

北京矿业学院普通测量教研组编

普通测量学

煤炭工业出版社

普通測量學

北京矿业学院普通測量教研組編

煤炭工业出版社

內 容 提 要

本教材是1957年由前高等教育部指定北京矿业学院普通测量教研组，根据1955年审訂过的普通测量学教学大纲，专门為矿业学院采煤和建筑专业編写的。

本教材共分十章，其中包括直綫定綫与丈量；直綫定向；經緯仪的构造及应用；誤差概念；平面控制测量；高程测量；地形测量；地形图的应用；建筑工程中的测量工作等内容。

本教材考虑到采煤、建筑专业的特点及教学时数，内容力求簡明扼要，使学生易于接受及掌握，并与实验課的講解内容相互配合。

本教材适合于矿业学院采煤及建筑专业使用。

1327

普 通 测 量 学

北京矿业学院普通测量教研组編

*

煤炭工业出版社出版(社址：北京东长安街煤炭工业部)

北京市書刊出版业营业許可証出字第 084 号

煤炭工业出版社印刷厂排印 新华書店发行

*

开本 850×1168 公厘 $\frac{1}{32}$ 印张 $6\frac{11}{16}$ 插頁2 字数250,000

1959年12月北京第1版 1959年12月北京第1次印刷

統一書号：15035·991 印数：0,001—5,000册 定价：1.10元

前 言

1957年冬，前高等教育部指定我組根据1955年審訂的教学大綱，为矿业学院采煤和建筑专业編写一本試用教材，并由我組李子明、李謙若先生分担主編与編輯。1958年4月完成初稿送部。后經武汉測繪学院測量学教研組審閱，認為尚屬合用，并提出一些宝貴的意見。我們根据这些意見作了适当的补充和修改。

在去年一參三改运动中，为了使教材結合实际，又会同阳泉矿务局地質測量处測量技术人員刘洁心同志等討論了教学大綱，根据現場的需要，增加了小三角測量、綫形鎖測量、各种碎部測量方法的比較等节。回校后，根据修改的教学大綱又作了以上各节的补充和修改。最后，我們又在今年四、五月間分章校閱，集体討論过两次，又作了两次修改。

