分解作用之變動而不一律。

礦物中含有氧化鋁最多者為長石、花崗石、片麻石三種。長石又分多種：有稱為正長石者，有稱為鈉長石者，有稱為鈣長石者。正長石的化學式是 $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ ，其百分組成中有鉀 16.9%，氧化鋁 18.3%，二氧化矽 64.8%；若由鈉或鈣代鉀者，則即為鈉長石或鈣長石。又類似長石之岩石，亦因氧化作用，而起各種分解作用，如 $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 + 2H_2O = Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O + K_2O \cdot 4SiO_2$ ，即示長石因雨水作用之分解也。而上式中具 $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ 化學式之物質（磁土）係固定性物質，殘留而不再分解。其 $K_2O \cdot 4SiO_2$ 仍能分解，因雨水起如下的變化 $K_2O \cdot 4SiO_2 + 2H_2O = K_2O \cdot 3SiO_2 + Si(OH)_4$ ，此 $K_2O \cdot 3SiO_2$ 為近水玻璃成分之物，漸漸溶解，餘下之 $Si(OH)_4$ 則混合於原土中或被溶去。又 $K_2O \cdot 3SiO_2$ 由於碳酸的作

用，作下式之變化 $K_2O \cdot 3SiO_2 + CO_2 = K_2CO_3 + 3SiO_2$ ，此 11 氧化矽 ($3SiO_2$) 游離後，復成 $Si(OH)_4$ ，殘存於原土中或被溶去，至 K_2CO_3 (碳酸鉀) 亦為易溶於水之物，不易殘存，恆隨水流去。因有此種種變化，長石遂僅餘含水矽酸氧化鋁 ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$)，即為粘土。純粘土之百分組成如下： 11 氧化矽 (SiO_2)， 11 氧化矽通常稱為矽酸，以下仿此) 46.51% ，氧化鋁 39.54% ，水 13.95% 。

由花崗岩與片麻岩分解所成之粘土，每含雜質，但其中所含長石約佔百分之六十至九十，故分解時，所生粘土甚多。此粘土之止於分解地點而不移動者，其所含雜物雖多，而其主要者則為氧化鐵 (Fe_2O_3)、碳酸鈣 ($CaCO_3$)、碳酸鎂 ($MgCO_3$)、碳酸鉀鈉 ($KNaCO_3$)、二氧化矽等。其流於他地者，經歷長途，每含多量雜物，然亦間有因長途水簸，而粗粒之雲母、石英沉於上流，反較母岩為尤純者，然此例甚少。粘土的種類約有下列幾種：

1. 高嶺泥
2. 高嶺屬粘土
3. 特性耐火粘土
4. 熔性粘土

以上 1 之高嶺泥，為不含氧化鐵者，土色及粘性，絕不一致，耐火性極大，為瓷業之良好原料，俗稱瓷土，以產於江西浮梁之高嶺者為最佳，故有此名。 2 為含有過剩之矽酸及鈣、鉀等金屬氧化物的粘土，我國湖南醴陵、江西萍鄉等製磁原料均屬之；此種粘土，大都為塊狀石類，呈軟泥者甚少，耐火力較弱，用為製瓷原料，可毋須如前者之加入矽酸及鈣、

鉀、鈉等氧化物，故又名瓷石或陶石。3. 與2.之性質略同，通常呈褐色，加熱則往往成多種顏色，因含有氧化鐵之故。含鐵少者，耐火力強，常用爲匣鉢、坩堝、煉瓦等耐火材料，或用以製作陶器；其含鐵多者，耐火力弱，祇用作石器土器等原料。4. 含多量之石灰砂質，爲陶瓦石器之原料，分析之爲黃鐵礦(FeS_2)、石膏(CaSO_4)、磁化鐵(Fe_3O_4)及其他有機物。

