

沈明扬 遺著

實用陶瓷顏料科學

目 录

緒 論	(5)
第一章 陶瓷顏料概論	(8)
第一節 陶瓷顏料的分类与性能	(8)
第二節 陶瓷顏料的組成及其矿物分类	(10)
第三節 陶瓷顏料发色的基本理論	(12)
第四節 陶瓷顏料組成中母体矿物与发色离子的呈色作用	(22)
第二章 特殊型顏料	(24)
第一節 柘榴石型顏料	(24)
第二節 柘石型顏料	(27)
第三節 尖晶石型顏料	(30)
第三章 原料	(34)
第一節 土石原料	(34)
第二節 易熔原料	(38)
第三節 呈色原料	(44)
第四章 陶瓷顏料生产工艺	(60)
第一節 原料粉碎及篩分	(60)
第二節 混合	(67)
第三節 煅烧及煅烧物的处理	(68)
第四節 成品超細度的研磨	(70)
第五節 顏料使用方法	(71)
第五章 釉上顏料各論	(73)
第一節 熔剂	(74)
第二節 紅色顏料	(80)
第三節 綠色顏料	(91)

第 四 节	青色顏料	(97)
第 五 节	黃色顏料	(102)
第 六 节	褐色顏料	(107)
第 七 节	黑色顏料	(110)
第 八 节	紫色顏料	(111)
第 九 节	白色顏料	(112)
第 十 节	電光水	(113)
第十一节	金水	(124)
第六章	釉下顏料各論	(126)
第 一 节	紅色顏料	(129)
第 二 节	黃色顏料	(136)
第 三 节	青色顏料	(140)
第 四 节	綠色顏料	(148)
第 五 节	黑色顏料	(152)
第 六 节	褐色顏料	(154)
第 七 节	紫色顏料	(158)
第 八 节	白色顏料	(158)
第 九 节	顏料水	(159)
附 录		(161)
I、陶瓷顏料用化合物一覽表		(161)
(1)	化學藥品	(161)
(2)	岩石礦物	(166)
II、各式篩子規格		(167)
(1)	蘇聯篩規格	(167)
(2)	德國篩規格	(168)
(3)	美國篩規格	(169)
(4)	英國篩規格	(170)
參考文獻		(171)

实用陶瓷顏料学

沈明扬 遺著

中国財政經濟出版社

1964年·北 京

內 容 簡 介

本書是根據著者長期從事陶瓷顏料生產研究所獲得的經驗寫成的。書中共分六章，較系統地介紹了陶瓷顏料的分類、組成、發色机理，以及生產所用原料及全部工藝過程；最後，又分章討論了陶瓷釉上及釉下顏料，並指出了今後研究試制的方向。

本書着重論述陶瓷顏料的實際生產經驗，也涉及到基本理論的闡明，可供國內陶瓷工業界廣大工人及技術人員參考，也可供有關院校陶瓷專業中的師生閱讀。

實 用 陶 瓷 顏 料 學

沈 明 揚 遺 著

*

中國財政經濟出版社出版

(北京永安路18號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第111號

中國財政經濟出版社印刷廠印刷

新華書店北京發行所發行

各地新華書店經售

*

850×1168毫米1/32·5¹²/₃₂印張·137千字

1964年8月第1版

1964年8月北京第1次印刷

印數：1~2,500 定價：(科七)0.85元

統一書號：15166·186

目 录

緒 論	(5)
第一章 陶瓷顏料概論	(8)
第一節 陶瓷顏料的分类与性能	(8)
第二節 陶瓷顏料的組成及其矿物分类	(10)
第三節 陶瓷顏料发色的基本理論	(12)
第四節 陶瓷顏料組成中母体矿物与发色离子的呈色作用	(22)
第二章 特殊型顏料	(24)
第一節 柘榴石型顏料	(24)
第二節 柘石型顏料	(27)
第三節 尖晶石型顏料	(30)
第三章 原料	(34)
第一節 土石原料	(34)
第二節 易熔原料	(38)
第三節 呈色原料	(44)
第四章 陶瓷顏料生产工艺	(60)
第一節 原料粉碎及篩分	(60)
第二節 混合	(67)
第三節 煅烧及煅烧物的处理	(68)
第四節 成品超細度的研磨	(70)
第五節 顏料使用方法	(71)
第五章 釉上顏料各論	(73)
第一節 熔剂	(74)
第二節 紅色顏料	(80)
第三節 綠色顏料	(91)

