

44
21413 經濟部中央工業試驗所
研究專報

第一三六號

Bulletin No. 136, National Bureau of Industrial Research
Ministry of Economic Affairs,

釉

G L A Z E

林 夢 彰

Lin Meng Chang

Published by

The National Bureau of Industrial Research

Ministry of Economic Affairs,

P. O. Box No. 268, Chungking, China.

November 1942

SKBC
MG
TQ174.4
2

民國三十一年十一月一日出版

查本所編印之各種專報限於物質條件每次發行無多再版更屬困難務
請對本專報妥為保存備蒙

惠賜批評或示知採用本專報所載各種試驗之實際結果尤所歡迎

經濟部中央工業試驗所啟

美術品藝術

2

玻璃 (GLAZE)	重 82.0
玻璃 (GLAZE)	重 82.0
玻璃 (GLAZE)	重 82.0

現音 陶說載：「按昔稱陶器曰油色蓋澈；油水純粹；無油水曰骨，漸漸卒之稱也。油者，古字通用，後之變字者，主于分別，俗書刊誤曰毫漆光曰油或作脂子，初毫不出油字，加光爲異，據其筆墨之繁，省从由偏旁从采，采即光義，六書之例合矣」。這裏把「脂」字這個字的來源，說得很清楚。「脂」古寫爲「油」字，以其潤澤光彩如油之故。現在改爲「油」字，以別于「油」，去水旁而換以采，改爲「脂」字，既不失古字之本，又兼含光采之意，所以「脂」字是更正確的寫法。俗有「油」、「硝」或「肥」等字，牠應各一類別去。

勃俄楚陶瓷器直委面上附着一層薄薄的玻璃質。沒有強烈的器皿，青翠叫做骨，現在叫素胚 (Biscuit)。牠有三種功用：(一)：使陶器堅而不脆，永遠不破氣；(二)：加強其硬度，帶到外邊，即使強烈的抵抗力；(三)：使其光滑蓋澈，增加其美觀之價值。

水銀銀胚 (Ceramic Clay)：玻璃的公式，即
玻璃粉 0.50 銻花銅
鋁土礦 0.25 氧化鈣
鐵 0.25 氧化錫
鉛 0.25 氧化鐵
鋁土礦 0.25 氧化錫
鐵 0.25 氧化錫
鉛 0.25 銻花銅
鋁土礦 0.58 氧化錫
鐵 0.06 氧化錫

我國古時制釉，一者是燒灰配制，沿用到良久，不知其所以然，故不能得到良好的結果，或起泡或龜裂，使陶瓷工藝遭受極大的損失。作者現搜集國內外關於釉的論文，及年來所得的經驗，貢獻在讀者的面前，使我們對於釉的概念，有更深的認識，並能利用科學的方法，來解決釉的問題，願與各界同仁共同勉之。

釉，玻璃和搪瓷，玻璃和搪瓷，是三件大同小異的東西。它們主要的成份，都是矽，鋁，和鎂金屬的氧化物。在高溫度時軟化，呈可塑性，可以任意塑成各種模形，或依附其他物體上。冷卻之後硬化，成為鑄造所用的器皿。玻璃可以單獨做為器皿，和搪瓷，却都需要依附在其他物體的表面上，好像器皿的衣服似的。牠的骨體是陶瓈。搪瓷的骨體是金屬如銅鐵之類。下舉的公式，是代表幾回試驗成功的例子：

2.5 氧化矽

3.35 氧化矽



3 1773 8444 7

(南)

釉 (GLAZE)

