

第二章 文獻回顧探討

地圖符號設計無非要達到傳播的目的，談論地圖符號設計的文獻不少，但多半只提到設計目的，至於如何達成設計目的，並沒有釐出一定的法則。地圖符號設計概念最早出自 Robinson(1952) *The Look of Maps* 一書，此後陸陸續續有許多學者分別從傳播、視覺、心理等各種角度來探討地圖符號的設計。即使發展至今，電腦幾乎完全取代了手工，但基本理論的改變並不大，只是技術上的空間資料處理方式，使地圖功能從展示思想，一躍而為開發思想 (Fisher et al., 1993; Kraak, 1998)，更直接地與讀者在電腦上互動。以下為近卅年來地圖符號設計的文獻之回顧與探討：

第一節 地圖設計要素

線條簡明扼要、精確、表達簡單是 Arnberger (1974)對地圖符號設計所下的定義。Robinson et al. (1978) 提出地圖設計就是要達到可讀性、視覺對比、形底關係及層階關係。Tyner(1992)也提出地圖設計的目的就是要達到明確、次序、平衡、對比、統一和和諧。Dent(1996)在地圖色彩的設計上，則提到不只形底關係、色彩對比、可讀性不可忽略，色彩使用傳統及色彩協調也要兼顧。Keates(1996)也說提供資訊、易讀、美感是地圖設計的目的，而美感特質多指影像清晰、線條和構圖和諧(Wood,1993)。可見地圖設計主要都是為提高視覺效果，Hsu (1979)更強調地圖設計乃為達到幫助資訊傳達時的解釋，並透露出製圖者的決策過程及理論。

關於視覺設計上，Robinson et al. (1952) 曾提出形狀、大小、方向、色相、明度、彩度為六個設計的變化因子，這些因子自 Bertin(1967)後，一律通稱視覺變數(visual variables)。但兩人所提內容略有出入，Bertin 認為形狀、大小、明度、結構、色相、方向及二維空間才是主要的視覺變數。同樣理念發展至 Muller & Wang(1990)，則認為符號設計乃植基於空間資訊特性及符號視覺特性，提出大小、明度、結構、色相、方向、形狀是六大視覺變數。Monmonier (1991)提出大小、形狀、灰階明度、結構、方向、色相，Dent(1996)指形狀、大小、色相、明度、飽和度、方向、排列和結構，也就是說透過這些變數具體的變化，地圖符號的語法即可表達出來，而達到傳播效果

(Ucar, 1992)。

地圖符號之研究，多依這些變數不斷進行實驗尋找規則。根據視覺變數，1950年代地圖學在色彩上作了不少實驗，檢測單一符號在生理或心理上的刺激反應。60-70年代經由視覺獲取知識及認知，成為地圖傳播理論主要探討的議題(Olson,1975; Morrison,1976; Board,1977;Castner,1983)，同時也開始朝地圖之心像及記憶的心理學上深入探求，作為地圖傳播之延伸(Gilmartin,1981; Peterson,1994)。80年代技術革新傳入了結合認知心理學及傳播科學的視覺資訊處理系統(Marr,1982; Eastman,1985; Kosslyn,1989; Pinker,1990; MacEachren & Ganter,1990; Moellering,1991; Wood,1993)，主要研究地圖知識形成的過程，以瞭解符號的含意，及其與空間實體之間深層的地圖結構關係，技術與理論基礎於此一時期無一可偏廢。

第二節 視覺與認知之應用

由於地圖認知、視覺搜尋的路線及延時，均可反應符號設計良窳，且認知始自視覺之刺激，繼而才形成心理反應，因此地圖符號設計藉助於生理學或心理學的理論與研究方法者相當多。

