

「釉藥配製」講義

李堅萍 著

國立屏東教育大學視覺藝術教育學系 教授

目錄

第一節	釉藥的功能.....	1
壹、	不透水性.....	1
貳、	提高硬度.....	1
參、	彰顯色澤與效果.....	1
肆、	狀態穩定抗酸鹼.....	1
伍、	光滑化、平滑化.....	2
陸、	彌補坯體表面材質之缺陷.....	2
第二節	釉藥內涵.....	2
壹、	釉藥的組成成份.....	2
貳、	釉藥成份的功能.....	3
參、	釉藥原料.....	4
第三節	釉藥原料的性質.....	5
壹、	玻璃質.....	5
貳、	助熔劑.....	6
參、	黏稠劑.....	6
第四節	釉方與跳釉.....	7
壹、	釉方.....	7
貳、	跳釉.....	9
第五節	三角座標試釉法.....	12
壹、	內涵.....	12
貳、	特質.....	15
第六節	塞格式試釉法.....	16
壹、	塞格式釉方的涵義.....	16
貳、	塞格式釉方的數值與比率.....	16
參、	電腦輔助塞格式釉方計算.....	17
肆、	塞格式釉方的特質.....	17
第七節	重要名詞詮釋.....	18
壹、	陶藝.....	18
貳、	釉藥.....	18

參、	釉方.....	18
肆、	純物質.....	19
伍、	化合物.....	19
陸、	混合物.....	19
柒、	重量比率表示式.....	19
捌、	重量比率表示式釉方.....	19
玖、	重量比率表示式試釉法.....	20
壹拾、	原子量.....	20
壹拾壹、	分子量.....	20
壹拾貳、	莫耳.....	20
壹拾參、	當量.....	20
壹拾肆、	莫耳當量表示式.....	21
壹拾伍、	莫耳當量表示式釉方.....	21
壹拾陸、	莫耳當量表示式試釉法.....	21
壹拾柒、	三角座標試釉法.....	21
壹拾捌、	塞格式釉方表示式.....	21
壹拾玖、	塞格式試釉法.....	22
附錄一	化學元素原子量表.....	23
附錄二	常用長石成分當量表.....	24
附錄三	常用釉料化學式與分子量表.....	25
附錄四	配釉與試釉實作程序.....	29
附錄五	試釉檔案.....	32
附錄六	釉原料時價.....	3

第一節 釉藥的功能

人類發現釉藥，可能是無意中的觀察與聯想的結果；懂得如何施釉的技術，更可能是推想與一再試驗的智慧結晶。會使用釉藥，自然是釉藥具有某些功能或特質，是人類生活所需求或喜愛的，是故施釉的功能或目的可條列如下：

壹、不透水性

如前「釉藥的起源」所述，釉藥的發現與運用，第一個最可能的原因，在於遠古人類於石器時代，對敲打研製石器以盛裝水資源感到困難，運用植物瓜果殼亦不耐用，乃發現搏製黏土、捏塑成形與燒造陶器的技術，進而在黏附坯體表面的熔融草木灰燼釉藥上，找到需求已久的不透水特質。

因而「能充分阻絕液體滲漏、不透水」的性質，可說是釉藥的第一個重要特性。在石器難以製作研磨與呈裝液體、金屬價昂且操控技術門檻高的年代，以及輕便與容易加工的塑膠材料發明前，這項特質可以說是釉藥的最重要功能。

貳、提高硬度

坯土的性質：黏性、可塑性、分子大小、色澤、軟硬度等，各地相差很大，不上釉藥的某些陶器，即使經過窯燒的程序，仍然有可能在刮、磨與搬運的動作下，損傷器物表面。

上有釉藥的陶器，則能在表面形成玻璃質地的硬保護層，機械強度增加，硬度提昇，更加耐磨抗損耗。近年汽機車有陶瓷汽缸的發明，便即著眼於陶瓷釉藥的高硬度，足以抵抗千萬次的活塞往復磨耗。

參、彰顯色澤與效果

大部份的陶土燒成的顏色，都是趨向於或深或淺的土黃色系（因為含有氧化鐵），少部份有類似瓷土的乳白色澤。由於難以稱道為高尚的美感，或為求取更多樣化的呈色效果，於是便使用釉藥塗佈在陶土表面的方式，彰顯各式釉藥多彩多姿的色澤，與如兔毫、開片、油滴、暈染、結晶的質地效果，使陶器產生豔麗、溫潤、柔美、粗獷的多樣風情。

肆、狀態穩定抗酸鹼

釉藥在高溫燒熔之後，所有組成分子經過非常劇烈的化合反應，形成極為

穩定的化學狀態，已經極難再與一般的物質起反應；即使是侵蝕力極強的強酸與強鹼液，也能安定地存放在陶瓷容器中。

經年浸泡等待酵母發酵的酒液，可以使用陶瓷缸器作為容器，即在於取陶瓷釉藥穩定不起反應的特質；盥洗台、馬桶等衛浴用品均主要以陶瓷材料製造，除了在於陶瓷能承受使用者頻繁的清洗刷磨，而不留下任何侵蝕痕跡之外，更是在於釉藥的高穩定性與可抗洗劑強酸強鹼的侵蝕。

伍、光滑化、平滑化

表層的光滑化、平滑化，對某些用途的器物——如食用器皿、衛浴用品等，是極為重要的功能。因為表層光滑，才不易殘留餘跡；因為表面平滑，即易於清洗。食用器皿如碗、杯、碟等，都因表層塗佈有光滑、平滑的釉藥，食物渣滓不易殘留而易於清洗，能常保潔淨衛生。

陸、彌補坯體表面材質之缺陷

坯土可能含有碎石、木屑、微粒等雜質，以及裂痕、刮痕、手跡、坑疤等缺陷。在窯燒過程中，塗佈在表層的釉藥燒熔之後，形如水狀或乳狀的黏狀液體，可以有效填補坯體表面的這類缺陷。

第二節 釉藥內涵

壹、釉藥的組成成份

「釉藥」是指塗佈在陶瓷坯體表面，經高溫燒熔後所形成的光亮緻密矽酸鹽物質。是故，一般所認識與俗稱的釉藥，有兩種涵義：

- 一、釉藥指「釉原料」：指組成釉藥的礦石原料，藉以調配組成釉方。
- 二、釉藥指「釉方」：由於一般認知釉藥為「在陶瓷坯體表面，經高溫燒熔後所形成的光亮緻密矽酸鹽物質」，這當然不會是指未燒熟、未充分熔融、屬於「失敗」的釉藥效果。因此一般所指的釉藥，即是指「條列出釉藥原料與成份比例之調製說明的成功釉藥配方」，可藉以調配釉藥原料，組成穩定釉方並進而成功燒成釉藥效果。

在本研究中，「釉藥」是指前者，是組成釉藥的礦石原料；「釉方」是指後者，是條列釉藥原料與成份比例的調製說明。

一般而言，釉藥是由四種成份：(1)玻璃質、(2)助熔劑、(3)粘稠劑與(4)呈色劑所組成，內容可以如表 2-1 所示。除了呈色劑，顧名思義，主要的功能是在讓釉藥呈現色彩，故通常不直接內含於釉方、而以外加的方式表示外，其他三種成份——稱為「釉藥（釉方）三骨材」，在穩定的釉方中，是以互相拮抗平衡的方式組成——亦即在一個穩定的釉方中，玻璃質、助熔劑與粘稠劑有固定的重量比例關係，一方增減，都將影響另兩方的燒成效果，故穩定的釉方中，玻璃質、助熔劑、粘稠劑形同三方互相角力，雖然施力緊張，但維持平衡，相互影響。

表2-1 釉藥主要成份內涵

類別	主要代表原料	熔點(°C)	酸鹼性	主要功能
玻璃質	二氧化矽(SiO ₂)	1685	酸性	形成光亮、緻密且防水的保護層
助熔劑	鋰、鉀、鈉、鈣、鋅等元素的氧化物	不一	鹼性	降低釉藥熔點以節省燃料
粘稠劑	三氧化二鋁(Al ₂ O ₃)	2050	中性	增加釉漿粘稠性以利於附著在坯體表面
呈色劑	銅、鐵、鈦、錫、錳、鋯、鈷、鉻、鎳、銻、磷、鉬等的氧化物	不一	鹼性	顯現優美的色澤

貳、釉藥成份的功能

釉藥的四種組成成份：(1)玻璃質、(2)助熔劑、(3)粘稠劑與(4)呈色劑，主要特點與功能可說明如下：

一、玻璃質

「玻璃質」即燒熔後呈現透明光亮緻密的矽酸鹽化合物。「玻璃質」是釉藥的最主要成份，形同釉藥的骨架。「玻璃質」的最大功能，在於塗佈坯體表面時，能形成光亮、緻密且防水的保護層。最主要的玻璃質代表元素是酸性的二氧化矽（SiO₂，或稱石英、矽石、燧石、硅石等）。

二、助熔劑

「助熔劑」即協助釉藥燒熔的用劑。由於石英的熔點高達 1670°C，一般的坯土無法承受如此高溫，否則極易軟化變形；而且要達到如此高溫，於燒製過程中，將耗費大量的燃料或電力，在成本上極不經濟，因而必須加入「助熔劑」，以降低熔點。

