

建井测量

〔苏联〕M. II. 皮亚特林 著

葛叶蔚 译

中国工业出版社

U2214
P379

建井测量

[苏联] M. II. 皮亚特林著

葛叶蔚译

中国工业出版社

266788

51.223 9/

本书叙述了建設煤矿地面建筑物和結構物，以及开凿竖井井筒、水平巷道和傾斜巷道时的矿山測量工作。还探討了建井期間各种矿山測量問題的解决方法。

本书可以作为煤矿建井測量工作人員及高等矿业院校教学参考之用。

М. П. Пятлин

МАРКШЕЯДЕРСКИЕ РАБОТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ШАХТ

УГЛЕТЕХИЗДАТ МОСКВА 1956

建井測量

葛叶蘭譯

煤炭工业部书刊編輯室編輯(北京东长安街煤炭工业部大樓)

中国工业出版社出版(北京左順園路10号)

北京市书刊出版业营业登记证出字第110号

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ ·印张 $5^{1/2}$ ·字数132,000

1965年5月北京第一版·1965年5月北京第一次印刷

印数0001—1,940·定价(科四)0.70元

*

統一书号: 15165·3408(煤炭-223)

原 序

矿山测量的任务是研究矿井地面测量和井下巷道测量的各种方法及方式，其目的在于繪制矿山测量图 and 解决建井期間与矿床开采时所发生的各种技术問題。

建井测量是矿山测量极其重要的一部分。建井部門的矿山测量人員要完成一系列特殊的矿山测量工作。为了完成这些工作，必須采用許多特殊的测量方式和步驟。但是，必須指出，到目前为止，建井测量的教学参考书非常缺乏。

本书是一本教学参考书，它系統地說明了矿井建設期間的各种矿山测量問題。內容是按照矿业学院矿山测量专业《矿山测量学》課程当中的《建井测量》部分的教学大綱編写的。

矿山测量工程师 И. В. 霍赫洛夫对本书的編写給了很大的帮助，他提供了許多資料，并参加了个别問題的研究。本书的第一章、第二十三节中井架斜撑基础的标定工作，以及第三十四节和第三十六节中的例子都是由他編写和列举的。

列宁格勒矿业学院矿山测量教研組的全体同志对本书的編写也予以帮助。

凡对本书的指正，作者将予以采納并表示感謝。

目 录

原 序

第一章 建井期间矿山测量的任务和标定设计要素的方法	1
第1节 建井期间的主要矿山测量工作	1
第2节 标定设计要素的方法	1
第3节 给定坐标点的标定	4
第4节 给定标高点的标定	8
第5节 水平直线和倾斜直线的标定	9
第6节 水平曲线的标定	12
第7节 标定测点和线的设置	15
第二章 工业广场场地平整和修建建筑物与结构物时的标定工作	17
第8节 概述	17
第9节 矿井地面标定的准备工作	20
第10节 图解确定标定要素	23
第11节 工业广场场地平整	26
第12节 建筑物与结构物的标定	33
第13节 用挖槽法标定地下管道	36
第14节 修筑铁路支线时的标定工作	38
第三章 井筒中心与井筒中心线的标定与设置	43
第15节 概述	43
第16节 井筒中心和井筒中心线的标定与设置。井筒断面的标定	43
第17节 井筒中心和井筒中心线的标定精度	49
第四章 矿井提升设备安装与运转时的标定工作和检查测量	50
第18节 概述	50
第19节 矿井提升系统的几何要素	52
第20节 井架基础及斜撑的标定	59
第21节 安装井架时的检查测量	71
第22节 天轮安装的检查	75

