

同濟高工技術叢書

平面測量學

沈傳良 編著
黃靜安 校閱

大東書局出版

同濟高工技術叢書

平面測量學

沈 傳 良 編 著
黃 靜 安 校 閱

同濟高工技術叢書編審委員會主編

大 東 書 局 出 版

平面測量學內容提要

本書敘述各種測量如距離測量、支距測量、水準測量、羅盤儀測量、經緯儀測量、導線測量、氣壓計高程測量及三角高程測量、視距測量、太平板儀測量、小平板儀測量、六分儀測量、三角測量等的意義、計算方法、誤差限度以及測量時紀錄格式與紀錄方法。本書注重實際，各種計算，均有實例，適於作工業學校的課本；並可供實地工作者的參攷。

平面測量學

書號：5065

編著者	沈傳良
校閱者	黃靜安
出版者	大東書局 上海福州路310號
印刷者	大東印刷廠 上海安慶路268弄

25開 100印刷頁 140,000字 定價14,400元
一九五二年三月初版 一九五三年八月四版
(7000—10000)

同濟高工技術叢書序言

同濟高工從一九三三年設立到現在，已有十七年了。在這段時間內，我們深感到缺乏教科書和參考書的痛苦；爲着校內教學的需要，曾化去許多精力和時間編印講義、繪製藍圖來維持教學。目前，國家建設正趨高潮，要迎接這高潮，勢必先鞏固技術教育的基礎，我們願意在這方面貢獻一部份力量，因此將我們的講義整理出來，陸續出版，作爲訓練中級技術幹部的教材，並供給技術工人自修參考之用。

我們深知這部叢書不一定盡善盡美，但今天的問題不是“求精”而是“沒有”和“嫌少”的問題；只有普遍起來以後，才能進一步要求提高。因此這些書的出版，只不過作爲“拋磚引玉”，希望以後有更多、更好的書出版。

十七年來，我們如果在中級技術幹部的訓練中，曾有一點貢獻的話，也是非常微小的，因爲在舊統治者摧殘教育的政策下，絕難期望有好的果實；而且，我們的工作是孤單的，缺少與工業界密切的聯系，所以這些書只可說是我們過去工作中的一點收穫，缺點一定難免。但是我們相信：在新民主主義的道路上，在理論與實踐密切的結合裏，在與技術教育工作者的經驗交流下，我們一定盡全力，在技術教育工作中求改造，求進步。

因此，我們絕不自滿，除了經常研究，討論改進外，渴望工程界和技術教育工作者盡量給我們寶貴的批評。

同濟高工技術叢書編審委員會

一九五〇年九月

前 言

1. 測量學的範圍很廣，本書所包括的內容，僅屬於平面測量部份。不切實用的理論，盡量刪除，以求學習測量者之易於理解及應用。
2. 本書內單位均採用公制，切合於今後發展的需要。
3. 本書注重實際，各種計算，均有實例。測量時記錄格式及記錄方法，均有詳細的說明。各種測量的誤差限度，在各編中均特別提出，以供實地工作者的參考。
4. 本書最後一編，畧述三角測量的意義及加測小三角點的各種方法，可以供工作者解決某些測量上的困難問題。
5. 作者在工業學校任教測量學多年，把教材一再的整理補充，編成這書。本書適合於作為工業學校的課本，及從事土木工程工作者的參考。
6. 本書承黃靜安同志詳加校核，並提供了很多寶貴的意見；潘海林、茅彙征兩同志協助出版工作；內姪陸寶宣同志幫助了繪圖工作；一併在此致謝。
7. 作者學識淺陋，經驗不足，錯誤遺漏之處在所不免，希望同志們多加批評，俾能逐漸改正。

沈傳良於同濟高工

一九五二年二月

目 錄

第一編 總論..... 1

- | | |
|-----------|----------|
| (1) 測量的意義 | (2) 平面測量 |
| (3) 測量的用途 | (4) 單位 |

第二編 距離測量..... 4

- | | |
|----------------|--------------|
| (1) 量距用的器具 | (2) 量距的方法 |
| (3) 量距中的幾個特殊問題 | (4) 量距時應注意之點 |

