



童子軍小叢書

測 量

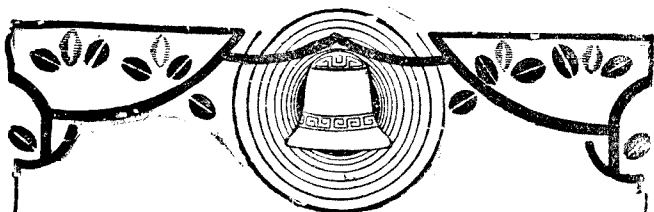
主 編 者

陳 立 夫
薛 元 龍

編 譯 者

汪 仁 侯

正 中 書 局 印 行



**版權所有
翻印必究**

中華民國二十六年 五月京初版
中華民國三十五年十二月滬一版

童子軍小叢書

測 量

全一册 定價國幣一元

(外埠酌加運費匯費)

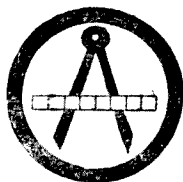
主	編	者	陳	立	夫
編	著	者	薛	元	龍
發	行	人	汪	仁	侯
印	行	所	吳	乘	常
發	行	所	正	中	書
			正	中	書

(782)

目 次

第一章 總論	2
第一節 什麼是測量	2
第二節 測量的種類	2
第三節 測量所包含的事項	4
第四節 童子軍測量的意義	5
第二章 地形的偵察	6
第一節 偵察的範圍	6
第二節 地形學	7
第三節 溪澗	8
第四節 道路	10
第五節 偵察的效果	11
第六節 概覽	12
第七節 地圖	17
第三章 簡易的測量	18
第一節 用具	18
第二節 怎樣用測鏈丈量	20
第三節 場地記錄	24
第四節 怎樣用羅經測方位	27

第五節	支距測法	31
第四章	製地圖	33
第一節	用具	33
第二節	分度規的用法	34
第三節	比例尺	36
第四節	地形符號	39
第五節	錯誤	40
第五章	關於測角的種種	42
第一節	三角形	42
第二節	測河面寬度法	45
第三節	三角測量法	47
第四節	由兩直線的方位推求它所成的角	49
第五節	怎樣測高	50
第六節	直角的求法	53
第七節	測算面積	54



測量專科訓練標準

- 1 能製詳細地圖一幅比例尺規定 1 : 2500
- 2 能在實地或由記憶於短時間內作一草圖
- 3 能用各種方法測量高度
- 4 能實測河闊
- 5 能測兩個不能接近的目的物的距離
- 6 知道指北針比例尺高度線和規定符號等的用途

第一章 總論

第一節 什麼是測量

在普通的意義上講：凡計量地面上諸物間的距離，計量地面上諸線間的角，決定地面上諸線的方向，以及憑藉了已決定的角和線而在地面上定諸點的位置等，都屬於測量的範圍。

測量的用途很廣，距離的遠近，面積的大小，和測度了地形製成地圖，以至各種建築工程如：鐵路，橋梁，開礦，建築，房屋等，沒有不需要應用到測量的。

第二節 測量的種類

測量的種類，因測地的大小，測量的宗旨，和施行的方法等，而有種種不同。

因測地的大小而分類的，有：

平面測量 (Plane Surveying) 行測量時，如果把地球的平均表面當作平面，換句話說，就是不注意到地球是球體的，這種測量叫做平面測量。在這種測量法中，視水平線（即在一水平面上的線）為算學上的直線；視所測量範圍內任何一點的垂

直線的方向，爲和任何別一點的垂直線的方向，完全平行；視多邊形的諸角爲平面角。

因爲在地面上長至一百公里的弧，比了它的弦祇長了不滿一公尺。可見除非在廣大區域上行精密測量時，始須計及地爲球體外，其他尋常所行測量，儘可全行平面測量。所以凡道路、鐵路、渠道，和別種土木工程，自決定計劃，以至實地施工，所作測量都屬平面測量。決定土地界線的測量，除關於國界，省界外，大也都用平面測量法。測定高度通常也視爲平面測量的一部。

大地測量 (Geodetic Surveying) 地的曲度雖微，然所測的地面積如極大時，也須計及它的曲面，以求它的準確。行測量時，如須計及它的曲面的，就叫做大地測量，或測地學。

可是廣大區域的測量，如果不必求它十分準確的，仍可視作一個平面，而用平面測量法測量。

因測量的宗旨和用途而分類的，有：

- 陸地測量 (Land Surveying)，
- 水平測量 (Levelling)，
- 地形測量 (Topographic Surveying)，
- 水路測量 (Hydrographic Surveying)，
- 礦山測量 (Mine Surveying)，
- 鐵路測量 (Railroad Surveying)

等若干種。

因施行的方法而分類的，有：

直角測量 (Rectangular Surveying) 是以垂線的法則爲標準的。

三角測量 (Triangular Surveying) 是以三角形的法則爲標準的。

第三節 測量所包含的事項

行任何種測量時，必須包含下列三件事項：

(一)測法 用各種簡單或複雜的儀器，測出距離的遠近，和角度的大小，這是測量的第一步驟。

(二)計算 由測得的各事項，用各種計算的方法，推算所求的各件，這是測量的第二步驟。

(三)製圖 把測得和計算所得的各事件，依相關的位置，繪製成圖，這是測量的第三步驟。

我們依著這樣的順序，做到第三步時，那末所測地的形勢，便都表顯在紙上，而測量的工作才算告成。

通常我們以在目的地作種種計量，即上面所講的第一步驟，稱做外業。

以在室內推算，製圖，即上面所講的第二和第三步驟，稱做

內業。

第四節 童子軍測量的意義

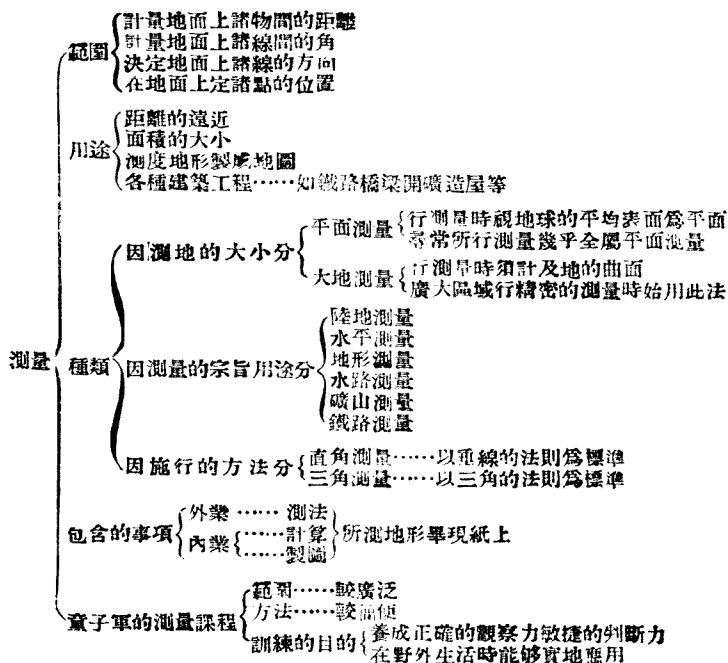
上面講的，是普通所謂“測量”的大概，至於我們童子軍課程裏的所謂“測量”，卻稍有不同。它的範圍較為廣泛，它所用的方法卻不需要如測量專家所用那樣複雜；因為童子軍學習這種課程的目的，並非要造成一個測量專家。不過要藉這種訓練，使他們

(甲)觀察正確、判斷敏捷；

(乙)在野外生活時，能夠實地應用。

所以童子軍高級訓練中間，把測重量，測數目，和測高，測遠，測面積，測體積同納入測量之中；專科測量課程裏，也常常把地形的偵察，視為重要的一部份。在實施測量之前，必先對於地形能作整個的觀察；從事測量以後，往往對於事先的探測，得以相互印證。於是觀察判斷的能力，因測量的實施，獲得多方的經驗，而益見正確和敏捷；測量的技能，因觀察的銳敏，獲得種種的便利，而益見純熟。相互為用，那末這種課程的訓練，目的也就達到了。

提 要



第二章 地形的偵察

第一節 偵察的範圍

這裏所謂的偵察，是包含考查土地的位置、形勢。察度平原、谷地、山嶺，估量道路、鐵道，探究河流、水力等類，種種有用的工作，這些事都是富有趣味，而令人百玩不厭的。假使我們一

提到這個名詞，就會聯想到宇宙間山嶺、樹林、江河、海濱、田地、道路、沼澤、沙漠等一切自然界偉大的事物，而冒險精神好奇心理也便隨著湧現於胸中了。

第二節 地形學

地形學 (Topography) 這一個名詞，你們聽見了不要畏懼，或望而卻步，以為這是一種高深的學問，其實“Topography”這字，原是從希臘文蛻化而來的，它的意義就是地土描寫 (place-writing)。你們讀了這本小冊子，再到野外，山間，實地觀察，或探索一下，自然也能熟練。

有些人對於地土的認識，非常清楚，有些人卻是一片模糊，認識不清。舉一個例來講罷：有人在走路的時候，任你是七彎八曲，走了一大陣。但是他能夠知道自己是站立在一個什麼地點；或者他爬上了一個山頂，但是他能夠指出他的家是在什麼方向。可是有些人不能這樣做，所以假使他在曠野裏走了半個鐘頭，或者在小巷裏轉上幾個彎，那時要是你問他該怎樣回去，他一定會搔頭摸耳，瞠目不知所對；即使他回答你，無疑地全然不對；有時他自以為認識正確，其實仍然是牛頭不對馬嘴，這也難怪，他實在不懂得認識地土的方法，也就是不懂得地形學。

軍隊往往因為不懂得這回事，而全軍覆沒，和常人不知道日出日落的方向，而迷失道路，一般無二。如果你不懂得認識地

士、請你記着，你可以因實地練習而漸漸了解，漸漸熟練。

地形學能夠幫助你辨認地土的位置和形勢，山和谷的狀態，道路和鐵道的分佈，以及爲什麼某一條路要向着某一個方向前進，某一條路又向另一個方向前進，爲什麼溪澗沿着山谷而奔流，它們從那裏來，往那裏去，等等的道理，這不是一種極有趣味的學科麼？

大凡一個人沒見過山的，倒不想要登山，陟嶺，但是他一經登臨山巔後，他便要再想續登第二山，行行重行行，遊歷的思想，便油然而生了。大概多作遊歷，一定會增進地土的辨識力，反過來說，地形學也能予遊歷者以莫大的助力。

