

國立交通大學 應用藝術研究所

碩士論文

## 比較歐洲繪畫的用色風格

A comparison of the color signature across European paintings



研究生：郭中荃

指導教授：陳一平 博士

中華民國九十五年六月

## 摘要

色彩是繪畫的風格指標，也是造形藝術的重要元素，但是系統性分析色彩風格演變的議題在藝術史的文獻當中並不多見，此現象或可歸因於繪畫色彩包含複雜的脈絡資訊，而色彩又是只能透過眼睛才能感受到的個體經驗，很難透過文字語言精確傳達，因而造成學者們討論上的窒礙。

本研究爲了突破直觀繪畫色彩敘述限制，以本實驗室根據色彩知覺開發的軟體 Color Profiler 量化繪畫當中的明暗對比、寒暖色等足以代表某一作品色彩風格的特徵，進而比較地區之間的用色習慣的異同。

研究者先由專業的藝術史資料庫 CGFA 網站蒐集約 5000 張不同地區時代的歐洲繪畫，再抽取繪畫當中的對比、亮度、飽和、紅、綠、黃、藍等七個轉換爲數值的色彩特徵，將這些資料進行統計分析後，歸納各地區繪畫用色的特色爲：北歐地區對比度最高；英國地區對比度最低；俄羅斯地區色彩特徵最不同於其他地區，亮度最高、飽和度最低、對比度高、而且用最多藍色及綠色、用最少紅色及黃色；尼德藍地區最暗，使用最少藍色和綠色；南歐地區使用最多紅色及黃色；而西歐地區用色相對而言較無特殊之處。

這樣的結果補充了過去繪畫史對色彩風格變遷的不足陳述，也呼應了各地區畫派在顏料調製和繪畫程序方面的技術差異，對於繪畫史領域提供相當有意義的參考資訊。

**關鍵詞：**歐洲繪畫、地區風格、色彩統計數

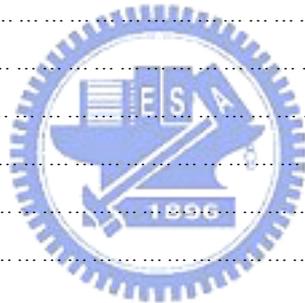
## Abstract

In this study we surveyed the characteristic color usages in European paintings across a time span of more than 600 years with a quantitative procedure. The purpose was to provide an object view on the transition of color signature across a few historically significant areas in all times. We developed a color statistic software, Color Profiler, to facilitate extracting color features in paintings. Over 5,000 European paintings collected from CGFA art history website were fed into the color statistic software. The output is seven values representing each painting's color features, including contrast, brightness, saturation, reddish, greenish, yellowish and bluish values. Those values were calculated based on HSB color system, and the selection of which was closely tied to color perception. The statistics of the color features shows diversity among different areas. Among the 5,000 paintings, Northern European paintings appear to be of highest contrast, while those from England appear to be of lowest value. Russian paintings exhibit remarkable differences compared to that from other areas. They are of highest brightness and lowest saturation, high contrast, highest bluish and greenish value, and lowest reddish and yellowish value. Western European paintings show less statistically significant signatures. The color features represent the color transition in paintings distributed around Europe. The results can be a meaningful resource for future study in art history field.

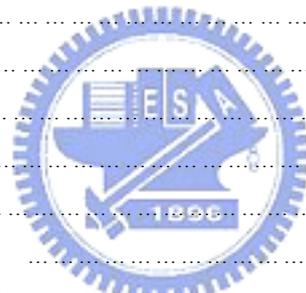
**Keywords:** European paintings, local style, color statistics

# 目 錄

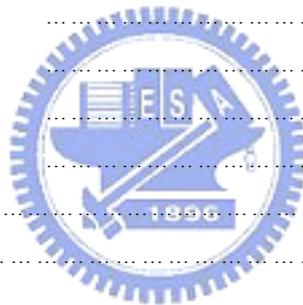
章 節	頁 碼
一、緒論	1
1.1 色彩，做為一藝術之形式語言	1
1.2 傳統色彩分析—舉例而言	2
1.3 傳統色彩分析之難處	4
1.4 另一種方式的色彩分析	5
1.5 本研究色彩分析之特色	7
1.6 研究架構	7
1.7 研究限制與貢獻	9
1.7.1. 檔案來源與影像的限制	9
1.7.2. 本研究之貢獻	9
二、文獻探討	10
2.1 技法	11
2.1.1 北方風格	12
2.1.2 文藝復興	12
A 威尼斯畫派	15
B 油料演變	18
C 色彩的花費	19
2.1.3 17 世紀	20
2.1.4 18 世紀	22
2.1.5 19 世紀	22
A 古典派	22
B 浪漫派	22
C 褐色瀝青	23
D 印象派	23
2.2 色料史	24
2.2.1 中世紀	24
A. 藍色	24
B. 紫色	25
C. 紅色	26
D. 金色	26
E. 黃色	27
F. 綠色	28
2.2.2 文藝復興	28
A. 松脂酸銅綠 (Cooper resinate) 的起落	29
B. 藍色	29



C. 金色 .....	30
2.2.3 文藝復興後 .....	30
A. 迷人的褐色 .....	30
B. 火星色系 (Mars) .....	31
C. 黃色 .....	31
2.2.4 風景畫 .....	32
2.2.5 現代化學色系 .....	33
A. 黃色 .....	33
B. 紅色 .....	33
C. 藍色 .....	33
D. 綠色 .....	33
2.3 數位影像與數位色彩 .....	34
2.3.1 數位影像 .....	34
A. 像素 .....	34
B. 檔案解析度與影像解析度 .....	34
2.3.2 CIE 標準色度系統簡介 .....	35
A. 等色函數 .....	35
B. CIE 色度圖 .....	36
C. CIE 色彩空間 .....	37
2.3.3 RGB 色彩模式 .....	37
2.3.4 色域限制 .....	38
2.3.5 數位影像系統的發展 .....	38
A. 以光譜為基的色彩複製與多類表色系統 .....	40
B. 以光譜為基的影像擷取技術 .....	41
三、研究方法 .....	46
3.1 資料處理 .....	46
3.1.1 資料蒐集 .....	46
3.1.2 資料分類 .....	50
A. 地區 .....	50
B. 時代 .....	51
C. 主題 .....	52
3.2 演算方法 .....	63
3.2.1 工具軟體 Color profiler 1.02 .....	63
3.2.2 HSB 色彩空間簡介 .....	63
3.2.3 統計數值對比值 .....	64
3.3 資料統計 .....	66
四、研究結果 .....	67
4.1 研究結果大綱 .....	67



4.1.1 綜觀比較	67
4.1.2 細分探討	67
4.2 地區	69
4.2.1 綜觀比較	69
4.2.2 地區別和對比值的比較	72
4.2.3 地區別和亮度值的比較	73
4.2.4 地區別和飽和值的比較	74
4.2.5 地區別和紅色值的比較	75
4.2.6 地區別和綠色值的比較	76
4.2.7 地區別和黃色值的比較	77
4.2.8 地區別和藍色值的比較	78
4.3 年代	79
4.3.1 綜觀比較	79
4.3.2 年代別和對比值的比較	83
4.3.3 年代別和亮度值的比較	84
4.3.4 年代別和飽和值的比較	85
4.3.5 年代別和紅色值的比較	86
4.3.6 年代別和綠色值的比較	87
4.3.7 年代別和黃色值的比較	88
4.3.8 年代別和藍色值的比較	89
4.4 主題	90
4.4.1 綜觀比較	90
4.4.2 主題和對比值的比較	93
4.4.3 主題和亮度值的比較	94
4.4.4 主題和飽和值的比較	95
4.4.5 主題和紅色值的比較	96
4.4.6 主題和綠色值的比較	97
4.4.7 主題和黃色值的比較	98
4.4.8 主題和藍色值的比較	99
五、討論	100
5.1 綜合討論	100
5.1.1 綜合討論	100
A. 各色表現	100
B. 明度	101
C. 暖色	102
D. 寒色	102
5.1.2 地區	103
5.1.3 時代	103



5.1.4 主題 .....	104
5.2 檢討與未來發展 .....	105



# 表 目 錄

表 格	頁 碼
表 1-1	5
表 2-1	19
表 2-2	20
表 3-1	51
表 4-1	72
表 4-2	73
表 4-3	74
表 4-4	75
表 4-5	76
表 4-6	77
表 4-7	78
表 4-8	83
表 4-9	84
表 4-10	85
表 4-11	86
表 4-12	87
表 4-13	88
表 4-14	89
表 4-15	93
表 4-16	94
表 4-17	95
表 4-18	96
表 4-19	97
表 4-20	98
表 4-21	99
表 5-1	100



# 圖 目 錄

圖 次	頁 碼
圖 1-1	2
圖 1-2	3
圖 1-3	6
圖 1-4	6
圖 1-5	6
圖 1-6	6
圖 1-7	8
圖 2-1	13
圖 2-2	14
圖 2-3	14
圖 2-4	15
圖 2-5	16
圖 2-6	17
圖 2-7	17
圖 2-8	21
圖 2-9	21
圖 2-10	24
圖 2-11	29
圖 2-12	35
圖 2-13	35
圖 2-14	35
圖 2-15	36
圖 2-16	37
圖 2-17	38
圖 2-18 (A) (B) (C)	42
圖 2-19 (A) (B)	43
圖 2-20	43
圖 2-19 (A) (B)	44
圖 3-1	47
圖 3-2	48
圖 3-3	48
圖 3-4	49
圖 3-5	49
圖 3-6	50

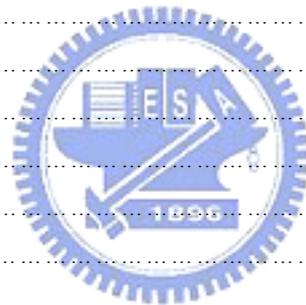


圖 3-7	.....	51
圖 3-8	.....	53
圖 3-9	.....	53
圖 3-10	.....	54
圖 3-11	.....	54
圖 3-12	.....	54
圖 3-13	.....	54
圖 3-14	.....	55
圖 3-15	.....	55
圖 3-16	.....	55
圖 3-17	.....	56
圖 3-18	.....	56
圖 3-19	.....	56
圖 3-20	.....	57
圖 3-21	.....	57
圖 3-22	.....	57
圖 3-23	.....	58
圖 3-24	.....	58
圖 3-25	.....	58
圖 3-26	.....	59
圖 3-27	.....	59
圖 3-28	.....	59
圖 3-29	.....	60
圖 3-30	.....	60
圖 3-31	.....	60
圖 3-32	.....	61
圖 3-33	.....	61
圖 3-34	.....	61
圖 3-35	.....	62
圖 3-36	.....	62
圖 3-37	.....	63
圖 3-38	.....	65
圖 3-39	.....	65
圖 3-40	.....	66
圖 4-1	.....	69
圖 4-2	.....	70
圖 4-3	.....	70
圖 4-4	.....	71

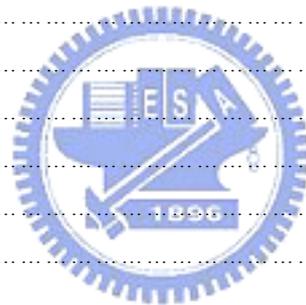
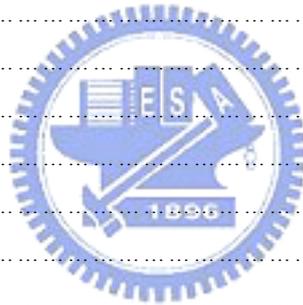


圖 4-5	.....	72
圖 4-6	.....	73
圖 4-7	.....	74
圖 4-8	.....	75
圖 4-9	.....	76
圖 4-10	.....	77
圖 4-11	.....	78
圖 4-12	.....	79
圖 4-13	.....	80
圖 4-14	.....	81
圖 4-15	.....	82
表 4-16	.....	83
表 4-17	.....	84
表 4-18	.....	85
表 4-19	.....	86
表 4-20	.....	87
表 4-21	.....	88
表 4-22	.....	89
圖 4-23	.....	90
圖 4-24	.....	91
圖 4-25	.....	91
圖 4-26	.....	92
圖 4-27	.....	93
圖 4-28	.....	94
圖 4-29	.....	95
圖 4-30	.....	96
圖 4-31	.....	97
圖 4-32	.....	98
圖 4-33	.....	99
圖 5-1	.....	100



# 一、緒論

## 1.1 色彩，做爲一藝術之形式語言

藝術品長久以來被區分爲「內涵」與「形式」兩層面。內涵之研究，主要目標爲藝術內容的詮釋，由歷史文化、符號意義的理解切入。而反觀形式之研究，則是針對藝術品的客觀存在—亦即各種形式表現語言，從中解讀其內涵。故無論是「形而上」的內容分析，或是「形而下」的形式分析，都在認識該藝術品的過程中，扮演重要且必要的角色。

形式主義的美學觀，起於近代藝術學之祖費特拉（K. Fiedler, 1841-1895）。他在《關於造型作品的評價》（1876）中提出，以哲學論述的美學並不足以正確地理解作品，人們需要透過對於形式的認識，以理解造形藝術的本質。因此在其影響之下的沃爾夫林（H. Wölfflin, 1864-1945）所著美術史：《文藝復興與巴洛克》（1888）、《美術史原理》（1915），與眾不同地「使美術史從文學史或文化史的附庸中解放出來，以線和繪畫等樣式，貫穿每位藝術家之作品...並且賦予軌跡，由此作爲其美術史的目的。」（神林恆道等人，1996）

視覺藝術的形式語言包括線條、色彩、光線、質感、肌理等等，每一種元素都是構成畫面的要件。本研究中所欲研究的對象—繪畫中的色彩運用，即爲視覺藝術的形式中最重要元素之一，並也於藝術史和藝術批評中成爲關注的重點。透過畫面色彩特徵的觀察和分析，可幫助探究藝術家創作風格的來源和演變、判斷作品的流派，並進一步擴大了解時代的偏好及藝術史的走向。因此非但可在微觀的層次上針對個別藝術家有更深入的認識和理解，也可以在巨觀的層次上間接觀察出藝術史的發展脈絡。

然而相較於其他形式語言，例如畫面的比例、形狀等，研究色彩更形困難。安海姆（Rudolf Arnheim, 1990）明確指出顏色是一種讓人難以掌握描述的屬性：「一種顏色的理性秩序似乎無法通過求助另一種不同的感覺模式來獲得...這一領域所以產生一種無盡無休的迷惑和挫折，主要原因在於顏色是視覺形象最爲反覆無常的維度。」（《藝術與視覺心理學》，1974）而讓安海姆如此力不從心的原因，我們也許可以從其他文獻中探出端倪，其中一個主要的原因，也許正如 Henry Focillon（1942）所言：「同樣的紅不但因爲用之於蛋彩、膠彩、壁畫、油畫而異，更因爲不同的作法、不一樣的使用方式而有不同的性質。」（《造型的生命》，2001）

由上述對話中看出，就算是畢生研究形式的大師，對於僅只是最初步地，將色彩精準客觀地描述跟忠實的傳達，都感到有些束手無策，那就更別提意圖

從中進行分析研究了。所以我們可以認真的理解到：色彩分析的過程並不容易。

## 1.2 傳統色彩分析－舉例而言

以下本文以兩幅繪畫作品做為例子，來瞭解傳統色彩分析是如何進行。本文將簡述關於畫家的資訊以供參考，並節錄此兩幅作品相關的評論以作為比較。圖 1-1 為提香 (Vecelli Tiziano, 1488-1576) 的《黃金雨探訪達妮》(*Danae visited by the shower of gold*)，圖 1-2 則為德拉克洛瓦 (Eugene Delacroix, 1798-1863) 的《女人與鸚鵡》(*Woman with parrot*)。這兩位偉大的畫家，前者是文藝復興中後期的威尼斯畫派領袖，以大膽的運用色彩聞名。後者則是活躍在 19 世紀的浪漫派畫家，在畫面中主張色彩的優越性，對後世印象派畫家有深遠影響。



圖 1-1：《黃金雨探訪達妮》，提香 (Vecelli Tiziano)，1553，油彩，Museo del Prado, Madrid

資料來源：<http://cgfa.sunsite.dk/>

「色彩傳達了人體略為扭轉的對置型態。為了繪製達妮所使用的暖色系和柔軟的質感，包括天鵝絨似的紅色帷幔、紅金色的黃金雨、和她的金髮。小狗的黃褐色和其上的黃金雨搭配得宜。在達妮所形成的三角形之外所用的色彩，深沉、陰暗且中性。」(Hall, 1992)，色彩以紅褐色為主調，幾乎沒有寒色系的使用，前景的裸像與背景密佈的黑雲，產生明暗高度對比。



圖 1-2：《女人與鸚鵡》，德拉克洛瓦（Eugene Delacroix），1827，油彩，Musée des Beaux-Arts, Lyons

資料來源：<http://cgfa.sunsite.dk/>

德拉克洛瓦受到地中海沿岸明亮的陽光和阿拉伯世界的體驗影響，讓他的色彩使用完全由當時的慣例中解放，「他的繪畫從這段時期開始，擺脫學院繪畫的昏暗色調，急速邁向明亮的色彩，色彩變得豐富，頻繁使用紅色與綠色、橙色與藍色的互補關係。」（潘幡，2001）在這張畫中人體亮面使用美麗的玫瑰色，「手臂覆蓋了一層粉紅、橘黃以及淡藍色的陰影」（黃淑玲，1998），讓人體的色澤層次豐富白裡透紅。人體、橘紅色的床單、和左邊垂吊的黃色帷幕連成一氣，成為前景。與背景青色的椅背、有點藍調子的牆壁、由靛青直至深黑向後延伸的空間，色彩依前後巧妙呈現對比關係，並且又互相襯托。

到這裡我們大概可以明瞭傳統色彩分析的程序—先對畫面上從事詳盡的觀察及理解，接著參照作品的內容、年代、所屬畫派、創作地區，援引相關的文獻等等背景知識，以進行描述或比較色彩。

然此舉會遭遇許多困難，詳如以下說明。

### 1.3 傳統色彩分析之難處

大多數傳統色彩分析技術所面臨到的問題，是關於色彩自身的特性。在《色彩理論與數位影像》(鄭柏左，2004)「儘管光波全都是在物理學與數學上無庸置疑的事實，但色彩終究是一個強烈的主觀知覺。並不是任何兩人所看到的事物都有相同的色彩，因為知覺變數會影響到視覺系統」並且在文中，他把知覺變數歸類為三種主要不同的型態：心理與情感變數、生理變數和環境變數三種不同類型。

除上述非常化約的概括所有會對人類色彩知覺產生影響的變數，下面特別舉出幾點，特別是在藝術欣賞時，時常遇見的難處以資說明。

首先，人眼對某色的判斷，是來自於此色與其他各種因素交互作用所致。

舉我們一般的色彩知覺經驗為例，最顯而易見的，我們對一色彩的知覺，很容易受到畫面整體色彩內容的脈絡影響。當一幅繪畫五彩紛呈，我們對單一色彩的認定，往往會不自覺的被環境色彩所牽動。例如在綠色背景中的紅色，與在橘色背景中的紅色，看起來就會大相逕庭。因為比較之故，不同顏色，能夠在不同的配置脈絡之下，帶給人相似的色彩感覺，或是相反的，相同顏色，因為不同的運用，卻給人截然不同的感受。如此一來，依賴直覺欲正確的判斷色彩，幾乎等於緣木求魚。

第二，則是人們對色彩的記憶力不佳。知名的德國硬邊藝術家約瑟夫·阿爾伯斯 (Josef Albers, 1888-1976) 在其著作《Interaction of color》(1963) 中提到，不若聽覺記憶的優異，人類的視覺記憶，特別是色彩記憶是非常拙劣的。即使是一位能熟練駕馭色彩的優秀創作者，尚且深受這種先天的缺陷所惑。說明了人類的感官先天存在如此的侷限，因此利用記憶來認識作品，或單憑印象對色彩進行種種更深入的研究，包括分析、比較、評論等，相形之下更顯困難。

語言學家柏林 (Brent Berlin) 和凱伊 (Paul Kay) 在他們的著作 *Basic Color Terms: Their Universality and Evolution* (1969) 田野調查各語言中的「基本顏色名詞」數量，「基本顏色名詞」無法分解成更簡單的顏色詞，也不能用來指涉特定物品的特徵 (如「膚色」、「青草色」)，調查結果英語有 11 個基本詞，俄語、匈牙利語是 12 個，而顏色用語的數量也受到文化不同而有所增減起伏，不過大致上就是依基本詞的組合加上明度變化而來。然而無論如何，依據此研究，甚至簡單從每個人的生活經驗中，我們都可以體認到一個事實，亦即色彩的語彙與人們舉目所視的萬千色彩相較，是極為貧乏不足、完全無法道盡其一二的。舉上兩幅描述提香 (圖 1-1) 與德拉克洛瓦 (圖 1-2) 之繪畫為例，其中的顏色用語—「土褐色」和「黃褐色」的差別，光聽色名實在難以憑直覺參透內容。因此在此情況下，即使只是最基本單純的描述色彩、達到再現或是傳

達的目的，語言的效能都非常可議並且令人存疑。

另外，因為不同成分或是不同年代等的原因，相同色名也可能會有不同的色彩表現，例如文藝復興時期的「橘紅色」和浪漫時期的「橘紅色」可能看起來根本就是兩種顏色。更甚者，即便是同一個色彩，在不同觀察者間的心理認知亦有不同。就像是同樣的一顆水果，有人認為酸、有人認為甜，畫面上同樣的橘色，也有人認為偏黃、有人認為偏紅。

這造成了評價不公的第一個層面，就是對於色彩的認定難以透過人心的評價達成統一的結果。再者，傳統的色彩分析是借重藝評家或史學家們敏感並且經驗豐富的眼睛所達成，也就是說，此舉非常依賴觀察者本身的修為和知識，對於未受訓練的普羅大眾而言，色彩特徵的觀察與色彩使用的變遷，並不易理解及自行領悟。在專家及素人之間難以跨越的鴻溝，是第二層評價不公的原因。也正因為如此，對於風格的描述，端依賴各個訓練有素的專家所評價。如此一來即很難完全避免個人的主觀性影響，也很難將評述的意見持平地傳達。

正因為上述的困難點，使得色彩分析在藝術史及藝術評論中並未能像分析造型一般的客觀公正，無論是在質與量方面都缺乏令人滿意的論述。

#### 1.4 另一種方式的色彩分析

有鑑於傳統色彩分析之難處，本研究欲提供另一種色彩分析技術，此技術可將色彩較為主觀且不可計量的特質，轉化為客觀並能夠加以運算統計的型式—數字來呈現。同樣以提香（Titian，圖 1-1）與德拉克洛瓦（Delacroix，圖 1-2）的兩幅作品作為比較對象，當我們利用本研究之色彩分析技術時，可演算出如表 1-1 所提供的數值：

表 1-1：提香與德拉克洛瓦作品各數值之比較

Filename	Contrast	Saturation	Brightness	OpponentR	OpponentG	OpponentY	OpponentB
<b>Delacroix</b>	0.9709	0.4974	0.4992	0.1634	0.0069	0.1661	0.0077
<b>Titian</b>	1	0.4669	0.3776	0.1151	0.0005	0.1289	0

從表 1-1 中我們即可輕鬆及清晰地看出此兩幅作品相異的特性。包括對比（Contrast）、飽和度（Saturate）、亮度（Brightness）、拮抗紅、綠、黃、藍（Opponent R, G, Y, B）等七個數值。

一旦有了數值，隨之而來的統計分析就更方便了，如下圖 1-3 至圖 1-6：

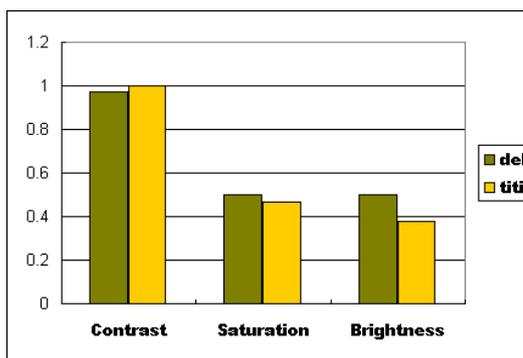


圖 1-3：提香與德拉克洛瓦作品

對比、飽和度與亮度等值之比較長條圖

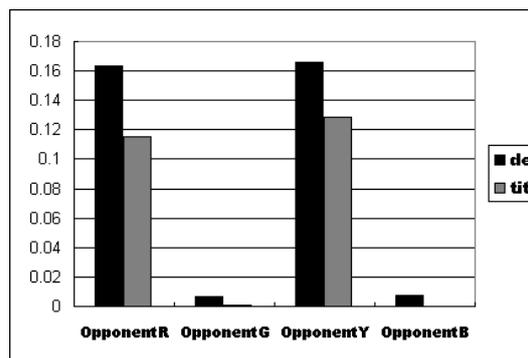


圖 1-4：提香與德拉克洛瓦作品

拮抗紅、綠、黃、藍等值之比較長條圖

圖 1-3 可以看出在兩人作品間的對比、飽和度、亮度值各有何不同，孰高孰低，以判斷兩幅繪畫作品中的風格傾向和色彩特徵。而圖 1-4 則利於觀察，將兩幅繪畫皆化約為四色—即紅、綠、黃、藍等值之後，各色與其他色彩用量之比較（例如整體而言，紅色與綠色之差異），以及兩幅作品間，同色用量之比較（例如提香與德拉克洛瓦，在紅色使用方面有何不同）。

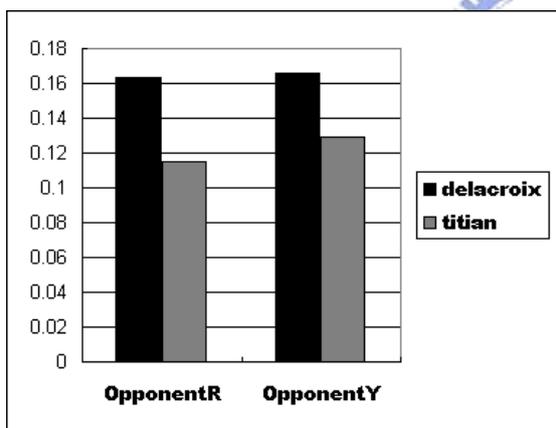


圖 1-5：提香與德拉克洛瓦作品

暖色（拮抗紅、黃等值）之比較長條圖

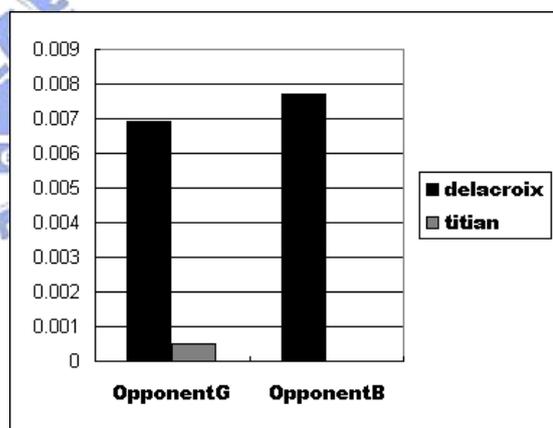


圖 1-6：提香與德拉克洛瓦作品

寒色（拮抗綠、藍等值）之比較長條圖

當然，更可以單獨提取特定之色彩，如圖 1-5 與圖 1-6 將兩幅作品中的寒色與暖色分開探討，以達到更深入瞭解兩幅畫面色彩使用的目的。

總而言之，如此一來，色彩的特性就能轉化為易於閱讀的各種數據，並且此數據是基於一客觀演算而得致，可補強傳統色彩分析技術，因難以量化而造成上述種種困境之缺憾。

## 1.5 本研究色彩分析之特色

隨著電子技術和網路的日趨發達和普及化，數位影像因為擁有美觀、方便並且價廉的特質，所以地位逐漸取代了傳統的影像型態。舉例來說，孩子們可以輕易的連上網路搜尋並且載入各種影像觀賞；美術教師教學時利用單槍投影機，播放數位影像作為課程的教材，可達到非常理想的教學效果；出版業採用數位影像排版可以方便印刷和各種編輯等等。數位影像環繞在人們生活的周遭，逐漸成為所有相關的文化活動中不可或缺的一環。

因此本研究針對數位影像，特別是繪畫作品，建立一套色彩分析系統。此套系統透過本研究室自行開發之工具軟體—Color profiler 1.02，統計運算出每張數位影像中的色彩資訊。包括了明度相關的資訊，即對比值和明度值；飽和度的資訊；以及和色彩相關的資訊，即紅、綠、黃、藍四色值。這些資訊以數值的樣貌呈現，以方便我們整理和比較不同繪畫中的色彩特徵，如上述 2.1 章節中所示，可得知關於繪畫用色的客觀資料。

更甚者，此套軟體的批次運算功能，能方便我們地毯式地大量運算，並檢視在某群體中的繪畫用色特徵。本研究將所有蒐集到的影像樣本，以三個不同條件，分為多個群體。此三個條件分別為繪畫所創作的地區、繪畫所創作的年代、繪畫表現的主題。由數值的分類，我們即可綜觀，在不同地區間、或不同年代間、或不同主題間，繪畫用色大略的異同。

最後我們將本研究的結果和藝術文獻比較，以評量此系統之色彩分析是否與人類直覺相符。若相符，則可將此色彩分析系統推廣至其他數位色彩相關的各類研究主題，例如電影色彩、插畫用色的分析應用等等。若不盡相符，一方面也許可從中發現以往未曾被注意到的色彩特徵，或是被誤解的色彩資訊，一方面則重新檢討此系統的缺失，改進加強軟體的功能。

## 1.6 研究架構

本研究的目的是為透過一色彩分析系統，建構一套客觀的從事繪畫色彩分析的標準程序。在研究流程架構上，先確立研究動機，產生研究目的，接者蒐集整理、分析數據後，再針對相關的文獻探討比對，最後歸納研究結果，並整理出結論。整體架構如下頁圖 1-7。

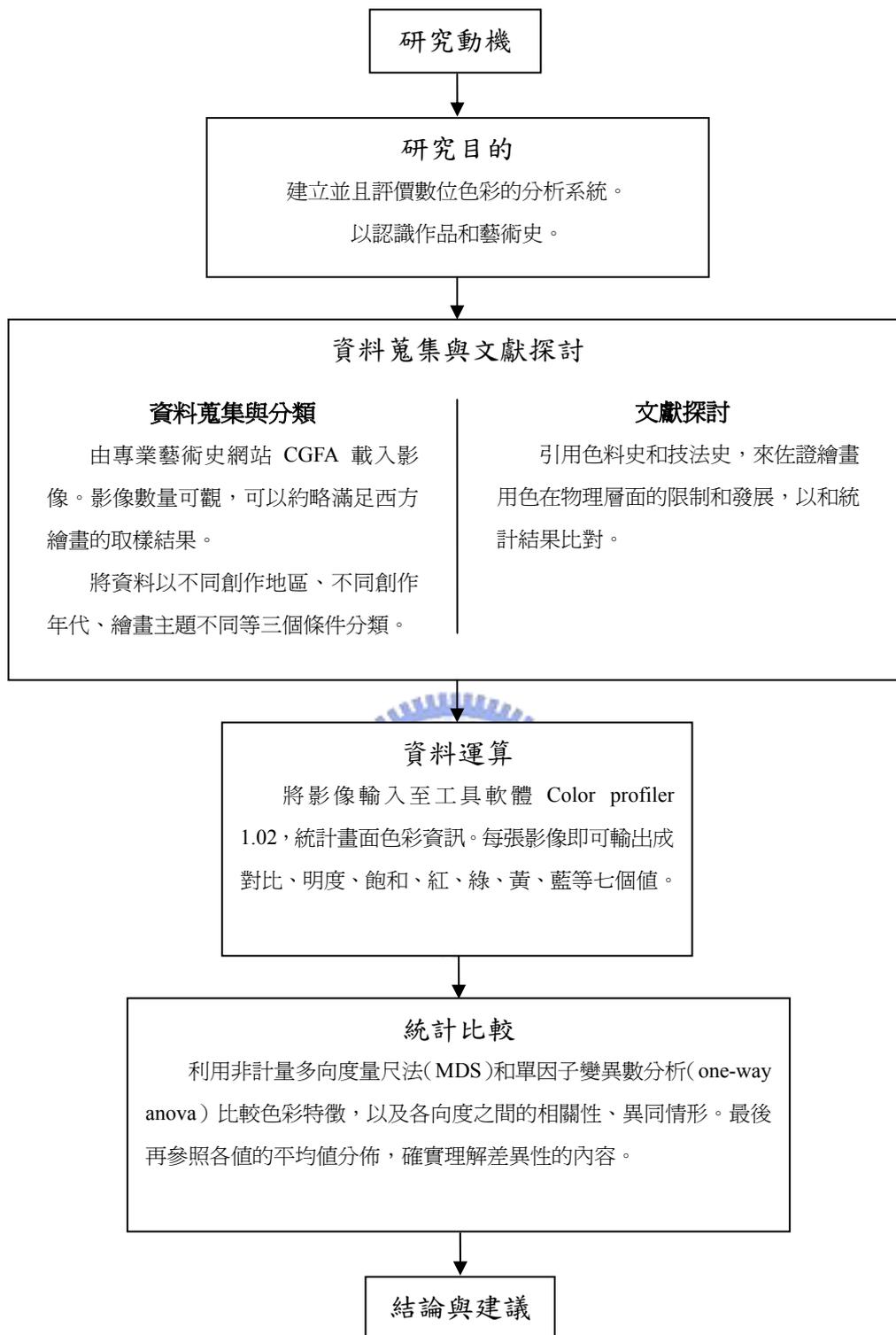


圖 1-7：研究流程架構圖

## 1.7 研究限制與貢獻

### A. 檔案來源與影像的限制

理想上，檔案的來源應由原作，以同樣的機器經過嚴格色彩校正程序翻拍轉換輸入電腦。亦即，遵循同一套作業流程，這樣才能夠確定每幅作品的影像品質統一。或是經由專業的典藏單位，將實體作品數位化後取得的影像，如此較能保證此數位影像有較正確的擷取並保留原作的色彩資訊。然而以上兩種作法在目前的現實中皆不可得，一方面，沒有足夠水準的技術與器材，正確的複製色彩本就有其困難，何況歷史上的重要畫作廣泛分散於世界各地的美術館中，取得至為不易。另一方面，目前各大博物館所收藏的影像，數位典藏的結果並未全然開放。

因此，雖然最後本研究資料取得的方式是採取由網站蒐集，不過 CGFA 網站是在該領域中具有公信力又較為完善者之一，並且在同一網站中所收集的影像，我們可以期待彼此間的同質性，較之跨網站間的資料蒐集來得高。因此此種作法也算是合理的權宜。

色彩在畫布上的性質和螢幕上展現的性質不同，因此如何將繪畫的原作忠實的轉變為數位影像，為一高難度並且截至目前為止持續在發展的技術。有關數位色彩的探討在 2.3 中有簡單的介紹，屆時將會詳細說明數位影像的限制。

### B. 本研究之貢獻

然而本研究的本意在於指出另一種實徵的色彩分析方式，透過此種方式，可以以客觀量化的角度去解讀繪畫資訊。研究結果雖然因為資料的限制，而無法完全代表真實繪畫的情況，但仍有一定程度的參考價值，特別是分析程序上的知識可供未來藝術史、藝術學的研究者作為進行同類工作時的範例。

## 二、文獻探討

在視覺藝術中，色彩扮演其中重要的角色。繪畫作品的色彩並非只是直觀地屈居扮演再現現實世界的功能性地位，同時也攜帶藝術品中欲傳達的內容，以及承載藝術家的情感。因此若將色彩內涵解讀為繪畫的符號意義，則色彩的使用必定會受到文化和社會影響，並且如同其他文化符號一般，會隨著時間與社會文化變遷改變其樣貌。另外，繪畫作為一個藝術創作的歷程，亦需面臨現實面的考量，任憑藝術家們如何希望自己的自由意志創造畫面，他們也必然會受到材料的侷限。舉例而言，色料的發展、油料的改良等等，這些都型塑了藝術品之所以成為現今我們所看到的模樣。

因此，在探討色彩的演變和用色的偏好時，若是以色彩是一種符號的角度理解，我們便不能忽略當時繪畫技法與作畫習慣對畫面產生的影響。所以在 2.1 中探討了有關繪畫技法的歷史。繪畫技法包含了當代畫家們如何打底、作畫、保存等等完成一張畫面的物理性過程，也包括了畫家們建立自己風格的方式。而一旦有大師建立了某種風範，往往能夠引導繪畫的潮流，並且帶領整個時代。整體的繪畫風格當然也包含了色彩如何施用，在文獻的討論中，使研究者可在其中尋得色彩特徵由來的蛛絲馬跡。

