

表示地質構造用的 立體圖解

B. H. 帕夫林諾夫教授編著

北京地質學院

1 9 5 5

表示地質構造用的立體圖解

—目 錄—

引論.....	1
投影作圖基本原理.....	3
立體圖解.....	7
透視立體圖解.....	7
一點透視立體圖解作法.....	8
兩點透視立體圖解作法.....	10
立體塊形狀的選擇.....	13
地質構造及地勢高低在立體塊上的畫法.....	16
立體圖解的最後修整.....	20
軸線立體圖解.....	21
等度（正角）立體圖解作法.....	21
二度（正角）立體圖解作法.....	25
連環立體圖解.....	27
附圖 17 幅.....	28

表示地質構造用的立體圖解

引 論

地質圖是表示地殼某一部分的地質構造的最普遍又最客觀的一種手段。地質圖反映着岩石和礦產在地面上的分佈情形及其產狀。可是地質圖不能提供關於一個地區在地質上的一切構造特點的完整概念，而地質圖所附的輔助圖件則在一定程度上彌補了這個缺欠。其中彼此隔得很近的一連串的平行剖面反映一個地區的構造更是一目瞭然（圖 1）。表示一個地區的地質構造的這種

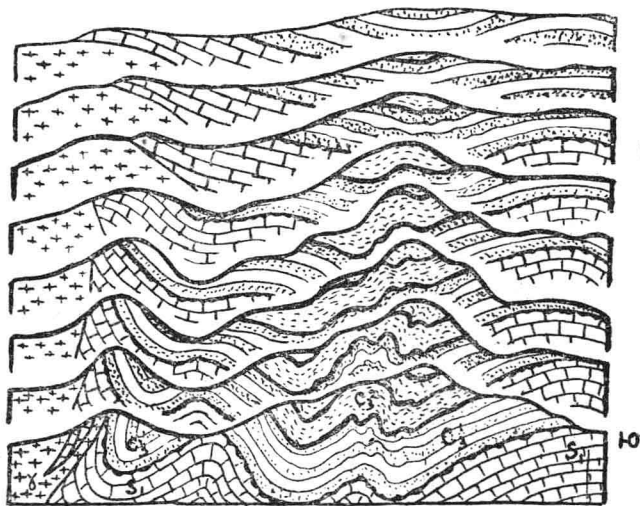


圖 1

圖畫式的辦法提供了關於地形變化的概念以及地形與該區構造的概念。有時候，直接就在地質圖上做出地質剖面來，並順着剖面

線擺上去，而把地質圖或是切去一窄長條，或是沿剖面線把地質圖的兩部分推開一些（圖 2）。

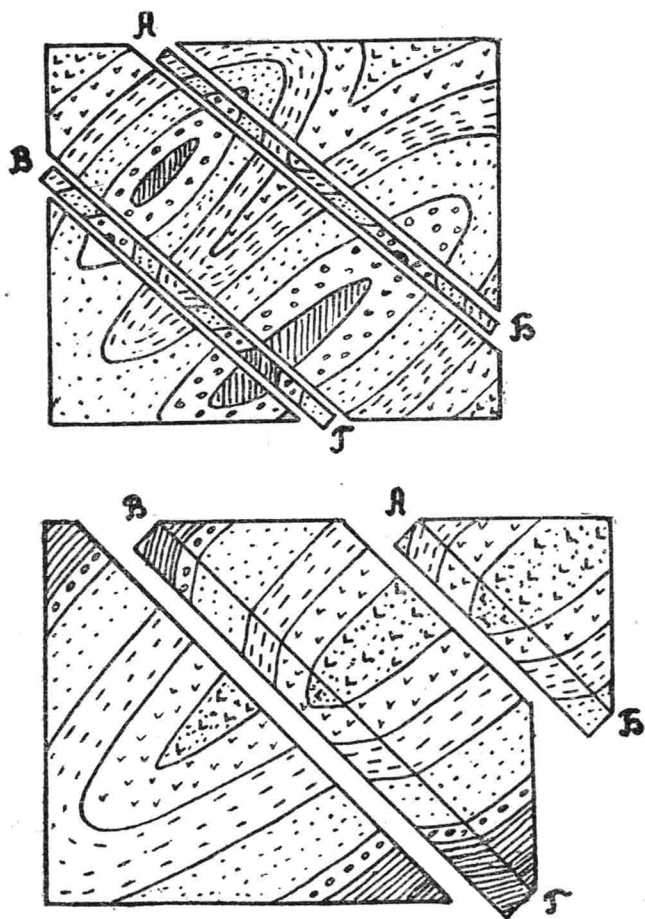


