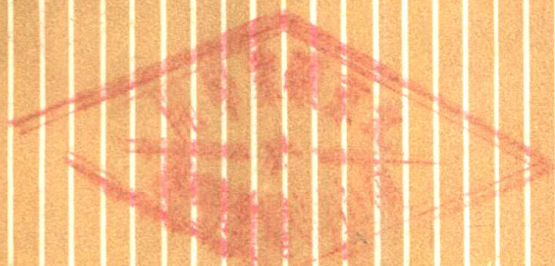


普通測量学与 矿山測量

A. B. 捷奥洛果夫 A. K. 塞罗皮亞托夫著



測繪出版社

2501
793
6

普通测量学与矿山测量

A. B. 捷奥洛果夫 A. K. 塞罗皮亞托夫 著

韓会林 夏文豹 譯

朱 曉 嵐 校

苏联地質部保矿部教育处审定
作为地質勘探技术学校教科書

測繪出版社

1958•北京

A. B. ТЕОЛГОВ, А. К. СЫРОПЯТОВ
ГЕОДЕЗИЯ С ОСНОВАМИ МАРКШЕЙДЕРИИ
ГОСГЕОЛТЕХИЗДАТ
МОСКВА 1955

本書对于普通測量各項問題作了簡要的叙述，其中对于地形圖、地形測量和地質勘探測量的应用叙述得更为詳細。其次，对于地質勘探工作人員所必需的井下导綫測量、水准測量、矿井定向測量、导入标高和矿体几何制圖等問題都作了說明。此外，还介紹了航空攝影測量的一般概念。

該書可作为地質勘探技术学校的教材，同时可供地質勘探工作人員参考之用。

本書第一、二章和第十二至第二十章由韓会林同志翻譯，第三章至第十一章由夏文豹同志翻譯，全書由朱曉嵐同志校訂。

普通測量学与矿山測量

著者 A. B. 捷奥洛果夫

A. K. 塞罗皮亞托夫

譯者 韓会林、夏文豹

出版者 測繪出版社

北京復興門外三里河

北京市書刊出版業營業登記證出字第081号

發行者 新华書店

印刷者 北京市印刷一厂

北京西便門南大街乙1号

印数(京)1—1,650册 1958年1月北京第1版

开本31×43¹/₂ 1958年1月第1次印刷

字数240,000 印張11¹/₂

定价(10)1.60元

目 录

概 述

第一章 緒 論	9
§ 1. 測量學研究的對象	9
§ 2. 測量科學的發展簡史	10
§ 3. 測量學在地質調查中的作用	13
§ 4. 測量學中所採用的量度單位	14
§ 5. 地球形狀和大小的概念	15
§ 6. 地球的主要綫和面	16
第二章 地面點位置的確定。平面圖和地圖	17
§ 7. 投影的方法	17
§ 8. 地理坐標和直角坐標	18
§ 9. 地面在圖紙上的描繪。平面圖和地圖	20
第三章 定 向	21
§ 10. 真方位角和磁方位角	21
§ 11. 真方位角和磁方位角之間的關係	21
§ 12. 子午綫收斂角	22
§ 13. 方位角	24
§ 14. 象限角	24
§ 15. 夾角與方位角間的關係	25

地 形 圖

第四章 地形圖	26
§ 16. 比例尺	26
§ 17. 慣用符號	28
§ 18. 按比例尺的地圖分類	29
§ 19. 地圖編號	30

§ 20.	地形圖的投影	36
§ 21.	坐标網	38
§ 22.	方向角	39
§ 23.	普通地物在地圖上的描繪	41
§ 24.	地形及其在地圖或平面圖上的描繪方法	41
第五章	依据地形圖所解決的問題	50
§ 25.	地圖和平面圖作業時所用的器具	50
§ 26.	借助量角器所解決的問題	53
§ 27.	依据地圖所解決的問題	54

