

【研究報告】

# 交趾陶釉色開發與研究 ——以基本釉加呈色劑之實驗為例

Adding Coloring Agents to the Base Glaze of Koji Pottery

張庶疆 Chang, Su-chiang<sup>i</sup>    李長蔚 Li, Chang-wei<sup>ii</sup>

## ■ 摘要

交趾陶絢麗色彩來自釉藥發揮，充分展現多彩豔麗的特色滿足視覺饗宴。其釉藥可溯自中國戰國時期低溫鉛釉，歷經漢綠釉、唐三彩、宋三彩、遼三彩、金元三彩、明清素三彩等時期發展；輾轉至臺灣後，成為交趾陶釉藥重要來源，同時在傳統建築陶瓷類裝飾藝術中，扮演不可或缺的角色。

臺灣的釉藥與陶瓷藝術發展趨於成熟，研發是一連串不斷測試的過程，需耗費大量時間與成本。本文實驗採傳統配釉方式，運用鉛白、鉛丹、石英、長石、高嶺土等化合物進行配方實驗，並使用氧化鈷、氧化銅、碳酸銅等金屬氧化物為呈色劑，展現交趾陶釉藥光澤與色彩。本文目前已研究出基本色相，例如：紅、粉紅、橙、黃、淺黃、草綠、深綠、水藍、深藍、紫、棕、黑、透明，並依據色相與明度需求調整色彩變化，完成一套 109 組交趾陶釉藥的色票試片。低溫鉛釉技術不應侷限於古蹟修復和建築裝飾品，需更廣泛活用於生活陶瓷或文創商品等，使釉藥發展得以傳承。

**關鍵詞：**傳統建築裝飾、古蹟藝術修護、交趾陶、低溫鉛釉、釉藥

<sup>i</sup> 國立臺灣藝術大學古蹟藝術修護學系助理教授（通訊作者：Chang19771021@ntua.edu.tw）

<sup>ii</sup> 國立臺灣藝術大學古蹟藝術修護學系助理教授

收件日期：2021/12/8；接受日期：2022/2/7

## ■ Abstract

The brilliant color of Koji pottery is due to the glaze, which provides a feast for the eyes. The glaze can be traced back to the low-temperature lead glaze used during the Warring States Period in Qin. It was further developed in the styles of Han green glaze, Tang Sancai, Song Sancai, Liao Sancai, Jin and Yuan Sancai, and Ming and Qing Sancai. In Taiwan, the glaze plays an indispensable role in architectural ceramics. The development of glaze and ceramic art in Taiwan has remained mature over time. Glaze research involves continual testing and experimentation. In this study, we mixed glazes with white lead, red lead, quartz, feldspar, and kaolin in the traditional manner and used cobalt oxide, copper oxide, copper carbonate, and other metal oxides as colorants to demonstrate the luster and color that Koji pottery is capable of. We generated the basic hues of red, pink, orange, yellow, light yellow, grass green, dark green, aqua blue, dark blue, purple, brown, and black and used a transparent glaze to adjust the color according to hue and lightness requirements to create a set of 109 swatches of Koji pottery glaze. Low-temperature lead glaze technology should not be limited to ancient pottery restorations and architectural decorations, but should be widely used in living ceramics and cultural and creative products. Doing so will popularize the art form and thus ensure that glaze techniques can be passed down.

**Keywords:** Traditional Architecture Decoration, Architectural Art Conservation, Koji Pottery, Low-temperature Lead Glaze, Glaze

---

<sup>i</sup> Assistant Professor, Department of Architecture Art Conservation, National Taiwan University of Arts  
(Corresponding Author / Chang19771021@ntua.edu.tw)

<sup>ii</sup> Assistant Professor, Department of Architecture Art Conservation, National Taiwan University of Arts  
Received Dates: 2021/12/8; Accepted Dates: 2022/2/7

## 一、前言

交趾陶是臺灣近代本土文化與民俗藝術代表之一，透過藝師轉化為民間藝術品；在媒體報導、官員贈禮、私人收藏風潮下，蓬勃發展。交趾陶釉藥發揮，建立起五彩繽紛的特色，充分呈現出多彩豔麗的視覺饗宴，經研究，交趾陶釉藥均使用「鉛」為助熔劑，降低釉藥熔點以節省燃料，因此交趾陶釉藥發展起源，將從中國鉛釉體系談起，自戰國時期開始（謝明良，2014，頁 16），歷經漢綠釉、唐三彩、宋三彩、遼三彩、金元三彩、明清素三彩等時期發展，最後由閩粵地區，傳入臺灣，成就交趾陶藝術開端。

交趾陶技藝在臺灣落地生根後，逐步發展，尤其傳承至林添木藝師，無私提供釉藥研究成果，促使交趾陶產業朝氣蓬

勃、旺盛繁榮，技術得以延續至今。筆者近年研究交趾陶釉藥過程中，輾轉獲得林添木藝師釉藥配方筆記（圖 1），希望傳承其無私奉獻精神，建立交趾陶釉藥色彩體系，提供研發成果，降低交趾陶技藝推廣門檻，同時更廣泛運用於古蹟修復、建築裝飾或作品等，讓釉藥發展得以持續傳承。研究目的如下列三點說明。

### （一）交趾陶釉藥色彩體系建立

進行交趾陶釉藥研究實驗與推廣，建置釉彩體系，除色相外，需創造更多色階，往後運用於陶瓷類仿作修復時，色彩還原可更精準，並規劃製作色相，計有紅、粉紅、橙、黃、淺黃、草綠、深綠、水藍、深藍、紫、棕、黑、白等，每種色相由淡到深 9 層色階，以 109 件試片為目標，建置完整色彩體系。

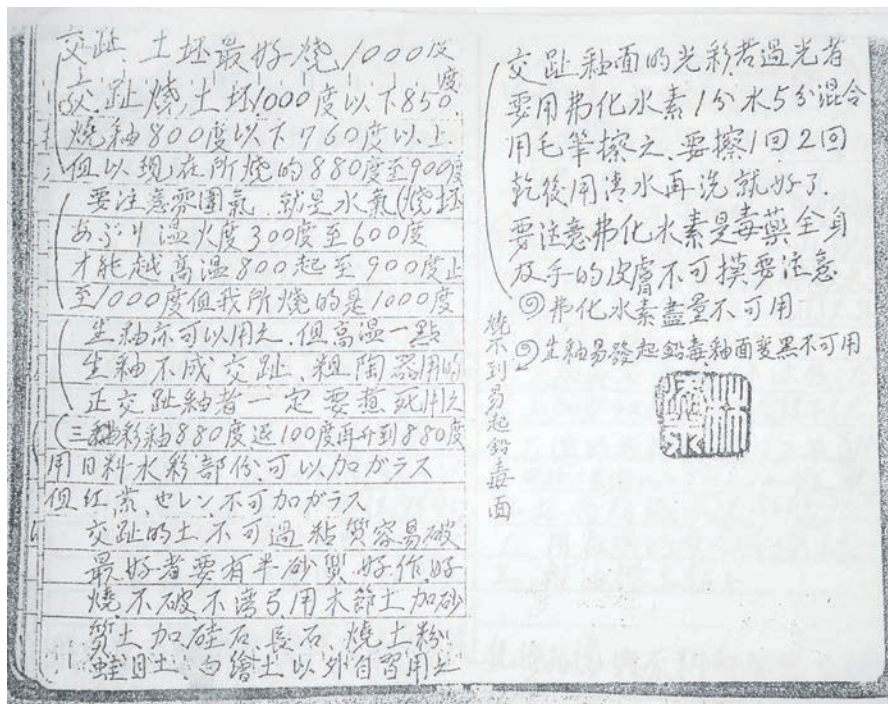


圖 1. 林添木釉藥筆記

Fig 1. Lin Tien-mu's glaze notes.

