

09526

張樹森著

大地測量學

羅家倫題



# 大地測量學

編者

張樹森

南京鍾山書局發行

# 大地測量學

米此書有著作權翻印必究米

中華民國二十二年十二月初版

中華民國二十三年十月再版

每冊定價國幣貳圓伍角

(外埠每冊加郵費一角三分)

編著者	平陽張樹森
印刷者	南京美吉印刷社
發行者	南京鍾山書局
代售者	南京中央大學土木系
	鍾山書局各地特約經理處

張樹森先生近著

## 平面測量學

本書計分十二編五十餘章：一內容包括距離測量，羅盤儀測量，經緯儀測量，面積測量，水平測量，視距測量，平板儀測量，地形測量，儀器整理，製圖及曲線等，并附測量實習指導，插圖二百餘，附表四。

定價二元

鍾山書局發行

## 大地測量學

本書計分四大編二十餘章：一內容包括三角測量，天文測量，水平測量，地圖畫法等，插圖百餘，附表十餘。

定價二元五角

鍾山書局發行

178448

626.1  
422

## 大地測量學

1

## 序 一

中國科學尙屬幼稚，灌輸知識，培植人才，所須材料，罔不仰給外洋，欲求較爲精深學問，非用洋文書籍無可研究。平陽張樹森先生戚焉憂之，遂秉平日心得，著大地測量學一書。普通測量以地面計作平面，失之毫釐，謬及千里，糾正之道，大地測量是也。地面果圓，則以球面計算可耳；地果橢圓，則以橢圓計算可耳；但地非正圓，又非橢圓，且其南半球與北半球之形體更不相等；欲求精確測計，豈不大難。張君所著對於星極，經緯，三角，水平，等各種測量繪算，莫不用最精密最明顯之方式，條分縷晰，綱舉目張，苟非識驗弘通，曷克臻此。爾聞中央有於訓政期內完成全國測量之計畫，則張君斯著之應世，直接固能裨益於工程學子，而其間接有功於社會國家者，豈淺鮮哉。

民國二十年八月吳興沈祖偉謹序

## 序 二

自公孫弘斥百家而崇儒術，於是舉中國古代百工之藝不惜一切擯棄之，測量學之失傳，亦其一端也。嘗考歐美各國，舉凡軍政民政需用之地圖，莫不以大地測量爲其基礎。若德意志測量全國，歷時凡七十餘年，卒告厥成；美國且歲費二千餘萬金元，專供測量之用。政府重視於上，學者鑽研於下，故能突飛猛晉，日有發明。返觀吾國，以其地域之廣，人民之衆，自清季以迄今日，習測量者才及三千人；其能出其鑽研所得，創爲著述，示人軌範者，尤爲罕見。而國家復以喪亂相尋，國計艱困，不遑有大規模之建設，致令國界邊疆任人侵削，江河土地整理無功，可慨也夫！張樹森學兄在中央大學掌教測量學有年，而於大地測量學尤多心得，將以所編大地測量學付梓問世，囑序於予。予既卒讀其書，深佩其結構之精，致力之勤，取材類多已經測驗之實例，敘述測法與闡明理論，尤明瞭詳盡，洵足爲現世習測量學者之寶筏，而有裨於國家之軍政民政前途益非淺鮮，爰樂爲之序。

民國二十年十月沈百先識於江蘇建設廳

## 序 三

我國面積三千餘萬方里，佔全亞四分之一，幅員至廣也，時至今日，尙無精確之地圖。外則強鄰環伺，日肆蠶食，疆界未定，邊地日削；內則鱗册散佚，經界不正，兼并成風，田賦紊亂。方今革命告成，定邊界，均地權，誠爲當務之急。第地非平直，以我國疆域之大，舍曲度無以計面積，非經緯難以定位置，是大地測量之爲用尤亟。邇者中央有於訓政期內，完成全國測量之大計劃。環顧國內，學測量者有幾，人材缺乏姑不具論，則坊間竟無大地測量專書。讀西籍費鉅而工倍，學者雖欲鑽研而不可得。樹森有感於是，乃博採西籍，擷其精粹，參以經驗之所得，窮二年之歲月，輯成是書，用供學者之需，庶於測量前途，不無少補。自愧學識譾陋，錯誤滋多，尙祈海內鴻儒有以正之。