VI

第23节	絞車基础和中心线的标定	80
第24节	安装絞車时的矿山測量工作	83
第五章	豎井井筒掘进、砌壁和装备时的标定	
	工作与檢查測量	88
第25节	概述	88
第26节	井筒掘进时的檢查測量。已完工程的丈量	90
第27节	井筒掘进时的地质資料	93
第28节	井筒砌壁时的檢查測量	94
第29节	井壁豎直程度測量	99
第30节	井筒装备时的矿山測量工作	103
第六章	开凿井底車場巷道时的矿山測量工作	113
第31节	井底車場的開切	113
第32节	在井底車場标定井筒(提升)中心线	125
第33节	开凿巷道时的矿山測量工作	126
第34节	巷道方向的标定	144
第七章	改建和延深井筒时井筒中心和井筒中心线的标定	153
第35节	确定井筒中心的坐标和井筒中心线的方向	153
第36节	井筒延深和改建时的矿山測量工作	159
第八章	开凿斜井井筒时的矿山測量工作	163
第37节	斜井井筒中心和井筒中心线的标定	163
第38节	安装斜井鎖口盘和开凿斜井井筒时的檢查測量	165
第九章	矿井移交生产时应该移交的矿山測量資料	168
参考文献		170

第一章^① 建井期間矿山測量的任务 和标定設計要素的方法

第1节 建井期間的主要矿山測量工作

建井期間的主要矿山測量工作是：

1. 研究設計和根据矿山測量的需要核对設計圖紙上各种尺寸、角度和标高的各項准备工作；
2. 标定設計所采用的地面建筑物、結構物和井下巷道的几何图形；
3. 在建井期間检查地面建筑物、結構物和井巷是否按照标定的几何图形和尺寸施工；
4. 測量各种建筑物、結構物和井巷的实际位置，并編繪成圖紙和資料。

矿山測量人員必須仔細研究設計和施工的矿山技术条件，这样才能正确地完成任务。矿山測量人員在标定这些或那些建筑物和結構物时，應該明确地了解这些建筑物和結構物在整个生产系統中的用途，以及它們工作的技术条件。如果为了安装机械而进行标定，那就先應該知道安装这些机械所要求的精度，这样矿山測量人員才能选择相应的标定方法，来保証必需的标定精度。

第2节 标定設計要素的方法

建井期間，矿山測量人員所应完成的标定工作如下：

1. 标定水平角；
2. 标定水平距离；

① 原书第一章《矿井設計概念》因与建井測量关系不大，因此删去，本章为原书的第二章，以下章序顺延——編輯注。

3. 标定給定的坐标点；
4. 标定給定的标高点；
5. 标定水平直綫和傾斜直綫；
6. 标定水平曲綫；
7. 标定时点和綫的設置。

标定水平角的方法是和測量水平角的方法相同的，但标定角度时操作的步驟与測量角度时相反。实用标定角度的方法有下列两种：

第一种方法。已知方向 BA ，要求标定角 β （图1, a ）。在 B 点安設經緯仪，先将上盘的零位对准下盘的零位，照准 A 点。然后将上盘松开，使上盘的零位在下盘上对到所給角度的讀数上；然后觀測經緯仪的望远鏡，沿視准綫的方向在实地定出 C' 点。倒轉望远鏡（当望远鏡在另一位置时），重复上述步驟，在实地 C' 点附近定出 C'' 点。平分距离 $C'C''$ ，得出 C 点， C 点即定出了所要标定的角度。測量 ABC 角，与所給的角度相比較，以检查所标的 β 角。

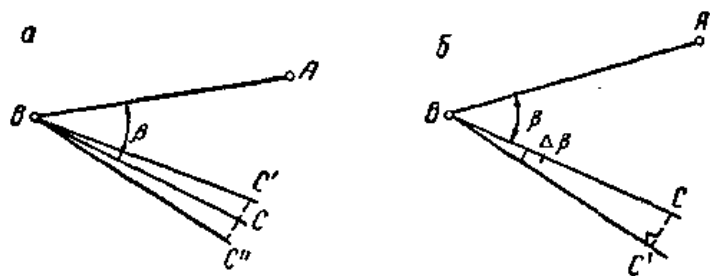


图 1 标定角度的方法

当所要求标定角度的精度低于經緯仪讀数的精度时，建議采用这种方法。

第二种方法。当要求标定角度的精度較高时，可以采用此法。

在 B 点安設經緯仪（图1, b ），当望远鏡在一个位置时，标設所給的 β 角，在实地标出 C' 点。再用复測法測量所标的 ABC' 角，复測的次数按要求的标定角度的精度而定。将測量所得的角

