

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 生活與應用科學科

040803

彩衣、殘衣—釉色變因探討

學校名稱：臺中縣立長億高級中學

作者：	指導老師：
高三 林威宇	余哲榮
高三 陳民芳	王雅雯
高二 鄭宇君	
高二 伍孝慈	

關鍵詞：金屬氧化物、釉藥、升溫曲線

彩衣、殘衣— 釉色變因探討

摘要

爲了送給學長姊禮物，我們踏入了釉藥的研究之路，因爲受限於安全與設備，我們只能使用電窯燒製作品，因此皆爲氧化燒成，過程中，我們初步發現排窯的方式有影響，於是我們的研究方法，包括棚板的放置方式、釉藥配方的調整、升溫曲線的規劃以及陶土的組合等等定量的做法，幾經嘗試，我們總算找到學校電窯溫度變化情況，並得以妥適調控，最後也得到許多可用的釉藥，包含黑色、白色、紅色、綠色、藍色、黃色以及結晶釉、均釉等色彩特別的釉，並進一步將單一釉藥互相搭配使用，也得到不錯的成品，目前繼續努力的目標是希望能用電窯燒出更具有溫潤效果的釉藥，以及更好的燒製方法，讓釉藥呈現更多色彩的變化。

壹、研究動機：

- 一、原本只是想送給即將畢業的學長姐一份畢業禮物，於是想把自己做的杯子上釉，剛好老師前一陣子參加短期的陶藝課程，於是我們跟老師就參考書籍裡現成的配方配製後拿來上釉，可是當我們將作品上釉燒成後，我們感到詫異，因爲釉藥的顏色、質感竟然跟書籍裡的不同，有的顏色不一致，有的著色不均，還有脫釉的，更有些是粗糙不堪的，這一切，讓我們感到意外，因此，在學校剛好有拉胚機、電窯等設備提供的情況，我們幾個對陶藝有興趣的夥伴除了繼續跟老師一齊練習拉胚外，也開始興起研究釉藥的念頭，希望透過科學的分析探討，能夠找出屬於自己陶藝作品的豐富彩衣。
- 二、經過跟老師的討論，以及參考資料的內容，我們初步發現，釉藥其實是由很多的金屬氧化物或是碳酸物組成的，而且隨著金屬的種類、不同的比例、施釉的厚薄、燒製的溫度、燒製的時間規劃都會造成釉藥的變化，所以，我們爲了更深入的了解這一切，我們便展開了爲期一年多的釉藥配置調控的探討研究。

貳、研究目的：

- 一、探討定溫下，電窯內棚版放置的方式，對釉藥顏色的影響。
- 二、探討不同金屬氧化物，在相同的基礎釉下的變化。
- 三、探討相同的發色劑在不同的基礎釉下，釉藥顏色變化。
- 四、了解在不同厚度下，相同金屬化合物顏色變化的差異性。
- 五、了解在不同的燒製溫度下，相同金屬化合物顏色變化的差異性。
- 六、了解在不同的燒製時程規劃下，相同金屬化合物顏色變化的差異性。
- 七、探討不同來源的陶土，以及不同比例混合的陶土對釉藥發色的影響。
- 八、最終、找出黑色、白色、藍色、紅色、綠色、黃色等等豐富變化的色彩，以作爲未來搭配使用。

參、研究設備及器材：

- 一、電窯
- 二、空氣壓縮機
- 三、研鉢
- 四、100 目的篩網
- 五、陶土
- 六、各式金屬氧化物或碳酸物

肆、研究過程、方法：

一、**基礎流程：**

(一) 製作試片及胚體：因為我們拉胚的技術還不是很好，所以很多胚體是老師幫忙提供給我們的。

(二) 素燒：

1. 製作好的土胚要陰乾大概一周以上，讓水分完全陰乾，以免燒製的過程爆裂，如圖 1-1。
2. 將已經乾燥的陶土作品，先經過電窯燒至 800 度左右，這叫做素燒，經過這道手續，陶土會變得比較堅固，遇到水分，也不易受損；而且素燒過的坯體，會比土坯更具有吸水性，較利於上釉。



圖 1-1：未完全陰乾，素燒時爆裂的胚體。 圖 1-2：完成素燒的作品

(三) 配置測試用釉藥：

1. 原則上每次測試的釉藥都先以 100 公克左右為一小包，微幅調整其中的金屬化合物的重量百分比，再將各種配方編號，詳加紀錄。
2. 爲了可以分享我們的配方，簡化換算過程，我們的結果並未換算成各成份的莫耳數，僅以重量百分比呈現，每一份配方表內的數字，可自行依所要配置的總重量倍數放大。

(四) 將釉藥混合均勻：

1. 原本應該使用磨釉機，但受限於現有設備，乃改以過篩的方式進行。
2. 過篩加水混勻：
 - (1) 將釉藥倒入杯中加水攪拌均勻，釉藥與水的比例大約 1：1 左右，可以依照混合後的黏稠度再加以適當的調整。
 - (2) 利用 100 目的篩網將混合過的釉藥過篩，一方面藉此增加各成分間的均勻混合，另一方面篩掉的塊狀成分，再以研鉢研磨後，仍可以先前濾液沖洗過篩。

(五) 試片測試燒製：

1. 爲了減少資源浪費，我們對每一個釉藥的配方，都需要先以一小片素燒完成的陶片試片進行試燒。
2. 試片上必須寫上編號。
3. 設定升溫曲線進行試燒：
 - (1) 電窯可以分段設定加熱的溫度，以及到達這個溫度所需要花的時間，這叫做升溫曲線。例如：

	01	02	03	04	05	06
溫度區段	0-400	400-800	800-1100	1100-1230	1230-0	終止
加熱時間	6.00	4.00	3.50	4.00	自然冷卻	

- (2) 同一種釉藥，我們設定不同的升溫曲線觀察釉藥的變化，試著找到每種釉藥最合適的升溫曲線。

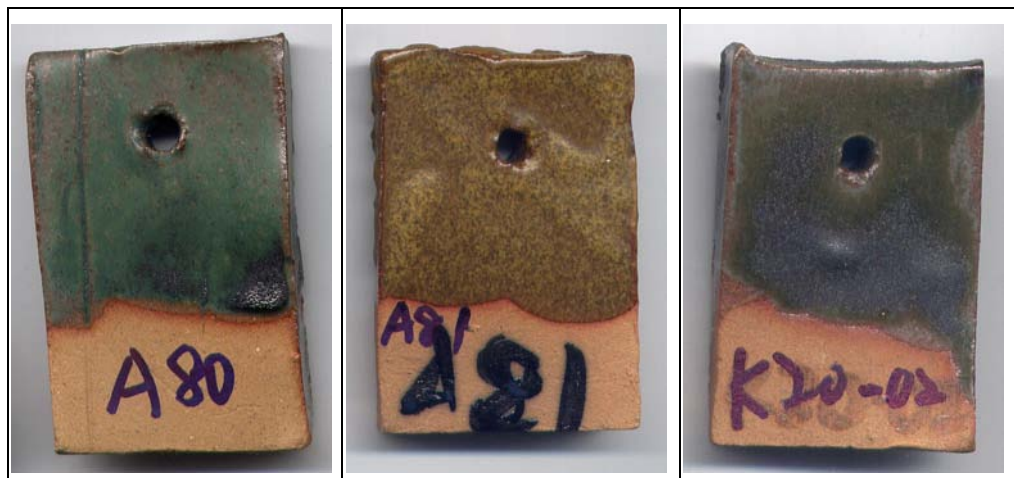


圖 2、完成試燒的試片：試片下方註明編號，試片上方穿孔，是方便試燒完成後，串成一串。

(六) 選出用於胚體的釉藥配方：

1. 依據試片試燒後的成果，選出試片中較合適的釉藥配方，再配置約一公斤的釉藥進行胚體的上釉過程。
2. 增加釉藥的總重量，但不改變內含物重量百分比的比例，進行施釉、素燒，確認真正可用的釉藥。