另一方面，透過對色料發展製作的瞭解，我們也可以窺得當代對於某色彩取得和施用的難易程度，藉此瞭解畫作的用色情形。在 2.2 中簡略的探討了中世紀起到 19 世紀的色彩發展，及各年代中較有特色的色料史事件。

最後本文獻探討跳脫藝術史的部分，探討數位色彩的內容和發展。本研究是以網站中的數位影像作為分析對象，因此瞭解數位色彩並且簡介其發展有其必要。雖然數位色彩目前的水準距離達到正確複製色彩尚有大段差距，不管是色彩的正確率或是表色的豐富性都未能達到完全令人滿意的程度。然而隨著數位時代的演進，可預見的，資訊的傳達模式會以驚人的速度轉向數位化的過程，包括藝術作品被觀賞以及被認識的方式。並且，隨著時間流逝，古老的繪畫作品會越來越需要完善並且更接近永恆的保存，將影像數位化即是很好的應用。

因此，在 2.3 中對數位影像和目前正在發展的數位色彩再現技術作了簡單的介紹，相信未來數位色彩可以更正確地再現真實色彩。

## 2.1 技法

### 摘要

關於技法的簡介，其中特別著墨各時代中偉大畫家的風格技法，在某程度上可以將此視為代表整個時代的縮影。

整體說起來，因為技法而對畫面造成的影響，以地區分，使北歐繪畫產生明亮剔透的精確風格。而南歐的技法較為隨性，並且流行作畫前先以暗色、紅棕色打底，整體色彩偏暗。

文藝復興時期的義大利，因為繪畫理念的差異，南北義的繪畫風貌各有千秋。其中南義在色彩方面的表現相當突出，無論是整體畫面上色彩使用的多寡，以及色彩的數目，都遠比北義來得豐富。其中，色料本身的費用，對於一色施用的程度有決定性的影響。較為昂貴的藍色在畫面上佔幅稀有，而便宜的大地色系，則是畫面的主要基調。並且此時期油料的發明與改進，漸漸讓油畫此媒材變得便利，施用更為容易，讓繪畫技法有突破性的改變。

達文西 (Leonardo da Vinci, 1452-1519) 的漸暈法 (Sfumato) 創造出了一種截至目前為止前所未見的，畫面對比極低、灰階表現層次最多的風格。而拉斐爾 (Raffaello Sanzio, 1483-1520) 的和諧法 (Unione) 則是對色彩配置的講究達到新的高峰。提香 (Vecellio Tiziano, 1477-1576) 對色彩的重視，則把色彩原本從屬於結構的附屬性質，提升而至主要的地位，這種改變讓文藝復興中後期的色彩表現較之前都來得更突出。

17 世紀的風格主要是延續文藝復興時期的地域風格。尼德蘭地區的林布蘭 (Rembrandt van Rijn, 1607-1669) 受卡拉瓦喬 (Caravaggio, 1570/71-1610) 影響，畫面對比強烈，好用深色背景，為一代表性風格，俗稱暗色畫派。另外，因為當時藝術市場的興盛，也有明亮畫派表現出較為取悅收藏者的畫面。

19 世紀學院派跟浪漫派的分野，使繪畫朝向理性收斂跟狂放揮灑的兩種極端發展。因此在顏色使用上，則有類似文藝復興時期的威尼斯畫派及佛羅倫斯畫派之別。浪漫派更影響到之後的印象派，而印象派愛好直接使用純色的特點，也讓印象派的用色在藝術史上少有其他時期能與之比擬。

### 2.1.1 北方風格

在凡艾克 (Van Eyck, 1390/1400-1446) 之前，油畫技法已具備了雛型，並且建立了北方畫派。北方畫派做畫的方式有一定的過程，也就是俗稱的透明法，畫家於著手作畫前需先從事周詳的計畫，再按部就班去完成作品。其畫法都是由明逐漸加暗，與透明水彩的做法相當的類似。描繪平整細膩，色彩明亮剔透便是北方畫派的特色 (陳淑華, 1998)。

### 2.1.2 文藝復興

文藝復興繪畫的重要內容是人文主義思想的復甦，自然主義的藝術家們認為時間也應為繪畫的一種元素，喬托 (Giotto di Bondone, 1267 - 1337) 嘗試將物品畫得如同浮雕一樣，投下陰影而且帶著因為被特定光源照射，而產生的亮、暗面。並且開始用數理的觀念，遵守線性透視的原則，在畫面上嘗試經營出擬真的三度空間。影像不再像是中世紀時是永恆不變的符號，而如同被凝結在真實時間中的一個場景 (Philip, 2002)。

阿伯提 (Leon Battista Alberti, 1404-1702)<sup>1</sup> 說過，「整體中各部位的和諧和協調，是依據一個固定的比例關係和某種秩序存在，像是對稱性，就是最完美的自然法則。」這種說法非常具有文藝復興時期理性思想色彩，以及佛羅倫斯畫派的特色，即是對於比例與調和的注重與強調。這樣的表現稱作 *Disegno*，也就是線條和形體，色彩對他們而言是次要的附屬品。作畫的程序受北方畫派影響，以多層薄塗為主。

從此時起開始了繪畫理念的分歧，另一派則是以威尼斯為中心的威尼斯畫派，強調色彩 (colour) 的表現力。*Disegno* 與 *Colour* 之爭變成了文藝復興藝術的主要話題。一直持續到十七世紀的法蘭西古典學院 (French academies)，這兩邊的代表分別是普桑 (Nicolas Poussin, 1594-1665) 和魯本斯 (Peter Paul Rubens, 1577-1640)。

文藝復興時期畫家們對於顏色的控制有很多限制，包括因為傳統調色的舊俗，還有材料上的限制。因此事實上畫家們在色彩使用上，遭遇到兩個主要的困境。一是表現自然的色相遠多於畫家們所能繪製的；二是人們不再偏好在畫面上使用昂貴的顏料來彰顯財富，轉而欣賞畫面中的和諧感。

達成色彩和諧的其中一項困難點，是要如何解決色相本身的明度差。舉例而言即使是純度最高的藍色，和黃色相較永遠都是較暗沉的，而藍色恰巧是基

---

<sup>1</sup> 阿伯提 (Leon Battista Alberti, 1404-1702) 是一位古典學者、劇作家、藝術評論家，並擁有廣博的建築知識。1452 年，他以拉丁文寫了一本《建築十書》 (*Ten Books on Architecture*)，並且呈現給教宗尼古拉五世。這本書後來成為西方世界最重要的建築理論著作之一。

督的顏色，而黃色則屬於猶大。且尼諾（Cennino Cennini, 1370-1440）<sup>2</sup>說，將藍色的轉折處加深，亮處提白，因此對比增強，純飽和度的顏色反而會變為中間調子，令畫面更生動。然而壞處是會令顏色略為渾濁。像是安東尼奧·波拉約洛（Antonio Pollaiuolo, 1431 -1498）的畫作就是這種例子。圖 2-1 是他所繪的 St. Sebastians martyrrium，畫面下方人物的衣褶使用高度的對比來繪製，但也因此降低色彩的純度。



圖 2-1：《St. Sebastians martyrrium》，安東尼奧（Antonio Pollaiuolo），1475，木板油彩，National Gallery, London

資料來源：<http://cgfa.sunsite.dk/>

藝術家們對於色彩技法的實驗，讓 15 世紀晚期變為一段風格的實驗期。風格在此時不只是一種技術，而變為畫家最偉大的貢獻。

達文西（Leonardo da Vinci, 1452-1519）是一位至高無上的自然主義者，並且最終變為一位非常講究方法的藝術家。他像是阿伯提一樣，相信藝術的創造和審美判斷是來自於一個理性的過程。並且認為「醜」也有存在的必然，即為襯托「美」。他悉心研究色彩，他認為色彩並非如同從前所認知的固有色觀念，而是反射光線而來，因此他也曾嘗試混合色光（Philip, 2002）。

達文西最在用色方面最主要的貢獻，是他創造了一種色調調和方式，使用不鮮豔的中性色去描繪一個漸次平滑的光線層次，稱為漸暈法（Sfumato）受北方畫派的啟迪，他在灰色或褐色底上色，繪出彷彿是黑白照片一樣，對比極低並且豐富細微的層次。他犧牲了明亮的色彩，不管在亮面或陰影，都使用沉著柔合的綠色紅色等中間調，這造成了比較弱的照明效果。他認為過強的對比

<sup>2</sup> Cennino Cennini：《Il Libro dell'arte》，1437。年近八旬的畫家且尼諾·且尼尼因債入獄。在獄中，他將 14、15 世紀的繪畫技巧、步驟以及當時的繪畫材料風個做了詳盡的紀錄，成為廣為流傳的《藝術之書》。

效果會讓眼睛感到迷惑，因此絕對要避免。他建議「當你製作一張肖像畫時，最好是在陰天或是夜剛降臨時。」他以這種技法繪製著名的《蒙娜麗莎》(Mona Lisa, 圖 2-2)，讓她帶著神秘高深莫測的表情（陳景容，1980）。



圖 2-2：《蒙娜麗莎》局部，達文西（Leonardo da Vinci），1503，油畫，Musée du Louvre, Paris

資料來源：<http://cgfa.sunsite.dk/>

附帶一提的是，和漸暈法相反的是「明暗對比法(Chiaroscuro)」° Chiaroscuro 就是光與影的意思，將對比提高，暗處加深，中間調的面積減少。像是科雷吉歐（Antonio Allegri Correggio, 1489-1534，圖 2-3）和卡拉瓦喬（Caravaggio, 1570/71-1610）。



圖 2-3：《聖母子和幼兒聖約翰》，科雷吉歐（Antonio Allegri Correggio），1510，油畫，Museo del Prado in Madrid

資料來源：<http://cgfa.sunsite.dk/>

另外一項技法和諧法(Unione)，出現在拉斐爾(Raffaello Sanzio, 1483-1520)的早期作品中，有鮮明活潑的色調。他擁有將色彩運用達到像變魔術一般境界的天份，也讓他當代的畫家們驚艷。他非常擅長使用對比色，用色彩達到畫面

的和諧。像是《阿爾巴聖母》(Madonna Alba, 圖 2-4) 中，聖母袍子的群青加了少許白色降低彩度，和旁邊的紅色，用深色的陰影達到彼此和諧。



圖 2-4：《阿爾巴聖母》，拉斐爾 (Raffaello Sanzio)，1511，油畫，National Gallery of Art, Washington

資料來源：<http://cgfa.sunsite.dk/>

## A 威尼斯畫派

威尼斯畫派的畫家們對色彩的傳達有著強烈的偏好，畫面追求歡愉、激情、狂列的氣氛，以及絢麗的色彩和蓬勃的生命力，因此用筆豐富多變，在技法和審美情趣上與北方畫家面面俱到的理性刻畫細節有了本質上的差異 (陳淑華, 1998)。提香 (Vecellio Tiziano, 1477-1576) 使用色彩作為一種畫面結構的媒體，並非裝飾用或是象徵，而把它視為一種藝術性的表現。他相當注意色相寫實及光線色調的冷暖對立，非但打破了以往慣用的中間色調，也使得畫面的明暗冷暖之間有了強烈變化。另外，在他之前，畫作形式都被一種既存的空間配置給規範統一，舉例而言，聖母總是被安排在中間位置。提香揚棄了這種配置，在《Madonna with Saints and Members of the Pesaro Family》(圖 2-5)，聖母坐在畫面右邊，和左邊的一面旗子達成畫面左右平衡。聖母的紅袍和紅旗相呼應，而她的藍袍帶領我們的眼光來到聖彼得的衣著，並且其間又和他的黃袍對比 (Philip, 2002)。



圖 2-5：《Madonna with Saints and Members of the Pesaro Family》，提香（Vecellio Tiziano），1519，油畫，

Santa Maria Gloriosa dei Frari, Venice

資料來源：<http://cgfa.sunsite.dk/>

提香早期繪畫中區域性的強烈色彩，可能是受到 15 世紀「彩色繪畫（chromatic painting）」的影響。畫中大膽使用紅綠對比、黃藍對比，在同時期的畫家眼中，提香調和色彩的優異能力簡直比變魔術還不可思議。

《酒神與阿利阿德妮》（*Bacchus and Ariadne*，圖 2-6），這張圖描繪阿利阿德妮看著她愛人鐵修斯的船隻離港，使用了幾乎是 16 世紀早期已知的所有顏料。綠色有土綠、銅綠和松脂酸銅綠（cooper resinate）。群青不但用在阿利阿德妮身上的衣服，也用在天空、遠山甚至在陰影中。她的披巾使用高濃度的朱砂，強烈的與藍袍對比。提香細心的在研磨細緻且厚塗的底層上加了一層較薄且研磨較粗的暗色，此舉說明了畫家懂得如何最佳的表現他的媒材（Philip, 2002）。



圖 2-6：《酒神與阿利阿德尼》，提香（Vecellio Tiziano），1523，油畫，National Gallery, London

資料來源：<http://cgfa.sunsite.dk/>

他的另外一張作品《男子肖像》（*Portrait of a Man*，圖 2-7），衣服的藍色色調和彩度漸變，並且事實上大部分的色彩是接近灰色的，對於衣服色彩的整體印象是貢獻自肩頭小區域的高彩度藍色。也有人紀錄，提香有能力將威尼斯紅（Venetian red，一種褐色），用的如同朱砂一般。



圖 2-7：《男子肖像》，提香（Vecellio Tiziano），1512，油畫，National Gallery, London

資料來源：<http://cgfa.sunsite.dk/>

提香的畫作大幅度影響了當代及後世的畫家們，特別是他對高彩度、對比色彩的使用，提升了油畫中的色彩地位。另外，他也擅長玩弄人們的視覺，利用高超的技巧，模擬人眼對於其他色彩的感受。

威尼斯畫派經由葛雷柯 (El Greco, 1541-1614) 繼承而傳至整個西班牙。16世紀末的畫家不再使用白色底，而偏好在深色底上以淺色作畫。此種畫法較省時，所形成的色調更豐富。卡拉瓦喬 (Michelangelo Merisi da Caravaggio, 1571-1610) 善用提香的棕色底及使用蛋彩調鉛白的做法，用之強調強烈的光影效果，以及塑造明確的形體、體積和空間 (陳淑華，1980)。

## B 油料演變

在凡艾克之前，已有人嘗試用亞麻油上色在木板或是石頭上。凡艾克的貢獻是發明了揮發性油或稀釋用溶劑的使用，以及良好的上色過程 (glazing process)，也就是在蛋彩底色上油畫，既有前者快乾的特性，又有後者色料易混合並帶豐富光澤的優點，像是《阿爾諾菲尼的婚禮》(Arnolfini Marriage)，顯示了北方文藝復興油畫表現的豐富並且像珠寶般光澤的特質。這種混合了蛋彩和油畫的方式，在 15 世紀的藝術中很普遍。

油畫上彩的動作就像是塗抹一層層一種色層，它的優點是色與色不易產生化學反應，因為在油畫中是色料被油料阻隔孤立、層層分離。而自然主義的畫家們也因為油不易乾的特性，較易調和調子並可模糊修改物體外緣，這種畫法特別適用於描寫肌膚。德庫寧<sup>3</sup>曾說「新鮮，是油畫為什麼被創造的理由」，因為蛋彩銳利的輪廓線限制了藝術家們繪圖的方式，提香被他的同代人形容畫圖時「多用他的手指勝過筆刷」，可看出油畫媒材容易施用的特性 (Philip, 2002)。

因為有這種色粉被油包裹覆蓋並且填滿之間空隙的特性，所以色粉的性質或是研磨的顆粒大小，即會影響到其吸油的程度。吸油度較低的顏料乾燥速度較快，反之則緩慢。吸油度強的顏色還有乾後變深、變暗的傾向 (陳淑華，1998)。

另外，在不同的混合劑中色料的顯色程度也有所差別，因此從蛋彩轉型到油畫的過程中，每一種顏色的使用也各有起落。群青在油中色彩會較蛋彩中深，需要加上一點白色才可以達到原本飽和的藍色，但也因為如此的添加，使群青在中世紀時完美無暇的地位遭到折損。同樣的朱砂，中世紀的紅寶石，在油中也沒有如此明亮的顏色，反之紅澱色系遭到更多的青睞。另外像是孔雀石綠在油中則會顯得透明化，而銅綠也遭遇到類似的問題，因此要調入一些鉛白或是鉛錫黃才能維持不透明。松脂酸銅綠則是在油畫時代中竄起的一種綠色。另外有很多繪畫手冊也會一一指出各色的注意事項，例如石青在油中變暗、靛青不會乾、朱砂一定要和鉛丹一起使用之類的用法。

<sup>3</sup> 德庫寧 (Willem de Kooning, 1904 - 1997) 抽象表現主義畫家。

## C 色彩的花費

文藝復興畫家們被他們的贊助者所保障，以確保他們不會有材料選擇上的短缺。這種合約關係包括了繪畫的形式，是濕壁畫或是畫在帆布上，以及色彩的選用。贊助者可以在合約中指定顏色，藝術家們則要在有限的經濟支柱下，達到他們的要求。有時贊助者甚至會減少預算，而要求藝術家們使用自己的技巧去讓畫面達到相同的效果。另外，畫家工會也會監督會員們的行為，要求會員不可以假亂真欺騙雇主。

比較特別的顏色像是藍色，會特別標明藍色的種類和施用份量。另外像是澱紅色系在 15 世紀到 16 世紀初都非常昂貴，因為那時紅色的製造剛起步並且需要特殊的技術。其他像是黃色、綠色或是黑色等等，這些都相當便宜。因此藝術家們傾向使用鉛錫黃，而不用更漂亮卻也更昂貴的雌黃。

因為將使用的顏色列入條約中，所以有很明顯的指向顯示為什麼有些顏色使用優於另一些顏色。如上所述，有些色彩的偏好是來自於贊助者的要求，例如較昂貴顏色的使用，部分性的決定了畫作的價值。另一種偏好是來自於經濟考量，畫家們對於合約中未要求的色彩，採納較便宜的選擇（Philip, 2002）。

表 2-1：整理過後文藝復興時期各色的價格比較

石青	100 鉛白 $\frac{1}{10}$ 群青
$2\frac{1}{2}$ 優良的石青	優良的綠色 優良的澱紅 優良的澱黃
Giallolino	$\frac{1}{10}$ 石青

將表 2-1 整理後可以得到下列等式：

群青 = 十倍的石青 = 一千倍的鉛白

石青 = 兩倍半的優良的綠色、澱紅、澱黃

石青 = 十倍的 Giallolino

可從中看出來，最貴的顏料依舊是群青，其次是石青，接下是優良的綠色、澱紅、和澱黃，之後是 Giallolino，最便宜的是鉛白。

此外用色也受地域影響，較大的城有品質較高並且較齊全的色彩。

表 2-2：各國的色彩大城

國家	色料集散城市	特產色彩
義大利	佛羅倫斯 威尼斯	大青 土色 (earth)
德國	科隆	
法蘭德斯	安特衛普 布拉格	

從表 2-2 可以看出來，各個國家的色彩集散中心是在哪個城市。利比 (Fra Filippo Lippi, 1406-1469) 曾經爲了尋找更多的顏料，造訪威尼斯。每個城市也因爲地裡位置導致貿易進出，或是鄰近不同的礦藏，而在供色上有差異。因此畫家作畫前會仔細計畫，若是超出預算或是顏料不足，就必須自掏腰包完成作品或是再度添購顏料，因此畫家們都非常珍視自己的材料和成品。

### 2.1.3 17 世紀

17 世紀的畫面偏好以土紅色作爲基調，甚至適度的保留此底色用以強調強烈的光線對比 (陳淑華，1998)。

然而 17 世紀畫派紛呈，手法各異，大致上說來北方的畫家仍較偏向運用北方傳統油畫技法，而南方如義大利、西班牙則傾向義大利的作風。他們畫法仍以層層相疊爲主，故可稱爲古典透明法或間接法。

林布蘭 (Rembrandt van Rijn, 1607-1669) 是一位荷蘭畫家，受卡拉瓦喬影響，爲表現光線的能手。他用中間色調打底，再使用紅褐色和鉛白起稿，完成構圖及光線的佈局。其上再以粘稠度較高的硬樹脂顏料，配合明暗來處理筆觸肯定有力的調子。待乾後，再以大量的透明褐色反覆釉染來處理暗面背景，以及明暗邊緣的融合。此做法非但可以襯托出富變化的中間調及反光面，又可以使亮面更突出，俗稱暗色畫派，如圖 2-8。



圖 2-8：《自畫像》(Portrait of the Artist at His Easel)，林布蘭 (Rembrandt van Rijn)，1660，油畫，Musee du Louvre, Paris

資料來源：<http://cgfa.sunsite.dk/>

不同於林布蘭的是，其餘荷蘭畫派的畫家較傾向於明亮畫派，例如：哈爾斯 (Frans Hals, 1580-1666) 便不喜歡以深色多層暈染的做法，而將顏料預先在調色盤上調色，直接將調好的顏料描繪於畫面，再加上陰影和局部色彩。此種做法使整個畫面的色調較為接近，而有單色畫的感覺，其作品風格明亮灑脫，如圖 2-9 (陳淑華，1998)。



圖 2-9：《Pieter van den Broecke》，哈爾斯 (Frans Hals)，1663，油畫，Iveagh Bequest, Kenwood House, London

資料來源：<http://cgfa.sunsite.dk/>

至於西班牙畫家則受義大利影響較深，他們多半採用紅褐色底，因此其上的顏料看起來都較灰暗。葛雷柯使用亞麻仁油調赭石和石膏粉打淡色底，並用黑色顏料勾勒輪廓線。

#### 2.1.4 18 世紀

18 世紀法國因為路易王朝的盛世，法國繪畫成為當時的重心。為了能快速作畫，17 世紀末繪畫和材料製作的過程逐漸分離，畫家們不需要熟稔材料就可以創作。18、19 世紀普遍被認為是繪畫技巧低落的時期，畫家們展現花俏的畫技、筆觸的趣味以迎合貴族的喜好，並使用揮發性高的畫用油或加上催乾劑以求速乾，力求縮短一幅畫的完成時間。這種結果導致畫面本質變得脆弱，老化後深沉而灰暗、並產生龜裂紋。

#### 2.1.5 19 世紀

19 世紀的畫家們對於 18 世紀風格有著反動，一方面是因為革命後貴族地位的沒落，另一方面是對於前世紀賣弄技法的作風感到厭倦，因此反而以崇古為高。19 世紀前半的畫技分為古典派和浪漫派的對立，而後半則以印象畫派引領風潮。

##### A 古典派



大衛（Jacques Louis David, 1748-1825）為新古典主義的領袖，師承古典精神並有創新。他的門生安格爾（Jean-Auguste-Dominique Ingres, 1780-1825），堅守古典法則崇尚理性，追求色調的柔和和造型的細膩，並且作畫謹慎，特別重視線條的表現。他打底改用淡色以確保畫面的明度不會因為日久變暗，由於預知油畫畫面色澤會因為油質的老化而變黃，他故意選擇較冷的調子來處理整個畫面，誠如安格爾自己所言：「時間將會繼續完成我的畫作。」

##### B 浪漫派

以德拉克洛瓦（Eugene Delacroix, 1798-1863）為例，他偏愛色彩及激情的表現，講求即興作畫。他的作品多半是畫在白色底上，先以深褐色勾勒輪廓，再用稀薄透明的顏料大致處理出明暗的調子。

## C 褐色瀝青

由於法國大革命之後之後，美術學院關閉，各行其道的技法盛行，造成這時期作品在材質上的先天不良，保存的情況也最差。其中最嚴重的問題是由於諸多畫家濫用著名的「褐色瀝青」，災害甚廣，史稱十九世紀繪畫中的瘟疫。褐色瀝青的普遍流行，主要是因為畫家們相信這個「顏料」足以取代古代名畫中的金黃色調子。然而褐色瀝青是個很難完全乾燥的材料，他不但足以破壞所有覆蓋其上或與之調和的顏料，造成畫面嚴重龜裂，而且它本身亮麗的紅棕色也會漸漸失去光彩，變為晦暗的煤黑色，例如普律東（Pierre - Paul Prud' hon, 1758-1823）的作品便深受褐色瀝青之害（陳淑華，1998）。

## D 印象派

印象派是近代科學特別是光學和色彩學的產物，當物理學家發現光可分為紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫等色，給畫家們帶來的啓示是，使他們認為陰影並非是缺乏色彩，只是明度較低的青色，因此在她們的調色盤上排除了黑色和褐色，造成和古典繪畫色彩截然不同的效果。並且在畫面上用接近純色的筆觸並置排列，讓觀者觀看時自行加法混色，如此一來就可以畫出層次豐富又悅目的色彩，也可以良好的掌握光線流動的氣氛（陳景容，1980）。

技法的特徵就是在於要掌握瞬間的光線變化。為了因應陽光的瞬息萬變，所以也特別需要迅速的作畫方法。首先畫家們改採吸收性的畫布來加強吸收油脂，使畫作乾的更快。也不再像是傳統畫法一層乾後再加一層的層層重疊，筆觸明顯。並且色彩都是直接由顏料管中擠出施用於畫面而不再調和任何畫用油、同時增加揮發性油的調用量。

這些種種的因素雖然讓印象派畫家們可以輕易的達到速成的效果，但是因為對於色料製造的不了解，還有極端講求時效的做法，讓色彩結構非常不穩定，容易脫落、褪色、變質。

## 2.2 色料史

色料的歷史跟化學密不可分，然而卻與藝術創作有最直接的關連。本段介紹的色彩，由中世紀開始到 19 世紀現代化學製彩，其中較具代表性的顏色事件。

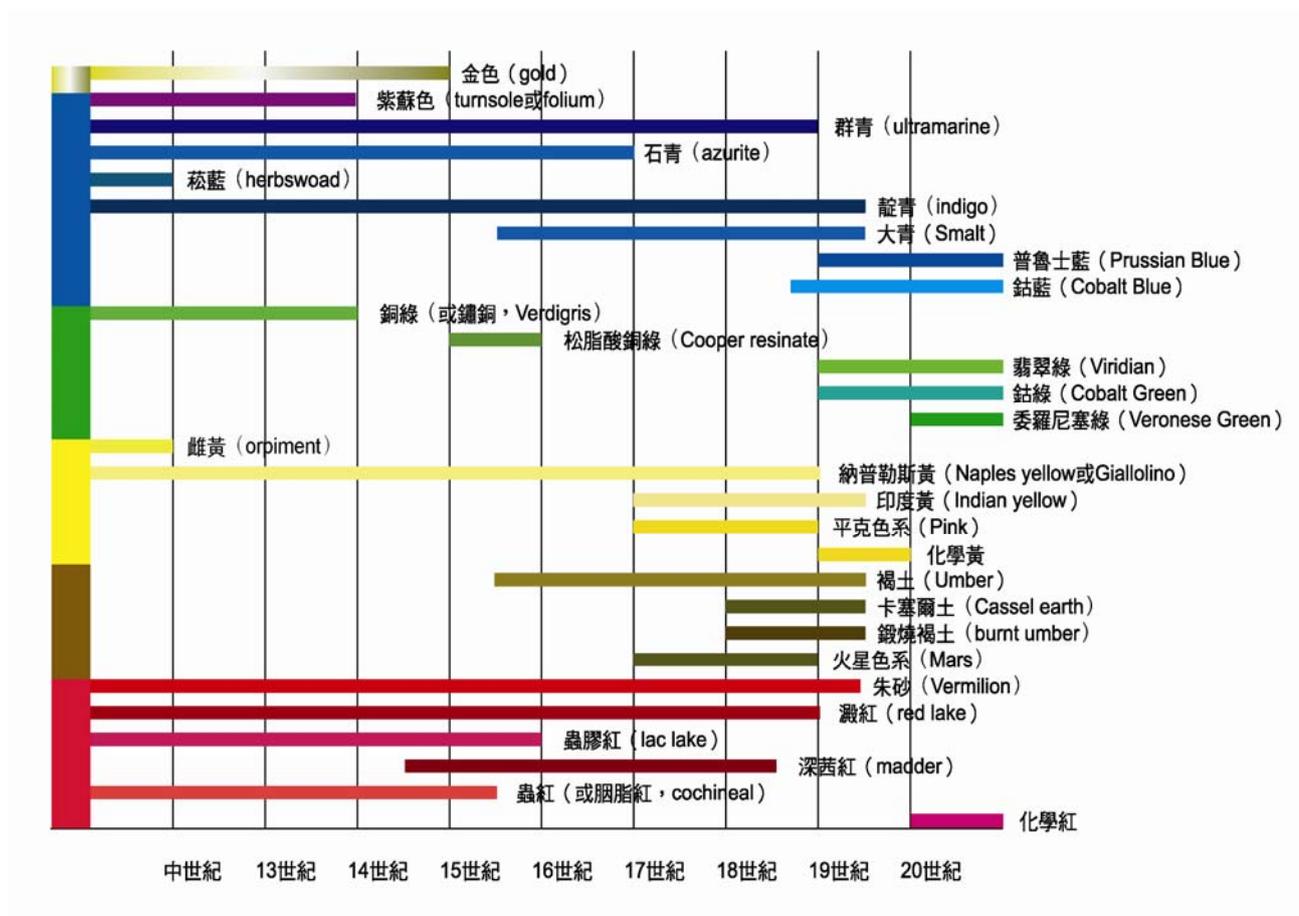


圖 2-10：色料地圖

### 2.2.1 中世紀

中世紀擁有對於找尋色彩極大的熱情，對色彩的發展，甚至凌駕於其後的文藝復興時期。並且很多色彩至今仍在使用，並也被高度評價，顯示出中世紀色彩的優良傳統。

#### A. 藍色

最美且最豐富的藍色稱為群青 (ultramarine)，從金青石 (lapis lazuli) 耗費昂貴且複雜的過程而來。金青石來自古老的東方，埃及和阿富汗在六七世紀時

即使用在裝飾品和壁畫中。十四世紀時開始在歐洲廣為流傳，1464 年義大利人菲拉雷特<sup>4</sup>曾說過：「最優良的藍色取自礦石，並且跨海而來，所以稱作 ultramarine（拉丁文 ultra 指的是跨越，marine 指的是海洋）。」

另一種藍色稱為石青（azurite，藍銅礦），基本上是一種碳酸銅，在德國、東法、匈牙利、西班牙皆有產出。石青時常被稱為 German azure，德國畫家杜勒（Albrecht Durer, 1471-1528）非常喜歡使用，甚至認為石青是最好的藍色。

因為化學成分的不同，這兩種非常相似的顏色可以用簡單的方法判定：將兩種色料加熱至火紅，冷卻後石青會變黑而群青卻不會。

在非常精細的研磨後，石青會顯露出略帶蒼白的天空藍並有些許綠色，這非常適合繪製天空的顏色，但是對於要進一步畫出飽和度更濃，甚至藍到發紫的顏色只能用群青來完成。較深的調子需要研磨較粗的顆粒，然而較粗的顆粒卻更難施用於畫面上，因為那會讓顏色變的稀薄，而略顯透明。若一切都能達到完美，群青可以畫出飽和又濃郁的藍色調，並且每一個小顆粒都在畫面上像是許多鑽石微粒一樣閃閃發光（Philip, 2002）。

例如聖巴多羅繆（Saint Bartholomew）的 *Saints Peter and Dorothy*（1505-1510）。用了不同層次的石青，天空所使用的較不昂貴，所以顏色帶有些綠調子。而聖彼得深藍的袍子施用的高級石青則所費不貲。

除這兩種外，植物性的顏料包括菘藍（herbswoad）和靛青（indigo），雖然它們和白色混合後的結果還算令人滿意，但是它們偏綠或偏黑的色調實在不吸引人。

## B. 紫色

藍色染料在中世紀又多添加了一種，被稱為紫蘇色（turnsole 或是 folium）。從紫蘇藤（morella）植物提煉而來，它們長在南法的普羅旺斯。Turnsole 即指「turn to sun」，指的是天空轉為黎明時的藍紫色；而 Folium 是從拉丁文的字根 folia 而來，意思是「書頁」，因為這種顏色常被繪製在書頁中。壓榨紫蘇藤的種子的汁液可將衣物染成藍色，並且也常被使用在手稿中的插圖。

新鮮的紫蘇藤汁液並不是藍色的，相反的，是紅色。甚至有人曾經記載有三種紫蘇色，分別是藍、紅、紫。直到 1664 年化學家才指出，紫蘇色的變色和酸鹼度有關，酸時變紅、鹼時變藍、中性時則是紫色。這種現象同樣也發生在很多野莓漿果和甘藍菜的汁液上，並首度提出可以種方法來測定酸鹼值，而一百多年後這被發展成化學的技術——滴定法。

<sup>4</sup> 菲拉雷特（A.A. Filarete, 1400-1469）義大利文藝復興的雕塑家、建築師以及理論批評家。

中世紀的人對此現象一無所知，可能是由於直到 14 世紀前並沒有足夠的強酸以驗證顏色的變化，並且無論藍或紅它們都有最後變為紫色的傾向，因為它們會被空氣中些微的水氣中帶的化學成分給中和。

紫蘇色是中世紀中少數紫色的其中之一，另外像是透索爾紫（turnsole violet）在 14 世紀的義大利受到高度評價，是由英國沿海的紫色蛾螺提煉而成。

然而在中世紀多數的紫色是由藍色和深紅的混色來達成。

### C. 紅色

朱砂（Vermilion）直至 20 世紀仍是畫家們最好的紅色顏料，但中世紀畫家們從染料中找到了澱紅（red lake），洋紅（kermes lake）也廣泛流行，蟲膠紅（lac lake）在 15 世紀的佛羅倫斯也很普遍，另外還有從巴西木根中提煉的紅色，以它的產地為名。

將木頭磨成粉後浸泡在鹼液或是明礬中，再加入白堊、白鉛、大理石粉、或是蛋殼，就會有種粉玫瑰色的顏料產生。但是巴西紅曝曬在空氣中很容易褪色，所以很多畫家都建議最好避免使用。

在中世紀晚期，兩種紅色染料開始出現。一是從北歐來的深茜紅（madder），二是從波蘭的蟲紅（或胭脂紅，cochineal）。深茜紅是從植物中提煉，在十三世紀即有栽植，它比巴西紅更持久，但是提煉過程也更複雜，十七到十八世紀是畫家們的調色盤上的必備品，但中世紀並未發現。值得一提的是因為改良技術之故，十五世紀的尼德蘭畫家們更較當代畫家們更喜愛使用。

從胭脂蟲（cochineal insect）中提煉的胭脂紅非常昂貴，胭脂蟲養殖於東歐，需要人用手工摘取然後曝曬在陽光下粉解，變成鮮豔的紅色，在十五世紀的佛羅倫斯胭脂紅的售價是洋紅的兩倍。

英國的 cynoper 或 cynople 非常普遍於十四十五世紀，它是混合了深茜紅、巴西紅和蟲膠紅的一種紅色替代品。

### D. 金色

中世紀的在藝術內容和媒材的品質上，強調象徵意義大於表徵意義，因此在顏色的使用上符號的意義也非常濃厚。金色的使用，除了單純的以俗世中最珍貴之物來榮耀神的崇高，也是教會炫耀財富的手段，並造成炫目的觀賞效果、誇大營造至高無上的氣氛。而金色本身的繪製則象徵光線，如同漫畫一樣的將光線化成帶有方向性的線條，交代了光線的來源和走向，這種用法直至文藝復興仍被採用，特別是象徵超越現世的照明。

金色也是天堂或是神界的象徵。且尼諾建議一種混合金色的閃耀綠色，會讓一棵樹看起來彷彿是天堂的樹一般。另外，金色也被視為是聖環（halo）的顏色，像是波提切利（Sandro Botticelli, 1445-1510）的天使報喜（Annunciation），聖母頭上的聖環即使用金色。另外像是維納斯的誕生（The Birth of Venus），女神的髮絲就是用金線畫出。

黃金的使用多是將金礦敲擊成金箔後，再用膠水或是蛋白黏貼在畫面表面。中世紀的冶鍊金術已經技藝純熟，且尼諾指出，31/2 平方英寸的金幣可被敲擊成 100 至 145 片等面積的金箔。純金的金箔打製出來應該是羊皮紙色，略帶波紋，這是中世紀畫家們判斷金箔純度的依據之一（Philip, 2002）。

