

4-8063

地形模型制作法

黃 定 达 著

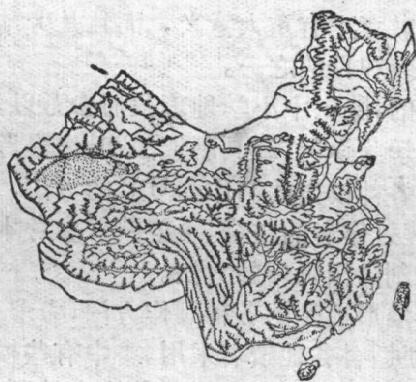


新 知 識 出 版 社

12.912-7

地形模型制作法

黄定达 著



新知識出版社

一九五七年·上海

內 容 提 要

地形模型是地球表面形狀或地壳內部構造的全部或一部分的縮形。它是一種立體地圖，能表示出地表距離、面積和容積的三度空間的立體形態，廣泛應用在地理教學、工程建設和軍事教育等方面。本書作者就自己較長時期製作地形模型的經驗，對地形模型製作的全部過程，即模型圖樣的設計、模型底板的制作、塑料的性質和配制、模型的塑造和复制的方法，以及模型的整飾、着色、註記和配景等等，作了比較詳盡的介紹。本書可供中小學地理教師、大學地理系學生和地形模型制作者參考。

本書封面及圖8、圖22b轉載陳述彭著“中國地形鳥瞰圖”。

地 形 模 型 制 作 法

黃 定 達 著

*

新 知 識 出 版 社 出 版

(上海湖南路9號)

上海市書刊出版業營業許可證出015號

中科藝文聯合印刷 新華書店上海發行所總經售

*

開本：787×1092 1/32 印張：2 5/16 字數：52,000

1957年4月第1版 1957年4月第1次印刷

印數：1—7,000本

統一書號：7076·186

定 價：(7)0.22元

前 言

地形模型是表示地理景象的立体地圖。近年來，它在地理教學、工程設計、軍事教育等方面的应用日漸广泛。它所能獲得的效果，是一般平面地形圖所不能比拟的。然而，地形模型的应用，却远不如地形圖那样普遍。这固然是由于現在出售的地形模型种类不多、价格較高和过于笨重，但广大的地理工作者，沒有掌握地形模型制作的理論和技術，不能普遍自制，也是原因之一。

如果在地理課外活动中，組織学生制作地形模型，非但在地理課技能技巧教育上有重大意义，而且是劳动教育和綜合生產技術教育的手段和目的之一。

本書的目的，除供中小学地理教师参考以外，还可供高等师范学校地理系学生學習“教具制造法”时作参考書用。

書中所述各种模型的制作和复制的方法，以及配制模型的材料等，都曾經过作者的实践。希望讀者参考本書制作地形模型时，举一反三，創造出更新的方法。

本書敘述地形模型的各种制作方法，力求多样，精細的和簡單的都有，以便适合各地讀者采用。書中有些模型的圖样和立体素描圖等，沒有采用最有利的透視角度來繪制，那是为了可以在这些圖样中易于辨別距离、方向和度量它的面積、容積或用它仿制模型。

本書在寫作过程中，承蒙褚紹唐先生給予指導，初稿完成后又得到出版社編輯同志帮助修改，特此致謝。

这本小冊子，內容还是很簡陋的，由于作者的經驗有限，不够及錯誤的地方，希望讀者多多指正。

黃定达 1956 年 10 月于華东师大

目 錄

一 緒論.....	1
1 地形模型的意義	1
2 地形模型的簡史	1
3 地形模型的用途	3
4 制作地形模型的步驟	6
二 地形模型圖樣的設計.....	7
1 平面圖樣的設計	7
2 剖面圖樣的設計	17
3 弧面圖樣的設計	19
4 立體圖樣的設計	22
三 地形模型底板的制法.....	26
1 平面模型底板	26
2 弧面模型底模和球體模型底模	28
四 地形模型的制作方法.....	30
1 標釘堆塑法	30
2 分層重疊法	38
3 等高綫升起法	41
4 方格堆塑法	43
5 剖面法	43
6 浮雕法	45
7 沙盤法	45

8 鑄击法	46
五 地形模型材料的性質和配制	48
1 石膏、水泥、石灰和粘土	48
2 紙漿、紙片和紙板	50
3 木屑和木板	51
4 其他材料	52
六 地形模型的复制	53
1 母模的翻制	53
2 模型的复制	57
七 地形模型的裝飾、着色、註記和配景圖	61
1 裝飾	61
2 着色	63
3 註記	65
4 配景圖	69

