

蘇聯中等專業學校教學用書

測量學與礦山測量

下 冊

彼 烈 古 多 夫 著

地質出版社

測量學與礦山測量

下 冊

彼烈古多夫 著

蘇聯煤礦工業部審定作為
中等礦業技術學校露天採煤專業教本

地質出版社

1956•北京

本書係根據蘇聯彼烈古多夫 (М. А. Перегудов) 所著的“測量學與礦山測量”(Геодезия и маркшейдерское дело) 譯出的。係蘇聯國立煤業書籍出版社 (Углетехиздат) (1952 年莫斯科哈爾科夫) 出版。

原書經蘇聯煤礦工業部批准作為中等礦業技術學校露天採煤專業教本。

本書由中央地質部教育司朱長盛翻譯，經中央重工業部教育司及南京地質學校吳永康校訂。

本書敘述了大地測量的方法，露天開採場及廢石堆的礦山測量的基本方法，並例舉了露天開採場的地形測量圖和礦山測量圖。本書包括有礦量及錫土量計算的必需內容，以及礦山技術問題。

本書適用為中等礦業專業學校學生的教材。

測量學與礦山測量

下冊

書號 0071—2

89千字

著者	彼烈古多夫
譯者	地質部教育司
校訂者	重工業部教育司等
出版者	地質出版社

北京安定門外六鋪炕

北京市書刊出版業營業許可證出字第壹零號

發行者	新華書店
印刷者	北京市救濟分會印刷廠

廣安門內教子胡同甲32號

印數(京)6,001—7,500冊	一九五四年九月北京第一版
定價(8) 0.70元	一九五四年九月第一次印刷
開本31×43 $\frac{1}{2}$	一九五五年四月第三次印刷

下 冊 目 錄

第六章 露天開採的礦山測量	1
1. 全國性三角網和水準網的概念	1
2. 露天開採礦山測量的主要目的和內容	3
3. 露天開採的礦山測量控制網	5
4. 露天開採礦山測量控制點的設定	7
5. 礦山量測的工作控制機構	8
6. 露天開採的碎部礦山測量	14
第七章 露天開採的地形測量平面圖、礦山測量平面圖和線圖	32
1. 平面圖和線圖的特徵和內容	32
2. 露天礦坑地表的地形測量平面圖	33
3. 地質的和礦山幾何的平面圖、剖面圖和線圖	34
4. 採礦工作的礦山測量平面圖和斷面圖	42
5. 露天礦坑的明細圖	48
6. 特殊的平面圖、線圖和草圖	49
7. 採礦工作的設計平面圖	50
8. 圖的描繪和複製	53
第八章 儲量的估計、有用礦物儲量和完成的工作量的計算	55
1. 儲量的分類	55
2. 儲量、開採量和耗損量的計算	56
3. 有用礦物儲量和完成的工作量的計算方法	58
第九章 將設計移置於現場的測量與礦山測量	68
1. 將建築物的設計移置於現場	68
2. 路線的佈置	70
3. 與佈置運輸線有關的礦山測量工作	77
4. 與掘鑿揭露坑道和準備坑道有關的礦山測量工作	80
5. 與挖掘排水坑道有關的礦山測量工作	92

第十章 露天開採中岩石位移的觀測	98
1. 地塹現象的力學概論	98
2. 地塹的內部原因和地塹的種類	100
3. 礦山測量中觀測露天礦坑斜坡岩石的位移	102

第六章 露天開採的礦山測量

1. 全國性三角網和水準網的概念

定置在地面上的許多測點，構成近似於等邊三角形的鎖或網，這樣的點系統叫做三角網。在三角網中要直接測出一個邊（或者爲了檢驗起見，測出幾個邊）而角則一定要全部測出，應用三角學和解析幾何學的公式，算出三角網的所有其他各邊的長度，然後，求各三角形頂點的座標。

