

工學小叢書

測 量 術

馮 雄 著

商務印書館發行

書叢小學工

術 量 測

著 雄 馮

行 發 館 書 印 務

中華民國二十三年二月初版
中華民國二十四年六月三版

(53624)

小學叢書
測量術 一冊

每冊定價大洋伍角伍分

外埠酌加運費匯費

編著者 馮 雄

發行人 王 雲 五
上海河南路

印刷所 商務印書館
上海河南路

發行所 商務印書館
上海及各埠

版權所有
翻印必究

測量術

目次

第一章	緒論	一
第二章	外業	一〇
第三章	計算	一五
第四章	製圖	二一
第五章	誤差	二七
第六章	量距離法	四〇
第一節	總論	四〇

第二節 用卷尺量距離法

四二

第七章 量高度差法

五八

第一節 總論

五八

第二節 直接高度測量所用儀器

六五

第八章 高度測量

七九

第一節 水平儀之使用及校準法

七九

第二節 高度測量

八六

第九章 縱剖面測量坡度測量及橫剖面測量

九九

第一節 外業

九九

第二節 繪圖

一〇二

第十章 量角及方向法

一〇四

第一節 總論

一〇四

第二節 儀器	一二二
--------	-----

第十一章 工程師轉鏡儀之用法及校準法	一一九
--------------------	-----

第一節 構造	一一九
--------	-----

第二節 經緯儀之用法	一二六
------------	-----

第三節 儀器之校準	一二八
-----------	-----

第四節 誤差	一三四
--------	-----

第十二章 用轉鏡儀及卷尺之測量	一四二
-----------------	-----

第一節 總論	一四二
--------	-----

第二節 輻射測線法	一四五
-----------	-----

第三節 交叉測線法	一四六
-----------	-----

第四節 折測線法	一四七
----------	-----

第五節 測定事物對於轉鏡儀之位置	一五三
------------------	-----

測量術

第一章 緒論

測量 測量者決定在地面上或與地面相近之諸點之謂也。稍析言之，則凡計量地面上諸物間之距離，計量地面上諸線間之角，決定地面上諸線之方向，及憑前時決定之角及線而在地面上定諸點之位置，皆在測量法範圍之內也。

與實地計量相連屬者，則有種種算學上之計算，如是從計量所得之資料，而決定種種距離，角，方向，位置，面積，及體積等。測量所得智識，大多用繪圖法表明之，則又有製地圖，豎剖面圖，橫剖面圖，及示圖等事也。

故測量法可分爲兩部論之：

(一) 在目的地作種種計量，名曰外業。

(二) 在辦事處布算繪圖，名曰內業。

測量之分類 測量法可分爲三類。

(一) 最初之測量法爲決定土地界線者，即所謂土地測量是也。今日多數測量師，猶以此爲事。土地價值多寡懸殊，故土地測量之精密程度隨之而異也。

(二) 凡土木建築之工，恆先事測量，以爲設計之根據，又必由測量時在地面上決定線及點，以爲施工之根據。私家所作測量，除決定地界者外，幾全屬此類；而公家所作測量，亦多屬之。夫以工程種類極繁，而其範圍之廣狹所差又大，則此類測量之複雜，亦可見矣。

(三) 各國政府多設有測量局，測量廣大區域。其目的甚多。有決定國界及國內行政區域之界線，繪製海岸圖及水道圖，精密決定全國中若干點之位置，繪製地球磁場圖，繪製重要區域地形詳圖，繪製礦產分布圖等。大概此種由國家所辦之測量，性質複雜，須由諳練人員，用優良儀器，依精密方法爲之，異乎尋常測量矣。

雖然，此三類測量之間，實無嚴密之分界線。例如就建築鐵路言之，最初選定路線時，如有第三類地圖，可供參考，當甚覺便利；繼此決定鐵路中線，決定鐵路級度，計算土工，計畫橋梁，涵洞，隧道等，則須行第二類測量；其後在收用沿線土地之前，又須行第一類測量也。