(七) 清潔胚體：

1. 於施釉前，胚體先用乾淨的海綿沾些的水擦乾淨，變免灰塵黏附，影響釉

藥的黏附情況。

2. 於底部紀錄施釉之編號。

(八) 胚體上釉：以淋釉與噴釉的方式進行

1. 淋釉：

- (1) 將釉藥直接淋上素胚，利用這種方法增加流動性。
- (2) 底部沾到的釉藥要擦掉，以免黏住底板。
- (3) 嘗試增加淋釉的厚薄，觀察結果。

2. 噴釉：

- (1) 將要施釉的素胚，置於轉盤之上，一邊規律性的轉動轉盤，一邊以空氣壓縮機的噴霧器，將釉漿直接噴射於陶坯上。
- (2) 調整噴頭噴射的模式，讓釉藥能均勻的噴灑在作品上。

(九) 排窯燒製：

1. 將上釉完成的作品放入電窯中，依據試片的升溫曲線設定該曲線。
2. 施以同一種釉藥的作品，以上、中、下不同分層排放，藉以觀察在同一個窯中，不同位置的溫度作用與釉藥變化。

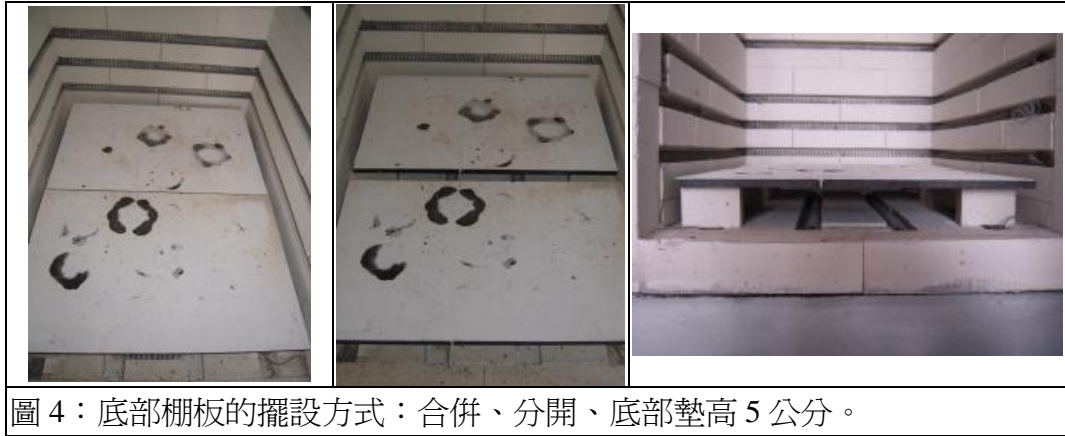


圖 3：上釉後排窯準備燒製

二、控制變因，進行各項操作變因的實驗，藉以找出合適可用的釉藥，並燒製成品：

(一) 進行燒製時，在定溫下，改變棚版放置的方式，觀察顏色變化。

1. 初步試驗時發現似乎棚板的擺設方式會影響釉藥反應，所以每層棚板的擺設方法，成為我們探討的第一個因素。
2. 學校的電窯是左、右、下方具有加熱線，內部大小為 H60*W45*D60cm，放置陶器的板子是 W42 cm *D28 cm 左右，因此每一層需要兩塊版子，
3. 做法：(如圖 4)
 - (1) 底層兩塊板子合併，第二層以上都分開
 - (2) 底層兩塊板子分開，並墊高 5 公分，中間間隔 3 公分，第二層以上都分開。
 - (3) 燒製時，製入測溫椎體協助偵測，預定使用 8 號椎體，因為它的倒伏溫度，大約在 1230 度上下。



(二) 在相同的基礎釉下，改變金屬氧化物的成分，了解呈色的變化：

1. 基礎釉：

- (1) 主要是長石、高嶺土、石英粉等提供 Al_2O_3 的成分為主
- (2) 基礎釉主要是提供釉藥黏附在胚體外的主要成分。
- (3) 我們使用的長石主要是鉀長石、霞正長石以及釜戶長石為主。

2. 發色劑：

- (1) 擔任發色劑的，大都是金屬的氧化物，我們使用的以 Fe、Cu、Zn、Sn、Co、Ni、Ti. 等的金屬氧化為主。
- (2) 我們控制相同的基礎釉，然後改變發色劑裡金屬氧化物的種類與比例，觀察燒製後的顏色變化。

(三) 在相同的發色劑下，改變不同基礎釉的配方，了解呈色的變化：

1. 進行不同配方的發色劑的同時，發現基礎釉內的配方，對釉藥燒成的溫度有影響，所以再加以探討此項變因。

2. 做法：

- (1) 針對已知的配方，將基礎釉內的成分，調整比例測試，或是同樣的重量比例，但以不同的來源的金屬氧化物來取代，觀察它的變化，同時找出合適該成分的最佳燒成溫度。
- (2) 嘗試增加其他成分，觀察顏色、質感變化。

(四) 相同的配方，測試施釉厚薄不同的變化：

1. 各以淋釉、噴釉測試
2. 淋釉時，刻意重複澆淋胚體特定位置數次，增加釉藥厚度。
3. 噴釉時，以拉胚機固定轉速，連續噴灑數次，再在特定高度，加強噴灑，增加厚度。

(五) 升溫曲線的設定：

1. 在相同的配方下，我們嘗試找出最合適每一種配方在燒製過程中，電窯溫度最佳的升溫曲線。
2. 做法：(釉藥配方相同)
 - (1) 改變升溫曲線的上限。
 - (2) 分段改變每段加熱所需的時間。
 - (3) 改變到達最高溫度以前，各階段溫度的區間設定。

(六) 陶土對釉藥發色的影響：

1. 陶土是混合物，研究過程中，我們發現我們向不同的廠商買土，在同一種配方底下燒出來釉的呈色會不一樣，所以我們使用不同陶土製成胚體，來觀察釉藥的變化。
2. 目前，我們總共有三種陶土，依照廠商給的名稱分別是黃陶土 Y、黃陶土 W 以及白陶土。
3. 做法：
 - (1) 胚體只單獨使用同一種陶土製作。
 - (2) 將三種陶土兩兩加以混合，比例約 1：1。
 - (3) 混合過程因為學校沒有練土機，所以是克難的採用揉土、摔土的方式混合。

