

地形測量經驗小叢書

第三集

图解图根測量



親手



測繪出版社

目 录

一、圖解圖根網的操作程序.....	1
二、平板儀圖根測量經驗介紹.....	3
三、兩點題的圖解法.....	9
四、兩點題的另一種圖解法.....	13
五、關於用圖解法確定測點的建議.....	15
六、四點法的圖解作業.....	18

一、圖解圖根網的操作程序

長办測量处

一、准备工作用繪圖紙一張，自高程透写图上轉繪已知点（大地点，解析图根点，图廓点）和計劃施測地形范围綫，制成同測图比例尺大小的选点略图一張。

二、查勘选点設标应用大平板和携帶必須的标竿，出外进行查勘选点設标，首先到已知点設站根据另一已知点标定平板，再旋轉罗针对正指标綫后，在圖紙上划出罗針方框綫，以后在未知点上設站即以之标定平板方向，选点、設标应自控制点較稀的地方，并通視2—3个已知点开始，設标可应用后方交会，确定点位于圖紙上，然后依次設置必須之标竿，同时使每一新設的标竿，至少能从三个已知点进行測定。在被測定点上，各方向間之角度不得小于 30° 和大于 150° ，把所有点与点間能通視的方向都全部标示于圖紙上，同时在設标时要考虑到边的长度，以供組織多角高程路綫之用，这样就可以得出一張有标竿位置互相通視情况之略图。

三、計劃多角高程路綫及測定平面位置之程序利用略图作計劃，此时必須注意到点的平面位置之測定，务須自高級点推至低級点，而高差須沿最短的边推算某些个别的沒有反視的独立覘标或不可能設站（如：塔尖、烟囱）的建筑物可以不少于三个方向的直視法決定高程，这里需要說明的是測定平面位置和組織多角高程路綫是独立的兩回事，但也要結合

起来看，譬如，某待定点的平面位置自甲、乙、丙三个方向来交会的，那么待定点的高程，还不一定就非甲、乙、丙三点来传递不可，所以必须把测定平面位置和测定多角高程路线计划统一安排作好操作程序，先设那一站再设那一站，每站应交会的方向线和应观测那些方向的垂直角，有那几条多角高程路线，有那些点用独立点传递高程等列表说明，以便在外业进行交会时程序不乱，既能达到预定要求，也不浪费工作。

四、进行外业交会先用一张绘图纸用湿毛巾轻润一面，盖在原图板上及摺转图板后面粘紧（即盖上亚力山大纸湿面在上），在绘图纸上先将已知的图廓点大地点解析点等位置挖孔露出，如果气候变化大，为免于受亚力山大纸伸缩的影响则可将选点略图上已交出的待定点点位转于亚力山大纸上，然后按照点位各挖一公分大小的孔把待定点的部位预留出来，还可以把某些平板定向的延长线（方向）挖孔露出适当的位置，然后按照已定计划，逐站进行交会和观测必须方向的垂直角。

根据选点略图，在测图板上预留空白部位，有其优点。

1. 在特定点上设站用以保证仪器对中不超过 $\frac{D}{3000}$ 的限度；2. 进行图解交会找目标方便；3. 交会时除图板的两头划一短线标出方向名称外，在待定点上亦估计其在图板上的活动范围，仅绘一短线已足，不致于混乱线条，使图板上纵横皆是。

五、自图上量取多角高程线各边的长度进行高差及平差计算，这一工作可以抓紧交会进行中的间隙时间和晚间进行，不致多耗工作日。

二、平板仪圖根測量經驗介紹

在平板仪測圖過程中如何決定圖根點，決定圖根點和設站時間的長短以及在圖根點的計算問題上，都將直接影響到測圖的進度和精度，根據各隊同志在使用平板儀的實際工作中，對以上這些問題得到了一些經驗，克服了不少工作中所遇到的困難問題，在一定範圍內取得了良好的效果，茲將各隊的平板儀測量經驗有關圖根測站，控制部分寫在下面：

