

測量學

П. В. 鄧靖 著

測繪出版社

測 量 學

П. В. 鄧 靖 著

張奠坤 楊金鈿 譯

樓 成 器 校

苏联文化部高等教育局審定
作为綜合大学地理系教科書

測 繪 出 版 社

1957·北 京

П. В. ДЕНЗИН

ГЕОДЕЗИЯ

ИЗДАТЕЛЬСТВО

МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

1953

本書系根据苏联莫斯科大学出版社于1953年出版的“測量学”譯出的。
本書經苏联文化部高等教育局審定作为綜合大学地理系教科書。

本書由張奠坤、楊金鉅同志譯出，“一般部分”經胡毓鈞同志初校，
达音同志复校，第十六章攝影測量由叶則正初校，全書由樓成器同志統校。

本書發排后，又接到作者于病中为本書寫的中文版序言，特此对作者
表示感謝。

測 量 学

著 者	П. В. 鄧 靖
譯 者	張 奠 坤 楊 金 鉅
校 者	樓 成 器
出 版 者	測 繪 出 版 社 北京宣武門外永光寺西街8号 北京市書刊出版業營業許可證出字第081号
發 行 者	新 華 書 店
印 刷 者	地 質 印 刷 厂 北京廣安門內教子胡同甲32号

印数(京)	1—2,400册	1957年10月北京第1版
开本	31"×43"1/25	1957年10月第1次印刷
字数	350 000字	印張 16 ¹⁸ / ₂₅ 插頁 5
定价(10)	2.20元	

目 錄

中文版序言	10
原序	11

一 般 部 分

緒論	15
§ 1. 測量学的任务	15
§ 2. 測量学的对象	16
第一章 总則	18
§ 3. 地球上的基本綫和基本面	18
§ 4. 水准面	19
§ 5. 測定地球形狀和大小的測量工作發展簡史	20
§ 6. 地球橢球体的元素	29
§ 7. 苏联的三角測量	30
§ 8. 測量学的实际的國民經濟任务	32
§ 9. 地球表面的平面圖形	34
§ 10. 地球表面平面圖形比例尺	34
§ 11. 为獲得平面圖形所必需的水平影像和測量	37
§ 12. 測量学中所采用的量度	41
§ 13. 地球表面上的基本坐标綫	43
§ 14. 地球表面各点的平面坐标	44
第二章 制圖仪器和材料	47
§ 15. 直尺和三角板	47
§ 16. 平行綫和垂直綫的画法	49
§ 17. 量角器	50
§ 18. 用量角器画已知角度	52
§ 19. 用量角器量測角度和量測誤差的概念	53
§ 20. 德罗貝雪夫尺	54
§ 21. 長度比例尺	56
§ 22. 兩脚規	58
§ 23. 編制平面圖、地圖和其它測量圖时所必需的材料	59
§ 24. 关于地圖繪制的几点意見	61

第三章 計算工作概論	63
§ 25. 概述	63
§ 26. 数的凑整	63
§ 27. 一些常数	64
§ 28. 用表計算	67
§ 29. 对数計算尺	73
§ 30. 用算盤和手搖計算机進行計算	78
第四章 地球表面上大面積的大比例尺平面圖形	83
§ 31. 概述	83
§ 32. 球面圖幅的平面圖形。圖幅的标号	83
§ 33. 測量帶的平面圖形	88
第五章 直綫定向	92
§ 34. 概述	92
§ 35. 子午綫收斂角	92
§ 36. 定向角。直綫的方位角、象限角和方向角	94
第六章 投影帶系統中的直角坐标	98
§ 37. 概述	98
§ 38. 大地正解問題	100
§ 39. 大地反解問題	102
§ 40. 直綫的方向角和其轉折角的关系	105
第七章 地形圖	108
§ 41. 苏联地形圖概論	108
§ 42. 地形圖是对地面進行地理研究的原始資料	110
§ 43. 地形圖的数学要素	111
§ 44. 地形圖的地理要素	115
§ 45. 圖例	118
§ 46. 地形圖上地貌的描繪	119
§ 47. 等高綫。概述	120
§ 48. 等高綫的性質	125
§ 49. 最大坡度綫	126
§ 50. 作为描繪地貌的等高綫法的評價	129
§ 51. 根据地形圖解求問題	133
問題 1. 断面圖的繪制	133
問題 2. 流域界綫和面積的确定	135