由於眼球移動，會左右注意焦點，Coren et al.,(1999)根據 Ditchburn 在 1973 年的研究指出，眼球移動分很多種，三種無意識的眼動，幅度小，迅速在視網膜外圍變化，造成神經不斷送訊到大腦。而有意識的眼動，幅度大，速度很快，從不同視域集中訊息到中央窩，使看得較清楚。事實上根據 Dobson (1977)研究指出所有影像之出生乃在眼球固定之過程，只有經由眼球固定引起注意，才能找出資訊並發展成心像。Leisman (1979) 認為，在發展成認知前，眼球應已先看到某物，爾後才能調整到最佳位置。Bartz, (1979)認為儘管視覺敏感來自眼球之移動，但只有當眼球與頭停止在標的物時，標的才會被正確認出。然而 Gardiner (1981)指出，一旦扭動脖子就用到記憶，因此眼球功能常受制於視角。在 Castner & Eastman (1984)的報告中指出，眼球的注視多落在高資訊及不可預知或不常見之資訊上，也就是視網膜的中央窩多執行不知道的資訊，視網膜外圍才執行常見與規律之資訊。此外，Eriksen & Murphy (1987)也發現，注意焦點乃從解析率較低之大範圍內，逐漸匯聚在高解析小範圍內，就如 Steinke (1987)所言，注視延時短，相對僅是資料獲取而已，注視延時長，才有認知之進行。因此 Humphreys & Bruce(1989)、 Wolfe et al. (1998)分別實驗出唯有將標地物放置在視角 8°以下，才易集中注意力，而被快速且正確地找到。這些生理上的結論，恰可提供作為應用實驗的基礎，用以測知符號認知的有效性。

而下列認知的文獻，則可輔助實驗結論的說明，Olson & Attneave(1970)及 Nothdurft(1992)分別提到，由於注意力常會隨著符號整合或分開，往往符號在方向差異上達 30%，或具強烈的色調和結構對比時，即可被很快的區分出來。Luria & Strauss (1975)經眼球移動測驗，知道在背景不複雜情況下，色彩尤其是黃、紅所需辨識時間最短，形狀以大而規則之構造最吸引眼睛。然而地圖符號不太可能單獨出現，因此 Cahill(1975)指出，地圖需具有適度內容才比較容易將符號語意表達出來，底圖若太複

雜將無法形成形底關係，反造成判別困難。而 Bartz (1976)另一個發現則是，如果觀看地圖時，所承受的壓力太大，反會使中央窩因而加強刺激，致使外圍資訊反而失去更多，也因此資訊的獲取方式並不是唯一的。再由於 Farmer & Taylor (1980)研究指出，視覺看物時先是平行掃過，而後再慢慢系列地辨識，因此背景雜物愈少，愈易顯出好的形出來。因此 Shortridge (1982)比較兩種刺激，發現當符號具小而空心或大而黑的雙重意義時，較易被認出，但如果是視覺分不開的整合刺激如色相與明度，則反會造成混淆。Kulhavy et al. (1982) 比較圖框之有無對認知的影響，發現圖框有助正確記憶位置，但令讀者對圖的全貌印象較不完整。Antes et al. (1985) 利用眼動之實驗，發現觀看地圖時受到設計影響，注視的分布並不平均，一般注視多集中在圖的內容。Forrest & Castner (1985)利用觀光圖上的符號比較，歸納出色彩比大小或形狀易為視覺認知，同時對主題愈瞭解，對符號認知愈好，整體而言圖畫符號比幾何符號易正確辨識。Steinke(1987)根據 Brandt(1945)利用雜誌及報紙廣告、相片、眼動時角膜移動反應，發現眼睛的自然傾向與設計間的關係 1.起始點多在幾何中心之左上 2.注視之變化乃從左上至右 3.放在上面的東西獲得之注意較多 4. 在左邊比右邊較受注意，尤其左上 5. 眼睛很少在同一方向超過四次的連續移動 6. 掃描整頁多以順時針方向 7. 眼動促進水平方向抑制垂直方向 8. 眼動分兩種類型(1).探詢：整視域迅速看過(2).詳看：回到有興趣的主題仔細再看。MacEachren & Mistrick (1992)對形底的研究，結論出在白底黑形的均質基礎上，完美的形底關係在0.4秒內即被認出。Bonnell & Prinzmetal (1998)利用同一物及不同物的色彩與形狀兩變數實驗，得出在同一物上，要分開注意是容易的，但要選擇注意則不可能的，一旦看了色彩就會繼而看形狀。

除了認知時間外，認知延時也是評估符號有效性的另一個指標。Thomas & Weaver (1975)利用字母多寡之比對，提出認知延時隨事件發生的次數與複雜性提高而延長。認知延時與資料貯存容量相關，又與此期間事件發生的次數與複雜性相關，但與熟悉度呈反比。Cahill & Carter (1976) 透過實驗，發現資訊量密度愈高，相對上視覺的搜尋時間就愈長。Castner & Eastman (1985)指出，如果地圖內容過於複雜，除會加長注視延時外，還會使得注視距離縮短。Nelson (1994)利用雙變數的面量圖作實驗，發現