「助熔劑」的主要代表元素是鹼性的鋰、鉀、鈉、鈣、鎂、鋅等鹼金屬與鹼土族元素的氧化物，加入「助熔劑」，釉漿的熔點便可有效降低；但必須適量

添加（所謂適量，必須試釉才能得知），以免釉漿熔點降低過大，使釉漿在低溫燒造期，便已從坯體表面流下，積聚坯體底腳——即「流釉」，坯體即報銷了。

三、粘稠劑

「黏稠劑」是使釉藥黏性與稠性增高的用劑。雖然加入前述之助熔劑後，玻璃質（二氧化矽）可以在較低的熔點熔成玻璃，但仍有另一問題：在高溫燒熔的時候，釉藥熔漿將因流動性太高而流下，無法黏附在坯體的表面。因此必須加入「增加粘稠性」的原料以改善，此原料稱為「黏稠劑」。

「黏稠劑」的主要代表原料為中性的「三氧化二鋁(Al_2O_3)」，熔點為 2050°C 。三氧化二鋁價昂，純物質形式的三氧化二鋁，代表經過工業煉製程序萃取，成本極高，因而可自黏土與高嶺土($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)這類混合物中獲得作為釉藥。

四、呈色劑

呈色劑是使釉藥發色的用劑。由於前述三種成份，燒熔過後的結果多屬透明或乳白的顏色，為了讓釉藥呈現艷麗多彩的色澤，須再加入少量的「呈色劑」。呈色劑的成份，多為金屬氧化物，如銅、鐵、鈦、錫、錳、鉛、鐵、鈷、鉻、鎳、銻、磷、鉬等的氧化物。

參、釉藥原料

除了前述以(1)玻璃質、(2)助熔劑、(3)粘稠劑與(4)呈色劑等，表示釉藥的四種組成成份外，也有從酸鹼性質將釉藥成份分類：(1)「酸性類的二氧化物(RO_2)」、(2)「鹼性類的氧化物(RO 與 R_2O)」、(3)「中性類的三氧化二物(R_2O_3)」和(4)「呈色劑」所組成，常見的釉藥四成份之來源原料，如表 2-2 所示。

表2-2 常見的釉藥原料

玻璃質	助熔劑	粘稠劑	呈色劑		
			品名	用量(%)	呈色系
酸性類(RO_2)	鹼性類 (RO 與 R_2O)	中性類(R_2O_3)			
二氧化矽(SiO_2)	氧化鋰(Li_2O)	三氧化二鋁 (Al_2O_3)	鐵(氧化燒)	2-5	土黃
	氧化鉀(K_2O)	三氧化二硼(B_2O_3)	鐵(還原燒)	10-15	青黑
	氧化鈉 (Na_2O)		鉻	2-4	綠
	氧化鈣(CaO)		銅(氧化燒)	2-5	青綠
	氧化鎂 (MgO)		銅(還原燒)	0.5-3	紅
	氧化鋇(BaO)		錫	3-8	白

玻璃質	助熔劑	粘稠劑	呈色劑		
	氧化鋅(ZnO)		鈷	0.5-5	藍
	氧化鉛(PbO)		鈦	1-8	灰白
			銨	4-10	白
			錳	2-5	紫
			鎳	2-5	綠
			銻	1-8	黃橙
			磷		乳濁
			鉬		青黑

第三節 釉藥原料的性質

除了呈色劑因為作為發色之用，所以對釉藥性質的影響力較為單純外，其餘若就(1)玻璃質、(2)助熔劑與(3)粘稠劑等之分類，各釉藥原料的化學成份、性質，與在釉藥中所發揮的功能進行分析，可以如下所述。

壹、玻璃質

玻璃質是釉藥最主要的骨架，是釉藥呈現光亮、緻密、抗酸鹼等玻璃特質的最主要成份。玻璃質的主要代表成份是二氧化矽（ SiO_2 ，中文名稱有：石英、矽石、燧石、硅石等）。

矽是地球上含量第二高的元素，僅次於氧元素，尋常可見的砂土、石礫等，主成份都是矽元素的化合物。由於原料不虞匱乏，矽產量豐盛，因此矽的價格低廉。矽最常以氧化物的型態出現，二氧化矽本身的特質為：

1. 熔點高達攝氏 1685°C，釉藥含矽量愈多，熔點愈攀升，即愈難燒熔；矽含量愈低，雖易燒熔，但釉藥性質也愈不穩定，燒成溫度範圍愈小，愈容易受其他成份影響。
2. 抗酸鹼、抗侵蝕力非常優良，是陶瓷釉藥此項功能的最大支柱。
3. 可產生光亮、緻密且防水的保護層，保護坯體。
4. 能減低釉的收縮率，低收縮率意謂著燒成釉藥不易皸裂——這項功能對食用器皿特別具有意義，因為表層緻密無任何裂痕與蝕洞的器皿，液體飲料或液狀食物才不會滲入裂縫或孔洞中，因難以清洗徹底而導致腐敗，影響衛生。當然，如果是調製的釉藥是特意要引發龜裂效果——如開片、冰裂等，自然另當別論。

5. 增加機械強度，提昇釉藥硬度。

貳、助熔劑

助熔劑的最主要功能，在協助釉藥於適當的溫度時即能熔融，以節約燃料或電力，並減少坯體軟化。助熔劑的來源，多為活性極強之鹼金屬與鹼土族元素的氧化物，主要便是在取其「熔點較低，在摻入釉藥後，能降低釉藥熔點」的功能。各種助熔劑原料的性質，可以簡單表列如表 2-3 所示。

表2-3 助熔劑原料的性質與功能

品名	熔點 (°C)	助 熔 性	適 溫 區 *	光 澤 度	耐 候 度	強 度	硬 度	收 縮 率	抗 張 力	黏 附 力	穩 定 度	溫 度 範 圍	抗 酸 鹼 力	促 進 顯 色	其 他	主要原料	代表產 物或特 質
碳酸鋰 (Li ₂ CO ₃)	700	強	中高	提昇	提昇	提昇	提昇				增高	擴大		是	價昂	碳酸鋰	
碳酸鈉 (Na ₂ CO ₃)	849	強	均可		降低	降低	降低	增大	減弱				減弱	是	脆化	鈉長石、碳酸鈉、硝酸鈉、硼砂	開片
碳酸鉀 (K ₂ CO ₃)	834	強	均可		提昇			增大	減弱			擴大	增強			鉀長石、碳酸鉀、硝酸鉀	開片
氧化鈣 (CaO)	2450	中	高	提昇			提昇			增強					懸浮	碳酸鈣、氫氧化鈣、白雲石、鈣長石	多量則 無光
氧化鎂 (MgO)	2500	中	高	降低		提昇	提昇	增大		增強	提昇					碳酸鎂、氫氧化鎂、白雲石、菱鎂礦	多量則 無光
碳酸鋇 (BaCO ₃)	795	強	中高											是			
氧化鋅 (ZnO)	2000	強	中高					減低	增強					是		氧化鋅	結晶
氧化鉛 (PbO)	350	強	低	提昇	降低	降低	降低	減低	增強	增	增高	擴大	減弱	是	有毒	一氧化鉛、鉛母、鉛白	

*註：適溫之低溫釉指低於約 1050 °C 以下、中溫釉指介於 1050 至 1190 °C 之間、高溫釉指 1190 °C 以上的釉藥。

參、黏稠劑

釉藥在加入助熔劑後，雖能有效降低熔點，但有可能發生因為熔點過度降

低，導致釉藥在上升至燒熔溫度前，高度的流動性已使釉藥從坯體表面完全流失，積聚在坯體的底腳，既喪失塗佈釉藥的功能，俟降溫後，也使作品黏附於耐火板而報銷。

因而有必要添加增強釉藥黏稠性的物質，以使釉藥在到達燒熔溫度時，能呈膠水性質一樣，粘稠性增高、流動性降低，使釉藥有效黏附在坯體表面，這種物質便稱為「黏稠劑」。

釉藥常用的黏稠劑，以三氧化二鋁與三氧化二硼為代表。

一、 三氧化二鋁(Al_2O_3)

鋁在釉藥中所扮演的主要角色，是提升釉藥的黏稠性，可以使釉藥有效黏附在坯體的表面。鋁的主要來源礦為三氧化二鋁、長石與黏土等。三氧化二鋁的特質為：

1. 由於三氧化二鋁的熔點極高——達 2050°C ，含量比例對釉藥整體的燒熔溫度，具有甚大的影響，一般最常運用的目的，即作為黏稠劑使用，可以降低熔融釉漿的流動性，避免流釉，促進釉漿燒熔狀態的穩定性。
2. 對釉藥晶體的結晶，有阻絕的作用，因而結晶釉的成份中，應極力避免鋁的成份或降低鋁的比例。
3. 能有效增加釉藥機械強度與提昇硬度。
4. 提昇釉藥的耐候度。

二、 三氧化二硼(B_2O_3)

硼的氧化物如硼酸($\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)、硼砂($\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)、硬硼酸鈣等，在化學性質中是屬於酸性，但由於在釉藥中所發揮的功能，與中性的氧化鋁均極為類似，也是降低熔融釉漿的流動性、避免流釉、促進釉漿燒熔狀態的穩定性、阻止結晶、增加機械強度、提昇硬度與耐候度等，因為較無酸性物質的特質，所以一般均以中性物質視之。

第四節 釉方與跳釉

壹、釉方

「釉方」是指釉藥配方，亦即條列釉藥之組成原料與成分比例的說明；就如同「藥方」、「處方」一般，治療某種疾病，須有那些種類以及份量比例的藥所

組成。

除了「呈色劑」外，一般的釉方，約是由 60%至 80%重量的玻璃質（酸性類二氧化物(RO₂)）、10%至 20%重量的助熔劑（鹼性類氧化物(RO 與 R₂O)）和 10%至 20%重量的黏稠劑（中性類三氧化二物(R₂O₃)）條列組成。因此，此三類物質可稱為釉藥的基礎成分，絕大多數的釉方都含有這三類物質。