中世紀木版畫上的金色區域在尚未加上其他繪圖原料前，應該是被磨擦至如同鏡子一樣光滑閃亮。它們現在會看起來喪失光澤的原因應該是由於底層顏料的龜裂，還有歷時久遠受到污染所致。

金色顏料的製作則較麻煩，因黃金的延展力極佳，若使用純金研磨成金粉只會讓金礦變形而不會碎裂，所以要將金元素與汞合金相熔，這種化合物才可被研磨製成金粉調膠上彩。

金色畫法（chrysography）可以產生一些令人驚艷的畫面效果。貝利尼（Jacopo Bellini, 1400-1471）的 Virgin and Child with Leonello d'Este，在聖母的袍子上，畫家使用雨點一般灑落的金點繪製，產生一種優美絲質的質感。



## E. 黃色

也難怪中世紀的藝術家們對真正的黃色反而不太關心，將之視為金色的薄弱替代品。黃色首要的用途之一，是繪製白色的金屬，像是銀器或是錫器，代表皇室。

中世紀黃色的製法如下，由氨草膠、錫、硫再加上少量水銀製成。

最佳的黃色稱做雌黃（Orpiment），被稱為「金之色（color of gold）」因為極高的品質和價錢能和金色匹敵，這個顏色的使用有久遠的流傳，上溯至羅馬時代即有記載，羅馬皇帝卡利古拉（Caligula）差遣奴隸開採，是礦物原料的一種，因為致死的特性而被特別註記，其中含砷。

非常具有特色的黃色 Giallolino 也就是鼎鼎有名的那普勒斯黃（Naples yellow），它的使用非常古老，特別是在 18、19 世紀期間廣受喜愛的一種顏料，原料是來自那普勒斯的火山，是種鉛銻化合物的黃色。直到鉻黃和鎘黃出現之後才逐漸沒落。

附帶一提，17 世紀的義大利畫家們例如普桑使用原料上非常接近此但更為

綜合性的黃色，同樣包含了鉛錫銻，這些金屬化合了不同層次的黃色。英國人 Richard Symonde 從 1649 年到 1651 年遊歷了義大利後寫下了這段記載：「(義大利人) 有三到四種不同的 Giallolino，有些紅些，有些黃些。」

最後是植物性的黃色，主要分為兩種，一種是由 weld plant 提煉而來，色彩不透明，可以取代高價位的雌黃，但易褪色。至於蕃紅花提煉的黃色也常被使用，不過因為屬性透明，因此多被加上石青變為鮮明的綠色，且尼諾形容這種顏色是「能被想像的最完美的草綠色」。

## F. 綠色

銅綠（或鏽銅，Verdigris）在中世紀是非常流行的一種色料，格奧爾格烏斯·阿格裡科拉（Georgius Agricola, 1494-1555）<sup>5</sup>紀錄，它「首先從西班牙帶至德國」，可以追溯至阿拉伯的煉金術。此種綠色雖然很受歡迎但是不穩定的化學性卻十分難以預測。當其加入酸性顏料時會產生化學腐蝕，並且也易於被喜愛綠色的小蟲在畫布上一點一點的咬出小洞來。在油畫技法未發明前，因為調劑沒有阻隔分層的功效，很容易惡化其他顏料的品質（Philip, 2002）。

因此到十四世紀的改良，主要是以植物性的綠色取代之，例如樹汁綠（sap green）或是鳶尾綠（iris green）。第一種綠色提煉自莓果，即使不添加任何混合劑，本身即足夠濃稠，可供使用。若是加上少許膠，可作為一種極佳的水彩顏料，一直到今天水彩顏料仍沿用這種方式。第二種綠色來自鳶尾花的汁液，和水混合後常被用作手抄本的插畫繪圖，常被勤奮的修士採集並且使用。這種植物性的色彩在書頁中可以保存良好，然而繪在聖堂畫中仍嫌不夠強固。

### 2.2.2 文藝復興

已過去的中世紀可以被視為一個對於色彩製造的發明年代，從中世紀過渡到文藝復興的同時，社會結構的改變也將繪畫推至另外一個境地：從一個隸屬於宗教脈絡下的工藝裝飾品，變為一個商業貿易或是貴族贊助者的收藏品，也因此展現了更多的主題風貌。讓繪畫從神聖的工藝，變為一個學術的、帶有理性的自由藝術。

然而 15 世紀、16 世紀不管是在實作或是理論上的化學技法都並未比五世紀前有更顯著的進步，直到 19 世紀色料發明才因為化學技巧的突破而有嶄新的發展。

#### A. 松脂酸銅綠（Cooper resinate）的起落

<sup>5</sup> 格奧爾格烏斯·阿格裡科拉（Georgius Agricola，原名 Georg Pauer）德國學者，被譽為「礦物學之父」。

松脂酸銅綠的引用指出了直到 15 世紀化學方法仍然在找尋新的顏色，這種顏色基本上是取自銅綠加上松樹的樹脂而成。這種新的綠色在 15 世紀和 16 世紀熱切地被畫家們使用，但自此後很快就消失了，原因在於和褐色混色後會變黑。下圖是安東尼奧·波拉約洛 (Antonio Pollaiuolo, 1431-1498) 所繪的《阿波羅與達芙妮》(Apollo and Daphne, 圖 2-11)，達芙妮的手變成的月桂樹梢，就是使用松脂酸銅綠後變色的情況，本來青綠的樹葉現在看起來幾近黑色。



圖 2-11：《阿波羅與達芙妮》，安東尼奧·波拉約洛 (Antonio Pollaiuolo)，1475-80，油彩木板，

National Gallery, London

資料來源：<http://cgfa.sunsite.dk/>

我們可以想像一位自然主義的文藝復興時期畫家，對於綠色的需求遠大於其他色彩，但由於當時化學技術的落後，因此他們多半使用黃色和藍色調和來產生不同層次的綠色。

## B. 藍色

文藝復興時期的畫家們也在努力的尋找藍色，直到 15 世紀末群青和石青依舊昂貴。因此他們找到了另一種品質不錯而且較便宜的銅化合物，也就是以銅為基的藍色。這類顏色即使元素相同，但仍有較綠，而有些較藍，主要是由於其中所含的氫氧化物比例改變，以及合成時的溫度不同使然。這種色彩的難題，直到 18 世紀化學技術較成熟後方有能力解決。

銅基藍 16 世紀被廣泛使用，主因是由於它們相當便宜、並且色彩美麗。到了 17 世紀，精煉過的銅藍已經是一個畫家的標準配備。

另外一種藍色是大青（Smalt），為一種含鈷的藍色。大青是一種易混淆的元素。有人認為這個顏色是來自於 14 世紀義大利的玻璃工匠，事實上喬凡尼·貝里尼（Giovanni Bellini, 1430-1516）在 15 世紀末，即在畫面上使用大青，這可能來自於他本身對於玻璃製造的高度興趣。但也有人認為此顏色來自近東地區。

鈷蘊含在很多礦藏裡，當它的粉塵散佈在空氣中時，具有毒性和腐蝕性。格奧爾格烏斯·阿格裡科拉記載「某種菱鋅礦（cadmia）當它們潮濕時會侵蝕工人的腳、手、眼睛和肺」。

大青作為一種顏料，大量的使用在 16 世紀特別是在尼德蘭地區。通常是將鈷溶化在玻璃裡，然後再研磨玻璃粉末使之變為色料。最好的大青帶有一點紫色，可以取代群青，不過很可惜的是他在油畫中會失去它的光澤，在水彩或是濕壁畫中表現較良好。不過義大利畫家們並不因此而在油畫中放棄這種顏料。大青在 18 世紀的作品中仍然很常見，並且直到 1950 年代還有生產（Philip, 2002）。

## C. 金色

文藝復興時期和中世紀用色的最大改變，是金色的消弭。使用金箔黏貼在畫面上實在太不符合自然主義的原則，因為它看起來不像是一個三度空間中的金色物體。阿伯提建議繪製金色物體時「藝術家們更欽佩和看重用色彩模仿金色的反光」。

### 2.2.3 文藝復興後

17 世紀後，也就是晚期文藝復興和接踵而至的巴洛克時期變為一個，以深色陰影加上戲劇性的強烈光線經營畫面的年代。像是科雷吉歐、卡拉瓦喬或是林布蘭，都是掌握光線，使用黑色和深褐色的高手。

#### A. 迷人的褐色

褐色有豐富的層次並且易與其他色彩調和，在任何紀錄存在之前褐色即被使用，年代很久遠。

文藝復興時期錫耶納土（Sienna）被特別重視，生的赭色色調偏黃，烘過的則帶有溫暖的紅—褐色調。褐土（Umber）比錫耶納更深，大約是在 15 世紀晚期進入歐洲畫家們的調色盤，可以非常優異的表現深且透明的陰影。顏料卡塞爾土（Cassel earth）約是 1790 時出現，之後也被稱為凡戴克褐（Vandyke brown）或是魯本斯褐（Rubens brown），可見得受到畫家們的歡迎。這種顏色

的原料是從泥炭和褐煤中提煉。17 世紀後逐漸變得非常流行，用在陰影中最深的部分，很適合畫風景。

天然褐土 (raw umber) 是現存最古老的色料之一，由於其取材是來自天然風化土，因此比錫耶納土更安定。其色相變化眾多，包括偏黃、偏紅至偏綠等多種色調，共同特性是耐久、乾燥性佳、染色力強、半透明狀並且價格便宜。褐土焙燒之後即變為鍛燒褐土 (burnt umber)，顏色會變得較深且暖和，18、19 世紀的畫家便常使用這種顏料，它比天然褐土更穩定，吸油量也較低，但反應有如催乾劑則為其重要的特性。褐土中尤其以微偏綠調的棕色賽普勒斯土 (Terre de Chipre) 最受重視 (陳淑華，1998)。

## B. 火星色系 (Mars)

巴洛克時期的畫家們發現如何製造自己所需的色相。鐵，煉金術中的主要元素，讓顏料火星色系誕生 (Philip, 2002)。它是一種綜合性的氧化鐵，顏色的範圍從黃色、紅色、褐色甚至到紅紫色不等。隨著製造色彩的方法普及化，火星紅用在染料上，甚至在 18 世紀變為紡織工業的一個主要貿易對象。所以的火星色系都有下列的特性，穩定性高、耐光性強、覆蓋性佳並且便宜，但由於火星色系的色彩較灰沉，不如其他顏色鮮明，所以現在已經有越來越少見的趨勢 (陳淑華，1998)。



## C. 黃色

因為海上貿易還有殖民地風潮的興起，荷蘭帶入了一種黃色稱為印度黃 (Indian yellow)，這種黃色出現在 17 世紀的荷蘭畫家調色盤中，但在 19 世紀末前並未普及到整個歐洲。這種黃色早在 15 世紀已存在，至於製法一直為大家猜測，有人認為是來自駱駝尿，有人則認為是蛇，最後原來是餵食牛隻吃曬乾的芒果葉再採集牠們的尿提煉而來。食用芒果葉的牛隻營養不良，所以這種色彩的製法因為虐待動物到 1908 年被禁止。

另外一種黃色在 17 世紀的北歐非常流行，稱為平克黃 (Pink)，從金雀花或是莓果中提煉。平克黃在整個 17 世紀都非常流行，加入藍色變為綠平克 (green pink)。玫瑰平克 (Rose pink) 則是加上巴西木紅。到 18 世紀晚期平克黃的使用漸漸被廢棄，而變為平克褐 (brown pink) 沿用至 19 世紀 (Philip, 2002)。

## 2.2.4 風景畫

17 世紀風景畫的流行，有些藝術史學家認為是由於人們渴望找尋失落的世外桃源，這是造成風景畫如此迷人的原因。其他說法認為風景畫不只是敘述描寫更是轉譯自然的一種方式。克里斯多佛伍德（Christopher Wood, 1901-1930）<sup>6</sup>認為風景題材是畫家們的另外一個發揮天地「風景畫提供一個製造強烈色彩效果的場域」，17 世紀的法國作家羅傑德帕爾斯（Roger de Piles, 1635-1709）也認為，風景畫是一種再創造的過程，他稱這種延伸是「想像的現實（imaged reality）」，來形容藝術家們對自然的感知「他們的眼睛所視自然物體的方式如同在他們畫面上著色一般」。

也因為風景畫的興起，畫家們對於綠色的需求劇增。荷蘭畫家霍格斯特拉頓（Samuel van Hoogstraten, 1627-1678）曾抱怨「我希望我們有的綠色能夠像是黃色或紅色一樣好。土綠（green earth）色調太弱，西班牙綠（Spanish Green, 銅基綠的一種）太粗糙，銅綠又不夠持久。」西班牙畫家維拉斯奎茲（Diego Velazquez, 1599-1660）從來不用綠色的顏料，他作畫都是使用石青調黃土褐（yellow ocher）和鉛錫黃。

繪畫手冊也特別指出關於施用不同的綠色如何混色，例如在『完全紳士（The Compleat Gentleman）』（1622），皮查姆（Henry Peacham, 1546-1634）就給了如下建議「深且暗的綠色，就像是樹叢最深的葉子，要混合靛青和平克黃。而較亮的綠色，則是用平克黃和鉛錫黃。至於中間色調的草綠色，就用銅綠和平克黃。」像這樣的混色指南各家不同，不過都針對綠色有許多指示，可見當時對增加綠色層次有高度需求。

然而在 17 世紀和 18 世紀產生的新黃色讓當時的畫面陷入一個危機，就是這些黃色較先前的鉛錫黃或是那普勒斯黃不穩定、容易變色，特別是在混合成綠色之後。因此這時期的畫作的色彩狀況，時常較更古時的畫作來得差（陳淑華，1998）。

17 世紀繪畫的中心也轉移到法蘭德斯、荷蘭、德國等地，而尼德蘭也變為顏料製造的主要中心。鉛白、大青、鉛錫黃、朱砂等色料產出，安特衛普變為北歐的威尼斯。而傳統的群青和石青在 16 世紀初即因為礦藏逐漸耗盡而越來越難獲得。有些畫家像是維梅爾（Jan Vermeer, 1632-1675）對於藍色使用依然非常堅持，雖然當時的群青幾近天價。

---

<sup>6</sup> 克里斯多佛伍德（Christopher Wood），英國畫家，以畫英格蘭鄉間的風景畫聞名。

## 2.2.5 現代化學色系

基本上，15 世紀的顏料絕大部分一直沿用到 19 世紀，其中仍有部分至今仍備受重視，例如廉價但堅牢的土色系（陳淑華，1998）。

1840 年利用工業製造、控制品質的錫製軟管裝顏料正式問世。因此，19 世紀中葉開始出現許多性質穩定，可以取代已變得十分昂貴或難以尋覓的古代顏料。

### A. 黃色

鉻黃 (Chrome Yellow)：於 1809 年被發現，1818 年製造上市。不過因為有毒並且品質不穩，所以被建議避免。

鎘黃 (Cadmium Yellow)：於 1818 年發現 1845 年上市。鎘色系的顏料可以由淡黃一直延伸至紫紅等不同深淺的色階。鎘色系的黃其彩度、明度都相當高。如果精純時很穩定，但有毒性並且染色力很高，要小心避免侵霸其他色彩。

鈷黃 (Cobalt Yellow)：1861 年製造出廠，屬於透明性的黃色。

### B. 紅色

鎘紅 (Cadmium Red)：所有色系的顏料中，紅色系向來以製造困難、品質不穩定、價個昂貴著稱。然而，鎘紅於 1892 年發現，1912 年正式上市，是現代工業所生產出來品質較優良、色澤也較為鮮麗的紅色，其特性與鎘黃相同。

### C. 藍色

普魯士藍 (Prussian Blue)：又名柏林藍、巴黎藍等，是德國化學家 Diesbach 在 1704 年偶然發現的人工色料，1750 年上市，但直至 19 世紀方被普遍使用，它取代了昂貴的天然群青和石青。

鈷藍 (Cobalt Blue)：是 18 世紀末德納 (Thenard) 所發現的，1804 年正式上市，它是氧化鈷與氧化鋁在高溫下燒灼而成，堅牢耐久且快乾。

### D. 綠色

鈷綠 (Cobalt Green)：是 1780 年 Rinmann 以氧化鋅和氧化鈷製成的化學顏料，1830 年正式上市。雖然堅牢持久、並且穩定，不過因為昂貴所以現在已經很難覓得。

翡翠綠 (Viridian)：人造翡翠綠是吉內 (Guignet) 於 1797 年發現，1838 年正式上市的顏料，它可以取代自天然祖母綠研磨而成的綠。色澤美麗，並且穩定、乾燥性佳，不過價格稍高，有毒。

委羅尼塞綠 (Veronese Green)：19 世紀時方才研發出來的工業色料，它有其他綠色無可匹敵的美麗色相，然而卻極不穩定又有毒。

## 2.3 數位影像與數位色彩

### 2.3.1 數位影像

透過數位列印輸出程序的所製作出來的影像，絕大部分都是點陣影像。點陣影像由一連串的像素 (pixel，為 picture element「圖像元素」的縮寫字) 所組成，一個個像素點依序配置在一個個矩形網格上，亦即像素點的矩陣圖。每個像素內容都可以依據色彩與明暗值來定義 (Johnson, 2005)。

#### A. 像素

像素是構成點陣圖影像的基本元素，像素本身沒有形狀，只代表一個小點。每個像素中都內含了二進位型的數字，稱為位元 (bit) (Johnson, 2005)。位元數越大，則攜帶越大的資訊量同時使得影像越細緻、色調越豐富。

#### B. 檔案解析度與影像解析度

數位點陣影像的解析度就代表此檔案的像素數量，也就是所謂的「空間解析度」(spatial resolution)。當掃描影像時，若該影像橫向及縱向每一英吋內各含 100 個像素點，則此檔案解析度即為 100ppi (pixels per inch，每英吋像素數)。但印表機的解析單位則是 dpi (dots per inch，每英吋墨點數) (Johnson, 2005)。影像的解析度高低，部分決定了影像的品質與精緻度。特定面積裡所擁有的像素數量越高，影像的品質也越高，而檔案也越大。

要進入數位影像的色彩模式前，需要先理解色域的概念。最具代表性的色域系統為 CIE 標準色度系統。此系統提供了一個方法可以精確的為每一種顏色定名，同時也涵蓋了所有人眼能辨認的可見光區域。目前影像的技術發展並不足以模擬出一個真實的顯色系統可完全符合人眼可見的範圍，以最常使用在顯示器上的 RGB 色彩模式為例，其實只包括了完整可辨色域中的一小部分的色彩。

### 2.3.2 CIE 標準色度系統簡介

CIE 表色法基本上是以楊—賀姆赫茲（Young-Helmholtz）的三色理論<sup>7</sup>為藍本，用光學的方法作為測試、紀錄與數值的一種表色法（鄭柏左，2004）。此表色體系於 1931 年由 CIE（國際照明委員會）推廣，被廣泛運用於工業製品到一般性領域上。

#### A. 等色函數

等色函數是經過等色（color matching）實驗而來。等色實驗運用如圖 2-11 的二分割視野來進行。在一邊的視野上（測試視野）提示任意波長的光譜光  $F_\lambda$ ，此光譜光基本上是一種單位能量源，而其光譜光的能量事先已被測定。

另一邊視野上則提示由三原色紅（R，波長 700nm）、綠（G，波長 546.1nm）、藍（B，波長 435.8nm）的光譜光加法混色所做出的色彩，此為混色視野。如圖 2-12：

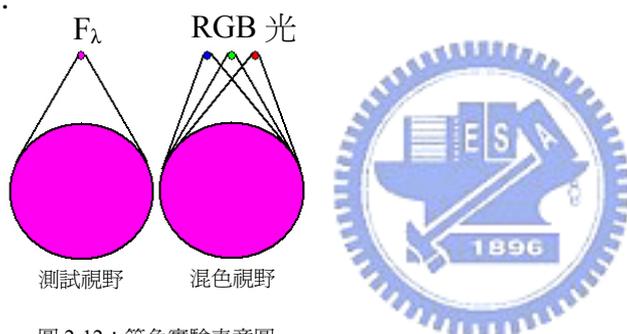


圖 2-12：等色實驗表意圖

決定好原刺激單位後，以光亮調節器調整各原刺激「R」、「G」、「B」的光量，以使原刺激「R」、「G」、「B」的光譜光混色所得的色彩，能與測試視野的光譜色  $F_\lambda$  的色彩相同。若以  $r$ 、 $g$ 、 $b$  代表各色的混合量，則表示等色成立時的等式如下：

$$F_\lambda = rR + gG + bB$$

此時的混合量  $r$ 、 $g$ 、 $b$  稱為等色係數，而任意波長各利用 R、G、B 三色所混合的所有混合量，即是 RGB 表色系的等色函數（color matching function），如圖 2-13：

<sup>7</sup> 湯瑪士·楊（Thomas Young）發現了紅、綠、藍三種色光混合，便能產生各種色感覺，於是發表了「色覺三原色理論」。1896 年賀姆赫茲（Helmholtz）再度強化了三原色光理論，因而合稱為「楊—賀姆赫茲色彩視覺理論」。

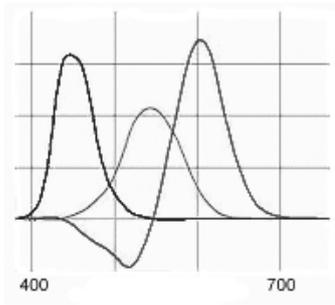


圖 2-13

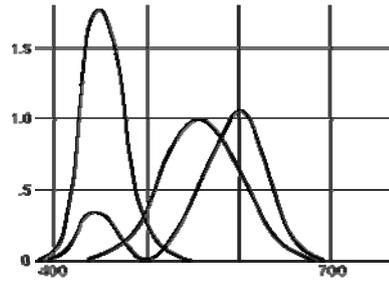


圖 2-14

當我們觀察圖 2-13 時，會發現曲線  $r$  有部分落入負值。因為等色函數遵守線性代數的規則，因此只需要有一組等色函數，即可用線性轉換的方式使用已知的另外三色光投射到此三色所建構的等色函數系統。為了使所有的等色函數曲線轉為正值，並且其中一函數符合  $V_\lambda$  函數，因此將等色函數轉為圖 2-14。因此 CIE 選用了三個不可能實踐於物理界的原刺激光源，來涵蓋人類能看見的所有可見光區域。

## B. CIE 色度圖

用  $x$ 、 $y$ 、 $z$  表示紅、綠、藍的數量比值，而此三個數值存在  $x+y+z=1$  的關係。因為如此一來就可以將原本三維的色彩空間，簡化為二維來表示（ $z=1-x-y$ ，因此可被省略），而這裡的  $x$ 、 $y$  稱為色度座標。

將此色度座標表示在平面上的圖叫做 CIE 色度圖（chromaticity diagram），可以顯示色相和彩度。如圖 2-15：

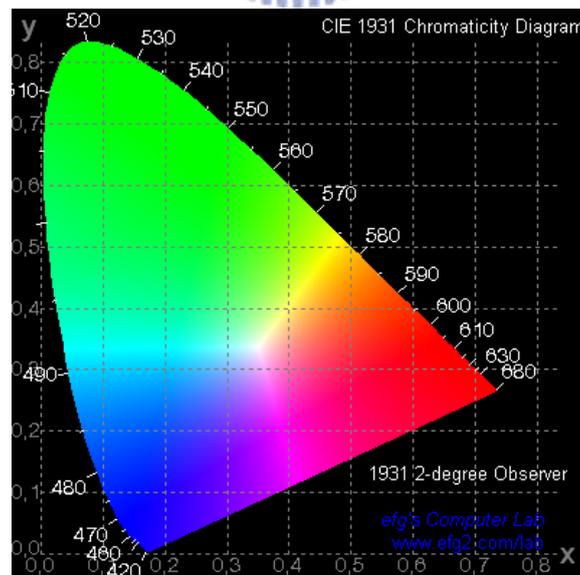


圖 2-15：CIE 色度圖

資料來源：[www.efg2.com/lab](http://www.efg2.com/lab)

將光譜色度座標的色度點，依可見光譜範圍內光譜光的波長的順序所連結

而成的馬蹄形區域，叫做光譜軌跡。但這個光譜軌跡對外卻是開放的，所以由可視光譜兩端的色彩，經加法混色產生的紫色直線軌跡將之連結封閉。此範圍便是 CIE 表色系統所能表現的色彩範圍。大約位於色度圖中央的點 ( $x=0.333$ ,  $y=0.333$ ) 為白色（無彩色），由此點起，飽和度朝光譜軌跡方向增加，為鮮豔的色彩就分布在光譜色也就是外環區域上（山中俊夫，2003）。

另外在 CIE 色度圖上的任兩點（A, B）混色的結果必落在該兩點連成的直線上，同樣的，三點混色的結果也會落在此三點連成的三角形內。

### C. CIE 色彩空間

CIE 色彩空間座標是由明度（\*L）和互補色軸：紅—綠（ $a^*$ ）和黃—藍（ $b^*$ ）構成三維色立體空間，再構形色相和彩度的特質（徐明景，2001）。

#### 2.3.3 RGB 色彩模式

RGB 色彩模式，即是根據色光三原色理論發展出來的色彩系統，利用正方體的長、寬、高代表 R、G、B，長、寬、高的交點，黑色的立體對角頂點正是白色。因此長寬高形同三維座標軸，黑色象徵三維座標原點，R、G、B 軸以 0 值從原點開始，灰階正好是從原點到對角頂點白色所連結的對角線。所有色彩都在這個立方體上或是內部，因此每一個色彩都可以向量的方式表示。下兩圖以不同角度呈現 RGB 色彩空間。

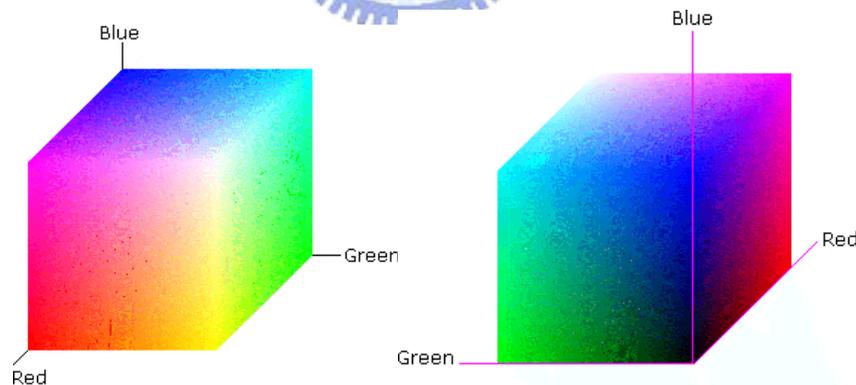


圖 2-16：RGB 色彩空間圖

資料來源：[msdn.microsoft.com/library](http://msdn.microsoft.com/library)

RGB 色彩模式組成的全彩影像就可以用這個色立體的向量組成，如圖 2-16。而且每一個原色值都會落在三條軸上，因此就利用每一色彩中的 RGB 的值傳送給 RGB 顯示器時，顯示器就利用三個值重新組合一個色彩影像（鄭柏左，2004）。

RGB 色彩模式非常接近人類視覺系統，屬於加法混色法，適用在顯示器

上。像是生活中的電器或是其他視訊媒體、包括電腦影像應用軟體，都是以 RGB 色彩模式作為基礎。但這種色彩模式的缺點是不能直接使用在印刷或列表工作上。

數位影像的顏色以像素呈現，一般而言，像素中的單一顏色至少得包含 8 位元<sup>8</sup>的資訊量，也就是有 256 階明暗，如此一來影像才能達到相片級寫真或連續調的影像細緻度。因此當我們以 RGB 三色（每個成分 8 位元）來表色時，則會有一個 24 位元的彩色影像，各色各有 256 階的明暗調子。全部整合起來的結果使得 RGB 色彩模式的顏色數量共有（ $256 \times 256 \times 256 = 16,777,216$ ）167 萬色。

### 2.3.4 色域限制

眾多不同的色彩空間之間有一個重要的區別特性：色域（color gamut）。色域定義了整個色彩空間的可能色彩範圍，它也適用在螢幕與印表機之類的裝置上。色彩空間的色域越大，則它所包含的色彩也越豐富（Johnson, 2005）。

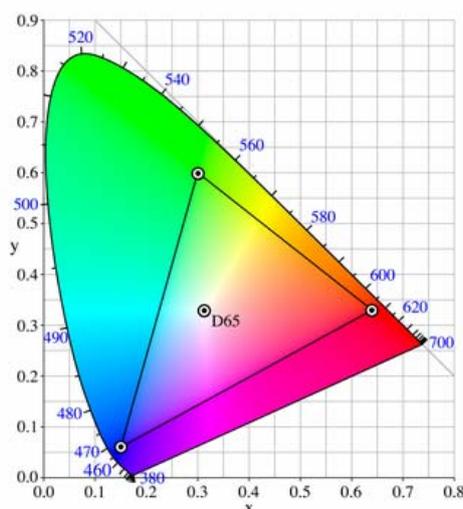


圖 2-17：CIE 色度圖與 RGB 色域之比較

從色域範圍的角度看來，人類色彩知覺的範圍相當寬廣，即等於 CIE 色度圖。因此將它拿來和 RGB 色彩模式互相比較，圖 2-17 中的三角形面積即代表 RGB 色域的表色能力，比較之下可發現後者遠不及眼睛實際所看到的色彩。

### 2.3.5 數位影像系統的發展

由上對色域的介紹可以知道，當我們使用越多顏色混色時，我們能在 CIE 色域上所框出的範圍也越大，也就是此混色系統能夠表現越多的色彩。但是目

<sup>8</sup> 因為二進位系統的乘幂底數為 2，所以位元之間的倍數增加為  $2^{n+1}$  倍。例如 1 位元= $2^1$  階，2bit= $2^2$  階，8 位元= $2^8$  階=1 位元組（byte）等。

前數位影像無論是在電腦螢幕或是彩色輸出的裝置中，普遍以 RGB 三色或是 CMYK 四色做混色，因此從上面的圖可以看出，相較於現實世界，數位色彩只是所有色彩世界中的冰山一角，若要使用數位色彩再現影像，難免會因為壓縮色彩而導致色彩資訊流失。舉例而言，在物理界中不能被 RGB 系統表示的顏色，也就是游離在 RGB 色域之外的顏色，一定要經過適當的轉換，才能被塞入較小的色域中，顏色就因此被扭曲了。

這在處理繪畫的數位化複製時會遭遇到很大的挫折，很多人都有經驗當觀賞複製作品特別是網路影像時，會很沮喪的發現，和原作相較之下，複製影像的色彩會有相當失真的情況。這之中包括多方的問題，除了掃描技術粗操不能準確把握原作色彩；為了適應網路頻寬，壓縮檔案而揚棄的色彩資訊；或是因為數位色彩的限制而扭曲變色，這些等等的理由都是本研究的疑慮。

然而即使如此，繪畫作品的數位化必定會是未來的趨勢。首先那些經典的繪畫作品經歷了長久的時間流變，隨著時間過去，每一分每一秒都在逐漸凋零。完善的保存並不是萬靈丹，能讓作品返老還童，頂多只能讓它們盡量維持原樣，然而如何將之化為永恆，這是繪畫收藏者最大的問題。而因為電腦硬體和軟體的設備日漸優化，使得將繪畫完善的電子化收藏漸趨可能。另外，數位化的繪畫作品除了利於保存外，透過網路的普及，更能達到分享和傳播的功能，或是像是本研究所作的，用數位的方式去分析畫面的元素。

接下來要介紹的更進一步影像擷取方式主要的進步，首先是借重比色法<sup>9</sup> (colorimetry)，或是分光光度儀<sup>10</sup> (spectrophotometry)，即可從事以色彩的光譜為基的影像處理技術，亦即測量分析繪畫作品的反射光譜，以複製光譜為色彩複製的基礎，例如多波段可見光譜成像 (multi-channel visible spectrum imaging, MVSI) 技術。這樣能夠較精準的把握影像的顏色特別是繪畫作品的用色。

簡單的舉例說明，目前一般使用的掃描器是首先將光線打在待掃描物上，然後透過三色濾鏡，也就是紅、綠、藍濾鏡，收集這些反射的光線，再將這張影像的所有色彩資訊轉化為紅綠藍三個值。而從上文所述的色域限制我們可以看出，以紅綠藍三點為基的模型，所包含的三角形面積和 CIE 色度圖整體的色域面積有很大的落差，意即紅綠藍表色系統的色彩數量，佔人類整體色彩知覺中非常有限的一塊空間。因此理論上，若是我們使用更多的色彩作為表色的基礎值，我們就能在 CIE 色度圖的色域上框出更大的面積，亦即更貼近人眼觀看物理世界的真實色彩。

<sup>9</sup>測定可見光譜波長和強度的方法

<sup>10</sup>用作分光測色法的儀器，測量待測光的頻譜分布，或是被測物體的頻譜反射或穿透率之後，再計算出色度值。

## A. 以光譜為基的色彩複製與多頻表色系統

傳統攝影技術的主要問題是因為條件等色<sup>11</sup>而導致的色彩失真，因此在不同的照明或是不同觀測者之間，就會因其光譜和原作的相異。所以，透過傳統的攝影和印刷技術，不可能完全正確的複製原作（Berns, Imai, Burns, Tzeng, 1998）。

唯一能夠確認不管是在不同照明或是在不同觀測者間都能維持相合色彩的方法，那就是使用光譜相合的方式再製測色值。

### 分光測色法

測色的方式，可利用三稜鏡或是光學濾色片等分光元件，將輸入光線的光譜分解成為可見光的連續光譜。讀取到連續光譜後再將之切割成多個頻道，而光譜的準確性則依切割的段落數而變動。理論上在 400nm 到 700nm 的可見光譜中，每間隔 5nm 取樣，則可以幾乎完全正確的描述整個光譜，然而這樣需要切分 61 個頻道（channels）（Berns 等人，1998）。每多一個頻道，則會增加取樣的成本。因此在考量成本和正確性之間的取捨後，減為 6 至 7 個頻道是目前常用的分光測色數值。

### 多頻表色系統

所謂的頻道就是作為混色基礎的色彩，舉例而言，RGB 表色系統即為一個三頻的系統，在此系統中的所有色彩都是用紅光、藍光、綠光三者的數值所表示。若是以色域的概念理解，一系統中所表示的色相總數，即為此系統中的所有頻道所相連的範圍，以 RGB 系統為例，則是以紅、綠、藍三色為三個頂點的三角形色域。因此若頻道越多則可以劃出的範圍也越大，表示此系統顯色能力較佳，涵蓋的可見色光也較多。

多頻的表色系統是目前數位影像技術發展的潮流，通常是在已知的紅、綠、藍三頻上再加入淡藍色或淡綠色濾鏡。主因是由於目前的技術在藍色調的表現上較為不足，因此多加淡藍色濾鏡來擴充藍色部分的色域範圍。加上淡綠色的原因則是因為人眼對於中波段長的光線敏感度最高，而中波段的光線剛好落入綠色的範圍，因此為了配合人眼的敏感度，加入淡綠色濾鏡以擴充綠色的色域。

<sup>11</sup>所有顏色的感覺，都是由於光打在物體表面經過吸收和反射，最後投入網膜並且讓其上的感應受器興奮所產生的結果，所以不同條件的光都有可能引發人眼有同樣的反應。舉例而言，上述的等色實驗中，我們要求受測者使用多種原色光，去混合出某任意波長的光譜光，分析這兩種顏色的光譜組成非常不同，然而受測者卻能夠認定它們看起來一樣，或是例如牆壁上的黃、以及螢幕上的黃可以看起來感覺差不多，但是本質上卻是相異的。具有同樣顏色的直覺，但在物理上的組合是完全不同的，這樣稱作條件等色、或同色異構。因為人眼有這樣的特性，使得各種顏色顯示成為可能。

## B. 以光譜為基的影像擷取技術

在很多博物館中，影像擷取系統中的弱點通常是將這些擷取下來的影像放入像是 Adobe Photoshop 之類的影像處理程式中，然後手動的靠視覺去校正色調或色彩的平衡。雖然這樣做可以造成悅目的結果，但是這並不能完全的在色彩的正確性上達到令人滿意的應用，特別是數位化存檔的藝術作品 (Imai & Berns, 1998)。