資料來源：作者提供。

## (二) 降低交趾陶技藝推廣門檻

筆者多次推廣交趾陶技藝，一般大眾對傳統題材捏塑均表達興趣，包括四季花卉、麒麟、鳳凰、蟠龍等吉祥圖案，透過不同用土，均可達推廣效果。唯釉藥取得，成為有志之士入門的門檻，大部分對於作品著色都保持積極態度，但要理解釉藥，就是一項艱難任務，尤其釉色配方不易取得，市售書籍配方，多為整體性數據，與實際操作仍有差距。例如某些書籍，確實提供釉原料與金屬氧化物等元素比例，不過卻沒有相關成份分析表，亦無相關溫度依據（測溫錐），尤其原料來源更不得而知，最終僅能採購較昂貴並已配方完成的色釉。因此，本研究內容，除了能提供上述所有資訊，公開配方細節，讓有心研習交趾陶技藝者，能用較低廉價格採購釉原料，並依據研究之試片色票索引，調配出心目中理想色彩，不受限於商家已配釉的顏色。同時希望協助想研習交趾陶技藝的民眾，專注於傳統捏塑方面，學習塑、搓、捺、壓、推、捏、捻、扳等手法，讓釉藥不再是門檻。

## (三) 提升陶瓷類仿作修復品質

國立臺灣藝術大學古蹟藝術修護學系經歷多件古蹟建築裝飾調查與修復案例，其中參與臺南孔子廟部分陶瓷類仿作修復，例如大成殿屋頂雙龍搶珠剪黏蟠龍背鱗仿作、通天筒蓋仿製等，最終業主選擇仿作，原因有二，其一：原件缺件嚴重，由於陶瓷物件經外力重擊，易碎裂不堪，殘缺範圍大，若採器物修復方式，也需大量填補技術，即便修復完成，因於室外風吹雨淋，持久度亦堪憂。其二：原件採購不易，古蹟修復週期均 10 年以上，10 年前的修復材料，至今已不易取得，又或是

造型相近但與原件有色差，造成修復還原度不佳。因此本實驗成果，可協助陶瓷類仿作修復，仿作造型完成時，也能依據原件顏色，選擇適合的試片色票進行填色，讓仿作品貼近原件質感，提升修復品質。

## 二、文獻探討

隨著科技發展，傳統窯爐逐漸被電窯所取代，由於目前臺灣釉藥搭配陶瓷藝術，發展趨於穩定，有助後續傳承與推廣。關於交趾陶釉藥相關論述，例如柯鴻基（2005）、李鑄恆（2007）、徐必彥（2009）等均針對葉王交趾陶釉藥研究與分析；或如簡榮聰與鄭昭儀（2001）、林金盛（2004）、臺中市文化局（2005）等提供相關交趾陶釉藥配方書籍。不過，以上論述或專書，均針對單一釉藥研究或說明，色彩範圍較侷限。故本研究依據上述基礎，持續延伸色彩體系，完整所有顏色明度與彩度的架構。

## 三、研究方法

進行交趾陶釉藥研究與實驗，藉由資料搜集、藝師訪談等方式，整合交趾陶釉藥色彩，包括用土種類、釉彩特色等，由於交趾陶藝師各家各派多有個人差異，例如陶土混合比例或自製慣用工具、上釉方式等，技術特色並無優劣之分，故將以統整概念進行基礎建立，為後續釉藥研發與配製應用建立基礎（圖 2）。

### (一) 資料搜集

政府長年推廣下，社會大眾文化意識抬頭，關於交趾陶研究論述陸續出版，因此將依據相關出版品與書籍、論文期刊等公開發表著作、以及媒體與報章雜誌段落等，協助釉藥研發與配製應用基礎建立。

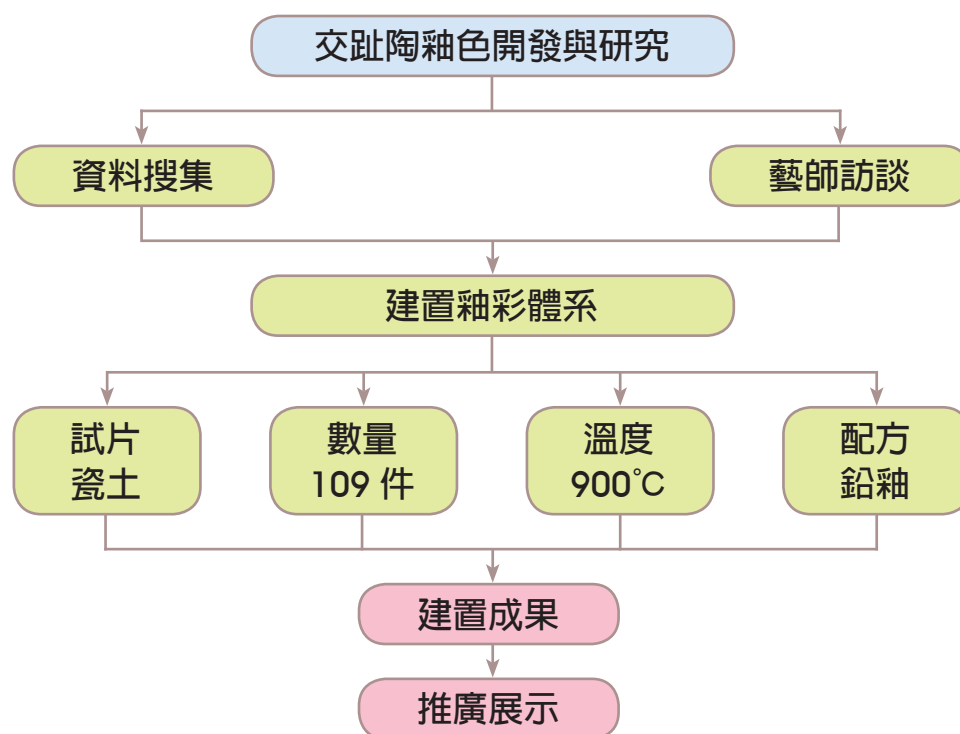


圖 2. 研究方法與步驟

Fig 2. Research approach and process.