不加呈色劑，只以玻璃質、助熔劑與黏稠劑三類物質穩定構成的釉方，稱為「基礎釉方」，如表 2-4 與表 2-5。基礎釉方因為未摻有呈色劑，因此以基礎釉方配置而成的釉藥，其燒成結果通常是沒有顏色只有效果，如透明、不透明、乳濁、開片、冰裂、結晶等。

表2-4 基礎釉方一(%) (適溫 1180 至 1230°C)

編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
日化長石	8	35	40	40	47	50	50	50	54	55	55	55	55	55	55	60	60	60	60	60
二氧化矽	22	22	5	30	15	10	10	25	6		4	5	10	15	20	3	5	5	5	30
碳酸鈣	31	26	35	10	17	12	15	25	14	5	10	12	8	7	25			15	15	10
氧化鋅		10	10	8	8	13		10	4	10	18	13	9	8	10	15	10	6	6	10
美國土	34	5	10	12	4	2	10	5		5	4	2	2	2	5	5	5	3	3	5
碳酸鋇	3	5			5				6	10	6							6	6	
碳酸鎂	2					6			2			6	6	6		5	10			
白雲石								10			20					18	15			30
滑石								10												
高嶺土										14										

表2-5 基礎釉方二(%) (適溫 1180 至 1230°C)

編號	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	
日化長石	65	65	70	70	70														
釜戶長石						30	30	35	42	46	48	50	55	60	60				
霞正長石																35	38		
葉長石																		58	
二氧化矽	5	20	5	5	10	25	28	28	37	34	35	20	13		30	20	16	30	
碳酸鈣	7	12		12		10	11	5	7	7	8	10	9	10	10	25	22	5	
氧化鋅	8	9	7	7	10	5	6	6	7	7	8	1	9	4	10	10			
美國土	2	14	7	4										10	5	5			
碳酸鋇						5	4									5			
碳酸鎂	6		7		10													4	
白雲石			16	5		5													
滑石												10		8				6	
高嶺土						15	15	26	8	5	3	2	14					20	2
硬硼酸鈣															10				

貳、跳釉

「跳釉」是指燒成的釉藥色澤或效果，與原先預定或預估的色澤或效果不同。跳釉的原因非常多，在配釉、施釉、窯燒、環境等任何一個環節有些微誤差，都有可能產生跳釉，充滿了不可預知的因素與無法絕對控制性。跳釉的原因約可自下列七個面向分析，並有相應防杜措施。

一、配釉因素

1. 釉方比率錯誤

釉方的內容，必然含有所涵蓋的原料成份種類與重量比率；未能精確按釉方比率調製，必然無法呈現釉方原定的色澤與效果。防杜方法是：取穩定的釉方，精準秤重配釉，可以排除此項跳釉因素。

2. 釉料研磨不均

依釉方比率秤重，須配合充分研磨精細與混合均勻，方能使釉藥原料各成份能在窯燒過程中，充分相互反應化合，釉藥研磨不均容易殘存原料粗粒，肇致跳釉結果。防杜方法是：運用球磨機長時間磨釉，確認釉藥充分均勻混合且細緻化，可以排除此項跳釉因素。

3. 釉漿沉澱

由於釉漿充分研磨精細與混合均勻後，若未添加適量的抗凝結劑（解凝劑），以削弱釉漿凝結成塊的趨勢，或未使用懸浮劑以破壞釉漿比重、減少重分子下沉的現象，釉漿都極易形成上下兩層內容與濃度不一的物質。未來施用釉漿時，以搗取或傾倒方式，都往往只取用上一層稀薄釉漿，必然會產生跳釉的結果。

在使用前，將釉漿充分攪拌均勻，即可以排除此項跳釉因素；若釉漿凝結成塊，應添加或增加抗凝結劑（解凝劑）的用量；若釉漿沉澱，則應添加或增加懸浮劑的用量。一般抗凝結劑（解凝劑）的用量約為百分之三；懸浮劑的用量約為百分之一，但由於各種釉藥原料性質不同，抗凝結劑與懸浮劑的用量很難界定為均一用量，必須歷次施用驗證，方才能得最適當的用量與效果。

4. 釉漿過濃或過稀

釉漿濃度太稀，單位釉漿中所含的釉藥份量必然較少，會使釉藥呈色能力不足，無法呈現豐潤飽滿的色澤與效果。釉漿濃度太高，釉藥容易片狀剝落，或在高溫燒熔時流釉，積聚底腳黏附耐火板，更不理想。防杜方法是：隨時檢視與維持適當的釉漿濃度，釉與水的比率應維持在一比一左右——約是介於「優酪乳」

與「牛奶」之間的濃度，便可以排除此項跳釉因素。

二、 坯土因素

坯土本身的主成份是約佔三分之二量的二氧化矽，和約有三分之一弱的三氧化二鋁，兼有少量的其他氧化物。正由於坯土本身即含有玻璃質的二氧化矽、黏稠劑的三氧化二鋁、助熔劑的金屬氧化物、以及呈色劑的其他氧化物，因此相同的釉藥塗佈在不同的坯土表面，有可能產生不同的色澤與效果。防杜方法是：慣常使用同一種類的坯土，即可以排除此項跳釉因素。

三、 施釉因素

1. 施釉技術干擾

施釉的方式，也易引發跳釉或留痕，如刷釉、塗釉，都易留下刷塗工具的線形刷痕；浸釉則易使釉漿桶釉藥相混，久而久之釉漿成份殊異；噴釉易使輕分子或黏性低的分子逸散，只留下重分子、黏性高的分子黏附在坯體表面，與釉藥原成份不同，自然容易跳釉。

要排除施釉技術干擾的跳釉因素，使用釉漿前，必須充分攪勻，如此施釉措施差異所引致的跳釉機率，將大幅降低；刷塗技術則可以依賴經驗累積而提昇，達到不留刷痕的水平；浸釉應候前一次施的釉藥乾透了，才浸下一桶釉漿，避免釉漿成份變化；調低噴槍的出氣量，便可減低噴釉技術的干擾。

2. 施釉量干擾

施釉過少，顯色力不足，釉藥豐潤飽滿效果也不明顯，自然會跳釉；施釉過多，有可能造成釉層剝落或流釉，同樣也不理想。最佳的施釉厚度，仍是前述的 0.2 至 0.5 公釐，即約指甲的厚度，可以排除此項跳釉因素。當然，若是施開片釉或尋求特異效果，當可超過此厚度。

四、 原料因素

這是最應該加以排除的因素，因為只要釉藥原料的來源穩定，品質始終如一，即可避免跳釉。

1. 供料廠家差異

由於釉藥原料中，除作為呈色劑的金屬氧化物，是屬於單一元素的化合物，成份與性質比較固定；其餘如長石、鹽類等，都是多元素的化合物與混合物，不同的供料廠家，即有可能會有不同比率的成份差異。防杜方法是：應儘可能尋求有信用的同一廠家供料，即可以排除此項跳釉因素。

2. 貨料批次差異

即使同一廠家供料，亦無法恆久保證釉藥原料的出貨內容與品質能永遠恆定，除了廠家礦料來源的掌握因素外，廠家品質管制能力也是一項重要的變數。因而除了選擇較有信用度的供料廠家以外，在經濟力許可的情形下，一次多量購置同批號的原料，也可排除此項因素所引致的跳釉。

3. 釉料品名差異

釉藥原料的名稱，如同語言一樣，並沒有全然的統一，如二氧化矽 (SiO_2)，台灣俗稱為石英，大陸稱為硅石、燧石、矽石。為避免跳釉，最好能以世界通用的化學式稱呼、標註與選購，即可以排除此項跳釉因素。

五、 窯爐因素

釉藥在窯爐中的燒熔過程失當，是釉藥跳釉的另一重要原因。

1. 溫度設定錯誤

每一種釉方，通常都會標示單一燒熔溫度或燒熔溫度區間。溫度設定過高，將使釉藥在高溫狀態下沸騰，極可能起泡或流釉；溫度設定過低，則釉藥無法完全熔融，即俗稱「沒燒熟」，釉面形成毛霧或顆粒，缺乏光澤。防杜方法是：按釉方指示溫度設定燒製溫度，是避免跳釉的第一要件。

2. 升降溫控制失當

升溫與降溫有一定的速率，約每小時攝氏一百度；升降溫速度過快，除了極可能使釉藥未能充分燒熔化合外，甚至將造成坯體爆裂的後果；但升降溫速度過慢，除了浪費燃料或電力外，也有可能產生流釉、結晶化等預料外的結果。防杜方法是：依升降溫的固定速率燒造，可以排除此項跳釉因素。

3. 持溫時間差異

有些釉方——如結晶釉，會指定讓釉藥窯燒到達指定溫度時，保持溫度數分鐘到數十分鐘，目的是為了讓釉方中的某些礦石成份，有充分反應或結晶的時間，謂之「持溫」；使用這類釉方時，須遵照釉方指示持溫，即可以排除此項跳釉因素。

4. 窯爐爐絲老化

物質皆有衰頹歷程，亦即有壽命期限。電窯爐的爐絲為高電阻、高熔點的鎢化合物，使用愈久，爐絲老化愈明顯，亦即在燒達溫度不變下，燒成時間會愈來愈長，持溫時程也愈來愈長，釉藥跳釉或失效的機率也愈來愈高。防杜方法是：定期檢測窯爐的升降溫速度、爐絲的外觀狀況，以及調整燒造的時間，可以排除此項跳釉因素。