这本教材虽然經過多次校閱和修改，缺点錯誤，尤恐难免，希望讀者随时給以指正。

对于武汉測繪学院測量学教研組和阳泉矿地質測量处所提的宝貴意見，我們深深的表示感謝。

北京矿业学院普通測量教研組

1959年8月于北京

目 录

前言

第一章 緒論..... 7

§1. 測量学的研究对象与目的 7

§2. 測量学在社会主义建設中的意义 8

§3. 測量学在矿区开采工作中的作用 8

§4. 測量学发展簡史 9

§5. 水准面、大地水准面及水平面 10

§6. 地面可以作为平面的限度 11

§7. 地球的形狀和大小 13

§8. 确定地面上点的位置的因素——坐标 14

§9. 地球表面上一点的绝对高程与假定高程 16

§10. 比例尺 17

§11. 地图、平面图、地形图及断面图 19

第二章 直綫定綫与丈量 21

§12. 地面上点的标志 21

§13. 定概略直綫的方法 22

§14. 丈量直綫的工具 24

§15. 鋼尺的檢定 26

§16. 用鋼尺丈量直綫距离 26

§17. 測斜器 32

第三章 直綫定向..... 33

§18. 直綫定向的意义 33

§19. 标准方向的种类 33

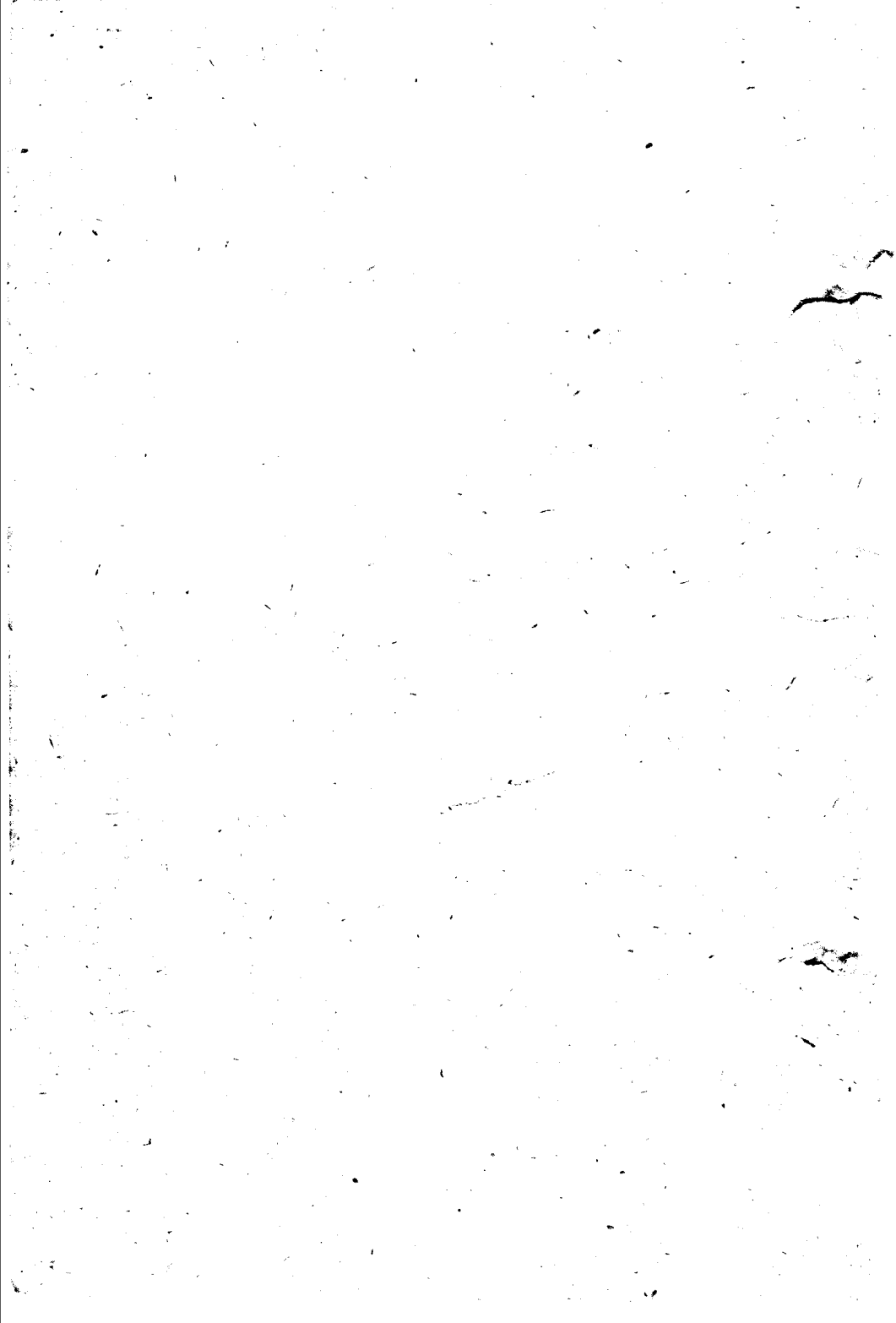
§20. 一直綫的眞方位角与眞象限角 35

§21. 用罗盘仪定一測綫的磁方位角 39

§22. 确定正北方向的概念	41
第四章 經緯儀的構造及應用	41
§23. 用途概說	41
§24. 經緯儀的主要構成部分	41
§25. 角度測量的原理	50
§26. 經緯儀的構成條件	51
§27. 經緯儀	52
§28. 經緯儀的檢驗與校正	56
§29. 經緯儀的安置與望遠鏡的使用	67
§30. 用經緯儀測量水平角的方法	68
§31. 用經緯儀測量豎直角的方法	72
第五章 誤差概念	73
§32. 緒言	73
§33. 誤差的種類和來源	73
§34. 最或是值	75
§35. 均方誤差(中誤差)——偶然誤差的量度	76
§36. 用最或是誤差表示均方誤差	77
§37. 相對誤差	78
§38. 容許誤差(極限誤差)	80
第六章 平面控制測量	80
§39. 控制測量的意義	80
§40. 平面控制測量的方法	81
§41. 經緯儀導線測量的概念	83
§42. 經緯儀導線測量的外業工作	85
§43. 經緯儀導線測量的內業工作	87
§44. 小三角測量概述	103
§45. 小三角測量的外業工作	104
§46. 小三角測量的內業工作	105
§47. 綫形鎖測量	107