一 緒 論

1 地形模型的意義

地形模型是地球表面的形狀或地球內部構造全部或一部分的縮形。它跟平面的地圖一樣，能把地球表面的自然現象，如海陸的分布與形狀、地形的高低與類型、地殼的構造等表示出來，也能把社會現象，如土地的利用與植物的分布、交通的情況和一切經濟建設等表示出來。但是，平面的地圖只能表示出地理事物二度空間的關係，而地形模型則能正確的表示地表的距離、面積和容積等三度空間的立體形態。

地形模型是大地的縮形，但是否把大地上的一切地理事象縮小，就是地形模型呢？在地形模型上，如果將一丘一壑、一草一木都不遺漏，包羅萬象地全部表示出來，既不可能也不需要。大地上許多錯綜複雜的地理事象，必須經過一番選擇，將主要的制造成地形模型。至於孰取孰捨，孰詳孰略，那就需要按照模型的用途、比例尺的大小，有條件地加以選擇。所以地形模型的制作，需要理論與實際結合、科學與藝術結合以及手腦並用的實踐，才能把地球上許多錯綜複雜的地理景象，全面、扼要、具體而科學地表現在地形模型上，給人們一個直觀、清楚而完整的印象。

2 地形模型的簡史

原始時代，勞動人民憑着雙手和簡單的工具從事採摘瓜果、漁獵或農牧為生。由於不斷的勞動，勞動人民的智慧一天天地增

長，生產技術不斷得到改善，生產力不斷提高，生產範圍也就逐漸擴大，于是對居住的四隣地域，或生產上所需要活動的其他地區，都需要了解。要熟識生產活動地區的距离、方向與地形等，不能不應用簡單的方法和材料，制作原始的立體地形模型。

現在還有文化發達較遲的民族，因生產上的需要，也能制作簡單的立體模型。例如，北美格陵蘭島的愛斯基摩人，用漂木制成立體地圖，太平洋中的塔希旦人，將他們所居住的島嶼，用木片制成一個立體模型，馬紹爾群島上的人用貝壳、椰樹葉柄和椰子的纖維制成的立體海圖，更是有名。

從上面這些原始模型的制作中，可以看出立體地形模型的創作應用，是非常早的。

我國傳說中的古代“九鼎”圖象，如果是確實的話，彷彿已具有地形模型的內容了，但這是否就可代表我國最早的地形模型，還待考證。東漢時，馬援曾“聚米為山谷，指畫形勢”^①，就是把米堆成可以變動的地形模型，雖是臨時供軍用的，不作長久保存，但已近似現在的沙盤模型。至南北朝時的謝庄（公元421—466年），曾用木刻制造木方丈圖。“宋書”“謝庄傳”中講到謝庄的著作說：“分左氏經傳、隨國立篇。制木方丈圖，山川土地各有分理，離之則州別郡殊，合之則宇內為一。”^②這木方丈圖就是木刻的地形模型。全圖有一方丈之大，可分可合，可說是我國最早的制作得較好的地形模型。到了北宋的沈括（公元1030—1090年），曾先后用木料、面糊、木屑、黃蜡等材料制作各種地形模型。可見我國在歷史上，對地形模型的創造，是有許多成就的。從歷史記載看來，我國最早制作的地形模型，比歐洲各國要早十多個世紀，歐洲到18世紀，才有人制作兩個瑞士中部的地形模型。但

① “後漢書”卷五十四“馬援傳”。

② “宋書”卷八十五“謝庄傳”。

是，我國由于數千年來封建統治階級對地形模型的制作僅作為統治和壓迫人民的工具，前人的創作經驗不能夠很好的積累和發揚，以至散佚失傳。所以地形模型的創作，跟其他科學一樣，在我國歷史上，雖有過茁壯的萌芽，却得不到應有的發展。

近年來，地形模型的制造，因各方面的需要，得到了空前的發展。同時，由於紙漿等許多可塑性原料配制成功，克服了體質笨重的缺點，解決了運輸和保存的困難。加以技術的改進，尤其是翻模、复制模型的機械化，提供了大量生產的可能，因此開闢了地形模型發展的新途徑。

3 地形模型的用途

地形模型能表示出地表三度空間的正確關係，比等高綫地形圖容易看出一個地區的地形特徵，並且還可以表示出地下的地質構造等，所以，地形模型在教學上、工程建設上、軍事上有廣泛的用途。