圖 2

這種辦法的缺點就是由於把地質圖分割成了零散的碎片而使它喪失了完整的表現能力和便於閱讀的程度。

投影作圖基本原理

用圖畫方式來表示地質圖的時候就得到了關於一個地方的地質構造的更加一目瞭然的概念了。一個地方的地質圖要畫成彷彿是從一定高處在很大的俯視角度下所見到的情景。地質圖的這種畫法通過把地質圖作各種投影就可以得到了。

把物體投影到平面上有兩種基本方法：（一）通過在平行光線中作投影（直角或斜角軸線投影），（二）通過在聚斂光線中作投影（線條透視或圓錐投影）。在地質上用得最多的是圓錐投影（透視投影）和某幾種類型的平行投影。

圓錐投影或透視投影的實質就在於把物體的輪廓和主要的線條畫到平面上，畫成觀察者所看到的那種樣子。如果我們把一件什麼物體擺在面前，並且在我們的眼睛和該物體之間立一塊玻璃板，使物體、玻璃板和眼睛的位置固定不動而把物體的全部輪廓都在玻璃板上鈎出來的話，那末，我們就會得出該物體的透視圖形來了。圖3上用示意圖形式表示圓錐投影的原理。在上面做透視圖形的直立平面（B）叫做投影面或畫面，水平平面（A）則叫做底面或實物面。這兩個平面的交線（MH）作為是圖畫的底線或者簡稱為畫底。觀察點（3）就叫做透視點，而透視點在畫面上的投影則是透視中心（3'）。自透視點向畫面引出的任何一條綫都叫做透視綫。畫面上位於和眼睛在同一高度上的水平的綫叫做地平綫。透視圖的一個特點就是所有對畫面傾斜的直綫都在地平綫上聚斂起來。諸綫在地平綫上聚斂起來的一點（T.C.）叫做聚斂點。與透視中心（3'）相合的聚斂點叫做水平綫上的主聚斂點或簡稱主點。