5. 窯爐保溫效能減弱

窯爐的首要設計原則，應在於除了窺孔與進氣道的需求外，全爐有良好的密封性，方才不易因間隙漏洞，導致熱量逸散外洩，使窯爐升溫與持溫困難，自然也易使需要固定與持溫的釉藥，發生跳釉的變化。防杜方法是：定期檢測窯爐保溫效能，以石綿等防火材料堵塞漏氣孔洞，可以排除此項跳釉因素。

6. 作品擺放位置差異

在燒達設定溫度時，窯爐中各部位位置的實際溫度並不一樣，體積愈大的窯爐，這種現象愈明顯。一般而言，窯爐溫度表所顯示的溫度，是測溫棒所在位置的溫度。測溫棒一般均置於窯爐中間偏下的位置，若窯爐底部未設有加熱爐絲，則窯爐的上半部溫度，常高於測溫棒約五至十度，窯爐下半部溫度則反之，這是因為熱往上升的原理所致。

因而有些釉藥在測溫棒附近，可得正常燒熔反應；置窯爐底層卻未燒熟或較無透明光澤；置於窯爐上層卻又起泡沫沸騰，均因溫度誤差所致。防杜方法是：取燒成溫度範圍較廣的釉方調製釉藥，可以排除此項跳釉因素。

六、氣候因素

氣候導致釉藥跳釉，亦是可理解的現象。寒冬時節與溽夏時節，窯爐要燒達相同溫度的時間，自然不同，持溫時間也不一樣。在講求精確燒成溫度與持溫時間的釉方上，這是必須預先考量的因素。防杜方法是：在釉藥燒熔過程中，對環境氣候溫度作成成冊的參考紀錄，可以減少此項跳釉因素的影響。

七、場所因素

通風的場所有可能較密閉的場所，帶走窯爐更多的熱量，這種熱源逸失的型態，也會使窯爐需要更多的加熱時間與出熱功率，去抵消逸散的熱量，跳釉的機率便有可能增加。防杜方法是：保留燒造環境適當且恆定的通氣狀態，可以排除此項跳釉因素。

第五節 三角座標試釉法

壹、內涵

「三角座標試釉法」是畫出一個名為「三角座標試釉表」的正三角形，在其內平行每一底邊繪製九條平行線，含三頂點共產生 66 個交點，每一個交點都代表釉方三原料：(1)玻璃質、(2)助熔劑與(3)粘稠劑的比例，依比例調配釉藥並測試燒製的試驗表格，如圖 2-1。

長石($R_2O \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2$)

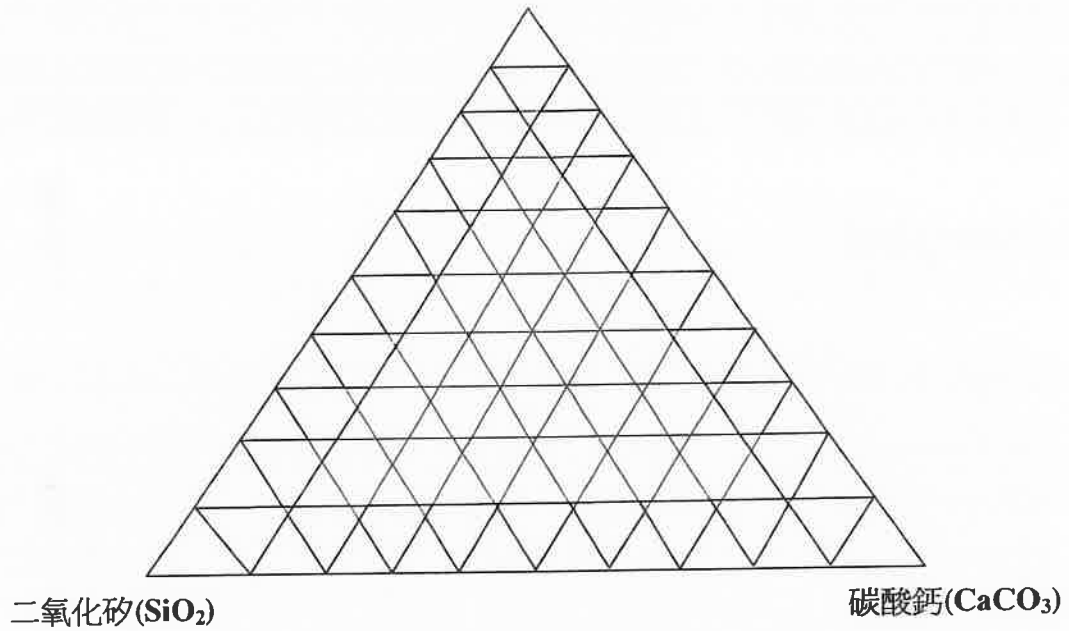
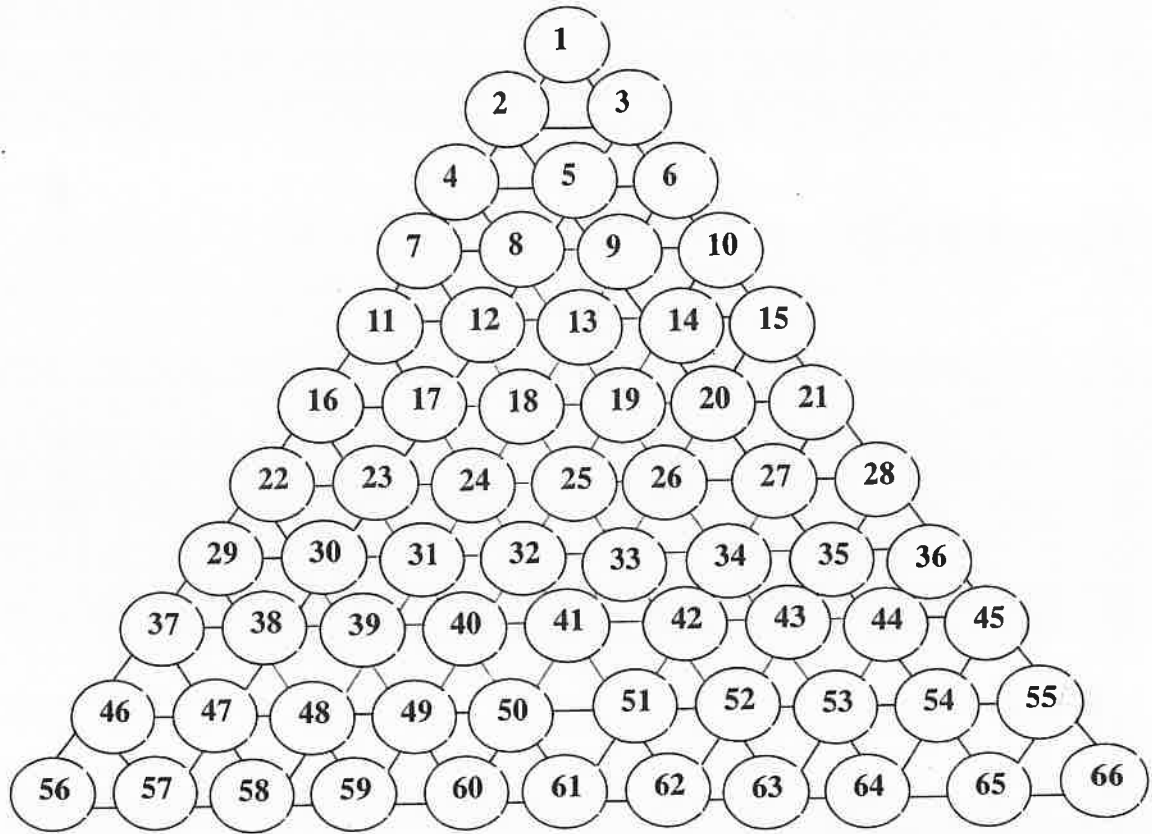


圖 2-1 三角座標試釉表

釉方三角座標試驗表的使用方法是將三個頂點，分別設為「黏稠劑」（常以兼有玻璃質、助熔劑與黏稠劑的長石($R_2O \cdot xAl_2O_3 \cdot ySiO_2$)為代表)、「玻璃質」（常以二氧化矽(SiO_2)為代表)與「助熔劑」（常以碳酸鈣($CaCO_3$)為代表)，訂三角的頂點為該類原料最高含量，即 100%，另兩類原料含量則為零。每遠離該頂點一格距離，即遞減該類原料含量 10%。因此若以圖 2-2 之編序，則 66 個釉方的內涵，將如表 2-6 所示。

釜戶長石($\text{KNaO} \cdot 1.13\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 11.18\text{SiO}_2$)



二氧化矽(SiO_2)

碳酸鈣(CaCO_3)、氧化鋅
(ZnO)、美國土

圖 2- 三角座標試釉表編序

表2-6 本研究所使用之三角座標試釉表序號釉方內涵

序	釜戶長石	SiO_2	CaCO_3 等	序	釜戶長石	SiO_2	CaCO_3 等
1.	100	0	0	2.	90	10	0
3.	90	0	10	4.	80	20	0
5.	80	10	10	6.	80	0	20
7.	70	30	0	8.	70	20	10
9.	70	10	20	10.	70	0	30
11.	60	40	0	12.	60	30	10
13.	60	20	20	14.	60	10	30
15.	60	0	40	16.	50	50	0
17.	50	40	10	18.	50	30	20
19.	50	20	30	20.	50	10	40
21.	50	0	50	22.	40	60	0
23.	40	50	10	24.	40	40	20
25.	40	30	30	26.	40	20	40
27.	40	10	50	28.	40	0	60