資料來源：作者整理。

## (二) 藝師訪談

運用藝師訪談方式，補充相關交趾陶配製資訊，藉由藝師經驗，獲取相關建議。由於部分配方仍屬於藝師獨門配方，有商業考量之疑慮，故訪談不以取得藝師配方與比例為目的，主要諮詢釉藥配製與研發的心路歷程與配釉的方向。

## (三) 建置釉藥色彩體系

交趾陶除了基本色相以外，需創造更多顏色色階，之後運用於陶瓷類仿作修復時，色彩還原可更精準。目前規劃製作色相有紅、粉紅、橙、黃、淺黃、草綠、深綠、水藍、深藍、紫、棕、黑、白等，每種色相由淡到深 9 層色階，以 109 件試

片為目標，建置完整色彩體系。執行細項如下：

### 1. 色彩範圍

#### (1) 色相

依據林添木 8 種基本母色，分別為胭脂紅、古黃、淺黃、濃綠、海碧、寶藍、紅豆紫、白等色相進行延伸（圖 3），並參考設計色彩學系列顏色的冷暖色性，添加鮮紅、橙色、草綠、棕色、黑色等色相。整合後，分別為紅、粉紅、橙、黃、淺黃、草綠、深綠、水藍、深藍、紫、棕、黑等 12 種色相，再添加透明釉為白色，完成基本色相建置。



圖 3. 林添木交趾陶 8 種基本釉色

Fig 3. Lin Tien-mu's 8 swatches of Koji pottery glaze.

資料來源：作者攝影（嘉義市立博物館交趾陶館）。

## (2) 明度與彩度

參考色彩學明度與彩度漸層方式，運用金屬化合物呈色原理，從最淺劑量開始，等差數列遞增，例如：氧化銅呈綠色的最少劑量為 0.2g（0.2g 以內呈色不明顯），再依等差數列增加劑量為 0.4g、0.6g、0.8g、1.0g、1.2g、1.4g、1.6g、1.8g 等，完成 9 層色階。因此，實驗將依據不同金屬化合物，建立一套明度彩度列表，完整釉藥色彩體系。

## (3) 數量

實驗色彩數量，根據上述色相、明度與彩度數量整合，色相分別為紅、粉紅、橙、黃、淺黃、草綠、深綠、水藍、深藍、紫、棕、黑等 12 種，每種色相均漸變 9 層色階，再添加透明釉為白色，共計 109 種色彩（表 1）。

## 2. 試片製作

### (1) 用土

本實驗為求最鮮明色相，故試片底色為白色最佳，經研究發現，目前市面上販售日本 31 號瓷土，其質細緻、色澤溫潤、黏度高，素燒燒結可得最純白的底色，因此將選擇日本 31 號瓷土為原則，製作試片。

### (2) 溫度

交趾陶釉藥配方屬低溫鉛釉，以鉛作助熔劑，而且鉛的折光指數高，具有增加釉藥伸張量，促使釉在坯體上穩定與活躍流動，讓釉藥在融化後便附著於坯體表面。將運用交趾陶慣用燒製方式，使用 1100°C 素燒試片，得全白底色後，上

表 1. 色彩研究整合

Tab 1. Glaze and color comparison chart.

交趾釉		胭脂紅		古黃	淺黃		濃綠	海碧	寶藍	紅豆紫			白
色相													
對應		↓		↓	↓		↓	↓	↓	↓			↓
整合色彩	紅	粉紅	橙	黃	淺黃	草綠	深綠	水藍	深藍	紫	棕	黑	透明
色相													

資料來源：作者整理。

表 2. 溫度升溫曲線一覽

Tab 2. Temperature rise curve.

溫度曲線	0°C~500°C	500°C~700°C	700°C~900°C	900°C~1100°C	備註
素燒 1100°C	5 小時	3 小時	2 小時	2 小時	1100°C 持溫 15 分鐘
釉燒 900°C	5 小時	2 小時	2 小時	-	900°C 持溫 15 分鐘

資料來源：作者整理。

釉並以 900°C 釉燒，完成試片。雖然時代進步，電窯普及，每臺電窯都能設定準確溫度，但不同電窯，即使同溫度，實際仍有差距，為求可推廣數據，本研究使用 ORTON，窯燒測溫反應準，測溫錐溫度由 650°C 至 1326°C，取得最客觀數值。本實驗溫度曲線參見表 2。

### (3) 配方

依據國立臺灣藝術大學古蹟藝術修護學系初步研究成果（張庶疆，2020，頁 13），將以鉛丹或鉛白 35g、石英或長石 10g、高嶺土 4g、CMC<sup>1</sup> 1g，設定為基本釉（透明釉）配方（表 3），再輔以金屬氧化物來呈色，例如氧化鐵、氧化鈷、氧化

<sup>1</sup> CMC 又名 Carboxymethyl Cellulose、羧甲基纖維素、化學漿糊，加於釉藥中，讓釉藥產生懸浮分散狀態，防止快速沉澱、強化釉藥與坯體的結合、減緩水從釉裡擴散到坯體中，使釉面的平滑度更好；以及減少坯體施完釉在運輸過程碰撞產生的裂痕與剝落情況。

表 3. 基本釉主要成分與說明

Tab 3. Basic components for glazes.

基本釉	降低熔點	透明光澤	攀附效果
	鉛白	石英	高嶺土
	鉛丹	長石	

資料來源：作者整理。

銅、氧化錳、氧化鉻等（薛瑞芳，2013，頁 44），依據 12 種色相需求，選擇或搭配相關金屬氧化物。

#### (4) 形式

為求釉藥的呈色效果與流動性，試片形式將呈現 L 形狀，平面部分可觀察釉藥的呈色與積釉情形，立面部分可檢視釉藥的流動性與附著力，記錄釉藥各種狀況與效果，並予以編號，協助配方索引。

### 3. 呈現方式

關於 109 件釉藥試片完成後，將完整記錄製作過程，包括試片製作方式、陰乾方式、上釉技法、素燒與釉燒溫度與時間等，並予以編號，詳細記錄。最終成果，將採用平面試片，並設計試片造型，建構釉藥試片牆面之整體造型，協助推廣交趾陶釉彩之美。

## 四、結果與討論

透過資料分析與藝師訪談資訊，依據預期規劃，分別完成以下實驗成果，包括：109 件釉藥試片、釉藥試片配方對照表、釉藥配方及用土之化學成分分析表、900°C 測溫錐紀錄表等。成果均符合預期，同時，藉由實驗建立相關數據，深入認識釉藥與金屬氧化物。經分析，發現未來仍有許多發展空間，例如提高色相層次、建立完整顏色色環等，均為後續計畫開發重

