

高等学校教材試用本

測量學

(修訂本)

周卡 程人和 編著
王丙戌 李汝昌

地質出版社

高等学校教材試用本

測量学

(修訂本)

周卡程人
王丙戌李汝
編著

地质出版社

1957·北京

本書是根据最近高等教育部及地質部所擬訂的測量學教學大綱編寫的。在編寫過程中參考了許多蘇聯測量學教材。初稿曾在北京地質學院及北京礦業學院試用。

在內容方面：本書不但說明了各種測量的理論知識，同時更着重於測量方法，如控制測量、經緯儀導線測量、高程測量、地形測圖法、攝影測量、草測以及地形圖的應用。在講誤差一章中，詳細地說明誤差發生的原因，以及在儀器上可能發生誤差的檢查、校正及消除的方法。此外，書中亦提到對各種儀器的保養法。

此次根據高等教育部的指示及教學中發現的缺點和讀者反應的意見，進行了修訂。其中有的章節曾加以調整，有的章節過去敘述不夠完整，現已加以補充。

雖經此次修訂，但也難免錯誤，希望讀者提出寶貴意見，以便改正。

測 量 學（修訂本）

編 著 者	周 卡 程 人 和 王 丙 戌 李 汝 昌
出 版 者	地 質 出 版 社 北京宣武門外永光寺西街3號 北京市書刊出版營業許可證出字第零伍零號
發 行 者	新 華 書 店
印 刷 者	地 質 印 刷 廠 北京廣安門內教子胡同甲32號

編 輯：張毓崧、鄒儒義、桂榮惠、

榮靈璧、陳崇德

技術編輯：李璧如 校 對：白叔鈞

印數(京)17,101—19,605冊 1956年7月北京第2版

開本31"×43"¹/₂₅ 1957年7月第2次印刷

字數260,000字 印張12¹²/₂₅ 插頁7

定價(10)1.85元

高等学校教材試用本

測量学

(修訂本)

周卡程人
王丙戌李汝
編著

地质出版社

1957·北京

原 书 缺 页

目 錄

序	7
修訂版序	9
第 一 章 緒論	10
1-1 測量學研究的對象和任務	10
1-2 關於地球的形狀和大小的概念	11
1-3 水平面和水准面	12
1-4 平面坐標及球面坐標	15
1-5 地圖、平面圖、断面圖	16
1-6 比例尺	17
1-7 地形圖上所用地物慣用符號	18
1-8 地球表面上一點的絕對高程與假定高程	19
1-9 等高綫及地形概念	20
1-10 測量工作概念	22
第 二 章 誤差的初步原理	27
2-1 緒言	27
2-2 誤差的發生及其種類	27
2-3 偶然誤差的性質	28
2-4 偶然誤差的衡量	30
2-5 誤差傳播定律	32
2-6 算術平均值的均方誤差	36
2-7 以算術平均值為基礎的一量度值的均方誤差	36
2-8 量度結果的權	38
2-9 權平均值及其均方誤差	39
2-10 相對誤差	41
2-11 容許誤差	42
第 三 章 直綫定綫與丈量	44
3-1 地面上的直綫及其標誌	44

3-2	定概略直綫的方法	44
3-3	丈量直綫的工具	46
3-4	鋼尺的檢定	47
3-5	用鋼尺丈量直綫的距离	47
3-6	測斜器	50
3-7	以鋼尺丈量直綫的精度	52
第 四 章	直綫定向	55
4-1	直綫定向的意義	55
4-2	标准方向的种类	55
4-3	一直綫的真方位角与象限角	57
4-4	一多边形各边的角度与平面方位角間的关系	59
4-5	子午綫的收斂	61
4-6	以罗盤仪定一測綫的磁方位	63
4-7	罗盤仪的檢驗	66
4-8	用日圭定正北方向	68
第 五 章	水平角測量	70
5-1	設角器及以設角器設測定值水平角的概念	70
5-2	卷尺和設角器測量	72
5-3	量角仪器的主要構造部分	74
5-4	測角器(經緯仪)的構成条件	83
5-5	經緯仪	84
5-6	經緯仪上可能發生的主要誤差的檢查、校正及消去法	90
5-7	仪器的保养	94
5-8	經緯仪的安置及整平与望远鏡的使用	96
5-9	水平角的測定法	97
第 六 章	控制測量	102
6-1	控制測量的意义	102
6-2	三角測量的概念	102
6-3	三角測量的圖形	103
6-4	三角測量的等級	104