測量工作及測量精度的一般概念

第六章	地形測圖和大地測量工作	62
§ 28.	測圖的一般概念	62
§ 29.	控制網	63
§ 30.	三角測量和導錢測量的概念	64
§ 31.	高程控制網	67
第七章	誤差理論概論	68
§ 32.	概述。算术平均值。均方誤差	68
§ 33.	相對誤差	72
§ 34.	測量值的函数的均方誤差	72
§ 35.	非等精度測量。測量值的权的概念	74
第八章	直綫丈量	77
§ 36.	地圖上直綫的标定	77
§ 37.	直綫定錢	79
§ 38.	用卷尺丈量直綫	79
§ 39.	用脚步測量直綫	82
§ 40.	直綫水平長度的化算	82
§ 41.	測距儀概述	84

水 平 測 量

第九章	經緯儀測量	85
-----	-------	----

§ 42. 測角儀器	83
§ 43. 測角儀器的零件	86
§ 44. 水准器	90
§ 45. 速測經緯儀	92
§ 46. 經緯儀的檢驗	93
§ 47. 速測經緯儀的羅盤儀檢驗	96
第十章 經緯儀導綫和經緯儀測量	98
§ 48. 一般概念	98
§ 49. 經緯儀導綫邊長的丈量	98
§ 50. 量水平角。測回法	98
§ 51. 導綫的類型	101
§ 52. 后方交会法(波欽諾問題)	103
§ 53. 碎部測量	106
第十一章 敷設經緯儀導綫及碎部測量成果的內業整理。	
平面圖的編繪	110
§ 54. 一般概念	110
§ 55. 角度測量的整理	110
§ 56. 閉合導綫中方向角的計算	111
§ 57. 附合導綫中方向角的計算	112
§ 58. 導綫點的展繪	113
§ 59. 測量的正算問題和反算問題	116
§ 60. 導綫點坐標的計算	121
§ 61. 根據導綫頂點的坐標展繪導綫。繪制經緯儀測量平面圖	127

水准測量

第十二章 几何水准測量	128
§ 62. 水准測量的方法	128
§ 63. 几何水准測量	128
§ 64. 几何水准測量时所应用的儀器	131
§ 65. 定鏡水准儀及其檢查	133

§ 66. 水准器附在支架上的活鏡水准仪及其檢查	137
§ 67. 水准器附在望遠鏡下的活鏡水准仪	140
§ 68. 斯托多尔克維奇式水准仪 (HC-2)	141
§ 69. 按水准尺近似地測定管狀水准器的分划值	145
§ 70. 水准測量	145
§ 71. 四等水准測量的野外和室內計算	151
§ 72. 工程水准測量的野外和室內計算	154
§ 73. 面积水准測量	155

地 形 測 量

第十三章 視距測量	158
§ 74. 視距測量的一般概念	158
§ 75. 用三角高程測量法測定兩点的高差	158
§ 76. 視絲測距仪	160
§ 77. 垂直角(傾角)的測定	163
§ 78. 高程計算	167
§ 79. 視距導綫的敷設	172
§ 80. 視距測量的施測	173
§ 81. 自动視距仪	176
§ 82. 視距測量資料的室內整理	178
第十四章 平板仪測量	181
§ 83. 概述	181
§ 84. 平板仪的裝置	181
§ 85. 照准仪及其檢查	182
§ 86. 照准仪上的斯托多尔克維奇測算器	184
§ 87. 平板罗盤仪	185
§ 88. 測圖板的准备和圖廓的描繪	186
§ 89. 垂球叉	188
§ 90. 平板仪測圖的方法	189
§ 91. 波欽諾問題	192

§ 92. 平板仪測量的施測	193
§ 93. 几何網点高程的平差	198
§ 94. 碎部測量和外業資料的整理	199

低 精 度 測 量

第十五章 罗盤仪測量	202
§ 95. 罗盤仪	202
§ 96. 罗盤仪測定方向的精度	204
§ 97. 罗盤仪測量	204
§ 98. 罗盤仪導綫和測量資料的处理	206
第十六章 气压計(物理)高程測量	207
§ 99. 气压計高程測量的一般概念	207
§ 100. 气压計高程測量的作業程序	211