點，盼持續研發之。關於資料搜集、藝師訪談、實驗成果、研究數據、未來展望等，如下：

### (一) 資料分析

交趾陶技藝在臺灣落地生根後，逐步發展，尤其傳承至林添木藝師，其無私提供交趾陶釉藥研究成果，促使交趾陶產業朝氣蓬勃、旺盛繁榮，釉藥技術得以延續至今。林添木嘉義人，為早期著名交趾陶藝師，14 歲便在雲林北港朝天宮跟隨唐山師傅蔡文董學藝，創作初期作品謹循傳統；約 60 歲以後，作品取材跳脫中國歷史人物的忠孝節義主題，展現個人風格。

林添木藝師致力於釉藥研究，以「寶石釉」的傳統配方搭配臺灣本土材料，逐一進行實驗，系統化地建立一套釉色的試片紀錄，並把寶石釉的 8 個基本色發展出一百多種。作品主要特色包括：承襲傳統，再求新意；造型生動，筆法成熟；釉色豐富，豔麗多彩。1970 年代開班授徒，毫無保留地將傳統技法傳給後輩。今交趾陶名家蘇俊夫、高枝明、葉星佑、林洸沂等人，皆為其弟子。除了交趾陶技藝的傳承推展，希望將建廟的交趾陶轉化蛻變為適合收藏的藝術品，延續開啟交趾陶的藝術生命，具有「承先啟後」的崇高地位。民國七十四年（1985）榮獲第一屆國家級「民族藝師」，被尊為現代交趾陶的導師。



國立臺北教育大學藝術與造形設計學系羅森豪教授，早年於林添木藝師工作室學習，輾轉獲得其釉藥配方筆記，內容包括古黃、淺黃、濃綠、海碧、寶藍、紅豆紫、胭脂紅、白色等 8 種配方。筆者有幸獲得資料，盼未來更進一步發展，建立交趾陶釉藥色彩體系，持續推廣，同時應用於傳統建築裝飾藝術修護，開發交趾陶釉藥各種可能性。故規劃製作色相有紅、粉紅、橙、黃、淺黃、草綠、深綠、水藍、深藍、紫、棕、黑、白等，每種色相由淡到深 9 層色階，以 109 件為目標，建置完整色彩體系。

## (二) 藝師訪談

運用藝師訪談方式，補充相關交趾陶配製資訊，藉由藝師經驗，獲取相關建議。由於部分配方仍屬於藝師獨門配方，有商業考量之疑慮，故訪談不以取得藝師

配方與比例為目的，將主要諮詢釉藥配製與研發的心路歷程，同時詢問配釉的方向。本次訪談嘉義交趾陶重要藝師，呂勝南、呂皇澄父子。

## (三) 訪談重點與結論

呂勝南藝師表示，雖然目前嘉義交趾陶藝術家，釉藥配方來源，大致來自林添木藝師，但經過各家自行研發調整與改良後，多有個人特色，因此釉藥研究與研發是必需的，有助交趾陶未來推廣與發展。呂皇澄藝師則肯定本實驗內容與成果，同時建議實驗溫度與釉色變化，目前計畫釉燒溫度為 900°C，建議測試 850°C 至 900°C 之間溫度，有機會再次提升釉色彩度。另外，關於無鉛釉藥建議，可運用熔塊（玻璃粉）或是高鈣、高鈉、低硼、低氧化鉛等無鉛玻璃粉，取代鉛丹鉛白或高鉛熔塊等助熔劑（圖 4、圖 5）。



圖 4. 呂勝南<sup>2</sup>、呂皇澄<sup>3</sup> 藝師訪談

Fig 4. Interview with Lu, Sheng-nan and Lu, Huang-cheng.

資料來源：作者提供。



圖 5. 呂勝南藝師釉藥配製指導

Fig 5. Lu, Sheng-nan advises the glaze preparation.

資料來源：作者提供。

<sup>2</sup> 本名呂咏馨，嘉義市龍鳳祥交趾陶藝社創辦人。

<sup>3</sup> 嘉義市龍鳳祥交趾陶藝社設計總監。

## (四) 實驗成果

### 1. 完成 109 件釉藥試片

交趾陶除基本色相外，需創造更多顏色色階，便於陶瓷類仿作修復時運用，精準還原色彩。故規劃製作色相有紅、粉紅、橙、黃、淺黃、草綠、深綠、水藍、深藍、紫、棕、黑、白等，每種色相由淡到深 9 層色階，以 109 件為目標，建置完整色彩體系。經過反覆實驗完成多組釉藥

實驗後，擷取最符合研究目的之色相，完成最終成果。





釉藥配方，採取「基本釉」外加「呈色劑」模式，選取穩定性高的基本釉配方「鉛丹 35g + 石英 10g + 高嶺土 4g + CMC 1g」，外加不同成分與劑量呈色劑，達成各種色相與色階，實驗過程如表 4，依據色相需求，記錄獲取顏色的過程。

表 4. 釉藥色相色階實驗紀錄

Tab 4. Testing Ceramic Glazes and Colorants.

色相	說明	成果
白色	基本釉，即為透明釉，為本實驗所有釉藥配方之基礎，配方為：鉛丹 35g + 石英 10g + 高嶺土 4g + CMC1g。	
紅色	1. 採用「色粉 T288」為呈色劑，每項配方依每 0.5g，運用等差數列遞增至 10g，完成紅色色階。 2. 實驗顯示，0.5g 至 5g 之間可呈現完整色階，但 5.5g 後至 10g 色階已不明顯，表示該區間呈色劑量已飽和，故 0.5g 至 5g 為最佳色階。	實驗過程 
		最佳成果 

色相	說明	成果	
粉紅	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 採用「色粉 T288 + 色粉 T102」1:1 混和為呈色劑，每項配方依每 0.5g，運用等差數列遞增至 5g，完成紅色色階。</li> <li>2. 實驗顯示，不同色粉搭配，呈現效果亦不同，甚至出現黃濁，唯「色粉 T288 + 色粉 T102」符合需求，0.5g 至 5g 之間可呈現完整色階，故 0.5g 至 5g 為最佳色階。</li> </ol>	實驗過程	
橙色 黃色 淺黃	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 分別運用「氧化鉻、鉻酸鉛、氧化鐵」為橙、黃、淺黃呈色劑。</li> <li>2. 氧化鉻，每項配方依每 0.05g，運用等差數列遞增至 0.8g，完成橙色最佳色階。</li> <li>3. 鉻酸鉛，每項配方依每 0.1g，運用等差數列遞增至 0.9g，完成黃色最佳色階。</li> <li>4. 氧化鐵，每項配方依每 0.1g，運用等差數列遞增至 1.7g，完成淺黃最佳色階。</li> </ol>	實驗過程	
		最佳成果	