粘土對於水熱及藥物所起之作用

粘土加水則發生粘力，此種粘力，爲粘土之特性，更爲陶瓷工作所利賴者。至於長石、石英等，則缺乏此性，故常用以加入粘土，以減粘力。製陶工作上必先將應用之粘土使之乾燥，再製成粉末然後加水調鍊，則粘土之成分均勻，始能從事器皿製作。粘土乾燥後，必收縮，而減其容積與重量。粘土加熱，每因其成分不同及分子之有粗細，其收縮、熔融及所呈之色，常無一定，加熱至二百度以上，則失其化合水而收縮。合金之熔點，每較其所含金屬之平均熔點低，土石類亦相同，故粘土本不易熔融，然含有氧化鋁以外之氧化金屬或以長石混入，其火度當能減低。凡鉀鈉之矽酸鹽，赤熱即熔；長石中含氧化鋁，則白熱可熔；鉀鈉等鹼金屬之矽酸鹽，則達於極白熱始軟化，但其中之鋇鹽，則白熱能熔，甚至有時方達赤熱便熔融。重金屬氧化物與氧化矽之混合物，每至白熱即化合而熔融。粘土中加長石，加熱

至長石熔點時，不特粘土未熔，即長石亦未熔，如所含長石愈少，則愈不易熔。若粘土中所含游離氧化矽較多，同時加入多量長石，則熔融較易。因此粘土素地耐火力之高低，須視粘土、長石、二氧化矽三者之多寡而定。純粹瓷土，加熱後本不呈色，然大都含有成色之物體於其中，主要者係氧化鐵，其對於粘土之呈色，須視火焰成分、熱度高低及土中所含氧化鋁而不一致。通常純粹粘土不溶解於硝酸、鹽酸，但注以硫酸加熱至攝氏二百五十度以至三百度時，土中之氧化鋁遂化為硫酸鋁，矽酸係可熔性物，但其中夾以雜物如長石、石英等則不分解。氟亦能分解之，而易與其成分中的一種矽酸化合而生揮發性的氟化矽。加強鉀鈉溶液，熱之使長時間沸騰時，則生鉀鈉與氧化鋁之複矽酸鹽，而此粘土遂藉以稍稍溶解。加鉀鈉之碳酸鹽，共強熱之，則生可溶性之鹽類。氧化鐵、石灰、氧化鎂等夾雜物，則溶解於硝酸、鹽酸中。

石 英

石英的化學成分為二氧化矽，天然產以無定形而純白者為佳，係陶瓷工所用釉藥之重要原料，且能防素坯之收縮，可作粘土之媒熔劑，亦可為耐火劑。惟用作耐火劑時，宜取分子較粗者，細則與他之混合物過份接觸，易於結合而降低火度。矽石之純粹者，不易選擇，因

採掘時含有鐵之呈色，難於識別，欲檢查之，須以弱氧化焰燒之，使化合爲氧化鐵，而後觀其濃淡有無，定其量之多寡。陶瓷器皿原料所用之石英，殆近於純粹者。另有所謂「燒粉」者，即係耐火力強之粘土，燒之使成粉末；換言之，即磚瓦、陶瓷碎片所研之細末，用以供耐火材料之製造。其目的在減少粘力與收縮，且使能耐強火，與石英有相仿之作用，爲匣鉢、坩堝及耐火煉瓦等不可少之原料。其效力之強弱，則與粘力之大小成正比例。