要形底突出，色彩對比一定不可忽略；而符號或色彩如果太多則會延長認知時間，但符號相似性低則縮短認知時間。Forrest (1998)提到 William 在 1967 利用幾何符號實驗搜尋目標時間，結論出由短到長之次序為 1.色彩加大小 2.色彩加大小加形狀 3.色彩加形狀 4.色彩 5.大小加形狀 6.大小 7.形狀。Niemela & Saarinen (2000) 利用電腦在一定距離及角度下，對文字及圖案作搜尋測試，發現文字所需認知時間最長，而圖案結合在一起則可加速視覺掃瞄時間。Bunch & Lloyd (2000)認為空間的相對位置，也會影響搜尋時間。一般而言，放在中央要比放在邊緣易被看到，在上比在下，在右比在左容易引起注意。但是除了視覺因素外，練習和經驗以及喜好均會左右搜尋時間 (Luria & Strauss, 1975; Castner,1979; Chang et al. ,1985;Green & Horbach,1998; Mijksenaar, 1999)。

當對符號有所認知時，即有解釋的產生。Cahill(1975)指出符號的解釋乃經由記憶執行，如果沒有先行知識，無法獲取符號意義。事實上，任何實體的認知，都是始自覺察繼而辨別再接著認知而產生評估。Morrison (1976) 則認為以地圖符號而言，選擇、分類、簡化是製圖者之認知表現，而地圖之解釋確實需要讀者的先前認知與來自觀看地圖時產生之認知交互形成。Gilmartin(1986)利用心理上對空間上取代、異位、倒置等不同的資訊組織，檢測人類在資訊解碼上的過程，發現心像可有效回想空間資訊，且沒有性別差異。Wood (1994)、 Lloyd et al. (1995)分別陳述心像圖乃結合語言與視覺，而後貯存在記憶，是一種空間知識的延伸與轉換，主賴已存在的知識。Dewar(1999)即歸納出文字加上圖畫符號最能促進對符號之記憶。

國內對此一方面的研究不多，僅林惠娟(1984)提到任一符號在地圖中均需具明確語意，而不是只在視覺的變化。蘇永生(1992)曾透過問卷方式，探討兒童對地圖的認知，發現年齡、性別對空間之認知具相異性，而圖畫式符號是最易被接受之定性符號。林榮泰、翁註重(1997)利用混淆矩陣，找出圖形符號比文字傳遞更多、更遠的資訊，可減少複雜之視覺障礙。陳潭(1997)對機場標誌符號認識率研究，發現男女差別不大，但出國經驗影響明顯。林榮泰(1998)針對台灣、留美及美國學生對公共標誌的偏好研究，發現文化背景對設計確實具有影響。

第三節 地圖色彩與形底設計

根據 Luria & Strauss (1975)的實驗，色彩的使用，往往可在最短時間內達到符號辨識功能，並指出橘色最討喜，綠色最不易引起注意。重要的是，Arnheim (1976)指出，色彩除可凸顯符號的重要性外，還可引起認知上的衝擊。Phillips & Noyes (1980)從實驗中發現，加上色彩會明顯改進符號結構的使用功能。可見，色彩明顯提高地圖可讀性、增加地圖使用性，並加強對地圖的記憶 (Yarnal,1982; Forrest & Castner, 1985; Clarke,1989; Forrest, 1998; Mijksenaar, 1999) 。然而色彩在展示時，卻受制於視覺、認知、可讀性、喜好、乃至人為操作等諸多的影響(Silverstein,1987)，因此，Brewer(1989)提到，唯有對色彩具有合理的認知，以及豐富的經驗，才能深切瞭解地圖色彩，而設計出具有美質之地圖。

地圖學上，最常利用不同面符號及色彩來造成形底關係。Dent(1972)最先實驗地圖形底關係，發現愈粗糙地區愈易成形，結構愈細緻愈黑的反成底。Cox (1980)利用心理測試與數學方程的轉換，得出採用淺灰色調背景於定量地圖上，將造成較強之認知效果。Smith(1987)研究灰階與符號結構粗細之間的變化，發現當面量符號愈多，相對即減低形底對比之效果，但應用 Kimerling(1985)的較細結構作大面積實驗，反可用來加深灰色調，達到形底關係。Gibson(1987)指出大於色相環上 120°範圍，即可被多數人直覺視為具有級序的色彩，而紅、藍、黃是三個相當好的色相分點。至於明度則可透過中性灰色加以比較，當灰色愈少時，明度就愈高。彩度隨著色相改變，黃色彩度比藍綠色高，而黑白色為無彩度。Ware(1988)將紅、綠、藍(RGB)三色放在 XY 座標軸上測試色彩的使用，發現藍色陰極射線的界檻值最高，亦即在背景用色時，藍色有其必須特別注意的特性。Poynter(1988) 利用照明比率對數的標準差作為指標，找出螢幕的背景為高亮度單色時，圖案或文字所顯現出的效果差異非常大。Moellering & Kimerling (1990)利用相對色學說來表現網格式坡度，發現對比色彩之結合，不只可產生不錯的聯想，也易於分辨。