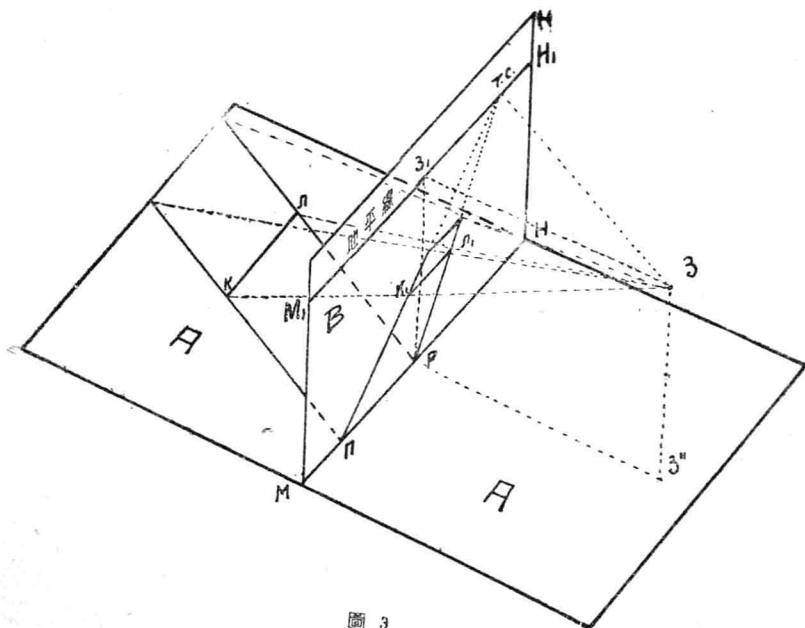


圖 3

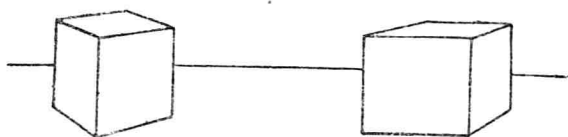
圓錐投影具有下列一些特點：所有在自然界是直立的直線在透視圖上仍然保持直立的位置；所有與畫面平行的水平的直線也永遠還是與地平線平行的水平的線；所有與畫面垂直的水平直線都在主聚斂點上聚斂起來，而所有自畫面上引出來的其他的水平的平行直線，則在地平線上的某一點上聚斂起來；所有地面上看到的物體，位置愈遠，投影到畫面上的尺寸就愈小；此外，地平線則永遠是一根水平的線。

一個立方體在透視之下看起來就是圖 4 a 上所畫的那樣。

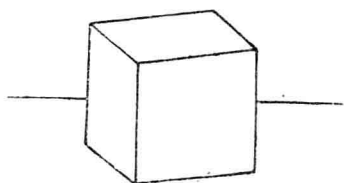
平行投影或軸線投影的要點在於：在這樣投影的時候，透視點彷彿是在無窮遠的地方，因此所有的投影線都變成平行的了。如果投影面垂直於投影線的話，那末這就是直角投影(正角投影)

了，而如果投影面與投影線不垂直的時候，那末這就是斜角投影了。正角投影分爲用六（或三）幅圖樣作的正角投影一種和作到一個平面上的正角軸線投影一種。後邊這一種又分爲等度投影、二度投影和三度投影等幾種。斜角投影則分爲正面二度投影、軍用投影和蛙目投影等。

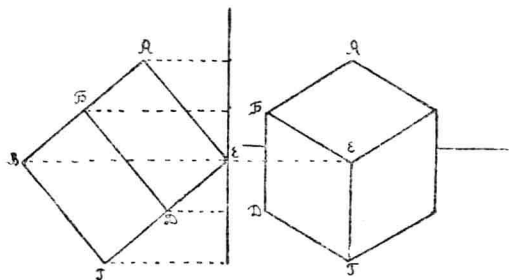
平行投影法當中在地質方面應用得最普遍的是正角等度投影



α



β



γ

和正角二度投影，因此我們現在就來更仔細地敘述一下這兩種軸線投影法，其他各種投影——特別是斜角投影便不談了。

等度正角投影在立方體投影的例子中表示得最清楚不過了。立方塊在投影面上的等度畫法，如果把立方塊擺得使它有一根對角線（即其三次結晶對稱軸—— Z^3 ——之一）和投影面垂直的話，在這種情況下就可以得出來了。立方塊的視輪廓將是一個正六角形，而立方塊的視面則將是相等的菱形。物體各邊的比例在這種投影中仍然和實際的情形相同。不過立方塊的原來垂直的邊現在有了 120° 的夾角，並且立方體的面也都彼此一致縮小了原來的 $2/11$ （圖 46）。

物體的等度畫法是把立體的形狀或扁平的形狀變為平行投影的一種極好的方法。不過等度投影並不能滿足把物體畫成圖畫的一切要求。用二度正角投影法來畫物體看來就更醒目，更自然了（圖 4B）。

用二度投影法畫物體的時候，沿兩個軸方向上的尺寸是用同一個比例尺畫上去的，而沿第三個軸的方向上則用另一種比例尺。三根互相垂直的軸（立方體的楞）在投影面上彼此之間具有各等於 $131^\circ 25'$ ， $131^\circ 25'$ 和 $97^\circ 10'$ 的夾角。這個，如果在把立方塊投影到平面上的時候，不使立方塊的對角線和投影面的法線方向一致，而使它和投影面成一銳角的話，就可以得到了。因此，立方塊的一個面在二度投影中看來是一個菱形，而其他兩個面則是平行四邊形。正方形上水平的平面在二度投影中投成了平行四邊形，其短邊比其長邊要短一半。這個形象以一個鈍角（ $131^\circ 25'$ ）對着觀者，以致一邊和圖上的水平線形成了 $7^\circ 10'$ 的夾角，而另一邊則形成了 $41^\circ 25'$ 的夾角。可以把這兩個角大致當作 7° 和 41° （或 7° 和 40° ）。所取平行四邊形的長邊實際上可使等於所畫正方形的一邊，而短邊則縮小一半。