伍、研究結果：

一、單一釉藥：在經過許多測試與改良後，最終，我們已經配置出許多可用的釉藥，包括黑色、白色、藍色、紅色、黃色、綠色以及結晶釉、鈎釉等等效果的釉藥配方，同時也應用於成品燒製，結果如下：

(一) 黑色系列的釉藥：(表格中的英數字，為釉藥的配方編號，溫度都在 1230 度 C)

1. 無光的黑釉：

圖 5-1：無光的黑釉 D44'



D44'：配方中，加入碳酸鈣，得到無光的黑釉，加水會發亮

D44：原始的黑釉配方成品，釉的質感不好，而且溫控較高，在 1230 度 C 下，仍然無法有效熔溶。

表 1-1：D44、D44' 的釉藥配方

配方	鉀長石	霞正	碳酸鈣	石英粉	氧化銅	氧化鐵	氧化鎂	氧化錳
D44	20	20		20	3	5	10	3
D44'	20	10	10	20	3	5	10	3

2. 有紫紅色邊緣的黑釉：

圖 5-2：UD-1，有光澤的黑釉，邊緣帶有一點深紅



表 1-2：UD-02 的釉藥配方

配方	鉀長石	碳酸鎂	高嶺土	石英粉	石灰石	金紅石	氧化鐵
UD-02	65	8	8	14	10	1	8

3. 有結晶斑點的黑釉：主要是利用 1230C 時，持溫 30 分鐘的效果達成

圖 5-3：D2J，有結晶斑點的黑釉

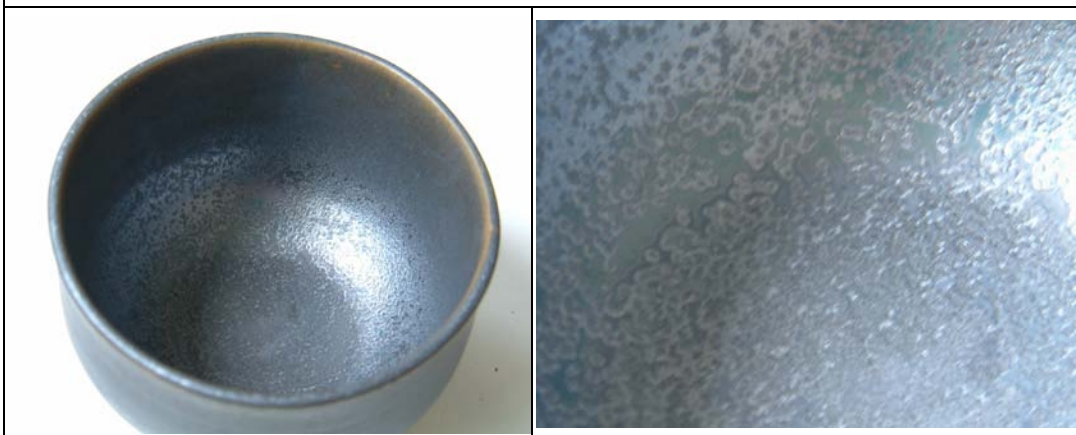


表 1-3：D2J 的釉藥配方

配方	鉀長石	霞正	碳酸鈣	高嶺土	炸灰	金紅石	磷酸鈣	氧化銅	氧化鋅	氧化鈷	氧化鋯
D2J	30	35	10	5	10	3	5	5	3	1	3

4. 流動效果的黑釉：主要是利用氧化鈣(土灰)的作用，並且降溫持溫達成，但亦造成釉藥年在板子上。

圖 5-4：D2-3，有流釉效果的黑釉

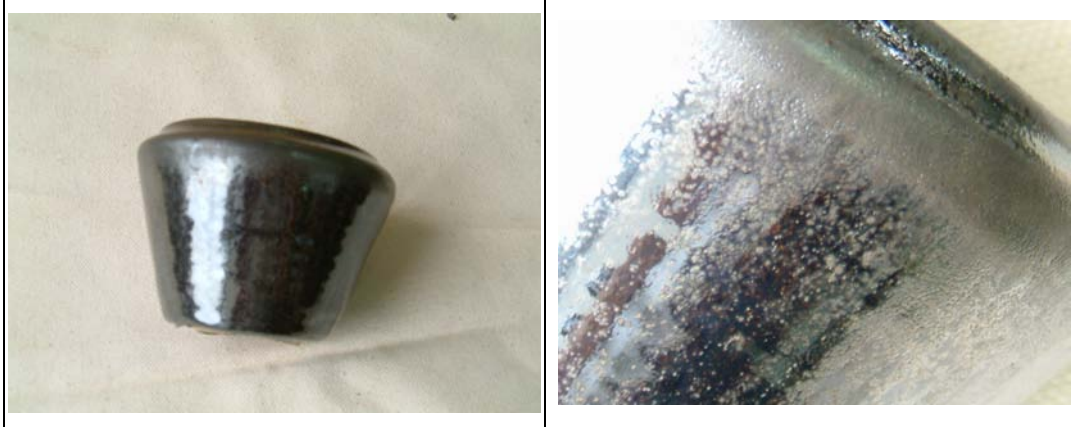


表 1-4：D2-3 的釉藥配方

配方	鉀長石	霞正	碳酸鈣	氧化鈣	氧化鐵	氧化鋅	氧化鎂	氧化鈷	氧化錳
D2-3	60	10	10	10	5	3	2	1	5

(二) 白色系列的釉藥：主要成分為長石(氧化鋁、二氧化矽等)，金屬氧化物，可以加入氧化鈦、氧化錫，加入其他的氧化物，較易呈現不同顏色。

1. 原本預期只要將金屬氧化物去除，應該就可以得到白釉，不過實驗至今，效果並不如預期，推測，應該是與金屬氧化物的傳熱效果有關，一但去除，則原有溫度下的良好效果因而改變。
2. 因為上述緣故，純白的釉藥，我們只得到一種，這個釉藥初燒成，顏色潔白，不過一陣子後，會變得較為溫潤。