測量学在地質勘探工作中的应用

第十七章 設計的标定	216
§ 101. 一般概念	216
§ 102. 極坐标法	217
§ 103. 前方交会法	213
§ 104. 按干綫測定法	219
第十八章 面积測定	221
§ 105. 求积仪	221
§ 106. 定極求积仪的檢查	225
§ 107. 用求积仪測定面积的規則	225
§ 108. 測定面积的几何方法	226
第十九章 矿山測量	228
§ 109. 矿山測量的概念	228
§ 110. 經緯仪矿山(地下)測量	228
§ 111. 用复測法測量水平角	232
§ 112. 垂直角的觀測	233
§ 113. 水平角測量誤差的来源及其对觀測精度的影响	236

§ 114. 导綫边長的丈量	238
§ 115. 經緯仪导綫的敷設	239
§ 116. 碎部測量	240
§ 117. 罗盤仪測量和測角仪測量	241
§ 118. 地下巷道中的水准測量	246
§ 119. 水准測量的施測	248
§ 120. 联系測量	251
§ 121. 通过平窿和斜井的地下定向測量	252
§ 122. 通过一个豎井作地下定向測量的基本概念	253
§ 123. 連結問題	257
§ 124. 自地面向地下巷道的高程傳遞	263
§ 125. 以相向工作面貫通巷道时的矿山測量工作的概念	265
§ 126. 矿山測量編录	269
§ 127. 矿床的几何測定	271
第二十章 現代地形測量的方法和最新仪器	273
§ 128. 航空攝影測量工作的概念	273
§ 129. 別利岑測算器及其直綫測量	280

概 述

第一章 緒 論

§ 1. 測量學研究的對象

測量學是一門測量地球的科学。于地球表面上所實施的量測通称为測量。根据測量地区的大小及進行測量的目的，測量的精度是各不相同的。

利用高精度三角測量方法進行的測量，称为弧度測量。这种測量的結果可以求得地球表面的弧長，其長度可达一个或几个經緯度。根据在地球表面各个部分進行的弧度測量所求得的一度弧長，可以得出关于整个地球大小及其形狀的結論。这种測量的成果不仅具有科学意义，而且也可应用于实际。三角鎖是用来联結所有地形測圖成为統一系統的基本控制。

在研究地球表面上的小面积地区时，对于下列各个数值也需要进行測量：各个單獨点間的距离、地面綫間的夾角和地面点間的高差。这种測量的精度通常比弧度測量的精度要低得很多。

測量成果經過适当的数学处理和圖解整飾之后，就可制出地球表面某一地区的地圖或平面圖。为了完成測量，須采用專門的工具和仪器。研究这些測量仪器、仪器的应用、檢驗及其校正也是測量學研究的对象。

解决有关編制地圖和平面圖的問題，对于国民經济的各部門都具有重大的意义。測量的成果，無論是地圖和平面圖或者是数据，在地質制圖、地質普查、矿产勘探和开采时，兴修水工構建物——水电站

和渠道时，各种灌溉工程、道路建筑和市政建设时，合理采伐森林、建设集体农庄、国营农场和各种民用建筑物等时都是很需要的。测量学在军事方面的意义也是很重大的。

测量学同样需要有关其他许多科学方面的知识。例如，测量的基础是数学；研究测量学需要具有物理学的知识；测量学还应用地理学、地貌学和地球物理学方面的知识。在校核测量时，测量学要应用实用天文学的方法。

§ 2. 测量科学的发展简史

大约在六千年以前，巴比伦和埃及人民就已进行了修建渠道、水地、房屋、军事防御工程、确定土地使用地段的界线及其面积所必需的地面测量。古希腊的学者们不仅知道了地球是一个球形，而且还应用测量计算了地球的半径。

历史文献（年鉴和其他文物古迹）证明，古代俄国的测量科学具有很高的水平。例如，在爱米达日（列宁格勒）保存有一块碑石，上面刻着：“6576年^①，格列布公爵在结冰的海面上测得特穆托洛坎（Тмуторокань）到科尔契夫（Корчев）之间的距离为14000俄丈”，这就是说，在1068年，曾沿刻赤海峡在冰上完成了塔曼和刻赤两城间距离的测量工作。

