

目錄

P.8 自序

Chapter 1 測量技術淺說

- P.12 一元復始話測量
- P.15 千里測量，始於基線
- P.17 天羅地網話測量
- P.21 測量猶似畫花枝
- P.24 山高水低話測量
- P.28 平水測量
- P.36 大地水準面
- P.40 人造衛星定位測量
- P.43 量度訊號的時差
- P.47 物體「移位」拉雜談
- P.50 移位或變形，測量不許停
- P.53 遙控小飛機，測量可預期
- P.56 相片作為證物，還須數理核實
- P.59 見市民請說民話
- P.61 測量也要講天文
- P.64 斗轉星移實永恆
- P.67 交通意外與天文測量
- P.70 子午線的測量
- P.75 一天不足二十四小時
- P.78 測量的從新概念

Chapter 2 地圖與座標

- P.82 從數值錯調新聞說起
- P.86 郵票貼在西瓜上
- P.89 公然「弄虛作假」的測量
- P.92 座標不與人方便
- P.95 地圖的特性與陷阱
- P.100 測量文學可相連？
- P.103 地名編訂考工夫
- P.109 地名談趣
- P.112 地名本有因，殘體誤蒼生
- P.115 成也地圖，敗也地圖

Chapter 3 測量的數理天文

- P.120 直角雖簡單，運用可不凡
- P.125 一個圓形，兩個定義
- P.130 兩隻筷子一隻碟
- P.136 三角形內角和是多少？
- P.140 竟也複雜的加減數
- P.145 數理簡單，困擾卻大
- P.148 人家觸景生情，我卻睹影成數
- P.151 數理相中尋
- P.155 「交叉比例」以角度連繫

目錄

- P.158 交叉比例，好使實惠
- P.164 交叉比例，趣味數題
- P.168 再談舊相與測量
- P.171 從北京中軸線說起
- P.174 中軸，標誌，精準度
- P.177 冬至是何日？
- P.180 冬至原來近太陽

Chapter 4 測量趣談

- P.186 人蛇對峙，測站驚魂
- P.188 怒氣不平，拔刀相向
- P.190 要找渠邊鐵，引來尋金熱
- P.192 驀然回首——那人已在，脂粉叢中處
- P.194 六一八上演六三三
- P.196 眾裡尋「它」千百度
- P.199 談心勝地，測量禁區
- P.201 泥沼行軍，步步驚心
- P.203 小火見大量
- P.205 為保測站，金蟬脫殼
- P.207 可憐夜半無心失，不問蒼生賴鬼神
- P.209 小子無知犯墓碑

- P.211 醉翁之意，不在測量
- P.214 象糞作真憑
- P.216 相逢何必曾相識
- P.218 測量鋼尺，跳繩頑童
- P.220 入門須問禁
- P.222 蠱惑考官忠直仔
- P.225 如此星辰非昨夜，為求經緯立中宵
- P.227 滿天星斗盡文章
- P.229 Second 本無錯，誤作二流貨
- P.231 測量何罪竟成仁
- P.233 不識英文，更勝英文
- P.235 兄本測量，奈何似賊
- P.237 帶信每多屠狗輩
- P.239 幻牛症
- P.241 先生稱學生做先生
- P.243 替工兩日枉當災
- P.245 香江也有飛來峰？
- P.247 此醉非關酒
- P.249 一街兩制起風雲
- P.251 漫天風雨測危樓
- P.253 測量須總結，鏡底好風光



天羅地網話測量

千里測量，始於基線。在香港如是，在世界各地也如是。香港面積不大，長闊不外五六十公里，較其他地區或國家，微小之極。中國某些省的面積超逾香港數十倍，更不要說一般的國家，甚或是中、美、巴西及加拿大等國。然而，她們的測量系統，也是由測量基線開始，擴展至全區全國。

測量的基線擔任如此重要的角色，準確性必然要極高。若這基線有任何微小誤差，都會加倍影響後期擴展至全區全國的測量系統。譬如說，有一基線，長度僅及全區長闊的百分之一，如它的長度有幾厘米的誤差，日後其他距離的誤差便可能是這數字的數十倍；亦即是說，若是整個地區的測量系統要求統一地達到某一準確程度，開始時的基線必要有數十倍的精準，才能保證達到這個目的。