色相	說明	成果	
草綠 深綠	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 分別運用「氧化銅+氧化鐵」與「氧化銅」為草綠、深綠呈色劑。</li> <li>2. 氧化銅+氧化鐵 1:1，每項配方依每 0.2g，運用等差數列遞增至 2g，完成草綠最佳色階。實驗顯示，2.2g 後至 4g 色階已不明顯，表示該區間呈色劑量已飽和。</li> <li>3. 氧化銅，每項配方依每 0.1g，運用等差數列遞增至 1g，完成深綠最佳色階。實驗顯示，1.1g 後至 2g 色階已不明顯，表示該區間呈色劑量已飽和。</li> </ol>	實驗過程	
		最佳成果	
水藍 深藍	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 分別運用「色粉 T203」與「氧化鈷」為水藍、深藍呈色劑。</li> <li>2. 色粉 T203，每項配方依每 0.5g，運用等差數列遞增至 5g，完成水藍最佳色階。實驗顯示，5.5g 後至 10g 色階已不明顯，表示該區間呈色劑量已飽和。</li> <li>3. 氧化鈷，每項配方依每 0.05g，運用等差數列遞增至 0.85g，完成深藍最佳色階。</li> </ol>	實驗過程	
		最佳成果	

色相	說明	成果	
紫色 棕色	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 分別運用「色粉 T102」與「氧化錳」為紫、棕呈色劑。</li> <li>2. 色粉 T102，每項配方依每 0.5g，運用等差數列遞增至 8.5g，完成紫色最佳色階。</li> <li>3. 氧化錳，每項配方依每 0.5g，運用等差數列遞增至 0.9g，完成棕色最佳色階。</li> </ol>	實驗過程	
		最佳成果	
黑色	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 採用「氧化鈷+氧化錳+氧化鐵」1:2:3 混和為呈色劑，每項配方依每 1.8g，運用等差數列遞增至 3.06g，完成黑色最佳色階。</li> <li>2. 氧化鈷，每 0.03g，運用等差數列遞增至 0.51g。</li> <li>3. 氧化錳，每 0.06g，運用等差數列遞增至 1.02g。</li> <li>4. 氧化鐵，每 0.09g，運用等差數列遞增至 1.53g。</li> </ol>	最佳成果	
整合 成果	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 經過 490 組釉藥實驗後，依據預期規劃，精選完成 109 件釉藥試片。</li> <li>2. 依序完成規劃色相：紅、粉紅、橙、黃、淺黃、草綠、深綠、水藍、深藍、紫、棕、黑、白等，每種色相由淡到深 9 層色階，建置完整色彩體系。</li> <li>3. 經過反覆實驗，擷取最符合計畫目的之色相，為最終成果。</li> </ol>	實驗過程	

色相	說明	成果
		<p style="text-align: center;">最佳成果</p> 

資料來源：作者整理。

## 2. 完成釉藥試片配方對照表

關於 109 件釉藥試片完成後，將完整記錄製作過程，包括試片製作方式、陰乾方式、上釉技法、素燒與釉燒溫度與時間等，並予以編號，詳細記錄。最終成果，將採用平面試片，並設計試片造型，建構釉藥試片牆面之整體造型，協助推廣交趾陶釉彩之美。為符合傳統建築裝飾藝術吉祥圖案與典故，採用「如意」造型試片，表達「萬事如意」、「吉祥如意」、「事

事如意」、「平安如意」等吉祥驅邪的涵義（圖 6、圖 7、圖 8）。最後予以編號，建置釉藥試片配方對照表（表 5），提供使用者索引。

## 3. 提供釉藥配方及用土之化學成分分析表

本實驗釉藥，於 2021 年 7 月 7 日與「太麟化工原料有限公司」採購，經檢測，化學成分分析表如表 6。



圖 6. 如意造型石膏模製作  
Fig 6. Plaster mold making for Ruyi-shaped sample.  
資料來源：作者提供。



圖 7. 如意造型試片量產  
Fig 7. Mass production of Ruyi-shaped sample.  
資料來源：作者提供。



圖 8. 如意造型試片推廣展示及配方編號對照表  
Fig 8. Ruyi-shaped samples for promotion display and formula number comparison chart.  
資料來源：作者提供。

表 5. 釉藥試片配方對照

Tab 5. The formula comparison of glaze samples.

色相	編號	配方 (單位: G) 溫度: 900°C							備註
		基本釉 (透明釉)				呈色劑			
		鉛丹	石英	高嶺土	CMC	金屬氧化物與色粉編號			
紅	A01	35	10	4	1	[T288]0.5	-	-	
	A02	35	10	4	1	[T288]1	-	-	
	A03	35	10	4	1	[T288]1.5	-	-	
	A04	35	10	4	1	[T288]2	-	-	
	A05	35	10	4	1	[T288]2.5	-	-	
	A06	35	10	4	1	[T288]3	-	-	
	A07	35	10	4	1	[T288]3.5	-	-	
	A08	35	10	4	1	[T288]4	-	-	
	A09	35	10	4	1	[T288]4.5	-	-	
粉紅	B01	35	10	4	1	[T288]0.25	[T102]0.25	-	
	B02	35	10	4	1	[T288]0.5	[T102]0.5	-	
	B03	35	10	4	1	[T288]0.75	[T102]0.75	-	
	B04	35	10	4	1	[T288]1	[T102]1	-	
	B05	35	10	4	1	[T288]1.25	[T102]1.25	-	
	B06	35	10	4	1	[T288]1.5	[T102]1.5	-	
	B07	35	10	4	1	[T288]1.75	[T102]1.75	-	
	B08	35	10	4	1	[T288]2	[T102]2	-	
	B09	35	10	4	1	[T288]2.25	[T102]2.25	-	
橙	C01	35	10	4	1	氧化鉻 0.1	-	-	
	C02	35	10	4	1	氧化鉻 0.2	-	-	
	C03	35	10	4	1	氧化鉻 0.3	-	-	
	C04	35	10	4	1	氧化鉻 0.4	-	-	
	C05	35	10	4	1	氧化鉻 0.5	-	-	
	C06	35	10	4	1	氧化鉻 0.6	-	-	
	C07	35	10	4	1	氧化鉻 0.7	-	-	
	C08	35	10	4	1	氧化鉻 0.8	-	-	
	C09	35	10	4	1	氧化鉻 0.9	-	-	
黃	D01	35	10	4	1	鉻酸鉛 0.1	-	-	
	D02	35	10	4	1	鉻酸鉛 0.2	-	-	
	D03	35	10	4	1	鉻酸鉛 0.3	-	-	
	D04	35	10	4	1	鉻酸鉛 0.4	-	-	
	D05	35	10	4	1	鉻酸鉛 0.5	-	-	
	D06	35	10	4	1	鉻酸鉛 0.6	-	-	
	D07	35	10	4	1	鉻酸鉛 0.7	-	-	
	D08	35	10	4	1	鉻酸鉛 0.8	-	-	
	D09	35	10	4	1	鉻酸鉛 0.9	-	-	