在历史文献中，也可找到关于俄国广泛进行土地和所有权边界描述的说明。俄国土地测量技术同样也是在国家需要地图的影响下发展起来的。大约在十六世纪中叶，曾绘制出第一幅莫斯科公国图，该图被称为“大地图”，同时附有说明。随后，到十七世纪，曾编绘出西伯利亚地图；1667年С. Е. 列麦佐夫（Ремезов）编制成的地图乃是多年研究莫斯科公国这一地区的总结。

在彼得一世时，莫斯科公国的政治和经济状况起了变化，因而航

① 6576年是古斯拉夫历的年份，即公元1068年。

海和国防上所应用的地圖得到非常广泛的应用。1708年，曾出版了用現代活字印刷的測量指南，該書命名为“几何学、斯罗文土地測量”。

1734年，И. К. 基里洛夫(Кириллов)出版了第一册“俄罗斯帝国地圖集”。这本地圖集是由一張总圖和十四种分省圖組成。

1739年，成立了俄国科学院地理学部，統一全国的地圖制圖工作。从1758年起，天才的罗蒙諾索夫即成为这一学部的領導者。

十八世紀末，在俄国测定了67个天文点。这在当时是个很大的成績。西欧没有一个国家具有这么多的天文点。

1822年成立的軍事地形測量团（苏軍总參謀部軍事地形測量局之前身）在發展俄国測量科学方面起了十分重大的作用。軍事地形測量团在其活动的年代里，在建立大地控制網（三角網和天文点）以保証測圖方面完成了巨大的工作，同时也进行了大面积的測圖工作和出版了許多种圖。

进行建立大地控制網工作的还有以下几个部門：采矿部門（在頓巴斯）、测定地界部門和移民局（在西伯利亞）和水文部門（在沿海地区）。俄国学者們（日丹諾夫、維特考夫斯基、田尼尔、舒别尔特）曾利用这些測量成果来計算地球橢圓体的要素，因为在他們工作的基础上是可能确定2500公里以上的子午綫弧長的。

根据建立大地控制網（其中包括高程控制）的工作，曾編制出一幅比例尺1吋：60俄里(1:2 520 000)的俄国等高綫地圖，圖上的地形是以等高綫描繪的。軍事地形測量团曾編制和出版了比例尺1吋：10俄里(1:420 000)的俄国欧洲部分特种地圖和比例尺1吋：25俄里的軍事路綫地圖，以及其他許多种地圖。

偉大的十月社会主义革命后，苏联为最充分而全面地發展所有科学部門（其中包括測量学）創造了条件。在苏維埃时期測量学和制圖学的發展，無論是解决測量学各种科学問題方面，或是完成測圖和制圖工作方面都获得了巨大的成績。同样，在創制和出产祖国精密的和高精度的測量仪器方面的成績也很巨大。

为了完成首要的測圖工作和全面考查全国的地形，弗拉基米尔·依里奇·列宁于1919年4月15日亲手签署的法令中规定成立高等測量局(ВГУ)及其地方組織。現今，苏联內务部測繪总局係履行过去高等測量局的职能。

当时建立了許多新型学校以培养測量專業的干部。建立了許多精密仪器制造厂。为了进行科学研究工作，于1929年成立了測量、航測和制圖中央科学研究所。

苏联社会主义經濟和生产力的不断發展和高漲，以及考查天然資源工作，都要求广泛地开展測量工作。通过在苏联領土上进行測量工作而彙集的丰富的測量資料，以及苏联对彙集和处理測量資料所規定的程序和方法，从根本上改变了有关研究地球形狀和大小的問題的提法。在这一工作上，功績最大的要称Ф. Н. 克拉索夫斯基、А. А. 米哈依洛夫、М. С. 莫洛夫斯基和А. А. 依佐托夫。

測量仪器發明家和設計師、斯大林獎金获得者Ф. В. 德羅貝雪夫、М. Д. 康辛、М. М. 魯桑諾夫、Н. М. 阿列克索波利斯基、В. А. 別里岑、Г. Ю. 斯托多尔克維契等是举世聞名的。

