

工程測量經驗小叢書

第二集

建筑場地的測量工作

測 繪 出 版 社

目 录

西南山地厂区大比例尺地形测量.....	1
分方控制测量与分方細部测量.....	9
几何圖形近似平行分方地形測量具体操作法.....	25
場地豎向布置設計等高綫距离圖的繪制及用法.....	33
用圖解法进行建筑区大比例尺測圖.....	37
建筑網的精度計算.....	52

西南山地厂區大比例尺地形測量

(綜合勘察院西南分院) 楊衡文

測量的任務是要在圖紙上真實地反映出全部建築物、構建物的平面及高程位置和地貌情況。由於西南多山陵起伏大、變化複雜，舊社會遺留下的廠礦，布置極不規則；加以受丘陵地形限制，更覺零亂繁雜。

在這樣條件下進行測量工作，我們有一些體會。

一、控制方面：目前我院測量的一般都是面積不大的廠礦區，視其面積和要求的不同，採用了不同等級的三角控制。常用的有三等三角網，三、四等填充網和代替三級導線，經緯儀導線的小三角鎖。盡量減少在水田里和傾斜變換繁多的地方量距。無法布網時，方設導線的環形網或結點系統。至於方格導線控制極少用。

(一)在加強技術管理方面：強調圖形設計及原始資料的評價工作。首先，我們規定任何工程在開工前都應做好對該地區已有的原始資料的收集工作。仔細研究評定其精度，確定可否利用，以便進行連接或聯繫。其次，在 1 km^2 以上的工程，都應進行圖形設計，以達到預期精度。

(二)踏勘：在山地廠區測量，需對生產過程和地形特點有充分了解。因此，應特別注重踏勘工作，參加踏勘的人數也應較多。不能象一般測量那樣，單純按規範辦事。因為取

含不当或生产过程表示不明确,就不能满足改建和扩建的设计工作的需要,甚至因质量低劣而返工。

(三)选点工作:选点是否恰当,对控制的精度和工作量的增减有密切关系。在山陵矿区,这项工作应由工程负责人亲自主持,预先做好图形设计和踏勘。在这方面,我们体会:(1)西南地形复杂,要在普通的厂矿区选出一个好的基线比较困难。选点应先选基线,再决定基线网的形式,然后考虑主网的图形布置和路线。先选主网后考虑基线,往往选好了好的图形,但没有恰当的基线位置,既费事又影响质量。

(2)测区范围较大时(50km^2 以上)可用交替前进选点法。即室内先作好图形布置,再到实地选点,如無原图则用目估法确定位点。可分为三个小组,用“之”字形交替前进选定图形。

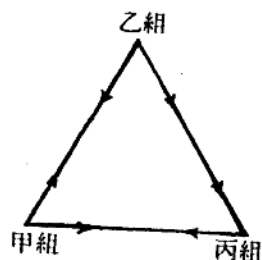


圖 1

如图 1, 甲、乙、丙三组各至选定的三角形的三顶点相互观望, 看距离是否约略相等, 角度是否适宜; 认为满意时, 三角形即可确定。否则可用旗语指挥。估计距离时, 并应根据经验, 考虑到山地和平原, 逆光和顺光, 清晰与云雾等因素。

若选单锁(如图 2), 当 $\triangle ABE$ 确定后, 甲组就去选定 F 点, 依同样方法确定 $\triangle BEF$, 然后乙组自 E 点前进至 C 点。依次交替前进选定图形。采用此法的优点: ①选点时可顺序前进, 以较快的速度选定点位; ②便于连系。如甲组自 A 地

至 F 地时，有什么問題需要研究，可在途中(m 附近)与乙、丙兩組相会，当乙、丙回至 E 、 B 时，甲也將至 F 地；③选点者無須每点都去，可減低劳动强度。但三組选点人員皆須稍强。

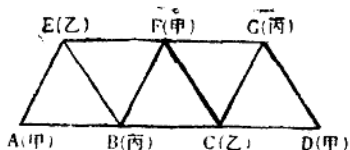


圖 2

(3)在山区和平原交接处以及复杂的厂矿区选点时可用躲綫选点法(如图3)。选点时，可分为三排进行。首先选第一排点 A 、 B 、 C 、 D 的点位，它們应选定在通視最佳处。第二排点 E 、 F 、 G 点位的选定，应考虑和第一排有关各点的通視情况，并能控制所要选定的第三排点位地区的有关部分，而不必考虑其第二排点本身的通視情况。同样第三排点位的选定，仅考虑和第一、二排有关点位的通視与角度，而不必考虑第三排点本身的通視情况。这样做，①可避免平原上各点相互通視的困难；②节约造标木材；③考虑选点条件單純，減少了路程。