### VASARI 系統 ( Visual Arts System for Archiving and Retrieval of Images )

1989 年歐聯 ( European Union ) 與英國國家藝廊 ( National Gallery, London ) 共同研發了第一套數位存取系統，稱為 VASARI 計畫 ( Saunders & Cupitt, 1993 )。此計畫發展了一套測色的掃描系統 ( a colorimetric scanner system ) 直接的取得數位影像。測色的色彩再現 ( colorimetric color reproduction ) 是當照明光相等時，依據條件等色的配色原理來達成配色之色彩再現型態 ( 大田登，2004 )。它提供了比傳統底片更高的色彩正確性和解析度，並且直到 1992 年都有在技術上不斷發展。

VASARI 系統使用商業用攝影機 Kontron ProgRes 3000，解析度為 3000 x 2320 pexls。這個掃描系統的鏡頭可以橫越畫面上方，隨意移動到數個位置擷取影像，以七個濾色片捕捉影像 ( Farrell, Cupitt, Saunders & Wandell, 1999 )。所以產生每一公厘有七個光譜波段，用每一塊 20pexl/mm 的高度解析度的小方塊拼湊起整張畫面，這足夠偵測到畫作上只有 0.1 公厘寬的小小裂痕。這些捕捉到的光譜影像最後會一塊一塊的縫合起來，然後變成一張完整高解析度的影像。測定後的資料會被轉化到 CIE 色彩空間中的  $L^*a^*b^*$  值表示。

利用黑白相片鏡頭和七波段的濾鏡，黑白相片的鏡頭捕捉畫面中的明度資訊，也就是 CIE  $L^*a^*b^*$  中的  $L^*$  值；而利用多重波段的濾鏡捕捉的是色相資訊，也就是  $a^*b^*$  值。這些值涵蓋了從 400 到 700nm 的可見光譜。原本此系統有 11 個濾鏡用作完整的光譜再現。J. Hardeberg 做了一個分析發現每一個像素使用 7 個濾鏡和 12 位元的資料，就可以做出非常正確的光譜重建率。這是因為傳統的繪畫在顏料上傾向有平滑的光譜屬性，而有趣的地方在於，這並不能用在現代繪畫中，因為現代繪畫愛好使用螢光性的丙烯酸或是其他媒材。進一部分分析顯示出，雖然縮減至七個濾鏡會損失一些色彩資訊，然而和花在收集額外資訊的時間的比例相較之下並非不合理。儲存每個擷取影像的像素的計畫當檔案過大時也會遭到揚棄。

掃描後產生的檔案非常大 ( 接近 1Gbyte )，可用作出版印刷、科學分析和保存，研究表面值感和色彩變化等 ( VASARI System,

<http://scien.stanford.edu/class/psych221/projects/99/khaworth/vasari.htm>, 1999)。

## MARC 系統 (Methodology for Art Reproduction in Color)

MARC 系統和 VASARI 系統非常類似，除了一些機械系統，例如光照系統或是掃描區域有進一步的改良。

比較大的特色是 MARC 系統會產生一組查詢色票去轉變從 CMYK 座標影像來的 XYZ 座標。這是為了印刷而來的動作，只要使用指定的紙和墨水，並且指定某一色域的色彩，一個自動等色程序就可以被啓用。出版色票印出了個別色彩的校樣，可以對照其後的影像。產生的 MARC 印刷是優秀的等色印刷，特別是在繪畫中較亮的層次 (MARC System, <http://scien.stanford.edu/class/psych221/projects/99/khaworth/vasari.htm>, 1999)。

## 應用

時間過去，繪畫會以數種方式凋零。掛在教堂中的繪畫會因為蠟燭的煙燻產生傷害，造成它們看起來都像是只用黑和褐色繪製，很多顏料也會因為時間而黃化或暗化。甚至只是單純的將畫從一處移到另一處也會造成畫面龜裂。其他更嚴重的損害，很多送至博物館裡的繪畫都已遭受大規模的水害、發霉、穿孔或是布料被撕裂。

如果繪畫因為灰塵、發霉或是蠟燭煙薰而發黑，實際的修復使利用化學清理可以完成。修復員會一小塊一小塊的清洗，直到整張畫乾淨為止。這是耗時並且時常是不成功的一種做法。在某些作品中，水害或是穿孔，當被修補失落的片段時，會交由某位藝術家填滿。這同樣冗長的過程，並且牽涉到要假設當時的繪畫和藝術家的風格。這兩種修復的企圖都會被一些認為，藝術品的年代也是部份的藝術價值的人反對。

數位影像分析是一種不侵入的方式研究繪畫，並且也研究它們如何歷經時間而改變。倫敦博物館曾進行的計畫「歲月 (ages)，鈷藍的補片」，就是此種研究方式的應用。鈷藍是一種顏料，已知會隨著時間的長短而變褐。此計畫深入研究一張繪畫中色彩補片的屬性後，發現原作色彩的成分是藍色，不是褐色。再利用數位復原技術，顯示繪畫剛被創造時看起來如何。倫敦在 2000 年的展覽「時間 (time)」，即是倫敦博物館利用鈷藍分析，展示當繪畫隨時間改變時的歷程。

此技術也可以追蹤未來顏料的整體改變，不同年代擷取的繪畫數位影像可以被拿來紀錄年度之別，而且部分顏料泛黃程度變化也可以在 CIELAB 中的 \*b 值追蹤。圖 2-18 (A) 是一張繪畫剛進入博物館時，受到蠟燭煙薰損害，圖

2-18 (B) 是數位修復的結果，圖 2-18 (C) 則是這張繪畫實體的經過化學清理的工作。



圖 2-18 (A)



圖 2-18 (B)



圖 2-18 (C)

資料來源：<http://scien.stanford.edu/class/psych221/projects/99/khaworth>

畫上的小裂痕是導因於繪畫移動時的壓力所致，高階數位影像掃描系統可以刪除小於 0.1 mm 的小裂痕。軟體發展出可以尋找裂痕的模式，和型態分析。圖 2-19 (A) 是繪畫原圖，圖 2-19 (B) 則是經過數位修復後，小裂痕被移除，然後創造出更平順的影像。



圖 2-19 (A)

圖 2-19 (B)

資料來源：<http://scien.stanford.edu/class/psych221/projects/99/khaworth>

另外，這些系統可以支援 X 光和紅外線的掃描，和可見光結合，這可以對繪畫作更全面的分析。另外，因為高度波長的紅外線光，使上層的畫作變透明，這可以顯露出在作畫之前藝術家所製的炭筆素描，對於藝術家的原本創作意圖提供更多的研究資訊，任何修改的意圖、和任何後來藝術家附加的更動，最明顯的就是裸像的裹腰布，那時常是後來加到裸體畫上的。圖 2-20，上面是紅外線影像以及加上原本的素描，藝術家畫的一個青少年最後被換成一個男人在右邊。



圖 2-20

資料來源：<http://scien.stanford.edu/class/psych221/projects/99/khaworth>

X 光也可以用在 VASARI 系統，會顯示出繪畫的細部結構，像是木框、釘子之類的。

現在有很多線上博物館，在大多數情況下，它們提供低解析度的影像，並且即使放大也不會產生更高的解析掃描。對於藝術史課程而言，當繪畫需要分析時往往需要更多的細節，這些掃描來的繪畫可以放在網路上增進教學品質。只有少數博物館願意將某些繪畫的細部，以高解析度放到線上，供大眾觀賞分析。

高解析度的分析也可以用在真實的博物館中，一個螢幕可以懸掛在繪畫前，描述繪畫並且准許觀者自行去放大特定部位，如圖 2-21 (B)，此功能對於藝術風格的藝術鑑賞有很大幫助。就像是每個人只要擁有一本書，就可以逐字的去分析品嘗一首詩一樣，任何人都有權限在網路上研讀繪畫的所有細節而不用具備藝術史背景的背景限制 (APPLICATIONS, <http://scien.stanford.edu/class/psych221/projects/99/khaworth/apps1.htm>, 1999)。



圖 2-21 (A)



圖 2-21 (B)

資料來源：<http://scien.stanford.edu/class/psych221/projects/99/khaworth>

以上的數位色彩複製技術都尚在持續發展中，可以預見未來的數位影像技術會漸趨完善，本研究所採用的數位影像仍是目前最通行、但不是最理想的 R、G、B 三頻格式，因此所得的結果僅能提供參考，尚不足成爲藝術史研究直接可引用的數據，但是由於高標準的數位色彩格式勢必成爲日後通行的主流，在本研究所累積的數位繪畫色彩分析的程序與心得，只需在工具程式上略加調整，即可完全應用到新格式的分析，有朝一日類似本研究所進行的色彩分析工作將成爲像碳 14 同位素，或其他分析化學的鑑識程序一般，爲藝術史學者所倚重的工具。



## 三、研究方法

本研究所針對分析的對象是西方繪畫的數位影像，因此首先從專門的網站上下載大量的繪畫數位影像檔案。如此多量的檔案若是盲目的從中尋求關聯，將是耗時費力卻又缺乏效率的做法，因此我們嘗試由繪畫本身的客觀條件出發，進一步尋求繪畫的色彩內容和客觀條件之間的關聯。而所謂的客觀條件包括繪畫的表現主題、時空背景等等。我們將之分為三大類別，地區、時代和主題來作為統計分析時的三大因素，分類的標準將在 3.2 詳細說明。

接著，將這些大批繪畫輸入我們所開發的色彩統計程式中，有關程式的介紹則會在 3.3 交代。此程式能夠讀取每張數位影像所攜帶的整體的色彩訊息，包括對比值、飽和度、明度以及各色的使用程度等，並使之量化以數字的方式呈現。如此一來，我們即能夠運用統計的計量方式，以因素分析(factor analysis)來檢視繪畫色彩是否受到上述三大因素的影響。最後，我們亦可和文獻比對不同時代、地區和主題的色彩資訊，是否符合藝術史或藝術評論的風格描述。

### 3.1 資料處理

#### 3.1.1 資料蒐集



由專業藝術史網站 CGFA 統一存取圖片。CGFA 網址 <http://cgfa.sunsite.dk/>，由 Carol Gerten-Jackson 創立並且維持，為專業的藝術史網站。它以完善的收集和高度的影像品質聞名。而由於在此網站內的圖片，都是統一經由 Carol Gerten-Jackson 處理編輯，所以在影像來源上可確保樣本品質的統一，避免色偏的疑慮。

總共蒐集的影像數目是 5003 張，所有的影像分部的時間自 10 世紀到 20 世紀的美國 (America)、澳洲 (Austria)、英格蘭 (Britain)、丹麥 (Denmark)、荷蘭 (Holland)、比利時 (Belgium)、法國 (France)、德國 (Germany)、匈牙利 (Hungary)、愛爾蘭 (Ireland)、義大利 (Italy)、日本 (Japan)、蘇俄 (Russia)、西班牙 (Spain)、瑞士 (Switzerland) 等 15 國。

各國家的畫作數量不等，由下面的地圖依不同年代呈現地區與數量的關係。繪畫數量的多寡用不同層次的灰階表示，國家地域顏色越深的代表畫作數量越多，並且旁邊也附有各國畫作數量的標示，作為閱讀地圖時更進一步的解說。圖 1 到圖 6 分別是 14 世紀、15 世紀、16 世紀、17 世紀、18 世紀以及 19 世紀的地圖，因為在這段時間之前和之後的繪畫數量都非常稀少，不太具有代表性，因此沒有地圖標示。由地圖上色塊的浮現隱沒，可約略看出，每個地區

因時代遞嬗，重要繪畫產量的消長情形，亦可將此視為文化發展和藝術風氣流變的參考依據，更有幫助於我們認識繪畫作品。

另外要說明的是，雖然因為政治和歷史的演變，每世紀的國家疆域版圖應略有不同。然而依 CGFA 網站中提供的資訊，是以現今的國家名稱來標定畫作產出的地點，因此在這裡我們同樣也遵照網站所作的分類，在地圖的呈現上是採取現代的國界，而非各世紀的古地圖疆域。



圖 3-1：14 世紀的畫作分布

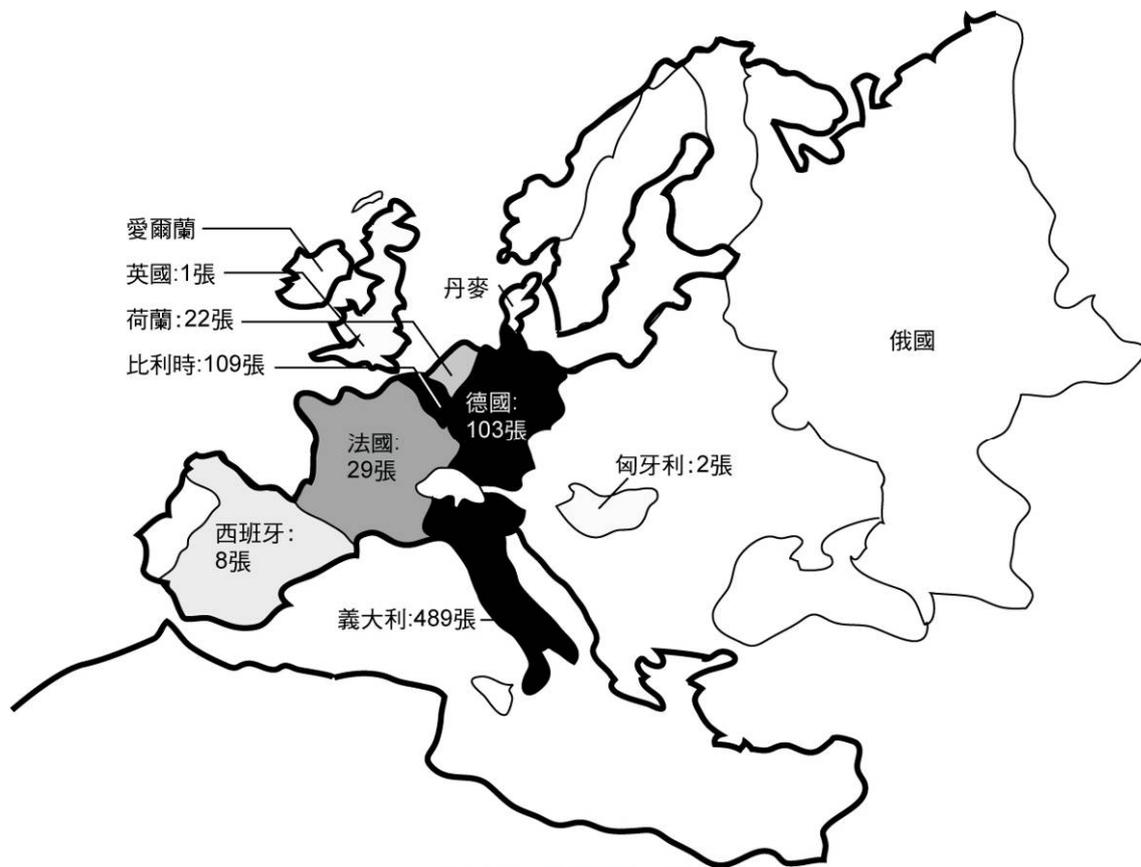


圖 3-2 : 15 世紀的畫作分布

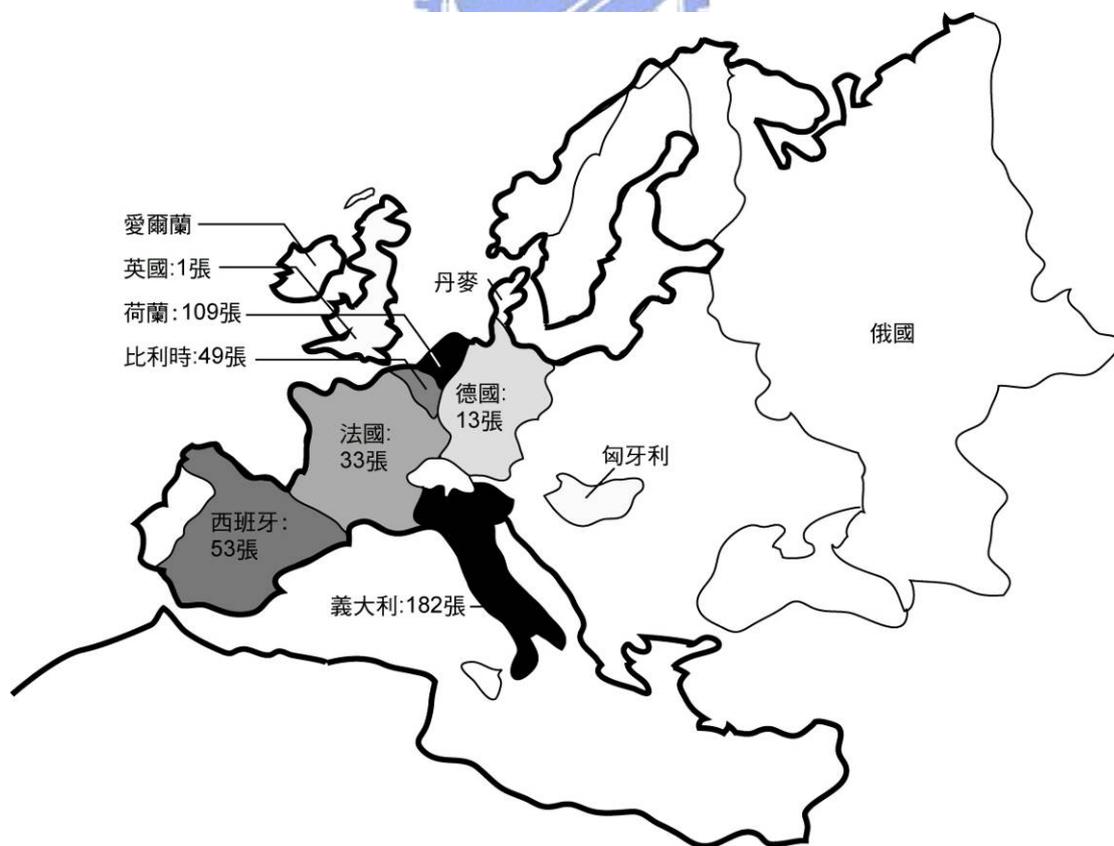


圖 3-3 : 16 世紀的畫作分布

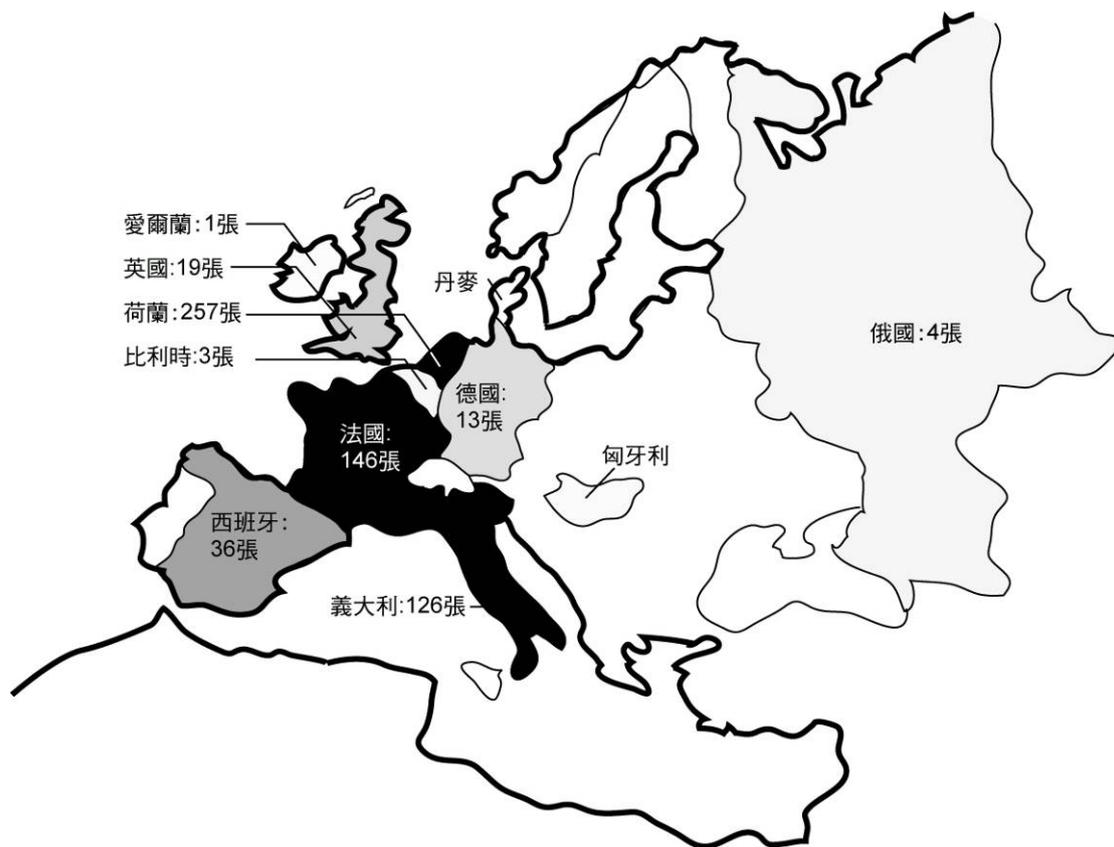


圖 3-4 : 17 世紀的畫作分布

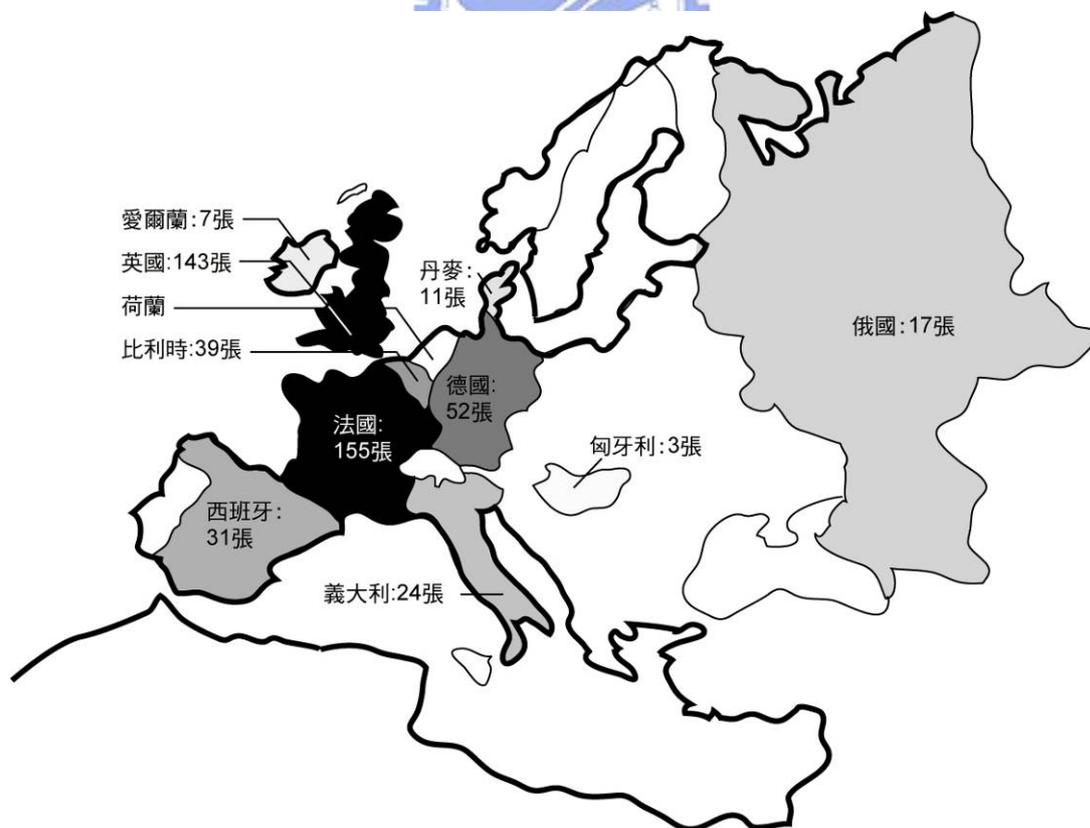


圖 3-5 : 18 世紀的畫作分布

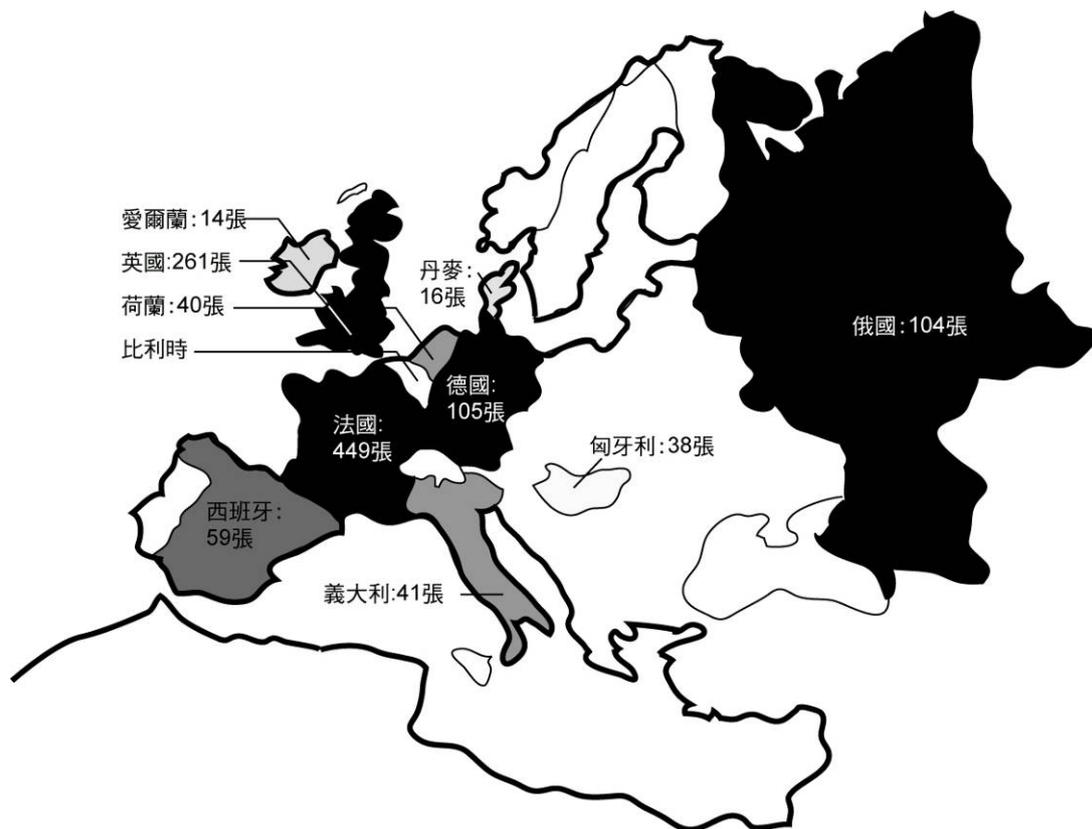


圖 3-6：19 世紀的畫作分布

### 3.1.2 資料分類

#### A. 地區

藝術家們的藝術表現以及用色風格，不僅反映出於本身的繪畫習慣，也是受到地域性的文化偏好所影響，乃至鄰近地區都產生類似的表現。然而以國界作為風格分類的依據並不妥當，主因是由於國界因不同時代的政治情形會有所波動。因此若要研究各種風格之間的色彩特徵，較佳的做法是以範圍較大的地區作為分類的歸屬。

本研究共歸納了 6 個地區：尼德蘭與法蘭德斯（Netherlands & Franders, 以下簡稱尼德蘭）地區，包括荷蘭和比利時；南歐地區，包括義大利；西歐地區，包括法國和西班牙；中北歐地區，包括德國、匈牙利和丹麥；俄羅斯地區，包括俄國；英國地區，包括英國與愛爾蘭。

幾個較特殊而不併入統計的國家，例如瑞士在地緣上應劃入中歐地區，但因本身的繪畫數量不多，因此在樣本數量過少的情況下，於是將瑞士的資料刪除。其次，美國和澳洲的繪畫風格傳統大多是沿襲自印象派，印象派繪畫的色彩使用非常特殊於古典歐洲的繪畫傳統，理應要特闢一個專區討論，但是本研究中並未鎖定細究印象繪畫的色彩，而是以總論綜觀的方式較全面的探討西方

繪畫的用色，所以也暫不處理美澳的繪畫。

## B. 時代

如上所述，原始資料的分布時間由 10 世紀到 20 世紀，數量依地區和時間變化。在六個地區中，又再度以繪畫的時代分類，以一世紀為單位，每一單位中若是繪畫數量少於 30 幅，如此統計資料過少即不太具代表性，所以將其刪除。

並非每一地區的藝術創作都會平均分布在所有的歷史發展階段，也就是說，每一個地區和時代不見得都會有足以統計的繪畫數量樣本。因此依照標準，某區的任一單位年代中，繪畫數量少於 30 幅即被刪除。

整理過後即為下方表格所呈現，原始資料被分為 6 地區，共 24 個項目。橫軸為世紀別，縱軸為地區別。數量則用○、◎、●等符號表示，超過 30-100 幅繪畫的以○代表之；100-200 幅以◎代表之；而 200 幅以上則以●代表之。

表 3-1：各年代與各地區之影像數量

地區 \ 世紀	3	14	15	16	17	18	19
尼德蘭地區	○	◎	◎	◎	●	○	○
南歐地區	○	○	●	◎	◎		○
西歐地區			○	○	◎	◎	●
中北歐地區			◎			○	◎
俄羅斯地區							◎
英國地區						◎	●

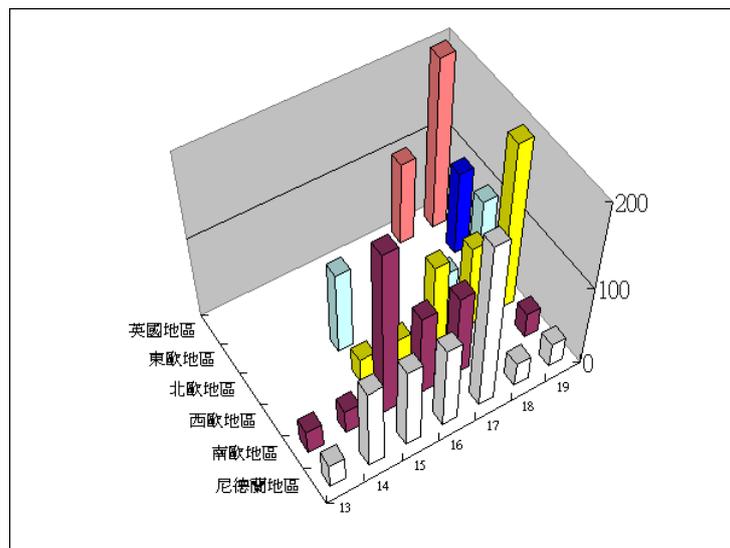


圖 3-7：各年代與各地區之影像數量長條圖

### C. 主題

除了地區和時代的分類之外，因為主題是導致繪畫色彩使用相異很主要的因素，所以在畫作的內容方面，我們也大略的依主題分為 11 種類別。然而繪畫主題有時並不能很果決的被判斷，時常有的情況是，單一幅繪畫常同時帶有多種內容的意味，因此分類的工作也變得格外需要關注。以下會對各種類別簡單的介紹，並且詳細說明各類別間判別的標準，並且加入例圖說明——



風景畫（landscape painting）最早於尼德蘭地區成爲一種獨立繪畫形式，用以描寫自然景觀的繪畫作品，並將自然當作繪畫的主題（潮江宏三，1996）。因爲易和風俗畫混淆，本研究特將畫面比例超過 1/2 爲人群者歸屬於風俗畫，小於 1/2 者屬風景。



圖 3-8：《Avenue at Middelharnis》，Hobbema, Meindert，1689，油畫，National Gallery, London

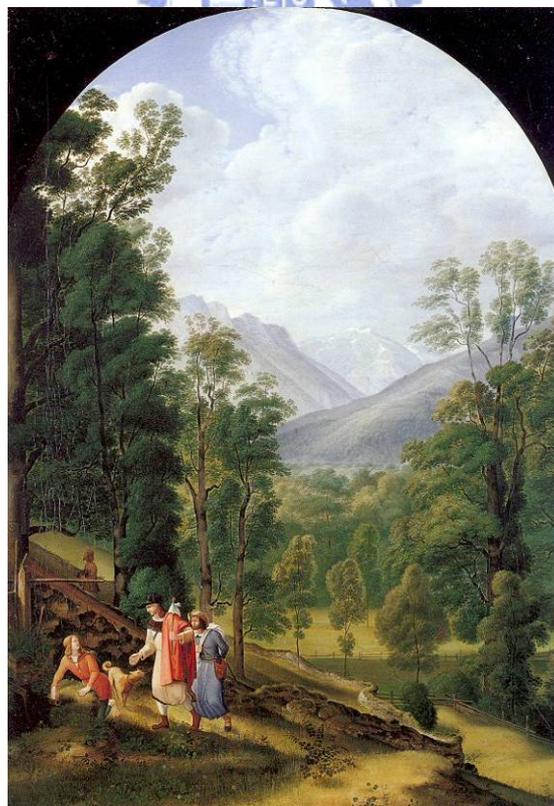


圖 3-9：《Landscape near Berchtesgaden》，Olivier, Johann Heinrich Ferdinand，1817，油畫，Museum of Fine Arts, Leipzig

資料來源：<http://cgfa.sunsite.dk/>

靜物畫（still life）以不會動的事物為繪畫主題的西洋繪畫之一門範疇，作品上所描繪的事物主要是與人們日常生活密切關連的周遭事物。Still life 由荷蘭用語演變而來，強調描繪事物的靜止性這一層面（中村俊春，1996）。



圖 3-10：《The Jade Flute No. 2》，MacDonald-Wright, Stanton，  
1941，油畫，私人收藏



圖 3-11：《Still Life with Dead Hare and Fruit》，Desportes,  
François，1711，油畫，The Hermitage, St. Petersburg



圖 3-12：《Two Shells》，Napoletano, Filippo，16 世紀，  
油畫，Palazzo Pitti, Florence



圖 3-13：《Vessels, Basket and Fruit (The Kitchen  
Table)》，Cézanne, Paul，1888-90，油畫，Musée d'Orsay,  
Paris

資料來源：<http://cgfa.sunsite.dk/>

裸像 (nude),「裸像」這個詞帶給人的印象,並不是蜷縮的、無助的身體,而是平衡的、豐盈的、自信的軀體,也就是重新構築的軀體 (Clark, 2004)。描繪人體於裸露時所展現的形態,以顯示人身的自然美感包括人體動作和肌膚質感,並且藉此表現人類思想的繪畫。很多畫家在處理希臘羅馬神話故事題材時喜歡將神祇繪成裸體的形貌,裸體象徵至上的美。

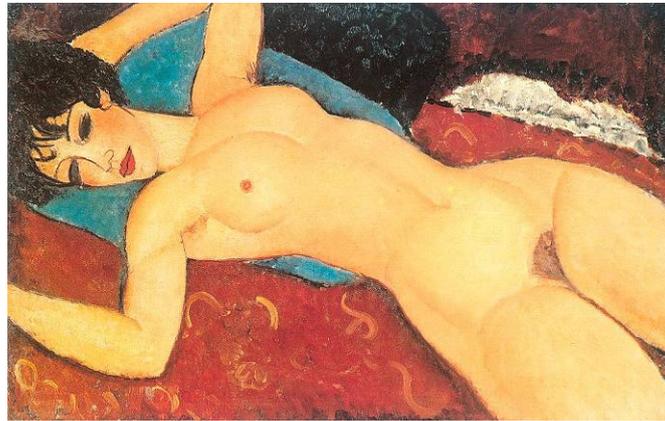


圖 3-14 :《Red Nude (Nude on a Cushion)》, Modigliani, Amedeo, 1917, 油畫, 私人收藏



圖 3-15 :《The Birth of Venus》, Cabanel, Alexandre, 1863, 油畫, Musée d'Orsay at Paris



圖 3-16 :《The Birth of Cupid》, Flora, Master of, 15 世紀末, 油彩木板, Metropolitan Museum of Art, New York

資料來源 : <http://cgfa.sunsite.dk/>

肖像畫（portrait）由拉丁文而來。肖像指的是描寫個人、並要求與對象相似。需表現出被描寫人物的獨特性、個性。亦即，肖像除了要求描寫面目、身體等人體特徵之外，還要透過表情、動作、衣著等將精神層面表現出來。不用說，頭部的描繪是創作者關心所在（高阪一治，1996）。