測量、航測和制圖中央科学研究所計算出了地球大小的新的数据。苏联部長會議1946年4月7日決議中規定：苏联所有測量和制圖工作都要根据这些新的数据来进行。

А. С. 契巴塔廖夫、В. В. 巴波夫、Н. Г. 克里(Келль)、В. В. 达尼洛夫以及其他学者拟定了进行測量工作和計算工作的許多新方法，并在实际中加以应用。

苏联在航空攝影方面也获得了十分巨大的成就。研究了在地質調查、鐵路建筑勘測、水力技术建筑物及水电站的建筑中，以及其他技術部門应用航空攝影的問題。

苏联学者：Н. Г. 克里、Н. М. 阿列克索波利斯基、П. П. 索克洛夫、А. С. 斯基洛夫、М. Д. 康辛、Т. В. 罗曼諾夫斯基等在航空攝影方面出色地解决了許多理論和实际問題。

苏联的制圖学在其發展过程中同样获得了很大的成就。制圖生产和制圖工業充分滿足了国民經济和人民教育事業对各种比例尺和不同用途的地圖的需要。苏联測量工作者不仅赶上了最先进的資本主义国家，而且大大地超过了他們。

§ 3. 測量学在地質調查中的作用

关于地球表面某一部分的地質構造的原始概念，是根据該部分在地形圖上或航空攝影像片上的圖像而構成的。

地質圖和地質剖面圖是用来詳細研究地球内部的地質構造，而描繪有地形、水文網和其他地形要素等所有碎部的地形圖乃是所有地質圖的基础。

当設計勘探工程和采矿工程以及計算矿产儲量时，地形圖对地質工作者来说是十分必需的。地質剖面 and 断面只有根据地形圖才能作出。

地質測量、水文地質測量、地貌測量和其他測量工作，以及矿产地質普查和矿产勘探同样必須根据地形圖和地形平面圖来完成。地質工作者在进行地質工作时所应用的地形圖和地形平面圖，通称为地形底圖。

地面的航空像片乃是地形底圖的特殊形式。現今，航空像片在地質制圖（航空地質測量）和地質普查时广泛采用。因此，大地測量和地形測量工作是各种地質調查工作的不可缺少的部分。进行測量工作的目的在于：

(1) 获得地面所研究地区的地圖或平面圖，野外修正旧有地圖或平面圖，以使其与地形現狀相符合；

(2) 在現有的地圖或平面圖上描繪天然露头 and 人工露头——地面上的岩石露头、探溝、探井、鑽孔、平窿等，求得其高程，以及編制已知方向的剖面圖和断面圖；

(3) 將地圖上或平面圖上所設計的采矿工程——豎井、探井、鑽孔、平窿等标定在突地上。

§ 4. 測量學中所採用的量度單位

當進行測量工作時，要測角度和直綫，亦即角量和綫量的測量。所測角度可能位於水平面上，也可能位於垂直面上。

目前，蘇聯所採用的綫量測量的單位是公尺。一公尺的長度曾於1800年在法國根據弧度測量結果而確定，一公尺採取等於地球子午圈一象限的一千萬分之一。該一綫量大小實際上是以鉑銻合金的桿尺在溫度 0°C 時的長度來表示。這一桿尺稱為標準公尺，現保存在巴黎。許多國家都有該桿尺的复制標準尺。蘇聯复制標準尺保存在列寧格勒氣象學院（過去的度量衡檢定局）。

隨後，較之1800年的測量更為精密的測量工作查明，子午圈的長度與1800年確定的長度略有差別。但是為了不改變所採用的國際長度單位，不改造所有丈量長度的工具，以及不再將過去以公尺測量的距離換算為新的尺度，而決定不改變1800年所取的公尺的長度。

在公尺制中，長度單位的統一比值總是等於10。這樣可減輕計算和記載工作。1公尺等於10公寸，1公寸等於10公分，1公分等於10公厘。 $\frac{1}{1000}$ 公厘稱為微米。1000公尺稱為1公里。

