測绘資料汇编

第1集

第6册

地形測量

測繪出版社

測絵資料汇編

第1集 第6册

地形測量

測繪出版社

1957·北京

測繪資料汇編

第1集 第6册

地形測量

出版者 測繪出版社
北京宣武門外永光寺西街3号
北京市書刊出版業營業許可証出字第081号
發行者 新華書店
印刷者 地質印刷厂
北京廣安門內教子胡同甲32号

編輯：何炎文 技術編輯：張華元 校对：白权鈞

印數(京)1—2700册　　1957年8月北京第1版

开本31"×43" 1/25　　1957年8月第1次印刷

字數65,000字　　印張2 22/25 插頁1

定价(10)0.44元

目 錄

"便利高"测量地形方法

許 有 根

1. 便 利 高 的 定 义

假想测站樁頂升高使与經緯仪視綫相距1公尺，此假想的樁頂高就叫做"便利高"。如圖，便利高＝樁頂高＋（仪器高—1公尺）。

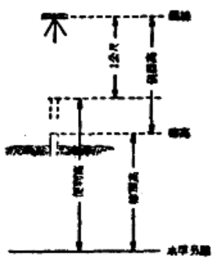
2. 便利高的用法

在測量地形之时，即設仪器高＝1公尺樁頂高＝便利高，進行工作。这样变更之后在測量和計算时都很方便，既能提高精密度，又省腦力減少錯誤。

3. 便利高之优点

甲、司鏡方面

（1）讀垂直角时中綫即可对准1公尺，讀数不必記憶仪器高，或在地形尺上做記号准确而迅速。



讀垂直角时应对准地形尺上仪器高之处，仪器高普通均非整数不易記憶，即使在地形尺上做好記号亦不易对准，如把这个小数合併在樁頂高上成为便利高而仪器高成为一公尺，就不致忘記或弄錯了，对准时亦便利，在黑白交界之处也不会產生差誤。

（2）讀垂直角和讀視距时只要对准刻度一次讀垂直角时，中綫最高对准仪器高，但讀視距时，中綫最好对准整数就是說原來讀垂直角和讀視距时須要分別对准刻度二次，現在仪器高就等于整数（1公尺），則只須对准

一次即可求出視距，省却一步手續，效力增加了。

乙、計算方面

可分水平前視和傾斜前視二方面說：

（１）水平前視时計算簡便，水平前視时公式为高差＝前視－仪器高。如仪器高成为整数，則高差可一目了然計算簡便。

（２）傾斜前視計算亦便利甚多

在地形复雜之区地形尺每被遮住，尤其下半節，这样讀垂直角时即不能对准仪器高，而須对准別的部分作为前視求其高差，公式为：高差＝由垂直角求得之高差±（前視讀数－仪器高）。式中前視讀数普通皆为整数，如仪器高度变为１公尺，則括号内之計算即形簡單，其結果亦成为整数，計算高差一目便知，使計算时間縮短了。

4．記錄格式的改变

使用"便利高"測量地形时記錄的格式应略予改变，即仪器高成为一常数（１公尺）而另外多了一个"便利高"成为：

測　站	距　离	平　面　角		垂直角	測站高	便利高	高度差	高　度	备　註
		游标 A	游标 B						

（轉載科学通报1951.2卷8期）

关于“便利高測量地形方法”的硏討

田　名　譽

便利高測量地形的方法是1950年我們全華东土木、水利和測量三系参加治淮工作的大專同学，在实踐中所体会到的理論知識之一，它是浙江大学土木系四年級同学許有根同志在河南測量工作中發現的。“便利高測量地形方法”一文曾刊治淮通訊第九期和科学通报第二卷第八期。这种新式的地形測量方法已引起全國有关各方面的重視和硏究。关于其原理和应用方面的利弊問題，筆者在治淮实習期間，曾和治淮委員会烏江涵臨工处的主任工程师張中权同志進行过一般的討論。回滬以后，几次向本校交通大学陈本端，王之卓兩教授請教，大家都認为这种新式的測量方法在一定的情况下，有其理論上独到之处，不过有些地方尙是値得我們补充和商榷的。

一、便利高的原理

1. 計算公式

假想將測站樁頂的高度升至水平視綫高下a公尺，a普通为1,2,3,……或其他地形尺可讀的整数（原作者令$a=1$），此假想的高程即为“便利高”，在特殊的地形限制上a可以为負数，其时便利高当升至水平視綫高以上，a可名为便利常数，亦即理想的仪器高，如圖1所示：