圖 3-17：《Woman with a Lyre》，Lefèvre, Robert-Jacques-François-Faust，1808，油畫

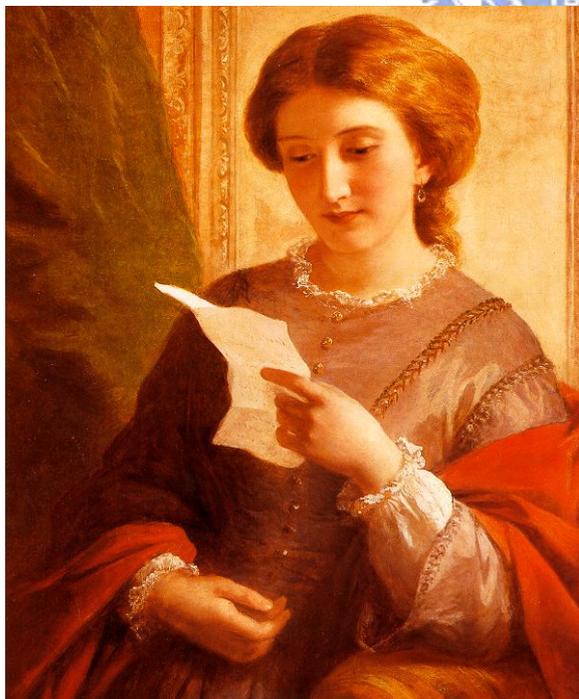


圖 3-18：《Girl Reading a Letter》，Chalon, Alfred，  
18 世紀，油畫

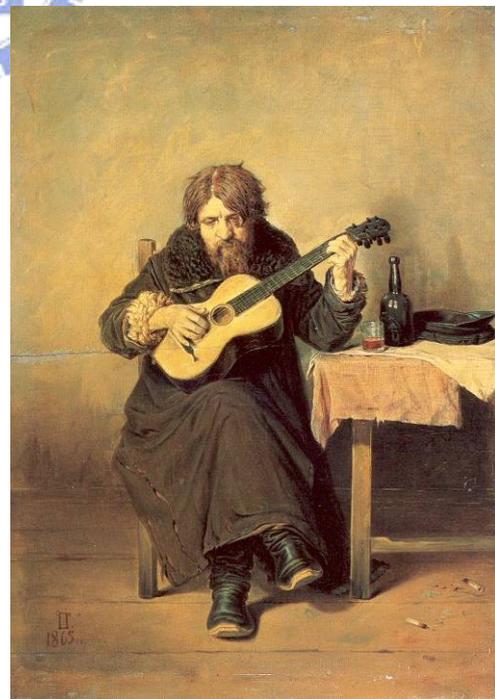


圖 3-19：《The Bachelor Guitarist》，Perov, Vasily，1865，  
油畫，The Russian Museum, St. Petersburg

資料來源：<http://cgfa.sunsite.dk/>

群像 (group portrait) 主題為人物，並且包含兩人以上的繪畫。群像類和風俗類在某種層面上非常雷同，乍看之下都是一群人在畫面上。本研究的分類中，群像畫是較著重於人物的描繪，包括表情的捕捉、身體的姿態、衣著飾品質感的描寫等等，而風俗畫雖然也是多人同時出現在畫面上，但較著重人們正在參與的活動。



圖 3-20：《Chancellor Séguier》，Brun, Charles Le，1655-57，油畫，Musée du Louvre, Paris

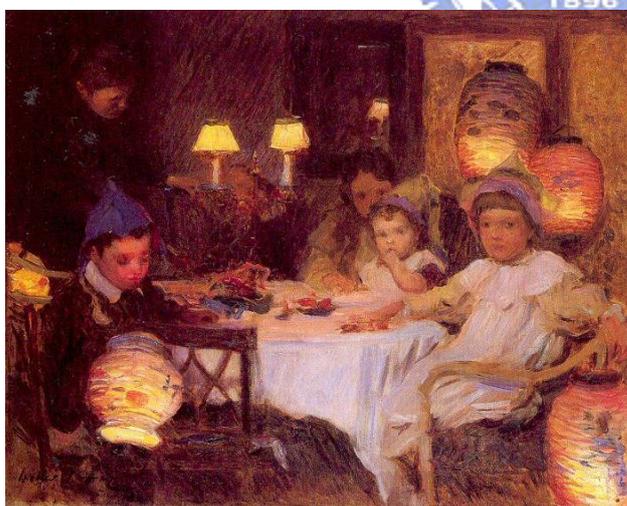


圖 3-21：《A Children's Party》，Osborne, Walter，19 世紀末，  
油畫，私人收藏

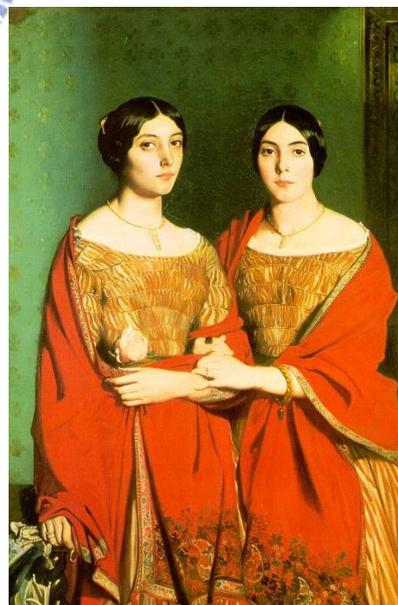


圖 3-22：《The Two Sisters》，Chassériau, Théodore，

1843，油畫，Musée du Louvre, Paris

資料來源：<http://cgfa.sunsite.dk/>

風俗畫（genre painting）就廣泛的意義來說，與其說是意味著處理風俗的繪畫，不如說是處理一般日常生活的繪畫主題（島本澆，1996）。同上面所述，和風景類有時會有重疊部分，此時人群比例大於 1/2 歸為風俗畫。另外，和群像類時常也模稜兩可，此時風俗畫以紀錄風土民情、及人們的活動狀況，例如看醫拔牙、飲酒作樂、放羊牧牛等內容，描繪對象自然不做作，即為風俗畫。



圖 3-23：《A Scene on the Ice near a Town》，Avercamp, Hendrick，1610，油畫，The National Gallery at London



圖 3-24：《The Folk Song》，Lega, Sylvestro，1867，油畫，  
Pitti Palace, Florence

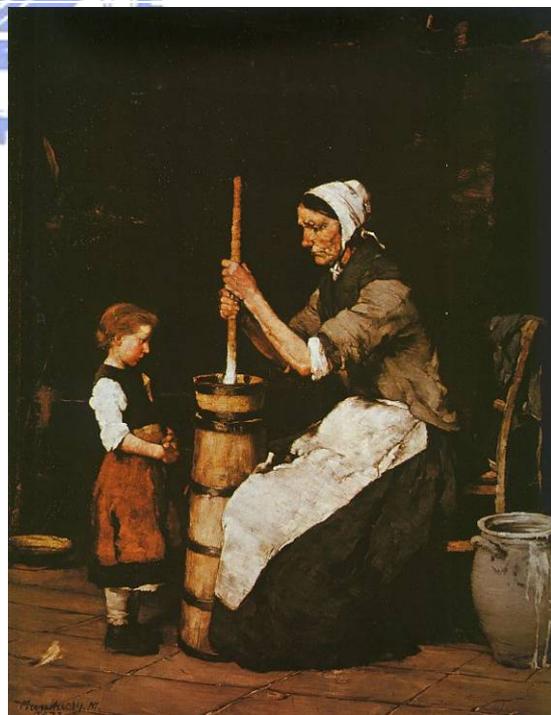


圖 3-25：《Woman Churning (Köpülő asszony)》，Munkácsy,  
Mihály，1872-73，油畫，Hungarian National Gallery, Budapest

資料來源：<http://cgfa.sunsite.dk/>

抽象畫（abstract painting）意指一種繪畫形式不以描寫真實世界的物相為主，而非具像並且客觀的方式，利用造型和色彩取而代之（Wikipedia, 2006）。

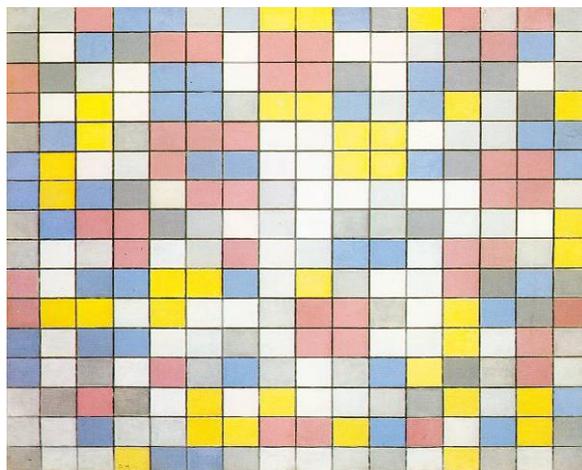


圖 3-26：《Composition with Grid IX》，Mondrian, Piet，1919，油畫，  
Haags Gemeentemuseum, The Hague

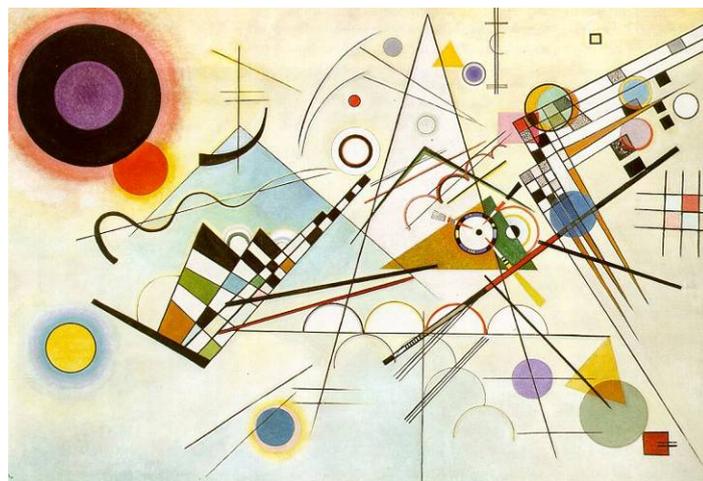


圖 3-27：《Composition VIII》，Kandinsky, Wassily，1923，油畫，  
Solomon R. Guggenheim Museum, New York

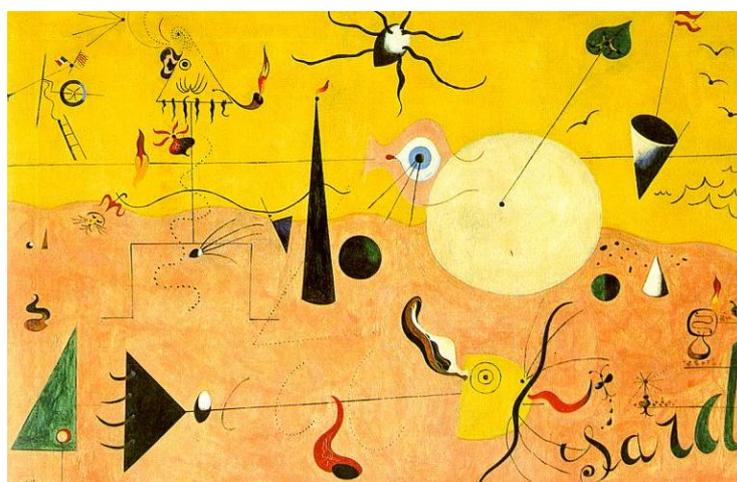


圖 3-28：《Catalan Landscape: The Hunter》，Miró, Joan，1923-24，油畫

資料來源：<http://cgfa.sunsite.dk/>

宗教畫（religious painting）題材的範圍是經過深思熟慮的，而且被認為適當的。絕大多數的畫根據《新約（New Testament）》和《舊約（Old Testament）》，尤其是根據基督早年生活、他施行的神蹟、以及圍繞他在十字架上受刑和復活的事件。但也有一些是描繪眾聖徒環繞聖母瑪麗亞和聖子的作品，還有單獨的聖徒像（Woodfort, 2000）。



圖 3-29：《Madonna and Child with Saint John the Baptist》，Bassano, Jacopo · 1570 · 油畫 · Galleria degli Uffizi, Florence

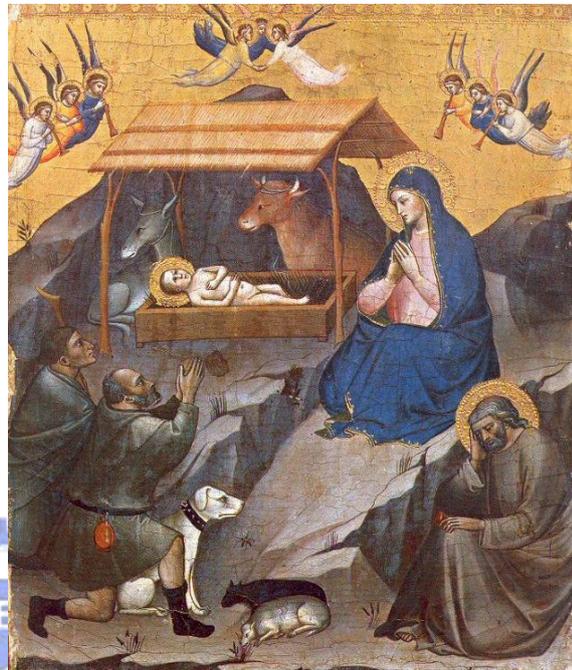


圖 3-30：《The Nativity》，Nardo, Mariotto di · 約 1385 · 木板蛋彩 · Vatican Picture Gallery

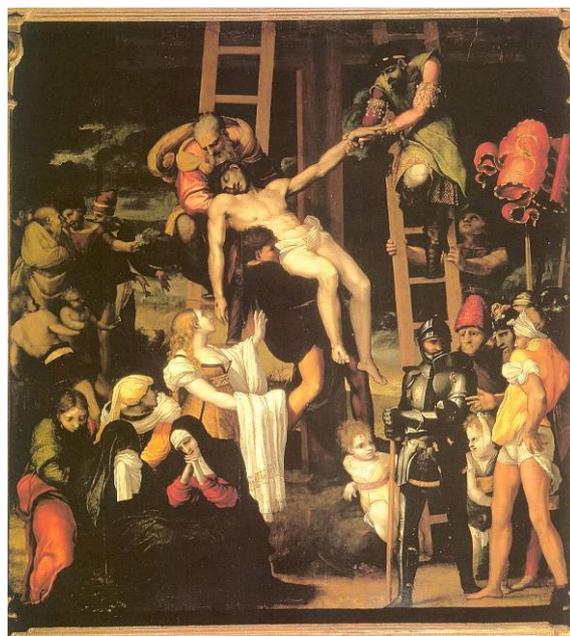


圖 3-31：《Descent from the Cross》，Machuca, Pedro · 1547 · 油畫 · Museo del Prado, Madrid

資料來源：<http://cgfa.sunsite.dk/>

神話類，由異教世界的眾神和豐富驚人的各類故事所組成的古典神話 (Woodfort, 2000)。另外，還包括了中世紀騎士與公主的浪漫文學為題材的繪畫。除上述兩者之外，其他畫面中帶有奇幻色彩的繪畫也被歸為神話類繪畫。



圖 3-32：《Cupid Sharpening his Arrow》，Natoire, Charles Joseph，17 世紀中，油畫，The Hermitage, St. Petersburg



圖 3-33：《Midsummer Eve》，Hughes, Edward Robert，1908，油畫



圖 3-34：《Le Belle Dame Sans Merci》，Dicksee, Frank，19 世紀，油畫

資料來源：<http://cgfa.sunsite.dk/>

歷史畫 (historical painting)，藝術家們受他們自己所處的時代，或受過去時代的歷史事件的啟發，主動的用繪畫形式記錄這些事件 (Woodfort, 2000)，表現出紀念史實的作品，即為歷史畫。從朗基努斯 (Cassius Dionysius Longinus, c. 213-273 CE) 的「論壯美」(On the Sublime) 到康德 (Immanuel Kant, 1724-1804) 的「判斷力批判」(Kritik der Urteilskraft)，都指出「壯美」或「崇高」(sublime) 感為一種美感的來源之一，因此在西方的繪畫傳統中，表現此種壯美觀的繪畫也獨成一種特別的分類。



圖 3-35：《The Raft of the Medusa》，Géricault, Théodore，1819，油畫，Musée du Louvre, Paris



圖 3-36：《The Fanatics of Tangier》，Eugène Delacroix，1837-88，油畫，The Minneapolis Institute of Arts

資料來源：<http://cgfa.sunsite.dk/>

## 3.2 演算方法

### 3.2.1 工具軟體 Color profiler 1.02

此工具軟體主要用途與開發的目的，是最節約但是有意義的方式，將一幅影像的色彩內容以有限的參數描述出來。

Color profiler 1.02 由本實驗室自行開發，為一個計算數位影像之色彩統計量的工具。它依照 HSB 的色彩空間針對數位影像產生四個向度的描述，分別為亮度、對比值、飽和度、拮抗 R-G、拮抗 Y-B 值。並且，針對不同風格的繪畫作品，可以選擇不同的加權模式，此舉可調整數值使之較符合直覺認知。Color profiler 1.02 具有批次計算的功能，對於讀取大量影像資訊的工作有非常大的助益，不但可以達到客觀的理解和比較繪畫作品的色彩內容，包括各顏色的施用量和所有色彩數目的使用量，也可以用統計的方式來區別出各種不同風格的用色特徵。

### 3.2.2 HSB 色彩空間簡介

HSB 色彩系統是以三個數值來描述一色彩，分別為色相 (Hue)、飽和度 (Saturate)、及亮度 (Brightness)。色相：就是何種色彩，例如紅色、藍色。範圍是從 0-360 或是 0-100%；飽和度：就是色彩的純度或鮮豔程度，飽和度越低的色彩顏色越混濁。範圍從 0-100%；亮度：色彩的明亮程度，範圍從 0-100%

HSB 色彩空間的概念，如圖 3-37 的圓錐體表示之。

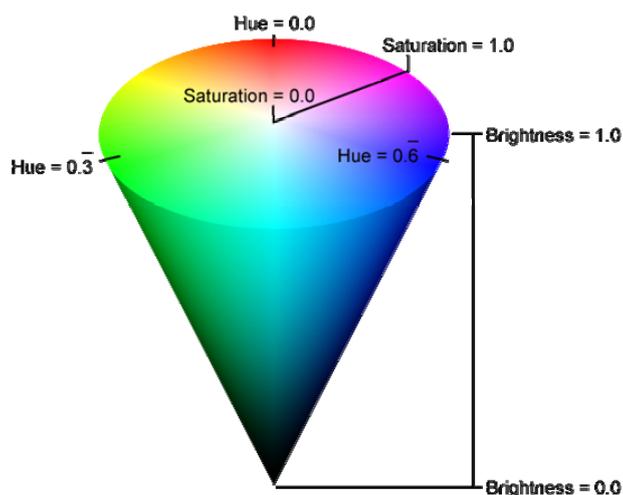


圖 3-37：HSB 色彩空間示意圖

此模型將 HSB 色彩空間現表現成一倒立圓椎狀的結構，各色相分布在這個

圓錐的平面外緣，飽和度則是用距離圓周的距離表達，越外緣色彩純度越高，越靠圓心飽和度越低，漸趨無彩色。而亮度則是從圓錐的頂點到圓面呈現遞增的趨勢，頂點為黑色，圓面的圓心為白色。

HSB 色彩表示法的優點，首先是較 RGB 色彩表示法更為符合人類直覺，利於使用者調整色彩、選擇色彩以及認識和理解色彩。另外此表色法和 RGB 表色法互換的計算容易，也就是說，也可輕易轉換成可以被顯示器所接受的表色系統。

### 3.2.3 統計數值對比值

先將彩色影像轉換成灰階<sup>12</sup>，再依各別需求以某 gamma 值作轉換（預設為 1.0），並簡化為某個灰階數（預設為 16 階）。然後再計算對比值，對比值定義傳統的算法是用最亮值減去最小值後，再除以整體的平均灰度。因此在此最亮值用  $B_{\max}$  表示，最暗值用  $B_{\min}$  表示，平均灰度則是用  $B_{\text{average}}$  表示，成為（1）式。

$$\text{contrast} = \frac{B_{\max} - B_{\min}}{B_{\text{average}}} \quad (1) \text{ 式}$$

$$\text{contrast} = (B_{\max} - B_{\min}) \times [1 - |A_{B_{\max}} - A_{B_{\min}}|] \quad (2) \text{ 式}$$

我們考量了面積的問題，加入了面積的權重，所以變為（2）式。在（2）式中， $A_{B_{\max}}$  和  $A_{B_{\min}}$  分別表示了最亮值和最暗值的面積，要注意的是，此面積為佔總面積的比例，應小於一。因此當最亮與最暗兩者面積比例相差越多時，與 1 相減後則值會越小，乘上平均亮度後的值也會越小，表示對比值較低。反之，若是最亮與最暗值面積比例越趨相等，則對比值較高。

#### b. 亮度值：

亮度即是單一數位影像中所有內含像素（pixel）的 HSB 的 B 值（亮度值）之平均。

#### c. 飽和度：

飽和度即是單一數位影像中所有內含像素（pixel）的 HSB 的 S 值（飽和度值）之平均。

#### d. 拮抗紅—綠值；拮抗黃—藍值：基於 HSB 色彩長條圖，HSB 色彩長條圖。

傳統的色彩長條圖是分 R、G、B 三張圖，在三槍分離的情況下，常不易看

<sup>12</sup> 將色彩影像轉換成灰階，指的是考慮到分光視感效率  $V(\lambda)$ （大田登，1994）。 $V(\lambda)$  所表示的是各光譜光對於刺激視覺系統的相對效能，亦即主觀明度感覺的基礎，是用來評價各種光源有關「明亮度」的特性的重要數值。

出一張影像色彩的實際分佈情形。而我們所發展的 HSB 色彩長條圖可以克服上述缺點，主因在於 HSB 色彩空間本來就較符合人類知覺。由 HSB 色彩長條圖，可以輕易判別原始影像的各色的使用情形，例如紅色使用多少、藍色使用多少等等。如圖 3-38：

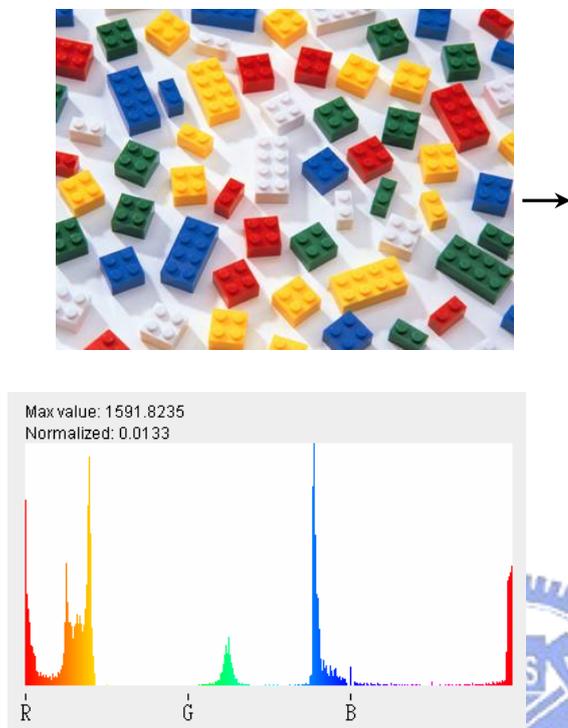


圖 3-38：由真實照片轉換成 HSB 色彩長條圖

將色彩數據定為拮抗紅—綠值、拮抗黃—藍值是基於 Edward Hering 所創的色彩對比論觀念。如圖 3-39：

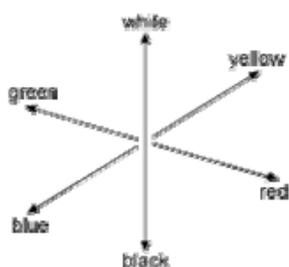


圖 3-39：Edward Hering 所創的色彩對比論觀念示意圖，具有三向度之拮抗值。

色彩對比論的色彩模型仿如一個空間座標軸，紅黃綠藍各分布在 X 軸與 Y 軸，任一軸的相對兩端點的顏色即是互補色，Z 軸是無彩色代表明度值。因為紅—綠、黃—藍位於同軸上，此兩組顏色彼此間有互斥拮抗的關係，也就是說，

一顏色在同軸上只有一個落點，不可能會同時偏紅又偏綠、或偏黃又偏藍。這樣對色彩的描述符合人類直覺對顏色的認識。拮抗紅—綠值以及拮抗黃—藍值。

整理上面所述，若要作一張影像的色彩平均，不可拿 RGB 值來平均，如此會出現不符知覺的色彩（常常是灰灰的顏色）。而我們以 HSB 色彩長條圖為基礎所算出來的拮抗紅—綠值和拮抗黃—藍值則繼承了 HSB 色彩長條圖的優點，可以得到符合知覺的數值。所以當我們要計算一張數位影像中的顏色資訊時，首先要算出影像的 HSB 色彩長條圖。如圖 3-40：

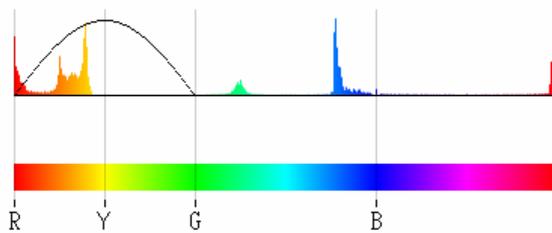


圖 3-40：某影像之 HSB 色彩長條圖，黃色區段上附有加權曲線

每個色彩數值即為此值在 HSB 色彩長條圖中所屬區段的總合。以拮抗 Y 值為例：拮抗 Y 值即是在 HSB 色彩長條圖中，Y 區段值的總合。不過每個值要以半個正弦波作加權，讓此區段中越接近 Y 值的數值有較大的貢獻，而遠離 Y 值的貢獻度漸減。

### 3.3 資料統計

在軟體運算過程結束後，我們會得到一個資料以試算表格式呈現。之後再將資料經過統計演算，比較資料的差異。

依據之前的分類，我們將地區、時代、主題作為三個獨變項；而軟體運算出來的數據包括：對比度值、亮度值、飽和度值、拮抗 R 值、拮抗 G 值、拮抗 Y 值、拮抗 B 值，這些則被視為依變項。利用單因子變異數分析的方式，我們找出受各個不同獨變項影響，各依變項，也就是繪畫中色彩的使用，所表現出來的變化和差異是否真實存在，去印證我們開始的假設。如此一來，我們即可以以繪畫的客觀條件去掌握繪畫中的色彩內容。

## 四、研究結果

### 4.1 研究結果大綱

#### 4.1.1 綜觀比較

分別以對比、亮度、飽和、紅色、綠色、黃色、藍色七個值，和三個分類—地區、年代、主題，以比對組間差異，最後的結果表示為圖和表格。藉由比對組間差異，以看出各個不同地區、年代和主題間的用色異同。

每個分類首先會展示整體的色彩特徵圖，本色彩特徵圖是將每分類中較重要的五項色彩資訊，包括對比、紅、綠、黃、藍等平均值，視為此項的座標。再依據每項的座標，計算各項之間的距離關係，最後利用非計量多向度量尺法（以下簡稱 MDS），可以將各項之間的距離矩陣轉化為各項的位置，並標示在二維的座標系統上。

此座標系統是依各項間的距離所標定，而各項間的距離又是由，以色彩資訊為基礎的座標彼此間的差異所求得，因此意味著在此 MDS 座標上，距離越遠的兩點則色彩的差異性也越大。

同樣的方式，又被用作顯示各分類的明度值和寒暖色值。明度值的 MDS 圖是利用對比值加上亮度值來運算，這種組合可以表示一個以明暗資訊為主的系統，以標示各分類中各項的明度分佈情形。而暖色值是利用紅色值和黃色值計算而成；寒色值則是利用綠色值加上藍色值計算而成。分別表示各分類中的暖色使用分佈情形，與寒色使用分佈情形。

#### 4.1.2 細分探討

接著更進一步的細分並探討各分類中各值分別的狀況，例如以地區分類中的紅色值為例，即探討的是在各不同地區內紅色使用量的情形。

第一部分是將各分類中的各色彩值，利用單因子變異數分析（one-way anova）去兩兩比較各項間的差異度，並將此差異度的顯著性以表格表示之。表格的橫軸和縱軸是各項目，中間標示的數值則是兩項目比較後的差異度，以統計檢定中的 p 值表示之，數值越小則代表差異度越高，當數值小於 0.05 則代表此兩項間的差異達到顯著的水準，因此在數值前加上●符號表示。

第二部分，是當我們約略理解了各項目之間的差異關係後，再將原始資料整理成長條圖作差異性的實際數值比對，此舉最終可以讓我們確實理解到差異

性的内容。



## 4.2 地區

### 4.2.1 綜觀比較

在進入細究各地區的分項色彩資訊前，首先先將整體的色彩表現狀況做一呈現。首先將各地區的對比、紅、綠、黃、藍等平均值代表其座標，圖 4-1 是各地區間之整體色彩特徵 MDS 圖，在此圖上所標示的位置資訊，是依照此座標所計算之距離運算所得的結果。在圖中，我們將色彩的異同程度轉化為兩點間的距離關係，這樣可以方便我們更直覺也更輕易的理解色彩資訊。

因此在圖 4-1 中可看出，綜觀各地區間的用色特徵，南歐和俄羅斯是較類似的，在距離上接近；西歐和尼德蘭也是較類似；而英國和中北歐的色彩則和其他地區有相當差異，在座標中這兩點明顯遠離其他各點。

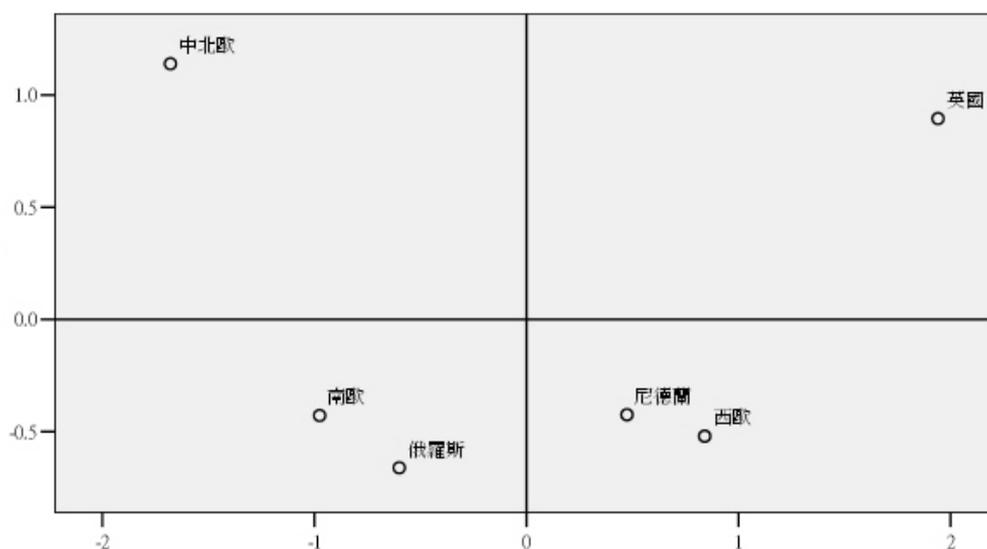


圖 4-1：各地區間之整體色彩特徵 MDS 圖

其次將各地區的明度狀況呈現在圖 4-2 上。用各地區的對比和亮度平均值代表其座標。在圖 4-2 上所標示的位置資訊，是依照此座標所計算之距離運算所得的結果。在圖 4-2 中，我們將明度的異同程度轉化為兩點間的距離關係，這樣可以方便我們更直覺也更輕易的理解各地區間繪畫的明暗資訊。

在圖 4-2 中呈現出，在明度狀況方面，中北歐、南歐和英國的表現比較類似，因此在圖中的位置三者較聚集。而西歐的明度與此三地區稍遠，表示與此三地區略有差異。尼德蘭和俄羅斯地區則是在圖中與其他地區都屬遠離，並且與對方距離最遠，表示此兩地區的明度表現和各地十分不同，而且兩者間的明度表現也差異最大。

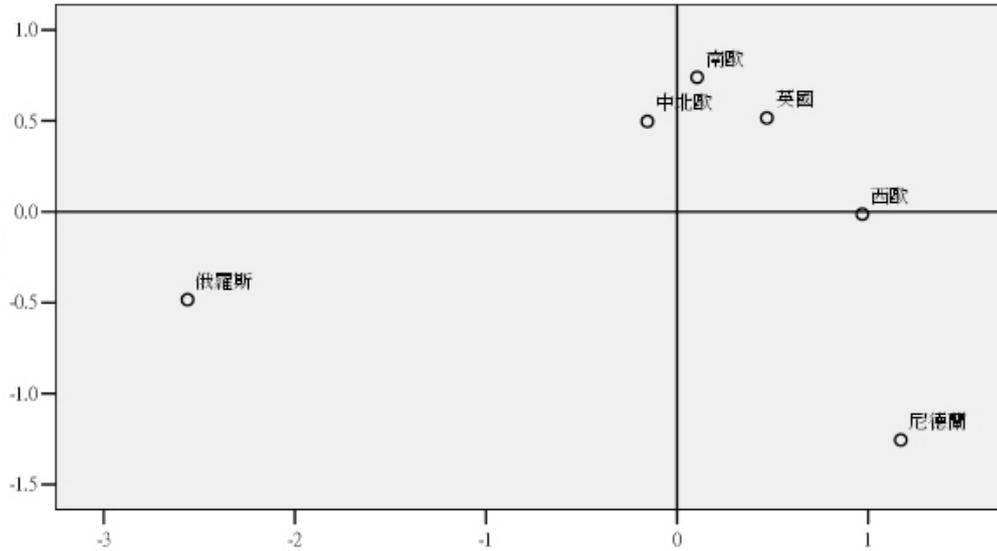


圖 4-2：各地區間之明度 MDS 圖

接者再將各地區的暖色使用狀況呈現在圖 4-3 上。用各地區的紅色和黃色平均值代表其座標。在圖 4-3 上所標示的位置資訊，是依照此座標所計算之距離運算所得的結果。在圖 4-3 中，我們將暖色使用的異同程度轉化為兩點間的距離關係，這樣可以方便我們更直覺也更輕易的理解各地區間繪畫的暖色使用資訊。

依圖 4-3 可以看出，俄羅斯和南歐的位置和其他地區遠離，意指此兩地區暖色表現和其他地區明顯的相異，並且和彼此的差異度最大。而英國和尼德蘭兩地的位置接近，可見兩者暖色的表現類似。中北歐和西歐也是與彼此接近的，兩者暖色的表現也較為相似。

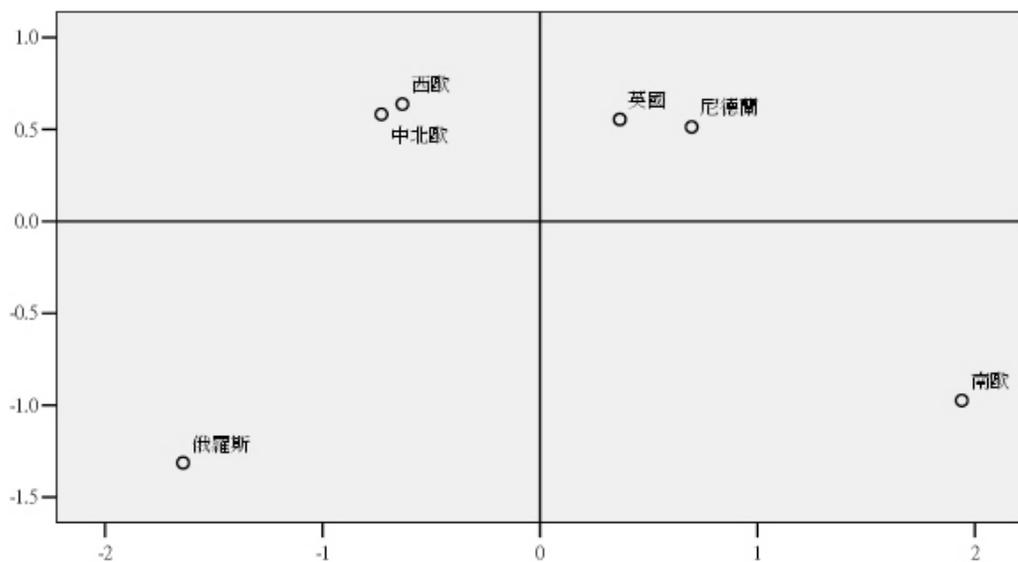


圖 4-3：各地區間之暖色 MDS 圖

最後各地區的寒色使用狀況呈現在圖 4-4 上。用各地區的綠色和藍色平均值代表其座標。在圖 4-4 上所標示的位置資訊，是依照此座標所計算之距離運算所得的結果。在圖 4-4 中，我們將寒色使用的異同程度轉化為兩點間的距離關係，這樣可以方便我們更直覺也更輕易的理解各地區間繪畫的寒色使用資訊。

