



分版的方法及其在地圖設計上的重要性

Separation Drafting and Its Importance in Map Design

國立台灣師範大學地理學研究報告第五期 (1979)

吳信政 *

Hsin-cheng Wu

ABSTRACT

Separation drafting is a very important technique in modern map design. By means of this technique, the various gray tones or colors of the cartographic symbols of a map can be separated and similar tones or colors can be grouped under some selected categories, which are then inked on some specified sheets of plates. This technique can be applied to increase the category capacity on a map. Especially, map design of complex compound color can only be done by this means. The most important advantage of the technique is to allow the printer to do spectral coloring for multiple color printing directly from the separations.

This paper explains two kinds of examples. In figures 1-3, there are four separations of "HAWAII SUGAR PRODUCTION" that have been inked to distinguish the tonal differences of 100%, 50%, 30%, and 15% of gray tones on the map. In figure 4, there are thirteen separations designed to explain a practical example by means of combining the special technique of shading and layer coloring on a general map of "ORCHID ISLANDS" in southeastern Taiwan. It is a very high-class but rather difficult technique in the field of cartography. Even though this original color designed map can not be allowed to be printed in full color because of the budget shortage for printing this report. This paper can still provide the reader with a better and clear concept about separation drafting.

* 國立台灣師範大學地理學系講師

Lecturer, Department of Geography, NTNU.

地圖設計 (Map Design) 的目的就是要複製地圖 (Map Reproduction) 。不論是用非印刷方法 (Non-printing Processes) 或印刷方法 (Printing Processes) 的複製 (Duplicating) ，在地圖設計時都要先行考慮分版的方法，才能符合複製的需要。以複製數量的多少而言，一般複製數量在五十份以下時，則選用非印刷的方法；如欲大量複製時，則需使用印刷的方法，在時間上和經費上都比較節省，尤其大量彩色地圖的複製，更需選用印刷的方法。所謂印刷的方法是指使用凸版 (Letterpress) 、凹版 (Engraving) 或平版 (Lithography) 等三種方法中任一方法製版，然後經過印刷機印製而成的地圖。除外，用藍晒圖 (Diazo) 、全錄 (Xerography ，通稱)、攝影 (Photography) 和其他各種印晒法 (Proofing) 都屬於非印刷方法。實用上，以非印刷方法複製的地圖畢竟為數有限，而流傳的地圖絕大部份是經由印刷方法複製而成的，由此可見，地圖設計與製版印刷的關係非常密切，所以必須應用製版印刷的技術來從事地圖設計，所設計的地圖才容易付梓。除了單純的線繪圖可以直供製版之外，一般的地圖設計就需應用分版 (Separate, Flap, 或 Overlay) 的技術來繪製圖版。尤其是彩色地圖設計，若不應用分版的技術，就無法提供作印刷上的套色之用。即使在黑白的地圖設計，若採用分版技術，則可以在印刷的時候套上陰網版 (Negative Tint Screen) ，達到解決有如區域密度圖 (Choropleth Map) 上各種密度等級面狀符號 (Areal Symble) 的選取問題。