第七章 高程測量	109
§48. 高程測量的一般概念	109
§49. 水准測量原理	110
§50. 地球曲率及大气折光的影响	113
§51. 水准仪和水准尺	115
§52. 水准仪应滿足的主要条件、定鏡水准仪的檢驗和校正	117
§53. 高程控制網的一般知識	119
§54. 水准測量的方法	121
§55. 水准測量的誤差和閉合差的限度	122
§56. 三角高程測量	125
第八章 地形測量	126
§57. 緒言	126
§58. 等高綫測繪法	129
§59. 視距測量的概念	133
§60. 視距法的原理及計算	134
§61. 視距測量外业工作	139
§62. 平板測量的概念	144
§63. 平板仪的构造	146
§64. 平板仪的安置和应用	149
§65. 平板測量的作业	155
§66. 視距仪結合小平板照准器測碎部法	165
§67. 碎部測量方法的比較	166
第九章 地形图的应用	166
§68. 緒言	166
§69. 图上兩点間长度的确定	167
§70. 图上直綫象限角的确定	168
§71. 高程問題	168
§72. 断面图問題	168
§73. 等傾斜綫問題	170

§74. 面积問題	171
第十章 建筑工程中的測量工作	177
§75. 路綫測量	177
§76. 測設工作	198
附录: 視距例題及視距表	203



第一章 緒 論

§ 1. 測量学的研究对象与目的

(一) 測量学的研究对象

測量学是研究地球表面各个部分以及地球整体的形状和大小的应用科学，也可以說是用量角度（水平的和豎直的）和丈量距离（水平的、豎直的和傾斜的）来决定地面上各点相互位置的一种技术。它对于国民經济建設、国防和各种科学研究都有非常重要的作用。

測量工作按照作业的程序分为外业和內业：

(1) 外业的主要工作是用各种仪器和工具在現場上直接測量所需要的地面上各点間的距离和各綫間的角度，并記錄在測量手簿中。

(2) 內业是室內工作，可分为計算和繪图两种工作：

計算——根据測得的角度和距离計算出各点在地面上的位置。

繪图——將計算出各点的位置用縮小和相似的方法画在紙上，成为地形图。

(二) 測量学的目的

根据上述測量学的研究对象和測量工作的实質可以看出，測量学的目的是：

(1) 决定地面上各点的相对位置或绝对位置。

(2) 將所測量的地面繪制成地形图。

(3) 决定地球的形状和大小。

§ 2. 測量学在社会主义建設中的意义

在国民經济建設中，一切基本建設工程的完成必須經過調查勘探、設計、施工、检查等几个步驟。在調查勘探和設計工作中，都需要各种不同比例尺的地形图作为依据。在施工放样时，也必須借助于測量，把設計轉到現場，以及解决施工中所发生的技术問題。建設完成后，又須要通过測量来检查鑑定建筑物的質量。所以，在整个建筑工程的过程中，測量工作都是不可以缺少的。

我国人民，在党的正确领导下，在广大的国土上，正以十足的干劲多快好省地进行着社会主义建設。無論資源的勘探（石油、金屬、煤等），以及鐵路、公路、运河、矿厂、城市等的建設，都需要各种比例尺的地形图和測量技术的指导来确定建筑物的位置；制定設計施工图表和工程預算（包括需要的材料、經費、人員的数量和期限），才能够按时完成。測量工作的速度和質量直接影响着社会主义建設的速度和質量。所以，測量工作在社会主义建設中有着极为重大的意义。