第三節 溪澗

溪澗在一個沒有思考的人的目光裏看來，祇是一樣極平凡不過的東西。如果你問他：“溪澗是一件什麼東西？”他一定會想，你這樣發問，未免太覺無聊，溪澗便是溪澗，有什麼探討研究的價值呢！

這裏，我要回頭來問問讀者：你們對於溪澗曾經一加考察麼？它到底是一件什麼東西？——我想它是一件很有趣的東西，它是從某一個地方來，流向某一個地方去……：我這樣講，或許你們聽了，一定會哈哈大笑道，“這有什麼稀罕！我們早已知道是這般，無庸你鄭重其事的來講。”可是，我就不得不再問你們：

“你們既然早已知道是這般，那末可曾想到它爲什麼這般呢？你們可曾溯流而上，探求過它的水源麼？”要是你們不會這般想，不會這般做，那你們便是大大的錯誤！你們應該這樣去想，這樣去做，更不應該這樣輕巧地笑，輕巧地說什麼“不稀罕”的話兒！

如果你們沿着溪岸走去，或是立在一座小橋上面，觀察到橋下的水，川流不息，源源而來，汨汨而去，你們可曾想到那水一定有個起源的地方，一定有個原因向這一方向流去，不向那一方向流去，一定還有一個終流的地方？這些問題，恐怕你們以爲沒有探索的價值，而淡然置之罷？或者竟視若無睹，而沒有想到罷？要是你果然能這樣想到的話，那你便該慶賀自己，因爲你堪稱一個富有思想的少年。

你們對於溪澗，水流，愈肯下功夫研究，便愈覺喜歡它；道路，山嶺等等，也是這樣。你們肯常常這般的留意研求，累時積月，經過了相當的時間，你們的學識，也就大有可觀了。當你們走到一個陌生的地方，那時便會感覺到非倚靠自己的才智能力不可。如果自己是富有地上的認識力的，一定會得到很多的便利；否則缺乏這種知能的，將大大的吃苦呢！

溪澗的水，大概終從山脊——在學語上稱做分水嶺——發源，向山谷低處流去，會合許多小溪，而成較大的溪流，流入江河，或竟注入海中。它經流的地方，稱做流域。溪中如果可以通航，你們便可以坐着各式的船隻，沿流航行，作“乘長風，破萬里。

浪”的快舉，那一定可以使你們覺得樂趣無窮。

第四節 道路

道路和溪澗一般，也是從某一地方來，向某一地方去。例如你們所居住的街道，大概總從附近的大城鎮通來，而又達到旁的大城鎮去，更和其他各城鎮相互溝通。你們所認識的道路，祇不過極少數的一部份。你們試觀察道路，常紆曲而變更方向，有的部份是成直線的，有的部份是成曲線的，這些情形你們一定深印腦際，非常熟悉；但是或許沒有想到，它為什麼這樣罷？你們有時由一條曲折盤旋的道路，引達到山頂上去，這又是爲了什麼原因，要這樣的繞遠路呢？總而言之，這全是地土的形勢使然。路道的建成，巧妙不可思議，可見當時——一千百年前，人民的智力，已經很不差，所以能夠依着地形，敷設成爲適宜合用的道路，給人享用。

如果道路的敷設不佳，不能和地形相適應，那末人人定將吃它的苦；彷彿我們行經崎嶇不平的山徑時，一樣的受累不堪。但是從前的人造路時，早已明白這個道理，而顧慮及此了，例如上山的路，他們會築得紆迴盤旋，徐徐的引達山頂，雖然路是長些，可是登陟卻較爲便易。

鐵路的敷設也是這般，如果一條鐵路，越過一座小山，由山麓到山頂一定要順着地形，盤旋而上。因爲火車祇能由長坦而

高度漸增的路，通往山上；決不能像馳馬一般，在極近的距離間，增加極大的速度，自山坡馳騁而上，直登峻崖峭壁。

這些事例，可說都是和地形學有着不可分離的關係，雖然我們僥倖生長在物質文明發達的二十世紀，享着現成的幸福，可是我們對於地形學，仍須研究，以求精進，因為世界是日進不已，決不肯止於現狀的。

第五節 偵察的效果

你們如果耗費半天的時光，在你們住處的附近，做一些偵察的功夫，你們一定能夠發見道路的來蹤去跡，和它怎樣的東彎西曲，怎樣的和別的道路相啣接等等；又能溯流而上覓得溪澗的水源，登臨山頂觀察陸地的位置，形勢，所獲得的知識，一定不少。我們並且可以根據偵察所得的事項，製成簡略的地圖，這種略圖不需多大功夫，便可製成的。

在野外偵察時，除探索道路，溪澗外，還有許多事物，值得研究和觀察的，像水磨、磚窯、運河、橋梁、礦山、石坑、樹林、牧場、崖石等種種有趣味的事物，都有細心考察的必要。你們可以由潛心的觀察，或詳細的詢問，而得到它們的究竟。你們尤須隨身攜帶筆記簿和鉛筆，把探索所得的一切事項，隨時隨地一一記下，更可依此作成精細的圖表，或作成建築物的平面圖和剖面圖等，以備查考。

如果你結伴出外作偵察的工作，務必要慎選伴侶。最好要他們對於偵察的事情，也有充分的興趣和同情；如果他們對於這件事不感覺得有什麼興趣的話，還是另覓相當的伴侶為妙。切記着你們的團體裏不可攙入暴烈份子，或和你意見相左的人。因為這些份子攙入團體，往往會使你們的事情失敗，除非你有能力可以駕馭他們。

在你們出去擔任偵察的工作時，還有一件很重要的事情，須要牢記：“你們的報告必須正確。”切不可以個人的猜測，或膚泛的觀察，作為偵察的結果，隨便報告，塞責了事。這裏讓我來告訴你們一件可資警惕的故事：——

從前有一個少年軍官，奉主將的命令，去偵察一條急流的河道，上面有沒有橋梁跨越。他到了那裏，四面一望，看不見有什麼橋梁，他就回來報告主將，說：“河面沒有橋梁。”那位主將以為他偵察得不錯，相信那邊的敵軍，既有急流阻擋，又沒橋梁可通，一時決不能飛越過河；於是便下令安歇，不作準備。不料那天夜裏，敵軍驟然過河猛襲，一時措手不及，無法抵禦，被敵軍殺得尸橫遍野，血流成渠，幾至全軍覆沒。原來那河面實在是有橋梁架設着的，不過那少年軍官沒有探索得到，以致闖下了滔天的大禍。

第六節 概覽

各處地方，粗粗一看，未必覺得怎樣有趣，但是不論什麼地方，一經細心觀察，實在都有可供研究的資料，越是山嶺重疊的地方，越多自然的樂趣，我們在偵察或測量一個地形之前，應該先作一回大體上的觀察——概覽，而後才能夠胸有成竹，不致茫無頭緒。

辨認方向，當然是偵察上一件要事，所以你們到野外去時，不要忘記帶一隻懷中小羅經。此外，在平時你們應該到戶外去，常常觀察太陽的位置，早晨留心它上升的地方，傍晚留心它下落的地方。雖然我們知道一年中間，太陽的位置，略有變遷，但是從東方上升，西方下落，那是決不會錯的，因為地球的自轉，永久是從西而東的啊。

當你出行時，如果落日在你的左邊，那便可決定你是面向北方而行，清晨向日而行，可決定前面是東，後面是西。總之，你應該在走路時，常常自己發問：“你向着什麼方向前進？”或者“對面的一座大建築物坐落什麼方向？”“你的左邊或右邊是那一方？”等，隨時辨認，以求純熟。

還有一件事，天氣晴朗的夜間，你們應該常常找尋北極星。找尋北極星的方法，這裏也不必細講。大約你們總已知道大熊星在那裏，依着它的指北星而尋出北極星的方法，不消說得你們做童子軍的，誰都熟透的了。——如果你們到了赤道以南去。這星當然不能看見了。

上述一切如果都能隨時注意，那麼你們所要去的地方，或目前所在的地方坐落什麼方位，當然能很迅速的推測到而知道它的大概了。

這裏爲要便於指示你們在一個地方怎樣着手作地面概覽起見，特提示一個地圖在下面，你們姑且當它是一個真實的地點，你們應該如下述的方法去作一概覽，經過這樣一番觀察後，當然你們對於這地點便會瞭如指掌，無論施行測量，或製作略圖，決不致有迷離恍惚，無從下手之虞了。

現在假設我們從家裏即 A 點出發，沿着一條幹路向南進行，幹路一旁有一座小山，這山在你出發點的門口，便能望得見它的頂點。幹路的右旁爲一片球場；左旁有兩條支路，可通至火車站，這兩條路到車站去，那一條比較近些，那條遠些，這是我們以後——把它們測量過製成地圖時，就很容易知道的。我們要往球

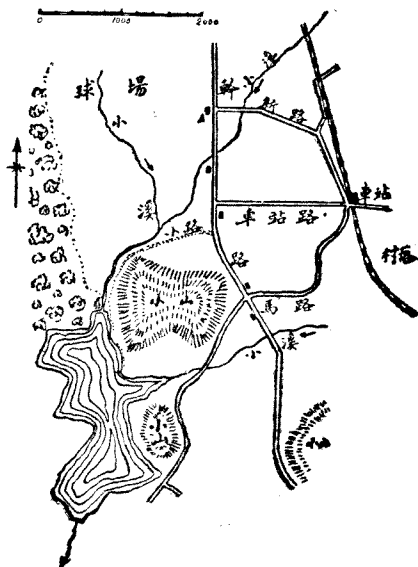


圖 一

場，須得經過一條小溪，你們試想這條溪從那裏來的，到那裏去的；在山腳的那一邊另有一條小溪，這兩條溪是不是同歸一源，我們當然可以溯流而往，得到它的究竟。球場的右邊有小徑，此小徑即沿一樹林，曲折而南。從家門到小山之麓，約有八百公尺距離，這條路很寬闊平坦，可供我們做練習賽跑的跑道；山很峻峭，須爬行而上。

在山的對面，路的左旁，乃是一塊廣大無際的平地，這是一個平坦的谷地。鐵路縱穿而過，這鐵路在作圖時，自然也該畫入。我們在這裏聽得有尖銳的銀笛聲，就是火車已經離站開行了；但是我們從這裏對直望過去，不能窺見車站，因為那裏有物障礙視線。稍遠望去，如果火車開過，卻可以看見一縷黑煙，從車頭的煙囪中噴出，那是因為這地方卻是個斜坡低處，而鐵軌的高低，往往鋪成水平面，遇高處掘土使低，遇低處築土使高，所以火車開到那裏，自然顯露而易見了。