教學方面 地形模型在教學方面，尤其在中等學校的地理教學上，是個有力的直觀教具。它不但可使學生對各種地理知識易于正確理解，印象深刻，而且也大大地提高了學生學習地理的興趣。所以在地理教學中，無論是自然地理、區域地理或經濟地理，都需要地形模型作教具。比如，平原、丘陵、山地、高原、盆地、河曲、三角洲、瀑布、峽谷、褶皺、斷層、火山、冰河等自然地理模型，中國和世界各洲各國的區域地形模型，經濟地理上的資源、工業區、交通網、人口和聚落等分布以及與自然環境相關的經濟地理模型，都是十分需要的直觀教具。在地理教學上，如果沒有這些地形模型，教師對各種地理現象，尤其是地形知識，雖然作了漫長的講述，學生的印象仍然不會深刻；即使懂得了許多地理名詞，科學的地理概念也很難形成。

高等學校的地理系中，用地形模型作為直觀教具比較普遍，但在中小學里，或其他教學機構中，應用地形模型，尤其應用自己製造的地形模型，還是不很普遍。事實上，需要灌輸地理知識的地方，也就需要應用地形模型。因此，不問中小學教學，或其他方面的教學，只要是地理課，或者在語文、歷史、政治等課程中有地理知識的內容，也應該適當的利用地形模型。

中學生在地理科教學中，如果沒有觀察過中國地形模型，對於地形圖上地面局部的相對高度和一些江河的流向，就不能正確理解。如誤認甘肅的弱水向南流，疏勒河向東流，等等。可見用分層設色和等高綫來代表地形高低的平面圖，學生是不十分理解地面的相對高度的。因此，也就不能聯繫地面的高低來判斷江河的流向。閱讀地形模型，便不會有這個缺點。

建設方面 祖國正向着社會主義大道邁進，各地正在進行各項大規模的建設。許多建設工程，比如修建水庫、改造自然，以及采礦等等，有的在建設前要有一座地形模型作實驗，或作為施工時參考用，有的在工程完成以後要有一座地形模型，作為研究的標本，或作展覽之用。而且不論工程大小，或全面，或局部，小者如一個廠礦、水庫，大者即使是幾個省區，都可以製造一座地形模型應用。所以，地形模型在工程建設上有非常重要的意義。

修建水庫，如果事先製作一座地形模型，把水庫區內原來的地理事象，和水庫修建後所要發生的變化，如淹沒區的界限，被淹區的土地村鎮，水土保持的地區，灌溉的系統，壩址、發電站、新興的村鎮和城市的位置，可以開發利用的土地，水陸交通綫等都可以表示出來，這就可以作為水庫修建前的具體研究的實物標本和修建時的借鏡。

開采礦產需要製作各種礦山地形模型，用以研究礦床和岩層的構造，決定采礦的方法，指導生產實踐。如采煤的礦山地形

模型的剖面上可表示出許多不同厚度的煤層，傾斜度的大小，覆蓋層的厚薄和性質，煤層和地層排列的關係，以及斷層褶皺構造等。運用這些模型，可以研究采煤的方法。如按照煤層的厚度、傾斜角的大小、埋藏的深淺，來計劃建立豎井、平巷的位置和結構的方式。同時，這些模型也是礦工學習采煤方法的標本，熟識模型以後，在交叉複雜的地下坑道里，就能按照煤層的構造，運用一定的采煤方法和技術，挖取煤層，將煤轉運到地面上來。

改造自然方面，如治理淮河、根治黃河水害和開發黃河水利，等等，都可制作一座地形模型。這類模型一般是包括地區很大的綜合性的，所包括的內容，廣泛全面，可以使人直接觀察到一個大區域的自然改造，顯示出人們的勞動可以戰勝自然，可以把原來有缺陷的、不適合人類活動的地區加以改造。

軍事方面 地形模型在軍事方面的應用也很廣泛，無論教育士兵熟識戰區的地形或研究作戰計劃，都是有用的。

軍事上常用的一種地形模型，是沙盤模型，是一個可隨時堆塑各種類型的作戰陣地的地形模型。通過地形模型，教育士兵認識戰地上各種地形和工事構築的特點，可以在模型上演示，怎樣通過開闊地區、障礙地區、火力網，怎樣潛伏在掩蔽地區，搶占險要地形，發揮火力，以達到多多殺傷敵人、保全自己的目的。由此可見，地形模型在軍事教育上的應用，具有很大的價值。