民國二十二年十二月張樹森識於中央大學

例 言

- 一 本書計分四編，凡大地測量儀器之構造，應用，測法，與計算，製圖，等均屬之。
- 二 本書為易於學者鑽研起見，敘述測法求明顯，說明理論務詳盡，公式必推其來源，斯學者事半而功倍。
- 三 天文測量學者每不易明瞭，感扞格不入之虞。本書特另立一編，詳述其原理及測法。
- 四 本書對於新出品之儀器，均詳為說明，以便學者出而應世。
- 五 本書所有例題，多係著者實測所得以計算，學者尤易了解。
- 六 本書所用術語，係蒐集工程界之慣用者，參以已見，審慎訂定，仍附原文；卷末并附英漢術語對照表。
- 七 本書關於測量應用諸表，均彙附卷末，以便檢用。



# 大地測量學

## 目 錄

(數字係指頁數)

### 第一編 三角測量

1—152

#### 第一章 緒論..... 1

- § 1 大地測量定義..... 1      § 3 差誤之改正及調整..... 1  
§ 2 大地測量分類..... 1

#### 第二章 三角網..... 1—24

- § 1 概說..... 1—2      § 7 踏勘..... 10  
§ 2 三角網之等級..... 2—3      § 8 測站之高..... 10—14  
§ 3 三角網之形..... 4—5      § 9 測點..... 15  
§ 4 三角網之強度..... 5—8      § 10 三腳架..... 15—16  
§ 5 幾何定約..... 8—9      § 11 測塔..... 16—19  
§ 6  $R_1$  及  $R_2$  值之限度..... 9—10      § 12 標號..... 19—24

#### 第三章 基線..... 24—40

- § 1 概說..... 24—25      § 6 斜度之改正..... 29—30  
§ 2 基線桿..... 25      § 7 視線之改正..... 30  
§ 3 鋼尺..... 25—27      § 8 間斯基線之改正..... 30—32  
§ 4 合金尺..... 27—28      § 9 溫度之改正..... 32  
§ 5 基線之量法..... 28—29      § 10 絕對長度..... 32—33

§11 拉力之改正.....	33—34	§14 間斷基線之計算.....	37—38
§12 垂曲之改正.....	34—36	§15 精密之程度.....	38—40
§13 海平面之改正.....	36—37		

#### 第四章 角度測量..... 40—75

§ 1 儀器種類.....	40—42	§10 記錄式.....	58—59
§ 2 複測儀.....	43	§11 方向儀之測法.....	59—65
§ 3 方向儀.....	43	§12 記錄式.....	65—67
§ 4 顯微器.....	43—45	§13 偏測點之改正.....	68—70
§ 5 顯微器之讀法.....	45	§14 偏標號之改正.....	71
§ 6 顯微器之差誤.....	45—48	§15 變位之改正.....	71—72
§ 7 蔡司經緯儀.....	48—52	§16 精密之程度.....	72—73
§ 8 垂直儀.....	52—53	§17 複測儀之整理.....	73—74
§ 9 複測儀之測法.....	54—58	§18 方向儀之整理.....	74—75

#### 第五章 三角網之調整及計算..... 75—103

§ 1 概說.....	75	§ 7 三角形之調整.....	85
§ 2 論權.....	75—76	§ 8 四邊形之調整.....	85—88
§ 3 權之定理.....	76—78	§ 9 四邊形調整之近似法.....	88—94
§ 4 地位調整.....	78—83	§10 四邊形調整之直捷法.....	95—101
§ 5 形式調整.....	83—84	§11 全部三角網之調整.....	102
§ 6 孤餘.....	84—85	§12 各邊之計算.....	102—103

#### 第六章 大地位置之計算..... 104—162

§ 1 概說.....	104	§ 3 橢圓之性質.....	108—110
§ 2 地球之形狀.....	104—107	§ 4 子午圈之半徑.....	110—112

§ 5 卯酉圈之半徑.....112—113	§16 公式.....135—137
§ 6 垂直面在任何方位角之 半徑.....113—117	§17 由經緯度求距離及方位 角.....138
§ 7 $R\alpha$ 之平均值.....117—119	§18 定界線.....138
§ 8 子午弧之長.....119—120	§19 定子午弧.....138—139
§ 9 其他公式.....120—121	§20 定緯度平行弧.....139—140
§10 橢圓弧.....122	§21 定大圓弧.....140—141
§11 大地線.....123	§22 平面坐標.....141
§12 視直曲線.....123—124	§23 由經緯度計算平面坐標 .....141—146
§13 緯度之差.....124—130	§24 平面制之差誤.....147—150
§14 經度之差.....130—132	§25 導線與三角網.....150—152
§15 前後方位角.....132—134	