第三編 支距測量.....14

- | | |
|-------------|--------------|
| (1) 支距測量的意義 | (2) 定垂線用的儀器 |
| (3) 支距測法 | (4) 支距圖的註尺寸法 |

第四編 水準測量.....24

- | | |
|---------------|-------------|
| (1) 水準測量的意義 | (2) 望遠鏡與水準器 |
| (3) 水準儀 | (4) 水準尺 |
| (5) 水準測量的基本原則 | (6) 水準儀的糾正 |
| (7) 測兩點間的高差法 | (8) 水準點的設立 |
| (9) 縱斷面測量 | (10) 橫斷面測量 |
| (11) 縱橫斷面圖的繪製 | (12) 面積水準 |

第五編 羅盤儀測量.....47

- | | |
|---------------|------------|
| (1) 方向角 | (2) 羅盤儀的構造 |
| (3) 用羅盤儀測方向角法 | (4) 羅盤儀的糾正 |

第六編 經緯儀測量.....52

- | | |
|-------------|--------------|
| (1) 經緯儀的用途 | (2) 經緯儀的構造 |
| (3) 經緯儀的糾正 | (4) 設置經緯儀的方法 |
| (5) 水平角的單測法 | (6) 水平角的複測法 |

第七編 導線測量.....65

- | | |
|---------------|---------------|
| (1) 導線的意義與類別 | (2) 導線點的選擇及施測 |
| (3) 直角座標定點的計算 | (4) 導線的計算 |
| (5) 用羅盤儀測導線 | (6) 導線的繪製 |

第八編 面積計算.....79

- | | |
|--------------|---------------|
| (1) 根據座標計算面積 | (2) 根據三角形計算面積 |
| (3) 用透明紙法求面積 | (4) 用面積儀求面積 |
| (5) 四邊形的分割 | (6) 重訂界線法 |

第九編 氣壓計高程測量及三角高程測量.....88

- | | |
|--------------|------------|
| (1) 用氣壓計測高差法 | (2) 三角高程測量 |
|--------------|------------|

第十編 視距測量.....93

- | | |
|------------------|-------------|
| (1) 視距法的意義 | (2) 視距法的原理 |
| (3) 視距測量中幾個常數的檢定 | (4) 波羅氏鏡片 |
| (5) 視距尺 | (6) 視距測量的計算 |
| (7) 視距導線的測法 | (8) 用視距法測地形 |
| (9) 用視距法測水準 | |

第十一編 大平板儀測量.....106

- | | |
|--------------|---------------|
| (1) 平板儀測量的意義 | (2) 大平板儀的構造 |
| (3) 大平板儀的糾正 | (4) 平板儀的定向及安置 |
| (5) 平板儀測量的方法 | (6) 三點題 |

(7) 兩點題

(8) 導線閉合差的圖解勻配法

第十二編 小平板儀測量 117

(1) 小平板儀的構造

(2) 小平板儀測距離法

(3) 小平板儀測高差法

(4) 小平板儀的使用法

(5) 大小平板儀的比較

第十三編 六分儀測量 124

(1) 六分儀的構造

(2) 六分儀的原理

(3) 六分儀的糾正

(4) 六分儀的使用法

(5) 使用六分儀時應注意之點

第十四編 地形圖的測量及繪製 129

(1) 地形圖的意義

(2) 等高線的意義

(3) 測量地形圖的步驟

(4) 控制點的測定

(5) 等高線的測法

(6) 控制點的繪法

(7) 繪測點法

(8) 等高線的繪法

(9) 圖式

(10) 用顏色墨水作圖

(11) 註字的體別及大小

(12) 地形圖的標題

(13) 比例縮尺

(14) 指北線

(15) 圖框

第十五編 三角測量 147

(1) 三角測量的意義

(2) 三角測量的基本計算公式

(3) 三角點的標誌

(4) 基線測量

(5) 三角測量測角法

(6) 測站的偏心更正

(7) 加插小三角點法

附表 視距表 179**中英德名詞對照表** 183

第一編 總 論

1. 測量的意義

將地面上點或線的相互位置，與地面高低的情形，用各種儀器度量出來，然後再用適當的比例尺縮繪於紙上，這種技術，名之曰測量。如果，按照了圖上已定出的各點位置，移誌於地上，也是測量工作的一部份。