在蘇聯，三角測量是建立地形測量和礦山測量的全國性基本控制網的一個主要方法。

全國性三角網根據三角形的邊長和測量的精度分爲若干級。一級三角網的三角形邊長平均爲 25 到 30 公里。蘇聯的一級三角網，是由沿着經緯線設置的彼此間相距 200—300 公里的三角鎖構成的。諸三角鎖形成的許多閉合環，叫做基本控制網閉合環（圖 76）。在此大地測量閉合環的各轉角處敷設並測量基線，三角網的所有其他各邊全根據這些基線的長度來計算。

一級三角網的目的是：

（1）保證在蘇聯國土上所進行的一切地圖測量，地形測量和礦山測量的幾何上的總聯系；

（2）保證在測定地球形狀和大小時作爲科學結論的必要的材料。

一級三角網又是擴充二級三角網的基礎。

一級三角網中敷設的基線其長度不小於 6 公里。基線測量的相對誤差不應超過 1:1,000,000。測量離基線最遠的三角形邊的長度的相對誤差約爲 1:300,000 左右。

一級基本控制網閉合環內的地帶，由二級三角網的三角鎖填充之，而一級和二級三角鎖之間的空間，則由二級填充網和三級三角網填充之。

二級主要三角鎖的三角形邊長平均爲 20—25 公里，二級填充網的

三角形邊長平均為 13—15 公里，三級三角網三角形邊長平均為 8—10 公里。

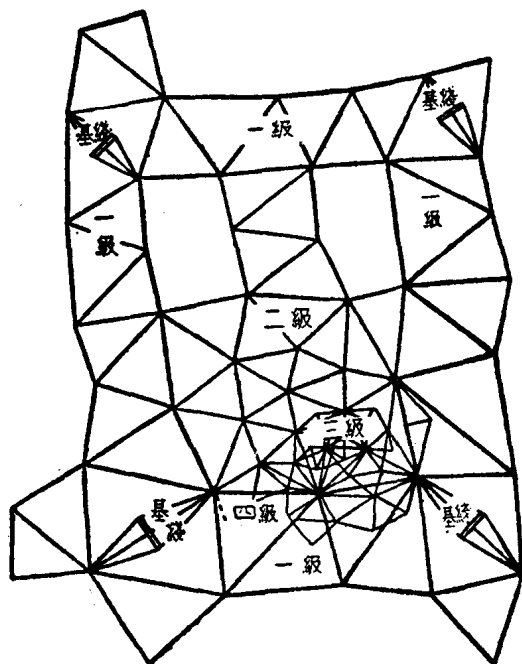


圖 76. 一級全國性三角網和二級、三級網的簡圖
網中三角形的夾角，由讀數精度達 $5''$, $10''$ 或 $20''$ 的經緯儀測量之。基線用溫度膨脹係數極小的鋼鋼基線尺來測量。

全國三角網的各點除具有 X 和 Y 座標以外，還必須具有由波羅的海海面起算的標高。確定三角點絕對高度（座標 Z ）的主要方法是精密的水準測量。蘇聯的全國水準網根據水準測量的精度和測點的稠密度分為一、二、三、四各級。

一級（高精度的）水準測量利用最精細的和最完善的方法和工具來進行；一級水準點是低級水準網的控制點。

二級水準測量的目的是建立為擴充三級和四級水準網的精密水準

三角點應這樣排列在地面上，即：這些點均勻地佈滿於所取的地帶上，使三角形接近於等邊三角形，並要求在每一點上所能看到的鄰點不少於三個。選出的點用專設的中心標固定之，爲了在很長的距離內能易於由一點看見另一點，在固定的中心標上裝置特殊的標記或標誌。