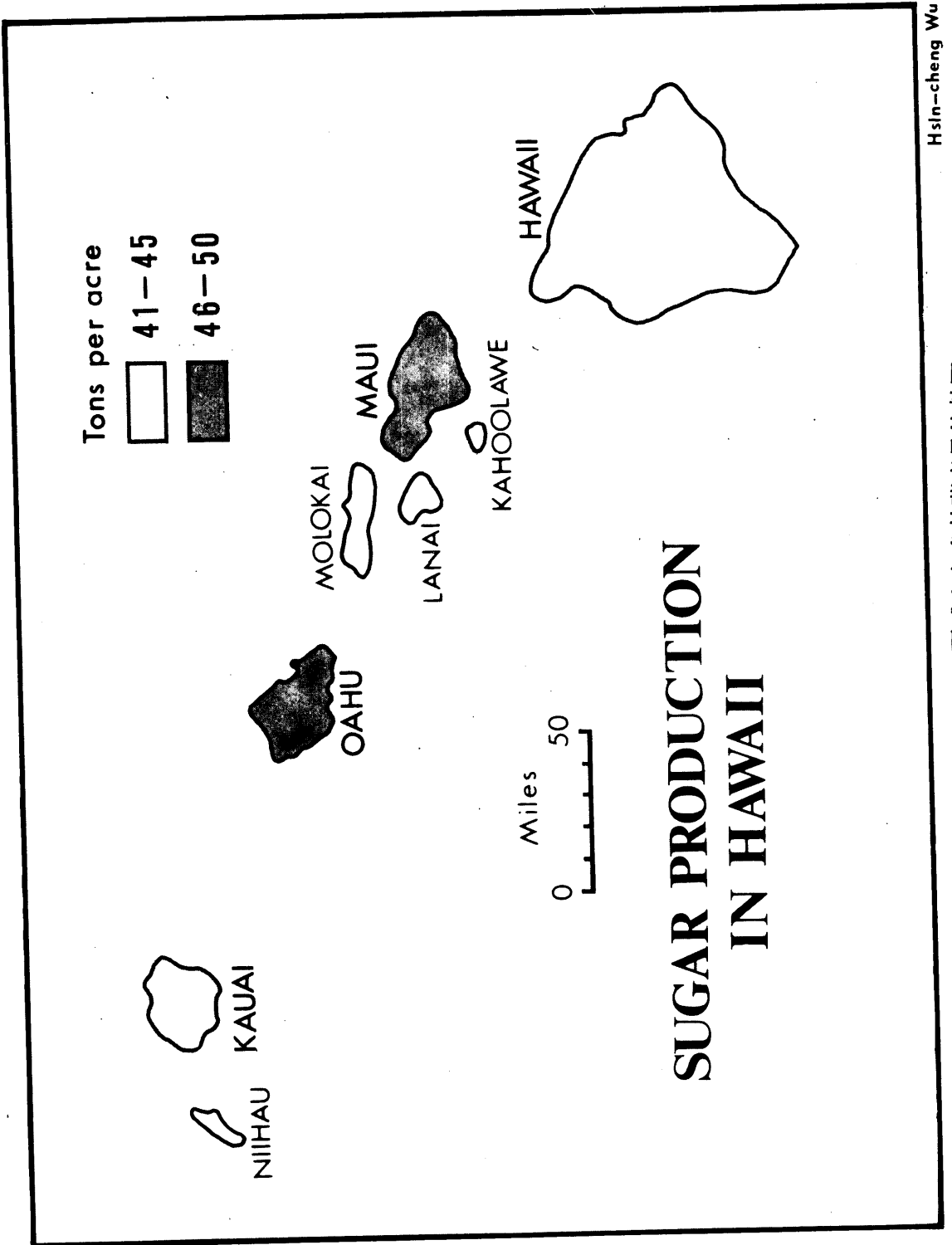
今特舉例說明黑白地圖和彩色地圖設計的分版方法。

一、黑白地圖的分版方法

任何地圖皆可視其需要加以分版，在黑白的地圖上，如欲使用某種灰調 (Gray Tone) 來表示黑與白兩色以外的色調，就得按中間灰調層次增繪圖版，才能提供給印刷者在所增繪的圖版上，使用各種不同比率的網版加以套印。茲以圖一為例，來說明簡單的分版方法。

為了說明方便起見，我們從圖一的成圖 (Final Map) 上可分辨出以三種不同的灰調分別表示不同的事物。從色調的淡而深，最淡的海洋是以百分之十五的網版套印而成的。其次在圖例 (Legend) 上色調較淡部份與圖內的 Kauai 和 Hawaii 兩島，是以百分之三十的網版套印而成的。色調較深的圖例和 Oahu、Maui 兩島，是以百分之五十的網版套印而成的。另外，圖框 (Frame) 、字體 (Types) 、海岸線 (Coast Line) 和比例尺 (Scale) 等，是以不套網版的百分之百的黑色來表示。

