



EJ095198006187

像片圖色調控制的研究

A Study of Tonal Control on the Photomaps

國立台灣師範大學地理學研究報告第六期(1980)

吳 信 政*

Hsin-cheng Wu

ABSTRACT

During the last decade, owing to the study prominent scholars, the photomapping process of applying the continuous-tone image of aerial photograph together with using computerized automation mapping process has been proved to be relatively more accurate than the traditional line-work topographic mapping systems. Photomapping is the only one way to meet the needs of economic development planning especially in Taiwan. However, in methods of printing reproduction, tonal control and maintaince of resolution power are still regarded not completely satisfactory. In this article, a study of tonal control on the photomapping is discussed in order to figure out a gamma value of a characteristic curve as a tribute to lithographic reproduction of photomapping.

壹、緒論

一、研究背景

所謂像片圖(Photomap 或 Orthophotomap), 就是利用正射投影像片製圖儀(Orthophoto Projector), 把透視投影(Perspective Projection)的航空像片(Aerial Photographs)像對(Photo Pairs)校正成正射投影(Ortho Projection

*國立台灣師範大學地理學系講師

Lecturer, Department of Geography, National Taiwan Normal University

的像片，再套印上必要的地圖符號（Cartographic Symbols）而成像片形式的地圖，兼具航空像片和地形圖的雙重特徵。在心射投影的航空像片上，因地面高度差異，和攝影角度傾斜，使像片上地物影像發生位移（Displacement）和改變比例尺等現象。要應用航空像片來製圖，須消除這些誤差。正射投影像片製圖儀就是採用微分糾正法（Differential Rectification），將像對的重疊立體判讀部份，分成數萬個小塊，依每小塊的地面起伏量，分別變更投影距離，校正其位移及比例尺誤差，再實施糾正晒像，製成正確的正射投影像片，並利用儀器自動繪出等高線，測製成像片圖。由於航空測量（Photogrammetry）技術的進步，及有關儀器的發展，可在相當短的時間內完成大地區的航測及製圖工作。像片圖除了套印必要的地圖符號之外，直接利用地物影像的形狀和色調製圖，可節省相當多的時間，也只有這樣的時效及精度，才能趕上快速經濟發展的需要，提供經濟建設的藍圖。因此，我國自民國六十四年七月起，由台灣省林務局農林航測隊執行「台灣地區基本圖測製五年計劃」，就是採用此法測製的。

地圖的精確性和視覺效果，是近代地圖學家所追求的兩大目標。近代地圖學起源於十七世紀中葉，法國陸軍創用精確的測量技術來測繪法國的輪廓和地球的形狀，使製圖的精確性向前邁一大步。一七九九年奧國軍官雷漫（Johann Georg Lehmann）創用暈滃法（Hachures）表示地形起伏。他用粗細和疏密不同的線段表示毛蟲狀的山脈。後來發展到可表示地形的相對坡度和向背光明暗不同的立體效果，此法盛行將近一世紀，可惜密集的線段影響其他地圖符號的清晰度。到十九世紀末，才逐漸被等高線法（Contours）取代。等高線是把高度相等的各地點連接，成為圓滑的封閉曲線。可依等高線的疏密計測地面坡度，且任何地點的高度都可計測求得，至此地圖的精確性才達到滿意的程度，但却比不上暈滃法的視覺效果。其後，在小縮尺地圖上把等高線簡化，依地形高度分層設色（Layer Coloring），用不同的色彩逐層表示地形的高度，把地形抽象化，但地形的立體效果仍然不佳。十九世紀初，平版印刷術（Lithography）的發展，可用連續色調來表示地形背光面的陰影，使呈立體效果。十九世紀末才廣泛使用暈渲法（Hill-shading），假設光線從左上角四十五度入射，對地形產生陰影變化，來表示地形的立體效果，通常和等高線圖併用。到一九五〇年代，總算達到地形表示的準確性和立體效果的雙重目標。

除了上述諸法以外，各國的地圖學家仍不斷致力研究其他的地形表示法，其中以日本田中氏（K. Tanaka, 1950）用照明等高線法（Illuminated Contours）表示大縮尺地圖的立體效果最佳。他在中間灰調的底紙上，用白色線條表示向光的等高線，深色線條表示背光陰影的等高線，有如燈光照明的地形模型，可惜繪法繁難，故