長石

長石有多種，然普通出產而應用於陶瓷工藝者，則爲鉀長石及鈉長石與鉀鈉之混合長石三種而已。純粹者爲蒼白色，或肉紅色，係陶瓷工藝上最重要之媒熔劑。

三 原料之採取與精製

檢土

陶瓷工作上所用之粘土，其成分與性質往往因產地而不同，產量亦至不均一，有的地方

很多，有的地方極少，我們爲要得親自體會的經驗，最好自己去實地考查，如果對於粘土的性質作用，有了精確的鑑別，粘土的產生狀態有了經驗，那就可以由自己的隨時留意而去開發了。粘土是由岩石經多年的雨露風霜自然分化而成，已如前述。岩石分化後，被雨水、河水等挾流到遠處，初則溶解於水，再則逐漸沉澱，越遠越細，分量也漸積漸多，通常積至幾尺爲一層，我們所發現的粘土層是厚薄無定，但粘土層之上下，必夾著異質土壤及砂礫草根等，而以愈近中心爲愈純粹，良質原料，即在此處。於粘土層之自然乾燥上，可以測驗土質之優劣，這種自然乾燥以後的土層或土塊，如現有細微的裂痕，用手壓上去時，易於崩散，或因受溼而易於鬆碎，這是較差的土質；如果經自然乾燥後，成爲堅固的塊狀，土質較堅重，而不易散碎的，這是良好的粘土。它是非常細膩的，如潤於水，即起滑膩的感覺，故良好的粘土，必純粹細膩而潤滑。粘土的顏色，因產地及乾溼程度的不同而各異，有赤色、有黃色、有白色、有灰色、有青色等等，除此等顏色外，有時還能變成種種異樣的色彩，例如池塘底下的土色往往呈深藍，如曝於日光中，則逐漸轉成赤褐。粘土原來之本色在加高熱後，往往轉變；普通所現之色彩及其成分約述如左：

A. 近於純白色的粘土，雖加高熱，其色不變，爲製瓷之良好原料。

B. 粘土之呈淡黃、橙黃、赤褐等色者，產量最爲普通。此種土質，均含有氧化鐵，其中

含鐵愈多，顏色愈深，而色彩有時很見美麗，經高熱後常由橙黃色而轉為磚紅色。

C. 黝黑色及赤黑色的粘土，因含鐵素過量，俗稱紫泥，用作陶器原料，頗見古雅。

D. 粘土之呈淡青、淡綠色者，其中亦含有鐵素，加高熱後，常現灰白色。

E. 灰黑色的粘土，大都為含有有機物之不純粹者，此種粘土，加熱後收縮性甚大，且亦能轉成近於白色的。

粘土加水，則發生粘性與可塑性，陶瓷工即利用此種特性以自由成形，逐漸乾燥，逐漸堅固。其粘性弱的，便不易成形；粘性強的，收縮性大，易起歪扭龜裂之患。通常可塑性與粘性成正比例，一般以為粘性即可塑性，其實不然，如耐火的粘土，粘性不强，但很富有可塑性，反之粘性過度者，往往缺乏可塑性，而使製作上感受困難。故為求取得適宜原料起見，可用左列三種方法，加以檢查：