2. 平面測量

地球爲一旋轉橢圓體，故所測面積甚大時，大約在 55 平方公里以上，（所測區域是一個狹長的形狀，而且近於南北或東西方向時，限度可放寬），必須顧及地球面的曲率。此種測量屬於大地測量的範圍。如果所測面積較小，則地球面的曲率可以不計，所測地區作爲平面論。此種測量屬於平面測量的範圍。

3. 測量的用途

測量是土木工程的基本工作，一切工程的進行，如築路、治河、關港、建築等，必先有精確的測量。根據測成的圖，然後能作出精密的設計工作，推進一切工程。其他如土地的整理及分配，界線的劃定，軍事地圖的測製，農田的灌溉，莫不與測量有關。

4. 單位

測量所用的度量單位，可分長度、角度、面積三種。

長度的單位用公尺。一公尺的長度，約當地球子午線四千萬分之一。因爲公制是十進制，所以用起來非常方便。常用的名稱如下表：

公 里	公 引	公 丈	公 尺	公 寸	公 分	公 厘
1	10 1	100 10 1	1000 100 10 1	10	100	1000

角度以度為單位。以圓分為 360 等分，每一等分為一度，此為舊的分法，稱為舊度，是六十進位，列表如下：

圓 周	度 (°)	分 (')	秒 (")
1	360 1	21600 60 1	129600 3600 60

新的分法，是把一個圓分為 400 等分，每一等分為一新度。是 100 進位，列表如下：

圓 周	度 (g)	分 (c)	秒 (cc)
1	400 1	4000 100 1	40000 1000 100

這種分法，因為是百進制，特別方便。所以測量儀器，有改為新度的趨勢。但是目前，則尚不普遍。新舊度的換算，可用下面的公式：

$$1^{\circ} = \left(\frac{10}{9}\right)^g; \quad 1' = \left(\frac{100}{54}\right)^c; \quad 1'' = \left(\frac{1000}{324}\right)^{cc}$$

除上述的分度法以外，還有弧度，也是度量角度的一種方法。在圓周上取一段弧，其長等於半徑，則此弧所包的中心角，稱為一弧度。換算公式如下：

$$\alpha^{\circ} = \frac{180^{\circ}}{\pi} \cdot \widehat{\alpha} = \rho^{\circ} \widehat{\alpha}; \quad \alpha' = 60\rho^{\circ} \widehat{\alpha} = \rho' \widehat{\alpha};$$

$$\alpha'' = 60\rho' \widehat{\alpha} = \rho'' \widehat{\alpha}; \quad \rho^\circ = 57.29578^\circ, \quad \rho' = 3437.747'$$

$$\rho'' = 2062648''$$

面積的單位如下表：

公 頃	公 畝	公 分	公 厘	公 毫
1	100 1	10	100	1000

其中 1 公畝 = 100 平方公尺。

長度的單位，應該用公制，但是目前還有用英制的。公尺與英尺的換算是：1 公尺 = 3.2808 英尺 1 英尺 = 0.3048 公尺。

面積的單位，用公制最為簡便。但是目前，量地的面積，多用市畝。市制、英制與公制的換算是：

$$1 \text{ 平方公尺} = 9 \text{ 平方市尺} = 0.0015 \text{ 市畝} = 10.764 \text{ 平方英尺}$$

$$1 \text{ 平方市尺} = 0.1111 \text{ 平方公尺} = 1.1960 \text{ 平方英尺}$$

$$1 \text{ 市畝} = 666.67 \text{ 平方公尺} = 6000.0 \text{ 平方市尺} = 7176.0 \text{ 平方英尺}$$