不普及。

一九三〇年代，由於飛機性能和攝影器材的改良，加上第二次世界大戰利用航空攝影蒐集軍事情報的需要，刺激了航測技術的發展。到一九五〇年代，先進諸國均已普遍地應用航測技術，大量繪製大縮尺線繪等高線圖。至今，世界上有百分之九十的地形圖是應用航測法繪製的。二十世紀初，奧國軍官森普羅（ Scheimpflug ）首先提出使用航空像片形式繪製像片圖的構想，可是却無法解決把心射投影校正為正射投影的問題。直到一九三六年，伽拉斐伯（ Gallus - Ferber ）發明光償（ Photoresstitutor ）微分糾正法，才實現此構想。到一九五六年，美國地質調查所的賓氏（ Russell Bean ）設計出正射投影儀（ Orthophotoscope ）後，才進入實用階段。一九七一年，加拿大賀布羅（ G . L . Hobrogh ）設計出航測製圖儀（ Gestalt Photo Mapper ），利用航空像片的電子異射（ Electronic Correlarion ）、儀器自動校正，配合電腦來從事快速製圖作業。像片圖的另一大優點就是直接利用航空像片的地物影像做為像片圖的主要內容，而且利用陽光對地物照射，形成的天然陰影效果，不必再加上人工暈渲，就可達到滿意視覺效果和精確度，尤其節省了相當可觀的時間和經費，促使它逐漸取代線繪地形圖的趨勢。

二、研究動機與目的

民國六十四年七月起，我國台灣省林務局農林航測隊從事台灣地區正射像片基本圖的測製工作，至今已完成了大部份地區的測製工作，成果頗豐碩。作者深入瞭解該項計劃的執行過程，深對該隊使用新穎而精密的設備、辛勤的工作，和主持人卓越的領導，敬佩萬分。惟該項測製技術，在我國尚屬首創，難免有不盡滿意之處。據瞭解，由該隊印相晒圖的像片圖上，色調非常豐富，解像力頗佳，但是經印刷的像片圖的色調和解像力，却比原像片相差太遠，影響判讀。主要的問題可能是在製版印刷過程中，色調控制不當所致，誠為可惜。色調的傳真度主宰像片圖印製的成效。因此，在此謹就主題地圖（ Thematic Map ）的地圖設計範疇，不涉及航空測量的領域，討論像片圖色調控制的問題。本研究的目的為，一以濃度計（ Densitometer ）做像片圖色調的定量分析，求出像片圖理想的伽瑪（ γ ）值，以供製圖和印刷的參考，二提高像片圖的可讀性；三增加像片圖的應用價值，以促進經濟建設與資源開發的規劃效率。

三、研究方法

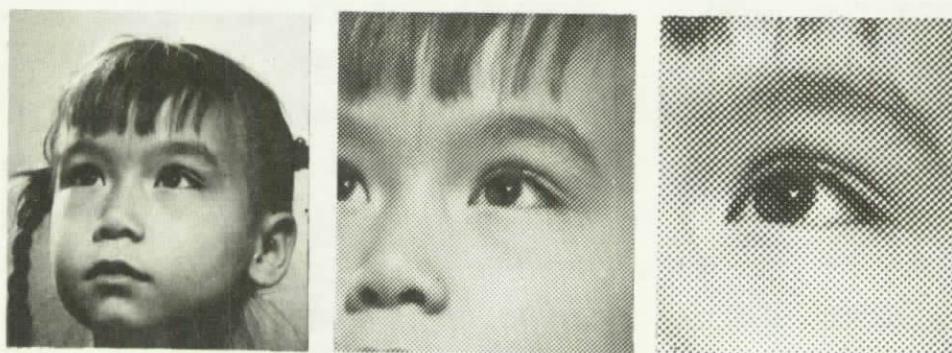
像片圖對原像片上各種地物影像色調的傳真度，以攝影印相法（ Photographic Contact Print ）色調最好，解像力（ Resolution Power ）最佳，濃度域（ Dens-

ity Range) 與原像片最為相似，惟成本昂貴(農林航測隊晒像每幅台幣九十八元)，不適流傳。而藍晒法(Diazo)複製的像片圖，濃度域只有百分之七十，經久會褪色，不適於長期保存，只適於工程師短期使用。一般皆用平版印刷印製像片圖，成本較廉(每幅二十元)，才適於流傳，但其解像力和濃度域，受半色調網目(Halftone Tint Screen)的影響，遠不如原像片。因此，色調控制成為像片圖印製的重要問題。本研究即就色調控制的問題，從事定量的研究，由半色調控制，免網平版製版，和色調減薄等試驗，由相對標準的特性曲線(Characteristic Curve)，求伽瑪(Gamma, γ)值，做為製版時，消除色調差異，控制色調標準的根據。

貳、本論

一、半色調控制(Halftone Methods)