一、用伯釗諾脫法進行交會之先，對於能夠熟練的掌握辨別未知點與已知點的位置關係以及輔助點測定位置，是迅速決定測站的關鍵，根據外業經驗，關於辨別未知點是否在已知三角形的角頂外夾邊內，只須在實地以透視法觀察，很快就能確定。例如在某一方向（角度約 $120^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 較合要求），一眼能看得見三個已知點（圖2的D點）中間的一點C距未知點最近，這個選定的未知點便在這三點組成三角形的角頂外夾邊內，可以用左右兩個遠點（A、B）作假定測站點進行標定交會。當選擇的測站位置與三角形的一邊相接近時，在實地很難辨別這一點是在三角形以內還是在三角形以外，這時可將平板大致按平，用任何一種直線物體照準該邊上的一點B（如圖3），反回頭看另一點，如照準綫在AC點的中間，則未知點即在三角形以內，可以進行標定交會；如照準綫在AC邊外，則未知點在三角形外，這時就要另行選擇未知點。總之，先應確定未知點的位置一定要在三角形的角頂外夾邊內，或三角形內，再行正式工作，可以避免浪費許多

不必要的時間。未知点在三角形內可以選擇任何兩點作為假定測站点；如果需要标定方向綫長一些，可以用距未知点較近的边上兩點為假定測站点；如标定綫不需要長，可以用距未知点較远边上的兩點标定。因為所求点（即未知点）距兩假定測站点的連結边愈近，其标定方向綫愈長。在以上兩種情形标定所交会的輔助点 E，与已知点中央 C 各处于假定測

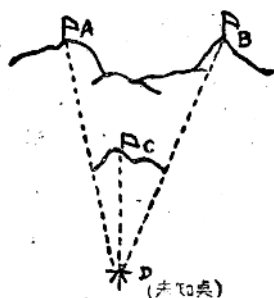


图 1

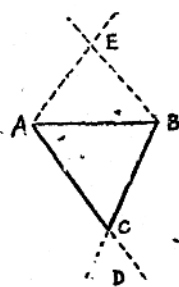


图 2

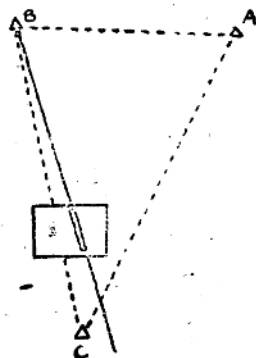


图 3

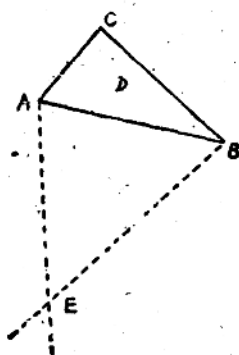


图 4

站点A、B的一方。因此标定綫較长（图4）。

二、平板仪导綫作业程序的改变。

施测平板仪导綫和按照规范程序，应先决定平面位置，观测距离及垂直角后，再进行计算；这必然使观测員有一段空間時間等候計算，記錄員在前一段也空着，因此要浪费一半的时间，可以改变程序：即第一步先将平板仪安平。（1）观测后尺之垂直角及距离。（2）观测前标尺之垂直角及距离。在記錄員进行計算时，观测員再进行第二步工作，即标定测图板，在图板上检查本点是否正确，再照准前标尺描繪方向綫，刺出下一导綫点，这样，計算和决定平面位置可以同时完成，提高进度。