色相	編號	配方 (單位: G) 溫度: 900°C							備註
		基本釉 (透明釉)				呈色劑			
		鉛丹	石英	高嶺土	CMC	金屬氧化物與色粉編號			
淺黃	E01	35	10	4	1	氧化鐵 0.1	-	-	
	E02	35	10	4	1	氧化鐵 0.3	-	-	
	E03	35	10	4	1	氧化鐵 0.5	-	-	
	E04	35	10	4	1	氧化鐵 0.7	-	-	
	E05	35	10	4	1	氧化鐵 0.9	-	-	
	E06	35	10	4	1	氧化鐵 1.1	-	-	
	E07	35	10	4	1	氧化鐵 1.3	-	-	
	E08	35	10	4	1	氧化鐵 1.5	-	-	
	E09	35	10	4	1	氧化鐵 1.7	-	-	
草綠	F01	35	10	4	1	氧化鐵 0.1	氧化銅 0.1	-	
	F02	35	10	4	1	氧化鐵 0.2	氧化銅 0.2	-	
	F03	35	10	4	1	氧化鐵 0.3	氧化銅 0.3	-	
	F04	35	10	4	1	氧化鐵 0.4	氧化銅 0.4	-	
	F05	35	10	4	1	氧化鐵 0.5	氧化銅 0.5	-	
	F06	35	10	4	1	氧化鐵 0.6	氧化銅 0.6	-	
	F07	35	10	4	1	氧化鐵 0.7	氧化銅 0.7	-	
	F08	35	10	4	1	氧化鐵 0.8	氧化銅 0.8	-	
	F09	35	10	4	1	氧化鐵 0.9	氧化銅 0.9	-	
深綠	G01	35	10	4	1	氧化銅 0.1	-	-	
	G02	35	10	4	1	氧化銅 0.3	-	-	
	G03	35	10	4	1	氧化銅 0.5	-	-	
	G04	35	10	4	1	氧化銅 0.7	-	-	
	G05	35	10	4	1	氧化銅 0.9	-	-	
	G06	35	10	4	1	氧化銅 1.1	-	-	
	G07	35	10	4	1	氧化銅 1.3	-	-	
	G08	35	10	4	1	氧化銅 1.5	-	-	
	G09	35	10	4	1	氧化銅 1.7	-	-	
水藍	H01	35	10	4	1	[T203]0.5	-	-	
	H02	35	10	4	1	[T203]1	-	-	
	H03	35	10	4	1	[T203]1.5	-	-	
	H04	35	10	4	1	[T203]2	-	-	
	H05	35	10	4	1	[T203]2.5	-	-	
	H06	35	10	4	1	[T203]3	-	-	
	H07	35	10	4	1	[T203]3.5	-	-	
	H08	35	10	4	1	[T203]4	-	-	
	H09	35	10	4	1	[T203]4.5	-	-	

色相	編號	配方 (單位: G) 溫度: 900°C							備註
		基本釉 (透明釉)				呈色劑			
		鉛丹	石英	高嶺土	CMC	金屬氧化物與色粉編號			
深藍	I01	35	10	4	1	氧化鈷 0.05	-	-	
	I02	35	10	4	1	氧化鈷 0.15	-	-	
	I03	35	10	4	1	氧化鈷 0.25	-	-	
	I04	35	10	4	1	氧化鈷 0.35	-	-	
	I05	35	10	4	1	氧化鈷 0.45	-	-	
	I06	35	10	4	1	氧化鈷 0.55	-	-	
	I07	35	10	4	1	氧化鈷 0.65	-	-	
	I08	35	10	4	1	氧化鈷 0.75	-	-	
	I09	35	10	4	1	氧化鈷 0.85	-	-	
紫	J01	35	10	4	1	[T102]0.5	-	-	
	J02	35	10	4	1	[T102]1.5	-	-	
	J03	35	10	4	1	[T102]2.5	-	-	
	J04	35	10	4	1	[T102]3.5	-	-	
	J05	35	10	4	1	[T102]4.5	-	-	
	J06	35	10	4	1	[T102]5.5	-	-	
	J07	35	10	4	1	[T102]6.5	-	-	
	J08	35	10	4	1	[T102]7.5	-	-	
	J09	35	10	4	1	[T102]8.5	-	-	
棕	K01	35	10	4	1	氧化錳 0.1	-	-	
	K02	35	10	4	1	氧化錳 0.2	-	-	
	K03	35	10	4	1	氧化錳 0.3	-	-	
	K04	35	10	4	1	氧化錳 0.4	-	-	
	K05	35	10	4	1	氧化錳 0.5	-	-	
	K06	35	10	4	1	氧化錳 0.6	-	-	
	K07	35	10	4	1	氧化錳 0.7	-	-	
	K08	35	10	4	1	氧化錳 0.8	-	-	
	K09	35	10	4	1	氧化錳 0.9	-	-	
黑	L01	35	10	4	1	氧化鈷 0.03	氧化錳 0.06	氧化鐵 0.09	
	L02	35	10	4	1	氧化鈷 0.09	氧化錳 0.18	氧化鐵 0.27	
	L03	35	10	4	1	氧化鈷 0.15	氧化錳 0.3	氧化鐵 0.45	
	L04	35	10	4	1	氧化鈷 0.21	氧化錳 0.42	氧化鐵 0.63	
	L05	35	10	4	1	氧化鈷 0.27	氧化錳 0.54	氧化鐵 0.81	
	L06	35	10	4	1	氧化鈷 0.33	氧化錳 0.66	氧化鐵 0.99	
	L07	35	10	4	1	氧化鈷 0.39	氧化錳 0.78	氧化鐵 1.17	
	L08	35	10	4	1	氧化鈷 0.45	氧化錳 0.9	氧化鐵 1.35	
	L09	35	10	4	1	氧化鈷 0.51	氧化錳 1.02	氧化鐵 1.53	
白	Z00	35	10	4	1	-	-	-	透明

資料來源：作者整理。

表 6. 釉料化學成分分析

Tab 6. Chemical analysis of glaze materials.

	單位 %	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	Loss on ignition	Remark
1	紅丹										Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub> 四氧化三鉛 97.21
2	鉛白										Cu 及 Fe 各 < 0.1 O <sub>4</sub> < 0.4, Pb 78-80
3	石英	99.8	0.06	0.05						0.15	
4	日化長石	78.14	12.62	0.16	0.32	0.01	4.36	3.3		0.62	
5	美國高嶺土	44.5	38	0.9	0.25	0.03	0.23	0.04	1.65	13.4	
6	CMC										純度 63.5 Carboxymethyl Cellulose
7	日本太平骨灰				44.6					0.2	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : 55.2
8	碳酸鈣									1 以下	CaCO <sub>3</sub> : 98.5 以上
9	氧化鉻			0.2							Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 99
10	氧化錫										SnO <sub>2</sub> : ≥ 99.9
11	氧化鐵 #225	4		90-96						1	
12	氧化鎳			0.013							NiO: 77.4
13	氧化銅			0.038							CuO: 97.77
14	氧化鈷										Co: 75.61
15	氧化錳	5	5	5							MnO <sub>2</sub> : 80
16	氧化鋁 A32	0.02	99.6	0.02				0.36		0.11	
17	碳酸銅										CuCO <sub>3</sub> 95-98, Cl < 0.03 FE < 0.4, SO <sub>4</sub> < 0.5
18	碳酸鋰			0.003	0.05			0.2			Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> : 99 CL: 0.005
19	T288 鮮紅										Zr, Si, Cd, Se
20	T222 桃紅										Sn, Ca, Si, Cr
21	T203 水青										Zr, Si, V
22	T102A 紫色										Sn, Cr

