

測量实验及作业

重慶建築工程學院測量學教研組編

測繪出版社

測量實驗及作業

重慶建筑工程學院測量學教研組編

測繪出版社

1958·北京

測量實驗及作業

編 者 重慶建築工程學院

測 量 學 教 研 組

出版者 測 繪 出 版 社

北京復興門外三里河

北京市書刊出版業營業許可證出字第081号

發行者 新 華 書 店

印刷者 地 質 印 刷 廠

印數(京)1—3,100册

1958年3月北京第1版

開本31"×43¹¹/₂₈

1958年3月第1次印刷

字數160,000

印張7⁷/₂₈ 插頁1

定價(10)1.10元

前 言

1. 本書包括的35个实验和6个作业，是参照土建、水利等專業測量学教学大綱和測量学教学實習大綱編寫的。亦可作其他專業的測量教学参考書。

2. 每个实验分为目的、要求、仪器、程序、示例等項，并附有空白的实验报告格式。每个作业也分为目的、要求、工具、方法等項，并給出題目，以便采用或参考。

重慶建筑工程学院測量学教研組 1957年5月

目 錄

甲、實驗：	6
實 驗 一 距離丈量	6
實 驗 二 羅盤儀皮尺導綫測量	9
實 驗 三 經緯儀的使用	12
實 驗 四 經緯儀的檢驗與校正（平盤部分）	13
實 驗 五 經緯儀測水平角（測回法）	17
實 驗 六 復測法測水平角	20
實 驗 七 經緯儀鋼尺導綫測量	22
實 驗 八 經緯儀細部測量	25
實 驗 九 求積儀量面積	29
實 驗 十 定鏡水准儀之檢驗校正	31
實 驗 十一 活鏡水准儀之檢驗校正	35
實 驗 十二 水准測量	39
實 驗 十三 四等水准測量（双面尺法）	43
實 驗 十四 路綫中綫測量（釘定里程樁）	45
實 驗 十五 縱橫断面水准測量	48
實 驗 十六 面水准測量	50
實 驗 十七 經緯儀的檢驗與校正（豎盤部分）	52
實 驗 十八 視距常數的測定	54
實 驗 十九 視距導綫測量	58
實 驗 二十 視距地形測量	59
實 驗 二十一 平板儀的檢驗與校正	62
實 驗 二十二 平板儀測量	65
實 驗 二十三 平板儀圖解三角網	68
實 驗 二十四 空盒气压計高程測量（單气压計法）	72
實 驗 二十五 偏角法測設圓曲綫	74

實驗二十六	直角座标法測設圓曲綫	77
實驗二十七	弦綫延長法測設圓曲綫	79
實驗二十八	測設拋物綫作路綫平曲綫	81
實驗二十九	測定煙囪的傾斜	82
實驗三十	椿釘已知坡度綫	85
試驗三十一	建筑方格網的測設	86
實驗三十二	建築物定位与龍門板放綫	90
實驗三十三	建築物高度的測定	92
實驗三十四	太陽同高法觀測真方位角	95
實驗三十五	觀測北極星东西大距定真方位角	97
乙、作業		101
作業一	圖例与比例尺的繪制及依等高綫制地形模型	101
作業二	在模型上進行導綫測量并繪出導綫草圖	104
作業三	導綫座标計算及導綫平面圖的繪制	106
作業四	縱橫断面水准測量手簿之整理及縱橫断面圖的繪制	111
作業五	地形圖的应用	113
作業六	豎曲綫的計算	115
附 錄		119
甲	測量實驗須知	120
乙	測量實驗報告格式	125 — 180
主要参考文献		181

甲. 实 驗

实验一 距离丈量

目的: 1. 練習丈量直綫的基本动作。 掌握要領， 培养成細心謹慎， 防止錯誤及爱护仪器的良好習慣。

2. 練習步測。

要求: 鋼卷尺量距离的誤差不得超过 $\frac{1}{3000}$ ， 步測距离誤差不得超过 $\frac{1}{100}$ 。

仪器: 鋼卷尺 1， 測針 1 圈（每圈 6 根）， 标杆 2， 大垂球 2， 測斜板 1， 木樁 3， 斧 1， 布袋 1， 記載板 3， 量距傾斜改正表 1。

程序:

甲. 鋼卷尺平地量距

1. 在地上釘 AB 兩木樁，相距約 150 公尺，樁頂露出地面約 1 公尺。在樁頂釘小洋釘，或划十字綫，作为点位的標誌。在 B 樁之后立起标杆，如圖所示 $\overset{A}{\boxed{\cdot}} \cdots \cdots \overset{B}{\boxed{\cdot}}$ 。