底層搪瓷的公式

0.68 氧化鈉	0.27 氧化鋁	2.0 氧化矽
0.80 氧化鈣	0.63 氧化鋁	0.3 鈦
0.02 氧化鉛		

面層搪瓷的公式

0.37 氧化鋁	0.36 氧化矽
0.86 氧化鈉	0.16 氧化鋁
0.14 氧化鈣	0.69 鈦

從上面兩個公式看來，可知它們的化學成份，大體是相同的，所不同者，在于分量的多寡而已。玻璃的成份，最簡單，主要是氧化矽，氧化鈉，氧化鈣和鈣的代替物，氧化鎂等。氧化鋁為量極少，在許多玻璃的配料中，氧化鋁常是各種原料中所含的雜質。在釉和搪瓷中，氧化鋁確是重要的成份，如果酸根和鹼根的成份不改變時，氧化鋁是燒制到成熟溫度 (Maturing temperature) 的關鍵。氧化鉛在底層的搪瓷中，其作用在加強底層與金屬的附着力。氧化鋁，氧化錫及鈦在面層的搪瓷中，其作用在增加搪瓷的不透明性，並顯出一個潔白的皮面。

(甲) 純鈉釉類：這類釉的範圍很廣泛，種類亦繁雜。釉分類的方法，依照觀點的不同而異。茲概述如下：

(甲) 純鈉釉類，如着重應用方面，可概別為下列八種：

一、鹽釉 (Salt glaze)。鹽釉是釉中最經濟之一種。上鹽釉的方法，多半是在燒坯快要完畢的時候，將鹽放在窯中。最常用的鹽就是食鹽，其他如氯化鐵，硫酸銨，氯化鋇等鹽，都可應用。鹽散在窯中，先後氯化，與水汽化合成氯化物。此種氯化物與搪瓷化合，成為一種砂殼鹽，滿佈着器皿的表面，即成為鹽釉。最適合鹽釉的瓷坯，其氧化鋁與氧化矽之比約在1.0對2.7至1.07.0

之間。

二、天然釉 (Natural glaze) 天然產生一種原料，加水磨細後便成糊狀。其熟溫度，各地所產，均不一致，顏色亦各不同。天然釉的色彩，最易受窖火的影響而呈趨極的變化，有時添加二種天然釉，或加入少許金屬的氧化物，常能解決這個缺點。

三、瓷器 (Porcelain glaze) 瓷釉是通常應用在瓷器上一種透澈明亮的釉。瓷釉圓滑的程度與其氧化矽鋁分子量之比有密切的關係。此值最好在7.0對1.0至9.0對1.0之間。如比率減低，明亮程度亦即減低。比如在5.0對1.0以下者，即變為無光釉 (Matt glaze)。

四、石器釉 (Stone ware glaze) 石器釉亦叫做不列斯多釉 (Bristol glaze)。這種最初在不列斯多應用的一種石器釉故名。這種釉主要的成份是氧化鋅和氧化鋁，鈉，鈣，鋁，矽等，有時亦含少量氯化鎂及鈦，可是却沒有氧化鉛。它的特點，就是可以直接在生坯上，只燒一次，即可成器。石器釉中氧化鋅和長石的含量比瓷器多些，其氧化矽鋁之比約在5.5對1.0至6.5對1.0之間。這個比率較之釉低些，因為這個緣故，所以石器釉沒有瓷器那樣明亮。

五、白器釉 (White ware glaze) 白器

這類的成份是氧化鉛，鋅，和鋁。這是與前各類不同的地方。鉛和鋅的化合物，多是溶解于水中的，所以配製的時候，必須先把它是燒熟了，使其玻化，成為一種不溶于水中的物體。白瓷器氧化矽鉛之比率在10.0至30.0對1.0之間。氧化鋅的含量在0.1至1.5%（Equivalent）之間。

六、生鉛釉（Raw lead glaze）。生鉛釉的主要成份是氧化鉛。鉛的加入，降低了玻璃的溫度，因為鉛的影響，所以生鉛釉多是低溫的釉。生就是熟的反面，各種原料配合好，不用先加燒熟，這就是它的特點。

其氧化矽鉛之比率，在6.0對1.0至10.0對1.0之間，如在3.0對1.0至4.0對1.0之間，即稱為無光釉。

七、結晶釉（Crystallizing glaze）。結晶釉是一種美術釉，由於細玻化後，冷卻時所熱成的晶體所致。這過程成功的關鍵，完全在於窯火的溫度。火度太高，釉汁下流，釉層太厚，不宜于結晶；冷卻速度太快，亦不能得到良好的結果。結晶的媒劑，是鋅，鈦，錫等氧化物。