資料來源：2021 年 7 月 7 日新北市鶯歌「太麟化工原料有限公司」提供。



#### 4. 完成 900°C 與 1100°C 測溫錐紀錄表

交趾陶釉藥配方屬低溫鉛釉，以鉛作助熔劑，而且鉛的折光指數高，具有增加釉藥伸張量，促使釉在坯體上穩定與活躍流動，讓釉藥在熔化後便附著於坯體表面。運用交趾陶慣用燒製方式，使用 1100°C 素燒試片，得全白底色後，上釉並以 900°C 釉燒，完成試片。雖然時代進步，電窯普及，每臺電窯都能設定準確溫度，

但不同電窯，即使同溫度，實際仍有差距，為求可推廣數據，使用 ORTON 測溫錐，取得客觀數值。依據計畫需求，編號分別為：Cone03、Cone04、Cone08、Cone11，記錄 900°C 與 1100°C 情形（表 7）。經統計後顯示，本電窯設備 900°C 完全符合測溫錐 Cone11，1100°C 介於測溫錐 Cone03 與 Cone04 之間。

表 7. 測溫錐紀錄

Tab 7. Testing the temperature-measuring cone.

編號 <sup>4</sup>	原始型態	900°C 燒製	1100°C 燒製
Cone03			
		無軟化	軟化不全
Cone04			
		無軟化	軟化貼地
Cone08			
		無軟化	軟化過度
Cone11			
		軟化貼地	軟化過度

資料來源：作者整理。

<sup>4</sup> Cone03 測試溫度範圍 1086°C ~1104°C，Cone04 測試溫度範圍 1063°C ~1077°C，Cone08 測試溫度範圍 942°C ~956°C，Cone11 測試溫度範圍 875°C ~894°C。

## (五) 未來展望

本實驗成果符合預期，完成 109 件釉藥試片，研究過程中發現，未來有機會將釉藥試片擴充的可能性，並能夠在色彩理論基礎上，持續實驗，建置更完整色彩體系。

### 1. 色環建立

實驗過程中發現，不同單一金屬氧化物，可創造不同色彩，例如：氧化鈷呈現藍色系、氧化銅呈現綠色系、氧化鐵呈

現黃色系，但如果運用色彩學配色原理，將藍色系的金屬氧化物，搭配黃色系的金屬氧化物，是否會成為綠色？答案是肯定的。依據實驗顯示，氧化鈷與氧化鐵同時添加於同一配方，設定劑量後，運用等差數列遞增，可得出綠色色階（圖 9）。由此可證，金屬氧化物呈色運用，可結合色彩學理論，開發色彩與應用。目前依據伊登十二色相環，<sup>5</sup> 將已知金屬氧化物呈色效果記錄並建置（圖 10），可檢視本次實驗色彩缺口，待未來持續發展，開發更多交趾陶釉藥色彩。



圖 9. 氧化鈷與氧化鐵配色原理

Fig 9. Color experiments of cobalt oxide and iron oxide.

資料來源：作者提供。

<sup>5</sup> 伊登十二色相環由約翰斯·伊登 (Johannes Itten, 1888-1967) 於其名著《色彩論》一書提出，此色相環以色料三原色—紅、黃、青為第一次色，從而配製組合成十二色相環，使人可簡單辨認各色相及中間色彩，並將 6 對補色分別置於直徑兩端對立的位置上，簡明而清晰。

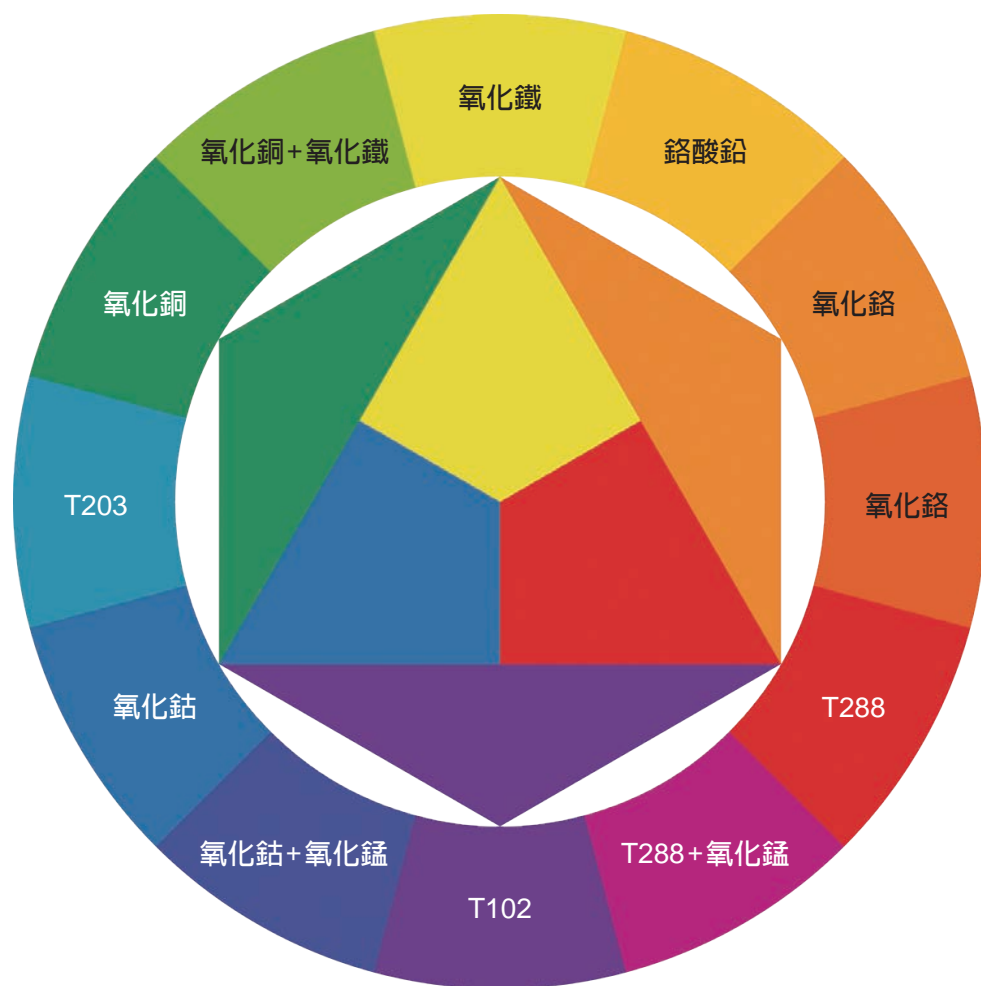


圖 10. 伊登十二色相環與金屬氧化物關係圖  
 Fig 10. Johannes Itten's Twelve Color wheel and Metal Oxides.  
 資料來源：作者整理。