立體圖解

立體圖解是表示一塊塊彷彿像是從地殼中切出來並用某種方法投影到一個平面上的地段的構造的。立體圖解可以用圓錐投影法來做，也可以用平行投影法來做。

透視立體圖解

立體塊的透視畫法就是代表一部分地面的在透視中的一小片地質圖同代表立體塊壁面的地質剖面圖的結合。在地質工作上所採用的透視立體圖解有兩種類型：（1）單聚斂點立體圖解；（2）雙聚斂點立體圖解。

用一點透視法所表示的立體塊，另一個名稱叫做正面立體塊，因為這些立體擺得有一個面是和投影面平行的。離觀者更遠些的面看來都像在地平線上的一個點子上聚斂起來了。用兩點透視（又叫做拐角透視）的時候，立體塊是擺得有一個前面的拐角對着觀者的，而一對對彼此垂直的平行的面愈來愈遠就像是在地平線上的兩個點子上聚斂起來了一般。

如果想用透視法表示地質圖而把岩層產狀只畫在立方塊的正面一面上的話，就用一點透視做出立體圖解來。這種立體塊的聚斂點就是透視中心或地平線上的主點。畫在立體塊的正面上的地質剖面圖是沒有歪曲的。而如果想畫出一個立方塊，能有兩個可以看到的壁面——正面和側面——的話，那末就要把聚斂點選在物體的左方（如果需要表示左邊的時候）或右方（如果需要表示右邊的時候）。那末這時候立方塊的正面將是自然圖形，而側面則是透視的圖形——因而即是歪曲的圖形。

做兩點透視的時候，畫到圖上的可以察看的地質剖面都是經過透視歪曲的。雙聚斂點立體側面的可以察看的程度決定於聚斂

點在地平線上的位置和地平線的高度——即決定於透視點與立體塊的相對位置。

一點透視立體圖解做法

選好了地質圖上必要的一部分準備來做一點透視的立體塊以後，就可以開始把地質圖投影成透視圖了。爲此，就在一張紙上引一條水平的線——MH（圖 5），這條線就是我們畫面的底

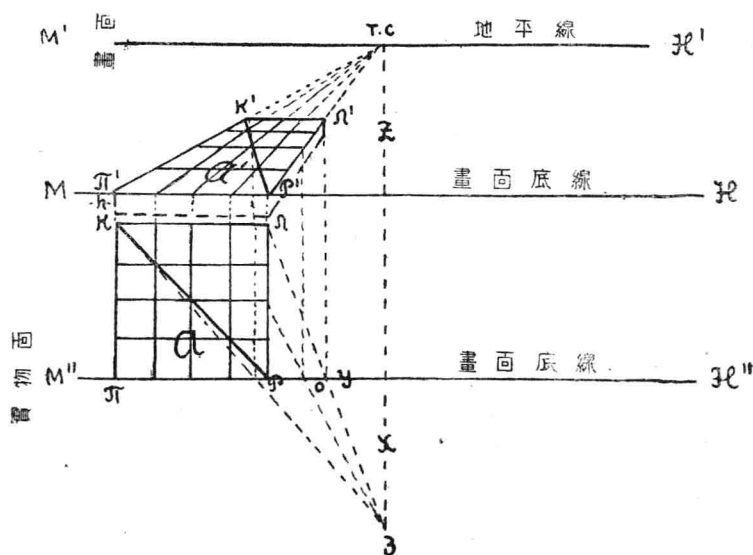


圖 5

線。現在我們就把地質圖（或者圖的一部分）擺好，使圖框的後邊（在我們這個情況下就是北邊）順着 MH 線，並選好透視點的位置——也就是選好地平線的位置及地平線上的聚斂點。如果必

須要把立體塊的前面和右面（即東面）畫出來能看到，那末透視點就要放在要投影的面的右前方。如果想把立體塊前面和左面（即西面）上的地質構造畫出來的話，那末透視點（3）就應當改放在地質圖的左前邊了。透視點超過實物平面的高度與地平線的位置相當。透視點與畫面的距離在我們的例子中等於 X 。