八、不透明釉（Opaquing glaze）。不透明釉是因為釉中含較多量的氧化錫所致。錫，錫等氧化物，及螢石和青灰等，亦是良好的不透明劑（Opacifier）。有時器皿坯料的顏色不好，不透明釉可以把它遮住，仍然顯出一個潔白的顏色，這就是它的特點。

（乙）釉的種類，如着重配種主要的助銻劑（Flux）分類，可概別為六種：

一、粗鉛（Lead glaze）主要的助銻劑是鉛的氧化物，如紅，黃，白鉛粉等，鉛釉的成份和長石釉的成份很相似，但其成熟溫度，因鉛的加入，比長石釉低些。

二、鹼釉（Alkaline glaze）主要的助銻劑是鈉金屬化合物。

三、鈣質石灰釉（Alkaline Calcareous

glaze），其成分和普通玻璃的成份相近，惟氧化鈣之含量較玻璃高些。

四、石灰釉（Calcarous glaze），主要的助銻劑是石灰。

五、長石釉（Feldspathic glaze）主要的助銻劑是長石。

六、硼砂釉（Boraxic glaze）主要的助銻劑是硼砂。

（丙）釉的種類，如依着配製的方法分類，可概別為六種：

一、生釉（Raw glaze）。生釉的原本，都不是水溶的東西，配製時僅將成份配好，加水混合研細便是。

二、點釉（Fritted glaze）釉中有一定部份的原料，是水溶的東西，必須這些物料先行混合，加熱熟化，使與氧化矽化合，成為非水溶的玻璃體，然後再將此玻璃（Frit）研細，添和其他不水溶的部份，配合成爲熟釉。

我國配釉的方法 陶冶圖說載：「釉無灰不成，無灰出平樂縣。」以青白石與鳳尾草燒鍊，用水淘潤而成。配以白平（註）細泥，調和成漿。按器皿類，因爲加淺，盛之缸內，用曲木橫置鐵鍋之耳，以爲滲注之具，其名曰盆，泥十盆，灰一盆爲上釉，泥七八，灰二三爲中釉；若平對身或灰多身下」。這一段配釉的方法，寫得非常詳盡。釉黏需要二種東西：一是釉土，一是釉灰。釉灰是用石灰石和鳳尾草燒燒數次而成的。釉土是一種天然的產物，經過研磨淘過以燒制水和成的一種泥漿。配釉時把這兩種東西混合起來便是。現在我國產瓷者各燒其窯鑄仍然沿用這個方法，其釉等釉配合成分如下：

顏色利果 20—30錠
釉土 0.14
釉灰 5錠

花乳石 0.25 1—2錠

註一：不顧牧上草，是景德鎮土音凡是可是做窯的土料都是叫做平

頭色類黑產于浮泥東鄰臺基，花名石頭
子湖畔，大概是一種石英質，【堅無風不威
】，可知黏灰也不可少的東西。作者對於黏
灰，未加以化學分析，其化學成分如何，不得
而知然石灰是副主要的成分，而鳳凰草灰
土中，必含有多少是之氯化鉀鈉，所以黏灰的
加入，必在補助黏土中鈣起分量之不足，而
同時降低其熟成的溫度。

這種配伍，就是生產了我國歷代稱為美器的瓷器。方法實在是簡單，但是實際就幹起來，每次燒坯，出窯之後，上等瓷器，算過極少，中等及損壞者，佔多數，甚至絕無一完善者，亦常有之。燒坯損失，頗有很多的緣故，而醜陋的不良，要佔重要的部份。燒坏配伍失敗的地方，有下列數點：