一級和二級全國三角網中三角形的夾角，由讀數精度達 $1''$, $2''$ 或 $5''$ 的經緯儀測量之，低級三角網中三角形的夾角，由讀

網。高級水準測量是沿着鐵路線、公路線、土路線以及大河流進行的。

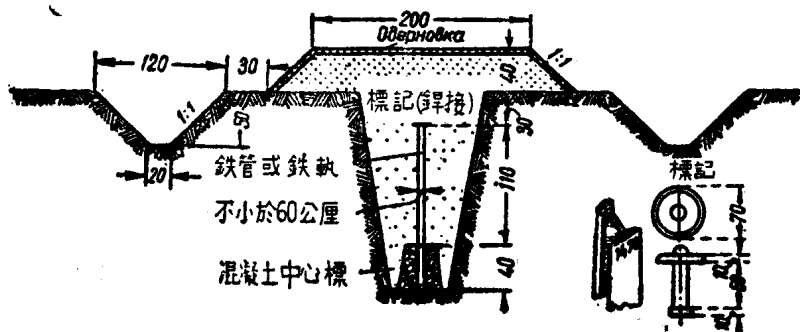


圖 77. 地下水準點

水準導線以間距為 6—10 公里的水準點固定在地面上(圖 77)。在通過居民區敷設水準導線時,在每一水準導線中都要設置 1—2 個牆壁標誌(圖 78)。牆壁標誌的中心有一個孔,孔的高程是要確定的。牆壁標誌設置於磚石建築物、水塔、橋墩等的基礎和牆壁上。

2. 露天開採礦山測量的主要目的和內容

露天開採地區的礦山測量的主要目的是測定所開採的有用礦物礦床、脈石和礦坑的形狀和大小,以及繪製其空間幾何圖。除此以外,露天礦的礦山測量師還必須把採礦設計、地質勘探設計和建築設計移置到現場並從事於用儀器控制其施工的工作。

露天礦礦山測量的具體對象如下:

礦坑 梯段的上部邊緣和下部邊緣,梯段斜面的不平坦程度,大量爆破的鑽孔,勘探坑道,排水坑道。

● **地表的物體** 揭露、開採和運送有用礦物用的主要機械,梯段和廢石堆的固定的和可移動的運輸線,工業與民用建築物,住宅,居住區,學校,醫院,地表的地形等等。

地質因素 有用礦物礦床和基岩的自然露頭,有用礦物礦床與脈

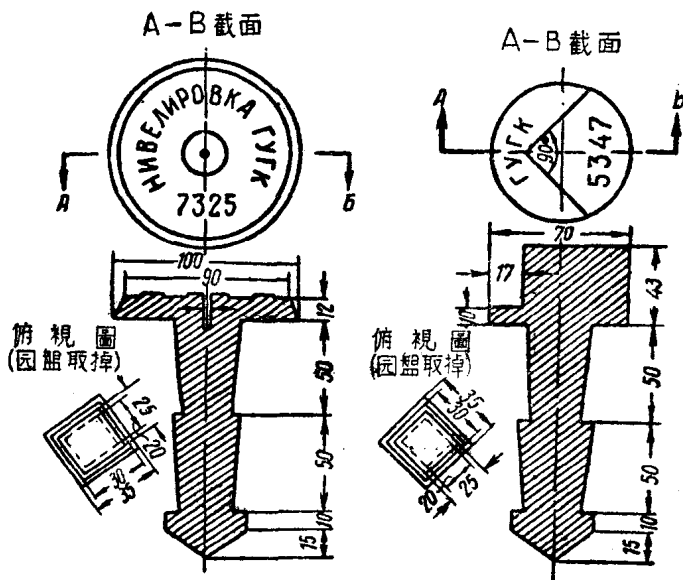


圖 78. 水準測量的牆壁標誌

石的接觸,不同品位礦物的地區分界線和圍岩物理性質的分界線,地質變動。

露天開採的礦山測量的特點是:露天礦、廢石堆、運輸線、工礦建築物、居住區等所佔的總面積不大,而且很少達到 10—12 平方公里,但其使用時期却相當長。所以露天開採的礦山測量必須不時地進行。

礦山測量是由全面到局部進行的,一切測量都要有一定的精度,此精度是由採礦技術和地質勘探技術針對某種工作而提出的。必須注意:在進行測量工作時,不論精度不夠或精度過高都是不利的;所有的測量概不例外都必須進行檢查。

實際上,為了遵守上述原則起見,將礦山測量工作按精度和進行的順序分為以下三大類:

(1) 旨在敷設和擴充基本控制點的控制網的測量工作,基本控制

點的座標 X , Y 和 Z 具有較高的相對精度;