$$1 \text{ 平方英尺} = 0.0929 \text{ 平方公尺}$$

第二編 距離測量

1. 量距用的器具

測量兩點間的距離，最普遍的是用卷尺。卷尺分布製及鋼製兩種。能卷成一盤，攜帶方便。布卷尺在市面上能購買到的，也有兩種。一種僅用布製成，拉緊之後，極易伸長，所以用起來不甚精確。另一種乃在布的中間織有極細的黃銅絲，以減少伸長之弊。最精確的量距器具是鋼卷尺，如圖 1。尺用薄鋼製成，普通寬約 15 公厘至 20 公厘，厚約



圖 1

0.3 公厘至 0.4 公厘。尺長從 10 公尺至 50 公尺，甚至有 100 公尺的。尺上最小的刻劃到公分，但在尺端則分到公厘。每一公尺或半公尺處，用顯著的數字來表示，使便於讀數。尺的兩端裝有金屬的環，半徑約為 3 公分至 4 公分，供量距時拉手之用。

除用卷尺以外，也可用木尺量距，木尺用松木製成。（或用其他堅硬的木料）普通長 5 公尺。量的時候必須用兩根。有的兩端均平的，有

的一用平，一用楔形，如圖 2。尺的斷面是一長方形。尺上每隔一公尺分別漆以紅白顏色。中間刻劃也用顏色劃線來表示。

昔時量距，均用測鏈（如圖 3）。係用小鐵條一節一節連結而成。每兩節間用小鐵環連接，俾使測鏈可折合成束。普通每節長 0.5 公尺，厚 3 公厘。現在既有卷尺可以量距，測鏈已不復再用。

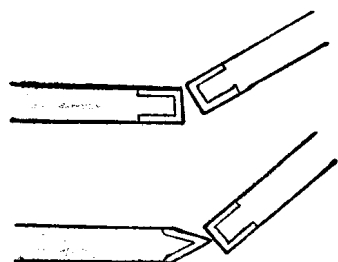


圖 2

在經濟條件不允許，或卷尺不易購到時，也有用自製竹卷尺來量距



圖 3

的。價極低廉，伸縮也不多。有的用薄竹片以鐵絲連接而成；有的就直接用狹長的一根竹片，中間不用鐵絲。尺上刻有分劃。用的時候沒有鋼尺精確，而且太乾燥時容易折斷，所以祇能用在不甚重要的測量中。

量距時除了上述的重要器具以外，還需要一些附件，今分別述之於後：

(a) 標桿 是標明地面上根據點而使遠處能瞄看的一種重要器具。用木製成，為一圓棍。直徑約 3 公分至 4 公分，長約 1.8 公尺至 3 公尺。桿的下端裝有圓錐形的鐵尖，使易於插入土中。此桿每隔半公尺相間漆以紅白兩色。在桿首可掛一紅白的小旗，使瞄看時目標顯著。

(b) 測針 量距的時候，每量得一卷尺，即插一測針於地面上，以作標誌，同時還可以作計數之用。針係用鐵製成，長約 30 公分至 40 公分，上部曲成一小圈，繫紅布一條，使容易尋獲。測針一套為十一個或十個。