一、石灰石的種類很多，各種所含鈣質，相當甚大，最普通的鈣質，是全化礫和準化砂，有時還夾雜鈣質，佔50%以上，含有鈣的成份，影響極大。

中性壓縮機
壓縮機廠家

名稱	化學公式	名稱
氧化鋰	Li_2O	氧化鋁
氯化鈉	Na_2O	氧化鎂
氯化鉀	K_2O	氯化鋅
氯化鎂	MgO	氯化鋁
氯化鈣	CaO	氯化鋇
氯化鋸	SiO_2	氯化鋐
氯化鋸	BeO	氯化鋏
氯化鋰	ZnO	氯化鋟
氯化鋕	ClO_4	
氯化鋘	PbO_2	
亞氯化鋅	FeO_2	
亞氯化鋆	MnO_2	
氯化銅	CuO	
氯化鋅	CoO	
氯化鋔	NiO	
氯化鋕	Ag_2O	
金銀	Au	
	Pt	

二、烟灰中常混雜着許多未氧化的炭質，此種炭質，在燒坯時，有還元的作用，損壞窯花（錫下彩）的色調。

三、液體的濃度不同，其所含的量質亦自異，故用盆或鍋配製，很難得準確的效果。

我國向來因防守遺傳，官從舊法，缺少科學研究的的研討，故雖知其皮毛，而詳其底蘊，偶有錯失，無法補救，是以採用科學方法，實在當時要務。

的成份與其成鹽成酸之關係。硝的成份可分為三大類：即鹼組 (Base group)，中性組 (Neutral group)，及酸組 (Acid group) 等是也。鹼組包括一價及二價 (Univalent and divalent) 金屬氧化物 (RO)，二價與三價 (Trivalent) 金屬氯化物 (R_2O_3)；酸組為四價 (Quadrivalent) 金屬氧化物 (R_4O) 所組成。現將各主主要成鹽列于下。

化學公司
名 職
化學發電

Al_2O_3	氧化铝	SiO_2
Sb_2O_3	氧化锑	TiO_2
Bi_2O_3	氧化铋	SnO_2
CaO	氧化钙	P_2O_5
Fe_2O_3	氧化铁	
Mn_2O_3		
Li_2O		

當然製釉，不是完全用純淨的氧化物配成的，骨質長石是一種鈎鋁矽酸鹽。高嶺土是一種鈎鋁矽酸鹽。釉中的氧化鋅、鋯，都是從這兩種原料得來的。至于氧化矽，釉因成分較多。除這三種原料供給之外，還要加入燧石以補充之，氧化鈣是經濟的原料，便是純石灰或方解石。

釉的成份和其成熟溫度之關係，瓦特斯氏(A. S. Watts)會將其研究結果，製成圖表，茲錄于下(見第一圖)。

這個圖表分上下二部：下部是酸組，其中各成份之總和，為一完整之單位，上部是中性組及酸組的成份。各種釉的範圍，可從此表中中性組及酸組之比率確定之。例如：不列斯多釉在1.6至1.8之間；圭釉是1.8至1.12之間；無光釉在1.5至1.6之間。酸組的成分，較為複雜。從圖表中看來，我們可以看出無論那一種釉的組成中，氧化鋯鋸，總是不能避免的。低溫度的釉中，主要的助熔劑是氧化鋯。到了第012號火錐時，始有氧化鈣之滲入。第06號火錐時，另有一新的氧化物掉入，那便是氧化鋅。氧化鋅在第03號火錐以上的釉中，才會發現，至于氧化矽，氧化鋇等，都在較高溫度的釉中始有之。

二、從這個圖表中，我們便知道釉的成熟的溫度是最廣的(從第015號至第6號火錐)；6號火錐以上的釉組合量最少，不得不叫做鑄胎釉；其次是蒸釉(從第08號至第6號火錐)；再次圭釉(從第10號至第18號火錐)；而不列斯多釉是最小的(從第6號至第10號火錐)。