序	釜戶長石	SiO ₂	CaCO ₃ 等	序	釜戶長石	SiO ₂	CaCO ₃ 等
29	30	70	0	30	30	60	10
31	30	50	20	32	30	40	30
33	30	30	40	34	30	20	50
35	30	10	60	36	30	0	70
37	20	80	0	38	20	70	10
39	20	60	20	40	20	50	30
41	20	40	40	42	20	30	50
43	20	20	60	44	20	10	70
45	20	0	80	46	10	90	0
47	10	80	10	48	10	70	20
49	10	60	30	50	10	50	40
51	10	40	50	52	10	30	60
53	10	20	70	54	10	10	80
55	10	0	90	56	0	100	0
57	0	90	10	58	0	80	20
59	0	70	30	60	0	60	40
61	0	50	50	62	0	40	60
63	0	30	70	64	0	20	80
65	0	10	90	66	0	0	100

依三角座標試驗表各交點，分別增減三種釉方原料，可以分別試驗 66 種不同成分比例下的釉方性質。由於三角座標試驗表的使用方式，是將釉方三原料以無遺漏地比例遞增或遞減的方式搭配，因此只要依所有交點所代表的釉方三原料比例，加以調配與燒製，檢視燒製結果，經常可以較為精準地「尋得」穩定或呈色優美的基礎釉釉方。

在試驗出以三類原料為根本的「基礎釉釉方」後，只要再加入呈色劑，即得真正可用的釉方。

貳、特質

1. 只要繪製三角座標試釉表，即能據以定義釉方原料內涵，程序頗為單純。
2. 所有試驗釉方均可以由三角座標試釉表一眼看出，內容頗為簡單。
3. 釉方數據為重量比率，可以直接據以調製釉藥，無須如莫耳當量表示式的釉方須先計算分子量再轉換為重量的繁瑣程序，在施用上頗為便利。
4. 由於釉方成份均以混合物或市場名詞表示（如矽灰石、南非長石），缺乏化學式精確的內涵表示，釉方流傳較困難（如本地某甲所稱的南非長石與美國某乙所稱的南非長石內涵極可能不同，乙便無法流通使用甲之釉方）。
5. 位於三角座標三頂點（「長石 100、二氧化矽 0、碳酸鈣 0」、「長石 0、二氧化

矽 100、碳酸鈣 0」、「長石 0、二氧化矽 0、碳酸鈣 100」) 與其附近的極端值釉方，幾乎無須試驗，即可預知為失敗釉方，強行試驗徒然耗用資源。

6. 依三角座標試釉法程序尋獲成功釉方的比率，無論是較有差異的不同長石基礎的三角座標試釉法，或是既有釉方基礎的三角座標試釉法，通常僅在三成上下，亦即有約七成的材料、時間、精力徒然耗損，對有時程或經濟成本壓力的陶藝教師或陶藝創作者而言，效能實在尚有大幅成長空間。

第六節 塞格式試釉法

壹、塞格式釉方的涵義

塞格式釉方表示式是以化學式 $RO \cdot xR_2O_3 \cdot yRO_2$ 表示主要組成釉料成份當量數的釉方表示式。其中的 R 代表金屬成份，O 代表氧，而 RO 代表主要為鹼金屬與鹼土族金屬氧化物的助熔劑， R_2O_3 代表主要為鋁氧化物或硼氧化物的黏稠劑， RO_2 代表主要為矽氧化物與鉛氧化物等的玻璃質，x 值與 y 值是莫耳數。這是將釉方成份以化學符號精確表示的一種方式，由德國人 H. Seger 所制定。

塞格式釉方表示式的設計理念，即是因為釉中的氧化物可分成三類，即 RO (助熔劑)、 R_2O_3 (黏稠劑) 與 RO_2 (玻璃質)，只要將各類之莫耳數乘以分子數，可得重量，可再轉換為重量百分比率以便據以配釉，故可無須另行標註重量，而可以直接以化學式 $RO \cdot xR_2O_3 \cdot yRO_2$ 表示釉方，並放諸四海皆可通用。

貳、塞格式釉方的數值與比率

「塞格式釉方表示式」是以化學式 $RO \cdot xR_2O_3 \cdot yRO_2$ 表示釉方主要組成成份，以及據以計算調製釉藥的配方。「塞格式釉方表示式」慣常將塞格式 $RO \cdot xR_2O_3 \cdot yRO_2$ 其中的 RO (助熔劑) 莫耳數，固定歸為 1，以便利於計算釉藥份量，從而將釉方編號——稱為「塞格式釉號」，將釉方的燒成溫度、光澤度、透明度等變項，建構為完整的資料庫，爾後可依據「塞格式釉號」，翻查資料庫內容，即可獲得該釉方的燒造試驗資料。

塞格式釉方的適當數值與比率可如下述：

1. 鹼(RO)值：1。
2. 中(R_2O_3)值(x 值)：0.1 至 1.2。

3. 酸(RO_2)值(y 值)：2.5 至 12。
4. 鹼酸比 (1 : y)：2.5 至 6.5。
5. 中酸比 (x : y)：7 至 10。
6. 鹼金鹼土比 (R_2O/RO)：應小於 1。
7. 矽硼比 (SiO_2 / B_2O_3)：應大於 2 (假設二氧化矽與三氧化二硼有混用的情況下)。

參、電腦輔助塞格式釉方計算

塞格式釉方有「重量比率表示式釉方」與「莫耳當量表示式的塞格式釉方」之轉換需求，手工計算方式極為繁複，故可以電腦輔助釉方計算軟體之協助。

肆、塞格式釉方的特質

由前述(1)由重量比率表示式釉方轉換為莫耳當量表示式的塞格式釉方，與(2)由莫耳當量表示式的塞格式釉方轉換為重量比率表示式釉方的計算與轉換程序，可以歸納塞格式釉方表示式的正向特質如下：

1. 以化合物而非混合物的莫耳當量數值來表示釉方組成成份，表示方式最為精確。
2. 釉方以化學元素符號或化合物、而非混合物的莫耳當量數值表示，可以放諸四海皆準，利於流傳運用。
3. 就莫耳當量表示式釉方的鹼酸比比值，即能大略判讀釉方的適當燒成溫度與釉方燒成良窳——是否有良好的熔融效果和黏著性，可以大幅節省釉方試驗的資源消耗。
4. 就莫耳當量表示式釉方的中酸比比值，即能大略判讀釉方的燒成結果透明度，同樣可以事先即據以決定是否使用釉方，而大幅節省釉方試驗的資源消耗。

塞格式釉方表示式的負向特質如下：

1. 莫耳當量表示式釉方並無法直接據以配釉，而是需要先行換算成重量，實在難稱便利。
2. 以莫耳當量表示式釉方換算為重量的歷程，必須各項釉藥原料的莫耳當量乘以分子量，並轉換為百分比率，過程極為繁瑣耗時。
3. 重量換算歷程之初，即必須先行準備釉藥各成份原料的分子量數據或化學元素週期表，案頭未備即無法換算。

4. 重量換算歷程之中，若釉藥原料非屬於純物質或化合物，而是混合物——這類釉藥既不在少數（如長石、高嶺土等），且頗普遍常用，則尚須事先向釉藥供應廠商，索取混合物釉藥原料之實質成分內涵與比率，或自行分析試驗——前提是使用者必須具有精密價昂的化學定量分析儀器——這真是極困難的事，所以此項程序又倍增繁瑣。
5. 即使已經事先向釉藥供應廠商，索取混合物釉藥原料之實質成分內涵與比率，但在重量換算歷程之中，則尚須由混合物所含各元素與化合物量，「反向套合」原當量數，這項「反向套合」的計算歷程難度更高，計算耗時更為可觀。
6. 或以為依據心理動作領域（psychomotor domain）的學習原理，人類可以在操作或運算熟練後，「自然而然記住」且成為「反射動作」。在機具操作上或有可能，但在釉方計算與轉換上，這幾乎是常人不可能的達成的事，因為就(1)分子量數據或化學元素週期表而言，不僅常人無法輕易背記眾多分子量數據或化學元素週期表，一定要於案頭準備以便翻查，即連(2)混合物釉藥原料之實質成分內涵，除了向釉藥原料公司索取資料外，常人也無精密的化學儀器，可資自行分析眾多混合物釉藥原料之實質成分內涵。因而只要配釉，案頭即須放置分子量數據表與釉藥原料成分表以備翻查，實在極不便利。

第七節 重要名詞詮釋

壹、陶藝

是「陶瓷工藝」的簡稱，「陶瓷」是指可塑性的黏土經塑造加工與高溫燒造後的成品；「工藝」則是人類運用物料與技藝，充分展現材質之美與精湛技藝的歷程與成品；因而「陶瓷工藝」是指人類塑造加工與高溫燒造黏土，充分展現黏土材質之美與精湛技藝的歷程與成品。