問題 3. 根据地形圖編寫地志	137
第八章 測量誤差理論的要素	140
§ 52. 測量的種類	140
§ 53. 測量誤差的種類。偶然誤差的特性	141
§ 54. 直接的等精度測量之平均誤差和中誤差	145
§ 55. 間接測量的誤差	147
§ 56. 算術平均值的中誤差	150
§ 57. 根据最或然誤差求測量中誤差公式	151
§ 58. 測量的最大誤差，相對誤差	155
§ 59. 非等精度測量	156

專 門 部 分

緒 論	159
第九章 測量儀器的一般部分	161
§ 60. 望遠鏡	161
§ 61. 望遠鏡的成像	164
§ 62. 望遠鏡放大率	166
§ 63. 望遠鏡的視場	167
§ 64. 望遠鏡成像的明亮度	168
§ 65. 十字絲網	169
§ 66. 望遠鏡的調節	170
§ 67. 十字絲的視差	173
§ 68. 望遠鏡的鑑別力	173
§ 69. 放大鏡與顯微鏡	174
§ 70. 水準器。水準器的用途	177
§ 71. 水準器的種類。水準器的構造	177
§ 72. 水準器的分划。水準器軸	179
§ 73. 水準器分划值的測定	180
§ 74. 水準器框。校正螺旋。水準器的檢驗改正	182
§ 75. 度盤、游標盤和游標	185
§ 76. 游標盤偏心差	191
§ 77. 磁針	193
§ 78. 羅針儀圖	196
§ 79. 垂直度盤	197

§ 80. 測量儀器上的其它零件.....	197
第十章 地面點的固定與標誌.....	199
§ 81. 概述.....	199
§ 82. 點的固定.....	199
§ 83. 點的標誌.....	201
第十一章 直線丈量.....	204
§ 84. 概述.....	204
§ 85. 丈量的工具.....	204
§ 86. 用帶狀尺丈量直線.....	206
§ 87. 用帶狀尺丈量直線的精度.....	207
§ 88. 傾斜角的測定.....	208
§ 89. 關於較高精度和高精度的直線丈量之概念.....	210
§ 90. 視距儀.....	211
§ 91. 視距儀常數的測定。標尺的制作.....	213
§ 92. 用視距儀測得的傾斜直線的水平和投影.....	215
§ 93. 視距儀的使用.....	218
§ 94. 其它的直線丈量方法.....	220
第十二章 水平角測量。連測.....	222
§ 95. 關於水平角的測量和構成的概述.....	222
§ 96. 經緯儀原理概述。經緯儀應滿足的條件.....	224
§ 97. 經緯儀水準器的檢查.....	226
§ 98. 經緯儀（或望遠鏡照準儀）上望遠鏡的視準差之測定.....	226
§ 99. 望遠鏡旋轉軸傾角之測定.....	229
§100. 水平角觀測。預備知識。覘標和經緯儀的整置.....	230
§101. 用測回法測角.....	231
§102. 角觀測的誤差和精度.....	233
§103. 閉合導線和附和導線的角和。角閉合差.....	234
§104. 與大地控制的連接。直接連接.....	237
§105. 波欽諾問題.....	238
§106. 解析交會.....	242
§107. 羅針儀，磁方位角和磁象限角的測定.....	243
§108. 手持稜鏡羅針儀.....	245
第十三章 地球表面上各點高程測定.....	247
§109. 概述.....	247

§110. 三角高程測量.....	249
§111. 垂直度盤零位置測定和傾斜角觀測.....	252
§112. 傾斜角觀測舉例。垂直度盤水準器的改正.....	255
§113. 幾何水準測量。基本公式.....	257
§114. 精確已導出之公式.....	259
§115. 標尺.....	261
§116. 水準儀。水準儀的種類.....	262
§117. 水準儀檢查.....	266
§118. 新式水準儀的構造.....	270
§119. 水準儀望遠鏡十字絲的調整.....	272
§120. 望遠鏡的必須視力和水準儀水準器的靈敏度.....	273
§121. 地理勘察工作中所用的水準儀.....	274
§122. 幾何水準測量的種類。全國性控制水準測量.....	275
§123. 工程水準測量。引言.....	277
§124. 進行縱向水準測量前的准备工作.....	278
§125. 測站上的工作程序。 α 點.....	280
§126. 橫向水準測量.....	282
§127. 水準測量手簿的整理。断面圖的繪制.....	283
§128. 面水準測量.....	284
§129. 水的水準測量.....	287
§130. 气压高程測量。公式和儀器.....	290
§131. 气压高程測量的實施。精度.....	294
第十四章 測圖及其控制	298
§132. 地圖和地區平面圖。地形圖.....	296
§133. 測圖方法.....	300
§134. 全國性的大地控制網.....	301
§135. 全國性控制網的加密.....	304
§136. 經緯儀高程導綫和視距儀導綫.....	305
§137. 經緯儀導綫的整理。角度的配賦和方向角的計算.....	306
§138. 坐標增量和點的坐標之計算.....	310
§139. 點的高差和高程之計算.....	313
§140. 全國性測圖的方法.....	315
第十五章 平板儀測圖	316
§141. 平板儀測圖概述.....	316