這個圖表包括一切的釉，可以供給我們試驗各種釉的基礎，譬如要得一個第10號火錐成熟的瓷釉，馬上可從圖表中，得到下列的公式：

10% 氧化鋅
10% 氧化鋯
0.5 氧化鋅
3.7 氧化矽

0.7 氧化鈣
拿這比例製成瓷釉，可以很不費力地找到

了合適的釉料了。

選研究的方法 研究的方法很多，作者認為最好的方法，是用三角圖表的研究法。上面已經說過了，我們需要那一種釉，可以先從瓦特斯氏的圖表中，得到了一個基本的概念，然後從那裏出發，去找最適合的釉，研究時可從三方面去探討：

一、改變鹼組的成份

二、改變氧化矽鋯的比率

三、改變試驗的溫度

考慮了這三個問題之後，確定了三角圖表三個角的基本釉，再在不同溫度之下試燒之，以下舉一例以作參考(見第二圖)：

最好的釉是17,18,25,及26號釉，其公式及配合成份如下：

	17號釉			
0.1 氧化鈣				
0.6 氧化鋯	0.3 氧化鋯			2.2 氧化矽
0.1 氧化鈣				
0.2 氧化鋅				
	18號釉			
0.1 氧化鈣				
0.7 氧化鋯	0.2 氧化鋯	1.6 氧化矽		
0.1 氧化鈣				
0.1 氧化鋅				
	25號釉			
0.2 氧化鋅				
0.5 氧化鋯	0.3 氧化鋯	2.1 氧化矽		
0.1 氧化鈣				
0.2 氧化鋅				
	26號釉			
0.2 氧化鋅				
0.9 氧化鋯	0.2 氧化鋯	1.6 氧化矽		
0.1 氧化鈣				
0.1 氧化鋅				
	各項成份配合量(%)			
17號釉	18號釉	25號釉	26號釉	
氧化鋯	8.1	8.1	16.2	16.2
白鉛	154.8	180.6	129.0	154.8
燧石灰	10.0	10.0	10.0	10.0
長石	111.4	55.7	111.4	55.7
高嶺土	25.8	25.8	25.8	25.8
透明白鐵	42.0	48.0	42.0	48.0
總計	352.1	338.2	334.4	370.5

配制的方法，上面已經指過了，現將有生熟之分，熟料的製法，必須遵守下列各項規則。熟料的用藥量，每百斤熟料，當以各項規則，才能得到良好的結果。

熟料的水份，應當在該熟料的分子量之比，不超過三點五分之一，水份過多，亦不得超過三點二分之一。念此項比率，在限制過高的溫度如此比率，太高，常使玻化的問題發生困難。燒燒的溫度過高，金屬化合物，有揮發逸出的危險，以致影響到成分配比。

三、熟料中含金屬氧化物與二氧化矽之比，應當有較低者此二物之比例同。即

這規則就是燒燒熟料時，必須把給金屬氧化物及二氧化矽，全部加入。這是必然的結果，因為只有適當的料是能溶的東西，不過如果給金屬氧化物是從長石那裏來，就不受此規則的限制。

三、給金屬氧化物與二氧化矽之比，不許超過一對一。

因為給金屬沙酸鹽亦是水溶的物質，故得一非水溶的熟料，必須參入其他不水溶的沙酸鹽在內，可能時將二氧化矽加入。

四、熟料中硫酸鋅的成分，應以氯化鋅為主體，如有磷酸加入，矽與鋅之比，最低限度應為二對一。

硫酸鋅化合物，多是水溶的東西，矽之加入在減少其溶解度。

五、熟料中氧化鋁之含量，不得超過0.2%當量，或說是0.3%，或說是1.0%，或說是1.0

氧化鋁之含量如太多時，熟料玻化的溫度，亦必隨之而高，因此給金屬有被揮發逸出的危險。

燒熟的問題解決以後，還有幾點要注意的，如細度，助燃劑水份，配合，及着色等。

細度對於熟的耐火性，及其他性的性質都有密切的關係。通常地，應一齊通過二百目美國標準篩。熟料粉碎的方法，先將玻化的

頭部打碎後，再將頭部合起，研磨，直至頭部完全打碎，再搗球磨機中，再繼續中碎。頭部的頭部，長期因助燃劑的作用，在燒各項物料分佈均與頭部不同，玉頭部這種助燃劑就是土。普通用的是鈣灰頭部及頭部，土壤的頭部。

