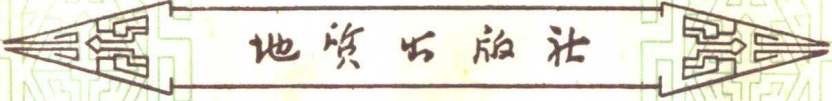


苏联中等专业学校教学用书

地形测量学

上册

布拉諾夫 伊茲馬依洛夫
彼特羅夫 特羅伊茨基
等著



地质出版社

地形測量學

上 冊

布 拉 諾 夫 彼 特 羅 夫 等 著
伊 茲 馬 依 洛 夫 特 羅 伊 茨 基

斯 洛 博 德 奇 科 夫 總 編

地 質 部 教 育 司 譯

蘇 聯 內 務 部 測 繪 總 局 教 育 處 審 定 作 爲

地 形 測 量 中 等 專 業 學 校 地 形 測 量 專 業 教 學 用 書

地 質 出 版 社

1 9 5 6 • 北 京

А.И. Буланов, П.И. Измайлов, Н.А. Петров, Б.В.Троицкий

Т О П О Г Р А Ф И Я

Под общей редакцией Д. А. Слободчикова
Отделом учебных заведений ГУГК
утверждено в качестве учебного пособия
для топографических техникумов

Г Е О Д Е З И З Д А Т
М О С К В А, 1954

本書係根據蘇聯測繪書籍出版社出版的布拉諾夫等所著“地形測量學”1954年版譯出。原書經蘇聯內務部測繪總局教育處審定作為地形測量中等專業學校地形測量專業的教材。

原書分1,2兩卷,現分上、中、下三冊出版。上、中兩冊相等於原書第1卷,上册為1—8章,中冊為9—17章。下冊相等於原書第2卷,為了連貫統一起見,將原書之章、節、圖序、表序一律按上、中冊順次作了改編。並將原書1、2卷上之原序合而為一原序載於譯文上册。

本書由地質部教育司譯出,第一章至第七章由張宝山同志翻譯,李金如同志審校;第八章至十二章由韓会林同志翻譯,丁仁燾同志審校;第十三章至十七章由朱長盛同志翻譯,袁宜生同志審校;第十八章至二十六章由李潤棠同志翻譯,第十八章由丁仁燾同志審校,第十九章至二十六章由袁宜生同志審校。

地 形 測 量 學

書號15038-170 上 册 280000字

著 者	布 拉 諾 夫、伊茲馬依洛夫 彼 特 羅 夫、特 羅 伊 茨 基
譯 者	地 質 部 教 育 司
出 版 者	地 質 出 版 社 北京宣武門外永光寺西街3號 <small>北京市書刊出版業營業許可證出字第零四零號</small>
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: 夏文豹, 周 復 技術編輯: 殷德鈞
校對: 白叔鈞

印數(京)1—7220册 一九五六年四月北京第一版
定價(10)1.80元 一九五六年四月第一次印刷
開本31"×43"1/2 印張12³/₄ 插頁3

原 序

本教材是為地形測量中等專業學校製訂地形測量統一課程的首次嘗試。

按照教學大綱，本教材上中兩冊敘述了地形測量、航空攝影測量、普通測量及實用天文學的主要問題。較完滿而詳細地研討了地形測量員在其實際工作中需要解決的問題。上中兩冊供一二年級學生用。

上册的第一與第二章係特羅伊茨基（В.В.Троицкий）寫；第三、四、五、六、七各章係布拉諾夫（А.И.Буланов）寫；第八章——彼特羅夫（Н.А.Петров）寫。中冊的第九與第十章係布拉諾夫寫，第十一章——魏利坎諾夫（В.И.Великанов）和列夫丘基（Г.П.Левчукий）寫；第十二章——列夫丘基寫；第十三、十四、十五、十六各章——伊茲馬依洛夫（П.И.Измайлов）寫；第十七章摘自康新（М.Д.Коншин）著“航空攝影測量”一書。

下冊是地形測量中等專業學校三年級和四年級學生的教材。本冊闡述以下幾個問題：氣壓計高程測量、草測、立體攝影測量、地圖的修測、高斯坐標和根據太陽測定真方位角。

下冊的第十八章、第十九章、第二十五章由特羅伊茨基寫，第二十章、第二十一章、第二十二章、第二十三章、第二十四章由彼舍科夫（А.А.Пешков）寫，第二十六章和第二十七章由布拉諾夫寫。

為了提高本書下版的質量，出版社懇請教師和地形測量生產崗位上的專家們提出自己的意見。

通訊地址：Москва, проезд Владимирова, дом 6, подъезд 11.