度的平均值与所給的角度相比較，并計算差值 $\Delta\beta = ABC' - \beta$ 。

測量距離 BC' 的近視值，按公式 $CC' = \frac{\Delta\beta}{\rho} BC'$ 計算綫段 CC' 的長度。從 C' 點在垂直於 BC' 的方向綫上量取綫段 CC' 。必須敷設的綫段 $C'C$ 的方向是按差值 $\Delta\beta$ 的正負而決定的。如差值 $\Delta\beta$ 為正值，則綫段 CC' 應標在使 ABC' 角減小的一側。用普通方法測量所標的 ABC 角。實測的 ABC 角與設計的 β 角的差值不得超過規定的標定角度的精度。

測量距離 BC' 時，測量方法的相對誤差不得大於 1:500。

當標定設計距離的精度要求很高時，必須計算傾斜、比長、溫度、拉力和垂曲（如標定時系懸空丈量）的改正數。設 l 為設計長度， Δl 為各種改正數的總和，那末，應該標定的長度 L 等於 $l + \Delta l$ 。

標定水平距離的步驟如下（圖 2, a）：

1. 從已經標定在地面上的基點開始，標定一根方向綫，所要標定的設計距離 l 即在這根方向綫上。

2. 按公式 $L' = \frac{l}{\cos \delta}$ 計算出傾斜距離 L' ，從基點開始，沿着所給的方向綫標設 b 點，定出傾斜距離 L' 。在此，傾斜角 δ 是根據等高綫圖計算所得的近視值。

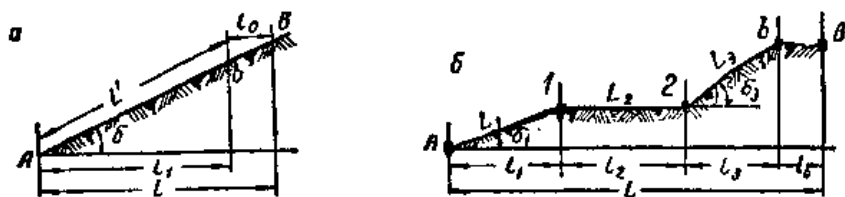


圖 2 標定長度的方法

3. 測量距離 L 的實際傾斜角 δ ，或用水準測量定出直綫 L 兩個端點 A 與 b 間的高差。測量標定長度 L 時的溫度。

4. 計算總改正數 Δl （傾斜、溫度和比長等改正數的總和）和長度 $l' = L' - \Delta l$ 。

5. 計算不足的距离 $l_0 = l - l'$ 。

6. 从 b 点 (根据不足的距离 l_0 的正或負值, 向前或向后) 在水平面內量取不足的距离 l_0 , 并設置終点 B 。

如果所要标定設計距离的地段, 地形非常复杂 (图2, 6), 那末, 标定距离 L' 时, 在直綫的标高变换点上标出点和用木桩設置这些点, 并在記錄簿上記下各个木桩間的距离。

接着測量每段傾斜距离的傾斜角, 或者測量每段傾斜距离兩端点間的高差, 然后計算每段距离的傾斜改正数和其总改正数 Δl 。

必須进行直綫长度的检查測量和計算直綫的水平投影, 以检查标定所給距离的正确性。

第3节 給定坐标点的标定

建筑物的标定通常都是通过标定其特征点来完成的, 这些点的坐标都是已知的。标定点的方法有下列三种:

极坐标法。設 A 点为已經設置在实地上的点, 它的坐标 x_A 、 y_A 和方向角 (AB) 均为已知, 求在 A 点附近标定 P 点, 它的坐标为 x_P 与 y_P (图3)。