(2) 根據基本控制網的點敷設工作控制點的較稠密的網的測量工作;

(3) 礦山碎部測量工作或礦山測量工作,其目的在於測定所取對象的特徵點的位置。

3. 露天開採的礦山測量控制網

四級和五級三角網或二級和三級導線網均可作為露天礦坑上的基本控制網用。因三角網具有許多優點,故在礦山測量中常選用它,特別是在巨大的露天礦坑中。三級到四級水準網可作為高程控制點之用。

由於採掘、堆積和建築的原因,基本控制網的各點很難從開採露天礦的起始一直保持到終了。因此,在露天礦上敷設三角網時要考慮到礦床的形狀和今後採礦工作的發展方向。基本控制網的各點應置於採礦工作界限的後面,填充網只能根據此控制點而敷設。在工作進展時,填充網的點可能被採掘去和堆蓋掉,但是,在必要時填充網的點可重新恢復起來。

露天開採的基本三角網不宜複雜。

對於開採長形礦床(窪地、砂礦谷、陡傾斜的礦層和層狀礦床的露頭、厚岩脈的露頭等等)的露天礦坑來說,三角鎖是三角網最簡單而且在幾何上也最有利的圖形(圖79a)。

對於開採密集形礦床的露天礦坑來說,基本控制網的四邊形是三角網的最有利的圖形(圖79b)。

當所開採的礦床為密集形狀,並且能在其中心設置一點時,則中心網是三角網的簡單而有利的圖形(圖79c)。

基本三角網可利用插入點的方法和敷設導線網、經緯儀導線或小三角網的方法繼續加密。

一切局部的測量,其中包括礦山測量,都必須在全國統一的座標系統內進行,也就是說,必須與全國三角網聯繫起來。

與全國三角網的聯繫在技術上能解決下列三個問題:

- (1) 按該地區的中央子午線定出礦山測量網的方向；
- (2) 能定出三角網各點在全國系統中的座標；
- (3) 能定出三角網各邊的長度。

在最普通的情況下，在礦山測量三角網中能包括有全國三角網的兩個相鄰點，可使礦山測量三角網完全與全國三角網聯繫和統一起來。

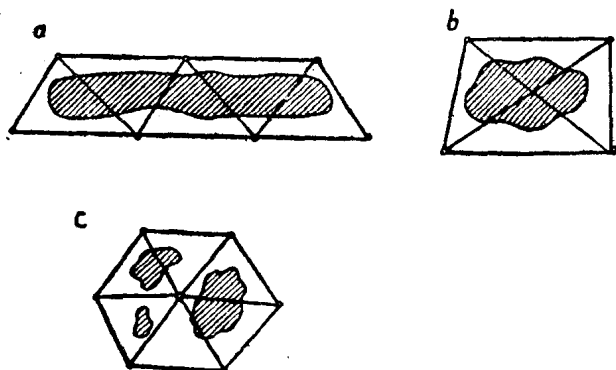


圖 79. 露天礦上的三角網圖

但是這種可能性是很少的。常見的情況是在礦山測量三角網中祇包括一個點和一兩個方向。礦山測量三角網如不能與全國三角網聯繫時，可獨立敷設。此時，要定出三角網中某一邊的眞方位角和某一點的地理座標(λ 和 φ)及主要的是測量基線。

應考慮到，現有的全國三角網是比例尺爲 1:25,000 和 1:10,000 的測量的基礎，所以在礦山測量網與全國三角網聯繫時，一定要仔細檢驗起始邊的精度是否與所定的精度相符。

在露天礦坑上敷設高程控制點的測量工作應單獨成立一組。

在敷設單個露天礦坑的水準網時，必須注意到：在開採地區上一定要敷設相當稠密並均勻分佈的高程控制點的網（水準標誌和水準點），水準網一定要與全國水準網聯繫在一起。用三級水準測量把水準網與全國水準網相聯繫，並在露天礦上敷設高程點的基本控制網。