目 錄

原序

緒言	9
第一章 總論	14
§ 1. 地圖和平面圖	14
§ 2. 坐標系的概念	16
§ 3. 高程与高差。測量控制網的概念	18
§ 4. 地圖比例尺	20
第二章 地形圖及其內容	26
§ 5. 慣用符号的種類	26
§ 6. 居民點的符号	28
§ 7. 道路、通訊綫和輸電綫的符号	31
§ 8. 水文地理符号	34
§ 9. 境界、垣柵和定向標的符号	39
§ 10. 農業用地和土壤植物類符号	42
§ 11. 地貌	49
§ 12. 地貌截面的高度	54
§ 13. 根據等高綫確定斜坡的坡度和形狀	57
§ 14. 地形圖註記	60
§ 15. 地形圖上的坐標網	67
§ 16. 根據地形圖解決的問題	73
§ 17. 地形圖圖幅的分類和編号	79
第三章 地面上的直綫測定	89
§ 18. 直綫端點在地面上的標記与固定	89
§ 19. 定綫	91
§ 20. 測量直綫所用的儀器	93
§ 21. 用捲尺測定直綫	97
§ 22. 直綫長度的傾斜改正	99

§ 23. 直綫測定的誤差	104
第四章 直綫的定向	109
§ 24. 方位角与象限角	109
§ 25. 坐標方位角	113
§ 26. 磁方位角	119
§ 27. 羅盤儀	123
第五章 測量儀器上的望遠鏡	128
§ 28. 球面玻璃 (透鏡)	128
§ 29. 放大鏡。望遠鏡	130
§ 30. 望遠鏡的放大率, 視場和鑑別能力	132
§ 31. 複雜的物鏡与目鏡	135
§ 32. 絲網	137
§ 33. 根据眼睛和地物調整望遠鏡	138
§ 34. 具有內对光的望遠鏡	140
§ 35. 用尺子測定望遠鏡的放大率	141
第六章 經緯儀測量	142
§ 36. 測量水平角的原則	142
§ 37. 經緯儀	143
§ 38. 游標	145
§ 39. 水準器	148
§ 40. 水準器的檢查	150
§ 41. 經緯儀的主軸	152
§ 42. 經緯儀的垂直度盤	153
§ 43. 經緯儀的檢查和校正	154
§ 44. 利用經緯儀測量水平角	158
§ 45. 經緯儀導綫	161
§ 46. 經緯儀導綫中水平角与各綫段的測定	162
§ 47. 难以接近的距離的測定	164
§ 48. 用經緯儀和捲尺測量地區	166
§ 49. 坐標增量	168
§ 50. 正算問題	170
§ 51. 反算問題	171
§ 52. 坐標增量的計算	172

§ 53. 經緯儀閉合導綫的計算.....	175
§ 54. 經緯儀附合導綫坐標的計算.....	184
§ 55. 計算經緯儀附合導綫點坐標的範例.....	189
§ 56. 經緯儀導綫點在平面圖上的展繪.....	192
§ 57. 坐標網的繪製.....	195
第七章 視距測量	199
§ 58. 視距測量的目的与任務.....	199
§ 59. 視距儀.....	199
§ 60. 傾斜角的測定.....	203
§ 61. 零位的測定与調整.....	207
§ 62. 進行視距測量時对高差的測定.....	208
§ 63. 視距儀原理.....	212
§ 64. 視距常數的確定.....	215
§ 65. 視距標尺.....	216
§ 66. 根據視距儀測定距離和水平距離的計算.....	218
§ 67. 高差的計算.....	221
§ 68. ДНБ-2 測距裝置.....	224
§ 69. ДНБ-2 測距儀的構造.....	225
§ 70. ДНБ-2 裝置的測距標尺.....	227
§ 71. ДНБ-2 測距儀係數的確定.....	230
§ 72. 用測距裝置測距.....	232
§ 73. 視距導綫的敷設.....	234
第八章 平板儀地形測量	238
§ 74. 平板儀.....	238
§ 75. 三脚架.....	243
§ 76. 平板儀的用具.....	245
§ 77. 平板的檢查及其使用規則.....	247
§ 78. 照準儀.....	248
§ 79. 照準儀的檢查.....	249
§ 80. 斯托多爾克維契式照準測高計.....	254
§ 81. 平板儀測量時斯托多爾克維契式測高計的应用.....	257
§ 82. 照準測高計中的零位.....	259
§ 83. 斯托多爾克維契式照準測高計的檢查.....	265