車站的附近，屋宇相接，聚而成一村。那裏是一片平壤，人家取它便利，所以歡喜造了屋子，住在那裏；但是在那山上也有好些人家住着：這是因為有的人歡喜山居，以為別有天趣，不遜普通一般人，終是歡喜住在平原，和靠近車站等交通便利的地方。假使你們選擇居處的話，試問願意住在什麼地方呢？

我們再登那小山頂上，一看又發見了別種有趣的東西，在山的西南腳下，山谷中有一片蕩漾的清水，這是一個貯水池。我

們把一個貯水池考察一下，它的有趣不是我們始料所能及。普通的池子雖也覺得好玩，而貯水池為尤甚。它是用人工所造成的，水也是人工所貯蓄的。從山頂下行，達斜坡盡處，適當樹林的末梢，便走到了那貯水池的岸邊。我們循着岸，在蘆葦叢中，慢慢踱去，到池沿的另一端，那裏有一個龐大的建築物——壩。它是一條高的堤築，在山谷中的最狹處，阻水外洩；堤下有拱門，一條小溪從那裏向谷外低地流去；這樣的堤壩，不是也很有趣麼？往往一個乾涸的山谷，可築堤壩，截留山水，而成浩漫的大浸。世界上有些國家，築着成千累百的貯水池，供種種的用途，因而它們得到豐富的收穫，供養成羣的家畜。貯水池是個重要的建築物，製圖時也應畫入。

我們再注意一下太陽的方位：它向那裏下落，就知道這是西邊，然後可以推知北方，更因而推知其他各個方位。

現在我們對於這一個地面的重要事物，觀察已經完畢，又研究了些那裏的位置形勢，覺得已經有些把握了。我們已經考察過的事項，計有：一條幹路，一座小山，一片平原或谷地，一個

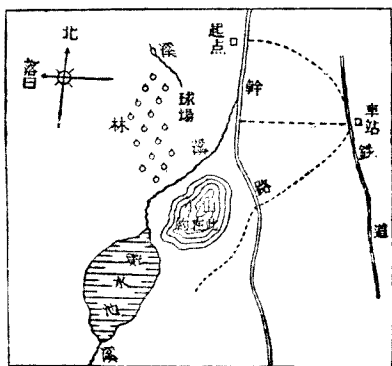


圖 二

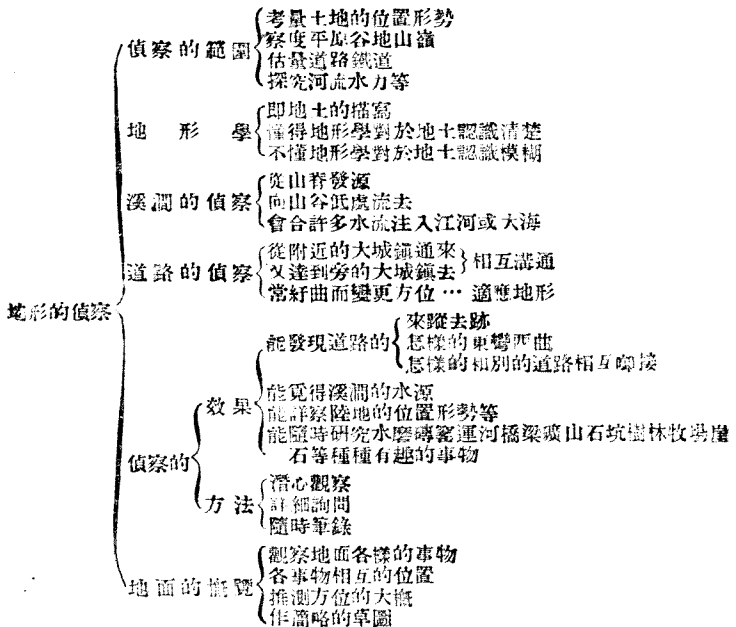
村落，一條小溪，一個球場，一處樹林，一個貯水池和一條鐵路，以及這些事物的地位的相互關係。地面概覽已畢，第二步我們便可做測丈的工作，以至計算，繪圖。但是在我們離開那裏之前，最好把概覽所得，依它們大概的情形，繪成一個簡略的草圖，至於它們的真形，尺寸，長短等，當然要經過測丈後，才得正確。像上面就是那個草圖的實例。

第七節 地 圖

講到地圖，它實在是最可玩味的東西：各種地面的事物，都可用符號標示在上面，——道路，鐵路，山嶺，溪澗，田舍，村落，甚至樹木。你們如果依據了一幅這樣的地圖，出外作半天偵察探索的工作，真是再有味不過的一件事。

我們在出門之前，應先把地圖審視一下，決定向那條路走，或者依着怎樣的順序進行。我們可從地圖上所標明的比例，推算路的遠近，面積的大小，這是能讀地圖的第一步。有些人——簡直是好多人，看着地圖，覺得撲朔迷離，他們不懂得怎樣推算路的距離，也不知道那一邊是南，那一邊是北，這樣，雖然有了地圖，依舊一點沒有用。你們如果不會讀地圖：祇須消費半天功夫，請一位老師或朋友實地指導你一下，便不難學會，原來讀地圖，並不是件困難的事，而學會後，却能使你畢生得益無窮。

提 要



第三章 簡易的測量

第一節 用具

測量沒有錯誤，才可製成正確的平面圖。測量必須用器具，但是我們的測量，要愈簡便愈好，所以所用的器具，也是愈少愈好。

下面這幾樣器具，就是我們最簡單的測量器具，要不了多少錢，就可以購備齊全。

一條一百市尺(三十三又三分之一公尺)長的粗繩；

一隻懷中小羅經，能大些最好；

一本筆記簿和一支鉛筆；

一袋木栓和一柄斧頭。

夠了，用着上面這幾樣用品，雖不能測量精密，像工程師一般，但是不論做什麼應用的工作，已經很夠用了。工程師常用鐵的測鏈丈量遠近，和一種器具叫做經緯儀的測算角度，當然經緯儀構造是非常精妙的，試想幾千里長的鐵路，道路，運河等等，都可用着它測量。

工程師的測鏈，由一百個小鐵條或鋼條接合而成，每條接合處，用小鐵圈相連，所以全鏈雖長，可以折疊成束。鏈的兩端，各有一大環，叫做手柄，做量度直線時把握之用。每節的長，大都是一呎，但也有用別種長度的；每隔十節處，繫一特別式樣的銅片，量度時不滿一鏈的長，祇要看銅片的數目，就可以知道幾十節，可省却逐節數的勞力。我們測量用的測鏈，就用那根一百市尺的粗繩代替。在每十市尺處打一個結，作為標記，在中央五十市尺處，再繫着一條顏色帶子；兩端各做成一個小圈子，以便握手，但是連圈子的總長，要適成一百市尺，所以這粗繩原來的長度，要比一百市尺稍長些。



木栓也要做得適當：用光滑平正的長方木頭，鋸成長二十公分，粗二公分半見方的木塊，一端用斧削尖。如不能得到適宜的木材，做得各面都光滑平正，至少也得把一面刨平，以便在上面標明數字，因為每一

個木栓都有一個相當的號碼。

第二節 怎樣用測鏈丈量

測鏈是量度距離長短的工具。當實施測量時，至少要有三人，組成一隊。隊中推定一人為領袖，職掌記錄，叫做場地記錄 (field-book)，他應該把場地——這裏所稱場地兩字，並非指普通的場地而言，凡我們從事測量的地方，統稱做場地。——上測量所得各事項，都記入記錄簿中，並且指揮全隊的工作。

用測鏈量度一條路線的時候，必須兩個人牽着測鏈，各人握住末端的小圈。在前面的一個人叫做前測員，在後面的一個人叫做後測員。

測量的開始，第一件事就是由前測員在起點處路旁地下打一個木栓。木栓事前要預備充足，裝入旅囊，由前測員背在肩頭，應用時便於隨手取用；還要攜帶一柄斧頭，以供打栓入地時的應用。

這裏你應該記着：起點處所打的木栓，應該是上面標著 0 號的那一個，並不是 1 號的那一個，因為這數字本來並不是表

示木栓的個數的。

每一個木栓和相鄰的一個木栓中間的距離，稱做一站(station)。

第一個木栓打好後，前測員拉着繩子（測鏈）的一端，向前走去；後測員就拉着繩子的他端，站在起點處 0 號木栓的後面，把繩的末梢，安放在木栓頂端中心，用手固定。前測員走到盡一鏈的長的地方止步，把繩子稍微用力一拉，使成直線，同時取出第二個木栓，上面標明 1 號的打入地中，使頂端中心，恰當繩的末梢處。這裏，你們必須牢記着：木栓標明號數的一面，應該正對後測員；還有，繩子用力一拉，那是必要的手續，因為繩子或者屈曲，或者下垂成弧形，必須加以牽引力，使它成為直線，所測才得正確。

這樣，就量得了一鏈的長，後測員和前測員同時各拉着繩的一端前進，後測員走至第 1 號木栓處立定，把繩的末梢，緊按在這個木栓頂端中心處；前測員走到盡一鏈的長的地方止步，照前述方法測第二鏈的長。

照這樣，依着路線，一鏈一鏈的遞次測去。沒有經驗的人，往往不能在真正的一條直線上測去，而東彎西曲的前進，結果所量的距離，每每比真實的距離長出不少來。例如：圖四，我們要量 AB 的長，照真確的量法：計長五鏈，即 A 至 C，C 至 D，D 至 E，E 至 F，F 至 B，各長一鏈。但是測量時不依直線進行，如

圖中虛線所示，雖然也是一鏈一鏈遞次量去，但是結果量到第五鏈時，祇達到 G 點，還有 GB 一段沒有量，因此五百市尺長的一條路線，量成了五百二十市尺，或五百……市尺，比實在的多出了幾十尺。“直線是兩點間的最短的線”我們測量時，須得根據這個原則，量度兩點間的距離。

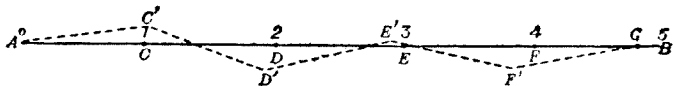


圖 四

我們為要達到這個目的起見，可於終點 B 處，找一可以做目標的東西，像樹木，電桿木等；否則立一童子軍的木棍，最好是用一根標桿，插在 B 點處，以為標的。它的形式如圖五，用木或鐵製成，長短並不一定，普通所用常為八英尺，桿身分段髹漆，紅白相間，使易於瞭望，下端接以尖錐形的鐵腳，以便插入土中。