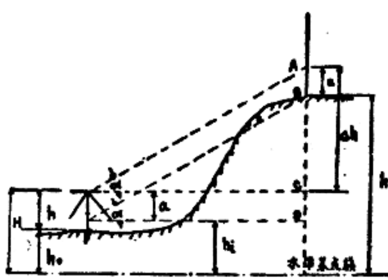


圖　1

便利高 $h = h_0 + h - a =$

$H-a$＝水平視綫高$-a$公尺。

在实測地形工作中，远鏡对准地形尺上之a公尺前視讀数，記取垂直α角和視距

$\because AB=CD=a$ 公尺

$\therefore \Delta h=AC=AB+BC=CD+BC=BD$

$h_B=h_i+BD=h_i+\Delta h$ ……………………………………………（1）

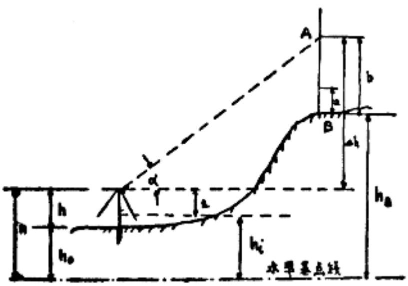


圖　2

測点地面高＝便利高＋高差

如果a公尺之前視讀数不幸为木叶叢所俺，不得已讀取前視b（圖2）。

則　$h_B=h_i+\Delta h+a-b=h_i+\Delta h-(b-a)$ ………………………………（2）

即是

測点地面高＝便利高＋高差－（前視$-a$）

如在平地測量則$\Delta h=0$

代入公式（2）

$h_B=h_i-(b-a)$ ……………………………………………（3）

即是

測点地面高＝便利高－（前視$-a$）

2. 便利高的优点

（1）观測方面的便利

普通方法讀垂直角时須对准地形尺上的仪器高讀数，距离往往在数百公尺以外，仪器高每有兩位小数，目光估計，不易准确。即使在地形尺上縛扣紅綫作为記号，則每轉換測站一次，仪器高随即更换，通知数百公尺以外执尺之測工更动縛綫，即因此而延誤时間。而且縛綫有时也会受重力、風力及摩擦等因素而移动，發生錯誤。現在只須对准a公尺，a旣为整数，刻画清楚，黑白分明；且固定不变，不須目

力估計和顧慮其因縛綫滑动而引起之差誤。

（2）計算方面的便利

按普通讀取地形尺上仪器高之計算公式为

$$h_B=h_0+h+\Delta h-b=h_0+\Delta h-(b-h)$$

水平視綫高时則

$$h_B=h_0-(b-h)$$

h往往为兩位小数，則$(b-h)$計算比公式（2）（3）中$(b-a)$費时易錯，因为h往往在1.4公尺左右，a为整数，$(b-a)$可以一目了然。

便利高的原理为將仪器高复雜数字中的小数部分併入假想的樁頂高——便利高，使得实際观測的工作中保持仪器高为整数a公尺不变，因a为整数刻度鮮明，計算便利。

二、关于便利高的几点意見

（1）原文在其观察方面的优点第二項为"讀垂直角和視距时，中綫最好对准整数，就是說原來讀垂直角和視距时須分別校准刻度盤二次。現仪器高就等于整数1公尺，則只須对准一次即可求出視距，手續減省了一步，效力增加了"。可是十字綫对准1公尺时，同时讀取垂直角和視距，虽然可以省掉一道校准刻度之手續。然而在視距讀取上却比較困难，其上下十字横絲所切之号往常为公分以下之小数，須目光估計兩次，互相求和。假如第一次对准1公尺（或a公尺）記取垂直角，然后移动微动螺絲，使十字綫之下横絲或上横絲切在一个公分的整数上；則公分以下的小数只須估計一次，因垂直角之微微更动，对視距之影响不大，刻度盤也只校准一次，这样讀数視距可能較快。

（2）在平地測量便利常数$a=o$，亦即理想的仪器高为零时最为方便，因$h_i=H-a=H-o=H$，則便利高即为水平視綫高，同时$(b-a)=(b-o)=b$只有一个前視讀数b无須加減，非常方便。

又 $h_B=h_i-(b-a)=(H-a)-(b-a)=H-b$

此即普通所用水平視綫高之計算公式。所以說便利高$a=1$在平地

测量尚不及水平视綫高法便利。在水平視綫高斜視綫时，其公式〔以 $a=o$ 代入公式（2）〕为 $h_B=h_i+\Delta h-(b-a)=(H-a)+\Delta h-(b-a)=H-o)+\Delta h-(b-o)=H+\Delta h-b$