2. 后司尺持測針一根，測針圈一个，并手執鋼尺零端立于起点 A，前司尺持測針五根及尺之末端（20 公尺处）前進，并沿丈量方向將尺拉直。

3. 后司尺將測針插在起点，并將鋼尺零端大致对正測針，指揮前司尺左右移动，当前司尺位于丈量方向內时，后司尺喊“放”，前司尺即將鋼尺放置地上。

4. 后司尺再度指揮当鋼尺末端恰在丈量方向綫內时，即喊“好”，此时前后司尺者用相同的拉力將鋼尺适当拉緊，后尺零端准对測針刃

口时后司尺喊“好”，前司尺取測針將刃口准对鋼尺末端插入地面。

5. 量完第一整尺后，后司尺拔起A点測針，在A点后立起标杆，兩人拉尺前進。当后司尺走近第一根測針时，高声喊“停”令前司尺停止前進。此时，同上述方法測第二整尺。

6. 同法繼續前進，后司尺随时收起前司尺所插之測針，当前司尺插完五根測針后，后司尺随將收得之五根測針遞交前司尺，每次遞交应記入手簿。

7. 当量至B点后，即依下式計算直綫全長(設每尺長为20公尺)：

$$L = 100m + 20n + q$$

式中 L—直綫長度

m—遞交測針次數

n—最后一次遞交后，又量过的整尺數。

q—不到一整尺之數。

8. 同法，从B点起返量至A点，并用上式計算之，兩次測量長度之差数应不超过全長 $\frac{1}{3000}$ (計算方法見示例)。

乙. 斜坡量距

1. 在斜坡上选定P、Q兩点釘木椿，相距約20公尺。

2. 以鋼尺量其斜距，并以測斜器量其傾角(作法，教师示范)，然后計算其平距。

3. 以鋼尺直接量其平距。并与斜量計算之平距比較之。

丙. 步測距离

1. 在甲項鋼尺量直綫时即釘下C点，使AC=100公尺，每人用尋常步法往返四次，用平均步数除100公尺，求出每步之長。

2. 选一未知距离DE，每人往返步測兩次，按平均步数計算DE長度，然后以鋼尺丈量驗对之，其誤差应不超过 $\frac{1}{100}$ 。

3. 每步之長，从脚尖到脚尖、或从脚跟到脚跟均可，但必須記清。

注意：

1. 报尺数时应当只报数字及小数点，例如不可报十三公尺五公分

四公分六公厘，而应报为一三点五四六，寫为13.546。

2. 收卷尺时应左臂夾緊，左手持卷尺合垂直位于胸前，边向前走边用右手循順时針方向絞旋卷尺，不可反方向卷，以免折断。注意勿令尺緣划伤手臂。

3. 鋼尺不容許車輪輾过或行人踐踏，鋼尺不得在地上拖行及折扭，在拉尺收尺时，如發現圈結扭纏，应即理开，切勿驟然猛拉。

4. 卷尺有一面英制一面公制者切勿看錯。

5. 卷尺之零点必須謹慎找到，各尺之零点位置又常常不同，不可忽視。

6. 尺之分划須在丈量开始前認識清楚，讀尺必須慎重讀对。

7. 后司尺手中之測釐数，为已測之整尺数，但地上永远有一測釐，做为标记，不算在內。

8. 实習时教师示范表演，同学应注意步骤、姿态、手势、讀数等等动作。

示例：

甲. 鋼卷尺量直綫

次 数	方 向	量得長度	平均長度 ($\frac{AB+BA}{2}$)	差 数 ($AB-BA$)	精 度 ($\frac{\text{差 数}}{\text{平均長度}}$)
1	AB	168.548	168.533	0.030	$\frac{1}{5600}$
2	BA	168.518			

乙. 斜坡量距

綫 名	斜 量				平 量 实量平距	平均值	差 数	精 度 ($\frac{\text{差 数}}{\text{平均数}}$)
	斜 距	傾 角	改正数	計算平距				
PQ	15.372	15°30'	0.56	14.815	14.825	14.820	0.010	$\frac{1}{1482}$

丙. (1) 求每步之長

距 离 AC=100公尺					
次	数	1	2	3	4
步	数	122.3	121.8	123.0	122.9

$$\text{平均步数}=122.5 \quad \text{每步之長}=\frac{100}{122.5}=0.82\text{公尺}$$

(2) 步測距离

次	数	方 向	步 数	平 均 步 数
1		DE	151	151.5
2		ED	152	

已知个人每步之長=0.82

步測結果 DE=0.82 × 151.5=124.23

鋼卷尺丈量結果……………DE=123.71

誤差 =0.52

$$\text{精度}=\frac{\text{誤 差}}{\text{鋼卷尺丈量結果}}=\frac{0.52}{123.71}=\frac{1}{240}$$