回說本港的測量，我們須建立一個測量系統，足以支援地下鐵路的策劃和興建、開山填海的工程、可靠的地界放樁、電纜和管道的敷設等等。這類工程的精準要求極高，可容忍的位置或距離誤差，往往在二三十毫米之內。因此，基線的長度誤差，只能容許數毫米之譜。



香港當年的基線，是設在啟德機場的跑道上，長約 3 公里，若要準確至數毫米，就假設是 6 毫米，則 6 毫米之於 3 公里，就等於五十萬分之一。要達到這項標準，當然是一項極富挑戰的工作。

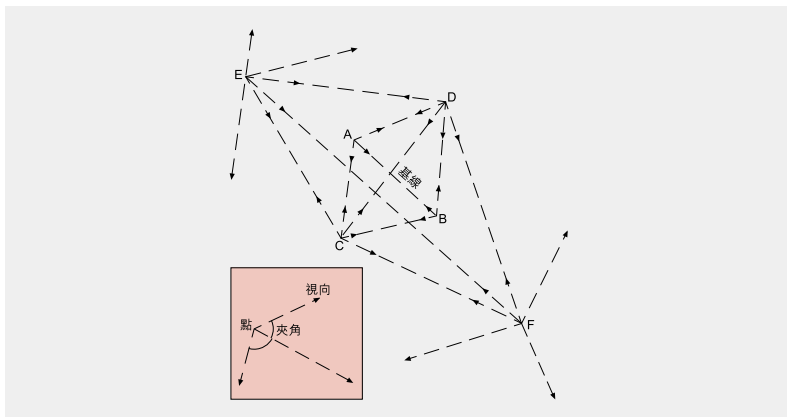
所以，測量師是採用一種延展性最低的合金「殷瓦鋼」(Invar) 鋼尺，另加溫度計、拉力計、放大鏡及平水儀等施工工具量度基線，以確保準確，並小心控制全條基線的平整筆直，考慮日照風速和氣溫變化，以及地球重力的影響等。鋼尺更於事前事後，由化驗室鑑定長度及伸展係數，得出來的量度數據，經數理分析處理，求取最佳的結果，才採納為最後的基線長度。

完成了基線測量後，接著的工序就是從基線的兩終點，向外測定其他的測量點，這就是三角網測量。

這是怎樣的一回事呢？且讓我們把這基線的兩終點稱為 A 及 B，在這 AB 線的左右兩旁，選定 C 和 D 兩點，實地上亦即是在啟德跑道兩側的牛頭角和紅磡地區，選擇兩高處的地方，能使 A、B、C、D 互相望見的，進行角度測量（圖 1.1）。目的是借用 AB 已知的長度，加上觀測得來的角度，根據三角幾何的原理，計算出 CD 的距離。CD 長度是大過 AB 的，這等於把基線的測量成果，伸延移放在 CD 線上。再依樣推展，CD 可伸延至更遠的點 EF、GH 等等。每推遠一重，覆蓋的面積增大，控制測量的誤差要更嚴，結果是在整個香港均勻地設立一組測量點，每點都可以與鄰近的點互相觀望，透過測量它們的角度（現在更可測量距離），通過精密

的計算便可以訂定位置，如是者則基線測量和擴展為整區的控制系統便完成。

圖 1.1 • 三角測量



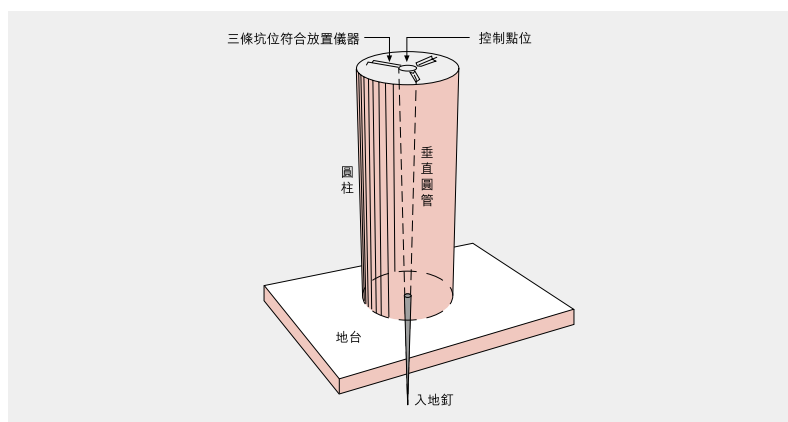
起初的基線只是一條直線，第一次向左右伸展時，類似一副眼鏡張開而形成一個三角形，又似一張網的網孔。當整個系統完成時，看來更似一幅大網，連繫數十個點，組成無數的網孔，所以這項測量系統稱為三角網，角度觀測的工序稱為三角測量（triangulation），每一觀測點為三角網控制點（triangulation station）。