色調是構成像片圖的基本要素。印製像片圖的主要目的，就是把原像片的色調層次忠實的印出來。但是一般製版底片正常的伽瑪值高達 2.5，反差(Contrast)很高，顯影後黑白對比很強，無法用來表示連續色調原像片的中間色調(Intermediate Tone)。因此，必須套用半色調網目屏，才能把原像片的連續色調轉變成密度相同而大小不同的細點子，晒印到平版上，以便這些細點子在平版印刷機上，能吸收油墨，轉印到紙上。由於肉眼的光學視差(Optical Illusion)產生的錯覺，使我們對大小不同的網點，看成深淺不同的中間色調，與原像片上的色調相似。若經放大，仔細觀察，就可分辨出網點組成對像片明暗的反應(圖一)。明亮處(Highlight)



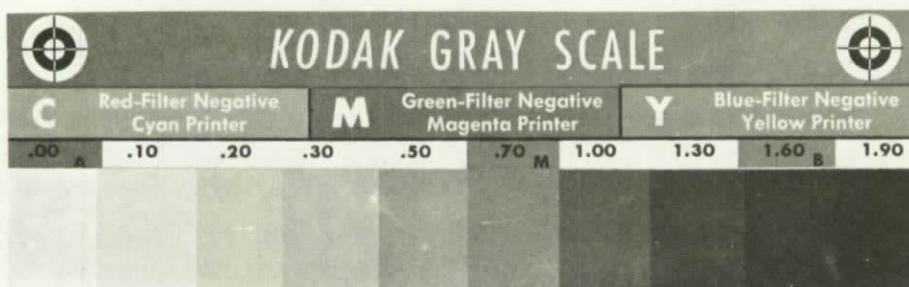
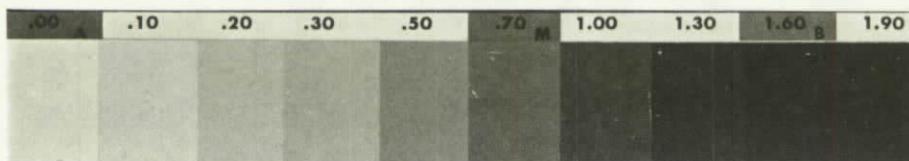
(資料來源：Halftone Methods For Graphic Arts, Kodak)

圖一 半色調網點對像片明暗的反應

的黑網點細小，陰暗處（Shadow）的白網點細小，中間色調的黑白網點，大小相若。我們觀察半色調網目印刷品時，肉眼感受到紙面對光線反射能量的多少不同，而有明暗感。網點細的明亮處，反射光線強，而呈淺白色；反之，呈深黑色。中間色調處，反射量中等，故呈灰色。這就是傳流連續色調原稿的印刷複製方法。

航空像片或像片的色調層次，從白到黑的濃度範圍，即最大濃度減去最小濃度的差值，稱為濃度域（Density Range），習稱反差（Contrast 或對比）。良好的航空像片要有豐富的色調層次，或較寬的濃度域，大約為 1.7。但印刷油墨頂多只能在銅版紙上印出 1.4 的最深濃度，陰影濃度再深的就無法補償了。雖然如此，仍可用特殊的半色調網目曝光法，來獲得滿意的色調層次。

單獨的半色調網目曝光，影像透過鏡頭和半色調網目屏，使底片感光，稱為主要曝光（Main Exposure）或細部曝光（Detail Exposure），僅能表示基本的色調層次，除了最黑的部份以外，最深只能表示到灰調表（Gray Scale）上 1.4 的濃度，無法使更深的細節顯示出來，不但縮減了原像片的濃度域，而且增加反差，對高調部份的表示也不盡理想。像片圖的色調層次要求較嚴格，只做主要曝光，無法滿足需要，必須藉助輔助曝光（Supplementary Exposure），才能獲得理想的色調層次。補充曝光分為兩種：一為閃光曝光（Flash Exposure），一為無網曝光（No-screen Exposure）。閃光曝光的作用，在增加陰影部份的色調層次；而無網曝光在強調高調部份的色調層次（圖二）。可以從圖三的特性曲線表示法，清楚的瞭解閃光曝光對



主要曝光

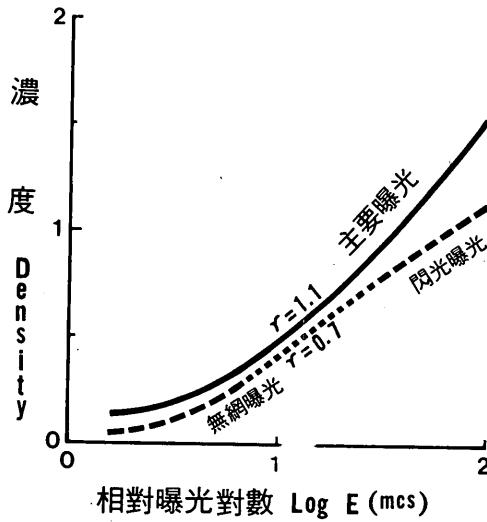
閃光曝光

無網曝光

(資料來源：*Halftone Methods For Graphic Arts, Kodak*)