四級水準導線是根據三級水準點和水準標誌敷設的。四級水準網的性能由露天礦坑上所採用的礦山測量的工作控制機構的種類來決定。

4. 露天開採礦山測量控制點的設定

露天礦坑地區上的基本控制測量和礦山測量標記及中心標,要設置得堅固而適當,並且要防止毀損。

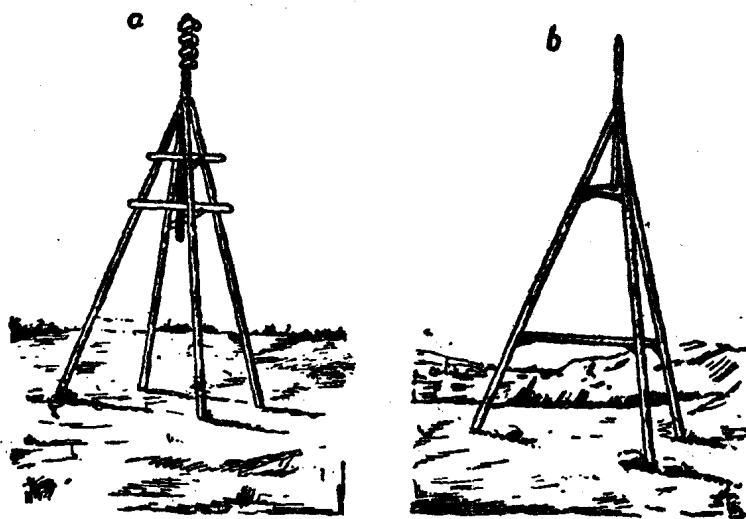


圖 80. 露天礦上三角點的標誌

a—木標架; b—金屬標架

礦山測量的標記和中心標的毀損,不僅是造成材料上的損失,而且會引起勘探、建築、揭露或開採工作的停滯。

根據用途和地形的不同,可採用各種不同的標記和中心標。在明顯易見的高地和山丘上,插在中心標管中的普通標桿是最簡單的標記。要使標記明顯易見和不浪費每次立標桿的時間,最好建造標架。標架可由直徑為 12—15 公分的圓木,金屬管或礦山用鋼軌造成。現在有許多種木標架和金屬標架的結構式樣,其高度為 4 到 20 公尺。圖 80a 所示為木標架,圖 80b 所示為金屬標架。

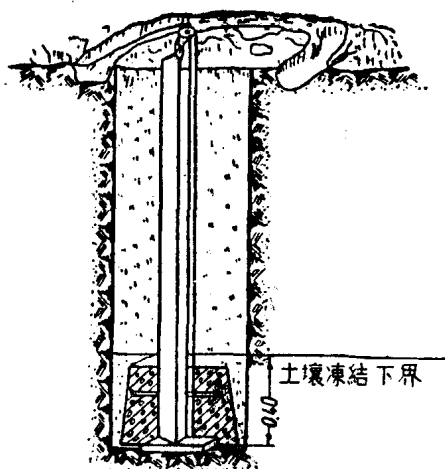


圖 81. 埋設水準標記圖

a—牆水準標誌； b—地下水準點

的控制水準點之用。在沒有建築物和三角點的露天礦田區上，要埋設地下水準點(圖 81)。

5. 礦山測量的工作控制機構

露天礦上的三角點對於進行礦山測量或碎部測量來說是不夠的。因此要敷設控制點的附加網，此網叫做礦山測量的工作控制網。

根據露天礦坑面積的大小，有用礦物的埋藏條件及採礦工作發展的特徵和速度，作為工作控制機構的有：

- (1) 根據三角網或導線網構成的小三角點的網；
- (2) 三級導線點的網和經緯儀導線；
- (3) 開採網；
- (4) 利用交會法由三角網點，小三角網點和導線點測定的單獨點。工作控制點的標高由四級水準測量測定之。

小三角網 在開闊的斷絕地帶上開採面積很大時。可採用小三角網。

小三角網的各三角形的邊長，不到 200 公尺，而在露天開採區者則

若在點的近旁有障礙觀測之物，而需要把儀器提高時，則標架要做得寬一些，在標架之內要另設一個帶儀器台的內架，為了便於觀測起見，在內架上鋪設一平台，此平台鋪於固定在外標架腳上的橫梁之上。