測第一鏈時，後測員以一眼自 A 點向前瞭望，以測 A 點的木栓和 B 點的標桿及前測員站立的 C 點，是否在一直線上，如不成一直線，後測員應用手勢或語言，令前測員向左或向右移動他的位置，到移至適在一直線上時為止，然後前測員在這一點處打入木栓。測第二鏈時，也是這樣，使 C, D, B 三點，成一直線為度。這樣，所測的結

圖 五 果，便沒有彎曲之虞了。

測量員逐步丈量，領袖隨時把他們丈量所得一一記入場地記錄中。凡於製圖時必須繪入的事項，應記明它所在地的地位，尺寸。例如：測至一條分路時，便在分路處的中心點立下一個木栓，再丈明從最後一站到這裏多少尺數，然後在木栓上面記明最後的站數和不是

一站的零數，像圖六所示

“10+50”，意即十站又五

十市尺，就是表示這條分

路位於幹路的十站五十

市尺處，領袖就把分路的

地位 10+50，記入記錄，

製圖時可以根據記錄，在這個地點畫分路，而不會畫到別處去。

注意着：這一個木栓必須立在直對分路的中點，不要偏在左邊或右邊。

其他像小溪，房屋，以及一切事物，凡要表示它所在的位置的，都用這樣的方法。如遇路轉變成弧形處，在它曲折的起點和終點，也都須立一木栓，並標明站數和尺數，和上面講的一樣；不過還要在數字下面加上 B. C. (Beginning of Curve 意即曲折的起點) 或 E. C. (End of Curve 意即曲折的終點) 字樣。在丈量道路的曲折處，切勿把繩子依它的形狀彎曲着丈量，因為這樣是量不準的，必須把繩子拉直了量。

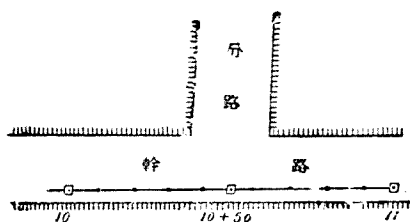


圖 六

因為我們知道圓周的一部份叫做弧，弧度間的一直線叫做弦，像圖七14站和15站間的一直線，就是這條路曲折處的一條弦。丈量道路或溪澗等，遇有成弧線的地方，總要量弦，不可量弧。

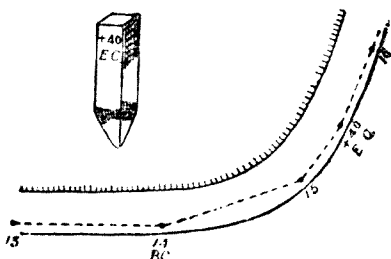
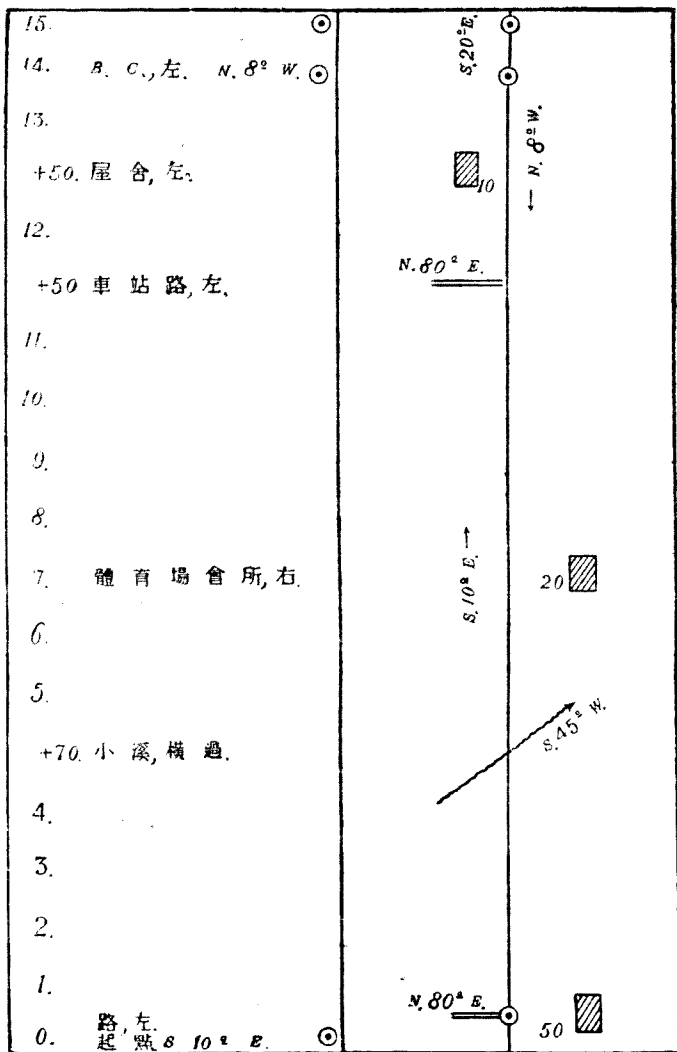


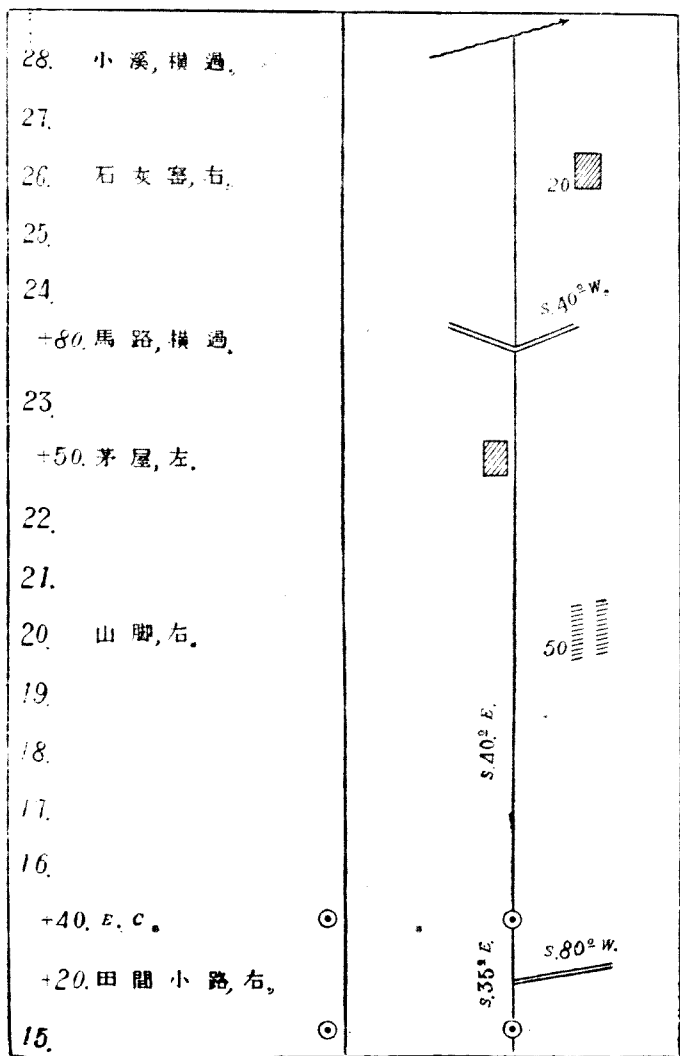
圖 七

第三節 場地記錄

場地記錄的式樣是這樣：——

在每頁的右邊，從下面繪一直線至頂端，這條線代表你們所測的路程，可是切勿依着路的曲折的形勢，把這條線跟着畫成曲線，總之，不論路的形勢如何，這裏總是畫成一條直線。每頁的左邊一半地位，專備記錄各事物要項。各站的號數要依次填入，切勿先行填就，必須跟着測量員一路走去，每經過一個木栓的所在處，記入這一個木栓的號數，既不可未到那裏先行填入，也不要已經走過，而忘却記入，以防重複或遺漏。司記錄的人如覺得他的記錄有疑義時，務須不憚煩勞，立即檢查；萬勿因循苟且，以致失之毫釐，謬以千里。在每一站，前測員打入木栓時，應朗聲唱出那木栓的號數；後測員聽着他所唱號數，要留意和自己面前的木栓號數比對，是否順序相符，一有錯誤，也應立





即指出，以便查核，立即更正。

在場地記錄每頁的左半，除記錄木栓號數外，還得記明道路，溪澗，房屋，山嶺等事物，以及那些事物在路的什麼方向，或左，或右。如果要表明房屋等事物距離這路的遠近，可在經過時隨時用皮帶尺丈量明白，記入記錄中。

上面兩頁，就是一個場地記錄的實例，你試細細的看了，當不難領悟。

小溪處的箭頭，表明水流的方向。當你測量時，遇到溪澗河流，一定要察看它水流的方向，並且不要忘記記入場地記錄中。

再看記錄中，不是有+20，+50……等字樣麼？那是表示房屋，道路，溪澗等的地位，在某站多少尺處；但是丈量時，應以這些事物的中點為準，這是前面已經講過的。

第四節 怎樣用羅經測方位

以上所講，祇不過是測量遠近的方法，以下再要進而講到測定方位的方法。

我們如果攜帶一具小的懷中羅經，方向便不難測得：能覓得一具精美的羅經，或完備的測量儀，自然能測得更正確，但並不是必要。

測定方位的方法：把羅經平置木栓頂端，沿路一直望去，直到路的轉彎處為止，如果另外叫一個人持着一根標桿，站在那

轉彎處，作為目標，自然更好；同時，旋轉那隻羅經，使它的南北線，和所測路線恰相脗合為止，然後看磁針所指方位，而確定這條路線的方位。例如，所測得的方位是南偏東十度，便在場地記錄中記作 $S.10^{\circ}E.$ （參觀上面場地記錄的例子）。如路轉向時，記錄中標一“ \odot ”符號，稱做羅經測位（Compass station）。