圖 4-4 中俄羅斯的位置最偏遠，可見俄羅斯地區的寒色使用與其他地區，表現出高度相異。中北歐和西歐兩者位置接近，可見寒色使用類似。英國和南歐也是累似的情形，尼德蘭則與之稍微分離，並且和中北歐、西歐組距離更遠，可見其差異。

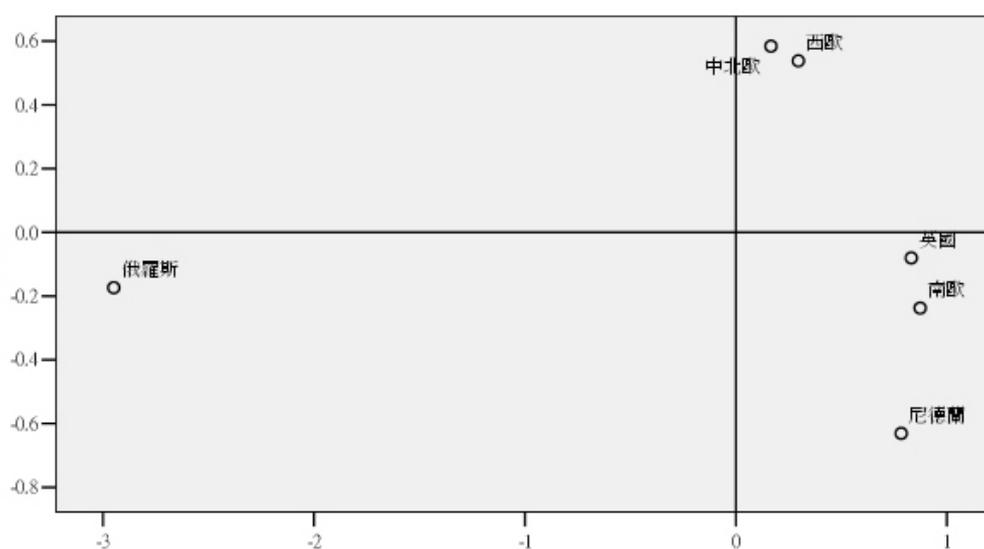


圖 4-4：各地區間之寒色 MDS 圖

## 4.2.2 地區別和對比值的比較

表 4-1：各地區間對比值單因子變異數分析比較之差異

對比	尼德蘭	南歐	西歐	中北歐	俄羅斯	英國
尼德蘭		0.601	0.298	●0.003	0.068	0.412
南歐			0.589	●0.006	0.109	0.2
西歐				●0.016	0.168	0.087
中北歐					0.837	●0
俄羅斯						●0.028
英國						

表 4-1 可以看出，在中北歐與尼德蘭地區、中北歐與南歐地區、中北歐與西歐地區、中北歐與英國地區以及俄羅斯與英國地區，都在對比度的表現上，呈現出顯著的差異。

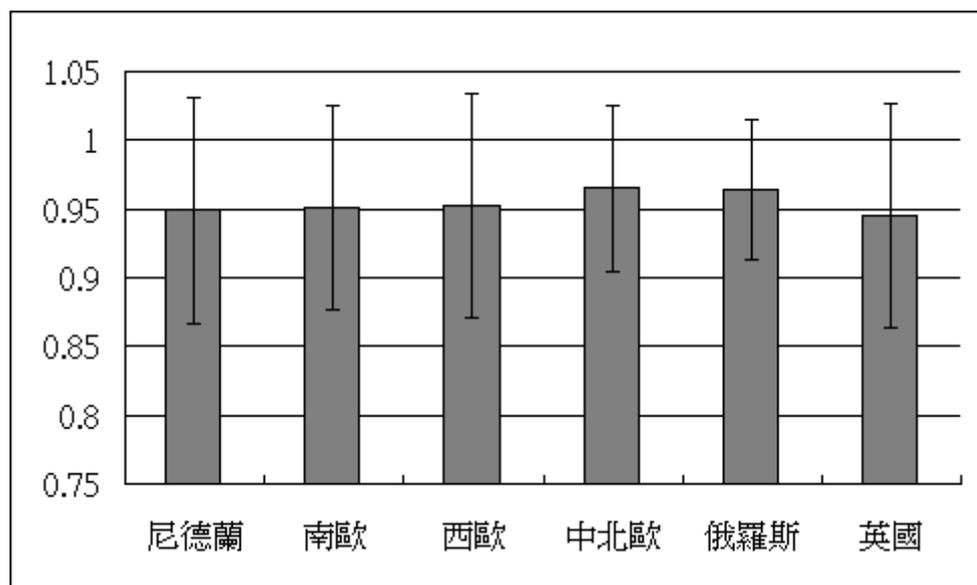


圖 4-5：各地區間對比值之長條圖

圖 4-5 中，橫軸為地區別，而縱軸為對比值。每一個地區的平均對比值用長條圖來表示，上面附有正負向的誤差線，各是一個標準差。這時候就可以發現，中北歐和俄羅斯和其他地區成顯顯著差異的原因是因為此兩地區繪畫的平均對比值較高。而西歐、南歐和尼德蘭地區的的對比值相當類似。另外，英國的對比值則是在六地區內呈現較低的趨勢。

### 4.2.3 地區別和亮度值的比較

表 4-2：各地區間亮度值單因子變異數分析比較之差異

亮度	尼德蘭	南歐	西歐	中北歐	俄羅斯	英國
尼德蘭		●0	●0.005	●0.001	●0	●0
南歐			●0.004	0.708	●0.015	0.415
西歐				0.14	●0	0.163
中北歐					●0.017	0.785
俄羅斯						●0.007
英國						

表 4-2 可以看出，在尼德蘭地區所表現出來的亮度，和其他任何一個地區都有顯著差異。俄羅斯地區也和其他所有地區在亮度方面都表現出顯著差異。

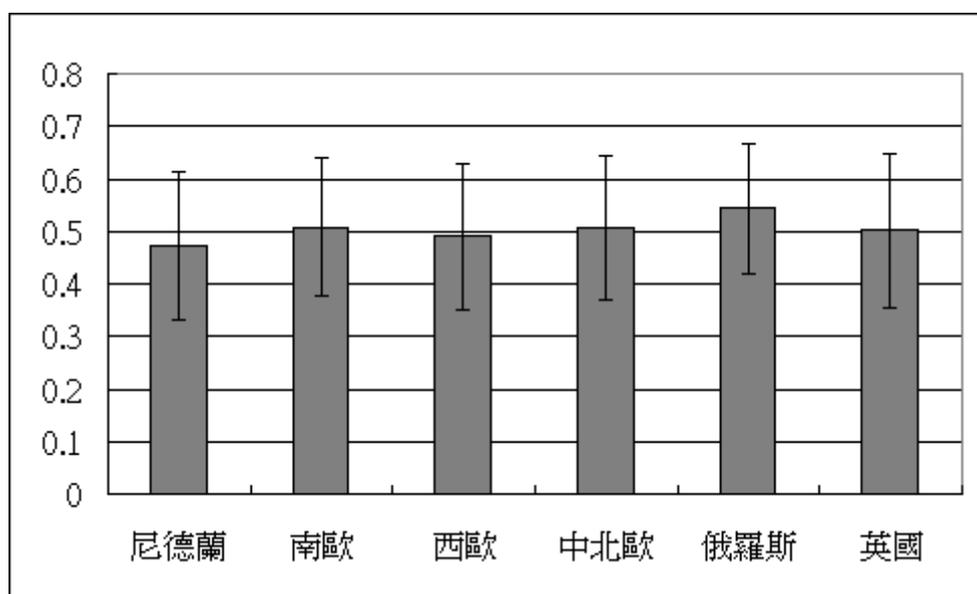


圖 4-6：各地區間亮度值之長條圖

圖 4-6 中，橫軸為地區別，而縱軸為亮度。每一個地區的平均亮度用長條圖來表示，上面附有正負向的誤差線，各是一個標準差。這時候就可以確實看到，俄羅斯的繪畫亮度平均值顯著的較其他地區高出很多。南歐、中北歐和英國的亮度平均值屬於中等，並且三者數值接近。而西歐和尼德蘭的亮度值是較低的，在兩者之間又以尼德蘭地區為最低。

#### 4.2.4 地區別和飽和值的比較

表 4-3：各地區間飽和值單因子變異數分析比較之差異

飽和	尼德蘭	南歐	西歐	中北歐	俄羅斯	英國
尼德蘭		0.222	●0	●0	●0	●0
南歐			●0.001	●0	●0	●0.002
西歐				●0.008	●0	0.578
中北歐					0.082	0.053
俄羅斯						●0.001
英國						

表 4-3 中，俄羅斯地區除了與中北歐差異較不顯著之外，與其他各地的都達到非常顯著的差異。另外尼德蘭地區和南歐除了和彼此並未有顯著差異之外，和其他地區在飽和度方面呈現顯著差異。西歐地區也是除了英國之外，和其他地區相較飽和度呈現差異。

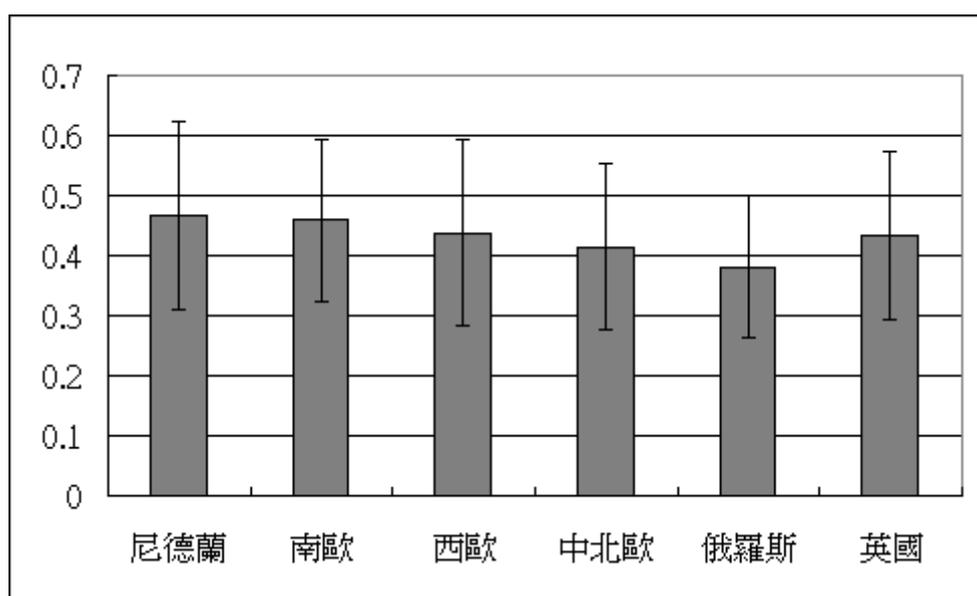


圖 4-7：各地區間飽和值之長條圖

在圖 4-7 中，橫軸為地區別，而縱軸為飽和度。每一個地區的平均飽和度用長條圖來表示，上面附有正負向的誤差線，各是一個標準差。這時候就可以由數值中看出各地區飽和值的分群狀況，南歐和尼德蘭地區接近，屬於高飽和度群；英國和西歐屬於中飽和度群；中北歐和俄羅斯屬於低飽和度群，而其中中北歐的數值接近中飽和度群，而俄羅斯繪畫的飽和度顯著低於其他地區。

#### 4.2.5 地區別和紅色值的比較

表 4-4：各地區間紅色值單因子變異數分析比較之差異

紅色	尼德蘭	南歐	西歐	中北歐	俄羅斯	英國
尼德蘭		●0	●0	●0.032	●0.004	0.999
南歐			●0	●0	●0	●0
西歐				0.738	0.23	●0.002
中北歐					0.206	0.052
俄羅斯						●0.006
英國						

表 4-4 中，南歐和所有地區皆在紅色值上呈現顯著差異。尼德蘭地區除了英國之外，也線索有地區在紅色上呈現顯著差異。英國除了南歐外，也和西歐、俄羅斯呈現差異。另外比較特別的是，尼德蘭和英國的相關值為 0.999 幾乎接近 1，代表此兩地區的差異性極低甚至接近沒有差異，也就是極為相像。

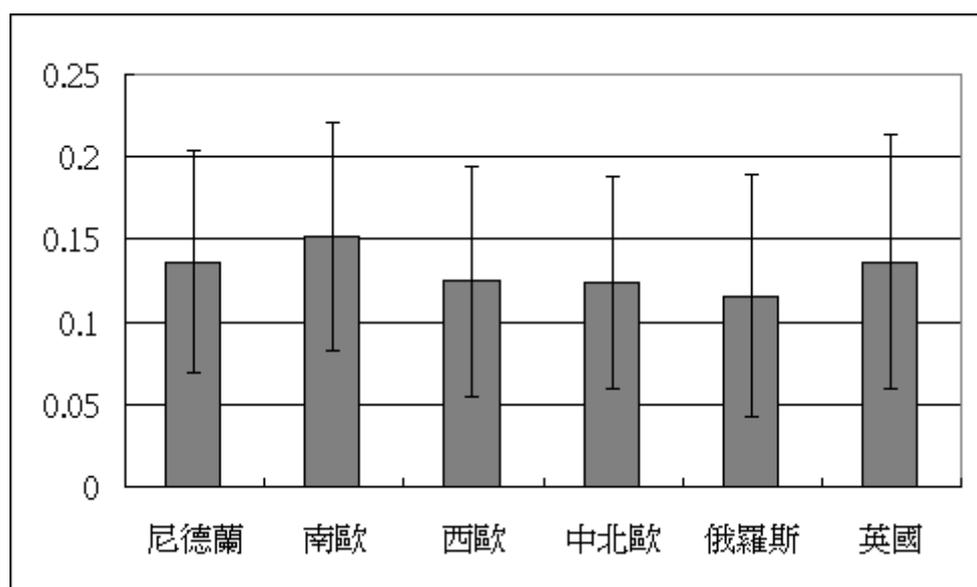


圖 4-8：各地區間紅色值之長條圖

在圖 4-8 中，橫軸為地區別，而縱軸為紅色值。每一個地區的平均紅色值用長條圖來表示，上面附有正負向的誤差線，各是一個標準差。這時候可以看出南歐的值明顯高出其他地區許多。英國和尼德蘭則屬紅色中量群，數值接近。而西歐、中北歐、俄羅斯是紅色的低量群，其中西歐和中北歐數值較接近，而俄羅斯紅色值最低。

#### 4.2.6 地區別和綠色值的比較

表 4-5：各地區間綠色值單因子變異數分析比較之差異

綠色	尼德蘭	南歐	西歐	中北歐	俄羅斯	英國
尼德蘭		●0.025	●0	●0	●0	●0.018
南歐			●0	●0.003	●0	0.542
西歐				0.891	●0	●0.006
中北歐					●0	●0.033
俄羅斯						●0
英國						

表 4-5 尼德蘭地區和俄羅斯地區，和其他全部區域都在綠色使用上表現出顯著差異，特別是俄羅斯地區，與其他各地的單因子變異數分析結果皆為 0，可見極端差異。英國和除了南歐地區之外的地區也在綠色上呈現顯著差異。中北歐地區的綠色和其他地區也呈現差異。

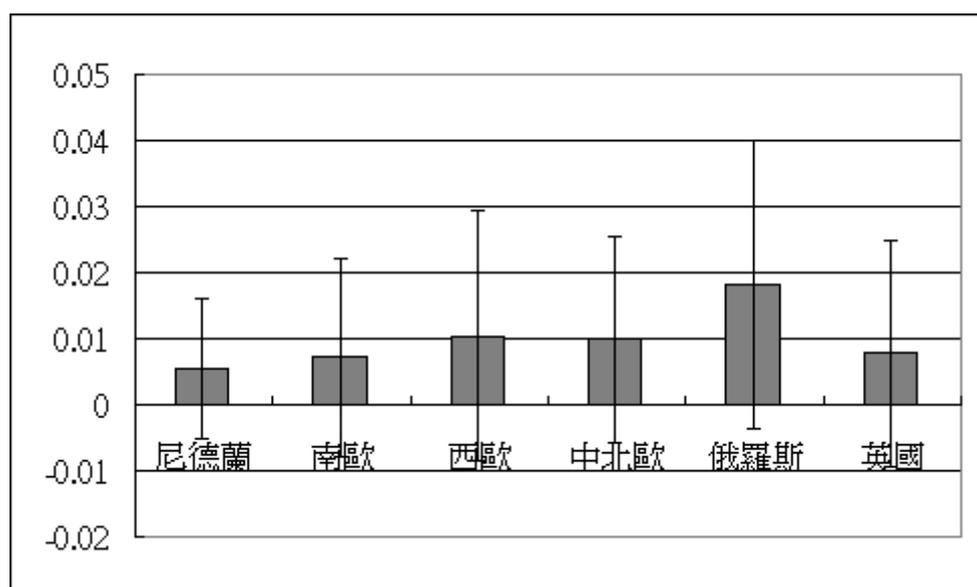


圖 4-9：各地區間綠色值之長條圖

在圖 4-9 中，橫軸為地區別，而縱軸為綠色值。每一個地區的平均綠色值用長條圖來表示，上面附有正負向的誤差線，各是一個標準差。這時候可以看出俄羅斯在六個地區中的綠色平均值最高。中北歐和西歐則是六地區中的中間值，兩區的平均值類似，成爲一類。英國、南歐和尼德蘭則是低量綠色區域，其中英國和南歐數值接近，而尼德蘭地區最低。

#### 4.2.7 地區別和黃色值的比較

表 4-6：各地區間黃色值單因子變異數分析比較之差異

黃色	尼德蘭	南歐	西歐	中北歐	俄羅斯	英國
尼德蘭		0.05	0.094	0.125	●0.002	0.137
南歐			●0	●0.003	●0	●0.002
西歐				0.657	●0.015	0.849
中北歐					0.058	0.803
俄羅斯						●0.029
英國						

表 4-6 南歐除了尼德蘭地區外，相較於其他的各地區在黃色使用上差異顯著。俄羅斯則是除了中北歐外，和其他地區的黃色用量也都是有顯著差異。另外，英國和中北歐及西歐的單因子變異數分析數值接近 1，表示差異性小，相似性高。

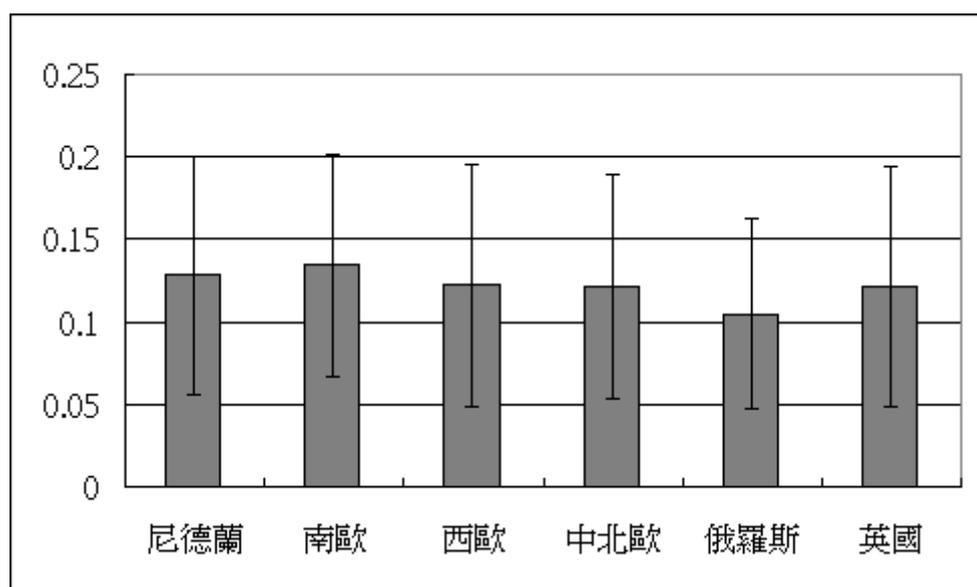


圖 4-10：各地區間黃色值之長條圖

在圖 4-10 中，橫軸為地區別，而縱軸為黃色值。每一個地區的平均黃色值用長條圖來表示，上面附有正負向的誤差線，各是一個標準差。南歐和尼德蘭地區的平均黃色值偏高，而其中南歐值又大於尼德蘭地區，與其他地區的黃色值差異更大。英國、中北歐和西歐三地區的黃色值非常接近，可視為一個群體。而俄羅斯是黃色值最低量的地區。

#### 4.2.8 地區別和藍色值的比較

表 4-7：各地區間藍色值單因子變異數分析比較之差異

藍色	尼德蘭	南歐	西歐	中北歐	俄羅斯	英國
尼德蘭		0.321	●0	●0.001	●0	0.263
南歐			●0.007	●0.004	●0	0.731
西歐				0.252	●0	0.083
中北歐					●0	●0.023
俄羅斯						●0
英國						

表 4-7 俄羅斯和其他所有的項目的藍色都呈現顯著差異，與其他各地的單因子變異數分析結果皆為 0。中北歐除了西歐之外，和其他地區也都在藍色使用上呈現顯著差異。尼德蘭地區則是和西歐、中北歐、俄羅斯等地呈現差異。西歐則是和尼德蘭、南歐、俄羅斯等地呈現差異。

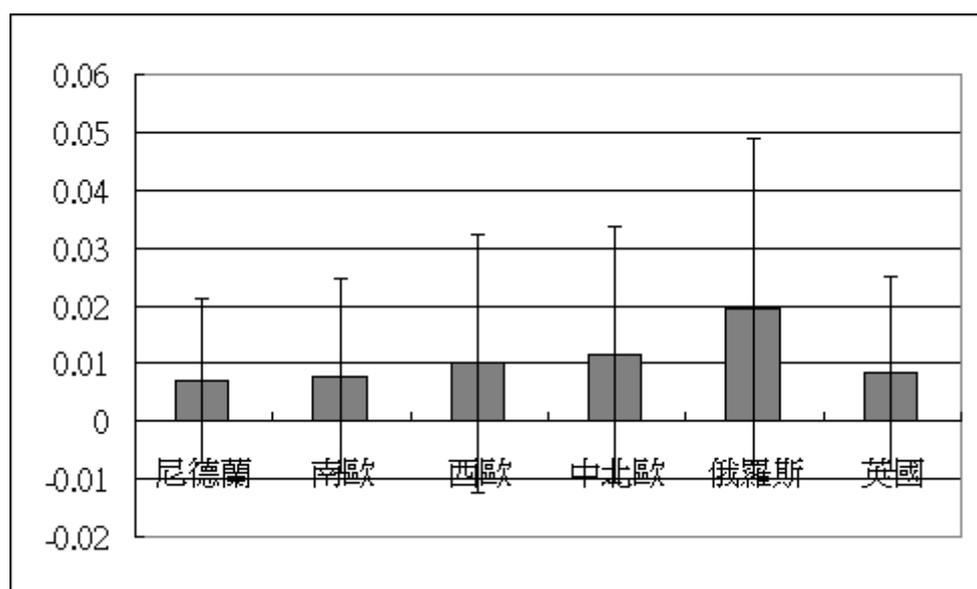


圖 4-11：各地區間藍色值之長條圖

在圖 4-11 中，橫軸為地區別，而縱軸為藍色值。每一個地區的平均藍色值用長條圖來表示，上面附有正負向的誤差線，各是一個標準差。可以從長條圖中看出俄羅斯的平均藍色值遠高於其他地區。西歐和中北歐的藍色值接近，屬於中量藍色群組。而英國、南歐和尼德蘭地區則是低藍色群，其中又以尼德蘭地區的平均值特別顯著的低於其他地區。

## 4.3 年代

### 4.3.1 綜觀比較

在進入細究各年代的分項色彩資訊前，首先先將整體的色彩表現狀況做一呈現。首先將各地區的對比、紅、綠、黃、藍等平均值代表其座標，圖 4-16 是各地區間之整體色彩特徵 MDS 圖，在此圖上所標示的位置資訊，是依照此座標所計算之距離運算所得的結果。在圖中，我們將色彩的異同程度轉化為兩點間的距離關係，這樣可以方便我們更直覺也更輕易的理解色彩資訊。

因此在圖 4-12 中可看出，綜觀各地區間的用色特徵，13 世紀、14 世紀和 15 世紀三世紀的位置較接近，亦即整體的色彩表現比較類似；16 世紀則是和 17 世紀接近；18 世紀和 19 世紀則是較遠離其他個年代，特別是 19 世紀所在的位置特別偏遠，可見其色彩特徵與其他年代差異最大。

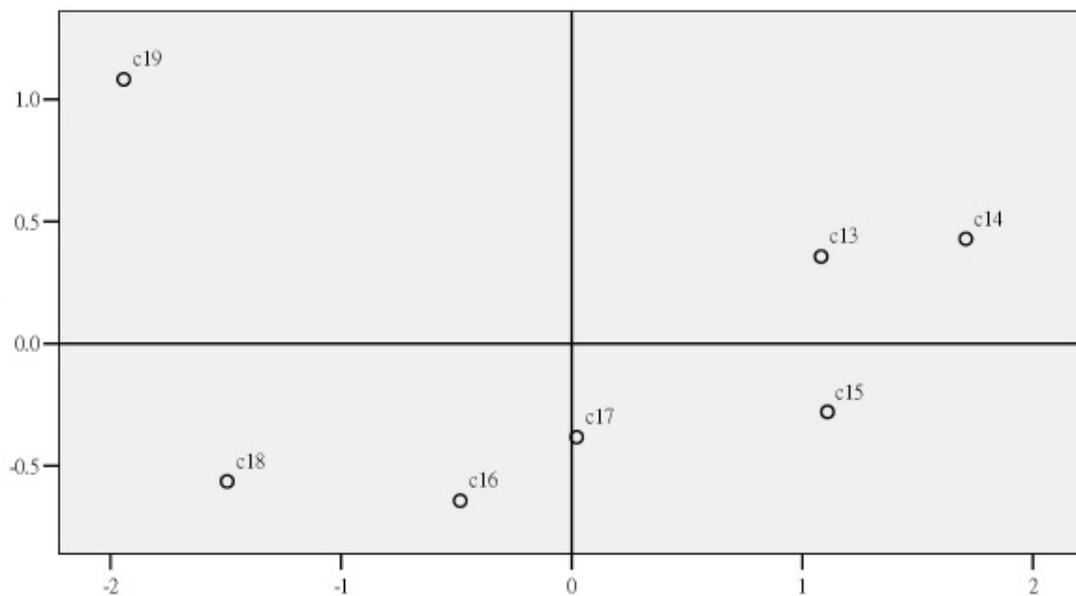


圖 4-12：各年代間之整體色彩特徵 MDS 圖

其次將各年代的明度狀況呈現在圖 4-13 上。用各年代的對比和亮度平均值代表其座標。在圖 4-13 上所標示的位置資訊，是依照此座標所計算之距離運算所得的結果。在圖 4-13 中，我們將明度的異同程度轉化為兩點間的距離關係，這樣可以方便我們更直覺也更輕易的理解各年代間繪畫的明暗資訊。

在圖 4-13 中，由 16 世紀的位置可看出，其明度表現和其他個年代頗為相異。另外，17 世紀與 18 世紀位置則非常接近幾近重疊，顯示兩者高度相似。其他個年代分佈的狀況都有一定程度的間距，可見其餘項在明度上皆彼此相異。

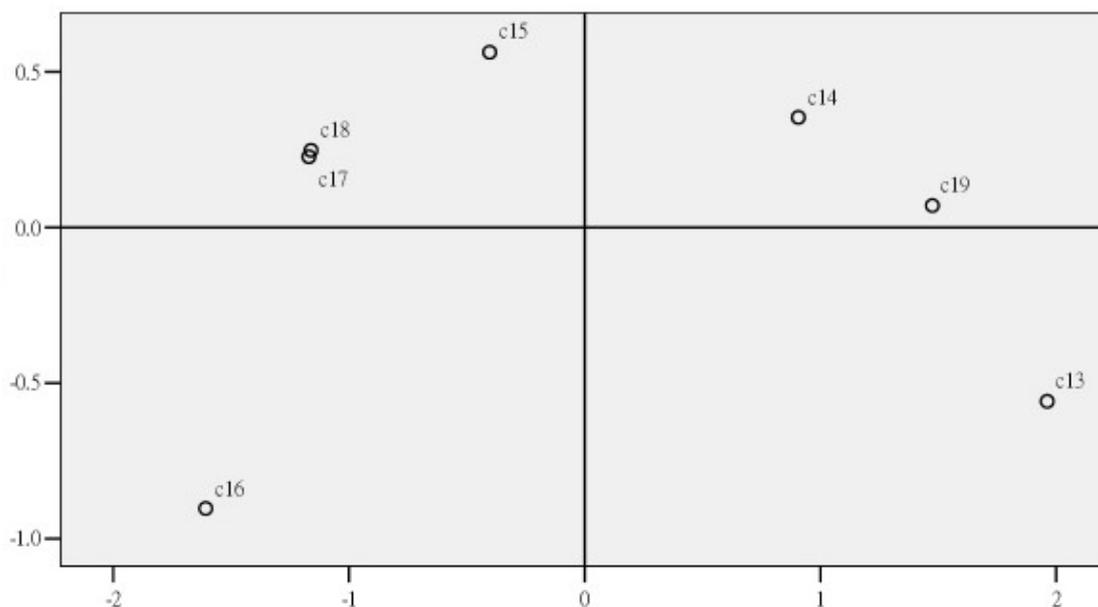


圖 4-13：各年代間之明度 MDS 圖

接者再將各年代的暖色使用狀況呈現在圖 4-14 上。用各年代的紅色和黃色平均值代表其座標。在圖 4-14 上所標示的位置資訊，是依照此座標所計算之距離運算所得的結果。在圖 4-14 中，我們將暖色使用的異同程度轉化為兩點間的距離關係，這樣可以方便我們更直覺也更輕易的理解各年代間繪畫的暖色使用資訊。

至於暖色的使用，由圖 4-14 中可以看出，18 世紀除了 19 世紀之外與其他個世紀的距離較遠，可見得暖色表現的特殊性。16 世紀和 17 世紀接近，暖色表現上也相近。15 世紀為單獨一項，14 世紀和 13 世紀相近。

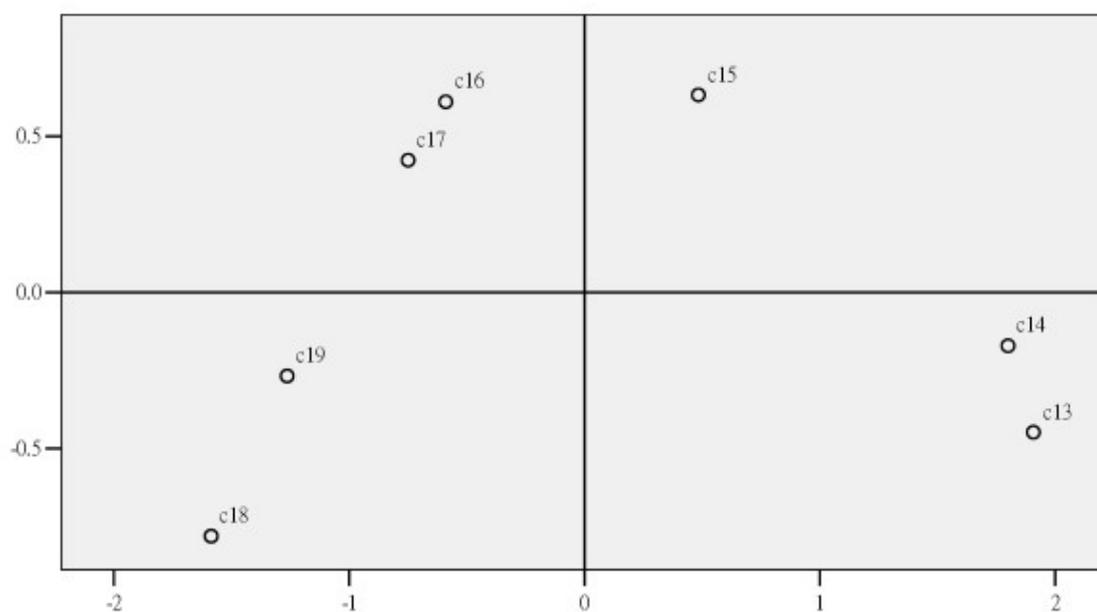


圖 4-14：各年代間之暖色 MDS 圖

最後各年代的寒色使用狀況呈現在圖 4-15 上。用各年代的綠色和藍色平均值代表其座標。在圖 4-15 上所標示的位置資訊，是依照此座標所計算之距離運算所得的結果。在圖 4-15 中，我們將寒色使用的異同程度轉化為兩點間的距離關係，這樣可以方便我們更直覺也更輕易的理解各年代間繪畫的寒色使用資訊。

13 世紀和 19 世紀兩者位置接近，卻與其他各年代隔著大段距離，表示此兩者的寒色使用類似，但卻與其他各項十分相異。而 14 世紀、15 世紀和 17 世紀三者位置接近甚至重疊，顯示此三年代的寒色表現高度相似。而另外 16 世紀和 18 世紀則與其他項間隔一段距離，表示差異。

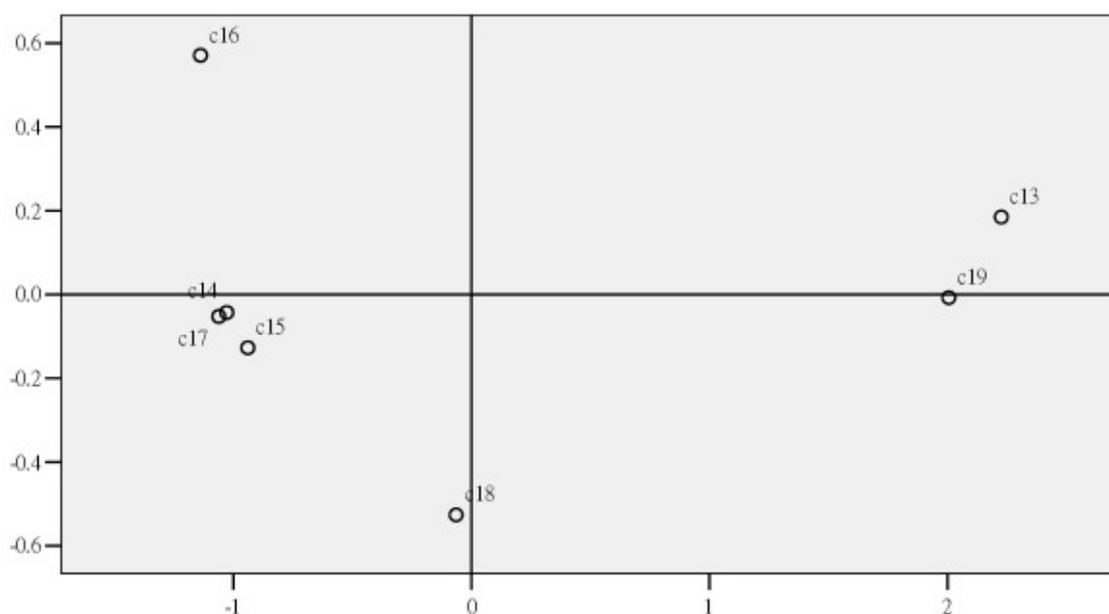


圖 4-15：各年代間之寒色 MDS 圖

### 4.3.2 年代別和對比值的比較

表 4-8：各年代間對比值單因子變異數分析比較之差異

對比	13 世紀	14 世紀	15 世紀	16 世紀	17 世紀	18 世紀	19 世紀
13 世紀		0.301	0.454	0.276	0.403	0.928	0.294
14 世紀			●0.011	0.948	●0.009	0.178	●0.002
15 世紀				●0.001	0.848	0.145	0.54
16 世紀					●0.001	0.111	●0
17 世紀						0.122	0.725
18 世紀							●0.039
19 世紀							

表 4-8 中，14 世紀的對比值和 15、17、19 三世紀呈現顯著差異。同樣的，16 世紀的對比值則也和 15、17、19 三世紀呈現顯著差異。另外，18 世紀和 19 世紀，15 世紀和 16 世紀這兩組的差異也達到顯著值。