航空方面也常常需要應用地形模型。飛機的飛行雖不受地形的影響，但飛機駕駛員卻不能不時時參考地形，以校正飛行的路線，因此必須把航線上的地形認識清楚，才可以安全飛行。在開闢新航線前，地形知識對航空路線的計劃研究，對航空駕駛員是很重要的。怎樣可以在短時間內掌握地形知識呢？最簡單的方法，還是利用地形模型。

此外，在科學研究上，地形模型應用也很普遍。如實驗流水

的侵蝕，河流的搬運和堆積，以及地下水和噴泉的流動和變化等，都可用地形模型來實驗。

總之，地形模型的应用，是多方面的，隨着地理知識和其他科學的發展，它的应用將更廣泛，同時也更顯得它重要。

4 制作地形模型的步驟

制作地形模型，先要准备好各种材料，如石膏、紙漿或粘土和必要的工具等。它的制造步驟大致如下：

(1) 設計模型圖樣 模型的圖樣，有平面、剖面、弧面和立体的四种。制作地形模型時，設計哪一種圖樣，要看制作的方法決定。圖樣的主要內容，決定于它的水平比例尺、高度比例尺，描繪代表地形、地理事物的各种符号和其他綫条。模型圖樣要簡明扼要，只要將地形部分重点而正确地表示出來就可以。

(2) 制作模型底板 在着手制作模型之前，一般都要先做一塊适合的底板。底板有用木板、紙板或石膏板的，采用哪一種底板，要由模型所用的材料、模型的大小和用途等來決定。

(3) 堆砌地形 堆砌地形就是按圖樣將制作模型的材 料，有条件地堆砌到底板上面去，制成立体的地形模型。制作地形模型，主要用可塑性的石膏、紙漿等塑料來堆塑，也可以采用分層重疊法來堆砌，或用浮雕法來雕刻地形模型等。

(4) 裝飾和着色 模型堆成后，有些事 物如森林、鐵路等可用裝飾的方法將它更形象地表示出來。至于着色，更为重要。模型的着色，要看模型的比例尺大小和用途，再参考分層設色的地形圖或地景等配色。

(5) 註記和配景 最后，在地形模型上還要註上适量的符号和文字，來說明各种地理事物。并且还可以繪制地形圖、地景圖，或將地形模型攝成照片，作为地形模型的配景。

二 地形模型圖樣的設計

任何一个工程建設，在施工以前，都要先打好圖樣。制作地形模型也是如此。否則，制成的地形模型，要正确的表示出一个区域的三度空間和各种地形特点等是不可能的。

地形模型的圖樣，可以直接根据在野外觀測地形所得資料來設計，但通常都是利用現有的地形圖。地形圖的精度虽較低，但較便捷，因此多采用这个方法。

設計模型圖樣，先要決定圖樣比例尺（縮尺）的大小，如利用地形圖來作圖樣，它的水平比例尺不适合制造模型的，就要加以縮小或放大。其次地形圖上有一部分多余的内容，也要加以精簡，才适合作为制造模型的圖樣。

地形模型圖樣，从它表示的面和性能的不同，可以分为平面圖樣、剖面圖樣、弧面圖樣和立体圖樣四种。地形模型是个立体地圖，它表現地球表面的形狀和地壳内部的構造的全部或一部分，因此，对某些地形模型的制作，往往是兩種或兩種以上的圖樣，如平面圖樣和剖面圖樣，平面圖樣和弧面圖樣，平面圖樣和立体圖樣，等等。同时，制作地形模型的方法是多种多样的，由于运用不同的方法，也就需要不同的圖樣，如用剖面法制造模型，就一定要有剖面圖樣，同时也得有平面圖樣作参考。但是，在地形模型制作中，通常最主要的是平面圖樣。

1 平面圖樣的設計

平面圖樣的选定 地形模型的平面圖樣，可以選擇地圖冊

內具有一定水平比例尺和等高綫及分層設色的地形圖，或其他具有等高綫的地形圖作圖樣。普通地圖冊的地形圖都是小比例尺的，內容又很繁雜，如果要把所有的地理資料都表示在模型上，不僅是不可能，也是不必要的。所以地物過多、註字詳盡、以致妨碍正確認識地形的地形圖，即使水平比例尺适合作為制作模型的圖樣，還必須用複寫法複寫，根據模型的用途和大小，決定內容的繁簡，將不必要的內容刪除。