在路線的終點或轉彎處，應該再用羅經向起點處，或前一個羅經測位，回過頭去再測一下這條路線的方位。照理，如果所測沒有錯誤，那末反過去所測，和原來所測兩次的方位，當然應該相符。例如：原來所測的方位是南偏東十度（ $S.10^{\circ}E.$ ），那麼反測應該是北偏西十度（ $N.10^{\circ}W.$ ），這是毫無疑義的。但是，有時我們兩次所測，也許會相差若干度，如上面的記錄中所記，起先測得路的方位是 $S.10^{\circ}E.$ ，反測時却測得 $N.8^{\circ}W.$ ，兩次所測，相差二度。遇到這種事實，我們可把反測所得的方位記入記錄中，當製圖時，祇要取兩次所測的平均數就行了。因為我們繪製一張簡略的地圖，一二度的相差，簡直可說是沒有什麼關係；其實用一隻懷中羅經測量，也不會測得那末精密。

如果你們沒有用過羅經，不會使用，最好請會用的人實地指導一下，便會自己使用了。有的羅經祇標明東（E），南（S），西（W），北（N），四個方位，那未免太簡單，不合應用；較精密的更分析為八個，十六個，三十二個……等方位。有些羅經是分成三百六十度的，它是將全圓周分為四象限，在十字線上註明 S, N,

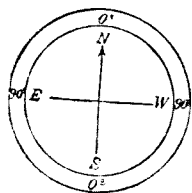


圖 八

E, W, 四方位, (最好要把東西兩方位對掉, 稱做反羅經, 這是利用它的相反, 使便於定路線的方位, 以下還要講到。)N 和 S 定為 0° , 自 N 至 E 或 W, 都是 90° ; 自 S 至 E 或 W, 也是 90° (參觀圖八)。

所分的度數, 有以五度畫作一格的, 有以兩度或一度畫作一格的, 精密的有分至半度的。祇須看了實物, 便能明瞭, 誰都能用羅經測方位, 實在是一件很容易的事情。

至於怎樣看了磁針所指方位而定所測路線的方位, 恐怕讀者還不很明白, 這裏再得補敘一下。

普通定方位的度數, 常以磁針北極為標準。它的寫法, 在定得度數之前, 先寫一 N 或 S 字; 計算好度數, 把這數目寫了之後, 更寫一 E 或 W 字; 現在定一通例如下:

(一) 定南北 磁針的北極近 N, 便寫一 N 字; 近 S, 便寫一 S 字。

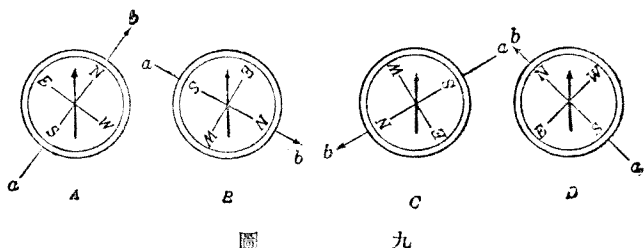
(二) 定度數 以磁針的北極為主, 看它所指的度數, 離最近的 0° (0° 在 S 和 N 前已述及) 是幾度, 就寫這數目在前測定的 N 或 S 字之後。

(三) 定東西 磁針的北極近 E, 便寫一 E 字在前測定的度數之後; 如近 W, 便寫一 W 字在前測定的度數之後。

試再舉幾個例子來解釋明白:

如圖九各例, ab 線代表所測的路線, NS 是羅經的南北線,

箭頭是磁針所指方向。照上面所講，測定路線方位的方法，先要使羅經的南北線和所測路線脗合為一直線，現在圖九各例， ab 和 NS 都在一直線上。再看(A)例，(一)磁針的北極離 N 近於離 S ；(二)它所指處離 N (0 度) 假設為 30 度；(三)它離 E 近於離 W ；因此可知為 $N.30^\circ E.$ ，換句話說，這條路線的方位是北偏東三十度。(B)例 ab 線的方位為 $S.60^\circ E.$ ，(C)例 ab 線的方位為



$S.60^\circ W.$ ，(D)例線的方位為 $N.45^\circ W.$ ；都是用同樣的方法而推測得到，不必一一細述了。

記着：反測就是正測的校對法，可以幫助你在製圖時，改正許多錯誤，所以這一個手續，不要怕麻煩，省却不做。還有，測方位時，路線愈長愈好，不宜測短距離，如果五步一測，十步一量，不但羅經測位太多，手續麻煩，並且也易致誤。下節支距測法中，要告訴你，對於多曲折的路線，該怎樣測法。

依法把幹路測完後，便要測支路，溪澗，以及其他各項事物。它們的測法，和測幹路並沒有兩樣，這裏從略。

第五節 支距測法

測量一段多曲折的河流或道路，不要在每一個曲折的地方，測一次方位，因為這樣做，過於麻煩，製圖時折算繪畫，尤其容易錯誤，應該用一種支距測法來測量。

這種測量的方法，是先截取一段多曲折的路線，假定它是一條直線，測定它的方位；然後在每一個曲折所成的弧形處，量它和直線的距離。量距離的方法，就是量和直線相正交的垂線。例如：下圖 ab 為直線， cd 為弧線， ef 為和 ab 相正交的垂線；現在要知道 cd 弧線和 ab 直線的距離，祇要量 ef 的長便得。

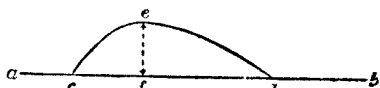


圖 一 ○

測支距時，可在場地記錄

中另闢一副頁，把各支距的尺寸，按着它的地位，一一記入。下頁就是一個例子，試看：這小溪的一段，多麼曲折。現在就截取“自第二十站起至第二十一站六十尺止”這一段，依照通常的方法，測定這兩點間假定的直線的方位，假設測得為 $N.20^{\circ} E.$ ，即記入副頁；然後在每一曲折處量得它和直線的距離，也一一記入副頁。如：自二十站至二十站二十尺處，並無曲折；至三十尺處向左曲折，距假定的直線五尺；至四十五尺處右曲，距直線四尺；至六十尺處距直線三尺；至八十尺處更右曲，距直線達二十尺；……這些在前面的例子中，記載得明明白白，一看就會知

道。待這一段路線的各支距，一一測完，在終點處照例再作一回反測，如和正測沒有大差異，我們這一部份的測量，就算完畢。以後如這小溪不復曲折如前，可照通常測法，繼續前進。

最後，要向讀者鄭重聲明：測量的工作，每次勿求太多，須求正確；有許多細層的條文和方法，非口頭和紙筆所能寫述明白，須要實地工作後，才能洞悉。在場

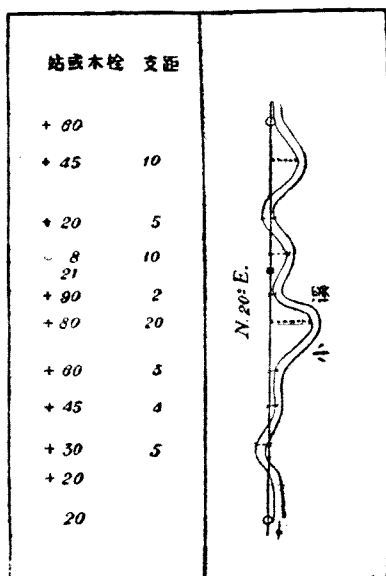


圖 一 一

地實習一小時，勝於在室內誦讀書本一整日；閉門研習，往往覺得有許多疑問，不易解決，但到野外，一經實驗，便能瞭然了。

提 要

- 用 具
- 條一百尺的繩(測繩)
 - 每十尺打一結
 - 五十尺處繫一顏色布條
 - 兩頭各作一小圈
 - 只圓中羅經
 - 有的分成四或八，十六……方位
 - 有的分成三百六十度
 - 本筆記簿和一支鉛筆
 - 袋木栓
 - 二十公分長
 - 二公分半見方
 - 一端削尖
 - 至少有一面刨平
- 和一柄斧頭

要講到室內工作了。——根據場地記錄，折算為相當比例，製成地圖

你們日間從場地測量歸來，最好當日晚間就在紙上作成地圖，或在最短時間內作成，總之離開測量的時間越短越好。因為那時你胸中對於那個地點的印象，最為明瞭，着手較易。過時既久，便不免模糊了。

製圖用的器械，我們當然以力求簡單為貴，大概有了下列幾件物品，也就很夠用了。

- 一塊畫圖板，
- 幾個圖畫釘，
- 一張水彩畫紙，
- 一枝硬鉛筆和一塊橡皮，
- 一支尺和一個分度規，
- 一支木製或鋼製直規，
- 一付堅木製成的三角板。

用硬鉛筆把底稿繪就後，須用墨水鉤描，應再備不透水的墨水一瓶，和適用的直線筆一枝。那些美觀而價值昂貴的圖畫儀器，未必有多大用處；製圖與其用精美的儀器，不如用細心的手術為愈。

第二節 分度規的用法

分度規最好用明角製成的那一種，它的形狀如圖一二，是一半圓形，分成一百八十度。它在製圖時的效用，和在測量時的羅經一般無二，一條已經測得方位的路線或任何事物，製圖時要在紙上求出它的位置，就得用它，O 點是它的圓心，中間這一條平分線彷彿就是羅經的南北線；計算一個方位北(或南)偏東或偏西幾度，祇要在圓周上，自平分線向東或向西(正羅經不是反羅經)數幾度就是了。講到用分度規在紙上推求路線方位的方法之前，這裏還得告訴你製圖時的一件要事。

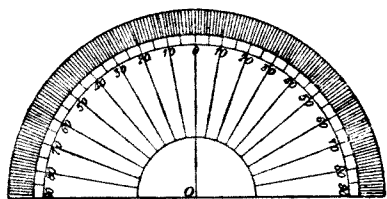


圖 一 二

第一，先要在紙上作一自上至下的直線，稱做子午線 (Meridian)，表示南北，這是製圖的開宗明義第一章。作好了這條直線，然後在它的中央，任意定得一點，把分度規的圓心 O 點疊置在上面；同時，把分度規中央的平分線也疊置在子午線上，這時分度規就無異是一隻羅經，它的南北和子午線的南北，完全脗合。如果要把一條已測定方位的路線，以同樣的方位安置到紙上來時，可照下法推求：

像前章所舉的例子，那幹路的方位是 $N. 9^{\circ} W.$ (這是正測 $S. 10^{\circ} E.$ 和反測 $N. 9^{\circ} W.$ 的平均數) 如果我們要依照這個方位，把這條路線繪到紙上，應該以分度規圓周上平分線起，向西數

至九度處，作一標點（作點最好用有柄的細針，普通圖畫儀器中都有此針，如果沒有；也可以自己做一個代用；有人用鉛筆作點，太嫌粗大，除作極粗略的地圖外，不宜這樣做），然後移開分度規，把先前子午線上定得的一點，和現在用分度規求得的標點相連，作一直線；這作成的直線，就是代表那幹路的線向了。