## 第二編 天文測量

153—296

## 第一章 總論.....153—160

§ 1 天文測量.....153	§ 5 地球旋轉及四時之分.....155—157
§ 2 天球.....153—154	§ 6 太陽之視位.....157—158
§ 3 天球視動.....154	§ 7 歲差.....158—159
§ 4 東西之分.....154—155	§ 8 光行差.....159—160

## 第二章 定義及坐標.....160—180

§ 1 定義.....160—163	§ 5 黃道制.....167
§ 2 球形坐標.....163	§ 6 觀測點之坐標.....167—168
§ 3 地平制.....164	§ 7 天極高度與觀測點緯度 之關係.....168—171
§ 4 赤道制.....164—166	

- § 8 子午圈上點之高度及赤緯與觀測點緯度之關係  
.....171—172
- § 9 天文三角形.....172—178
- § 10 赤經與時角之關係.....178—180

### 第三章 論時.....180—198

- § 1 時之種類.....180
- § 2 恆星時.....181
- § 3 視時.....181
- § 4 平時.....181
- § 5 時差.....181
- § 6 平時與視時之改變.....181—182
- § 7 地方時.....182
- § 8 經度與時之關係.....182—184
- § 9 標準時.....184—186
- § 10 恆星時赤經與時角之關係.....186—187
- § 11 平時間與恆星時間之關係.....187—190
- § 12 平時與恆星時之關係.....190—195
- § 13 天文歷書.....195
- § 14 論較.....195—197
- § 15 重較法.....197—198

### 第四章 觀測之改正.....198—206

- § 1 地球之形狀.....198
- § 2 緯度種類.....198—200
- § 3 視差.....200—202
- § 4 蒙氣差.....202
- § 5 半徑.....202—203
- § 6 海平面之俯角.....203—204
- § 7 儀器差誤.....204—206

### 第五章 星座.....206—209

- § 1 星座.....206
- § 2 星之等級.....206
- § 3 極圈星座.....207
- § 4 近赤道之星座.....207—208
- § 5 行星.....209

第六章 儀器.....209—225	
§ 1 經緯儀.....209—210	§ 5 天頂儀.....217—220
§ 2 天文經緯儀.....210—213	§ 6 六分儀.....220—221
§ 3 時計.....214	§ 7 六分儀構造之原理.....221—224
§ 4 時辰圖.....214—217	§ 8 人造地平面.....224—225
第七章 緯度測法.....225—239	
§ 1 北極星在中天時.....225—226	§ 5 隨時觀北極星.....233—236
§ 2 太陽在中天時.....226—228	§ 6 天頂儀之測法.....237—238
§ 3 南方星在中天時.....228—229	§ 7 緯度之變動.....238
§ 4 日星近子午線時.....229—232	§ 8 海平面之改正.....238—239
第八章 時之測法.....239—264	
§ 1 星在中天時.....239—241	§ 9 太陽在中天時.....248—249
§ 2 天文經緯儀之測法.....241—242	§10 觀測太陽高度.....249—252
§ 3 水準改正.....242—244	§11 觀測星之高度.....252—254
§ 4 視線改正.....244—245	§12 星之在北極星之垂直圈 時.....254—259
§ 5 方位角之改正.....245—246	§13 觀測同高度之一星.....259
§ 6 光行差.....246—247	§14 觀測同高度之二星.....259—264
§ 7 速率之改正.....247	
§ 8 星之選擇.....247	
第九章 經度測法.....265—268	
§ 1 時計之比較.....265	§ 4 太陰在中天時.....266—268
§ 2 電報法.....265—266	§ 5 經度之變動.....268
§ 3 時號法.....266	

## 第十章 方位角測法.....269—296

- |                         |                           |
|-------------------------|---------------------------|
| § 1 觀測標號.....269—270    | § 9 光行差.....289—290       |
| § 2 北極星在最大離角時...270—273 | § 10 北極星在中天時.....290      |
| § 3 北極星近最大離角時...274     | § 11 觀測同高度之一星.....290—291 |
| § 4 觀測太陽高度.....274—278  | § 12 觀測同高之太陽.....291—292  |
| § 5 觀測星之高度.....278—279  | § 13 太陽近中天時.....293—294   |
| § 6 隨時觀測繞極星.....279—286 | § 14 太陽在中天時.....294—296   |
| § 7 曲度改正.....286—289    | § 15 海平面之改正.....296       |
| § 8 水準改正.....289        | § 16 方位角之變動.....296       |