複寫法就是用透明繪圖紙複在原圖上，將圖上的經緯綫、等高綫、河流系統、城市等，用繪圖筆尖印描下來。簡單的圖樣，可用自來水筆印描，或將複寫紙放在原圖下面，用硬鉛筆在原圖上複描，但此法容易損壞原圖。

圖 1 是利用複寫法印描下來的一張內容比較完備的地形模型平面圖樣，包括經緯綫（如不描經緯綫可以在圖樣中打方格

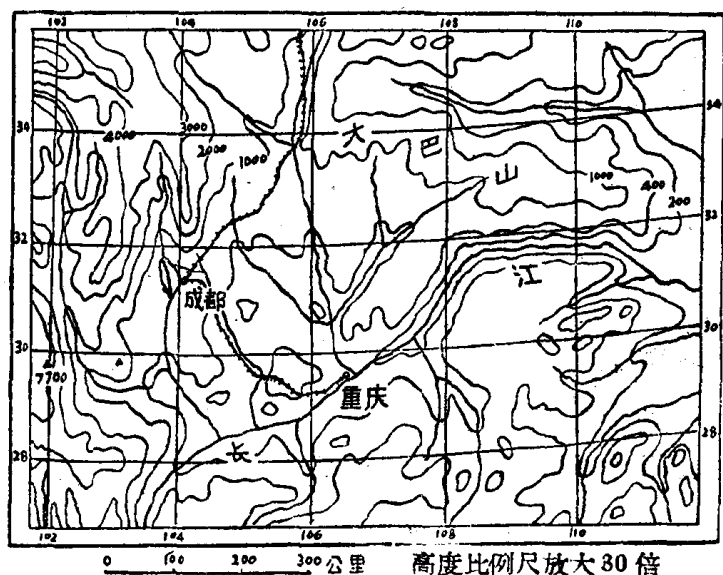


圖 1 四川盆地模型圖樣。

網)、等高綫、河流、城市、鐵路、一定数量的文字說明和水平比例尺、高度比例尺等。

平面圖樣的縮放 設計地形模型圖樣，如果採用地圖冊里的地形圖，它的水平比例尺往往太小，大比例尺的地形圖，則又往往太大。于是就必須根據不同比例尺的地形圖，加以縮放，來設計適合制作模型的圖樣。縮放地圖的方法很多，現在將幾種主要的方法和原理簡單介紹如下：

(1) 縮放尺法 縮放尺是一種把原圖縮小或放大的儀器。利用這種儀器描繪地圖，叫做縮放尺法。縮放尺的種類很多，但原理相同。這種儀器構造很簡單，如果市上買不到，自己也可以做。

如果放大的圖樣要等於原圖的 3 倍，那末縮放尺的裝置如圖 2，使 $AC = 3BC$ ，B、D、E、F 為一平行四邊形，A、B、C 三點同在一直綫上。固定 C 點，將原圖放在 B 點下，插鉛筆於 A 點，在 A 點描成的圖，即等於原圖的 3 倍。如縮小，置原圖於 A 點下，

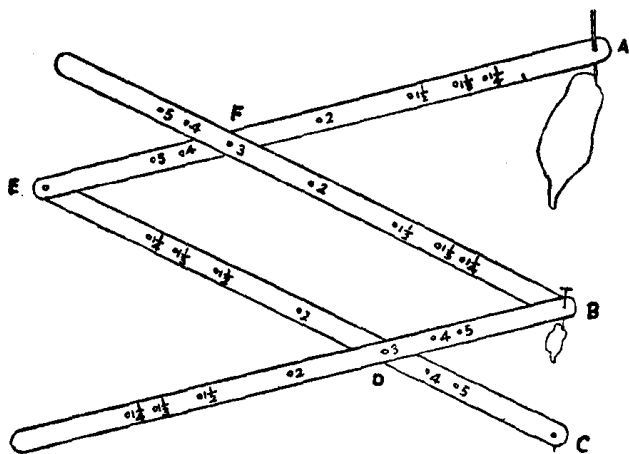


圖 2 木制縮放尺。

插鉛筆于 B 点, 那在 B 点描成的圖, 即為原圖的三分之一。縮放尺的放大或縮小的倍數, 是指圖上直綫的縮放倍數, 就是兩點間的距離的放大或縮小, 不是圖上面積的放大或縮小的倍數。圖上面積的放大或縮小的倍數, 是縮放倍數的平方。上列圖樣放大或縮小 3 倍, 它的面積就放大或縮小 9 倍。

普通的縮放尺, 都刻有 $1\frac{1}{2}$ 、 $1\frac{1}{3}$ 、 $1\frac{1}{4}$ 、2、3、4、5 等的數字, 即為放大或縮小的倍數。繪圖時, 可根據需要, 將尺照上述方法安裝在一定的縮放倍數上描繪。

b.