圖一 夏威夷各島甘蔗產量比較圖

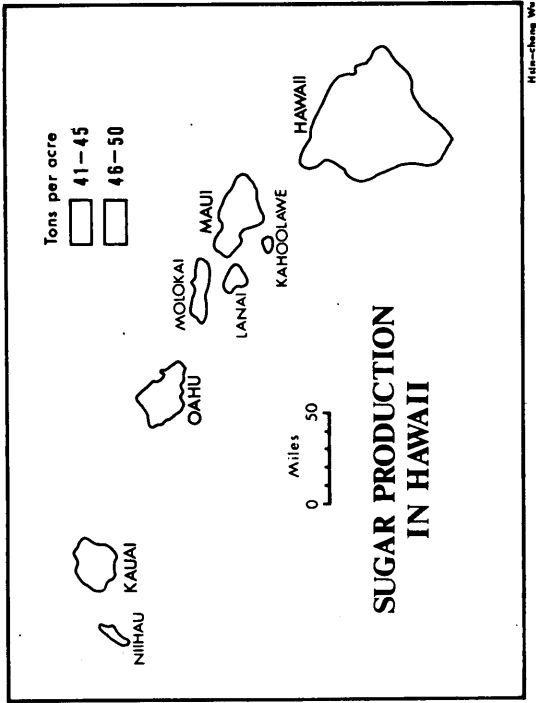


所以在此圖中，有全黑、50%灰調、30%灰調、和15%灰調等四種不同的色調印成的。在繪製圖版時，就得把四種不同色調的事物分別繪在四張不同的圖版上。但是在分繪圖版時，在每一張圖版上，都要把所欲表示的事物在各圖版上分別塗黑（如圖二），而不以不同的中間灰調表示。

如上所述，在繪圖前，須將所要分開表示的圖版加以詳細的設計，此步驟好比建築師的設計藍圖一樣的重要。在進行地圖設計的時候，也要先行設計一份詳細的繪圖藍圖或草稿。把所欲用來表示的字體和點、線、面等符號的形式、大小、色調等資料設計好，必要時也可以按自己的設計，先繪一幅線繪草圖，以便進行雕繪（Scribing）的工作，甚至有時還可修正，以求達到盡善盡美的目標。如此分繪圖版時井然有序，亦可使錯誤減少至最低限度。待地圖設計的經驗純熟時，較簡單的地圖，就可以在心理上有個腹稿，甚至於不必擬定設計草案，就可以着手繪圖。但對於很複雜的地圖，不論技巧如何純熟，都需預先擬定設計草案，以免發生錯誤，節省人力、物力。

繪圖稿時，在圖框四個角落的任何三個角落的外緣，必須畫十字形的對位標記（Registration Marks），以便在印晒或印刷時才能使所畫的各張圖稿精確的重疊，不致於在印晒（Proofing）過程中發生移位（Offset）的不良現象。這個步驟看似簡單，但如不細心精確的對位，就會使所獲得的成果因為位移而大打折扣，尤其在彩色地圖設計時，更須仔細對位。否則，就會像偶而在坊間看到套色不佳的彩色印刷品一樣，令人看了會感到頭暈。為了解決地圖套印的對位問題，在繪圖時已經利用各種品質極高的繪圖或雕繪材料，例如描圖膠片（Stabilene）、雕繪膠片（Scrib-coat）、蝕揭膜片（Peel Coat）、割揭膜片（Rubylith）、和描圖底片（Photo-cronaflex）等均能使各圖版輕易而準確的對位。這些材料的應用將另在「如何克服地圖分版設計中的對位問題」文中專論，在此不擬贅述。

圖稿畫好之後，就用製版攝影機（Processing Camera）將圖稿拍攝成負片（Negative，如圖三）。拍攝時，須將所有的圖版在未移動攝影機前，全部完成，否則，即使攝影機調在相同的刻度，在不同時所拍攝的負片，很難獲得完全相同的尺寸。待底片乾後，放在透光圖桌（Light Table）上面，仔細檢查顯影的結果，如果不滿意的話，就得在未移動攝影機前立刻重拍。由於底片沖洗過程的疏忽，或底片品質不精良，很容易形成針孔（Pin Holes），為免這些針孔在成圖上出現黑點，須用遮佈塗料（Opaque）將針孔修補好。其次在透光圖桌上，很仔細的按照對位標記分層重疊，並固定在圖桌上，再用對位釘（Registration Pins）和打洞對位籤在各負片的同一邊對位。這個工作相當重要，必須在透光圖桌上再行以不同的順序重疊檢查，是否每張負片的對位都很精確，並把負片上的對位標記用塗料塗掉。然後，在透