## 第三編 水平測量 297—337

## 第一章 精密水平測量.....297—314

- |                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| § 1 水平測量.....297         | § 9 測法.....305—306        |
| § 2 水平基面.....297—298     | § 10 記錄式.....306—307      |
| § 3 精密水平儀概說.....298      | § 11 差誤.....308—309       |
| § 4 美國精密水平儀.....298—300  | § 12 水平面轉合之差誤.....309—314 |
| § 5 蔡司精密水平儀.....300—301  | § 13 普通水平儀之測法.....312     |
| § 6 美國精密水平尺.....301—303  | § 14 水平測量之調整.....312—314  |
| § 7 蔡司精密水平尺.....303      | § 15 精密之程度.....314        |
| § 8 精密水平儀之整理.....303—305 |                           |

## 第二章 三角水平測量.....315—327

- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| § 1 概說.....315           | § 5 觀測二點之直立角.....322—325 |
| § 2 直立角之改正.....315—316   | § 6 蒙氣差係數.....325—327    |
| § 3 海平面法.....316—318     | § 7 精密之程度.....327        |
| § 4 觀測一點之直立角.....318—322 |                          |

<b>第三章 氣壓水平測量</b> .....327—337	
§ 1 概說.....327	§ 7 重力之差.....333
§ 2 水銀氣壓計.....327—329	§ 8 愛勒氏公式.....333—334
§ 3 空盒氣壓表.....330—332	§ 9 施克寶氏公式.....334
§ 4 計算高度差——納撥萊 氏公式.....332	§10 二氣壓計之測法.....334—337
§ 5 空氣之溫度.....332	§11 一氣壓計之測法.....337
§ 6 水銀之溫度.....332—333	§12 精密之程度.....337

**第四編 地圖畫法** 339—354

**第一章 圓柱投影**.....339—345

§ 1 概說.....339	§ 3 直角圓柱投影.....341
§ 2 簡單圓柱投影.....339—340	§ 4 穆克脫氏投影.....341—345

**第二章 圓錐投影**.....345—352

§ 1 簡單圓錐投影.....345—348	§ 3 旁納氏投影.....349—350
§ 2 穆克脫氏投影.....348—349	§ 4 多圓錐投影.....350—352

**第三章 其他畫法**.....352—354

§ 1 梯形投影.....352	§ 2 圓心射出投影.....353—354
------------------	------------------------

**表** 355—399

表一 計算三角網之強度.....355—356
表二 曲度及蒙氣差.....357
表三 計算弧餘 Log m 之值.....358

表四	平行弧及子午弧之長與 Log N 及 Rm .....	359—363
表五	任何方位角及緯度之地球半徑對數 .....	364—374
表六	計算大地位置之各值 .....	375—380
表七	正弦與弧之對數差(經度改正用) .....	381
表八	Log F .....	382
表九	化恆星時爲平時 .....	383
表一〇	化平時爲恆星時 .....	384
表一一	視差——半徑——俯角 .....	385
表一二	平均蒙氣差 .....	386
表一三	1930年北極星上下中天及東西離角時 .....	387
表一四	觀測太陽近子午線之高度以求緯度 .....	388—392
表一五	$m = \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} t}{\sin 1''}$ 之值 .....	393—396
表一六	中天時觀測之改正值 .....	397
表一七	逐日光行差 .....	398
表一八	近最大離角時之改正值 .....	399

## 英漢術語對照表

401—408



# 大地測量學

## 第一編 三角測量

### 第一章 緒論

- §1. 大地測量定義 吾人所居之地爲球形，地面非平直，若所測地範圍既大，地面曲度雖屬毫釐之差，終成千里之誤，故大地測量者，爲計及地球曲度之測量也。
- §2. 大地測量分類 大地測量可分二大類：曰三角測量；曰水平測量。欲求上二者之精密及準確，則經緯度，子午線及時之測定，水平基面之設立，以及地球之大小形狀，亦須詳爲論述焉。
- §3. 差誤之改正及調整 凡測量施行之方法無論若何其準確，所用儀器無論若何其精密，差誤在所不免。若欲去其差誤，而求其真值或最近於真值，應加以改正，並施行調整以適合於幾何定約。

### 第二章 三角網

- §1. 概說 三角網者爲分佈地面多數之三角形也，其頂點爲三角點 (Triangulation Station)。惟三角網須已知一邊及各角度乃可計算其他各邊，此已知邊名曰基線 (Base Line)。並須另設一已知邊以爲計算覆驗之用者，名曰覆驗基線。