水份對於和的比重，釉層的厚度，有很大關係，每噸熟料每百斤加水約加水自八十五至一百五十斤，每噸熟料每百斤

混合的方法，普通用潮濕混合法——熟料放在鍋底，鍋中加水，燒熟後，浸熟約二小時之後，再燒。

着色的方法：在燒庄配料時同時加入，熟料則當在燒熟熟料時加入。着色劑是金屬氧化物如錫，鐵，銅，鉻，鎳，及錫等。此外內內色劑(Stain)，並參照如下：

紅色劑	配比
硫酸錫	23.2
硫酸錫	112.5
重碳酸錫	6.3
二氧化錫	160.7
硫酸錫	26.2
鐵粉	過量

總共：三種燒熟後，放進鍋中，外面包裹着二氧化錫，以防還原作用。燒燒至第八號火等，取出磨細，用清水洗去溶解質，加10%于鹽水中，可得深紅色。

黑色劑：熟料，配合，二氧化錫，及二氧化錫。

氧化鋁 29
二氧化矽 25
火的頭部 100

燒熟，中間頭部，混合均勻後，燒燒至第八號火等，磨細，用清水洗去溶解質，加10%于鹽水中，可得褐色。

淡棕色：不取頭部，配合，二氧化矽，及二氧化鋁 36.3

重鉛酸鉀	18.2
氧化鐵	27.3
燧石	18.2
總共	100.0
混合後，後燒至1000°C磨細用清水洗去溶解質。加13%可得棕色瓷釉。	
綠色料	配料
氧化鋁	23.1
燧石	76.0
炭酸鈉	0.9
總共	100.0

混合後燒至1000°C磨細用清水洗去溶解質，加7%可得綠色瓷釉。

釉的弊病及其改良的方法

釉發黏並伸張率大於坯時，便發生破裂現象。避免破裂的方法，有下述數種：

- 一、增加氧化矽的含量，但不超過三矽酸鹽(RO_3SiO_4)或小於二矽酸鹽(RO_2SiO_4)的成份，

二、蒸煮中如酸組與酸組之比率，在1.0到2.5以上時，氧化鋁的含量不得少於0.25當量，否則必呈破裂。

三、增加釉中氧之比率。氧之比率依下列程式計算之：

$$\text{氧之比率} = \frac{2x + 8y}{1 + 3z}$$

x 係氧化矽中之氧

y 係單化礦中之氧

z 係氧化鋁中之氧

四、降低釉的耐火性。如釉中氧的比率

固定時，耐火性高者較低者易呈破裂之患。

釉吸 瓷吸多因瓷件逼近瓶蓋的壁壁太近之故，如將瓶蓋刷上一層釉，使其光滑，釉吸之處即可減少。

過火 過火(Overfired)是釉的耐火性太低之故，結果因未達成熟溫度，晦晦無光，避免過火的方法，有下列數種：

一、增加氧化鋁之含量

二、替換該過火的助熔劑，例如以氧化鉀鈉替代氧化鋁。

三、減少助熔劑的量。

四、增加氧化鋁的含量。

五、減少硼酸的含量而代以等量的氧化矽。

六、替換該組中分子量較低的化合物。

欠火 欠火(Underfired)是釉的耐火性太高之故，結果釉會揮發或下流，補救的方法，恰與過火相反，茲不贅。

(一) 朱琰《陶說》參考書

(二) A.S.Watts, Jour. Amer. Ceram. Soc. PP 583 (1931)

(三) R.C. Purdy, Jour. Amer. Ceram. Soc. PP 95 (1907)

(四) Whifford, Trans. Amer. Ceram. Soc. Vol. 19 PP 321.

(五) Henbach, Trans. Amer. Ceram. Soc. Vol. 11 PP 48.