第 四 节	青色顏料	(97)
第 五 节	黃色顏料	(102)
第 六 节	褐色顏料	(107)
第 七 节	黑色顏料	(110)
第 八 节	紫色顏料	(111)
第 九 节	白色顏料	(112)
第 十 节	電光水	(113)
第十一节	金水	(124)
第六章	釉下顏料各驗	(126)
第 一 节	紅色顏料	(129)
第 二 节	黃色顏料	(136)
第 三 节	青色顏料	(140)
第 四 节	綠色顏料	(148)
第 五 节	黑色顏料	(152)
第 六 节	褐色顏料	(154)
第 七 节	紫色顏料	(158)
第 八 节	白色顏料	(158)
第 九 节	顏料水	(159)
附 录		(161)
I、陶瓷顏料用化合物一覽表		(161)
(1)	化學藥品	(161)
(2)	岩石礦物	(166)
II、各式篩子規格		(167)
(1)	蘇聯篩規格	(167)
(2)	德國篩規格	(168)
(3)	美國篩規格	(169)
(4)	英國篩規格	(170)
參考文獻		(171)

緒 論

陶瓷顏料為陶瓷器生產中最重要的裝飾材料，舉凡色釉和彩花陶瓷製品，都不能不依靠陶瓷顏料予以加工彩飾，以提高其藝術價值。陶瓷顏料的质量優劣，與整個製品的质量密切相關，而且對於某些製品，尚有除弊增華之效。例如一般白瓷上稍有缺陷，即可通過藝術加工，在瓷面上點綴顏色，不僅能增加美觀，而且還可補救缺點使之成為正品。產品的經濟價值，亦隨之得以提高。

我國陶瓷器的生產，已有悠久的光榮歷史，陶瓷顏料的生產與陶瓷器本身一樣也有很悠久的歷史。如漢代的繅瓷，唐代的三彩，吳越錢氏的青瓷和描金，宋代的鈎紅和青釉等等，都是把顏色與陶瓷器結合並稱。由此可見我國製造陶瓷顏料的生產技術，早已達到很高的水平。迄明清兩代，青花、五彩、粉彩、色釉等，更能推陳出新，臻於完善。這些產品，是世界上有相當聲譽的藝術品，為世人所珍視。

近百年來，由於帝國主義的侵略及國民黨反動派的長期統治，中國成為半封建半殖民地的國家。同其它民族手工業一樣，陶瓷器的生產也日趨沒落，不少傳統的工藝技術失傳。解放後，在黨和政府的領導下，隨著祖國社會主義建設的突飛猛進和國際地位的空前提高，國內外市場對於日用陶瓷製品的需要量逐年都有增長。我國陶瓷工業獲得恢復和發展，陶瓷顏料的生產隨著陶瓷工業的發展，也有了新的發展。我國固有的民族文化遺產也就得到了繼承和發揚。為了滿足國內人民日益增長的需要，並鞏固和進一步提高我國陶瓷器在國際市場上的聲譽，今後必須大力提高產品質量並增加花色品種。而陶瓷顏料品種的增加與質量的提高，是改進陶瓷製品裝飾質量的重要條件之一，尤應予以注意。