圖 6：JR04，潔白的白釉



配方	鉀長石	碳酸鈣	碳酸鎂	煨滑	石英粉	氧化鈦
JR04	30	10	1.5	12.5	25	10

(三) 藍色系列的釉藥：藍色系列常帶有氧化鈷的成分在內。

1. 寶藍色：

圖 7-1：F42 寶藍色的釉藥



配方	鉀長石	霞正 A200	碳酸鈣	石英粉	氧化錳	氧化鈷
F42	25	15	10	30	1	10

2. 帶有白色斑點的天空藍：

圖 7-2：D2E，帶有白色斑點的天空藍



表 3-2：D2E 的釉藥配方

配方	鉀長石	霞正	碳酸鈣	碳酸鋇	柞灰	氧化鋅	氧化錫	氧化鎂	氧化鈷	氧化鋯
D2E	35	35	10	5	10	3	5	2	1	4

3. 鮮豔的藍：這組釉藥能承受較大範圍的溫度變化，而且呈色鮮豔



表 3-3：wb62 的釉藥配方

配方	霞正	碳酸鈣	碳酸鎂	高嶺土	石英粉	金紅石	氧化鋅	氧化鈷
wb62	40	12	1	1.5	41	3	4.5	1

4. 如水彩般的藍



配方	鉀長石	霞正	高嶺土	美國骨灰	白雲石	氧化鋅	氧化鈷
M04-2	20	30	18	10	18	5	1

5. 海藍色的釉：此藍色呈現深海的藍

圖 7-5：海藍色的釉



配方	釜戶長石	合成土灰	白磁土	氧化銅
A808	60	30	5	5

(四) 紅色系列的釉藥：

1. 無光的紅釉：這釉藥需要厚釉，如果上薄了，它會呈現暗棕色，效果不好，同時在高溫 1230 度 C 下，能呈現紫色斑點

圖 8-1：W43 無光的紅釉



表 4-1：W43 的釉藥配方

配方	霞正	碳酸鈣	碳酸鋇	碳酸鎂	高嶺土	石英粉	磷酸鈣	氧化鐵
W-43	21	21	6	1	37	14	5	10

2. 亮光紅釉：此釉溫度較高約 1230-1260 之間，有流動的斑點呈現

圖 8-2：W21，亮紅棕色的釉



表 4-2：W21 的釉藥配方

配方	霞正	碳酸鈣	碳酸鋇	碳酸鎂	煨滑	高嶺土	石英粉	磷酸鈣	氧化鐵
w21	47	4.5	5	1	7.5	7	29	10	18

(五) 綠色系列的釉藥：

1. 鮮亮的翠綠釉：此釉藥的呈色，受陶土成分影響較大，試片的呈色與實際作品間，差異頗多，主因是胚體是由白陶土製作，試片則為黃陶土。

圖 9-1：D44A，翠綠釉

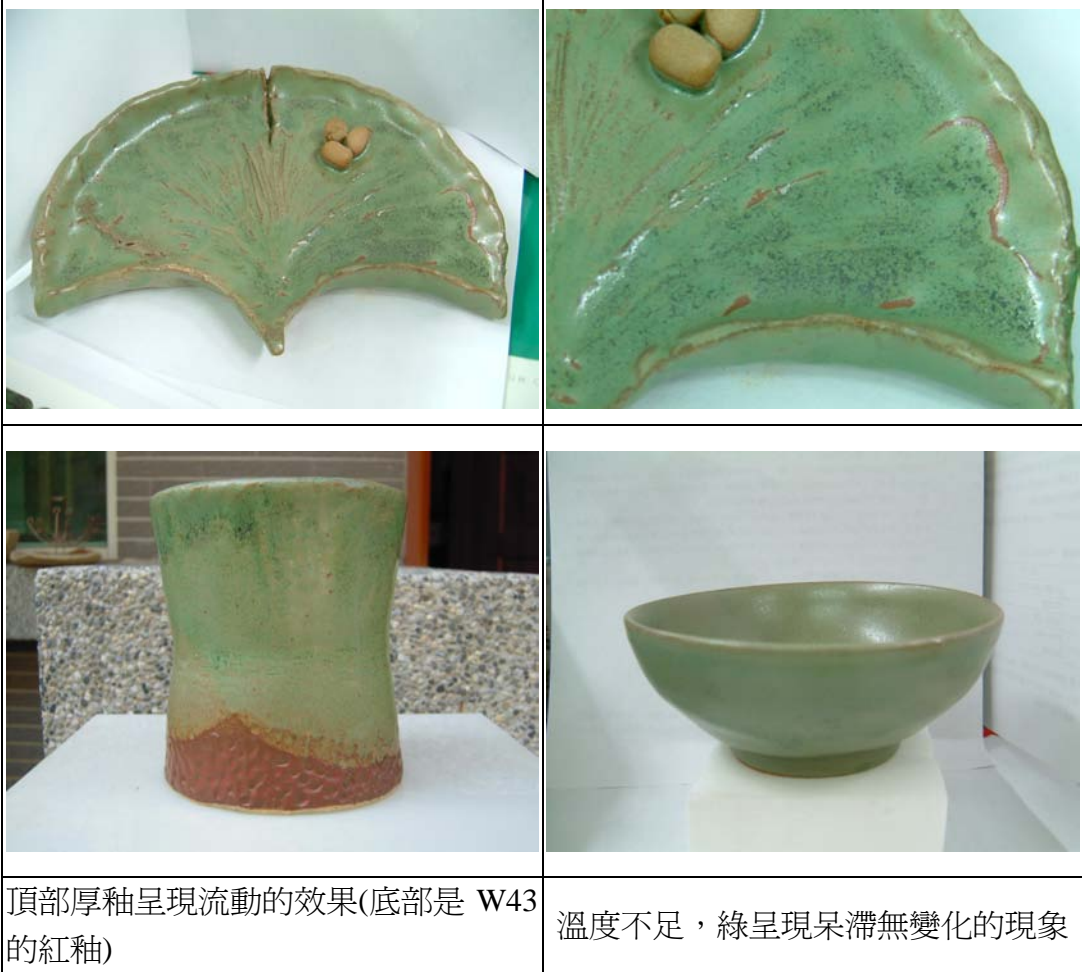


試片的呈色較為黯淡

配方	鉀長石	霞正	碳酸鈣	碳酸銅	石英粉	金紅石	氧化鋅
D44A	20	10	10	10	20	5	10

2. 平光的綠釉：此釉需要 1230 度 C 以上的高溫，且厚釉流動時可呈現深綠色斑點

圖 9-2：WB13，平光綠



配方	霞正	碳酸鈣	碳酸鋇	碳酸鎂	碳酸銅	高嶺土	石英粉	磷酸鈣	氧化鈦
WB13	28	17	3	1	5	25	24	3	3

(六) 黃色系列的釉藥：

1. 金黃色的釉藥：這個配方的釉藥，必須在高溫 1230 度以上，同時持溫 30 分鐘，如此便能讓金黃色的釉藥充分展現流動效果，不過，相對的如果是薄釉的地方，容易呈現黑色、棕色等變化。