貳、釉藥

指塗佈在陶瓷坯體表面，經高溫燒熔後所形成光亮緻密的矽酸鹽物質。

參、釉方

即「釉藥配方」，是指條列釉藥原料與成份比例的調製說明；就如同「藥方」、

「處方」一般，治療某種疾病，須有那些種類與份量比例的藥所調配組成。「釉方」通常由四種成份：玻璃質（如二氧化矽 (SiO_2) ）、助熔劑（如碳酸鈣 (CaCO_3) ）與黏稠劑（如三氧化二鋁 (Al_2O_3) ）及外加的呈色劑，依不同比例表示與調製而成。能經燒成試驗取得玻璃質、助熔劑與黏稠劑三種釉藥原料穩定發色與效果的組成比例，即稱為「穩定（或成功）的釉方」。

肆、純物質

是指單一化學元素物質。例如鉀(K)、鈣(Ca)、鈉(Na)等。

伍、化合物

是指兩種以上化學元素化合而成的單類物質。

例如：二氧化矽 (SiO_2) 由氧元素與矽元素化合而成；碳酸鈣 (CaCO_3) 由氧元素、碳元素與鈣元素化合而成；三氧化二鋁 (Al_2O_3) 由氧元素與鋁元素化合而成。

陸、混合物

是指兩種以上化學元素或化合物混合而成的物質。例如釜戶長石是由下列五種化合物，以固定比率：0.400 當量的氧化鉀 (K_2O) 化合物、0.476 當量的氧化鈉 (Na_2O) 化合物、0.015 當量的氧化鎂 (MgO) 化合物、0.109 當量的氧化鈣 (CaO) 化合物、0.999 當量的三氧化二鋁 (Al_2O_3) 化合物、9.836 當量的二氧化矽 (SiO_2) 化合物等，化合而成。

柒、重量比率表示式

是以重量百分比率的方式表示各成份組成多寡的表示式。亦即先加總釉方各成份的重量總和，將各成份重量分別除以重量總和可以得各成份的重量（百分）比率，數列化條列各成份的重量（百分）比率即成重量比率表示式。

捌、重量比率表示式釉方

是以重量百分比率的方式表示釉方中各成份的組成多寡，如某重量比率表示式釉方的成份「玻璃質 25、助熔劑 55 與黏稠劑 20（總和 100）」，即代表該釉方含有「25%重量的玻璃質、55%重量的助熔劑與 20%重量的黏稠劑」。

玖、重量比率表示式試釉法

是以釉方各成份的重量百分比值，作為釉方表示式以試驗調配釉藥的方法。常用的重量比率表示式試釉法有三角座標試釉法與直線遞數試釉法。

壹拾、 原子量

是化學單位名詞，是 6.02×10^{23} 個原子的重量。

壹拾壹、分子量

是化學單位名詞，是 6.02×10^{23} 個分子的重量。

壹拾貳、莫耳

莫耳(mole)也是化學單位名詞，是將 6.02×10^{23} 個原子或分子的重量作為計量單位。例如每一個三氧化二鋁(Al_2O_3)分子，是由二個鋁(Al)原子與三個氧(O)原子所化合而成，因而三氧化二鋁(Al_2O_3)的分子量即為二倍鋁(Al)原子量(26.98 克)加上三倍氧(O)原子量(16.00 克)的和(101.96 克)，運算式為：
 $26.98 \times 2 + 16.00 \times 3 = 101.96$ 克。由於經常在陳述化學資料時，「101.96 克的三氧化二鋁(Al_2O_3)」的表述方式並不方便，因此，改稱為「一莫耳的三氧化二鋁(Al_2O_3)」。

壹拾參、當量

當量(Equivalent weight)是指在化學反應中，某物質得與其他物質完全反應或完全化合的固定比率重量。因此，在化合物中，各元素的當量是呈固定比率的關係——某化合物中的某元素，必然與固定比率的其他元素化合。

例如三氧化二鋁(Al_2O_3)即是 2 莫耳的鋁與 3 莫耳的氧化合而成，即可稱三氧化二鋁(Al_2O_3)中，固定有 2 當量的鋁與 3 當量的氧。這種表示方式，在釉方中特別有意義，如某穩定呈色與燒成效果的塞格式表示式釉方為 $\text{RO} \cdot x\text{R}_2\text{O}_3 \cdot y\text{RO}_2$ ，即該釉方的組成，固定有 1 當量的鹼性物質(RO)，x 當量的中性物質(R_2O_3)，y 當量的酸性物質(RO_2)；若其中當量數值有差異——即使只是微量，也會與原釉方的呈色與燒成效果不同。

壹拾肆、莫耳當量表示式

是以莫耳當量的方式表示各成份組成多寡的表示式。亦即：數列化條列各成份的莫耳當量者，即成莫耳當量表示式。

壹拾伍、莫耳當量表示式釉方

是以莫耳當量的方式表示釉方中各成份的組成多寡，如某莫耳當量表示式釉方的成份「玻璃質 0.25、助熔劑 0.55 與黏稠劑 0.20（總和 1）」，即代表該釉方由「0.25 乘以玻璃質分子量、0.55 乘以助熔劑分子量與 0.20 乘以黏稠劑分子量」所組成。

壹拾陸、莫耳當量表示式試釉法

是以釉方各成份的莫耳當量數值，作為釉方表示式以試驗調配釉藥的方法。常見的莫耳當量表示式試釉法有塞格式試釉法。

壹拾柒、三角座標試釉法

「三角座標試釉法」是畫出一個名為「三角座標試驗表」的正三角形，在其內平行每一底邊繪製九條平行線，含三頂點共產生 66 個交點，每一個交點都代表釉方三原料(1)玻璃質、(2)助熔劑與(3)粘稠劑的重量百分比，依比例調配釉藥並測試燒製的試驗表格。

實際運用時，三個頂點，分別設為「長石($R_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$)」（兼有玻璃質、助熔劑與黏稠劑）、「二氧化矽(SiO_2)」（玻璃質）與「碳酸鈣($CaCO_3$)」（助熔劑），訂三角的頂點為該類原料最高含量，即 100%，另兩類原料含量則為零。每遠離該頂點一格距離，即遞減該類原料含量 10%。依三角座標試驗表各交點，分別增減三種釉方原料，可以分別試驗 66 種不同成份比例下的釉方性質，即稱為「三角座標試釉法」，目前是國內陶藝工作者最常使用的試釉方法之一。

壹拾捌、塞格式釉方表示式

以化學式 $RO \cdot xR_2O_3 \cdot yRO_2$ 表示主要組成釉料成份莫耳當量數的釉方表示式。其中的 R 代表金屬成份，O 代表氧，RO 代表主要為鹼金族與鹼土族金屬氧化物的助熔劑， R_2O_3 代表主要為鋁氧化物或硼氧化物的黏稠劑， RO_2 代表主要為矽氧化物與鉛氧化物等的玻璃質，x 值與 y 值是莫耳當量數。

壹拾玖、塞格式試釉法

「塞格式試釉法」是以化學式 $RO \cdot xR_2O_3 \cdot yRO_2$ 表示釉方主要組成成份莫耳數及計算釉藥配方的試釉方法。其中的 R 代表金屬成份，O 代表氧，RO 代表主要為鹼金族與鹼土族金屬氧化物的助熔劑， R_2O_3 代表主要為鋁氧化物或硼氧化物的黏稠劑， RO_2 代表主要為矽氧化物與鉛氧化物等的玻璃質，x 值與 y 值是莫耳數。

一般認為：在塞格式 $RO \cdot xR_2O_3 \cdot yRO_2$ 中，鹼(RO)值固定為 1，中(R_2O_3)值(即 x 值)以 0.1 至 1.2 莫耳、酸(RO_2)值(即 y 值)以 2.5 至 12、鹼酸比(即 y/1 值)以 2.5 至 6.5、中酸比(即 y/x 值)為 7 至 10，為適當的釉方；故只要依塞格式釉方表示式，可大略判讀釉方的適當燒成溫度與透明性質。但實際運用時，須先將 x 值與 y 值莫耳數乘以分子數可得重量，各除以 RO、 R_2O_3 、與 RO_2 三類的總重量，即得重量百分比率，方能藉以配釉，先備資料（如各元素原子量、釉原料成分等）與轉換程序頗為繁瑣。

附錄一 化學元素原子量表

元素名	符號	原子序	原子量	元素名	符號	原子序	原子量
氫	H	1	1.01	銅	Cu	29	63.54
氦	He	2	4.00	鋅	Zn	30	65.37
鋰	Li	3	6.94	砷	As	33	74.92
鈹	Be	4	9.01	硒	Se	34	78.96
硼	B	5	10.81	鐳	Sr	38	87.62
碳	C	6	12.01	鈮	Y	39	88.91
氮	N	7	14.01	銩	Zr	40	91.22
氧	O	8	16.00	鉬	Mo	42	95.94
氟	F	9	19.00	銩	Rh	45	102.91
鈉	Na	11	22.99	銀	Ag	47	107.87
鎂	Mg	12	24.31	鎘	Cd	48	112.40
鋁	Al	13	26.98	銦	In	49	114.82
矽	Si	14	28.09	錫	Sn	50	118.69
磷	P	15	30.97	銻	Sb	51	121.75
硫	S	16	32.06	鋇	Ba	56	137.36
氯	Cl	17	35.45	鐳	La	57	138.91
鉀	K	19	39.10	鈰	Ce	58	140.12
鈣	Ca	20	40.08	釷	Pr	59	140.91
鈦	Sc	21	44.96	釷	Nd	60	144.24
鈦	Ti	22	47.90	鎢	W	74	183.85
鈮	V	23	50.94	鉑	Pt	78	195.09
鉻	Cr	24	52.00	金	Au	79	196.97
錳	Mn	25	54.94	鉛	Pb	82	207.19
鐵	Fe	26	55.85	鉍	Bi	83	208.98
鈷	Co	27	58.93	釷	Th	90	232.04
鎳	Ni	28	58.71	鈾	U	92	238.03