## 2. 後續發展

未來除了持續開發新色彩以外，將進行土坯混合配製，因為交趾陶工藝或建築裝飾陶瓷用土，並非一種，例如臺灣各地土壤幾乎可做陶用土，僅黏性高低、呈色差別、雜質含量多寡等。目前商業化開採陶土，集中在臺北市北投區、新北市鶯歌區、苗栗縣、臺中市外埔區、南投縣水里鄉；商業化開採瓷土，則分布於新北市鶯

歌區與金門縣兩處。素燒燒結有呈黃色、棕色、米色等，變化相當多，若釉藥塗施於以上不同底色試片，呈現效果亦不同，未來即可產生數倍釉藥試片，因此將依據用土、溫度、配方、形式、數量細部說明，並記錄其成果，使色彩體系更完善。

隨著科技發展，傳統窯爐逐漸被電窯所取代，由於目前臺灣釉藥搭配陶瓷藝術，發展趨於穩定，有助後續傳承與推

廣。然而目前推廣交趾陶釉藥，仍有相當瓶頸，承如前述交趾陶釉藥發展起源得知，交趾陶釉藥均使用「鉛」為助熔劑，又稱生鉛釉（薛瑞芳，2013，頁 246），降低釉藥熔點以節省燃料。近期鉛中毒議題備受社會關注（BBC NEWS 中文，2020），其實，除了不合格的藥材有重金屬含量過高的問題，現代工業化日趨嚴重的生活環境汙染，例如空汙、餐具上的色彩塗料、老舊社區的水管管線，飲食如深海大型魚類等動物內臟，都使血液中重金屬超標趨勢上升。依據近期醫學研究資訊，鉛所引起的金屬中毒，腦最容易受到影響（臺北榮民總醫院護理部，2020），其中症狀更包括腹部疼痛、便秘、頭痛、煩躁不安、記憶力出問題、不孕和手腳麻痺等。在其他未知起因造成的智能障礙病例中，鉛中毒佔將近 10%，而且鉛中毒也會導致行為問題，嚴重時會導致智力下降、貧血、癲癇發作、昏迷或死亡。因此，含有鉛釉的交趾陶，容易讓民眾心生畏懼，即便鉛含量未超出重金屬限量標準，推廣傳承易受阻礙。

目前針對部分陶瓷可能導致鉛、鎘危害，已有相關研究。市場上流通的陶瓷器，可分為釉上彩、釉中彩、釉下彩、色釉瓷及一些未加彩的白瓷等。釉上彩陶瓷用顏料製成花紙貼在釉面上或直接以顏料繪至產品表面，再經高溫烤燒而成。因烤燒溫度達不到釉層熔融的程度，所以花面不能沉入釉中。如果用手觸摸，花面有明顯的凹凸感。釉中彩陶瓷烤燒溫度可使釉料熔融，顏料可沉入釉中，冷卻後被釉層

覆蓋，製品表面平滑，無明顯的凹凸感。釉下彩陶瓷全部彩飾在瓷坯上進行，施釉後經高溫一次燒成。這種製品花面被釉層覆蓋，表面光亮、平整。色釉瓷在陶瓷釉料中加入一種高溫色劑，使燒成後的製品釉面呈現出某種特定的顏色。其中釉中彩、釉下彩和絕大部分的色釉瓷、白瓷中的鉛、鎘含量很低。而釉上彩陶瓷如在加工時對含鉛、鎘高的顏料用量過大、通風條件不夠，很容易引起鉛、鎘溶出量超標。

簡而言之，由於低溫需求，因此部分陶瓷尋求鉛為助熔劑，以便完成所需色彩，若提高陶瓷燒製溫度，則可摒棄對鉛的依賴。但從 900°C 低溫釉燒，到 1230°C 以上高溫釉燒，之間變化是否影響整個交趾陶釉藥色系，答案是肯定，依據筆者釉藥研究經驗，將 900°C 黃色鉛釉（氧化鉻、氧化錫為呈色劑），提高溫度至 1100°C 時，黃釉色相變成無色釉藥，說明交趾陶釉藥改良，並非僅僅溫度提升即可，同時需思索取代鉛助熔劑為何種礦物？有待後續實驗與研究，尋獲答案。未來如何呈現鉛釉釉色流動美感，又不依賴鉛化合物來配製，將是實驗重大挑戰。

#### 致謝

本文為文化部文化資產局「2021 文化部文化資產學院」研發群組《交趾陶釉色開發與研究》（110-研-02(1/3)）之部分內容。感謝貴局補助，榮幸能在此分享成果。

## 參考文獻

- BBC NEWS 中文 (2020 年 8 月 7 日)。  
〈WHO：兒童鉛中毒終身受害 草藥、  
食器都有風險〉。2022 年 3 月 13 日檢索自  
康健雜誌，[https://www.commonhealth.com.tw/  
article/82442](https://www.commonhealth.com.tw/article/82442)
- 李鑄恆 (2007)。《葉王交趾陶胭脂紅釉  
彩研究》(未出版之碩士論文)。國立雲  
林科技大學，雲林縣。
- 林金盛 (2004)。《台灣交趾陶傳習要典》。  
財團法人台灣交趾陶藝術文教基金會。
- 柯鴻基 (2005)。《臺南學甲慈濟宮葉王交  
趾陶釉料分析》(未出版之碩士論文)。  
國立雲林科技大學，雲林縣。
- 徐必彥 (2009)。《葉王交趾陶古黃與寶石  
藍釉彩配方研究》(未出版之碩士論文)。  
國立雲林科技大學，雲林縣。
- 張庶疆 (2010)。《交趾陶匠師石連池之研  
究》(未出版之碩士論文)。國立臺灣藝  
術大學，臺北。
- 張庶疆 (2020 年 11 月 20 日)。  
〈交趾陶  
釉藥發展與應用〉(論文發表)。第 20 屆  
古蹟藝術修護年會—「古蹟 20 升級 2.0」。  
臺北市，臺灣。
- 臺中市文化局 (2005)。《陶藝舞春風：  
交趾陶在台中》。臺中市政府文化局。
- 臺北榮民總醫院護理部 (2020 年 10 月 5  
日)。  
〈鉛中毒之照護〉。2022 年 3 月 13  
日檢索自 [https://ihealth.vghtpe.gov.tw/media/  
530](https://ihealth.vghtpe.gov.tw/media/530)
- 薛瑞芳 (2013)。《釉藥學》。藝術家出  
版社。
- 謝明良 (2014)。《中國古代鉛釉陶的世界：  
從戰國到唐代》。石頭出版。
- 簡榮聰、鄭昭儀 (2001)。《彩塑風華——  
臺灣交趾陶藝術專輯》。國史館臺灣文  
獻館。