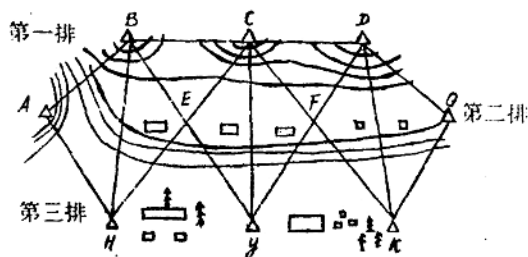


圖 3

(4)在通視非常困难的丘陵地区，經詳細踏勘后提出的

方案，都不能滿意時，可在控制作用較好、点位較適當的明顯地形上，標以旗幟，分別交會之，然後在室內選點確定，再赴實地最後定案。

(5)在複雜廠區及山地平原交接地區補點時，可用異色定點法。即以異色旗幟分別插在需交會之點，然後在高級點上觀察選擇確定。

(6)在地物複雜、導線呈懸空狀時，可以電桿、避雷針等突出地物交會之，投影後使符合於其上。高級點的布置，我們除考慮到便於点位的保存并發揮其最大控制作用外，還應考慮低級控制符合時，必須注意導線“同階”符合問題。有時考慮圖根點如何便於安置儀器及施測細部也有重要意義。

(四)圖根網的布置：普通應用綫形鎖，但在廠區地形複雜時，也曾大量採用三角導線。計算時先將三角網概略平差，推算出邊長後，去掉不必要的邊長（起算邊及符合邊可自高級邊縮小而得），組成結點導線系統，再進行方位、坐標的結點平差。布置這種導線時，應注意：①盡量利用已知高級點；②結點間的距離不得超過規範規定同級導線的總長；③路線應選直綫進行的三角邊。經驗證明，這是一個簡單易行、質量較高的解決量距困難的方法之一。

(五)標架及埋石方面：

1.竹標：丘陵区三等以下的三角網，可用竹標（以烤直塗漆的800公分×4公分 ϕ 的斑竹用鉛絲拉直）代替8—10公尺左右的尋常木標。做法是：以垂球架於角距約120度的三個方向進行投影，投影人距架2—3步，使垂綫和竹標有適應的粗細時交直，以鉛絲呈四邊形拉牢即成。觀測完畢即可移

走，既灵活，又能节约大批木材，并解决了投影仪器不足的困难。

2. 活动竹节标：在边长 1 公里左右的控制时，为了减少投影立桿工作量及提高观测精度，可用 2 公斤的垂线球，用三角架架在标石中心上空，以 10 公分长、1 公分粗细的水竹节分别漆上红、白色，相间贯穿在垂线之上，以显示目标。

3. 垂线观测法：经纬仪锁及导线观测观点可吊一公斤的垂球，垂线上漆上红、白色，目标较小，对得准、灵活，可以提高观测精度。

4. 埋石：重庆等地区气候温暖，土壤不冻结，多为风化页岩，固定桩埋设 1.2 公尺实无必要，一般可在现场浇灌或埋 $30 \times 40 \times 50$ 公分的混凝土桩，其优点：①不易折断，可不加钢筋；②印字清晰，挖坑容易。

(六) 在控制计算上我们采用法方程式点线图、法方程式的系数及符号规律和计算机上直接求法方程系数项的工作方法，简化了计算过程。同时，较普遍地采用了二组平差法和补点的三组平差法，提高了效率。边短的基线网采用了不顾及最适当权分配的不观测对角线的扩大边算法。此外，规定了计算程序，使计算的质量得到一定的保障。

(七) 双高角法测定控制点高程。在高程线路的布置上，也要考虑便于“同阶”符合问题，如有些点高差过大，可棄去，以双高角法测定。经验证明，在导线边长 200 公尺左右时，用这样方法得出的结果误差仅有几公厘，往往较视距短、轉站多（有时轉 100 余站，视距仅 2—3 公尺）的直接水准精度高。