附錄二 常用長石成分當量表

重量百分比率當量 (吳鵬飛, 民 88, 頁 7; 暉真釉料公司)

類別	K ₂ O	Na ₂ O	MgO	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂
✓ 日化長石	4.21	4.56	0.24	0.56	13.43	0.35	76.37
✓ 印度鉀長石	12.00	2.00	0.12	0.14	19.70	0.10	64.50
安養長石	0.32	10.64	0.08	0.44	20.10	0.13	67.20
✓ 釜戶長石	4.89	3.83	0.08	0.79	13.24	0.33	76.65
✓ 福島長石	10.42	3.48	0.02	0.24	18.57	0.18	66.74
✓ 霞正長石	4.60	9.80	0.10	0.70	23.33	0.07	60.70

莫耳當量 (吳鵬飛, 民 88, 頁 7; 暉真釉料公司)

	分子量	K ₂ O	Na ₂ O	KNaO	MgO	CaO	Al ₂ O ₃	SiO ₂
✓ 日化長石	743	0.3336	0.5473	0.8809	0.0447	0.0745	0.9806	9.4773
✓ 印度鉀長石	596	0.7716	0.1952	0.9668	0.0181	0.0151	1.1668	6.4955
✓ 葉長石	631.71	0.0312	0.0631	0.0943	0.0211	0.0312	1.0021	8.2531
安養長石	535	0.0184	0.9281	0.9465	0.0108	0.0427	1.0660	6.0573
✓ 釜戶長石	768	0.4003	0.4758	0.8761	0.0154	0.1085	0.9992	9.8345
✓ 福島長石	500.82	0.6402	0.3301	0.9712	0.0047	0.2514	1.0514	6.4602
✓ 霞正長石	447	0.2203	0.7122	0.9325	0.0113	0.0563	1.0288	4.5572

✓: 本教室具備。

附錄三 常用釉料化學式與分子量表

物質名	化學式	分子量
焦性銻酸鈉	$\text{Na}_2\text{H}_2\text{Sb}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	511.5
鈾酸鈉	$\text{Na}_2\text{U}_2\text{O}_7$	634.0
氯化金	$\text{H}[\text{AuCl}_4] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	411.8
氯化銀	AgCl	143.3
氯化鈉	NaCl	58.4
氯化白金	$\text{H}_2(\text{PtCl}_6) \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	517.8
鉻酸鉀	K_2CrO_4	194.2
重鉻酸鉀	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	294.2
鉻酸鉛	PbCrO_4	323.2
鉻酸鋇	BaCrO_4	253.3
(無水)矽酸	SiO_2	60.1
矽酸鈉	$\text{Na}_2\text{O} \cdot x\text{SiO}_2 \cdot x=1.6\sim 4.0$	不定
醋酸鉛	$\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	379.3
✓ 氧化鋅	ZnO	81.4
✓ 氧化鋁	Al_2O_3	102.0
✓ 氧化銻(三氧化銻)	Sb_2O_3	291.0
氧化銻(四氧化銻)	Sb_2O_4	307.5
氧化銻(五氧化銻)	Sb_2O_6	323.5
氧化鈾(八氧化三鈾)	U_3O_8	842.1
氧化鈾(三氧化鈾)	UO_3	286.0
氧化鎘	CdO	128.4
氧化鉀	K_2O	94.2
氧化鈣(石灰、生石灰)	CaO	56.1
氧化銀	Ag_2O	231.7
✓ 氧化鉻	Cr_2O_3	152.0
✓ 氧化鈷	CoO	74.9
氧化鈷(四氧化三鈷)	Co_3O_4	240.8
氧化鋯	ZrO_2	123.2
✓ 氧化錫	SnO_2	150.7
氧化鋇	SrO	103.6
氧化鈾	CeO_2	172.1
氧化鎢	WO_3	231.9
✓ 氧化鈦 金紅石	TiO_2	79.9
氧化鐵(一氧化鐵)	FeO	71.9
氧化鐵(四氧化三鐵)	Fe_3O_4	231.6
✓ 氧化鐵(三氧化二鐵)	Fe_2O_3	159.7
✓ 氧化銅	CuO	79.5
氧化鈉	Na_2O	62.0

✓: 本教室具備

物質名	化學式	分子量
氧化鉛	PbO	223.2
氧化鉛(四氧化三鉛、鉛丹)	Pb ₃ O ₄	685.6
✓ 氧化鎳	NiO	74.7
氧化釹	Nd ₂ O ₃	336.5
氧化釩(五氧化釩)	V ₂ O ₅	181.9
氧化鋇	BaO	153.3
氧化砷(三氧化砷素、亞砷酸)	As ₂ O ₃	197.8
氧化砷(五氧化砷素)	As ₂ O ₅	229.8
氧化鉍(三氧化鉍)	Bi ₂ O ₃	466.0
氧化鐳	Pr ₆ O ₁₁	1021.5
氧化鈹	BeO	25.0
氧化鎂(苦土、鎂)	MgO	40.3
氧化錳(一氧化錳)	MnO	70.9
✓ 氧化錳(二氧化錳)	MnO ₂	86.9
氧化鉬	MoO ₃	143.9
氧化釷	La ₂ O ₃	325.8
氧化鋰	Li ₂ O	29.9
氧化磷(五氧化磷)	P ₂ O ₅	141.8
硝酸鉀(硝石)	KNO ₃	101.1
硝酸銀	AgNO ₃	169.9
硝酸鉛	Pb(NO ₃) ₂	331.2
吐酒石	C ₄ H ₆ O ₆ KSb 1/2 H ₂ O	333.9
水鋁氧	Al(OH) ₃	78.0
消石灰	Ca(OH) ₂	74.1
(無水)錫酸	H ₂ SnO ₃	168.7
(金屬)硒	Se	79.0
碳酸鉀	K ₂ CO ₃	138.2
✓ 碳酸鈣、石灰石、白堊	CaCO ₃	100.1
碳酸銀	Ag ₂ CO ₃	275.8
(鹽基性)碳酸鈷	2CoCO ₃ · Co(OH) ₂ · H ₂ O	534.7
碳酸鋇	SrCO ₃	147.6
✓ (鹽基性)碳酸銅	CuCO ₃ · Cu(OH) ₂	221.1
碳酸鈉(蘇打灰)	Na ₂ CO ₃	106.0
(鹽基性)碳酸鉛	2PbCO ₃ · Pb(OH) ₂	775.6
✓ 碳酸鋇	BaCO ₃	197.4
✓ (鹽基性)碳酸鎂	(3-5)MgCO ₃ · Mg(OH) ₂ · (3-7)H ₂ O	84.3
碳酸錳	MnCO ₃	115.0
✓ 碳酸鋰	Li ₂ CO ₃	73.9
釩酸銻	NH ₄ VO ₈	117.0
氟化鉀	KF	58.1
氟化鈣	CaF ₂	78.1
氟化鈉	NaF	42.0

物質名	化學式	分子量
氟化鎂	MgF ₂	62.3
氟化鋰	LiF	25.9
✓ 硼酸	H ₃ BO ₃	61.8
(無水)硼酸	B ₂ O ₃	69.6
硼酸鈉	NaB ₄ O ₇ •10H ₂ O	381.4
硫化鋅	ZnS	97.4
硫化鎘	CdS	144.5
硫化銀	Ag ₂ S	247.8
硫化銅	CuS	95.6
硫酸鈣	CaSO ₄	136.1
✓ 硫酸鈣(燒石膏、半水石膏)	CaSO ₄ •1/2H ₂ O	145.1
硫酸鈣(石膏、二水石膏)	CaSO ₄ •2H ₂ O	172.1
硫酸鉛	PbSO ₄	303.3
硫酸鋇	BaSO ₄	233.4
磷酸鋁	AlHP ₄	122.0
✓ 磷酸鈣	Ca ₃ (PO ₄) ₂	310.2
磷酸(氫)鈣	CaHPO ₄ •2H ₂ O	172.1
(焦性)磷酸鈣	Ca ₂ P ₂ O ₇	254.1
磷酸鈉	Na ₂ HOP ₄ •12H ₂ O	358.0
(焦性)磷酸鈉	Na ₄ P ₂ O ₇ •10H ₂ O	445.9
磷酸錳	MnHPO ₄ •3H ₂ O	204.9
亞鉛尖晶石	ZnO•Al ₂ O ₃	183.4
灰長石(鈣長石)	CaO•Al ₂ O ₃ •2SiO ₂	278.3
灰鈦石	CaO•TiO ₂	136.0
✓ 硼酸鈣	2CaO•3B ₂ O ₃ •5H ₂ O	411.0
✓ 高嶺土	Al ₂ O ₃ •2SiO ₂ •2H ₂ O	258.2
霞石正長石(鈉長石)	Na ₂ O•Al ₂ O ₃ •2SiO ₂	284.2
滑石	3MgO•4SiO ₂ •H ₂ O	379.3
褐鐵礦	Fe ₂ O ₃ •nH ₂ O	不定
鉀霞石	K ₂ O•Al ₂ O ₃ •2SiO ₂	316.4
絹雲母	K ₂ O•3Al ₂ O ₃ •6SiO ₂ •2H ₂ O	796.8
✓ 金紅石	TiO ₂	79.9
堇青石	2MgO•2Al ₂ O ₃ •5SiO ₂	585.9
榴石	CaO•TiO ₂ •SiO ₂	196.1
苦土橄欖石	2MgO•SiO ₂	140.7
✓ 石英(燧石)(硅石)	SiO ₂	60.1
鉻鐵礦	FeO•Cr ₂ O ₃	223.9
矽鋅礦	2ZnO•SiO ₂	222.9
✓ 矽灰石	CaO•SiO ₂	116.2
矽線石	Al ₂ O ₃ •SiO ₂	162.1
硬玉	Na ₂ O•Al ₂ O ₃ •4SiO ₂	404.4
硬石膏	CaSO ₄	136.2