三、短导綫测图（1:10000比例尺测图用）。

一般在隱蔽地区控制情况不够好，而决定交会点又比較困难的情况下，就必须敷設复視导綫，根据测图經驗証明，敷設长的閉合导綫（1~2公里）是很难达到日平均定額的要求，主要因为长的閉合导綫最后須进行誤差配賦（规范規定大比例尺不能用测图导綫），测站点經過誤差配賦后方能进行测图；同一测站必須設站两次（测导綫，测地形），由于测导綫时不能施测地形，而最后测出地形成果的月平均量，又必須將测导綫時間加入計算，縱然在测地形时由于已經敷設了导綫而所給的方便，但仍很难使日平均工作量达到定額要求，就是偶而达到要求，在对进度的进一步提高，也是有一定的限制；为了解决以上这些問題，短导綫测图在符合规范精神下，起到了实际的效果。

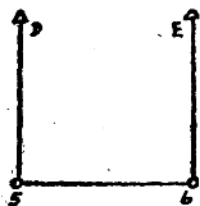


图 5

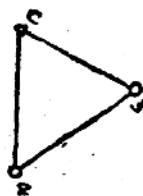


图 6

1. 方法:

(1) 图 5 是設站于 D 施測地形并放导綫点 5, 图板不迁 5 而迁 E (D 和 E 系高級点或交会点) 在 E 施測地形并放导綫点 6. 然后图板迁至导綫点 6, 反覘 E, 决定 6 之位置和高程; 直覘 5 讀取垂直角和距离, 以检查 5 由 D 出来之平面位置。

如無錯誤。即可施測导綫点 6 的地形。測完后即迁至导綫点 5, 反覘 D 和导綫点 6, 决定高程和檢查距离。誤差如在界限內即可施測地形。

(2) 图 6 的情况, 是設站于 C (高級点或交会点) 測完地形后, 本站即放出导綫点 3 和导綫点 4, 然后图板迁至导綫点 3 (当然也可先迁至导綫点 4)。反覘 C 直覘导綫点 4,

决定导綫点 3 之平面位置和高程; 并检查导綫点 4 的位置。如無錯誤, 即可施測导綫点 3 的地形。然后迁至导綫点 4 反覘 C 和导綫点 3 檢查后, 再进行測图。

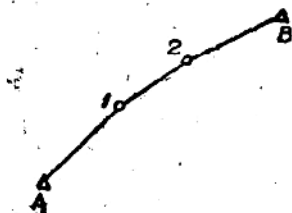


图 7

(3) 先設站于高級点

或者是交会点A(图7)测图地形,并在A点放出导线点1,然后迁站于导线点1,反视A,决定导线1之平面位置和高程后。即于当站施测地形,并在导线点1上放出导线点2。这时图板不迁导线2而迁至B(交会点或者是高级点),在B处施测地形并放出导线2,然后图板迁至导线点2,反视B和1,以检查2~1及2~B之距离,决定2之平面位置及高程,马上在导线2开始测地形。短导线之工序至此为止。

2. 优点:

(1) 同一测站不至于二次设站。

(2) 不至于专门敷设导线。

(3) 可以校核A、B,或D、E(高级点或交会点)之平面位置高程。

(4) 在隐蔽地点控制情况不够好的情况下,可以解决一些问题。

3. 缺点: 在控制情况好,决定交会点容易的情况下,不及交会点快。

4. 根据:

(1) 在平板仪规范中1:10000地形测量是不允许采用测图导线;但短导线根据作业程序和精度要求(复视导线的程序和要求),是不同于测图导线,而是按照复视导线的程序(直反视)和精度要求(1:200)来完成的。

(2) 平板仪规范规定复视导线最后必须进行误差配赋,但因第一站导线点分配很少(接近于零)。在实际上第一测站不进行分配。在短导线测图中,全系在第一站测地形,故误差不致于超出限度。

(3) 誤差配賦問題:

短導綫总共系四点三边，因 1:10000 測圖，導綫边最大长度为 250m，而由一站展放的边只有 2 根也就是 500m，精度要求規定为 1:200 則 500m 最大誤差可能达到 2.5 m，在 1:10000 圖上为 0.25mm。因此在实际作业中，一般情况下应能达到 0.2 公厘的誤差界限，并不产生配賦問題。如誤差到达 0.2~0.4 公厘时，則应予以配賦。倘誤差超过 0.4 公厘，那就标志实际发生了錯誤，应即进行检测。