地球 地球爲扁球體，其連接兩極之軸徑，較赤道軸徑爲略小。一八六六年，克拉克 (Clarke) 氏計算此兩軸之長度如下：

兩極軸徑

四一、七一〇、二四二英尺。

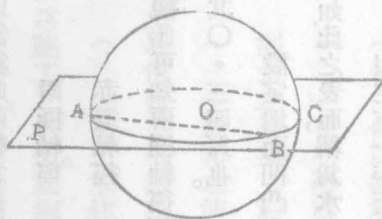
赤道軸徑

四一、八五二、一二四英尺。

觀此可知兩極軸徑短一四一、八八二英尺，即二六·八七英里。此與全徑相較，乃一極小之量，不及其〇·三四%也。

設定地面凹凸之處全除，則此球體之表面，乃一彎曲面，而其上任一處，與垂直線成直角相交。如此之表面，稱爲水平面。在海平面處之表面，則稱爲地球之平均表面。

假定有一平面P通過地球之中心O，如第一圖所示。此平面與水平面相交之處，成爲圍繞地



第一圖

球之一線。此線上任一段，稱為水平線。此平面與地球之平均水平面相交之圓，則稱為地球之大圓，如 ABC 。地球上兩點，如 A 及 B 間之距離，乃經過此二點之大圓上一段弧之長度，而常較此弧所截之弦為略長。弧為水平線，而弦則真正之直線也。

假定有一平面，通過地球之兩極

及地面上別一點，例如 A （第二圖，）

則水平面與此平面相交之線，名曰子

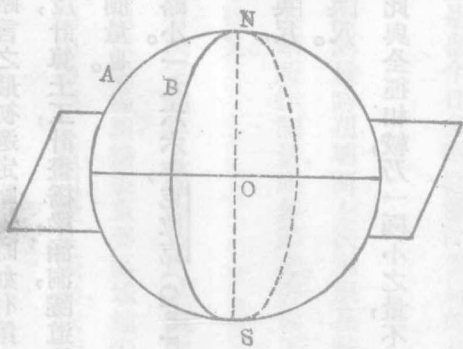
午線。假定有此類平面二，經過地面上

A 及 B 點（第二圖，）又將二平面間所包之體積取出，如第三

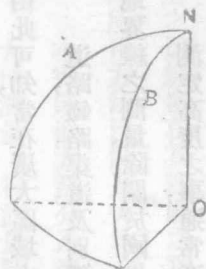
圖所示。則在赤道處二子午線成平行。在赤道上及下，則二線趨

於接近，而其間所包之角，愈近極點愈大。

假定由此二平面作半徑線。如地球為完全球體，則諸線在



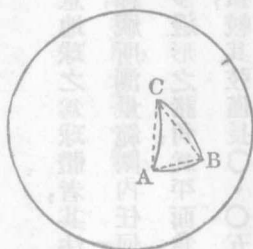
第二圖



第三圖

地球之中心點相交。諸線無論在此二平面中之一面上，或二面上，無成平行者。然諸線對於地球，為垂直線也。故知一切垂直線會於地心，無成平行者。惟嚴格言之，則此說尚非極確，因地球質量之分配微有不均，而扁圓體表面之垂直線，不會於一點故也。

設在地球之平均表面上有三點。今以此三點為一三角形之三頂點，如第四圖。二角形ABC中之表面，乃彎曲表面，而其三邊乃大圓之弧。故此三角形，即一球面三角形也。圖中虛線表示一平面三角形，其頂點亦為A，B，及C。球面三角形之角，較平面三角形之角為大。然如三點相距不遠，則所差甚微，而作一平面通過三點，與球面相離亦有限。如三點遠離，則所差不可忽略。若易三角形，為任何形式之多邊形，情形亦同。由此可知地球表面之角，乃球面角也。



第四圖

上述種種事實，平時可不計及。故尋常視在地面上連結兩點之線，為一直線；視諸垂直線為平

行線；視水平面爲平面；視水平面上之角，爲平面角也。

測量師，何時應視地爲球體，何時應視地爲平面，隨其測量之性質及範圍大小，與所需精密程度而異。

平面測量 行測量時，如視地球平均表面爲平面，易言之，即不注意地球之爲球體者，其法名曰平面測量。在此法中，視水平線，即在一水平面上之線，爲算學上之直線，視所測量範圍內任何一點之垂直線之方向，爲與任何別一點之垂直線之方向，完全平行，又視多邊形之諸角，爲平面角。

尋常所行測量，幾全爲平面測量。考在地面上長一·五英里之弧，較其弦僅長〇·〇五英尺，而面積爲七五·五平方英里之三角形，其三球面角之和，與三平面角之和，二者相差，僅有一秒。由此可知，當在廣大區域上行精密測量時，始須計及地之爲球體也。

道路，鐵路，渠道，及別種土木工程，自決定計畫，以至實地施工，所作測量，俱屬平面測量。決定土地界線之測量，除關於國界省界等者外，大都亦爲平面測量也。

測定高度之事，通常亦視爲平面測量之一部。高度係從假定之球面計起。在此球面上任一點

處之切線，與在其點處之垂直線成正角相交。通常所取球面，即爲平均海平面，謂之基面。測定高度時所用方法，已計及大地之爲球體，而所得即爲由基面計起之高度，無須更爲換算也。