三角點的中心標有兩個。下面標石鋪在當地土壤凍結深度之下，但離地面的深度不得淺於 1.5 公尺。

敷設在大建築物勒腳上的牆壁標誌(見圖 78)可作為露天礦

大於 200 公尺。

在小三角網的三角形中，各角不應大於 120° ，也不應小於 30° 。最好的三角形是等邊三角形。

小三角網的最遠邊的相對誤差應不大於 1:2000。

爲了恢復因採掘或堆積而消失的各點，以及爲了計算簡便起見，小三角網應設成單鎖式的或簡單的基本控制網的圖形：

(1) 三角網或導線的兩個邊之間的三角鎖；這種圖形叫做不完全的中心系統；

(2) 兩個高級控制點之間的三角鎖；

(3) 兩個基線之間的或高級三角網的一邊與一點之間的三角鎖等等。

在小三角網中，要測量各三角形的所有夾角和三角網相對的兩端的一個或兩個邊。各角利用讀數精度不低於 $30''$ 的經緯儀以一次完全全圓測回法測量之。三角形諸角之和的閉合誤差不得大於 $1'$ 。

爲了增長小三角點的使用期限，應當把它們埋置在相當堅硬的土壤中，埋置小三角點的地方，不應很快地採掘，堆積和建築，也不應受到地形的影響。

導線網和經緯儀導線 露天礦上的導線網可根據三角點敷設成伸長式導線，或敷設成與基本三角網有聯系的閉合式導線。

導線按其精度可分爲一級，二級和三級的三種。

當敷設三級導線作爲採礦工作範圍以外的工作控制機構時，必須力求使導線的形狀爲伸長形，同時還要使導線由最便於測量角度和線長的方向通過。

三級導線中的各角利用精度爲 $20''$ 或 $30''$ 的經緯儀，以兩次或三次完全的重複測法測量之。線的長度用普通鋼尺和捲尺，或用精確的視距儀測量之。

現代常用的視距儀是儀器外面之基線爲定長的視距儀和雙像視距儀。

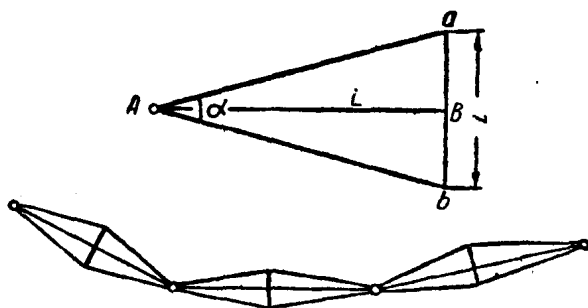


圖 82. 視距儀的視差導線圖

前一種視距儀的使用原理如下：量距 $AB=L$ 時（圖 82），在 A 點放置經緯儀，在 B 點將 1, 2 或 3 公尺長的基線桿尺水平地放置在三腳架上。用經緯儀量出水平角 α 後，按下列公式求水平距離 AB ：

$$AB=L=\frac{l}{2} \cdot \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}$$

因角 α 不太大，故

$$L=l \frac{\rho''}{\alpha''},$$

式中 $\rho''=206,265$ 。

基線桿尺 l 的長度為一常數，所以 $l\rho''$ 也是一個定值。以 K 表示 $l\rho''$ ，故得

$$L=\frac{K}{\alpha''}.$$

長度測量的精度與所測距離的長度成反比。因此，爲了提高測量很長或不太長的直線的精度，應將基線桿尺置於所測之導線直線的中點（圖 82）。

因此，總長度 L 可由以下公式算出：

$$L=L_1+L_2=\frac{l}{2} \left(\operatorname{ctg} \frac{\alpha_1}{2} + \operatorname{ctg} \frac{\alpha_2}{2} \right),$$