§ 84. 測點上平板儀的整置	266
§ 85. 測圖板上地面點位置的確定	269
§ 86. 各點確定的精度	271
§ 87. 根據三個已知點確定第四點 (理論基礎)	273
§ 88. 實際法解問題	275
§ 89. 各點高差按測得的傾斜角和距離測定	279
§ 90. 各點絕對高程的計算	282
§ 91. 測圖前測圖板的準備工作	283
§ 92. 圖廓按坐標的展繪	284
§ 93. 測圖基礎	285
§ 94. 經緯儀導綫和高程導綫	288
§ 95. 幾何網的擴展	291
§ 96. 幾何網各點高程的測定	294
§ 97. 圖根導綫	299
§ 98. 地物測圖	302
§ 99. 地貌測圖	304
§100. 測站上工作的程序	305
§101. 補點	306
§102. 標尺點的選定及其高程的計算	308
§103. 等高綫的描繪	311
§104. 測圖板上等高綫描繪的精度	313
§105. 微起伏測圖時絕對高程的測定	313
§106. 測圖中外業的經常檢查	314
§107. 高程透寫圖的繪製	315
§108. 地形圖的清繪	315
§109. 測圖板付印的準備工作	316
附錄 1	317
附錄 2	318
附錄 3	320
附錄 4	321

緒 言

地形測量學和大地測量學研究的對象

人們力求了解自然現象和研究自然力的目的是使它們服務於社會。研究人類所居住的行星——地球是各方面的：例如，大地測量員研究地球的形狀和大小，地質學家研究地球的內部，地理學家、地形測量員和製圖員研究地球的自然表面和繪製地圖。

最精確和最詳細的地圖都是通過地形測量繪製而成的。

隨着地面測量——普通測量，和航空像片測量——攝影測量的採用，地形測量在現在是用各種各樣的方法進行的。進行這些工作的工作人員應當熟悉地理學和地貌學，應當掌握將地面的地物攝影影像變為地面的地形圖形（地物以慣用符號表示）的藝術。

地形測量學的對象是研究地形測量的方法。國家地形測量局的任務是在地形測量方面對我們的國家進行研究，即進行地形測量並以地形圖和地理圖保證蘇聯國民經濟所有部門的需要。

“地形測量學”在俄文譯文中是地面描繪的意思。

大地測量學的對象是研究測量地球表面的方法；進行這種測量的目的是確定地球的形狀和大小並以大地控制來保證地形測量；它們在工程建築工作及地形測量上用的很廣泛。

“普通測量學”意指土地劃分。但是這種測量現在不僅廣泛地應用於土地整理（即土地劃分的過程）上，就是在國民經濟的許多其他部門也同樣應用。

歷 史 簡 述

在遠古描繪並保留至今的古地圖中可以看到地面各種地區的簡圖。例如在北高加索發現的花瓶上的獵區圖，根據考古學家的判斷，

該花瓶屬於紀元前三千年。埃及曾發現刻在黏土板上的金礦開採地的平面圖，該圖製於紀元前兩千年。對於發現紀元前兩千年以前繪製的各種地區平面圖的事情是人所共知的。

但是這些古地圖和圖畫在當時實際上還不是平面圖，因為它們不是基於某些精確的測量，沒有地理坐標網，其中只是一小部分是根據東西南北來確定方位的。

只是在後來，數學及自然科學在希臘和羅馬發達起來的時期，才出現了不僅按東西南北定向和比較完滿地利用圖解法且具備有地理坐標網的圖形。當然，在那時對於精確地描繪地理網來說還沒有必需的資料，它們只是外表上像子午綫和緯綫網；然而沒有子午綫與緯綫網在現在是製不成任何一幅地圖的。

過一個時候，子午綫和緯綫網在地圖上的位置逐漸明確了，因為子午綫和緯綫網已經按照天文點建立起來，雖然天文點確定得十分粗略。

古地圖——平面圖（視地面為平面的地形圖）的出現是人類社會的迫切要求（與原始社會獵取野獸有關）的結果，是奴隸制社會的戰爭及礦山開採等需要的結果。普通測量及其相近的幾何學是當需要丈量土地面積並把土地分割為部分的時候才產生的。這種要求在古代的灌溉農業國家裏——埃及和西亞細亞巴比倫要比在其他國家裏來得早些。