第三節 比例尺

在前節所述求得的那條直線上適當的地方，定得一點，作一◎符號，表示第一個木栓，（即 0 號木栓，第一個羅經測點，也即測量時的起點）再按照站數，每一站在線上作一點，以為標幟。可是一站的長，原來在測量時，實長是一百市尺，如今在圖紙上究竟應該畫作多少長呢，提到這個問題，那就要講到比例尺了。

確定比例的作用，就是我們要使所製地圖大小適當，所以在沒有下手之前，先要定出這個地圖和真實地面相當的比例。譬如：現在要作的地圖，實地的長約為六千尺，假定圖中一寸的長代表實長二百尺，那麼二分之一寸便是一百尺，照此推算，全長六千尺當然要作成三十寸的地圖了。——我們所用的尺，以十進的為宜，英尺不便於計算，不合應用，最適用的當推米突尺，即公尺。世界通行，我國現在也規定為法定度器了。每市尺的長等於一公尺的三分之一，即三市尺合一公尺，那是我國規定市

用的度器，製圖用的尺，不論公尺或市尺都可，不過要擇邊緣較薄的，厚的不適作精小的地圖。

以一寸代表二百尺的比率，爲1:2000，這是學過算術的誰都懂得；或者稱做二千分之一，即 $\frac{1}{2000}$ 。照此比例計算，那麼每一站實長一百市尺，應繪作半市寸；所以像前舉例子每一站在直線上應該是量取半市寸，才合比例。這條幹路至十四站處，轉彎而變更方位（參觀場地記錄），我們在這條直線上也應作十四點，除去第一點不算。

在末一點即轉彎處，又要作一 \odot 符號，表示新的羅經測位，在這個地方，因爲那條幹路已經變更方位，所以我們又要另行推求方位了。

推求的方法，是從場地記錄中計出這一段路線正測反測方位的平均數，仍照前節所述方法，在子午線上定出新路線的線向；但是這條求得的線是作在子午線上，並不和已作的第一段路線的終點恰相接合，所以現在還得依據求得的方位，把它推換到第一段路線的終點第十四站新的羅經測位處，和它啣接起來。

推換時，用一塊三角板的長邊，切在子午線上新定得的線上，它的直邊密切在另一三角板的一邊，然後緊沿這另一三角板的邊，把它移推到幹路的新的羅經測位上爲止，依着三角板的長邊作一直線。這直線和原來在子午線上所定的線向，一般

無二，不過把它從子午線上推換到了幹路上，而和第一段的路線在羅經測位上相啣接罷了。因為這推換的方法，就是用器畫裏頭推平行線的方法，前後所作兩線，實在是兩條相互平行的直線，平行線的方向當然是相同的，所以依這樣方法，推換所得的直線，即我們所要作的路線。

這推換的方法，最好請會作用器畫的人指示一下，你便能明瞭的。

依法逐次繪去，各站務須計算明白，一一標出，並按照比例作成適當的長度；至於不滿一站的另數，像記錄中的“+10”，“+20”等，也要照比例核算繪成相當的直線，這樣，一條路線就在紙上很正確地製成了。其他如支路，溪澗，房屋，小山等，用同樣的方法，也可推求它們的距離長短、位置等等，而一一表現在紙上。

製圖時規定的比率，應該在圖製成後，在圖上註明，或畫一比例尺（或稱縮尺），使閱讀的人看了所註的比率和比例尺，便可以知道地面各項事物的真實的大小。比率的寫法，或寫作“1:2000”，或寫作“ $\frac{1}{2000}$ ”，或寫作“二千分之一”都可。比例尺的畫法（以二千分之一的比率為例），可作成半公寸長的平行線二條，把全長分為十等分，即成。因為比例尺的全長半公寸，是代表一百公尺，所以每一等分的長代表十公尺。比例尺的左端寫一0字，中央五等分處寫50公尺，右端寫100公尺，每等

分處 10, 或 20, 30, ……或一一註明, 或略而不寫, 都可。形如圖一三。

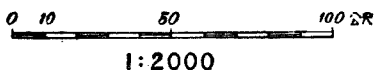


圖 一 二

第四節 地形符號

地圖上通用雙線代表道路, 在測量時, 須乘便把路的闊度量一下, 那末在製圖時, 雙線的距離也可按照比例作相當的闊度。如作極小的地圖, 雙線的距離當然極小, 或竟作單線也可。



圖 一 四

小山用影線(Shading 或 hatching)表示,如果你們已經測出它的等高線(Contour lines),那末可用第六章講及的方法處置。池沼或貯水池或廣闊的河道,用藍墨水作平行的細線表示,越到中間線和線的距離越加闊;影線可用棕色墨水畫。但製單色圖,統用黑色墨水畫,也是可以的。鐵路用雙線表示,但中間劃分一節一節的,虛實相間。上面這些都是地圖上最通用的符號,其表示地面上各物的符號,較常用的,現在再集列若干,如圖一四,以供應用。

第五節 錯誤

當製圖時,有些地方往往是可以相互證驗,而知道測量或製圖的錯誤與否;例如,你們把幹路畫好,再把支路和車站路也一一畫出,照例這兩條路可以相會合在車站,如果你製圖時不能使它們相會合的話,那便顯見有錯誤之點。假設相差很微,而所作又是不需要很精密的略圖時,那是沒有多大關係,祇須設法把它湊合起來,就得了。如錯誤太大,便非細細檢閱場地記錄,並和稿圖核對不可,如能找出錯誤的所在,而加以修正,自然最好,否則竟或重行測量,以便尋出錯誤,而免貽誤。

稿圖用硬鉛筆打好後,全體檢閱一下,已經沒有錯誤了,便用墨水細心描畫。作直線要用直尺和直線筆,作曲線弧線可用普通墨水筆;描畫完畢有鉛筆痕跡的地方,用橡皮輕輕擦掉;在

圖的一角，作一指北針，表示地面各事物的方位；這個指北針的南北線，要和製圖時首先所作子午線的方位，完全符合，且形線應簡明，不要加上許多繁飾。再在圖中適當處，註明比率，或並畫一比例尺；圖的上端更寫明地圖的名稱。這樣製圖手續就算完畢了。試觀圖一，就是一幅簡單的地圖，繪製並不煩難，但地形的大概，却也夠明白了。

總 要

- 用具
 - 一塊圖畫釘
 - 幾張圖紙
 - 一張水彩紙
 - 一支硬鉛筆和一块橡皮
 - 一支尺和一個分度規
 - 一支木製或鋼製的直規
 - 一付堅木三角板
 - 一支直線筆和一瓶墨水
- 分度規
 - 質料…明角製成的最適用
 - 形狀…半圓形分成180°
 - 效用…把已測定方位的路線，用分度規推求，以同樣的方位安置於紙上。
 - 作一已測定方位的路線，把分度規的圓心疊置於子午線上任定的一點上，中央平分線也疊置於子午線上，照路線測定的方位度數，在圖周上數明，作一標點移開分度規，連子午線上任定的一點和求得的標點，作成直線，即所要求的路線。
- 製地圖
 - 作用
 - 使所製地圖大小適當
 - 使閱讀的人得以推知地面各項事物真實的大小
 - 比率的高法
 - 1: 2000
 - $\frac{1}{2000}$
 - 二千分之一
 以一寸代表二百尺的比率
 - 比例尺畫法(以 $\frac{1}{2000}$ 的比率為例)作半公分長的平行線兩條，分成十等分，左端寫0，中央五等分處寫50公尺，右端寫100公尺，即表示此比例尺全長代表一百公尺，每一等分代表十公尺。

地形符號	}	道路…雙線或單線
		山嶺…影線或等高線
		池 沼 } 用藍墨水作平行細線,越到中間,線和線的距離
		貯水池 } 越加寬。
製圖的其 他應知事 項	}	鐵路…普通用雙線分或短節
		其他…很多不勝枚舉
		錯誤一發見時應詳細檢查,找出錯誤所在,加以修正。
		稿圖打好後應再詳細檢閱一過
	}	正圖應用墨水筆或直線筆,精心描畫,擦去鉛筆痕跡。
		一角作指北針要和首先作子午線的方向完全符合
		適當處註明比例,並註一比例尺。縮尺
		上端寫明地圖的名稱

第五章 關於測角的種種

第一節 三角形

上章已經講過,凡測量所得事項,是否正確,往往可於作圖時相互參證而得。例如:一塊三角形地三邊的三條道路測出後,沒有錯誤的話,作圖時,各邊一定能各相會合,而作成這個地形。其他任何多邊形的邊和角測定後,依照所測作圖,自然各邊也是一樣的都能湊合。

不過三角形具有一個特殊的性質,為其他任何多邊形所絕對沒有的,就是:一個三角形祇要求得了它各邊的長度,可以不用羅經測它各角的角度,而作成它的形體。現在舉一個例子來說明:

有一塊三角形田,各邊的長經測定為100公尺及80公尺,72

公尺。你如果要作成它的形時，可先在紙上畫出那100公尺長的一邊，作為三角形的底邊（假定照 $\frac{1}{2000}$ 的比率畫成 5 公分長）；再用圓規以底邊的一端為圓心，作一圓弧，它的半徑長 4 公分（80公尺照 $\frac{1}{2000}$ 的比率折合等於 4 公分）；更用圓規以底邊的他端為圓心，作一圓弧，它的半徑長 3.6 公分（72公尺照 $\frac{1}{2000}$ 的比率折合等於 3.6 公分）：兩弧相交於一點，這一點便是這三角形的頂點。從頂點作兩直線，到底邊的兩端，這樣就作成這三角形

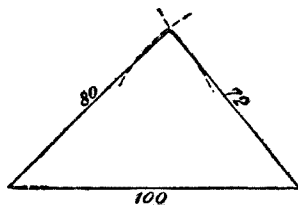


圖 一 五

地的地形了（圖一五）。記着：我們不需要測出三角形的任何一角的角，但是我們根據了各邊的長度，便可作成這一定不變的地形來，這是三角形獨有的原則。

我們把這原則施用到別的幾何形體，例如已測出一塊四邊形地各邊的長，而沒有用羅經測出它的任何一角的角，那是決不能像三角形那樣作成一個一定不變的形體來；但可以作成

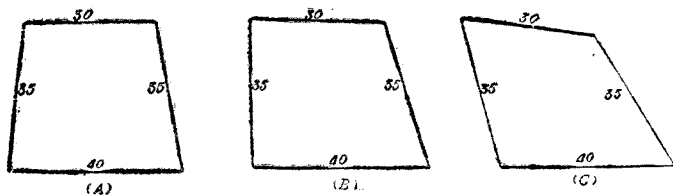


圖 一 六

無限數的四邊形，它們的四邊的長各各相等。試觀圖一六(A)，(B)，(C)三個四邊形，它們的四邊都是長40, 35, 30, 和35, 但是所構成的形式各不相同，這完全是爲了沒有確定角度，可以任意湊合的緣故。可見祇求得各邊的長，而不測角度，要作成一個一定不變的形體，是不適用於四邊形的；其他各種多邊形也是這樣，這裏不再多講了。