6-5 选点、造标及埋石	106
6-6 量基綫	108
6-7 量水平角	110
6-8 三角形的計算	111
第 七 章 經緯仪導綫測量	113
7-1 導綫測量的意义	113
7-2 導綫測量的佈置	113
7-3 經緯仪導綫測量的野外工作	116
7-4 經緯仪導綫測量的精度估計	117
7-5 平面直角坐标的計算	121
7-6 經緯仪導綫計算	124
7-7 按縱橫坐标繪導綫点	132
7-8 独立点坐标的决定	134
第 八 章 高程測量	146
8-1 高程測量的一般概念	146
8-2 水准測量	147
8-3 三角高程測量	168
8-4 气压高程測量	174
第 九 章 地形測圖	185
9-1 地形測量的概念	185
9-2 視距測量的概念	191
9-3 視距測量所用的仪器及其工作原理	192
9-4 当視綫傾斜时, 求距离及高差的視距公式	195
9-5 自动視距仪	197
9-6 視距測量的作業	201
9-7 視距測量的精度	205
9-8 平板仪測量的概念	212
9-9 平板仪的構造	213
9-10 平板仪的檢驗及校正	215
9-11 平板仪的安置	219

9-12 平板仪的应用	221
9-13 平板仪测量的作業	225
第十章 攝影測量的概念	239
10-1 攝影測量基本認識	339
10-2 空中攝影測量与地質工作	241
10-3 空中像片的本質与其几何关系	245
10-4 鑲圖及其作法	251
10-5 像片判釋	255
10-6 制平面圖的方法	260
10-7 攝影測量的新方法	265
第十一章 草測	270
11-1 草測的应用	270
11-2 測定距离的方法	271
11-3 地物地貌的測定	274
11-4 草測工作的進行	274
第十二章 地形圖的应用	279
12-1 地形圖的概念	279
12-2 地圖的分幅及編号	280
12-3 地圖投影的概念与地圖格網	287
12-4 方位角的問題	292
12-5 地圖的定向	295
12-6 在圖上画出一点的坐标	296
12-7 在圖上确定一点的經度及緯度	297
12-8 在圖上确定兩点間的直綫長度	298
12-9 高程問題	299
12-10 断面圖問題	299
12-11 等傾斜綫問題	301
12-12 面積問題	302
12-13 地圖的縮放	308
参考文献	312

序

本書是根據地質院系各專業的“測量學及地形制圖”教學大綱的課堂講授部分——測量學——編寫的。

從1953年開始，北京地質學院測量教研室學習了蘇聯莫斯科地質學院的“測量學及地形制圖”教學大綱，參考了若干蘇聯教材，着手編寫普通測量學的教材。經過幾度修改後，由北京地質學院印出，作為北京地質學院和北京礦業學院各地質專業學生的測量學教本，在試用過程中，一般地提高了教學效果；但是由於在編寫教材的當時，對於蘇聯的教學大綱體會還不十分深刻，對於教授地質專業學生測量學的要求還不夠完全明確，因此該教本也反映出許多缺點，急待修改。

1954年10月中央地質部及高等教育部召集了地質院系各專業課程教學大綱審訂會議。在這個會議上，參加會議的同志們認真地學習了蘇聯的教學大綱，交流了教學經驗，並在蘇聯專家的指導下擬訂了適合我國情況的“測量學及地形制圖”教學大綱。通過這次會議使我們進一步地明確了對於地質專業學生，講授這門課程的主要目的是使學生們了解測量學的一般理論知識；初步掌握幾種主要的簡單的測圖技術；學會讀釋和應用地形圖，以便根據這些知識和技術正確地進行地質工作。