圖二 各種曝光對灰調表的表現能力

主要曝光特性曲線肩部（Shoulder）的補償，以及無網曝光對該曲線足部（Toe）的補償作用。



圖三 補充曝光與主要曝光的關係

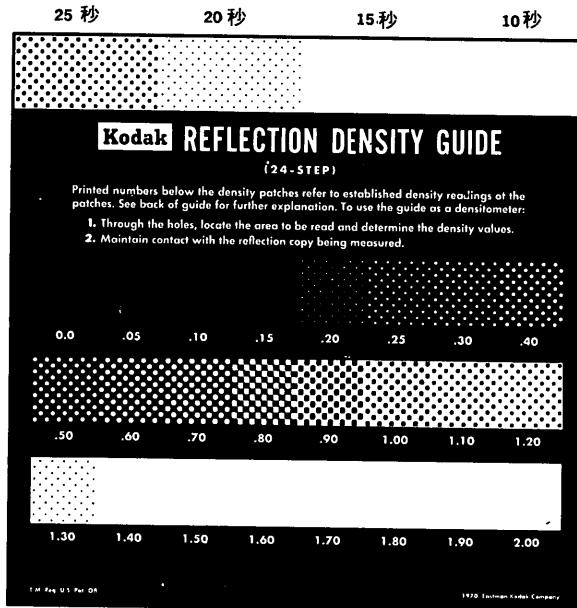
閃光曝光是一種非影像（Nonimage）的輔助曝光。曝光時，沒有影像的光線直接透過半色調網目屏，使底片感光，在整個負片底片上形成網目屏的細點子，使陰影部份的網點加多，以增加其色調層次，擴展灰調表深黑部份的濃度域，以便被清楚的印刷出來。

無網曝光（No-screen Bump Exposure，或直接曝光）是用來強調高調部份的輔助曝光，在無網曝光時，不用網目屏，而使影像直接對底片感光，以顯示像片的光輝部份，增加明快感，使灰調表的層次更為完整。

雖然影響像片圖色調層次的因素，除了控制曝光的影響之外，還有顯影藥水和時間、印刷油墨、紙質、半色調網目種類等因素的影響，但是控制正確的曝光時間，獲得理想的色調，應是地圖學者的主要任務。

半色調曝光時間的控制，關係著像片圖色調控制的成敗，決定主要曝光與閃光曝光和無網曝光時間的分配比率，可用柯達半色調負片計算盤（Kodak Halftone Negative Computer）或柯達曝光計算盤（Kodak Graphic Art Exposure Compu-

ter) 求出。因各種設備標準的差異，須按各自的設備先做一次基本濃度域 (BDR) 及閃光曝光試驗 (圖四)，才能按濃度域及閃光曝光時間，求出無網曝光的時間。一般而言，無網曝光時間約為主要曝光時間的百分之五至十；而閃光曝光時間則依所需陰影濃度而定。閃光曝光的時間越久，影像的濃度越淡。



(資料來源：Kodak Halftone Negative Computer)

圖四 基本濃度域及閃光曝光試驗

套用半色調網目以控制色調的關鍵，取決於曝光時間的分配。主要曝光的功用，在決定基本濃度域。假設主要曝光正確，最深濃度為 1.3，最淡濃度為 0.2，則基本濃度域為 $1.4 - 0.3 = 1.1$ 。若曝光過度，則濃度域提高到 $1.6 - 0.5 = 1.1$ ，使高調部份呈不明快感；若曝光不足，則濃度域降低為 $1.1 - 0 = 1.1$ ，使陰影部份缺少層次。因此，主要曝光必須正確，才能用閃光曝光來增加濃度 1.4 以上的陰影部份的色調層次。閃光曝光越久，影響到越深的濃度。再用無網曝光來強調濃度 0.3 以下的高調部份。如此則可使原像片 0.1 至 1.8 的色調層次完全顯示在像片圖上。無網曝光越久，削減掉越多的高調層次。

二、免網平版印刷 (Screenless Lithography)

傳統套用半色調網目屏複製連續色調影像時，不論所用網目多細，都會在圖面呈現網目屏上整齊排列的微細點子，色調越淡的部份，點子越細，空隙越大。這些由點子和空隙組成的半色調，不但減低像片圖的解像力，而且影響濃度域，以致無法忠實

地把原像片的細節和質地複製出來，是其缺點。為達到高傳真的複製效果，因此，近十年來，遂有版面微粒處理的鋅版（Zinc Plate）、鋁版（Aluminium Plate）、或聚乙烯版（Polyethylene Oxide）等印刷版材的發明，直供製版，不需藉助於半色調網目屏，也可以複製連續色調的影像，而且解像力遠超過網目屏，高達每公分二百條線以上，足夠用來保留與原像片同樣細膩的色調和質地（圖五），尤適於線狀地物影像的表現。