2-1

2-2



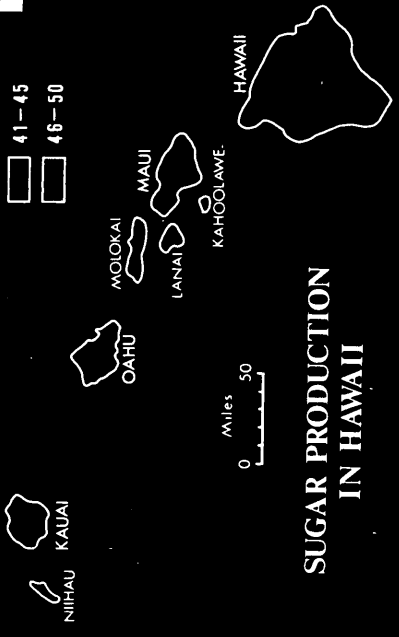
2-3



2-4

圖二 分版圖稿

Tons per acre
41-45
46-50



Hsin-chang Wu

3-1

3-2

3-3

3-4

圖三 分版圖稿的陰版

光圖桌上，於底片的四周用不使印相紙感光的紙條鑲貼（Masking），以增加負片四周的遮蔽範圍，以免影響成圖的圖緣幅度，並易於從事圖緣的剪裁工作。以上的工作完成之後，這些負片就可備作印相晒圖（Contact Proofing，印晒）之用。

在晒圖前，須先擬定晒版計劃（Proofing Schedule），把每張圖版編號，並註明各版所需套用的網版密度。因為在暗室安全燈下工作，光線很微弱，不易分辨負片圖版，致使容易造成錯誤。為了避免此項錯誤，並節省時間和感光材料，用黑筆或藍筆擬寫印晒計劃是必要的。在本例中，如前文註明的黑白圖版，可以簡化成：① 100%，② 50%，③ 30%，④ 15%。

要印晒曝光以前，在室內燈光下，把對位釘按負片上對位孔的間隔固定在晒版機（或印相機，Contact Frame）的底板上。然後關掉室內燈，在安全燈下工作。取出適當大小的感光紙（或印相紙）放在印相機裡適當的位置上，四個角落用膠紙固定，以免在更換負片或網版時發生位移，按照印晒計劃，將第一版套在對位釘上，使之平鋪在感光紙上面。因為第一版是 100% 的黑色，所以在負版和印相紙間，不必夾套任何的網版，才能使光線百分之百的透過負版上的透明部份。然後蓋上印相機的玻璃蓋，打開真空壓平機（Vacuum Pump），進行曝光。曝光後關掉真空壓平機馬達，打開印相機玻璃蓋，取出第一版換上第二版。在印晒計劃中，第二版將用百分之五十的灰調來表示，所以印第二版時，須套上百分之五十的陰網版在感光紙的上面和負版之間。其他的步驟，與印晒第一版時相同。曝光時，只剩下百分之五十的光線經過第二版上稱為天窗（Window）透光部分，再透過網版使印相紙感光。以此類推，逐次印晒第三、四張圖版。

在印晒時，如某一灰調部份將由兩張或兩張以上的網版重疊時，須將各網版轉動相差十五度的倍數角度，以免產生不調和的交錯網（Moiré），如有此現象，則將前功盡棄，須重行印晒。這種交錯網的潛影要等顯影時才能顯示出來，也就是說，要等顯影完成才能得知成敗。我們可以在印晒前，將須重疊的網版在透光圖桌上，調整角度到能消除交錯網為止，然後用分度器度量各網版間的夾角，記錄下來，以備實際印晒時的參考。

完全曝光好的印相紙就可以進行顯影（Developing）、急制（Stop Bath）、定影（Fixing）、和晾乾（Hang Dry）的工作，待成圖晾乾之後，再按所需的圖緣大小剪裁，即成爲一幅精美的地圖了（圖一）。