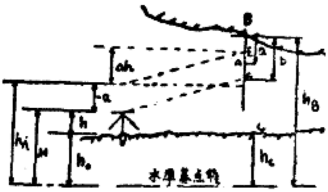


圖 3

此即普通所用視綫切地尺上一整数（b）法。

（3）$a=h$ 則即为普通所采用之視綫切地形尺上仪器高法，此时之便利高即实际之椿頂高。

（4）在山洞或懸壁下测量，测其懸頂之高程，可以令 $a=$ 負数如圖 3 所示。

其計算公式如下：

$h_j=H-(-a)=H+a$

$\because\ AB=CE=a$

$\therefore\ BE=AB-AE=CE-AE=AC=b-a$

$\therefore\ h_B=h_j+\Delta h+BE=h_j+\Delta h+(b-a)$

如果 $a=b$ 則 $h_B=h_i+\Delta h$

視綫为水平时則 $\Delta h=o$ $\therefore hB=hi+(b-a)$

此时测量以 $a=o$ 最为方便，其理由同本節（2）所述。

实际工作中此种例子甚少，为研究起見，方始提出，以备参考。在此情况下，如欲测求地面上一点 c，前視当以一代入，因为此时之地形尺已迴轉了180°之故，其計算公式为

$h_c=h_i+\Delta h-(b+a)$

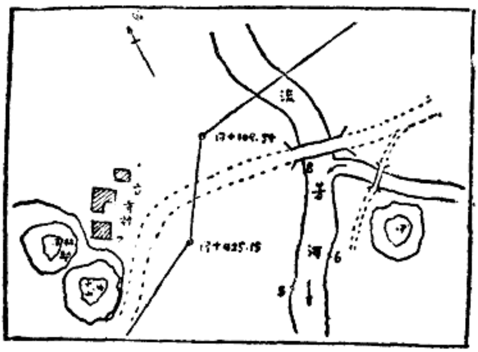
（5）$a=1.4$ 公尺，則此时之便利高即 Jordan-Egyert所著Handbuck der Vermessingskide Vol. II F. 340所謂之計算高(Recherhöle)，因为仪器高常在1.4公尺左右，普通 1.4 公尺之前視讀数不常为樹叶遮沒，偶或遇此情形則以視綫切地形尺上一个整数 b 法代替，如下表之点 7 河东小丘，在平地测量亦复讀地形尺1.4，記其垂直角。因在平地垂直角小者，一般可以略去不計。此法在理論上似乎尚不及 $a=1$ 之方便，其記錄格式如下。

左頁

點　次	左　角	距　離	垂直角	高　差	高　程	備　註
儀器在樁點 17+425.15 儀器高＝1.41			高程＝24.43 計算高＝24.48+1.41−1.4＝24.49		a＝1.4	
17+109.54	0°—00′	316	+ 3′—00″	0.28	24.77	B S
1	45°—20′	280	+ [illegible]′—30″	0.37	24.86	古寺村東北角
2	96°—17′	243	+ 4′—10″	0.31	24.80	古寺村南角
3	99°—43′	415	+ 51′—20″	6.30	30.79	土邱頂
4	123°—46′	328	+ 41′—00″	3.95	28.4[illegible]	小　山
5	234°—40′	351	− 31′—30″	−3.21	21.28	流芳河西岸
6	270°—00′	418	0′—00″	0.00	24.49	流芳河東岸
7	283°—20′	635	+69′—40″ 切 3.40	10.70	35.19	河東小島

附註：上表a [illegible]即为便利高之測記格式

右頁



在一般精度不高之山区地形測量工作中，普通点次之高程相差二三公分往往不为重視，所以筆者認为与其量取仪器高1.41，不如即認为仪器高为 1.4 不必量取，直接以測站高程代替計算高，前視讀数常为1.4，可以便利很多。自然在这方面掌握經緯仪的同志，对放置仪器高在1.4公尺左右，当具有相当經驗。