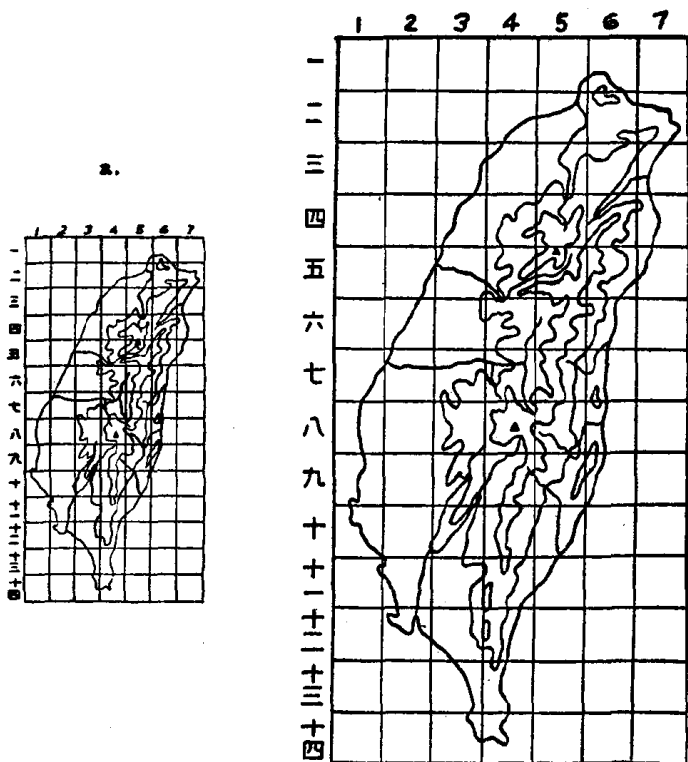


圖 3 方格放大法。

a. 1:10,000,000 b. 1:5,000,000

縮放尺的縮小比放大來得精確。如果放大 5 倍以上，其誤差已大大超過其他簡易的縮放法了。這是因手拉縮放尺的震動、儀器的誤差和視差等所致。描繪針在原圖上描繪時的規跡誤差約為 0.1 公分，放大 5 倍，在放大圖上的誤差就達 0.5 公分。如果縮小五分之四，它的誤差僅為 0.02 公分。所以使用縮放尺放大圖樣時，應該特別細心，以減少誤差。

(2) 方格法 用方格法縮放原圖，也很方便，即先在原圖上打好大小適當的方格，或用預先制好具有方格網的透明紙或薄玻璃片復蓋在原圖上，再在圖紙上打成和原圖方格網數目相等的方格網。圖紙上方格的大小，是按縮放的倍數來決定的。若放大為原圖的兩倍，則圖紙上方格每邊的長，要比原圖上的方格大兩倍。縮小的話正相反。如圖 3a 是一千萬分之一的台灣地形圖，圖 3b 即為原圖的兩倍，所以圖 3b 就成為五百万分之一了。

用方格法縮放，就是觀察方格內原圖的圖廓，將原圖上的等高綫、河流、湖泊和重要的城市、交通綫等在圖紙相應的方格內描下。

(3) 燈光放大法 燈光放大法是放一塊平玻璃板在原圖上，將原圖上需要的部分，用墨水臨描在平玻璃板上，再將它架空平放在電燈光下，在平玻璃板下面的相當距離的地方平放圖紙，調節平玻璃板與圖紙間的距離，使圖紙上現出所需要的原圖放大倍數的圖影。再用繪圖筆在圖紙上

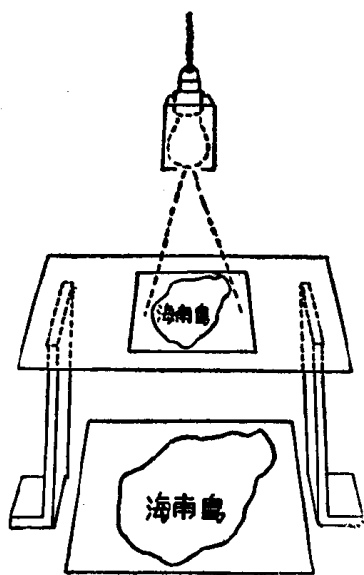


圖 4 燈光放大法。