三角測量，是整體測量的骨幹，須要在整個區域，即全港九新界，建立互助連繫的策略性選點，精確地量度點與點之間的長度及角度。相距二三十公里的距離，也要量至幾毫米的精準度。這個三角網，當然只能在圖上畫出示意。這些線條只是代表觀測



的角度及距離，不是地面上的實物。地面上可以找到的，只是三角網的控制點；香港境內山多，地勢適合三角測量，測量時選擇適當的山頂高處作為控制站，在該點埋放鐵釘，固定位置，架設觀測儀器，進行測量，但因單靠埋放在地上的鐵釘，不能被遠方回看，而且架設三腳架在鐵釘之上，有失堅固和準確，所以測量的控制點是一直立的圓柱，高及胸肩，表面平整，藏有一金屬片，上有小圓孔，適合放置測量儀器（圖 1.2）。

圖 1.2 • 三角網控制點



香港的行山人士，對於上述的圓柱物體應不會陌生，差不多所有高山之頂，都可見到，它們正代表許多測量血汗的成果，支援香港的工程及建設發展，引證時代的變遷，是測量系統的基礎。俗語有謂「天羅」、「地網」，我未能想像天羅是怎麼樣，但這三角網，卻無疑是一張地網，控制整個香港的測量。



測量猶似畫花枝

很多花木，都是先有主幹，旁生許多粗枝，再生細根，然後是花蕾。雖則枝葉千萬，但牠們總是從一主幹衍生出來，一花一葉都可以順著枝幹，回溯至樹的根源，作為同一起點，沒可能有任何花葉是凌空獨立存在的。

測量地面每一事物，正有類似之處。前文說及測量的基礎在於三角網，三角網的起點在於一條基線，完成了的三角網控制點，正等於樹木的地根。測量若是於這階段停止，市民還是沒有地圖可用。這些三角網控制點，僅是建於山頭野嶺的柱墩標記，一般人未必會留意。利用它們來測量、繪製地圖，還須經許多工序。人們未能了解這些控制點的存在，正等於未能看到深埋地下的樹根一般，非等到牠們破土而出，生出枝葉，才成為樹木。

蛇形線狀測定控制點

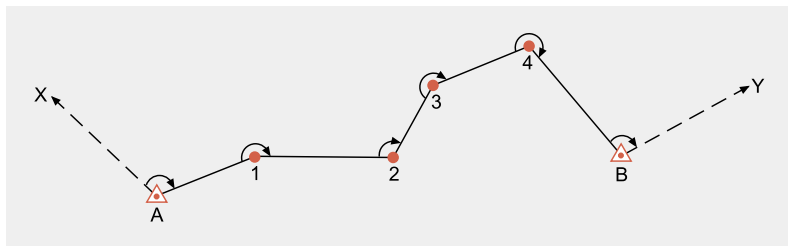
在三角網測量後，還須要從山頭野嶺的控制點衍生更多的次一代控制點，推延至市內民居須要繪成地圖的地方；衍生的方法，可以是較細小的三角網形式。但因地形關係，一般民居的地