尼羅河和紅海間的運河、埃及金字塔、地下水道、導水管、道路、橋樑和無數的其他古代建築物，一方面，證明測量知識發展的高度水平；另一方面，證明當時在建築藝術與測量學間已發生了聯繫。

對於測量科學的發展來說，哥白尼發現宇宙的太陽中心體系，加利列發明望遠鏡，牛頓發現天體運行的基本規律及其他關於地球橢圓形思想的理論根據，所有這些在當時都是非常重要的。

十七世紀初葉曾提出一個測定地球經綫長度的新方法——三角測量，該方法在十七世紀中葉得到了實現。當時對測定角度是採用帶望遠鏡的儀器，望遠鏡上裝有絲網，一度子午綫的弧長經測定等於111.212公里，僅僅比弧的實際長度（根據現代的測量）多0.03公里。

俄羅斯國土的平面圖和地圖出現在十六世紀，是城市、防禦工事以及各個地段的“地圖”形狀。大約在 1570 年，曾在這些“地圖”的基礎上編製了名為“大型地圖”的第一幅莫斯科國家地圖。該地圖未能保留到現在，保留下來的僅只是該“大型地圖”的詳細的地理說明書，即所謂的“大型地圖說明書”。如從說明書中看到的，“大型地圖”是比例尺幾乎等於 1:1 760 000 的地圖。在地圖上十分詳細地繪出了居民點、河流和道路。首批俄羅斯地圖的繪製是為了在經濟與軍事方面研究俄羅斯領土。以後，隨着國家政權的鞏固和對外政策的積極活動，它們就日益用在軍事目的上，變成爲軍事地形圖。到十八世紀末葉和十九世紀初葉，這樣的地圖便由各個國家參謀總部附屬的專門機關來繪製了。

精確測定距離的新方法——三角測量給予地形圖的繪製以有利的作用。從前根據一些粗略測定的天文點編製的地圖不可能具有很高的精度，這只是在三角測量出現後才可能；預先將位於經嚴格測定的距離上的三角點繪到地圖上，然後根據三角點繪製整個的碎部。在這樣的精確底圖上地圖可以繪製成大比例尺的，而若根據天文點繪製地圖便做不到這一點。

偉大的十月社會主義革命以前，俄國的全國性測量工作及地形測量工作是軍事部門——軍事地形測量團進行的。

1919 年，根據列寧親自簽發的蘇維埃人民委員會命令組織了高等測量局“目的是在地形測量方面對俄羅斯蘇維埃聯邦社會主義共和國土進行研究，提高與發展國家的生產力……”。現在這個機關稱作蘇聯內務部測繪總局。

從成立高等測量局的機構開始已經三十多年了，但是在這段短短的時間裏，在地形測量方面對祖國領土的研究大大多於革命前所做的工作。我國（蘇聯）在地形測量方面所做的研究工作是在根本改變了地形測量的實質、技術方法和施工法的新方法上進行的。這些新方法首先在於測圖地區的航空攝影測量；在於廣泛地採用足以代替普通測量的攝影測量；還在於根據航空像片立體描繪地形，以代替繁重而生產效力不高的平板儀測量。

這些新方法規定在某些地形測量地區可以採用無線電測量以及精確的視距測量，排除了從前的費力而欠完善的測量方法。

地形測量與大地測量在國民經濟中的作用

地形測量與大地測量在蘇聯社會主義建設中的意義很大。當各種工程進行初步設計時必須有中小比例尺的地形圖，若進行詳細設計則需要大比例尺詳細而精確的地形圖。地形圖在以下情況也是不可缺少的：水文工程勘測，設計水力發電站和灌溉與排水運河，地質勘探，土地整理，森林經營與植樹，建築鐵路與公路，架設煤氣總管、油管和高压輸電綫等等。可以說，沒有任何一個國民經濟部門不在某種程度上使用地形圖的。