二、彩色地圖的分版方法

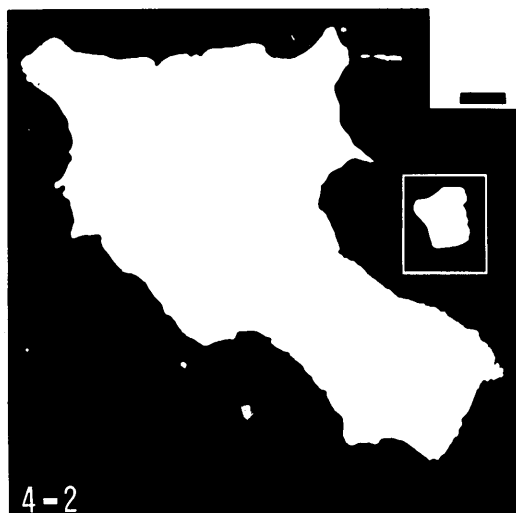
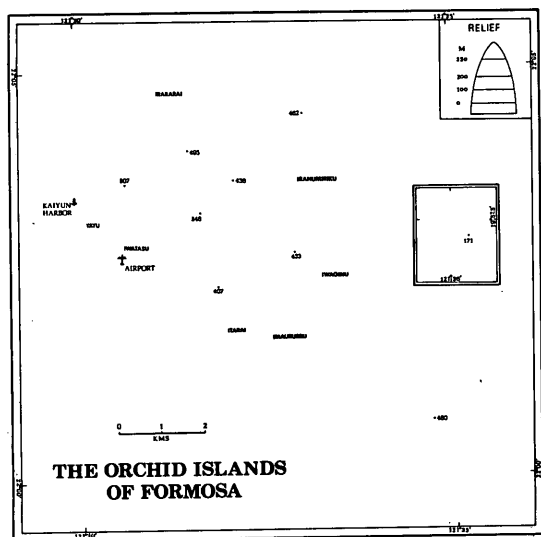
彩色地圖的分版工作，遠比黑白地圖的分版工作複雜。地圖的色彩設計與彩色印刷的分色原理大同小異，但方法的應用却大異其趣。一般後者是將實物或天然彩色照

片，在攝影機裡分色成洋紅（Magenta）、青（Cyan）、黃（Yellow）、和黑（Black）等四張版、印刷時再按各版的原色（Primary Color）和黑色等油墨，分次套印就成彩色印刷品。但是彩色地圖的色彩，則完全按照地圖設計者的個人主觀觀念和藝術修養來用色。地圖用色的妥當與否，當然影響地圖品質的優劣。所以在設計彩色地圖的時候，須要使用調色轉盤（Color Wheel）來決定所欲表示的色彩中所含各原色的百分比，以供套色之依據。

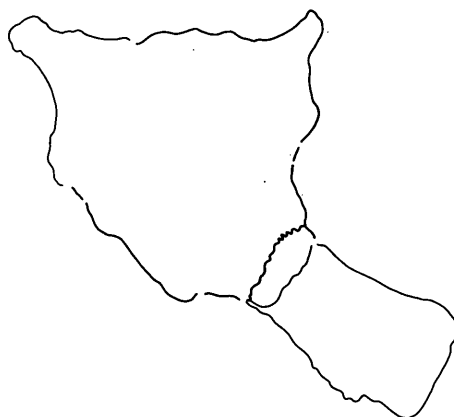
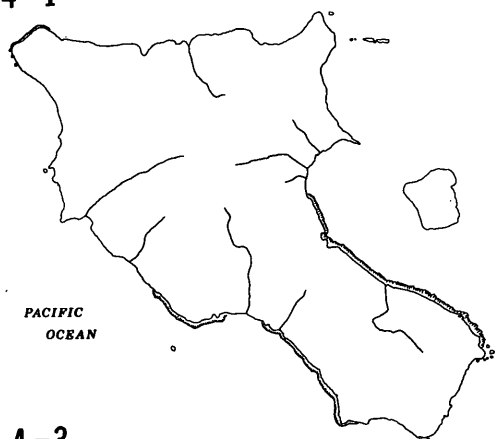
彩色地圖設計與黑白地圖設計的前幾個步驟大同小異，由設計草案的擬定、繪圖稿、到製版等的步驟相似，所不同的是在分色和燒版（Burn）時（黑白地圖為印晒），差異甚大。例如彩色地圖中的某種棕色是由 20% 的黃色、40% 的洋紅色、與 30% 的青色所組成的，那麼在燒版時，就得把這一個負版在黃色版上套 20% 的網版晒一次，在洋紅色版上套 40% 的網版再晒一次，在青色版上套 30% 的網版又晒一次。今特以作者在美國夏威夷大學進修時所設計的一幅用暈渲法（Shading）和分層設色法（Layer Coloring）綜合製成的蘭嶼地圖為例，來說明彩色地圖設計的一般情形。此圖所分版數，連套印半色調（Half Tone）的暈渲法，共有十三張圖版（圖四），在表一裡詳列了各版的色彩和彩度（Hue），可見在一般地圖（General Map）上，彩色印刷的複雜程度了。由於經費限制，此圖無法在此用彩色印刷表示出來，以提供較完整的參考，誠為可惜。黑白印晒時用的燈源是用點光燈（Point Lamp），而彩色材料燒版所用的光源則為具有高色溫（High Color Temperature），且含有紫外光（Ultraviolet Light）的炭精燈（Carbon Arc Lamp）。此種燈所放射的紫外光對人體有害，所以在燒版時，要避免眼睛直接看燈源，或者可以站在燈源的後方或陰影裡，就可避免受紫外光照射的危險。