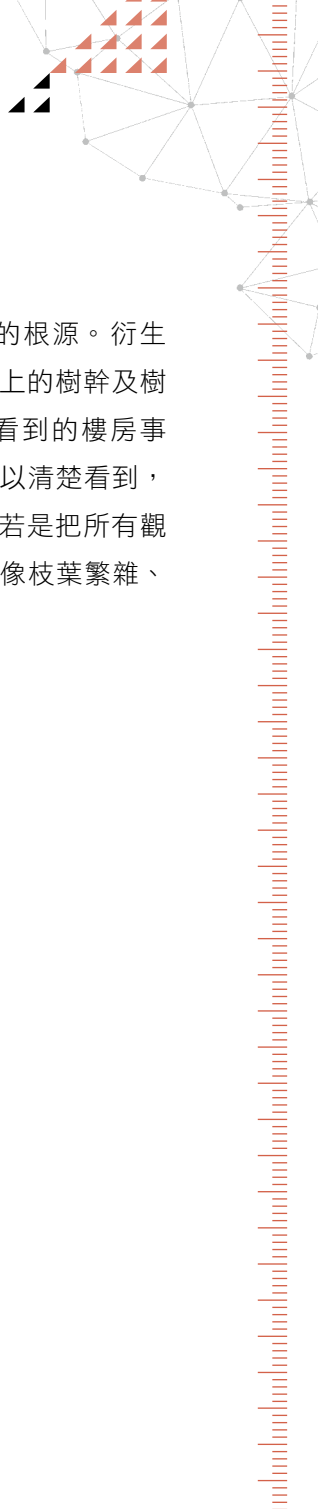


方都位於狹長的街道，難以橫向觀測角度，三角網的方法未必適合。

沿街道測定控制點，多用蛇形線狀形式，其法是依路形放置一連串的铁釘標誌（1，2，3等），使每鄰點可以互望。起步的控制點是三角網測量階段時測定的點（即圖 1.3 的點 A）。從此點架設儀器觀測前點 1，讀出距離，並測定與前後點的夾角，目的是找出從起點至第一新點（即點 1）的方向和距離。接著重複這工序，從點 1 再測向第二新點（即點 2），直至全線完成為止（即點 B），是為導線測量（圖 1.3）。測定了這些線狀的控制點後，便測量屋角及其他事物。方法是從每一個控制點量度至每一屋角的方向和距離，確定它們與控制點的距離和角度，記錄在案，便有座標，便可繪成地圖。

圖 1.3 • 導線測量





地貌詳圖的測量程序

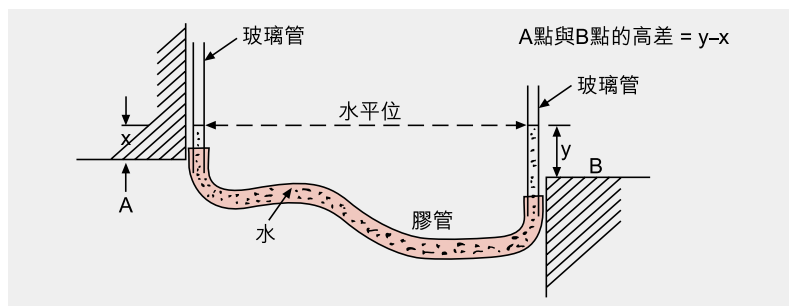
回看三角網控制點開始時，就像樹木地底下的根源。衍生出連串的第二代、第三代的控制點，便等於生出地上的樹幹及樹枝。測定的屋角等，相當於花朵、樹葉。地圖上看到的樓房事物，等於可見的花朵。花木的整體連樹幹樹枝都可以清楚看到，但地圖上的測量控制點，多會隱沒而不繪畫出來。若是把所有觀測的線段距離等無形的線段都繪在地圖上，看來便像枝葉繁雜、縱橫交錯的花木一般。

山高水低話測量

地球表面有山有水，凹凸不平，要繪畫地形，除平面測量外，還要有平水測量（leveling）。其實即使地面是一個平台，我們建造樓房，敷設水道時，也需要高低的量度。

平水測量就是測量點與點之間的高低差距，基本的方法是利用水受地球地心吸力（下稱重力）作用的影響來進行測量。原理在於水因重力而向下流，但當兩點是在同一平面時，水便不會流動。所以原始的平水測量方法，是用一條長而通口且兩端可以透視水位的膠管來測量。由兩名測量師拉著膠管站在兩端，而另一測量師把膠管注以清水，在水位所到之處畫上標記，這兩標記點，便是等高（圖 1.4）。

圖 1.4 • 原始的平水測量方法





若要有系統記錄所有平水點的高度，當要有一基準作起點，這道理和平面測量中三角網的基線相似。

水準基點（fundamental benchmark）應該放在哪兒，以哪個數字開始，其實並不重要，重要的是這基點一定要堅固不移，絕不能有絲毫升降；一般而言，土地甚少會上升，但下沉的情況卻絕不罕見。雖或沉降僅是十分之一或百分之一毫米，但在測量基點上，這些微的沉降幅度已不可接受。這基點必要歷數百年都不變才合標準。