解放以來，由於黨和政府對陶瓷工業的重視，有關陶瓷專業

书籍已有不少编辑出版，而陶瓷颜料的专业书籍则尚不多见。作者在湖南省轻工化工厅领导的指示和各省从事陶瓷工业同志的催促下，根据本人历年从事陶瓷颜料研究的心得及生平笔记和原始纪录，并参考国外有关陶瓷颜料的书刊文献，编著成书。

本书共分六章，其内容可概括如次：

第一章论述陶瓷颜料的起源及其基本理论，包括陶瓷颜料的组成及其分类以及陶瓷颜料的发色理论。

第二章论述人工合成的特殊型颜料，并提出具体的石榴石、榍石、尖晶石三种类型的特殊颜料的科学理论和例证，为发展与扩大高温釉下颜料提供了理论基础。此外，还介绍了世界著名的石榴石型维多利亚绿，榍石型铬锡红颜料的系统配方及其成果，以及尖晶石型铝酸盐、铬酸盐、铁酸盐等的结构和发色作用。

第三章论述各种原料的技术要求及其加工处理。对土石原料，易熔原料，呈色原料，均分别详述其组成性质及处理方法，作为提高颜料质量的前提。

第四章叙述制造陶瓷颜料生产工艺过程中原料粉碎和筛分的主要机械设备，特别提出振动磨机的新型设备，作为保证质量的根本办法。如提高釉下颜料的细度，则绘在素坯上的颜料能与坯体内极细微颗粒互相结合，在烧成后，能发出鲜艳色彩。一般釉上颜料，如靠增加熔剂来降低温度，则使色彩冲淡，化学抵抗能力也随之减弱。为了解决这一问题，必须增加颜料细度。就国外贴瓷花纸而论，其优点是色度深，熔点低，烧成范围宽，能抵抗化学变化和恶劣气氛，而不变色。其主要原因，是颜料的组成结构紧密，并且已进行超细度研磨。

用上述方法粉碎后的原料，本章中建议利用可溶性盐类溶液进行互相混合。其混合方法系先将可溶性盐类溶液混合，再以碱性盐类溶液使之中和生成沉淀，即可得到极均匀的混合物。这样可使发色格外鲜明，较粉末混合为优越。

颜料的煅烧，本章建议可分为高温煅烧和低温煅烧两个阶

段。一般先由低温逐渐达到高温。高温煅烧时其保温时间须缩短。低温煅烧时保温时间须使之延长。这样可使配料中发生的气体完全逸散；再经逐步升温，成为固溶体，以达到发色鲜明的效果。

关于烧成焰性的控制，在本章中提出了新的装烧方法，即在二重坩埚夹层中填充二氧化锰和石墨粉或焦炭粉。这样可以自如的掌握焰性，以适应煅烧色料的需要。关于煅烧物的洗涤处理提出最后用水或稀酸溶液洗涤和重烧热处理的方法。对于颜料的使用法本章亦略加叙述。

第五章论述各种釉上颜料。指出釉上颜料的熔剂，须具有抗酸抗碱的合理配方，釉上颜料的烧成必须有适当的烧成方法，否则影响发色，降低颜料质量。液体釉上颜料，除金水另有专论本书未予详细叙述外，其余各种电光水，均加以详细论述。

第六章论述各种釉下颜料。由于釉下颜料须与瓷器在高温中同时烧成。在烧成过程中坯体的组成和釉的熔融作用须不影响釉下颜料的色彩。适合这种条件的着色氧化物为数不多，因此目前瓷器釉下颜料的色彩颇属有限。但陶器低火度釉下颜料的色彩较多，因此可在陶器釉下颜料的基础上，改变成分，提高其耐热性，以保护色相。此外，还可以结合陶器坯釉的组成、烧成焰性和对特殊型颜料的研究，探讨今后发展釉下颜料的新方向。

釉下黄色颜料是最缺乏的高温颜料，目前仍以钛黄为基础，酌加钒、锑、钨、锆等化合物，可使色泽更为鲜艳。此外，尚提出锰红、铬铝红、铬铝锌红、铬红、锂红、钒青等新型颜料，作为生产釉下颜料的新途径。