在教學大綱修訂會議以後，北京地質學院，北京石油學院及北京礦業學院測量教研室的幾位同志組織了教材編寫小組，以北京地質學院的教材為基礎，根據教學大綱進行了整編。

本書的內容和章節次序基本上是依照教學大綱編寫的；但在內容方面略有增添，作為參考教材。應該提到，為了學習蘇聯先進經驗，本書廣泛的引用了蘇聯教材。甚至在有的章節中引用了普通測量學（清華譯）的譯文。本書也注意到結合我國測量工作的情況，做了簡

要的說明。

参加本書編寫工作的有北京地質学院測量教研室周卡、李汝昌，北京石油学院程人和及北京礦業学院王丙戌等同志。由於我們的政治与業務水平不足，再加整編的时间緊迫，這本書一定还有許多缺点，希望各方面指出缺点以便改正。

著者 1955年1月

修訂版序

在这次的修訂当中，改变最大的是將原來的第七章罗盤仪測量取消了，其中主要的內容分在第四章直綫定向及第九章地形測圖內講；其次，在第二章的誤差公式上也有一些改动；在气压高程測量內刪去了沸点气压計；在視距測量的精度估計中，在第一版上沒有將高程精度估計完整地敘述出來，現已全部补述；在平板測量中，將平板定向的節次略加以調整，並补述高程網的調整办法；由於本書是地質院系“測量学及地形制圖”在一学期內以 60 小时講授完的，所以有的部分是不可能完全照講，可以不講的部分現已用符号 * 补註出來。

由於我們的業務水平低，虽然經過这次修正，但也还不能避免錯誤，希望讀者提出批評指正，以便修改。

著者 1956 年 2 月

測 量 學

第一章 緒 論

1-1 測量學研究的對象和任務

測量學是研究和推求地球表面各個部分以及整個地球的形狀和大小，並將這些形狀和大小表現在圖紙上的科學。測量學密切的關係到社會的生產建設，並成為研究地球科學的基礎。

測量學的直接目的就是：

- (1) 決定地面上各點的相對位置和絕對位置；
- (2) 將所測量地區地面形狀繪製成地形圖；
- (3) 決定地球的形狀和大小。

測量學發展很早，遠在上古時代，由於人民農業生產劃分土地的需要發明了土地丈量的方法，土地丈量促進了幾何學的形成和發展。後來由於人類經濟和政治生活的需要逐漸發明了羅盤儀等等測量儀器，發展了精確的測量和繪製地圖的工作。隨着幾何學、天文學、數學、機械製造等等科學的發展，測量學已發展成為一門複雜而嚴密的科學，它在人類生活中佔着重要地位。

測量學在國民經濟中佔重要地位，是由於它無論在地質探勘、工程建設、農業生產以及國防事業上都具有重大意義。

測量學能使社會主義建設獲得必要的地形圖，在作任何一種經濟上和技術上的計劃或設計時，都要根據詳細而精密的地形圖來作研究。

測量學在地質勘測工作中佔極重要的地位。地形圖是進行地質勘測、地質制圖以及進行地質科學研究的重要資料之一，沒有地形圖就

不能進行正確的地質工作。近代空中攝影測量的發展，給地質勘測工作創造了新方法。蘇聯在應用空中攝影照片進行地質勘測工作上已獲得了巨大的成就。

1-2 關於地球的形狀和大小的概念

地球的地形表面及地球的外形 地球表面是不平坦、不規則的，有山嶺、高原、平原、深谷；海洋里的底面，也是不平坦的。但如從整個地球的形狀來看，地球表面上這些起伏變化是極微小的，而整個地球是一個兩極略扁的球體。

水準面 地球上海洋和湖泊的水面當其平靜時，任何一點的水面必與該點的重力方向綫成正交，這種在所有點上和重力方向成正交的表面叫做水準面。設想地球上的某一湖泊水面無限擴展起來，也就是說水準面無限擴展起來，就自然形成一個閉合的球面了，而這樣閉合的水準面大大小小可有無數之多。