A. 將粘土調入適量的水，置手掌中搓成徑約一寸之小球，凡易於成形者，即粘性與可塑性均甚適當，為陶瓷工之良好原料，否則膠粘手掌，或易於鬆散，不易成形，此種粘土便不能作為陶瓷工之原料。

B. 將粘土調水搓成三四寸長，隨即絞成繩狀，如第一圖，倘易於絞成，而有現裂痕處，這便是適用的粘土，否則不能成形，或碎裂過多，即不適於製坯之用。

C. 將調就之粘土置掌上擡成厚約一二分的薄板，如易於製成，便是適用的粘土，否則如龜裂過甚，而不能整個提起時，這是缺乏粘性與可塑性，不適於製坯之用。

關於粘土檢查的適用與否，這是屬於製坯方面的，如果要確定這種粘土是否可以適用於製陶工藝，則必需經過密燒的手續。粘土的耐火力有強弱的不同，通常瓦器、陶器，耐火力比較弱，瓷器的耐火力比較強，任何粘土，均須施以適當火度，否則素坯雖好，仍不能得滿意的結果。所以要研究某種粘土的耐火力強弱，爲求準確起見，必須實地測驗，最好是備有試驗密，否則，用簡單的方法測驗亦可，即利用攝氏八九百度的火度來作一個大概的測定，因爲這種火度是應用於低溫度的瓦器，至於較高溫度的陶器等，便由此可以推知。素坯在加火度之前，必使其充分乾燥，火勢務必漸漸加旺，如果本此原則而素坯仍自然崩潰或發出響聲而爆炸，大概是粘土不純粹而含有雜質的緣故，這是不適於製作用的。如果素坯經過加火度之後，變得堅硬，而可發出清脆的金石聲，便知該種粘土，經過此種火度，即可爲瓦器或陶器的適當原料。再如粘土經過加火度後，發音不響亮，而極易破碎，其加火後所得的硬度，較未加火時略強，這亦是不可用之原料；然也有一種粘土，因受熱未足而成此種現象，倘再加以高熱而能硬朗，由此可以證明此種粘土



圖 一 第

是適用於製陶瓷器的良好原料。至於加熱後所變之顏色，大概宜於陶瓦器之低熱度粘土，與土坯本色相差不遠，一種耐火力強的陶瓷上好原料，加熱後色彩轉濃。然所呈色彩與火候關係至切，且與窯之構造形式有關，所以有充分技術與經驗，可以使粘土燒成許多色彩，因此除實驗之外，往往不能預測某種粘土燒成後呈某種色彩。粘土素坯至充分乾燥時，其收縮約在百分之十至百分之十五，但須視粘性之強弱與調水多寡而定，粘性強的收縮性大，反之收縮性小，調水多的收縮性大，反之收縮性小，加適當火度後之粘土，其收縮性以百分之十為最宜，然與火候亦有關係。

粉碎

粘土與石類均為天然產出之原料，其硬度有大小，故粉碎之方法亦不同，茲分述如左：

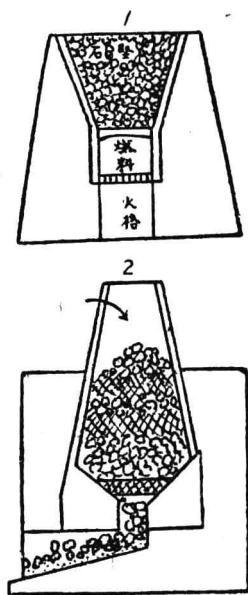
A. 粘土

粘性大者，與水互相固結，不易粉碎，加水亦不易均一，且須清除其中夾雜

之有機物，故宜先使之充分乾燥，再設法使之粉碎。一般較大之陶瓷工場，常採用曝寒法，即當冬天寒風凜冽之時，將所擬粉碎之粘土塊，築成闊三尺高二尺許的長堤，任寒風侵襲，更洒之以水，使深入於各分子間，至凍結時則其容量增大，如是經過若干晝夜，雖粘力極強之大土塊，亦易破碎。

B. 石類

石類有許多是很堅實的，除應用上法外，可置窯中加以高熱，然後取出投之水中，先使外層冷卻而收縮，與中央失其均一而致破裂，此外層受着之水，遇到中央熱度，因氣化而膨脹，於是中央亦生無數破裂，石質乃脆弱而易碎。但粘土類中的瓷石，却不適用此法，因一加強熱，便失粘性。鍛燒堅石之窯，構造與形式不一，如第二圖1 2二種，為最簡便。1為不連續窯，充石塊於窯內，燃料加於下部，使極旺盛，等石塊達於赤熱，即取出入投水中。2為連續窯，先於窯底加燃料一層，上面置石塊，如是一層燃料，一層石塊，至充滿窯中為止。然後於下部開始燃燒，至燃料化為灰燼時，則第一層石塊已達赤熱，即於下面取出，時第二層燃料已燃燒，因下面已空，上面之燃料石塊同時下降，如再以燃料和石塊於上面補充，則發火一次，便可永久燃燒。石塊經加熱後，便用人工或機械粉碎之，且須研為細末，用篩篩過，然後再經水簸手續，便可調製供用。



圖二第