本书初稿写成后，曾请轻工业部硅酸盐工业科学研究所李国桢、赖泮林两工程师过目，后又请北京轻工业学院硅酸盐教研室崔茂林工程师予以详细校订，也特在此表示谢意。由于著者水平及经验有限，书中难免有许多不当之处，尚希国内读者予以教正。

著 者

1963年7月于湖南轻化工厅轻工业研究所

第一章 陶瓷顏料概論

第一节 陶瓷顏料的分类与性能

陶瓷顏料分为釉上顏料与釉下顏料两大类。在这两大类中，又有液体顏料与固体顏料之别。釉上顏料主要由色料与熔剂所组成。色料包括着色金属氧化物（由单纯或两个以上氧化物组成）与着色硅酸盐、硅铝酸盐、铝酸盐、铬酸盐、铁酸盐等。它们在陶瓷顏料中，形成固溶体或混悬体（如胶体金在偏锡酸溶液中构成的紫金——釉上玛瑙红的色基）。熔剂为熔化温度较低的玻璃体，其成分对顏料的发色有密切关系。熔剂大别分为酸性、碱性、中性三类，其成分又分为富含鉀、钠、铅、硅、硼酸等。

釉下顏料，由色料和母体矿物（或其他添加剂）组成。不论釉上顏料或釉下顏料，其首要要求是要经得住高温或低温的烧灼。在一定的温度下烧成后，生成所要求的种种颜色。釉上顏料的烧成温度，约在600~850°C之间。釉下顏料，一般则须达到1300°C以上。

上述釉上和釉下顏料，统属于固体顏料。液体顏料，主要是电光水。分为桃水、蓝水、绿水、黄水、白水（日本称为白珍珠）、茶水（即金茶）、银水及金水等。电光水均为树脂酸金属盐与硫化香膏化合，再溶解于挥发油和有机溶剂中，成为浓厚的胶质油状液体。电光水应与釉上顏料在同一温度下烧成，发出各种不同的珍珠光彩。

其他尚有釉下顏料水，为可溶性有色金属盐类或二种以上金属盐的混和物溶解于水中而成。为了便于绘饰，须酌加糊精、甘油、糖浆等以增加其粘度使之成为粘稠的液体。经过彩绘后釉下

颜料水吸入于坯体极微细的颗粒之间，然后再在外面施以釉药，烧成后，即产生所需要的釉下色彩。

根据陶瓷颜料的烧成范围，釉上颜料由于烧成温度较低，其着色金属氧化物较多，故颜料色彩种类也较多。瓷器釉下颜色一般需与瓷器同时在 1300°C 以上的高温中烧成，而且坯釉的组成和釉的熔融作用又要求不影响颜料的色彩，故适合这种条件的着色金属氧化物为数不多，因此目前瓷器釉下颜料的色彩有限。

英国制的长石质白色陶器（又称白色餐具），法国称为精陶器，日本称为钢质陶器，其釉烧温度约在 $1000\sim 1100^{\circ}\text{C}$ 之间。因为釉烧温度较低，其着色金属氧化物的发色安定，故所用釉下颜料的种类甚多。我国对于精陶器尚未大量发展，因此目前陶器釉下颜料需用不多。为了适应我国瓷器生产的需要，必需在现有的基础上增加瓷器颜料的新品种，扩大色彩范围。利用科学方法，可在国外陶器的低温釉下颜料中，配加适量的特殊型化合物，以提高耐热性和色泽的稳定性；或在较高熔点的色料中，配加适当的熔剂或矿化剂，以降低熔点，保护其色泽的稳定性和增加其化学抵抗作用，实为发展釉上釉下颜料的新方向。