本書所述，大部分乃平面測量之法也。

大地測量 行測量時，如計及大地之形狀者，其法名曰大地測量。此類測量，俱極精密，恆及於廣大面積。如所測量之區域，尙不甚大，僅爲一省，則可假定地球爲球體，而得所需之精密程度。如其區域甚大，包括一國，即應計及地球之真正扁球體形狀矣。

定義 今述測量法中常用名詞若干之定義如下：

(一) 水平表面 與地球之平均球形表面成平行之面也。靜水之表面，是其一例。

(二) 地平面 與水平表面相切之平面也。

(三) 地平線 與水平表面相切之線也。

(四) 地平角 在地平面上二線相交之一角也。

(五) 垂直線 與水平表面成直角相交之線也。

(六) 垂直平面 平面中含有垂直線者也。

(七) 垂直角 在垂直平面上二線相交之一角也。在測量法中，例以此二線中之一為地平線；而對於某點之垂直角，即為一垂直平面上，在向此點之線與地平面間所包之角也。

(八) 高度 在假定之水平表面上（或下）之垂直距離也。此種表面名曰基面。普通所用基面為平均海面，即海水當平潮位時之正則水平表面也。

(九) 高度差 二點間之垂直距離也。假定有二水平表面，分含有二點之一，則此二水平表面間之距離，即為二點之高度差。測定高度差之法，名曰高度測量。

計量之單位 角之單位為度、分、秒。分一圓周為三六〇度；分一度為六〇分；分一分為六〇秒。長之單位，有數種通用制度。（一）用公尺為單位。（二）用英尺為單位，不及一英尺者，以其千分數及百分數計之。（三）用碼、英尺，及英寸為單位。

面積之單位，亦有數種通用制度。（一）用平方公尺為單位。（二）用平方英尺及英畝為單位。一英畝等於四三、五六〇平方英尺。

體積之單位，亦有數種通用制度。(一)用立方公尺爲單位。(二)用立方英尺及立方碼爲單位。

測量之精密程度 測量之時，所得之量，不能毫無誤差；其大小隨所用方法，所用儀器及環境而異。欲求結果更加精密，則必多費時間與勞力，且結果愈精密，則所費時間及勞力，增加益多。故測量之精密程度，應視測量之目的定之，過高亦非所宜也。

測量之預備知識 平面測量之原理，並不艱深。測量師祇須通曉幾何學及平面三角學，略知物理學及天文學，並明瞭修整誤差之原理及方法，已足矣。作大地測量者，則須深通上述三事也。

第二章 外業

總論 外業可分數項述之。

(一) 較準儀器及整理外業用具。

(二) 選擇足爲測量標識之木椿、石碑及別種物體，或特設之，並定其位置。

(三) 憑地平角及地平距離，以定物體之地平位置。

(四) 依高度測量法，定物體之高度。

(五) 取外業所得結果，記入外業手冊中，或直接依照比例，作成地圖。

儀器 測量儀器及用具，主要者如下述：

(一) 工程師轉鏡儀 用以量地平角及垂直角，並延長直線。具有望遠鏡，能在地平面或垂直面上旋轉。常附有磁針。裝置在三足架上。運用此器者，稱爲轉鏡儀員。

(二) 工程師水準儀 乃望遠鏡，附有水準管，俱繞一垂直軸而旋轉。用以定高度之差。其

作業名曰高度測量。運用之者，稱爲水準儀員。

(三) 測桿 乃木桿或鋼桿。下端有鋼尖。桿身塗漆，紅白相間。於量角或距離時，用之照準。執此者稱爲測桿員。

(四) 測簽 乃鋼簽。長約一英尺。於用卷尺量距離時，以此插入地中，標明卷尺末端之位。置。

(五) 水平桿 乃分度之木桿。與水準儀連用，以測定高度之差。分度常以百分之一英寸爲準。桿長例爲十三英尺。執此者稱曰水平桿員。

(六) 卷尺及測鏈 卷尺乃鋼條或布條，畫分尺度。可卷成圓餅，便於攜帶。測鏈乃連合細鋼條所成。俱用於量定距離。其事名曰距離測量。司此者曰距離測量員。

名詞釋義 測量法中有常用之名詞數事，釋其義如下

(一) 後視 (甲) 從水準儀中，觀測已知高度之一點也。(乙) 從轉鏡儀中，沿已知方向之線，向後方觀測一根據點也。