% 版次 \ 顏色	黃 色	青 色	洋 紅	黑 色
100		3	4	1
90				
80				
70				5
60	9			
50	10	2S	8	
40	11	9		
30	12	10		
20		11	6	
10		12		
半 色 調				7

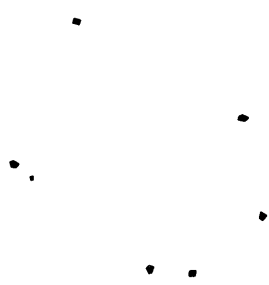
表一 彩色晒版計劃實例



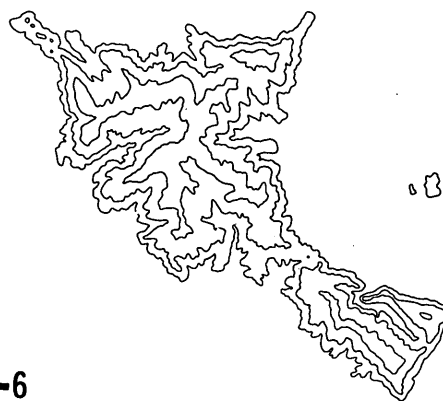
4-1



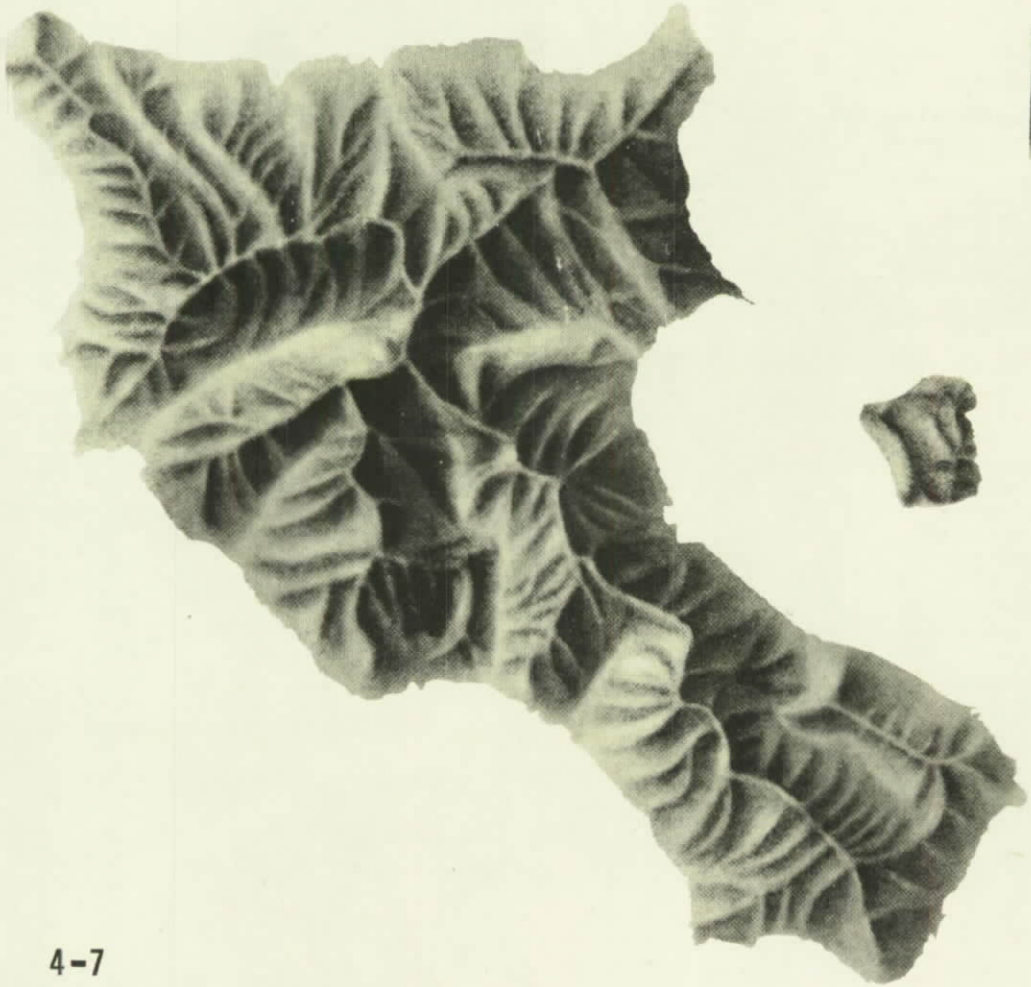
4-5



4-6



圖四 蘭嶼彩色分版圖稿



4-7

圖四 暈渲法

BIG ORCHID