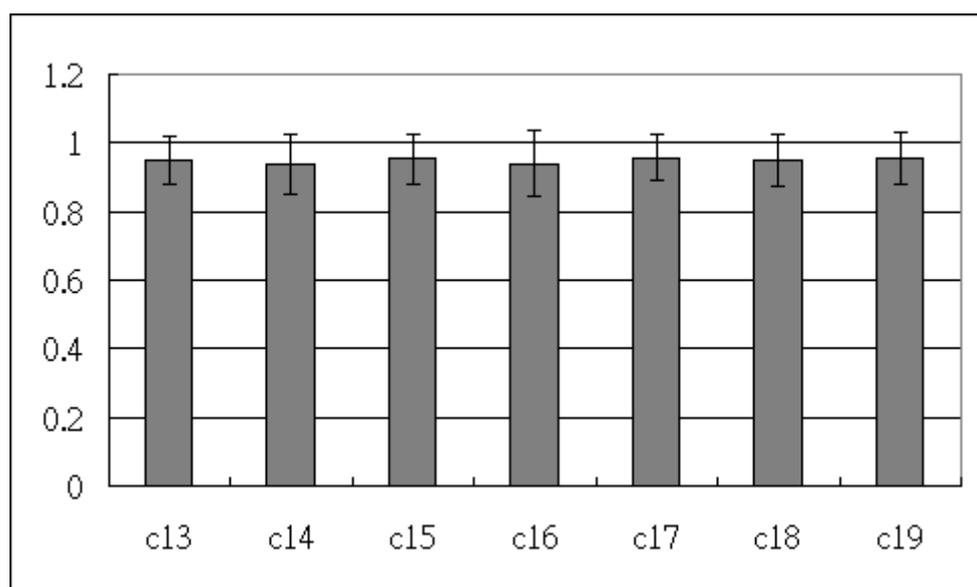


圖 4-16：各年代間對比值之長條圖

在圖 4-16 中，橫軸為時代別，而縱軸為對比度。每一個地區的平均對比度用長條圖來表示，上面附有正負向的誤差線，各是一個標準差。在這長條圖中，15 世紀、17 世紀和 19 世紀值較高，18 和 13 世紀屬於中對比值群，14 和 16 世紀的對比值較低。

### 4.3.3 年代別和亮度值的比較

表 4-9：各年代間亮度值單因子變異數分析比較之差異

亮度	13 世紀	14 世紀	15 世紀	16 世紀	17 世紀	18 世紀	19 世紀
13 世紀		●0.013	●0	●0	●0	●0	0.1
14 世紀			●0.002	●0	●0	●0	0.09
15 世紀				●0	●0.001	●0.004	●0
16 世紀					●0	●0	●0
17 世紀						0.903	●0
18 世紀							●0
19 世紀							

表 4-9 可以看到，除了 19 世紀和 13 世紀、19 世紀和 14 世紀以及 17 世紀和 18 世紀三組外，其餘的每一組幾乎在亮度上都表現出顯著的差異。

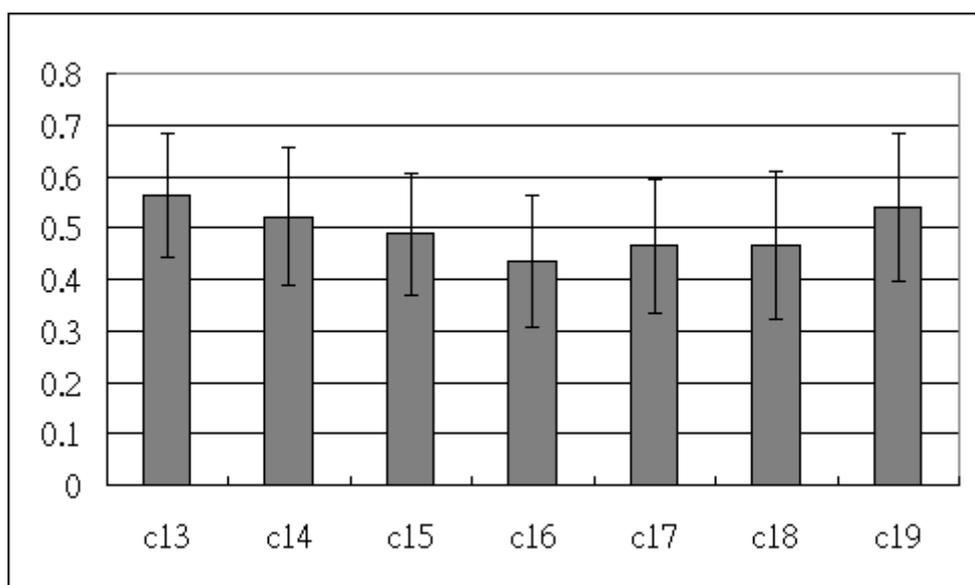


圖 4-17：各年代間亮度值之長條圖

在圖 4-17 中，橫軸為時代別，而縱軸為亮度。每一個地區的平均亮度用長條圖來表示，上面附有正負向的誤差線，各是一個標準差。圖中可以看出，由亮度值越高到亮度值最低的排序，分別是 13、19、14、15、18、17、16 世紀，除了 17 和 18 世紀幾乎相等外，每一個世紀的數值都和其他世紀有明顯的相異。

#### 4.3.4 年代別和飽和值的比較

表 4-10：各年代間飽和值單因子變異數分析比較之差異

飽和	13 世紀	14 世紀	15 世紀	16 世紀	17 世紀	18 世紀	19 世紀
13 世紀		0.705	0.966	●0.004	0.428	0.322	●0.022
14 世紀			0.604	●0.002	0.635	0.072	●0
15 世紀				●0	0.152	0.063	●0
16 世紀					●0	●0	●0
17 世紀						●0.003	●0
18 世紀							●0.026
19 世紀							

在表 4-10 中很明顯的可以看出，在飽和度方面，16 世紀和 19 世紀的飽和度表現和其他世紀差異顯著。另外 17 世紀和 18 世紀也顯示出顯著差異。

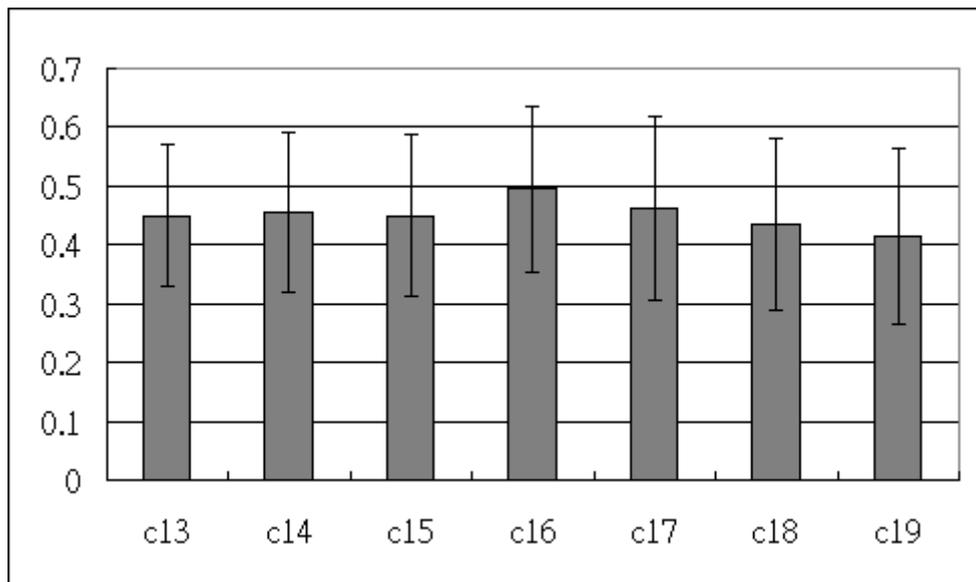


圖 4-18：各年代間飽和值之長條圖

在圖 4-18 中，橫軸為時代別，而縱軸為飽和度。每一個地區的平均飽和度用長條圖來表示，上面附有正負向的誤差線，各是一個標準差。16 世紀的平均飽和度值最高，顯著高於其他地區。13 世紀、14 世紀、15 世紀和 17 世紀的飽和度值中等，可歸為一類。18 世紀、19 世紀屬於低飽和度類，並且以 19 世紀飽和度最低，並與其他年代遠離。

### 4.3.5 年代別和紅色值的比較

表 4-11：各年代間紅色值單因子變異數分析比較之差異

紅色	13 世紀	14 世紀	15 世紀	16 世紀	17 世紀	18 世紀	19 世紀
13 世紀		0.444	0.124	●0.007	●0.007	●0	●0
14 世紀			●0.001	●0	●0	●0	●0
15 世紀				●0.025	●0.021	●0	●0
16 世紀					0.909	●0.001	●0.002
17 世紀						●0	●0
18 世紀							0.335
19 世紀							

在表 4-11 中，每一個年代幾乎都和其他年代有顯著的差異，除了 17 世紀和 16 世紀；13 世紀和 14 世紀；13 世紀和 15 世紀以及 18 世紀和 19 世紀這四組之外。特別是 16 和 17 世紀的數值接近 1，差異性極低，相當類似。

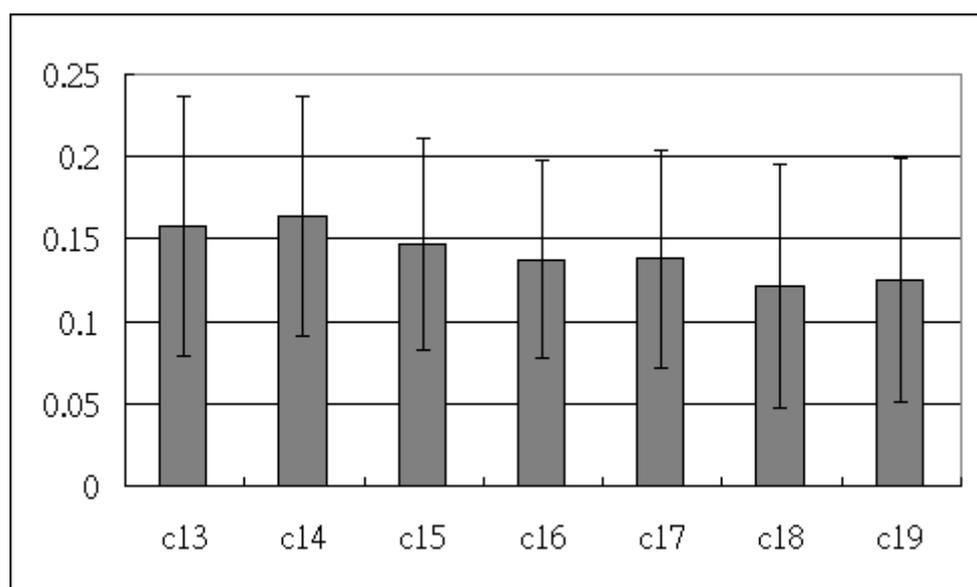


圖 4-19：各年代間紅色值之長條圖

在圖 4-19 中，橫軸為時代別，而縱軸為紅色值。每一個地區的平均紅色值用長條圖來表示，上面附有正負向的誤差線，各是一個標準差。13、14、15 三世紀各有差異，而 16 世紀與 17 世紀數值與對方非常相似。另外，18 世紀和 19 世紀則是屬於低紅色值群。

### 4.3.6 年代別和綠色值的比較

表 4-12：各年代間綠色值單因子變異數分析比較之差異

綠色	13 世紀	14 世紀	15 世紀	16 世紀	17 世紀	18 世紀	19 世紀
13 世紀		●0	●0	●0	●0	●0.015	0.874
14 世紀			0.219	0.387	0.888	●0.003	●0
15 世紀				●0.005	0.125	●0.009	●0
16 世紀					0.185	●0	●0
17 世紀						●0	●0
18 世紀							●0
19 世紀							

表 4-12 顯示出 18 世紀與其他全部的項目在綠色使用上有顯著差異，而 19 世紀與 13 世紀除了和彼此間並未顯示出顯著差異，也和其他項目非常相異。另外，15 世紀和 16 世紀也有顯著差異。

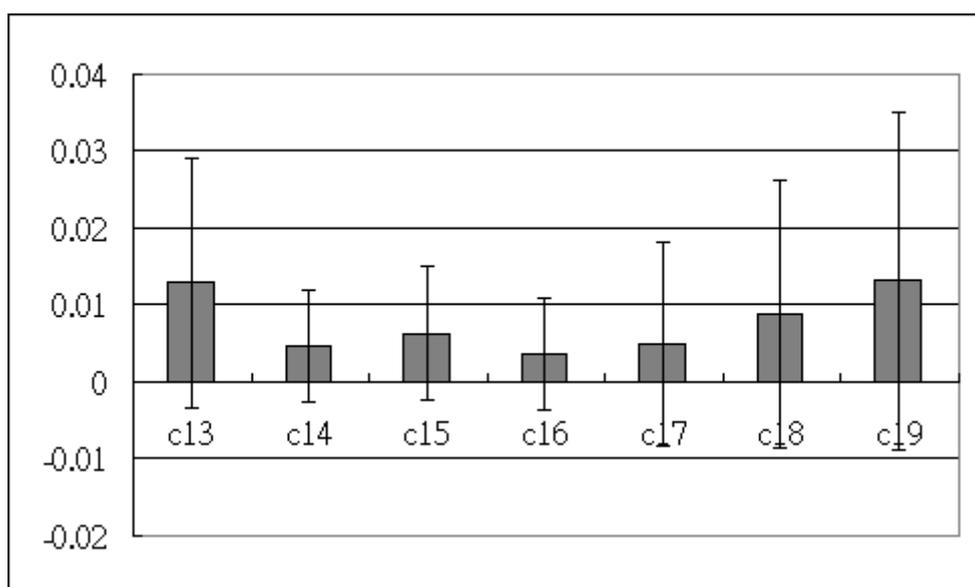


圖 4-20：各年代間綠色值之長條圖

在圖 4-20 中，橫軸為時代別，而縱軸為綠色值。每一個地區的平均綠色值用長條圖來表示，上面附有正負向的誤差線，各是一個標準差。圖中 19 世紀和 13 世紀屬於高綠色組，數值接近。18 世紀次之，綠色值與其他各值明顯不同。17 世紀和 14 世紀兩者更低，數值接近。16 世紀綠色值最低。

### 4.3.7 年代別和黃色值的比較

表 4-13：各年代間黃色值單因子變異數分析比較之差異

黃色	13 世紀	14 世紀	15 世紀	16 世紀	17 世紀	18 世紀	19 世紀
13 世紀		0.079	0.052	●0.008	●0	●0	●0.005
14 世紀			0.912	0.362	●0.038	●0.01	0.335
15 世紀				0.155	●0.001	●0	0.082
16 世紀					0.152	●0.038	0.941
17 世紀						0.44	0.062
18 世紀							●0.01
19 世紀							

表 4-13 中，18 世紀除了與 17 世紀之外，與其他項目皆在黃色使用量上有顯著差異，而 13 世紀與 17 世紀則是分別和其他四項及其他三項有差異。

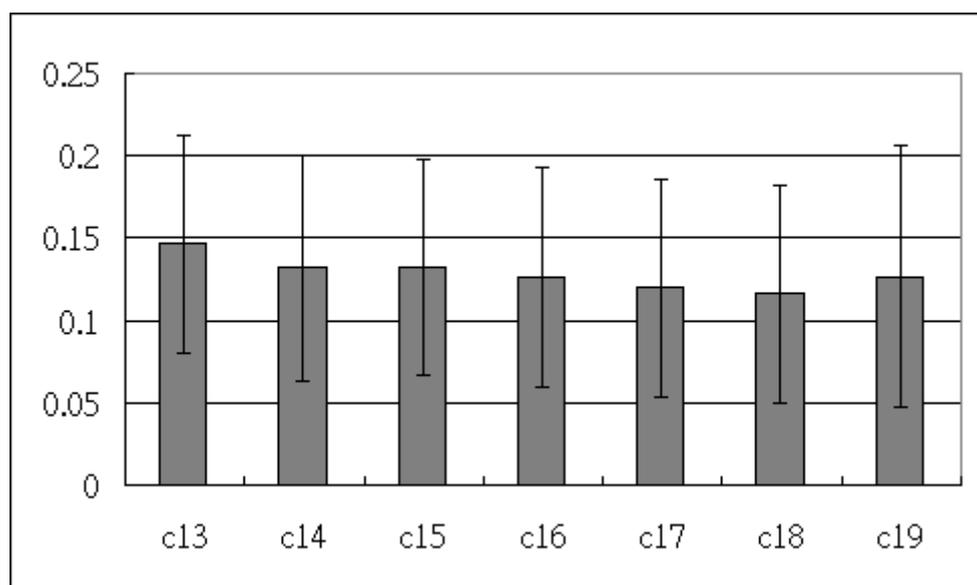


圖 4-21：各年代間黃色值之長條圖

在圖 4-21 中，橫軸為時代別，而縱軸為黃色值。每一個地區的平均黃色值用長條圖來表示，上面附有正負向的誤差線，各是一個標準差。從長條圖可以看出，13 世紀的黃色平均值為各地區中最高值。14 世紀和 15 世紀次之，兩者數值接近。16 世紀和 19 世紀再次之，黃色表現也相當類似。最後 17 世紀和 18 世紀是各年代中黃色最低的兩個年代。

### 4.3.8 年代別和藍色值的比較

表 4-14：各年代間藍色值單因子變異數分析比較之差異

藍色	13 世紀	14 世紀	15 世紀	16 世紀	17 世紀	18 世紀	19 世紀
13 世紀		●0	●0	●0	●0	●0.001	0.389
14 世紀			0.437	0.125	0.842	0.436	●0
15 世紀				0.254	0.418	●0.034	●0
16 世紀					0.075	●0.004	●0
17 世紀						0.196	●0
18 世紀							●0
19 世紀							

表 4-14 中可以發現，13 世紀和 19 世紀除了和對方並未有顯著差異之外，在藍色值的表現上皆與各項相異。另外，18 世紀與 15 世紀、16 世紀這兩組也分別達到顯著差異。

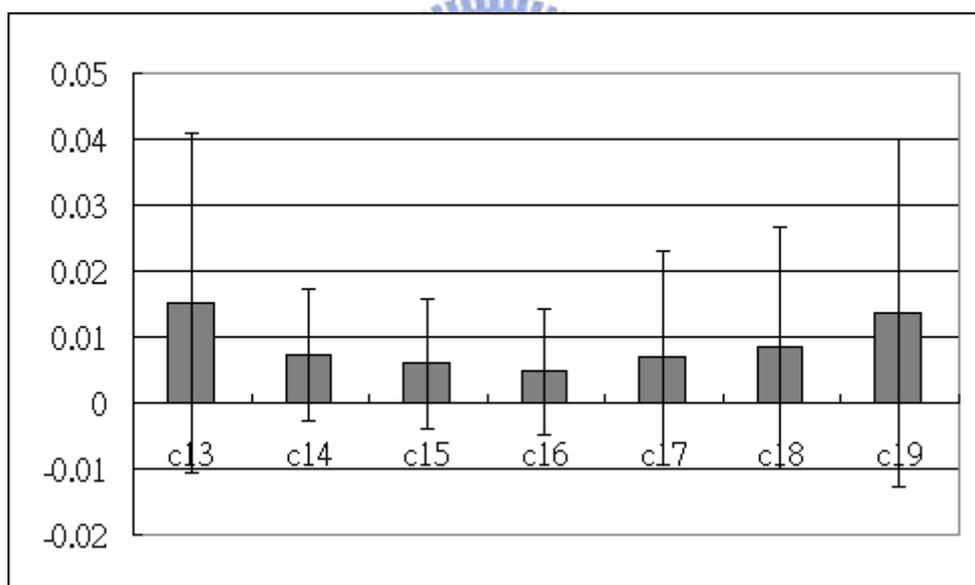


圖 4-22：各地區間藍色值之長條圖

在圖 4-22 中，橫軸為時代別，而縱軸為藍色值。每一個地區的平均藍色值用長條圖來表示，上面附有正負向的誤差線，各是一個標準差。從長條圖可以看出，13 世紀和 19 世紀的藍色用量明顯大於其他各年代。18 世紀、14 世紀和 17 世紀是屬於中量黃色，特別是 14 和 17 兩組數值類似。黃色值最低的年代是 16 世紀，與其他各項數值差異。

## 4.4 主題

### 4.4.1 綜觀比較

在進入細究各主題的分項色彩資訊前，首先先將整體的色彩表現狀況做一呈現。首先將各地區的對比、紅、綠、黃、藍等平均值代表其座標，圖 4-31 是各地區間之整體色彩特徵 MDS 圖，在此圖上所標示的位置資訊，是依照此座標所計算之距離運算所得的結果。在圖中，我們將色彩的異同程度轉化為兩點間的距離關係，這樣可以方便我們更直覺也更輕易的理解色彩資訊。

因此在圖 4-23 中可看出，綜觀各主題間的用色特徵，比較特別且明顯的是肖像畫的色彩特徵，與其他各類主題的位置都非常遠離，表現出明顯的差異性。另外，靜物和裸體主題也和其他各項較為分離，剩下的主題位置則是非常連續且接近的分佈，表示彼此間的差異性不大，並且兩兩間的相似性頗高。

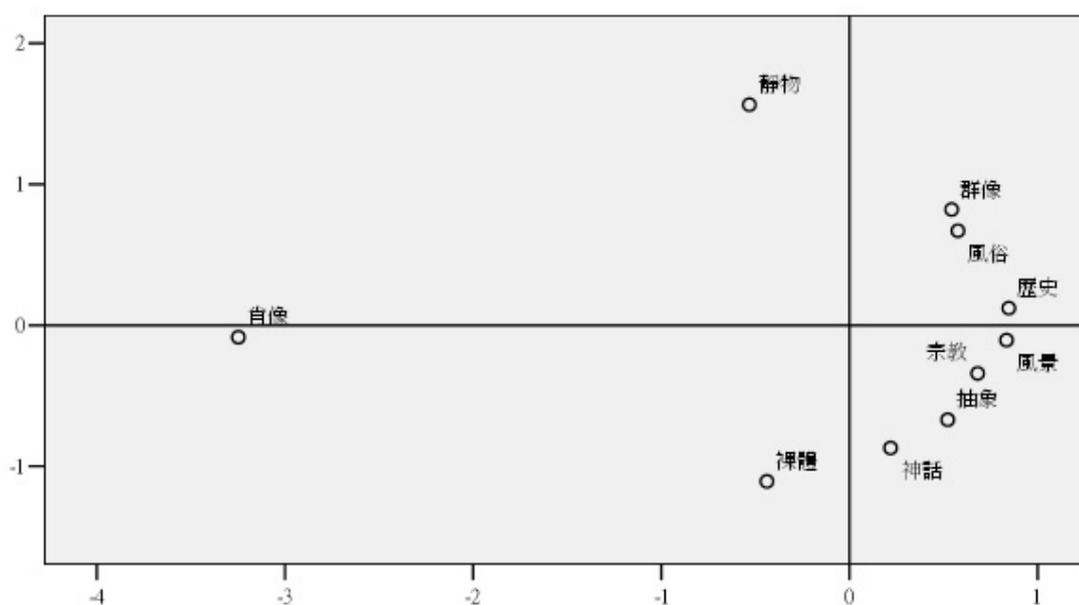


圖 4-23：各主題間之整體色彩特徵 MDS 圖

其次將各主題的明度狀況呈現在圖 4-24 上。用各主題的對比和亮度平均值代表其座標。在圖 4-24 上所標示的位置資訊，是依照此座標所計算之距離運算所得的結果。在圖 4-24 中，我們將明度的異同程度轉化為兩點間的距離關係，這樣可以方便我們更直覺也更輕易的理解各主題間繪畫的明暗資訊。

在明度方面，除了抽象類別非常明確的與其他各類分別，其他項則表現出連續且接近的狀況分佈在圖 4-24 中。其中歷史類和肖像類的距離較遠，亦即此兩者明度表現也是相當差異的。

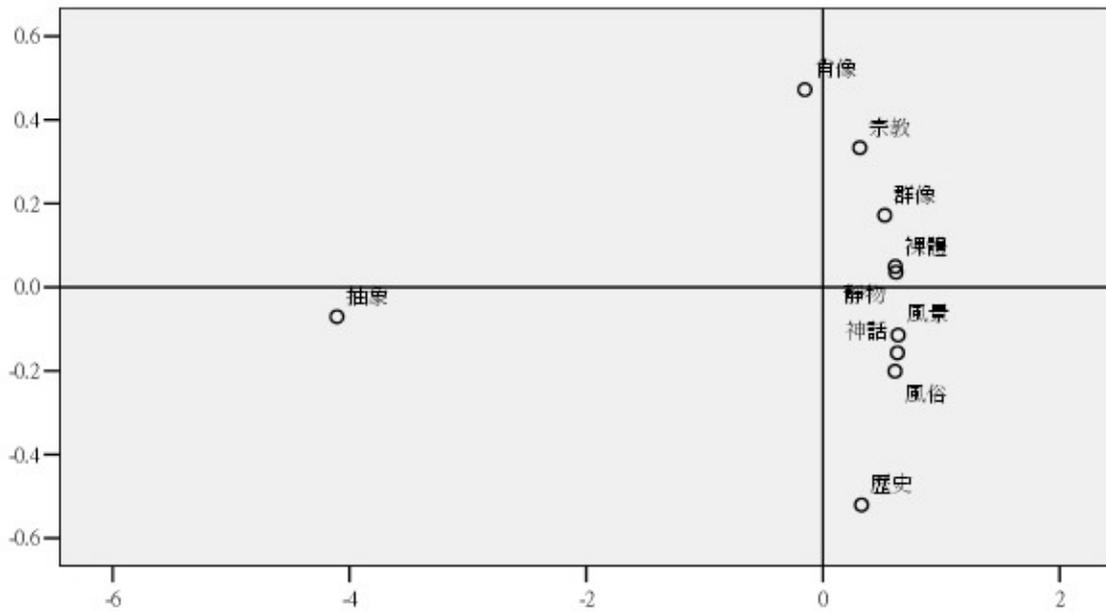


圖 4-24：各主題間之明度 MDS 圖

接者再將各主題的暖色使用狀況呈現在圖 4-25 上。用各主題的紅色和黃色平均值代表其座標。在圖 4-25 上所標示的位置資訊，是依照此座標所計算之距離運算所得的結果。在圖 4-25 中，我們將暖色使用的異同程度轉化為兩點間的距離關係，這樣可以方便我們更直覺也更輕易的理解各主題間繪畫的暖色使用資訊。

暖色上，圖 4-25 中最顯著遠離的兩項為風景類和肖像類，暖色值和其他各項極為不同。除了歷史、裸體和風俗三類接近外，其他各項分佈的位置平均且分離，並且抽象類和宗教類的位置較遠，可見兩者的暖色使用亦較為相異。

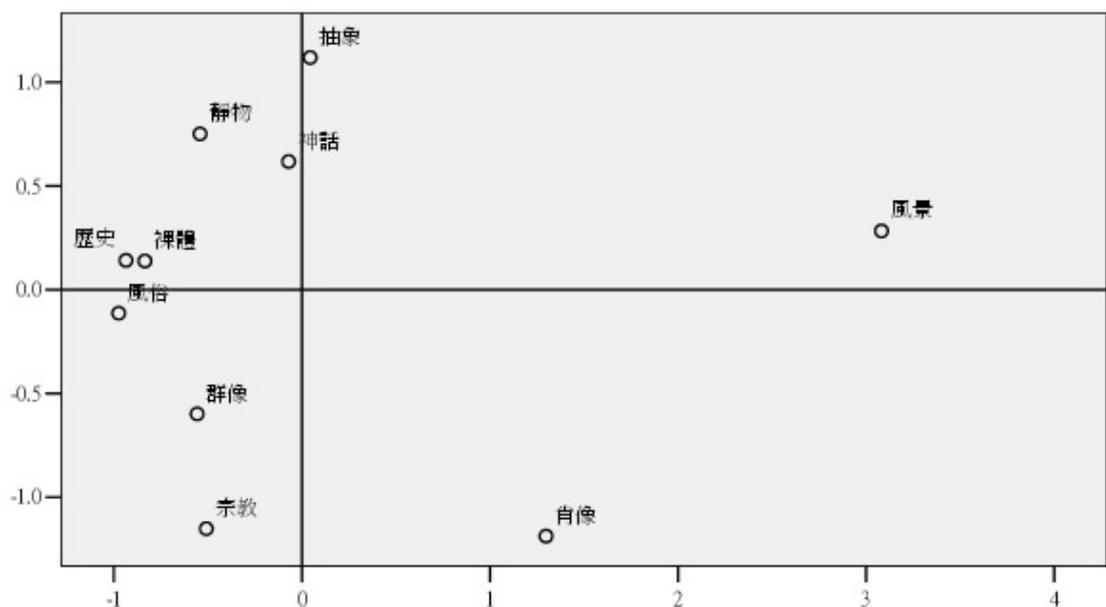


圖 4-25：各主題間之暖色 MDS 圖

最後各主題的寒色使用狀況呈現在圖 4-26 上。用各主題的綠色和藍色平均值代表其座標。在圖 4-26 上所標示的位置資訊，是依照此座標所計算之距離運算所得的結果。在圖 4-26 中，我們將寒色使用的異同程度轉化為兩點間的距離關係，這樣可以方便我們更直覺也更輕易的理解各主題間繪畫的寒色使用資訊。

抽象類和風景類在圖 4-26 上的位置相當偏遠，可見兩者的寒色使用與其他項非常相異。剩餘各項除了神話類略為分散外，皆連續且接近，可見神話類的寒色使用與剩餘各項小有不同。

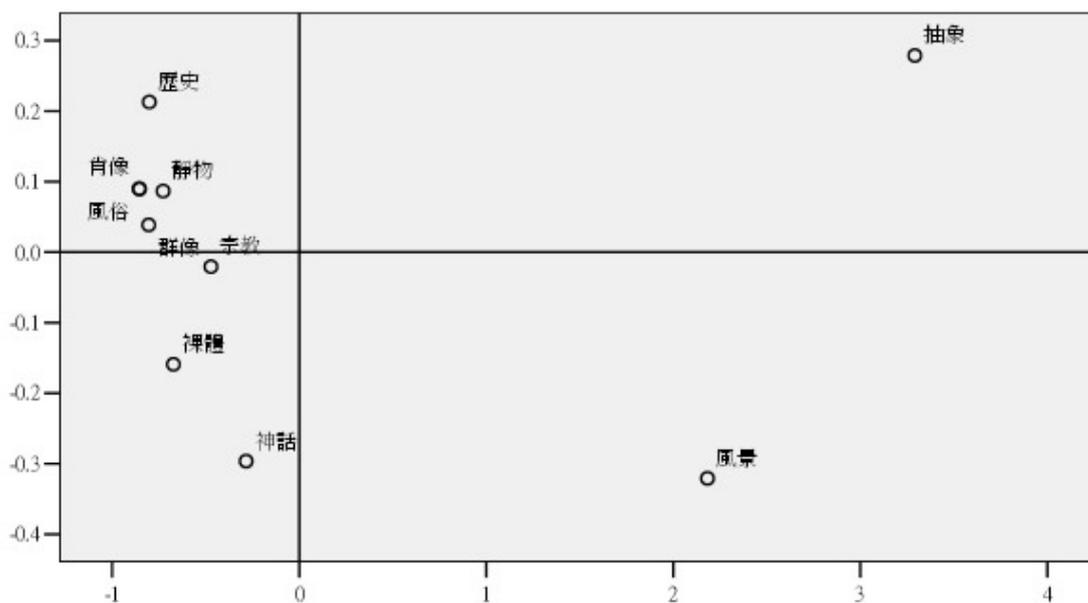


圖 4-26：各主題間之寒色 MDS 圖

#### 4.4.2 主題和對比值的比較

表 4-15：各主題間對比值單因子變異數分析比較之差異

對比	風景	靜物	裸體	肖像	群像	風俗	抽象	宗教	神話	歷史
風景		0.724	0.686	●0	0.347	0.741	●0	●0.039	0.908	0.423
靜物			0.951	●0.033	0.724	0.548	●0	0.309	0.688	0.346
裸體				0.058	0.795	0.524	●0	0.387	0.655	0.334
肖像					●0.015	●0	●0	●0.041	●0.004	●0.016
群像						0.183	●0	0.374	0.382	0.208
風俗							●0	0.007	0.892	0.506
抽象								●0	●0	●0
宗教									0.093	0.088
神話										0.491
歷史										

表 4-15，肖像類除了與裸體類之外，與其他各項的對比度皆呈現顯著差異。抽象類也和其他各項有顯著差異。而宗教類除了和上述兩項呈現差異外，也和風景與風俗類的對比度有顯著差異。

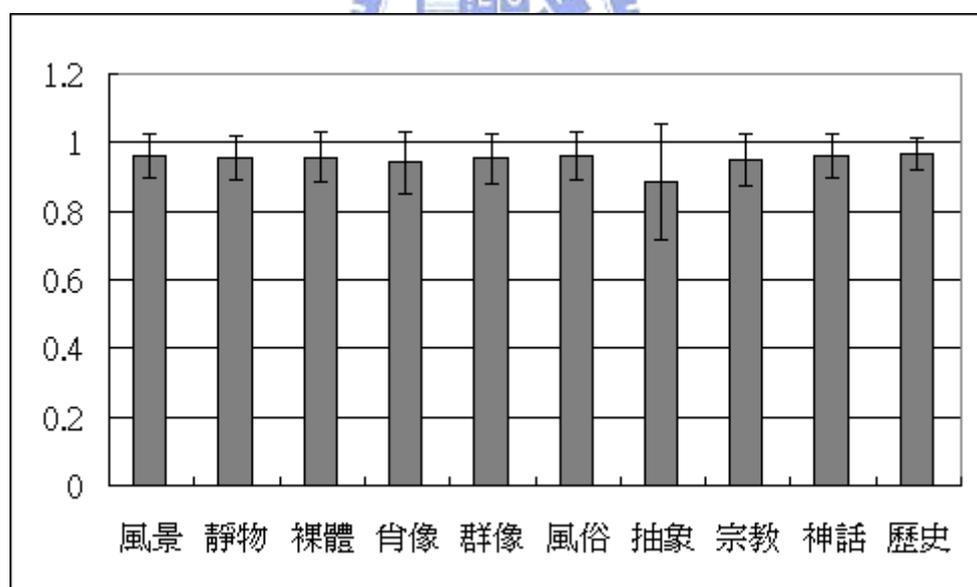


圖 4-27：各主題間對比值之長條圖

在圖 4-27 中，橫軸為主題類別，而縱軸為對比度。每一個地區的平均對比度用長條圖來表示，上面附有正負向的誤差線，各是一個標準差。從長條圖可以看出，抽象主題的對比度很明顯的比其他主題低出許多。另外，肖像類的主題也擁有較低的對比度。至於剩下類別主題的對比值都相當類似，可將它們視為同群。

#### 4.4.3 主題和亮度值的比較

表 4-16：各主題間亮度值單因子變異數分析比較之差異

亮度	風景	靜物	裸體	肖像	群像	風俗	抽象	宗教	神話	歷史
風景		●0	●0	●0	●0	●0	●0	●0	●0	●0
靜物			0.59	●0.005	0.276	0.054	●0	●0.002	0.234	0.551
裸體				●0.001	0.098	0.258	●0	●0.033	0.573	0.855
肖像					●0.021	●0	●0	●0	●0	●0.014
群像						●0	●0	●0	●0.008	0.17
風俗							●0	0.086	0.576	0.568
抽象								●0	●0	●0
宗教									0.082	0.219
神話										0.821
歷史										

在主題與亮度上，表 4-16 可以發現風景主題、抽象主題以及肖像主題這三項，皆非常明顯的與其他各項有顯著差異。而群像與宗教主題，也在和大多數項目比較時呈現出顯著差異。