三、結　論

一般应用經緯仪測記地形的原理和方法可以概括如下表：

便利常数 a	測量方法	备註
0	水平視綫高	包括視綫切地形尺上整数法
1	便利高	許有根同志建議
1.4	計算高	德國人常用
h	仪器高	英美書籍多采此法

在平原上測量以水平視綫高$a=0$較为便利，測量進行如在山区，河道，丘陵地帶，便利高$a=1$，計算高$a=1.4$仪器高$a=h$一般講都是采用。在理論上是便利高較好，不过这須視作業人平素的習用和喜好而定。根据經驗一个熟習仪器高的測量隊一时改用别法工作，效率不一定会提高，尚有随时發生差誤之可能性。在緊急草率的山区測量工作中，欲爭取时間，如軍事地圖的碎部測量，可不必量取仪器高，作業人僅須經过一个短时間的訓練，用他熟用的仪器求得平素安置仪器高的平均数，作为便利常数，如$a=1.4$，以实际測站的高程代替便利高，因为一般地形圖所作之等高綫与实际之地面情况相差可能大于此几公分。总之各种方法須因地制宜，因人为用。不論那一种方法，除非精度特殊，需要讀兩次垂直刻度盤以外，讀垂直角和視距时，視綫总宜在地形尺对准兩次，讀刻度盤一次为便捷；如果習慣于視綫对准一次，讀視距兩端成零数相加者采取其自己平素熟習之法，亦无不可。

編者按：关于記述"便利高測量地形方法"之文，除田君此篇外同时尚有杭州鮑尔明君亦投与本刊一稿，內容与此篇类似，惟对于便利高原作者許有根君所建議的"假想標高与經緯仪視綫相距（即田文中的'a'項）定为1公尺"，即"便利高=標尺高+（仪器高—1公尺）"，認为尚不甚便，主張改为2公尺，即"便利高=標尺高—（2公尺—仪器高）"；其他无甚特点，不如田君此文之闡釋詳明，推論透澈，尤其是田文对于'a'之假定，須視实地情形，可以令为1，为2，或为3甚至于0，有因地制宜灵活运用之妙。故以田文發表。因篇幅所限鮑君之文难再刊登，附此謹致歉意。

（轉載工程建設1951年总20期）

平板仪三点問題李門法則的証明

曹 善 華

李 門 三 点 法

平板仪后方交会定測站点圖点位置，常用三点法。若平板安置确当，方位准确，則从三已知点所引之后交綫必交于一点，該点即測站点在平板上之圖点位置；否則三綫互相交成一三角形，曰示誤三角形；示誤三角形之大小視平板定位誤差之大小而定。

欲从示誤三角形進而求測站点在平板上之点位，方法甚多。若示誤三角形較小，則以李門（Lehmann）之試求法最为便捷准确，李門試求法包括下列諸法則：

（一）測站点之圖点点位至三后交綫之距离，与平板仪至地面上三已知点之距离成正比。

（二）測站点恒在三后交綫之同側，故若其地面点位在已知点 A, B, C 三角形之內；則其圖点点位亦必在示誤三角形之內。

（三）若測站点虽位在已知点 A, B, C 三角形外，但仍在經过三已知点所作圓周內，則該点之圖点位置，与从二旁已知点所引后交綫之交点，位在从中間点所引后交綫之二側。

（四）若測站点位在經过三已知点所作之圓周外，則該点之圖点点位，与从二近点所引后交綫之交点，位在从另一已知点所引后交綫之同側。

上述法則中（一）（二）兩項为普遍之規律，但若参照（三）（四）兩法則，則使估定圖点点位更形明确，一般測量書籍，对于（一）（二）兩法則多有証明，可不贅述。然（三）（四）二項之証明尚付缺如，玆利用平面几何原理，証明如下。

李門法則的証明

（1）測站点之圖点点位在通过三已知点所作圓之任何二月形内，圖1。設 A.B.C 三点为地面上三已知点在平板上之点位，P 为测站点，过 A,B,C 作一圓得 ⊙ $ACBM$ 而 P 点位在月形 AMB 内。PA,PB,PC 为平板定位准确时三后交綫，相交于 P。今設因平板方位安置欠准，致使三后交綫各沿同方向轉移一角度 δ 成 aA,bB,cC；而 aA,bB,cC 交成一示誤三角形 abc、若 C 为中間点，A、B 为二旁之已知点，李門第（三）法則所需証明者，即后交綫 caC 須介乎 P 点与另二后交綫 aA，bB 之交点 b 之間。

圖 1

联直綫 Cb，命 Cb 与 CP 綫在 C 点之交角为 ϕ，若 $\angle\phi>\angle\delta$、李門第（三）法則即得証明。因为若 $\angle\phi>\angle\delta$，則 aA、bB 二后交綫之交点 b 对于 PC 所轉之角度（ϕ）恒大于后交綫 caC 对于 PC 所轉之角度（δ），即 b 点落在 caC 之他側。

証明：　圖1中，

$$\begin{aligned}\angle AbB&=180^\circ-\angle bAB-\angle bBA\\&=180^\circ-(\angle PAB-\angle\delta)-(\angle PBA+\angle\delta)\\&=180^\circ-\angle PAB-\angle PBA\\&=\angle APB\end{aligned}$$