二、細部測量方面：

(一)極坐标法：这是主要的方法。即用經緯仪視距測量法配合平板現場繪圖进行联合測量，对重要地物用經緯仪細部法施測，一般地物、地形，用視距施測。施測时，小平板置于其旁，圖板方向和实地一致，當場繪圖。經緯仪上盘，先对好后控制点的方位角值，然后动下盘，对好后视点，以便計算重要地物坐标。其好处：①可省去繪草圖工作量；②小組人員可由原定8人減至6人，減少了工作量；③仅需在室內計算几个重要地物点的坐标及一些展点檢查工作。

(二)双高角法：有些地形点因地形特殊，需做对山观测，但視距往往超过规范限制，若以山上山下仰俯观测，垂直角

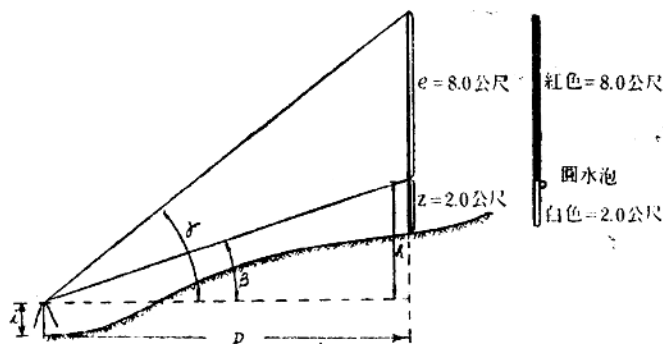


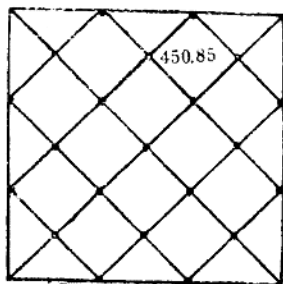
圖 4

經常超过 40° 以上，不仅观测困难，效率低，且要增加巨量圖根控制工作。因此，我們采用了双高角法 4。这种方法不需特殊設備，只須一根直竹桿，在 0—2 公尺处漆上白色，2—10 公尺处漆上紅色，并安一圓水准盒。施測时，將望远

鏡照准此 2 公尺与 10 公尺处讀二垂直角即可，計算者當場用計算尺标出距离和高差。采用公式 $D = \frac{8}{\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta} \dots\dots ①$ (D

为測站至欲求点水平距离)， $\Delta h = D \operatorname{tg} \beta - 20 + i$ (i 为仪器高)， $H - 20M + i$ 称为便利高 (H 为測站高程)。因此，測点高程 $H' = \text{便利高} + D \operatorname{tg} \beta$ 。計算表明，在五分之一測圖距离不超过 500 公尺时，較用視距測量法精确，且計算簡單，在計算尺上可一次算出。若进行一千分之一測圖时，距离应适当的縮短，計算者可在室內用計算机計算。

(三) 丘陵地区測圖打点是否恰当，对插繪等高綫的繁簡和圖紙質量有密切关系。最好坎上坎下分工打点，有时还可采用：①梅花式打点法：即按一般打点法扭轉 45 度左右，字可写在其对角綫上 (見圖)，②树上打点法：打点者穿顏色明显的衣服立尺于上，量出离地面的高度，以施測蔭蔽的丘陵地区的地貌。

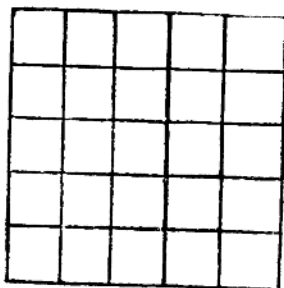


梅花式打点法示意图

圖 5

(四) 水田的施測：西南水田的田坎、田壩不仅可作分界，且多为乡村或田間小道，高、寬可自数寸至数公尺，相鄰兩田的高度相差也往往很大。因此，按田形施測較好：

1. 可省工作量：①田坎、田壩多为堤、坎、路、塹，施測时可一举兩得，并可仅打上点，視情况繪以陡坎，切上或田坎符号，其下点高即田中高，灌溉溝渠也可一併划出；②較



一般平地打点法示意图

圖 6

大面积的田，测出田坎、田壩后，可仅测一、二田中高，無須按规范20—30公尺打一点，以减少在泥水中打点的困难；③相邻較小的田，如田水高差不到四分之一等高距时，可將数塊合在一起。