釉下颜料尚有许多新的研究课题，如釉下黄的问题。以前采用釉下铀黄，因铀系放射性元素，另有重要用途。现提出钛黄、铬钛黄、钒锡黄、钒铬黄等新型颜料，均能耐 1300°C 的高温而不变色。锑酸铅（ $2\text{PbO} \cdot \text{Sb}_2\text{O}_5$ ）化合物，本为黄色最鲜明的色料，使用于釉上极为恰当，惜其熔点过低，流动性过强，不能使用于高温的瓷器釉下。现经多方研究，采用灰锡石（ $\text{CaO} \cdot \text{SnO}_2$ ）与之固溶以提高它的耐热性，惜尚未达到理想的要求。其他如铬绿（维多利亚绿）、钒青、铬铝红、铬铝锌红、铬锡红、金红、铁红、锰红、钴红等，均为当前研究釉下颜料的对象，已取得相当成果，但还须逐步提高。

第 二 节 陶 瓷 顏 料 的 組 成 及 其 矿 物 分 类

最普通的陶瓷顏料，为赤茶、栗茶、黑、海碧、紺青、绿、桃红色等。对于单一氧化物顏料，常在顏料之前，冠以元素名称，如錳红、銻黄、鈳青、鉻绿等。

对于复合氧化物顏料，常以顏料的主要成份中所含某种元素来命名如：鈳錫黄、鈳銻黄等。鉻属桃红色顏料——鉻錫红，为当今著名顏料之一。按其矿物组成而列入榴石型顏料中，但仍以其主要成份中发色元素命名之。至于鉻铝红、玫瑰红刚玉，均为鉻的固溶体，如锌铝尖晶石加入鉻后亦以主要发色元素命名之。但鈳銻青和鈳銻黄与此不同。鈳銻青以銻英石 ($ZrO_2 \cdot SiO_2$) 为主要成份，鈳銻黄以氧化銻 (ZrO_2 又称銻石) 为主要成份。

茲将陶瓷顏料中金属氧化物与硅酸盐及其构成的陶瓷顏料分类列表于下 (见表 1 及表 2)：

表 1 几种金属氧化物及其构成的陶瓷顏料

	化合物与矿物的结晶类型	化合物及矿物的化学式	陶 瓷 顏 料
单 一 氧 化 物	异性体螢石型	Li_2O, Na_2O, K_2O	1. 刚玉型氧化物
	赤銅矿型	Cu_2O	$\alpha-Al_2O_3$: 鉻鋁紅, 錳紅
	食盐型	MgO, MnO, CoO, CaO	$\alpha-Fe_2O_3$: 紅柄
	鋅矿型	ZnO, BeO	Cr_2O_3 : 鉻綠
	刚玉型	$\alpha-Al_2O_3$ (刚玉) $\alpha-Fe_2O_3$ (赤鉄矿)	2. 金紅石型氧化物
		Cr_2O_3	TiO_2 : 鉻錳鈳黄
	La_2O_3 型	La_2O_3, Ce_2O_3	SnO_2 : 鈳錫黄
	Mn_2O_3 型	Mn_2O_3, Se_2O_3	鉻錳紫紅
	石英型	SiO_2, GeO_2	鉻錳灰
	金紅石型	TiO_2 (金紅石), SnO_2 (錳石)	3. 螢石型氧化物
	螢石型	$ZrO_2, ThO_2, CeO_2, UO_2$	ZrO_2 : 鈳銻黄
	V_2O_5 型	V_2O_5	
	ReO_3 型	ReO_3, WO_3	