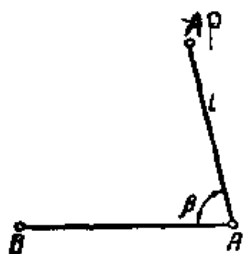


图3 用极坐标法标定点

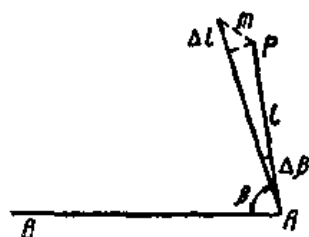


图4 用极坐标法标定点时的
精度确定

首先計算角度 $BAP = \beta$ 和距离 $AP = l$ 。

$$\beta = (AP) - (AB),$$

$$l = \frac{y_P - y_A}{\sin(AP)} = \frac{x_P - x_A}{\cos(AP)},$$

式中 $\operatorname{tg}(AP) = \frac{y_P - y_A}{x_P - x_A}.$

用設在 A 点的經緯仪标出 β 角, 沿方向綫 AP 量取水平距离, 并定出 P 点。

用极坐标法时, 点的标定精度是根据下述理由确定的。

設标定 β 角的誤差为 $\Delta\beta$, 标定距离 l 的誤差为 Δl (图 4)。誤差 $\Delta\beta$ 和 Δl 对标定 P 点的誤差的总的影响可用下式表示:

$$m = \pm \sqrt{(\Delta l)^2 + \left(\frac{l\Delta\beta}{\rho}\right)^2}.$$

用这个公式, 可以算出为保証所給的点的标定精度时标定 β 角和距离 l 的容許誤差。

例如, 已知距离 $l = 50$ 米, m (所給的精度) 为 10 毫米。

假設标定 β 角的精度 $\Delta\beta$ 大致等于測量距离 l 的精度 Δl , 得

$$\frac{l\Delta\beta}{\rho} = \Delta l,$$

那么

$$m = \pm \sqrt{(\Delta l)^2 + \left(\frac{l\Delta\beta}{\rho}\right)^2} = \Delta l \sqrt{2} = \pm 10 \text{ 毫米},$$

由此得出

$$\Delta l = \frac{10}{\sqrt{2}} = \pm 7 \text{ 毫米}.$$

这样, 标定距离 l 的相对誤差应该是

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{7}{50000} \approx \frac{1}{7000}.$$

标定角度的誤差相应地为

$$\Delta\beta = \frac{1}{7000} 206000 \approx \pm 30''.$$

角交会法。用角交会法时, 已經設置在实地上的基点不得少于两点。

A 和 B 为已經設置在实地上的两点, 其坐标 x_A , y_A , x_B ,

y_B 和方向角 (AB) 均为已知; 要求根据这两点在实地上标定 P 点, 已知 P 点的坐标为 x_P 与 y_P (图 5, a)。

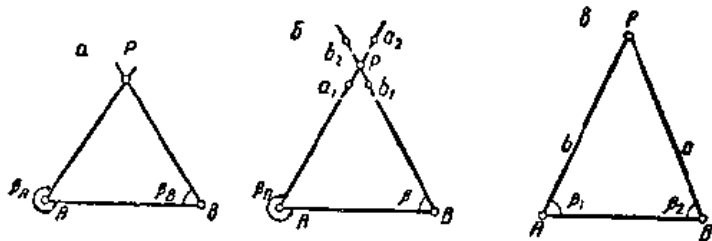


图 5 各种角交会法

为此解反算问题, 求出方向角 (AP) 和 (BP), 然后再算出角度 β_A 和 β_B 。

标定计算所得的角度 β_A 和 β_B , 方向线 AP 和 BP 的交点即为所要求的 P 点。

标定角度 β_A 和 β_B 时, 每根方向线都是用两个点来固定的, 使所要求的 P 点位于为这些点所固定的两根方向线的交点上, 如图 5, b 所示。

当标定距离有困难时, 用角交会法是按所给坐标标定点的最简便方法。

用角交会法标定点时的误差可用以下公式计算:

$$m = \frac{m_{\beta} \sqrt{a^2 + b^2}}{\rho \sin(\beta_1 + \beta_2)},$$

式中 m_{β} —— 标定角度的误差;

a 和 b —— 从 A 和 B 点到 P 点的距离 (图 5, c);