2. 精度高：等高綫表示田形时要轉折角，既影响質量、又不美观。等高綫間表示斜坡，但田为

台地且高程遇整数时又有过多閉合圈。测田形可精确計算土方，对豎向設計非常方便。但高差过大、面积又小的梯田，施测田形工作量就很大了。

(五)丘陵厂区測量，如地物地形过于复杂，不能同时表示在一張圖紙上时，就需根据情况分为总平面圖、总标高圖等几种圖。一般稍簡單的厂区施测一張总地形圖就行了。繪圖时若有重要地物与次要地物重疊，可在重疊处仅表示重要地物。若二重要地物重疊时可以兩圖例之一半表示。

(六)測圖时可先测重要地物，然后再测一般地物、地貌，以便适当取舍，避免次要地物和地形标高註記等在圖上佔去重要地物应用的位置，以保証圖紙質量和圖面的均匀和美观。

(七)經緯仪联合施测法：应自圖板的左上方开始逐步展开，以免衣袖摩擦圖紙，使綫条字跡模糊，如使用大平板測圖时，应將圖面上貼上玻璃紙，施测某一部分，可开一小孔，以免照准仪往返移动，擦伤圖紙，模糊綫条字跡。繪圖人应在地形点間按比例均匀地插入等高綫，如地形不均匀，

則表示地形点的不足或不当，应进行补測。

(八)有規則地物的施測法：(1)鐵路道岔各項數據的測定，道岔的測定，如自轍軌起點至警沖，連續測出8個數據，既費時又不會得出合理的結果。可自道岔中心在軌道上以腳步來比較，簡易地求出道岔號數，然後查表即可求得。

(2)烟囱中心座標的測定，可將經緯儀的十字絲平分烟囱的立面，量出測站至外沿的距離，並量其圓周，求出半徑，加上距離，再計算坐標即可。它較三點做圓法簡便。

(轉載建築 57 年第二期)

分方控制測量與分方細部測量^①

(重工業部勘察公司) 孫覺民

在工程測量中，分方控制測量如分方細部測量，都有其特殊的實用意義和目的；可是闡述這些問題的書籍，則還很少看見，使我們在工作中感到不少困難。

為了要把測量工作，更好的運用到工業建設中去，在此僅將我們多年來向蘇聯專家學習，以及在工作中體驗到的一些東西，作簡單的介紹外，並發表自己的一部分體會，以供研究參考。

① 編者註：本文中所謂“分方控制測量”，“分方細部測量”就是我們一般習用的在地面上打方格網做控制，然後再根據方格網的各個交點（即作者所謂“分方點”）用直角坐標法進行碎部測量的方法。文中所提到的所謂“分方形”就是指被方格網分為的一方一方的圖形。其他一些不習見的名詞，閱讀本文後即可領悟，這裡不再詳註。

甲、分方控制測量及分方細部測量适用的地区

A. 一般为拟建筑的地区，地形較平坦，通視障碍較少，而必需精确定地形的地带。

B. 已建筑的区域，如厂区等，在恢复、扩建时，宜事先設置分方导綫網，然后再实测其工業企業总平面圖。

乙、分方控制測量

A. 整个測区的踏勘与佈置

在踏勘过程中，了解何者为建筑区或拟建筑区，則宜用分方測量进行，何者为非建筑区，則宜用其他方法进行，借此来划分出能够进行分方測量的区域。

B. 与已知高級控制点的联系和基綫的选择

分方測量在控制測量方面最主要的是控制点的佈置，它要与圖上坐标綫或其整数交点取得一致，也即是說，所有控制点連接时为直綫，且都是正交的。故此項工作实际就是定出坐标綫交点的实地位置。当然这个問題在采用分方控制作为独立控制的区域，是比較簡單的，只要确定分方的方位，同时要選擇地勢平坦、便于量距的基綫，最好在測区的四圍能作一正方形或矩形，以其相鄰二边为基綫，余二边为校核基綫，至于坐标原点則根据要求来假定。

如果在該区域已进行过較高級的控制測量工作，并要求在較高級控制測量的基础上，再佈置下一級的分方控制工作，則問題就不像前者那样簡單。

过去有的工作單位根据分方控制时的坐标原点的設計数

值与其附近已有的控制点(或三角点), 事先计算出它們之间的距离和方位角, 然后按照计算出来的距离和方位角, 用仪器实地进行原点的定点工作。原点确定后单独再去进行分方控制的工作, 这样坐标系统固然也能够取得一致, 只是原来已知的高级控制点对于分方控制点的控制作用, 則根本談不到了, 使分方测量的区域与整个测区無論在圖紙的啣接方面, 以及控制系統的联系方面將會产生不少的矛盾。