Brewer(1992、1996、1997)在其系列地圖色彩研究上，利用白色作為對照組執行同時對比之測試，發現在一般狀況下，紅/藍、橙/藍、橙/紫及黃/紫是最好的配色，除

了不會有名字使用之混淆外，也不會受周圍環境影響，有助正確讀圖。再則光譜色系長久以來不被使用在定量圖上，但近年由於螢幕的使用，使用多色發散體系，不只可透過兩端深色表示最高與最低資料，並可找到重點所在。黃-橙-紅儘管常會被混淆，但若加入亮度則仍可保持高彩度。光譜色系一樣可透過明度或相鄰色彩的不同明度來增加對比，尤其自成次序免去記圖麻煩，也打破傳統上由低到高等於亮到暗之假設。Dent(1996)整理出色彩的內涵，認為紅、黃、橙多半被聯想成興奮的、刺激的、積極的；藍綠色為冷靜的、安全的、和平的；黑、褐、灰色表示憂鬱的、悲哀的、沮喪的；黃色為愉快的、快樂的、有趣的；紫色為威嚴的、高貴的、悲傷的。而 Patton and Crawford (1977)在色彩心理與情感的反應分析上找出，紅表熱、乾、不透明、危險；綠為肥沃、鎮靜；黃表暖和、閃亮。Brewer et al. (1997) 透過死亡率的地圖來測試色彩的可讀性與討喜程度，無疑有了色彩尤其是光譜色系及紫/綠色之混合，最具有效性，不只比漸進色有較高之回想率，同時影響到群集符號的認知，繼而影響色彩被喜愛程度。

Bunch & Lloyd (2000)則企圖透過色彩效果控制注意力以達有效搜尋。在螢幕上透過滑鼠點畫而呈現出來的色彩比一直存在的色彩，具有較短的搜尋時間。此外，高亮度具有較易被搜尋之特性，因此地圖邊界以紅或黃色來表示要優於用綠或藍色，但高亮度的藍色放在低亮度的背景時則另當別論。Melgosa et al. (2000) 實驗出螢幕上黃色最不易被區別。國內賴瓊琦利用色彩語意(1988、1995、1996)研究美國學生的色彩意象，以及色彩喜好及色彩聯想，並比較台灣小學至大學學生對色彩之喜好相異程度，提到基本之鮮黃色、藍色最不易受到外界環境影響，但也因此降低人們對它們的喜愛。

第四節 傳統與近代觀念之比較

遠在 1973 年 Wong & Yacoumelos 即提到未來將利用電腦展示空間資訊，而可讀性的問題也隨之將轉到螢幕解析度、資訊量及雜訊等等問題上。Osborne & Holton (1988)，提到在傳達資訊時，紙是水平的螢幕是垂直的，閱讀距離紙較近螢幕較遠，形底上，紙是白底黑字而螢幕恰好相反。他們也提到在 Muter et al. (1982)的調查中，螢幕閱讀比紙張慢 28.5%。Ehlers et al. (1989) 指出地圖資料是物件導向，主要在將二度空間填滿，並將某物抽象化，一旦資料蒐集後即具高解釋度；而影像資料是面的導向，將空間分成數行像素，是波段值的反應，無法辨識，須待解釋方能理解。McGranaghan (1989)指出印刷與螢幕用色是不同的，傳統印刷上深色表量多，但螢幕上則不盡然，反倒是亮度高表示量大。Gooding & Forrest (1990) 指出傳統地圖採 YMCK 四色印刷，較著重色彩的純度，而螢幕上使用 RGB 三色光，不只受本身電子槍、磷彩度等設備上的影響，解析度大小、掃瞄時的幾何扭曲、螢幕曲度等，均會使得傳統圖在螢幕上展現時，產生不同效果。Gerber et al. (1990) 指出符號在電腦上增生快，因此需要標準化，而一般白色背景符號設計，轉到電腦時改以彩色背景，需多考慮干擾問題。Morrison & Forrest (1995)由於電腦影像由像素組成，所以符號設計上大小就受限制了，儘管原則上符號以簡單為主，但有些圖徵仍得賴複雜符號才成達到傳播效果，因此符號大小又成了重要考量。Dymon(1996)透過電腦資料取得可從軟體上、遙測資料上直接獲取，資料轉換也可由掃瞄或數化獲取，速度快且方便，而資訊獲取更可透過網路，電腦更易於處理複雜的資料，設計也就相形更加快速。Binkley (1997)指出類比式圖形著重在保留及展示，將形狀轉成物理狀態，而現代利用數值化成圖是貯存操作的數字符號，將自然形體轉成概念架構，是抽象而非具體的。