地形圖常常用作各種專門地圖的底圖，如土壤圖、植物圖、地質圖和其他。

地球形狀與大小的概念

地球的表面不是完全平展的平面，在地球表面上有高地和充滿海水的陷落地。海洋佔 71%，而陸地只佔地球整個面積的 29%。除開不大一部分山地並且山的高度遠小於地球的體積外，其餘的陸地僅僅稍微高出海平面。所以，當談到地球的形狀時，不是指地球的自然表面，而是指所謂的水準面亦即在陸地下面的理想海洋水面。水準面可以有許多個，其中與平均靜止海面相一致的叫作大地水準面。

十六世紀以前人們認為地球是球形，但是後來發覺一些把地球看作球體而不能加以解釋的現象。例如具有準確鐘擺的時鐘，其速度在將時鐘運至南方或北方後就要改變（在南方時鐘走得慢，而在北方走得快）。因為鐘擺是由於地球的萬有引力而擺動，萬有引力在南方小在北方大，就是說，至地球中心的距離在北方小而在南方大。所以，按其形狀地球近似旋轉橢圓體——

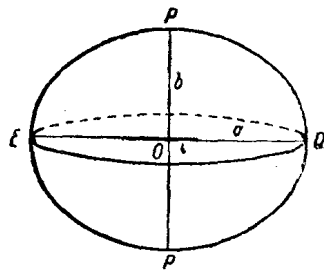


圖 1. 地球橢圓體

由橢圓圍繞其短軸旋轉而形成的物體（圖 1）。或者稱這種橢圓體為橢球體。

老早就有許多科學家從事確定地球大小的工作，現將一些推算的結果列表如下：

作 者	推算的年代	a, 公 尺	b, 公 尺	$\frac{a-b}{a}$
捷拉姆別爾	1800	6 375 653	6 356 564	1 : 334
白塞爾	1841	6 377 397	6 356 079	1 : 299.2
克拉克	1880	6 378 249	6 356 515	1 : 293.5
海福特	1909	6 378 388	6 356 912	1 : 297.0
克拉索夫斯基	1940	6 378 245	6 356 863	1 : 298.3

表中 a——長半軸的長度， b——短半軸的長度，

$\frac{a-b}{a}$ ——橢球體扁率。

蘇聯從 1946 年開始採用一些比較精確的地球橢圓體大小的數字，這是 1940 年中央測繪科學研究所在著名的蘇聯大地測量工作者克拉索夫斯基教授的領導下計算出來的。

地球的水準面（大地水準面）在某些地方稍高於橢球體面，在另外一些地方又低於橢球體面，但是這些偏差，正如測量研究的結果所証明的，都不超過 300 公尺。

第一章 總 論

§ 1. 地圖和平面圖

地圖是以縮小的形式在平面上描繪地球表面。

由於地球表面曲率的緣故，不可能把地面毫無誤差地在紙上描繪出來。地區愈大，描繪地區的誤差就愈大。只是地面的小塊地區才可以看作平面，才可以在紙上相似地描繪該地區的一切輪廓。

縮小而相似地在平面上描繪地面小塊地區的圖形叫作平面圖。

在平面上描繪遼闊面積的地區要注意到地球的曲率，所以在地圖上對地物外形所作的描繪是不準確的。注意到地球曲率描繪地面的方法叫作地圖投影，而圖形本身稱為地圖。為了考慮變形，對每一地圖投影都要計算角度誤差和距離誤差的種類與大小。

在平面上縮小描繪地面或地面的個別部分並注意到地球曲率的圖形叫作地圖。

地形圖由各個圖幅組成。在地形圖的每一個圖幅上都描繪着一個小的地區——不大的一塊地面。每一這樣圖幅的極限誤差是覺察不到的。所以地形圖的一切圖幅都可以視為與地區的整個輪廓保持完全相似的平面圖。

但是，地球表面的起伏：山脈、丘陵、河谷、山澗、沖溝等等是不能在紙上不帶誤差地描繪出來的，所以在地圖和平面圖上描繪的不是地物的實際外形，而是它們在地球水準面上的投影（圖 2）。

在描繪於一個圖幅上的不大一部分地面的範圍內，可以把水準面當作水平面。當把地物與地面點投影至地球水準面時（當作水平面），要將投影綫與地球水準面成直角；這樣在平面上得到的某一立體各點的描繪稱作直角投影。

圖 3 上 a_0, b_0, c_0, d_0 四點是地面點 $ABCD$ 在投影面 P 上所作的直

角投影。

还有另外一些把立体投影至平面的方法，其中应当指出的就是中心投影。

設若在某一地區 $ABCD$ 的上空选一點 S ——投影中心（圖 3），从該點作四條直綫通过 A, B, C, D ，於是这些直綫就在 a, b, c, d 四點上与平面 P 相交， a, b, c, d 四點就是 A, B, C, D 四點的中心投影。