以此說來，任何人為的建築物恐怕都難以達到這要求。為了與日常生活配合，最適當的水準基點應是海面，但海面波濤起伏，永不休止，沒有神仙可以喝令大海平靜一刻讓測量員設一記號，以記錄海面的真正高度。不單如此，海水還有潮汐漲退，使測量員無從認定何時的海水高度才是標準，所以要想配附一個零的高程數給海面，也是難作定義。因此，測量員需把高程點埋放在實地岩石之中作基準，測定它與平均海面的高差，然後賦予一個數字，便能達到水準基點的要求。

既然海水起伏不停，漲退隨時，它的平均位置又怎樣確定？基本的觀測方法是在海旁固定一支垂直的水尺，定時記錄水位，經長時間的觀測，取其平均值，這說來簡單，但實際的安排卻要許多討論。

第一是安設水尺的位置。水面的高度，除了受自然的潮汐影

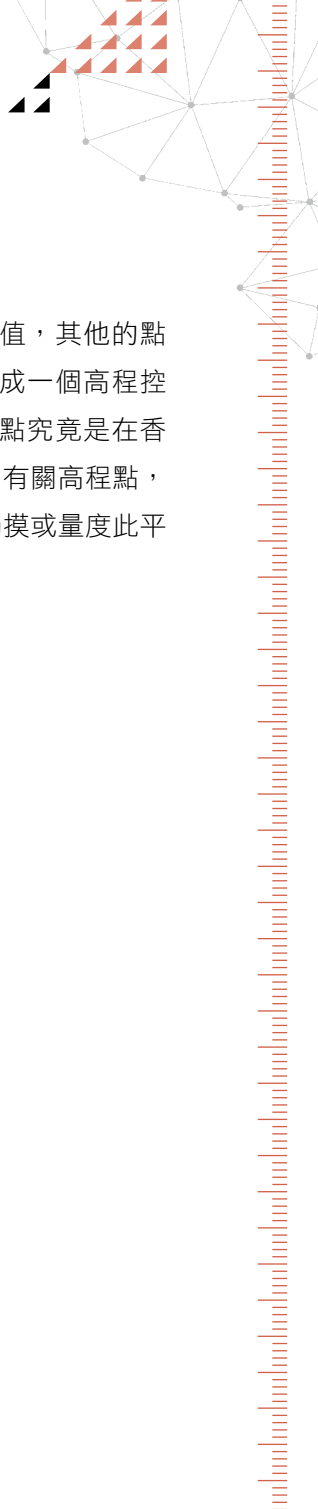


響外，與風速、水流、海床及周圍地勢等都有關。若要測定純屬潮汐大勢形成的海水高度，而排除一些人為或偶然因素，則選址是非常重要的。要為一個地區，例如香港，建立一個高程測量系統，更要在不同地點安設多支水尺，以求取水位的平均數，才有意義。

其二是觀測的密度和記錄。上世紀早期，設備簡陋，觀測是靠「目閱」，每一水尺，安排專人實地讀數，每十五分鐘或相類的密度，記錄水面平過尺上的讀數，這讀數當然難以準確至分寸，但長遠積聚的平均數，總可以作根據，這樣的讀尺工作，晝夜不停，輪更從事，電筒照明是不可少的工具，這樣原始的觀測當然不可久用，所以便有改良了的水尺，上附有浮標，連繫至岸上的自動記錄儀，這樣便可以連續地測量水位，並減少人為的讀數誤差。

其三是時間問題，究竟應觀測多久，才能推算出可靠的平均值？答案很顯然，越長期越好，即使是數百年不斷測度，也絕對歡迎。但若說是合理的時段，則十九年是最基本的周期。

原來影響潮汐的力量，主要是月亮，其次是太陽。日、月、地球運行形成的相互位置，是形成潮水漲退，以及漲退強弱的因素，這三者的相互位置與時間不同，但約十九年還原一周，所以潮汐的變化也依此周期產生。電台的問答遊戲節目，偶有問及農曆和新曆經多久會再現相同日子重疊的現象，答案是十九年，正是因為農曆是依據月球運行，而新曆是依據太陽運行之故，十九



年為一運轉周期，原來有此應用。

埋放了水準基點後，這基準點永遠維持同一數值，其他的點都可以用平水測量的方法，確定點與點的高差，組成一個高程控制網，類似平面測量的三角控制網般。若問零高程點究竟是在香港哪一層面，答案是在平均海面以下約4呎的地方（有關高程點，請參閱 Chapter 3〈竟也複雜的加減數〉），但要想觸摸或量度此平面其實是沒有意義的。