四、小比例尺測圖中遇有大窪地时，工作的进行和測站点的布置方法:

一般在大丘陵和大窪地的地形是比較复杂，山頂和山脚高差也很大，不可能从山頂的控制点一下測到山脚（由于視距限制），如果先到山脚和窪地中間去施測，又不能决定測站点；因为周围的高級点都被山挡住了。縱使有时能从山脚和窪地中，看得見一两个高級点，但不能夠进行交会。因此要向山脚和窪地中进行地形測量，就必须想办法。如作導綫，在時間上來說是不夠經濟。要提高工效避免作導綫，就必须遵循由高級到低級的方法。工作开始就應該在高山頂上沿着窪地四周施測。因为在山頂和山脊上利用交会来决定測站，由于通視的高級点較多，所以比較方便。山頂上的交会点在測了地形后均插上小竹竿（出工时携带出来）。当窪地，溝底或山脚能夠看到足夠的交会点而交角良好的情况下，即可向低处逐步推进。交点必須是利用对山已知点进行交会。避免因“立角”过大对高差之影响。最后当施測溝底时决不会因为找不到已知点进行交会，而感到困难。

三、两点題的圖解法

夏 國 雄

(原东北地質局 126 測量係)

一、在两个已知点的同側測設两个未知点。

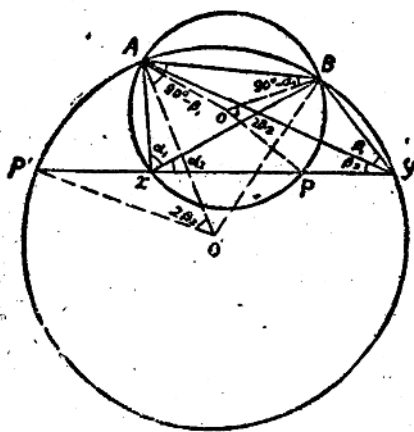


图 1

設 A, B 为已知点, x, y 为未知点。

(a) $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2$ 都小于 90° (图 1): 首先分别在两个未知点上测出 $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2$ 四个角, 于是就可以用分角器及圓規用图解法繪未知点于图上。

在 A, B 两点分别作 $(90^\circ - \alpha_1)$ 及 $(90^\circ - \beta_1)$ 的角, 得圆心 O 与 O' ; 再以 AO 与 AO' 为半径画圆, 在 OB 与 $O'A$ 线上以 O, O' 为顶点, 按顺时针及逆时针方向作 $2\alpha_2$ 及 $2\beta_2$ 角, 交 O 圆于 P 及 O' 圆于 P' ; 连接并延长 PP' 线, 一定交二圆于 x, y 点, 这就是所求的未知点。

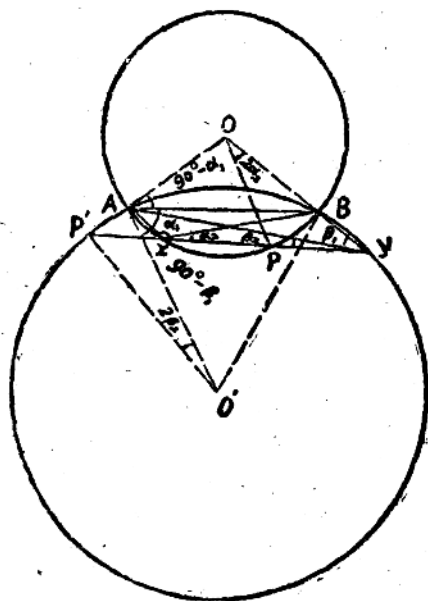


图 2

证明: 在 $\triangle AOB$ 中, 因 $\angle B = 90^\circ - \alpha_1 = \angle A$, 所以圆心角 $\angle AOB = 2\alpha_1$, 在 O 圆周上任选一点 P 与 A, B 连接, 则所成之圆周角 $\angle APB$ 必为 α_1 。同样在 O' 圆上的圆周角 $\angle APB$