SMALL ORCHID



4-8

4-9

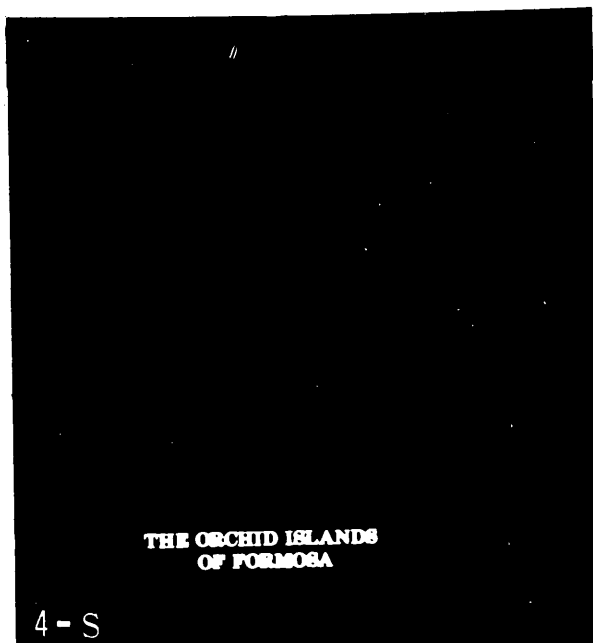


4-10

4-11



4-12



圖四 蘭嶼彩色分版圖稿

目前使用在彩色地圖設計或彩色美術設計上的感光材料，一般較常用的有美國 3M 公司出品的 Color Key Proofing Film, Transfer Key 和 Direct Reproduction Corporation 出品的 Kwik-proof Color 等三種不受室內燈光感光的材料。這三種都是屬於負片型的感光材料（3M Color Key 若使用正片顯影劑來顯影，亦可使之成爲正片）。即使沒有暗房設備，也可以進行上述材料的彩色地圖印晒工作，相當方便。