有的單位, 事先虽然不仅只定出分方控制的坐标原点, 而且將分方测区的四圍所選擇出来的正方形或矩形的基綫頂点, 也进行实地定点, 然后再去确定内部各分方点, 有如圖 1 所示。

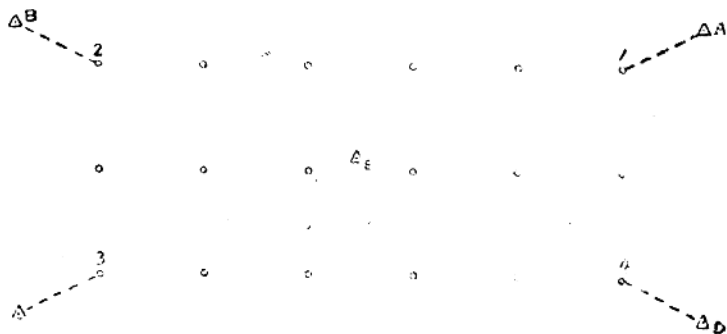


圖 1

先用已知的三角点 A, B, C, D , 分別定出分方控制点之基綫頂角 1, 2, 3, 4; 然后再决定出其余的分方点来。这样固然比前者精度稍好一些, 可是以决定出来的 1, 2, 3, 4 点为基础再去定其余各分方控制点时, 則其精度必然又降低了一級,

同时测区中的高級控制点除利用了 A, B, C, D 各点外, E 点就没有被利用。这样对于 E 点来说又是一个浪费, 仍旧是不合理想的一种方法。

我們認為最妥善的方法是: 踏勘时先在分方区域内选择出能通視和能够量距的各高級已知点, 然后在設計草圖上將它們标出, 并以它們彼此之間的連綫作为分方控制点的基綫边, 如圖 2, 实綫表示設計好的横向的基綫边, 虛点綫表示設計好的縱向的基綫边。今以 41—39 一段橫基綫为例, 我們

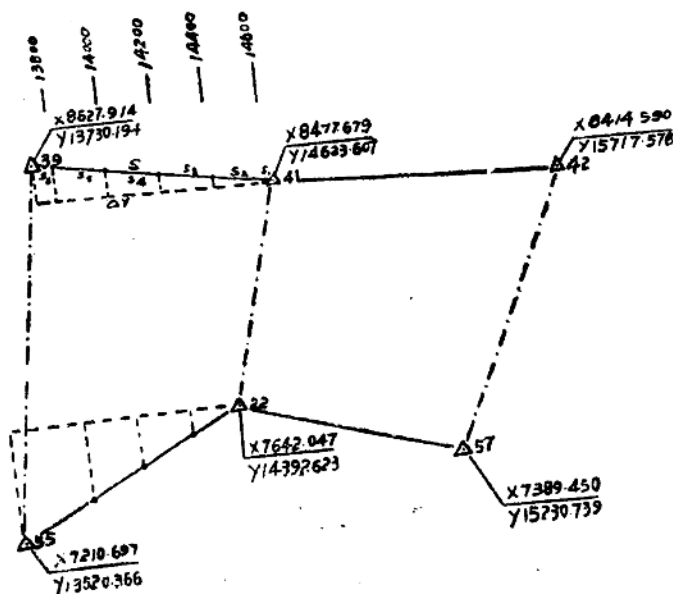


圖 2

知道了 41、39 兩点的坐标值，就可求得横坐标之差，即 Δy 之值， $\Delta y = 14623.607 - 13730.194 = 893.413$ 。41—39 的距离为已知高級边 $S = 905.956$ 公尺（如果不知道时还可由已知的坐标值进行反算而得）。設我們欲确定的分方控制点为每整 200 公尺的点，而且要求它与已知控制点的坐标一致，那末沿 41—39 边，从 41 点这端开始的第一点的相应横坐标 y 值应为 14600.000，第二点則为 14400.000，其余为 14200.000，14000.000，最后一点則为 13800.000。根据相似三角形的原理，第一点横坐标差为 $\Delta y_1 = 23.607$ ， $\Delta y_2 = \Delta y_3 = \Delta y_{n-1} = 200$ ，由此可求得相应的 $S_1 = \frac{\Delta y_1}{\Delta y} \cdot S = \frac{23.607}{893.413} \times 905.956 = 23.938$ 公尺； $S_2 = S_3 = S_{n-1} = \frac{200}{\Delta y} \cdot S = \frac{200}{893.413} \times 905.956 = 202.808$ ； $S_n = S - [S_1 + S_2 \cdot (n-2)] = 905.956 - [23.938 + 202.808 \times 4] = 70.786$ 。有了相应于各分方点的横坐标值在基綫边上的距离以后，即可按分方基綫測量相同精度去进行各边的丈量工作，确定出各樁点的位置；其余各段設計好的横基綫均按同样的方法进行測量。