必为 β_2 。P, P' 点是我们用图解法作出来的点, 它们同样适合于上面的条件, 所以 x, y 点必适合这四个角的条件, 实际测图时就可把这些求出的点当作已知点。

(b) $\alpha_1 > 90^\circ$, 其他三个角小于 90° (图 2); 这时 O 圆的圆心位于 AB 的另一面, 因为 $(90^\circ - \alpha_1)$ 为负角。其余完

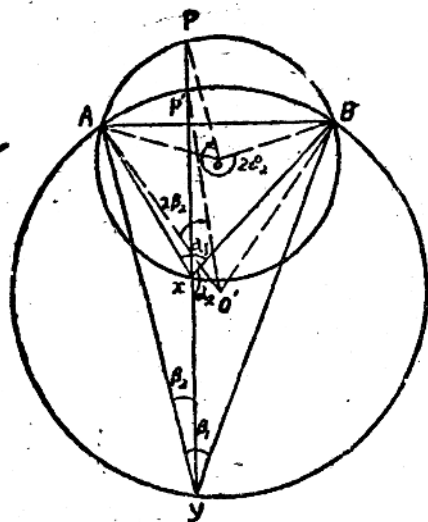


图 3

全和 (a) 一样。

(c) $\alpha_2 > 90^\circ$, 其他三个角小于 90° (图 3); 作图的方法同上, 但在作 $2\beta_2$ 时是依 $2\alpha_2$ 而决定的, 如果 P 点作到 AB 的另一面, 那么 $2\beta_2$ 也依顺时针方向来作, P' 点也同样将位于 AB 另一面。

二、两个未知点分别在已知点的异侧(图4)。

首先还是依照上述方法作圆。作 $2\beta_2$ 与 $2\alpha_2$ 时同样按顺时针方向进行。

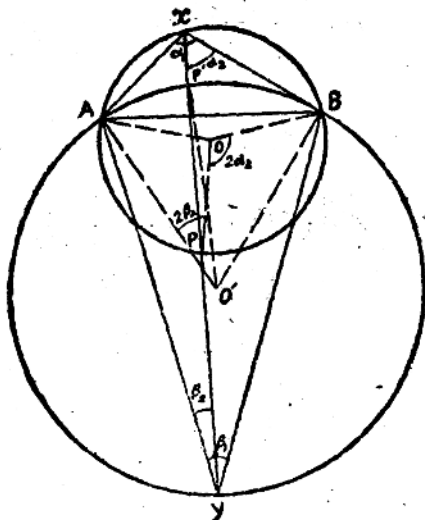


图 4

三、各种图的比较: 由上面四图可看出以图1与图4的布置方法为优, 得出的未知点较为精确, 因为 PP' 线较长。

四、关于当 $\beta_1 > 90^\circ$ 或 α_1, β_1 同时大于 90° 时的情况, 也可依上法作图。

(原载测绘通报四卷二期)

四、两点题的另一种图解法

冀 鴻 慶

(河北省地質局測量隊)

測繪通報四卷二期发表了夏国維同志所提出的两点题图解法的文章。肯定地说，这种方法是成立的，但該方法的操作步骤似乎太多，因而我提出另一种比較簡便的图解方法，供大家选用。

图解法通常是在图板上作业的，故本文将就采用平板仪作业进行討論。

如图 1 所示，首先在未知点 x 上按置仪器，在图板上复透明紙一块（最好是經過处理的透明紙^①，赛璐珞胶片更

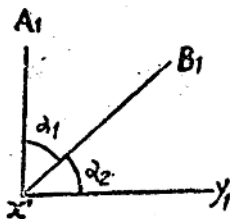


图 1

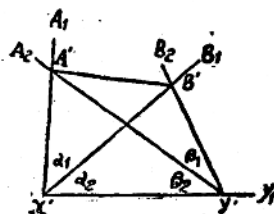


图 2

佳)。在透明紙上取一适当点 x' ，并依次照准 A 、 B 、 y 三点，画出方向线 $x'A_1$ 、 $x'B_1$ 、 $x'y_1$ （ A 、 B 为二已知点， y 为未知