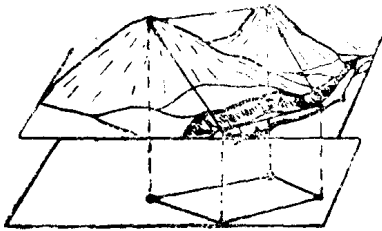


圖 2. 地面點的正角投影

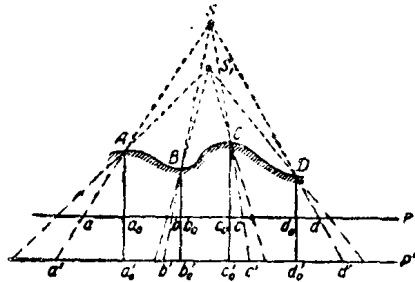


圖 3. 中心投影与正角投影

当把兩投影平面放置平行時，例如 P 和 P' 的位置，平面上各點的相互位置在直角投影上無疑問要保留下來（ $a_0b_0 = a_0'b_0'$ ； $b_0c_0 = b_0'c_0'$ ； $c_0d_0 = c_0'd_0'$ ），而在中心投影上的各點位置就要改變（ $a'b' > ab$ ； $b'c' > bc$ ； $c'd' > cd$ ）。

假若點 S 的位置移到點 S' ，則各點的相互位置在中心投影上也要改變。

點 S 離開投影平面愈遠，直角投影与中心投影各點的位置的差別就愈小，当點 S 離開投影平面 P 非常遠時，中心投影的各點實際上就与直角投影的各點合成一起。

所以，可以把直角投影看作是中心投影的個別情况，這時投影中心 S 離開投影平面 P 無限遠。

攝影影像的基礎是中心投影，所以中心投影在航空攝影測量上有着很大的意義，而航空攝影測量在目前是繪製地形圖过程中不可缺少的一個部分。

航空像片就是地面的中心投影 按照航空照片製成的地形圖应当是以直角投影繪製。

按照航空像片（每張像片都是以中心投影描繪一個地區）用直角投影繪製地面的地形圖，仍是現代地形測量的基本任務之一。

§ 2. 坐標系的概念

確定一些點在地面上或空間裏的位置的值得稱為坐標。

為了標示地面的各點，在地形測量中採用兩種坐標系——平面直角坐標和地理坐標。在小地區的範圍內也採用極坐標系。

平面直角坐標 我們在平面 P 上畫兩條互相垂直的直綫 xx 和 yy （圖 4）。交點 O 稱為坐標原點，而直綫稱為坐標軸。平面 P 上點 M 的位置完全可以由從點 M 至坐標軸所作的垂綫 Me 和 Mk 的長度來確定，或者由坐標所分割的綫段 Ok 和 Oe 來確定。綫段 Ok 叫作縱坐標，而 Oe 叫作點 M 的橫坐標。它們相應地用字母 x 和 y 標記並以長度表示（一般以公尺表示）

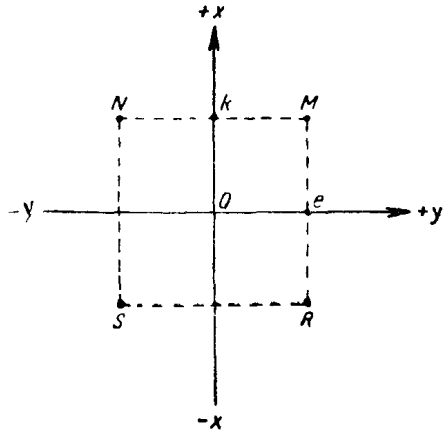


圖 4. 直角坐標

由 yy 軸向上的縱坐標是正坐標，而由 yy 軸向下的是負坐標；從 xx 軸向右的橫坐標叫正坐標，而從 xx 軸向左的叫負坐標。所以設若點 M, N, R 和 S 的縱橫坐標的絕對值同樣等於 3 公尺，這些點的坐標應當這樣寫：

點	縱坐標 x	橫坐標 y
M	+ 3	+ 3
N	+ 3	- 3
R	- 3	+ 3
S	- 3	- 3

位於軸 xx 上的點的橫坐標等於零；位於軸 yy 上的點的縱坐標也等於零。