β_1 和 β_2 —— AB 边与 PA 、 PB 两条方向线之间的夹角。

当 $a = 50$ 米, $b = 60$ 米, $\beta_1 = 50^\circ$, $\beta_2 = 65^\circ$ 和 $m_{\beta} = \pm 20''$ 时, 得

$$m = \frac{20'' \sqrt{50^2 + 60^2}}{206000 \sin(50^\circ + 65^\circ)} = \pm 8 \text{ 毫米}。$$

如果要求按所给的精度标定 P 点, 那末, 此时容许误差 m_{β} 可按下式求得:

$$m_B = \frac{m \sin(\beta_1 + \beta_2)}{\sqrt{a^2 + b^2}} \rho_0$$

这样，当 $a=45$ 米， $b=70$ 米， $\beta_1=45^\circ$ ， $\beta_2=60^\circ$ 时，如果要求保证 P 点的标定精度 $m=\pm 10$ 毫米，则

$$m_B = \frac{0.01 \sin(45^\circ + 60^\circ)}{\sqrt{45^2 + 70^2}} \rho = \pm 23''$$

直线交会法。 A 和 B 为固定在实地上的两点， P 为所要标定的点，按所给的这三点的坐标解反算问题，求出距离 AP 和 BP ，用求得的距离为半径作圆弧，标定出这两段距离（图6， a ）。两个圆弧的交点即为所要求的 P 点。

当距离 AP 和 BP 不超过卷尺的长度和地形平坦时，可用此法来标定点。如同时使用两根卷尺，则标定更为简单。

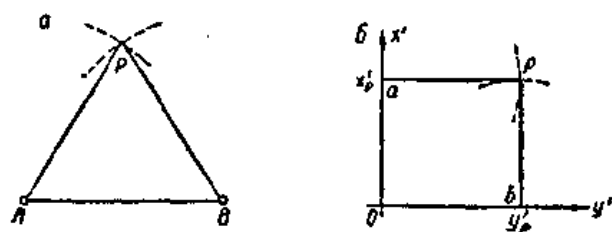


图 6 直线交会法

当实地有固定好了的直角坐标系两根坐标轴时，可用直线交会法标定点。在矿井地面上标定点时，系将两根井筒中心线作为坐标轴。

为了从固定好的坐标轴标定 P 点，必须知道该点的假定坐标 x'_P 和 y'_P （图 6， b ）。沿两根坐标轴相应地量取所给的假定坐标值，得出 a 和 b 两个辅助点；然后用直线交会法求得所要标定的点的位置。

如果只用一个固定的坐标轴，例如，用横坐标轴来标定点，那末，在这根坐标轴上量取所给的横坐标 y_P ，得出 b 点；然后在横坐标轴的垂直线上量取所给的纵坐标 x_P ，这样就求得了 P 点。

第4节 給定标高点的标定

在工业广场平整场地、挖掘基础的地槽和进行其他标定工作时，都必须有已知标高的水准点。水准点通常都是用几何水准测量设置的。

已知水准点 A 的标高为 H_A (图 7, a)。要求在 P 点按设计所給标高设置水准点。

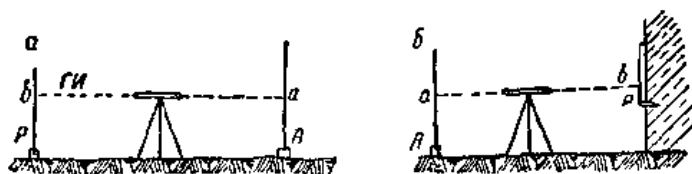


图 7 标定水准点的方法

設立水准仪和在 A 点設立水准尺，讀取讀数 a 。然后計算仪器水平的标高 $HI = H_A + a$ 。如果所要标定的水准点的标高为 H_P ，那末，設立于 P 点的水准尺上所要求的讀数将为 $HI - H_P = b$ 。