圖 10-1：Gn1，金黃色的釉



表 6-1：Gn1 的釉藥配方

配方	鉀長石	霞正	碳酸鋇	煨滑	高嶺土	石英粉	石灰石	氧化鐵
Gn1	10	10	5	13	6	35	21	10

2. 乳黃色的釉：此釉會形成紅色口緣

圖 10-2：Fr3，土黃色的釉



表 6-2：FR3 的釉藥配方

配方	釜戶長石	碳酸鈣	煨滑	高嶺土	磷酸鈣	氧化鐵
FR-3	60	26	4	28	2	7

3. 黃棕色的釉：此釉頗為穩定

圖 10-3：D109，黃棕色的釉



表 6-3：D109 的釉藥配方

配方	鉀長石	霞正	碳酸鈣	氧化鐵	氧化鋅	氧化鎂
D109	32.5	32.5	15	10	10	5

4. 無光的土黃色釉：此釉藥，也會陶土的種類產生較大的變化，同時厚薄的反應也相當明顯

圖 10-4：A807，土黃色的釉

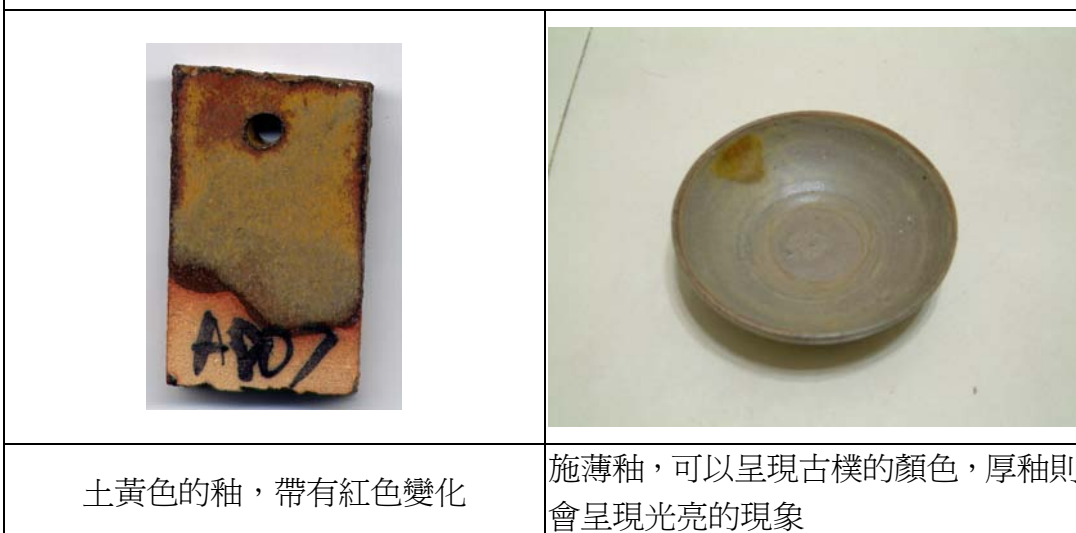


表 6-4：A807 釉藥配方

配方	鉀長石	霞正	合成土灰	白磁土	氧化鐵
A807	35	25	30	5	5

(七) 特殊變化的釉藥：

1. 結晶的釉：這個釉色，含有極為豐富的變化，內、外都是同一道釉藥造成的結果。



表 7-1：D44b 的釉藥配方

配方	鉀長石	霞正	碳酸鈣	石英粉	金紅石	氧化鋅	氧化鈷
D44B	20	10	10	20	5	14	1

2. 色彩豐富的鈎釉：



表 7-2：Wb65 的釉藥配方

配方	霞正	碳酸鈣	碳酸鎂	高嶺土	石英粉	氧化鐵	氧化鋅	氧化鈦
wb65	40	12	2.5	2	41	5	4.5	3

二、雙掛釉：除了單一釉藥，我們開始組合兩種以上的釉藥，不過並不是都會有好的效果，以下是目前成功的釉藥組合。

圖 12：雙掛釉	
	
D442+W43B	W62+JR08
	
W13+W43	FR3+F42

陸、討論：

一、棚板擺設方式與燒釉時的關聯：

- (一) 進行燒製時，棚板放置的方式，是足以影響釉藥呈色的重要因素。
- (二) 在最開始燒製的過程中，我們使用許多已知配方的釉藥，同時也取得這些釉藥最合適的燒製溫度，以及燒製的升溫曲線，但是很奇怪，都沒辦法成功，而且我們使用陶藝上專用的測溫椎體測試，意外發現溫度不對，因此我們懷疑，是否跟電窯內的棚板的擺設方式有關？
- (三) 經過測試，如圖 13，我們發現，原本三組椎體都是置於設定的溫度都是 1230

度的情況下，然而，由測溫椎倒伏的狀況，我們可以明顯看到不同，第一個倒伏現象，是在棚板合併情況下發生的，第二第三個，則是在分開的方式中呈現的，如此，終於發現，原來棚板合併或分開，會嚴重影響窯內溫度的分布。探究原因，應該是底部具有加熱線，如果把兩塊棚板直接合併，結果熱氣不易流通，底層會累積過高的溫度，而且因為測溫棒是在上層，所以底層的熱無法順利對流，因此整個溫差預估應該達到 30-60 度左右，發現此因素後，我們後來都將兩塊棚板分開，以上各層也是照辦，解決這個問題，我們後續的研究，才終於順利開始。



圖 13：8 號椎體倒伏情況，三者都處於同溫設定下，然第一個因為棚板合併，倒伏嚴重，測得溫度明顯遠超出其他兩者。

- (四) 根據多次的測試，最好的結果是底層墊高 5 公分、中間間隔 3 公分左右，同時第二層以上都分開，如此溫度最均衡。

二、相同的基礎釉，氧化物成分與呈色的關聯：

- (一) 在相同的基礎釉下，金屬氧化物的種類，與釉藥呈現顏色、觸感結果有關。
 (二) 以表 8-1 的配方為例，顏色變化由乳黃、棕色到藍呈現不同效果。

表 8-1：相同的基礎釉下，不同金屬氧化物的配置重量比例表 01。

配方 編號	基礎釉					發色劑						
	鉀長 石	霞正	白雲 石	高嶺 土	磷酸 鈣	氧化 銅	氧化 鐵	氧化 鋅	氧化 錫	氧化 鈦	氧化 鈷	氧化 鉻
M01	20	30	18	18	10	1				5		
M022	20	30	10	18	10		3					0.5
M042	20	30	18	18	10			5			1	

圖 14-1：不同金屬氧化物，在相同的基礎釉下的變化 01

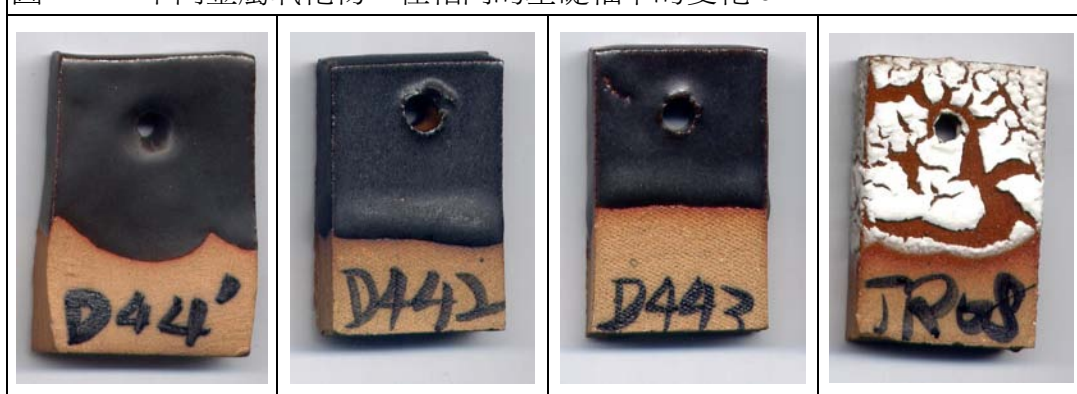


- (三) 以表 8-2 的配方為例，雖然 D44'、D442、D443 呈色都呈現黑色，但隨著金屬氧化物的成分改變，質感顯然產生了變化，其中 JR08 更為特別，完全變成白色，同時，還產生縮釉的現象。由此意外發現，原來氧化鎂並不是主要的呈色氧化物。