透視點向左離開要透視的地質圖的前面一個拐角的距離等於 Y ，透視點超過實物平面的高度等於 Z 。因此眼睛對地質圖的右前角的相對位置決定了 X, Y, Z 的座標。實際上，用一隻眼從不同的距離和不同的高度對地質圖面端詳一翻，選定了 X, Y 和 Z 以後，就可以定出要使立體塊最醒目時的透視點的位置來了。選好了要看清這個面和側面時眼睛所在最合適的位置以後，就來量一量 X, Y 和 Z 的相對值（比如各為 3, 4, 6 個單位），而用下面的方法做出立體圖解來。

把地平線的位置畫到要畫圖的那一張紙上。使地平線與底線平行並距離底線為 Z ，然後把透視點畫上去，於是引一條垂線到地平線上，所得交點就是聚斂點（T.C.）了。然後把圖的邊框投影到畫面 $MHM'H'$ 上。為此就把圖的兩個拐角 Π 和 P 兩點在底線上的投影與聚斂點聯起來。要定出圖上投影部分的邊框的後邊來，就必須把透視點與要察看的圖的後邊的一個拐角（ $K\Pi P$ ）聯起來。所得的透視線在 O 點穿過了投影面的底線，自 O 點引一條與中央透視線（3—T.C.）平行的直線，使與圖的右方透視相交，得交點 Π' 。自 Π' 點引一條平行於 $\Pi'P'$ 線的直線，使與圖的左方——即西方——透視邊線相交，於是就得出了要投影的圖的後面一邊 $K\Pi$ 的透視位置—— $K'P'$ 。原來是正方形的圖的這一部分（a），在透視圖形中則是不規則的四角形（a'）。如何把地形記號和地質記號挪到透視面上，通常是順手轉畫的。為此就在地圖上和透視圖上都打出輔助方格網來。用類似的方法，通過自 3

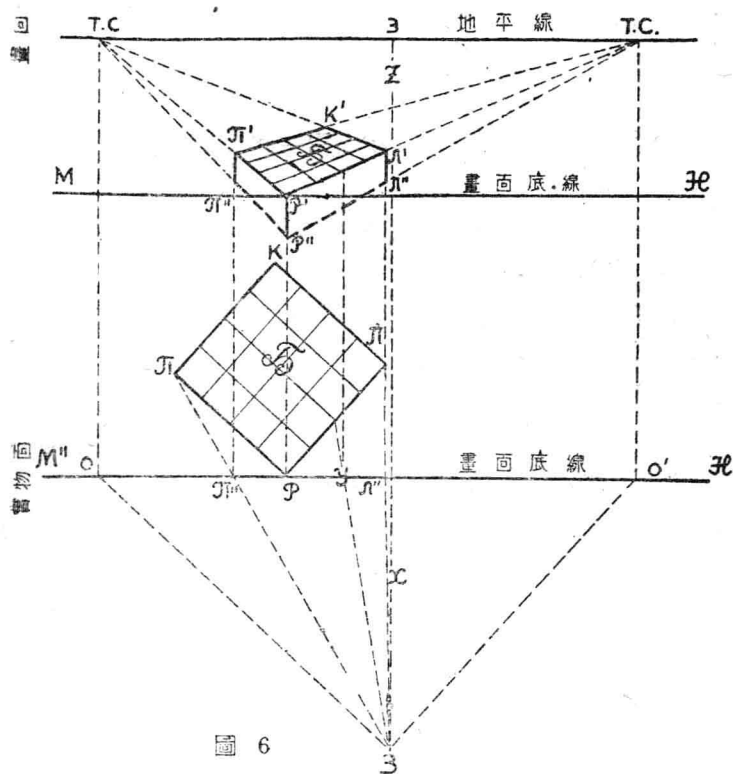
點引透視線並把交點挪到透視線上，就像畫出圖框的後邊那樣，把方格網畫成透視形狀。把透視面分成方格網的簡單辦法就是對角線法。用對角線法作方格網的辦法如下：把地圖上某一片的邊框的後邊做好以後，在地圖上畫出一根對角線 PK（圖 5），就把這根對角線挪到透視畫 a' 上，作為是方格的對角線，並過對角線與原圖一列垂線交點在透視圖上的投影引平行於圖框前邊的直線，這些平行直線之間的距離必然離觀察者愈遠便愈來愈小。