实验二 罗盤仪皮尺導綫測量

目的: 練習讀磁方位角或磁象限角, 明确方向的概念, 掌握讀磁針的要領, 并用方位角或象限角計算夾角。

要求: 1. 必須明确罗盤仪的性能, 熟悉觀測任一直綫方向的方法。

2. 讀数至 $\frac{1^\circ}{4}$, 導綫角閉合差不得超过 $20' \sqrt{n}$, n 为導綫角数。

仪器: 罗盤仪1, 标杆2, 木椿5, 卷尺1, 測針1圈, 斧1, 布袋1, 記載板2。

程序：

1. 先选導綫 A、B、C、D、E 五点，成一多边形，各点以木椿标志，導綫边長30—50公尺。

2. 用卷尺丈量各边長，讀至公分，并記入手簿。

3. 安置罗盤仪在 A 点上，插标杆于 E、B 兩点；放下磁針，并整平仪器，轉动罗盤仪瞄准 E 点，讀 AE 之方位角（或象限角）。同法測得 AB 之方位角（或象限角）。

4. 置罗盤仪于 B 点，同上法觀測 BA 及 BC 之方位角（或象限角）。同样，繼續在 C、D、E 各点觀測。

5. 如系方位罗盤，讀得的方位角須換算为象限角。反之；如係象限罗盤，亦須換算为方位角，以資練習。

6. 根据各边的方向及边長按 $\frac{1}{500}$ 比例尺繪出略圖。

7. 参考略圖，根据方位角（或象限角）計算內夾角。

8. 內角和应按 $(n-2) \cdot 180^\circ$ 檢驗；否則，当閉合差在容許範圍內則平均分配或酌情分配于某些角（如正反方位角不符值較大之边或短边的鄰角）。

9. 因为局部吸引不影响夾角之值，故如有局部吸引，則当角閉合差分配后，再根据一条无局部吸引的边之方位角及改正后之內角計算各边的方位角（或象限角）。

注意：

1. 在罗盤上讀数之前，須先辨清那是磁針北端；并注意磁針已否放下与轉动是否灵活。

2. 当觀測直綫方向时，刻度圈上的北（N）字向前，应讀磁針北端；反之，南（S）字向前則讀磁針南端。

3. 讀数方法： 刻度不管反时針或順时針方向。 讀数总是从小往大，不可疏忽。

4. 導綫每边的正反方位角应相差 180° ；正反象限角應該大小相等，方向相反。借此可檢查有无局部吸引或其他錯誤。

5. 置罗盤仪在移站时，磁針应先固定。当長期存放时磁針要放下。

〔示例〕 甲. 記錄:

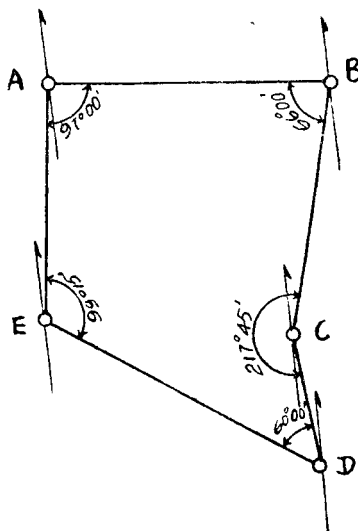
測站	測點	距離	磁方位角	磁象限角	內角	改正內角	改正象限角
A	E		192°00'	S12°00' W	97°00'	97°00'	S12°00' W
	B	41.30	95°00'	S 85°00' E			S85°00' E
B	A		273°00'	N87°00' W	66°00'	66°00'	N85°00' W
	C	43.45	207°00'	S27°00' W			S29°00' W
C	B		28°15'	N 8°15' E	218°00'	217°45'	N29°00' E
	D	27.95	170°15'	S 9°45' E			S 8°45' E
D	C		351°15'	N 8°45' W	60°00'	60°00'	N 8°45' W
	E	49.25	291°15'	N68°45' W			N68°45' W
E	D		111°15'	S68°45' E	99°15'	99°15'	S68°45' E
	A	49.56	12°00'	N12°00' E			N12°00' E

总和=540°15' 540°00'

— 540°00'

角閉合差=+15'

乙. 略圖:



實驗三 經緯儀的使用

目的: 1. 明了經緯儀主要部分的構造。

2. 掌握經緯儀對中、整平、瞄準、讀數之各項要領。

要求: 1. 對中誤差，小於 5 公厘。

2. 整平誤差，小於 1 格。

3. 消除視差，正確瞄準。

4. 同一游標，兩次讀數的差數，應不大於最小讀數。

儀器: 經緯儀 1，測針 1 圈，斧 1，木樁 1，傘 1，布袋 1。

預習: 經緯儀的構造，游標原理，望遠鏡的調節。

程序: 先在地上打木樁，樁頂釘小釘，或畫十字。另在遠處插測針，其後豎立標杆。

甲. 經緯儀對中

1. 將經緯儀連接在三腳架上，鬆開三腳架腿的上端螺旋，高度適當，掛上垂球，使尖端大約對準測站。

2. 擺動或伸縮三腳架之一條腿，使架頭成水平（目估）。

3. 適當扭緊三腳架上端螺旋，並將經緯儀之三個（或四個）腳螺旋扭成一樣高，此時水平度盤則大致水平。

4. 兩手各持三腳架之一腿，右腋夾一腿，將儀器整個的抱到測站上，盡量使垂球尖端對準測站中心。

5. 將三腳架腳尖踏入地中，力求穩固。如果架頭不平，可再踩三腳架腿或伸縮三腳架腿。

6. 鬆動中心螺旋（即連接螺旋）或四個腳螺旋，在架頭平面上微微滑動經緯儀，使垂球確實對準測站中心，至垂球之尖端離測站之中心之偏差小於 5 公厘為止。

7. 適當扭緊中心螺旋。

乙. 游標盤上水準管的整平

1. 令水準管平行於一對腳螺旋，用兩手依相反方向扭動此二腳螺

旋，則水泡向左手姆指之方向移動，使水泡居中。

2. 游標盤順時針方向約轉 90° ，同法推動另一個腳螺旋或另一對腳螺旋整平之。

3. 依次再轉兩個 90° ，重複整平水準管，直至游標盤在任何位置時，水泡離開中心位置不超過一格。

4. 如游標有兩個水準管，可同時整平。

丙．用望遠鏡瞄準目標

1. 固定水平度盤（下盤）。

2. 調節目鏡，看清十字綫。

3. 用鏡筒上准星瞄準目標（或順望遠鏡筒瞄準）。

4. 扭動對光螺旋，令目標清晰，固定游標盤及望遠鏡后，微動游標盤及望遠鏡，使十字綫之交點，對準目標。

5. 將眼睛上下移動，檢查有無視差。如有視差，則扭動對光螺旋消除之。

丁．讀游標

1. 認出度盤分划值及游標最小讀數。

2. 認清游標的指標，讀出度數及整分數，並估計余分數的概數。

3. 順刻度的方向，在游標內找得分划重合綫，讀得分秒數，與度數及分數相加，即得應讀之度分秒數。

4. 如係分微尺游標，則須先認清度盤分划值、分微尺指標，然後讀度數及分秒數。

實驗四 經緯儀的檢驗與校正（平盤部分）

目的：1. 熟悉經緯儀各部分的構造及應有的關係。

2. 獲得經緯儀檢驗與校正的技能與經驗。

要求：1. 各部校正適當精確。如十字豎絲應位於垂直於水平軸之平面上，望遠鏡視準軸應垂直於水平軸及望遠鏡水平軸應垂直於豎軸等每項關係。經校正后，其誤差對於水平方向之影響，應不超過最小

讀數之半（當豎直角不超過 60° 時）。

2.撥正儀器時，必須十分小心謹慎，愛惜祖國財產，每人應當有充分的“輕重感”，不畏懼也不冒失。

儀器：經緯儀1，鋼卷尺1，測針一圈，撥針1，傘1，改刀1，記載板3。

程序：

1.一般的檢查：

在開始，應先作一般性的檢查：如制動螺旋是否可靠，微動螺旋彈簧之力量是否足夠，豎軸、橫軸旋轉是否靈活，望遠鏡成象是否清晰，三角架是否牢穩等等。當儀器進行檢驗校正時三角架應特別穩固。

2.上盤水準管軸應位於垂直於豎軸之平面內。

a.檢驗——固定下盤轉動上盤，使水準管平行於一個腳螺旋與豎軸之聯綫，轉動該腳螺旋使氣泡居中，然後使水準管平行於其他兩個腳螺旋，再使氣泡居中，旋轉 180° ，氣泡應仍然居中，否則校正。