表 8-2：相同的基礎釉下，不同金屬氧化物的配置重量比例表 02。

配方 編號	基礎釉				發色劑				
	鉀長石	霞正	碳酸鈣	石英粉	氧化銅	氧化鐵	氧化鎂	氧化錳	碳酸銅
D44'	20	10	10	20	3	5	10	3	
D442	20	10	10	20	10		10	3	
D443	20	10	10	20		10	10	3	
JR08	20	10	10	20			10		

圖 14-2：不同金屬氧化物，在相同的基礎釉下的變化 02



三、相同的發色劑，改變基礎釉，呈色變化的關聯：

- (一) 相同的發色劑，會因為基礎釉的不同，呈現不同的質感。
- (二) 以表 9 為例，僅僅只是土灰使用上的種類變化，連重量比都沒變，可是整體釉藥已經呈現不同的效果。

表 9：相同的金屬氧化物下，不同基礎釉的配置重量比例表

配方	基礎釉				發色劑
	鉀長石	霞正 A200	土灰	白磁土	氧化銅
A802	35	25	30(鹿草金紙灰)	5	5
A803	35	25	30(柞木灰)	5	5
A804	35	25	30(稻殼灰)	5	5
A805	35	25	30(堅木灰)	5	5
A806	35	25	30(天然木灰)	5	5
A808	釜戶 60		30	5	5

圖 15：相同金屬氧化物，在不同的基礎釉下顏色、質感的變化

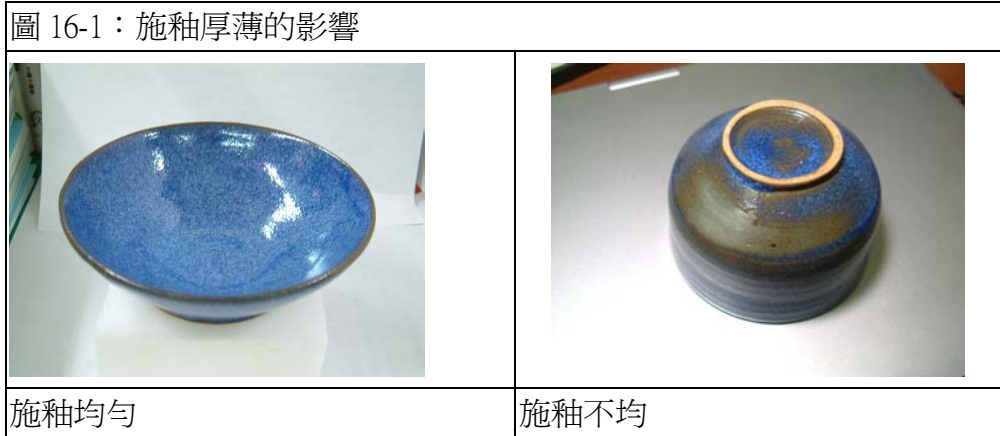


(三) 經過我們多次試驗，原來改變基礎釉的配方，還可以產生平光(例如 A808)、無光(例如 A805)的情況。

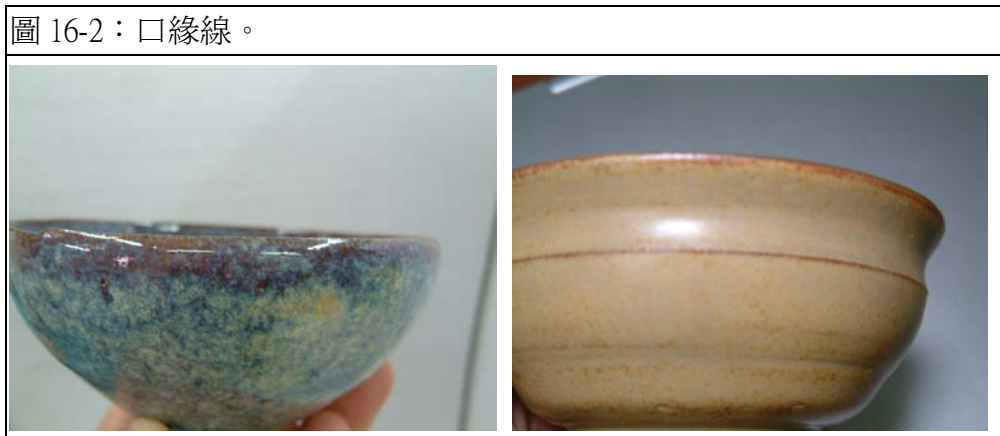
四、釉藥厚薄與釉藥呈色的關聯：

- (一) 施釉的厚薄與均勻會影響燒成的效果，如果因而造成胚體吸附水量過高，容易產生脫釉的現象。
- (二) 圖 16-1 中是利用噴釉的作品，可以看出兩者施釉效果一者均勻，一者不均勻，

我們測試幾次後發現，原來是因為我們還不太能掌握噴槍的控制，每次擠壓的力量不均，導致釉藥分布不均，所以燒成後，就產生了不均勻的現象，但是剛噴好時，因為顏色並沒有太大的差異，所以我們其實不太知道噴的不均勻，一直等到燒出後，才知道。



(三) 利用釉的厚薄，我們發現可以製造出很特別的效果，例如口緣線。



(四) 圖 16-3 的效果，其實源自於我們淋釉時，淋的不均勻，結果就出現了釉藥厚薄的問題，但燒出來的感覺，則帶有流動感。



(五) 圖 16-4-1 是我們直接將釉藥倒入胚體中，雖然我們自己覺得已經很快速的把釉藥倒出來了，但燒成後，卻發生脫釉的情況，我們測試幾次後發現，原來如果讓胚體浸釉太久，它會吸收太多的水分，進而導致燒製時，釉藥跳脫的現象，