三角形具有的這個原則，你們應該牢記於心，因爲它有很多地方可以應用，使你獲得不少便利，將來自然你會遇到很多事實證明的。

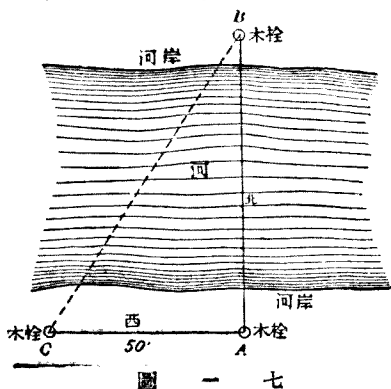
三角形是惟一不會變更形狀的幾何形 (A triangle is the only geometrical figure which cannot change its shape.)，所以任何物品，它的形狀構成一個三角形的，是不會變樣的；但是一個正方形，或長方形，六邊形，或其他任何多邊形的物品，都不是這樣。試看，一個正方形或長方形的窗框，很容易欹斜，而成爲斜方形；一隻長方體的杙子，用得久後，往往欹側而失掉它的原形：都是很明顯的證據。工程師知道這個原理，所以建築工程方面，很多地方利用三角形。你看房屋的梁，大多都用人字式；鐵橋的鋼柱，常交叉成三角形，等等。最淺顯不過的，田園間的柵門，一天到晚，啓閉很繁，因爲它自身重量的關係，極易欹斜變形，甚至崩散，這是我們常見的事實。但是，我們如果做柵門時，在門框的斜對角，釘上一根木條撐着，把一個長方形的門

框，變成爲兩個三角形，那麼這柵門一定可以持久，而不會欹斜變形。還有，長方體的杙子，欹側而失掉原形時，你如果找木匠給你修理，他很聰明的，會用兩根木條支撐在杙子兩側面方框的對角處，那就牢固異常。這些例子都足以證明三角形是不會變更它的形狀，而其他幾何形，卻不能這樣固定不變。

三角形看似極簡單的一個形狀，而它有奇妙的功用，應用正多着哩！一條闊寬的河道，要測它的闊度，如果它的水又深，而又闊，用繩子(測鏈)量又不夠長。遇到這樣的事情，亦可利用三角形的原理來解決的。它的方法非常簡單易行，讓我在下面告訴你們罷。

第二節 測河面的寬度法

測河面的寬度，可以先在河岸沿邊立一木栓，如圖一七的 A 點；另外派一個人繞道從河的他處的橋梁過河，在對岸也立一個木栓 B，如果沒有橋可以過河，或沒有人過橋到對岸去，祇好把對岸的一棵樹或一塊石頭之類做目標。既定得了這兩個標的後，使用羅經測出從這岸的



A 點到對岸的 B 點所成直線的方位，現在假設它的方位是正北；再從這岸的 A 點向正西（或正東）若干距離處——假定為五十尺，也立一個木栓 C，在這裏再用羅經測出從它到對岸 B 點所成直線的方位——假定為北偏東 30° ，這線的方位測出後，便可在紙上作成這個三角形的相似形了。因為我們現在已經知道了 AC 線的長為五十尺，A 角為 90° （AB 為正北向，AC 為正西向，AB 和 AC 互為垂線，所以 A 角是直角，每一直角必為 90° ），C 角為 60° （CB 線已測定為北偏東 30° ，CB 和 CA 所夾的角，自然是 $90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$ 了。），照三角形的定理，凡三角形已知道了它的兩隻角和一條夾邊，便能作成這個三角形。現在把它的作法說明如下：

先作 AC 線，長 25 公釐（50 公尺的 $\frac{1}{2000}$ ），再作 AD 線，和 AC 成垂線，把分度規的圓心 O 疊置 C 點， 90° 分度線疊置 AC 線上，然後在圓周上求出 $N.30^\circ E.$ 的位置，作一標點；移開分度規，自 C 點至標點作直線，延長至和 AD 線相交為止，如果它們相交在 B 點，那末就作成了 ABC 三角形。

我們作成這個三角形，究竟是什麼意思，原來就是要求河的寬度；但是作成了這

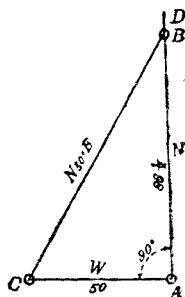


圖 一 八

個三角形，又怎樣會知道河的寬度呢？要知道這個三角形完全和那河的兩岸所立三個木栓所形成的三角形，一般無二，不過

把它的形體縮小罷了，所以就稱做相似形。例如AC的長本為50公尺，現在縮小二千倍，作成25公厘長；假使量圖中AB線的長，加大二千倍，那不就是河的這岸到那岸的長了麼？現在我們量得圖中AB線長 $34\frac{1}{4}$ 公厘，可見這河面寬 $86\frac{1}{2}$ 公尺。試想不必在河面上實地丈量，而可以用方法間接求得，這不是件巧妙的事麼？可是這巧妙，却是利用三角形的原理。

第三節 三角測量法

測量寬度或遠度，用三角形計算，是測量裏頭一個基本法則，許多地面都用着這法則測出，稱做三角測量法 (Triangulation)。我們如果儘量去研究，便更覺得興味無窮。工程師測量一個巨大的地域，實在並不真正把那個地域到處去一一丈量，他們祇不過先量一假定的底邊，然後區分全地域為若干大三角形，照上節所講測河面寬度的方法，推算出三角形各邊的長度。他們是用精密的測量儀測量，自然是非常精密，至於我們做那工作，當然比不上他們那樣正確，但我們至少也能測得一個大概。並且練習的回數增多，經驗跟着增加，也會得逐漸精進。

假如我們要測量一塊大山地的面積，製成地圖，首先就是仔細地丈量一條底線，如圖一九所示AB就是；再在若干距離處選取一可做目標的物品，如高峻的山峯，或任何顯而易見的標幟，如禮拜堂的屋頂，塔尖之類做目標，如找不到相當的標幟，

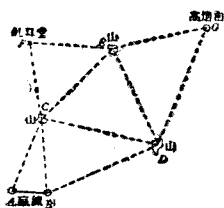


圖 一 九

臨時豎立一根標桿標旗也可以。然後從底線的兩端 A 和 B，或至目標處 C，各假定一線，這樣便成一個 ABC 三角形（目標 C 就是三角形的頂點，假定的兩線 AC 和 BC 就是三角形的兩邊）；用羅經測出 AC 和 AB 及 BC 和 BA 所成兩交角的度數，（請參閱下節由兩直線的方位推求它所成的角）。那麼這三角形我們已知道了它的兩隻角和一條邊，自然就可以在紙上作成它的相似形了。

如果我們更把已經測好的那個 ABC 三角形的任何一邊，例如 BC，作為另一三角形的底線，把另一目標 D 作為另一頂點，成 BD, CD 兩邊，再測出底線和兩邊所成兩角的角度，於是又成功了新三角形 BCD。照這樣遞次推測下去：測出一個三角形的邊，便又得到他三角形的底邊；再從這新底邊，又測得他三角形的邊，……輾轉推求，便測出許多邊，合成許多三角形，雖千百里的地面，也不難測出。測完後，依着測出的角度，製成地圖，便能推求它的長短，距離，面積等等，而得到它的概數，並且可保不會十分謬誤。

三角測量法的要則，徹底領會了，那便可知它的功用的大，方法的簡便易行，多少事情，都倚賴着它而得以解決，這又是一件多麼奇妙的事情啊！

下面要告訴你三角形的別一原則：“已知三角形兩角的度，其他一角的角度也就知道了。”這是什麼緣故呢？因為三角形三個角的總度數是等於兩直角，即 180° ；淺顯些說，就是三角形的三個角的角度加起來，它的和是 180° ，所以你如果已經知三角形的兩角為 60° 和 70° ，那末另一角的角度，一定知道是 $180^\circ - (60^\circ + 70^\circ) = 50^\circ$ 。這一個原則，又是你應當牢起的。

第四節 由兩直線的方位推求它所成的角

一個角一定由兩直線相交而成，如果已經用羅經測得兩直線的方位，便可由這兩直線已測定的方位，求得這個角的角度。現在把推求的方法，定出數例如下：

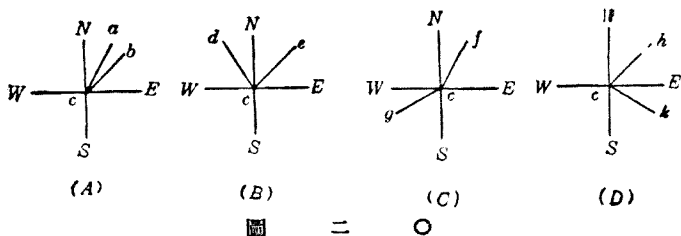
(一)如測得一角的直線的方位，頭字和尾字（所謂頭字和尾字，如“N. 30° E.”，N就是頭字；E就是尾字。）都相同的，兩度數的差就是這角的角度。例如圖二〇(A)，ca線的方位是 N. 30° E., cb線的方位是 N. 45° E., 那末 acb 角就是 $45^\circ - 30^\circ = 15^\circ$ 了。

(二)如測得一角的兩直線的方位，頭字相同，而尾字不同的，兩度數的和就是這角的角度。例如圖二〇(B)，ed線的方位是 N. 30° W., ce線的方位是 N. 45° E., 那末 dce 角就應是 $30^\circ + 45^\circ = 75^\circ$ 了。

(三)如測得一角的兩直線的方位，頭字和尾字都不相同的，從 180° 內減去兩度數的差，它的餘數就是這角的角度。例如

圖二〇(C), cf 線的方位是 $N.30^\circ E.$, cg 線的方位是 $S.60^\circ W.$, 那末 fcg 角就是 $180^\circ - (60^\circ - 30^\circ) = 150^\circ$ 了。