§ 3. 測量学在矿区开采工作中的作用

測量在矿区开采工作中占怎样重要的地位，可以从它在矿区各开发过程中所担负的任务来决定。下表(表1)簡要地列出測量在矿区开发三个时期中所担负的任务。

从表1所列測量的任务，可知測量工作在矿区开采工作中占着指导的地位，測量的成果准确与否起着决定性的作用。因此，矿区开采和矿井建設专业同学，必須学习測量学，至少要認識測量学的研究对象及其在工程科学中的任务；明瞭測量学的基本知識和測量結果的整理；看得懂地形图和断面图；掌握

用仪器測繪简单的地形图的实际技能，才能胜利地完成在矿区开采和矿井建設中的重要而光荣的任务。

表 1

矿区开发阶段	測 量 的 任 务
調查研究时期	測繪采区地形图，測定煤层的位置、形状、大小、厚度，計算出可靠的儲量，作为設計的根据
設計和基本建設时期	根据設計的施工詳图，在地面和井下測設一切設备的位置（如井口位置、巷道位置等）
生 产 时 期	指出工作面进展和巷道掘进的位置和方向，測定采空区和指出留煤柱的大小等

§ 4. 測量学发展簡史

測量学是很古的科学，起源于紀元前2000年。当初称为几何学，意义是土地丈量。土地划分在古代人类生活中占最重要的地位，因而它的发展最早。随着文化以及有关的科学技术，如天文学、数学、光学、仪器制造学等的发展，測量学已經发展成为一門复杂而精密的科学。

俄国十月革命以前，德、法、英、美等国都进行了全国性的大地測量，当时，帝俄较为落后。然自十月革命勝利后，苏联測量事业在国家統一领导下，在最新的高度科学水平基础上，规模之大和发展之快已远远超过其他欧美各国。

我国远在4700年前已經发明了指南車，且天文历書在我国古代也已經应用。1718年（清康熙年間）我国亦測繪了精密的全国地图（皇輿全图），可惜后来未能繼續发展，所有測量标志亦早已泯灭。解放后人民政府对于測量事业十分重视。国务院設有国家測繪总局，专司全国性的測量事宜。軍事委员会总參謀部設有測繪局，专司国防上測繪事宜，各生产部門因生产

建設之需要，都設有測繪機構。

几年来，我国在广大的国土上进行了广大的大地测量工作，現已完成占整个国土面积达四分之三的大地测量工作。一、二年内，即将全部完成。这就保证了我国经济建设 and 国防建设的需要。我国解放后几年来的测量工作，几乎等于美国一百余年的测量成就。在党的总路线灯塔照耀下，测量工作正在加速前进。无论在大地测量、地形测量和仪器制造方面，都得到了飞速的发展。预计将来我国测量事业发展之速、规模之大，一定超过一切资本主义国家。

§ 5. 水准面、大地水准面及水平面 (图 1)

水准面——地面受着重力的影响，任何地点的自由水面当其静止时，必与该面上每点的重力方向成正交，这种成正交的曲面叫做水准面。水准面以其在地面上的高低的位置不同，而有无限多个。由于这些表面必须与重力方向成正交的緣故，而重力的方向集中于地心，于是如将某水准面无限扩张起来，就自然成一闭合的曲面了。

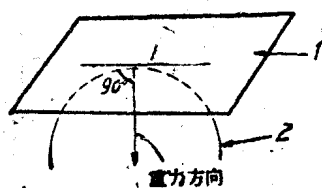


图 1

1—水平面； 2—水准面。

大地水准面——在上面所講的这些无限多的水准面中，有一个特殊曲面，假定它与静止的海面相合，穿过大陆与島嶼，閉合起来就可代表地球的形状和大小，叫做大地水准面。这个大地水准面，我們在

实际工作中，是以在海滨設立驗潮所测定水位的高低，经过若干年取一个平均数来确定的，所以它又叫做平均海面。

大地水准面是大范围测量的惟一的基准面，这种大范围内

的一切測量成果都應換算到這個面上，然後才能將它們統一起來。

水平面——水準面上的某點的切面叫做該點的水平面，它只有在切點處才與重力方向正交。由於地球的半徑很大，這一水平切面在切點的周圍很大地區的表面，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，是沒有多大差異的。這樣，在測量過程中，就可以把這一測區的中點的水平切面當作基準面，於是就將以大地水準面為基準面的技術問題和理論問題大大簡化了。以大地水準面為基準面來處理一切大規模的測量問題的，屬於大地測量或高等測量的範圍；以某一地區的中點的水平切面為基準面來處理一切小範圍的測量問題的，屬於普通測量的範圍。