物質名	化學式	分子量
紅柱石	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$	162.1
磁鐵礦	$\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	231.6
斜頑火石	$\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$	100.4
重晶石	BaSO_4	233.4
重土長石	$\text{BaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$	375.5
硝石	KNO_3	101.1
✓ 矽酸鋯	$\text{ZrO}_3 \cdot \text{SiO}_2$	183.3
水滑石	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	58.3
水礬土	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	156.0
正(鉀)長石	$\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$	556.8
尖晶石	$\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	142.3
曹灰硼石	$\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{CaO} \cdot 5\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 16\text{H}_2\text{O}$	810.2
鈉長石	$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$	524.6
水鉛石	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	120.0
鈦鐵礦	$\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$	151.8
智利硝石	NaNO_3	85.0
透輝石	$\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$	216.6
軟錳礦	MnO_2	86.9
✓ 白雲石	$\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$	184.4
冰晶石	$3\text{NaF} \cdot \text{AlF}_3$	210.8
螢石	CaF_2	78.1
錫棚石	$\text{CaO} \cdot \text{SnO}_2 \cdot \text{SiO}_2$	266.9
明礬石	$\text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	828.4
多鉛紅柱石	$3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$	426.2
葉長石	$\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 8\text{SiO}_2$	612.7
葉蠟石	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	360.4
鋰長石	$\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$	252.1
菱苦土礦	MgCO_3	84.3
鱗雲母	$\text{K}_2\text{Li}_3\text{Al}_4\text{Si}_7\text{O}_{21}(\text{OH}_2\text{F})$	不定
磷灰石	$\text{Ca}_5(\text{F1Cl1})(\text{PO}_4)_3$	不定

2011 釉用原料報價單 (高雄玉禮)

品名	價格/kg	品名	價格/kg	品名	價格/kg	品名	價格/kg
碳酸銅	300	氧化鐵	120	氫氧化鋁	時價	金紅石	120
碳酸鋇	160	氧化銅	400	矽酸鋯	90	鋰輝石	60
碳酸鋇	45	氧化鎳	1800	鉻鐵礦	45	AKI 高嶺土 25	400/包
碳酸鋰	450	氧化鎂	60	硼酸鈣 美國 Laguna	1200/包	AKI 高嶺土 35	500/包
碳酸鉀 25kg/包	1000/包	氧化錳	70	天然磷酸鈣 (骨灰)	150	木節土	1400/包
碳酸鈣 25kg/包	500/包	氧化鉻	260	天然木灰	300	蛙目土	1000/包
碳酸鎂 25kg/包	1110/包	氧化鋅	120	合成土灰	150	球狀黏土	800/包
碳酸鈉	50	氧化錫	1550	滑石粉	30	皂土	20
碳酸錳	170	氧化鉛	250	硼砂	60	白雲石	15
日化長石 50kg/包	1050/包	氧化鋁	65	熟料	600/包	TST 石膏 25kg/包	500/包
霞正長石 22.5kg/包	800/包	氧化銻	時價	CMC	300		
釜戶長石 40kg/包	960/包	氧化矽 (石英)400目	550/包	水臘	400/瓶		
印度鉀長石 40kg/包	800/包	氧化鈷 72%	3500	矽灰石 22.5kg/包	35		
澳洲 鉀長石	500/包	二氧化鈦	150	黑鐵	140		

2011 色料－釉下彩（高雄玉禮）

以下報價不含稅金與運費，因為色料係屬氧化物發色，部分價格會依時價調整。

顏 色	色釉 (粉)	售 價	顏 色	色釉 (粉)	售 價
鉻 綠	A0101	550	棕 灰	A0506	900
孔雀綠	A0102	1050	灰 色	A0507	900
鉻 綠	A0104	520	棕 色	A0606	480
孔雀綠	A0106	1200	黑咖啡	A0609	520
橄欖綠	A0111	530	棕 色	A0617	450
水 青	A0202	520	棕咖啡	A0620	490
藍 色	A0234	1350	咖 啡	A0630	510
寶 藍	A0235	2000	深咖啡	A0650	510
寶 藍	A0236	1250	棕 色	A0696	490
孔雀藍	A0281	1500	珊瑚紅	A0706	450
鎳 黃	A0301	670	淺棗紅	A0727	900
鎳 黃	A0303	550	肌 色	A0735	540
鈳 黃	A0313	630	珊瑚紅	A0744	600
鈳 黃	A0315	870	棗 紅	A0747	790
鈳 黃	A0323	480	棗 紅	A0749	790
鈳 黃	A0333	480	鐵 紅	A0750	670
黑 色	A0404	1800	淺棗紅	A0757	900
黑 色	A0405	2100	紫 色	A0808	1500
黑 色	A0406	1800	橘 紅	A0793	2500
藍 灰	A0505	950	正 紅	A0797	2500
白 色	A0900	600	1200°C透明釉	50 磅=22.5kg/包	2200

2020 台宜公司報價

台宜陶瓷原料有限公司 <http://www.taiyigroup.com/index.html>

地 址：苗栗縣頭份鎮中華路 226 巷 5 號

電 話：886-37-611105 黃先生 許小姐 業務李小姐 LINE：0910475131

傳 真：886-37-611340

wenping@taiyigroup.com

Lwp590310@ms86.url.com.tw

擬購下述釉料：

1. F-40 釜戶長石粉：14 元*40 公斤*2 袋=1120 元
2. 82-10 矽灰石 CaSiO₃：26 元*25 公斤*1 袋=650 元
3. 7-500 氧化鋅 ZnO：125 元*25 公斤*1 袋=3125 元
4. S-7119 黏性膠粉：770 元*5 公斤=3850 元
5. B-7001 氧化鈦：4100 元*1 公斤=4100 元
6. H-004 氯化鈦：1200 元*2 公斤=2400 元

合計 15245 元

依會計規定：一萬元以上採購案須由敝校主計審核後出納組直接匯款入廠商帳戶，敬請核對下述資料：

戶名：台宜陶瓷有限公司

統一編號：28390057

台灣中小企業銀行（竹南分行）

帳號：350-12-04214-9

到貨卸貨處：900 屏東市林森路 1 號科藝館 1 樓 101 教室

敬請填列單據（兩聯可；三聯抬頭：國立屏東大學，統一編號 91004005）

聯絡電話：08-7663800-35510 0972-770377 李堅萍老師或 08-7663800-35501 龔老師

敬頌

勳安

李堅萍老師敬上

品名	每袋 (kg)	單價 /kg	購量 (袋)	金額
台宜 20200615 F-40 釜戶長石	40	14	2	1120
82-10 矽灰石	25	26	1	650
氧化鋅	25	125	1	3125

台宜陶瓷有限公司

色料

報價單

品名	顏色	單價/NTD
P-1001	綠色	450
P-1002	藍綠色	800
P-1003	水青色	360
P-1004	藍色	1100
P-1005	變色藍	1650
P-1006	孔雀藍	1260
P-1008	黃色	420
P-1009	鈎黃	720
P-1010	棕色	350
P-1012	黑色	1770
P-1013	灰色	750
P-1014	灰色	690
P-1015	灰色	630
P-1018	咖啡色	430
P-1019	黑咖啡	430
P-1022	深棕色	400
P-1023	棗紅色	350
P-1024	膚色	400
P-1026	瑪瑙色	860
P-1027	橄欖綠	570
P-1038	紫紅	2400
P-1039	粉紅	860
P-1040	咖啡色	400
P-1050	深咖啡	430
P-1054	棕色	1000
P-1093	孔雀綠	790
P-147	紅色	1300
C-2005	黑色	1830
C-2007	藍色	1500
C-2008	藍色	2250
C-2015	綠色	380
C-2021A	米色	270
C-2024	珊瑚色	265
C-2028	粉紅色	1530

品名	顏色	單價/NTD
C-2043	灰色	640
C-2045	灰藍色	630
C-2078	草綠色	250
C-2079	鐵紅色	720
D-171	蝦紅色	2200
D-6001	藍綠色	2050
D-6003	孔雀綠	1600
D-6017	膚色	1650
D-6027	灰色	650
D-6037	咖啡色	900
D-6038A	桔紅色	1750
D-6039A	蝦紅色	1750
D-6051	紫色	2200
L-142	天藍色	310
S-7001A	棗紅色	870
S-7003A	紅色	1050
S-7004	綠色	590
S-7011	棕色	600
S-7046	棕色	420
S-7064	深綠色	440
S-7083	綠色	320
S-7085	鐵棕色	100
S-8006	金黃色	650
S-8024A	草綠色	390
S-8026A	草綠色	410
S-8037	灰色	1200
TE-800	黑色	1280
TY-038	鮮蝦紅色	1450
TY-040	桔紅色	1300
TY-093	桔紅色	1300
TY-094	大紅色	1250
TY-115	大紅色	1250
TY-134	水青色	330

副董事長:

主管:

製表人:黎文萍20131121

32