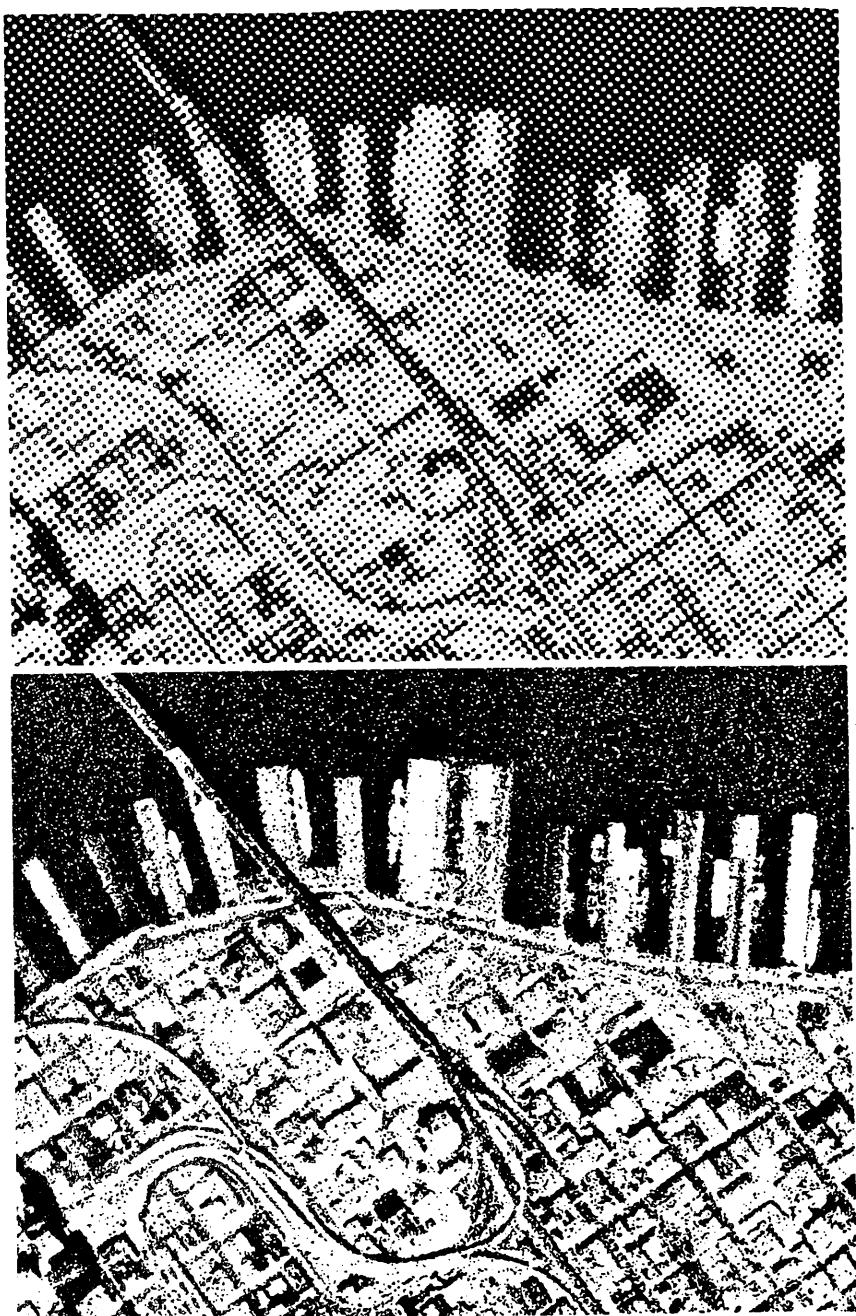
由於一九五〇年代，鋁版取代鋅版，和感光藍晒膠質（Diazo-sensitised Colloids）的發展，在一九六五年就有免網平版問世，使用正像藍晒氧化版（Positive-working Diazo-Oxide Plate）或氧化聚乙烯與石碳酸樹脂（Phenolic Resin）版，用於連續色調的製版印刷。到一九七四年，美國意太（Itek Corporation）發明銀太版（Silvertek），把感光銀乳膠塗在微細而深的鋁版上，用負片在紫外線下曝光，然後顯影使微細的銀粒依感光量的多少而沈澱在版面上，形成自由排列的微粒組織，可用於連續色調印刷，其解像力超過每公分二百條（相當於每吋五百條），比柯達公司的洋紅印相網目（Kodak Magenta Contact Screen）最細的每吋三百條要高得多，遠超過我國印製像片圖所套用一百五十條網目。新近由豪森公司（Howson-Algraphy Limited）發展而成的亞林必克連續色調版（Alynpic Con-Tone Plate），是藍晒正像鋁版，用在連續色調和線條的印刷，效果頗佳。柯達公司的 Kodak Integral Random Dot Film 也是效果優良的新產品。以上這些新產品的研究發展，終使連續色調原稿直接製版印刷，從理論階段邁進實用階段。