§142. 平板仪和望远镜照准仪	316
§143. 作業前的平板仪准备	319
§144. 平板仪整置	320
§145. 在测板上構角	323
§146. 关于测板上三个方向的輔助定理	324
§147. 平板仪交会	325
§148. 几何網	328
§149. 几何網点的高程測定	330
§150. 平板仪上的过渡点	331
§151. 波欽諾問題. 圖解法	332
§152. 解波欽諾問題的逐漸趋近法	335
§153. 包洛托夫法	338
§154. 測圖控制	338
§155. 碎部測圖	339
§156. 平板仪測圖时的技術作業	342
§157. 用等高綫描繪地貌	343
第十六章 摄影測量	346
§158. 摄影測量. 概述	346
§159. 航摄像片的种类. 航摄像片的特性	347
§160. 鑲嵌圖. 像片略圖和像片平面圖	350
§161. 地面和航摄像片之間的坐标关系	351
§162. 航摄像片的特別点	352
§163. 关于航空摄影的若干知識	353
§164. 綜合摄影測量	354
§165. 立体摄影測量	356
§166. 航空摄影在地理調查中的应用	359
第十七章 其它測圖	362
§167. 視距仪測圖	362
§168. 低精度的測圖	363
第十八章 具有地理性質的測量工作	367
§169. 概述	367
§170. 地物的連測	368
§171. 沒有全國性控制網时的地理測量控制	372
§172. 谷地、山谷、雛谷橫断面的測定	373

§173. 其它的地理問題.....	376
第十九章 量圖工作	384
§174. 概述.....	384
§175. 距离的量測.....	384
§176. 某些地物的長度量測.....	385
§177. 紙的变形和其計算的概念.....	386
§178. 在地圖上角度的量測.....	387
§179. 根据实地內量測計算面積.....	387
§180. 根据頂点的坐标計算閉合环的面積.....	389
§181. 在平面圖上測定面積的圖解方法.....	391
§182. 面積的机械測定法。求積儀的構造.....	392
§183. 求積儀的原理.....	395
§184. 求積儀的檢查和調整.....	398
§185. 用求積儀測定面積的方法.....	402
§186. 关于其它量圖工作的概念.....	404
結束語	408
附錄 1	410
附錄 2	413
附錄 3	418

中文版序言

本教科書的作者不能不對此綜合性大學地理系的測量學教科書之中文譯本表示慶賀。

研究任何一門科目，而特別是研究像測量學那樣的、一般來說比較困難的科目，如有一本教科書，那就可在比較少的計劃學時內，合理地進行教授，使學生學會獨立研究的方法。擔任講課的教員不必在授課過程中講述教學大綱所規定的一切，而是要選出最困難的和最重要的問題來，把主要注意力集中到這些問題上去。課程的說明部分以及比較容易的理論問題，可由學生根據教科書自己去研究；而且有一部分材料還可以在定期的實驗室作業的準備階段去學習。當然，講稿中的教材內容應該具有嚴密的系統性，而課程又應該是完整的。此外，講課和實驗室作業之間在時間上也不應有很大的脫節。

實驗室作業計劃應該做好，課題的數目不應太大，而每一個課題本身也不應該過分繁瑣。顯然，課題應該事先擬定好，分別作出綱要，並以講義形式預先發給學生。在綱要中應該指出學生在某一課題作業開始前需要很好了解的章節或其部分。每一課題作業開始時，應對學生作一簡單的檢查性的提問。