如果方格網已經在透視平面圖上打好，並且整個地形的和地質的畫面也都轉畫完了，那就要把立體塊的壁面或側面作出來了。為此就從地圖的透視圖形的前方的拐角上引垂線，使等於所要求的立體塊的高度。用平行於投影底線的直線把這些線段聯起來，這樣就得出了立體塊的前面。立體塊側面則通過自立體塊的右前角向聚斂點引立體塊的底線並自 n' 點引垂線這樣作出來。把立體塊的輪廓弄好以後，就在立體塊側面上做出地質剖面來。

兩點透視立體圖解做法

前面已經說過，當立體塊有一個拐角對着觀者擺着的時候，地平線上就出現了兩個聚斂點。因而做這種立體塊的辦法比做一點透視立體塊的辦法是有些不同的。

在一張要在上面做立體圖解的紙上畫一條水平的線—— MH 作為畫面的底線（圖 6）。下面擺着要轉畫成透視畫的地圖。然後引一條直線，平行於已經畫好的底線，作為是對着透視點的地圖的那個拐角的切線—— $M'H''$ 。也像第一種情形那樣選好透視點的位置，把地平線畫上去。從透視點向地平線引一根垂線，所得交點就是透視中心或地平線上的主點—— $3'$ 。為了把聚斂點（T.C.）在地平線上的位置找出來，就從透視點（3）引平行於



地圖的 ΠP 和 $P\Pi$ 兩個邊的兩條輔助線，使與 $M''H''$ 相交，然後把交點 $(\cdot 0, 0')$ 投影到地平線上，於是兩個聚斂點就得出來了。這兩點的位置決定於透視點的位置。把 P 點挪到底線上的 P' 點上，就是把地圖對着觀察者的那個拐角畫上去了。再從 P' 點向兩聚斂點引直線，這就是立體塊上可察見的側面的邊界。

把立體塊表面的邊界畫成透視形的辦法如下：從透視點引兩條直線（透視線）到 Π 和 Π 兩點（即圖角）。把這兩條直線與畫面投影的交點 (Π'', Π'') 再轉畫到透視圖的立體塊可察見的側面

實際做立體圖解的時候，特別是做兩點透視立體圖解的時候，還採用其他一些辦法。

要把某一個面畫成透視圖形的最快的辦法就是機械法，用機械法做立體圖解的時候要使用專門設計的儀器——透視繪圖儀（Перспектограф）。用一支槓桿上的尖針在平面圖上描線條，而帶有鉛筆或自來水筆的另一支槓桿則同時在彷彿是個投影面的一張紙上把所描地圖、平面圖或圖樣上的線條畫成了透視圖形（圖 7）。

如果把作在透明的底子（如臘紙、描圖紙、幻燈片之類）上的平面圖拿來投影，就可以採用極簡便的辦法。在這種情形可以利用汽車探路燈、照像放大機或放映機的燈光（圖 8）。如果發射光束成錐形，所得圖形就是透視圖，如果發射光束是平行的，