故过 B，b，A 三点所作之圓必通过 P 点，一般多称此圓为位置圓。

因 P 点在月形 AMB 内，故

$$\angle ACB+\angle APB>180^\circ$$

$$(\because\ \angle ACB \overset{m}{=} \frac{1}{2}\widehat{AMB},$$

$$\angle APB \overset{m}{=} \frac{1}{2}(\widehat{BCA}+\widehat{lm})$$

$$\therefore \angle ACB + \angle APB \underset{=}{m} \frac{1}{2}(\overset{\frown}{AMB} + \overset{\frown}{BCA} + \overset{\frown}{lm})$$

$$= \frac{1}{2}(360^\circ + \overset{\frown}{lm})$$

而已知 C 点必落在位置圓内。

如圖所示，位置圓交 cC 于 S 点，交 bC 之延長綫于 r 点，交 PC 之延長綫于 t 点則：

$$\angle bCP = \angle \phi \underset{=}{m} \frac{1}{2}(\overset{\frown}{bP} + \overset{\frown}{rt})$$

$$\angle SCP = \angle \delta = \angle bAP \underset{=}{m} \frac{1}{2}\overset{\frown}{bP}$$

$$\therefore \angle \phi > \angle \delta \qquad \text{Q.E.D.}$$

（2）測站点点位在經过三已知点所作之圓周外。

圖 2

圖 2 設 A, B, C 为三已知点，P 为測站点位于經过 A, B, C 所作定圓外；aA, bB, cC 为三后交綫各与 PA, PB, PC 相交成 $\angle\delta$。設 C 点为远点，李門第(四)法則所需証明者即 P 点与 aA，bB 之交点 b 位在后交綫 acC 之同側。

联直綫 bC，命其与 CP 之交角为 $\angle\phi$，若 $\angle\phi$ 小于 $\angle\delta$，則 aA, bB 二后交綫之交点 b，对 PC 所轉之角恒小于后交綫 acC 对 PC 所轉之角，即 b 点与 P 点落在 acC 之同側。

証明：因 P 点位在$\bigcirc ABC$外，故

$\angle ACB + \angle APB < 180^\circ$

$$(\because \angle ACB \underset{=}{m} \frac{1}{2}\overset{\frown}{AlmB}$$

$$\angle APB \underset{=}{m} \frac{1}{2}(\overset{\frown}{BCA} - \overset{\frown}{lm})$$

$$\therefore \angle ACB + \angle APB \underset{=}{m} \frac{1}{2}(\overset{\frown}{AlmB} + \overset{\frown}{BCA} - \overset{\frown}{lm})$$

$$m\frac{1}{2}(360° - \overset{\frown}{lm})$$

而 $\angle AbB = 180° - \angle bBA - \angle bAB$

$= 180° - (\angle PBA + \delta) - (\angle PAB - \delta)$

$= 180° - \angle PBA - \angle PAB$

$= \angle APB$

故过 A、B、P、b 可作一圓（位置圓）而 C 点落在位置圓外。如圖所示，設 S、r、t 为 PC、bC、aC 与位置圓之交点，

則 $\angle bCP = \angle \phi \; m\frac{1}{2}(\overset{\frown}{Pb} - \overset{\frown}{Sr})$

$\angle aCP = \angle \delta = \angle bAP \; m\frac{1}{2}\overset{\frown}{Pb}$

$\therefore \quad \angle \phi < \angle \delta$ Q.E.D.

李門法則的討論

上述証明，足以說明李門第（三）（四）兩法則之眞实性。但何以估定測站点之圖点点位必須由中間点（远点）所引之后交綫为准則，而其他二后交綫对于該点之相对位置究竟如何。換言之，即上節圖中 P 点对于后交綫 cC，bB 之交点 c 与另一后交綫 aA 之关系究竟如何，亦为一饒有兴趣之問題。

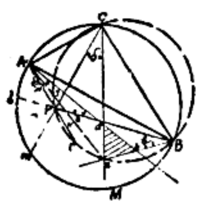


圖 3

欲研討該項关系，可利用另一位置圓發現之。

設 A、B、C 为三已知点，$\bigcirc ABC$ 为經过該三定点之定圓，則：

（甲）圖3，置仪点 P 位在月形 AMB 内

因 $\angle BPC = 180° - \angle PBC - \angle PCB$

$= 180° - (\angle cBC - \delta) - (\angle cCB + \delta)$

$= 180° - \angle cBC - \angle cCB$

$= \angle BcC$