(c)垂球 爲一圓錐形銅製之垂體，以細線懸之。在斜坡上量距時，用以定出地面上應插測針之處，及檢驗標桿是否垂直於地面。

2. 量距的方法

地面上兩點間的距離，乃指水平距離而言，非斜距離。在平地上量距的方法：先在兩端點，各打一木樁，樁頂打入一小釘，或劃一十字線，以精確標誌此點的位置。再在此兩個樁頂上各豎一標桿，使量距的方向確定。兩人牽一卷尺，一人持前端並持標桿與測針前進。後一人持另一端將尺上之零點對準於地面上之起點。在起點處標桿後，另一人用目瞄視前量員所持之標桿是否與前後兩端之標桿同在一直線上，如果偏右或左，分別平伸右手或左手，指示前量員移動位置，迄在一直線上爲止。此時二人拉緊卷尺成水平，前量員在滿一卷尺處的地上插一測針，依此進行，後面的人（後量員）每次將地上的測針收集，測完的時候，測針的數目就是所量的卷尺數。最後一段不滿一卷尺時，應量出其正確的數值，尺端的分割，是刻到公厘，所以可以很精確的測讀到小數三位。

如果用木尺在平地上量距，必須用木尺兩根，例如測 AB 間的距離，如圖 4。

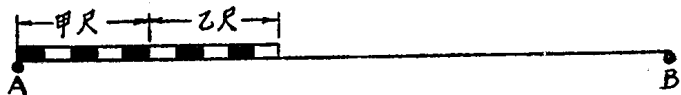


圖 4

一人站在 A 點後面，瞄看方向。另一人將甲尺的一端密傍在 A 點上，且依照第一人的指示將尺置於 AB 線內。然後再用乙尺與甲尺相接，放妥後謹慎將甲尺取去，不使乙尺有移動。再接在乙尺上，依次進行。每次取起尺時，必須將次數記下，防止有錯誤發生。兩尺常用不同顏色作分別，一枝取起時是單數，另一枝爲雙數。量到最後一段，不

足一尺，用其他精密的尺寸量之。所以，如果 n 是所記次數， l 是木尺的長， R 是尾數，則距離 $L = n \cdot l + R$ 。

在山地上或斜坡上量距，用的方法稍有不同。因為所測距離是水平距離，不能將尺完全放在地上去量。所用方法如圖 5 所示。將尺的一端緊接標桿的脚尖，將尺置成水平。

是否水平，可用一水準器置於尺上試驗之，當水泡在中央時，即表示尺成水平。或直接用眼睛估計之。在尺的另一端，掛一垂球，球尖所指的地點，插入第二標桿，然後依此量下去，即得全段的長。這種測量的方法叫做“階梯測量”。量的時候用木尺較卷尺為精確。因為木尺可減少拉力風向撓度等影響。

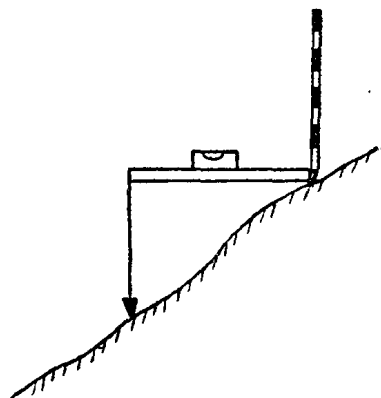


圖 5

估測一段距離，如果祇要知道它的約計的數值，可用目測及步測兩種方法。目測是用眼睛來估計，完全靠經驗。步測是用跨步的方法來約計距離。每個成人平常一步大約是 75 公分至 80 公分。將每步的長乘以步數，即得所求的距離。

量距普通必須來回兩次，取其平均值，以防止其錯誤。兩次的差數叫做“較差”。量距的誤差率是 $\frac{\text{二次的較差}}{\text{二次的平均值}}$ 。誤差率普通的情形不得超過 $\frac{1}{1000}$ ，嚴格些的不得超過 $\frac{1}{5000}$ 。

3. 量距中的幾個特殊問題

(a) 在線上一點作垂線 如圖 6，設在 AB 線上一點 C 作垂線。應用幾何學的定理，如果一個三角形，各邊的比是 3:4:5，則長邊必是直角的對邊。故在 AB 上量得 CD 長 3 公尺。另以 20 公尺的卷尺的零點

置於 D 處，卷尺的另一端 20 公尺處置於 C 點上，再將卷尺上 5 公尺與 16 公尺的分劃合在一處，使成一圈。兩邊同時拉緊，即得 P 點。做的時候用 3、4、5 的任意倍數均可。