(四)如測得一角的兩直線的方位, 頭字不同, 而尾字相同的, 從 180° 內減去兩度數的和, 它的餘數就是這角的角度。例如圖二〇(D), ch 線的方位是 $N.45^\circ E.$, ck 線的方位是 $S.60^\circ E.$, 那末 hck 角就是 $180^\circ - (45^\circ + 60^\circ) = 75^\circ$ 了。



第五節 怎樣測高

三角測量法, 不僅可以用於測量地面的距離和河面的寬度, 也可以用於測高。這兩件事實在是一樣的, 不過一個是向空間測高, 一個是向平面測遠。假設你們要測一個山巖, 或塔尖的高, 祇須用測量儀或別種器械瞄準它的頂點, 求出它的角度。

瞄準用的器械, 最簡單不過的是自製一塊半圓板, 在半圓周上面分成 180° , 完全像以前講過的分度規一般式樣, 不過可以做得大一些, 大約它的半徑長三十公分至四十公分, 可以適用了。在它的圓心那裏, 釘一小釘, 繫一絲線, 下端懸一鉛錘。瞄

準的方法：用兩手持半圓板，板的直邊（即圓徑）向上，半圓弧向下，使板面和地面成垂直方向，高擎和眼齊，閉一目，以一目置直邊（即圓徑）的一端將他端上下移動，使圓徑此端和他端及所測物體的頂點三點在一直線上為止。當你半圓板上下移動時，絲線所懸的錘，必隨着擺動，等到你三點的瞄準已經舒齊，兩手即固定不動，使鉛錘靜止，令一人視錘線切在若干度處，即知道這一隻仰視的角是若干度了。例如：測旗竿的高（圖二一），測的人站在 F 點（這是隨便擇定的），持半圓板 AGB 向杆頂 C 點瞄準，使 A, B, C 三點成一直線；OH 是從圓心 O 下垂的錘線，看它切在圓周的地方，是距離半圓板的平分線 OG 若干度（這裏假設是 40° ），那末 CAD 這一隻從 AD 水平線向 C 點仰視的角也就是若干度（ 40° ），這在幾何學裏稱做相似角，這裏因限於篇幅，不多解釋了。

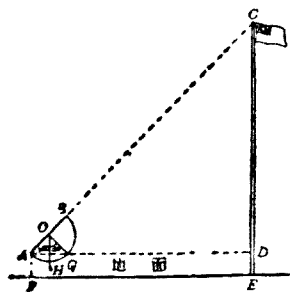
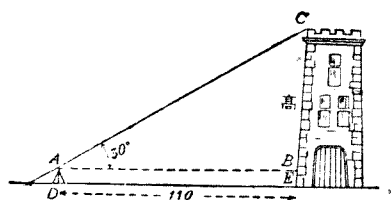


圖 二 一

頂點的瞄準和仰視角的角度的計算已經懂得了，那末測高的方法就算解決了一大半。此外祇須量一下底線的長，就是你站立的地方到那物體底點的距離，於是你已經求得一個直角三角形的兩隻角和一條線了，你就可以在紙上作成一個相似直角三角形，而求出它的高了。試觀圖二二求塔高，在 A 點瞄準塔頂



底 線
圖 二 二

兩角和AB一線了麼？依相當比例在紙上作成相似形，假設底線AB 110公尺，畫成11公分，現在量得BC長6.5公分，照比例推算，塔高應為63.5公尺。

不過這裏63.5公尺還不是塔的實高，僅是BC的高，還短去BE一段，沒有計算在裏頭；BE的長就是AD的長，AD的長就是你本身從眼睛至地的高，因為你瞄準時是站直了瞄準的，當然很明顯地要把你本人這一段的高度加上去，才是。假設高1.5公尺，可知塔實高65公尺。

但是塔或旗竿等我們是可以走到它的底點，去量那底線的長，假設測的是一座山的直高，試想我們怎樣能鑽到山的裏面去量（看圖二三自然明白）；還有，或許在底線所經的地方，有池沼、河流、澤地，不能讓你涉足前往丈量；這些都非前法所能施行，那末可用下法測它的高。

閱圖二三，測山的直高在平地上任擇E、F兩點，先站在E點，眼睛從D瞄準山頂C，測得CDA角為 25° ，再站在F點，眼睛從A瞄準C，測得CAB角為 36° ；再量EF的長。這樣，

C，知道CAB角是 30° ，量底線得110公尺，但CBA角因為是垂直的，所以是直角，即 90° 。不是這ABC三角形已經知道了CAB，和CBA

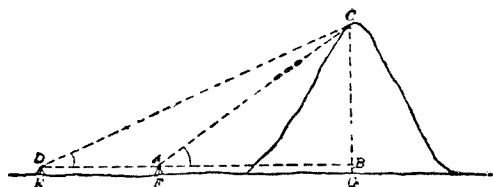


圖 二 三

你可以作成一個 DAC 三角形，因為你已經知道 CDA 角，CAD 角（這角本來並沒有直接測得，但你已經測得 CAB 角為 36° ，那末 CAD 角祇要從 180° 減去 CAB 角的 36° 得 144° ，就是它的角度了。）和 DA 線（和 EF 線相等）。

作成 DAC 三角形後，把 DA 線延長，再從 C 作一垂線，兩線相交於 B，成 DB 三角形。如 DA 實長 53 公尺，圖中作成 26.5 公厘；現在假設量 CB 得 31.5 公厘，那末 CB 的高，可如下式推求：——

$$26.5 : 31.5 = 53 : x$$

$$x = \frac{31.5 \times 53}{26.5} = 63$$

CB 高 63 公尺，加 DE 的高，設為 1 公尺，可知山的直高實為 64 公尺

第六節 直角的求法

直角在測量法中也是極有應用的，在測量時，常常需要在地面求出一個直角，但是有很多人不知道怎樣佈法，或者所作的並非是直角，其實並不困難，它的求法，也不止一端。用測量儀或羅經測算，當然是一個方法；可是不用這些器械，用一根繩子

或皮帶尺也可以求出來。方法至為簡單。

在要求作直角的地點立一木栓 O (圖二四), 木栓兩邊相等處又各立一木栓 A 和 B ; 令一個人持繩的一端, 站在 A 點, 或把繩扣在木栓上; 另一個人持繩的二十公尺 (這是隨便假定) 處, 站在 B 點或也扣在木栓上 (這裏你要注意這兩端兩個木栓的距離, 當然要短於二十公尺, 最好是距離十公尺至十五公尺。); 然後拉住繩的中間十公尺處, 向旁面, 或左, 或右, 盡量走去, 使繩子恰拉到緊張的程度, 就在這地點立一木栓 C , 把繩子套住在那個木栓上: 這樣不是在地上作成了一個 ABC 等腰三角形麼? 再從那三角形的頂點 C , 引一直線至 O , (即底線的中心), 直角便求得了, 如圖二四的 AOC 角和 BOC 角便是。

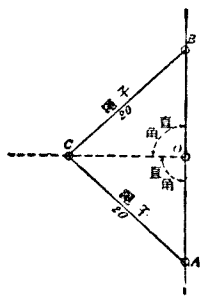


圖 二 四

第七節 測算面積

最後, 我們要講到已經測出場地各邊的長度後, 怎樣算出它的面積來。

就把以前的地圖來做例子罷, 不是那條幹路的東邊, 有兩條到車站去的支路麼? 由這一條幹路和兩條支路, 圍着一大片平原, 成一不規則的多邊形; 試求它的面積。

像這樣的多角形的地面, 求它的面積, 本來也不祇是一個

方法，最簡便的方法，把全地劃分多數的直角三角形，然後量出每個三角形的底和高（和三角形底線成垂線的直線，就是它的高；而直角三角形夾直角的兩邊，一即底，一即高。）。把底和高的長度相乘，折半，得數便是這三角形的面積；多數三角形，一個個照這樣求出，把各數相加，便是全地的總面積了。

計算時須極留心，務求正確，測算三角形的各邊時，尤注須意。測算出各邊的長度後，一一註明圖中（如圖二五），然後列成一表，詳載各個三角形的高，底和面積；末了，統計它的總面積。但是普通計地積，往往還要合成畝分。——除小的地面，也許就以方（即方丈）或方尺計；試觀下表，我們是用的市制，以市尺丈量各邊，並以市畝合成面積。

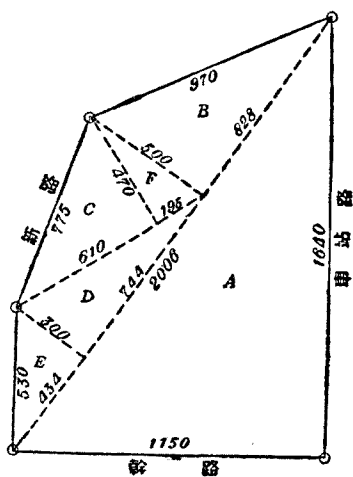


圖 二 五

照下表，總面積為 1,515,875 方市尺，查地積市制 6,000 方市尺合一市畝，所以 $1,515,875 \div 6000 = 252.646$ 市畝弱，便是這一塊多角形平原的總面積了。

三角形	底(市尺)	高(市尺)	面積(方市尺)
A	1640	1150	943,660
B	828	500	207,000
C	610	470	143,350
D	744	300	111,600
E	434	300	65,100
F	470	195	45,825
			總計1,515,875

提 要

- 三 角 形**
- 凡三角形祇求得各邊的長，不求它的角度，便能作成它的形體，這個原則不能施用於任何多邊形。
 - 三角形是唯一不會變更形狀的幾何形。
 - 物品的形狀構成三角形的，不會變壞。
 - 窗框欲斜，方枘欲側，因為它們的形狀不是三角形。
 - 房屋的人字梁，鋼橋的梁柱常交叉成三角形，就是應用三角形的原理。
- 測河面寬度**
- 在河的這岸，立一木栓A。
 - 在對岸立一木栓B。
 - 從A沿岸向前行若干距離，立一木栓C。
 - AC和AB須互成垂線。
 - 測出CB線的方位，而求得B角的角度。
 - 已知A角B角和AB的長作成一相似三角形。
 - 量AB的長，用比例法求得河的寬。
- 三角測量法**
- 先量一底線。
 - 再在遠處選取一個標點，假定至底線兩端作兩邊，測出底線和兩邊所夾的兩角的角度，作成相似三角形。
 - 再把已測定的三角形的任何一邊作新三角形的底線，把另一目標做頂點。
 - 測出角度成新三角形。
 - 轉輾推求，測得極大的地區。

關於測角的種種