邊長等於10公尺的正方形的面積是為面積單位，該單位稱為百平方公尺。100個百平方公尺，亦即邊長為100公尺的正方形面積，稱為一公頃。1平方公里等於100公頃。

所有上述單位，在蘇聯有其標準符號：

公尺	 м
公寸	 дм
公分	 см
公厘	 мм
微米	 μ
公里	 км
公頃	 га
平方公里	 км ²

角量测量的單位取为度。 $\frac{1}{4}$ 圓周（即直角）的 $\frac{1}{90}$ 称为一度。度以符号“°”标记。一度分为60分，一分分为60秒，分以符号“′”标记，秒則以符号“″”标记。在某些国家中不采用360°制，而采用400°制，1度等于直角的 $\frac{1}{100}$ ，以符号 gr 标记；度又分为十等分、百等分和千等分。

§ 5. 地球形状和大小的概念

地球的形狀近似球体。地球表面的絕大部分被海洋覆盖，水面約佔整个地球表面的71%，而陆地仅佔29%。

大陆表面是起伏不平的：从高山（个别高峯可达到海拔8000公尺）到深谷和低地。在海洋水准面以上的地球表面总起来說还是很少的。

这就有可能把假想穿过大陆的静止（沒有波浪、漲潮和退潮等）海水面的形狀作为地球的总形狀。这种海水面称为水准面。水准面的特性就是：任意一点的水准面定与通过該点所作的鉛垂綫相垂直。

由于地球内部物質分佈的不均匀，水准面的形狀很复杂。該水准面構成的圖形称为大地水准面，按其形狀来看，十分近似于旋轉橢圓体面，亦即橢圓繞其短軸旋轉所構成的面。大地水准面与橢圓体面在其不同的各点上的差別不超过100—150公尺，这就是說，这一差值与地球的大小相比，可認為是很小的；因此，可將橢圓体面作为基本水准面，基本水准面可用以确定所研究的自然地球表面。

在許多世紀內，学者們不只一次地来确定地球橢圓体的大小。在苏联从1946年起开始采用Ф.И. 克拉索夫斯基在測量、航測和制圖中央科学研究所求得的地球橢圓体的大小。在这以前，苏联曾采用1841年由白塞尔求得的地球橢圓体的大小。

表1中所列数据，为克拉索夫斯基和白塞尔求得的橢圓体的大小。在此表中，以 a 和 b 相应代表橢圓体的長半徑和短半徑（圖1），

表 1

計 算 者	年 代	a (公尺)	b (公尺)	α	子午圈的 弧長(公尺)
白蘭尔	1841	6 377 397	6 356 079	1 : 299.2	10 000 856
克拉索夫斯基	1940	6 378 245	6 356 863	1 : 298.3	10 002 138

以 α 代表橢圓体的扁率，扁率按下列公式計算：

$$\alpha = \frac{a-b}{b} \quad (1)$$

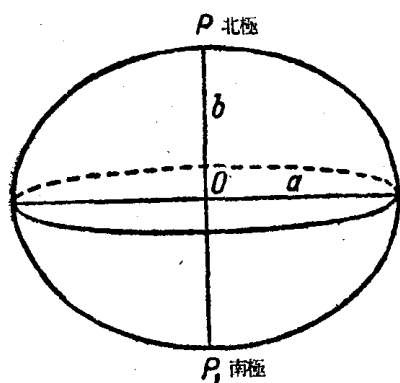


圖 1 地球橢圓体的諸要素

地球橢圓体的扁率很小，如上所示，大約只是 1:300。若假設地球儀的長半徑 a 等於 300 公厘，那末，這一地球儀的 $a-b$ 之差計為 1 公厘。由於地球扁率很小，所以實際上在很多情況下可以把地球的整個形狀看作是無虧損的圓球形（球形）這樣，可以把地球看作是其表面等於地球橢圓体面的球體。這一球體的半徑等於

6371.11 公里。

在本書中，以後的所有論述都是把地球當作球體為前提而出發的。在必要時，將作特別說明。

§ 6. 地球的主要綫和面

地球晝夜繞其旋轉的一條假想綫，稱為地球旋轉軸（圖 2 直綫 PP_1 ）。地球旋轉軸與地球表面相交的兩點，稱為地球的南北極。通過兩極的平面與地球交成的大圓稱為子午圈。顯然，過地球表面上的任意點都能作出一個子午圈。

通過地球中心並與其旋轉軸相垂直的平面，稱為赤道面，赤道面