這樣的測量學教學法，在莫斯科大學的教學實踐中被証實是正確的，但無疑地，它不是唯一合適的。地方性的經驗和地方性的條件可能會提出更有成效的教學法。

如果我所寫的測量學教科書之中文譯本在中華人民共和國有用的話，那我將會感到對中國同志的微薄幫助而非常滿意。

П. 鄧 靖

1957.7.19 • 莫斯科

原 序

在綜合大学地理系里，學習測量學是完全必要的，而蘇維埃時代的地理工作實踐也証明了這樣做是完全正確的。

地理學家應很好地通曉地形圖。這種地形圖是地理學家的基本勞動工具。所以，地理學家應很好地了解這種地形圖的特性，以便在其某些工作條件下有成效地和有目的地參加地形圖的編制，並在另一些工作條件下善于利用地形圖。其次，為了運用由研究地理所得的專門指標來補充地形圖，也必須很好地知道和了解地形圖原理。

在研究地理時，測量是不可少的。我們偉大的旅行家們和地理學家們的工作歷史表明，他們在工作中總是少不了測量。現在，蘇聯地理學家的活動，是為國民經濟服務的。目前，蘇聯地理學家多半是在經過了大地測量和地形測量的區域里工作，因此，他們有充分的可能性去理想地利用大地測量和地形測量的基礎，並且每次都可以把他們所研究的對象與這種基礎聯繫起來。但是，如果沒有專門的知識和技能，那末上述的可能性也是空的。不應該忘記，蘇聯內務部測繪總局的各航空大地測量分局在編制內是有地理干部的；同樣不應該忘記，地理學家在蘇聯的地形測量實踐中（特別是在研究得不多的區域內）的作用，是非常重要而顯著的。因此，在測量分局工作的地理學家，應該很好地熟悉測量問題，而且特別應該熟悉旨在編制地形圖的地形測量問題，這已是毋庸置疑的了。

在綜合大学地理系中設置測量學課程，很容易和工程測量學即在建築學校中要講授的那門測量學混同起來。另一方面，也很容易陷入到講授各種地理實踐情況下的測量法的極端。著者力求兩者都避免。同時，著者力求賦與測量學教程以地理的形式，但也不希望測量學教程失去測量學的本來面貌。應該估計到，地理系的学生還要听制圖學課程；所以，地形圖的內容問題，在地圖上描繪地貌的方法和 其它問

題，在本書中僅研究到這樣的程度，即只研究對於初學地形圖和初做外業測量實習的學生所必需的東西。

在編寫這本綜合大學地理系的測量學教科書時，著者是以這門課程的教學大綱作為根據的，但同時考慮到本書的內容可以包括比教學大綱中更廣泛的材料，並且可以在本書中列入一些在教學大綱中沒有規定的輔助材料。這對選擇地理制圖專業的學生來說，是特別需要的。計算技術這一章也起了輔助材料的作用。順便說一下，加入計算技術這一章是由下列原因引起的，即來到地理系學習的青年是沒有做過計算的。由於數字和數字指標在地理工作中運用得越來越多了，所以在講述測量的本教科書中有一章計算技術是完全正確的。

這本綜合大學地理系測量學教科書分兩部分：一般部分和專門部分。在一般部分中，正像應該列入的那樣列入了一般的基礎問題。其中也列入了作為地理學家的基本勞動工具的地形圖之研究。關於一般的測圖尤其是作為野外制圖方法的地形測量的章節，是專門部分的中心章節。所有其他的敘述，都從屬於這一章節。關於攝影測量方法的章節，不得不以很短的篇幅去說明它，並且很抱歉，在為講授測量學所規定的時間內，不可能講述它的實驗作業，只能在野外實習時，在順利的條件下，可抽點時間講一講實驗作業。

測量學的實驗作業，具有非常重大的意義。所以地理系的測量室——測量實驗室，應該具有必要的設備（儀器和資料）。地形圖是基本資料之一。必須收集這樣多的地形圖，其數量應相當於同時學習測量的學生人數。1:25 000 的比例尺，在我看來是最適當的地形圖比例尺。為了能用以等高綫表示地貌的地形圖來解決問題，就要有大小約為20×20公分的作業卡片。同時，其中應該有一些具有不同類型的地貌的卡片。卡片上不應該包括過多的其它景觀要素；除地貌外，只要有一兩條水文綫就足夠了。卡片應大量印制，以便保證供給本課程所有學生使用。