大地水準面 在上面這些無限多的面中，有一個特殊曲面，假定它與靜止的海面相合，穿過大陸與島嶼閉合起來就可代表地球的形狀的，叫做大地水準面。這個大地水準面，我們在实际工作中是以在海濱設立驗潮所測定水位的高低，經過若干年取一個中數來求得，稱做平均海面。

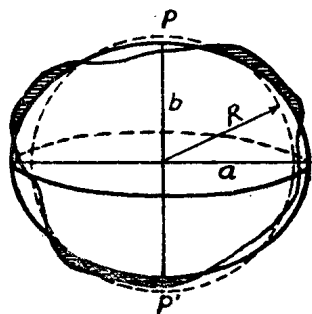


圖 1

由於近百年來測量科學的發展，我們得知大地水準面（即地球表面）近似於一個橢球體形狀，這個球體的形狀和大小決定於三個元素（如圖 1）：

長半徑 a

短半徑 b

$$\text{扁率 } \alpha = \frac{a-b}{a}$$

美國人海佛德(Hayford)於1909年發表了:

長半徑 $a = 6378388$ 公尺

短半徑 $b = 6356911$ 公尺

$$\text{扁率 } \alpha = \frac{a-b}{a} = 1:297$$

這是在1929年以後，解放以前，我國測量工作所採用的地球橢圓體元素。

目前在最新的，科學的測量工作基礎上，蘇聯學者克拉索夫斯基教授 (Проф. Красовский) 得到最新的地球橢圓體元素，

$a = 6378245$ 公尺

$b = 6356863$ 公尺

$$\alpha = \frac{1}{298.3}$$

蘇聯在1946年後已經正式採用這新元素了，為迎接科學的真理，我們也當採用這個元素來作我們測量的基礎。

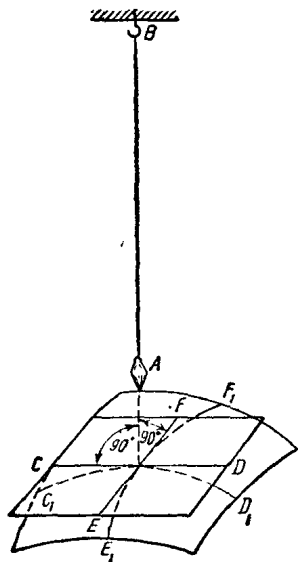


圖 2

大地水準面是大範圍內的大規模測量，
可以作為基準的天然表面；這種大範圍內
的一切測量成果都應化算到它的上面，然後才
能將它們統一起來。

1-3 水平面和水準面

水平面是和大地水準面於某一點相切的
一個平面，這個平面和切點上的重力方向成
正交，而且只和切點上的重力方向正交（如
圖 2）。由於地球的半徑很大，這一水平切
面在切點的周圍很大一塊地區的表面，幾乎
與它相合，於是我們可以把某一限度的地球
表面看作一平面，是沒有很大差異的。這樣
在測量過程中，就可以把這一測區的中點的

水平切面当作基准面，於是就將以大地水准面为基准面的技術問題，理論問題大大簡化了。这种以大地水准面为基准面來处理一切大規模的測量問題，屬於大地測量的範圍；以某一地区的中点的水平切面为基准面來处理一切小範圍的測量問題屬於普通測量的範圍了。

但是，把地球表面（曲面）看作一个平面是有一定限度的。这是因为球面不可能展成平面而無裂口，也就是球面上的形像不可能和平面上的形像完全相同。用平面上的形像來表示球面上的形像一定会發生变形。顯然，球面的面積愈大，用平面來表示球面形像所發生的变