縱向的基綫边則根据已知兩点的縱坐标值，可求得其縱坐标之差即 Δx 之值，于是相应于各分方点的縱坐标值在縱基綫边上的距离，也可按同样公式計算出来，以便进行測量。

B. 基綫測量結果及分方控制点的确定

基綫边各段距离的丈量，不能無誤差，根据量綫时的精度，可事先决定出其結果与已知总边長的相对精度（应在規定的限度之內），然后按所量各边的長短，比例配賦其誤差。

最好在基綫边的各樁点上先設置標樁（大約按計算的距离設置，樁頂要大一些），然後將精確丈量時所得的位置在樁頂作一個記號，丈量完畢後再將按誤差分配的理論值在樁頂另作一不同的記號，以表示確定了的準確位置。

基綫边上所需各樁點既經定出，即可根據已定出的樁點，設置經緯儀，照准鄰近基綫边上的、能通視的、相當同一縱（或橫）坐標值的樁點。如此在測区内，用兩台以上的儀器沿縱橫兩基綫边上移動，即可交會出分方控制點各點的位置，再用木樁固定其點位。

Γ. 精密分方控制測量

如屬不甚重要或其標誌保存不長久之區域，進行分方控制時，則于上述定點工作完後，即可于圖上繪出坐標綫，根據圖上坐標綫的交點與實地點位，進行細部測量工作。如很重要或須使地上標誌保持永久者，尚需于各分方控制點上埋設鋼筋混凝土樁、石樁等。埋設方法與一般三角點和導綫點埋石同，惟盡量使埋設的點位與定出點位無誤差。

埋石工作完後，再將埋石之點，視為分方形的導綫網，一一進行在精度上相當于該級多邊形導綫網所要求的角度測量與長度測量工作。

在計算各分方點坐標之前，并按一般規則和方法進行網的整理、平差和修正工作，可採用等量交替平差法、逐漸趨近法或巴波夫平差法等，分別進行網之方位角與坐標增量的平差計算。

經整理、平差、修正之後即得出各測站（分方控制點）的實際坐標（實測坐標）。這個坐標值與原來希望的理論坐

标值之間，略有少許的差数；根据这些差数在 x 及 y 軸綫上的綫段長度，可在实地上移动各測站，使之符合于理論坐标。

正如苏联 Б.И. 盖尔儒拉所著“工業企業总平面圖的測量与編制”一書中所述的方法一样。

以 x_t 及 y_t 为理論坐标，

x_p 及 y_p 为实际坐标，

Δx_n 及 Δy_n 为未知点（所求点）的坐标差的綫段，

則 $\pm \Delta x_n = x_t - x_p$; $\pm \Delta y_n = y_t - y_p$ 。

設任一測站 A 的理論坐标为 $x_t = 4695$; $y_t = 5300$ ，如

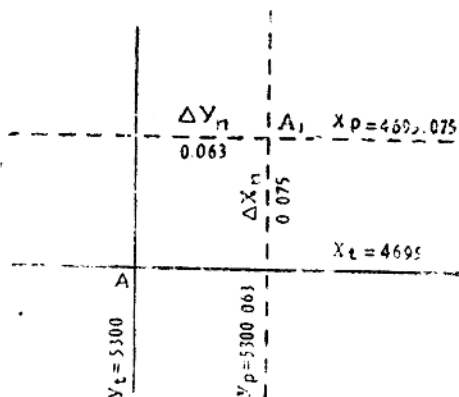


圖 3

（圖 3）該測站的实际坐标，亦即临时標誌 A_1 的实测坐标为 $x_p = 4695.075$; $y_p = 5300.063$ 。則理論坐标与实际坐标的差数为

$$\Delta x_n = 4695 - 4695.075 = -0.075,$$