免網平版製版的色調控制不易，需相當嚴格的曝光控制，及熟練的技巧，才能獲得滿意的色調。至於降低色調控制法，可用下述之油墨稀釋法來處理。

三、色調濃度域的控制

航空像片的內容完全由地物影像組成的，沒有非影像（Nonimage）的符號，而像片圖則是把航空像片轉變成地圖的形式來表示，須藉助於套印重要的地圖符號（點、線、面符號）和文字等，以提高像片圖的易讀性，符合製圖的原則，讀圖者不須具備太專門的航照判讀知識，就可輕易的應用地圖讀圖（Map Reading）的知識，來判讀像片圖，擴展像片圖的應用領域。

標準的航空像片色調的特性曲線的 γ 值約為0.85（圖六），濃度域為1.6，最深濃度可達1.7。複製像片圖的濃度，因受銅版紙吸收油墨的限制，只能達到1.4。原像片與像片圖比較，像片圖自1.4濃度以上，所損失的0.3濃度，都呈同樣深黑色，致使無法分辨陰影部份的濃度差異，使像片圖的 γ 值增加，濃度域減少。固然在半

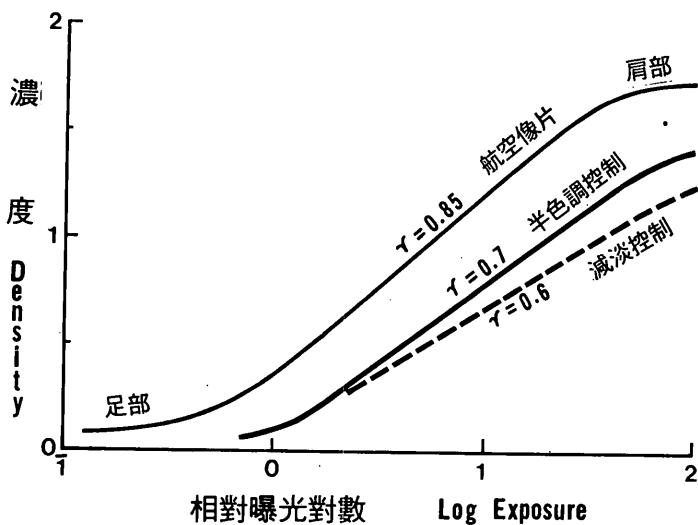


(資料來源：U. S. Geological Survey)

圖五 半色調網目（上）與免網平版（下）各放大七倍後的解像力比較

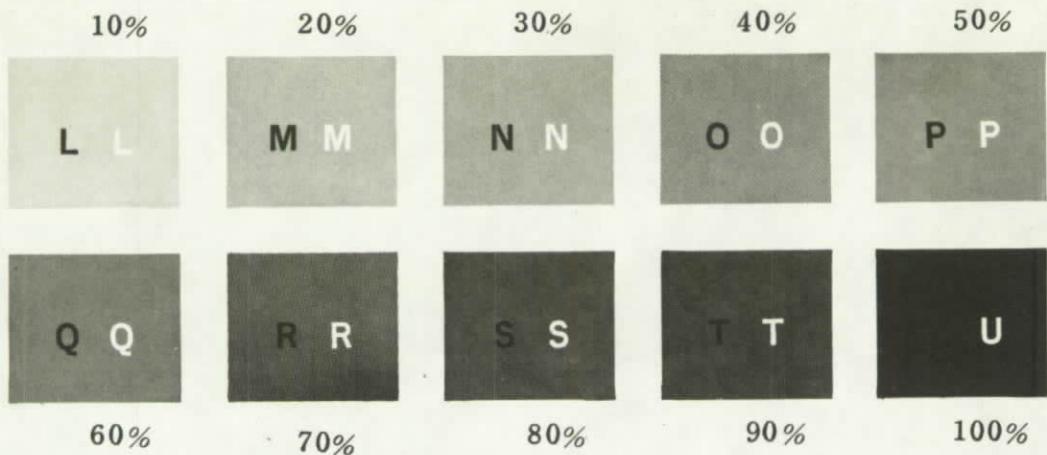
色調套網處理時，可用複式曝光法（Multiple Exposure），做閃光曝光和無網曝光等補充曝光，獲得滿意的色調層次。像片圖製圖的原則是要儘可能保持原像片的色調層次（或 γ 值）和地物的質地（或解像力），同時還要兼顧所套印地圖符號和文字的易讀性。