化簡爲：

$$L=l \cdot \rho'' \left(\frac{1}{\alpha_1''} + \frac{1}{\alpha_2''} \right).$$

如經緯儀上有正切螺旋時，則可以不量角 α ，而量其正切線。在這種情況下，用視距儀測距離最爲簡單、迅速和精確。

開採網 開採網應看作是露天礦坑上的假設直角座標系統，而直角座標系統的點要固定在現場上。有了開採網，礦山測量的過程就可簡化，礦山測量工作就可以縮減到野外工作的最低限度。

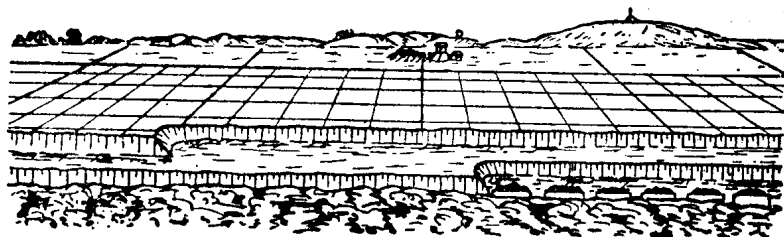


圖 83. 露天礦坑上的開採網

根據所開採之礦床的特徵和採礦工作地區的分佈，開採網的主要中心線可以如下設置：

沿着礦床的走向設置，也就是說，順着採礦工作的地區設置（圖 83）；

平行於原有座標系統的 X 軸和 Y 軸。

開採網的中心線可做成折線形，但開採網中心線的分佈要適合於採礦工作地區的基本方向線。開採網常常佈置成正方形，也有時佈置成長方形或菱形的。

根據採礦工作進展的速度和採掘方法的不同，開採網各邊的長度可爲 20，40 或 50 公尺。

梯段工作面的線越直，採礦工作進展得越快，則開採網的正方形或長方形的邊就要做得越大；反之，採礦工作進展得越慢和工作面的線越彎曲，則開採網的邊就做得越小。

例如，當用多斗式挖掘機採掘水平埋藏的褐煤層時，開採網正方形的邊長要等於 40 和 50 公尺。當用鑿岩機鑽孔法採掘堅硬岩石時，開採網正方形的邊長等於 20 和 10 公尺。過於稠密的開採網不宜採用，因為它只能使工作複雜起來，而不能提高測量的精度。

在佈置開採網時應注意到，正方形或長方形的邊長只是水平面上的投影長度。佈置開採網時，可以從通常所採用大小的小正方形開始，也可以從佈置邊長為 100，200 或 500 公尺的基本正方形的網開始（圖 83）。隨着採礦工作的進展，在基本正方形內佈置邊長為 20，40 或 50 公尺的填充網。

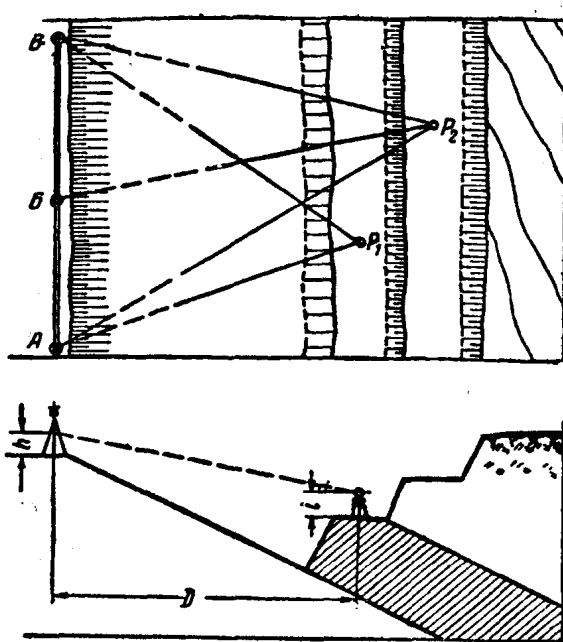


圖 84. 用交會法在露天礦坑梯段上增設點

佈置開採網的工作順序如下：

(1) 將基本點和網的中心線移置到現場上的必要資料的設計和計算；