按标高設置 P 点，使其在水准尺上的实际讀数等于計算所得的讀数。設置完毕后，用普通的水准測量方法检查 P 点的标高。

按所給标高在建筑物墙上或基础面上标定水准点是按下列方法进行的。設立水准仪，并在基点 A 上設立水准尺 (图 7, b)，計算仪器水平的标高： $HI = H_A + a$ 。然后从公式 $b = HI - H_P$ 算出讀数 b ，将水准尺靠近建筑物的墙，使水准尺的中間一条橫絲与計算所得的讀数相吻合。当水准尺在此位置时，它的刻度零点就定出了所要标定的水准点的位置。

再用普通的水准測量法检查 P 点的标高。

也可以用三角水准測量标定所給标高的水准点。在这种情况下，首先需要算出基点和所要标定的水准点間的高差。

从图 8 可得 (见图 8)，

$$h = H_P - H_A,$$

式中 h ——高差；

H_P ——水准点 P 的标高；

H_A ——水准点 A 的标高。

已知做三角水准测量时，高差是用下式表示的

$$h = L \sin \delta + i - v.$$

如果保证 $i = v$ ，那末

$$h = L \sin \delta.$$

测得倾斜角 δ ，按下式计算倾斜长度 L

$$L = \frac{h}{\sin \delta}.$$

然后在所给的方向线上标设距离 L ，得出 P 点，在该点设置水准点。设置完毕后，再用三角水准测量检查 P 点的标高。

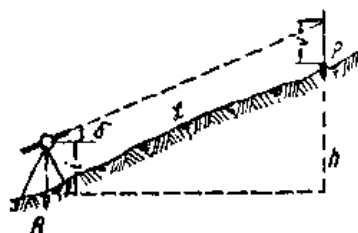


图 8 用三角水准测量按所给标高标定水准点

第 5 节 水平直线和倾斜直线的标定

标定井筒中心线、铁路支线定线、架设高压输电线和敷设管道时，都必须标定直线。标定直线是在地面上设置一系列的位于直线上的点。

标定直线必须知道位于该直线上的一个点的坐标和这条直线的方向角。设 P 点位于所要标定的直线上，其坐标为 x_P 和 y_P 。直线的方向角为 α （图 9）。 A 和 B 点是控制网的两个点。 A 点的坐标 x_A ， y_A 和方向角 (AB) 均为已知。

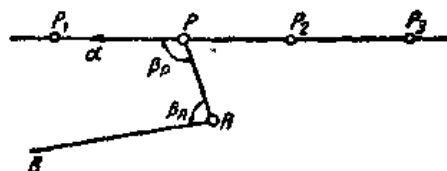


图 9 标定直线的方法

解反算问题，求出方向角 (AP) 和距离 AP 。然后计算角度 β_A 和 β_P 。标定 β_A 角和距离 $\overline{AP}$ ，求得 P 点的位置并设置 P 点。

接着在 P 点設立經緯儀，标定 β_P 角和 $\beta_P + 180^\circ$ 角，用 P_1 和 P_2 点固定直綫的方向。繼續往前标定这条直綫，乃用經緯儀定綫，設置 P_3 、 P_4 、……，各点。

如果給出了直綫的两个端点 P_1 和 P_2 ，这两点的坐标均为已知，那末，可按下列步驟标定这条直綫：

1. 計算标定 P_1 和 P_2 两点用的角度和直綫要素；
2. 标定 P_1 和 P_2 两点，并設置这两个点；
3. 标定直綫（定綫），用点将这条直綫固定下来。