為了學習用等高綫描繪地貌，需要有大小的約為15×20公分的地貌

模型，使每个学生能够進行高程量測，并以此为基础來描繪地貌。同时，在这些模型上的地貌形狀，应当是各不相同的。

当然，測量室应具有为室内測量工作所需数量的各种仪器，各种必要的数表，圖例册子，懸掛在牆壁上的常用表解和各种其它的参考資料。

在冬季實習时，野外測量仪器的研究，不得不局限于很小的範圍內；但在夏季實習时，應該充分保証这种測量仪器的研究和使用。

必須認為，为大学地理系編寫的本測量学教科書，無論在本課程的理論研究上，或在進行冬季和夏季的實習过程中，都是有用的。本書的成效，將决定于在大学中講述本課程的教师对于書中已采用的叙述系統領会到怎样的程度。著者明白，編制測量学教学大綱的通用格式，不管它的歷史有多久，也許可能正是由于它的古老，而不适合于現在的大学地理系。

П. В. 鄧 靖

1953 年

一 般 部 分

緒 論

§ 1. 測量学的任务

地球自然表面是人类生活和工作的地方，是人类根据自己的需要加以改造的对象；因此我們有必要对它作全面的研究。地理环境的各个部分是相互联系和相互制約的，它們無論在水平方向或垂直方向都有空間联系。为了研究地理环境，从而改造自然，就必须知道用度量和数字所表示的空間联系，以及在岩石圈与水圈要素間的水平方向和垂直方向的关系。地貌地理学家在研究地球表面的地貌时，就要有地貌的数量指标，例如点的絕對高程和相对高程，各別地貌側面和整个表面的傾斜角，谷地和分水嶺的長度，等等。水文地理学家也同样需要有河流、湖泊、海洋和地下水位等等的指标。經濟地理学家必須具有居民区的大小和輪廓、居民区網的密度、交通綫、作为交通綫的河流、能量的來源等等知識。总之，地理学家必須对屬於地球表面或与它有联系的各个不同物体的相互位置有个明确的概念。

苏联的社会主义建設是与改造地球表面的措施密切相联的。可以拿莫斯科运河和伏尔加—頓河运河，德聶泊水电站和許多其他的水利工程來作例子。沼澤的排水、无水沙漠的灌溉、地球表面的小区域的灌溉、甚至为了修建小建筑物的場地平整，这都是改造地球表面的例子，也就是对自然的改造。在由社会主义向共產主义逐渐过渡的时期里，苏联的这种改造事業擴大了和复雜了。

在联共第十九次党代表大会的決議中，展出了一幅廣闊的圖画，这幅圖画就是已經作了計劃的并正在實現的改造我國的自然和在苏联領土上布置工業企業的措施圖。这些措施要求精確地和全面地研究領

土。地球表面的測量，就是研究領土的方法之一，并能促使用各种不同的方法來全面地研究領土。但是，用測量的方法來研究領土，甚至是一小塊地區，也不可能只限于獲得一些像測量成果一類的數字，即表示綫的長度、綫的折角、點的高程、一點對另一點的高差和綫對地平面的傾斜角等等的數字，而是還必須獲得以圖的形式所表示的測區的圖形，這種圖稱為平面圖或地圖。

為獲得被研究區域的明顯性和簡要性，這些圖形是完全必要的。根據這些圖形，可以確定地理環境要素間的互相聯系，可以確立地球表面要素的形狀的概念，例如地貌、水流綫、居民區的分布、道路網，等等。

即使觀察者從飛機上觀察地球表面，其所見範圍也是極其有限的。但在研究室工作的條件下，可以根據地圖來觀察，這不僅能指出區域的一般概念，而且能在地圖上進行量算，同時還能得到許多的數字指標。

沒有地球表面的測量，非但不可能研究地理環境部分，而且也不可能研究自然界。這種測量將促進科學上的發現（例如地殼運動的變化，海水面的變動，河床的移動，等等）。

在地球表面上所進行的量測，其應用範圍，在科學上和國民經濟中都是極其廣闊的。這種量測稱為測量，而研討地球表面量測問題的科學稱為測量學。

希臘字測量學譯成俄文，就是土地劃分的意思。這個名稱只是說明測量學的歷史根源，而不能顯露它的現代內容。

§ 2. 測量學的对象

量測地球表面的方法是測量學的研究对象，其目的是要確定地球表面各部分之間的空間關係及位于這個表面上的地物之間的空間關係。地球表面的概念，需要採用廣義的解釋，不能只限于外部的自然表面。人類的活動也牽涉到地球的內部，以及接近地面的大氣和大小水池的底部。