最理想的像片圖是全色印刷成的彩色圖，但因其航測色溫（Color Temperature）不易一致，而且成本昂貴，除了歐美少數先進國家試驗印製彩色像片圖以外，非一般國家製圖機構的經濟能力所能負擔得起的，所以絕大多數的像片圖都採用黑白單色



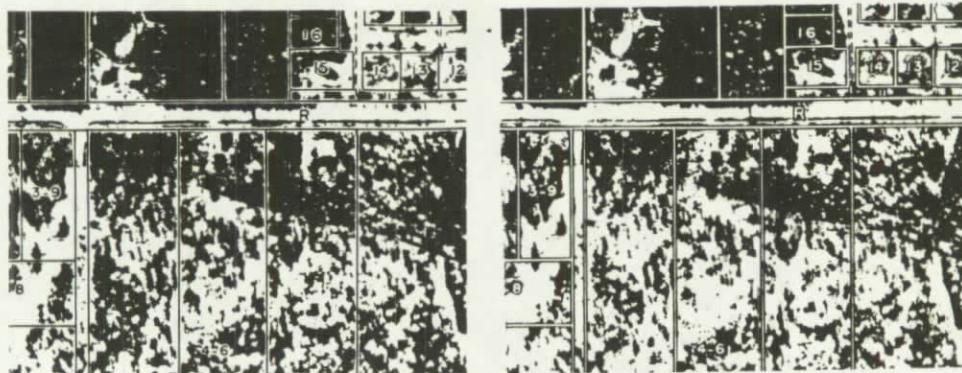
圖六 標準航照、米色調控制和減低色調的特性曲線

印刷（Monochromatic Printing）。我國則介於兩者之間，採用三色套印，河流印青色（Cyan），道路印洋紅（Magenta），其他的文字符號印黑色，地物影像套半色調仍屬黑白連續色調。因為地物影像的色調深淺不一，致使套印的符號和背景相互干擾，影響判讀。譬如，黑色等高線，雖可在白色底上顯得清楚，却不易在陰影處顯明；反之，若印白色等高線，也會遭遇到類似的困難。在均勻的背景上，套印地圖符號的原則為，百分之五十以下灰調背景上，套黑色符號；百分之五十以上的灰色背景上，套白色符號，而百分之五十左右的背景，黑白皆宜（圖七）。但是像片圖上，每一地物影像，有明亮面，也有陰暗面，色調雜陳，套印彩色的河流和道路，能有效的提



圖七 套印文字和背景的對比

高像片圖的易讀性。其他的文字和符號，可用黑線白邊或白線黑邊的方法（圖八），來改良視覺效果。但是密集的等高線如果用這種方法處理，可能會遮蓋住大部份的地物影像，影響判讀效果。



（資料來源：Elizabeth A. Fleming, 1978）

圖八 套印黑線白邊（左）和白線黑邊（右）符號的比較

既然像片圖的色調濃度域，不能維持原像的濃度域，必須有所損失，以致減弱其解像力，影響判讀。若相對地把色調特性曲線的 γ 值降低，減弱反差，就可以使所套印的文字符號等，顯得清楚（圖九），同時也不致影響判讀，不愧為解決上述諸問題的有效方法。

就減低像片圖的反差，和控制色調的各種方法，進行實驗，由圖九像片圖的色調



MAUNA KEA

圖九 像片圖

，利用濃度計測定濃度值，畫出標準特性曲線（圖六），求得 $\gamma = 0.6$ 的色調最為理想。這樣的色調層次，不但不影響判讀，而且很顯然的提高了所套印文字符號等的能見度。

減低像片圖色調 γ 值的方法，有半色調控制法（Half-tone Methods）、化學處理法（Chemical Processing）、印刷油墨調配法（Ink Diluting）、電子掃描製版法（Electronic Scanning Plate-making）等，都可根據 $\gamma = 0.6$ 來做定量處理。半色調減低色調控制法，是延長閃光曝光時間，就可降低 γ 值。但因太長的閃光曝光，也會影響高調部份影像的明快感，所以也需增加無網曝光的時間。這些曝光時間的分配比率，可按所需色調濃度域，利用柯達半色調負片計算盤求出。化學處理法是用減薄液（Reducer），來削減原像片的顯影銀粒，削減程度的多少，依減薄液的性能、藥水濃度和處理時間的長短而定。印刷油墨調配法是在製版前的程序按正常方式處理，只是印刷時，用凡立油（Varnish）把油墨調稀，調為原油墨濃度百分之七十的濃度，再行印刷。電子掃描法可直接調整電眼（Electronic Eye），降低感光強度，使色調達到一定的 γ 值。這些方法中，半色調控制是傳統的方法，相當可行；化學處理法最難控制在一定的標準；油墨調配法可用在半色調控制法，和免網平版印刷法，最為簡易可行。電子掃描製版法最易調整一定的 γ 值，且可作局部色調修正，以便鄰接像片圖的色調互相一致，適於大範圍的判讀工作。