這個情況，同樣發生在圖 16-4-2 上，因為它是直接將土胚施釉的結果，由此，我們得知，釉藥的含水量，也會影響釉藥的表現。

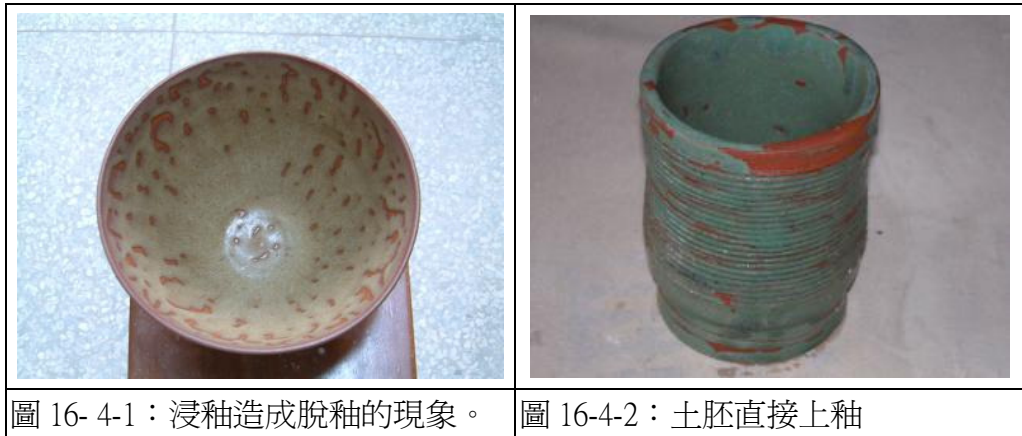


圖 16- 4-1：浸釉造成脫釉的現象。

圖 16-4-2：土胚直接上釉

五、溫度設定方式與釉藥呈色間的關聯：

- (一) 溫度以及升溫曲線的設定，對釉藥的表現有決定性的影響。
- (二) 同樣的釉藥，因為溫度的設定不同，產生的效果，非常明顯，以圖 17-1，與圖 17-2 來比較，明顯可以看到，第 2 圖裡的釉藥出現流動具生氣的變化，遠非第 1 圖渾沌不清所能比較，而兩者燒製的時間雖然一樣，但後者因為持溫了 30 分鐘，效果卻是大大不同，這一個經驗，使我們真正發現到，原來溫度的設定對釉藥的表現是如此重要。



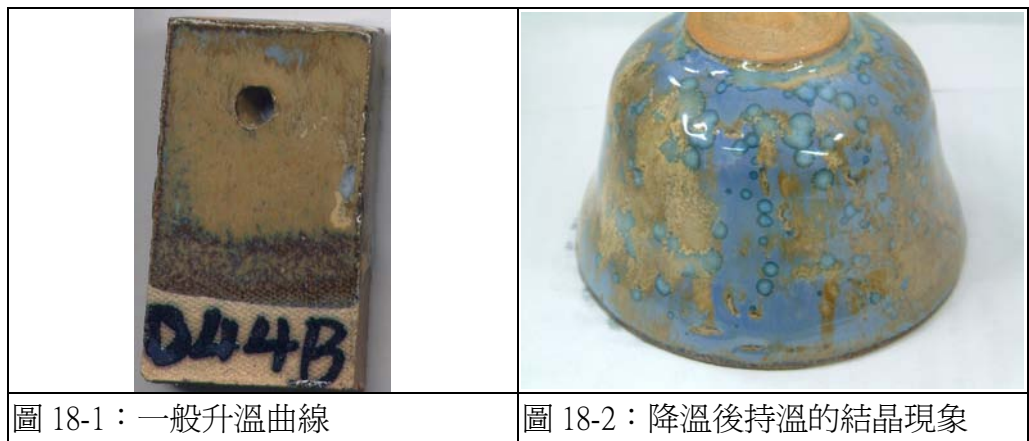
圖 17- 1：升溫曲線如表 3-1 燒製而呈的作品。

圖 17-2：升溫曲線如表 3-2 燒製而呈的作品。

	01	02	03	04	05	
溫度區段 (度 C)	0-400	400-800	800-1100	1100-1230	1230-0	
加溫時間 (小時)	6.00	4.00	3.50	4.50	自然冷卻	

	01	02	03	04	05	06
溫度區段 (度 C)	0-400	400-800	800-1100	1100-1230	1230 持溫	1230-0
加溫時間 (小時)	6.00	4.00	3.50	4.00	0.5	自然冷卻

(三) 某些釉藥，會因為特殊的降溫持溫的設定，而呈現結晶的現象。例如本例，因為在圖 18-1 發現有特殊斑點，經過參閱書籍，認為應該有結晶現象，所以改以降溫持溫測試，沒想到，竟然得到結晶斑點，如圖 18-2，滿感到欣喜的。



	01	02	03	04	05	
溫度區段 (度 C)	0-800	800-1100	1100-1230	1230-0		
加溫時間 (小時)	8.00	3.50	4.50	自然冷卻		

	01	02	03	04	05	06
溫度區段 (度 C)	0-800	800-1100	1100-1230	1230-1215	1215 持溫	1215-0
加溫時間 (小時)	8.00	3.50	4.00	0.3	0.5	自然冷卻

(四) 適切的溫度設定，還能改變金屬氧化物最後的呈色：如圖 19，左圖是 1200 度 C，釉圖示 1230 度 C，我們可以發現，此道釉藥在 1200 度 C 下，會呈現棗紅底黃點，但是燒到 1230 度 C，黃點則改為深藍紫色，而且紅色更為鮮明。