3M Color-Key Proofing Film 是一種片基很薄而塗有彩色感光膜的印晒底片。在晒版機裡印晒時，使其藥膜向下，再把圖版負片和需用的網版在上面密接著，再行曝光。曝光後使其藥膜向上，倒下適量的專用顯影液顯影（3M Negative Developer），並用細軟的棉布輕拭藥膜面，待影像充分顯示爲止，再行水洗、晾乾即成一原色的透明片。依法印晒其他原色的透明片，另外用製版底片印晒一張同大小的黑白正片。最後將三原色的透明片和黑白正片對準對位標記重疊即成一幅彩色地圖。爲使成圖效果更佳，可用一張純白紙張襯墊在下面，並割製一適當大小的圖框，將成圖裱成更精美的彩色地圖。

3M Transfer Key Proofing Film 除了三原色外，還有黑色片，所用的顯影劑與前者完全一樣，使用 3M Negative Developer。至於各種色彩的曝光時間的長短，因色彩的種類和光源的強弱而異。它必須在特製的基板（3M Transfer Key Base）上，逐色燒版，而且逐色分層自動黏着在基板上，最後的成圖，各色層都表現在基板上。此材料的最大優點，即爲其成圖與彩色印刷品完全一樣，所有的色彩都顯示在一張「紙」上；而且當同一圖版需套印兩種以上的色彩時，可以直接在基板上面調整網版的角度，以消除交錯網的現象，而 Color Key 在燒版前雖然也可以仔細的調整重疊版上的網版角度，但常由於稍微的疏忽而出現交錯網。如此非得再行調整某一版的網版角度，重新燒版不行。在實用上，Transfer Key 比 Color Key 方便；在外觀上，Transfer Key 的透明度也優於 Color Key。只是前者的曝光時間較長，且須加倍細心的操作。

另外一種 Kwik-Proof Color 像是顏料，使用時，在特製的基板上倒下一兩立方公分（c.c.）的顏料，然後用特製板擦和棉布將之均勻塗布在基板上，待乾後用炭精燈曝光燒版，然後只要用水清洗，曝光過的顏料就留在基板上。未曝光的顏料，經水洗後就會掉落，不需要任何顯影劑。這種顏料可以視需要而混合調色，然後再行燒版。例如可以先將顏料調成棕色，再按上法一次燒版，不需要按三原色組合百分比分開三次燒版，非常方便。而且第一次的彩度（Hue）如果不夠時，還可再作第二次以上的燒版。

以上的討論，均以非印刷方法的製圖為主。當所設計的地圖想要印刷時，只需將所繪的分版圖稿送到印刷廠，由印刷廠依其機器規格和所用網版規格另行製版。但必須把設計的印晒計劃（Proofing Schedule）同時送給印刷廠，才能按照設計依樣印刷。看起來，地圖設計者的工作似乎可以止於分版圖稿的繪製步驟，而不必自行製版、印相或晒版，但這樣要有相當經驗的設計者才有把握。即使地圖設計家爲了使印刷廠能保證按其設計套色或套網版，因此最好能附送自行印晒好而認爲滿意的樣品給印刷廠作參考。不然萬一印刷廠的品質和技術控制不良，印出的地圖效果不盡如意，那就辜負了地圖設計者的一番心血。所以地圖設計的領域必須延伸到印刷製版的範疇裡，其用意在此。地圖設計的積極意義，在於促進地圖印刷的品質控制，此對地圖設計和對印刷技術的進步都有相當深遠的貢獻。

參考文獻

1. Robinson, A.H., et. al., Elements of Cartography. 1973, John Wiley & Sons Inc.
2. Keates, J.S. Cartographic Design and Production, 1973, Longman Group Limited.
3. Keuffel & Esser Company, Municipal Map-making: Color and Economy with Stabilene System Materials.
4. Robinson, A. H., "Psychological Aspects of Color", International Year-book of Cartography, 1967.
5. 3M Company, "How to" Guide for Design Graphics, 3M Brand Color Key.
6. _____, Processing and Laminating Instructions, 3M Brand Transfer Key.
7. Kodak, Basic Color for the Graphic Arts, 1964.
8. _____, Basic Photography for the Graphic Arts, 1972
9. Dentsmen, H. and Schultz, N.J. Photographic Reproduction, 1963
10. Bowman, W. J.
Graphic Communication in Science, National Science Teachers Association.
11. Carroll, J. S. Photographic Lab Handbook, 1976
12. Michals, D. Photographic Illusion, 1975