參、結論

像片圖製圖的原則，在航空測量方面，須符合精度標準；在地圖設計方面，不但要保持原像片的色調層次和解像力，而且要使套印的地圖符號文字等清晰易讀。若要保持原像片的色調層次，可由傳統的半色調控制達成，但其解像力受半色調網目線條的影響，不甚理想。若要保持解像力，可用免網平版製版的方法達成，但其色調層次不能直接控制。若要使套印的地圖符號文字清晰易讀，則可套印彩色百分比網版（Percentage-calibrated Screen Tints）的符號，但是不宜將所有的等高線、文字、符號等用彩色套印，否則徒增其雜亂而已，最理想的像片圖是彩色全色像片圖，但是因成本太高，不適用在大量流傳地圖的印製。基本上，構成像片圖地物影像的基本色調是黑白單色的，主要的地圖符號仍以黑色版套印為宜。直接利用地物影像的明暗效果，加強立體視覺效果，是其優點，也是其缺點。因為沒有經過取捨的地物影像，使其內容顯得詳細而且雜亂，影響判讀。因此，如果又要保持原像片的色調層次，又要使其內容清晰易讀，最好的方法就是降低特性曲線的伽瑪值，控制到 $\gamma = 0.6$ ，使

灰調表的間隔差異減小。譬如，在灰調表上原有十等級，把最深濃度 1.8 十等分，平均而言，每級間隔 0.18 濃度。現在把像片圖的最深濃度降低到 1.2 時，則每級間隔 0.12 濃度。這樣就可以保持原像片十級的色調層次，另外以最深印墨濃度（約 1.4 濃度）或空心字套印地圖符號和文字，就可以使整張圖顯得清晰易讀了。

《參考文獻》

- Collins, S. F., "Image Quality in Orthophotography," *The Canadian Surveyor*, No. 30, 171-180, 1976.
- Cooper, G. H., "Halftone Photography for Thematic Maps," *Bulletin Society of University Cartographers*, 12(2), 38-40, 1978.
- Eliakim, H., "Photomap Reproduction," *ITC Journal*, No. 2, 1974.
- Eastman Kodak Company, *Halftone Methods for Graphic Arts*, 1976.
- Eastman Kodak Company, *Kodak Halftone Negative Computer*; Q-15A.
- Eastman Kodak Company, *Processing Techniques, Chemicals and Formulas for the Graphic Arts*, Q-9, 1974.
- Fleming, E. A., "Photomapping in Review: Progress in Geometry, Reproduction and Enhancement," *The American Cartographer*, 5(2), 141-148, 1978.
- Keates, J. S., *Cartographic Design and Reproduction*, Longman Group Limited, London, 1973.
- Keates, J. S., "Screenless Lithography and Orthophotomaps," *The Cartographic Journal of the British Cartographic Society*, London, 15(2), 63-65, 1978.
- Jessiman, E. and Walsh, M., "Further Extension of the Orthophoto Technique," *The Canadian Surveyor*, No. 22, 206-210, 1968.
- Materazzi, A. R., "Screenless Printing," *Graphic Arts Monthly*, December 1974, and January 1975.
- McSweeney, J. A., "Spectra-Print: Screenless Lithography," *Graphic Arts Monthly*, November 1965.
- Muehrcke, P. C., *Map Use: Reading, Analysis, and Interpretation*, JP Publications, 1978.
- Pobboravsky I., and Pearson, M., "Study of Screenless Lithography," *International Association of Research Institutes for the Graphic Arts Industry*, 1967.
- Robinson, A. H., Sale, R. D., and Morison J., *Elements of Cartography*, 4ed. John Wiley & Sons, Inc., 1978.
- Thriwer, N. J. W., and Jensen, J. R., "The Orthophoto and Orthophotomap: Characteristics, Development and Application," *The American Cartographer*, 3, 39-56, 1976.
- Zuylen, L., "Production of Photomaps," *Cartographic Journal*, 6(2), 1969.

Zuylen, L., "Some Remarks about the Development of the Application and Reproduction of Photomap during the last Four Years," International Yearbook of Cartography, 14, 1974.

Kargry J. E., Photo-offset Fundamentals (照相平版原理, 李槐三譯, 徐氏基金會出版, 1976)

謝仁馨 正射投影像片製圖學, 台灣省林務局農林航空測量隊叢刊第二〇號, 1976。

謝仁馨 台灣地區大比例尺像片基本圖讀圖手冊, 台灣省林務局農林航空測量隊叢刊第二十三號, 1978.