6.校正——（1）撥動水準管之校正螺旋，使氣泡返回一半。

（2）用腳螺旋，使氣泡居中。

（3）將平盤轉 90° ，用腳螺旋使氣泡居中。

（4）重複檢驗過程，並再進行校正。

（5）最後，平盤轉至任何位置時，兩水準管之氣泡均準確居中。

3.十字豎絲應位於垂直於水平軸之平面內。

a.檢驗——固定上下盤，以十字絲中心瞄準一明晰點（無視差），使望遠鏡繞水平軸微微轉動，點的象應不離開十字豎絲。否則校正。

6.校正——鬆開十字絲環相鄰的兩個校正螺旋，微微轉動十字絲環，反復檢驗轉動，直至觀測時無顯著之誤差為止（實際上方向誤差，不超過最小讀數之半）。

4.視准軸應垂直於水平軸

a.檢驗——將儀器安平，固定下盤，轉動上盤，瞄準一個遠距離且大致與儀器同高而明確的目標，由近目鏡的游標求出全讀數（分秒為兩個游標的平均讀數）設為：

$$a_1 = 213^\circ \frac{41'}{43'} = 213^\circ 42'$$

調換望遠鏡位置（原為盤左，換為盤右；或原為盤右換為盤左，但不可動下盤）重新瞄準原目標，又由近目鏡的游標（與第一次非同一游標）求出全讀數，設為

$$a_2 = 213^\circ \frac{33'}{35'} = 213^\circ 34'$$

a_1 與 a_2 應當相等（只一個游標者，應相差 180° ），否則校正。

6. 校正——先求平均值：

$$\frac{a_1 + a_2}{2} = \frac{213^\circ 42' + 213^\circ 34'}{2} = 213^\circ 38', \text{ 然後用上盤微動螺旋置}$$

近目鏡之游標全讀數為 $213^\circ 38'$ ，此時十字絲中心即離開了原來目標。撥正時，先略松十字絲中心上下之一個螺旋，而後用左右兩個螺旋，先松一個，後緊一個，使十字絲中心重新與原目標重合。

撥正之後，應當再做一次檢驗，至無顯著誤差為止。

5. 望遠鏡水平軸應垂直於豎軸

a. 檢驗——安平經緯儀，距某建築物約 20—30 公尺。盤左瞄準牆上一高而明顯之點 M，固定上下盤，然後向下傾斜望遠鏡，在牆上（或地上）記一點 a 在視準綫內，用盤右重複盤左的操作，則 a 點應仍在視準綫內，否則另在視準綫內記第二點 b 於 a 旁。

6. 校正——用水平軸一端支架上的校正螺旋，松一個緊一個，使水平軸之一端抬高或降低（應首先判斷該端應抬高或降低）而使視準綫落於 ab 之中點 c 處，再次檢驗，至觀測時無顯著之誤差為止（實際上視準綫方向誤差不超過平盤游標最小讀數之半）。

6. 望遠鏡視準面應通過羅盤上之零直徑

a. 檢驗——由望遠鏡瞄準一目標，再由零直徑兩端瞄準時，則應同遇此目標，如不能相遇則校正。

6. 校正——用羅盤度盤之校正螺旋，轉動刻度盤，使由零直徑兩端瞄準與由望遠鏡瞄準之方向一致。並再次檢驗無顯著之誤差為止。

注意：①校正螺旋成對者，應注意先松一個後緊一個，否則螺旋

会接断。如發現誤差太大，則顯係檢驗有錯誤，此时应加警惕，注意螺旋的安全。

②每步校正完畢后，校正螺旋应适当的扭緊。

③在实际工作中，校正仪器可勿需記錄，惟同学實習时，应按照〔示例〕逐步做出記錄。

④各步檢驗后，如无顯著誤差，則可不校正，但小組同学應該討論一下，如需校正时，应如何進行？

示例：①一般的檢查——豎軸及橫軸轉动灵活，上下盤及豎直盤之制動螺旋均有效，微動螺旋彈簧力量均弱，尤以下盤微動螺旋為甚，僅能在壓縮一半以后，方有足够的力量，使用时必須注意。

②使上盤水准管軸位于垂直于豎軸之水平面內——

檢驗（平盤轉180°）之次數	偏 差 之 格 數	
	水 准 管 I	水 准 管 II
1	4.0	2.0
2	1.5	0.7
3	0.2	1.2
4	0.0	0.1

③使十字豎絲位于垂直于水平軸之平面內——明顯点（目标）离仪器之距离20—30公尺。

檢 驗 之 次 數	誤 差 是 否 顯 著
1	顯 著
2	顯 著
3	不 顯 著

④使視准軸垂直于水平軸——

$$\text{第一次檢驗： } a_1 = 213^\circ \frac{41'}{43'} = 213^\circ 42',$$