固定某条直綫位置的点的設置方法，因用途不同而異。例如，井筒中心綫是用永久基点固定的，綫路的中心綫是用临时点固定的。

在敷設铁路支綫与平整場地等时，常常按所給的坡度标定設計直綫。根据要求精度的不同，可以設立用肉眼观测的測杆或用經緯儀（水准儀）按所給的坡度标定設計直綫。

标定傾斜直綫时，可能有两种情况。

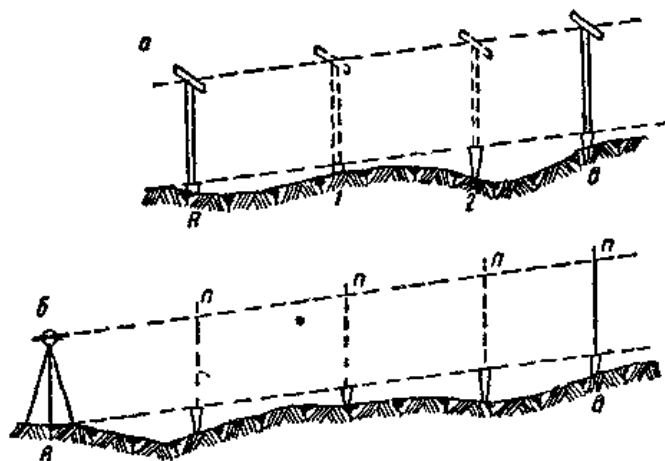


图 10 按所給的坡度标定用两点固定的直綫

1. 設計用 A 和 B 两点給出了直綫的位置。按設計資料标定 A 和 B 点。为了在設計直綫上設置中間点，乃制作三根等高的測杆（图10， a ）。在 A 和 B 点設置两根基准測杆，第三根測杆則順

次設立在位于 AB 直綫的方向照准綫上的各个中間点上。如果三根測杆的上部都在一条視准綫的方向上，那末，中間点就位于所給的設計直綫上。

可以用經緯仪（或水准仪）标定中間点，这样就更为精确。为此，在 A 点設立經緯仪，在 B 点設立水准尺（图 10, 6）。將經緯仪的望远鏡照准到等于仪器高的讀数的地方，依次在每个中間点設立水准尺。当水准尺上的讀数等于視准綫照准 B 点的讀数时，中間点就位于所給的标高上。

2. 已知傾斜直綫的坡度 i 和方向 AB ，要求标定該直綫。在 A 点設立基准測杆，并定出測杆上边的标高。在 C 点設立第二根基准測杆，它的标高應該使两根測杆上边的連綫坡度等于設計坡度。如果第二点設置在离开 A 点的距离 $d = 10 \sim 15$ 米的地方，那末，第二根測杆上边的标高應該高于（向上傾斜时）或低于（向下傾斜时）第一根測杆上边的标高，其高差为：

$$\Delta h = d \cdot i,$$

式中 d —— A 和 C 点（即两根基准測杆）間的水平距离；

i —— 設計直綫的坡度。

接着算出基准測杆高于設計直綫的高差，制作第三根（移动的）測杆，这根測杆的高度等于这个高差。标定設計直綫时，依次將移动測杆設立在要在实地上設置的每个点上，使測杆的上部位于两根基准測杆間視准綫的方向照准綫上（图 11）。挖地槽和綫路纵向平整等时采用上述方法按所給的坡度标定直綫。

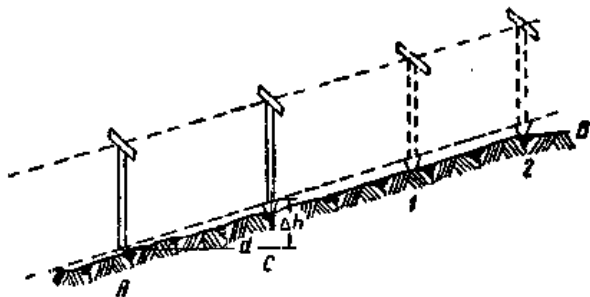


图 11 按所給的坡度和方向标定直綫