第五節 研究方法比較

對於符號之研究，Mackett-Stout & Dewar (1981)認為語意與喜愛是最便利的測試，若再配合可讀性、反應時間及閱讀距離將更好。而 Geiselman et al. (1982)認為選擇符號的兩個重要因子，一為符號之意義，另一為反映在速度及正確性的符號區別上。Dobson (1985)認為讀者的喜愛才是決定符號設計有效性之指標，而 Dewar (1999)提出理解符號內涵才最重要，並根據 Roberts et al. (1977)的結論，指出符號被瞭解的時間、理解內涵、確信度、喜好、最短之判別時間是符號的評估準則。

在符號內涵方面，地圖學上實際採樣作符號的語意測試的研究不多，Gilmartin (1978)乃借用心理學上的語意差異法 (semantic differential) 來進行。而為達成這些評估，Brugger(1999)及 Dewar(1999)均提到，ISO 從 1970 年代以來即選用內涵測試 (comprehension test)，先選出喜好之排行，再利用語意差異法來排序篩選符號。Clarke(1989)在其點符號之傳播有效性評估上，即利用內涵測試法完成。

至於對符號之認知，Mackett-stout & Dewar (1981)以瞬間可讀(glance legibility)方法，測試對符號產生認知之秒數。Robinson (1982)認為如果符號繁複，可應用心理學上的最小可決差異或稱差異覺閾(just noticeable difference; j.n.d.)的作法來進行，但因地圖符號的要求更為嚴格，最好採最小實用差異法(least practical difference; l.p.d.)來決定符號的傳播效果。事實上，統計是一般使用最廣的方法，Castner (1983)提到數學與統計之使用，使得因果關係更清楚，對設計之檢測更有利。在地圖上最常用到為 T 檢定或變異數分析、或迴歸方程及單因素獨立測量(ANOVA)，如 Forrest & Castner (1985)、Morrison & Forrest (1995)對觀光圖上之點符號研究，或 Niemela & Saarinen (2000)對視覺搜尋之研究等。

第六節 符號設計指導原則

經長久實驗研究下來，仍可歸納出一些設計上的原則可作為參考，如 Gardiner (1981) 即指出受到錐細胞轉動之弧度影響，一般地圖上的細線，最起碼要以 0.05mm 寬的黑線才能達到可讀性之要求，他同時也提到，根據 Middleton (1949) 的研究，紅色小符號最易辨。Gill(1988)在白底上利用紅、黑兩色設計線符號特別醒目，尤其針對細線(0.15mm)紅色最顯著，其它按次序為棕、藍、綠、黃，黃色雖不醒目，不過和紅色一樣清晰易辨。Morrison & Forrest(1995)根據電腦上實驗發現，點符號最佳用色依序為黑色、紅色、綠色最後為藍色。對地圖背景色彩而言，Dent(1996)曾作了幾個結論，也就是好的背景千萬不要採用中間色；綠到藍色或加淺灰色的色彩，一般被認為較為舒適；黃到黃綠色或加深灰色的色彩，一般被認為較為不舒適；能跳出背景來的色彩較受歡迎；活潑色彩加一些淺灰色會顯得更為生動。

透過文獻可知，任何符號設計均需透過生理、心理等因素之考量來達到視覺效果，提供符號設計一個相當完整的思考架構參考。此外經由文獻之閱讀，整理出諸多實驗設計上時間、人數的參考值，唯在諸多文獻中均提到設計評估不只一種方法，但似乎採用至少兩種以上方法來評估符號的文獻並不多；再則，符號受到各種文化、習慣的環境影響至深，但國內採樣地圖符號作語意認知與符號設計的文獻也不多见。因此，本研究將就文獻中所提內容提出假設，並予以實證，期能找出最適於遙測影像上之符號設計。