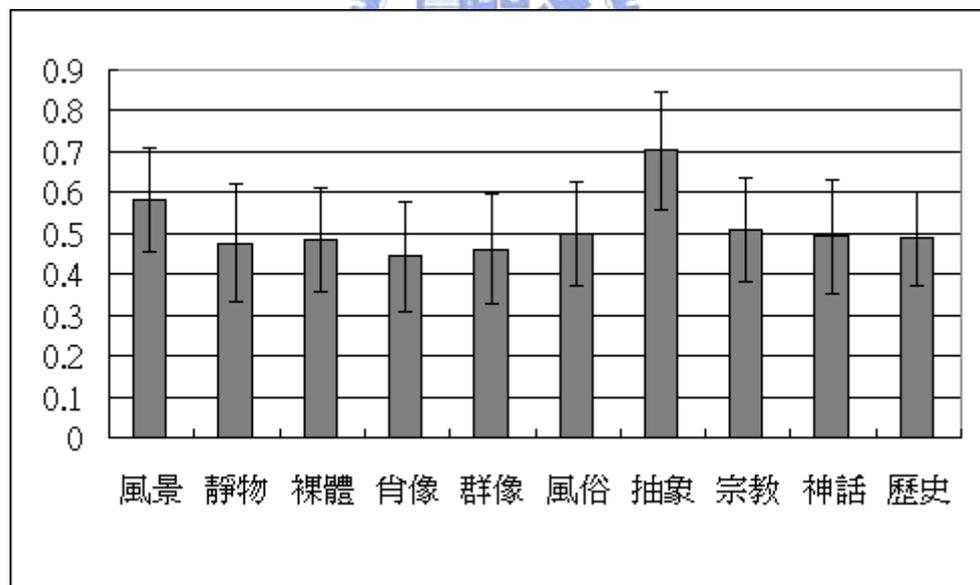


圖 4-28：各主題間亮度值之長條圖

在圖 4-28 中，橫軸為主題類別，而縱軸為亮度。每一個地區的平均亮度用長條圖來表示，上面附有正負向的誤差線，各是一個標準差。從圖中可以看出，抽象主題的亮度大幅高於其他各項，而風景主題的亮度相較之下也是相當偏高的。而反之，肖像與群像主題則是在平均亮度上表現出低於其他主題。剩下的項目則在亮度上表現類似。

#### 4.4.4 主題和飽和值的比較

表 4-17：各主題間飽和值單因子變異數分析比較之差異

飽和	風景	靜物	裸體	肖像	群像	風俗	抽象	宗教	神話	歷史
風景		●0	●0	●0	●0	●0	0.995	●0	●0.001	●0
靜物			●0.002	●0	●0.011	●0.002	●0	●0.003	●0	0.373
裸體				0.161	0.227	0.402	●0.022	0.243	0.334	0.16
肖像					●0	●0	0.085	●0	0.767	●0.01
群像						0.525	●0.001	0.823	●0.008	0.478
風俗							●0.002	0.591	●0.02	0.305
抽象								●0.001	0.082	●0.002
宗教									●0.005	0.402
神話										●0.028
歷史										

表 4-17 中，風景和抽象類的差異值極低，並與其他類皆在飽和度上有顯著差異。靜物類除了歷史類外，與其他各類也都有在飽和度上有顯著差異。

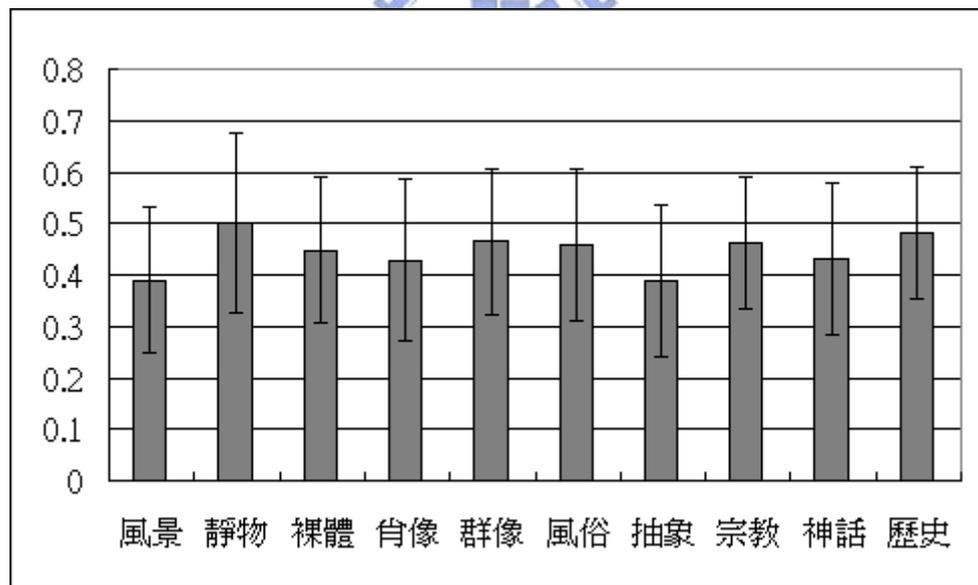


圖 4-29：各主題間飽和值之長條圖

在圖 4-29 中，橫軸為主題類別，而縱軸為飽和度。每一個地區的平均飽和度用長條圖來表示，上面附有正負向的誤差線，各是一個標準差。從長條圖可以看出，靜物類別表現出最高的飽和度。接著，歷史、宗教、風俗和群像主題在飽和度上也是偏高的，可分為同群。至於肖像、裸體和神話主題三者，在飽和度上偏低。而抽象和風景主題在飽和度上同樣屬於低量，並且明顯低於與其他各項的數值。

#### 4.4.5 主題和紅色值的比較

表 4-18：各主題間紅色值單因子變異數分析比較之差異

紅色	風景	靜物	裸體	肖像	群像	風俗	抽象	宗教	神話	歷史
風景		●0	●0	●0	●0	●0	●0.003	●0	●0	●0
靜物			0.877	●0.043	0.704	0.656	0.317	●0.001	0.065	0.601
裸體				0.092	0.59	0.544	0.383	●0.001	0.111	0.532
肖像					●0.001	●0	0.95	●0	0.794	0.062
群像						0.954	0.191	●0	●0.008	0.753
風俗							0.173	●0	●0.004	0.767
抽象								●0.003	0.853	0.21
宗教									●0	0.146
神話										0.065
歷史										

表 4-18 中，宗教類和風景類很明顯的和其他所有類別，在紅色值上表現出顯著差異。而神話類和肖像類也和另外三類的紅色使用有差異。

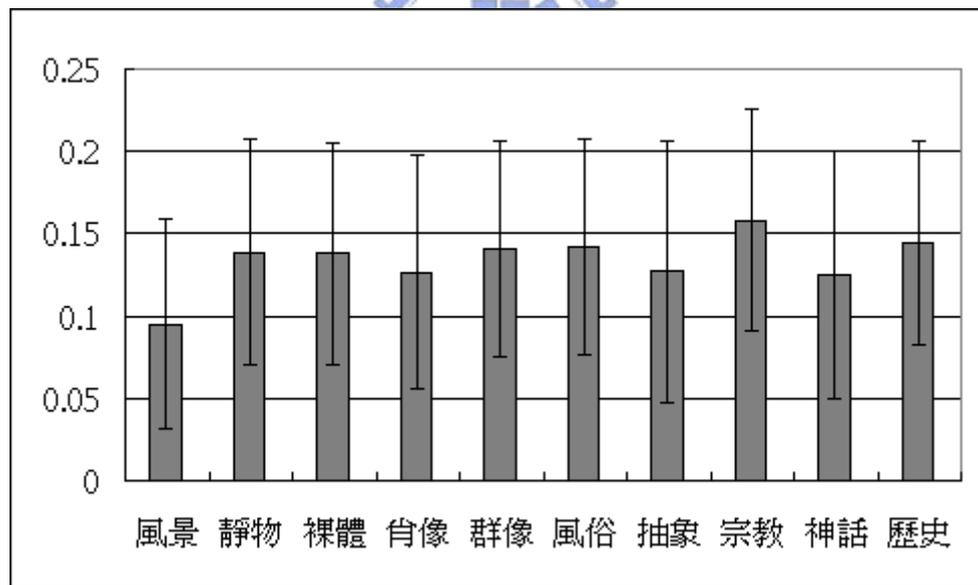


圖 4-30：各主題間紅色值之長條圖

在圖 4-30 中，橫軸為主題類別，而縱軸為紅色值。每一個地區的平均紅色值用長條圖來表示，上面附有正負向的誤差線，各是一個標準差。風景類的紅色值明顯低於其他各值許多。神話、抽象和肖像紅色值較高，三者值量類似。宗教類別則是全部主題中紅色值最高者，較其他各項的值多出許多。

#### 4.4.6 主題和綠色值的比較

表 4-19：各主題間綠色值單因子變異數分析比較之差異

綠色	風景	靜物	裸體	肖像	群像	風俗	抽象	宗教	神話	歷史
風景		●0	●0	●0	●0	●0	0.136	●0	●0	●0
靜物			0.55	0.314	0.387	0.319	●0	0.242	●0.011	0.345
裸體				0.092	0.131	0.096	●0	0.065	0.074	0.172
肖像					0.931	0.974	●0	0.779	●0	0.667
群像						0.914	●0	0.759	●0	0.651
風俗							●0	0.823	●0	0.679
抽象								●0	●0	●0
宗教									●0	0.738
神話										●0.006
歷史										

在表 4-19 的綠色使用上，風景類和抽象類除了和彼此並未有顯著差異外，與其他各項皆有顯著的差異。而神話類除了裸體類外，與其他各項在綠色使用上也皆有顯著差異。

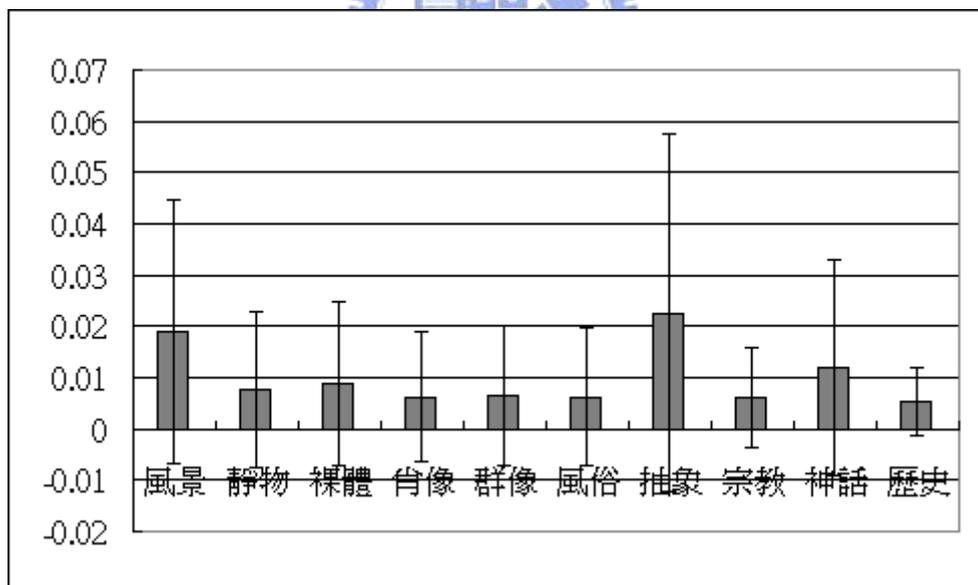


圖 4-31：各主題間綠色值之長條圖

在圖 4-31 中，橫軸為主題類別，而縱軸為綠色值。每一個地區的平均綠色值用長條圖來表示，上面附有正負向的誤差線，各是一個標準差。圖中顯示，風景和抽象兩主題使用的綠色量大幅高於其他各項。神話主題的綠色值這兩者較低，但仍高於其他數值。剩下的各項則屬低綠色值。

#### 4.4.7 主題和黃色值的比較

表 4-20：各主題間黃色值單因子變異數分析比較之差異

黃色	風景	靜物	裸體	肖像	群像	風俗	抽象	宗教	神話	歷史
風景		●0.001	0.407	●0	0.534	0.391	●0.039	●0.004	0.961	0.209
靜物			●0.043	●0	●0	●0.003	0.981	0.075	●0.002	0.358
裸體				●0	0.211	0.767	0.168	0.36	0.438	0.548
肖像					●0	●0	●0	●0	●0	●0.001
群像						0.134	●0.02	●0.001	0.649	0.12
風俗							0.083	●0.029	0.473	0.374
抽象								0.318	●0.048	0.482
宗教									●0.027	0.939
神話										0.227
歷史										

表 4-20 顯示，在黃色的使用方面，肖像類與其他各項之間的幾較都顯示出顯著差異。靜物類與宗教類則分別與其他五項有顯著差異。而抽象類和其他四項之間的黃色使用有顯著差異。

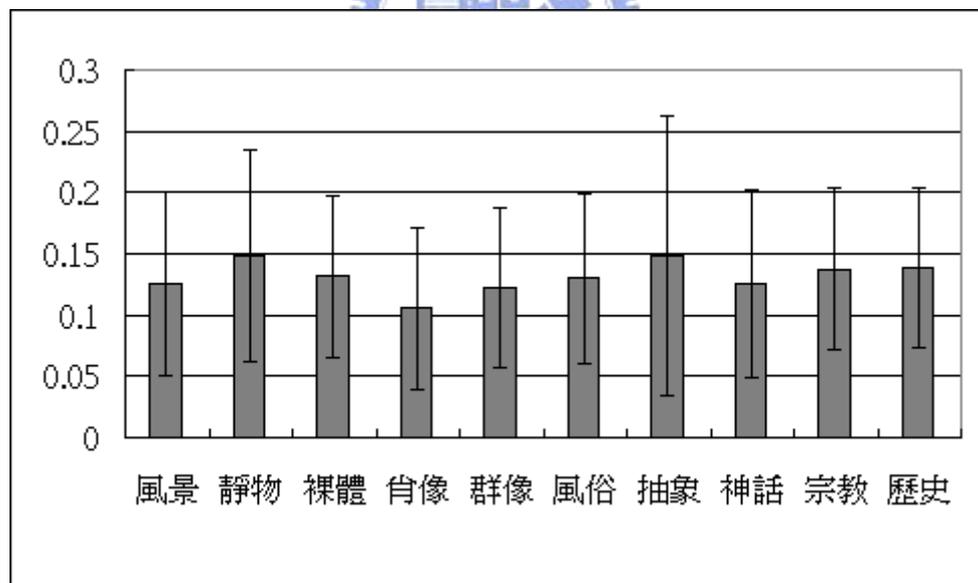


圖 4-32：各主題間黃色值之長條圖

在圖 4-32 中，橫軸為主題類別，而縱軸為黃色值。每一個地區的平均黃色值用長條圖來表示，上面附有正負向的誤差線，各是一個標準差。從長條圖中看出，抽象、靜物兩項的平均黃色值最高也類似。宗教和歷史類次之，裸體和風俗類再次之。和其他項目有最顯著差異的就是肖像類，黃色值明顯偏低。

#### 4.4.8 主題和藍色值的比較

表 4-21：各主題間藍色值單因子變異數分析比較之差異

藍色	風景	靜物	裸體	肖像	群像	風俗	抽象	宗教	神話	歷史
風景		●0	●0	●0	●0	●0	●0.029	●0	●0	●0
靜物			0.207	0.195	0.1	0.193	●0	0.153	●0.004	0.675
裸體				0.699	0.943	0.734	●0	0.781	0.164	0.598
肖像					0.484	0.946	●0	0.828	●0.014	0.729
群像						0.544	●0	0.588	0.088	0.524
風俗							●0	0.897	●0.02	0.713
抽象								●0	●0	●0
宗教									●0.019	0.672
神話										0.112
歷史										

表 4-21 顯示，在藍色方面則很明顯的有三個項目和其他差異顯著，包括風景類、抽象類與神話類。

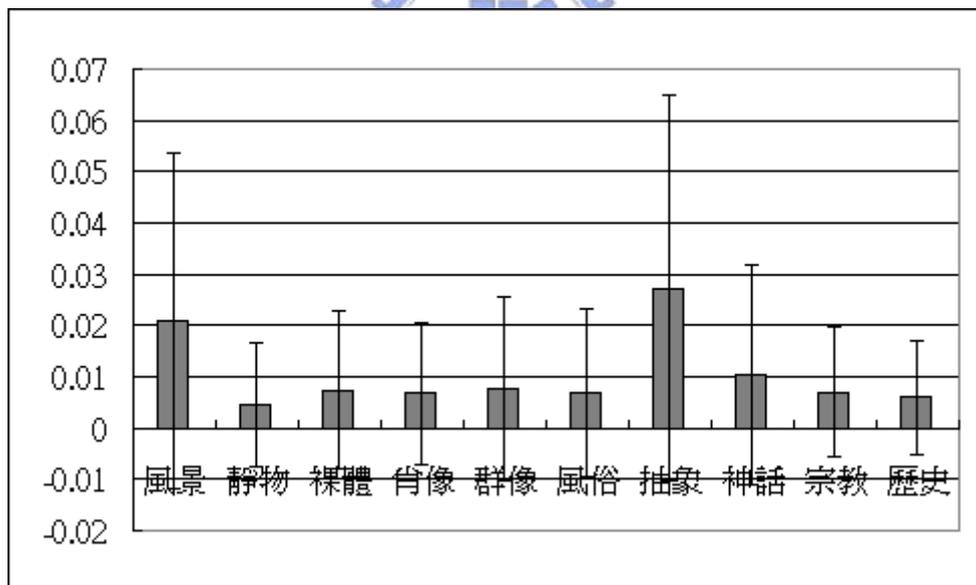


圖 4-33：各主題間藍色值之長條圖

在圖 4-33 中，橫軸為主題類別，而縱軸為藍色值。每一個地區的平均藍色值用長條圖來表示，上面附有正負向的誤差線，各是一個標準差。從長條圖中看出，抽象和風景主題的藍色值在各群中顯著偏高。而靜物和神話類，分別是剩下各項中較低與較高的兩項，因此位置也一高一低稍有偏離。至於剩下各項的藍色值因為相當接近，可以被視為同群。

# 五、討論

## 5.1 綜合討論

上章中已呈現了所有數據，在本章則針對數據作整理並且參照文獻。以下的討論內容，首先比較紅色、綠色、黃色和藍色 4 值的絕對用量，這是認識色彩使用的先決條件。接者以整體色彩特徵、明度表現、暖色表現和寒色表現等 4 張 MDS 圖的表現，對照各值的長條圖，來切入瞭解繪畫的用色。

之後再依照上章數據鋪陳的順序，以地區、時代、主題中的七項數值，包括對比值、亮度值、飽和值、紅色、綠色、黃色和藍色值，來進行個別討論。

### 5.1.1 綜合討論

#### A. 各色表現

表 5-1：各色值絕對用量

紅色	綠色	黃色	藍色
0.139129	0.00886	0.130863	0.009663

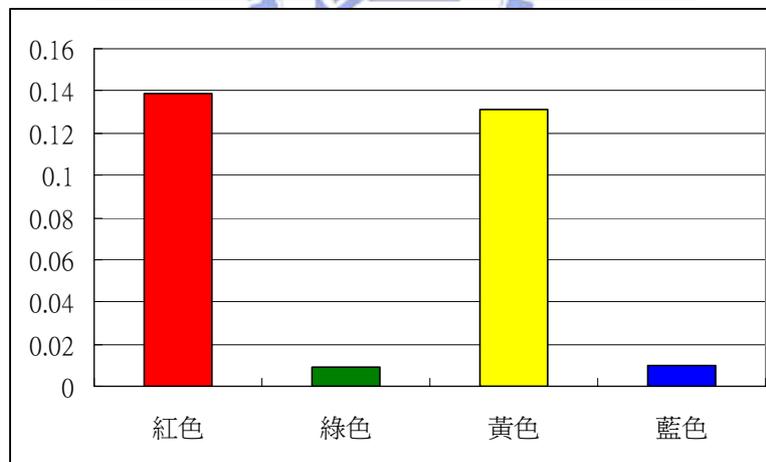


圖 5-1：各色值之長條圖

由表 5-1 可看出，紅黃值較藍綠值來的高，並且從圖 5-1 更可以發現，紅黃值的比例相當大幅的領先綠藍值。而其中又以紅色值最高，綠色值最低，顯示出繪畫整體而言使用的色彩以暖色系為主，寒色系則依不同的主題、年代、和地區起伏。

這個現象參照文獻後，在物理層面上至少有兩個非常主要的理由。一是各色系所費不等，二是色彩的老化現象。

在色料史中所提到的，各種色料取得的方式難易不一，以及昂貴的程度也不等。舉例而言，群青的使用就是很具代表性的說明，它雖然美麗卻極端昂貴，並且取得不易，仰賴礦藏開發的產量。因此此種色彩的使用量在畫面當中必然是作為畫龍點睛之用，不可能大量敷塗。而在色料史簡述中提到的土色系、褐色系和火星色系等色系，都具有物美價廉並且品質穩定的優點。因此在很多年代中，畫家們都喜歡選用土色系或是褐色系扮演繪畫打底的角色。一旦選用了某色系打底，即會讓畫面中的所有色彩略微染上此種色彩，一方面起因於如同古典透明法的技法，色彩層層透明相疊而來。另外，上層顏料隨時間也會漸趨透明，這樣被打底色彩的暈染就會在畫面中表現得更為明顯。

另外則是繪畫的老化現象。油料在時間過去會逐遍變黃，著名的蒙娜麗莎就是這樣的一個例子。達文西為了要達到皮膚的光滑質感並表現漸變的光影效果，在色彩中使用了大量的畫用油。這些畫用油在時間過去轉黃，使蒙娜麗莎變成了今天我們看到的黃膚色。根據其他當代畫家們所臨摹蒙娜麗莎的作品可以發現，蒙娜麗莎的原本膚色應該是更接近玫瑰紅。除了油料會因接觸空氣而氧化轉黃之外，色彩也會因光線的照射而衰老。在文獻探討中所提到的鈷藍就是一個例子。因為這些種種的原因，讓畫作偏黃或是偏褐，因此表現在色彩分析的數據上，即是紅黃色值大幅高於綠藍色值。

## B. 明度

在明度這項中，參考的是各項的對比值和亮度值，目的是要建立一個表現明暗資訊的系統。

對照長條圖後，地區方面發現俄羅斯地區的亮度值大，對比值也大，表示畫面中亮部的分佈較大，深色分佈較小。尼德蘭地區則相反，對比值低、亮度也低，表示畫面的用色較灰。比較特殊的是中北歐地區，對比值高但亮度低，表示畫面中暗色使用面積大於亮色，但是明暗對比強烈，例如在文獻探討中所提到影響林布蘭的北方暗色畫派。

年代方面各年代的對比值都相當類似，亮度則有比較明顯的變化。比較特殊的有 13 世紀，對比值屬中等，但亮度值最大，推測應與這段時期的作品大多為濕壁畫與但彩畫的事實有關。16 世紀則是在對比和亮度值上都表現得最小，這表示畫面較灰，在此時期文獻中所提到，達文西所善用的漸暈法，即具有低對比低亮度的特色。17 世紀和 18 世紀都共同具有類似的特徵，即是高對比低亮度。17 世紀進入了巴洛克時期的範圍。巴洛克時期在美術史上，素以卡拉瓦喬式的探照燈高明暗對比光線，以及深色的背景知名，如此一來的畫面整體即會有高對比低亮度的表現。受其影響的藝術家，不論是當代或後世皆為數眾多，因此在這裡明度值的表現與我們對藝術史的瞭解符合。

主題方面最特別的是抽象類的對比值在各項間最小，但是亮度卻為各項間最大，表示抽象類繪畫整體而言較為明亮，極端高反差的明暗配置也較為少見。肖像類的對比較小，亮度也是全部類別最低者。歷史類則是在對比值間居首位，但亮度卻屬中等。

### C. 暖色

南歐在紅黃值的表現都是各地區最高的，可能是由於提香領導的威尼斯畫派使用紅棕色打底的傳統，並且卡拉瓦喬也多以棕色底作畫的影響而來，因此南歐繪畫的暖色使用極高。而俄羅斯則是在紅黃值上表現得最低於其他各地，但在藍綠值卻又高於其他各地，整體看起來繪畫較偏寒色。

在年代方面，13 世紀和 14 世紀在圖 4-14 中相近，皆屬於紅黃值較高的世紀。另外，18 世紀和 19 世紀的紅黃值則是都屬偏低的狀況，這或許是部分呼應了之前關於色料老化現象的討論，整體而言，年代較為晚近的繪畫因時間而泛黃的程度較為輕微。

各主題間的暖色表現，風景的紅色值最低，黃色中等。肖像類別則是黃色值最低，紅色中等。宗教主題則是紅黃值皆高。抽象類則是紅色值中等但黃色值偏高。



### D. 寒色

地區方面寒色表現最特別的就是俄羅斯，無論是藍綠值都比其他各地高出接近一倍的數量。至於以低地平線風景畫著名的尼德蘭地區，藍綠色值出乎意料是各項間最低者，顯見荷蘭風景畫的天空實際上是以灰色為主調，而植被則以黃褐色居多。

年代方面則是 13 和 19 世紀藍綠值最高，特別是 13 世紀無論是在暖色或寒色的表現方面都較其他年代來的高，是相當特別的現象。而 16 世紀的寒色值則是各世紀中的最低者。

至於主題方面，抽象類、風景類和神話類都是在寒色值上表現得較高的，其中尤其是抽象和風景畫更為突出。抽象繪畫各色值表現得都較其他主題來得高些，這個原因有可能是抽象繪畫可以更自由的表達情感。脫去了具像寫實的包袱，可以更直覺的用顏色表現，因此顏色的使用量較多。而相對的，歷史類別則平均在寒色上表現得較低。

#### 5.1.2 地區

尼德蘭整體的色彩表現：在對比值和亮度值上，與其他地區相較為都是低或是最低，畫面上的明度的動態範圍(dynamic range)較小。然而在色彩的飽和度卻表現得最高，可見色彩的使用鮮豔活潑。用色上來看，紅黃色的用量中等，綠藍色卻是各區間最低。

南歐整體的色彩表現：對比值和亮度值皆為中等，畫面的飽和值高，可能反映在紅黃色的用量上為各區間居冠上，而綠藍色的使用則是中等用量。

西歐整體的色彩表現：對比值、亮度值和飽和值皆為中等，色彩方面紅、黃、綠和藍色也皆屬中等。

中北歐整體的色彩表現：對比值是各區間最高者，可見畫面明暗對比強烈。亮度值和飽和值屬於中等，色彩方面紅、黃、綠和藍色也皆屬中等。

俄羅斯整體的色彩表現：對比值高，亮度最高，可見畫面明暗對比強且整體偏亮。飽和值最低，反映在紅黃色的使用量最低上，綠藍色雖然很特殊的較其他各區屬於最高者，然而因為藍綠色的色彩絕對值整體遠不如紅黃色的用量，因此雖然此兩值高但飽和值仍低。

英國整體的色彩表現：對比值最低且亮度中等，可見得畫面上的明暗分佈平均或是整體用色較灰，飽和度中等，紅黃綠藍色的使用量也皆為中等。

### 5.1.3 時代



13 世紀的整體色彩表現：對比值屬於中等值，但是亮度值最高，可見畫面偏亮對比不強，似乎反映出濕壁畫的特色。飽和值中等，紅、黃色值分別是高以及較各年代間最高，綠、藍色值也是高與最高，可見用色上面此四色的用量都較其他年代來得更多。

14 世紀的整體色彩表現：對比值是七個年代間最低者，亮度值偏高，可見畫面明亮對比溫和。飽和值屬中等，紅、黃色值分屬最高與高，可見暖色使用相當豐富。綠色用量低，而藍色中等。

15 世紀的整體色彩表現：對比值、亮度值和飽和值在各年代間都是中等。色彩方面只有黃色值偏高，其他紅、綠和藍色值也都是屬於中等用量。

16 世紀的整體色彩表現：對比值是中等，但是亮度值卻最低，可見得整體畫面明暗偏暗，對比不強。飽和值最高，可能是由於當時威尼斯畫派風行的影響，強調色彩本身的表現力。紅色與黃色用量中等，綠色與藍色用量最少。

17 世紀的整體色彩表現：對比值、亮度值和飽和值都為中量，紅、黃、綠、藍各色中也是中量。

18 世紀的整體色彩表現：對比值、亮度值和飽和值都為中量，然而紅色與黃色的使用量是各年代間最低者，有可能是當時急功好利的繪畫風氣，以及文獻中褐色瀝青的大量使用，惡化畫面中的色彩品質，使作品保存不良所致。綠色與藍色則屬中量。

19 世紀的整體色彩表現：在對比值上為各時代間最高，亮度值也高，表示畫面明暗對比強且整體明亮。飽和值最低，色彩鮮豔度不高，可能反映在紅、黃色用量較低方面，雖然綠色與藍色在各年代間用量居於首位，但因為絕對量依舊相當稀少，因此飽和度仍低。

#### 5.1.4 主題

風景類的整體色彩表現：對比值屬中等，亮度值較高，可見畫面明亮對比不強。因為風景畫多為描寫戶外的自然景觀，例如圖 3-7，天空佔了畫面的大部分，淺橄欖綠的路樹延伸到遠方，整體色調明亮。色彩方面飽和值最低，色彩鮮豔度低，紅色值最低，黃色值屬中等，綠色和藍色用量和其他類別繪畫相較高出許多。

靜物類的整體色彩表現：對比值中等，亮度較低，而飽和值最高。例如圖 3-10 就是很典型的例子，畫面對比不強、如同在室內的照明，並且色彩的使用鮮豔細緻。各色值方面，紅色值屬於中上，黃色值為各類中最高，綠色值中上，藍色則是在各類型繪畫中表現最低。

裸體類的整體色彩表現：無論是對比值、亮度值和飽和值都屬於中等，如此的繪畫方式最能掌握肌膚光滑並且光影漸次變化的質感，例如圖 3-14。各色彩方面，紅、黃、綠、藍四色皆屬中等。

肖像類的整體色彩表現：對比值低，亮度值則是各類中最低，飽和值屬中等，可見肖像類的繪畫畫面柔和偏暗。色彩上除了黃色值為各類型最低之外，其餘各色皆屬中等色量。

群像類的整體色彩表現：對比值中等，亮度值低，飽和值中等，如圖 3-19，特色和肖像類繪畫類似。色彩上除了紅色值較高之外，其餘各色皆屬中等色量。

風俗類的整體色彩表現：對比值、亮度值和飽和值皆屬中等，圖 3-23 就是一個很符合此數據的範例。色彩方面除了紅色值較高之外，其餘各色皆屬中等色量。與群像類的表現很類似，事實上，在分類時此兩類在某層面上也是非常難以區辨跟分離，因此兩者可以在較粗略的分類時看成同一類。

抽象類的整體色彩表現：對比值是全部類型中最低者，然而亮度值卻是最高，飽和值則最低。圖 3-25 即為最好的範例，因為抽象繪畫與古典繪畫在技法上有很大的不同，主要是不再延續古典繪畫中打底的傳統，很多畫家習慣在

空白畫布上直接繪製，並且留下大量白底，這樣的結果導致畫面的亮度極高。色彩上除了紅色之外，黃、綠、藍色值的表現都是各類型中最高者。

宗教類的整體色彩表現：對比值、亮度值和飽和值皆屬中等，紅色值最高，可能與其色彩的象徵意義有關。黃色、綠色、藍色值則是中等。

神話類的整體色彩表現：對比值、亮度值和飽和值皆屬中等，各色除綠色外的色量也屬中等，綠色則是與其他相較偏高的，此主題多繪製發生在山林間的浪漫文學，或是希臘神話故事，例如圖 3-32，因此綠色值很特別的偏高。

歷史類的整體色彩表現：對比值在各類型繪畫中居首位，主要由於畫面對比強烈可以營造強烈的戲劇張力，以表達歷史主題的崇高、壯美，例如圖 3-34。亮度值中等，飽和值較高。色彩方面紅色值頗高，黃色、綠色、藍色值則屬中等。

## 5.2 檢討與未來發展

首先在影像取樣方面，本研究只包含了一個網站中的所有影像。雖然 CGFA 已經算得上相當具有代表性的網站之一，但是藝術史源遠流長，藝術品的數量如恆河沙數原不可能備載。因此若要做一個完整的分析研究，即應收集多個網站的影像，如 Web Gallery of Art 等等，這樣才能具備更完整的樣本群以供分析。

第二，利用色彩分析將各色轉為數值呈現，統計研究方法可以再更進一步利用二因子變異數分析 (two-way anova)，這樣就可以比較兩個不同因素之間的色彩關係，如此可以更精確的認識資訊。而事實上，這樣的作法也是更合乎藝術史及藝術發展的情況。並且，既然大量批次的分析畫作是可行的，利用這種作法，去分析單一藝術家的歷件作品，這樣也是認識藝術家及瞭解藝術史很恰當的一種方式。這幾點是本研究未來可以繼續改善、發展的項目。

另外先前提過的影像品質也是很根本的問題。目前數位色彩複製的技術不夠成熟，色彩再現的結果總是差強人意。另外，網站為了考慮頻寬和載入速度，影像品質也經過調整和壓縮。經過重重過程，一幅數位影像能保留原作的多少正確性讓人懷疑。然而這邊再度需要解釋的，本研究提供的僅是一種方式，也許是一種觀看的方式，也是一種認識的方式。

作為一種理解方式，本研究在藝術教育、藝術批評和藝術史研究方面也有極佳的應用。透過此種色彩分析方式，能夠在藝術教育上，除了傳統的方式，也就是敘述式地對色彩進行描述，或是哲學性的概論色彩之外，更增添另一種觀點，亦即將色彩變為一種可以被量化說明的形式語言，使色彩的應用和表現脫離依賴情感的主觀認識，變為可以用理智客觀的方式被閱讀。

在藝術批評上，除了對於繪畫色彩的分析之外，此研究方法也可以推廣到各種可使用數位影像形式視覺藝術的色彩分析方面。像是電影影片的色彩、攝影的色彩等等。並且可以從認識客觀的色彩特徵，進而比對相對應的情節內容，以得知色彩的象徵意涵，或是如何與抽象的情緒感受相連結。

而對於藝術史學者們也可以做為參考。數位影像的形式，為繪畫的內容分析，特別是色彩分析提供了可能性。藝術史藉助數位影像技術的發展，產生新的研究方法。如同麥克魯漢（McLuhan, 2006）的強調，媒介是感官的延伸，人們對世界的認識被媒體所型塑，因此新的研究方法可被期待帶來更多新的想像以及發現。



## 六、參考資料

英文：

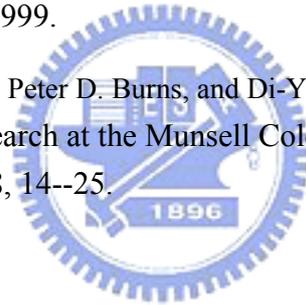
Philip, B. (2002). *Bright Earth: Art and the Invention of Color*. Farrar, Straus and Giroux Press. New York.

Marcia B. H. (1992). *Color and Meaning: Practice and Theory in Renaissance Painting*. Cambridge University Press. Cambridge.

Saunders, D.& Cupitt, J., Image processing at National Gallery: The VASARI Project, National Gallery technical bulletin, 1993, 14--72.

J. E. Farrell, Joyce E. Farrell, John Cupitt, David Saunders & Brian A. Wandell, Estimating spectral reflectances of digital artwork, Chiba Conference of Multispectral Imaging, 1999.

Roy S. Berns, Francisco H. Imai, Peter D. Burns, and Di-Y. Tzeng, Multi-spectral-based Color Reproduction Research at the Munsell Color Science Laboratory, Electronic Imaging, 1998, 14--25.



中文：

黃淑玲（1998），*浪漫主義的靈魂：德拉克洛瓦*。台北：藝術家出版社。

潘潘（2001），*新古典與浪漫主義美術*。台北：藝術家出版社。

Kenneth Clark（2004），*裸藝術：探究完美形式*。台北：先覺出版社。

神林恆道，潮江宏三，島本澁，中村俊春，高阪一治等編著（1996），*藝術學手冊*。台北：藝術家出版社。

Susan Woodfort（2000），*劍橋藝術史（I）*。台北：桂冠出版社。

徐明景（2001），*數位攝影的技術*。台北：田園城市文化出版社。

Harald Johnson（2005），*數位列印輸出聖經*。台北：旗標出版社。

鄭柏左（2004），*色彩理論與數位影像*。台北：新文京開發出版社。

大田登（2003），*基礎色彩再現工程*。台北：全華科技圖書出版社。

陳景容（1970），*油畫-畫法與演變*。台北：水牛出版社。

陳淑華（1998），*油畫材料學*。台北：洪葉文化出版社。

Marshall McLuhan(2006), *認識媒體：人的延伸*。台北：貓頭鷹出版社。

網站：

Digital Archiving, Kari Haworth < <http://scien.stanford.edu/class/psych221/projects/99/khaworth> > 1999.

“Abstract painting.” Wikipedia, the free encyclopedia. < [http://en.wikipedia.org/wiki/Abstract\\_painting](http://en.wikipedia.org/wiki/Abstract_painting) > 2006.

CGFA-A Vitual Art Museum, Carol Gerten-Jackson < <http://cgfa.sunsite.dk/> > 1996