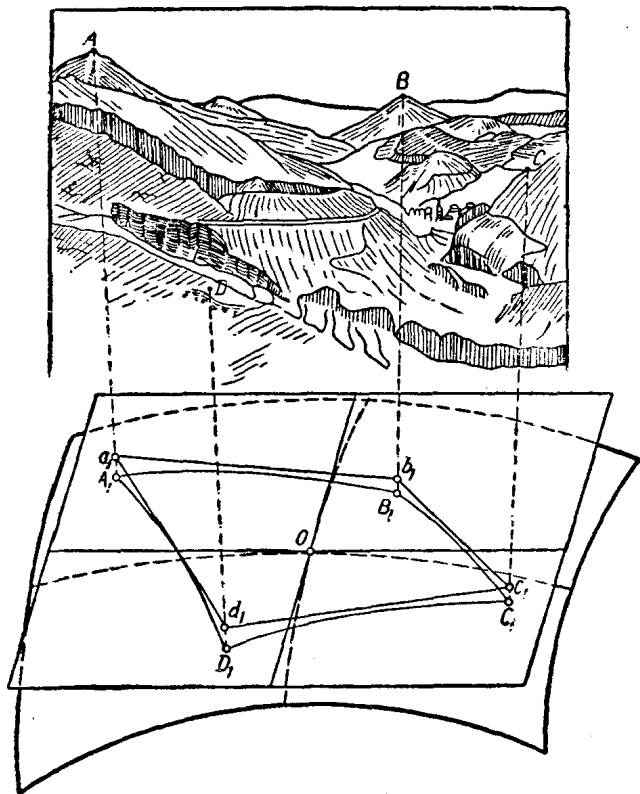


圖 3

形也愈大。

假定在地球上有 A、B、C、D 四点組成一四边形（如圖 3）通过 A、B、C、D 四点各作鉛垂綫到水准面上，得 A_1 、 B_1 、 C_1 、 D_1 四点，則 A_1 、 B_1 、 C_1 、 D_1 为 ABCD 四边形在水准面上的水平投影。同时，在水准面上 O 点作一切平面。切平面上 a_1 、 b_1 、 c_1 、 d_1 四点为鉛垂綫 AA_1 、 BB_1 、 CC_1 、 DD_1 ，与切面的交点，則四边形 $a_1b_1c_1d_1$ 为 ABCD 在平面上的投影。顯然水准面上的投影 $A_1B_1C_1D_1$ 和平面上的投影 $a_1b_1c_1d_1$ 是有差別的，也就是說用平面上的 $a_1b_1c_1d_1$ 來表示球面上的 $A_1B_1C_1D_1$ 是有誤差的，但是，可以看出，当这个圖形的面積不大时，平面和水准面是近於重合的，它們之間的差異將变的很小，以至我們在測量上覺察不到。現在我們就來研究多么大範圍之內水准面可以当作平面。

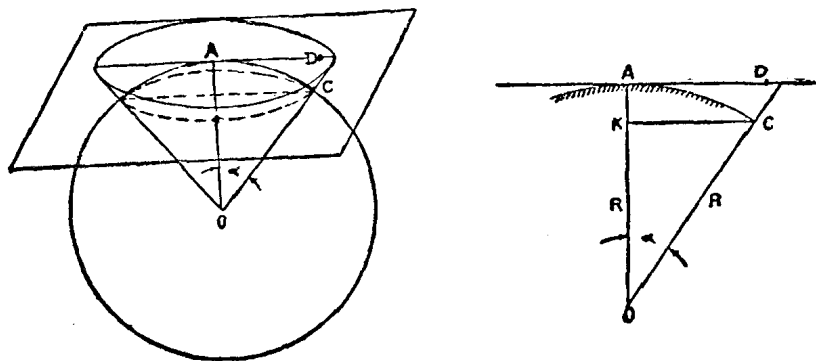


圖 4

假定在球面上 A 点处，作一切平面（如圖 4）。我們在地球上量了 AC 的長度，以 AC 为半徑在地球上画一个圓周。然后我們將量得的 AC 展到切平面上得到 AD，因为在 A 点附近面積不大，切平面和球面無限接近，可以視作 $AD=AC$ 。以 AD 为半徑在切平面上作圓周。地球上的圓周和平面上的圓周是不等長的，两个圓周長的差異，即代表以實地上量得的球面上的長度，直接画到平面上所產生的差異。也即以球面当作平面所產生的差異。我們必須划定这种差異的容