§ 6. 地面可以作為平面的限度

在測量過程中可以把多大的面積當作平面而不發生過大的誤差呢？這可用以下的關係來確定。

設 $B'AB$ 是水準面（圖 2）， AC 是 A 點的水平面。水準面上的距離 AB 與水平面的距離 AC 是對着同一個地心角 θ 。因此，把 AB 當作 AC 時的距離誤差 Δl 可用下式表示：

$$\Delta l = AC - \widehat{AB} = R \tan\left(\frac{\widehat{AB}}{R} \rho''\right) - \widehat{AB}, \quad (1)$$

式中 R ——地球半徑； $\rho'' = 206265''$ 。

若令 Δh 是 B 、 C 兩點的高程誤差，則

$$\Delta h = R \left(\sec \frac{\widehat{AB}}{R} \rho'' - 1 \right), \quad (2)$$

假使令 $R = 6371$ 公里， $\widehat{AB}$ 給予各個不同的值，則可計算

§7. 地球的形狀和大小

近百年来因測量科学的发展，我們得知大地水准面（即地球的表面）近于球形。如图3所示，半径 R 約为6371公里，更近于橢圓体而有长短半径的不同。长半径为由地心至赤道的长度，短半径为由地心至北极或南极的长度。美国学者海佛德于1909年发表了如下的数据：

长半径 $a=6378388$ 米；

短半径 $b=6356911.946$ 米；

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

这是在1929年以后到解放以前，我国測量工作所采用的地球要素。但根据最近的資料已經可以断定这个橢圓体的长半径值过大。

苏联以克拉克夫斯基教授命名的橢圓体的有关几何要素(1940)如表3所示。在推算时所用的資料最为丰富（苏联、美国和西欧等国的），可以

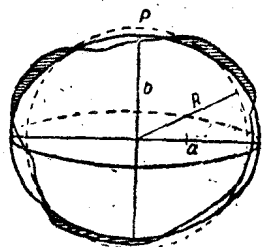


图3

地球要素表

表3

測算者	測定日期	长半径 a (米)	短半径 b (米)	扁率 a
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
克拉克夫斯基	1940	6,378,245	6,356,863	1:298.3

認為是現代最可靠的橢圓體要素值。我國現已採用這些要素作為我們測量的基礎。

§ 8. 確定地面上點的位置的因素——坐標

在我們選定了測量的基準面以後，我們就要進一步研究如何在該面上定出一點的位置。確定一點的位置的因素就是該點的坐標。坐標可分為平面坐標系統和球面坐標系統，無論在平面上或球面上定出一點的位置都需要先有一原點及一標準方向。

(一) 平面坐標系統

在平面坐標系統中，普通我們把這原點設置在測區的中央，即水平面對於球面的切點處。至於這一標準方向，本可是任意的，但為了便於統一起見，我們採取通過原點的正南、正北方向為標準方向。

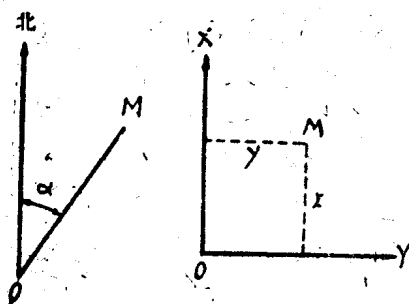


圖 4

有了原點及標準方向，我們定一點的平面位置就需要測點與原點間的距離。如圖 4 的 OM 及連接這二點的直線與正南正北方向間的夾角，如圖 4 的 α 。這叫做極坐標法。

如果以通過 O 的正北方向為 X 軸，通過 O 的正東方向為 Y 軸，於是測點 M 的位置又可由其距 OX 與 OY 的距離 (x, y) 來決定。這叫做直角坐標法。