续表 1

	化合物与矿物的 结晶类型	化合物及矿物的化学式	陶 瓷 颜 料
复 合 氧 化 物	尖晶石型	$\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (尖晶石) $\text{FeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3, \text{CoO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ $\text{Fe}_3\text{O}_4, \text{ZnO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ $\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3, \text{CoO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ $2\text{MgO} \cdot \text{TiO}_2, 2\text{CoO} \cdot \text{SnO}_2$ $\text{Li}_2\text{O} \cdot 5\text{Al}_2\text{O}_3$	4. 尖晶石型氧化物 $\text{CoO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$: 海碧 $\text{ZnO} \cdot (\text{Fe} \cdot \text{Cr} \cdot \text{Al})_2\text{O}_3$: 赤茶、栗茶 $(\text{Fe}, \text{Co})\text{O} \cdot (\text{Fe}, \text{Cr})_2\text{O}_3$: 黑 $\text{ZnO} \cdot (\text{Al}, \text{Cr})_2\text{O}_3$: 铬铝红 $2(\text{Co}, \text{Mg})\text{O} \cdot \text{SnO}_2$: 蔚蓝青色
	钛铁矿型	$\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$ (钛铁矿)	5. 灰钛石型氧化物 $\text{CaO} \cdot \text{SnO}_2$ 铬锡红
	灰钛石型	$\text{MnO} \cdot \text{TiO}_2, \text{CoO} \cdot \text{TiO}_2$ $\text{CaO} \cdot \text{TiO}_2$ (灰钛石) $\text{CaO} \cdot \text{SnO}_2, \text{CaO} \cdot \text{ZrO}_2$ $\text{BaO} \cdot \text{TiO}_2, \text{BaO} \cdot \text{SnO}_2$ $\text{BaO} \cdot \text{ZrO}_2, \text{La}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ $\text{Y}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	6. 锶酸盐 $2\text{PbO} \cdot \text{Sb}_2\text{O}_5$: 锶黄
	钨酸盐	$2\text{PbO} \cdot \text{Sb}_2\text{O}_5$	

表 2

硅酸盐构成的陶瓷颜料

矿物类型	化合物及矿物的化学式	陶 瓷 颜 料
橄榄石类	$2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ (镁橄榄石) $2(\text{Mg}, \text{Fe})\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ (铁橄榄石) $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ (钙镁橄榄石)	7. 石榴石型 $3\text{CaO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$: 绿色
顽石类	$2\text{BeO} \cdot \text{SiO}_2$ (顽石) $2\text{ZnO} \cdot \text{SiO}_2$ (硅锌矿)	8. 榍石型 $\text{CaO} \cdot \text{SnO}_2 \cdot \text{SiO}_2$: 铬锡红
石榴石类	$3(\text{Mg}, \text{Fe})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$ 红石榴石 $3\text{CaO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$ 钙铬石榴石 $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$ 绿石榴石	$\text{CaO} \cdot \text{TiO}_2 \cdot \text{SiO}_2$: 铬钛褐色
榍石	$\text{CaO} \cdot \text{TiO}_2 \cdot \text{SiO}_2$ (榍石)	9. 锆英石型 $\text{ZrO}_2 \cdot \text{SiO}_2$: 靛青
锆英石	$\text{ZrO}_2 \cdot \text{SiO}_2$ (锆英石)	

硅酸盐的基本结构单元为硅氧四面体 (SiO_4)。上表所列各种硅酸盐颜料化合物中, 均含有 SiO_4 的结构单元。由于 Si^{4+} 和 O^{2-} 离子键具有坚实性, 使大部分硅酸盐有高的硬度和难熔性。

在现在使用的陶瓷颜料中, 以金属氧化物和硅酸盐矿物为主, 其他硫化物颜料, 如镉黄 CdS 、硒镉红 Cd (S, Se) 等为数不多。至于磷酸盐、钨酸盐、钼酸盐等使用于陶瓷颜料, 尚待进一步研究。

第 三 节 陶 瓷 颜 料 发 色 的 基 本 理 论

(一) 色的成因

颜色是光的一种特征, 物体所呈现的各种色彩, 是由各种不同的光波所造成的。

光是一种电磁波, 在真空或空气中其传播速度为每秒钟30万公里, 具有反射、折射、衍射、干涉等现象。

英国物理学家牛顿最初发现颜色的秘密。他利用太阳光通过三棱镜, 使它折射。因为波长不同, 折射程度也不同。日光中所含各种不同光波的可见光, 被三棱镜分解, 出现七色光谱。兹将各种色光的波长列表如下:

表 3 各种光谱颜色的波长

色 光	波 长 (单位: 微米)
红	0.62~0.77
橙	0.595~0.62
黄	0.565~0.595
绿	0.49~0.565
青蓝	0.44~0.49
紫	0.393~0.44

波长长于0.77微米是红外线, 波长短于0.393微米, 是紫外

线。这些都不是眼睛所能看见的光。在三棱镜里，短波比长波传播得慢些，紫色光波最短，传播得最慢，折射率最大。红色光波最长，传播得最快，折射率最小。其余各色光波依次排列，组成七色光谱。

各种物体对于投射在它们上面的光，发生选择反射和选择吸收的作用。不同的物体，对各种不同波长的光的反射和吸收的程度不同，就产生了各种物体不同的颜色。

（二）颜料怎样会产生色彩

颜料色彩的产生，主要是由于对光的选择性吸收和选择性反射的作用。陶瓷颜料具有微分子和原子（金属元素）的固溶体的结构，他们对光有选择性吸收和选择性反射的作用。由颜料上反射出来的光，就出现了特有的颜色。各种金属元素都有发色的本能，例如取钠化合物置于高温煤气灯的无色火焰中立即分解，使火焰成为黄色。这种黄色的光，是钠蒸气所产生的。钾在火焰中发紫红色，锂发深红色，铜发绿色等。陶瓷颜料，就是利用各种金属化合物所发生许多不同的颜色作为色料的基础。

（三）颜料颜色的变化

由于物体有选择性吸收和选择性反射作用，因此把两种颜料混合，可以得到另一种颜料。例如黄和蓝两种颜料混合，可以得到绿色颜料。因为这两种颜料混合后只有绿色波长不被吸收，所以只有绿色光反射出来。颜料混合愈多，吸收光线也愈多，结果变成黑色。

金属化合物的发色，因原子价及配位数不同，虽是同一元素，而能发出不同的颜色。如铁的发色，可为赤、黄、褐、茶等色。铜的发色，可为青、绿、赤等色。钴的发色，可为青、蓝、赤等色。锰的发色，可为褐、紫、红等色。镍的发色，可为黄、绿、褐、青、灰、赤、紫等色。铬的发色，可为黄、绿、青、黑等色。铀的发色，可为黄、黑等色。镉的发色，可为黄、赤等色。铟的发色，可为黄色。金的发色，可为桃红、玫瑰红及金的本

表 4 陶瓷顏料中各种金属化合物的发色系統

藍色	綠色	黃色	橙 色	紅 色	紫 色	棕 色	黑 色	白 色
Co-Al	Co-Cr	Pb-Sb	Cd-Se-S	Cd-Se-S	Au-Al	Fe-Cr-Zn	Fe-Cr-Co	SnO ₂
Co-Zn	Co-Cr-Zn	Pb-Sb-Sn	PbCrO ₄	Au-Al	Cr-Sn	Fe-Cr-Mn	Fe-Cr-Co-Ni	ZrO ₂
Co-Si	Co-Cr-Al	Pb-Sb-Zn	V-Pb	Cr-Sn-Ca	Fe-O	Fe-Cr	Fe-Cr-Co-Mn	TiO ₂
Co-Al-Zn	Co-Cr-Si	V-Sn		Cr-Sn-Si		Cr-Zn	Cr-Cu	NaF
Co-Al-Si	Co	V-Zn		Fe-O		Fe-O	Ir ₂ O ₃	Sb ₂ O ₃
	Cr-Si	Sb-Ti-Cr		Mn-P		Sb-Ti-Cr		PbMoO ₄
	Cr-Ca-Fe	U						GeO ₂
	Cr-Sr	U-Si						As ₂ O ₃
		U-Si-Al						
		PbCrO ₄						
		BaCrO ₄						
		SrCrO ₄						
		ZnCrO ₄						