^①透明紙的处理方法：將透明紙刷上透明的油类，陰干后，擦滑石粉即成。

点)。

然后将仪器搬至未知点 y 。如图 2 所示，透明纸仍复于图板上，在透明纸上的 $x'y_1$ 方向綫上任取一点，再将平行推尺一边与 $y'x'$ 重合照准 x 点。固定图板依次照准 A 、 B 二点又画方向綫 A_2y' 、 B_2y' 。

从图 2 不难看出相应方向綫分別交出了 A' 、 B' 两点。由于 y' 是任意取得的，故 $A'B'$ 的长度不等于图板上 AB 的长度，需要改正。为了改正比例尺的不一致，我們采取下列措施：

将透明纸在图板上移动使 A' 点与图板上的 A 点重合， $A'B'$ 与图板上的 AB 重合。这时用針把透明纸上的 x' 、 y' 点刺下使投影在图板上，分別在图板上連結該二点的投影与 A 点間的直綫得方向綫 $A'x'$ ， $A'y'$ 在图板上的投影。

用同样的方法也可得到方向綫 $B'x'$ ， $B'y'$ 的投影。此时相应方向綫的投影即可在图板上交出未知点 x 、 y 。

証明：由图 2 可以看出以前的操作全部满足了 α_1 、 α_2 、 β_1 、 β_2 的要求，唯有各点間的距离則尚未考虑。然后經過改正作业則使其比例尺与图版上的比例尺一致。 $\angle x'A'y'$ ， $\angle x'B'y'$ ， $\angle x'B'A'$ ， $\angle y'A'B'$ 均未改变。即 α_1 、 α_2 、 β_1 、 β_2 ，仍是原来的。分別等于实地的相应各角。

不难看出上述方法較夏同志的方法要簡便些，作业时间可以减少。至于精度方面，若采用处理过的透明纸或賽璐珞胶片作业則精度并不低于夏同志的方法。相反，夏同志的方法作业步骤繁多，这样不仅工作時間增加而且基本作图誤差积累很大。精度会显著降低。

另外我认为夏同志的方法在实际中是不能令人满意的，因为在图解过程中常出现作 $(90^\circ - \alpha_1)$ 、 $(90^\circ - \beta_1)$ 、 $2\beta_2$ 、 $2\alpha_2$ 等角度，而这些角度需要用观测值求出。这样就使工作复杂化了。

最后还应指出，本文所介绍的方法要注意 $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2$ 四角大小的选择，即不宜过小或过大。

(原载测绘通报四卷五期)

五、关于用图解法确定测点的建议

水利电力部北京勘测设计院勘测总队 地形四队

在大比例尺测图中，规范规定 1:2,000、1:5,000 地形测图是可以用图解图根及平板仪导线的（大比例尺测量规范 §313，地质部编）。但有的规范只允许在个别情况下应用，因而过去的大比例尺测图多用解析点作为测站点。所以解析点的数量不得不显著增加，这样就给图根控制增加了不少工作量，从而内业计算时间也拖得很长，往往影响地形组及时的出工。这样，不但使单位面积成本增高，更主要的是在时间上赶不上设计及地质的需要。在今天全国大跃进的形势下，测量是水电站建设的尖兵，必须走在前边。基于这一点，我们建议多用图解法确定测站点，以便提高工效。根据我们经验，这样做是能保证质量的。

图解图根的误差体现在图面上是示误三角形，只要我们操作上细致些，是完全可以避免示误三角形的产生的。现在我们