圖 19：同一道釉藥，因為溫度不同，呈現不同顏色的斑點。

(五) 溫度設定與釉藥無法正確配合，釉藥將無法達到我們預期的結果，有些還會得到像圖 20 的結果。



圖 20：溫度設定過高，釉藥流動嚴重，以致於黏附在棚板上。

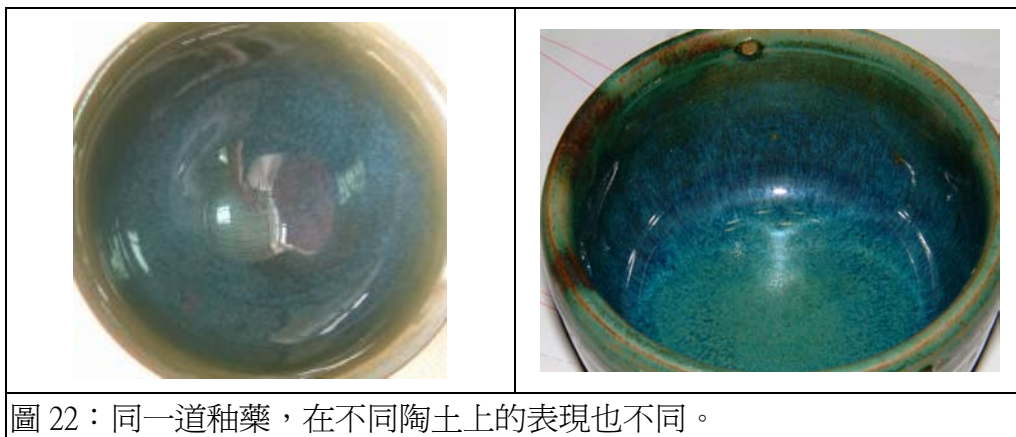
(六) 溫度控制效果如果良好，釉藥不產生流動，還可以呈現如圖 21 的效果。



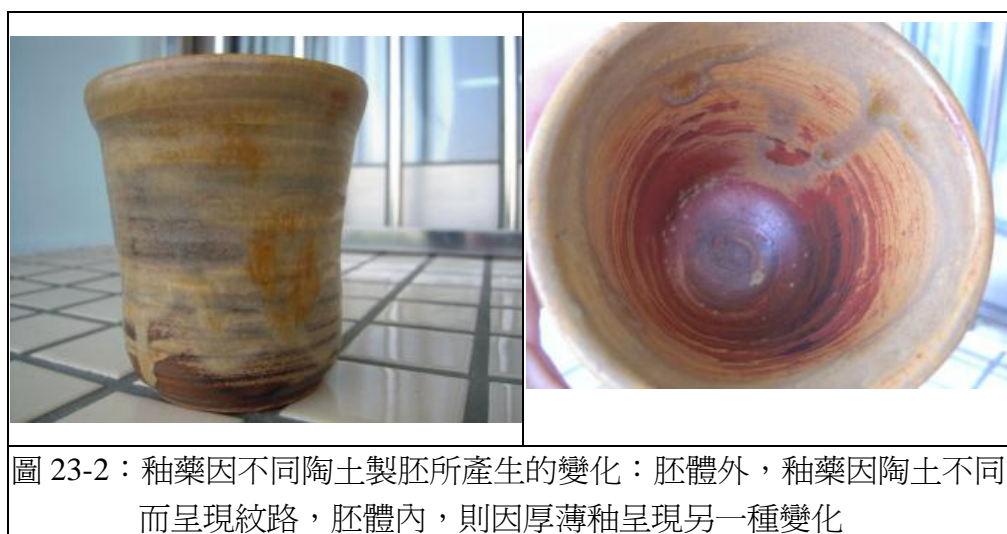
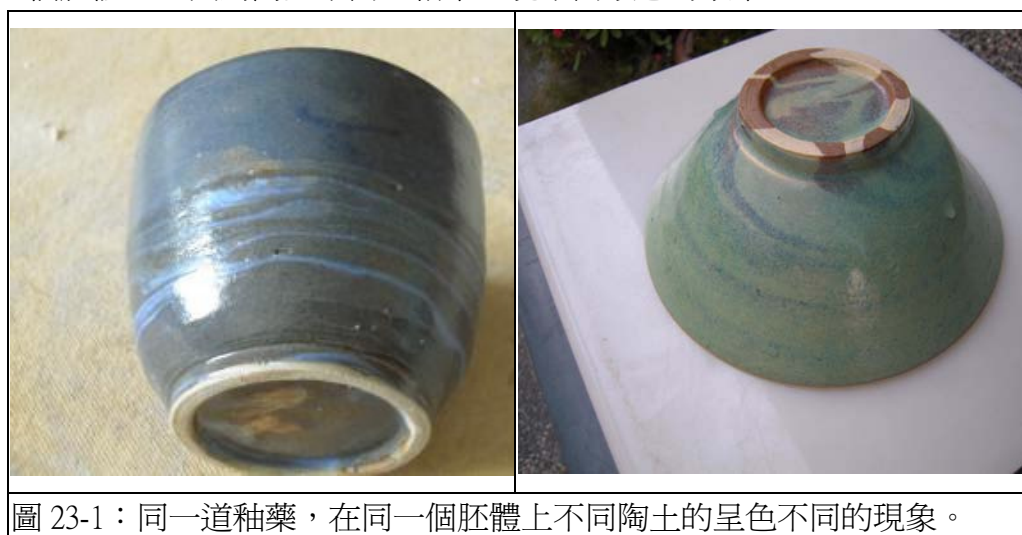
圖 21：非噴砂的刻畫：適當控溫下，釉藥不會流動，讓原本貼上植物圖樣貼紙的未上釉處，呈現完整的原貌，而且邊緣很柔和，與果噴砂刻畫出來的效果不同。

六、作品採用的陶土種類與呈色間的關聯：

- (一) 相同配方、相同溫度以及升溫曲線的釉藥、它的呈色效果，也受到陶土的影響。
- (二) 以圖 22 為例，不同廠商提供的陶土，影響很明顯。



- (三) 因為缺少練土機，所以，所有的土胚都是絞土、摔揉後得到的，然而卻因此看到同一個胚體上，因為陶土不同，結果呈現不同顏色的效果。



柒、結論：

- 一、經過一年多不斷的嘗試與改進，我們已經初步掌握學校電窯的變因，不但達成送給學長姐禮物的目的，也獲得許多成果。同時，我們發現在使用同一個電窯燒製下，釉色的呈現與棚板的擺設方式、基礎釉的配方、金屬氧化物種類、釉藥的厚薄、升溫曲線的設定以及陶土的種類都有著密切關係。
- 二、各種釉藥呈色能達到最佳效果的溫度，常常有些許差異，需要多次嘗試，才有機會找出最合適的溫度，進而設定升溫曲線。
- 三、在氧化燒的釉藥配方中，紅色、黃色，大致都含有鐵的氧化物，綠色則多含銅，藍色則以鈷為主，黑色則常有幾種金屬氧化物組成，白色則可為鎂、錫、鈦或鋅等金屬氧化物，而鈣的氧化物，如土灰，較易呈現流動的效果。
- 四、釉藥的燒製除了電窯，還有瓦斯窯、柴窯等等，而每一種的變化又都不一樣，雖然限於安全與設備，我們只能使用電窯進行氧化燒，釉藥色彩也較少變化，不過我們仍繼續努力，目標是希望能用電窯燒出更具有溫潤效果的釉藥，以及找到更好的燒製方法，讓釉藥呈現更豐富的變化。
- 五、釉藥的變化是多采多姿的，學習釉藥，令我們感到十分的充實愉快。

捌、參考資料：

- 一、吳鵬飛(民 88)。陶藝實用釉藥-配方與釉色之美。台北市：五行圖書。
- 二、范振金(民 90)。配釉自己來。台北市：五行圖書。
- 三、薛瑞芳(民 92)。釉藥學。台北縣：台北縣立鶯歌陶瓷博物館。
- 四、陳新上(民 91)。阿嬤硿仔思想起。台北縣：台北縣立鶯歌陶瓷博物館。
- 五、構成材料的物質。牛頓科學研習百科--化學篇(民 80，142-165 頁)。台北市：牛頓出版股份有限公司。
- 六、葉明倉主編(民 98)。普通高級中學化學下冊(78-207 頁)。台南市：南一書局企業股份有限公司。
- 七、陳秋炳主編(民 98)。普通高級中學基礎化學全一冊(167 頁)。台南市：翰林出版事業股份有限公司。

【評語】 040803

本作品研究窯爐溫度、溫控曲線、釉藥種類、塗佈方式、厚度對釉藥呈色的影響，在實作上展現豐碩的努力成果，然作品的系統化稍嫌不足，若能以爐溫及溫控、塗佈方式為主要操作變因做研究，使作品更科學化，更系統化，相信在實用上及學術上都有更好的價值。