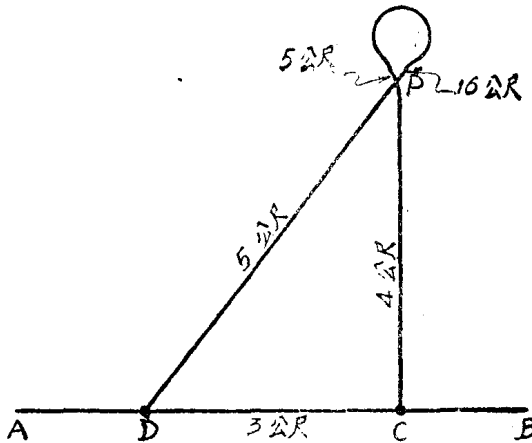


圖 6

(b) 從線外一點作垂線 如圖 7，設 AB 為已知線， C 為線外一點。用 C 為圓心，卷尺的任何適當長度做半徑，作弧與直線交在 D, E 兩點。用尺量 DE 的距離，再取其中點 F 。 CF 就是所求的垂線。

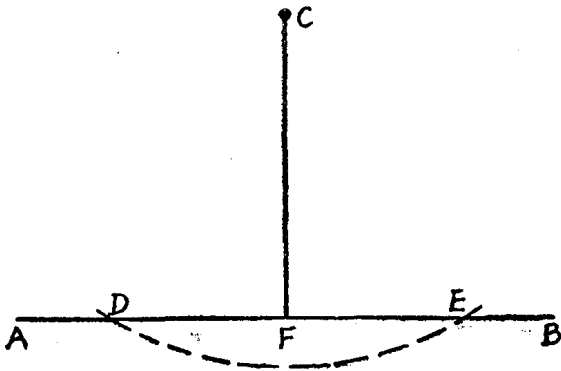


圖 7

另外一個方法(如圖8),從 C 點作一任意整數值的長 CE ,使 E 在 AB 直線內。再在 CE 的中點 F 處量出一距離 FD 等於 CE 的一半,使 D 也在 AB 線內,此時 CD 就是所求的直線。

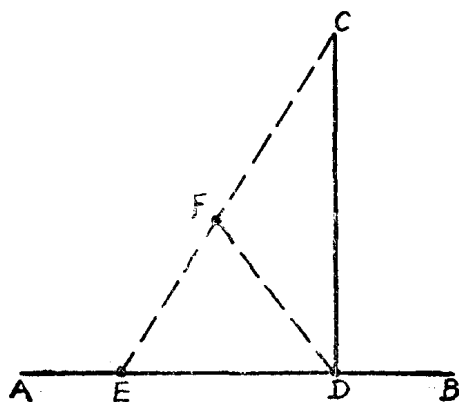


圖 8

(c) 過定點作一線與已知直線平行 如圖9, C 是已知點, AB 為已知直線。先從 C 作 CD 線, 垂直於 AB , 並量得其距離。再從 B 做垂線 BE 使等於 CD 的長。此時 CE 就是所求的平行線。

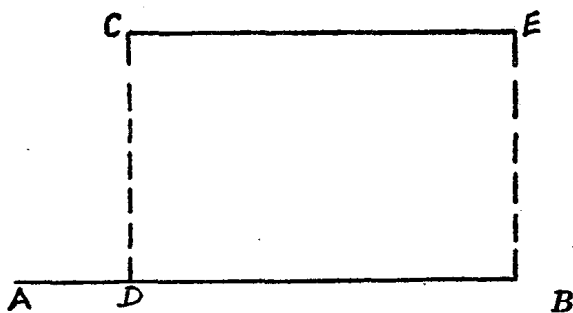


圖 9

(d) 兩點之間有小山量其距離 如圖10, A, B 兩點各在小山的兩側。先在 A, B 兩點各立一標桿, 一人先估計一 D 點約在 A, B 線內,