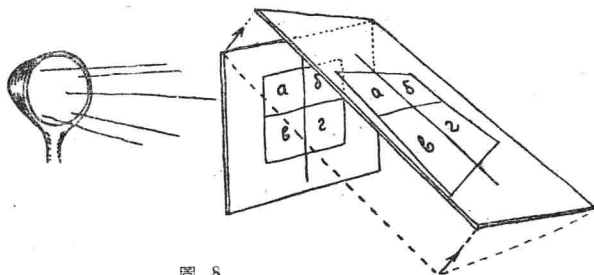


圖 8

所得圖形就不是透視圖。變動平面圖和發光點的位置同用合葉連起來的投影面之間的夾角（圖 8）的時候，可以得出所需要的任何一種類型的投影。

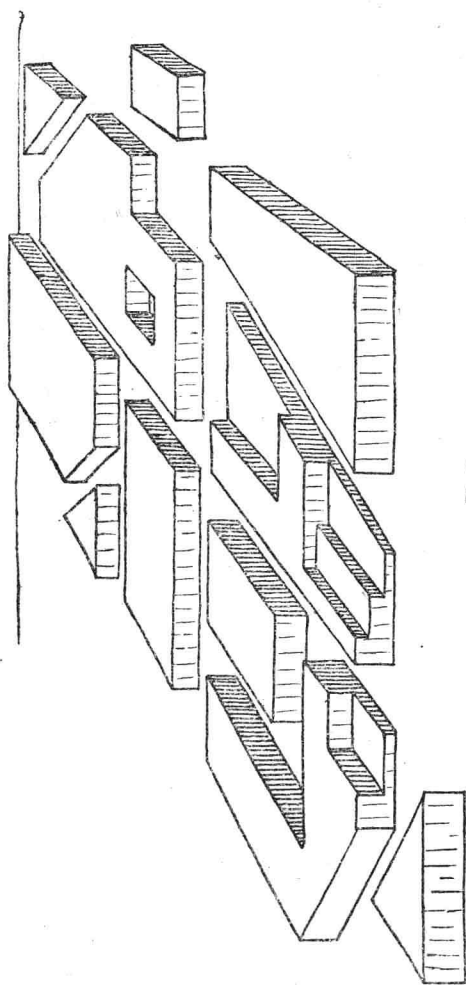
立體塊形狀的選擇

有的時候，要選出一個合適的透視點的位置是非常困難的。如果眼睛的位置選得不合適，所得一點透視立體塊不是拉得太

長，就是縮得太短。做兩點透視的時候，眼睛位置選得不合適就會把所畫立體塊前角的圖形過份歪曲了。

爲了迅速選出立體塊的形狀來，所以利用現成做好的尺寸不大的標準塊。選好了形狀最合適的現成的立體塊以後，就可以拿來做爲製作任何形狀和大小的立體塊的基礎。爲此就把這個立體塊相應地加以放大（比方按坐標點來放），接着把聚斂點、地平線和投影面底線的位置求出來，這個完了以後，就把立體塊最後修整好。

在地質工作中往往需要把輪廓不是長方形的立體塊畫出來，或者需要在更多的直立面上畫出地質構造來。爲此，就像圖9a, 6所表示的那樣，可以把立塊體的拐角



切開，搬掉，或者向兩邊、向前、或向後推開一些。可以在任何方向上把立體塊切開。切開來的立體塊的各個部份可以彼此推開

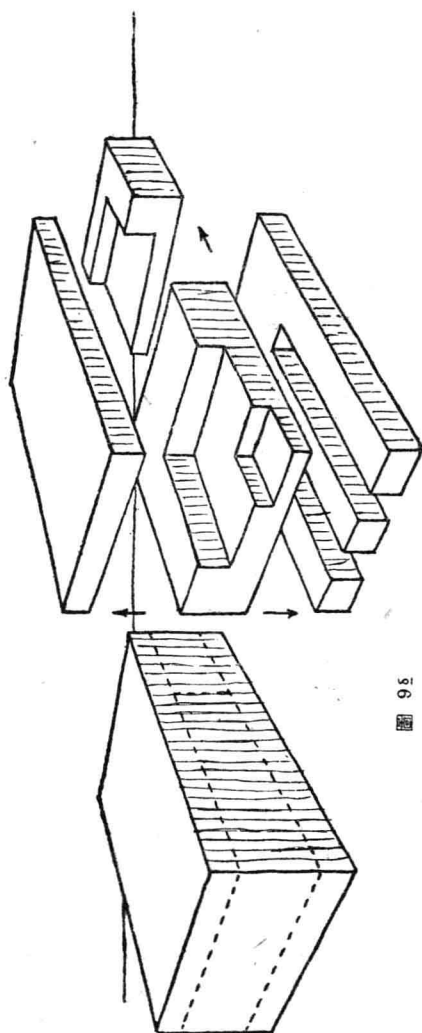


圖 95